



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة ابن خلدون
UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET
معهد علوم البيطرة
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

Thèse
en vue de l'obtention du diplôme de
Doctorat en Sciences Vétérinaires

Présenté par : NOUI ABDELMADJID

Thème

Etude comparative de l'efficacité de différentes méthodes de synchronisation des chaleurs et les facteurs d'influence chez la vache laitière au niveau de la région de Sétif

Jury composé par:	Université	Grade
Président : ABDELHADI Si Ameur	Université Ibn Khaldoun de Tiaret	Professeur
Encadreur : BOUCIF Ahmed	Université Ibn Khaldoun de Tiaret	Professeur
Examineur : OUCHENE Nassim	Université Saad Dahlab de Blida	Professeur
Examineur : KHELIFI NADJET Amina	Université Saad Dahlab de Blida	MCA
Examineur : SALHI Omar	Université Saad Dahlab de Blida	MCA
Examineur : AYAD Mohamed Amine	Université Ibn Khaldoun de Tiaret	MCA

Année universitaire: 2021/2022



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

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

Je tiens tout d'abord à remercier particulièrement

Le professeur BOUCIF AHMED, mon directeur de thèse pour avoir accepté de diriger ce travail et pour ses conseils et ses orientations et sa disponibilité tout au long de ce travail.

Je lui adresse mes vifs remerciements.

Je dois également exprimer ma gratitude au Professeur Abdelhadi Si Ameur de l'université de Tiaret Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de notre thèse,

Hommage respectueux.

Mes remerciements

Au professeur Ouchen Nassim de l'université Saad Dahlab de Blida

Qui nous a fait l'honneur de participer à ce jury de thèse

Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

A Madame Khellifi Nadjat Amina,

Maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida pour nous avoir fait l'honneur de participer à ce travail,

Sincères remerciements

A Monsieur Ayad Mohamed Amine Maitre de conférences à l'université de Tiaret

Pour nous avoir fait le plaisir d'accepter de participer au jury de cette thèse,

Mes remerciements les plus sincères

A Monsieur Salhi Omar Maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida

Qui nous a honoré par sa présence et avoir l'amabilité d'accepter de participer

À l'évaluation de la présente thèse.

Nos profonds respects et Sincères remerciements.

A tous mes enseignants de graduation et post graduation qui ont contribué à ma formation...

Sincères remerciements

A tous ceux que j'aurais oublié, qu'ils m'en excusent.

DEDICACES

A mes parents,

Si je suis allée loin dans mes études, c'est aussi grâce à vous.

Merci de m'avoir encouragée à aller tout droit''.

Merci d'être là ... si proche de moi.

A toute ma famille.

Pour son soutien et son affection,

Merci

A tous mes amis.

Résumé : Etude comparative de l'efficacité de différentes méthodes de synchronisation des chaleurs et les facteurs d'influence chez la vache laitière dans la région de Sétif

La diminution significative de la fertilité bovine et les exigences croissantes des éleveurs ont rendu indispensable un contrôle régulier de la reproduction pour identifier et résoudre de manière précoce les problèmes potentiels affectant la reproduction. L'objectif de cette étude était de comparer la fertilité à l'œstrus induit de sept (07) protocoles de synchronisation des chaleurs à base de GnRH, prostaglandines et progestagènes chez des vaches laitières inséminées sur chaleurs observées. Deux cent quarante-cinq (245) vaches et génisses en anœstrus postpartum, gynéco-cliniquement intactes de race Montbéliarde (62%) et Prim'Holstein (38%) élevées dans la région de Sétif (1 080 m d'altitude, 36°11'de latitude Nord et 5°24' de longitude Est) ont fait l'objet d'une étude étalée sur trois années. La comparaison des protocoles portait sur le taux de réponse en chaleurs (TRC), le taux de gestation des vaches synchronisées (TG) confirmée par échographie à 30 jours post insémination et le taux de conception des vaches inséminées (TC) pour l'un ou l'autre des protocoles utilisés. De bonnes performances reproductives globales ont été obtenues (TRC= 63.26% ; TG=49.38% ; TC= 78.06% ; P<0.05), ce qui donnaient des résultats spécifiques à chaque catégorie de traitement utilisée:

Traitements à base de PGF2 α seule ou associée à la GnRH: Cent cinq (105) vaches et génisses étaient réparties en trois lots (N=35) représentées comme suit. Un lot à base de deux injections de PGF2 α (lot 1) et deux lots associés à la GnRH (« GPG » lot 2 et « GP » : lot3). Cette catégorie de traitement a enregistré un TRC global de 54% en faveur du lot 1 (74%) par rapport aux lots 2 et 3 (49% vs 40% ; P= 0.431). Par ailleurs, un faible taux global de gestation (38%) a été relevé ce qui correspondait à (54.42%, 31,4% et 29% ; P= 0.00023) respectivement pour les lots 1, 2 et 3. Cependant, un meilleur taux global de conception a été recensé (69.72%) avec des taux correspondants respectivement aux lots 1, 2 et 3 (73%, 64,7% et 71,4% ; P= 0.387).

Traitements à base de progestagènes: Cent quarante vaches et génisses (140) étaient réparties en quatre lots (N=35) représentées comme suit. Lot4 «CIDR+GPG», lot5 « PRID+GP », lot6 «CRESTARSO® 300UI» et lot7 «CRESTAR SO® 500 UI». De meilleures performances reproductives globales ont été relevées dans cette catégorie de traitement (TRC=70.07% ; TG=57.85% et TC= 82.65% ; P= 0.00064). De bons TRC ont été enregistrés pour les lots 4 et 7 et à un degré moindre pour les lots 5 et 6 (80,0% et 74.28% vs 60% et 66% ; p=0.01). Des TG à 30 jours post insémination étaient plus ou moins élevés (60%) pour les deux lots utilisant les implants (lots 6 et 7) par rapport aux lots 4 et 5 (57,1% et 54.28% ; P= 0.819). Par ailleurs, de meilleurs TC (71,42%, 90,47%, 91,30% et 80,76% ; P= 0.043) ont été recensés pour les quatre lots.

Les meilleures performances enregistrées sont principalement observées dans les protocoles à base de progestagènes. Les Prim'Holstein et les primipares sont les moins fertiles comparativement aux Montbéliarde et les multipares avec une différence non significative. L'IV-T a eu un effet hautement significatif sur le taux de conception des femelles de la catégorie de traitement à base de progestagènes (P<0.005). Une analyse systématique d'autres facteurs sous-jacents de l'an œstrus est nécessaire avec des mesures correctives respectives. Une étude à grande échelle comparant d'autres protocoles avec d'éventuelles recombinaisons portant sur la dose et le moment d'injection des hormones serait pertinente pour améliorer de plus les performances reproductives.

Mots clés : Fertilité, GnRH, insémination artificielle, œstrus, progestagènes, prostaglandines, vache.

Summary: Comparative study of the effectiveness of different heat synchronization protocols and the influencing factors in dairy cows in the Sétif region

The significant decrease in bovine fertility and the increasing demands of breeders have made it essential to regularly monitor reproduction to identify and resolve potential problems affecting reproduction at an early stage. The objective of this study was to compare the fertility with estrus induced by seven (07) heat synchronization protocols based on GnRH, prostaglandins and progestagens in dairy cows inseminated on observed heat. Two hundred and forty-five (245) cows and heifers in postpartum anestrus, gynecologically intact of the Montbéliarde (62%) and Prim'Holstein (38%) breed raised in the region of Sétif (1,080 m altitude, 36 ° 11' North latitude and 5 ° 24' East longitude) were the subject of a study spread over three years.

The comparison of the protocols focused on the heat response rate (HRr), the pregnancy rate of synchronized cows confirmed by ultrasound at 30 days post-insemination (Pr) and the conception rate of inseminated cows (Cr) for one or the other of the protocols used. Good overall reproductive performance was obtained (HRr= 63.26%; Pr= 49.38%; Cr = 78.06%; P <0.05), which gave specific results for each category of treatment that is used:

Treatments based on PGF2 α alone or associated with GnRH:

One hundred and five cows and heifers (105) were divided into three groups (N = 35) represented as follows. A group 1 based on two injections of PGF2 α and two groups associated with GnRH (“GPG” and “GP”). This treatment category recorded an overall CRR of 54% in favor of group 1 (74%) compared to groups 2 and 3 (49% vs 40%; P = 0.431). In addition, a low overall pregnancy rate (38%) was noted which corresponded to (54.42%, 31.4% and 29%; P= 0.00023) respectively for lots 1, 2 and 3. However, a better overall conception rate was identified (69.72%) with rates corresponding to respectively groups 1, 2 and 3 (73%, 64.7% and 71.4%; P = 0.387).

Progestin-Based Treatments:

One hundred and forty cows and heifers (140) were divided into four lots (N = 35) represented as follows. Group 4 “CIDR + GPG”, group 5 “PRID + GP”, group 6 “CRESTARSO® 300UI” and group 7 “CRESTAR SO® 500 UI”. Better overall reproductive performance was noted in this treatment category (CRT = 70.07%; TG = 57.85% and TC = 82.65%; P <0.00064). Good HRr were recorded for groups 4 and 7 and to a lesser degree for lots 5 and 6 (80.0% and 74.28% vs. 60% and 66%; P= 0.00023). Pr at 30 days post-insemination were more or less (60%) for the two lots using the implants (lots 6 and 7) compared to lots 4 and 5 (57.1% and 54.28%; P = 0.819). In addition, better Cr (71.42%, 90.47%, 91.30% and 80.76%; P = 0.043) were identified for the four groups.

The best performances recorded are mainly observed in the progestagen-based protocols. Prim Holsteins and primiparous are the least fertile compared to Montbéliarde and multiparous with an insignificant difference. IV-T had a highly significant effect on the conception rate of females in the progestin-based treatment category (P <0.05). Systematic analysis of other underlying factors of anestrus is required with respective corrective actions. A large-scale study comparing other protocols with possible recombination relating to the dose and timing of hormone injection would be relevant to further improve reproductive performance.

Keywords: Artificial Insemination, cow, estrus, Fertility, GnRH, progestagens, prostaglandins.

الملخص

بروتوكولات تزامن الشبق المختلفة والعوامل المؤثرة في أبقار الألبان بمنطقة سطيف دراسة مقارنة

أدى الانخفاض الكبير في خصوبة الأبقار والطلبات المتزايدة للمربين إلى ضرورة مراقبة التكاثر بانتظام لتحديد وحل المشكلات المحتملة التي تؤثر على التكاثر في مرحلة مبكرة كان الهدف من هذه الدراسة مقارنة الخصوبة بالشبق المحدث لسبعة 07 والبروجسترونات عند الأبقار المنتجة للحليب ملقحة بروتوكولات لتزامن الشبق القائمة على هرمون البروستاغلاندينات GnRH عند ظهور علامات الشبق

مانتان وخمسة و أربعون 245 بقرة في حالة لا نشاط جنسي ما بعد الولادة ذات جهاز تناسلي عياديا سليم و معافى 62 % من سلالة المونبيلارد و 38 % هولشتاين تعيش في منطقة سطيف (1.080 م على ارتفاع، وخط عرض 36 درجة 11 درجة شمالاً و خط طول 5 درجة 24 درجة شرقاً). كان موضوع دراسة استمرت لمدة ثلاثة سنوات.

ركزت مقارنة البروتوكولات من حيث معدل الاستجابة للشبق و ايضا نسبة حدوث الحمل مؤكداً بالفحص عن طريق جهاز الايكوغرافي بعد 30 يوم من تلقيح الأبقار ونسبة تصور الحمل لكل من البروتوكولات المستعملة (نسبة الاستجابة للشبق 63.26 % . نسبة الحمل 49.38 % . نسبة تصور الحمل 78.06 % مع ب > 0.05) ما نتج عنه إمكانيات تكاثرية عامة جيدة حصلنا عليها و هذا ما أعطى نتائج محددة لكل فئة علاج مستخدمة.

العلاجات التي اعتمدت على البروستاغلاندينات وحدها أو مشتركة مع الهرمون المطلق لموجهة الغدد التناسلية: مائة وخمسة (105) أبقار قسمت الى ثلاث مجموعات (ن=35) كالاتي . مجموعة تلقت حقنتين من هرمون البروستاغلاندين (مج 01) و المجموعتين الاخرين تلقوا كلا الهرمونيين البروستاغلاندين مع الهرمون المطلق لموجهة الغدد التناسلية (مج 02 و 03). هذه الفئة من العلاجات سجلت نسبة الاستجابة العامة للشبق 54 % المجموعة الأولى حصلت على 74 % مقارنة بالمجموعتين الثانية و الثالثة بنسبة (49 % و 40 % مع ب = 0.431) من جهة أخرى نسبة الحمل العامة كانت 38 % بما يتوافق مع النسب (54.42 % : 31.4 % و 29 % مع ب > 0.05) بالترتيب للمجموعات 01. 02 و 03 و مع ذلك تم تسجيل نسبة عامة رائعة لتصور الحمل (69.72 %) مع نسب فردية للمجموعات 01. 02. 03 بالتوالي كالاتي (73 % : 64.7 % و 71.4 % مع ب = 0.387).

العلاجات التي اعتمدت على البروجسترونات: (140) مائة و أربعون بقرة قسمت الى اربعة مجموعات (ن=35) ممثلة كالاتي: (مج 04) {سايدر + ج-ب-ج}، (مج 05)، {برايد + ج-ب}، (مج 06) {كريستار 500 و.د} و (مج 07) {كريستار 300 و.د}، نتائج متحصل عليها تمثلت في إمكانيات تكاثرية عامة لهذه الفئة من العلاج المستعملة (نسبة الاستجابة للشبق 70.07 % . نسبة الحمل 57.85 % . نسبة تصور الحمل 82.65 % مع ب > 0.005). نتائج جيدة لنسبة الاستجابة للشبق سجلت عند المجموعتين: (مج 04 و 07)، و بنسبة أقل عند المجموعتين (مج 05 و 06). (80 % ، 74.28 % ، 60 % و 66 % مع ب = 0.01). نسبة الحمل بعد 30 يوم من التلقيح كانت بنسب متفاوتة قدرت ب (60 % مج 06 و 07) مقارنة بالمجموعتين (مج 04 و 05) (57.1 % و 54.28 % مع ب = 0.819). و مع ذلك تم تسجيل نسبة عامة جيدة لتصور الحمل (71.42 % ، 90.47 % و 91.30 % ، 80.76 % مع ب > 0.05)

نسب افضل للخصوبة بصورة أكبر في البروتوكولات المعتمدة على البروجسترونات . سلالة الهولشتاين ولابقار وحيدة الولادة هم أقل خصوبة مقارنة بسلالة المونبيلارد و متعددة الميلاذ مع فرق واضح. المجال بين الولادة و بداية العلاج اظهر تأثير جد واضح على نسبة تصور الحمل في المجموعة المعتمدة على البروجسترونات مع (ب > 0.05)

ضرورة عمل تحليل منهجي لعوامل أخرى الخاصة بحالة اللانشاط الجنسي للأبقار مع اجراءات صحيحة و دقيقة ضرورة القيام بدراسة واسعة النطاق تقارن البروتوكولات الأخرى مع عمليات إعادة التركيب المحتملة التي تتضمن جرعة و توقيت حقن الهرمون ستكون ذات صلة لتحسين الأداء الإيجابي

الكلمات المفتاحية:

التلقيح الاصطناعي ، البقرة ، الشبق ، الخصوبة ، البروجستاجينات ، البروستاغلاندين ، GnRH

Liste des Figures et Tableaux

Liste des Figures

Figure 01: Appareil génital d'une vache - vue dorsale.....	04
Figure 02: Evolution morphologique d'un follicule ovarien dans l'espèce bovine	07
Figure 03: Les étapes de la folliculogénèse	07
Figure 04: Représentation schématique des vagues de croissance folliculaire chez la vache....	10
Figure 05: Régulation de la sélection et du développement terminal du follicule ovulatoire	10
Figure 06: Les deux types de cycle chez la vache.....	13
Figure 07: Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire	13
Figure 08: Schéma de la structure d'un ovaire montrant la séquence du développement d'un follicule, l'ovulation, la formation et l'évolution du corps jaune	16
Figure 09: Mécanisme endocrine de la lutéolyse chez les ruminants.....	16
Figure 10: Représentation schématique d'un cycle sexuel de la vache	19
Figure 11: Photo illustrant le chevauchement et son acceptation par une autre femelle en phase d'œstrus	21
Figure 12: Ecoulement vulvaire d'une glaire translucide d'une vache en œstrus.....	21
Figure 13: Régulation hormonale du cycle œstral.....	24
Figure 14: Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière en postpartum	28
Figure 15: Le dispositif intra-vaginal CIDR® et son applicateur	38
Figure 16: Dispositif PRID® Delta (Source : LaboratoireCeva)	38
Figure 17: Implant CRESTAR® et son applicateur	39
Figure 18: Spirale vaginale (PRID®) positionnée sur le pistolet applicateur et prête à être introduite dans le vagin.....	39
Figure 19: Implant sous-cutané et l'implanteur (trocart)	39
Figure 20: Schéma de l'effet du protocole à base de prostaglandine sur le cycle œstral de la vache lorsque la 1ère injection de prostaglandine est effectuée au 3ème jour du cycle	41

Figure 21: Protocole CRESTAR: Valérate d'œstradiol, implant de Norgestomet et eCG.....	45
Figure 22: Protocole de synchronisation à base de progestagènes	45
Figure 23: Protocole Standard PRID® Delta selon le laboratoire Ceva.....	45
Figure 24: Nouveau protocole CRESTAR SO®	45
Figure 25: Schéma du protocole à base de deux injections de PGF2 α pour vaches cyclées avec deux IA	50
Figure 26: Protocole à deux injections de PGF2 α et ajout de GnRH.....	50
Figure 27: Protocoles à deux injections de PGF2 α et ajout de GnRH et d'ECP	54
Figure 28: Protocoles à deux injections de PGF2 α et ajout de GnRH ou EB ou E17- β	54
Figure 29: Description du protocole GPG	54
Figure 30: Protocole GnRH-PGF2 α -GnRH.....	58
Figure 31: Protocole Ovsynch avec PGF2 α à J5.....	58
Figure 32: Protocole Ovsynch avec ajout d'hCG à J15.....	58
Figure 33: Protocoles Ovsynch avec ajout de PGF2 α et/ou E17- β	58
Figure 34: Protocole Double Ovsynch.....	60
Figure 35: Protocole GGPPG (TA I= Timed Artificial Insemination	62
Figure 36: Protocole 1/2PGPPG	62
Figure 37: Protocoles Ovsynch, CO-Synch, Select Synch	62
Figure 38: Protocole Select Synch	65
Figure 39: Protocole HeatSynch	65
Figure 40: Protocole HeatSynch avec ECP (FTAI= Fixed-Time Artificial Insemination	65
Figure 41: Répartition de l'élevage bovin dans la wilaya de Sétif.....	68
Figure 42: Matériels de synchronisation	73
Figure 43: Répartition des animaux en fonction de la race	75
Figure 44: Répartition des animaux en fonction du rang de vêlage.....	75
Figure 45: Répartition des animaux en fonction de l'intervalle vêlage- traitement	75
Figure 46: Schéma expérimental du lot I	76
Figure 47: Schéma expérimental du lot II	77
Figure 48: Schéma expérimental du lot III	77
Figure 49: schéma du protocole GPG + CIDR.....	78

Figure 50: schéma du protocole GP + le PRID.....	78
Figure 51: schéma du protocole CRESTAR SO®+PMSG 300 UI	79
Figure 52: schéma du protocole CRESTAR SO®+PMSG 500 UI	79
Figure 53: Parties anatomiques impliquées dans l'insémination	82
Figure 54: Technique de l'insémination artificielle chez l'espèce bovine (Mokrani ,2011)	82
Figure 55: Taux d'induction des chaleurs des lots à base de prostaglandines et GnRH.....	88
Figure 56: Répartition journalière des chaleurs (lot2)	90
Figure 57: Répartition périodique des chaleurs (lot 02)	90
Figure 58: Répartition journalière des chaleurs (lot3)	91
Figure 59: Répartition périodique des chaleurs (lot 03)	91
Figure 60: Taux de retour en chaleurs	93
Figure 61: Taux de gestation de chaque lot à base de prostaglandines et/ou GnRH.....	95
Figure 62: Taux de conception des lots à base de prostaglandine et/ou GnRH	97
Figure 63: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot PGF2 α	99
Figure 64: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot GPG	99
Figure 65: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot GP	99
Figure 66: Evaluation comparative des performances reproductives pour chaque lot	100
Figure 67: Evaluation comparative des performances reproductives pour les trois lots	100
Figure 68: taux de fécondité pour les Trois lots.	102
Figure 69: Comparaison entre le taux de mise bas et le taux d'avortement	102
Figure 70: Effet des facteurs individuels sur les taux d'induction des chaleurs et de Conception	107
Figure 71: Taux global d'induction des chaleurs	110
Figure 72: Taux global de conception.....	110
Figure 73: Effet du taureau sur la réussite de la gestation	113
Figure 74: Effet taureau sur la réussite de mise bas	113
Figure 75: Effet du taureau INDOR sur le sexe du nouveau-né	115
Figure 76: Effet du taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né.....	115
Figure 77: Taux d'induction des chaleurs de chaque lot à base de progestagènes	121
Figure 78: Etat sur les cas de retour en chaleurs	123

Figure 79: Taux de gestation des protocoles à base de progestagènes	125
Figure 80: Taux de conception des protocoles à base de progestagènes	128
Figure 81: Etat sur les performances reproductives des protocoles à base de progestagènes	130
Figure 82: Evaluation comparative globale des performances reproductives (lot 4)	132
Figure 83: Evaluation comparative globale des performances reproductives (lot 5)	132
Figure 84: Evaluation comparative des performances reproductives (lot 6)	132
Figure 85: Evaluation comparative des performances reproductives (lot 7)	133
Figure 86: Evaluation comparative globale des protocoles à base de progestagènes.....	133
Figure 87: Taux d'induction des chaleurs des sept protocoles	135
Figure 88: Taux de gestation des sept protocoles	135
Figure 89: Taux de conception des sept protocoles.....	136
Figure 90: Evaluation comparative globale des trois performances reproductives.....	136
Figure 91: Taux de mise bas des protocoles à base de progestagènes	138
Figure 92: Taux d'avortement des protocoles à base de progestagènes	138
Figure 93: Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives(Lot4)	142
Figure 94: Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives (Lot5)	142
Figure 95: Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives (Lot6)	145
Figure 96: Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives (Lot7)	145
Figure 97: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction global	147
Figure 98: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception global	148
Figure 99: Effet taureau sur le taux de conception.....	150
Figure 100: Effet taureau sur le taux de mise bas	150
Figure 101: Effet taureau INDOR sur le sexe du nouveau-né	152
Figure 102: Effet taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né	152

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Caractéristiques de la GnRH et de ses analogues disponibles sur le marché français et ayant une AMM chez les bovins	32
Tableau 02: Caractéristiques des prostaglandines et analogues disponibles sur le marché français et ayant une AMM chez les bovins.	47
Tableau 03: Principaux critères d’appréciation de l’état corporel des vaches laitières	71
Tableau 04: Données sur les semences des taureaux.....	81
Tableau 05: variables explicatives utilisées dans l’étude statistique	85
Tableau 06: Variables expliquées utilisées dans l’étude statistique	85
Tableau 07: Taux de chaleurs pour les protocoles à base de prostaglandines et GnRH.....	87
Tableau 08: Taux de chaleurs induites (lot1)	89
Tableau 09: Taux de chaleurs induites (lot 2)	89
Tableau 10: Fertilité sur le retour en chaleurs.....	92
Tableau 11: Taux de réussite du protocole de synchronisation des chaleurs (les 3 lots)	94
Tableau 12 : Taux de gestation des vaches inséminées pour chaque lot	96
Tableau 13: Taux de mise bas pour les protocoles à base de Prostaglandines et GnRH	101
Tableau 14: Comparabilité des trois lots pour les variables qualitatives et quantitatives	103
Tableau 15: Taux d’induction des chaleurs des protocoles à base de PPGF2 α et GnRH.....	103
Tableau 16: Taux de conception des protocoles à base de Prostaglandines et GnRH	103
Tableau 17: Effet des facteurs individuels sur le taux d’induction des chaleurs	109
Tableau 18: Effet des facteurs individuels sur le taux de conception	109
Tableau 19: Effet du taureau sur la réussite de la gestation	111
Tableau 20: Effet taureau sur la réussite de mise bas (Taux de fécondité)	112
Tableau 21: Taux de chaleurs induites	121
Tableau22: Données statistiques sur les cas de retour en chaleurs.....	121
Tableau 23: Fertilité sur le retour en chaleurs.....	123
Tableau 24: Taux de gestation des vaches synchronisées pour chacun des lots	124
Tableau 25: Taux de gestation des vaches inséminées pour chacun des lots	126
Tableau 26: Evaluation comparative des performances reproductives globales	136

Tableau 27: Taux de mise bas dans les protocoles à base de progestagènes	137
Tableau 28: Taux d'avortement des protocoles à base de progestagènes	138
Tableau 29: Comparabilité des trois lots pour les variables qualitatives et quantitatives	140
Tableau 30: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction des chaleurs.....	140
Tableau 31: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception	140
Tableau 32: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction global	147
Tableau 33: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception global.....	148

Liste des abréviations

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

BCS : Body condition scoring (=NEC : Note d'état corporel en français)

BLA : Bovin laitier amélioré

BLL : Bovin laitier local

CEE : Communauté Economique Européenne

CJ : Corps jaune

CNIAG : Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique

CIDR® : ControlledInternal Drug Release

Cr : Conception rate

DG : diagnostic de gestation

EB : Benzoate d'œstradiol

eCG : equineChorionicGonadotropin

ECP : Cypionate d'œstradiol

E17-β : Œstradiol 17-β

FSH : Hormone Folliculo-Stimulante

FTAI : Fixed-Time ArtificialInsemination ou insémination artificielle à temps fixe

GMQ : Gain Moyen Quotidien

GnRH: GonadotropinReleasingHormone

hCG : humanChorionicGonadotropin

HAI : Heat Art ificialInsemination ou insémination artificielle sur chaleurs observées

HRrHeatresponse rate

IA: Insémination artificielle

IM : Intra musculaire

IVV : Intervalle vêlage-vêlage

IV-T: Intervalle vêlage-Traitement

J0 : Début du traitement

J7 : Septième jour après le début du traitement

J9 : Neuvième jour après le début du traitement

LH : Hormone lutéinisante

MB: Race bovine Montbeliarde

MGA : Acétate de Mélengestrol

MSD : Laboratoire Merck Sharp and Dohme

NEC : Note d'Etat Corporel

ng/ml: nanogrammeparmillilitre

PAG : PregnancyassociatedGlycoproteins

PH: Race bovine Prim'Holstein

PGF2 α : Prostaglandine F2 alpha

PMSG : Pregnant Mare SerumGonadotropin

PRG : Progestérone

PRID® : Progesterone-Releasing IntravaginalDevice

Pr : the pregnancy rate

PSPB : PregnancySpecificProtein B

QL : variable qualitative

QT : variable quantitative

SC : Sous cutanée

TAI : TimedArtificialInsemination ou insémination artificielle programmée

TC : Taux de conception

TG : Taux de gestation

TMB : Taux de mise bas

TRC : Taux de réponse en chaleurs

UI : Unité Internationale

VLHP : Vaches Laitières Hautes Productrices

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumés

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET ABREVIATIONS.

Sommaire

Introduction 01

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Eléments de la physiologie de la reproduction

I/ Rappels anatomiques..... 03

II/ Rappels sur la physiologie ovarienne chez la vache laitière 05

A. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache 05

II.1/ Ovogenèse et évolution folliculaire 05

II.1.1 Ovogenèse..... 05

II.1.2/ Folliculogenèse..... 05

II.1.3/ Les étapes de la folliculogenèse 06

II.1.3.1/ La folliculogenèse basale 08

II.1.3.2/ La folliculogenèse terminale..... 08

II.1.4/ Les stades de la folliculogenèse terminale..... 08

1/ Le recrutement 08

2/ La sélection..... 08

3/ La dominance..... 09

II.1.5/ Notion de vagues folliculaires 11

II.1.6/ Contrôle de la phase folliculaire 11

II.1.6.1/ Phase non gonado-dépendante..... 11

II.1.6.2/ Phase gonado-dépendante 12

II.1.7/ L'ovulation..... 12

II.1.8/ Formation et évolution du corps jaune. 14

III/ Le cycle sexuel.....	15
III.1/ Le cycle œstral.....	17
III.2/ Le cycle ovarien.	18
III.2.1/ La phase folliculaire.	18
III.2.2/ La phase lutéale.	19
III.3 /Les modifications cycliques du comportement.....	19
III.3.1/ La phase d'acceptation du mâle.....	19
III.3.2/ Phase de refus du mâle.....	21
IV/ Hormones intervenant dans la régulation du cycle.....	21
IV.1/ La GnRH.	23
IV.2/ La FSH.....	23
IV. 3/ La LH.....	23
IV.4/ Les œstrogènes.....	23
IV.5/ L'inhibine.	24
IV.6/ La progestérone.....	24
IV.7/ La prostaglandine F2 α	24
B. Mise à la reproduction et reprise de la cyclicité en post partum	26
I. Mise à la reproduction.....	26
I.1 Reprise de la cyclicité post partum	26
I.1.1/ Au niveau de l'ovaire.....	26
I.1.2 Au niveau de l'utérus.....	28
II. Principaux facteurs de risque des anomalies de reprise postpartum	28
II .1 Les troubles génitaux	28
II.2 Le rang de vêlage.....	30
II.3 La saison.....	30
II.4 L'état de santé.....	30
II.5 La Production laitière	30

Chapitre II : Molécules et protocoles de la synchronisation des chaleurs

A. Molécules utilisées dans le cadre de la maitrise des cycles.	30
I. Gonadotrophines et médicaments agissant sur leur libération.	30
I.1/ GnRH et ses analogues.	30
I.1.1/Gonadoréline.	30
I.1.2/ La Buséréline.	31
I.1.3/ La léciréline.	31
I.1.4/ La Desloréline.	31
I.1.5/ La fertiréline.	32
I.2/ Les Gonadotrophines.	33
I.2.1/ Les Gonadotrophines hypophysaires.	33
I.2.2/ Les Gonadotrophines chorioniques.	33
I.2.2.1/ L'eCG (PMSG).	33
I.2.2.2/ L'hCG (human Chorionic Gonadotropin).	34
II. / Molécules à base de progestagènes.	34
II.1/ Le dispositif intra vaginal (La spirale vaginale).	35
II.1.1/ Description.	35
II.1.2.Mode d'application.	36
II.2. / L'implant sous-cutané.	36
II.2.1 / Description.	36
II.2.2/ Mode d'application.	37
II.2.3/ Principe pour les deux formes (Spirales et implants).	37
III. / Molécules à base de prostaglandines.	40
III.1/ Principe.	40
III.2/Inconvénients.	41
B. Protocoles utilisés dans le cadre de la maitrise des cycles.	43
I/ Les protocoles à base de progestagènes.	43
I.1/ Les progestagènes associés à l'œstradiol.	44
I.2/ Le protocole CRESTAR SO® : progestagène sans œstrogène.	47

II/ Protocoles à base de prostaglandines.	47
II.1. Protocole à injection unique de PGF2α	47
II.1.1 Ajout de GnRH	49
II.2/ Protocole à deux injections de PGF2α.	49
II.3/ L'ajout de GnRH/PGF2α/Œstrogènes.	49
II.3.1 Première variante	50
II.3.2 Deuxième variante	50
II.3.3 Troisième variante	50
II.3.4 Quatrième variante	52
III. Ovsynch.	52
III.1.Principe.	53
III.2/ Indications.	55
III.3/ Inconvénients.	55
IV./ Les protocoles Ovsynch modifiés.	56
IV.1 Première variante	56
IV.2 Deuxième variante	56
IV.3 Troisième variante	56
IV.4 Quatrième variante	57
IV.5 Cinquième variante	57
IV.6 Sixième variante	57
IV.7 Septième variante	59
IV.8 Huitième variante	59
IV.9 Neuvième variante	61
IV.10 Dixième variante	61
V. / Cosynch	61
VI. / Select Synch	63
V.II/ HeatSynch	64
VII.1. Première variante	64
VII.2.. Deuxième variante	64

Deuxième partie : Etude expérimentale

Matériels et Méthodes

A. Les objectifs de l'étude.....	67
B. Monographie de la région d'étude	67
1/ Situation géographique.....	67
2/ Production animale	69
C. Matériel et Méthodes.....	69
1/ Matériels.....	69
1.1 Animaux et élevages sélectionnés.....	69
1.2. Choix des animaux	69
1.2.1. Critères d'inclusion	70
1.2.2. Critères d'exclusion.....	70
1.3. L'examen de l'état corporel	70
1.4. Matériels de synchronisation	71
1.5. Matériels d'insémination	71
1.6. Matériel du diagnostic de gestation	72
II.4. Répartition des animaux.....	74
1.4.1. Répartition des animaux selon la race	74
1.4.2. Répartition des animaux selon le rang du vêlage.....	74
1.4. 3. Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage-traitement	74
I. Schémas thérapeutiques	76
II.1. Protocoles à base de prostaglandines : (N = 105)	76
II.1.1. Lot I : « PGF2 α » N=35.	76
II.1.2. Lot II : GPG « Ovsynch » N=35.....	76
II.1.3. Lot III : GP « SelectSynch » N=35.	77
II.2. Protocoles à base de progestagènes : (N = 140).	78
II.2.1. Le lot 4 : « Ovsynch+CIDR ».	78
II.2.2.Le lot 5: « PRID+GP ».	78
II.2.3.Le lot 6: « CRESTAR SO®+PMSG 300 ».	79

II.2.4. Le lot 7: « CRESTAR SO®+PMSG 500 ».....	79
III. Détection des chaleurs et moment d'insémination	80
III.1. Détection des chaleurs	80
III.2. Etapes de préparation de la semence.....	80
III.3. L'insémination	81
III.4. La technique d'insémination	81
IV. Méthodologie du travail	83
IV.1. Evaluation de la réussite du traitement de synchronisation des chaleurs	83
IV.1.1. Le taux de vaches observées en chaleurs.....	83
IV.1.2. Le taux de retour en chaleurs	83
IV.1.3. Le taux de réussite du protocole.....	83
IV.1.4. Le taux de gestation des vaches inséminées (taux de conception).....	84
IV.1.5. Taux d'avortement	84
IV.1.6. Taux de mise bas	84
D. Collecte des données	84
E. Traitement des données.....	84
F. Variables incluses dans l'analyse	85
I. Variables explicatives	85
II. Variables expliquées.....	86
G. Analyse statistique des données	86
I. Traitement des données.....	86
I.1 Analyse univariée.....	86
I.2. Analyse multivariée	86

Premier volet de l'étude.

**Protocoles de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandines seules
ou associées à la GnRH**

Résultats

I. Taux d'induction des chaleurs.....	87
I.1. Lot I: «PGF2 α »	87

I.2. Lot II: « GPG »	87
I.3.Lot III : « GP ».....	89
I.4.Taux de retours en chaleurs.....	92
I.5.Fertilité sur le retour en chaleurs.....	92
II. Taux de gestation (Taux de réussite du protocole)	94
II.1.Lot I: « PGF2α ».....	94
II.2.Lot II: « GPG ».....	94
II.3.Lot III: « GP »	94
III. Taux de conception (Taux de gestation des vaches inséminées)	96
III.1.Lot 1: « PGF2α ».....	96
III.2.Lot II: « GPG »	96
III.3.Lot III: « GP ».....	96
IV. Evaluation comparative selon les trois performances reproductives	96
IV.1.Lot PGF2α	96
IV.2.Lot GPG	98
IV.3. Lot GP.....	98
V. Evaluation comparative selon une seule performance reproductrice	98
V.1. Comparaison des taux d'induction des chaleurs.....	98
V.2.Comparaison des taux de gestation	98
V.3.Comparaison des taux de conception.	98
VI. Evaluation comparative des protocoles à base de prostaglandines	101
VII. Taux de mise bas	101
VIII.1.Le taux de d'avortement	101
VIII. Effet des facteurs individuels sur les performances reproductives	103
VIII.1.Effet de la race.....	104
VIII.1.1.Lot PGF2α	104
VIII.1.2.Lot GPG.....	104
VIII.1.3.Lot GP.....	104
VIII.2.Effet de la parité.....	105

VIII.2.1.Lot PGF2α	105
VIII.2.2. Lot GPG	105
VIII.2.3.Lot GP	105
VIII.3.Effet de l'IV-T	106
VIII.3.1.Lot PGF2α	106
VIII.3.2.Lot GPG	106
VIII 3.3. Lot GP	106
VIII. Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives	108
VIII.1. Effet de la race	108
VIII.2.Effet de la parité	108
VIII.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement	108
X. Effet du taureau	111
X.1. Effet du taureau sur la réussite de la gestation	111
X.2. Effet du taureau sur la réussite de mise bas	112
X.3. Effet taureau sur le sexe du nouveau-né	114
Discussion.	
1. Taux d'Induction des chaleurs	115
2. Taux de gestation	117
3. Taux de conception	118

Deuxième volet de l'étude :

Protocoles de synchronisation des chaleurs à base de progestagènes

Résultats

I. Taux d'induction des chaleurs	120
I.1.Lot 4: « CIDR+GPG »	120
I.2.Lot 5: « PRID+GP »	120
I.3.Lot 6: « CRESTAR SO®300 »	120
I.4.Lot 7: «CRESTAR SO®500»	120
I.5.Les retours en chaleurs	122
I.6.Fertilité sur le retour en chaleurs	122

II. Taux de réussite du protocole (Taux de gestation)	124
II.1.Lot 4 : «CIDR+GPG»	124
III.2.Lot 5: « PRID+GP»	124
II.3.Lot 6: «CRESTAR SO®300»	126
II.4.Lot 7: «CRESTAR SO®500»	126
III. Taux de conception	126
III.1.Lot 4 : «CIDR+GPG».....	127
III.2.Lot 5: «PRID+GP»	127
III.3.Lot 6: «CRESTAR SO®300»	127
III.4.Lot 7: «CRESTAR SO®500»	127
IV. Evaluation comparative selon une seule performance reproductive.....	129
IV.1. Comparaison des taux d'induction des chaleurs	129
IV.2. Comparaison des taux de gestation.....	129
IV.3. Comparaison des taux de conception.....	129
VI. Evaluation comparative selon les trois performances reproductives	131
V.1. Lot 4 : «CIDR+GPG».....	131
V.2.Lot 5: «PRID+GP»	131
V.3. Lot 6: «CRESTAR SO®300»	131
V.4. Lot 7: «CRESTAR SO®500»	131
VI. Evaluation comparative des protocoles à base de progestagènes	131
VII. Evaluation comparative globale selon une seule performance	134
VII.1.Evaluation des taux d'induction des chaleurs	134
VII.2. Evaluation des taux de gestation.....	134
VII.3. Evaluation des taux de conception.....	134
VIII. Evaluation globale selon les trois performances.....	137
VIII. Taux de mise bas	137
VIII.1. Le taux de d'avortement.....	137
X. Effet des facteurs individuels sur le taux d'induction des chaleurs et de conception....	139
X.1. Lot 4 «CIDR+GPG»	139

XI.1.1. Effet de la race.....	139
XI.1.2.Effet de la parité.....	139
XI.1.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement	139
X.2. Lot 5 « PRID+GP »	141
X.2.1.Effet de la race	141
X.2.2.Effet de la parité	141
X.2.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement.....	141
X.3. Lot 6: «CRESTAR SO®300»	143
X.3.1. Effet de la race	143
X.3.2.Effet de la parité	143
X.3.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement.....	143
X.4. Lot 7 : «CRESTAR SO® 500»	143
X.4.1.Effet de la race	143
X.4.2.Effet de la parité	144
X.4.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement.....	144
XI. Evaluation comparative globale	146
XII.1.Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives	146
XII.1.1.Effet de la race	146
XII.1.2.Effet de la parité	146
XII.1.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement.....	146
XII. Effet taureau	149
XII.1. Effet du taureau sur la réussite de la gestation)	149
XII.2.Effet du taureau sur la réussite de la mis bas.....	149
XIII.3.Effet du taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né	151
Discussion	
I. Protocoles à base de CIDR et PRID	153
I.1 CIDR + Ovsynch	153
I.2 PRID+GP	156
II Protocoles à base d'implant.....	159

II.1 CRESTAR SO®300 et 500.	159
---	------------

Discussion générale

I. Facteurs de variation de la fertilité	166
I.1 La race.....	166
I.2 La parité.....	167
I.3 L'intervalle vêlage-Traitement.....	168
I.4 La saison	168
I.5 Conditions du vêlage.....	169
I.6 La note de l'état corporel.....	169
Conclusion	170
Recommandations	172
Perspectives	173
Références bibliographiques	174
Annexe 01 Liste des publications scientifiques.	
Annexe 02.	

Introduction

L'élevage bovin en Algérie avec un effectif de moins de 2 millions de têtes bovines dont 52% vaches laitières, (MADR, 2020) occupe la troisième place après le cheptel ovin et caprin. La zone nord du pays particulièrement la frange du littoral et des plaines intérieures à climat humide et subhumide détient l'essentiel de l'effectif des vaches laitières (60%) dont 53% à l'est, 24% à l'ouest et 23% au centre (Temmar, 2005).

Dans les dernières années et ce malgré l'amélioration dans les connaissances du déroulement du cycle œstral bovin et les applications thérapeutiques qui en découlent (protocoles de synchronisation des chaleurs notamment) et en dépit de progrès zootechniques nombreux (en particulier dans l'alimentation des animaux), l'infertilité en élevage bovin laitier reste l'un des motifs de réforme les plus courants entraînant des pertes financières importantes pour les éleveurs (Hadley et al, 2006 ; Meadows et al, 2005 ; Schneider et al, 2007).

Cependant selon les études de Lucy, le constat du déclin des performances de reproduction chez la vache laitière est une donnée commune à beaucoup d'études effectuées depuis la fin du XXème siècle (Lucy,2001). D'une part, la conduite de la reproduction souvent mal maîtrisée et d'autre part, la sélection génétique orientée pendant de nombreuses années uniquement vers la production laitière a eu également un effet délétère sur la fertilité des vaches (Bousquet et al., 2004).

L'objectif technico-économique historiquement utilisé en élevage bovin est celui d'un veau par vache et par an. Cependant dans les élevages laitiers performants cet objectif est difficilement atteignable et un intervalle vêlage-vêlage de 14 mois est considéré comme acceptable. En effet outre cet objectif, la planification des vêlages et l'organisation du temps de travail ainsi que la diminution des frais d'insémination ou de traitement en cas d'échec à la mise à la reproduction sont également des paramètres importants à prendre en compte.

De part, les éleveurs de bovins allaitants au même titre que les éleveurs de bovins laitiers s'ils veulent rentabiliser leurs exploitations se doivent de maîtriser au mieux la reproduction d'une part en avançant les vêlages précocement dans la saison mais aussi en regroupant les vêlages sur une période aussi réduite que possible. De ce fait, la maîtrise de l'activité de reproduction révèle l'élément majeur de la réussite d'un élevage bovin laitier permettant alors de répondre à cette problématique d'une part en améliorant les performances de reproduction et d'autre part en facilitant le travail de l'éleveur (Fournier et al., 2008).

Introduction

Cependant, l'un des points clé de la maîtrise de la reproduction en élevage bovin est la détection des chaleurs qui nécessite beaucoup de temps et un sens de l'observation et ce afin de pouvoir inséminer les femelles au moment de l'ovulation (Seegers et al., 2010). Les œstrus non détectés ou détectés à tort sont en effet responsables d'inséminations manquées ou réalisées au mauvais moment d'où résultent beaucoup de pertes financières.

Par conséquent, s'affranchir de la détection des chaleurs apparaît comme un point stratégique dans les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins. De nombreux protocoles de synchronisation et d'induction de l'œstrus à base de PGF2 α seule soit associés à la GnRH et ceux à base de progestagènes ont été déjà testés. Ils visaient à maîtriser la phase lutéale soit en la raccourcissant soit en la mimant artificiellement avec des progestagènes chez les femelles cyclées ou non cyclées. Pour cela, il est nécessaire de bien comprendre les bases physiologiques de la reproduction et ses mécanismes de régulation endocrine.

La première partie de la thèse est une synthèse bibliographique sur la physiologie ovarienne chez la vache. Dans un premier temps nous rappellerons les grandes lignes de la physiologie sexuelle puis dans un second temps il s'agira de recenser de la manière la plus exhaustive possible l'ensemble des protocoles de maîtrise des cycles chez la vache laitière à l'échelle mondiale ce qui permet ainsi de faire le choix du protocole le plus adapté à une situation donnée. Dans la deuxième partie de ce document, nous présenterons l'étude expérimentale en comparant les effets des différents traitements de synchronisation des chaleurs à base de GnRH, les Prostaglandines et les progestagènes sur la fertilité à l'œstrus induit chez des vaches laitières.

Le but de la présente étude réside à tester l'efficacité de sept (07) protocoles de synchronisation des chaleurs à base de plusieurs molécules chez des vaches laitières inséminées sur chaleurs observées basée sur une évaluation comparative en termes de performances reproductives pour l'un ou l'autre des protocoles utilisés afin de recommander le meilleur protocole le plus adapté à une situation donnée. Notre étude sera consacrée également à l'étude de l'effet de quelques facteurs de variation sur la fertilité et la fécondité des animaux à savoir la race, la parité, l'intervalle vêlage-Traitement et l'effet taureau.

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

Synthèse bibliographique

chapitre 01

L'activité sexuelle et la capacité de reproduction de la vache sont coordonnées par un ensemble de structures anatomiques qui communiquent entre elles par le biais des hormones. Parmi ces structures, on retrouve l'hypothalamus et l'hypophyse, les ovaires et l'utérus.

Le bon fonctionnement de la fonction de reproduction repose sur l'intégrité anatomique, histologique et fonctionnelle de ces structures. Ainsi, la connaissance de ces structures et la compréhension des mécanismes de régulation permettent d'optimiser les performances de reproduction et la maîtrise des cycles de la vache.

Nous verrons dans ce chapitre l'ensemble des éléments d'anatomie et de physiologie qui nous permettent de comprendre la réalisation de la fonction de reproduction. Ces Prerequis sont indispensables donc pour comprendre et mettre en place des traitements de synchronisation des chaleurs pour objectif d'améliorer les performances de reproduction dans l'espèce bovine.

I/ Rappels anatomiques

L'appareil génital de la vache est composé de 3 grandes parties (Figure 01) :

- * Les deux ovaires ;
- * Les voies génitales : les deux trompes utérines, l'utérus et le vagin;
- * Le sinus uro-génital : le vestibule du vagin et la vulve. Il s'agit de la partie commune avec l'appareil urinaire.

Cet appareil a pour fonctions la production des gamètes femelles, leur libération afin de permettre leur fécondation par les gamètes mâles, le développement de l'embryon puis du fœtus et enfin son expulsion dans le milieu extérieur.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

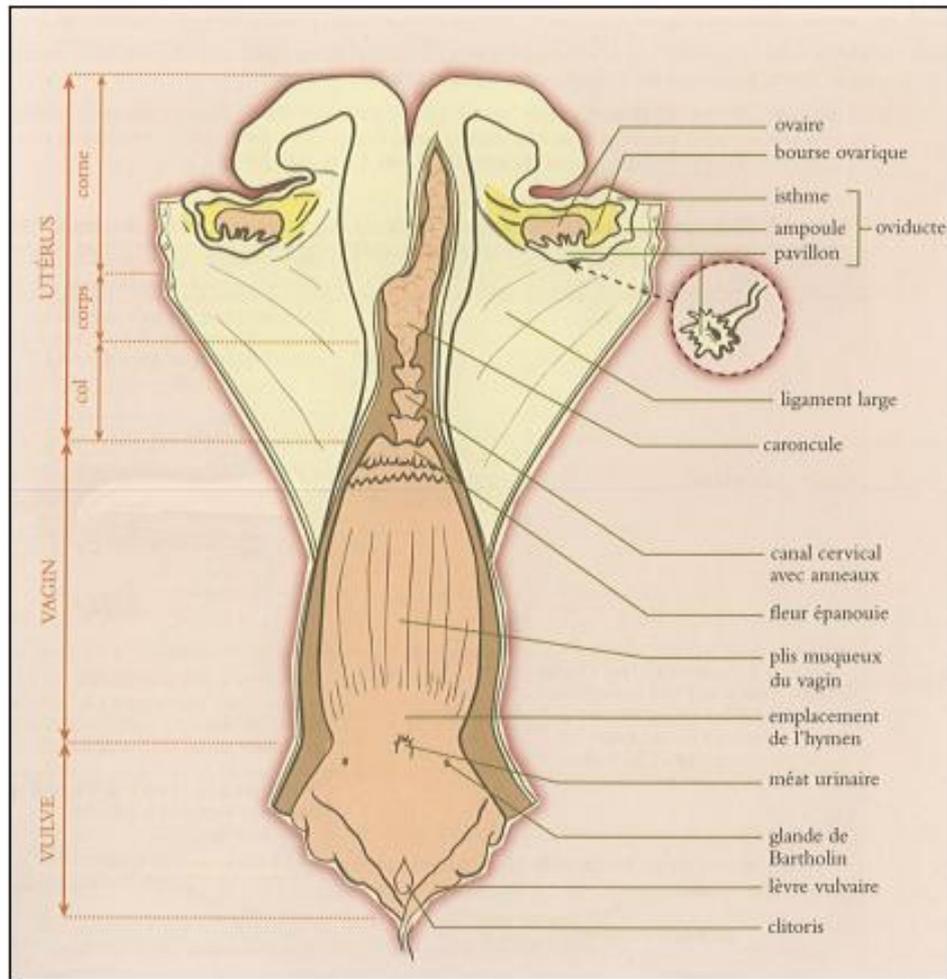


Figure 01 : Appareil génital d'une vache - vue dorsale (Foisseau et al., 2013)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

II/ Rappels sur la physiologie ovarienne chez la vache laitière

A. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache

II.1/ Ovogenèse et évolution folliculaire

II.1.1 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 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). Seulement quelques centaines d'ovocytes primordiaux achèveront ainsi la première division de la méiose pour évoluer en ovocyte II avec émission du premier globule polaire suivie de la seconde division méiotique. C'est au stade métaphase de cette division qu'a lieu l'ovulation et la maturation finale se déroulera lors de la fécondation, avec émission du second globule polaire.

II.1.2/ Folliculogenèse

La folliculogenèse est l'ensemble des phénomènes qui assurent le maintien et la croissance des follicules correspondant aux structures cellulaires qui entourent les ovocytes. (Figure 02). C'est un phénomène continu caractérisé par une succession des différentes étapes du développement du follicule depuis le moment où il quitte le pool de follicules primordiaux jusqu'à l'ovulation ou l'atrésie (Picard Hagen et al., 2008). A la naissance, la vache dispose d'un stock limité de follicules primordiaux constitué pendant la vie embryonnaire. On l'estime entre 10000 et 250000 dans l'espèce bovine (Saint-Dizier et al., 2014). La réserve folliculaire décline progressivement au cours de la vie de l'animal (Hanzen, et al., 2003). A partir de la puberté, ces follicules vont progressivement sortir de cette réserve d'une façon continue tout au long de la vie de l'animal pour entreprendre une succession de transformations conduisant le follicule primordial au follicule pré-ovulatoire. La première étape de la croissance folliculaire est constituée de la croissance concomitante du follicule et de l'ovocyte qu'il renferme et de la différenciation du follicule (Figure 02).

Synthèse bibliographique

chapitre 01

Les follicules primordiaux sont le point de départ de la croissance folliculaire. Chaque follicule primordial mesurant 40µm de diamètre se transforme en follicule primaire mesurant 60 à 80 µm de diamètre contenant un ovocyte entouré d'une zone pellucide constituée d'une couche régulière de cellules cubiques. Puis, il se transforme en follicule secondaire d'une taille de 200 à 400µm entouré d'une zone pellucide bien différenciée et de deux ou trois couches de cellules cubiques formant la granulosa (Figure 02). Vient ensuite le stade du follicule tertiaire dit cavitaire ou antral d'une taille de 3 à 4 mm caractérisé par l'apparition d'une cavité appelée antrum d'où on dénombre 25 à 50 follicules antraux de manière constante chez la vache. De manière générale, les follicules évoluent ensuite vers la dégénérescence alors que 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 de follicule de De Graaf (Edson et al., 2009). Chez la vache, la taille d'un follicule de De Graaf est comprise entre 10 et 25mm de diamètre. Il est gonflé de liquide et fait saillie à la surface de l'ovaire (Hanzen et al., 2003). La palpation transrectale et surtout l'échographie des ovaires permettent de les repérer facilement. La fin de la phase de croissance folliculaire est la phase de maturation qui concerne surtout l'ovocyte. Suite au pic de LH pré-ovulatoire et lorsque l'ovocyte atteint 80% de sa taille finale ont lieu la maturation nucléaire et la reprise de la méiose avec émission du premier globule polaire dans l'espace péri-vitellin et l'ovocyte I se transforme ainsi en ovocyte II. Les maturations cytoplasmique et membranaire lui permettent ensuite d'être fécondable (Norris et al., 2010).

II.1.3/ Les étapes de la folliculogénèse

La croissance d'un follicule est dictée par trois étapes principales. Une première étape représente la croissance folliculaire basale où un grand nombre de follicules primordiaux entrent en phase pré-antrale (Figure 03). Lors de la seconde étape, une partie des follicules atteignent le stade pré-ovulatoire par formation de l'antrum (ou cavité antrale) et enfin la troisième étape représentant la croissance folliculaire terminale débute lorsque les follicules pré-ovulatoires deviennent sensibles à l'action des hormones gonadotropes. Cette dernière phase aboutit à l'ovulation (Figure 03).

Synthèse bibliographique

chapitre 01

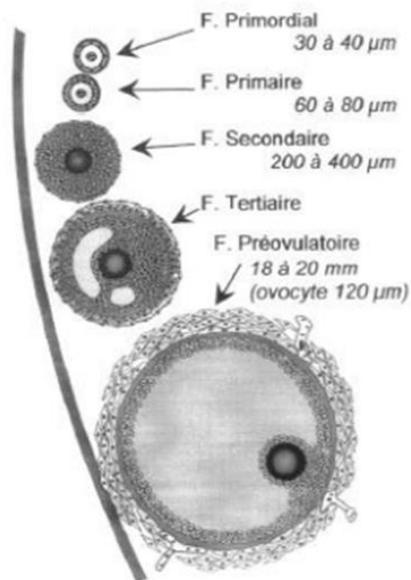


Figure 02: Evolution morphologique d'un follicule ovarien dans l'espèce bovine

(Hanzen, 2003)

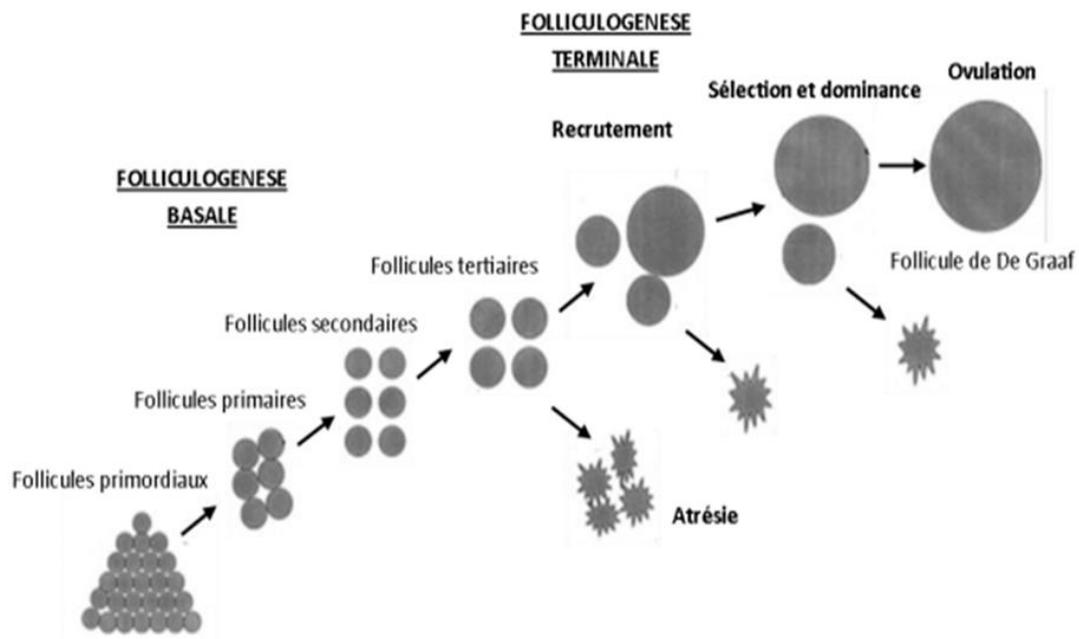


Figure 03: Les étapes de la folliculogénèse (McGee et al., 2000)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

II.1.3.1/La folliculogenèse basale

La folliculogenèse 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). 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 folliculogenèse entre dans sa phase terminale (Figure 03).

II.1.3.2/ La folliculogenèse terminale

Elle regroupe les étapes de la folliculogenèse strictement dépendantes de la production des hormones gonadotropes, de la FSH d'abord puis de la LH (DesCôteaux, Vaillancourt, 2012).

II.1.4/ Les stades de la folliculogenèse terminale

Chez la vache, cette phase de croissance terminale s'effectue selon un schéma particulier appelé "vague folliculaire" (Figure 04) qui comporte trois phases : Recrutement, Sélection et Dominance. Ces différentes phases ont pu être caractérisées ainsi grâce à l'examen échographique.

1/ Le recrutement

Le recrutement correspond à l'entrée dans la phase de croissance folliculaire terminale d'un petit groupe de follicules de plus de 3 mm de diamètre très sensibles à la LH et la FSH de façon synchrone sous l'effet d'une augmentation de la concentration en FSH (McGee et al., 2000). Une cohorte de follicules tertiaires est dite « recrutée » tous les 7 à 10 jours sous forme de vagues (Figure 04). Chaque cohorte comprend généralement chez la vache entre cinq à vingt follicules.

2/ La sélection

La sélection est la phase qui conduit à l'émergence d'un follicule plus développé que les autres (le follicule dominant) parallèlement à l'atrésie progressive de tous les autres follicules de la cohorte (Figure 04). Le recrutement de nouveaux follicules est bloqué tandis que les follicules sélectionnés poursuivent leur croissance.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

Cette sélection repose sur les variations des taux circulants de FSH et de LH. En effet à ce stade de la vague folliculaire, la FSH diminue et la LH augmente. Ceci s'explique par le fait qu'un follicule dit sélectionné augmente sa propre sensibilité à la FSH et possède la capacité de sécréter de l'androsténone (hormone stéroïdienne) et de l'inhibine (facteur peptidique) qui vont toutes deux inhiber la FSH en provoquant alors l'atrésie des autres follicules non sélectionnés (apoptose ou mort cellulaire programmé des cellules de la granulosa). La FSH ainsi inhibée, l'apparition de nouvelles vagues folliculaires n'est pas possible pendant 2 à 4 jours. Ainsi seul un follicule ayant des récepteurs à la LH (follicule le plus développé) peut poursuivre sa croissance, les autres follicules subissant l'atrésie en liaison avec la baisse du taux de FSH plasmatique. A l'aide de l'échographie, il a été démontré que lorsque le premier follicule de la cohorte atteint le seuil appelé point de déviation avec une taille entre 8,5 et 9 mm, la croissance des autres follicules est ralentie. C'est également lorsque cette taille est atteinte que le follicule dominant acquiert sur les cellules de la granulosa des récepteurs à la LH et en devient de plus en plus dépendant.

3/ La dominance

La dominance est la phase qui correspond à la maturation du follicule dominant issu de la phase de sélection (Figure 04). La taille maximale du follicule dominant est de 11 à 16 mm. C'est grâce à l'augmentation de la pulsativité de la LH que le follicule dominant continue son développement et sécrète des grandes quantités d'œstrogènes. Son devenir en cette fin de phase de croissance terminale dépendra alors de la pulsativité de la LH ; soit il s'atrésie soit il ovule. L'atrésie est possible à n'importe quel stade de développement d'un follicule et correspond à sa régression jusqu'à disparition complète dans le stroma ovarien (Foisseau et al., 2013). Cette phase présente une durée variable et explique la variabilité observée de la durée des vagues folliculaires (Figure 04). Le devenir du follicule dominant dépend du stade du cycle et il est fonction de la concentration en progestérone. En effet en présence d'un corps jaune (phase lutéale) la progestérone produite exerce un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophyso- gonadotrope qui empêche l'apparition du pic de LH nécessaire à l'ovulation (Figure 05). De ce fait dans la plupart des cas, le follicule dominant s'atrésie et on assiste à la succession de deux ou trois vagues folliculaires.

Synthèse bibliographique chapitre 01

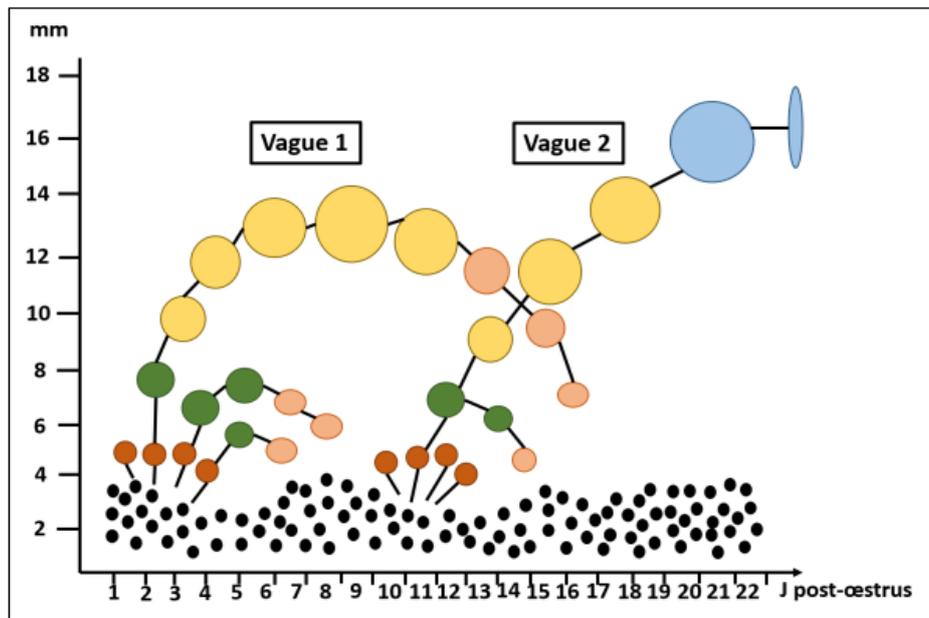


Figure 04 : Représentation schématique des vagues de croissance folliculaire au cours du cycle sexuel chez la vache (Hanzen et al., 2003)

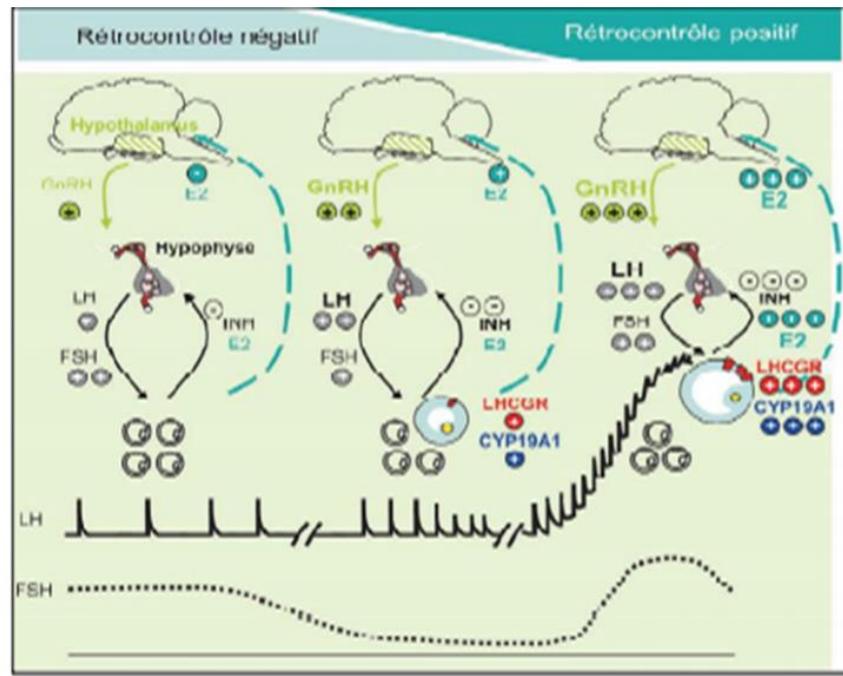


Figure 05 : Régulation de la sélection et du développement terminal du follicule ovulatoire pendant la phase folliculaire du cycle ovarien chez une espèce mono-ovulante (Monniaux et al., 2009).

Synthèse bibliographique

chapitre 01

En fin de cycle (après 16 ou 17 jours) et suite à la lutéolyse, le corps jaune régresse et ne produit plus suffisamment de progestérone. Le rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadotrope associé à la progestéronémie élevée disparaît et autorise la survenue d'un pic de LH donnant lieu à l'ovulation du follicule dominant de la vague folliculaire en cours (deuxième ou troisième vague). Le follicule sélectionné termine sa croissance grâce à la présence de LH. Cette croissance se poursuit jusqu'à environ 15-20 mm avec une taille moyenne de 16 mm de diamètre (Mauffré et al., 2016).

II.1.5/ Notion de vagues folliculaires

Le cycle de la vache peut compter une à quatre vagues folliculaires même si le plus souvent un cycle ne comporte que deux ou trois vagues constituée chacune de 8 à 40 follicules (24 en moyenne) répartis sur les deux ovaires (Figure 06). Ce recrutement dure en moyenne 3 jours et s'accompagne d'une augmentation transitoire de la FSH. Une vague folliculaire dure en moyenne sept à dix jours et dès qu'une vague se termine, une nouvelle vague débute immédiatement quel que soit le devenir du follicule dominant (Ennuyer, 2000). Le nombre de vagues influence la durée du cycle ; les cycles à trois vagues sont en moyenne plus longs que ceux à deux vagues (respectivement 22-23 jours et 19-20 jours). Ainsi, 75 % des vaches (race Prim'Holstein) ont deux vagues de croissances folliculaires ou trois.

La durée de la première vague influence également le nombre de vagues par cycle. Ainsi, une première vague courte (sept jours) est souvent associée à un cycle à trois vagues alors qu'une première vague de plus longue durée (dix jours) donne plus fréquemment lieu à un cycle à deux vagues (Mauffré et al., 2016).

II.1.6/ Contrôle de la phase folliculaire

La folliculogénèse se déroule en deux étapes : Une phase non gonado-dépendante à croissance continue de plusieurs mois et une phase gonado-dépendante à caractère cyclique (Ennuyer, 2000).

II.1.6.1/ Phase non gonado-dépendante

Les gonadotrophines ne sont probablement pas indispensables dans l'initiation de la croissance folliculaire (Mc natty et al., 1999) bien que les ARNm des récepteurs à FSH et à LH semblent apparaître précocement.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

Cette croissance indépendante des concentrations en gonadotrophines hypophysaires d'une durée de plus de six mois est régulée par des facteurs de croissance locaux (Figure 07) à l'origine d'interactions entre les cellules de la granulosa et l'ovocyte : activines et inhibines, protéines BMP (BoneMorphogeneticProteins), facteurs de croissance en particulier IGF (Insulin-likeGrowthFactors), bFGF (basic FibroblastGrowth Factor), EGF (EpidermalGrowth Factor) et TGF β (TransformingGrowthFactors β), ... (Mc natty et al., 1999 ; Webb et al., 2004). La croissance folliculaire pré-antrale qui est un phénomène continu démarre lors de l'entrée en croissance des follicules primordiaux à partir de la sortie du stock. Il s'agit de la transformation du follicule primordial en follicules à antrum ou tertiaires stockés en périphérie de l'ovaire dans le stroma (Figure 07). Une étape importante intervient à cette période et concerne la synthèse de récepteurs à la LH sur les cellules de la thèque interne et des récepteurs à la FSH sur celles de la granulosa, récepteurs indispensables pour la suite de la croissance folliculaire (Hanzen et al., 2012).

II.1.6.2/ Phase gonado-dépendante

Il s'agit de la période de croissance folliculaire pendant laquelle l'influence des gonadotrophines est primordiale (Ennuyer, 2000 ; Mialot et al., 2003). Cette croissance folliculaire terminale concerne les deux ovaires qui se comportent comme une unité unique avec des follicules se développant simultanément sur les deux ovaires. Au cours de cette phase, le follicule à antrum (3-5 mm) subit un ensemble de transformations (Figure 07) sous l'influence de la FSH et de la LH qui le conduisent au stade pré-ovulatoire (20 mm). Seul un follicule sur mille atteindra ce stade, les 99,9 % des follicules restants vont donc dégénérer ; On parle d'atrésie folliculaire (Figure 07)..

II.1.7/ L'ovulation

L'ovulation marque la transition entre les phases folliculaire et lutéale (DesCôteaux, Vaillancourt, 2012). Elle a lieu 24 à 30 heures après le début de l'œstrus. A l'approche de chaleurs, les décharges pulsatiles de la LH et de la FSH vont être de plus en plus rapprochées et intenses : le taux de FSH va augmenter de façon progressive alors que celui de la LH va augmenter brutalement et brièvement.

Synthèse bibliographique chapitre 01

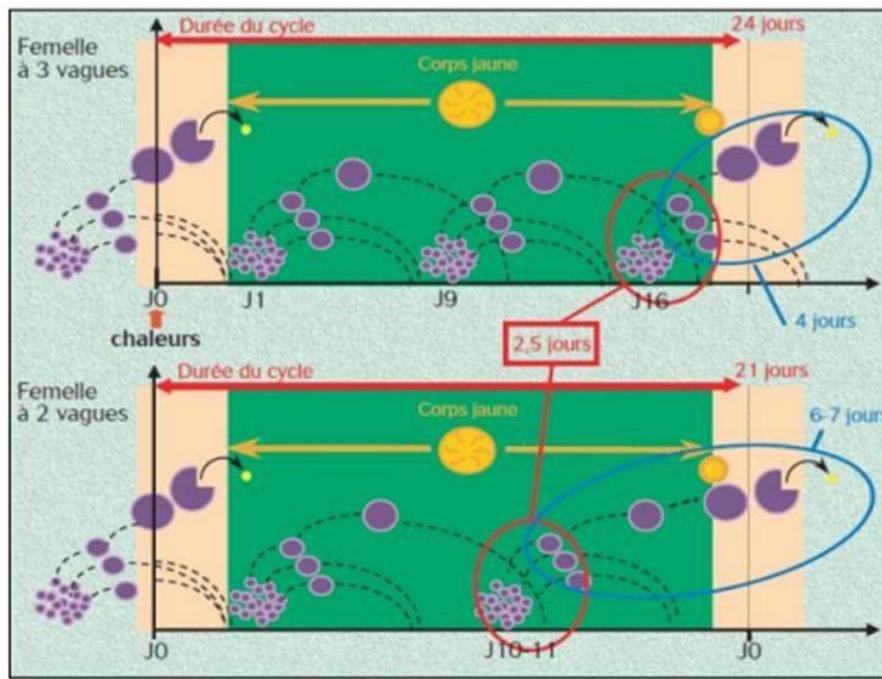


Figure 06 : Les deux types de cycle chez la vache (Chastant-Maillard,2005)

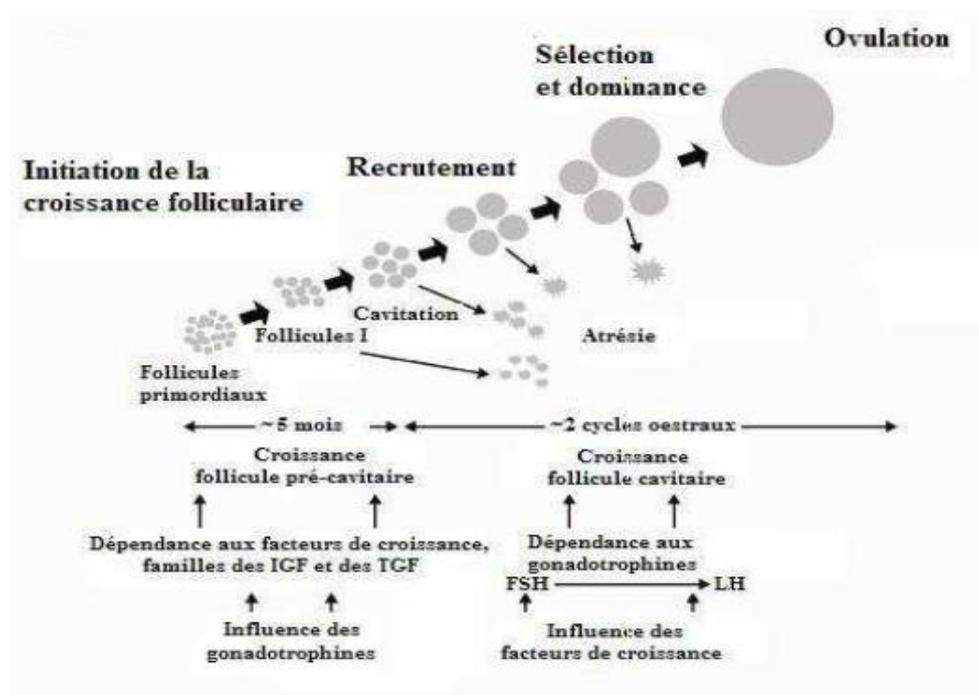


Figure 07 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (Webb et al. 2004)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

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 (Figure 05). 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). Un ou plusieurs follicules pré-ovulatoires vont se rompre pour libérer les gamètes femelles au stade ovocyte de type II (Figure 08). C'est d'ailleurs principalement la décharge de LH qui provoque cette rupture, c'est pourquoi on l'appelle également « décharge ovulante » (Foisseau et al., 2013). Les parois du follicule se fragilisent par arrêt de la division et dissociation des cellules de la granulosa et par dissociation des fibres de collagènes des thèques grâce à un système enzymatique. Ces fibres sont ensuite digérées par une autre enzyme, la cathepsine. On peut sentir à la surface de l'ovaire au niveau de son apex, le follicule faire saillie. Les ovocytes sont ensuite pris en charge par le pavillon de la trompe utérine. Il est important de savoir quand a lieu l'ovulation par rapport à l'expression des chaleurs pour optimiser les performances de reproduction en élevage pour inséminer au bon moment par exemple. Chez les vaches, l'ovulation arrive entre 12 et 61h après le début des chaleurs. Ce long intervalle a été démontré grâce à des suivis échographiques récents (Chastant-Maillard, 2015).

II.1.8/ Formation et évolution du corps jaune

Le corps jaune se forme durant la phase lutéale qui débute immédiatement après l'ovulation (Figure 08). Plusieurs transformations morphologiques et fonctionnelles du follicule sont observées. Plus spécifiquement les cellules de la thèque interne et les cellules de la granulosa se regroupent et se modifient pour donner un tissu homogène : le tissu lutéal ou corps jaune (Ennuyer, 2000). L'évolution de ce corps jaune peut être décomposée en trois périodes (Fieni et al., 1995) :

- Une période de croissance de quatre à cinq jours au cours de laquelle il est insensible aux prostaglandines (Phase lutéogène),
- Une période de maintien d'activité de huit à dix jours (phase lutéotrophique). il atteint alors un diamètre minimal de 20 mm en fin de croissance (Mialot et al., 2003),
- Une période de lutéolyse s'il n'y a pas eu de fécondation (Figure 09) sous influence de la prostaglandine F2 α (PGF2 α) produite par l'endomètre aux alentours du 16ème ou 17ème jour

Synthèse bibliographique

chapitre 01

du cycle (Goff, 2004). 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 (Fieni et al., 1995). C'est la lutéolyse anatomique. Néanmoins, il est important de noter que le corps jaune demeure réfractaire aux prostaglandines pendant 5 à 7 jours après sa formation (Levy et al., 2000).

Sur le plan hormonal, la régression du corps jaune entraîne une chute de la progestéronémie. On parle de lutéolyse fonctionnelle. 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 PGF2 α (Figure 09). Au début de la phase lutéale, la progestérone en concentration très élevée inhibe l'expression de ces récepteurs endométriaux à l'ocytocine (McCracken 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.

En parallèle l'oestradiol 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 PGF2 α apparaissent. Elle exerce alors un rétrocontrôle positive (cycle utéro-lutéal) sur la synthèse d'ocytocine par le corps jaune permettant une amplification du processus jusqu'à la lyse complète du corps jaune (Goff, 2004). Vingt-quatre heures après la lutéolyse (environ entre J16 et J18), le corps jaune ne sécrète plus de progestérone (Picard-Hagen et al., 2008). 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 tau (IFN τ) qui inhibe les récepteurs endométriaux à l'ocytocine ce qui se traduit par un effet anti-lutéolytique (Dorniak et al., 2013).

III/ Le cycle sexuel

Chez les mammifères domestiques, la reproduction est régie par plusieurs phénomènes : la puberté et la maturité sexuelle, le cycle œstral, l'activité post-partum, etc. Eux-mêmes sont dépendants de nombreuses variables comme l'environnement, la génétique, les hormones,...

Synthèse bibliographique

chapitre 01

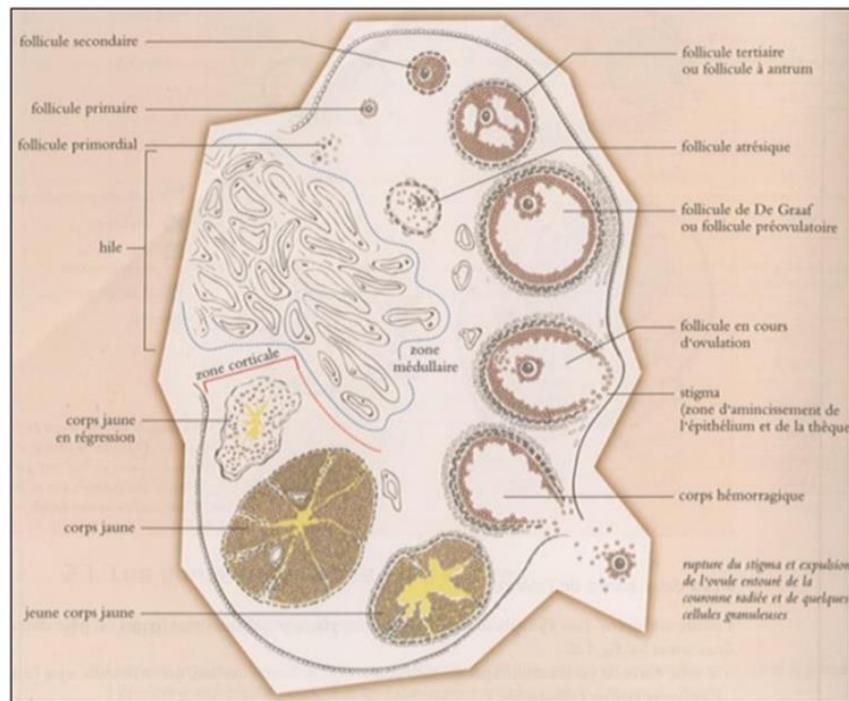


Figure 08: Schéma de la structure d'un ovaire montrant la séquence du développement d'un follicule, l'ovulation, la formation et l'évolution du corps jaune (Foisseau et al., 2013)

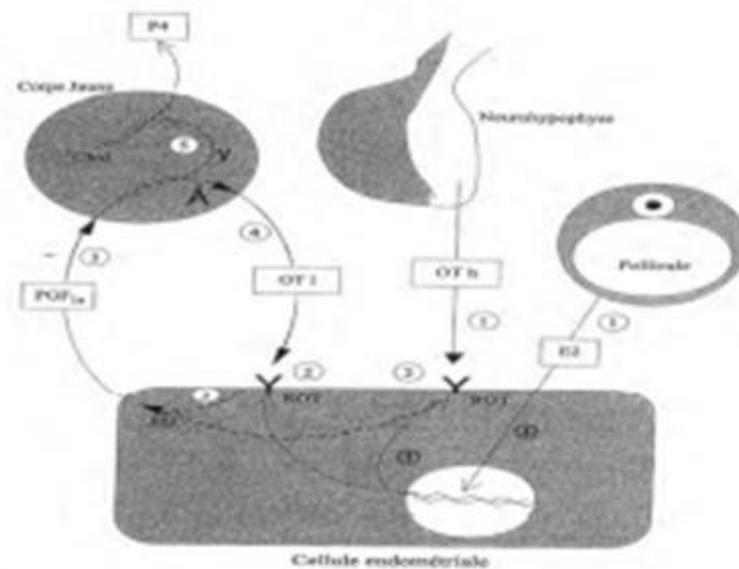


Figure 09: Mécanisme endocrine de la lutéolyse chez les ruminants

(Leymarie et al.2001)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

La vache est une espèce poly estrienne ; son activité sexuelle cyclique est continue tout au long de l'année. En effet, sa sexualité n'est pas saisonnée contrairement à ce qui s'observe chez d'autres espèces de mammifères. Toutefois, des facteurs tels que l'alimentation, la race, l'âge, les conditions d'élevage peuvent influencer l'activité sexuelle de la vache. Ce stade du cycle est caractérisé par l'acceptation par la femelle de l'accouplement avec le mâle et correspond à la période à laquelle elle peut être fécondée. En cas de gestation, cette activité cyclique est interrompue. Dans l'espèce bovine, un cycle sexuel dure en moyenne 21 jours (entre 19 et 23 jours) pour une femelle multipare et en moyenne 20 jours pour une génisse. Dans la notion de cycle sexuel se cachent plusieurs cycles (Figure 10) : le cycle œstral, le cycle ovarien, le cycle de voies génitales femelles avec des modifications interviennent à différents niveaux et affectent le comportement, les ovaires, le tractus génital et les concentrations hormonales.

III.1/ Le cycle œstral

Le cycle œstrien correspond à l'intervalle entre deux œstrus consécutifs, il dure environ 21 jours chez la vache (Figure 10). Il existe des variations individuelles de cette durée notamment en fonction de l'âge et du nombre de parturitions antérieures. Il peut durer 18 à 25 jours. Le cycle œstral peut être également défini comme une succession d'évènements menant à une opportunité de fécondation et de gestation et où le point de repère le plus visible est le comportement d'œstrus. Ce cycle se répète de façon identique à intervalle régulier en l'absence d'affections ou de gestation (Des Côteaux, Vaillancourt, 2012). Les chaleurs de la vache durent en moyenne 12 h et se caractérisent par des signes comportementaux primaires (Acceptation du chevauchement ou acceptation par la femelle en chaleurs du chevauchement par le mâle ou par une congénère et des signes secondaires comme les chevauchements, les cajolements, la lutte, les léchages, les flairages, l'énervement, l'augmentation des déplacements, les beuglements et autres (Figure 11). Les signes comportementaux secondaires (ou mineurs) sont sujets à d'importantes variations individuelles et sociales en relation avec le rang hiérarchique de l'animal. Ils sont en réalité non systématiques et beaucoup moins significatifs que l'acceptation du chevauchement, seul signe spécifique des chaleurs (Hanzen, 2012).

Synthèse bibliographique

chapitre 01

III.2/ Le cycle ovarien

Le cycle ovarien représente ce qui se passe au niveau de l'ovaire. Il est une succession de phase lutéale et de phase folliculaire ponctué par une ovulation environ tous les 21 jours (Figure 10). Généralement, l'ovulation se définit comme le premier jour d'un cycle ovarien. Suite à l'ovulation débute la phase lutéale correspondant à la période de maintien du corps jaune. Cette phase dure entre 15 et 19 jours et s'achève suite à la régression du corps jaune (lutéolyse). La phase comprise entre la lutéolyse et la prochaine ovulation, période de 3-4 jours est appelée quant à elle la phase folliculaire. Le cycle ovarien et le cycle œstral sont donc légèrement décalés puisque l'ovulation se produit après les chaleurs. Le cycle ovarien est découpé en quatre étapes : l'œstrus, le metœstrus, le diœstrus et le pro-œstrus.

III.2.1/ La phase folliculaire

Elle correspond au développement folliculaire aboutissant au follicule ovulatoire puis à l'expulsion de l'ovocyte dans le tractus génital. Elle regroupe les phases de præstrus et d'œstrus. Le pro-œstrus prenant place de J19 à J21, correspond à la période de régression du corps jaune et de préparation à l'œstrus avec une durée de 3 jours (Rathbone et al., 2001). Le corps jaune ayant été lysé, la progestéronémie est basse. A l'inverse, la production d'œstradiol par les follicules augmente. Un nouveau follicule dominant émerge parmi les follicules recrutés et termine sa croissance jusqu'au stade de follicule de De Graaf sous l'influence des hormones gonadotropes. L'œstrus correspond à la période de réceptivité du mâle, suivi de l'ovulation en général dans les 12 à 15 heures suivantes et il sert de point de départ du cycle (J0). Sa durée est de 17h en moyenne chez la vache laitière avec une tendance à la diminution depuis quelques années (Sveberg et 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

Synthèse bibliographique

chapitre 01

III.2.2/ La phase lutéale

Suite à l'ovulation, la rupture du follicule dominant s'accompagne de modifications cytologiques et biochimiques pour donner le corps jaune.

Il commence à sécréter essentiellement de la progestérone qui inhibe la libération de GnRH donc la sécrétion de LH et le pic pré ovulatoire de LH. Il produit également de la relaxine et de l'ocytocine.

Ainsi lors de la lutéolyse, la régression du tissu lutéal va stopper la production de progestérone par le corps jaune et ainsi lever le blocage de l'ovulation (par le biais du rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus). La phase lutéale correspond à la période de présence d'un corps jaune, c'est-à-dire au metœstrus et au diœstrus. Le metœstrus est la période suivant les chaleurs où débute le développement du corps jaune (Foisseau et al., 2013; DesCôteaux, Vaillancourt, 2012). Il dure 5 jours et correspond sur un cycle de 21 jours au J1 à J5 du cycle et il comprend ainsi la lutéogénèse. Elle constitue le processus de formation du corps hémorragique (corpus hemorrhagicum) à partir du follicule ovulatoire. Un corps jaune devient ainsi fonctionnel 1 à 2 jours après l'ovulation et continue à sécréter de la progestérone sous l'effet de la LH. Le diœstrus lui est situé entre le 6ème et le 17ème jour du cycle et correspond à la période d'activité du corps jaune (la lutéotrophie) : maturation et maintien de celui-ci pendant environ 12 jours. Pendant cette période, le corps jaune est réceptif aux prostaglandines qui sont des agents lutéolytiques ce qui rend l'utilisation de ces dernières intéressante en thérapeutique pour la maîtrise des cycles. La lutéolyse marquera donc la fin du diœstrus et de la phase lutéale autorisant la survenue d'un nouveau cycle.

III.3 Les modifications cycliques du comportement

A partir de la puberté, le comportement de la femelle présente des modifications cycliques en l'absence de gestation ou d'affections. Chez la vache, on observe ces modifications toute l'année qui se répètent selon le même schéma (Foisseau et al., 2013).

III.3.1 La phase d'acceptation du mâle :

Elle correspond à la phase d'œstrus définie comme le moment où la femelle adopte un comportement particulier qui est l'acceptation d'accouplement avec le mâle et où elle peut être fécondée. L'œstrus dure entre 6 et 18 heures chez les bovins

Synthèse bibliographique

chapitre 01

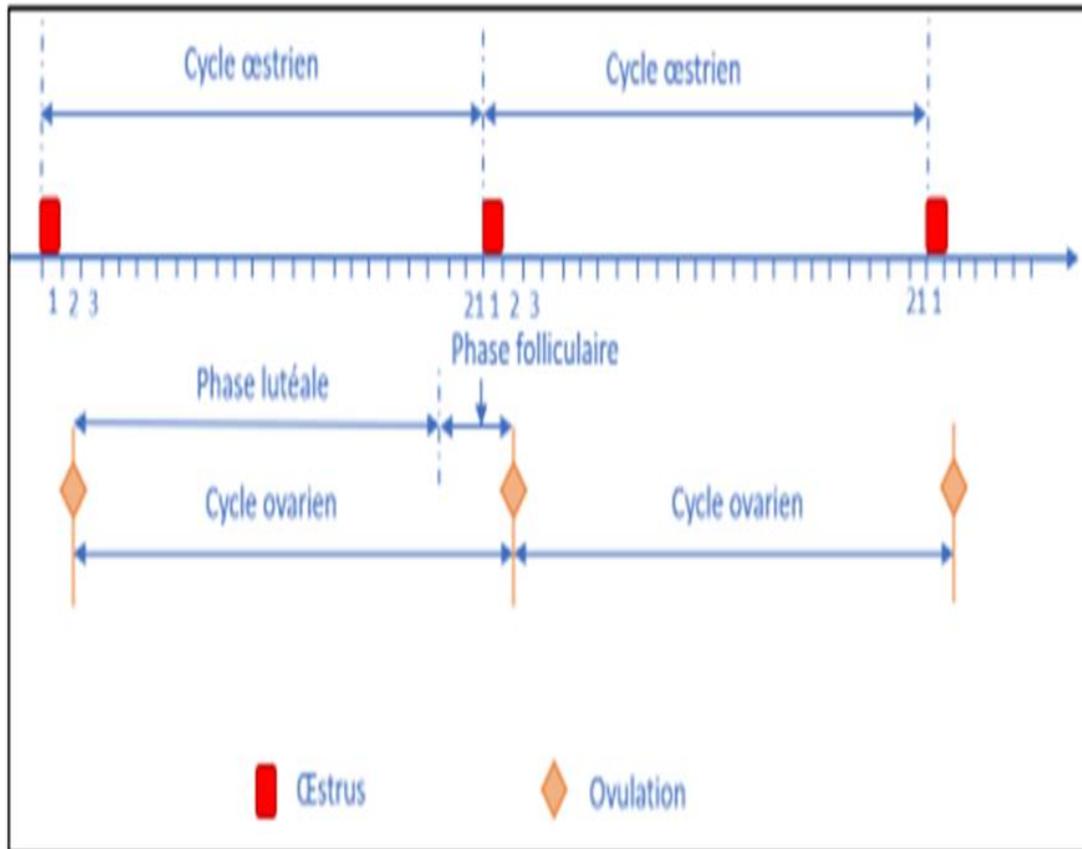


Figure 10: Représentation schématisque des différents cycles présents dans un cycle sexuel de vache (Foisseau et al., 2013)

Synthèse bibliographique chapitre 01

De plus, dans les élevages modernes, il est de plus en plus difficile de détecter les chaleurs car les conditions d'élevage limitent leur expression de même que les modifications physiologiques que les vaches ont subies. Les signes sont devenus moins évidents : 15% des ovulations ne s'accompagnent pas de comportement d'œstrus et le signe caractéristique (acceptation du chevauchement) n'apparaît que dans 60% des cas. D'autres signes, moins caractéristiques que l'acceptation au chevauchement, peuvent être observés juste avant ou pendant l'œstrus (Figure 11). La femelle peut montrer des signes de nervosité, un pic d'excitation, une augmentation de l'activité locomotrice, se rapprocher des congénères en reniflant leur région ano-génitale ou en posant sa tête sur leur croupe par exemple, etc. La vulve des bovins femelles présente des lèvres humides et un peu enflées et elle laisse s'écouler un mucus visqueux lors des chaleurs (Figure 12). Si après 15 minutes d'observation, on observe plus de 5 signes la probabilité que la vache soit en chaleurs est de 100%

III.3.2/ Phase de refus du mâle :

Après les chaleurs, l'animal n'accepte plus d'être chevauché et la femelle devient plus calme. La vulve se décongestionne et le mucus est à nouveau plus épais et ne s'écoule plus. Quelques jours après l'œstrus, la vache peut présenter des pertes sanguines au niveau de la vulve (Foisseau et al., 2013).

IV. Hormones intervenant dans la régulation du cycle

Les modifications structurelles et fonctionnelles des différentes structures anatomiques sont le résultat de l'évolution cyclique de la concentration de différentes hormones (Figure 13).

Synthèse bibliographique chapitre 01



Figure 11 : Photo illustrant le chevauchement et son acceptation par une autre femelle en phase d'œstrus (Chanvallon, Gatien, 2014)



Figure 12 : Ecoulement vulvaire d'une glaire translucide, abondante et filante d'une vache en œstrus (Des Côteaux, Vaillancourt, 2012)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

IV.1 La GnRH

La GnRH est une neuro-hormone synthétisée par l'hypothalamus. Son rôle est de stimuler de manière pulsatile l'antéhypophyse pour induire en réponse la libération de deux autres hormones : la FSH et la LH) (Norris et al., 2010). La GnRH est elle-même sécrétée en réponse à des stimuli et est régulée entre autres par la progestérone et les œstrogènes. La réponse des hormones gonadotropes à la GnRH est variable. Ainsi des pics de GnRH très fréquents (toutes les 8 à 30 minutes) stimulent plutôt la sécrétion de LH. A l'inverse des pulses de GnRH plus espacés (de 2 à 4 heures) se traduisent par une augmentation de la sécrétion de FSH (Thompson et al., 2014). Au plan thérapeutique, la GnRH est utilisée principalement pour induire un pic de LH chez des animaux réceptifs mais pour qui cette production est déficiente avec pour conséquence l'ovulation du follicule dominant s'il est présent. (Forde et al., 2011).

III.2 La FSH

L'hormone folliculostimulante est une hormone gonadotrope synthétisée par l'antéhypophyse. Son rôle est de stimuler la croissance terminale des follicules réceptifs, c'est à dire les follicules possédant des récepteurs à la FSH. Elle va également stimuler par le biais des follicules à antrum la production d'œstrogènes et d'inhibine (Forde et al., 2011).

III.3 La LH

L'hormone lutéinisante est également une hormone gonadotrope produite par l'antéhypophyse et comme la FSH qui est régulée par la GnRH. La LH peut agir soit sur le corps jaune en formation, soit sur le follicule dominant qui est le seul à posséder des récepteurs à la LH. Elle est sécrétée comme la GnRH de manière pulsatile. De ce fait, elle va permettre de stimuler la maturation terminale du follicule dominant et par conséquent la production d'œstradiol mais également d'induire l'ovulation (suite à un pic de LH), de stimuler la formation d'un corps jaune et la production de progestérone par ce même corps jaune (action lutéotrope).

IV. 4 Les œstrogènes

Les œstrogènes sont des hormones stéroïdiennes produites par les follicules tertiaires (à antrum). Ces hormones sexuelles sont largement responsables des modifications comportementales observées lors de l'œstrus.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

Les œstrogènes interviennent également dans la régulation du cycle sexuel. Leurs effets varient selon le climat hormonal. Dans le cas d'une progestéronémie basse associée à une concentration sanguine en œstradiol élevée, le rétrocontrôle sera positif sur l'hypophyse avec l'induction d'un pic de LH (Forde et al., 2011). En revanche, dans un contexte de forte concentration en progestérone associée à une teneur en œstradiol faible, l'œstradiol exerce un rétrocontrôle négatif sur libération de GnRH par l'hypothalamus (Norris et al., 2013).

IV.5 L'inhibine

L'inhibine est une hormone protéique produite comme les œstrogènes par les follicules tertiaires. La production d'inhibine est fonction du développement folliculaire : plus les follicules tertiaires se développent, plus la concentration en inhibine augmente. Son rôle est d'inhiber spécifiquement la production de FSH en exerçant un rétrocontrôle négatif sur l'antéhypophyse (Norris et al., 2010).

IV.6 La progestérone

La progestérone est une hormone stéroïdienne produite par le corps jaune (Norris et al., 2013). A concentration élevée, elle exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus en réduisant la fréquence des pulses de GnRH libérée par l'hypothalamus ce qui entraîne à son tour la réduction des pulses de LH secrétée par l'hypophyse et empêche ainsi la formation du pic de LH responsable de l'ovulation. Les vagues folliculaires se succèdent avec atresie systématique du follicule dominant. A l'inverse suite à la lutéolyse, la production de progestérone diminue fortement. La chute de la progestéronémie s'accompagne alors de la levée du rétrocontrôle négatif exercé sur l'hypothalamus. La fréquence des pics de GnRH augmente et indirectement celle des pic de LH aussi autorisant l'apparition du pic de LH et l'ovulation du follicule dominant de la vague folliculaire en cours.

IV.7 La prostaglandine F2 α

La PGF2 α est une hormone produit par l'endomètre en fin de phase lutéale (entre le 16ème et le 19ème jour du cycle). Elle agit sur le corps jaune en provoquant sa régression (lutéolyse) à l'origine de la chute de la progestéronémie observée en fin de phase lutéale.

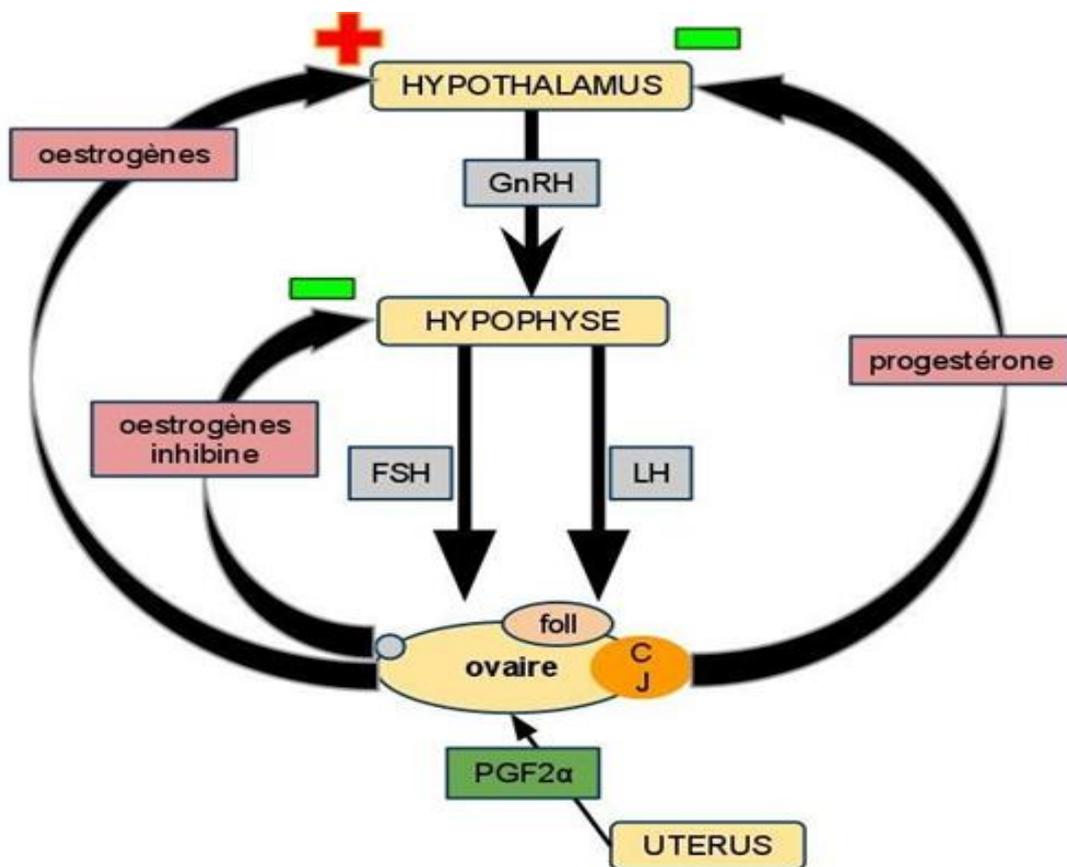


Figure 13: Régulation hormonale du cycle œstral (Picard-Hagen et al., 2005)

Synthèse bibliographique

chapitre 01

B. Mise à la reproduction et reprise de la cyclicité en post partum

I. Mise à la reproduction

La puberté marque l'acquisition de la fonction de reproduction. C'est le moment où la femelle devient apte à produire des ovocytes fécondables. Dans l'espèce bovine la puberté apparaît généralement entre 10 et 15 mois (Freetly et al., 2011), lorsque la génisse atteint 50 % à 60 % de son poids adulte pour les races laitières contre 70 % pour les races allaitantes (Grimard et al., 2017). Dès lors la génisse va présenter de manière cyclique dans des conditions d'élevages favorables des modifications de son comportement appelées chaleurs (ou indifféremment œstrus). Cet âge à la puberté varie en fonction de nombreux facteurs : poids, alimentation, race, saison, génétique etc). La puberté marque alors un changement important. En effet, la production d'hormones telles que la LH, la FSH et l'œstradiol augmente significativement permettant ainsi à certains follicules d'échapper à l'atrésie et de poursuivre leur maturation jusqu'au stade de follicule de De Graaf et à l'ovulation (Gasser, 2013). Cependant la première ovulation est rarement associée au comportement de chaleurs qui apparaît ultérieurement.

La première mise à la reproduction est en théorie possible dès la puberté mais en pratique il est préférable d'attendre que la génisse ait atteint 60% du poids adulte. L'âge de mise à la reproduction varie selon la race et les objectifs d'âge au vêlage (au plus tôt entre 14 et 15 mois à un poids de 400kg pour un vêlage à l'âge de 24 mois chez les races à croissance rapide (Le Cozler et al., 2009). Une gestation trop précoce peut avoir des effets néfastes : dystocie au vêlage, Rétentions placentaires, limitation du développement corporel, diminution de la production laitière en première lactation, retour en chaleurs tardif.

I.1 Reprise de la cyclicité post partum

I.1.1/ Au niveau de l'ovaire

Chez la vache laitière 5 profils et cinq types d'anomalie de cyclicité postpartum ont été identifiées par mesures répétées de la progestéronémie (Figure 14).

1/ Le premier profil, normal correspond à une reprise normale de l'activité ovarienne avec une première ovulation à 21 jours post-partum (entre 15 et 40 jours) suivie ensuite par des phases lutéales classiques. On le retrouve chez 50 à 70% des vaches laitières. Dans une autre étude (Freret et al. 2005) 73,5% des vaches ont présenté une cyclicité post-partum normale.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

2/ On peut également avoir des vaches qui montrent un retard de reprise de cyclicité: quand l'intervalle entre le vêlage et la première ovulation n'apparaît qu'au-delà de 60 jours en général vers 90 jours post-partum suivie de cycles normaux. C'est ce que l'on appelle « l'anœstrus vrai », il concerne 10 à 20% des vaches laitières et il est très fréquemment rencontré chez les vaches allaitantes vêlant l'hiver. Les deux autres profils décrits sont un peu plus atypiques. Ils sont caractérisés par :

3/ Soit une phase lutéale prolongée: lorsque le taux de progestérone reste supérieur à un seuil défini sur plus de 19 à 28 jours consécutifs en fonction des auteurs; C'est ce que l'on appelle un corps jaune persistant. Ce profil anormal est le plus fréquemment rencontré avec parfois 35% des animaux concernés ;

4/ Soit une phase lutéale courte : lorsque le taux de progestérone reste supérieur à un seuil défini moins de 10 jours consécutifs. Cependant, le taux de profils comprenant une phase lutéale courte est difficile à connaître car il est considéré comme physiologique lors du premier cycle et n'est pas toujours pris en compte.

5/ Le dernier profil correspond aux interruptions de cyclicité (5 à 10% des cas). Ce sont des profils irréguliers non classables dans les catégories précédentes. On a alors un ou deux cycles de durée classique mais l'ovulation qui suit ces cycles intervient plus de 25 jours après. Au cours de cette phase d'éclipse ce sont uniquement des gros follicules ou des kystes folliculaires qui peuvent se développer sur les ovaires.

Le profil tardif et les deux atypiques décrits ci-dessus ont de sérieux impacts sur la maîtrise de la reproduction. Lorsqu'un de ces cycles anormaux se produit, la reprise de cyclicité même si l'ovulation est intervenue au bon moment s'accompagne ultérieurement de taux de réussite à l'insémination plus faibles. Plus le nombre de cycles qui se succèdent est grand avant la première insémination plus la fertilité de la vache sera bonne et donc plus le taux de réussite à l'insémination sera élevé. Mais malheureusement uniquement 55% des vaches montrent au moins un épisode de chaleurs avant celui qu'on utilisera pour réaliser la première insémination (Disenhaus et al., 2010; Chastant-Maillard, 2015). Ainsi plus la première ovulation arrive tardivement (reprise de cyclicité tardive) après le vêlage plus le taux de réussite en première insémination est faible : la fécondité et la fertilité diminuent.

Synthèse bibliographique

chapitre 01

I.1.2 Au niveau de l'utérus

Les semaines suivant le vêlage représentent une période clé pour la maîtrise de la reproduction. En particulier comme nous venons de le voir, la reprise de la cyclicité au niveau ovarien conditionne la fertilité ultérieure de la femelle. En effet pour envisager une nouvelle gestation, l'utérus doit retrouver son état pré gravidique. Toutes les modifications anatomiques et histologiques qu'il a subies doivent donc être supprimées pour reprendre un état normal capable d'accueillir un nouvel embryon. On appelle involution utérine le phénomène de retour à un statut histologique et anatomique normal de l'utérus. Elle intervient immédiatement après le part où l'utérus subit de nombreux remaniements tissulaires. Le volume, le diamètre et la longueur de l'utérus vont progressivement diminuer selon une courbe logarithmique décroissante. Ainsi à l'exception du col dont l'involution est plus lente l'utérus retrouve sa taille en 25 à 40 jours. Plusieurs mécanismes entrent en jeu comme l'élimination des lochies et les contractions du myomètre permettant d'évacuer vers l'extérieur le maximum des débris restants après le part. Ceci est notamment possible car le col est toujours ouvert. On observe des écoulements rouges à jaunes-bruns au niveau de la vulve relativement abondants lors des premiers jours suivant le vêlage. Au fur et à mesure les contractions diminuent et le col se referme. Il se réouvre autour des 10^{ème} à 15^{ème} jours post-partum accompagné d'une augmentation du tonus utérin permettant d'achever la vidange de l'utérus. Cependant l'intégralité du contenu n'est pas évacuée et le reste des lochies est finalement absorbé par l'utérus lui-même. Le col retrouve son état pré-gravidique uniquement 50 à 60 jours post-partum (Wintz, 2005).

II. Principaux facteurs de risque des anomalies de reprise postpartum

II.1 Les troubles génitaux

Les troubles génitaux intervenant autour et après le vêlage ont une forte influence sur la survenue de profils anormaux chez les vaches laitières. Des retards de reprise de cyclicité post-partum ont été constatés après des vêlages dystociques et des défauts d'involution utérine (Opsomer et al.2000). Ces anomalies semblent associées aux phases lutéales prolongées comme l'ont montré (Taylor et al., 2003). Les métrites ou les écoulements vaginaux anormaux prédisposent également à ce genre de problème.

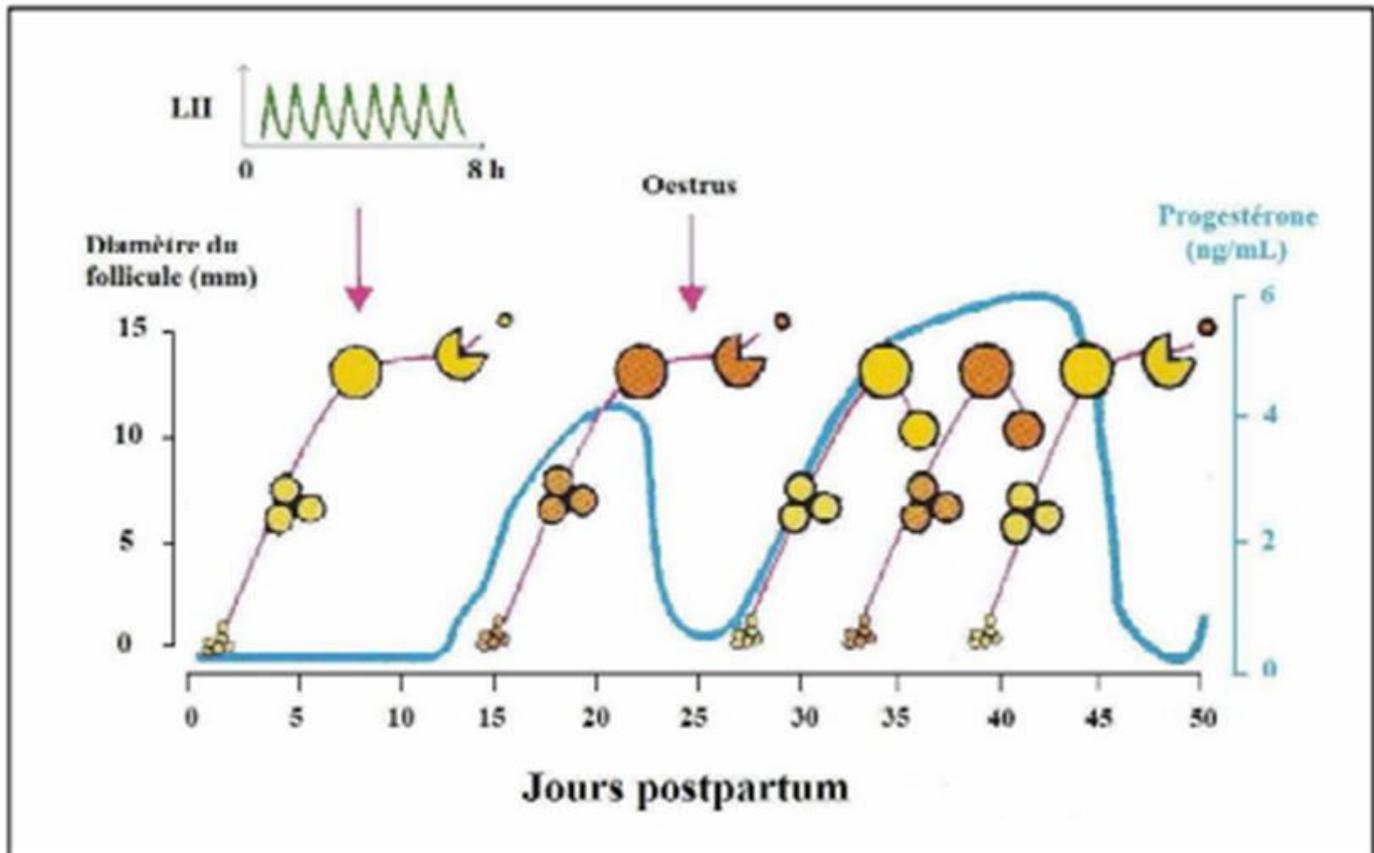


Figure 14 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière postpartum

Synthèse bibliographique

chapitre 01

Selon Shrestha et al. (2004), 94% des vaches présentant cette anomalie réalisent une involution utérine incomplète à 5 semaines post-partum contre 50% seulement chez les vaches présentant un profil normal. Il semblerait que l'influence forte de ces affections génitales sur les phases lutéales prolongées soit imputable à un défaut de synthèse de prostaglandines et en particulier la PGF 2α par l'utérus (Grimard et al. 2003).

II.2 Le rang de vêlage

Le rang de vêlage a des effets multiples et différents sur les profils de cyclicité post-partum. Alors que l'intervalle vêlage-première ovulation est généralement plus long chez les primipares (Grimard et al. 2003), il semble exister une augmentation de la fréquence des phases lutéales prolongées et des interruptions de cyclicité avec le rang de lactation (Lecouteux., 2005). Cet effet pourrait être relié au fait que les vaches âgées ont une involution utérine plus lente, ce qui les prédispose aux métrites et par conséquent aux phases lutéales prolongées.

II.3 La saison

La saison est un critère qui a été analysé par Opsomer et al (2000). Il a confirmé dans son étude que les vaches vêlant en stabulation en hiver avaient plus de risques de souffrir d'un retard de cyclicité que les vaches vêlant l'été en pâture. Cependant un facteur explicatif tel que la ration, la durée d'ensoleillement ou l'exercice n'a pas pu être mis en évidence.

II.4 L'état de santé

De façon plus générale, l'état de santé des animaux joue un rôle important sur la reprise de cyclicité après vêlage. Ainsi les vaches présentant une mammite, une boiterie ou une bronchite ont plus de risques de souffrir d'inactivité sexuelle prolongée. Comme le montrent (Opsomer et al. 2000), le risque semble particulièrement accru chez les vaches présentant une cétose en début de lactation.

II.5 La Production laitière

Les vaches à faible production laitière (Disenhaus et al. 2010) présentent moins de profils anormaux (5% chez ces vaches contre 20% chez les vaches plus hautes productrices).

CHAPITRE II

MOLÉCULES ET

PROTOCOLES DE

SYNCHRONISATION

DES CHALEURS

CHEZ LA VACHE

LAITIÈRE

Synthèse bibliographique

Chapitre II

A. Molécules utilisées dans le cadre de la maîtrise des cycles

Les différents protocoles hormonaux possèdent des modes d'action différents et font appel à différents principes actifs. Ces molécules, hormones ou facteurs humoraux sont utilisées isolément ou bien de manière combinée en fonction de leur cible et de leur mécanisme d'action. Cette partie vise à référencer les molécules utilisées en médecine vétérinaire pour des applications liées à la reproduction avant de les envisager au sein même des protocoles.

I. Gonadotrophines et médicaments agissant sur leur libération

La stimulation des ovaires chez la femelle repose essentiellement sur la gonadolibérine (Tableau 1) d'origine hypothalamique (GnRH) ou de ses analogues (buséréline, gonadoréline, léciréline) et sur les hormones gonadotropes (FSH et LH). D'autres gonadotrophines mais cette fois d'origine placentaire peuvent aussi être utilisées en médecine vétérinaire : la PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) ou eCG (equine Chorionic Gonadotropin) et l'hCG (human Chorionic Gonadotropin).

I.1 GnRH et ses analogues

I.1.1. Gonadoréline

La gonadoréline sous forme d'acétate est un décapeptide de synthèse identique physiologiquement et chimiquement à la GnRH naturelle. En pratique, la Gonadoréline est utilisée chez la vache pour l'induction de l'ovulation et l'augmentation de la probabilité d'une gestation après une insémination ainsi que le traitement des kystes folliculaires.

Après administration (intramusculaire ou intraveineuse), la gonadoréline est rapidement absorbée à partir du lieu d'injection. Elle possède une demi-vie plasmatique très courte (vingt minutes environ). Les augmentations de concentration de FSH et LH sont observées respectivement une demi-heure et deux heures après l'administration de la gonadoréline ce qui témoigne d'une distribution rapide jusqu'à l'adénohypophyse. La différence majeure entre la gonadoréline et les autres analogues de synthèse concerne l'amplitude du pic de LH induit. Cette amplitude est significativement inférieure lorsqu'il s'agit de la gonadoréline (Merle, 2014). Les spécialités vétérinaires actuellement sur le marché qui contiennent de la gonadoréline sont: ACEGON®, CYSTORELINE®, FERTAGYL®, GONAVET® et OESTRACTON® (Tableau 1).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

I.1.2 La Buséreline

C'est un analogue de la GnRH qui possède une affinité très forte pour les récepteurs hypophysaires. Chez la vache son effet est plus durable et plus intense (cinquante fois plus active) comparativement aux molécules naturelles. Le mécanisme d'action de la buséreline est identique à celui de la GnRH. Elle se concentre dans l'hypophyse, le rein et le foie possède une demi-vie semblable à celle de la gonadoréline et est excrétée de façon similaire. Les spécialités vétérinaires actuellement sur le marché qui contiennent de la buséreline sont : BUSOL®, RECEPTAL® et VETERELINT® (Tableau 1).

I.1.3 La léciréline

C'est un analogue également de synthèse. Contrairement à la gonadoréline et à la buséreline (décapeptides), il s'agit d'un nonapeptide. La glycine en position six est remplacée par la leucine D-tertiaire et un éthylamide se trouve en position dix. Compte tenu de ces différences structurales, la léciréline présente une persistance supérieure au niveau des récepteurs spécifiques hypophysaires. Son action est identique à la GnRH naturelle. La léciréline est rapidement absorbée et son action hormonale persiste plusieurs heures grâce à une plus grande persistance de la liaison au site récepteur. Comme les autres analogues de la GnRH, elle s'accumule surtout dans le foie, le rein et l'hypophyse. Elle est enfin métabolisée puis excrétée dans les urines. La spécialité vétérinaire contenant de la léciréline est: REPRORELIN® (Tableau 1).

I.1.4 La Desloréline

C'est un analogue de la GnRH moins utilisé car hors AMM a été utilisé sous forme d'implant dans certains protocoles de synchronisation chez la vache. Cette molécule a été obtenue par remplacement de la glycine en position six par le tryptophane et par abandon de la glycine en position dix. Elle possède une affinité sept fois supérieure à celle de la GnRH naturelle, une action plus longue et une puissance d'action nettement supérieure. Elle se concentre dans les mêmes organes et est excrétée de la même manière (Hanzen, 2012). Les essais avec cet implant ont été réalisés dans le cadre d'anœstrus postpartum. L'implant de desloréline supprime l'activité hypophysaire pendant quatre semaines et inhibe l'ovulation (Hanzen, 2012). La spécialité vétérinaire contenant de la desloréline possède un AMM uniquement dans l'espèce canine : SUPRELORIN® (Tableau 1).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

I.1.5 La fertiréline :

Elle constitue l'un des nombreux analogues de la GnRH. La fertiréline sous forme d'acétate présente les mêmes intérêts (quatre à dix fois plus puissante que la gonadoréline) et les mêmes caractéristiques que les autres analogues (Tableau 01). Quelques études et essais de protocole ont été réalisés avec cette molécule mais il n'existe pas de spécialité vétérinaire disponible sur le marché (Hanzen, 2012).

Tableau 01: Caractéristiques de la GnRH et de ses analogues disponibles sur le marché français et ayant une AMM chez les bovins.

Nom déposé	Principe actif	Posologie
BUSOL ®	Acétate de Buséréline 4µg/mL	10µg/ bovin
RECEPTAL®	Acétate de Buséréline 4µg/mL	10µg/ bovin
VETERELIN®.004mg/mL	Acétate de Buséréline 4µg/mL	10µg/bovin
ACEGON® 50µg/mL	Acétate de Gonadoréline 50µg/mL	
CYSTORELINE ®	Diacétatetetrahydrate de Gonadoréline 50µg/ml	100µg/bovin
FERTAGYL®	Acétate de Gonadoréline 100µg/ml	500µg/bovin
GONAVET VEYX® 50µg/ mL	Acétate de Gonadoréline 50µg/mL	50 à 100µg /bovin

Synthèse bibliographique

Chapitre II

I.2. Les Gonadotrophines

I.2.1 Les Gonadotrophines hypophysaires

La FSH est principalement utilisée dans les protocoles de super-ovulation. Cependant elle est également envisagée dans certains protocoles de synchronisation des chaleurs en association avec des progestagènes. L'administration de FSH (à faible dose) lors de l'émergence d'une vague folliculaire pourrait avoir un effet bénéfique sur le follicule ovulatoire et in fine sur la qualité de l'ovocyte. Bien que les follicules soient à ce moment-là du cycle plus sensibles à la LH qu'à la FSH, ils possèdent tout de même des récepteurs à la FSH (c'est le cas des follicules dominants supérieurs à 10 mm) d'où l'effet observé (Hampton et al., 2004). Par ailleurs, une administration de FSH et LH à des doses quatre fois plus faibles que celles utilisées pour obtenir une super-ovulation permettrait l'induction de l'ovulation et le soutien de la croissance folliculaire (Friedman et al., 2010). La demi-vie relativement courte de ces deux hormones ainsi que le coût relativement élevé des produits expliquent qu'en dehors des protocoles de super-ovulation ces molécules soient relativement peu utilisées. Chez la vache la super-ovulation est obtenue par traitement hormonal et permet d'obtenir plusieurs ovocytes d'une femelle dont on cherche à reproduire les qualités.

I.2.2. Les Gonadotrophines chorioniques

I.2.2.1. L'eCG (PMSG)

L'eCG (equine Chorionic Gonadotropin), anciennement PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin), provient du sérum de jument gravide. Elle possède une action similaire à la GnRH avec d'une part une action de type FSH qui soutient la croissance folliculaire et la production folliculaire d'œstrogènes et d'autre part une action de type LH favorisant l'ovulation (Picard-Hagen et al., 2005). Au sein des protocoles de synchronisation, l'eCG est habituellement utilisée en fin de traitement couplée aux progestagènes. L'utilisation d'eCG se justifie habituellement chez des femelles non cyclées en raison de la faible activité hypothalamo-hypophysaire. En stimulant la croissance folliculaire et la sécrétion d'œstrogènes, l'injection d'eCG va augmenter les chances d'obtenir une ovulation au moment souhaité. Toutefois, l'ajout d'eCG n'est pas indispensable dans le cas de femelles cyclées. L'utilisation au préalable de progestagènes est indispensable pour provoquer une ovulation en cas d'anœstrus.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

Ceci permet le développement de récepteurs à la LH et permet d'assurer une fonction lutéale normale après ovulation (Picard-Hagen et al., 2005). Selon, le type d'animaux (génisses ou vaches), le statut physiologique (cyclé ou non cyclé), la race... les doses doivent être adaptées afin de ne pas provoquer d'ovulation multiple, associées à des gestations multiples. Les spécialités vétérinaires ayant pour principe actif l'eCG ou PMSG sont : FOLLIGON®, SYNCROSTIM®, CHRONO GEST® et SYNCRO-PART®.

I.2.2.2 L'hCG (human Chorionic Gonadotropin)

C'est l'équivalent de l'eCG mais chez l'humain. Elle est produite pendant la grossesse et éliminée par voie urinaire. L'hCG se fixe sur les récepteurs à la LH et induit une ovulation 28 h après son injection (Monniaux et al., 2009). L'hCG possède une demi-vie de trente heures. Elle a comme l'eCG une activité comparable à la GnRH et elle est ainsi utilisée surtout pour induire l'ovulation (activité de type LH). Toutefois, l'hCG agit directement sur les ovaires alors que la GnRH stimule l'antéhypophyse. Cette différence prend de l'importance dans les cas où la production de LH endogène pourrait être insuffisante (déficit énergétique, processus infectieux) (Walsh et al., 2011). La spécialité vétérinaire contenant de l'hCG est : CHORULON®.

II. Molécules à base de progestagènes

Il existe de nombreuses formes de progestagènes dont la structure de base est le noyau cycloperhydrophénanthrène :

*Acétate de mélangestrol,

*Acétate de médroxyprogestérone,

*Chlormadinone.

Avant l'interdiction des œstrogènes en 2006 trois dispositifs reléguant progressivement des progestagènes ou de la progestérone étaient disponibles:

- Le dispositif intravaginal CIDR® en forme de « T » contenant 1,38 g de progestérone (Pfizer santé animale, Paris) ayant une autorisation de mise sur le marché (AMM) sur vaches et génisses cyclées pour la synchronisation de l'œstrus (Figure 15)..

Synthèse bibliographique

Chapitre II

- Le dispositif intravaginal PRID® Delta de forme triangulaire contenant 1,55 g de progestérone (CEVA santé animale, Libourne) ayant une AMM pour l'induction et la synchronisation de l'œstrus chez les femelles cyclées et non cyclées (Figure 16).

- L'implant CRESTAR® (Intervet, Angers, 3 mg de norgestomet) que l'on administre par voie sous-cutanée (Figure 17).

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

Les progestagènes sont particulièrement adaptés pour les femelles non cyclées. Ils sont indiqués (Mialot et al., 1999):

- Synchronisation et induction de l'œstrus en vue d'inséminer les femelles,
- Traitement de certaines formes d'infertilité : anœstrus post-partum ou d'allaitement.
- Mauvaise détection des chaleurs sur des primipares ou multipares.

II.1. Le dispositif intra vaginal (La spirale vaginale):

II.1.1 Description

Le CIDR® est un dispositif intra-vaginal relargant de la progestérone naturelle. Il est en nylon en forme de T, constitué d'une couche de silicone contenant 1,38g de progestérone moulé sur un corps en Pourcentage de génisses observées en chaleurs. Une cordelette est accrochée à l'extrémité du T (Figure 15).

Le PRID® (Progesterone Releasing Intravaginal Device). C'est un dispositif en acier inoxydable en forme de spirale de 8cm à 30cm de longueur et de 3.2cm à 4.5cm de largeur recouvert d'un élastomère en silicone inerte dans lequel sont uniformément réparti 1,55 g de progestérone (Figure 16). Actuellement seul le PRID® reste disponible pour les bovins suite à l'interdiction de l'utilisation des œstrogènes en Productions animales. La forme avec benzoate d'œstradiol (PRIDOESTROL®) reste disponible pour la synchronisation des chaleurs chez la jument de course.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

II.1.2.Mode d'application

La pose de la spirale vaginale se fait à l'aide d'un pistolet applicateur adapté (figure 18) après avoir soigneusement nettoyé et désinfecté la vulve sur lequel le dispositif est placé avec les branches du T repliées. Elles s'ouvrent dans le vagin lorsque le CIDR® est libéré de l'applicateur. Le retrait se fait en tirant sur la cordelette qui dépasse à l'extérieur du vagin et qui est attachée à la spirale. Lors de la pose, il faut veiller à laisser dépasser cette cordelette en la positionnant entre les lèvres de la vulve. Elle peut être coupée pour laisser dépasser une dizaine de centimètres du vagin. En effet, si elle est trop longue, la fréquence de perte du dispositif est augmentée par le risque d'une vache qui se couche dessus ou d'une congénère qui marche sur la cordelette. Chez certains animaux, on peut observer une légère irritation de la muqueuse correspondant à la présence de rougeurs sur la muqueuse vaginale ainsi que de mucus blanchâtre peu abondant. Cette irritation est fugace et n'a aucune conséquence sur la mise à la reproduction.

II.2. L'implant sous-cutané :

II.2.1 Description

C'est un cylindre de polymétacrylate d'une longueur de 18 mm et d'un diamètre de 2 mm. Il se place en position sous-cutanée sur la face externe du pavillon de l'oreille (Figure 17). C'est une association de progestagènes et d'œstrogène constitué de:

- 3mg d'un dérivé synthétique de la Norprogesterone : Le Norgestomet (17 α -acétoxy-11 β -methyl-19 Nor-preg-4-ene-3,20-dione) est insérée sans beaucoup de difficultés sous la peau de l'oreille avec un applicateur (trocart) et aussi facilement repérable au retrait (Figure19).
- Un flacon de 2 ml injectable contenant une solution huileuse de 3mg de Norgestomet et 5 mg de valérate d'œstradiol, injectés par voie sous cutanée au moment de la pose de l'implant. Les deux éléments ainsi composés sont placés sur une plaque de carton séparés et protégés par un léger film de plastique transparent (Figure 19).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

II.2.2.Mode d'application

La pose se fait grâce à un pistolet applicateur (Figure 19). L'implant est récupéré directement et déposé sous la peau à la base de l'oreille de l'animal après désinfection. Le retrait de l'implant s'effectue en pressant la peau au lieu de l'implantation et en effectuant si nécessaire une petite incision avec un bistouri après avoir repéré l'implant par palpation (Kastelic et al.,1999) .Au moment du retrait, on réalise une injection intramusculaire de 2 ml de solution huileuse contenant du Norgestomet et du valérate d'œstradiol.

II.2.3. Principe pour les deux formes (Spirales et implants)

Les protocoles à base de progestagène ou de progestérone consistent en la pose d'un implant ou d'un dispositif intra-vaginal diffusant un progestagène ou de la progestérone pendant 7 à 11 jours. La progestérone de même que les progestagènes agit comme un corps jaune artificiel. Leur rôle est donc d'inhiber le complexe hypothalamo-hypophysaire en limitant la pulsativité de LH (Kojima et al., 2000). Elles exercent un rétrocontrôle négatif sur la GnRH en inhibant de ce fait la sécrétion hypophysaire de LH et FSH. Une imprégnation progestéronique bloque ainsi l'ovulation et les chaleurs et le follicule dominant de la vague en cours devient ainsi atrophique. Au moment du retrait de la spirale ou de l'implant, la concentration en progestérone dans le sang chute.

Le cerveau secrète à nouveau suffisamment de GnRH pour permettre à un gros follicule de poursuivre sa croissance et d'ovuler. En effet, la chute rapide de la concentration plasmatique de progestagène entraîne une levée d'inhibition du complexe hypothalamo-hypophysaire: les pulses de LH s'accroissent jusqu'à l'obtention du pic ovulatoire. Un pic de FSH est également visible. Le jour du retrait du dispositif, la concentration de FSH passe de 60 à 150 ng/mL. L'effet FSH et LH va soutenir la croissance folliculaire terminale en stimulant la maturation terminale du follicule et donc l'obtention d'une meilleure synchronisation des chaleurs quel que soit l'âge du follicule dominant (Deletang., 2003). Les progestagènes provoquent aussi l'épaississement des glaires cervicales, le développement de l'endomètre et le maintien de la gestation.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

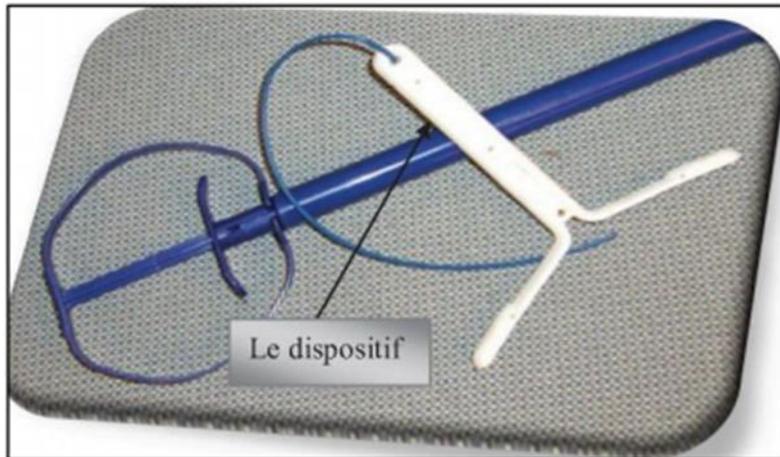


Figure 15: Le dispositif intra-vaginal CIDR® et son applicateur

(Site: www.iowabeefcenter.com)



Figure 16: Dispositif PRID® Delta (Source :LaboratoireCeva)



Figure 17 : Implant CRESTAR® et son applicateur.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

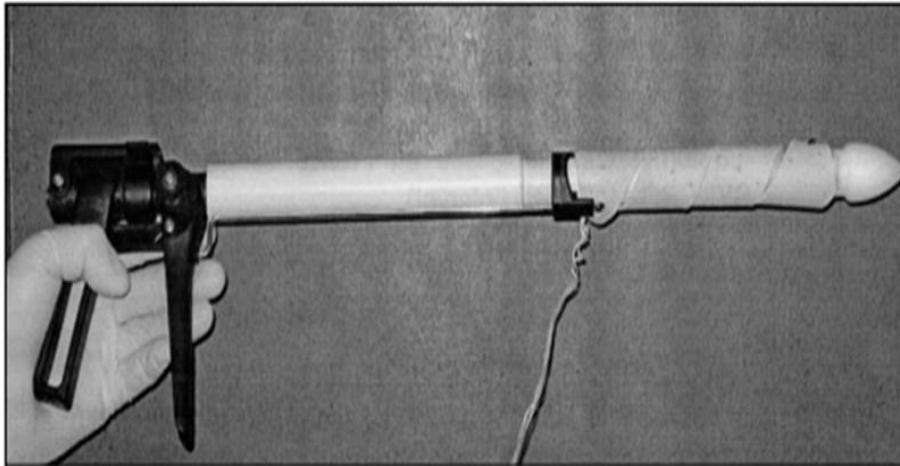


Figure 18: Spirale vaginale (PRID®) positionnée sur le pistolet applicateur et prête à être introduite dans le vagin.



Figure 19. Implant sous-cutané et l'implanteur (trocart).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

III. Molécules à base de prostaglandines:

On distingue la PGF₂ α naturelle et les analogues de synthèse. Les analogues de prostaglandines diffèrent par leur chaîne aliphatique et sont caractérisés par une plus longue demi-vie d'élimination plasmatique. Les traitements de maîtrise de l'œstrus à l'aide des PGF₂ α ont été développés il y a 50 ans.

Les formes disponibles actuellement en Algérie sont:

ESTRUMATE® Le Cloprosténol (Schering Plough).

ENZAPROST® (2.5 mg de Dinoprost, Ceva).

PROSTAVET® (5mg d'Etioprost, Virbac).

Le cloprosténol possède un plus grand potentiel de synchronisation.

La PGF₂ α et ses analogues de synthèse possèdent une double action :

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

III.1. Principe:

L'efficacité du protocole à base de PGF₂ α et ses analogues est fondée sur leur effet lutéolytique mais uniquement entre j5 et j17 du cycle sexuel pour provoquer la régression du corps jaune lorsque celui-ci est mature (entre j5 et j17 du cycle sexuel). Ce qui a pour conséquence de raccourcir artificiellement la durée de vie du corps jaune. Malgré la lutéolyse rapide (24 heures), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable (Figure 20) et elle dépend du stade de la croissance du follicule au moment du traitement (Grimard et al., 2003). Seuls 60% des individus d'un lot d'animaux cyclés sont susceptibles de répondre correctement à une injection (Gipoulou et al., 2003). La régression du corps jaune permet la diminution rapide de la progestéronémie et donc la levée du rétrocontrôle négatif sur la libération pulsatile de GnRH et donc de LH. La fréquence des pulses de LH augmente alors de façon similaire à ce qui est observé dans le cadre d'une lutéolyse naturelle en provoquant une élévation significative de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant sensible à la LH grâce aux récepteurs à la LH présents dans la granulosa (Mauffré et al., 2016).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

La concentration en œstradiol augmente à son tour de manière très importante au point de provoquer le comportement de chaleurs ainsi que le pic ovulatoire de LH responsable à l'ovulation.

Si l'injection de PGF2 α a lieu en présence d'un follicule dominant, l'apparition des chaleurs interviendra dans les deux jours suivant l'injection (Figure 20). Si l'injection a lieu pendant la phase de recrutement, le follicule dominant se forme en 2 à 4 jours et l'intervalle entre l'injection et l'œstrus est plus long et plus variable (Figure 20). Si l'animal n'est pas venu en chaleur, la deuxième injection est réalisée et l'animal sera inséminé sur chaleurs observées ou de façon systématique 72 et 96 h après la deuxième injection s'il n'est de nouveau pas vu en chaleurs (Figure 21). Ceci permet de réduire le coût du traitement et des inséminations (Gipoulou et al. 2003 ; Grimard et al. 2003). Cette variabilité d'apparition des chaleurs nécessite donc une insémination sur chaleurs observées.

III.2. Inconvénients :

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 et 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, 2008). De ce fait, le plus souvent les inséminations ne peuvent pas être regroupées sur une séance unique. De plus la détection des chaleurs est assez peu développée en général dans nos élevages. Pour ces différentes raisons, la synchronisation des chaleurs à l'aide des PGF2 α n'est pas une méthode bien adoptée à la production laitière.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

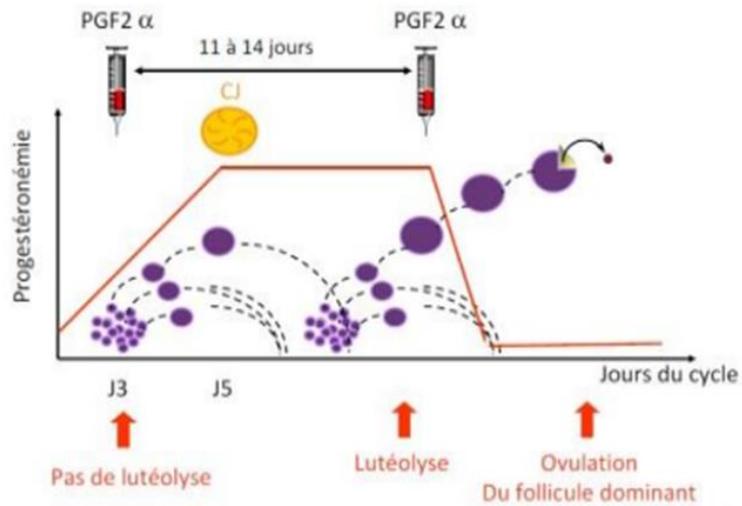


Figure 20: Schéma de l'effet du protocole à base de prostaglandine sur le cycle œstral de la vache lorsque la 1^{ère} injection de prostaglandine est effectuée au 3^{ème} jour du cycle (Chastant- Maillard, 2005)

Synthèse bibliographique

Chapitre II

B. Les protocoles utilisés dans le cadre de la maîtrise des cycles

La connaissance des événements morphologiques et hormonaux au cours du cycle œstral est nécessaire à la compréhension des protocoles de synchronisation de l'œstrus. En effet, ces protocoles sont basés sur les mêmes types d'hormones que celles sécrétées naturellement au cours du cycle d'un bovin. Dans les traitements de maîtrise des cycles, les hormones exogènes peuvent influencer l'évolution des organites ovariens, corps jaune ou follicules en modifiant le déroulement physiologique des sécrétions hormonales endogènes. On appelle protocole de synchronisation des chaleurs un traitement composé de l'administration d'une ou plusieurs hormones ou analogues d'hormones dont le but est d'obtenir des chaleurs à un moment donné chez toutes les femelles traitées afin de les inséminer à une période déterminée. Trois types de protocoles de synchronisation sont actuellement utilisés chez les bovins:

- Les traitements à base de prostaglandine avec 1 ou 2 injections de 11 à 14 jours d'intervalle entre les deux injections ;
- Les traitements à bases de progestagènes (dispositif libérant de la progestérone ou un analogue pendant 7 à 9 jours associé à la PGF₂ α et éventuellement à de l'eCG et de la GnRH) ;
- Et les traitements associant GnRH et prostaglandine.

I. Les protocoles à base de progestagènes :

L'administration de progestérone ou de progestagène exogènes est utilisée depuis de nombreuses années et permet de contrôler le cycle œstral chez les vaches et les autres espèces domestiques. Leur utilisation s'est faite sous plusieurs formes : voie orale, voie intramusculaire ou sous cutanée (implant), voie vaginale sous forme d'éponge ou de spirale.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

I.1. Les progestagènes associés à l'œstradiol :

Les œstrogènes sont principalement utilisés pour leurs actions antilutéotrope et lutéolytique qui est surtout marquée en début du cycle (Hanzen et al., 2003). Donc l'association œstrogènes + progestagènes agit à la fois sur la croissance lutéale et la croissance folliculaire permettant ainsi l'atresie du ou des follicule(s) présent(s) et l'émergence d'une nouvelle vague de croissance folliculaire 3 à 6 jours plus tard (Picard-Hagen et al., 2008).

- Sur la croissance lutéale : l'œstradiol administré en début de protocole présente une activité antilutéotrope sur les corps jaunes en début d'évolution et lutéolytique sur les corps jaunes fonctionnels (Grimard et al., 2003).

Cette action n'étant pas efficace à 100%, les protocoles intègrent en général l'administration d'une prostaglandine en fin de protocole surtout chez les femelles cyclées (Figure 21). Une fois le corps jaune physiologique supprimé sous l'action de l'œstradiol relayé par la prostaglandine, la synchronisation lutéale des femelles est obtenue grâce au dispositif libérant le progestagène (implant imprégné de Norgestomet).

- Sur la croissance folliculaire : quelle que soit leur taille, les follicules présents à J0 vont s'atresier. En effet, les jeunes follicules entre 3 et 10 mm dégénèrent sous l'action de l'œstradiol qui inhibe la FSH stimulant leur croissance. Les follicules plus gros LH dépendants sont inhibés par l'association œstradiol+ progestagènes injecté en début du traitement. Il en résulte la mise en place synchronisée d'une nouvelle vague de croissance folliculaire chez toutes les femelles traitées (au bout de 4 jours en moyenne).

L'imprégnation par le progestagène exogène ne s'oppose pas à la croissance folliculaire mais prévient l'ovulation des gros follicules de la nouvelle vague par rétrocontrôle négatif sur la LH.

Au retrait simultané du dispositif progestagène chez toutes les femelles, l'inhibition de la LH est supprimée ; les follicules dominants peuvent alors poursuivre leur évolution autorisant l'IA à date prédéfinie.

Depuis 2006, l'utilisation des œstrogènes est interdite sur les animaux de rente dans l'Union Européenne (Directive Européenne 2003/74/CE). Dans les protocoles sans injection d'œstradiol il y a risque de persistance du follicule dominant.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

L'ovocyte contenu dans le follicule est alors âgé au moment de l'ovulation et de moins bonne qualité ce qui entraîne une diminution du taux de gestation.

Des solutions alternatives à l'utilisation des œstrogènes ont été développées :

- Les effets lutéolytiques des œstrogènes ont été avantageusement remplacés par la prostaglandine F₂alpha (ou un analogue), administrée 24 ou 48 h avant le retrait du dispositif progestagène pour supprimer d'éventuelles sécrétions de progestérone endogène.
- L'effet des œstrogènes sur le contrôle de la vague de croissance folliculaire a été remplacé par la GnRH. Pour pallier donc à ce phénomène, différentes stratégies ont été mises en place par les laboratoires.
- La mise en place de l'implant CRESTAR SO® (pose de 9 à 11 jours) doit être combinée à une injection de GnRH permettant de renouveler la population folliculaire (Figure 21).
- Les autres dispositifs (dispositifs intra vaginaux PRID® ou CIDR®) ne sont pas posés plus de 7 à 9 jours pour éviter une maturation trop longue des follicules (Figures 22,23).

Synthèse bibliographique

Chapitre II



Figure 21: Protocole CRESTAR: Valérate d'œstradiol, implant de Norgestomet et eCG

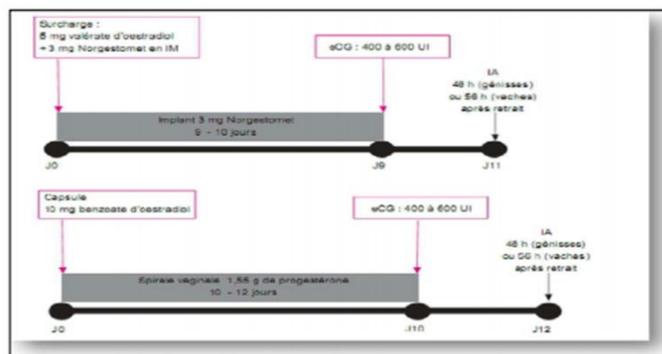


Figure 22: Protocole de synchronisation à base de progestagènes (Grimard et al., 2003)

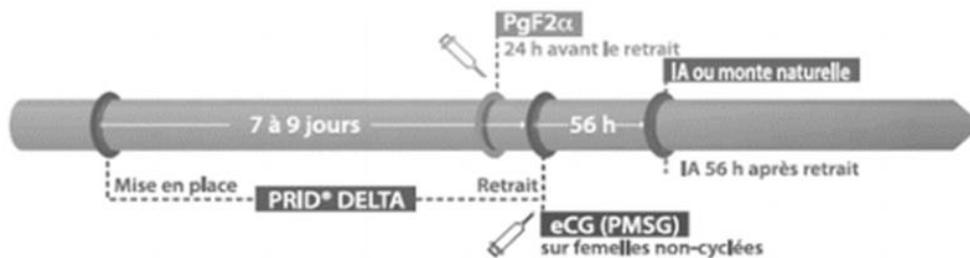


Figure 23: Protocole Standard PRID® Delta selon le laboratoire Ceva

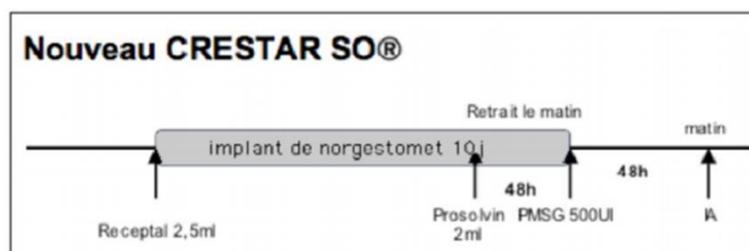


Figure 24: Nouveau protocole CRESTAR SO®.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

I.2. Le protocole CRESTAR SO® : progestagène sans œstrogène

Le nouveau protocole modifié associe un implant sous cutané de 3 mg de norgestomet et une injection intramusculaire de 10 µg de buséréline (analogue de la GnRH ; 2,5 mL de RECEPTAL®) au moment de la pose de l'implant (Ennuyer, 2000) qui est laissé en place 9 à 11 jours (Figure 24).

- Quarante-huit heures avant le retrait de l'implant, on réalise une injection de 2 mL de PROSOLVIN® (PGF 2α) Pour permettre la lyse d'un éventuel corps jaune sur l'ovaire.

- On réalise une injection intramusculaire de 400 UI à 600 UI d'eCG (gonadotropine sérique, CHRONO-GEST® PMSG) le jour du retrait de l'implant les vaches à haut potentiel laitier. (Chastant-Maillard et al., 2005 ;Ennuyer,2000). Par contre, la limite à l'augmentation des doses de PMSG est le risque de superovulation suivie de mortalité embryonnaire.

- Les chaleurs apparaissent entre 24 et 60 heures après le retrait de l'implant.

- L'insémination est réalisée sur chaleurs observées ou à l'aveugle 56 heures chez la vache (Figure 24) et 48 heures après le retrait chez la génisse.

On peut également avoir recours à 2 inséminations respectivement à 48 heures et 72 heures après le retrait. Néanmoins, le cout de ce protocole est supérieur à celui de double injection de prostaglandine mais comparable au protocole GPG (Picard-Hagen et al., 2008). Il faut prendre également la précaution de ne pas utiliser l'implant au moins de 45 jours après le dernier vêlage (Consigne d'après fiche technique du médicament).

II. Protocoles à base de prostaglandines

II.1. Protocole à injection unique de PGF 2α

Ce protocole à injection unique de PGF 2α est utilisé pour l'induction des chaleurs chez des femelles cyclées en subœstrus. Cependant, il ne fonctionnera pas sur des anœstrus vrais (femelles non cyclées), de plus, ce protocole nécessite de détecter les chaleurs. En cas de chaleurs silencieuses, il est toutefois possible que l'éleveur ne voie pas les chaleurs des animaux traités et ne soit alors pas en mesure de les inséminer. L'inconvénient majeur de ce protocole reste la nécessité pour l'éleveur de détecter les chaleurs.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

Si l'on prend en compte la possibilité d'apparition de chaleurs cinq jours avant l'injection de PGF2 α et jusqu'à sept jours après l'injection, l'éleveur devra donc consacrer douze jours à l'observation des chaleurs (Figure 25). Toutefois, c'est le protocole le plus simple et le moins coûteux qui existe en France, donc très intéressant à utiliser en première intention dans le cadre du traitement du subœstrus (Mauffré et al., 2016).

Tableau 2: Caractéristiques des prostaglandines et analogues disponibles sur le marché français et ayant une AMM chez les bovins

Nom déposé	Principe actif	Posologie
Prostaglandines naturelles		
DINOLYTIC®	Dinoprost 5mg	25mg/bovin
ENZAPROST®	Dinoprost 5mg	25mg/bovin
Analogues Prostaglandines		
ALFABEDYL®	Alfaprostol 2mg	0.75mL/100kg, soit 4Ml
ESTRUMAT®	Cloprostenol 0.25mg	0.5mg/bovin
UNIANDINE®	Cloprostenol 0.25mg	0.5mg/bovin
PGFVEYX®	Cloprostenol 0.0875mg	0.5mg/bovin
LUTEOSYL®	D-cloprosténol 0.075mg	0.150mg/bovin
REPROSTENOL®	D-cloprosténol 0.075mg	0.150mg/bovin
PROSOLVIN®	Luprostiol	15mg/bovin

Synthèse bibliographique

Chapitre II

II.1.1 Ajout de GnRH :

Une autre version de ce protocole consiste à réaliser une injection de GnRH 24 heures après l'injection de PGF2 α .

II.2. Protocole à deux injections de PGF2 α

Ce protocole est utilisé pour synchroniser les chaleurs de femelles cyclées (Figure 25). La seconde injection de PGF2 α permet de réduire la variabilité observée dans l'apparition des chaleurs suite à une seule injection (chaleurs deux à sept jours après l'injection). Si la première injection a induit une lutéolyse, le corps jaune consécutif à l'ovulation qui aura suivi sera sensible à la PGF2 α à la 2ème injection. Si la première injection n'a pas induit la lutéolyse (corps jaune de moins de 5 jours), celle-ci pourra être induite par la 2ème injection. Ceci se traduit par des chaleurs davantage regroupées suite à la deuxième injection de PGF2 α (Mialot et al., 1999). Comme dans le cas du protocole à une seule injection, l'ovulation a lieu dans les deux à sept jours suivant l'administration de PGF2 α . De plus le corps jaune devient sensible à la PGF2 α seulement à partir du cinquième jour du cycle (Grimard et al., 2003). Il y a donc un délai de 12 jours maximum avant l'apparition d'un nouveau corps jaune sensible à la PGF2 α . Donc, le délai de 14 jours entre les deux injections permet d'être sûr que la seconde injection sera réalisée en présence d'un corps jaune en phase de maturation, donc sensible à l'action de la PGF2 α et que la lutéolyse aura bien lieu. L'avantage de ce protocole est qu'il fonctionne également si la première injection a eu lieu en présence d'un corps jaune insensible à la PGF2 α (les cinq premiers jours de la phase lutéale). La première injection est donc sans effet mais 14 jours plus tard soit la lutéolyse est provoquée par la deuxième injection soit elle a déjà été déclenchée par la PGF2 α endogène. Dans le cas du protocole pour les génisses, le délai est plus court (11 jours) car le cycle des génisses est un peu plus court (environ 20 jours) et les résultats sont meilleurs avec cet intervalle (Mialot et al., 1999).

II.3. L'ajout de GnRH/PGF2 α /Œstrogènes

La mauvaise détection des chaleurs constitue l'un des aspects les plus préjudiciables pour les performances de reproduction des vaches laitières. C'est pour cette raison que sont apparus des protocoles permettant de s'affranchir de cette détection de chaleur.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

Les protocoles associant de la GnRH et de la PGF2 α permettent de répondre à cette problématique avec de très nombreuses combinaisons et variantes. Chez les vaches allaitantes, la monte naturelle domine. Les éleveurs ne sont pas habitués à détecter les chaleurs.

L'utilisation de traitements de synchronisation avec IA à l'aveugle peut permettre d'améliorer l'utilisation de l'IA. Plusieurs essais ont permis d'évaluer l'efficacité de ce protocole seul ou associé à de la GnRH et/ou de la PGF2 α et/ou des œstrogènes.

II.3.1 Première variante

Dans une étude menée par l'Université du Missouri, il a été montré que l'ajout de GnRH au jour trois dans un protocole à deux injections de PGF2 α (J0 et J11) permet d'améliorer le pourcentage d'ovulation après la première injection (Figure 26, protocole PGP). Les vaches ayant reçu la GnRH (J3) ont également tendance à avoir un follicule dominant plus grand et plus mature (16,5 +/- 0,5 mm) comparativement au protocole sans GnRH (15,0 +/- 0,7 mm) (Borman et al., 2003).

II.3.2 Deuxième variante

Une autre expérience de cette étude a consisté à ajouter du cypionate d'œstradiol (ECP) en fin de protocole PGP (à J11 avec la seconde PGF2 α ou seule à J12, Figure 27). A nouveau, l'ajout de GnRH a permis d'améliorer le pourcentage d'ovulation et l'ajout d'ECP (J11 ou J12) a permis d'améliorer l'expression des chaleurs (Borman et al., 2003).

II.3.3 Troisième variante

Une autre expérience de cette étude a consisté à ajouter du cypionate d'œstradiol (ECP) en fin de protocole PGP (à J11 avec la seconde PGF2 α ou seule à J12, Figure 27). A nouveau, l'ajout de GnRH a permis d'améliorer le pourcentage d'ovulation et l'ajout d'ECP (J11 ou J12) a permis d'améliorer l'expression des chaleurs (Borman et al., 2003).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

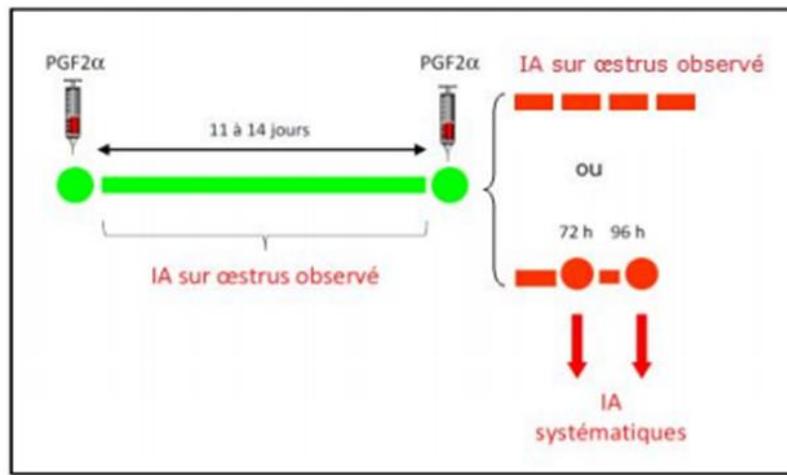


Figure 25: Schéma du protocole à base de deux injections de PGF2α pour vaches cyclées avec deux IA (Chastant- Maillard, 2005)

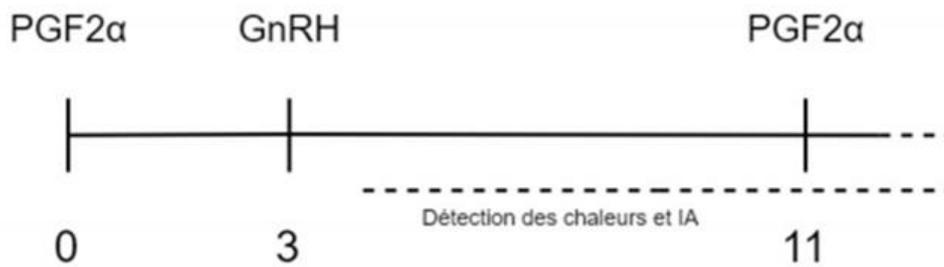


Figure 26: Protocole à deux injections de PGF2α et ajout de GnRH

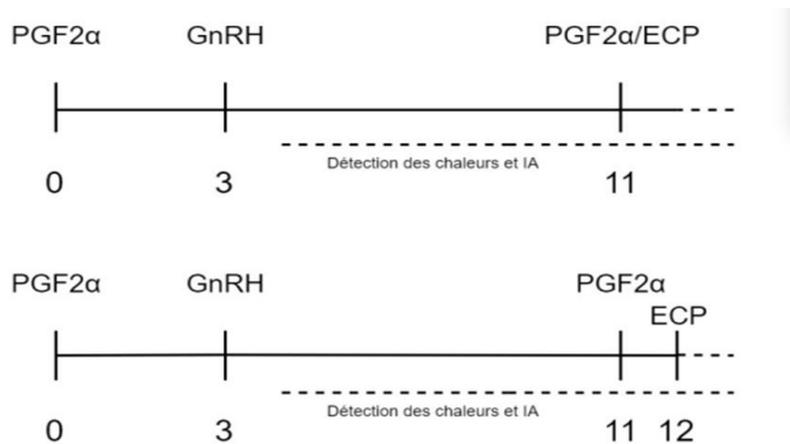


Figure 27: Protocoles à deux injections de PGF2α et ajout de GnRH et d'ECP (J11 ou J12)

Synthèse bibliographique

Chapitre II

II.3.4 Quatrième variante

Une autre étude sur les protocoles à deux injections de PGF2 α réalisée sur des génisses allaitantes (Angus) par l'Université de la Saskatchewan consistait à ajouter au protocole initial (PGF2 α à J0 et J14) soit des œstrogènes (benzoate d'œstradiol (EB) ou E17- β) soit de la progestérone (P) soit de la GnRH (Figure 28) avec différentes combinaisons possibles (Martínez et al., 2004). Les taux de gestation de chaque protocole n'ont pas été significativement différents. L'utilisation d'EB ou de E17- β pour synchroniser l'émergence des vagues folliculaires ou l'utilisation d'œstrogènes (EB ou E17- β) ou de GnRH pour synchroniser l'ovulation dans les protocoles à deux injections de PGF2 α ont permis d'améliorer la fertilité pour les inséminations à l'aveugle (ou IA programmée). Toutefois l'utilisation d'EB peut entraîner un œstrus précoce (28 % des cas) et par conséquent implique une surveillance accrue des chaleurs. Ces protocoles donnent de bons résultats en termes de taux de gestation (jusqu'à 68,3 % pour le protocole n°4) lorsqu'on combine IA sur chaleurs observées et IA à l'aveugle (Martínez et al., 2004). Ces résultats suggèrent à nouveau que la détection des chaleurs permet d'améliorer le taux de réussite lors de l'utilisation des protocoles de synchronisation à base de PGF2 α .

III. Ovsynch

Ce protocole « GnRH-PGF2 α -GnRH » de maîtrise de l'œstrus a été mis au point aux Etats-Unis par (Pursley et al., 1995) sous le nom d'OVSYNCH. Il combine à la fois une action sur le corps jaune avec la prostaglandine et sur la croissance folliculaire avec la GnRH. Il s'agit d'une série de 3 injections associant GnRH et PGF2 α (Hanzen et al., 2003 ; Lamb et al., 2010). Le protocole comprend (Figure 29):

- Une première injection à j0 de 2,5 ml d'un analogue de la GnRH par la voie intramusculaire.
- Une injection à j7, 2 ml de la prostaglandine F2 α ou de son analogue par la voie im.
- Une seconde injection de GnRH (2,5 ml) à j9,- IA1 à J10 dans la matinée 16 à 24 heures après la 2^{ème} injection de GnRH,

- Surveillance des éventuelles venues en chaleurs entre J10 et J17 par l'éleveur et insémination une demi-journée après observation (Figure 29).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

III.1. Principe

Dans les protocoles à base de PGF2 α seul le délai d'apparition des chaleurs est variable (deux à sept jour suivant l'injection) car dépendant du stade de la vague folliculaire en cours. La 1^{ère} injection de GnRH correspondant à une forte dose induit un pic de LH (Pursley et al., 1995). Elle permet selon le stade du cycle une stimulation de la croissance folliculaire, l'ovulation ou la lutéinisation des follicules ovariens d'un diamètre supérieure à 10mm. L'intérêt de la première injection de GnRH est d'augmenter donc la probabilité d'avoir un follicule dominant au moment de l'injection de PGF2 α sept jours plus tard. Si au moment de l'injection un follicule dominant est présent, celui-ci s'ovule et donne lieu à la formation d'un corps jaune secondaire. A la suite de l'ovulation, une nouvelle vague folliculaire émerge trois ou quatre jours plus tard et un follicule dominant sera donc présent sept jours après la première injection de GnRH. Toutefois, si la première injection de GnRH est réalisée en l'absence de follicule dominant ou de follicules sensibles à la LH, il y a de grandes chances pour que la deuxième injection de GnRH soit également réalisée sans qu'il y ait de follicule dominant. De ce cas, l'insémination est alors inutile car l'ovulation n'aura pas lieu au bon moment. Lorsque le protocole Ovsynch est initié près du milieu de la vague folliculaire en cours, cela donnera des follicules ovulatoires plus petits mais un taux de gestation plus élevé (Vasconcelos et al., 1999). L'injection de PGF2 α sept jour après va provoquer la lyse du corps jaune principal et du corps jaune secondaire s'il y en a un et par conséquent provoquer la chute de la progestéronémie et permettre l'ovulation du follicule dominant (Pursley et al., 1995). La seconde injection de GnRH deux jours plus tard (soit neuf jours après la première) permet de préciser le moment de l'ovulation en renforçant le pic pré-ovulatoire de LH ce qui permet d'inséminer une seule fois. Elle va induire l'ovulation du follicule dominant 24 à 32 heures plus tard et éviter les ovulations trop tardives.

Les neuf jours séparant les deux injections de GnRH laisse le temps pour qu'une nouvelle vague folliculaire émerge et qu'un nouveau follicule dominant arrive au stade pré-ovulatoire moment où sa sensibilité et sa réceptivité à la LH sont les plus importantes (Mauffré et al., 2016). L'insémination artificielle est dans ce cas réalisée 16 à 24 heures après la dernière injection.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

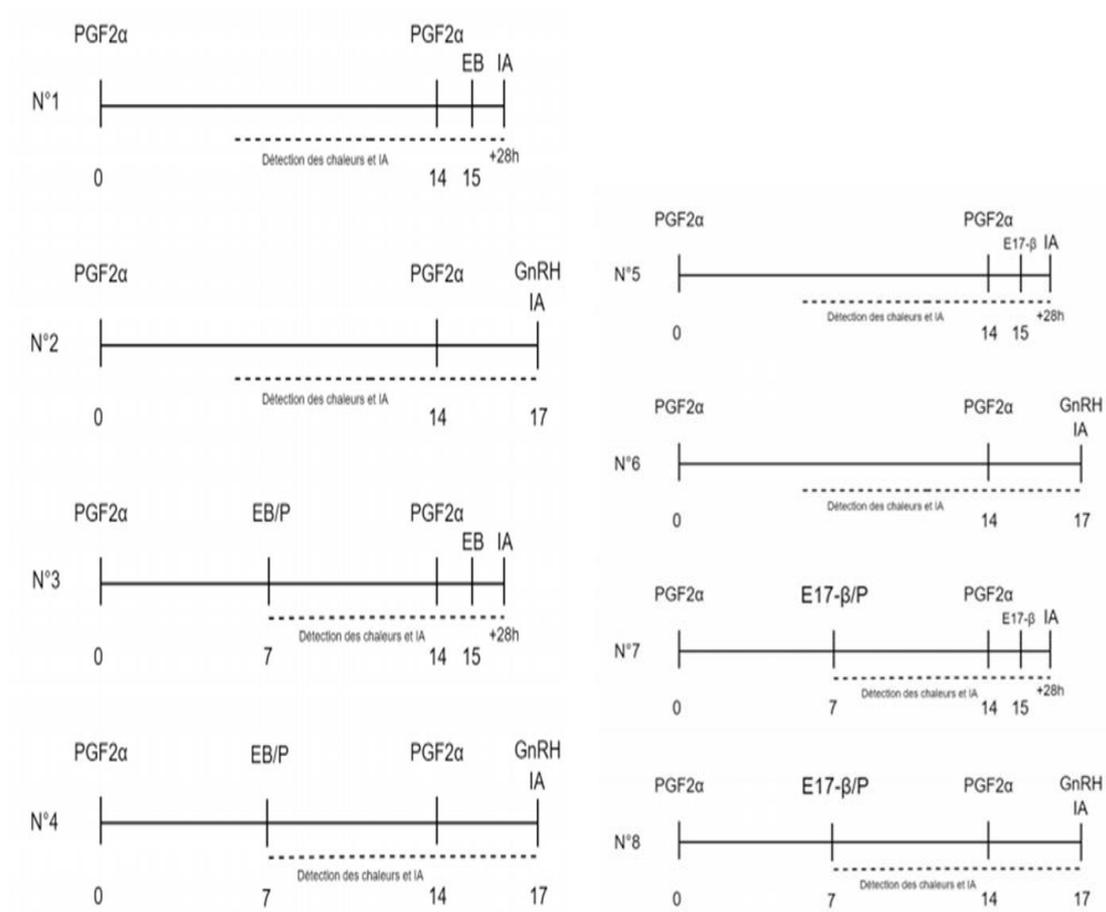


Figure 28: Protocoles à deux injections de PGF2α et ajout de GnRH ou EB ou E17-β

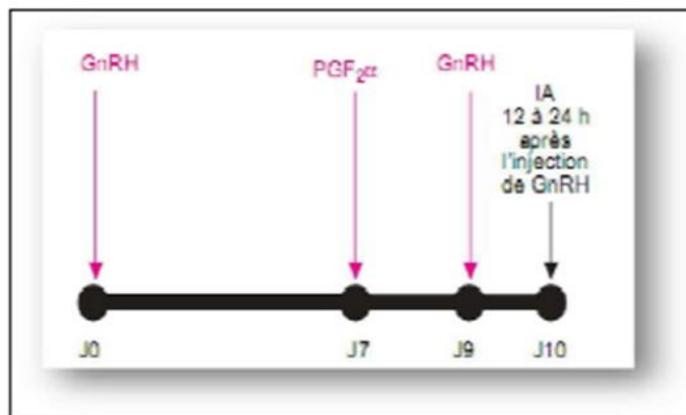


Figure 29 : Description du protocole GPG (Grimard et al., 2003).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

III.2.Indications :

Le protocole Ovsynch (ou GPG) est utilisé pour l'induction des chaleurs d'une vache adulte cyclée pour permettre une insémination programmée, c'est-à-dire une insémination à l'aveugle à délai fixe qui s'affranchit de la détection des chaleurs. Ce protocole est surtout destiné aux élevages où l'expression des chaleurs est mauvaise (subœstrus) et/ou la qualité de l'observation des chaleurs n'est pas optimale (Mialot et al., 1999) ou dans le cas de vaches laitières haute productrices qui ont une fréquence de chaleurs silencieuses importante. Il permet donc une synchronisation de la vague folliculaire et la lyse du corps jaune.

Le protocole GPG n'est en théorie pas applicable aux génisses car la durée du cycle et par conséquent la chronologie des vagues folliculaires est différente. De même, les résultats sur vaches non cyclées (absence de corps jaune) étant très médiocres. Il n'est pas recommandé de le mettre en place sur ce type d'animaux.

III.3.Inconvénients:

L'inconvénient majeur du protocole Ovsynch est son coût : il est beaucoup plus onéreux qu'une double injection de PGF2 α . Par conséquent, contrairement aux protocoles à base de PGF2 α , il n'est pas recommandé de l'utiliser en première intention et encore moins de façon systématique (Mauffré et al., 2016). Le protocole GPG nécessite pour être pleinement efficace que la première injection de GnRH soit réalisée en présence d'un follicule dominant. Cette situation concerne statistiquement 65 à 70 % des femelles présentant 2 ou 3 vagues folliculaires par cycle. Les follicules de taille insuffisante à J0 (en phase de recrutement ou de sélection) n'ovulent pas et une nouvelle vague de croissance folliculaire ne se met donc pas en place sous l'action de la première injection de GnRH.

Au final 30 % des femelles soumises au protocole GPG peuvent présenter des progestéronémie élevées à j10 incompatible avec la réussite de l'IA et près de 15% des femelles peuvent être vues en chaleurs en dehors de j10 (Mialot et al. 1999).

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

Synthèse bibliographique

Chapitre II

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

IV. Les protocoles Ovsynch modifiés :

IV.1. Première variante

Une première variante du protocole Ovsynch, sûrement la plus utilisée consiste à décaler le moment de la seconde injection de GnRH. L'ovulation semble mieux synchronisée lorsque la seconde injection de GnRH a lieu entre 56 et 60 heures après l'injection de PGF2 α (Peters et al., 1999). Le protocole comprend: GnRH à J0, PGF2 α à J7, GnRH à J9,5, IA à l'aveugle 12 heures plus tard (Figure 30). La seconde injection de GnRH peut être réalisée 8 à 12 heures plus tard par rapport au protocole Ovsynch classique.

De plus, ce protocole est plus facilement réalisable en élevage laitier. En effet si la première injection de GnRH et celle de PGF2 α sont effectuées tôt le matin (à la traite du matin de J0 et J7), la seconde injection de GnRH intervient le soir et l'insémination peut alors être réalisée le lendemain matin (Peters et al., 1999).

IV.2. Deuxième variante

Un autre protocole visant à réduire l'intervalle entre la première GnRH et la PGF2 α de sept à cinq jours (Figure 31: GnRH à J0, PGF2 α à J5, GnRH à J9) a eu pour effet d'augmenter la durée de la période pré œstrale de 48 à 72 heures (moment de l'injection de la seconde GnRH). Ceci s'accompagne d'une amélioration de la fertilité chez les bovins allaitants (Bridges et al., 2008). Une stratégie similaire, adaptée aux vaches laitières donne des résultats encourageants (Santos et al., 2010).

IV.3. Troisième variante

Outre ces premiers essais sur le « timing » des injections, des études ont été menées pour comparer l'efficacité du protocole Ovsynch en fonction de la molécule utilisée ou de la dose utilisée ou encore le bénéfice apporté par l'ajout d'un autre principe actif (ex:EB, hCG, eCG).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

Dans un protocole Ovsynch, la dose de PGF2 α (150 ou 300 μ g de cloprosténol (Genestran®) ne semble pas influencer la qualité de la lutéolyse. De plus, le type ou la dose de PGF2 α (150 ou 300 μ g de Genestran® ou 500 μ g d'Estrumate®) ne modifient pas la qualité de la lutéolyse ainsi que le taux de gestation chez la vache laitière (Valdecabres-Torres et al., 2013). Il semblerait que l'utilisation de fertiréline (Concelarl®, analogue de la GnRH) à faible dose (50 μ g pour les deux injections J0 et J9) permette de réduire les coûts du protocole GPG sans affecter l'efficacité de la synchronisation de l'ovulation (Yamada et al., 2002).

IV.4. Quatrième variante

Un autre essai cette fois-ci avec l'utilisation d'un implant d'un agoniste de GnRH (desloréline, 450 ou 750 μ g) inséré sous la peau 48 heures après l'injection de PGF2 α a été réalisé. Cet implant a eu pour conséquence le développement d'un corps jaune normal mais a différé de 24 jours la croissance folliculaire. L'intérêt principal de cette utilisation semble être de réduire les pertes embryonnaires (12,7 % pour la GnRH environ 7,0 % pour la desloréline à 41 jours de gestation) (Thatcher et al., 2002).

IV.5. Cinquième variante

D'autres auteurs ont publié sur l'ajout d'hCG cinq jours après l'IA dans un protocole Ovsynch classique (Figure 32: J0, J7, J9, IA à J10 et hCG à J15). L'ajout d'hCG, cinq jours après l'IA a permis d'améliorer les taux de gestation de 7,1 % (Thatcher et al., 2002). Il améliore surtout les taux de gestation chez les femelles primipares comparativement aux femelles multipares. De façon générale, ce protocole même sans ajout d'hCG donne de meilleurs résultats chez les primipares que chez les multipares (Shabankareh et al., 2010).

IV.6. Sixième variante

Un autre essai a été conduit avec le cypionate d'œstradiol (ECP) utilisé en remplacement de la GnRH. C'est une alternative qui permet d'améliorer la qualité des chaleurs et permet d'obtenir un tonus utérin plus élevé ce qui facilite le travail des inséminateurs (Thatcher et al., 2002).

Synthèse bibliographique Chapitre II

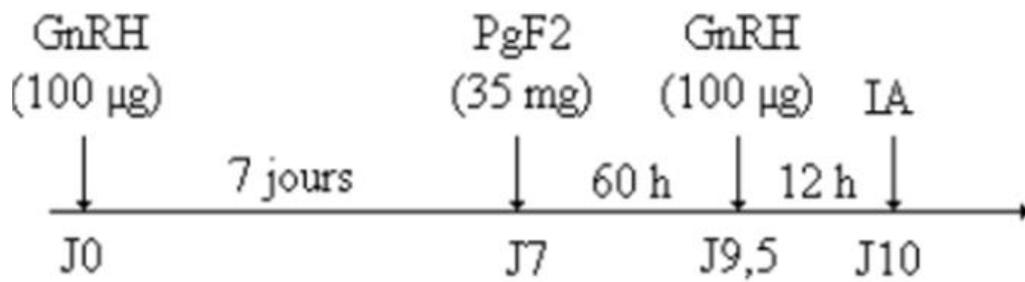


Figure 30 : Protocole GnRH-PGF2 α -GnRH selon (Peters et al., 1999)



Figure 31: Protocole Ovsynch avec PGF2 α à J5

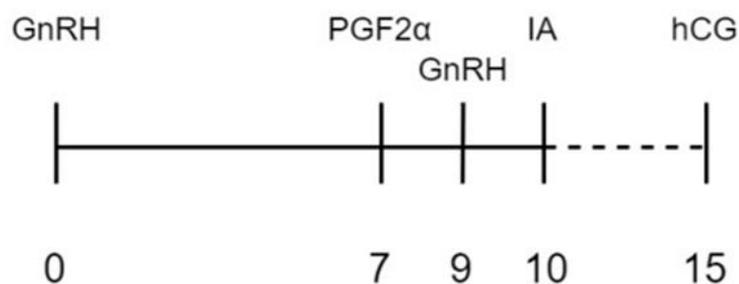


Figure 32: Protocole Ovsynch avec ajout d'hCG à J15

Synthèse bibliographique

Chapitre II

IV.7. Septième variante

Ces mêmes auteurs ont testé l'ajout de somatotrophine bovine au moment de l'IA dans un protocole Presynch Ovsynch chez des vaches laitières cyclées. Il semble augmenter de 14,5 % le taux de gestation (DG à 74 jours de gestation, 57.1% vs 42.6%) (Thatcher et al., 2002).

Une étude de l'Université du Wisconsin a étudié quant à elle l'ajout de PGF2 α et/ou d'E17- β dans un protocole Ovsynch. Ainsi, ils ont obtenu quatre protocoles différents (Figure 33). Le traitement avec la PGF2 α supplémentaire a augmenté le pourcentage de vaches ayant une régression complète du corps jaune (95,6 %) par rapport aux vaches témoins (84,6 %).

En revanche, la PGF2 α supplémentaire n'a eu aucun effet sur le taux de gestation. La supplémentation en E17- β a augmenté l'expression des chaleurs (84,4 % contre 37,2 % sans E17- β), mais n'a eu aucun effet sur la fertilité globale et a même eu un effet négatif sur la fertilité chez les vaches ayant ovulé suite à la seconde GnRH (51,5 % sans E17- β contre 44,0 % avec E17- β). Finalement, les traitements supplémentaires (PGF2 α et/ou E17- β) au sein du protocole Ovsynch permettent d'améliorer l'expression des chaleurs mais n'améliorent en rien la fertilité ce qui rend l'utilisation de ces protocoles difficilement justifiable en Europe (Brusveen et al., 2009).

IV.8. Huitième variante

Des études ont également été menées pour évaluer les performances du traitement Ovsynch en fonction de divers protocoles de pré synchronisation (Presynch, Ovsynch, GnRH, PGF2 α). La pré-synchronisation avec un protocole Ovsynch (Figure 34: Double Ovsynch) permet d'induire l'ovulation chez des vaches en subœstrus. Des études antérieures ont clairement montré que l'initiation d'un protocole Ovsynch dans un contexte où la progestéronémie est faible diminue la fertilité à l'IA (Wiltbank et al., 2011 ; Bisinotto et al., 2010 ; Bisinotto et Santos, 2011). L'utilisation d'une pré-synchronisation dans le cadre d'un Double-Ovsynch permet donc de pallier à ce défaut de progestéronémie. Outre cet aspect la pré-synchronisation Ovsynch permet également d'améliorer la taille du follicule dominant et l'ovulation lors de la seconde GnRH et donne de meilleurs résultats comparativement à l'utilisation d'une présynchronisation Presynch (deux PGF2 α à 14 jours d'intervalle 12 jours avant l'initiation du protocole Ovsynch (Presynch-Ovsynch)) (Ayres et al., 2013).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

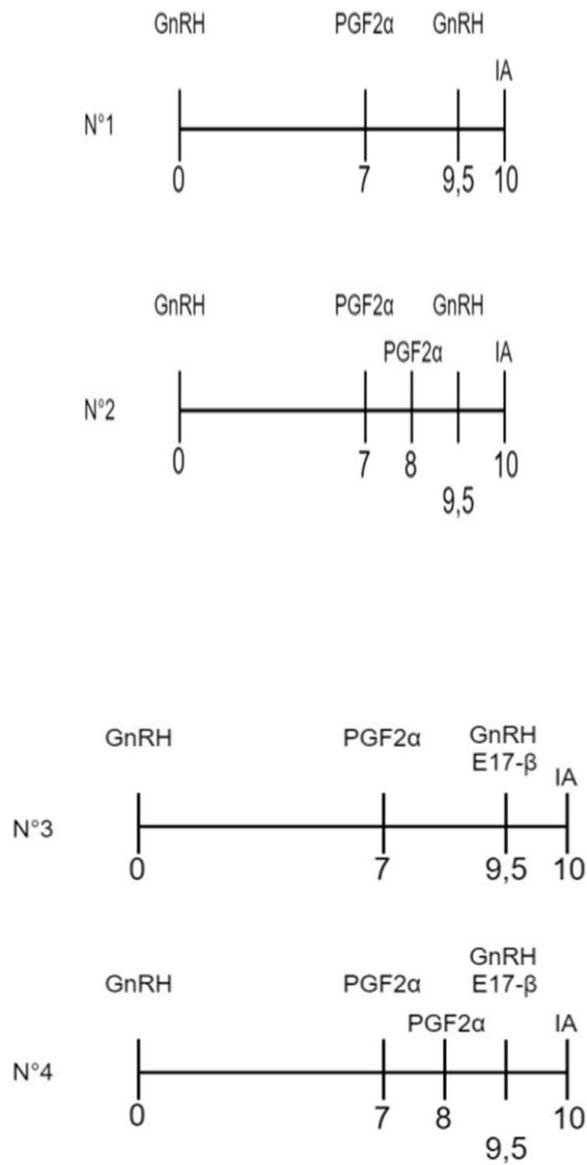


Figure 33: Protocoles Ovsynch avec ajout de PGF2α et/ou E17-β

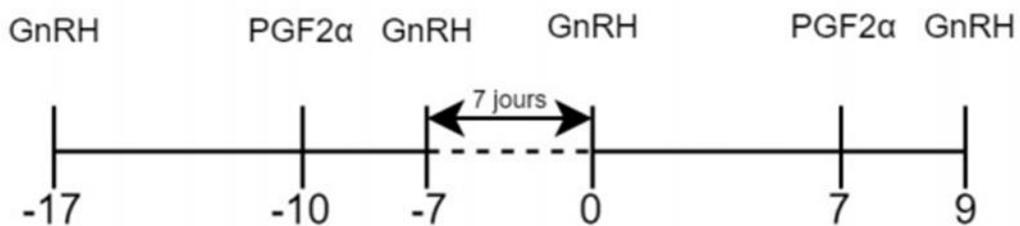


Figure 34: Protocole Double Ovsynch selon (Ayres et al., 2013)

Synthèse bibliographique

Chapitre II

IV.9. Neuvième variante

La pré-synchronisation Presynch permet tout de même d'améliorer le taux de gestation du protocole Ovsynch. Ainsi la plupart des vaches ovulent à la première injection de GnRH et présentent par conséquent un corps jaune fonctionnel au moment de l'injection de PGF2 α (Thatcher et al., 2002). Une pré-synchronisation avec une GnRH six jours avant le début du protocole Ovsynch a également été essayé. Cette injection permet d'augmenter la progestéronémie lors de la première injection de GnRH du protocole Ovsynch.

La seconde injection de PGF2 α 24 heures après diminue au contraire la progestéronémie au moment de l'IA (plus de chances d'avoir une lutéolyse complète) (Figure 35: protocole GGPPG). Ceci permet d'optimiser la progestéronémie et permet d'augmenter le taux de gestation lors de la seconde IA en particulier (si la première n'est pas fécondante bien entendu ; Carvalho et al., 2015). En revanche une injection de GnRH sept jours avant l'initiation du protocole GPG n'a pas permis d'améliorer la synchronisation de l'ovulation chez les génisses laitières (protocole GGPG ; Rivera et al., 2006).

IV.10. Dixième variante

Enfin, un dernier essai de pré synchronisation avec l'administration d'une demi dose de PGF2 α deux jours avant le début du protocole a permis également de diminuer la progestéronémie et d'augmenter la réponse ovulatoire cette fois-ci au moment de l'injection de la première GnRH (Figure 36: protocole 1/2PGPPG) (Carvalho et al., 2015).

V. Cosynch

Ce protocole ressemble fortement au protocole Ovsynch. La différence réside dans le fait que l'IA est réalisée au même moment que la seconde injection de GnRH (Figure 37). Les vaches sont inséminées le jour neuf (J9) lorsque la deuxième injection de GnRH est réalisée. Ce protocole permet de réduire le nombre de manipulation des animaux ce qui est recherché pour les génisses laitières ou à viande et pour les vaches allaitantes. Pour les vaches laitières traitées 2 fois par jours, la réduction des manipulations n'est pas forcément un objectif. GnRH à J0, PGF2 α à J7, GnRH et IA à J9 (Jinks et al., 2013).

Synthèse bibliographique

Chapitre II

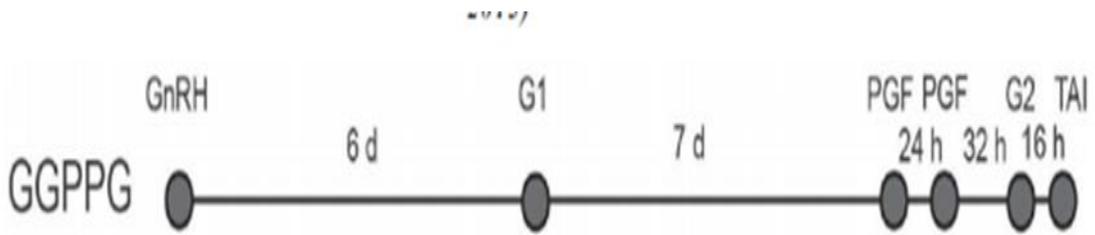


Figure 35: Protocole GGPPG (TA I= Timed Artificial Insemination)

(Source : Carvalho et al. 2015)

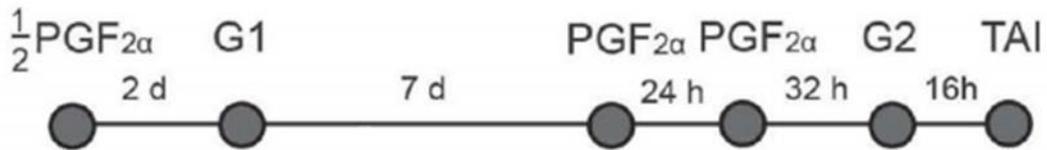


Figure 36: Protocole 1/2PGPPG (Source :Carvalho et al., 2015)

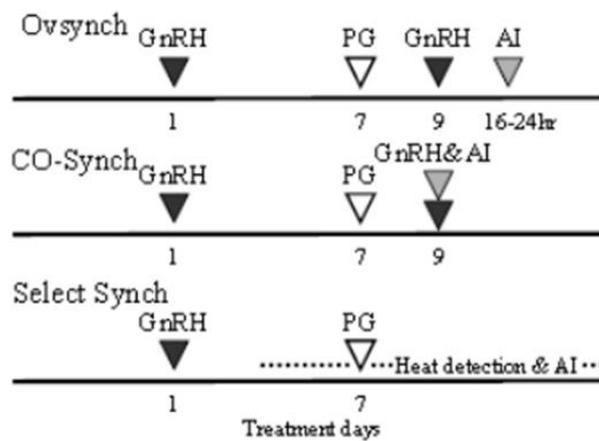


Figure 37: Protocoles Ovsynch, CO-Synch, Select Synch (Patterson, et al., 2005)

Synthèse bibliographique

Chapitre II

La majorité des études menées sur le protocole CO-synch ou ses variantes portent sur les races allaitantes et essentiellement sur génisses, contrairement au protocole Ovsynch. Toutefois en comparaison avec le protocole (Selectsynch) à deux injections de PGF2 α avec IA sur chaleurs observées, la fertilité des génisses allaitantes semble s'améliorer avec le protocole CO-synch (IA à l'aveugle) même s'il n'y a pas de réelle différence entre les taux de gestation et la synchronisation de l'œstrus (Dahlen et al., 2003 ; Lamb et al., 2010). De même, l'utilisation d'hCG à la place de la GnRH dans le protocole CO-synch ne semble pas appropriée pour synchroniser l'ovulation chez les vaches multipares. Toutefois chez les femelles primipares l'étude demande à être approfondie.

VI. Select Synch

Le protocole GP appelé aussi « Selectsynch » a été proposé avant le protocole GPG (Wolfenson et al., 1994) mais il a été beaucoup moins étudié que ce dernier probablement à cause de son utilisation moins pratique. Néanmoins, il est identique au protocole Ovsynch et CO-synch pour les deux premières injections (première GnRH et PGF2 α) (Figure 37).

Le protocole comprend:

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

La première solution consiste en une insémination sur chaleurs observées qui surviennent généralement dans les 72 heures suivant l'administration de PGF2 α .

L'insémination pourra également être réalisée sur chaleurs observées mais cette fois-ci entre 1,5 et 2 jours avant l'injection de PGF2 α (l'injection n'est alors pas réalisée sur les animaux inséminés). Ceci concerne 5 à 20 % des animaux (Patterson et al., 2005 ; Johnson et al., 2016). Enfin, si aucune chaleur n'est observée il est possible de réaliser une insémination à l'aveugle 72 heures après l'administration de PGF α lors de l'injection de la deuxième GnRH (72 à 80 heures) ce qui revient au protocole CO-synch (Figure 37).

La GnRH provoque le démarrage d'une nouvelle vague de croissance folliculaire suivi de la PGF2 α induisant la lutéolyse 7 jours plus tard.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

En effet, le protocole GP ne permet pas de s'affranchir de la détection des chaleurs contrairement au protocole GPG. Par rapport à un protocole de synchronisation par les prostaglandines seules (1 à 2 injections) nécessitant également une insémination sur chaleurs observées. Cependant, il permet de réduire la plage d'expressions de l'œstrus (1 à 2 jours contre 2 à 6 jours) concentrant ainsi le travail de détection des chaleurs sur un laps de temps plus court pour l'éleveur. L'injection de GnRH permet en effet d'obtenir une plus grande proportion de femelles avec un gros follicule 7 jours plus tard au moment de l'injection de PGF2 α (Fournier et al., 2008).

VII .HeatSynch

Le protocole Heatsynch (Figure 38) ressemble lui aussi fortement au protocole Ovsynch avec des œstrogènes en remplacement de la seconde GnRH. Toutefois l'injection d'œstrogènes intervient plus tôt dans le protocole (J8 vs J9 pour la GnRH du protocole Ovsynch, Le protocole comprend: GnRH à J0, PGF2 α à J7, Œstrogène à J8, IA 48 à 52 h plus tard (J10).

VII.1. Première variante

Dans une étude, ce protocole a été expérimenté avec du benzoate d'œstradiol (EB) et complété avec l'utilisation d'hCG en fin de traitement pour donner : GnRH à J0, PGF 2 α à J7, EB à J8, IA 48 à 52 heures plus tard (J10) +/- hCG à J15 (Figure 39). Le protocole complété avec l'hCG cinq jours après l'IA a amélioré significativement le taux de gestation comparativement à un protocole sans hCG (41,5 % vs 24,8 %) (Shabankareh et al., 2010). A l'instar du protocole Ovsynch, le protocole HeatSynch est plus efficace lorsqu'il est utilisé sur des vaches primipares que sur des vaches multipares (43,6 % vs 24,6 %).

VII.2. Deuxième variante

Dans une autre étude le protocole HeatSynch a été utilisé avec du cypionate d'œstradiol (ECP, Figure 40). GnRH à J0, PGF 2 α à J7, ECP à J8, IA 48 à 52 heures plus tard (J10). Les inséminations pouvaient se faire sur chaleurs observées ou à l'aveugle. Le taux de gestation est une nouvelle fois plus élevé lorsque l'insémination est réalisée sur chaleurs observées (Kasimanickam et al., 2005). Toutefois si l'on prend en compte les deux types d'insémination on obtient des résultats similaires au protocole Ovsynch. Ainsi, si l'on souhaite obtenir des résultats satisfaisants ce protocole ne permet pas de s'affranchir de l'observation des chaleurs.

Synthèse bibliographique

Chapitre II

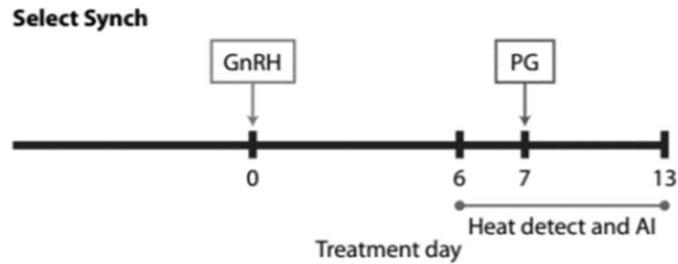


Figure 38: Protocole Select Synch (Johnson et al., 2016)



Figure 39: Protocole HeatSynch

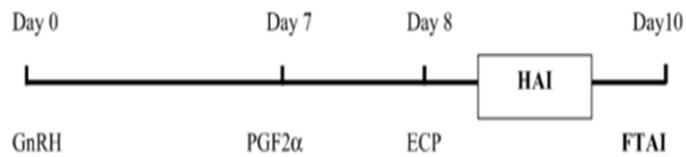


Figure 40: Protocole HeatSynch avec ECP (FTAI= Fixed-Time Artificial Insemination, HAI=Heat Artificial Insemination (Kasimanickam et al., 2005)

DEUXIÈME PARTIE

ETUDE

EXPERIMENTALE

MATÉRIELS
ET
MÉTHODES

A. Les objectifs de l'étude

L'objectif principal de la présente étude réside à comparer l'efficacité de sept (07) protocoles de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandines seules soit associées à la GnRH et à base de progestagènes chez des vaches laitières inséminées sur chaleurs observées. Ce qui nous permet de :

*Faire en premier lieu une évaluation comparative globale pour l'ensemble des protocoles testés suivie d'une évaluation pour chaque catégorie de traitement qui s'achèvera par une interprétation spécifique à chaque protocole. La comparaison des protocoles portait sur les principales performances reproductives des vaches laitières en termes du taux de réponse en chaleurs, le taux de gestation des vaches synchronisées, du taux de conception des vaches inséminées et le taux de mise bas pour l'un ou l'autre des protocoles utilisés.

* Etudier l'effet de quelques facteurs de variation sur la fertilité et la fécondité des animaux à savoir la race, la parité, l'intervalle vêlage-Traitement et l'effet taureau.

* Identifier le protocole et la catégorie de traitement ayant enregistré les meilleures performances reproductives afin de recommander le protocole le plus adapté à une situation donnée et de permettre une bonne rentabilisation de la productivité de nos animaux.

B. Monographie de la région d'étude

1/ Situation géographique :

L'étude a été réalisée dans la wilaya de Sétif, située au nord algérien en constituant un carrefour au milieu de six wilayas. Géographiquement, la région de Sétif est située entre 34°, 76'' et 36°, 26'' de latitude Nord et entre 5°, 04'' et 6°, 26'' de longitude Est à une altitude de 2033m.

Le territoire de la wilaya de Sétif est limité:

- Au nord par les wilayas de Jijel et Bejaïa.
- A l'est par la wilaya de Mila.
- A l'ouest par les wilayas de Bordj Bou Arreridj.
- Au sud par les wilayas de Batna et Mila.

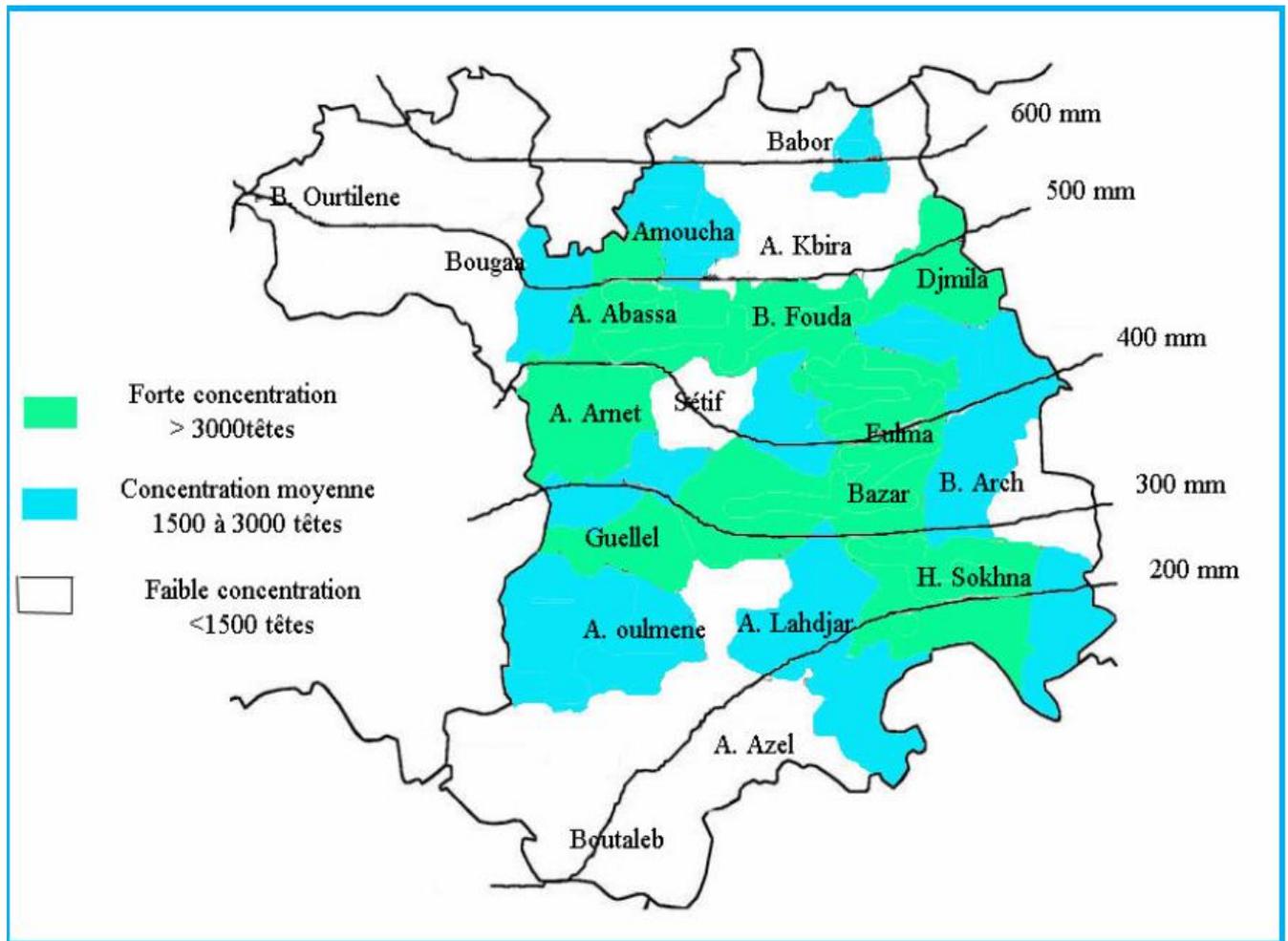


Figure 41 : Répartition de l'élevage bovin dans la wilaya de Sétif (Ayache Allouni, 2012).

2 / Production animale :

La wilaya de Sétif recèle d'importantes potentialités agricoles tant naturelles que structurelles. Elle a une superficie agricole utilisée (SAU) de 361 363ha soit 55.1% de la superficie totale de la wilaya (6549 Km²) dont 2500ha en irriguée (SAI). Les céréales occupent la quasi-totalité de la surface agricole utilisée, associée avec l'élevage ovin et bovin (Benidir M et al.,2014).

La wilaya de Sétif est considérée comme un pôle laitier en Algérie avec un effectif bovin, estimé à 77.446 vaches laitières (DSA 2016).

C. Matériel et Méthodes :

1/ Matériels

1.1 Animaux et élevages sélectionnés

La présente étude a été réalisée au niveau de deux régions principales de la wilaya de Sétif pratiquant l'élevage bovin laitier, situées dans le centre Est et le sud de la wilaya à cause de la forte concentration d'effectif bovin dans ces deux régions. Les éleveurs sélectionnés étaient motivés, sérieux (pour le bon respect du protocole) et avaient une bonne aptitude à observer les chaleurs et encadrés par des vétérinaires cliniciens.

Notre étude a porté sur 245 femelles de deux races étrangères à savoir: La Montbéliarde, la Prim Holstein durant une période allant du mois de décembre 2017 à Janvier 2020 depuis la sélection des animaux jusqu'à la mise bas. La conduite alimentaire des vaches étudiées est basée sur le concentré, la paille et des fourrages par contre il y a une faible utilisation du foin, de la luzerne et de l'ensilage.

1.2. Choix des animaux :

Les animaux choisis dans le cadre de ce travail sont suivis par des vétérinaires cliniciens et des inséminateurs. Ils sont élevés dans des fermes qui répondaient aux critères suivants :

- Fermes situées dans un même environnement ;
- Forte concentration en effectif bovin ;
- Conduite d'élevage surtout alimentaire plus ou moins homogène ;
- Eleveurs sérieux et coopératifs ;
- Animaux clairement identifiés ;

Les animaux sélectionnés sont soumis également à des critères d'inclusion et d'exclusion ;

1.2.1. Critères d'inclusion:

- Vaches non gestantes au moment du début du traitement;
- Vaches non inséminées depuis leur dernier vêlage;
- Vaches avaient vêlé depuis plus de 55 jours et moins de 90 jours;
- Vaches indemnes de la Brucellose et de la Tuberculose ;
- Races : Prim Holstein, Montbéliarde ;
- Primipares et multipares ;

1.2.2. Critères d'exclusion :

Plusieurs critères d'exclusion ont été appliqués pour écarter certaines vaches du protocole expérimental :

- Vaches présentant des maladies intercurrentes ;
- Vaches présentant une infection génitale lors de la première visite ;
- Vaches pour lesquelles l'involution utérine n'était pas complète ;
- Vaches présentant une anomalie de l'appareil génital ;
- Vaches présentant une césarienne ou non délivrance ;
- Vaches gravides ;
- Vaches à moins de 55 jours et plus de 90 jours post-partum le jour du traitement.

1.3. L'examen d'état corporel

Une fois la vache est considérée comme étant apte à la synchronisation et la saillie, un examen de l'état corporel a été mis pour évaluation de la note de l'état corporel (NEC).

Cette évaluation a été notée selon la grille de notation établie par l'Institut Technique de l'Elevage Bovin (Bazin, 1984). 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 attribuer par un observateur une note de 0 pour vache cachectique à 5 pour vache très grasse (tableau 03).

Tableau 03: Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières (Bazin, 1984).

NOTE	NOTE ARRIERE				NOTE DE FLANC	
	Pointe des fesses	Ligament sacro-tubéral	Détroit caudal	Epine dorsale	Pointe de la hanche	Apophyses vertébrales
5	Invisible	Invisible	Comblé	Invisible (dos plat)		
4	Peu visible	Peu visible	Presque comblé	A peine visible		Epineuses repérables
3	Couverte	Bien visible	Limites planes	Visible, couverte		Epineuses visibles
2	Non couverte	Légèrement couvert	Légèrement creusé	Ligne marquée	Crête invisible	Transverses à angle vif
1		En lame	Profond	Ligne irrégulière	Crête visible	Transverses séparées
0		Très saillant	Très creusé	Corps vertébral apparent		

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 post-partum
- Absence de stress (modifications alimentaires, vermifugation, vaccination, ...) dans les 3 semaines avant et après l'IA

1.4. Matériels de synchronisation (Figure 42):

- * Applicateurs du dispositif vaginal
- * Gants d'examen
- * La solution désinfectante à base Permanganate de Potassium

1.5. Matériels d'insémination :

- * Pistolet de Cassou et accessoires stériles,
- * Gaines protectrices.
- * Chemises sanitaires.
- * Pincés.
- * Ciseaux.
- * Thermos pour décongélation de la semence et un thermomètre.
- * Serviette.
- * Gants de fouille.
- * Gel lubrifiant.
- * Bombonne d'azote avec semence.
- * Les semences: Elles sont récoltées à partir des taureaux appartenant au CNIAAG (Tableau 6)

1.6. Matériel du diagnostic de gestation

Le diagnostic de gestation a été réalisé par l'échographie et la palpation rectale à deux reprises:

- A 30 jours post insémination: Utilisation de l'échographe pour la recherche et la mise en évidence ou non de la vésicule embryonnaire.
- A 60 jours : Palpation manuelle à partir du 60eme jour de l'insémination par l'utilisation des gants de fouillé rectale.



Applicateur de PRID® DELTA



Le dispositif intra-vaginal CIDR®



PRID® DELTA



Implant sous-cutané et l'implanteur.



Flacon de Enzaprost®



Flacon de Cystoreline®

Figure 42: Matériels de synchronisation.

II.4. Répartition des animaux

Il est à signaler que la répartition des animaux selon la race, la parité et l'intervalle vêlage-traitement pour les sept lots expérimentaux testés dans cette étude a été faite au hasard.

1.4.1. Répartition des animaux selon la race :

Parmi les 245 femelles utilisées dans notre étude (Figure 43), la race Montbéliarde est la plus représentée dans la population avec un nombre de 153 soit (62.44%), suivie par la Prim'Holstein pour un effectif de 92 vaches et génisses soit (37.55%).

1.4.2. Répartition des animaux selon le rang du vêlage :

Parmi les 245 vaches utilisées, 165 étaient multipares soit (67%) de l'effectif et 80 étaient primipares soit 33% ce qui représente une forte proportion de multipares (Figure 44).

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

Sur l'effectif des sept groupes expérimentaux utilisés (Figure 45), 173 vaches avaient un intervalle vêlage-traitement compris entre 55-69 jours soit (70.61%) et 72 vaches avaient un intervalle compris entre 70-90 jours soit (29.38%).

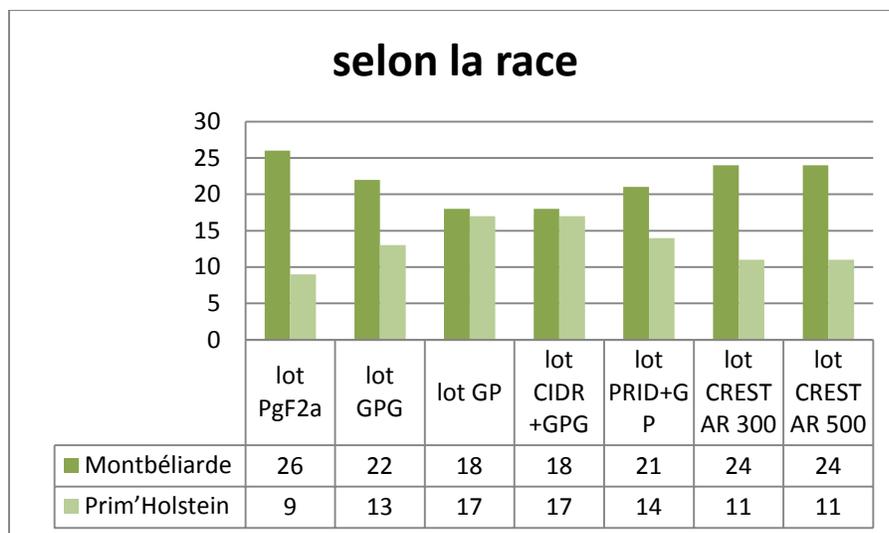


Figure 43: Répartition des animaux en fonction de la race.

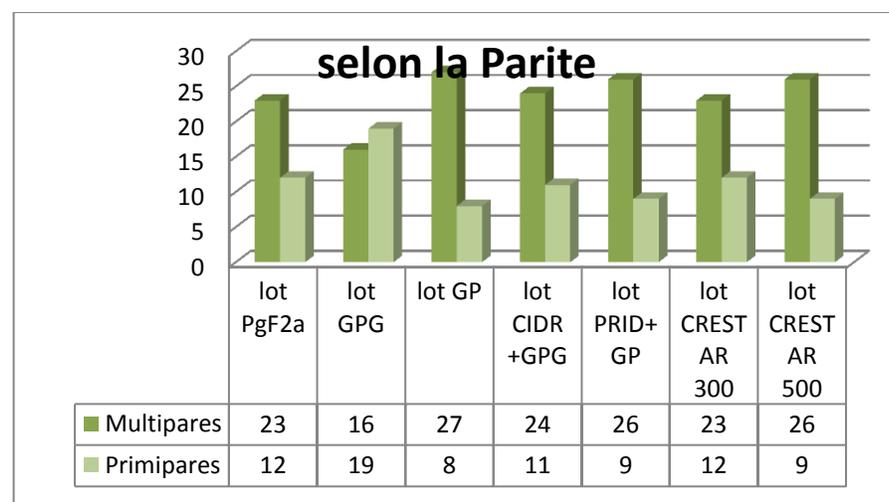


Figure 44: Répartition des animaux en fonction du rang de vêlage

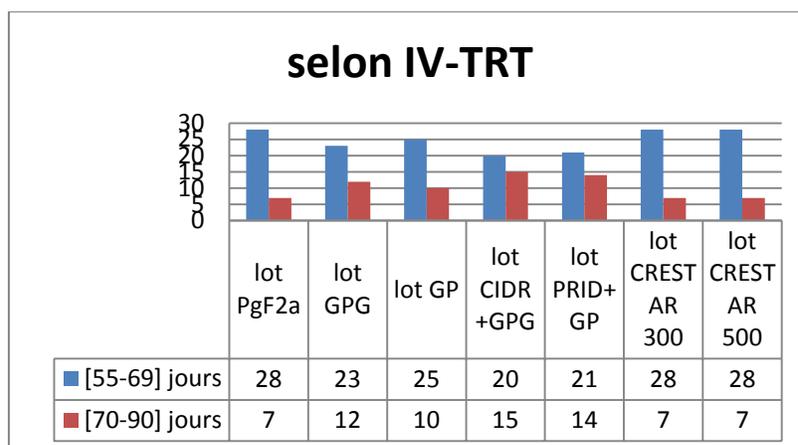


Figure 45 : Répartition des animaux en fonction de l'intervalle vêlage- traitement.

II. Schémas thérapeutiques

Finalement, 245 vaches ont été sélectionnées et réparties en 07 lots expérimentaux appartenant à deux catégories de traitement hormonal selon la nature des molécules utilisées.

II.1. Protocoles à base de prostaglandines : (N = 105)

Dans cette première partie, un effectif de 105 vaches entre primipares et multipares de race Montbéliarde (66/105) soit 62.85% et de Prim'Holstein (39/105) soit 37.14% ont subi un traitement de maîtrise des cycles à base de prostaglandines seules (deux injections) ou associées à une seule dose de GnRH (GP) ou double dose (GPG). Les animaux ont été réparti en trois lots expérimentaux de 35 vaches chacun dont les schémas thérapeutiques sont comme suit :

II.1.1. Lot I : « PGF2 α » N=35.

Les vaches ont reçu une double injection de prostaglandine à 11-14 jours d'intervalle respectivement pour les génisses et les vaches (Figure 46) pour une dose de 25 mg/vache de Dinoprost (analogue de la prostaglandine F2 α) par voie intramusculaire ;

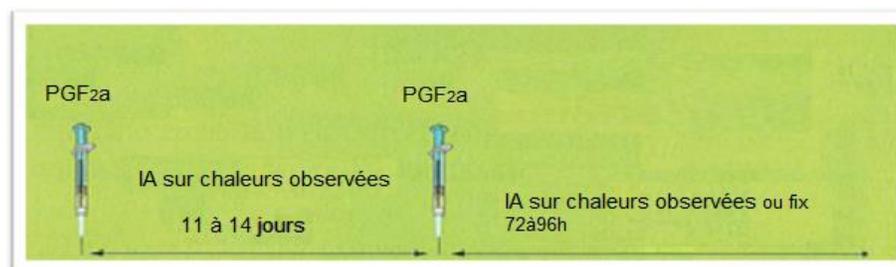


Figure 46: Schéma expérimental du lot 1

II.1.2. Lot II : GPG « Ovsynch » N=35.

Les vaches ont reçu la séquence d'évènements suivante (Figure 47):

J0 : Injection de 100 μ g de cystoreline (analogue de la GnRH) par voie intramusculaire,

J7: Injection de 25 mg/vache de Dinoprost (analogue de la prostaglandine F2 α) en i m,

J9 : Injection de 100 μ g de cystoreline en i m,

J10 : Insémination 12 à 18h après la deuxième injection de GnRH,

J10 et J17: Surveillance des éventuelles venues en chaleurs par l'éleveur et insémination une demi-journée après observation.

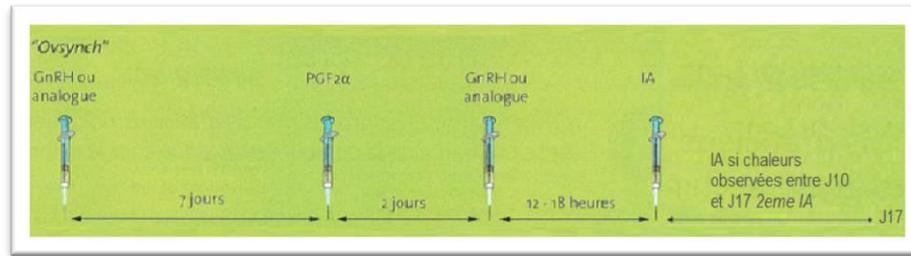


Figure 47: Schéma expérimental du lot 2

II.1.3. Lot III : GP « SelectSynch » N=35.

Les vaches ont reçu le protocole suivant (Figure 48) :

J0 : Injection de 25 mg de cystoreline en i m,

J7 : Injection de 25 mg de Dinoprost en i m,

Insémination : 8 à 12h après la fin du protocole

J9 et J17 : Deuxième insémination 1/2 journée après observation de chaleurs.

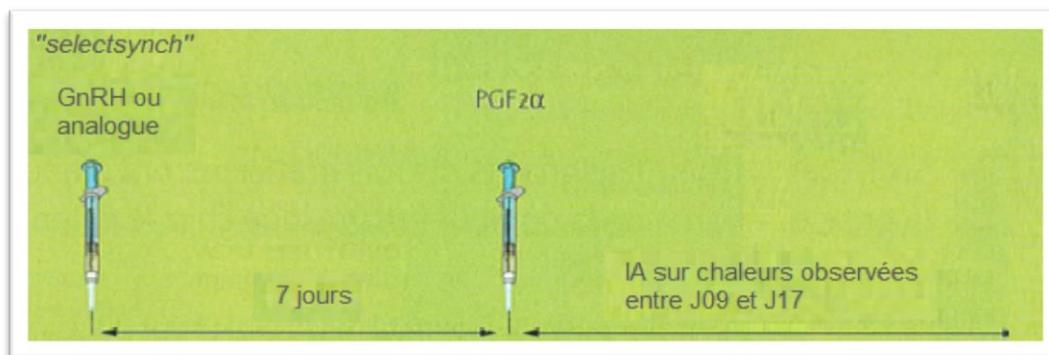


Figure 48: Schéma expérimental du lot 3

II.2. Protocoles à base de progestagènes : (N = 140)

Dans cette deuxième partie, un effectif de 140 vaches et génisses de race montbéliarde et Prim Holstein a été réparti en quatre lots expérimentaux de 35 vaches chacun. L'efficacité de chaque protocole en termes de taux d'induction, taux de gestation, taux de conception et de mise bas ainsi que l'influence des facteurs sur la fertilité d'œstrus induit a été évaluée. Les animaux testés ont subi un traitement hormonal à base de progestagènes dont les schémas thérapeutiques sont comme suit :

II.2.1. Le lot 4 : « Ovsynch + CIDR ».

Les vaches ont reçu le protocole suivant (Figure 49):

J0 : Pose du CIDR suivi d'une injection de GnRH (Cystoreline®): 100 µg/vache en i m,

J7 : Retrait du CIDR suivi d'une injection de PGF2α (Enzaprost®T) : 25 mg/vache en i m ;

J9 : Injection de GnRH (Cystoreline®) : 100 µg/vache en i m ;

J 10: Insémination sur chaleurs observées : 12 à 18 h après la fin du protocole.

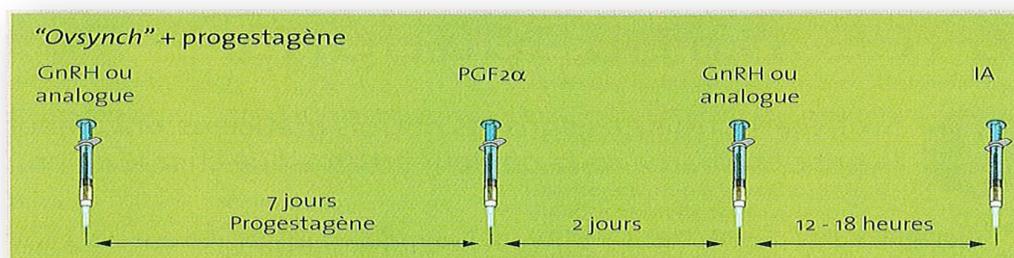


Figure 49: schéma du protocole GPG + CIDR

II.2.2. Le lot 5: « PRID+GP ».

Le schéma de ce protocole est comme suit (Figure 50):

J0 : Pose du PRID suivi d'une injection de GnRH (Cystoreline®) : 100 µg/vache en i m ;

J7 : Retrait du PRID suivi d'une injection de PGF2α (Enzaprost®T) : 25 mg/vache en i m;

J 9: Insémination sur chaleur observées 48 à 56h après la fin du protocole.

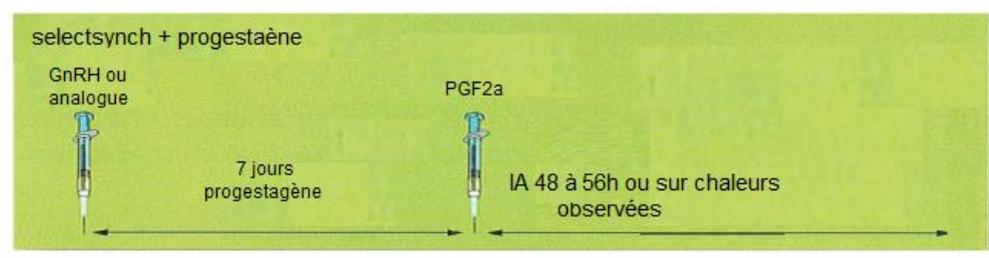


Figure 50: schéma du protocole GP + le PRID.

II.2.3. Le lot 6: « CRESTAR SO®+PMSG 300 ».

Le schéma de ce protocole est comme suit (Figure 51):

J0 : Mise en place de l'implant progestagène CRESTAR SO® (3 mg de Norgestomet, MSD) par voie sous-cutanée auriculaire suivi d'une injection de GnRH (Cystoreline®) : 100 µg/vache en i m ;

J7 : Injection de PGF2α (Enzaprost®T) : 25 mg/vache en i m ;

J9 : Retrait de l'implant suivi d'une injection de 2 ml de CHRONOGEST® PMSG 300: reconstitué dans le solvant (MSD) :

J 11 Insémination sur chaleurs observées : 48 h après le retrait de l'implant.

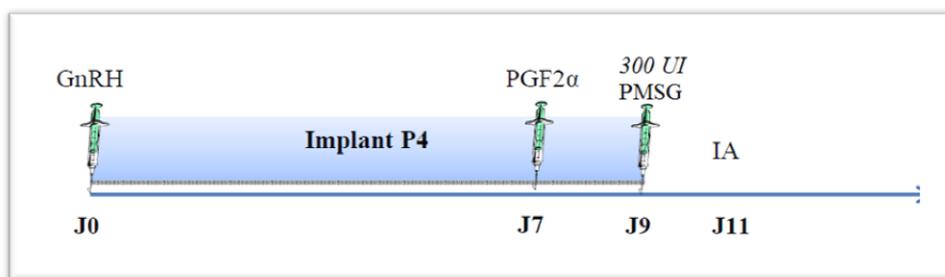


Figure 51: schéma du protocole CRESTAR SO®+PMSG 300 UI.

II.2.4. Le lot 7: « CRESTAR SO®+PMSG 500 ».

Le schéma de ce protocole est comme suit (Figure 52):

J0 : Mise en place de l'implant progestagène CRESTAR SO® (3 mg de Norgestomet, MSD) par voie sous-cutanée auriculaire suivi d'une injection de GnRH (Cystoreline®) : 100 µg/vache en i m ;

J7 : Injection de PGF2α (Enzaprost®T) à la dose de 25 mg par vache par voie intra musculaire ;

J9 : Retrait de l'implant suivi d'une injection de 2 ml de CHRONOGEST® PMSG 500 reconstitué dans le solvant (MSD) :

J 11 Insémination sur chaleurs observées : 48 h après le retrait de l'implant.

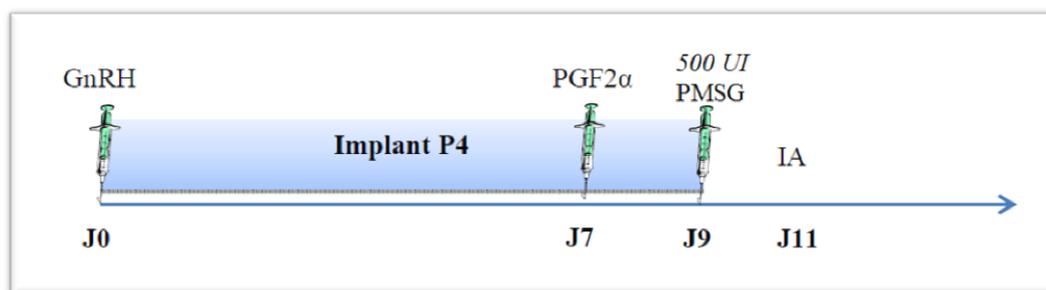


Figure 52: schéma du protocole CRESTAR SO®+PMSG 500 UI.

III. Détection des chaleurs et moment d'insémination :

III.1. Détection des chaleurs

Cette opération a été réalisée par les éleveurs eux-mêmes. Elle est basée sur l'observation de signes externes d'œstrus, confirmée immédiatement par le vétérinaire clinicien. Parmi les signes notés on cite :

- L'acceptation du chevauchement et de l'accouplement ;
- L'émission du mucus ou glaire cervicale ;
- Queues souillées ;
- La congestion de la vulve ;
- L'appréciation de l'œstrus induit a été confirmée également par la perméabilité du cervix par le pistolet d'insémination au moment de l'insémination artificielle.

III.2. Etapes de préparation de la semence

Les semences utilisées dans notre étude provenant du CNIAAG (Tableau 4) appartenant à deux taureaux à savoir INDOR (Montbéliarde) et HAELTOP (Prim'Holstein). L'insémination a été réalisée par le vétérinaire agréé par le CNIAAG en respectant les étapes suivantes :

*La paillette contenant la semence est retirée du récipient de transport (Bonbonne contenant de l'azote liquide à une température de congélation de (-196°C),

*Elle est immédiatement immergée dans une thermos (récipient de décongélation) contenant de l'eau tiède à 34°C à 36°C après avoir été secouée légèrement pour la débarrasser de la goutte d'azote qui reste emprisonnée dans la partie vide de l'extrémité scellée,

* Elle y séjourne 20 à 30 secondes dans le thermos pour être décongelée d'où sa température est alors entre 15 et 20°C,

*La paillette est essuyée pour supprimer toute trace d'eau et l'identité du taureau y est également tout de suite vérifiée.

*Elle est ensuite sectionnée à environ 1 cm de son extrémité puis introduite dans le pistolet d'insémination préalablement chauffé par frottement pour éviter tout choc thermique dont une gaine en plastique assure la protection sanitaire et l'étanchéité de l'appareil.

III.3. L'insémination :

L'insémination a été réalisée pour l'ensemble des protocoles sur chaleurs observées quelques heures de la fin de chaque protocole.

- Immédiatement après la première injection et 2 à 3 jours au plus tard après la deuxième injection de la PGF2 α (Lot 1),
- Entre 12 à 18 h après la deuxième injection de GnRH (GPG) et (CIDR+GPG),
- Entre 8 à 12h après l'injection de PGF2 α dans le protocole (GP) et le retrait du PRID (PRID+GP),
- Dans les 48 heures après le retrait de l'implant (Lots 6 et 7).

Les animaux observés en chaleurs ont été immédiatement inséminés (IA) par la semence congelée provenant de deux taureaux réputés bons reproducteurs (CNIAG).

Une deuxième période de surveillance d'éventuelles venues en chaleurs a été programmée de J10 à J17 pour le lot 3 et de J05 à J17 pour le lot 1 et le lot 2 avec insémination une demi-journée après l'observation des chaleurs.

III.4. La technique d'insémination

La technique d'insémination est celle du cathétérisme cervical avec immobilisation de ce dernier par voie rectale (Figures 53 et 54). La main droite ou gauche introduite dans le rectum (Figure 53) saisit le col et l'autre main introduit le cathéter dans la vulve (préalablement nettoyée) en le poussant vers l'avant et en suivant le plafond du vagin (angle de 45°) pour éviter le méat urinaire (Mokrani, 2011). Les replis vaginaux sont évités en poussant le col tenu de la main droite ou gauche vers l'avant (pour effacer les replis). La localisation de l'orifice du col dans lequel l'extrémité du cathéter doit pénétrer est l'étape la plus délicate de l'intervention. La main qui mobilise le col doit manipuler le col de façon à ce qu'il rencontre le cathéter tout en évitant les plis cervicaux un par un et atteindre la portion cervico-utérine. Une fois le cathéter est en place, la semence y est alors déposée et le pistolet est retiré après (Figure 53).

Tableau 4: Données sur les semences des taureaux utilisés dans l'insémination artificielle

N° d'ordre	Nom	Race	n° Ejaculat utilisé
01	INDOR	Montbéliarde	32091
02	HAELTOP	Prim'Holstein	300314

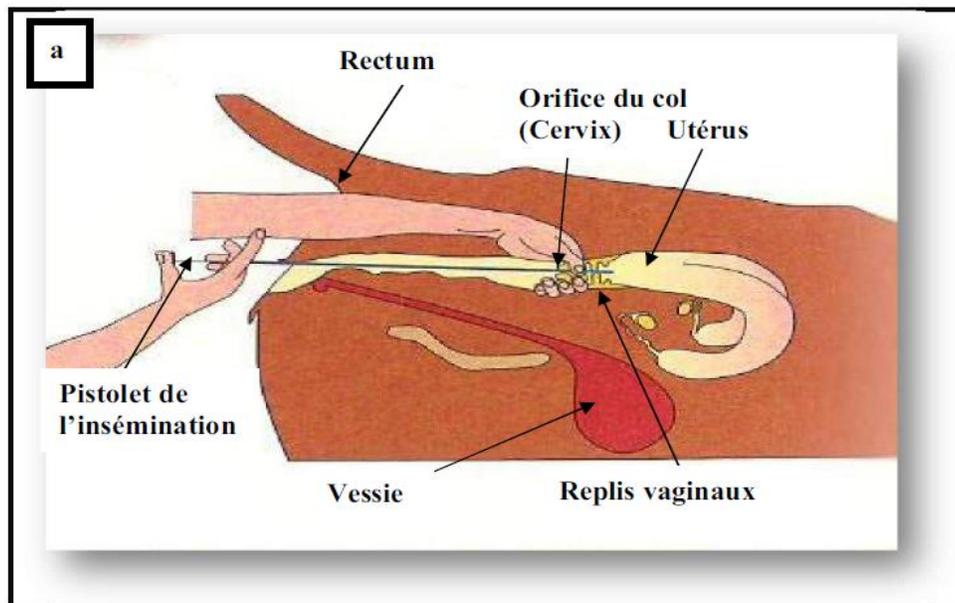


Figure 53: Parties anatomiques impliquées dans l'insémination

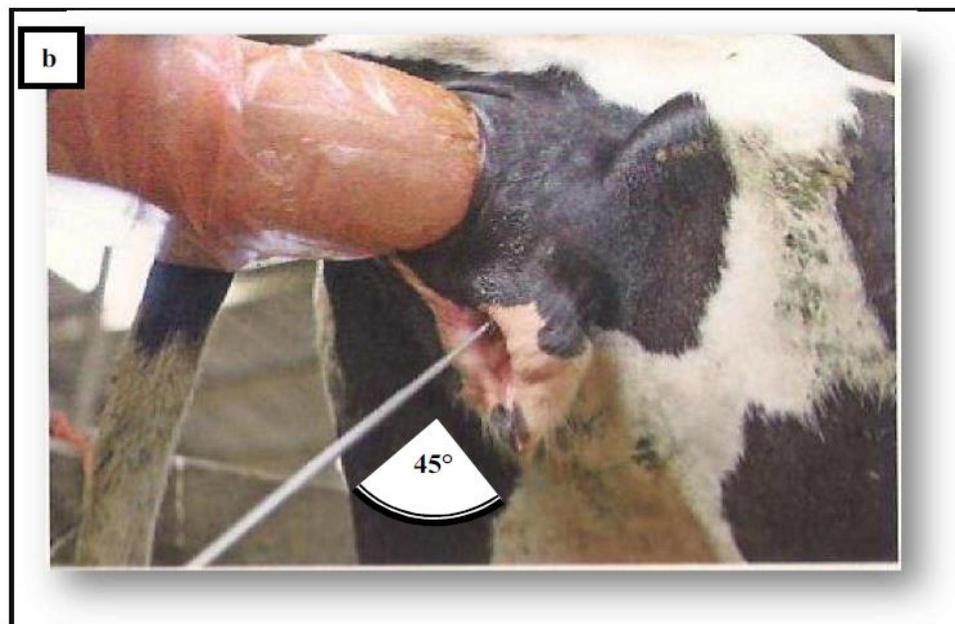


Figure54:Technique de l'insémination artificielle chez l'espèce bovine (Mokrani ,2011)

IV. Méthodologie de l'étude

IV.1. Evaluation de la réussite du traitement de synchronisation des chaleurs

six variables ont été utilisées pour traduire les résultats des protocoles de synchronisation testés .

IV. 1.1.Le taux de vaches observées en chaleurs

C'est le pourcentage de femelles vues en chaleurs par rapport à l'ensemble des femelles mises à la reproduction dans le groupe correspondant,

IV.1.2.Le taux de retour en chaleurs

Il se définit comme étant le rapport entre le nombre de femelles revenues en chaleurs après insémination sur le nombre total des vaches inséminées.

IV.1.3.Le taux de réussite du protocole

Pour évaluer la réussite de la synchronisation, on s'est basé sur l'observation des signes de chaleurs à J10-J17 pour le lot GPG et entre J09 –J17 pour le lot GP.

Le taux de réussite des protocoles dans notre étude correspond au taux de gestation des vaches respectant pour chacun des lots les conditions suivantes :

- Pour le lot 01 PgF2 α : les vaches ne doivent pas forcément avoir reçu toutes les injections du protocole. Si une vache est observée en chaleur après la première injection de PgF2 α , elle doit être inséminée sans recevoir la deuxième injection de PgF2 α .
- pour les lots GPG seul ou associé au CIDR: Les vaches doivent avoir reçu toutes les injections du protocole y compris la pose du diapositif vaginal et être inséminées à J10 avec éventuellement une insémination si des chaleurs sont observées entre J10 et J17.
- pour les lots GP seul ou associé au PRID: Les vaches doivent avoir reçu toutes les injections du protocole y compris la pose du diapositif vaginal et être inséminées une demi-journée après observées en chaleurs entre J9 et J17.
- Pour les lots CRESTAR SO[®] 300 et 500UI de PMSG : Les vaches doivent avoir reçu toutes les injections du protocole y compris la pose de l'implant auriculaire et être inséminées à la fin du protocole sur les chaleurs observées.

* Les vaches sont classées dans le groupe « échec » Si :

Elles ne respectent pas les conditions précédemment citées.

Elles sont diagnostiquées non gestantes,

Elles sont revenues en chaleurs avant le diagnostic de gestation,

IV.1.4. Le taux de gestation des vaches inséminées (taux de conception)

La gestation a été diagnostiquée par échographie à 30 jours après AI et confirmée par palpation rectale le jour 60 après insémination artificielle.

Le taux de conception a été calculé en prenant en compte le nombre total de toutes les vaches observées en chaleurs et inséminées et le nombre de vaches gestantes pour les sept protocoles. C'est le rapport entre le nombre de vaches gestantes et le nombre de vaches inséminées.

IV.1.5. Taux d'avortement :

Le taux d'avortement est défini par le nombre de vaches n'ayant pas mis bas par rapport au nombre total des vaches mises à la reproduction.

IV.1.6. Taux de mise bas

C'est le pourcentage des femelles ayant mis bas par rapport au nombre des femelles pleines.

D. Collecte des données

Les données récoltées ont été notées par les vétérinaires sur des fiches cliniques individuelles.

Ils comprennent des critères suivants:

- Identification : élevage d'origine et numéro d'identification de l'animal
- Numéro du lot ou protocole expérimental
- Race :
- Date de vêlage
- Rang de vêlage
- L'intervalle vêlage-initiation du protocole de synchronisation (55-90)

E. Traitement des données

Dans un premier temps, le respect des critères d'inclusion des vaches et la cohérence des données ont été vérifiés. Les intervalles suivants ont été calculés:

F. Variables incluses dans l'analyse.

I. Variables explicatives.

Plusieurs variables explicatives ont été étudiées :

Tableau 5: variables explicatives utilisées dans l'étude statistique

Variables	Unité/code	Type de variable
Lot	01: PgF2 α 02 : GPG 03: GP	QL
Race	01: Montbeliarde 02 : Prim'Holstein	QL
Rang de vêlage	01:primipares 02:multipares	QL
Intervalle vêlage-traitement (J0)	(55-90) jours	QT

(QL = qualitatif ; QT =quantitatif)

Tableau 06: Variables expliquées utilisées dans l'étude statistique.

Variables	Unité/code	Type de variable
Synchronisation	1 : Synchronisée 2 : Non synchronisée	QL
Diagnostic de gestation	1 : Gestante 2 : Non gestante	QL
Mise bas et avortement	1 : Mise bas 2 : Avortement	QL

II. Variables expliquées.

Plusieurs variables expliquées ont été étudiées :

- La synchronisation.
- Diagnostique de gestation (échographe. palpation rectale).
- L'avortement estimé sur des vaches synchronisées et diagnostiquées gestantes
- La mise bas.

G. Analyse statistique des données

I. Traitement des données.

I.1 Analyse univariée.

L'analyse univariée a permis dans un premier temps de comparer les 07 lots de traitements à base de prostaglandines et progestagènes afin de vérifier à posteriori la qualité de l'appariement. Elle a permis de tester la relation entre une variable explicative et une variable expliquée.

Les relations entre les variables explicatives et expliquées ont été testées par analyse univariée à l'aide des tests suivants.

- Relation entre deux variables qualitatives :
- Test du Chi 2 pour des effectifs théoriques de chaque cas supérieurs ou égaux à 5
- Relation entre une variable quantitative et une variable qualitative.

Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel SAS version (9.1.3).

L'analyse univariée est une étape préalable à l'analyse multivariée.

I.2. Analyse multivariée.

Elle a permis de tester la relation entre une variable expliquée et plusieurs variables explicatives. Les objectifs de cette analyse étaient de tester l'effet du traitement sur:

- Le taux de synchronisation
- Le taux de gestation à 30
- Le taux de conception
- le taux de mis bas
- L'avortement

**PREMIER VOLET DE
L'ÉTUDE
PROTOCOLES A BASE
DE
PROSTAGLANDINES
ET GNRH**

RÉSULTATS

I. Taux d'induction des chaleurs :

I.1.Lot I: PGF2 α :

L'IA était réalisée dans ce lot sur chaleurs observées après la première injection de PgF2 α et une 2ème IA était réalisée également sur chaleurs observées à la fin du protocole.

74.28% soit (26/35) des vaches (Tableau 7, Figure 55a) ont été observées en chaleurs entre J1 et J18. Parmi lesquelles, seuls 20% soit (07/35) de vaches ont exprimé les chaleurs entre J01 et J11.

Cependant, le reste de l'effectif (19/35) soit 25.72% de vaches ont exprimé leurs chaleurs après J11 et inséminées le jour même. Il a été également constaté que parmi les 26 vaches vues en chaleurs, (19/26) vaches sont observées en chaleurs après la deuxième injection de PGf2 α contre seulement (07/26) femelles ayant manifesté des chaleurs après la première injection (73% vs 27% ; P= 1.966).

I.2. Lot II: « GPG »

L'IA était réalisée dans ce lot également sur chaleurs observées particulièrement à J10 soit 12 à 18h à la moyenne après la deuxième injection de GnRH. Une 2ème IA a été réalisée si des chaleurs étaient observées chez d'autres vaches entre J10 et J17.

(17/35) soit 48.57% de vaches (Tableau 08, Figure 55b) ont été observés en chaleurs dont 20% soit (07/35) et 5.71% soit (02/35) de vaches ont exprimé ses chaleurs respectivement à J11 et J12 (Tableau 08, Figure 55). Cependant, 22.85% soit (08/35) ont été notées en chaleurs à J10 et inséminées le jour même. Sur les fiches cliniques, il était demandé que seulement les femelles observées en chaleurs entre J10 et J17 uniquement soient notées (Figure 56). Les autres vaches vues en chaleurs à des dates en dehors de cet intervalle n'ont pas été prises en considération.

Ainsi, (04/35) vaches ont été observées en chaleurs avant J10 et après J17 (Figure 57) dont la différence n'est pas significative (P= 2.807).

Tableau 7 : Taux de chaleurs pour les protocoles à base de prostaglandines et GnRH N=105

Lots	Effectif	Apparition des chaleurs
Lot 1 : PGF2 α	N=35	(26/35) soit 74%
lot 2 : GPG	N=35	(17/35) soit 48.57%
lot 3 : GP	N=35	(14/35) soit 40%

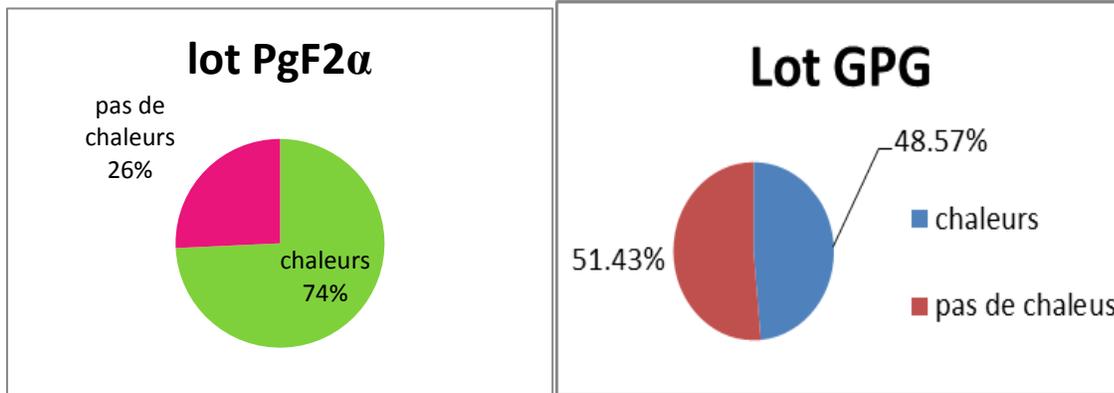


Fig55a: Lot I: PGF2α

Fig55b: Lot II: GPG

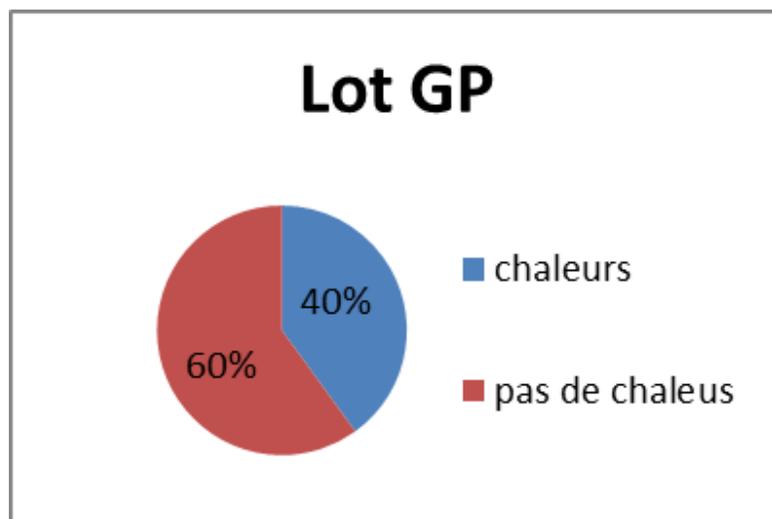


Fig55c : Lot III : GP

Figure 55 : Taux d'induction des chaleurs des lots à base de prostaglandines et GnRH N=35

I.3.Lot III : « GP »

L'IA a été réalisée sur chaleurs observées entre J9 et J17 avec un délai d'1/2 journée entre observation des chaleurs et IA. 40% soit (14/35) de vaches de ce lot (Figure 55c) ont été observées en chaleurs durant cette période et inséminées une demi-heure après.

La majorité d'entre elles (11/14) soit 78.57% a été observée sur une période restreinte entre J9 et J12 (Tableau 09, Figure 58). Sur les fiches cliniques, il était demandé que les chaleurs soient observées entre J9 et J17.).

Les vaches ayant exprimé des chaleurs en dehors de cette période ont été classées dans le groupe « échec ». 5.71% soit (02/35) et 8.51% (03/35) de vaches ont exprimé des chaleurs respectivement avant J9 après J17. En total, (19/35) vaches ont exprimé des chaleurs dans ce lot (Figure 59) quelle que soit la période d'observation contre (16/35) femelles non détectées en chaleurs correspondant aux taux (54.28% vs 46.71% ; P= 0.284).

Tableau 08 Taux de chaleurs induites dans le lot II (N=35)

Jour d'apparition des chaleurs	Jours	Nombre	Pourcentage
Signes de chaleurs observés entre J10 et J17	J10	08/35	22.85%
	J11	07/35	20%
	J12	02/35	5.71%
	J10 et J17	17/35	48.57%
chaleurs observées avant J10	J09	02/35	5.71%
chaleurs observées après J17	J20	01/35	2.85%
	J29	01/35	2.85%

Tableau 09 : Taux de chaleurs induites (lot III)

Jour d'apparition des chaleurs	Jours	Nombre	Pourcentage	P
Signes de chaleurs observées entre J09 et J17	Entre J09 et J11	08/35	22.85%	7.043
	Entre J12 et J17	06/35	17.41%	
	J09 et J17	14/35	40%	
chaleurs observées avant J09	J03-J05	02/35	5.71%	
Chaleurs observées après J17	J18- J25	03/35	8.51%	

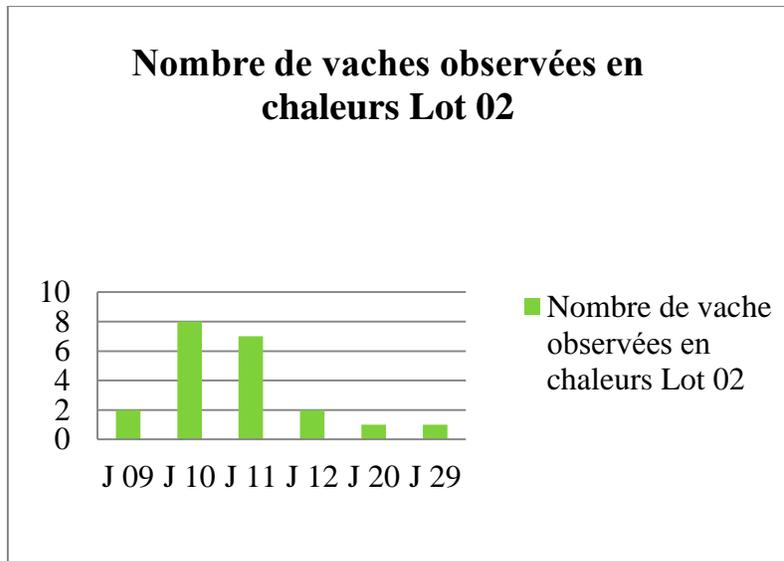


Figure 56: Répartition journalière des chaleurs (lot2)

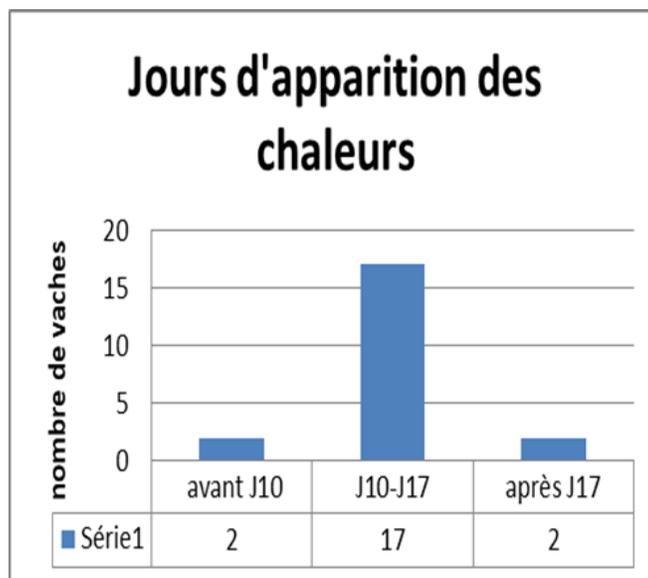


Figure 57: Répartition périodique des chaleurs (lot 02)

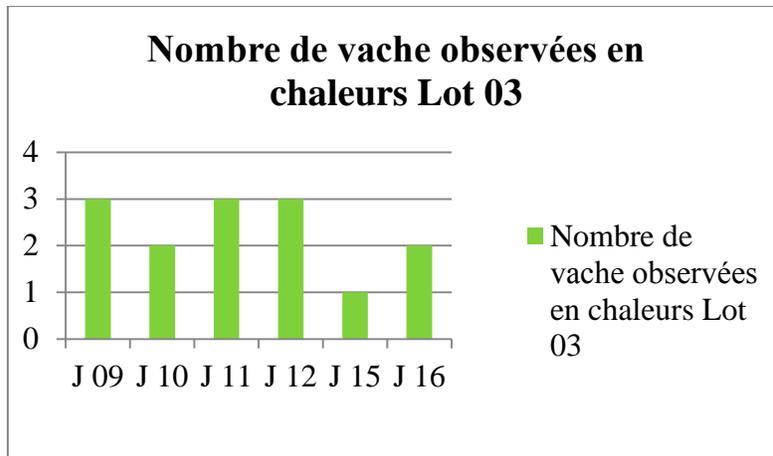


Figure 58: Répartition journalière des chaleurs (lot3)

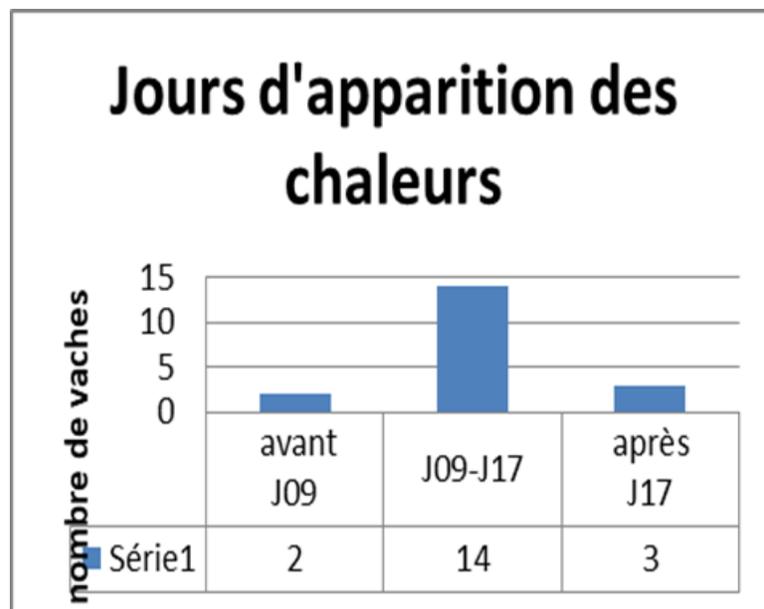


Figure 59: Répartition périodique des chaleurs (lot 03)

I.4.Taux de retours en chaleurs :

Selon les données du tableau N°11, il ressort que sur les 26 et 17 femelles traitées et inséminées, 02 vaches soit 7.69% sont revenues en chaleurs pour le lot PGF2 α et une seule vache pour le lot GPG soit 5.88% (Figure 60). Cependant, aucune vache n'est revenue en chaleurs pour le lot GP. Au total 5.26%, soit (3/57) vaches sont revenues en chaleurs pour les trois lots

I.5.Fertilité sur le retour en chaleurs

Parmi les vaches qui ont exprimé leurs chaleurs de nouveau, seulement les 02 vaches du lot PgF2 α , qui ont été confirmées gestantes avec un taux de fertilité de 100%. Cependant, la vache qui est revenue en chaleurs dans le lot I n'a pas été diagnostiquée gestante (Tableau 10).

Tableau 10: Fertilité sur le retour en chaleurs

Protocole	vaches vues en chaleurs	Retours en chaleurs	Taux de fertilité	P
Lot 01 PGF2 α	26	02 (7.69%)	100% (2/2)	1.38
Lot 02 (GPG)	17	01 (5.88%)	0% (0/1)	
Lot 03 (GP)	14	00 (0%)	00 (0%)	

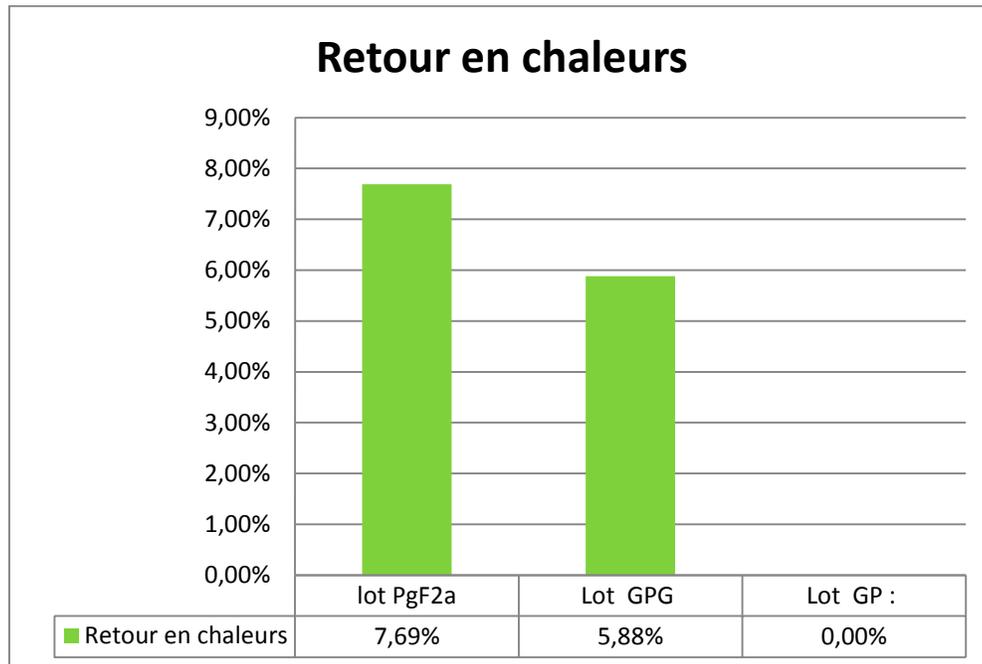


Figure 60: Taux de retour en chaleurs.

II. Taux de gestation (Taux de réussite du protocole)

Les taux de réussite des protocoles de synchronisation des chaleurs correspondent dans notre étude aux taux de gestation pour les vaches diagnostiqués gestantes par échographie répondant aux conditions énoncées dans le chapitre matériels et méthodes. Des taux estimés à 54 % ,31.4 % et 28.6 % ont été relevés respectivement pour les lots 01,02 et 03 avec une différence est hautement significative entre les trois lots ($P = 0.0002$; Tableau 11).

Tableau 11: Taux de réussite du protocole de synchronisation des chaleurs pour les 3 lots

	Classes	Effectif (Pourcentage)				P
		PgF2 α	GPG	GP	Total	
Réussite/échec du protocole = Taux de gestation	Réussite	19/35 (54.42%)	11/35 (31.42%)	10/35 (28.6%)	40/105 (38.09%)	0.0002
	Echec	16/35 (45.71%)	24/35 (68.57%)	25/35 (71.42%)	65/105 (61.90%)	

II.1.Lot I : « PGF2 α » N=35

Parmi les 35 vaches traitées et inséminées dans ce lot, seulement 19 vaches (Figure 61a) ont été diagnostiquées gestantes selon les conditions citées précédemment contre 16 femelles non gestantes (54.42% vs 45.71% ; $p=0.218$).

II.2.Lot II : « GPG » N=35

Selon les conditions de la réussite de protocole citées si dessus, seulement 11 vaches (Figure 61b) parmi les 35 femelles traitées ont été diagnostiquées gestantes dans le lot II contre 24 femelles non gestantes (31.42% vs 68.57% ; $p=1.487$).

II.3.Lot III: « GP » N=35

Dans ce lot, seulement 10 vaches ont été diagnostiqués gestantes (Figure 61c) parmi les 35 vaches traitées contre 25 femelles non confirmées gestantes (28.6% vs 71.42% ; $p=1.403$).

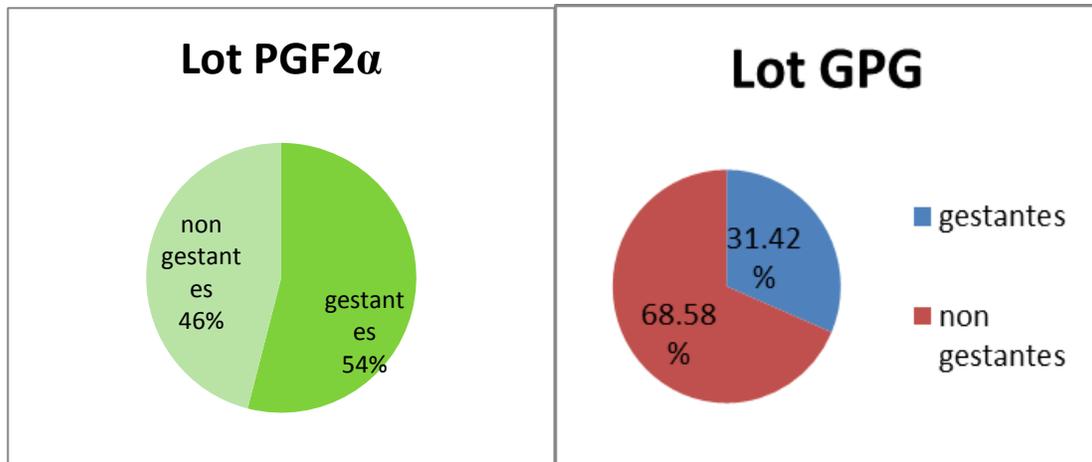


Fig61 Lot I: PgF2 α

Fig61b: Lot II: GPG

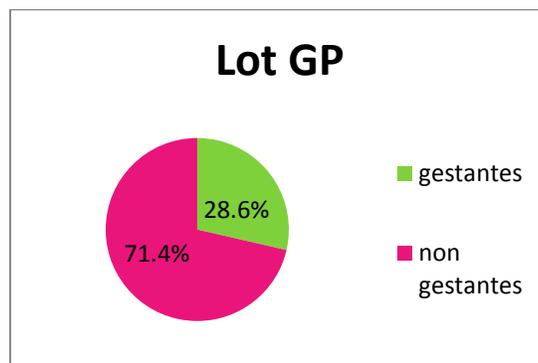


Fig61c : Lot III : GP

Figure 61: Taux de gestation de chaque lot à base de prostaglandines et/ou GnRH N=35

III. Taux de conception (Taux de gestation des vaches inséminées)

Le taux de gestation des vaches inséminées sur chaleurs observées pour les trois lots testés dans notre étude correspond au taux de conception. Il est estimé à 73.07% soit (19/26), 64.7% soit 11/17 et 71.4% soit 10/14 respectivement pour les lots 01, 02 et 03 dont la différence n'est pas significative entre les trois lots (tableau 12).

Tableau 12 : Taux de gestation des vaches inséminées pour chacun des lots

	Classes	Effectif (Pourcentage)				P
		PgF2 α	Lot GPG	Lot GP	Total	
Taux de gestation des vaches inséminées	Gestantes	19/26 (73.07%)	11/17 (64.7%)	10/14 (71.4%)	40/57 (70.17%)	0.397
	Non gestantes	7/26 (27%)	06/17 (35.29%)	04/14 (28.57%)	17/57 (30%)	

III.1. Lot 1 : « PGF2 α » N=35

Parmi 26 vaches vues en chaleurs et inséminées immédiatement dans ce lot (Figure 62a), 19 vaches ont été diagnostiquées gestantes selon les conditions citées précédemment contre seulement 7 femelles non confirmées gestantes (73.07% vs 27% ; p=1.698).

III.2. Lot II : « GPG » N=35

Selon les conditions de la réussite de protocole citées ci-dessous, Parmi les 17 vaches observées en chaleurs (Figure 62b), durant la période J10 – J17 dans le lot II, 11 vaches ont été diagnostiquées gestantes contre seulement 6 femelles (64.7% vs 35.29% ; p=3.190).

III.3. Lot III : « GP » N=35

Dans ce lot, 10 vaches ont été diagnostiquées gestantes parmi les 14 vaches (Figure 62c) observées en chaleurs durant la période J09 – J17 contre seulement 4 femelles non diagnostiquées gestantes (71.4% vs 28.6% ; p=1.423).

IV. Evaluation comparative selon les trois performances reproductives N=35:

IV.1. Lot PGF2 α :

De meilleures performances reproductives ont été relevées dans ce lot avec des taux intéressants (74%, 54% et 73.07% ; 0.0031) respectivement pour les taux d'induction des chaleurs, la gestation et la conception (Figure 63).

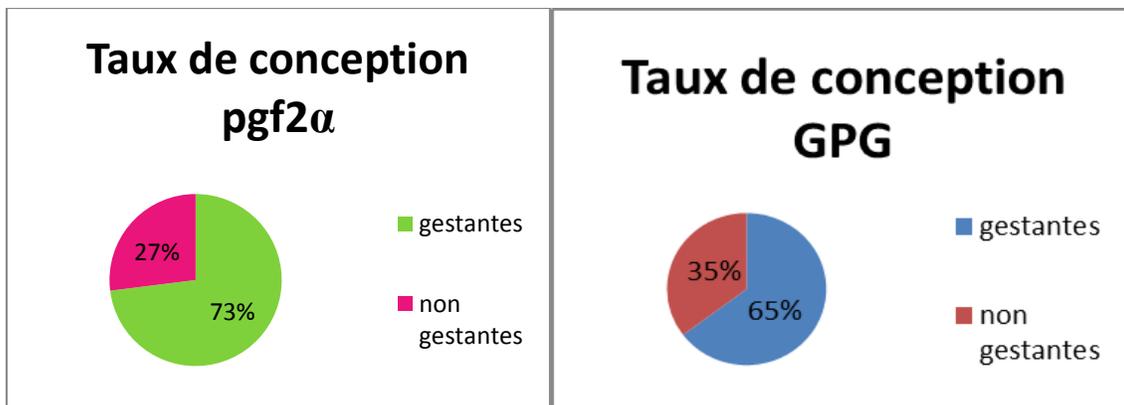


Fig62: Lot I: PgF2α

Fig62b: Lot II: GPG

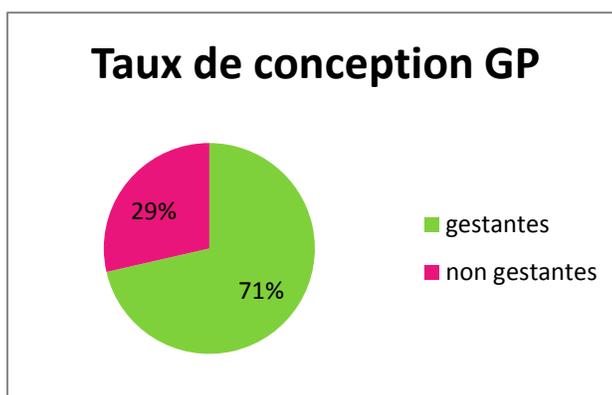


Fig62c : Lot III : GP

Figure 62: Taux de conception des lots à base de prostaglandine et/ou GnRH N=35

IV.2.Lot GPG :

Ce lot a relevé un bon taux de conception (Figure 64) et ce malgré l'enregistrement d'un taux moyen d'induction des chaleurs et un faible taux de gestation sans aucune différence significative entre les trois taux (64.70% ; 48.57% ; 31.42% ; $P= 1.521$).

IV.3.Lot GP :

Ce lot a enregistré presque les mêmes performances obtenues dans le lot GPG et à un degré plus particulièrement pour le taux de conception (40%, 28.60% et 71.40% ; $P= 2.674$) représentés respectivement pour le taux d'observation des chaleurs, la gestation et la conception (Figure 65).

V. Evaluation comparative selon une seule performance reproductive N=105:

V.1.Comparaison des taux d'induction des chaleurs:

C'est le lot à base de prostaglandines seules (deux injections) qui a donné un meilleur taux d'induction des chaleurs par rapport aux deux autres lots associant la PGF2 α à la GnRH avec des taux de (74% , 48.57% et 40% ; $P= 03.385$) respectivement pour les lots 1, 2 et 3 (Figure 66a).

V.2.Comparaison des taux de gestation :

Parmi les 40 vaches diagnostiquées gestantes dans les trois protocoles utilisés dans cette catégorie de traitement , c'est toujours le lot à base de prostaglandines seules (deux injections) qui a donné un meilleur taux de gestation par rapport aux deux autres lots associant la PGF2 α à la GnRH avec des taux de (54%, 31.42% et 28.60%) respectivement pour les lots 1, 2 et 3 (Figure 66b) dont la différence est hautement significative ($P= 0.00035$).

V.3.Comparaison des taux de conception :

Parmi les 19, 11 et 10 vaches diagnostiquées gestantes dans cette catégorie de traitement, de meilleurs taux de conception ont été enregistrés (73.07% 64.70% 71.40 ; $P= 0.387$) respectivement pour les protocoles 1,2 et 3 (Figure 66c).

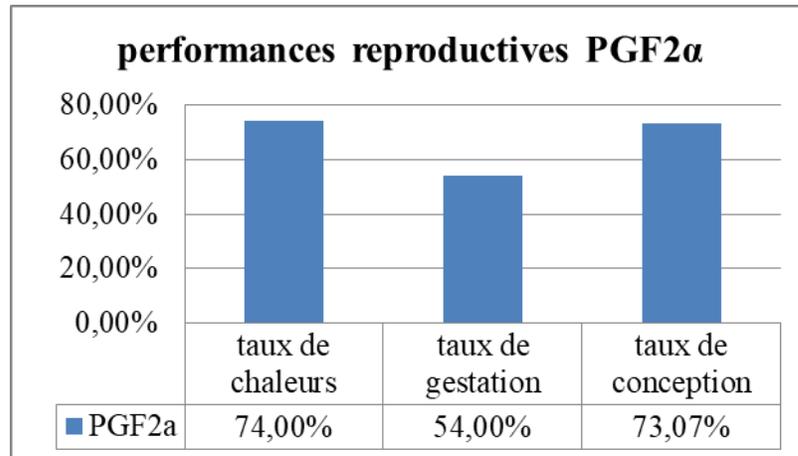


Figure 63: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot PGF2α N=35

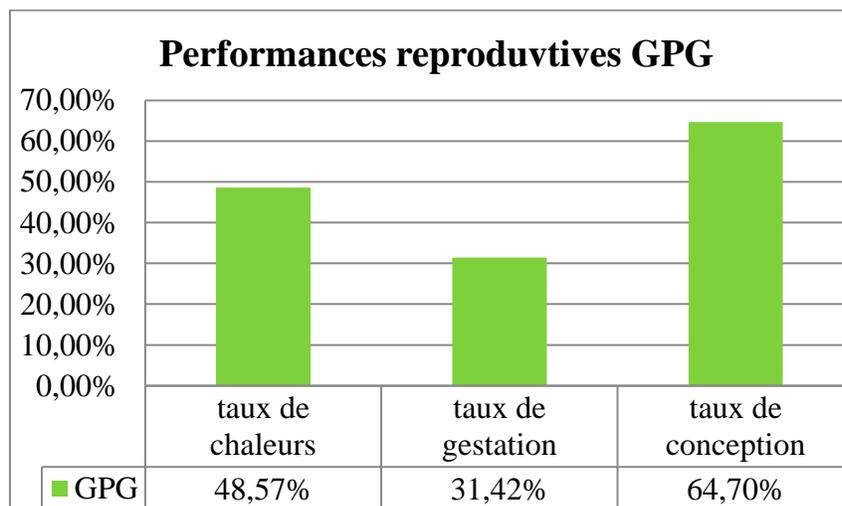


Figure 64: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot GPG N=35

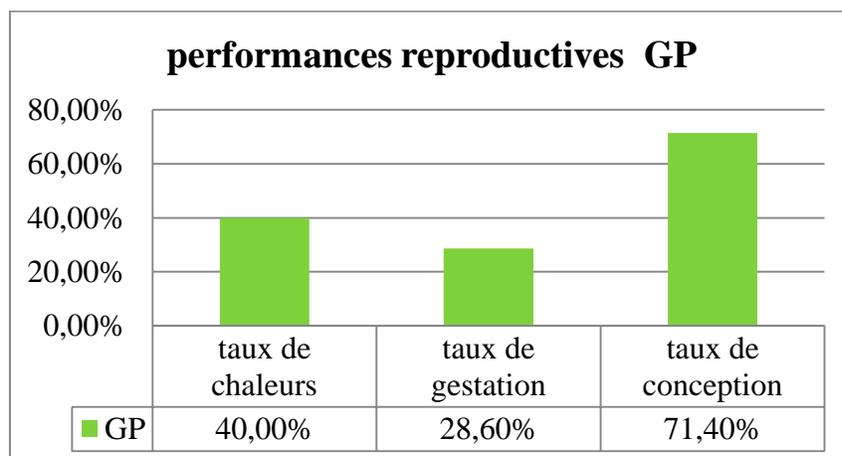


Figure 65: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot GP N=35

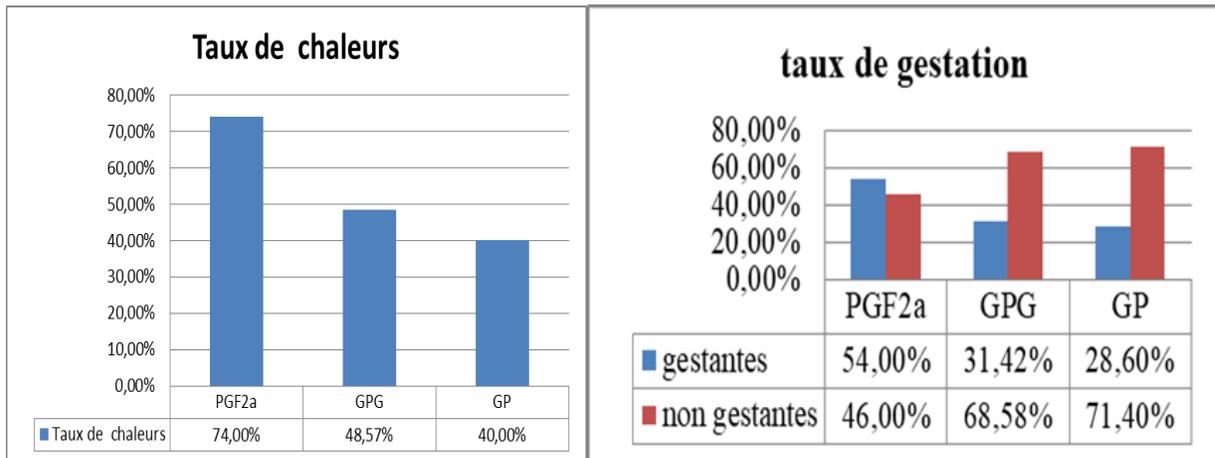


Figure 66a: lot I

Figure 66b: lot II

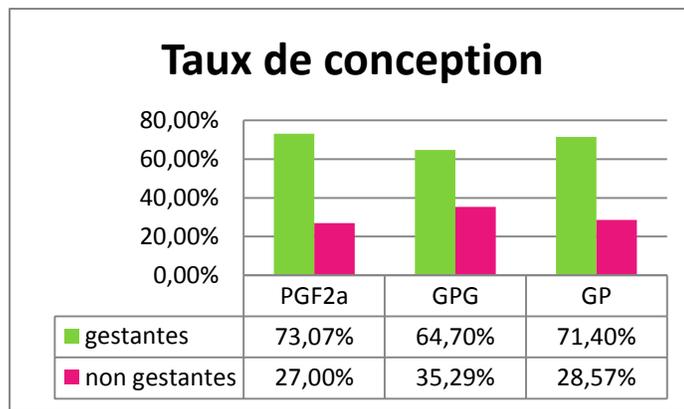


Figure 66c : lot III

Figure 66: Evaluation comparative des performances reproductives pour chaque lot N=105

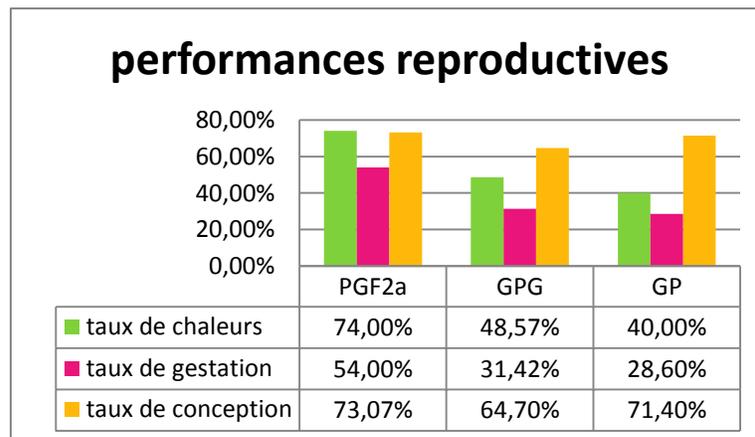


Figure 67: Evaluation comparative des performances reproductives pour les trois lots N=105

VI. Evaluation comparative des protocoles à base de prostaglandines=105:

De bonnes performances reproductives en termes de taux de réponse en chaleurs et de conception ont été enregistrées dans cette catégorie de traitement et à un degré moindre un taux de gestation plus ou moins acceptable (54%, 70% ,38%; P= 4.359). C’est le lot à base de prostaglandines seules (Figure 67) qui révèle le meilleur protocole parmi les trois testés dans cette étude et ce pour les trois performances évaluées (74.28%,54.42%,73.07% ; P= 0.0036).Cependant, malgré les faibles taux de gestation enregistrés particulièrement pour les protocoles à base de GPG et GP, de meilleurs taux de conception en parallèle ont été relevés pour tous les protocoles soit à base de prostaglandines seules ou associés à la GnRH (Figure 67).

VII. Taux de mise bas :

Les taux de mise bas enregistrés dans cette première catégorie de traitement à base de PGF2αseule ou associée à la GnRH varie de 26% pour les protocoles GPG et GP jusqu’à 42.85% pour le protocole à base de PGF2α seule avec une moyenne de 31.42% (Tableau 13, Figure 68) dont la différence est significative (P= 0.012).

Tableau 13 : Taux de mise bas pour les protocoles à base de Prostaglandines et GnRH N=105

	Classes	Effectif (Pourcentage)				P
		Lot PgF2α	Lot GPG	Lot GP	Total	
Taux de mise bas des vaches inséminées	mise bas	15/35 (42.85%)	9/35 (26%)	9/35 (26%)	33/105 (31.42%)	0.012
	Avortement	4/35 (11.42%)	2/35 (05.71%)	1/35 (02.85%)	7/105 (06.66%)	0.046

VIII.1.Le taux de d’avortement

Le taux d’avortement a été calculé par le rapport entre le nombre de vaches n’ayant pas mis bas par rapport au nombre de total des femelles traitées. Un taux important (11.42%) soit 4/35 pour le lot PGF2α, suivi d’un taux de 05.71% et de 02.85% respectivement pour les lots GPG et GP (Tableau 13). Parmi le nombre total des vaches appartenant aux trois lots expérimentaux (N=105) et particulièrement celles qui ont été confirmées gestantes (40), seules (33/105) vaches soit 31.42% sont arrivées au terme contre 07 vaches soit (06.66%) ayant avorté (Figure 66) avec une différence significative (P= 0.046).

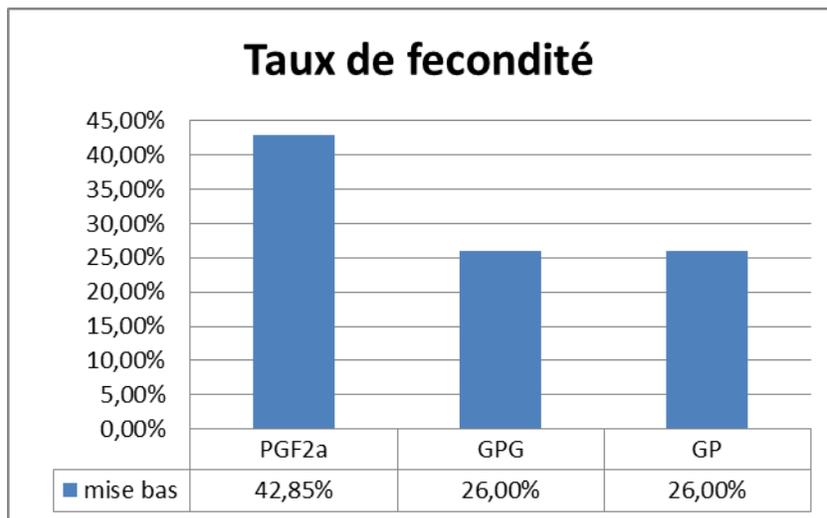


Figure68 : taux de fécondité pour les Trois lots

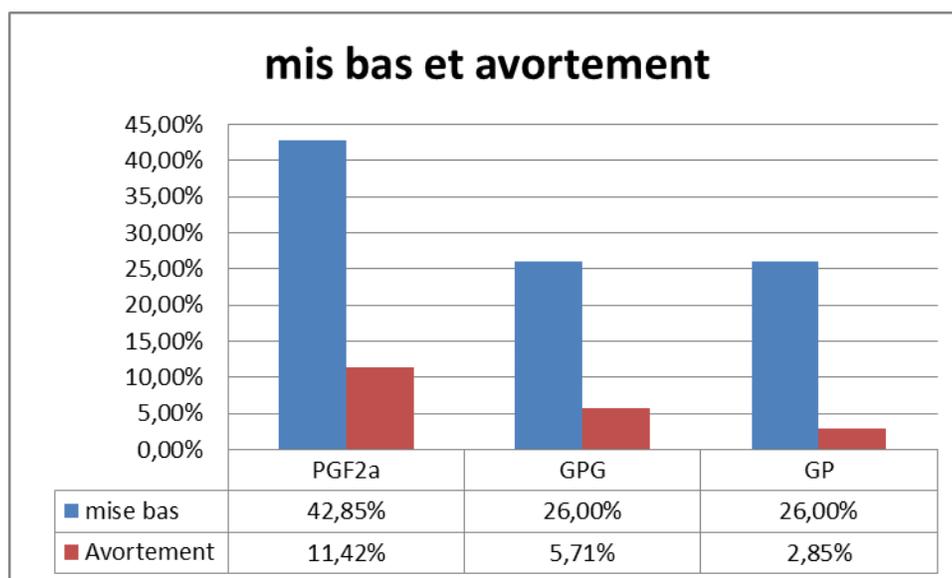


Figure 69: Comparaison entre le taux de mise bas et le taux d'avortement N=105

VIII. Effet des facteurs individuels sur les performances reproductives :

Les facteurs individuels tels que la race, la parité et l'intervalle vêlage-traitement ont été testés pour les trois lots de cette catégorie de traitement en termes de taux d'induction des chaleurs et le taux de conception (Tableaux 15 et 16). Il n'existe pas de différence significative au seuil de 5 % pour la race et la parité à l'exception du facteur intervalle vêlage-Traitement (Tableau 14).

Tableau 14: Comparabilité des trois lots pour les variables qualitatives et quantitatives (N=105).

Variables		Lot I	Lot II	Lot III	P
Race	MB	26	22	18	0.521
	PH	09	13	17	
La parité	PM	12	19	08	1.95
	MP	23	16	27	
Intervalle V- J0	[55-69J]	2807	23	25	0.12
	[70-90J]		12	10	

Le « p » correspond à la « valeur p » (« p-value » en anglais), risque de rejeter à tort l'hypothèse H0.

Tableau 15 : Taux d'induction des chaleurs pour les protocoles à base de Prostaglandines et GnRH

Taux D'induction	PGF2 α	GPG	GP	P
Montbeliarde	73% (19/26)	68.18% (15/22)	16.16% (3/18)	2.49
Prim'Holstein	77.77% (7/9)	15.38% (2/13)	64.70% (11/17)	
Primipare	83.33% (10/12)	21.05% (4/19)	25% (2/8)	4.097
Multipare	69.56% (16/23)	81.25% (13/16)	44.44% (12/27)	
[55-69] jours	67.85% (19/28)	52.17% (12/23)	36% (9/25)	0.049
[70-90] jours	100% (7/7)	41.66% (5/12)	50% (5/10)	

Tableau 16: Taux de conception des protocoles à base de Prostaglandines et GnRH

Taux de conception	PGF2 α	GPG	GP	P
Montbeliarde	73.68% (14/19)	60% (09/15)	100% (3/3)	2.49
Prim'Holstein	71.42% (5/7)	100% (2/2)	(63.63%) 7/11	
Primipare	70% (7/10)	25% (1/4)	100% (2/2)	3.094
Multipare	75% (12/16)	76.92% (10/13)	66.66% (8/12)	
[55-69] jours	63.15% (12/19)	58.33% (7/12)	77.77% (7/9)	0.0491
[70-90] jours	100% (7/7)	80% (4/5)	60% (3/5)	

VIII.1.Effet de la race

VIII.1.1.Lot PGF2 α

77.77% soit (7/9) vaches de race Prim'Holstein ont manifesté des signes de chaleurs dans ce lot (Figure 70a) contre seulement 73% soit (19/26) vaches de race Montbéliarde avec une différence non significative ($p= 0.44$). Néanmoins, un taux de conception plus ou moins important a été enregistré en faveur de la race Montbéliarde (73.68% vs 71.42%) dont 14 et 5 vaches respectivement de race Montbéliarde et Prim Holstein diagnostiquées gestantes parmi les 26 vaches vues en chaleurs et inséminées (Figure 70) avec une différence non significative ($p= 0.72$).

VIII.1.2.Lot GPG

C'est la race Montbéliarde qui a relevé un meilleur taux d'induction des chaleurs par rapport à la Prim Holstein dont 15 et 2 vaches respectivement de race Montbéliarde et Prim Holstein sont vues en chaleurs (68.18% vs 15.38% ; $p = 1.113$) parmi les 35 vaches traitées (Figure 70b). Cependant, un bon taux de conception a été relevé en faveur de la Prim Holstein dont (2/2) contre (9/15) femelles de race Montbéliarde (100% vs 60% ; $p= 1.53$) parmi un total de 17 vaches gestantes.

VIII.1.3.Lot GP

Parmi les 35 vaches traitées dans ce lot (, (3/18) et (11/17) vaches respectivement de race Prim Holstein et Montbéliarde sont vues en chaleurs (Figure 70c) en enregistrant des taux d'induction des chaleurs (16.16% vs 64.70% ; $p = 2.673$), ce qui correspond également à un taux de conception plus élevé pour la race Montbéliarde par rapport à la Prim Holstein (80% vs 50% ; $p = 1.71$) parmi les 14 vaches vues en chaleurs dans ce lot (Figure 70c).

VIII.2.Effet de la parité

VIII.2.1.Lot PGF2 α :

Des taux d'induction des chaleurs presque similaires(Figure 70a) sont obtenus pour les deux catégories de femelles (63.33% vs 69.56%) dont une différence non significative (P= 0.350), ce qui correspond à de meilleurs taux de conception pour les deux tranches d'âge (70% vs 75%) parmi les 26 femelles gestantes avec une légère supériorité en faveur des multipares par rapport aux primipares dont la différence est encore non significative (P= 0.428).

VIII.2.2. « GPG »:

4 et 13 vaches parmi un total de 17 vaches dans ce lot (Figure 70b) sont vues en chaleurs en enregistrant ainsi des taux d'induction des chaleurs de (21.05% vs 81.25% ; P = 4.89) respectivement pour les femelles primipares et les multipares. Ce qui correspond à un taux de conception plus élevé également pour les multipares par rapport aux primipares et ce parmi les 11 femelles diagnostiquées gestantes dans ce lot(76.92% vs 25% ; P = 2.073).

VIII.2.3.Lot « GP » :

Dans ce lot, ce sont les multipares (Figure 70c) qui ont enregistré un taux d'induction plus ou moins supérieur par rapport aux primipares (44.44% vs 25%)avec une différence hautement significative (P= 0.0038). Par ailleurs, un taux de conception très élevé a été obtenu en faveur les primipares (100% vs 66.66%) et ce parmi les 14 vaches vues en chaleurs et inséminées dont la différence est non significative (P= 2.52).

VIII.3.Effet de l'IV-T

VIII.3.1.Lot PGF2 α

De meilleurs taux d'induction des chaleurs et de conception (100%) ont été relevés pour la deuxième tranche de mise à la reproduction (70 à 90 jours) par rapport aux femelles de la première tranche (55 à 69 jours), lesquelles ont enregistré des taux de 67.85% et 63.15% (Figure 70a) correspondant respectivement aux taux de chaleurs et de conception dont la différence n'est significative pour le taux d'induction des chaleurs ($p= 2.012$) et le taux de conception ($p= 1.803$).

VIII.3.2.Lot GPG :

Dans ce lot, (12/23) et (5/12) vaches pour les deux tranches de mise à la reproduction ont enregistré des taux d'induction des chaleurs de 52.17% et 41.66% (Figure 70b) respectivement pour la première et deuxième tranche d'âge (55-69J vs 70-690J ; $P= 0.136$). En parallèle, des taux de conception ont été relevés (58.33% vs 80%) en faveur des femelles mises à la reproduction à partir de 70J post partum dont la différence est hautement significative ($P= 0.0009$).

VIII.3.3. Lot GP :

Ce sont les femelles mises à la reproduction à partir de 70eme jour post partum qui ont enregistré (Figure 70c) un taux d'induction des chaleurs plus ou moins supérieur (50%) par rapport à celles traitées à partir du 55eme jour PP (36%) avec une légère différence significative ($P= 0.045$) qui par ailleurs, elles ont obtenu un taux de conception le plus élevé (77.77% vs 60%) dont la différence est hautement significative ($P = 0.006$).

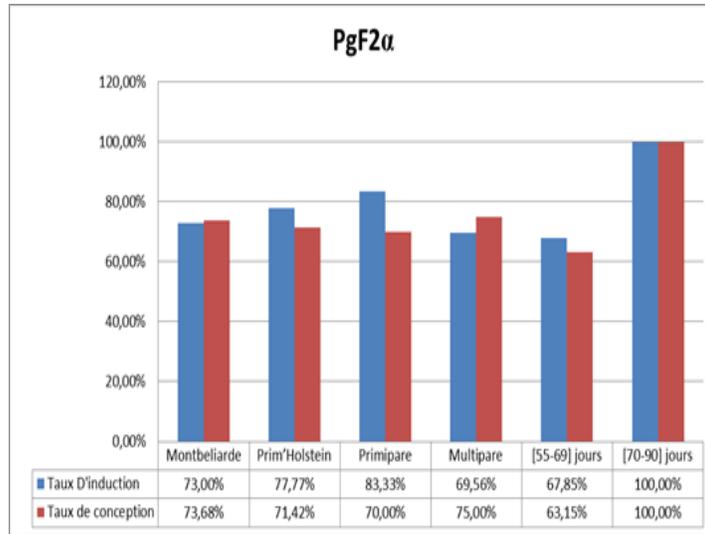


Figure 70a: Lot I

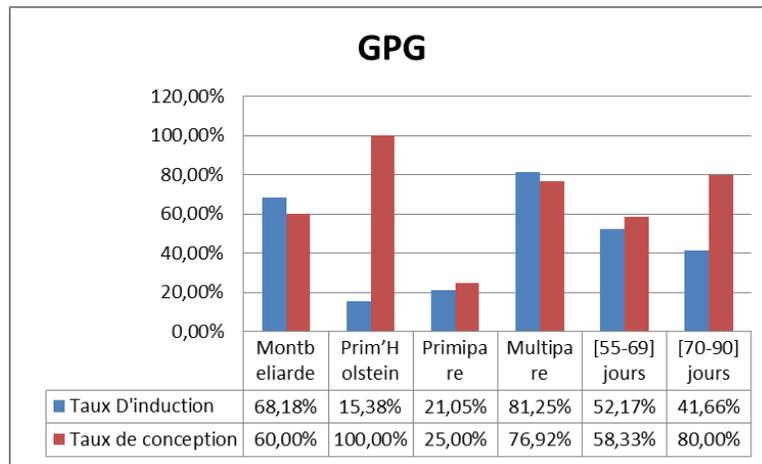


Figure 70b: Lot II

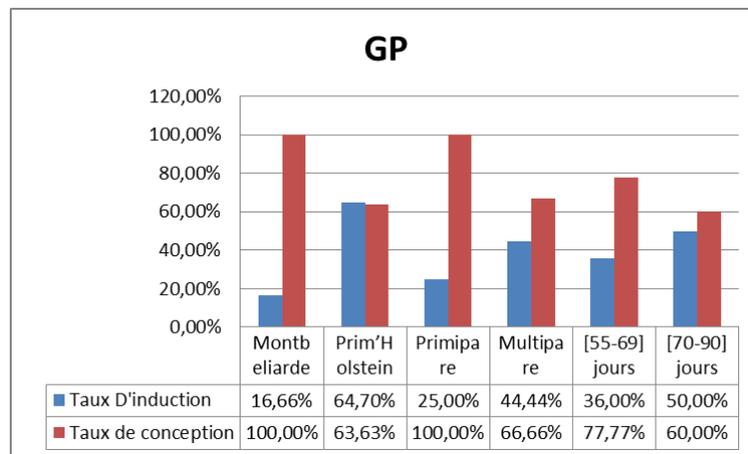


Figure 70c: Lot III

Figure 70: Effet des facteurs individuels sur les taux d'induction des chaleurs et de conception N=35

VIII. Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=105:

Les mêmes facteurs évalués dans chaque protocole en termes de taux d'induction des chaleurs et de conception ont été également testé pour l'ensemble des protocoles de cette catégorie de traitement.

VIII.1. Effet de la race:

Parmi les 105 vaches traitées dans cette catégorie de traitement, (37/66) femelles de race Montbéliarde contre seulement (20/39) femelles de race Prim Holstein (Tableau 17 et Figure 71) ont manifesté des signes de chaleurs avec des taux de (56.06% vs 51.28% ; P = 0.497). Concernant l'effet de la race sur la conception (Tableau 18 et Figure 72), des taux presque similaires ont été relevés (70.45% vs 69.23%) respectivement pour les femelles Montbéliarde (31/44) et (9/13) de race Prim Holstein et ce malgré que la représentativité des races au début du traitement est en faveur de la race Montbéliarde (62.85% vs 37.14% ; P = 0.966).

VIII.2.Effet de la parité:

(16/39) primipares et (41/66) multipares sont vues en chaleurs (Tableau 17 et Figure 71) parmi les 105 femelles traitées dans cette catégorie de traitement avec une différence hautement significative (41.02% vs 62.12% ; P= 0.0028).La parité a également un effet sur les taux de conception d'où (10/16) primipares sont diagnostiquées gestantes (Tableau 18 et Figure 72) contre (30/41) multipares avec une différence non significative (62.5% vs 73.17% ; P = 0.106), ce qui correspond bien à la représentativité des femelles au début du traitement (62.85% de Multipares vs 37.14% de primipares).

VIII.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement:

De moyens taux d'induction des chaleurs (Tableau 17 et Figure 71) ont été enregistrés selon le facteur intervalle vêlage- traitement (52.63% vs 58.62% ; P = 0.393) respectivement pour le premier et le deuxième intervalle de mise à la reproduction. Cependant, l'effet de ce facteur sur le taux de conception (Tableau 18 et Figure 72) a montré que les femelles mises à la reproduction à partir de 70 jours post partum ont présenté un taux plus important que celles ayant reçu les traitements très tôt à partir de 55 jours (82.35% vs 65% ; P= 0.024) et ce malgré que le nombre de femelles mises à la reproduction est très important dans la première tranche (76/105 soit 72.38%) que celui de la deuxième tranche (29/105 soit 27.61%).

Tableau 17: Effet des facteurs individuels sur le taux d'induction des chaleurs N=105

Taux D'induction	Première catégorie de traitement	P	
Montbeliarde	37/66	0.497	
	56.06%		
Prim'Holstein	20/39		
	51.28%		
Primipare	16/39		0.0028
	41.02%		
Multipare	41/66		
	62.12%		
[55-69] jours	40/76	0.393	
	52.63%		
[70-90] jours	17/29		
	58.62%		

Tableau 18: Effet des facteurs individuels sur le taux de conception N=105

Taux de conception	prostaglandines	P	
Montbeliarde	26/37	0.966	
	70.27%		
Prim'Holstein	14/20		
	70 %		
Primipare	10/16		1.097
	62.5%		
Multipare	30/41		
	73.17%		
[55-69] jours	26/40	0.024	
	65%		
[70-90] jours	14/17		
	82.35%		

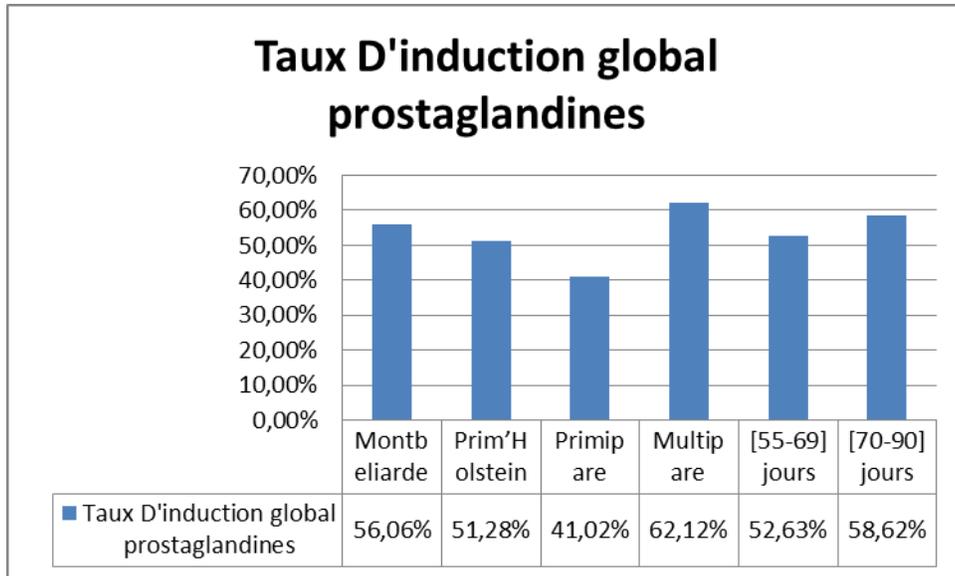


Figure71: Taux global d'induction des chaleurs N=105

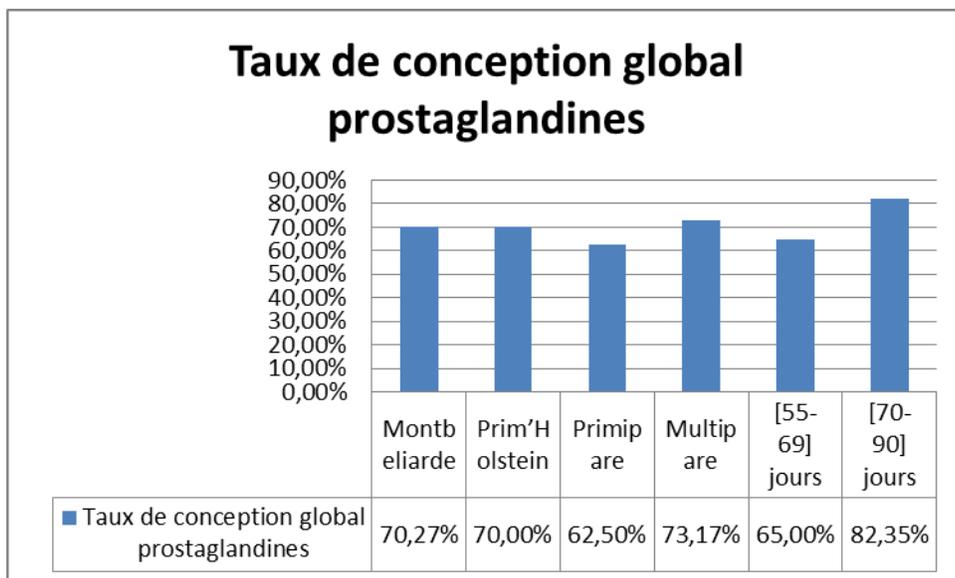


Figure72: Taux global de conception N=105

X. Effet du taureau :

Deux taureaux, un de race Montbéliarde (INDOR) et un autre de race Prim Holstein (HAELTOP) ont été utilisés dans cette étude pour inséminer aléatoirement les 245 vaches et génisses vues en chaleurs. L'effet taureau a été testé sur la réussite de la gestation et de la mise bas.

X.1. Effet du taureau sur la réussite de la gestation

Parmi les 40 femelles diagnostiquées gestantes dans cette catégorie de traitement à base de prostaglandines et GnRH (Tableau 19 et Figure 73) par rapport au nombre de femelles inséminées sur chaleurs (57), de meilleurs taux de conception ont été enregistrés pour les femelles inséminées par l'un ou l'autre taureau surtout pour les lots 1 et 2 variant de 60% à 100% avec une différence significative entre les taux enregistrés dans chaque lot (lot 1 : 73,68% vs 71,42% ; P= 0.733; lot 2 : 60% vs 100% ; P=1.537). Cependant, de moyens taux ont été relevés chez les femelles du lot 3 quel que soit le taureau inséminateur (80% vs 50.00% ; P=1.713). Par ailleurs, le taureau HAELTOP qui a enregistré un excellent taux de conception (100%) pour le lot 1 (Figure 73). Au total, selon le nombre de femelles inséminées par l'un ou l'autre taureau dans chaque protocole (Tableau 19), c'est le taureau INDOR qui a inséminé le plus grand nombre de femelles vues en chaleurs et confirmées gestantes (31/40) en induisant un meilleur taux de conception (77.50%) contre seulement 9 femelles gestantes, inséminées par le HAELTOP (22.50%) avec une différence non significative (P=2.227).

Tableau 19: Effet du taureau sur la réussite de la gestation N=105

Effet taureau sur la réussite de gestation	PgF2 α	GPG	GP	P
INDOR	73,68%	60,00%	80%	0.006
HAELTOP	71,42%	100,00%	50,00%	0.00094
P	0.733	1.537	1.713	

X.2. Effet du taureau sur la réussite de mise bas

Généralement, de meilleurs taux de fécondité ont été relevés dans la majorité des protocoles de cette catégorie de traitement (Tableau 20 et Figure 74) variant de 71.42% à 100% à l'exception du protocole GP où le taureau HAELTOP (Figure 74) a enregistré un taux de fécondité moyen (50.00%) avec une différence non significative entre les deux taureaux ($P= 5.531$). 25 vaches et génisses ont mis bas parmi les 31 femelles vues en chaleurs et inséminées par INDOR en enregistrant (Tableau 20) ainsi un taux de fécondité très important (80.64%). De son côté, le taureau HAELTOP a réussi d'avoir un taux complet de fécondité (100 %) dans les protocoles 1 et 2 où toutes les femelles gestantes ont été arrivées au terme (7/7). Au total, 33 vaches et génisses ont mis bas dans cette catégorie de traitement parmi les 40 femelles gestantes en enregistrant un taux de gestation global de 82.50% (Tableau 20).

Tableau 20 : Effet taureau sur la réussite de de mise bas (Taux de fécondité)

Effet taureau sur la réussite de mis bas	PgF2 α	GPG	GP	P
INDOR	71,42%	77,77%	100,00%	1.115
HAELTOP	100,00%	100,00%	50,00%	8.756
P	2.511	1.787	1.227	

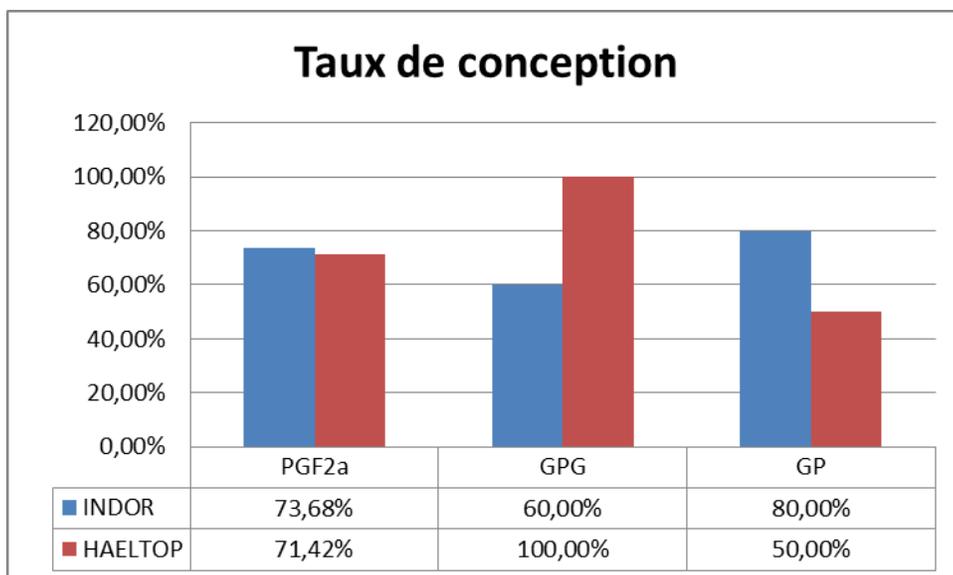


Figure 73 : Effet du taureau sur la réussite de la gestation (Taux de conception) N=105

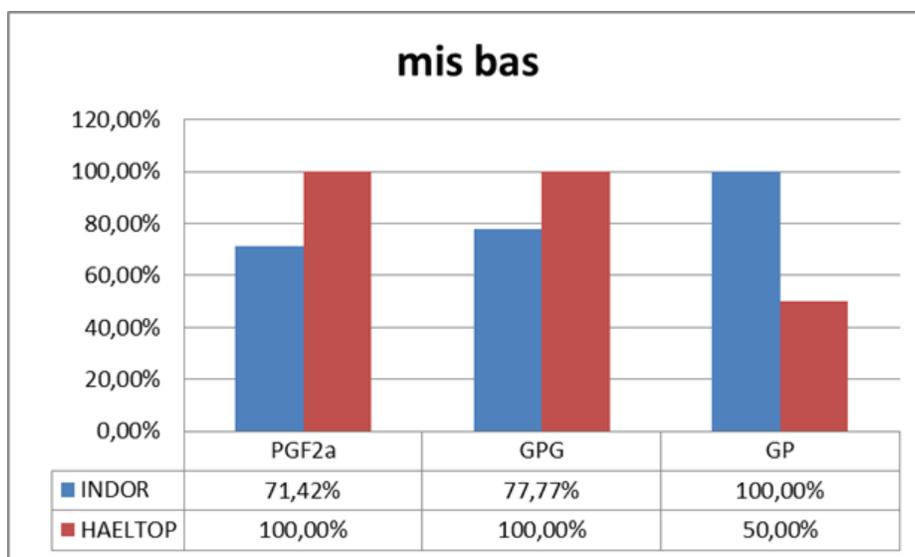


Figure 74 : Effet taureau sur la réussite de mise bas N=105

X.3. Effet taureau sur le sexe du nouveau-né

C'est le protocole 1 à base de PGF2 α seules (Figures 75 et 76) qui a enregistré le nombre total de nouveaux nés le plus élevé (15/33) suivi par les protocoles GPG et GP avec (9/33) pour chaque protocole (45.45% vs 27.27% ; P= 0.0075) ainsi que le nombre le plus élevé que ce soit du sexe mâle (5/12) contre (10/21) du sexe femelle (41.66% vs 47.61% ; p=0.405). Le taureau INDOR a donné des nouveaux nés de sexe différent dans les trois protocoles (Figure 75), par contre le taureau HAELTOP n'a donné que de nouveaux nés de sexe femelles pour les protocoles 1 et 2 en enregistrant un taux de mise bas moyen dans le protocole GP (Figure 76). Nous avons enregistré ainsi 11 nouveaux nés de sexe mâles et 14 de sexe femelles parmi les 25 produits issus du taureau INDOR (44% vs 56% ; P= 0.089), contre seulement 7 nouveaux nés de sexe femelle et un seul mâle parmi les 8 nouveaux nés issus du taureau HAELTOP (87.5% vs 12.5% ; p= 2.776).

Au total, nous avons obtenu 12 mâles et 21 femelles (Figure 75 et 76) parmi les 33 nouveaux nés enregistrés dans cette catégorie de traitement (36.36% vs 63.63% ; P= 0.00011).

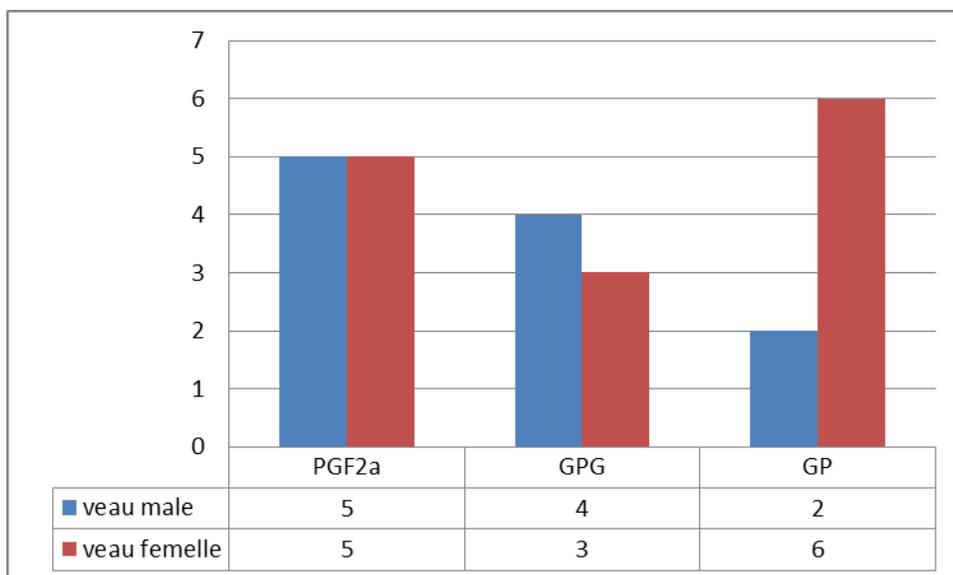


Figure 75 : Effet du taureau INDOR sur le sexe du nouveau-né

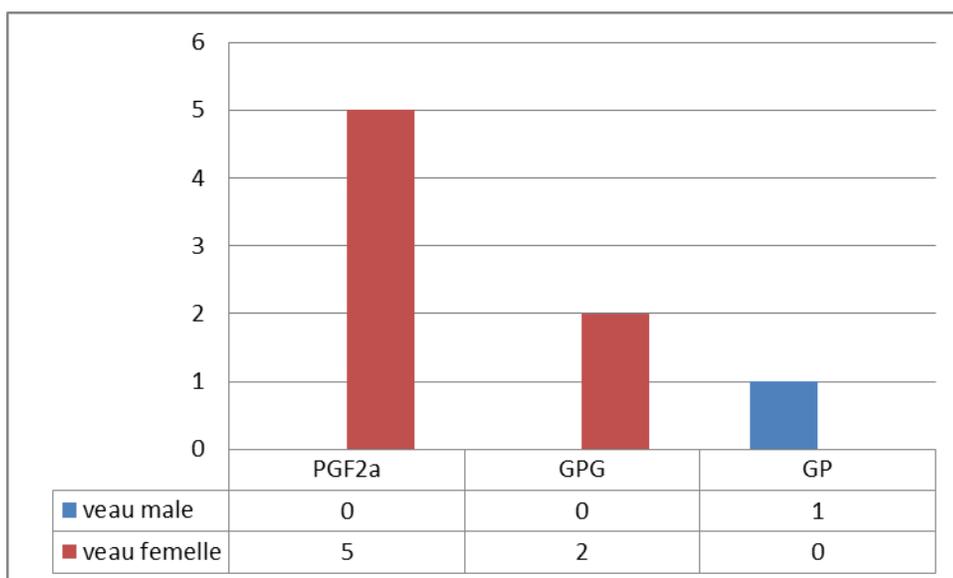


Figure 76 : Effet du taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né

DISCUSSION

De nouveaux protocoles de synchronisation des chaleurs basés sur la GnRH et la PGF₂ α sont parmi les catégories de traitement les plus étudiées ces dernières années chez les vaches laitières et les génisses (De Jarnette et al 2001, Tenhagen et al 2005). Les prostaglandines et notamment la PGF₂ α ont fait l'objet de nombreuses applications en injection unique ou répétée, seule ou en association à la GnRH dans des protocoles appelés « GPG et GP » en France ou Ovsynch et Select Synch aux Etats Unis Ces protocoles sont largement utilisés en Amérique du Nord et du Sud (Pursley et al 1997) avec peu d'études effectuées actuellement en Afrique et en Europe (Kandiel et al 2012, Udin et al 2017).

1. Taux d'Induction des chaleurs

Les taux de synchronisation des chaleurs dans les protocoles à base de prostaglandines varient de 38 à 97 % (Grimard et al., 2003). Néanmoins, la réussite de ces taux dépend de deux principaux facteurs à savoir le délai d'apparition et la dispersion des chaleurs. Selon Ennuyer (2000), le délai d'apparition de l'œstrus après l'induction de la lutéolyse dépend du stade de la vague folliculaire au moment de l'injection (Ennuyer, 2000). Ce délai varie généralement de deux à cinq jours dans la majorité des cas et peut parfois se prolonger jusqu'à huit jours (Beal, 1996 ; Grimard et al., 2003). De même, la dispersion des chaleurs après une injection unique rend plus difficile le recours à une insémination systématique. Le recours à une double injection de PGF₂ α contribue donc à augmenter le degré de synchronisation sans toutefois parvenir à améliorer celui de l'ovulation, ce qui est similaire à notre étude. Grimard et al., (2003) ont rapporté dans un troupeau de vaches cyclées que seuls 60% des femelles étaient synchronisées et inséminées sur chaleur observées à la première injection de prostaglandine. Le reste des vaches devra être inséminé sur chaleurs observées ou à 72 heures et 96 heures après la 2ème injection de prostaglandine entre J11 et J14, ce qui est similaire à notre étude où (19/26) soit 73% de vaches sont observées en chaleurs après la deuxième injection de PGf₂ α contre seulement (07/26) soit 27% de vaches ayant manifesté des chaleurs après la première injection. Selon le même auteur, certaines vaches sont vues en chaleur après la première injection dont 55 à 65 % des femelles traitées ne présenteront pas de chaleurs observables (Grimard et al., 2003).

Cette proportion de chaleurs non observées peut s'expliquer par des chaleurs silencieuses ou discrètes mais également par un échec du traitement. Une autre étude a montré également que 6 à 15 % des femelles cyclées c'est à-dire présentant un corps jaune actif n'ont pas de lutéolyse suite à l'injection unique de PGF₂ α et que 5 % des femelles traitées n'ovulent pas

après lutéolyse (Waldmann et al., 2006). L'administration unique de PGF2 α n'est donc pas efficace à 100 % pour induire une lutéolyse (López-Gatius et al., 2005). Cependant, dans les protocoles basés sur deux injections de PGF2 α , 70 % des vaches étaient vues en chaleurs à la fin du protocole (Mialot et al. 1999). Un meilleur taux de vaches observées en chaleurs a été recensé dans notre étude (74%) qui rentre dans la fourchette des taux cités dans la bibliographie. Une étude sur le protocole à deux injections visait à tester la dose et la voie d'administration de la PGF2 α (cloprosténol) n'a pas pu mettre en évidence de différence significative sur l'efficacité de la lutéolyse (Colazo et al., 2014). Toutefois la variabilité de la réponse semble plus importante avec des doses réduites ce qui a été constaté dans notre étude. Il est donc peu recommandé de réduire les doses pour réduire les coûts. Selon Kaneko et Takagi, 2014, il semblerait également que l'utilisation répétée de PGF2 α peut être associée à une augmentation de l'incidence des kystes ovariens (Kaneko et Takagi, 2014).

* Etant donné que le protocole Ovsynch est utilisé essentiellement chez les vaches laitières dont l'intérêt pratique majeur est qu'il permet de s'affranchir de la détection des chaleurs, comme il peut être utilisé à n'importe quel moment du cycle (Pursely et al., 1997). Cependant, malgré les applications de différents protocoles associant la GnRH à la PGF2 α , de faibles pourcentages de vaches ont montré des chaleurs et la fertilité était encore faible car il y avait une concentration d'œstradiol relativement plus faible autour de l'IA (Shamsuddin 2001). Selon la bibliographie, plusieurs études estiment que ≤ 50 % des vaches sont détectées en œstrus dans les troupeaux laitiers (Kandiel et al 2012 ; Stevenson et al 1999 ; Udin et al. 2017). Santos et al (2004) ont indiqué que l'asynchronie était déterminée chez 13 à 16 % des vaches du programme Ovsynch. Dans notre étude, un taux de 48% de vaches ayant manifesté des signes de chaleurs est enregistré dans le protocole Ovsynch, ce qui est en accord aux taux rapportés dans la bibliographie. Ce résultat est également similaire à celui cité par Mesut Çevik et al (2010) alors qu'il est inférieur à celui enregistré dans d'autres études (Wolfenson et al 2000, Caraba 2013, Udin et al 2017). Il a été indiqué que seulement 20 % des vaches traitées par Ovsynch ont présenté un œstrus après l'injection de PGF2 α (Stevenson et al 1999). A quelques exceptions près, d'autres travaux rares ont enregistré de meilleures réponses d'œstrus bien que les périodes d'observation des chaleurs aient été quelque peu différentes dans ces études (Fricke et al 2003, Caraba et Velicevici 2013). Selon Moreira et al (2000), les réponses ovariennes et œstrales aux injections de GnRH et de PGF2 α dépendaient du jour du cycle œstral lorsque le protocole a été initié (Moreira et al 2000).

* Dans le protocole Select Synch, 5 à 20 % des animaux peuvent présenter des chaleurs 1,5 à 2 jours avant l'injection de PGF2 α (Pusley 1997). Un taux plus ou moins important a été enregistré dans la présente étude dans ce dit protocole (40 %) par rapport à ce qui a été rapporté par les auteurs cités ci-dessus. Comme il est similaire à celui rapporté par Stevenson et al (1999). Selon la bibliographie, l'inclusion du CIDR® est recommandée lorsque davantage de vaches sont susceptibles d'être en anoestrus et/ou lorsque la détection des chaleurs avant la PGF2 α n'est pas envisageable. Le traitement Select Synch est capable de synchroniser l'œstrus chez la majorité des vaches d'un troupeau à faible coût. Il pourrait être appliqué au même groupe de vaches avec CIDR® placés sélectivement chez de jeunes vaches maigres ou à vêlage tardif (Tenhagen et al 2005).

2. Taux de gestation

Selon Rabiee et al (2005), l'efficacité de la reproduction est le produit des taux de détection de l'œstrus et de conception (Rabiee et al 2005). Le taux de gestation est meilleur si l'insémination se fait sur chaleurs observées.

* Dans les protocoles à base de prostaglandine, les taux de gestation sur chaleurs observées sont proches de 53,3 % contre seulement 32,5 % suite à des inséminations à l'aveugle avec deux IA 72 et 96 heures après la deuxième injection de PGF2 α (Mialot et al., 1999). Un taux similaire de vaches vues en chaleurs (54.4%) a été enregistré dans notre étude. Les taux de gestation rapportés dans les études menées chez les vaches laitières lors du protocole Ovsynch variaient de 27 à 40 % (Frike et al 2003, Neglia et al 2003, Taşal et al 2005, Çelik et al 2009).

* Les taux de gestation chez les génisses nullipares étaient également de l'ordre de 40 % bien inférieurs à ce qui est normalement atteint (60 à 70 %) pour l'IA à l'œstrus détecté chez les génisses (Pursley et al., 1997). Le même auteur a rapporté également un taux de gestation de 35,1 % et 37,8 % respectivement chez les génisses et les vaches. A l'exception, Cartmill et al (2001) ont obtenu un faible taux de 20 %. Dans la présente étude, un taux de gestation de 31,4% a été enregistré dans le protocole Ovsynch ce qui est dans les limites des auteurs ayant rapporté des taux similaires dans des revues récentes (Kasimanickam et al 2008, Gokhan Dogruer 2010, Kandiel 2012). Ce résultat était meilleur que celui rapporté par Caraba et Velicevici (2013), bien que cela soit inférieur à ceux obtenus dans d'autres travaux (Rabie et al 2005, Ahmadi et al 2007).

* Il est à noter également que plusieurs auteurs ont indiqué des taux de gestation par IA plus faibles chez les génisses traitées avec Ovsynch qu'avec Select Synch qui variaient de 38 % à 70 % (Pursley et al 1997, Stevenson et al 1999). Ce qui est similaire à notre étude où les multipares ont enregistré des taux de gestation assez importants par rapport aux primipares dans le protocole Ovsynch que dans le protocole Selectsynch. De leur côté, El-Zarkouny (2010) et Akbarabadi et al (2014) ont signalé des taux de gestation plus élevés dans les protocoles Select Synch et Ovsynch que dans le groupe témoin. Néanmoins, le taux de gestation enregistré dans notre étude pour le protocole Select Synch (26%) révèle un peu inférieur à celui rapporté dans la bibliographie.

3. Taux de conception

Différents protocoles de synchronisation de l'œstrus ont entraîné des taux de conception différents chez les vaches laitières et les génisses après l'œstrus synchronisé allant de 30 % à 75 % dans le programme Ovsynch (Peters et Pursley 2003, Kandiel et al 2012, Udin et al 2017). Notre étude a montré un meilleur taux de conception pour les trois groupes traités, plus élevé dans le groupe à base de prostaglandines (73.07%) et le Select Synch (71.4%) par rapport au protocole Ovsynch (64.7%) ce qui est similaire aux résultats rapportés dans la bibliographie. Selon Vasconcelos et al 1999), les taux de conception étaient les plus élevés chez les vaches laitières qui ont commencé le protocole Ovsynch entre le 5e et le 12e jour du cycle œstral. Le bon taux de conception enregistré dans le programme Ovsynch rentre dans la fourchette des auteurs cités si dessous. Il est similaire à celui rapporté dans la bibliographie (Alnimer et al 2011, Udin et al 2017, Akbarabadi et al, 2014). En revanche, ce résultat est supérieur à celui trouvé dans d'autres revues (Stevenson et al 1999, Lean et al 2003, El-Zarkouny 2010). Les faibles taux de gestation par rapport aux taux de conception enregistrés dans cette étude pourraient peut-être être la conséquence de la fertilité réduite d'un follicule/ovocyte âgé induite par l'injection d'estradiol (Pursley et al 1997). A l'exception, d'autres études ont indiqué des taux de conception plus ou moins réduits (Stevenson et al 1999) par rapport aux taux de gestation enregistrés (Pursley et al 1997).

* Tenhagen et al (2005) ont rapporté qu'une IA à deux temps après synchronisation avec le protocole SelectSynch était aussi efficace pour mettre les génisses en gestation que l'IA sur l'œstrus observé bien que davantage de paillettes de semence soient nécessaires. Certains travaux ont indiqué que la deuxième injection d'un agoniste de la GnRH a provoqué l'ovulation du follicule dominant recruté lors de la première injection de la GnRH (Pursley et al 1995, 1997). Ces auteurs ont confirmé que l'ovulation survenait 24 à 32 h après la deuxième injection de la GnRH (administrée 24 ou 48 h après PGF2 α chez les génisses et les vaches). Le moment de l'ovulation dépend donc du stade folliculaire au moment de l'administration de la prostaglandine (Lane et al., 2008). Dans le programme Select Synch, les taux de conception après œstrus synchronisé variaient de 49,0 % à 66,0 % (Tenhagen et al 2005). Le taux de conception trouvé dans la présente étude (71,6%) est supérieur à celui enregistré dans d'autres travaux (Stevenson et al 1999, El-Zarkouny 2010). Burke et al (1996) ont obtenu un taux de conception plus élevé chez les vaches soumises à l'IA à l'œstrus détecté sans deuxième injection de GnRH que chez les vaches inséminées à temps fixe (Ovsynch).

DEUXIÈME VOLET
DE L'ÉTUDE
PROTOCOLES
A BASE DE
PROGESTAGÈNES

RÉSULTATS

I. Taux d'induction des chaleurs:

I.1.Lot 4: « CIDR+GPG ».

L'IA était réalisée dans ce lot sur chaleurs observées généralement 12 à 18 h après la fin du protocole. Parmi les 35 vaches traitées dans ce lot respectant toutes les conditions citées précédemment, (28/35) vaches ont été observées en chaleurs (Tableau 21 et Figure 77a) quelques heures après le retrait du dispositif intra vaginal et l'injection de la deuxième dose de GnRH contre seulement (7/35) femelles ayant manifesté aucun signe de chaleurs (80% vs 20% ; P= 2.151).

I.2.Lot 5 : « PRID+GP »

L'IA était réalisée dans ce lot sur chaleurs observées à la fin du protocole généralement 48 à 56h après le retrait du dispositif intra vaginal (PRID) et l'injection de la PGF2 α (Figure 77b). Dans ce lot, un bon taux d'induction des chaleurs a été relevé dont 21 vaches et génisses (Tableau 23) sont vues en chaleurs parmi les 35 femelles traitées et ayant respecté toutes les conditions exigées contre (14/35) femelles n'ont pas présenté des signes de chaleurs (60% vs 40% ; P= 0.0046).

I.3.Lot 6: « CRESTAR SO®300 »

Dans ce lot, le dépôt de la semence a été réalisé chez toutes les femelles vues en chaleurs à J11 soit deux jours après le retrait de l'implant auriculaire et l'injection de la PMSG (Figure 77c). Un taux d'observation de chaleurs très important a été relevé dans ce lot dont 23 vaches et génisses sont notées en œstrus parmi les 35 femelles mises à la reproduction (Tableau 21) contre seulement 12 femelles ayant manifesté aucun signe de chaleurs (66% vs 34% ; P=1.164).

I.4.Lot 7 : «CRESTAR SO®500».

Les femelles traitées dans ce lot ont reçu le même schéma thérapeutique que celles du protocole précédent mais seulement avec une différence de dose de PMSG (500 vs 300UI). L'insémination a été faite également à la base de dépôt de semence congelée à J11 soit 48 heures après le retrait de l'implant (Figure 77d). Un meilleur taux de chaleurs a été relevé dans ce lot dont 26 femelles ont été observées en chaleurs (Tableau 21) contre seulement 9 vaches et génisses sans aucun signes d'œstrus (74.28% vs 25.72% ; P=1.743).

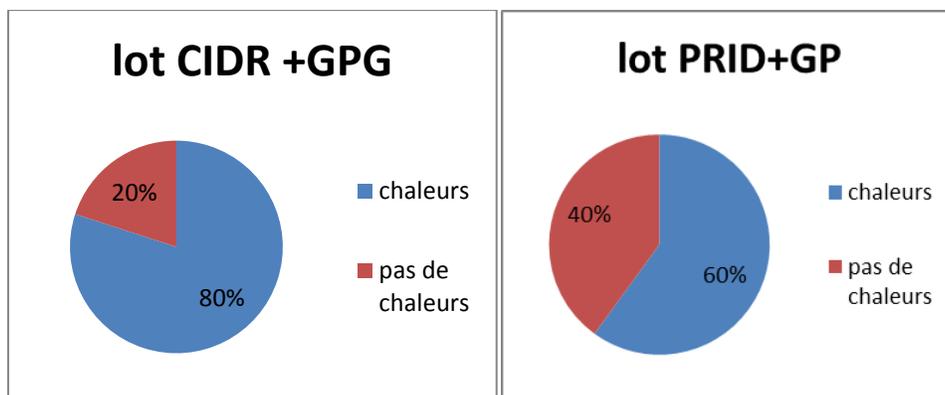


Figure 77a: Lot 4: CIDR+GPG

Figure 77b: Lot 5: PRID+GP

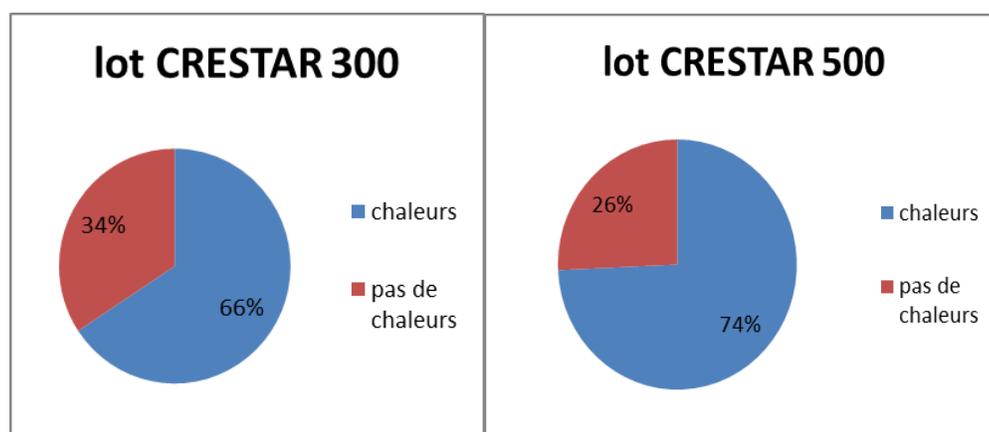


Figure 77c: Lot 6: CRESTAR SO®300

Figure 77d: Lot 7: CRESTAR SO®500

Figure 77: Taux d'induction des chaleurs de chaque lot à base de progestagènes N=35

Tableau 21 : Taux de chaleurs induites N=140

Protocole utilisé	Effectif synchronisé	Apparition des chaleurs	P
Ovsynch + CIDR	N=35	(28/35) soit 80%	0.01
lot PRID+GP	N=35	(21/35) 60%	
lot CRESTAR 300	N=35	(23/35) soit 65.71%	
lot CRESTAR 500	N=35	(26/35) soit 74.28%	

I.5. Les retours en chaleurs :

Dans cette catégorie de traitement à base de progestagenes, c'est le lot 4 « CIDR+GPG » qui a enregistré le plus grand nombre de cas de retour en chaleurs (3/28) soit 10.71%, suivi par le lot 5 (02/21) soit 9.52% et le lot 6 (2/23) soit 8.69% (Tableau 22) avec une différence non significative (P= 0.892). Cependant, le lot 7 à base de CRESTAR SO®500n'a enregistré aucun cas de retour en chaleurs (Figure 78).

Au total, 7.14% soit (7/98) vaches ou génisses sont retournées en chaleurs dans les quatre protocoles à base de progestagenes testés dans la présente étude (Figure 78).

I.6. Fertilité sur le retour en chaleurs

Il ressort des données du tableau N que sur les 28, 21, 23 et 26 femelles traitées et inséminées, 7.14% soit (7/98) vaches ou génisses sont retournées en chaleurs dans cette catégorie de traitement. Parmi les vaches ayant exprimé leurs chaleurs de nouveau, (2/21) pour lot PRID+GP et (2/23) pour CRESTAR SO®300 ont été confirmées gestantes avec un taux de fertilité de 100% (Tableau 23).

Cependant, aucune vache n'est devenue gestante dans le protocole 4 parmi les 3 vaches retournées en chaleurs (00%).

Tableau22: Données statistiques sur les cas de retour en chaleurs N=98

Lots	Nombre de vaches	Pourcentage	P
Lot 4 « CIDR +GPG »	03/28	10.71 %	0.888
Lot 5 « PRID+GP »	2/21	9.52 %	
Lot 6« CRESTAR 300 »	2/23	8.69 %	
Lot 7 « CRESTAR 500 »	0/26	00%	
Total	7/98	7.14%	

Tableau 23: Fertilité sur le retour en chaleurs

Protocole	Nombre de vaches observées en chaleurs	Retours en chaleurs (nombre)	Taux de fertilité
Lot CIDR +GPG 28		3/28 soit (10.71 %)	0% (0/3)
Lot PRID+GP	21	2/21 soit (9.52 %)	100% (2/2)
Lot CRESTAR 300	23	2/23 soit (8.69 %)	100% (2/2)
Lot CRESTAR 500	26	0/0 soit (0%)	0% (0/0)
P	0.01	0.888	0.307

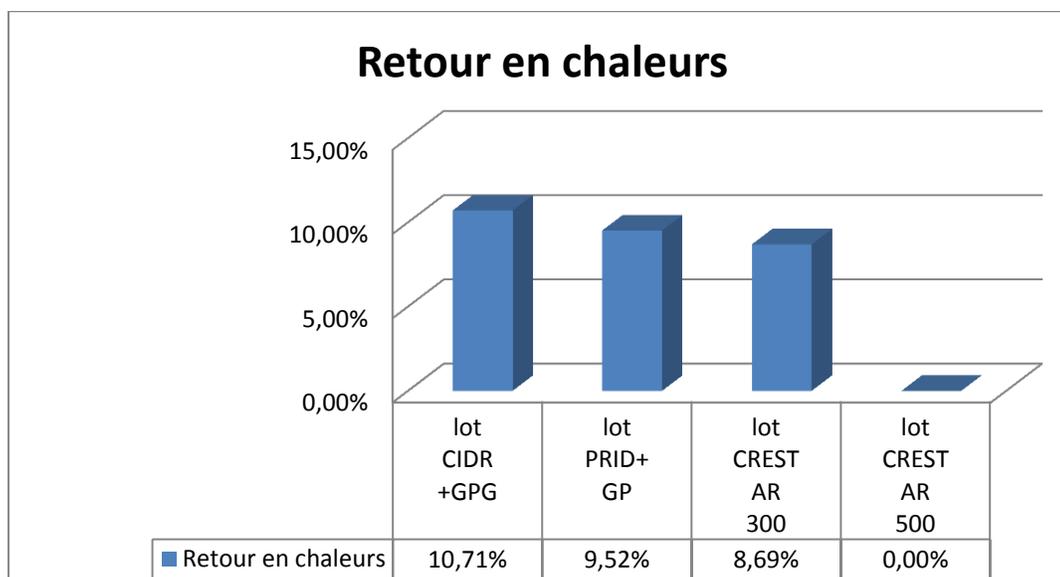


Figure 78: Etat sur les cas de retour en chaleurs N=98

II. Taux de réussite du protocole (Taux de gestation)

Le taux de réussite du protocole correspond au taux de gestation de notre étude pour les femelles diagnostiquées gestantes par échographie à J30 post insémination et respectant toutes les conditions énoncées dans le chapitre matériels et méthodes. Des taux estimés à 57.14% ,54.28% ont été relevés pour les deux lots (Tableau 24) utilisant des dispositifs intra vaginaux (CIDR+GPG et PRID+GP) sans aucune différence significative (P=0.683). Cependant, des taux similaires (60%) ont été enregistrés pour les deux autres lots utilisant des implants auriculaires (CRESTAR SO^R 300 et 500).

Tableau 24: Taux de gestation des vaches synchronisées pour chacun des lots

	Classes	Effectif (Pourcentage)				P
		Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	
Taux de gestation des vaches synchronisées	Gestantes	20/35 (57.14%)	19/35 (54.28%)	21/35 (60%)	21/35 (60%)	0.819
	Non gestantes	15/35 (42.85%)	16/35 (45.71%)	14/35 (40%)	14/35 (40%)	

II.1.Lot 4 : «CIDR+GPG» N=35

Parmi les 35 vaches traitées dans ce lot et plus particulièrement les 28 femelles ayant manifesté des signes de chaleurs (Figure 79a), seulement 20 femelles ont été confirmées gestantes à J30 post insémination selon les conditions citées précédemment contre 15 femelles à gestation échouée (57.14% vs 42.85% ; P= 0.226).

II.2.Lot 5: « PRID+GP» N=35

Selon les conditions de la réussite des protocoles citées avant, seulement 19 vaches (Figure 79b) parmi les 35 vaches traitées ont été diagnostiquées gestantes dans ce lot contre 16 femelles à gestation non réussie (54.28% vs 45.71% ; P= 0.226).

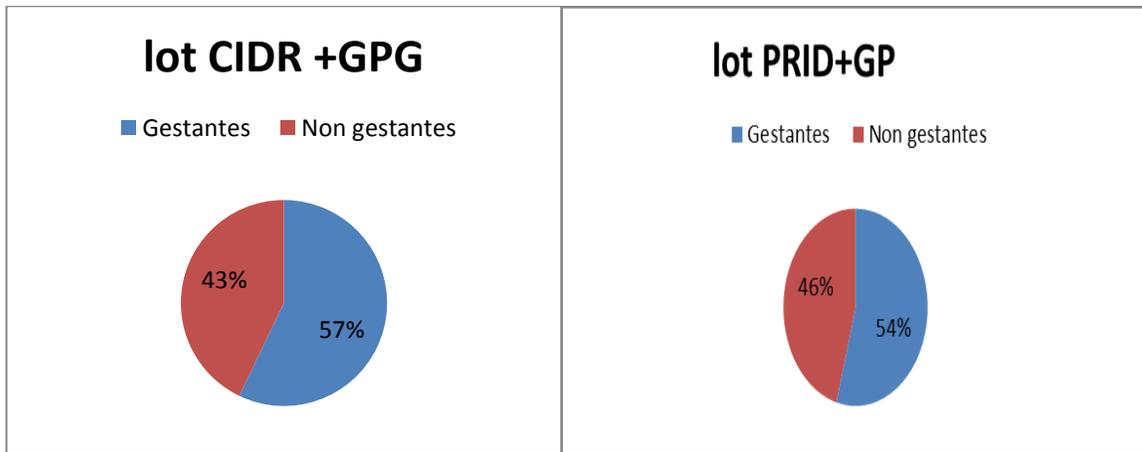


Figure 79a: Lot 4: CIDR+GPG

Figure 79b: Lot 5: PRID+GP

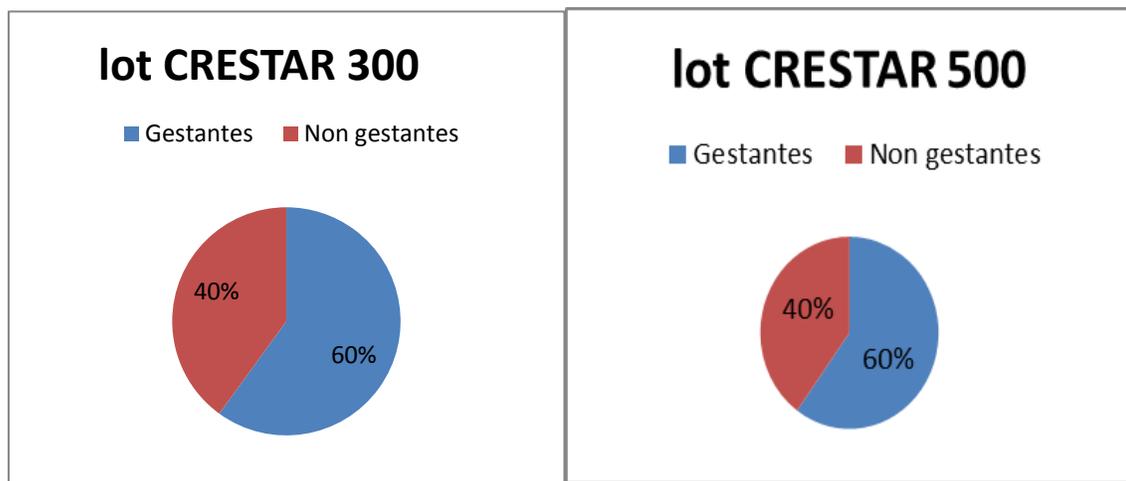


Figure 79c: Lot 6: CRESTAR SO®300

Figure 79d: Lot 7: CRESTAR SO®500

Figure 79: Taux de gestation des protocoles à base de progestagènes N=35

II.3.Lot 6: «CRESTAR SO®300» N=35

(21/35) vaches et génisses ont été confirmées gestantes (Figure 79c) dans ce lot contre (14/35) femelles à gestation non réussie (60% vs 40% ; P= 0.004) dont la différence est significativement importante.

II.4.Lot 7: «CRESTAR SO®500» N=35

Dans ce lot, seulement 14 femelles ont été diagnostiquées non gestantes (Figure 79d) contre 21 vaches et génisses à gestation réussie (40% vs 60% P= 0.004) et ce malgré le nombre important de femelles vues en chaleurs et inséminées dans ce lot (Tableau 24).

III. Taux de conception :

De meilleurs taux de conception ont été relevés dans cette catégorie de traitement (71,42%, 90,47%, 91,30% et 80,76%) avec une différence hautement significative (P= 0.00026).

Tableau 25: Taux de gestation des vaches inséminées pour chacun des lots

	Classes	Effectif (Pourcentage)				P
		Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	
Taux de gestation des vaches inséminées	Gestantes	71,42% (20/28)	90,47% (19/21)	91,30% (21/23)	80,76% (21/26)	0.00026
	Non gestantes	28,58% (8/28)	9,53% (2/21)	8,70% (2/23)	19,24% (5/26)	

III.1.Lot 4 : «CIDR+GPG» N=35

Parmi les 28 femelles vues en chaleurs dans ce lot, 20 vaches et génisses soit 71,42% ont été confirmées gestantes à J30 post insémination contre seulement 8 femelles soit (28,58%) n'ont pas été gestantes (Figure 80a) avec une différence non significative ($P=1.374$).

III.2.Lot 5: «PRID+GP» N=35

Un meilleur taux de conception a été enregistré dans ce lot (90,47%) dont 19 femelles ont été diagnostiquées gestantes parmi les 21 vaches et génisses vues en chaleurs et inséminées contre seulement deux vaches soit (9,53%) à gestation échouée (Figure 80) sans aucune différence significative ($P= 2.444$).

III.3.Lot 6: «CRESTAR SO®300» N=35

91,30% dont 21 vaches et génisses ont été confirmées gestantes dans ce lot parmi les 23 femelles observées en chaleurs et inséminées contre seulement 8,70% soit deux (2) femelles à gestation non confirmée (Figure 80c) avec une différence non significative ($P=1.586$).

III.4.Lot 7: «CRESTAR SO®500» N=35

Parmi les 26 femelles détectées en chaleurs dans ce lot, 21 vaches et génisses ont été diagnostiquées gestantes avec un taux de conception important (80,76%) contre 5 vaches et génisses soit un taux de 19,24% de femelles non gestantes (Figure 80d) dont la différence est non significative ($P= 1.140$).

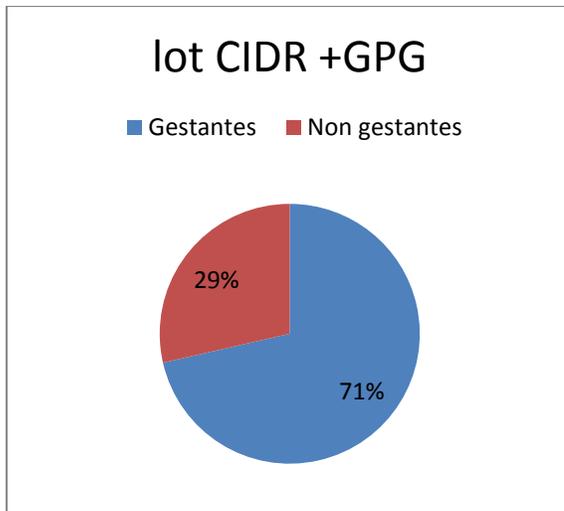


Figure 80a: Lot 4: CIDR+GPG

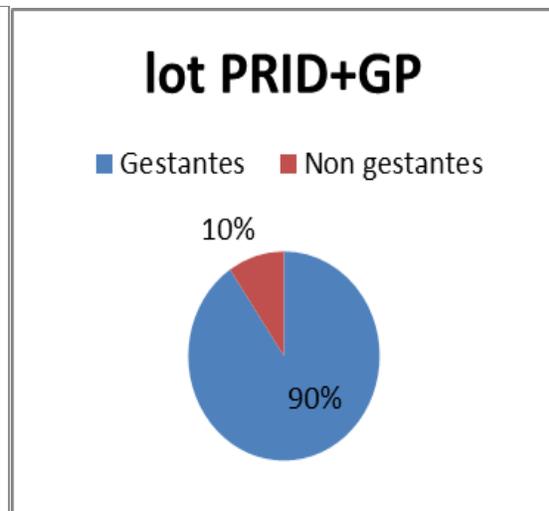


Figure 80b : Lot 5 : PRID+GP

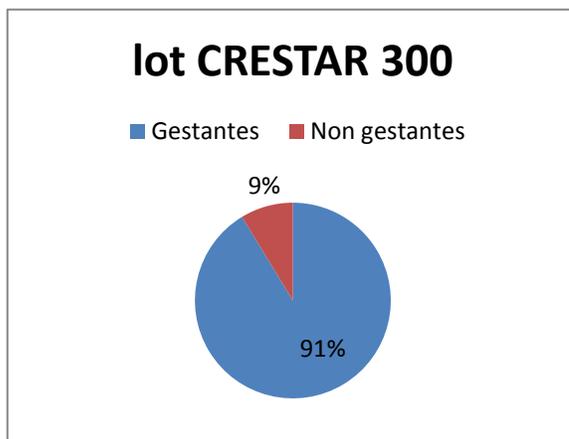


Figure 80c: Lot 6: CRESTAR SO®300

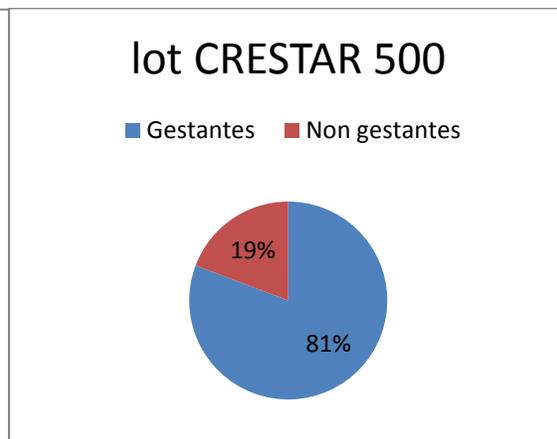


Figure 80d: Lot 7: CRESTAR SO® 500

Figure 80: Taux de conception des protocoles à base de progestagènes N=35

IV. Evaluation comparative selon une seule performance reproductive N=140:

IV.1. Comparaison des taux d'induction des chaleurs :

Parmi les femelles traitées dans la catégorie des protocoles à base de progestagenes (98/140) soit 70% des femelles ont été vues en chaleurs (Figure 81a). C'est le lot 4 « CIDR+GPG » qui a enregistré la meilleure performance reproductive (Figure 81a) en terme d'induction des chaleurs dont (28/35) femelles et à un degré moindre le lot 7 avec (26/35) femelles par rapport aux lots 5 et 6 (80% vs 74%; P= 0.313) lesquels ayant relevé des taux presque similaires (60% vs 66% ; P= 0.379).

IV.2. Comparaison des taux de gestation :

81 vaches et génisses ont été diagnostiquées gestantes dans cette catégorie de traitement en enregistrant un taux de gestation global acceptable (57.85%), ce qui correspond à de moyens taux presque similaires pour les quatre protocoles (Figure 81b) à un degré plus pour les lots à base d'implants par rapport aux lots à base de CIDR ou PRID (60% vs 55.71% ; P= 0.819).

IV.3. Comparaison des taux de conception :

De meilleures performances reproductives en terme du taux de conception (Figure 81c) ont été obtenues chez les femelles mises à la reproduction dans cette catégorie de traitement à un degré plus pour les lots 5 et 6 par rapport aux lots 4 et 7 (71,42%, 90,47%, 91,30% et 80,76% ; P< 0.05) avec une moyenne de 82.65%.

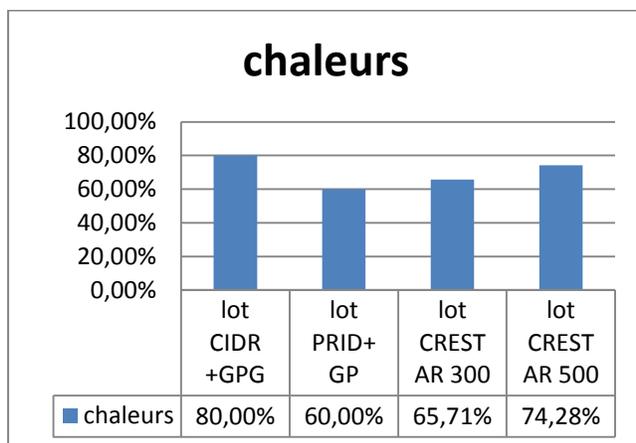


Figure 81a : Taux d'induction des chaleurs

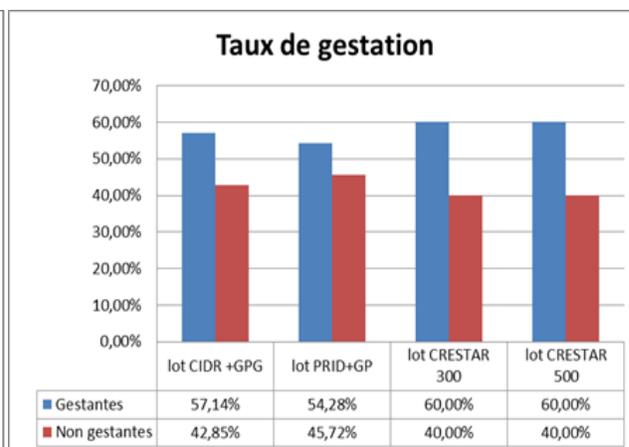


Figure 81b : Taux de gestation

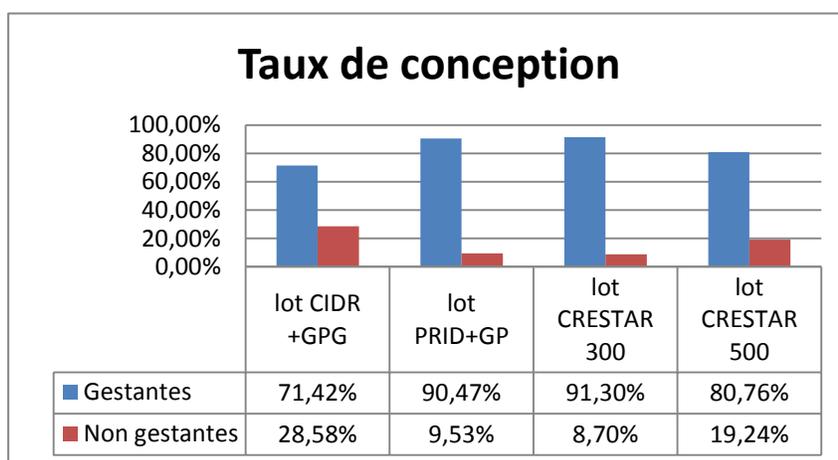


Figure 81c : Taux de conception

Figure 81: Etat sur les performances reproductives des protocoles à base de progestagenes N=140

V. Evaluation comparative selon les trois performances reproductives N=35:

V.1. Lot 4 : «CIDR+GPG»

De meilleures performances reproductives ont été relevées dans ce lot avec des taux intéressants (80% 57.14% 71.42%) respectivement pour les taux d'induction des chaleurs, la gestation et la conception (Figure 82).

V.2.Lot 5: «PRID+GP»

Les femelles mises à la reproduction dans ce lot (Figure83) ont enregistré un meilleur taux de conception suivi par un bon taux d'induction des chaleurs et en fin un taux de gestation moyen (90.47%,60%, 54.28%).

V.3.Lot 6: «CRESTARSO®300»

Ce lot a enregistré également de meilleures performances reproductives (Figure 84) avec un taux de conception très intéressant à un degré moindre le taux d'induction des chaleurs ainsi que le taux de gestation (91,30%, 65.71%, 60%).

V.4. Lot 7: «CRESTAR SO®500»

Les animaux traités dans ce lot ont obtenu également de meilleures performances reproductives (74.28%, 60%, 80.76%) respectivement pour les taux d'induction des chaleurs, de la gestation et de la conception (Figure85).

VI. Evaluation comparative des protocoles à base de progestagenes N =140:

Globalement, de bonnes performances reproductives ont été enregistrées dans la catégorie des protocoles à base de progestagenes (70%, 57.85%, 82.65%) en termes de manifestation des chaleurs, de gestation réussite et de conception (Figure 86).Plus particulièrement, c'est le lot4 (80%,57.14%, 71.42%) et le lot 7 (74%,60%,80.76%) qui ont enregistré les meilleures performances (Figures 82 et 83). Néanmoins, les autres protocoles de cette série de traitement ont obtenu également des performances acceptables surtout en terme de taux de conception et à un degré moindre pour les taux de gestation (Figures 84 et 85).

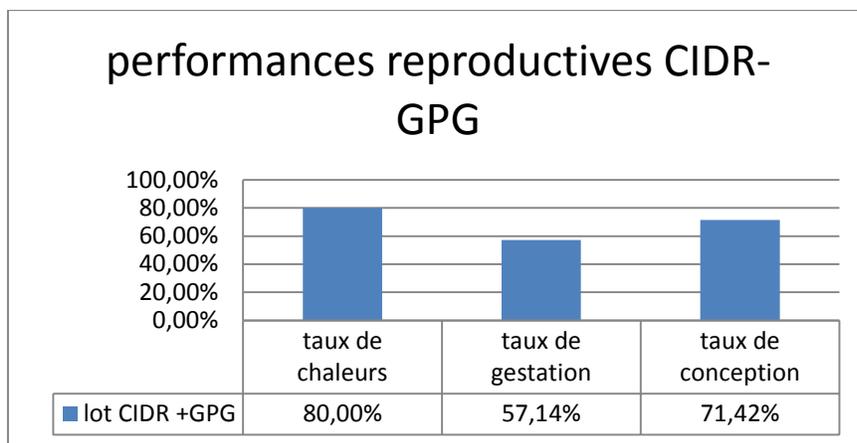


Figure 82: Evaluation comparative globale des performances reproductives pour le lot 4 N=35

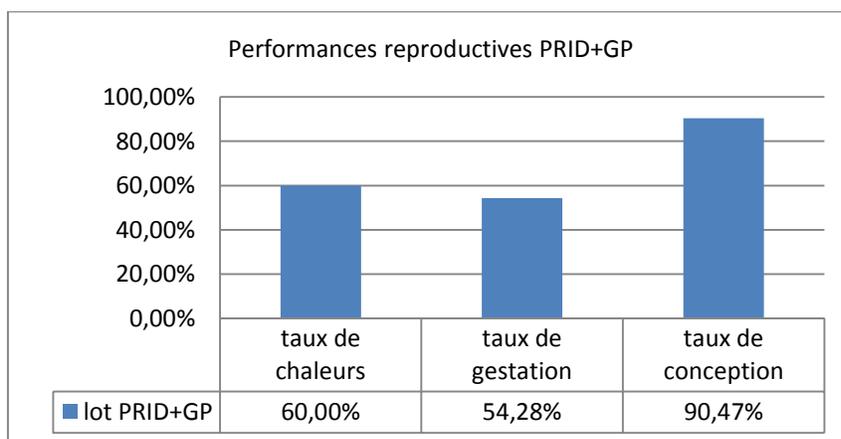


Figure 83: Evaluation comparative globale des performances reproductives pour le lot 5 N=35

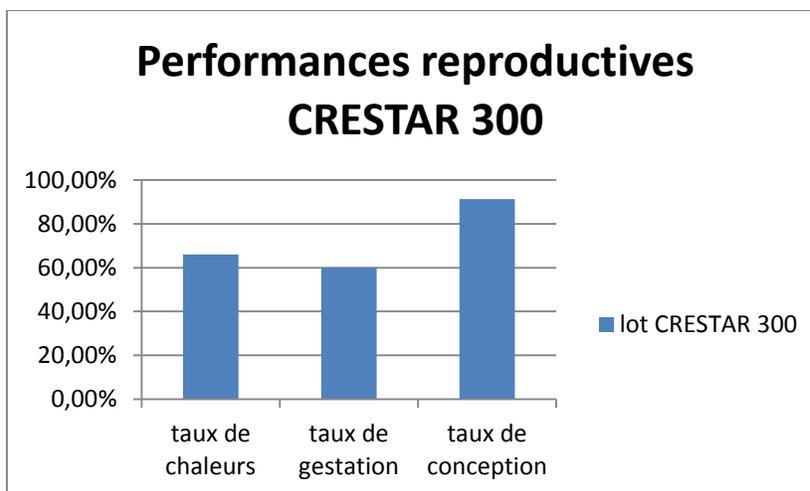


Figure 84: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot 6 N=35

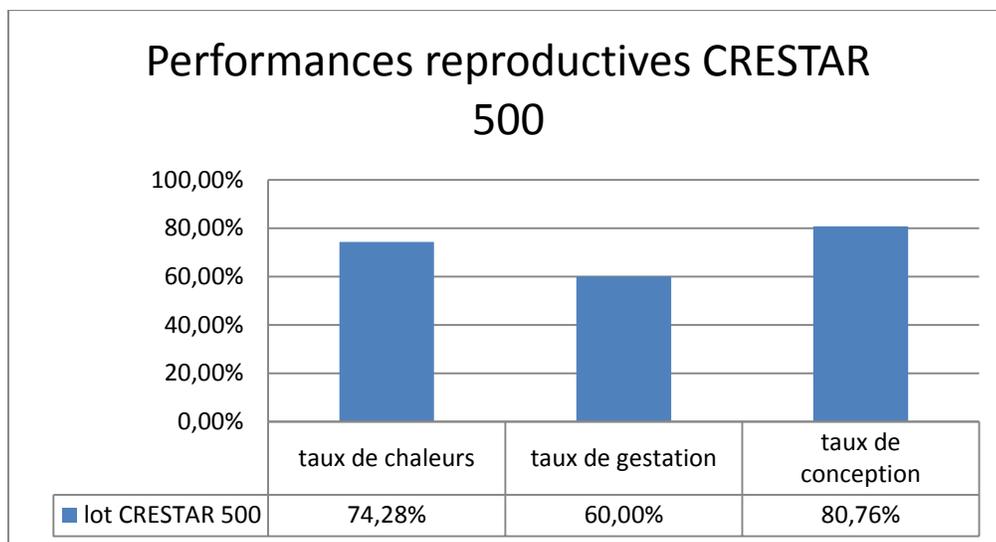


Figure 85: Evaluation comparative des performances reproductives pour le lot 7 N=35

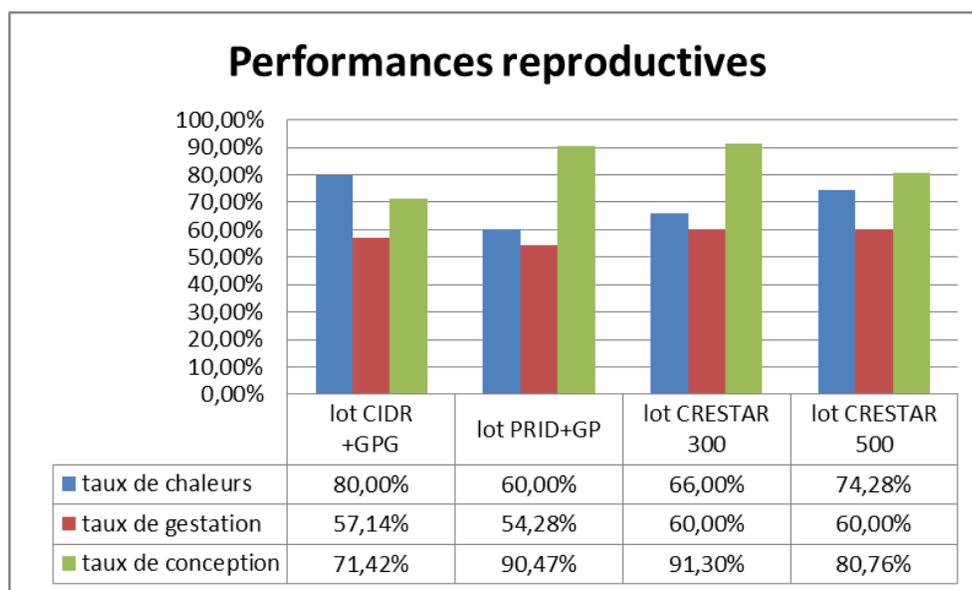


Figure 86: Evaluation comparative globale des protocoles à base de progestagenes N =140

VII. Evaluation comparative globale selon une seule performance N=245

VII.1. Evaluation des taux d'induction des chaleurs

Parmi les 245 vaches et génisses traitées dans les sept protocoles de synchronisation des chaleurs testés dans la présente étude (Figure 87), 57 et 98 soit un total de (155/245) vaches et génisses traitées sont vues en chaleurs en enregistrant des taux d'induction des chaleurs (54.28% vs 70% ;P= 0.021) respectivement pour les protocoles à base de prostaglandines seules ou associés à la GnRH et les protocoles à base de progestagenes avec un taux global intéressant (63.26%).

Généralement, de bons taux ont été relevés plus particulièrement pour les protocoles à base de progestagenes (60% à 80%) et à un degré moindre pour les protocoles à base de GPG ou GP seules (48.57% et 40%).

VII.2. Evaluation des taux de gestation

Parmi les 245 femelles mises à la reproduction pour les sept protocoles testés soit (121/245) dont 40 et 81 femelles ont été diagnostiquées gestantes (Figure 88), de moyens taux de gestation ont été enregistrés (38.09% vs 57.85% ; P= 0.0051) respectivement pour les protocoles à base de prostaglandines et ceux à base de progestagenes avec un taux de gestation global assez moyen (49.38%). L'utilisation de l'un ou l'autre protocole a relevé des taux de gestation variant de 28.60% à 60% avec une supériorité en faveur surtout les protocoles à base de progestagenes (60%) et à un degré moindre le protocole à base de prostaglandines seules (54%) par rapport aux lots GPG et GP seuls lesquels ont enregistré les taux les plus faibles dans cette étude (31.42% vs 28.60% ; P= 1.066).

VII.3. Evaluation des taux de conception

Pour cette performance reproductive, nous avons également enregistré de résultats en terme de taux de conception variant de 64.70% pour le lot GPG jusqu'à 91.30% pour le lot 6 (Figure 89) et ce parmi les 155 vaches et génisses vues en chaleurs et inséminées dont 121 femelles ont été confirmées gestantes (70.17% vs 82.65% ;P<0.05)respectivement pour les protocoles de la première et la deuxième catégorie de traitement en enregistrant un taux de conception global très important (78.06%).

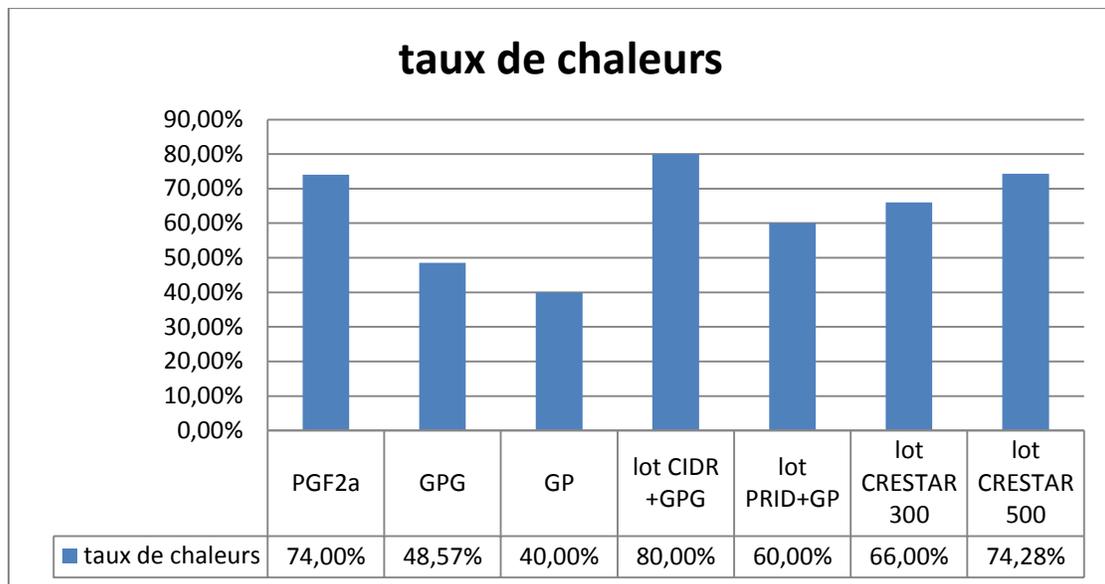


Figure 87: Taux d'induction des chaleurs des sept protocoles N=245

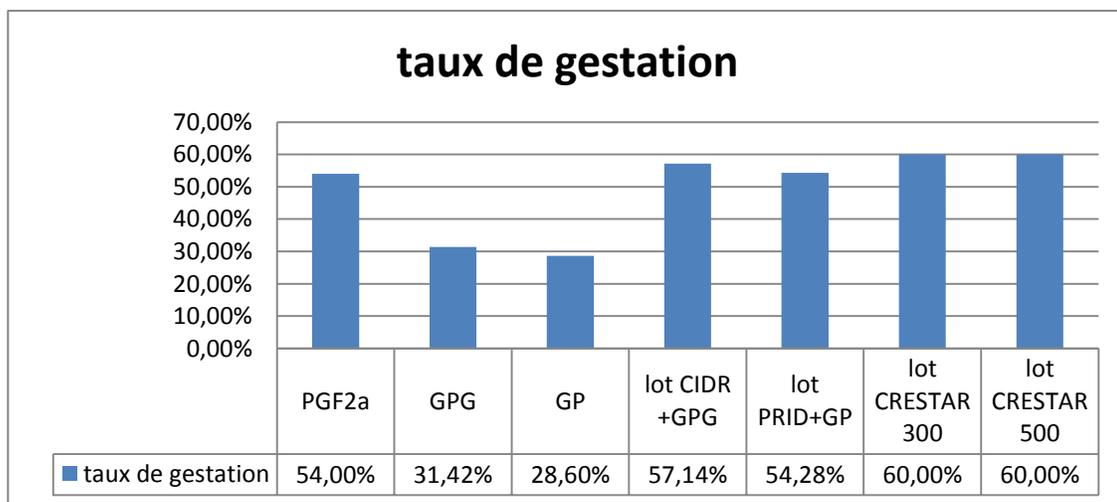


Figure 88: Taux de gestation des sept protocoles N=245

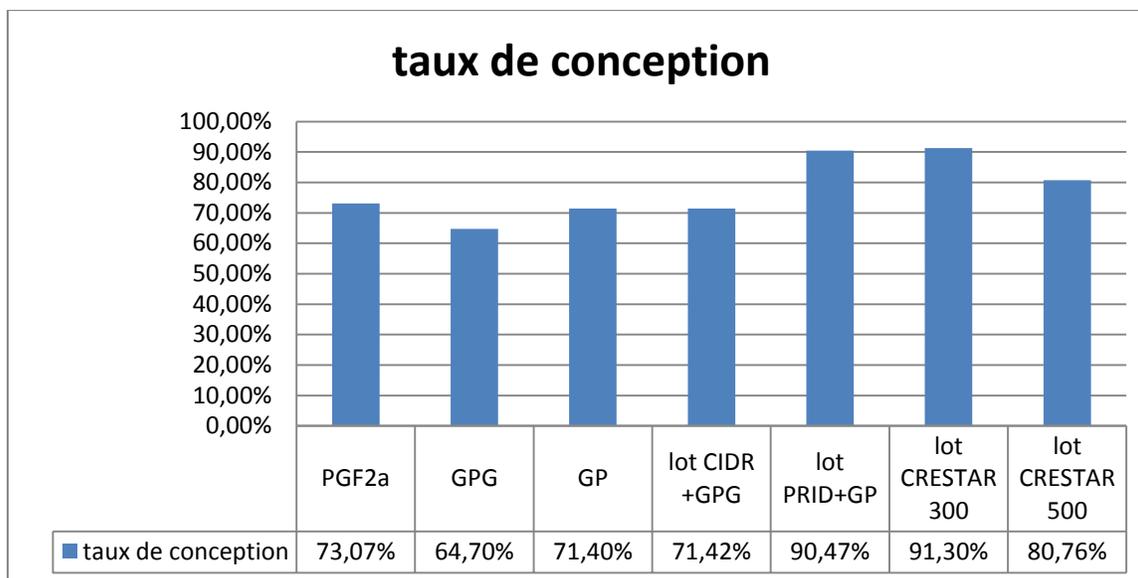


Figure 89: Taux de conception des sept protocoles N=245

Tableau 26: Evaluation comparative des performances reproductives globales N=245

performances reproductives	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	Total	P
taux de chaleurs	74,00%	48,57%	40,00%	80,00%	60,00%	66,00%	74,28%	63.26%	3.52
taux de gestation	54,00%	31,42%	28,60%	57,14%	54,28%	60,00%	60,00%	49.38%	9.598
taux de conception	73,07%	64,70%	71,40%	71,42%	90,47%	91,30%	80,76%	78.06%	2.792

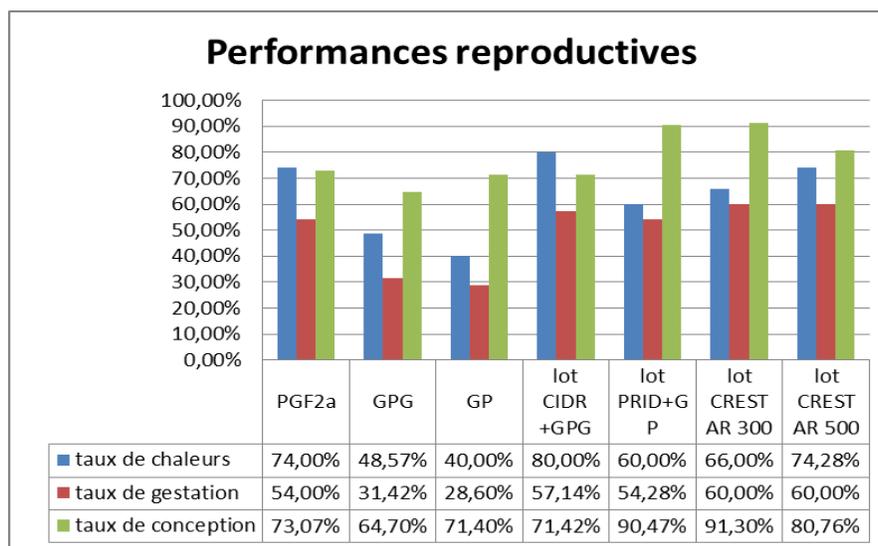


Figure 90: Evaluation comparative globale des trois performances reproductives N=245

VIII. Evaluation globale selon les trois performances N=245

L'évaluation globale de l'efficacité des sept protocoles utilisés et leurs conséquences sur les trois performances reproductives recherchées nous montre bien que ce sont les protocoles à base de progestagenes qui ont donné de meilleurs résultats par rapport aux protocoles à base de prostaglandines seules ou associées à la GnRH surtout en terme de manifestation des chaleurs et de conception à un degré moindre pour les taux de gestation (Tableau 26 et Figure 90).

VIII. Taux de mise bas:

Ce paramètre a été calculé par le nombre des vaches n'ayant pas mis bas par rapport au nombre total des vaches mises à la reproduction pour chaque lot (Tableau 27 et Figure 91).

De moyens taux de mise bas ont été enregistrés dans cette deuxième catégorie de traitement à base de progestagenes (48.57% vs 54.28% ; P= 0.45) respectivement pour les protocoles 6, 4 et 5 jusqu'à un taux satisfaisant (60%) relevé dans le protocole 7 (Tableau 27).

Tableau 27 : Taux de mise bas dans les protocoles à base de progestagenes N=140

	Classes	Effectif (Pourcentage)					P
		Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	Total	
Taux de mise bas des vaches inséminées	mise bas	19/35 (54.28 %)	19/35 (54.28 %)	17/35 (48.57 %)	21/35 (60 %)	76/140 (54.28%)	0.45
	Non gestantes	28,58% (8/28)	9,53% (2/21)	8,70% (2/23)	19,24% (5/26)	5/140 (03.57%)	0.018

VIII.1. Le taux de d'avortement

Le taux d'avortement a été calculé par le rapport entre le nombre de vaches n'ayant pas mis bas sur le nombre des vaches mises à la reproduction (Tableaux 27 et 28). Un taux important (11.42%) soit 4/35 pour le lot 6, suivi d'un taux de 02.85% pour le lot 4. Cependant aucune vache n'a avorté pour les lots 5 et 7 (Figure 92). Parmi le nombre total des vaches appartenant aux quatre lots expérimentaux (N=140), 76 vaches soit (54.28%) qui ont mis bas (Figure 92) par rapport à 5 vaches soit (03.57%) ayant avorté dont la différence est non significative (P=1.284).

Tableau 28: Taux d'avortement des protocoles à base de progestagenes N=140

Taux d'avortement	lot 4	lot 5	lot 6	lot 7	P
	5%	0%	19.04%	0%	0.018
Avortement	1/19	0/19	4/21	0/21	

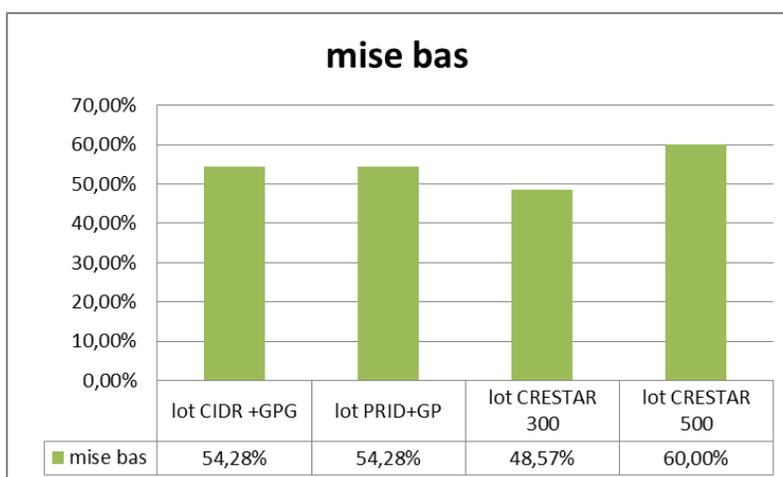


Figure 91: Taux de mise bas des protocoles à base de progestagenes N=140

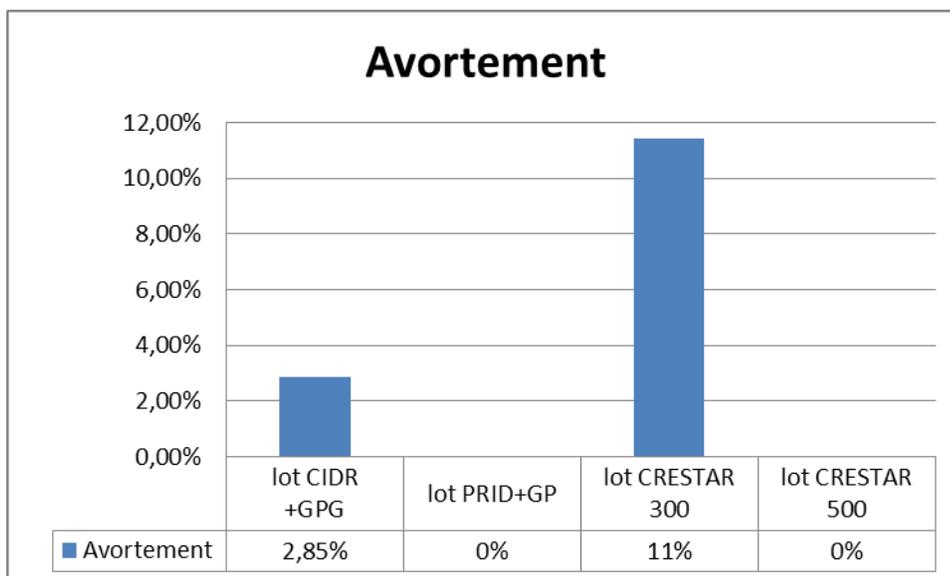


Figure 92 : Taux d'avortement des protocoles à base de progestagenes

X. Effet des facteurs individuels sur le taux d'induction des chaleurs et de conception:

Les facteurs individuels représentés par la race, le rang de vêlage et l'intervalle vêlage-traitement ont été testés en fonction de leur appartenance à l'un des quatre lots. Ces variables étudiées ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 % (Tableau 29)

X.1. Lot 4 «CIDR+GPG»:

X.1.1. Effet de la race

(16/17) vaches et génisses de race Prim'Holstein (Tableau 30 et Figure 93) sont vues en chaleurs dans ce lot contre seulement (12/18) femelles de race Montbéliarde (94.11% vs 66.66% ; P=1.017). Néanmoins, des taux de conception inférieurs aux taux d'induction des chaleurs ont été enregistrés en faveur de la race Montbéliarde (Tableau 31 et Figure 93) dont 9 et 11 vaches et génisses diagnostiquées gestantes respectivement de race Montbéliarde et Prim'Holstein parmi les 26 femelles vues en chaleurs et inséminées (75% vs 68.75% ; P= 0.325).

X.1.2. Effet de la parité

9 femelles parmi les 11 primipares (Tableau 30 et Figure 93) mises à la reproduction sont vues en chaleurs contre 19 multipares parmi les 24 femelles traitées (81.81% vs 79.16% ; P= 0.636). Par ailleurs, les primipares ont enregistré un taux de conception inférieur dont (5/9) à celui obtenu chez les multipares (15/19) ce qui correspond à des taux de (55.55% vs 78.94% ; P= 0.00046).

X.1.3. Effet de l'intervalle vêlage-traitement

Un même taux d'induction des chaleurs a été relevé chez les vaches et génisses (Tableau 30 et Figure 93) appartenant aux deux intervalles étudiés (80%) malgré que le nombre de femelles est différent dans les deux tranches (16/20 vs 12/15). Par contre le taux de conception (Tableau 30) enregistré chez les animaux de la première tranche (55 à 69 jours) est significativement supérieur par rapport à celui relevé chez les femelles mises à la reproduction à partir du 70^{ème} jour post partum dont la différence est significativement élevée (81.25% vs 58.33% ; P= 0.00041).

Tableau 29: Comparaison des trois lots pour les variables qualitatives et quantitatives (N=140).

Variables		Lot 4	Lot	Lot	Lot 7	P
Race	Montbeliarde Prim'Holstein	18	21	24	24	0.390
		17	14	11	11	
Parité	Primipare Multipare	11	09	12	09	0.817
		24	26	23	26	
IV- T	[55-69jours][70-90 jours]	20	21	28	28	0.054
		15	14	07	07	

Le « p » correspond à la « valeur p » risque de rejeter à tort l'hypothèse H0.

Tableau 30: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction des chaleurs N=140

T D	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	P
MB	66.66% (12/18)	61.90% (13/21)	79.16% (19/24)	79.16% (19/24)	0.00015
PH	94.11% (16/17)	57.14% (8/14)	36.36% (4/11)	63.63% (7/11)	
PP	81.81% (9/11)	55.55% (5/9)	75% (9/12)	100% (9/9)	0.136
MP	79.16% (19/24)	61.53% (16/26)	60.86% (14/23)	65.38% (17/26)	
IV1	80% (16/20)	71.42% (15/21)	64.28% (18/28)	75% (21/28)	0.089
IV2	80% (12/15)	42.85% (6/14)	71.42% (5/7)	71.42% (5/7)	

TRC : Taux de réponse en chaleurs MB : Montbéliarde PH : Prim'Holstein PP : Primipare MP : Multipare
IV1 et 2 : Intervalle vêlage – traitement

Tableau 31: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception N=140

T C	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	P
MB	75% (9/12)	84.61% (11/13)	89.47% (17/19)	84.21% (16/19)	0.373
PH	68.75% (11/16)	100% (8/8)	100% (4/4)	71.42% (5/7)	
PP	55.55% (5/9)	100% (5/5)	88.88% (8/9)	77.77% (7/9)	0.207
MP	78.94% (15/19)	87.5% (14/16)	92.85% (13/14)	82.35% (14/17)	
IV1	81.25% (13/16)	100% (15/15)	94.44% (17/18)	80.95% (17/21)	0.298
IV2	58.33% (7/12)	66.66% (4/6)	80% (4/5)	80% (4/5)	

TC : Taux de conception MB : Montbéliarde PH : Prim'Holstein PP : Primipare MP : Multipare
IV1 et 2 : Intervalle vêlage – traitement

X.2. Lot 5 « PRID+GP »

X.2.1.Effet de la race

De bons taux d'induction des chaleurs ont été enregistrés chez les deux races étudiées (Tableau 30 et Figure 94) avec une légère supériorité en faveur de la Montbéliarde par rapport à la Prim'Holstein (61.90% vs 57.14% ; P= 0.492) dont 13 et 8 femelles ont été observées en chaleurs parmi les 35 animaux mis à la reproduction respectivement pour la Montbéliarde et la Prim'Holstein (Figure 95). De meilleures Performances en terme du taux de conception ont été également relevées chez la Montbéliarde (84.61%) jusqu'à 100% chez la Prim'Holstein parmi les 21 vaches et génisses vues en chaleurs (Tableau 31 et Figure 94) dont la différence est hautement significative (P= 0.00013).

X.2.2.Effet de la parité

16 multipares parmi les 26 femelles mises à la reproduction dans ce lot (Tableau 30 et Figure 94) sont observées en œstrus en enregistrant ainsi un bon taux d'induction des chaleurs contre seulement 5 primipares parmi les 9 femelles traitées (61.53% vs 55.55% ; P= 0.390). Le taux de conception est également lié au rang du vêlage dont (5/5) primipares inséminées ont été toutes confirmées gestantes contre (14/16) multipares (100% vs 87.5% ; P= 0.00078).

X.2.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement

Parmi les 21 femelles vues en chaleurs dans ce lot, 15 et 6 animaux appartiennent respectivement au premier et au deuxième intervalle de mise à la reproduction (Tableau 30 et Figure 94), ce qui a induit un meilleur taux chez les animaux traités à partir du 55ème jour post partum par rapport à celles traitées à partir du 70ème jour pp (71.42% vs 42.85% ; P= 4.461). De même, de bons taux de conception ont été enregistrés pour les 19 femelles (Tableau 31) diagnostiquées gestantes (100% vs 66.66% ; P= 2.527) avec une supériorité pour la première par rapport à la deuxième tranche.

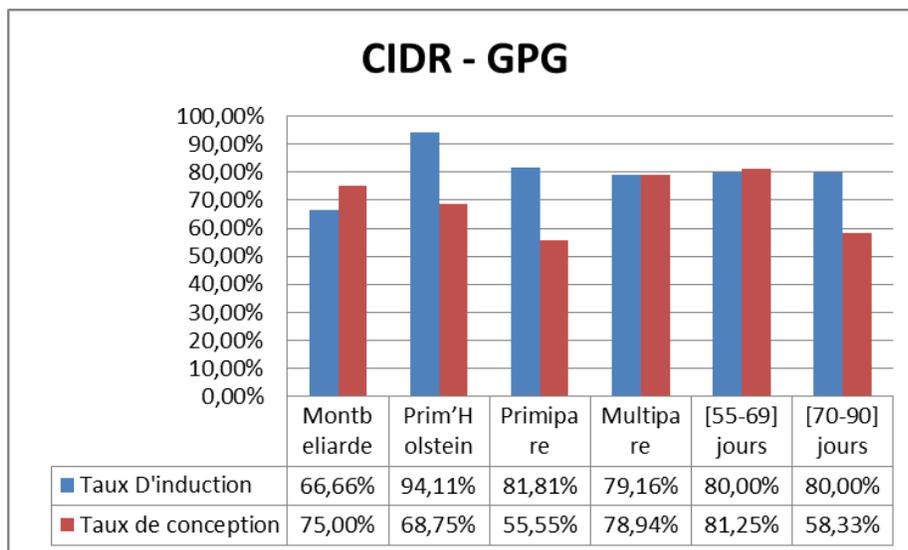


Figure 93 : Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=35 (Lot 4)

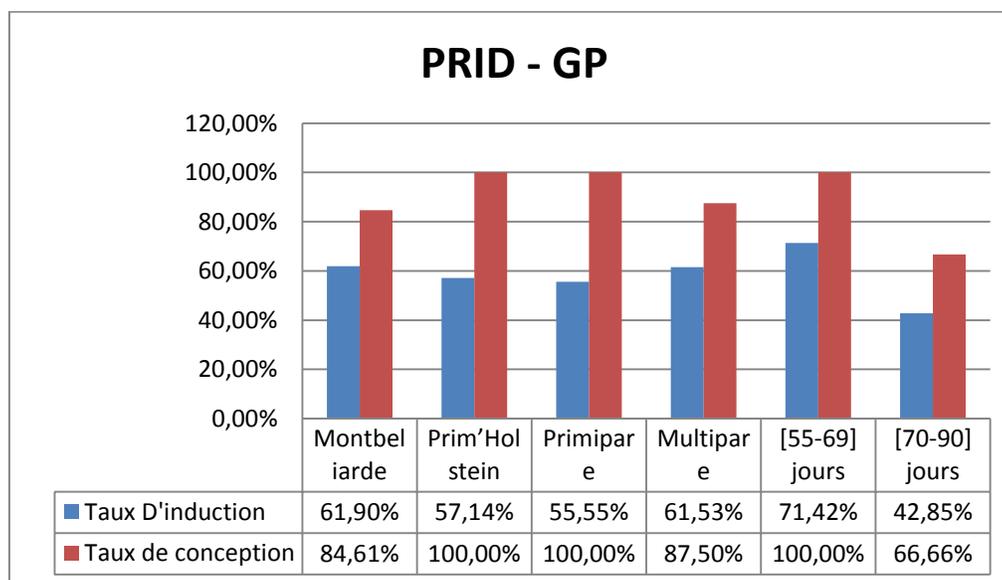


Figure 94: Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=35 (Lot 5)

X.3. Lot 6: «CRESTAR SO®300»

X.3.1. Effet de la race

Un meilleur taux d'induction des chaleurs (Tableau 30 et Figure 95) a été obtenu chez les femelles de race Montbéliarde (19/24) contre (4/11) femelles de race Prim'Holstein (79.16% vs 36.36% ; $p=2.178$). Cependant, ce sont les femelles de race Prim'Holstein (Tableau 30) qui ont enregistré un taux de 100% où les 4 femelles inséminées sont toutes confirmées gestantes par rapport à la race Montbéliarde où seulement (17/19) femelles sont gestantes (89.47%) avec une différence hautement significative ($P=0.0025$).

X.3.2. Effet de la parité

La parité a un effet sur le taux d'induction des chaleurs (Tableau 30 et Figure 95) où 9 femelles primipares ont obtenu un taux de chaleurs plus élevé par rapport à celui enregistré chez 14 femelles multipares (75% vs 60.86% ; $P=0.032$) parmi les 35 femelles traitées dans ce lot. De meilleurs taux de conception (92.85% vs 88.88% ; $P=0.329$) ont été recensés en faveur des multipares (13/14) par rapport aux primipares (8/9).

X.3.3. Effet de l'intervalle vêlage-traitement

Ce sont les femelles mises à la reproduction à partir du 70ème jour post partum qui ont obtenu un taux d'induction des chaleurs plus élevé (Tableau 30) par rapport à celles traitées tôt (71.42% vs 64.28% ; $P=0.279$) et ce parmi les 23 femelles vues en chaleurs dans ce lot. Ce facteur a influencé également sur le taux de conception en enregistrant ainsi des taux significativement différents (94.44% vs 80% ; $P=0.002$) correspondant respectivement aux femelles traitées dans le premier et deuxième intervalle et ce parmi les 21 femelles confirmées gestantes (Figure 95).

X.4. Lot 7 : «CRESTAR SO®500»

X.4.1. Effet de la race

De meilleurs taux d'induction des chaleurs (Tableau 30 et Figure 96) ont été enregistrés chez les 26 femelles détectées en œstrus dans ce lot (79.16% vs 63.63% ; $P=0.015$) dont les femelles de race Montbéliarde (Tableau 30) qui ont présenté un taux significativement plus élevé par rapport à celui relevé chez les femelles de la race Prim'Holstein.

D'un autre côté, les 21 femelles confirmées gestantes (Tableau 31 et Figure 96) ont donné un taux de conception significativement élevé pour la race Montbéliarde par rapport à la Prim'Holstein (84.21% vs 71.42% ; P= 0.029).

X.4.2.Effet de la parité

Un taux de 100% a été noté chez les primipares (9/9) contre un taux également acceptable (17/26) obtenu par les multipares (100% vs 65.38% ; P=3.308). De meilleurs taux de conception (Tableau 31) ont été enregistrés (77.77% vs 82.35% ; P= 0.417) respectivement chez les primipares (7/9) et les multipares (14/17).

X.4.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement

De meilleurs taux d'induction des chaleurs sont obtenus chez les femelles de ce lot (Tableau 30) et ce quel que soit l'intervalle de mise à la reproduction (75% vs 71.42% P= 0.567) en faveur des femelles appartenant au premier intervalle. Parmi les 26 femelles inséminées (Tableau 31 et Figure 96), 21 ont été confirmées gestantes en enregistrant des taux de conception similaires pour les deux intervalles (80%).

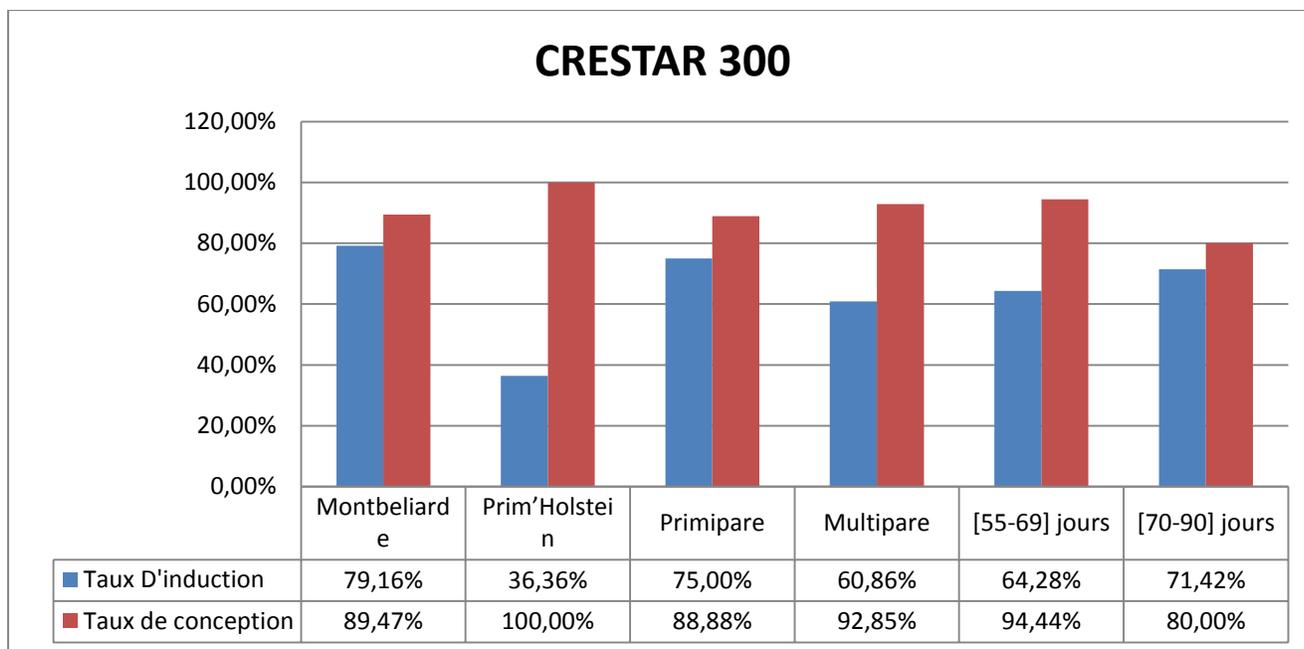


Figure 95 : Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=35 (Lot 6)

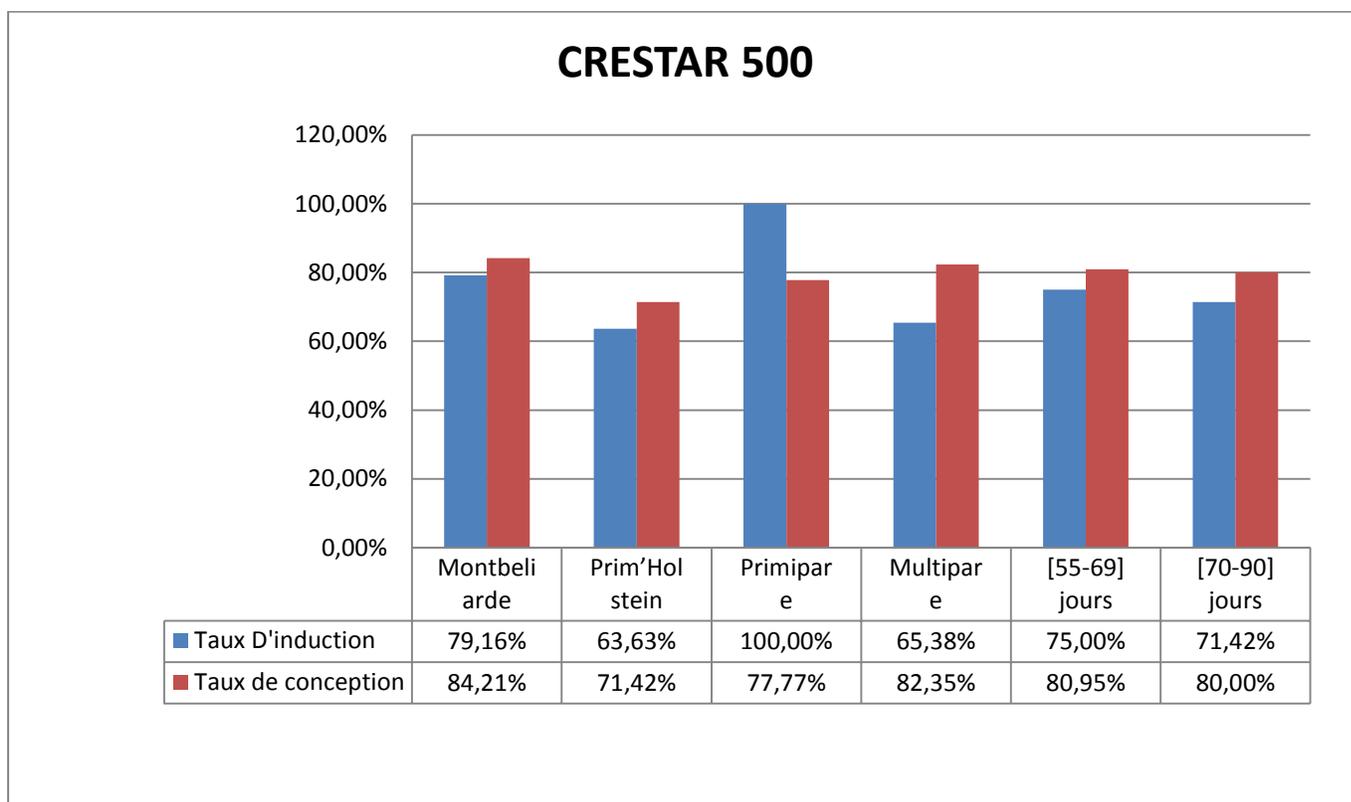


Figure 96 : Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=35 (Lot 7)

XI. Evaluation comparative globale :

XII.1.Effet des facteurs de variation sur les performances reproductives N=140:

Nous avons testé également l'effet de certains variables individuelles à savoir la race, la parité et l'intervalle vêlage-traitement sur le taux d'induction des chaleurs et le taux de conception pour les quatre protocoles à base de progestagenes (Tableaux 32 et 33).

XII.1.1.Effet de la race:

Parmi les 140 vaches traitées dans cette catégorie de traitement, (63/87) femelles de race Montbéliarde ont manifesté des signes de chaleurs (Figure 97) contre seulement (35/53) femelles de race Prim Holstein (72.41% vs 66.03% ; P= 0.328). Cependant, (53/63) contre (28/35) femelles ont enregistré de bons taux de conception (Figure 98) en faveur toujours de la race Montbéliarde par rapport à la Prim'Holstein (84.12% vs 80% ; P= 0.447).

XII.1.2.Effet de la parité

(32/41) primipares contre(66/99) multipares sont vues en chaleurs (Figure 97) parmi les 140 femelles traitées dans cette catégorie de traitement (78.04% vs 66.66% ; P= 0.071).La parité a également un effet (Figure 98) sur les taux de conception d'où (25/32) primipares sont diagnostiquées gestantes contre (56/66) multipares (78.12% vs 84.84% ; P= 0.221).

XII.1.3.Effet de l'intervalle vêlage-traitement

De bons taux d'induction des chaleurs ont été enregistrés (Figure 97) selon l'effet de ce facteur (72.16% vs 65.11% ; P= 0.282) respectivement pour le premier et le deuxième intervalle de mise à la reproduction (Figure 98). L'effet de ce facteur sur le taux de conception (Figure 99) a montré également que les femelles mises à la reproduction à partir du 55eme jour post partum (62/70) ont présenté un taux significativement plus élevé (88.57% vs 67.85% ; P=0.00038) que celui enregistré chez les femelles ayant reçu les traitements à partir du 70eme jour (19/28).

Tableau 32: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction global N=140

Taux D'induction	Progestagènes	P
Montbeliarde	63/87	0.328
	72.41%	
Prim'Holstein	35/53	
	66.03%	
Primipare	32/41	0.071
	78.04%	
Multipare	66/99	
	66.66%	
[55-69] jours	70/97	0.282
	72.16%	
[70-90] jours	28/43	
	65.11%	

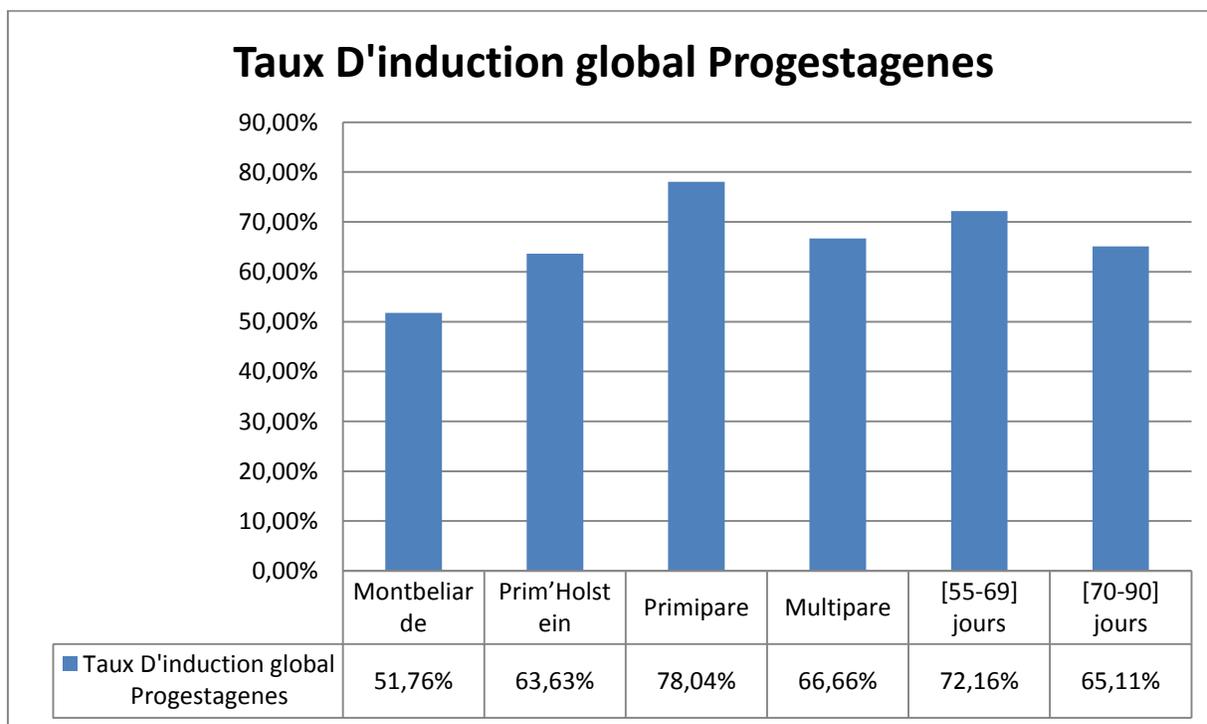


Figure 97: Effet des facteurs de variation sur le taux d'induction global N=140

Tableau 33: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception global N=140

Taux de conception	Progestagènes	P	
Montbeliarde	53/63	0.373	
	84.12%		
Prim'Holstein	28/35		
	80%		
Primipare	25/32		0.221
	78.12%		
Multipare	56/66		
	84.84%		
[55-69] jours	62/70	0.00038	
	88.57%		
[70-90] jours	19/28		
	67.85%		

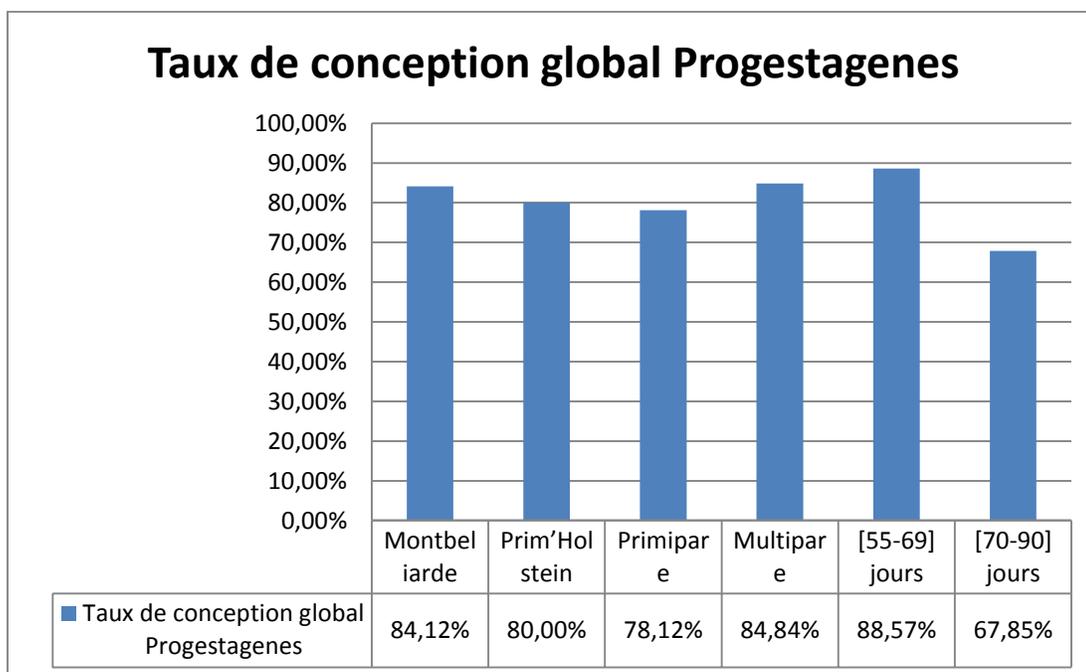


Figure 98: Effet des facteurs de variation sur le taux de conception global N=140

XII. Effet taureau

XII.1. Effet du taureau sur la réussite de la gestation)

Parmi les 81 vaches et génisses diagnostiquées gestantes dans cette catégorie de traitement à base de progestagenes, le taureau INDOR a induit de meilleurs taux de réussite de gestation (75% ,84.61%, 89.47% et 84.21% ; $P= 0.05$) respectivement pour les lots 4, 5,6et 7 (Figure 99). De son côté, le taureau HAELTOP a induit un taux de gestation de 100% pour les lots 5 et 6 (Figure 99). Au total , selon le nombre de femelles inséminées par l'un ou l'autre taureau dans chaque protocole , c'est le taureau INDOR qui a inséminé le plus grand nombre de femelles vues en chaleurs et confirmées gestantes (53/81) soit 65.43% (Figure 99). Cependant, le taureau HAELTOP a induit un faible taux de gestation (33.57%) vu le nombre réduit de femelles inséminées par ce male (28/81) avec une différence non significative entre les taux enregistrés pour les deux taureaux. ($P=1.274$).

XII.2.Effet du taureau sur la réussite de la mis bas :

Généralement, de meilleurs taux de fécondité ont été relevé chez les femelles inséminées par le taureau INDOR dans les protocoles 4,5 et 7 (100%) à un degré moindre pour le protocole 6 à base de CRESTAR300(Figure100) où on a enregistré un taux de fécondité également important ((100% vs 76.47% ; $P=1.42$).De son côté, le taureau HAELTOP (Figure 100) a réussi d'avoir également des taux complets de fécondité (100%) dans la majorité des protocoles à l'exception du lot 4 (90.90%) la différence est non significative ($P=1.153$).Globalement, 49 vaches et génisses ont mis bas parmi les 53 femelles gestantes inséminées par INDOR (Figure 100)en enregistrant ainsi un taux de fécondité très important (92.45%). De son côté, le taureau HAELTOP a réussi d'avoir un nombre de 27 femelles ayant mis bas parmi les 28 gestantes avec un taux de gestation de 96.42% (Figure 100) dont la différence non significative ($P= 0.372$). Au total, 76 vaches et génisses ont mis bas dans cette catégorie de traitement parmi les 81 femelles gestantes en enregistrant un taux de gestation global de 93.82% (Figure 100).

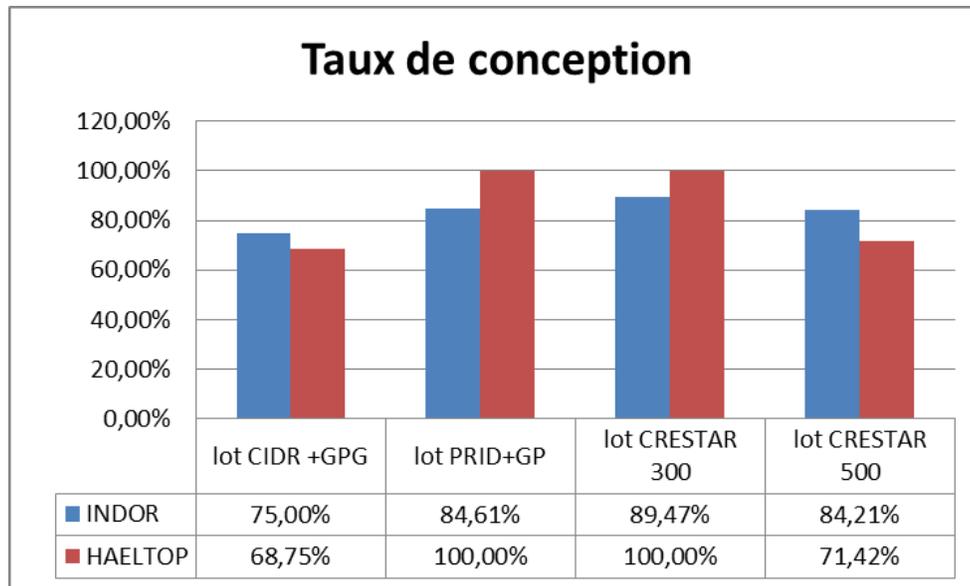


Figure 99: Effet taureau sur le taux de conception N=140

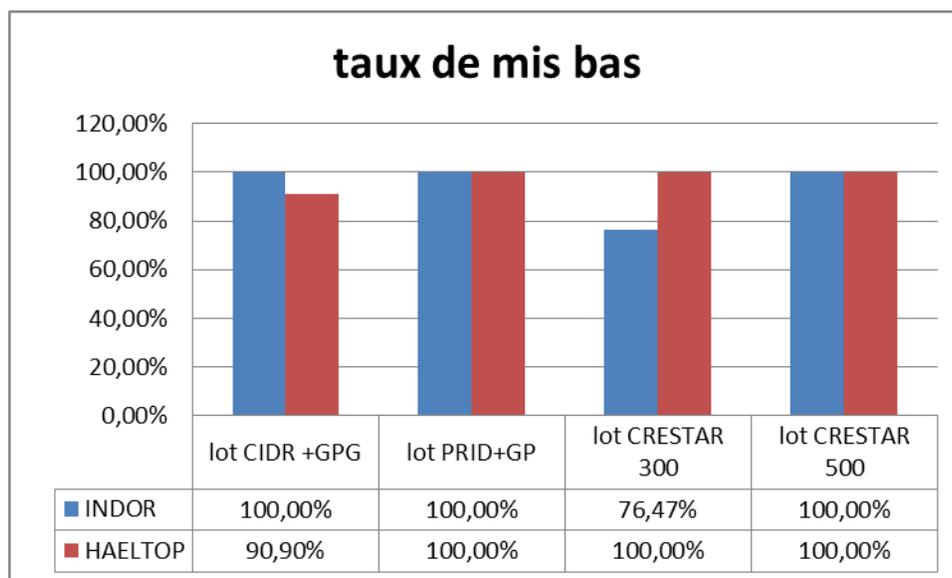


Figure 100: Effet taureau sur le taux de mise bas

XIII.3.Effet du taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né

C'est le protocole 7 à base de CRESTAR 500 (Figures 101 et 102) qui a enregistré le nombre total de nouveaux nés le plus élevé (21/76) suivi par les protocoles 4 et 5 avec (19/76) pour chaque protocole (27.63% vs 25% ; $P= 0.871$). Ce protocole a enregistré également le nombre le plus élevé des nouveaux nés du sexe femelle (18/21) par rapport au sexe male (3/21) avec des taux de (85.71% vs 14.28% ; $P= 2.262$). De son côté, le protocole 4 (Figures 101 et 102) a enregistré un nombre plus ou moins élevé de nouveaux nés du sexe male (12/19) par rapport au sexe femelle (7/19) avec des taux de (63.15% vs 36.84% ; $P= 0.00019$). Le taureau INDOR a donné des nouveaux nés de sexe différent dans les quatre protocoles, par contre le taureau HAELTOP n'a donné que de nouveaux nés de sexe male et ce seulement pour le protocole 4 (Figure 101). Nous avons enregistré ainsi 21 males soit 42.85% et 28 femelles soit 57.14% parmi les 49 nouveaux nés issus du taureau INDOR (Figure 102) contre seulement 5 nouveaux nés de sexe male soit 18.51% et 22 femelles soit 81.48% parmi les 27 nouveaux nés issus du taureau HAELTOP (Figure 102) dont la différence est non significative ($P=1.879$).

Au total, nous avons obtenu 26 mâles soit 34.21% et 50 femelles soit 65.78% parmi les 76 nouveaux nés enregistrés dans cette catégorie de traitement (Figures 101 et 102) dont la différence est non significative ($P=1.535$).

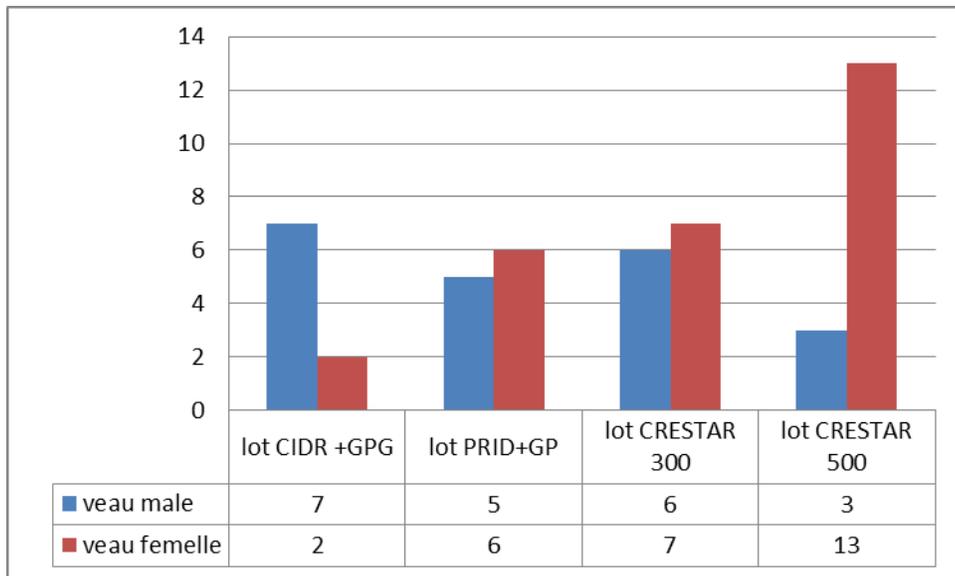


Figure 101: Effet taureau INDOR sur le sexe du nouveau-né

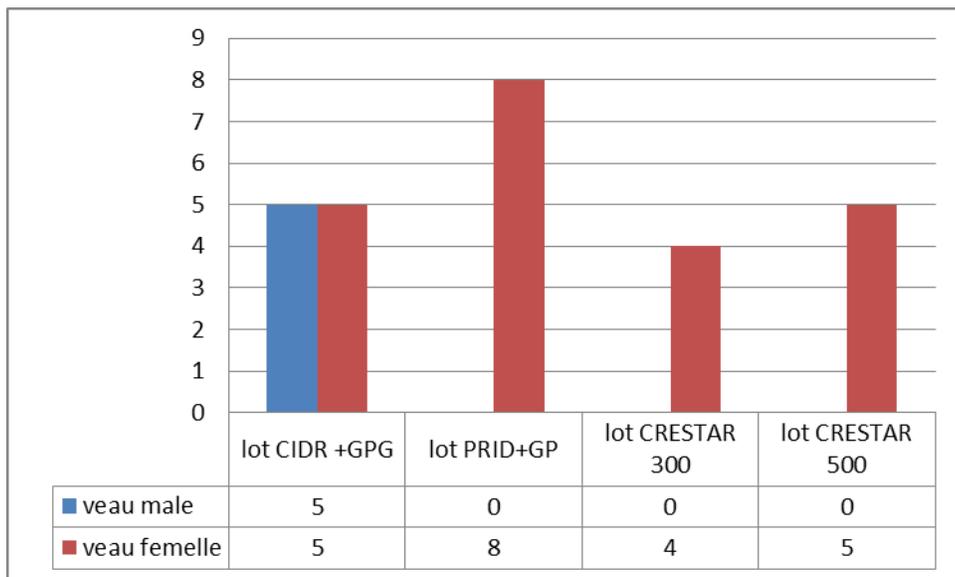


Figure 102: Effet taureau HAELTOP sur le sexe du nouveau-né

DISCUSSION

La principale indication des traitements à base de progestagènes concerne les femelles en anœstrus postpartum autrement dit les femelles non cyclées. L'avantage majeur de ce type de traitements est de répondre à cette problématique en stimulant le développement des récepteurs à la LH sur les follicules en les rendant ainsi sensibles à la LH. Il s'agit même du seul traitement pour induire et synchroniser les chaleurs des femelles non cyclées et également cyclées. D'autre part, les avantages d'un système d'insémination artificielle (IA) à temps fixe augmentent également dans les conditions de faible taux de détection œstrus et de faible taux de conception. Toutefois, son coût élevé limite son utilisation systématique.

I. Protocoles à base de CIDR et PRID :

I.1. CIDR+Ovsynch

Les différents protocoles utilisant les progestagènes sous forme de dispositifs intra vaginaux (CIDR, PRID delta) ou des implants auriculaires (CRESTAR®, CRESTAR SO®) sont souvent accompagnés d'injections de PGF2 α , de GnRH et d'hCG ou eCG.

* Malgré l'application de différents protocoles d'Ovsynch, les pourcentages de vaches présentant l'œstrus et la fertilité étaient encore bas parce qu'il y avait une concentration d'œstradiol relativement inférieure autour de l'AI (Shamsuddin 2001). Un tel traitement à base de progestérone est un élément clé dans l'induction d'œstrus en potentialisant l'action de l'œstrogène aidée par le corps jaune en régression qui sécrète une certaine quantité de progestérone. En effet, l'ajout de progestérone diminue le nombre d'ovulation prématurée entre la GnRH à J0 et la PGF2 α et augmente le pourcentage de vaches présentant un corps jaune fonctionnel 11 à 14 jours après l'insémination (Martinez et al., 2002 ; Stevenson, 2008). Par ailleurs, une faible concentration de progestérone entraîne un allongement de la durée de dominance ce qui se traduit par une moins bonne qualité du follicule ovulatoire, une fertilité dégradée et une diminution de la qualité embryonnaire en augmentant ainsi le risque de mortalité embryonnaire entre J32 et J60 après l'IA (Cerri et al., 2011 ; Bisinotto et al., 2015). Le taux de vaches vues en chaleurs dans la présente étude lors du protocole Ovsynch (48,6%) est en accord à ceux rapportés dans plusieurs études lesquelles estiment que ≤ 50 % des vaches ont été détectées dans l'œstrus dans les troupeaux laitiers (Kandiel et coll., 2012 ; Udin et al. 2017 ; Stevenson et al 1999).

Par conséquent, cette performance reproductive peut être améliorée si la progestérone est administrée pendant la période entre les injections de GnRH et de PGF2 α pour augmenter la réponse en œstrus et le taux de conception des vaches (Xu et al 1997). Récemment, de nombreuses études ont évalué l'intérêt d'associer la progestérone aux protocoles de type « GPG » notamment en Amérique. Néanmoins, peu de travaux antérieurs ont calculé le taux de réponse en œstrus en signalant ainsi des taux d'induction des chaleurs plus élevés (Xu et al. 2000; Dhami et coll., 2014). La réponse à l'œstrus pour les vaches traitées par CIDR dans notre étude est significativement ($P < 0,05$) plus élevée (80 %) que celle rapportée dans le protocole Ovsynch seul (48,6 %). Il a été rapporté donc que la progestérone libérée par le CIDR est suffisante pour augmenter et maintenir une concentration en progestérone dans le sang > 2 ng/ml en l'absence du corps jaune sur l'ovaire (Hammam et al., 2013; Suthar et al., 2012). D'autre part, Chebel et al. (2010) ont démontré que l'insertion du CIDR pendant 7 jours au cours d'un protocole d'IA programmée à temps fixe augmentait la proportion du corps jaune fonctionnel chez les vaches en anoestrus et la gestation /IA par rapport aux protocoles sans CIDR. Dans une étude calculant le taux de réponse en chaleurs en cas d'insertion du CIDR Xu et al. (2000) ont rapporté que la modification du programme de synchronisation de 7 à 8 jours a modifié le modèle de réponse en chaleurs. Bien que de bons taux d'œstrus aient été enregistrés dans les deux protocoles utilisés, l'œstrus était plus dispersé dans le programme de 7 jours qui a enregistré également un bon taux de conception (Xu et al 2000).

* De bons taux de conception ont été enregistrés pour les deux groupes testés dans la présente étude avec une légère supériorité en faveur du groupe traité avec CIDR (71,4%) par rapport au groupe Ovsynch seul (64,7%). Selon la bibliographie, différents taux de conception ont été enregistrés dans le programme Ovsynch variant de 30 % à 75 % (Kandiel et al., 2012; Udin et al., 2017), ce qui est similaire au taux relevé dans notre étude (64,7%). Néanmoins d'autres revues ont signalé de faibles taux de conception chez les vaches et les génisses non cyclées (Ali et al 2012; Raste Garnia et Anvari Savojbolghi, 2010; Nak et al. (2011) ; Jayaganthan et al. (2016). D'autre part, Vasconcelos et al. (1999) ont signalé des taux de conception les plus élevés chez les vaches laitières ayant commencé le protocole Ovsynch entre les jours 5 et 12 du cycle œstrus.

Cependant, le taux de conception des vaches du groupe Ovsynch plus CIDR dans notre présente étude est en accord aux résultats de Jayaganthan et al. (2016) et de Kawate et al., (2004). D'autre part, ce résultat révèle plus élevé que celui documenté dans d'autres travaux (Bhoraniya et al 2012; Dhimi et al., 2014; Patel et al., 2013).

Plusieurs travaux antérieurs ont fait état d'un taux de conception statistiquement plus élevé dans le groupe Ovsynch avec CIDR que dans le groupe Ovsynch seul (Ali et al 2012; Jayaganthan et al., 2016; Mohd Alyas et al., 2013; Rastegarnia et Anvari Savojbolghi, 2010). Ce sont les concentrations élevées de progestérone qui ont augmenté les taux de conception (Kawate et al., 2004 ; Sakase, 2005). Cependant, d'autres auteurs ont enregistré un taux de conception plus élevé en faveur du groupe traité par Ovsynch plus CIDR mais sans différence significative entre les deux protocoles (Sakase et al., 2005; Schafer et al., 2007). Selon Jayaganthan et al (2016), cette variation dans les taux de conception pourrait être due à l'effet de race, climat, nutrition, gestion et les différents protocoles CIDR (Jayaganthan et al 2016).

* Le taux de gestation est le produit des taux de détection et de conception d'oestrus (Shamsuddin et al., 2001). Selon la bibliographie, l'association de la progestérone à des protocoles de type GPG augmente le taux de gestation des vaches laitières uniquement pour des IA programmées à temps fixe (Bisinotto et al., 2015). Cette amélioration du taux de gestation s'observe principalement chez les vaches n'ayant pas de corps jaune au moment de l'initiation du protocole GPG. Il a été indiqué également que la concentration en progestérone pendant un cycle œstral affecte la morphologie endométriale dans le cycle suivant en diminuant ainsi le nombre de β -récepteurs hypothalamiques d'œstradiol-17 par rétroaction négative. Dans la présente étude, le taux de gestation chez les vaches traitées avec CIDR est significativement plus élevé ($P < 0,05$) que dans le groupe Ovsynch seul (57,14 % vs 31,4 %), ce qui est similaire aux taux rapportés par Jayaganthan et al. (2016). De tels taux bas de gestation par rapport aux taux de conception enregistrés dans cette étude pourraient être la conséquence de la fertilité réduite d'un follicule/ovocyte âgé induit par l'injection d'œstradiol (Pursley et autres 1997). Différentes études ont montré un taux de gestation acceptable après l'utilisation d'un protocole CIDR 7-d en combinaison avec la GnRH et la prostaglandine F2 α (Crane et al. (2006) ; El-Zarkouny et al (2004).

Des taux de gestation chez les vaches traitées au protocole Ovsynch avec PRID étaient de 11 % plus élevés que ceux des vaches traitées avec Ovsynch seul sans aucune différence significative (Walsh et al., 2007). El-Zarkouny et al (2004) ont signalé que les vaches laitières en anœstrus traitées avec Ovsynch plus CIDR présentaient un taux de gestation plus élevé que les vaches traitées avec Ovsynch seul. Selon cet auteur, les vaches cyclées recevant Ovsynch plus CIDR avaient un taux de gestation similaire à celui des vaches cyclées recevant Ovsynch seul.

L'un des avantages de l'addition de la progestérone au protocole d'Ovsynch est l'amélioration du taux de gestation qui est dû probablement à l'effet préventif contre l'ovulation précoce au cas où il serait initié par le protocole Ovsynch (Moreira et al., 2000 ; Stevensen et al. 2006). D'autre part, Martinez et al (2002) ont signalé que l'ajout de progestatifs peut entraîner une amélioration significative des taux de gestation chez les génisses et non chez les vaches (Martinez et al., 2002).

I.2. Protocole PRID+GP

Les Protocoles de synchronisation classiques à base du SelectSynch seul (Pursley et al., 1997) et ceux combinés au CIDR (Bartolome et al., 2009 ; Stevenson et al., 2006) sont utilisés dans les troupeaux laitiers pour gérer la reproduction plus efficacement. De meilleures performances reproductives ont été rapportées également dans le protocole Cosynch+CIDR par rapport au protocole Cosynch seul chez des vaches non cyclées ou celles ayant un faible taux de progestérone (Lamb et al., 2001 ; Stevenson et al., 2015). Selon la bibliographie, 5 à 20 % des animaux recevant un protocole Select Synch seul peuvent présenter des chaleurs avant l'injection de PGF2 α (Pusley 1997). Selon ces auteurs, l'inclusion du CIDR® est recommandée lorsque davantage de vaches sont susceptibles d'être en anoestrus et/ou lorsque la détection des chaleurs avant la PGF2 α n'est pas envisageable. Cependant, un bon nombre de protocoles utilisant le dispositif PRID® Delta est combiné surtout au protocole Ovsynch. Le taux d'observation des chaleurs enregistré dans notre étude pour le protocole Select Synch+PRID (60%) est significativement plus élevé par rapport au protocole Select Synch seul (40%). Néanmoins, Lucy a décrit des difficultés dans la détection des chaleurs surtout dans les grands troupeaux laitiers avec des niveaux de production élevés (Lucy, 2001). Selon Beuchat1 et al, (2013), le taux de détection de l'œstrus pourrait être meilleur dans les petits troupeaux à production laitière modérée.

López-Gatius et al. (2015) ont observé que les vaches cyclées présentaient un taux de réponse en œstrus après le retrait du PRID significativement faible par rapport aux vaches non cyclées. Selon cet auteur, les vaches non cyclées pourraient avoir des follicules pré ovulatoires plus gros et plus matures au retrait du PRID ce qui permet de déclencher un comportement œstral plus tôt que chez les vaches cyclées.

D'autre part, plusieurs études ont montré que la période chaude de l'année est l'un des principaux facteurs affectant le comportement de l'œstrus et la fertilité (López-Gatius, 2012) chez les vaches laitières en lactation, ce qui est similaire au taux enregistré dans notre étude réalisée en mois de Juin (60%). Ryan et al. (1999) ont indiqué un taux accru de détection de l'œstrus avec un faible taux de perte de CIDR lorsque la période d'insertion de la progestérone est raccourcie (Ryan et al., 1999). Selon López-Helguera et al. (2017), les protocoles raccourcis à base de progestagènes pourraient également surmonter les effets négatifs du stress thermique sur comportement d'œstrus et fertilité (López-Helguera et al. 2017). Selon Mihm et al. (1994), l'utilisation de progestérone exogène sur une période plus longue pourrait entraîner la persistance des follicules ovulatoires et l'ovulation d'un ovocyte excessivement âgé avec une baisse concomitante du taux de gestation (Mihm et al., 1994). Cependant, le succès des protocoles P4 raccourcis est probablement dû à l'ovulation d'ovocytes plus sains à partir de follicules avec une période de dominance plus courte et l'exposition à un proœstrus plus long (Bridges et al., 2008). En effet, Garcia-Ispierto et al. (2013) ont signalé aucune différence significative entre vaches laitières inséminées après la détection de l'œstrus pendant une période fraîche par rapport à un protocole raccourci à base de P4 associé à l'eCG pendant une période chaude (Garcia-Ispierto et al., 2013).

Selon la bibliographie, l'administration d'eCG au retrait du PRID pourrait également contribuer à l'augmentation de la réponse en chaleurs par la stimulation de la croissance folliculaire et la synthèse de l'œstradiol en raison de son activité FSH et LH (Bryan et al., 2013). En effet en absence de corps jaune physiologique, l'imprégnation par un progestagène exogène entraîne une inhibition de la LH insuffisante pour faire dégénérer le follicule de grande taille (Kinder et al. 1996). Il a été rapporté également que le diamètre du follicule ovulatoire et le statut non cyclique a eu le plus grand effet réduisant la quantité de progestérone autour de l'AI des vaches laitières (Bisinotto et al. 2010).

Chebel et al., (2010) ont rapporté également l'effet de la quantité de progestérone mais sans aucune différence significative entre vaches avec progestérone ≥ 1 par rapport à < 1 (Chebel et al., 2010). Le taux d'observation des chaleurs dépend donc de plusieurs facteurs à savoir le nombre de vaches par exploitation, la production laitière et le taux de la progestérone au début du protocole (Roesch et al., 2005 ; Beuchat et al., 2013).

Rudolph et al., (2011) ont rapporté un taux de gestation plus élevé dans le protocole Select-Synch+CIDR (1,9g) par rapport au CIDR seul (1,38g) (Rudolph et al., (2011). L'état du dispositif intra vaginal (neuf ou déjà utilisé) a été également testé dans plusieurs études à base des protocoles Select Synch+PRID (López-Helguera et al., 2017). Néanmoins, peu d'études ont examiné la teneur résiduelle en P4 dans le PRID (1,55g) après son utilisation par rapport au dispositif CIDR (1,38g) où la teneur en P4 était de 0,72g soit environ la moitié de la quantité initiale (Rathbone et al., 2002). Bien que la quantité de P4 restant dans un PRID-Delta après une période de traitement soit inconnue, il est probablement possible qu'il y a suffisamment de P4 qui sera potentiellement utilisée à au moins deux fois dans les protocoles raccourcis de synchronisation des chaleurs. Selon López-Helguera et al., (2017), la réponse en œstrus était 1,5 fois plus élevée chez les vaches ayant reçu un PRID précédemment utilisé par rapport à un PRID neuf (López-Helguera et al., 2017). Cependant, malgré qu'un usage unique soit recommandé par les fabricants, la réutilisation de P4 intra vaginal a entraîné une réduction significative du coût de la synchronisation de l'œstrus. Une étude similaire a indiqué que 85% des vaches ayant reçu de nouveaux PRID sont entrées en œstrus entre 30 et 60 h après le retrait du PRID par rapport à 100% de vaches recevant un PRID déjà utilisé (Mc Phee et al., 1983).

* Le taux de gestation obtenu dans notre étude pour les vaches du groupe Select Synch -PRID (54.28%) est supérieur à celui rapporté par Rudolf et al en 2011. Cependant, il est meilleur aux taux rapportés dans des protocoles de 12 jours d'insertion du PRID (Rudolf et al en 2011). Néanmoins, la majorité des éleveurs européens et plus particulièrement en Suisse préfèrent l'utilisation du CIDR seul pour une période de 12 jours car les vaches n'ont pas besoin d'être manipulées plus fréquemment et les coûts des médicaments supplémentaires devaient être compensés par la réduction du nombre de jours d'ouverture (Rudolf et al., 2011 ; Beuchat et al., 2013).

Selon la bibliographie, l'administration de GnRH, de l'hCG et la supplémentation en progestérone autour de l'insémination peut entraîner une amélioration des performances reproductives des vaches cyclées, en œstrus et celles en Repeat breeding (Howard et al. 2006 ; Kim et al., 2007). L'ajout de GnRH au début d'un protocole CIDR peut inhiber les plus grands follicules par ovulation ou atresie en induisant l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire dans les 3-4 jours suivant le traitement. Cependant, Perry et Perry (2009) ont démontré que le traitement par la GnRH à l'IA n'avait pas d'incidence sur les taux de conception (Perry et Perry, 2009). Ces taux avaient tendance à être plus élevés lorsque l'IA se produisait après la détection de l'œstrus par rapport à l'IA à temps fixe ce qui est en accord avec les meilleurs taux de conception relevés dans notre étude. En revanche, selon Stevenson et al. (1999), les taux de gestation étaient plus élevés après l'IA à temps fixe que l'insémination sur chaleurs observées (Stevenson et al., 1999), ce qui est également similaire à nos résultats où les taux de gestation enregistrés dans notre étude sont moyens en raison de l'insémination réalisée sur chaleurs observées.

II Protocoles à base d'implant :

II.1. CRESTAR SO®300 et 500:

L'objectif principal de cette partie expérimentale est d'étudier l'efficacité du protocole CRESTAR SO® (sans œstrogènes mais avec un analogue de GnRH) dans l'élevage Algérien en testant ainsi deux doses de l'eCG (300 et 500 UI) administrées au retrait de l'implant. Les avancées scientifiques (connaissances des vagues folliculaires) et les modifications réglementaires (interdiction des œstrogènes en productions animales en 2006 en Europe) ont conduit les industriels à apporter au cours du temps des modifications au protocole standard mis au point il y a une trentaine d'années pour objectifs d'atteindre des résultats de fertilité similaires à ceux obtenus sur chaleurs naturelles et de limiter les manipulations des animaux et le coût pour l'éleveur. Cependant, la suppression de l'injection d'œstrogènes lors des traitements de synchronisation (Berg, 2001) a induit un risque de diminution de l'efficacité des traitements à base de progestagènes et a entraîné en effet une diminution de la fertilité à l'œstrus induit en début du traitement.

L'effet lutéolytique a été remplacé par la prostaglandine F2α (ou un analogue) avant le retrait du dispositif (pas obligatoire pour les vaches non cyclées). Cependant son effet sur le contrôle de la vague de croissance folliculaire a été remplacé par la GnRH (Diskin et al., 2002). Il est indispensable d'injecter une PGF2α 48 heures avant le retrait de l'implant pour contrôler la phase lutéale par la lyse du corps jaune éventuellement présent au début du traitement mais également la lyse du corps jaune secondaire formé après l'ovulation du follicule dominant suite à l'injection de buséréline.

* De bons taux d'observation de chaleurs (65,71% et 74,28 %) respectivement pour le protocole à 300 et 500 UI ont été enregistrés dans notre étude, ce qui rentre dans la fourchette des taux obtenus dans la plupart des études utilisant les progestagènes (Kastelic et al., 1999 ; Smith et al., 1995 ; Stevenson et al., 2000; Xu et Burton., 2000). Ces taux élevés peuvent être expliqués en partie par le bon taux de cyclicité avant traitement et d'autre part par l'augmentation de la dose de l'eCG. En effet, Xu et Burton. (2000) ont obtenu un meilleur taux de synchronisation chez des vaches laitières qui étaient toutes cyclées avant le début du traitement de synchronisation (Xu et Burton, 2000). Cependant, dans notre étude, la cyclicité a été évaluée uniquement par palpation rectale. Pour déterminer plus précisément le taux de synchronisation, il aurait été intéressant de réaliser un dosage de progestérone 10 jours après l'IA afin de mettre en évidence un corps jaune et donc une ovulation plus tôt. Ainsi les vaches synchronisées sont identifiées lorsqu'elles ont un taux de progestérone inférieur à 1,5 ng/mL le jour de l'IA et supérieur à 1,5 ng/mL 10 jours plus tard (Chevallier et al., 1996 ; Humblot et al. ; 1996). Cette démarche n'a pas été adoptée dans cette étude car elle aurait obligé à une nouvelle visite et une manipulation supplémentaire des animaux. Les différentes publications sur l'eCG montrent que selon les pays et les systèmes d'élevage, cette molécule est utilisée de manière différente en association avec un traitement progestagène de synchronisation des chaleurs (Saby, 2014). C'est grâce à son double effet (FSH et LH), par une action stimulatrice de la croissance folliculaire et la sécrétion d'œstrogènes, l'eCG augmente les chances d'obtenir une ovulation au moment souhaité (Kastelic et al., 1999 ; Picard-Hagen., 2005). Elle est également susceptible à diminuer la mortalité embryonnaire précoce via une production accrue de progestérone (Vasconcelos et al., 2001).

D'un autre côté, la posologie de l'eCG dépend de l'état physiologique des animaux (cyclés ou non), la parité et la race de façon à ne pas provoquer de super ovulation responsable de gestation multiple non souhaitée chez les bovins (Picard-Hagen et al., 2005). Habituellement des doses de 300UI à 600UI sont indiquées pour l'induction et la synchronisation de l'ovulation dont les vaches non cyclées reçoivent les doses les plus élevées. Des doses trop élevées pourraient altérer la fonction lutéale en provoquant des ovulations multiples non souhaitées chez les bovins. Généralement les doses allant de 1500 à 3000 UI sont recommandées pour les protocoles d'induction de super ovulation (De Rensis et Lopez-Gatius, 2014). Sachant bien que le phénomène de double ovulation est présent de manière naturelle chez la vache, des taux importants de gestations gémellaires sur des vaches laitières hautes productrices ont été mis en évidence lors d'utilisation de protocoles de synchronisation (Lopez-Gatius et al., 2005 ; Silva del Rio et al., 2007).

Vu que le conditionnement de 300UI n'existe pas dans le marché et selon les recommandations du laboratoire MSD, la dose de 300UI doit être utilisée que dans certaines configurations (MSD), cette dose a été exceptionnellement calculée et testée dans cette étude. Si la dose de 400UI est celle recommandée chez la vache laitière, elle semble donner des résultats aléatoires. Souza et al. (2009) ont obtenu un taux de double ovulation de 12,5% avec une dose d'eCG de 400UI sans effet significatif de l'eCG au sein de la population étudiée (Souza et al. (2009). Andreu-Vázquez et al., 2012 ont rapporté chez les vaches ayant reçu un dispositif progestatif et 500UI d'eCG, des taux de gestations gémellaires très élevés chez des vaches en anœstrus par rapport à celles cyclées (Andreu-Vázquez et al., 2012).

* Plusieurs études ont montré une amélioration du taux de réussite à l'IA avec l'eCG dans des protocoles de synchronisation des chaleurs avec un dispositif progestagène. Les premières expériences chez la vache laitière datent des années 80 chez des vaches synchronisées à l'aide de CRESTAR® classique associée à l'injection de 500UI d'eCG au moment du retrait de l'implant (Aguer, 1981). Selon Souza et al. (2009), le taux de gestation est amélioré chez des vaches qui ont reçu un dispositif progestatif puis une injection d'eCG au moment du retrait du progestagène (Souza et al. 2009). De meilleurs taux de gestation ont été enregistrés dans notre étude (60%) pour les deux protocoles CRESTAR SO® à 300 et 500UI d'eCG.

Nos résultats sont cohérents avec les taux de gestation obtenus dans les différentes études utilisant des protocoles à base de progestagènes chez les vaches et les génisses variant de 39,0% à 65,4% (Aguer, 1981 ; Beggs et al., 2000 ; Mialot et al., 1998; Stevenson et al., 2000; Xu et Burton., 2000) quel que soit le diagnostic de la gestation utilisé : soit par dosage de la PSPB, soit par palpation transrectale entre 6 et 8 semaines ou soit par échographie à 45 jours après IA. Néanmoins, nos résultats sont meilleurs par rapport à d'autres taux rapportés dans la littérature (Souza et al. 2009 ; Bryan et al. 2013). Récemment, un taux global de gestation de 60,1% a été relevé chez les génisses et vaches confondues de races laitières et allaitantes (Chicoineau Vincent. 2007), ce qui est similaire au taux enregistré dans notre étude.

Des solutions alternatives très variables ces dernières années ont été développées. Parmi lesquelles, il est nécessaire de maintenir l'implant pendant une durée assez longue (Ennuyer. 2000). Selon Chastant-Maillard et al. (2005), l'implant ne doit pas être laissé en place moins de 9 jours dans le nouveau protocole (CRESTAR SO®) car les prostaglandines risqueraient d'être injectées avant que le corps jaune y soit sensible (Chastant-Maillard et al. (2005). Selon Chicoineau Vincent. (2007), le protocole de neuf jours a donné de meilleurs taux que celui de sept jours. De manière générale, la différence entre le protocole de neuf et celui de sept jours est plus marquée chez les génisses à viande et les vaches laitières avec une diminution plus importante chez les femelles non cyclées. Floch et al., (2008) ont rapporté également que le protocole de neuf jours tend à améliorer la fertilité des animaux plus particulièrement les non cyclés (Floch et al., 2008).

D'autres études ont également mis en évidence un effet positif de l'eCG utilisée à la dose de 400UI sur des vaches laitières. Néanmoins, les taux rapportés sont moins élevés (Souza et al. 2009 ; Bryan et al. 2013). Cependant, certaines publications ne vont pas dans ce sens dont deux parmi les plus récentes montrent que le taux de gestation n'est pas amélioré par l'emploi de l'eCG chez les vaches laitières (Ferreira et al., 2013 ; Pulley et al., 2013). Ces deux derniers résultats pourraient s'expliquer par un faible nombre de vaches avec une note d'état corporel insuffisante incluses dans les essais cliniques. En effet, Souza et al. (2009) ont mis en évidence que le taux de gestation était d'autant plus amélioré par l'emploi de l'eCG que les vaches avaient une note d'état corporel inférieure à 2,75. Il semblerait que l'eCG agisse de manière plus significative lorsque des facteurs limitant le succès des protocoles sont présents (Bryan et al., 2013) tels que la parité, la note d'état corporel (faible) et le statut physiologique (vaches en anœstrus). Il est donc préférable d'utiliser ces protocoles sur des animaux possédant une NEC au moins égale ou supérieur à 2,5.

Selon Saby (2014), le protocole de synchronisation des chaleurs CRESTAR SO® semble avoir un effet bénéfique sur la réussite à l'IA lorsqu'il est utilisé sans eCG ou avec une dose d'eCG de 400UI (Saby, 2014). L'injection de 500UI ou de 600UI d'eCG au moment du retrait de l'implant de norgestomet paraît avoir un effet négatif sur le succès de l'IA en déterminant un taux de gestation dégradé par rapport aux vaches témoins (Saby, 2014). Ces doses mériteraient une investigation plus poussée afin de voir si elles donnent des résultats différents. L'hypothèse avancée par les auteurs est qu'une progestéronémie trop élevée consécutive à l'effet LH de l'eCG, aurait un effet défavorable sur le taux de gestation (Nogueira et al., 2004). Vu que le moment d'injection par rapport au retrait du dispositif progestatif est variable ainsi que la dose utilisée, il pourrait ainsi être intéressant de tester la dose et le moment d'injection de l'eCG dans un protocole CRESTAR SO® remanié en avançant l'injection d'eCG de 48 heures. On pourrait également décaler l'administration de PGF2 α pour retarder la chute de progestéronémie de 12 à 24h et permettre ainsi un développement plus important du follicule dominant. Ceci pourrait entraîner l'obtention d'un plus gros corps jaune et donc une progestéronémie post-ovulatoire plus élevée mais allongerait la durée de la dominance, ce qui pourrait avoir un effet néfaste sur la qualité de l'ovocyte (Austin et al., 1999). Selon la littérature, son efficacité a été en partie démontrée lorsque l'eCG est injectée en même temps que les PGF2 α (Souza et al., 2009 ; Sales et al., 2011 ; Bryan et al., 2013). Toutefois, l'utilisation d'un protocole modifié nécessiterait de préciser le moment des ovulations.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Les traitements de maîtrise des cycles dans l'espèce bovine reposent essentiellement sur des protocoles hormonaux dont la classification usuelle est basée sur le type de molécule utilisée, ce qui donne les trois grandes familles de protocoles connues :

* Les traitements basés sur l'administration répétée de prostaglandines ne contrôlent que la fonction du corps jaune et 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. Ils sont les plus simples à utiliser mais également les moins coûteux en particulier lorsque les animaux sont fécondés après la première injection. Néanmoins, le temps de venue en chaleur après la première injection est très variable, il dépend du stade de la croissance folliculaire au moment du traitement. C'est pour cette raison que de meilleurs résultats sont obtenus en inséminant sur chaleurs observées plutôt qu'à 72 et 96 heures après la 2^{ème} injection de PGF2 α . (Grimard et al., 2003 ; Mialot et al., 1999), ce qui est en accord avec nos résultats d'où nous avons enregistré un meilleur taux d'induction des chaleurs et de conception pour les femelles inséminées sur chaleurs observées dans le protocole à base de prostaglandines seules. Le protocole à deux injections de PGF2 α peut être utilisé seul mais dans de nombreuses études, il est couplé à d'autres protocoles de synchronisation (Ovsynch, SelectSynch). Il est également utilisé dans un objectif de pré-synchronisation des chaleurs (Presynch).

* Les traitements à base de GnRH et PGF2 α , donnent une meilleure synchronisation de l'œstrus grâce à l'action de la GnRH sur la croissance folliculaire et permettent ainsi de s'affranchir de la détection des chaleurs. L'utilisation de ces protocoles est cependant onéreuse et demande une manipulation des animaux plus importante. Ces protocoles sont donc destinés par exemple aux élevages où la détection des chaleurs est un facteur limitant ou encore pour les élevages laitiers à forte production dans lesquels l'expression des chaleurs est frustrée. Généralement, les résultats sont médiocres pour les vaches non cyclées et les génisses, ce qui est similaire aux performances reproductives relevées chez les femelles du protocole Ovsynch en termes d'induction des chaleurs et de conception qui révèlent plus faibles chez les génisses par rapport aux multipares avec une différence non significative.

*Enfin, les traitements à base de progestagènes ou de progestérone combinés avec l'administration de la GnRH et de la PGF2 α permettent de synchroniser correctement la fonction folliculaire et la fonction lutéale à la fois. Cette double action est la clé de leur efficacité (Bo et al. 1995). Ces traitements sont idéaux lorsque les troupeaux à synchroniser sont constitués de femelles cyclées ou non en proportion inconnues (Grimard et al. 2003). Ces traitements sont les seuls adaptés aux femelles en anœstrus vrai tout en gardant une activité efficace sur les femelles cyclées.

Néanmoins, les mécanismes d'action de ces traitements sont relativement complexes. En effet, la variabilité des résultats obtenus dépend fortement du statut physiologique de l'animal, du stade de développement folliculaire ou encore du stade de développement du corps jaune. Autrement dit, c'est le timing des injections qui est responsable de cette variabilité. De ce fait, pour un même traitement, on peut avoir une plus ou moins bonne synchronisation des chaleurs mais aussi des écarts de fertilité importants. Suite à l'un de ces traitements, les animaux sont donc inséminés de plusieurs façons possibles: soit l'insémination est réalisée sur chaleurs observées, soit l'insémination se fait à l'aveugle selon un planning précis et soit les animaux non vus en chaleurs sont inséminés à l'aveugle. En effet, les inséminations sur chaleurs observées donnent de meilleurs résultats que les inséminations à l'aveugle. De meilleures performances reproductives globales ont été enregistrées dans la présente étude en termes du taux d'induction des chaleurs, de gestation et de conception. L'insémination sur chaleurs observées révèle donc la meilleure solution qui restera toujours privilégiée.

En outre dans les troupeaux ayant des problèmes de détection d'œstrus, l'utilisation du protocole de synchronisation des chaleurs pourrait améliorer le rendement de la reproduction en éliminant les problèmes associés à la détection de l'œstrus (Stevensen et al., 1999). Il a été rapporté qu'approximativement 50% de tous les comportements d'œstrus peuvent ne pas être détectés pendant la période puerpérale (Mialot et al 1999). Il est conseillé donc que les signes d'œstrus doivent être observés trois ou quatre fois par jour et les inséminations doivent être effectuées une fois par jour. Pour mieux maîtriser les cycles sexuels afin d'avoir de bonnes performances reproductives, il est nécessaire d'utiliser des traitements hormonaux qui reposent à la fois sur la maîtrise de la phase lutéale en la raccourcissant avec les prostaglandines F2 α ou en la mimant avec les progestagènes. La mise en œuvre pratique de ces protocoles doit permettre de minimiser le nombre de manipulations des bovins et le coût du traitement (Lane et al., 2008).

I. Facteurs de variation de la fertilité :

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 affectant la fertilité chez les vaches laitières et les génisses ont été bien documentés dans des études antérieures tels que l'âge de la vache, l'état corporel, la gestion et l'intervalle entre le vêlage et le début de l'IA à temps fixe (Chebel et al 2007 ; Morris et al 2011). Tous ces paramètres fournissent des indications précieuses sur la proportion de vaches en anoestrus au début du programme de synchronisation. D'autres facteurs sont également mis en cause tel que la dose des produits, la durée de pose des dispositifs à base de progestagènes, l'utilisation éventuelle de prostaglandines et autre... Ainsi, de nombreux facteurs physiologiques et pathologiques ont été décrits tels que le bilan énergétique post-partum sévèrement négatif et le rendement laitier élevé qui sont souvent associés à une diminution des performances de reproduction. Globalement, les facteurs de variation testés dans la présente étude n'ont pas eu d'effet significatif sur les performances reproductives à l'exception de l'IV-T. L'efficacité de la synchronisation ne sera jamais totale quel que soit le protocole utilisé.

I.1. La race

Le taux de gestation est lié fortement à la race où plusieurs études rapportent que les Prim'Holstein enregistraient en général un faible taux de gestation par rapport aux autres races laitières (Briand, 1999; Mialot et al., 1999). Une baisse de la fertilité de cette race laitière a été observée dans de nombreux pays depuis plusieurs années (Lucy 2001, Barbat 2005). Selon la bibliographie, les vaches de race Prim'Holstein présentent les plus faibles taux de gestation variant de 38% à 45% (El Zarkouni et al., 2004 ; Stevenson, 2006 ; Melly , 2009). Certaines études mentionnent également un faible taux de gestation (26%) chez les femelles inséminées entre le 60ème et le 75ème jour de lactation (Pursley et al., 1997). Ces taux de gestation très faibles illustrent la dégradation de la fertilité chez les femelles laitières depuis les trente dernières années, d'environ 55 % de gestation après insémination sur chaleurs naturelles à environ 45 % en 2001, voire même 35 % après insémination systématique sur chaleurs induites (Lucy, 2001).

Des résultats de fertilité inférieure ont été relevés dans notre étude chez les vaches de race Prim'Holstein comparativement à la race Montbéliarde quel que soit la catégorie de traitement programmée. ce qui concorde avec les résultats rapportés dans la bibliographie (Briand, 1999 ; Barbat et al., 2005 ; Mialot et al., 1999). 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., 2003). Ainsi pour les races laitières, il existe certainement une interaction avec d'autres facteurs tels que l'alimentation ou la production laitière. Ces mauvaises performances reproductives seraient donc davantage associées à une expression plus discrète des chaleurs conduisant à une mauvaise détection. Barbat (2005) a rapporté une détérioration continue et rapide de la fertilité dans la race Prim'Holstein contrairement à la race Montbéliarde. Selon l'auteur, la diminution régulière de 1% par an du taux de réussite en 1ère AI et l'allongement de l'intervalle vêlage-1ère AI sont les principaux facteurs expliquant cette baisse de fertilité en Prim'Holstein par rapport aux autres races.

I.2. La parité

Le rang de vêlage est classiquement observé dans la littérature comme un facteur de variation notable du taux de gestation. Généralement, les primipares ont des taux de gestation moins élevés que les multipares dans la majorité d'études (Aguer, 1981), ce qui est en accord avec notre étude où des résultats de fertilité inférieure ont été relevés chez les primipares par rapport aux multipares dans les protocoles à base de prostaglandines seules ou associées à la GnRH. D'autre part, l'intervalle vêlage-première ovulation des primipares est en moyenne plus long que celui des multipares (Mialot et al., 1999) aussi bien chez les vaches laitières que chez les vaches allaitantes. Cette durée peut être prolongée si le vêlage a lieu trop précocement dans la vie de l'animal. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cette différence. Habituellement, les moins bons résultats des primipares sont expliqués par un taux de cyclicité plus faible avant traitement (Grimard et al., 2003).

- Les primipares sont encore en croissance pendant la gestation et après le vêlage, elles seraient ainsi plus sensibles à la sous-nutrition. Il existe donc une compétition entre les besoins de croissance, d'allaitement, d'entretien et de reproduction (Ennuyer, 2000).
- D'un autre côté, l'intervalle vêlage-première ovulation augmente avec le numéro de lactation chez les multipares.

I.3. 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. De nombreuses études ont montré qu'un allongement du délai entre le vêlage et le début du traitement conduit à une meilleure fertilité (Aguer, 1981 ; Chevallier et al., 1996; Humblot et al., 1996 ; Ryan et al.1995). Ceci est d'autant plus vrai que les vaches sont plus sensibles au déficit énergétique en période de post-partum plus particulièrement les primipares et les vaches laitières hautes productrices (Picard-Hagen et al., 2005). L'intervalle entre le vêlage et la pose de l'implant (IVP) est fréquemment cité dans la bibliographie (Chevallier et al., 1996 ; Humblot et al., 1996). En général, au plus l'IVP est long au plus le taux de gestation est élevé. Ryan et al. (1995) ont rapporté que les vaches dont le traitement a commencé entre 55 et 85 jours après vêlage ont eu un taux de gestation inférieur par rapport à celles dont le traitement a commencé plus de 85 jours après le vêlage (Ryan et al.1995). De meilleures performances reproductives globales en termes d'induction des chaleurs et du taux de conception ont été enregistrées seulement dans les protocoles à base de PGF2 α seule ou associée à la GnRH chez les femelles mises à la reproduction à partir du 70eme jour post partum, ce qui est en accord avec les résultats cités dans la bibliographie. Par contre, ce sont les femelles traitées à partir du 55eme jour post partum de notre étude qui ont obtenu les meilleures performances. Cet effet semble donc lié à l'augmentation de la cyclicité avant traitement; en effet, plus IVP s'allonge, plus il y a de vaches cyclées (Grimard et al., 2003).

I.4. La saison

* Dans le monde entier, le stress thermique est une cause majeure de la faible fertilité qui aboutit à une diminution du taux de gestation (P/AI) de 40 à 60 % dans les l'été (Wolfenson et al 2000). Un effet saisonnier très significatif a été observé car un taux de gestation plus élevé a été enregistré pour les vaches inséminées pendant les mois froids par rapport à celui enregistré pendant les mois chauds (Austin et al.,1999; Khalil 2019). Les faibles performances reproductives relevées dans notre étude et plus particulièrement en termes du taux de gestation et à un degré moindre le taux d'observation des chaleurs s'expliquent probablement par l'effet de la saison sur la réduction de la fertilité des animaux.

Sachant bien que la présente étude a été menée pendant l'été dont le stress thermique peut altérer le développement des follicules ovariens et la capacité stéroïdogène avec une diminution de la longueur et de l'intensité de l'œstrus (Udin et al 2017, Raphani et al 2020). Kandiel et al (2012) ont signalé un temps d'observation des chaleurs plus court dans le programme Ovsynch par rapport à d'autres protocoles. Selon l'auteur, l'utilisation d'ester d'œstradiol à la place de la seconde dose de GnRH induit d'une part un allongement de la durée des chaleurs avec l'enregistrement de taux satisfaisants d'induction de l'ovulation et de la gestation.

I.5. Conditions du vêlage

Le taux de gestation est lié également à d'autres facteurs tels que les conditions du vêlage précédent. Généralement, lorsqu'il y a eu une intervention lors du vêlage, le taux de gestation a été plus faible. Les études qui mettent en évidence cet effet 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 (Humblot et al., 1996; Ponsart et al., 1996). Ceci peut s'expliquer en partie par la reprise de la cyclicité où 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., 2003). Néanmoins, ce critère a été maîtrisé où généralement toutes les multipares choisies dans la présente étude avaient une mise bas sans aucune intervention mécanique ou chirurgicale, sauf s'il y a certaines d'entre elles ont eu une aide de la part de l'éleveur ce qui a conduit à la diminution du taux de fertilité de ces animaux.

I.6. Note de l'état corporel

Il faut noter également l'effet de la note d'état corporel (NEC) sur le taux de gestation. Les femelles avec une faible NEC ont eu un taux de gestation inférieur à celui des femelles avec une NEC égale ou supérieure à 2,5. De nombreuses études ont même observé une corrélation positive entre la note d'état corporel et le taux de gestation (Burke et al., 1996; Humblot et al., 1996; Moreira et al., 2000 ; Ryan et al.1995). Ces résultats bruts sont sujets à de nombreux effets plus ou moins confus et nécessitent des analyses plus poussées pour élaborer un bon diagnostic. L'effet de la note de l'état corporel n'a pas été testé dans notre étude vu que toutes les femelles choisies avaient en général une NEC incluse dans l'intervalle (2,5-3).

CONCLUSION

Les traitements de maîtrise de cycle constituent un moyen efficace pour l'application de l'insémination artificielle. Cependant sa réussite est conditionnée par la maîtrise de certains paramètres comme la période post-partum, l'état corporel des femelles et la qualité de la semence. Les trois grandes catégories de protocoles de maîtrise des cycles disponibles actuellement sont à base de prostaglandine seule ou associée à la GnRH soit à base de progestagènes dont l'efficacité est généralement similaire mais il convient de choisir le traitement le plus adapté en fonction de la catégorie d'animaux à synchroniser.

Globalement, la présente étude a enregistré de meilleures performances reproductives en termes du taux de réponse en chaleurs et de conception, à un degré moindre un taux moyen de gestation (63.26% ; 78.06% et 49.38% ; $P < 0.05$). Ce sont les protocoles à base de progestagènes qui ont donné de meilleures performances reproductives (TRC=70.07%, TG=57.85% et TC=82.65% ; $P < 0.05$) par rapport aux protocoles à base de prostaglandine seule ou associée à la GnRH (TRC= 54.29%; TG=38.14%); TC= 69.72% ; $P = 0.431$).

Parmi les protocoles utilisés dans la première catégorie de traitements, c'est le lot à base de deux injections de prostaglandine F2 α qui a enregistré de bons résultats (TRC=74.28%, TG=54.42% et TC=73.07% ; $P < 0.05$). De manière générale ces traitements sont de première intention réservés aux femelles cyclées et dans les élevages où la qualité d'expression mais aussi de détection des chaleurs est bonne. Des résultats similaires en terme de taux d'observation des chaleurs (48.6% vs 40% ; $p = 0.220$) et en terme de taux de gestation des vaches synchronisées (31.4% vs 28.6% $p = 0.665$) sans aucune différence significative ont été relevés respectivement pour les protocoles GPG et GP. D'autre part, de bons taux de conception ont été obtenus bien que celui du lot GP semble meilleur que le taux relevé dans le lot GPG (71.4% vs 64.7% ; $p = 0.309$) avec une différence non significative.

Dans la deuxième catégorie de traitements, c'est le protocole « CIDR+GPG » qui a donné de meilleurs résultats (80%, 57.14% et 71.42% ; $p < 0.05$). De bons taux d'observation des chaleurs ont été obtenus (80%, 60%, 66% à 80%, 74% ; $p = 0.011$). Un taux moyen de gestation (60%) a été relevé presque pour les quatre protocoles de cette catégorie de traitement, ce qui a conduit à de meilleurs taux de conception allant de 71.42% jusqu'à 91.30% (CRESTAR SO[®] 300 UI).

De plus, les facteurs de variation de l'efficacité des protocoles sont nombreux et interactifs. Certains comme l'intervalle vêlage-début du traitement ou la note d'état corporel sont modifiables ce qui permet d'améliorer les résultats de synchronisation mais d'autres comme

la parité ou les conditions du vêlage sont propres à l'animal et donc non modifiables. Par conséquent l'efficacité de la synchronisation ne sera jamais totale quel que soit le protocole utilisé. Globalement, les facteurs de variation testés dans la présente étude n'ont pas eu d'effet significatif sur les performances reproductives à l'exception de l'IV-T. Néanmoins, des résultats inférieurs de fertilité ont été relevés chez les vaches de race Prim'Holstein comparativement à la race Montbéliarde et chez les primipares par rapport aux multipares dans les deux catégories de traitement. Cependant, notre essai clinique n'a pas permis de mettre en évidence d'effet de la cyclicité avant traitement sur le taux de gestation global. Il faut noter toutefois que le nombre de vaches non cyclées avant l'instauration du traitement était faible dans notre étude.

La synchronisation de l'œstrus à l'aide du protocole Ovsynch peut fournir un bon moyen de gérer la reproduction chez les vaches laitières en réduisant le besoin de détection des œstrus. Néanmoins, le protocole GP a donné d'aussi bons résultats que le protocole GPG. Il peut donc être préconisé à la place du protocole GPG dans les élevages où la détection des chaleurs ne pose pas de problème dans le but de réduire le coût de la synchronisation des chaleurs à la fois les coûts de main-d'œuvre et la manipulation supplémentaire à la détection quotidienne des œstrus de l'IA.

Malgré que les protocoles à base de progestagènes aient donné de bonnes performances reproductives, cette catégorie de traitement reste toujours en remaniement pour faire face à l'interdiction des œstrogènes. Une alternative consiste en l'ajout de PGF 2α et de la GnRH associés au raccourcissement du temps de pose.

En fin, une étude sur un échantillon plus grand (difficile à réaliser en Algérie où les troupeaux sont de petite taille et où les vêlages sont rarement groupés) permettrait d'avoir de bons résultats et peut-être mettre en évidence une différence significative entre les taux de gestation des vaches inséminées. Même si l'efficacité de l'eCG est finalement avérée pour les deux doses testées dans le protocole CRESTAR SO® de notre étude, la réalisation des travaux à grande échelle en testant d'autres doses de l'eCG et en décalant ainsi le moment d'injection sont prévues pour évaluer la variabilité des effets observés.

RECOMMENDATIONS

ET

PERSPECTIVES

I. Recommandations

Cette étude nous conduit à recommander une utilisation raisonnée du traitement de maîtrise des cycles afin de les optimiser. Il est donc recommandé de :

- * Sensibiliser les éleveurs sur l'impact de la synchronisation des chaleurs en élevage bovin,
- * Veiller sur la formation des éleveurs sur la qualité et la fréquence de détection des chaleurs dans le troupeau,
- * Maîtriser parfaitement l'alimentation afin de limiter les modifications métaboliques et limiter l'impact sur le système immunitaire. Il est recommandé donc d'assurer une bonne préparation des animaux sur le plan hygiénique et alimentaire,
- * Ne pas mettre les animaux à la reproduction avant 50 à 60 jours avant le part,
- * Pratiquer un « flushing » sur les animaux maigres,
- * Utiliser des taureaux à vêlage facile chez les primipares.
- * Pour rechercher si la femelle est cyclée ou non, la méthode la plus simple est la recherche d'un corps jaune à la palpation ou à l'échographie mais il est recommandé de réaliser un diagnostic de la cyclicité des vaches par dosage de la progestérone avant l'initiation du traitement avec une cinétique de prélèvements de 2 à 3 fois par semaine, ce qui nous permettra à déterminer l'effet cyclicité sur les performances reproductives obtenues,
- * Utiliser le dosage des protéines de gestation comme autre moyen de diagnostic de réussite des protocoles,
- * Etudier l'effet négatif de certains facteurs de variation de l'efficacité des protocoles surtout les modifiables afin d'améliorer les résultats de la synchronisation.
- * L'utilisation raisonnée de l'échographe durant la période du post-partum afin d'assurer:
 - Un bon contrôle de la période de l'involution utérine,
 - Une bonne reprise de la cyclicité,
 - Un constat de gestation précoce (dès 28 jours après l'insémination ou la saillie).
 - Un sexage embryonnaire entre 55 et 65 jours de gestation.

II. Perspectives

Le péripartum apparaît comme une période clé dans la vie de production et de reproduction de la vache laitière haute productrice. C'est au cours de cette période que la fréquence des troubles de santé est la plus élevée. Néanmoins ces troubles peuvent être correctement prévenus par une bonne conduite d'élevage et une alimentation optimale. En vue de maîtriser cette période critique, il est primordial donc de prévoir la réalisation d'une série d'études à l'avenir savoir :

-Faire un bon suivi du péripartum sur le plan médico-sanitaire afin de :

*Relever en premier lieu toutes les pathologies de reproduction rencontrées durant cette période : Les vélages dystociques, les rétentions placentaires et les métrites postpartum ce qui retardent par conséquence l'involution utérine et prédisposant à des anomalies de reprise de cyclicité ovarienne.

* Connaitre la prévalence réelle et les facteurs favorables de ces troubles de santé;

* Traiter les affections de reproduction puerpérales par l'emploi de protocoles de traitement spécifique à base d'hormone notamment les prostaglandines

*Prévoir les différentes dates pour la nouvelle mise à la reproduction.

- D'autre part, la réussite du post-partum ne peut se faire sans la réalisation de visites régulières dans l'élevage qui doivent s'étaler depuis la mise bas jusqu'au diagnostic positif de gestation. Ces visites d'élevage doivent inclure également des examens pour le tarissement en plus des visites pendant le post-partum Il est conseillé de :

* Corriger la ration alimentaire du tarissement qui s'avère déterminante pour optimiser le démarrage de la lactation et pour prévenir l'apparition de troubles autour du vélage ;

-La gestion de la période d'involution utérine s'avère également indispensable. Il est recommandé de :

* Faire un suivi de l'involution utérine par un examen échographique qui révèle le plus objectif et surtout répétable qu'un examen manuel.

- Par conséquent, les traitements de maîtrise du cycle constituent un moyen efficace pour l'application de l'insémination artificielle. Il est souhaitable de :

*Réaliser d'autres protocoles de synchronisation des chaleurs par l'utilisation de nouvelles variantes en prenant en considération la dose de l'hormone et le moment de son administration ;

*Etudier l'efficacité comparative des protocoles d'induction d'œstrus par insémination sur chaleurs observées et insémination systématique.

Cet ensemble de travaux nous permettra d'assurer une bonne amélioration des performances reproductives de la vache, ce qui demeure donc l'un des principaux facteurs déterminant du rendement économique d'un troupeau laitier par la collaboration des vétérinaires et des éleveurs à la fois.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. AGUER D. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *Rec. Med. Vet.*, 1981, 157, 53-60.
2. Ahmadi M R, Nazifi S, Sajedianfard J and Moattari G 2007 Impact of oestrous synchronization methods on cellular proportions in cervical mucus and serum hormone concentrations. *Theriogenology*, 67, 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.09.030>
3. Akbarabadi M A, Shabankareh H K, Abdolmohammadi A and Shahsavari M H 2014 Effect of PGF2 α and GnRH on the reproductive performance of postpartum dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed artificial insemination during the warm or cold periods of the year. *Theriogenology*, 82: 509-516.
4. Alam M G S, Azam M S, Khan M J 2006 Supplementation with urea and molasses and body weight, milk yield and onset of ovarian cyclicity in cows. *Journal of Reproduction and Development*, 52: 529-535.
5. Ali R, Shukla S P and Nema S P 2012 Hormonal induction of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum anestrus buffaloes. *Indian J. Field Vet.*, 7(4): 44-46.
6. Alnimer M A, Alfataftah A A and Ababneh M M 2011 A comparison of fertility with a cosynch protocol versus a modified ovsynch protocol which included estradiol in lactating dairy cows during the summer season in Jordan. *Anim. Reprod.*, 8: 32-39.
7. Andreu-Vázquez C, Garcia-Ispuerto I, López-Gatius F (2012) Photoperiod length and the estrus synchronization protocol used before AI affect the twin pregnancy rate in dairy cattle. *Theriogenology*. 1;78(6):1209-16.
8. Ashit Kumar P, Ton Yoisungnern and Napoleon Bunaparte 2015 Hormonal treatment and estrus synchronization in cows: A mini-review. *J. Adv. Vet. Anim. Res.*, 2(1): 10-17. <http://bdvets.org/JAVAR DOI: 10.5455/javar.2015.b45>
9. 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.
10. Ayache Allouni, (2012). Les facteurs influençant les performances de reproduction en insémination artificielle bovine dans la région semi-aride. Sétif, thèse master en agronomie université Farhat Abbas Sétif. 105p.
11. Ayres, H., R. M. Ferreira, A. P. Cunha, R. R. Araújo, et M. C. Wiltbank. 2013. « DoubleOvsynch in High-Producing Dairy Cows: Effects on Progesterone Concentrations and Ovulation to GnRH Treatments ». *Theriogenology* 79 (1): 159-64.
12. Barbat A, Druet T, Bonatti 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
13. Bartolome J. A., van Leeuwen J. J., Thieme M, Sa filho O. G., Melendez P., Archbald L. F and Thatcher W. W. "Synchronization and Resynchronization of Inseminations in Lactating Dairy Cows with the CIDR Insert and the Ovsynch Protocol," *Theriogenology*, Vol. 72, No. 6, 2009, pp. 869-878. doi:10.1016/j.theriogenology.2009.06.008

Références bibliographiques

14. Barone, R. 2001. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II. Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. 3ème édition. Paris, France : Vigot.
15. Beal WE (1996). Application of knowledge about corpus luteum function in control of estrus and ovulation in cattle. *Theriogenology*, 45, 1399-1411.
16. 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
17. Benidir M., Bir A., Bousbia A., Belkheir B., Badri R., Boussadia C., (2014). Structure et du fonctionnement des exploitations laitières dans la zone semi-aride sétifienne (Algérie). *Renc. Rech. Ruminants*, 21
18. Berg, Cyril. 2001. « Quelle sont les alternatives à l'œstradiol ? » *Le Point vétérinaire : revue d'enseignement post-universitaire et de formation permanente* 32 (217): 10.11.
19. Beuchat F, Berthold P, Gerber L, Bruckmaier R.M, Steiner A, Hüsler J, Gaby Hirsbrunner. Conception Rate Using the Select-Synch Protocol in Combination with a Lower Dose Progesterone-Releasing Intravaginal Insert (1.38 g) in Swiss Dairy Cows. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 2013, 3, 6-10 <http://dx.doi.org/10.4236/ojvm.2013.31002>
20. Bhoraniya H L, Dhama A J, Naikoo M, Parmar B C and Sarvaiya N P 2012 Effect of oestrus synchronization protocols on plasma progesterone profile and fertility in postpartum anoestrus Kankrej cows. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44: 1191-1197.
21. Bisinotto R. S, R. Chebel C and Santos J.E, "Follicular Wave of the Ovulatory Follicle and Not Cyclic Status Influences Fertility of Dairy Cows," *Journal of Dairy Science*, Vol. 93, No. 8, 2010, pp. 3578-3587. doi:10.3168/jds.2010-304
22. Bisinotto, R. S., et J. E. P. Santos. 2011. « The Use of Endocrine Treatments to Improve Pregnancy Rates in Cattle ». *Reproduction, Fertility, and Development* 24 (1): 258.66.
23. BISINOTTO, R.S., LEAN, I.J., THATCHER, W.W. et SANTOS, J.E.P., 2015. Meta-analysis of progesterone supplementation during timed artificial insemination programs in dairy cows. In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2015. Vol. 98, n° 4, p. 2472.2487. DOI 10.3168/JDS.2014-8954.
24. Bo G.A., Adams G.P., Caccia M., Martinez M., Pierson RA., Mapletoft RJ., (1995). Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and estradiol in cattle. *AnimReprod Sci*;39:193-204.
25. Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le loch A, Montmeas L., Robin G., (2005). *Reproduction des animaux d'élevage*. 2ème édition, Dijon: Educagri éditions, 409p.
26. Borman, J. M., R. P. Radcliff, B. L. McCormack, F. N. Kojima, D. J. Patterson, K. L. Macmillan, et M. C. Lucy. 2003. « Synchronisation of oestrus in dairy cows using prostaglandin F2 α , gonadotrophin-releasing hormone, and oestradiol cypionate ». *Animal Reproduction Science* 76 (3-4): 163.76.

Références bibliographiques

27. Bousquet, D., Bouchard, E. et DU Trembaly, D., (2004). Decreasing fertility in dairy cows : myth or reality ? WBC congress. Quebec, Canada. 2004. pp. 59–60.
28. 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.
29. Bridges, G. A., L. A. Helser, D. E. Grum, M. L. Mussard, C. L. Gasser, et M. L. Day. 2008. « Decreasing the Interval between GnRH and PGF2alpha from 7 to 5 Days and Lengthening Proestrus Increases Timed-AI Pregnancy Rates in Beef Cows ». *Theriogenology* 69 (7): 843.51.
30. Brusveen, D. J., A. H. Souza, et M. C. Wiltbank. 2009. « Effects of additional prostaglandin F2 α and estradiol-17 β during Ovsynch in lactating dairy cows ». *Journal of Dairy Science* 92 (4) : 1412.22.
31. Bryan MA, Bó G, Mapletoft RJ, Emslie FR (2013) The use of equine chorionic gonadotropin in the treatment of anestrus dairy cows in gonadotropin-releasing hormone/progesterone protocols of 6 or 7 days. *J Dairy Sci.* 96(1):122-31
32. 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76496-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76496-2)
33. Campanile G, Baruselli P S, Vecchio D, Prandi A, Neglia G, Carvalho N A, Sales J N, Gasparini B and D'Occhio M J 2010 Growth, metabolic status and ovarian function in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers fed a low energy or high energy diet. *Animal Reproduction Science*, 122 (1-2): 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.07.005>
34. Caraba I V and Velicevici S 2013. Using ovsynch protocol versus cosynch protocol in dairy cows. *Anim. Sci. Biotechnol.*, 56: 63-65.
35. Cartmill J A, El-Zarkouny S Z, Hensley B A, Lamb G C and Stevenson J S 2001 Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. *J Dairy Sci*, 84, 1051-1059.
36. Carvalho, P. D., M. J. Fuenzalida, A. Ricci, A. H. Souza, R. V. Barletta, M. C. Wiltbank, et P. M. Fricke. 2015. « Modifications to Ovsynch Improve Fertility during Resynchronization: Evaluation of Presynchronization with Gonadotropin-Releasing Hormone 6 d before Initiation of Ovsynch and Addition of a Second Prostaglandin F2 α Treatment ». *Journal of Dairy Science* 98 (12) : 8741.52.123
37. Çelik HA, Avc G, Ayd N İ, Bülbül A and Bülbül T 2009 Effect of beta-carotene on ovarium functions and Ovsynch success in repeat breeder cows. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 15, 87-94.
38. Cerri, R L A, Chebel, R C, Rivera, F, Narciso, C D, Olivera, R A et Thatcher, W W, 2011. Concentration of progesterone during the development of the 70 ovulatory follicle : I . Ovarian and embryonic responses. In : *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94, n° 7, p. 3342.3351. DOI 10.3168/jds.2010-3734.
39. Çevik M, Selçuk M and Dogan S 2010 Comparison of Pregnancy Rates after Timed Artificial Insemination in Ovsynch, Heatsynch and CIDR-Based Synchronization Protocol in Dairy Cows. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 16 (1): 85-89. KVFD-2009-451

Références bibliographiques

40. Chastant-Maillard S., Fournier .R., Remy D., (2005) « Les vagues folliculaires. Actualités sur le cycle de la vache. »Le point vétérinaire, n° spécial :Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologies, 36, 10-15.
41. Chastant-Maillard S. 2015. La faible fécondité des vaches modernes : une somme de problèmes physiologiques. Dépêche technique Suppl. N° 138, pp. 3.8.
42. Chaudhari C F, Suthar B N, Sharma V K, Dabas V S, Chaudhari N F and Panchasara H H 2012 Estrus induction and fertility response in delayed pubertal Kankrej heifers treated with Norgestomet ear implant. Vet. World, 5: 453-458.
43. Chebel R C, Santos J E P, Cerri R L A, Rutigliano H M and Bruno R G S 2006 Reproduction in dairy cows following progesterone inserts presynchronization and resynchronization protocols. J Dairy Sci, 89, 4205-4219.
44. Chebel RC, Al-Hassan M J, Fricke P M, Santos J E, Lima J R, Martel C A, Stevenson J S, Garcia R, Ax R L 2010 Supplementation of progesterone via controlled internal drug release inserts during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. J Dairy Sci, 93:922-931.
45. 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.
46. Chicoineau Vincent. 2007. « Comparaison de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs CRESTAR® classique avec celle du nouveau traitement CRESTAR SO®chez la vache laitière » THESE Pour le DOCTORAT VETERINAIRE ÉCOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT. Thèse 80 p.
47. Colzo, Marcos G. et Mapletoft, Reuben J., 2014. A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. In : Canadian Veterinary Journal. 2014. Vol. 55, n° 8, p. 772.780. DOI 10.1103/PhysRevLett.99.173603.
48. Constaantin, A et Meissonnier , E. 1981. L'utérus de la vache: anatomie, physiologie, pathologie. Maisons-Alfort, France : Société française de buiatrie. 130
49. Crane M B, Bartolome J, Melendez P, de Vries A, Risco C and Archbald L F 2006 Comparison of synchronization of ovulation with timed insemination and exogenous progesterone as therapeutic strategies for ovarian cysts in lactating dairy cows. Theriogenology, 65:1563-1574.
50. Crowe M. A., Diskin, M. G. et Williams, E. J., 2014. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: Comparative aspects of beef and dairy cows. In : Animal. 2014. Vol. 8, n° SUPPL. 1, p. 40.53. DOI 10.1017/S1751731114000251.
51. Dahlen, C. R., G. C. Lamb, C. M. Zehnder, L. R. Miller, et A. DiCostanzo. 2003. « Fixed Time Insemination in Peripuberal, Lightweight Replacement Beef Heifers after Estrus Synchronization with PGF2alpha and GnRH ». Theriogenology 59 (8) : 1827.37.
52. De Jarnette J M, Salverson R R and Marshall C E 2001 «Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronisation using GnRH and PGF2α.» Animal Reproduction Sciences, 67, 27-35.

Références bibliographiques

53. Deletang F., (1983). Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante. In : Grimard et al., (2003). Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA prod .Anim.,16,211-227.
54. De Rensis F, López-Gatius F (2014) Use of equine chorionic gonadotropin to control reproduction of the dairy cow: a review. *Reprod Domest Anim.* 49(2):177-82.
55. Dharni A J, Panchal M T, Hadiya K K, Patel J A and Shah R G 2014 Use of controlled breeding techniques under field conditions for estrus synchronization and conception in anoestrus crossbred cows and buffaloes. Proceedings 2nd Annual Meeting of SVSBT and National Seminar on Biotechnological Approaches to Challenges in Animal Health and Production. Veterinary College, DUVASU, Mathura, UP, India, March 6-7. p 86.
57. Disenhaus C., Cutullic E., Freret 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. » *Rencontres Recherche Ruminants*, 17, 113-120.
58. Diskin, M. G., E. J. Austin, et J. F. Roche. 2002. « Exogenous Hormonal Manipulation of Ovarian Activity in Cattle ». *Domestic Animal Endocrinology* 23 (1.2) : 211.28.
59. Dogruer G, M K Saribay, F Karaca and Ergun Y 2010 The comparison of the pregnant rates obtained after the Ovsynch and double dose PGF2+GnRH applications in lactating dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (4): 809-913. ISSN: 1680-5593
60. Dorniak, P., Bazer, F. W. et Spencer, T. E., (2013). *PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Biological role of interferon tau in endometrial function and conceptus elongation.* *Journal of Animal Science.* 1 avril 2013. Vol. 91, n° 4, p. 1627-1638
61. Dudouet, Christian, 2015. *La production des bovins allaitants.* 4e édition. Editions France Agricole, Paris, 485p.
62. El-Zarkouny S Z 2010 Conception rates for standing estrus and fixed-time insemination in dairy heifers synchronized with GnRH and PGF2 α . *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 34(3): 243-248.
63. El-Zarkouny S Z, Cartmill J A, Hensley B A, Stevenson J S 2004 Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *J Dairy Sci* 2004, 87:1024-1037.
64. Ennuyer M, (2000). Les vagues folliculaires chez la vache. Application à la maîtrise de la reproduction. *Point. Vet.*, 31, (209), 9-15.
65. Ferreira RM, Ayres H, Sales JN, Souza AH, Rodrigues CA, Baruselli PS (2013) Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Anim Reprod Sci.* 140(1-2):26-33.
66. Fieni, F, D Tainturier, J.F Bruyas, et I Battu. 1995. « Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache ». *Bull. Group. Tech. Vét.* (4) : 35.49.125

Références bibliographiques

67. Freetly, H. C., Kuehn, L. A. et Cundife, L. V., (2011). Growth curves of crossbred cows sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty. *Journal of Animal Science*. août 2011. Vol. 89, n° 8, p. 2373-2379
68. Friedman, E., G. Glick, Y. Lavon, et Z. Roth. 2010. « Effects of Low-Dose Follicle Stimulating Hormone Administration on Follicular Dynamics and Preovulatory Follicle Characteristics in Dairy Cows during the Summer ». *Domestic Animal Endocrinology* 39 (2) : 106.15.
69. Floch, S., F. Deletang, S. Freret, C. Ponsart, et D. Remmy. 2008. « Control of Oestrus with a Progesterone Intravaginal Device (Prid®) : Comparison of 2 Insertion Durations ».
70. Forde, N., M. E. Beltman, P. Lonergan, M. Diskin, J. F. Roche, et M. A. Crowe. 2011. « Oestrous Cycles in Bos Taurus Cattle ». *Animal Reproduction Science* 124 (3.4) : 163.69.
71. Fournier R., Driancourt MA., Schmitz W., Holtz W., (2008). « La méthode GPG et ses voies d'amélioration. Comparaison de deux inducteurs d'ovulation dans un protocole de Synchronisation COSYNCH. » Journées Nationales GTV, Nantes, 555-559.
72. Freret S., Charbonnier G., Congnard V., JeanGuyot N., Dubois .P., Levert J., Humblot P., Ponsart C., (2005). Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier. *RencRech Ruminants*, 2005.
73. Fricke P M, Caraviello D Z, Weigel K A and Welle M L 2003 Fertility of dairy cows after presynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J. Dairy Sci.*, 86: 3941-3950.
74. Gasser, C.L., (2013). JOINT ALPHARMA-BEEF SPECIES SYMPOSIUM: Considerations on puberty in replacement beef heifers. *Journal of Animal Science*. 1 mars 2013. Vol. 91, n° 3, p. 1336–1340
75. Gipoulou C., Ennuyer M., Humblot P., Remmy D., Hagen-Picard N., Deletang F., Mayar JC., Regis R., (2003). Gestion de la reproduction. In formation à la maîtrise de la reproduction bovine. (cd-rom), Paris: éditions AFC-CEVA-MIDATEST-OGER-CAMIAKEREL, 2003.
76. Goff, Alan K., (2004). Steroid Hormone Modulation of Prostaglandin Secretion in the Ruminant Endometrium During the Estrous Cycle. *Biology of Reproduction*. 1 juillet 2004. Vol. 71, n° 1, p. 11-16.
77. Grimard, B, P Humblot, A.A Ponter, S Chastant, F Constant, et J.P Mialot. 2003. « Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins ». *INRA Prod. Anim.* 16 (3) : 211.27.
78. Hadley GL, Wolf CA, Harsh SB (2006). Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *Journal of Dairy Science*, 89, pp. 2286–2296
79. Hammam A M, Abdel-Gawad E M M, Ali A H and Amer H A 2013 Effect of CIDR-ovsynch regimen as a pharmacological agent on fertility, blood and hormonal patterns of cross breed cows. *Glob. J. Pharmacol.*, 7(4): 383-389.
80. Hampton, J. H., J. F. Bader, W. R. Lamberson, M. F. Smith, R. S. Youngquist, et H. A. Garverick. 2004. « Gonadotropin Requirements for Dominant Follicle Selection in GnRH Agonist-Treated Cows ». *Reproduction (Cambridge, England)* 127 (6) : 695.703.

Références bibliographiques

81. Hill J. et Gilbert R. 2008. Reduced quality of bovine embryos cultured in media conditioned by exposure to an inflamed endometrium. *Australian Veterinary Journal*. Vol. 86, n° 8, pp. 312-316.
82. Howard JM, Manzo R, Dalton JC, Frago F, Ahmadzadeh A: Conception rates and serum progesterone concentration in dairy cattle administered gonadotrophin releasing hormone 5 days after artificial insemination. *Anim Reprod Sci* 2006, 95:224-233.
83. Humblot P, Grimard B, Ribon O, Khireddine 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.
84. Iwakuma A, Narahashi T, Kitahara G, Ohkubo M and Kamimura S 2008 Efficacy of Intravaginal Progesterone Administration as an Additional Treatment on Two Types of Timed AI Protocols in a Commercial Herd of Holstein Heifers. *J. Vet. Med. Sci.* 70(3): 243–249.
85. Jayaganthan P, Vijayarajan A, Prabakaran V, Rajkumar R, Sivakumar A and Raja 2016 Effect of Ovsynch plus CIDR protocol in Management of repeat breeding crossbred Jersey cows. *International Journal of Science, Environment ISSN 2278-3687 (O) and Technology*, Vol. 5, No 6, 3707 – 3712. ISSN 2278-3687
86. Jobst S M, Nebel R L, McGiliard M Land Pelzert K D 2000 Evaluation of reproductive Performance in Lactating dairy Cows with Prostaglandin F₂alpha, Gonadotropin-Releasing Hormone, and Timed Artificial Insemination. *Journal of Dairy Science*, 83, 2366-2372.
- 87 Johnson, S. K., R. F. Cooke, G. R. Dahlke, R. N. Funston, J. B. Hall, G. C. Lamb, J. W. Lauderdale, D. J. Patterson, G. A. Perry, et A. L. Van Eenennaam. 2016. « Protocols for Synchronization of Estrus and Ovulation in Beef Cows and Heifers ». University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle. décembre. <http://beefrepro.unl.edu/pdfs/2017MF2573.pdf>.
88. Kandiel M. M M, Bassuoni L A , Sosa G A , Moustaf M A and Ghallab A M 2012 Comparative Efficacy of Ovsynch and Heatsynch Protocols Assessed by Transrectal Ultrasonography and Serum Progesterone in Egyptian Buffalo Heifers. *Theriogenology* 2(3):173-183.
89. Kaneko, Kazuyuki, et Nobuaki Takagi. 2014. « Influence of Repeated Dinoprost Treatment on Ovarian Activity in Cycling Dairy Cows ». *Theriogenology* 81 (3) : 454-58.
90. Kasimanickam R, Hall J B, Currin J F and Whittier W D 2008 Sire effect on the pregnancy outcome in beef cows synchronized with progesterone based Ovsynch and Co-synch protocols. *Anim Reprod Sci*, 104, 1-8,
91. Kastelic J.P., Olson W.O., Martinez M., Cook R.B., Mapletoft R.J., (1999). Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Can. Vet. J.*, 40, 173-178.
92. Kawate N, Itami T, Choushi T, Saitoh T, Wada T, Matsuoka K, Uenaka K, Tanaka N, Yamanaka A, Sakase M, Tamada H, Inaba T and Sawada T 2004 Improved conception in timed-artificial insemination using a progesterone-releasing intravaginal device and Ovsynch protocol in postpartum suckled Japanese Black beef cows. *Theriogenology*. Volume 61, Issues 2–3, 399–406.

Références bibliographiques

93. Khalil A AY 2015 Fertility response of lactating dairy cows subjected to three different breeding programs under subtropical conditions. Beni-Suef University, Journal of Basic and Applied Sciences 2019, 8:6 doi.org/10.1186/s43088-019-0008-x
94. Kim I H, Suh G H and Son D S 2003 A progesterone-based timed AI protocol more effectively prevents premature estrus and incomplete luteal regression than ovsynch protocol in lactating Holstein cows. Theriogenology 60: 809-817.
95. Kim UH, Suh GH, Hur TY, Kang SJ, Kang HG, Park SB, Kim HS, Kim IH: Comparison of two types of CIDR-based timed artificial insemination protocols for repeat breeder dairy cows. J Reprod Dev 2007, 53:639-645.
96. Kojima, F. N., B. E. Salfen, J. F. Bader, W. A. Ricke, M. C. Lucy, M. F. Smith, et D. J. Patterson. 2000. « Development of an Estrus Synchronization Protocol for Beef Cattle with Short-Term Feeding of Melengestrol Acetate: 7-11 Synch ». Journal of Animal Science 78 (8) : 2186-91.
97. Lamb, G. C., C. R. Dahlen, J. E. Larson, G. Marquezini, et J. S. Stevenson. 2010. « Control of the Estrous Cycle to Improve Fertility for Fixed-Time Artificial Insemination in Beef Cattle: A Review ». Journal of Animal Science 88 (13 Suppl.) : E181-192.
98. Lane, E. A., Austin E. J. et Crowe, M. A., 2008. Oestrous synchronisation in cattle Current options following the EU regulations restricting use of oestrogenic compounds in food producing animals: A review. In : Animal Reproduction Science. 2008. Vol. 109, n° 1.4, p. 1.16. DOI 10.1016/j.anireprosci.2008.08.009
99. Lean I J, Porte J A, Rabiee A R, Morgan W F, Tranter W P, Moss N and 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. Austr. Vet. J., 81: 488-493.
100. Le colzer Y., Peccatte J.R., Porhiel J.Y., Brunshwig P., Disenhaus C., (2009). « Pratiques d'élevages et performances des génisses laitières : état des connaissances et perspectives. » INRA Productions Animales, 22, 2009, 303-316.
101. Lecouteux M. (2005). Anomalies de la reprise de cyclicité post-partum chez la vache laitière, facteurs de risque, effets sur les performances de reproduction. Thèse Méd. Vét., Nantes, 82p.
102. Le Mezec P., Barbat-Leterrier A., Barbier S., Gion A., Ponsart C., (2010). « La fertilité des vaches laitières en 2008, des perturbations, mais des espoirs côté génétique. » Institut de l'élevage - Département génétique.
103. Levy, Nitzan, Kobayashi, Shu-ichi, Roth, Zvi, Wolfenson, David, Miyamoto, Akio et Meidan, Rina, (2000). Administration of Prostaglandin F_{2α} During the Early Bovine Luteal Phase Does Not Alter the Expression of ET-1 and of Its Type A Receptor: A Possible Cause for Corpus Luteum Refractoriness. Biology of Reproduction. 1 août 2000. Vol. 63, n° 2, p. 377-382.
104. López-Gatius F, López-Béjar M, Fenech M, Hunter RH (2005) Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. Theriogenology. 15;63(5):1298-307.
105. López-Gatius F. (2012). Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. Theriogenology, 77: 1029–1041

Références bibliographiques

106. López-Gatius F., López-Helguera I., DeRensis F., Garcia - Ispuerto I. .2015. Effects of different five-day progesterone-based synchronization protocols on the estrous response and follicular/luteal dynamics in dairy cows. *J. Reprod. Dev.*, 61: 465–471
107. López-Helguera I, López-Gatius F, Garcia-Ispuerto I, Serrano-Perez B, Colazo Marcos G. 2017. Effect of PRID-Delta devices associated with shortened estrus synchronization protocols on estrous response and fertility in dairy cows. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 17, No. 3 ,757–770 DOI: 10.1515/aoas-2016-0083
108. Lucy MC., Billings HJ., Butler WR., Ehnis LR., Fields MJ., Kesler DJ., (2001). Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF₂alpha for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79, 982-995
109. Macmillan K L 2010 Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *Journal of Reproduction and development*, 56: S42-S47.
110. Madani T., Mouffok C., (2008). Production laitière et performances de reproduction des vaches Montbéliardes en région semi-aride algérienne. *Revue Elev. Méd. Vet. Pays.*, 61(2) : 97-107.
111. MADR, 2020 Ministre de l'Agriculture et de Développement Rural et de la pêche.
112. Martínez, M. F., J. P. Kastelic, et R. J. Mapletoft. 2004. « The Use of Estradiol and/or GnRH in a Two-Dose PGF Protocol for Breeding Management of Beef Heifers ». *Theriogenology* 62 (1.2) : 363-72.
113. Martinez, M. F., Kaslelic, J. P., Adams, G. P. et Mapletoft, R. J., 2002. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. In : *Journal of Animal Science*. 2002. Vol. 80, n° 7, p. 1746-1751. DOI 10.2527/2002.8071746x
114. McCracken, John A., Custer, Edward E. et Lasma, Justin C., (1999). Luteolysis: A Neuroendocrine-Mediated Event. *Physiological Reviews*. 1 avril 1999. Vol. 79, n° 2, p. 263-323.
115. McGee, Elizabeth A. et Hsueh, Aaron J. W., 2000. Initial and Cyclic Recruitment of Ovarian Follicles. *Endocrine Reviews*. avril 2000. Vol. 21, n° 2, p. 200-214.
116. McNatty KP, Heath DA, Lundy T, Fidler AE, Quirke L, O'Connell A, Smith P, Groome N, Tisdall DJ - Control of early ovarian follicular development - *J Reprod Fertil Suppl*, 1999 ; 54 : 3-16
117. Mc Phee S.R., Doyle M.W., Davis I.F., Chamley W.A. (1983). Multiple use of progesterone releasing intravaginal devices for synchronization of oestrus and ovulation in cattle. *Aus. Vet. J.*, 60: 40–44.
118. Meadows C, Rajala-Schultz PJ, Frazer GS (2005). A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88, pp. 1244–1254.

Références bibliographiques

119. Mialot, J. P., G. Laumonnier, C. Ponsart, H. Fauxpoint, E. Barassin, A. A. Ponter, et F. Deletang. 1999. « Postpartum Subestrus in Dairy Cows: Comparison of Treatment with Prostaglandin F2 Alpha or GnRH + Prostaglandin F2 Alpha + GnRH ». *Theriogenology* 52 (5) : 901.11.
120. Mialot, J. P., Constant, F., Dezaux P., Grimard, B., Deletang, F. et Ponter, A. A., 2003. Estrus synchronization in beef cows: Comparison between GnRH + PGF2 α + GnRH and PRID + PGF2 α + eCG. In : *Theriogenology*. 2003. Vol. 60, n° 2, p. 319.330. DOI 10.1016/S0093-691X(02)01371-7.
121. Mauffré, Vincent, Fabienne Constant, et Laurent Tiret. 2016. « Cycle sexuel de la vache ». *Reproduction animale*.
122. Mehmman, Lisa M., 2005. Stops and starts in mammalian oocytes: recent advances in understanding the regulation of meiotic arrest and oocyte maturation. *Reproduction*. 1 décembre 2005. Vol. 130, n° 6, p. 791.799.
123. Merle, Delphine. 2014. « Comparaison de la réponse en termes de sécrétion de LH à la gonadoreline, à la buséréline et à la léciréline chez des génisses Prim'Holstein ».
<http://oatao.univ-toulouse.fr/12193/>.
124. 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 Fertil* 1994, 102:123-130.
125. Mokrani., (2011). Power Point Formation de l'insémination artificielle, CNIAG, Alger.
126. Monniaux D., Caraty A., Clement F., Dalbierstran R., Dupont J., Fabre S., Gerard N., Mermillod P., Monjet P., Uzbekova., (2009). Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *Inra Productions Animales*, 22-2, 59-76
127. Moreira F, de la Sota R L, Diaz Tand Thatcher W 2000 Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78,1568-76.
128. Morris M J, Kaneko K, Walker S L, Jones D N, Routly J E, Smith R F and Dobson H 2011 Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology*, 76: 658-668.
129. Nak Y, Tuna B, Nak D, Karakas E and Simsek G 2011 The effects of Ovsynch, Ovsynch with progestin and progestin plus double TAI on pregnancy rates in unobserved oestrus dairy cows and heifers. *Kafkas Univ. Vet. Fakul. Derg.*, 17(6): 917-922.
130. Neglia G, Gasparini B, Di Palo R, De Rosa C, Zicarelli L and Campanile G 2003 Comparison of pregnancy rates with two estrus synchronization protocols in Italian Mediterranean Buffalo cows. *Theriogenology*, 60, 125-133,
131. Nogueira MF, Melo DS, Carvalho LM, Fuck EJ, Trinca LA, Barros CM (2004) Do high progesterone concentrations decrease pregnancy rates in embryo recipients synchronized with PGF2 α and eCG? *Theriogenology*. 61(7-8):1283-90.
132. Norris, David O. et Lopez, Kristin H., 2010. *Hormones and Reproduction of Vertebrates – Vol5: Mammals*. Elsevier, London, 380p.

Références bibliographiques

133. Norris, David O. et Carr, James A., (2013). *Vertebrate Endocrinology*. Fifth Edition. Academic Press Elsevier, London, 585p
134. Noseir, Wael MB. 2003. « Ovarian follicular activity and hormonal profile during estrous cycle in cows: the development of 2 versus 3 waves ». *Reproductive biology and endocrinology : RB&E* 1 (juin) : 50
135. Opsomer G., Grohn YT., Hertl J., Coryn M., Deluyker H., De Kruif A., (2000). Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology*, 53, 841-857.
136. Patel K R, Dhami A J, Hadiya K K, Savalia K K and Sarvaiya N P 2013 Effect of CIDR and Ovsynch protocols on estrus response, fertility and plasma progesterone and biochemical profile in true anoestrus crossbred cows. *Indian J. Anim. Prod. Manag.*, 29(3-4): 50-58.
137. Patterson, D. J., M. F. Smith, et D. J. Schafer. 2005. « New Opportunities to Synchronize Estrus and Ovulation and Facilitate Fixed-Time AI ». University of Missouri, Columbia. <http://citeseerx.ist.psu.edu/>
138. Paul A K, Alam M G S and Shamsuddin M 2011 Factors that limit first service pregnancy rate in cows at char management of Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*, 23: 57. <http://www.lrrd.org/lrrd23/3/paul23057.htm> (Accessed on August 2, 2014)
139. Perry GA, Perry BL: GnRH treatment at artificial insemination in beefcattle fails to increase plasma progesterone concentrations or pregnancy rates. *Theriogenology* 2009, 71:775-779.
140. Peters A.R., Ward S.J., Warren M.J., Gordon P.J., Mann G.E. and Webb R. 1999 Ovarian and hormonal response of cows to treatment with an analogue to gonadotrophin releasing hormone and prostaglandins F_{2α}. *Vet. Rec.*, 1999, 144:343-46
141. Peters M W and Pursley J R 2003 Timing of final GnRH of the Ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology* 60: 1197-1204.
142. Picard-Hagen, N, X Berthelot, et P Humblot. 2005. « Le point sur les protocoles actuels de synchronisation chez la vache ». *Le Point vétérinaire : revue d'enseignement postuniversitaire et de formation permanente* 36 (N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie) : 32.36.
143. Ponsart C, Sanaa M, Humblot 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.
144. Pulley SL, Wallace LD, Mellieon HI Jr, Stevenson JS (2013) Ovarian characteristics, serum concentrations of progesterone and estradiol, and fertility in lactating dairy cows in response to equine Chorionic Gonadotropin. *Theriogenology*. 79(1):127-34.
145. Pursley J.R., Kosorok M.R., Wiltbank M.C., (1997a). Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.*, 80, 301-306.

Références bibliographiques

146. Pursley J R , Mee M O and Wiltbank MC 1995 Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF₂alpha and GnRH. *Theriogenology*, 44, 915-923.
147. Pursley J R , Wiltbank M C, Stevenson J S, Ottobre J S, Garverick H A and Anderson L L 1997 Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci*, 80, 295-300.
148. Rabiee A R, Lean I J, Stevenson M A 2005 Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: A Meta analysis. *J Dairy Sci*, 88, 2754-2770.
149. Ramakrishnan A, Dhama AJ, Naikoo M, Parmar BC and Divekar BS 2012 Estrus induction and fertility response in postpartum anoestrus Gir cows. *Indian J. Anim.Reprod.*, 33: 37-42.
150. Raphalalani Z C , Nedambale TL, Nengovhela N B and Nephawe K A 2020 An investigation of factors influencing synchronization response, conception and calving rate of communal cows in Limpopo Province, South Africa. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, Volume 13
151. Rastegarnia A A R and Anvari Savojbolghi H 2010 Effect of CIDR-Based (CIDR Synch) Protocol, for Timed Artificial Inseminations, and on the Conception Rate of Dairy Cows. *Journal of Veterinary Clinical Research* Fall, Volume 1, Number 4 (4); Page(S) 243 to 252.
152. R1THBONEE M.J., Kinder J.E., Fike K., Kojima F., Clopton D., Ogle C.R. et al. 2001. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. *Advanced Drug Delivery Reviews*. Vol. 50, n° 3, pp. 277.320.
153. Revah I and Butler W R 1996 Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocyte. *J. Reprod. Fertil.*106:39–47.
154. Rivera, H., R.A. Sterry, et P.M. Fricke. 2006. « Presynchronization with Gonadotropin Releasing Hormone Does Not Improve Fertility in Holstein Heifers ». *Journal of Dairy Science* 89 (10) : 3810.16.132
155. Roesch M., Doherr M. G and Blum J. W., “Performance of Dairy Cows on Swiss Farms with Organic and Integrated Production,” *Journal of Dairy Science*, Vol. 88, No. 7, 2005, pp. 2462-2475. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72924-6
156. Rudolph J., Bruckmaier R. M., Kasimanickam R., Steiner A., Kirchhofer M., Huesler J. and Hirsbrunner G., “Comparison of the Effect of a CIDR-Select Synch versus a Long-Term CIDR Based AI Protocol on Reproductive Performance in Multiparous Dairy Cows in Swiss Dairy Farms,” *Reproductive Biology and Endocrinology*, Vol. 9, 2011, p 151. doi:10.1186/1477-7827-9-151
157. Ryan DP, Snuders 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.
158. Saby Claire. 2014. Intérêt de l'eCG dans le contrôle du moment de l'ovulation dans un protocole à base de progestagène chez la vache laitière. THESE DOCTEUR VETERINAIRE Université de Toulouse 3 98 p.
159. Saint-Dizier, Marie et Chastant-Maillard, Sylvie, 2014. La reproduction animale et humaine. Editions Quae, Versailles, 750p.

Références bibliographiques

160. Sakase M, Seo Y, Fukushima M, Noda M, Takeda K, Ueno S, Inaba T, Tamada H, Sawada T and Kawate N 2005 Effect of CIDR-based protocols for timed-AI on the conception rate and ovarian functions of Japanese black beef cows in the early postpartum period. *Theriogenology*, 64: 1197-1211.
161. Sales JN, Crepaldi GA, Girotto RW, Souza AH, Baruselli PS (2011) Fixed-time AI protocols replacing eCG with a single dose of FSH were less effective in stimulating follicular growth, ovulation, and fertility in suckled-anestrus Nelore beef cows. *Anim Reprod Sci.* 124(1-2):12-8
162. Santos, J. E. P., C. D. Narciso, F. Rivera, W. W. Thatcher, et R. C. Chebel. 2010. « Effect of Reducing the Period of Follicle Dominance in a Timed Artificial Insemination Protocol on Reproduction of Dairy Cows ». *Journal of Dairy Science* 93 (7) : 2976.88.
163. Schafer D J, Bader J F, Meyer J P, Haden J K, Ellersieck M R, Lucy M C, Smith M F and Patterson D J 2007 Comparison of progestin based protocol to synchronize estrus and ovulation before fixed-time artificial insemination in postpartum beef cows. *Journal of Anim. Sci.*, 85: 1940-1945.
164. Schneider MP, Stranberg E, Emanuelson U, Grandison K, Roth A (2007). The effect of veterinary-treated clinical mastitis and pregnancy status on culling in Swedish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 80, pp. 179–192.
165. Seegers H., Billon D., Bossard-Apper E., Ponsart C., Paccard P., Disenhaus C., Gatién J., Salvetti P., Grimard B., Chanvallon A et Bareille N.,(2010). Evaluation rétrospective de la qualité de la détection des chaleurs en troupeau bovin laitier à partir de données déjà disponibles. *Renc. Rech. Ruminants*, 17 ; 133-136.
166. Shabankareh, H. Karami, M. Zandi, et M. Ganjali. 2010. « First Service Pregnancy Rates Following Post-AI Use of HCG in Ovsynch and Heatsynch Programmes in Lactating Dairy Cows ». *Reproduction in Domestic Animals*. 45 (4) : 711.16.
167. Shamsuddin M, Bhuiyan M MU, Sikder T K, Sugulle A H, Alam M G S and Galloway D 2001 Constraints limiting the efficiency of artificial insemination of cattle in Bangladesh. In “radioimmunoassay and related techniques to improve artificial insemination programmes for cattle reared under tropical and subtropical conditions”. *Proceeding of a final research co-ordination meeting organized by the joint FAO/IAEA. Division of nuclear techniques in food and Agriculture and held in Uppsala, Sweden. 9-28 p.*
168. Shreshta H.K., Nakao T., Suziku T., Higaki T., Akita M. (2004). Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service period on subsequent reproductive performances of high-producing Holstein cows. *Theriogenology*, 61, 1559-1571.
169. Silva del Río N, Stewart S, Rapnicki P, Chang YM, Fricke PM (2007) An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci.* 90(3):1255-64.
1703. 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
171. Souza AH, Viechnieski S, Lima FA, Silva FF, Araújo R, Bó GA, Wiltbank MC, Baruselli PS (2009) Effects of equine Chorionic Gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology*. 72(1):10-21.

Références bibliographiques

172. Stevenson J S, Kobayashi Y and Thomson K E 1999 Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including Ovsynch and combinations of Gonadotropin-releasing Hormone and prostaglandin F2alpha. *Journal of Dairy Science*, 82, 506-515.
173. Stevenson J S, Pursley J R, Garverick H A, Fricke P M, Kesler D J, Ottobre J S, Wiltbank M C 2006 Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during ovsynch. *J Dairy Sci*, 89, 2567-2578. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72333-5
174. Stevenson J S, Hill, S L, BRridges, G A, Larson, J E et Lamb, G C, 2015. Progesterone status , parity , body condition , and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination pregnancy outcomes 1. In : *Journal of Animal Science*. 2015. p. 2111.2123. DOI 10.2527/jas2014-8391.
175. Suthar V S, Burfeind O, Bonk S, Dhama A J and Heuwieser W 2012 Endogenous and exogenous progesterone influences body temperature in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 95(5): 2381-2389.
176. Szenci, Ottó, Edit Takács, José Sulon, Noelita Melo de Sousa, et Jean-Francois Beckers. 2006.« Evaluation of GnRH Treatment 12 Days after AI in the Reproductive Performance of Dairy Cows ». *Theriogenology* 66 (8) : 1811.15.
177. Sveberg, G., Rogers, G. W., Cooper, J., Refsdal, A. O., Erhard, H. W., Kommisrud, E., Buckley F., Waldmann, A. et Ropstad, E., 2015. Comparison of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle for estrus length and estrous signs. *Journal of Dairy Science*. avril 2015. Vol. 98, n° 4, p. 2450.2461.
178. Taşal I, Ataman M B, Aksoy M, Kaya A, and Karaca Fand Tekeli T 2005 Estimation of early pregnancy by electrical resistance values of vaginal mucosa in cows and heifers. *Rev Med Vet*, 156, 91-94.
179. Taylor V.J., Beever D.E., Bryant M.J., Claire Wathes D. (2003).Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows*Theriogenology*, 59, 1661-1677.
180. Tenhagen B A, Kuchenbuch S and Heuwieser W 2005 Timing of ovulation and fertility of heifers after synchronization of oestrus with GnRH and Prostaglandin F2α. *Reprod Dom Anim* 40: 62-67.
181. Thatcher, W. W., F. Moreira, S. M. Pancarci, J. A. Bartolome, et J. E. P. Santos. 2002. « Strategies to Optimize Reproductive Efficiency by Regulation of Ovarian Function ». *Domestic Animal Endocrinology* 23 (1.2) : 243.54.
182. Temmar N., 2005. Le marché de lait en Algérie. Fiche de synthèse ambassade de France en Algérie. Mission économique MINEFI-DETPE,5p
183. Thompson, Iain R. et Kaiser, Ursula B., (2014).GnRH pulse frequency-dependent differentialregulation of LH and FSH gene expression.*Molecular and Cellular Endocrinology*.25 mars 2014.Vol. 385, n° 1–2, p. 28-35.
- 184Udin Z, Rahim F, H and Yellita Y 2017 Effect of Ovsynch and Co-synch on Follicle Size and Conception Rate Indifferent Postpartum of Simmental Cows *Asian J. Anim. Vet. Adv* 12 (2: 115-122) ISSN 1683-9919 DOI: 10.3923/ajava.2017.115.122

Références bibliographiques

185. Valdecabres-Torres, X., P. Larrosa-Morales, et J. Cuervo-Arango. 2013. « The Effect of Dose and Type of Cloprostenol on the Luteolytic Response of Dairy Cattle during the Ovsynch Protocol under Different Oestrous Cycle and Physiological Characteristics ». *Reproduction in Domestic Animals*. 48 (5) : 874-80.
186. Vasconcelos J L M, Silcox R W, Rosa G J M, Pursley J R and Wiltbank M C 1999 Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rates after synchronization of ovulation beginning on different days of the oestrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 52:1067-78. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00195-8)
187. Vasconcelos JL, Sartori R, Oliveira HN, Guenther JG, Wiltbank MC (2001) Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*. 15;56(2):307-14.
188. Waldmann, Andres, Jevgeni Kurykin, Ulle Jaakma, Tanel Kaart, Madis Aidnik, Mihkel Jalakas, Lembit Majas, et Peeter Padrik. 2006. « The Effects of Ovarian Function on Estrus Synchronization with PGF in Dairy Cows ». *Theriogenology* 66 (5) : 1364-74.
189. Walsh R B, Leblanch S J, Duffield T E, Kelto D F, Walto J S and Leslic K E 2007 The effect of a progesterone releasing intravaginal device (PRID) on pregnancy risk to fixed-time insemination following diagnosis of non-pregnancy in dairy cows. *Theriogenology*, 67, 948-956.
190. Walsh, S. W., E. J. Williams, et A. C. O. Evans. 2011. « A Review of the Causes of Poor Fertility in High Milk Producing Dairy Cows ». *Animal Reproduction Science* 123 (3.4) : 127-38.
191. Webb, R., Garnsworthy, P. C., Gong, J. G. et armstrong, D. G., (2004). Control of follicular growth : Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*. 2004. Vol. 82, pp. 63–74.
192. WINTZ E. 2005. L'invololution utérine chez la vache. *Le Point vétérinaire*. Vol. 36, n° Spécial, pp. 6-9.
- 193 Whittier JC 2000 Ovarian and Estrous Response of Suckled Beef Cows to the Select Synch Estrous Synchronization Protocol. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31653-3
104. Wiltbank, Milo C., Alexandre H. Souza, Paulo D. Carvalho, Robb W. Bender, et Anibal B. Nascimento. 2011. « Improving Fertility to Timed Artificial Insemination by Manipulation of Circulating Progesterone Concentrations in Lactating Dairy Cattle ». *Reproduction, Fertility, and Development* 24 (1) : 238-43.
195. Wolfenson D, Roth Z and Meidan R 2000 Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.*, 60: 535-547
196. Xu Z Z, L J Burton and Macmillan K L 1997 Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF 2α and progesterone. *Theriogenology* 47:687–701.
197. XU ZZ, BURTON LJ. Estrus synchronization of lactating dairy cows with GnRH, progesterone, and prostaglandin F 2α . *J. Dairy Sci.*, 2000, 83, 471-476.

Références bibliographiques

198. Yakhlef H., 1989. La production extensive de lait en Algérie. Option méditerranéenne Série Séminaire, (6) : 135-139

199. Yamada, Kyoji, Tosihiko Nakao, Ken Nakada, et Gen Matsuda. 2002. « Influence of GnRH Analogue (Fertirelin Acetate) Doses on Synchronization of Ovulation and Fixed-Time Artificial Insemination in Lactating Dairy Cows ». *Animal Reproduction Science* 74 (1.2): 27.34

ANNEXE 01
PUBLICATIONS

Efficacy of intravaginal progesterone added to Ovsynch in Algerian cattle farms

A Noui and A Boucif

*Institute of Veterinary Sciences, Ibn Khaldoun University, BP 78, 14000, Tiaret, Algeria
Laboratory of farm animal reproduction
aboucif30@yahoo.fr*

Abstract

This study was conducted to evaluate the reproductive performance at estrus detection in post-partum anestrus cows following treatment with controlled internal drug release (CIDR) and Ovsynch or with Ovsynch protocol alone. Seventy (70) gynecological-intact multiparous cows (40 Montbeliarde and 30 Holstein) were divided into two equal groups (35 cows each) in June when many cows (67%) were in anestrus. The cows in group 1 (n=35) were treated with Ovsynch alone. They were treated with inj GnRH 100 µg (Cystoreline) at day 0, inj PGF2α 25 mg (dinoprost) at day 7 and inj GnRH 100 µg at day 9 intramuscularly. The cows in Group 2 (n=35) were treated by Ovsynch plus CIDR protocol. The progesterone device (CIDR) was inserted on day 0 and removed at the time of PGF2 α injection on day 7. The cows that exhibited estrus were inseminated 12 to 18h after PGF2α injection in both protocols.

The estrus response for CIDR-treated cows was greater (80.0%) than for no-CIDR-treated cows (48.6%). The pregnancy rate at day 30 post insemination was lower for Ovsynch alone cows (31.4%) than for Ovsynch plus CIDR treated cows (57.1%). The protocols obtained conception rates of 71.4% (group 2) and 64.7% (group 1) with a statistical difference. Thus, the conception rate could be increased by controlled breeding using CIDR added to Ovsynch protocol in cows mainly in anestrus.

Keywords: cow, CIDR, conception rate, estrus, PGF2α, pregnancy rate, reproduction

Introduction

The estimated number of cattle in Algeria is less than two million. Thus cattle occupies the third place after the sheep and goat herd, and represents 6% of the total national ruminant herd (MADRP 2016).

Three types of hormonal treatments can be used to synchronize heat in cattles (Ashit Kumar et al 2015): 1. prostaglandin-based treatments and F2 α or its analogues, 2. others combining to GnRH and PGF2 α and 3. Progestin-based treatments (a device that releases progesterone or norgestomet and/or PGF2 α and eCG).

Thus a good knowledge of the physiological mechanisms explaining the effect of each treatment will facilitate the management of breeding cows via artificial insemination (AI). Almost all programs involve strategically timed treatment of prostaglandin F2 α (PGF) and gonadotropin releasing hormone (GnRH) which the basic program is the “Ovsynch” regimen. Although the original studies using this combination were conducted and reviewed by Thatcher et al (1991), it was the comprehensive studies by Pursely et al (1997) that demonstrated the suitability of the basic “Ovsynch” protocol.

However, one of the major constrains of profitable dairy farming is the low pregnancy rate in cows (Shamsuddin et al 2001). Low rates and accuracy of estrus detection also are major factors limiting in reproductive efficiency of dairy cows (Macmillan 2010; Paul et al 2011).

On the other hand, the productivity of cattle could be low because of poor nutrition with the specific reasons for the decline have not been documented. These might be directly related to or exacerbated by environmental and management conditions (Alam et al 2006).

To increase the reproductive efficiency in dairy cows, various estrus synchronization protocols using Progesterone and implant or intravaginal device associated to PGF2 α are the alternative strategy to bypass the critical problem of estrus detection and to increase pregnancy rates of dairy cattle under a variety of management systems (Jayaganthan et al 2016). However, the CIDR is an effective method that is convenient to use in case of poor heat detection on primiparous or multiparous cows particularly suitable for non-cycleous females. To my knowledge, no study has been edited on this subject in Algeria.

This study aims to assess the effect of Ovsynch alone and Ovsynch plus CIDR protocol (day 7) on the reproductive performance of cows in Algerian dairy cattle.

Materials and methods

This study was conducted on a private dairy farm in Setif area (Algeria) at an altitude of 1 080 m.

Animals and trials

The estrus synchronization after a Gonadotropin releasing hormone (GnRH) treatment at controlled internal drug releasing device (CIDR) insertion (CIDR® 1,9 g, Pfizer Animal Health, France) was investigated in an Algerian cattle farm.

70 postpartum anestrous cyclic multiparous cows (40 Montbeliarde and 30 Holstein cows) aged between 2 to 5 years were selected after thorough gynecological examination for their reproductive status as illustrated in the timelines in Figure 1. The Montbeliarde is the most represented in the population (57%) followed by the Holstein with 43%. The cows had body condition scores 2 to 3 (according to Campanile et al 2010) and were between the intervals of 55-90 days postpartum.

The study was conducted from June to September 2016. At the beginning, most of the cows (67 %) were in anoestrus.

They were dewormed using ivermectin, 100 mg S/C and supplemented with a mineral mixture for 20 days before initiating treatment. After selection, the cows were randomly distributed to two treatment groups as Ovsynch with or without CIDR consisting of 35 cows each group. They received the treatments during this period were inseminated (AI) at observed estrus.

The animals in treatment 1 (n=35, 22 Montbeliardes 13 Holsteins) were subjected to the Ovsynch protocol as described by Pursley et al (1995). The cows were administered intramuscularly with injection of GnRH (Cystoreline 100 µg i.m.) on day 0, injection of PGF2α (dinoprost 25 mg i.m.) on day 7 and a second injection of GnRH (Cystoreline 100µg i.m.) on day 9.

The animals in treatment 2 (n=35, 18 Montbeliardes 17 Holsteins) were subjected to the Ovsynch plus CIDR (Internal Drug Release Device, 1.9 g of progesterone, Pfizer Animal Health, France).

The treatments were similar to those used in group 1 except that a progesterone device (CIDR) was inserted on 0 day and removed at the time of PGF2α injection (dinoprost 25 mg i.m.) on 7 day followed by a second GnRH injection (100µg of Cystoreline) administered I/M on day 9) ([Figure 1](#)).

The estrus of the cows was synchronized with gonadotropin releasing hormone (GnRH) and prostaglandin F2α (PGF2α).

The detection of estrus was based on visual observation. The animals were checked for estrus twice daily at least for 30 min each time.

The estrus signs were recorded (standing to be mounted, bellowing, redness, swelling of vulva and clear mucous discharge). The cows also were confirmed in estrus by the permeability of the cervix of the pistol on the day of insemination.

An artificial insemination (AI) at observed estrus was performed 12 to 18 h after the second GnRH injection or 48 and 72 hours after the CIDR removal in the both protocols as shown in Figure 1.

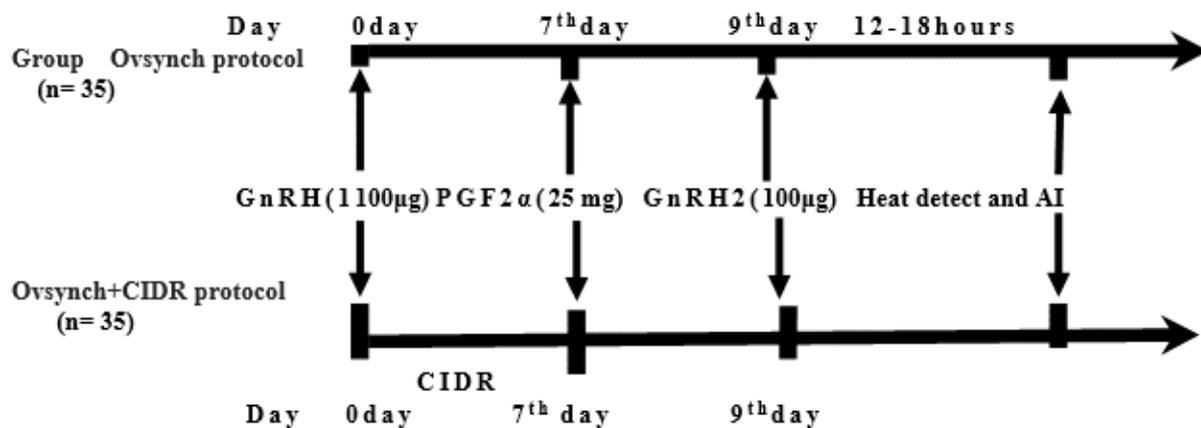


Figure 1. Schematic representation of the Ovsynch protocol with or without CIDR

Data recorded

The pregnancy was diagnosed by transrectal ultrasound at 30 days followed by a palpation per rectum on day 45 after the artificial insemination.

The reproductive performance variables recorded in this study were determined as follows:

- i) Estrous response (percentage of females showing estrus among those treated),
- ii) Conception rate (CR, percentage of females conceiving divided by those inseminated in the corresponding group),
- iii) Pregnancy rate (PR, percentage of females diagnosed as pregnant divided by the total number of cows in the corresponding group).

Statistical analysis

The data were analyzed with the statistical software program (SAS Version 9.12). The objectives of this analysis were to test the effect of the treatment on estrus response, pregnancy and conception rates for the two treatments. Significant differences in reproductive performance of the cows tested between treatments were determined by Chi-square. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

A rectal palpation was carried out in all cows used in this study before PGF2 α injection to control the luteal structure. The reproductive performance of synchronized cows as the estrus responses, pregnancy and conception rates are shown at Table 1.

Table 1. Comparative efficacy of Ovsynch protocol with or without CIDR insertion observed in Algerian cattle

Reproductive performance	Estrus- synchronization protocol	
	Ovsynch (n = 35)	Ovsynch+CIDR (n = 35)
Synchronized estrus response: n (%)	17/35 (48.6)	28/35 (80.0)
Conception rate: n (%)	11/17 (64.7)	20/28 (71.4)
Pregnancy rate per IA by USG: n (%)	11/35 (31.4)	20/35 (57.1)

The results were better with the CIDR protocol as compared to the Ovsynch protocol alone (Figure 2).

The detection of estrus in our study for the both groups was taken as a response to the treatments after CIDR removal and the second GnRH injection. Regardless of the estrus-synchronization protocol an estrous response was detected in 45 out of the 70 cows treated. However by treatment group, cows that were subjected to Ovsynch alone protocol showed estrus 17 cows (48.6%), while cows that were subjected to Ovsynch plus CIDR protocol showed estrus 28 cows (80%). There was a statistical difference between the two programs.

The cows that responded to the synchronization treatment in both groups were inseminated 12 to 18 h after second GnRH injection.

The pregnancy rate (Table 1) was significantly higher ($P < 0.05$) in CIDR treated group 57.1 % (20/35) as compared to no-CIDR-treated group 31.4% (11/35). This study recorded low pregnancy rate relative to conception rate in Ovsynch group alone. However, highest synchronized conception rate were recorded in the both protocols (64.7% and 71.4%) respectively in Ovsynch alone protocol and in Ovsynch plus CIDR group (Figure 2). However, the results revealed greater conception rate in the Ovsynch plus CIDR group than in the Ovsynch group.

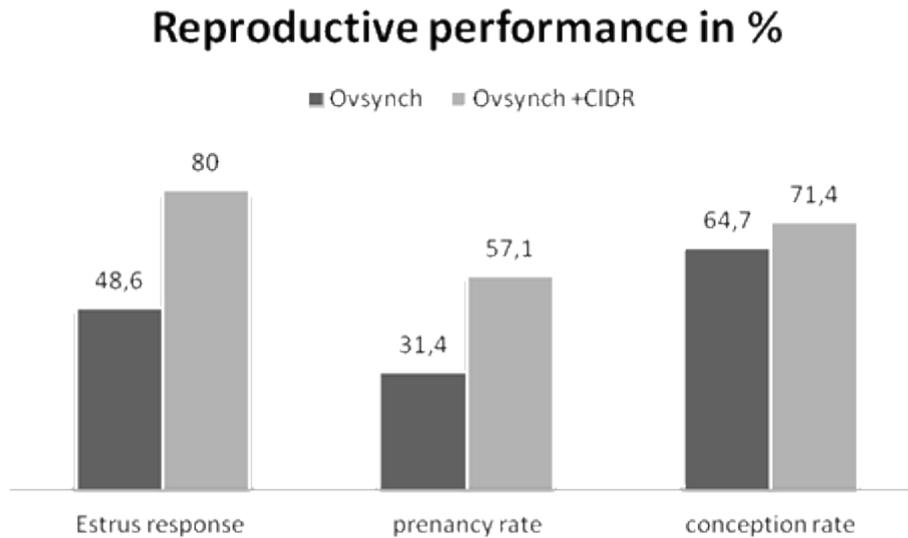


Figure 2. Reproductive performance observed in Algerian cattle subjected to Ovsynch protocol with (n = 35) or without (n = 35) CIDR insertion

Discussion

In herds with estrus detection problems, the use of estrus synchronization might improve reproductive performance by eliminating the problems associated with estrus detection (Stevensen et al 1999). It has been also reported that approximately 50% of all estrus behaviors may be not detected during the postpartum period (Mialot et al 1999).

To this end, the signs of estrus should be observed three or four times daily and inseminations should be made once a day. The cows that responded in the current study to Ovsynch protocol were 48.6%. This result is comparable to those reported in several studies estimating that $\leq 50\%$ of the cows were detected in estrus in dairy herds (Udin et al 2017; Kandiel et al 2012).

Despite the applications of different Ovsynch protocols, the percentages of cows showing estrus and fertility were still low because there was a relatively lower estradiol concentration around AI (Shamsuddin 2001).

Therefore, the reproductive performance of cows receiving the ovsynch treatment may be improved if progesterone is administered during the period between the GnRH and PGF2 α injections to increase the estrous response and conception rate of cows (Xu et al 1997).

Such progesterone treatment is the key player in the estrus induction and potentiates the action of estrogen which is aided by the regressing CL by secreting some amount of progesterone.

On the other hand, the benefits of a timed artificial insemination (AI) system increase under conditions of poor estrous detection rate and poor conception rate.

The estrus response of CIDR treated cows in the present study was significantly ($P < 0.05$) higher (80%) than that reported in Ovsynch alone protocol (48.6%). Few previous works have calculated the estrus response and reported highest estrus rates (Xu et al 2000; Dhimi et al 2014).

It has been observed that the progesterone from the controlled internal drug release (CIDR) was sufficient to increase and maintain a progesterone concentration in blood > 2 ng/ml in the absence of CL on ovary (Mann et al 2006; Hammam et al 2013; Suthar et al 2012).

Chebel et al (2010) demonstrated that the use of a CIDR insert for 7 days during a timed AI protocol increased the proportion of functional CL in anestrus cows after AI and pregnancy/AI compared to protocols without CIDR.

Additionally, the progesterone concentration during one estrous cycle affects the endometrial morphology in the subsequent cycle and may decrease the number of hypothalamic estradiol-17 β -receptors by negative feedback (Shaham-Albalancy et al 1997).

Xu et al (2000) studied the progesterone treatment at two times with 7 or 8 days of CIDR insertion. According to these authors, changing the synchronization program from 7 to 8 days altered the pattern of estrous response. Although a good estrus rates was recorded in the two protocols used but the distribution in the onset of estrus was more dispersed at the 7 days program that was preferred because it did not reduce the conception rate at the synchronized estrus (Xu et al 2000).

Different conception rates in dairy cows and heifers after synchronized estrus ranging from 30% to 75% were recorded in the Ovsynch program (Kandiel et al 2012; Udin et al 2017).

This study showed good conception rates for the both groups with a slight superiority in favors of the CIDR treated group (71.4%) compared to the no CIDR treated (64.7%) with a statistical difference.

The result recorded in the Ovsynch program is in accordance with previous reports. On the other hand, other reviews founded lower conception rates compared to our result (Ali et al 2012; Mohd Alyas et al 2013; Raste Garnia and Anvari Savojbolghi 2010; Kawate et al 2004). Lower conception rates were also reported with Ovsynch in non-cycling cows and heifers by Nak et al (2011) and Jayaganthan et al (2016). On the other hand, Vasconcelos et al (1999) reported greatest conception rates in dairy cows that began the Ovsynch protocol between the days 5 and 12 of the estrous cycle.

The conception rate for cows in the Ovsynch plus CIDR group in our present study is in line with the findings of Jayaganthan et al 2016 and Kawate et al 2004. This result was greatest to that documented in other works (Bhoraniya et al 2012; Dhimi et al 2014; Patel et al 2013).

Several previous works reported higher conception rate in the Ovsynch plus CIDR group than in the Ovsynch group (Ali et al 2012; Jayaganthan et al 2016; Mohd Alyas et al 2013; Rastegarnia and Anvari Savojbolghi 2010).

On the other hand, other workers also recorded higher conception rate in Ovsynch plus CIDR treated cows compared to Ovsynch treated group but without significant differences between the two protocols (Sakase et al 2005; Schafer et al 2007).

The variations in the conception rate of different workers might be due to differences in breed, climate, nutrition, management and different CIDR protocols (Jayaganthan et al 2016). But the reasons for the reduced conception rate cows in Ovsynch group as compared to cow in CIDR treated group could not be determined in the present study. It is possible that providing exogenous progesterone by the inclusion of a CIDR device improved the conception rates of the Ovsynch protocol in postpartum cows (Revah and Butler 1996).

Previous studies have shown that progesterone concentration in the late luteal phase before insemination is positively associated with conception rate (Xu et al 2000). These observations further supported the previous observations on the use of similar protocols in anestrous cows by many workers (Bhoraniya et al 2012; Chaudhari et al 2012; Dhimi et al 2014; Ramakrishnan et al 2012).

The pregnancy rate is the product of estrus detection and conception rates (Shamsuddin et al 2001). In a previous study, the pregnancy rates after the Ovsynch studies in dairy cows varied from 27 to 40% (Neglia et al 2003; Taşal et al 2005). Pursley et al (1997) reported a pregnancy rate of 35.1% and 37.8% in heifers and cows respectively.

The pregnancy rate recorded in the Ovsynch group cows was 31.4% that is in the ranges of the authors stated. It was similar to that reported in recent reviews (Gokhan Dogruer 2010; Kandiel 2012; Kasimanickam et al 2008). However, this result is greater as compared to the findings of Caraba and Velicevici (2013) and Buhecha et al (2016).

On the other hand, higher pregnancy rates were reported by other recent works in the Ovsynch protocol (El-Zarkouny 2004; Akbarabadi et al 2014; Jayaganthan et al 2016). Such low pregnancy rates relative to conception rates recorded in this study could perhaps be the consequence of the reduced fertility of an aged follicle/oocyte induced by estradiol injection (Pursley et al 1997).

In present study, the pregnancy rate in CIDR-treated cows and inseminated following detected estrus was significantly higher as compared to no-CIDR-treated group (57.1% vs 31.4%, $P < 0.05$). Different studies showed an acceptable pregnancy rate after the use of a 7-d CIDR protocol in combination with GnRH and prostaglandin F₂ α as was reported by Crane et al (2006) and El-Zarkouny et al (2004).

It has been reported that the addition of progesterone to the Ovsynch protocol improved pregnancy (Stevensen et al 2006).

Our pregnancy results are consistent with the results from previous studies. They were similar to those reported by Akhiro et al (2008) and Jayaganthan et al (2016).

According to Moreira et al (2000), one of the advantages of CIDR for pregnancy rate was probably due to the preventive effect against early ovulation in case that it was initiated by the Ovsynch protocol.

Stevenson et al (2006) also reported that overall pregnancy rates for lactating dairy cows treated Ovsynch plus CIDR were 10 and 5% higher than those treated with Ovsynch at days 28 and 56 after timed AI, and respectively more anestrous cows conceived.

On the other hand, it has been also reported that the pregnancy rates of cows treated with Ovsynch plus PRID were 11% higher than those of cows treated with Ovsynch alone but without significant differences (Walsh et al 2007). However, Martinez et al (2002) also reported that the addition of progestin resulted in significantly improved pregnancy rates in heifers but not in cows.

El-Zarkouny et al (2004) reported that anoestrus dairy cow treated with Ovsynch plus CIDR had a higher pregnancy rate than anestrous cows treated with Ovsynch alone. However, cycling cows receiving Ovsynch plus CIDR had a pregnancy rate similar to that of cycling cows receiving Ovsynch alone.

Akhiro et al (2008) indicated that one reason of the higher pregnancy rate in CIDR treated group was probably due to existence of a CL on day 0. Furthermore, the plasma progesterone concentrations in CIDR treated cows remained elevated for 7 days to the time of CIDR removal. Perhaps these elevated progesterone concentrations increased the conception rates (Kawate et al 2004; Sakase 2005).

Conclusion

- The present study reported that the inclusion of CIDR to the Ovsynch protocol increased some reproductive performance compared to no CIDR treated group in Algerian cows (estrus response 80%, pregnancy rate 57.4% and conception rate 71.1% versus 48.6%, 31.4% and 64.7%). Such statistical difference is reported when the cows treated were in anoestrus.
- From the results, it can be inferred that the Ovsynch plus CIDR protocol improved the conception and the pregnancy rates in cows mainly in anoestrus under field conditions and contributed to the economical improvement as compared to the previous protocols without CIDR.
- In some cases, it is therefore possible to free yourself from heat detection and to inseminate all synchronized animals on the same day.

Acknowledgments

Authors thank Professor Daniel Tainturier, Head of the Department of Reproductive Pathology, ONIRIS, Nantes (France) for his collaboration in the improvement of this manuscript. They would also like to thank the staff of the farm for the facilities provided.

References

Akbarabadi M A, Shabankareh H K, Abdolmohammadi A and Shahsavari M H 2014 Effect of PGF 2α and GnRH on the reproductive performance of postpartum dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed artificial insemination during the warm or cold periods of the year. *Theriogenology*, 82: 509-516.

Alam M G S, Azam M S, Khan M J 2006 Supplementation with urea and molasses and body weight, milk yield and onset of ovarian cyclicity in cows. *Journal of Reproduction and Development*, 52: 529-535.

Ali R, Shukla S P and Nema S P 2012 Hormonal induction of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum anoestrus buffaloes. *Indian J. Field Vet.*, 7(4): 44-46.

Alnimer M A, Alfataftah A A and Ababneh M M 2011 A comparison of fertility with a cosynch protocol versus a modified ovsynch protocol which included estradiol in lactating dairy cows during the summer season in Jordan. *Anim. Reprod.*, 8: 32-39. [Direct Link](#)

Ashit Kumar P, Ton Yoisungnern and Napoleon Bunaparte 2015 Hormonal treatment and estrus synchronization in cows: A mini-review. *J. Adv. Vet. Anim. Res.*, 2(1): 10-17. <http://bdvets.org/JAVAR> DOI: 10.5455/javar.2015.b45

Bhoraniya H L, Dhami A J, Naikoo M, Parmar B C and Sarvaiya N P 2012 Effect of oestrus synchronization protocols on plasma progesterone profile and fertility in postpartum anoestrus Kankrej cows. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44: 1191-1197.

Campanile G, Baruselli P S, Vecchio D, Prandi A, Neglia G, Carvalho N A, Sales J N, Gasparrini B and D'Occhio M J 2010 Growth, metabolic status and ovarian function in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers fed a low energy or high energy diet. *Animal Reproduction Science*, 122 (1-2): 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.07.005>

Caraba I and Velicevici S 2013 Using Ovsynch protocol versus co synch protocol in dairy cows. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 46(2): 63-65.

Çevik M, Selçuk M and Dogan S 2010 Comparison of Pregnancy Rates after Timed Artificial Insemination in Ovsynch, Heatsynch and CIDR-Based Synchronization Protocol in Dairy Cows. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*16 (1): 85-89. KVFD-2009-451

Chaudhari C F, Suthar B N, Sharma V K, Dabas V S, Chaudhari N F and Panchasara H H 2012 Estrus induction and fertility response in delayed pubertal Kankrej heifers treated with Norgestomet ear implant. *Vet. World*, 5: 453-458.

Chebel RC, Al-Hassan M J, Fricke P M, Santos J E, Lima J R, Martel C A, Stevenson J S, Garcia R, Ax R L 2010 Supplementation of progesterone via controlled internal drug release inserts during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 93:922-931.

Crane M B, Bartolome J, Melendez P, de Vries A, Risco C and Archbald L F 2006 Comparison of synchronization of ovulation with timed insemination and exogenous progesterone as therapeutic strategies for ovarian cysts in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 65:1563-1574.

Dhami A J, Panchal M T, Hadiya K K, Patel J A and Shah R G 2014 Use of controlled breeding techniques under field conditions for estrus synchronization and conception in anoestrus crossbred cows and buffaloes. *Proceedings 2nd Annual Meeting of SVSBT and National Seminar on Biotechnological Approaches to Challenges in Animal Health and Production*. Veterinary College, DUVASU, Mathura, UP, India, March 6-7. p 86.

El-Zarkouny S Z, Cartmill J A, Hensley B A, Stevenson J S 2004 Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *J Dairy Sci* 2004, 87:1024-1037.

Hammam A M, Abdel-Gawad E M M, Ali A H and Amer H A 2013 Effect of CIDR-ovsynch regimen as a pharmacological agent on fertility, blood and hormonal patterns of cross breed cows. *Glob. J. Pharmacol.*, 7(4): 383-389.

Iwakuma A, Narahashi T, Kitahara G, Ohkubo M and Kamimura S 2008 Efficacy of Intravaginal Progesterone Administration as an Additional Treatment on Two Types of Timed AI Protocols in a Commercial Herd of Holstein Heifers. *J. Vet. Med. Sci.* 70(3): 243-249.

Jayaganthan P, Vijayarajan A, Prabakaran V, Rajkumar R, Sivakumar A and Raja 2016 Effect of Ovsynch plus CIDR protocol in Management of repeat breeding crossbred Jersey cows. *International Journal of Science, Environment ISSN 2278-3687 (O) and Technology*, Vol. 5, No 6, 3707 – 3712. ISSN 2278-3687 (O)

Kandiel M M M, Bassuoni L A, Sosa G A , Moustaf M A and Ghallab A M 2012 Comparative Efficacy of Ovsynch and Heatsynch Protocols Assessed by Transrectal Ultrasonography and Serum Progesterone in Egyptian Buffalo Heifers. *Theriogenology* 2(3):173-183.

Kawate N, Itami T, Choushi T, Saitoh T, Wada T, Matsuoka K, Uenaka K, Tanaka N, Yamanaka A, Sakase M, Tamada H, Inaba T and Sawada T 2004 Improved conception in timed-artificial insemination using a progesterone-releasing intravaginal device and Ovsynch protocol in postpartum suckled Japanese Black beef cows. *Theriogenology*. Volume 61, Issues 2-3, 399-406.

Lucy M C, Billings H J, Butler W R, Ehnis L R, Fields M J, Kesler D J, Kinder J E, Mattos R C, Short R E, Thatcher W W, Wettemann R P, Yelich J V and Hafs H D 2001 Efficacy of an intravaginal progesterone

insert and an injection of PGF 2α for synchronizing estrous and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, periparturient beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79: 982–995.

MADRP 2016 Minister for Agriculture, Rural Development and Peach 12 Boulevard Colonel Amirouche. Algiers Algeria Email: contact@madr.gov.dz

Macmillan K L 2010 Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *Journal of Reproduction and development*, 56: S42-S47.

Mann G E, Fray M D, Lamming G E 2006 Effects of time of progesterone supplementation on embryo development and interferone- β production in the cows. *Veterinary Journal*, 171: 500-503.

Martinez M C, Kastelic JP, Adams G P, Cook B, Olson W O and Mapletoft RJ 2002 The use of progestins in regimens for the fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*, 57: 1049-1059.

Mialot J P, Laumonnier G, Ponsart C, Fauxpoint H, Barassion E, Ponter A A, Deletang F 1999 Postpartum subestrus in dairy cows: Comparison of treatment with prostaglandin F 2α or GnRH+prostaglandin F 2α + GnRH. *Theriogenology*, 52, 901-911.

Moreira F, de la Sota R L, Diaz Tand Thatcher W 2000 Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78,1568-76.>Moreira F, de la Sota R L, Diaz Tand Thatcher W 2000 Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78,1568-76.

Nak Y, Tuna B, Nak D, Karakas E and Simsek G 2011 The effects of Ovsynch, Ovsynch with progestin and progestin plus double TAI on pregnancy rates in unobserved oestrus dairy cows and heifers. *Kafkas Univ. Vet. Fakul. Derg.*, 17(6): 917-922.

Neglia G, Gasparini B, Di Palo R, De Rosa C, Zicarelli L and Campanile G 2003 Comparison of pregnancy rates with two estrus synchronization protocols in Italian Mediterranean Buffalo cows. *Theriogenology*, 60, 125-133.

Patel K R, Dhama A J, Hadiya K K, Savalia K K and Sarvaiya N P 2013 Effect of CIDR and Ovsynch protocols on estrus response, fertility and plasma progesterone and biochemical profile in true anoestrus crossbred cows. *Indian J. Anim. Prod. Manag.*, 29(3-4): 50-58.

Paul A K, Alam M G S and Shamsuddin M 2011 Factors that limit first service pregnancy rate in cows at char management of Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*, 23: 57. <http://www.lrrd.org/lrrd23/3/paul23057.htm> (Accessed on August 2, 2014)

Pursley J R, Mee M O and Wiltbank M C 1995 Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF 2α and GnRH. *Theriogenology*, 44 915-923.

Pursley J R, Wiltbank M C, Stevenson J S, Ottobre J S, Garverick H A and Anderson L L 1997 Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci*, 80, 295-300.

Ramakrishnan A, Dhama AJ, Naikoo M, Parmar BC and Divekar BS 2012 Estrus induction and fertility response in postpartum anoestrus Gir cows. *Indian J. Anim.Reprod.*, 33: 37-42.

Rastegarnia A A R and Anvari Savojbolghi H 2010 Effect of CIDR-Based (CIDR Synch) Protocol, for Timed Artificial Inseminations, and on the Conception Rate of Dairy Cows. *Journal of Veterinary Clinical Research Fall*, Volume 1, Number 4 (4); Page(S) 243 to 252.

Revah I and Butler W R 1996 Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocyte. *J. Reprod. Fertil.*106:39–47.

Sakase M, Seo Y, Fukushima M, Noda M, Takeda K, Ueno S, Inaba T, Tamada H, Sawada T and Kawate N 2005 Effect of CIDR-based protocols for timed-AI on the conception rate and ovarian functions of Japanese black beef cows in the early postpartum period. *Theriogenology*, 64: 1197- 1211.

Schafer D J, Bader J F, Meyer J P, Haden J K, Ellersieck M R, Lucy M C, Smith M F and Patterson D J 2007 Comparison of progestin based protocol to synchronize estrus and ovulation before fixed-time artificial insemination in postpartum beef cows. *Journal of Anim. Sci.*, 85: 1940-1945.

Shaham-Albalancy A, Nyska A, Kaim M, Rosenberg M, Folman Y and Wolfenson D 1997 Delayed effect of progesterone on endometrial morphology in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 48:159–174.

Shamsuddin M, Bhuiyan M MU, Sikder T K, Sugulle A H, Alam M G S and Galloway D 2001 Constraints limiting the efficiency of artificial insemination of cattle in Bangladesh. In “radioimmunoassay and related techniques to improve artificial insemination programmes for cattle reared under tropical and subtropical conditions”. Proceeding of a final research co-ordination meeting organized by the joint FAO/IAEA. Division of nuclear techniques in food and Agriculture and held in Uppsala, Sweden. 9-28 p.

Stevenson J S, Pursley J R, Garverick H A, Fricke P M, Kesler D J, Ottobre J S, Wiltbank M C 2006 Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during ovsynch. *J Dairy Sci*, 89, 2567-2578.

Suthar V S, Burfeind O, Bonk S, Dhami A J and Heuwieser W 2012 Endogenous and exogenous progesterone influences body temperature in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 95(5): 2381-2389.

Taşal I, Ataman M B, Aksoy M, Kaya A, and Karaca Fand Tekeli T 2005 Estimation of early pregnancy by electrical resistance values of vaginal mucosa in cows and heifers. *Rev Med Vet*, 156, 91-94.

Thatcher W W, Macmillan K L, Hansen P J and Drost M 1991 Concepts for regulation of corpus luteum function and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology*, 31: 149-164.

Udin Z, Rahim F, H and Yellita Y 2017 Effect of Ovsynch and Co-synch on Follicle Size and Conception Rate Indifferent Postpartum of Simmental Cows. *Asian J. Anim. Vet. Adv* 12 (2): 115-122. ISSN 1683-9919 DOI: 10.3923/ajava.2017.115.122

Vasconcelos J L M, Silcox R W, Rosa G J M, Pursley J R and Wiltbank M C 1999 Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rates after synchronization of ovulation beginning on different days of the oestrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 52:1067-78. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00195-8)

Walsh R B, Leblanch S J, Duffield T E, Kelto D F, Walto J S and Leslic K E 2007 The effect of a progesterone releasing intravaginal device (PRID) on pregnancy risk to fixed-time insemination following diagnosis of non-pregnancy in dairy cows. *Theriogenology*, 67, 948-956.

Xu Z Z and Burton L J 2000 Estrus Synchronization of Lactating Dairy Cows with GnRH, Progesterone, and Prostaglandin F_{2α}. *Livestock Improvement Corporation Ltd. Journal of Dairy Science*, Vol. 83, No. 3, 471–476.

Xu Z Z, L J Burton and Macmillan K L 1997 Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF_{2α} and progesterone. *Theriogenology* 47:687–701.

Using Ovsynch versus Select Synch protocols in cows in Algerian dairy farms

A Noui, A Boucif and O Bousta

Institute of Veterinary Sciences, Ibn Khaldoun University, BP 78, 14000, Tiaret, Algeria
aboucif30@yahoo.fr

Abstract

The aim of this experiment was to compare the efficacy of Ovsynch and select synch protocols on reproductive performance in dairy cows in Algerian farms (altitude 1080 m). 30 Holsteins and 40 Montbeliardes postpartum cows with ovarian activity were assigned randomly to two groups of oestrous synchronization protocols of 35 cows each. Group 1 (Ovsynch protocol) selected cows were treated with inj GnRH 100 µg of cystoreline at day 0, inj PGF2α 25 mg per cow of Dinoprost at day 7 and inj GnRH 100 µg at day 9 intramuscularly. The cows of group 2 (Synch protocol) were treated with inj GnRH 100 µg of cystoreline at day 0 and inj PGF2α 25 mg Dinoprost at day 7 intramuscularly. Cows that exhibited estrus were inseminated 8 to 12h later in Select Synch and 12 to 18h after PGF2α injection in Ovsynch. Pregnancy was diagnosed by ultrasonography at 30 days after AI and confirmed by rectal palpation on day 45.

The estrus responses for cows were 48.6% and 40.0% respectively in Ovsynch and Select Synch cows without a significant difference. Pregnancy rates at day 30 post insemination were 31.4% and 28.5% and conception rates were 64.7% and 71.4% in the Ovsynch and Select Synch groups, respectively.

No statistical differences were observed in pregnancy for first AI and conception rates for the two groups. The breed had also no significant effect on reproductive performance for the two protocols tested. Estrus Synchronization using Ovsynch protocols can provide a good way to manage reproduction in dairy cows by reducing the need for estrus detection. The Select Synch protocol can be recommended in farms where heat detection is not a problem to reduce the cost of heat synchronization, to reduce both the labour costs and the extra handling to daily estrus detection and AI. A systematic analysis of all the underlying factors of anestrus in the dairy cow is necessary with respective corrective measures.

Keywords: *artificial insemination, conception rate, dairy cow, estrus response, Ovsynch, pregnancy rate, Select Synch*

Utilisation des protocoles “Ovsynch et Select Synch” chez la vache dans des élevages laitiers Algériens

Resumé

Le but de cette expérimentation est de déterminer l'efficacité comparative de 2 protocoles de synchronisation des chaleurs “Ovsynch et Select Synch” sur les performances reproductives de vaches dans des élevages laitiers Algériens (altitude 1080 m). 30 Holsteins et 40 Montbeliardes en activité ovarienne ont été réparties au hasard en deux groupes de 35 vaches chacun.

Dans premier groupe «Ovsynch» les vaches ont été traitées par une injection de GnRH 100 µg à base de cystoreline à J0, une injection de PGF2α 25 mg à base de Dinoprost à J7 suivie d'une seconde injection de GnRH 100 µg à J9 en intramusculaire. Dans le deuxième groupe «Select Synch» les vaches ont été traitées par une injection de GnRH 100 µg à base de cystoreline à J0 suivie d'une injection de PGF2α 25 mg à base de Dinoprost à J7 en intramusculaire. Les vaches ayant manifesté les signes de chaleurs ont été inséminées 8 à 12h plus tard pour le protocole Select Synch et 12 à 18h après la seconde injection de GnRH pour le protocole Ovsynch. Le diagnostic de gestation a été réalisé par échographie 30 jours après l'IA et confirmé par palpation rectale à J45.

Le taux de réponse à l'œstrus a été de 48,6% et 40,0% respectivement chez les vaches des groupes d'Ovsynch et de Select Synch respectivement sans différence significative.

Les taux de gestation au jour 30 après l'insémination étaient 31,4% et 28,6% correspondant à des taux de conception de 64,7% et 71,4% respectivement pour les groupes Ovsynch et Select Synch (pas de différence significative). La race n'a pas eu également d'effet significatif sur les performances reproductives pour les deux protocoles testés. La synchronisation de l'œstrus à l'aide du protocole Ovsynch peut fournir un bon moyen de gérer la reproduction chez les vaches laitières en réduisant le besoin de détection des œstrus. Le protocole Select Synch peut être recommandé à la place du protocole Ovsynch dans les fermes où la détection des chaleurs n'est pas un problème afin de réduire le coût de la synchronisation, afin de réduire à la fois les coûts de main-d'œuvre et la manipulation supplémentaire à la détection quotidienne des œstrus de l'IA. Une analyse systématique de tous les facteurs sous-jacents de l'anoestrus chez la vache laitière est nécessaire avec des mesures correctives respectives.

Mots clefs : *conception, gestation, insémination artificielle, Œstrus, Ovsynch, Select Synch, vache laitière*

Introduction

In Algeria, cattle farming has a population of 2 million head which represents only 6% of the total national herd of ruminants (MADRP, 2016). Reproductive efficiency is one of the key components of a profitable dairy system (Lucy et al 2001). A serious problem in reproductive management is the occurrence of diminished behavioural oestrous symptoms as productivity increases in dairy cows which the heat stress is a major cause of low fertility with pregnancies per artificial insemination decreasing of 40 to 60% in the summer (Udin et al 2017, Raphani et al 2020). This is increasingly challenging for breeding management of dairy particularly in larger herds. An oestrous synchronization is an important tool for increasing the rate of implementation of artificial insemination in cattle. It allows a quicker genetic improvement. Also, heat detection is done at a given time and is easier when heats are small and short. Oestrous synchronization allows grouped calving at a favourable season. Thus, in previous studies, several estrus detections have been developed by the administration of Ovsynch and Select Synch protocols (Caraba and Velicevici 2013, Khalil 2019).

To our knowledge, no comparative studies have been done in Algeria. The main objective of this study was to compare the effect of two estrus synchronization protocols (Ovsynch and Select Synch based programs) on the reproductive efficiency in dairy cows in Algerian farms.

Materials and methods

Location

This study was conducted on a private dairy farm in Setif area in Algeria located 217 km to Algiers at an altitude of 1080m, a latitude of 36°11'N and longitude from 5°24' E.

Experimental animals

The research materiel consisted of 70 non-pregnant cyclic 30 Holstein and 40 Montbeliarde cows which the ages ranged between 2-5 and were between the intervals of 55-90 postpartum.

Montbéliarde is the most represented in the population (57%) followed by Prim'Holstein with 43%. The veterinarians performed a gynaecological examination and cows diagnosed by rectal palpation for ovarian activity before synchronization (as determined by the observation of corpus luteum in the ovaries in several ultrasound examinations). The cows selected and included in this study calved normally and were free from anatomical or reproductive disorders with a

body condition score of 2-3 and above on a 1-5 scale according to Campanile et al (2010).

They were randomly distributed to two treatment groups, as Ovsynch and Select Synch, consisting of 35 cows each and received the treatments during the period from June to September 2016.

The cows in Ovsynch group received inj GnRH (100 µg of cystoreline) at day 0, inj PGF2α (25 mg of Dinoprost) at day 7 and inj GnRH 100 µg at day 9 intramuscularly (Figure 1).

The cows in Select Synch group received inj GnRH (100 µg of cystoreline) at day 0 and inj PGF2α (25 mg Dinoprost) at day 7 intramuscularly (Figure 2).

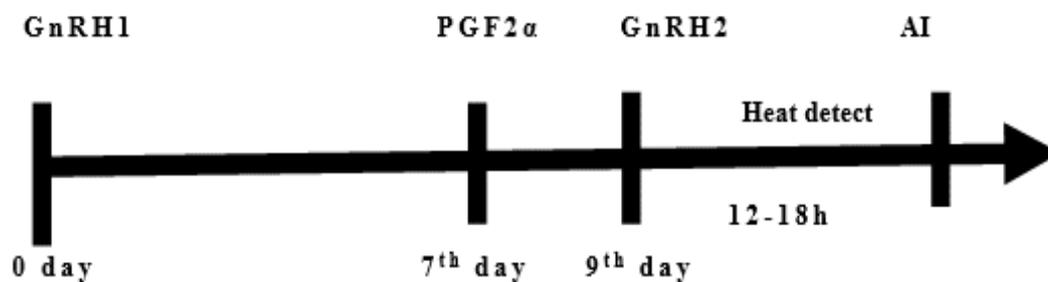


Figure 1. Schematic representation of the Ovsynch protocol

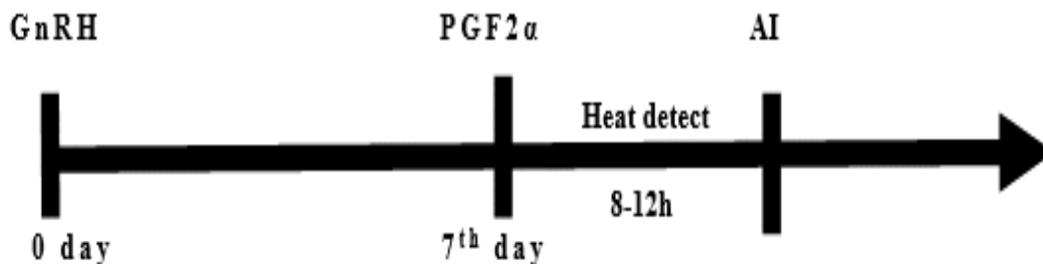


Figure 2. Schematic representation of the Select Synch protocol

Estrus of cows ($n = 70$) was synchronized with gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and prostaglandin F2α (PGF2α). The selected cows were monitored visually to observed twice daily for estrus signs (standing to be mounted, bellowing, redness and swelling of the vulva and clear mucous discharge). Cows also were confirmed by the permeability of the cervix of the pistol on the day of insemination. Artificial inseminations (AI) were applied to the cows in both of the groups. The cows that exhibited estrus were inseminated 8-12 h later in Select Synch and 12-18 h after PGF2α injection in Ovsynch.

Data recorded

Pregnancy was diagnosed by ultrasonography at 30 days after AI and confirmed by rectal palpation on day 45 after artificial insemination.

The reproductive performance variables recorded in this study were:

1. Oestrous response (percentage of females showing estrus of those treated),
2. Conception rate (CR, percentage of females conceiving of those inseminated in the corresponding group),
3. Pregnancy rate (PR, percentage of females conceiving of the total treated in the corresponding group).

Statistical analysis

Data were analyzed with a statistical software program (SAS Version 9.12). The objectives of this analysis were to test the effect of the treatment on estrus response, pregnancy and conception rates for the two treatments. Significant differences in reproductive performance of the cows tested between treatments were determined by Chi-square. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Rectal palpation was carried out in the cows both in Ovsynch and Select Synch groups before PGF2 α Injection to control the luteal structures. The estrus responses, pregnancy and conception rates are shown at Table 1. Regardless of the estrus-synchronization protocol, an oestrous response was detected in 31 out of the 70 cows treated.

By treatment group, 17 cows (48.6%) that were subjected to Ovsynch synchronization protocol in our study showed estrus while 14 cows (40,0%) that were subjected to Select Synch synchronization protocol showed estrus (Table 1). There was no statistical difference ($P > 0.05$) in the percentage of cows detected in estrus between Ovsynch and Select Synch programs.

Table 1. Comparative efficacy of Ovsynch and Select Synch protocols observed in Algerian cattle (n=70)

Reproductive performance	Estrus- synchronization protocol	
	Ovsynch protocol (35 dairy cows)	Select Synch Protocol (35 dairy cows)
Synchronized estrus response: n (%)	17 (48.6)	14 (40,0)
Conception rate: n (%)	11/17 (64.7)	10/14 (71.4)
Pregnancy rate per IA by USG: n (%)	11 (31.4)	10 (28.6)

However, synchronized pregnancy rates at 30 days post-AI (Figure 3) were 31.4% (11/35) and 28.6% (10/35) in the Ovsynch and Select Synch groups.

The difference in the pregnancy rates among the groups (Table 1) was not statistically significant ($p>0.05$).

Our study recorded low pregnancy rates relative to conception rates. Highest synchronized conception rate was recorded in both protocols: 64.7% in Ovsynch protocol, lower than was 71.4% in Select Synch protocol (Figure 3), however a no significant difference ($p>0.05$).

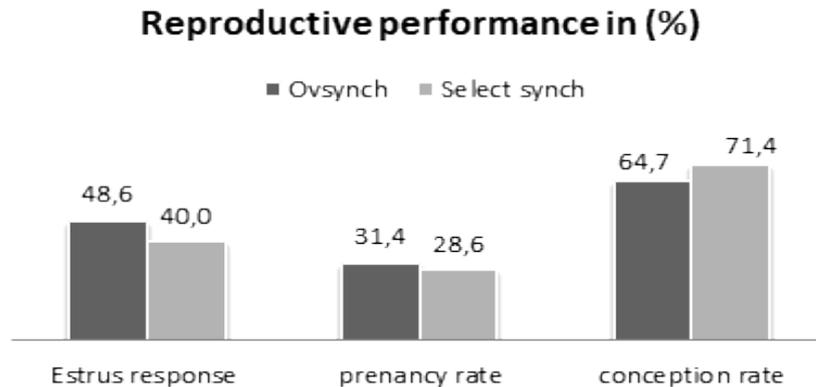


Figure 3. Estrus responses, pregnancy and conception rates observed in Algerian cattle subjected to Ovsynch and Select Synch protocols (n=70)

The results of the effect of race on reproductive performance for the two protocols combined are shown at figure 4. 13/30 Holstein and 18/40 Montbéliarde cows were observed in heat with rates of 43.3% and 45.0% respectively. Conception rates of 69.0% and 72.2% were recorded respectively for Holstein (9/13) and Montbéliarde (13/18) cows. Concerning pregnancy rates, we noted a rate of 30% for (9/30) Holstein and (13/40) Montbéliarde cows.

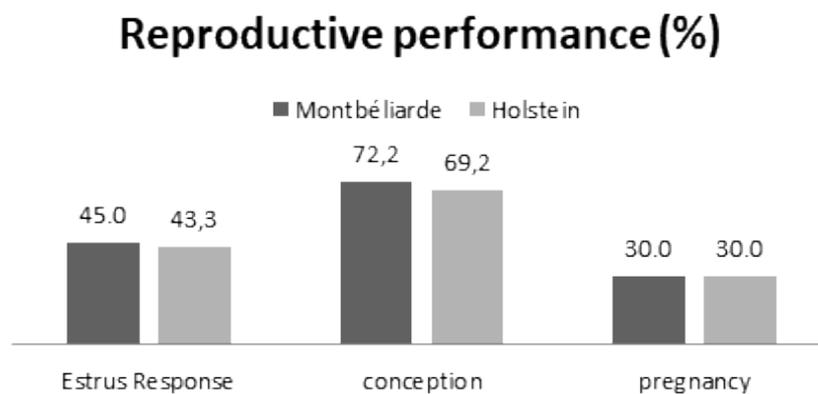


Figure 4. Effect of breed on reproductive performance observed in Algerian cattle (n=70)

Discussion

Reproductive efficiency is the product of oestrous detection and conception rates (Rabiee et al 2005). For this purpose, new heat synchronization protocols based on GnRH and PGF₂ α are among the most studied treatment categories in recent years (Pursley et al 1995, 1997). However, these protocols are currently little used in Africa and Europe compared to those studied in North and South America (Kandiel et al 2012, Udin et al 2017). Ovsynch has been widely used in dairy cows and heifers (Pursley et al 1997, De Jarnette et al 2001, Tenhagen et al 2005).

Despite the applications of different Ovsynch protocols, low percentages of cows showed estrus and fertility was still low because there was a relatively lower estradiol concentration around AI (Lopez et al 2004). Santos et al (2004) stated that asynchrony was determined in 13 – 16% of the cows in the Ovsynch program.

Cows that responded in the current study in Ovsynch protocol were 48%. This result is comparable to those reported in several studies estimating that $\leq 50\%$ of the cows were detected in estrus in dairy herds (Stevenson et al 1999, Kandiel et al 2012). It is similar to that reported by Mesut Çevik et al (2010) and was lower than recorded in other studies (Wolfenson et al 2000, Caraba 2013, Udin et al 2017). According to Stevenson 1999, as few as 20% of Ovsynch treated cows showed estrus after the PGF₂ α injection associated with the Ovsynch protocol (Stevenson et al 1999). With exceptions, other rare works recorded better estrus responses although the periods of heat observation were somewhat different in these studies (Fricke et al 2003, Carab 2013). The stage of the oestrous cycle at which synchronization is initiated influences the reproductive responses based on Ovsynch protocol (Moreira et al 2000). Ovarian and estrous responses to the GnRH and PGF₂ α injections were dependent on day of the estrous cycle when the protocol was initiated.

With Select Synch treatment, 5 to 20% of the animals may show heat 1.5 to 2 days before PGF₂ α injection (Pusley 1997, Geary 2000). According to these authors, including the CIDR® is recommended when more cows are likely to be anestrous and/or when heat detection before to PGF is not feasible. Cows that responded in the current study in Select Synch protocol were 40%. This result was similar to that founded by Stevenson et al (1999) and was higher than that reported by the stated authors. The Select Synch treatment is capable of synchronizing estrus among the majority of cows in a herd with a low cost. There could be applied to the same group of cows with CIDR®s selectively placed in young thin or late calving cows (Twagiramungu et al 1995, Tenhagen et al 2005).

The pregnancy rates in the Ovsynch studies carried in dairy cows varied from 27 to 40% (Frike et al 2003, Neglia et al 2003, Taşal et al 2005, Çelik et al 2009).

Pursley et al (1997) reported a pregnancy rate of 35.1% and 37.8% in heifers and cows respectively.

With the exception, Cartmill et al (2001) obtained a low rate of 20%. However, pregnancy rates in nulliparous heifers were also in the 40% range (Pursley et al 1997) much lower than what is normally achieved (60 to 70%) to AI at detected estrus in heifers. The present study recorded pregnancy rates in the Ovsynch group of 31.4% that is in the ranges of the authors stated. These were similar to those reported in recent reviews (Kasimanickam et al 2008, Gokhan Dogruer 2010, Kandiel 2012).

This result was better than the one found by Caraba and Velicevici (2013). Although this was lower than those obtained in other works (Rabie et al 2005, Ahmadi et al 2007).

Several authors indicated lower pregnancy rates per AI in heifers treated with Ovsynch than with Select Synch that varied from 38% to 70% (Pursley et al 1997, Stevenson et al 1999).

El-Zarkouny (2010) and Akbarabadi et al (2014) reported higher pregnancy rates in the Select Synch and Ovsynch protocols compared than in the control. The result recorded in our study was lower than reported in the bibliography.

Such low pregnancy rates relative to conception rates recorded in this study could perhaps be the consequence of the reduced fertility of an aged follicle/oocyte induced by estradiol injection (Pursley et al 1997). Tenhagen et al (2005) reported that a double-timed AI after synchronization with the Select Synch protocol was as effective in getting heifers pregnant as AI on observed estrus although more straws of semen are needed. Different protocols of estrus synchronization caused different conception rates in dairy cows and heifers after synchronized estrus ranging from 30% to 75% in Ovsynch program (Peters and Pursley 2003, Kandiel et al 2012, Udin et al 2017). This study showed a better conception rate for both groups, higher in Select Synch than in Ovsynch groups and is in accordance with previous reports. According to Vasconcelos et al (1999), conception rates were greatest in dairy cows that began the Ovsynch protocol between day 5 and 12 of the oestrous cycle.

Some reports indicated that the second injection of GnRH agonist caused ovulation of the dominant follicle recruited by the first injection of GnRH agonist (Pursley et al 1995, 1997). Those authors confirmed that ovulation occurred 24 to 32 h after the second GnRH agonist injection (given 24 or 48 h after PGF 2 α in heifers and cows). Whereas in other studies conception rates were reduced (Stevenson et al 1999) but pregnancy rates were increased (Pursley et al 1997). The good conception rate recorded in the Ovsynch program is in the ranges of the authors

stated. It is similar to that reported in the bibliography (Alnimer et al 2011, Udin et al 2017, Akbarabadi et al, 2014). On the other hand, this result is higher to that found in other reviews (Stevenson et al 1999, Lean et al 2003, El-Zarkouny 2010).

In the Select Synch program, conception rates after synchronized estrus ranging from 49.0 % to 66.0% (Tenhagen et al 2005). The conception rate found in this study (71.6%) was higher to that recorded in other works (Stevenson et al 1999, El-Zarkouny 2010). Burke et al (1996) obtained higher conception rate in cows undergoing AI at detected estrus without the second GnRH injection than in cows fixed-time inseminated (Ovsynch). Several factors affecting conception rate in dairy cows and heifers have been well documented in previous studies (Chebel et al 2007, Morris et al 2011). The variation of estrus response of cows caused the several factors such as cow age, body condition, management and the interval from calving to initiation of the timed AI (Wolfenson et al 2000, Chebel et al 2007). The correct management of dairy heifers to optimize their weight at the initiation of the breeding program could also improve oestrous detection rates. All these parameters provide valuable insight into the proportion of anestrus cows at the initiation of the synchronization program. On the other hand, the present study was conducted during summer and thus heat stress may have altered ovarian follicle development and steroidogenic capacity with a decrease in length and intensity of estrus (Udin et al 2017, Raphani et al 2020). A highly significant seasonal effect was observed, as a higher ($p < 0.01$) pregnancy rate was recorded for cows inseminated during cold months compared with that recorded for cows inseminated during the hot month (Khalil 2019). Kandiel et al (2012) reported a shorter heat observation time in the Ovsynch program compared to other protocols. According to the author, the use of estradiol ester in place of the second dose of GnRH induced an extension of heat duration on the one hand with recording satisfactory rates in the induction of ovulation and gestation.

A decline in fertility in dairy breeds and especially in Holstein breeds has been observed in many countries for several years (Lucy 2001, Barbat 2005). Thus, numerous physiological and pathological factors have been described such as the severe negative post-partum energy balance and the high milk yield which are often associated with a decrease in reproductive performance. Somewhat reproductive performance was recorded in the present study. Nevertheless, these results are in agreement with those reported in the various studies concerning dairy cows varying from 39.0% to 65.4% (Lucy 2001).

However, Tenhagen et al (2004) reported surprising results in recording a better pregnancy rate in cows with above-average milk production. The poor reproductive performance would, therefore, be more associated with a more discreet expression of heat leading to poor detection. Barbat (2005) reported a continuous and rapid deterioration of fertility in the Prim'Holstein breed, unlike the Montbéliarde breed. According to the author, the regular decrease of 1% per year in the success rate in

1st AI and the prolongation of the calving-1st AI interval are the main factors explaining this decrease in fertility in Prim'Holstein compared to other breeds. However, the success of the treatment varies greatly from one farm to another and from one animal to another and therefore is often not satisfactory and constitutes a solution to the problem.

These raw results are subject to numerous more or less confusing effects and require more in-depth analyzes to carry out a more elaborate diagnosis.

Conclusion

The implementation of the Ovsynch and Selectsynch protocols in Algerian breeding has led in our study to reproductive performance somewhat low but comparable for both protocols. The reproductive performance identified in our study corresponds to environmental factors and the breeding conduct carried out in our farms. The low body score, as well as the calving interval to initiation of the treatment applied in our study, may influence this reproductive performance also as a result of the seasonal effect on the duration and intensity of heats also knowing that this study was carried out in a season.

While these protocols theoretically reduce the breeder's working time, they do not improve breeding performance. But they synchronise the calvings. Thus, the Select Synch protocol gives as good results in design rates as the Ovsynch protocol. The Select Synch protocol can be recommended in farms where heat detection is not a problem in order to reduce the cost of heat synchronization, to reduce both the labour costs and the extra handling to daily estrus detection and AI. More detailed analyzes are necessary to understand the origin of the decline in reproductive performance of dairy breeds. Also, surveys should, therefore, be conducted on a larger scale with the Select Synch protocol to identify all existing problems. Other studies on a larger sample will have to be used in the future to determine the effects of the several factors on fertility to improve the results.

Acknowledgements

The authors thank Professor Daniel Tainturier, Head of the Department of Reproductive Pathology, ONIRIS, Nantes (France) for his collaboration in the improvement of this manuscript. The authors would also like to thank the participating veterinarians and the staff of the farm for their help and cooperation in carrying out this work.

References

- Ahmadi M R, Nazifi S, Sajedianfard J and Moattari G 2007** Impact of oestrous synchronization methods on cellular proportions in cervical mucus and serum hormone concentrations. *Theriogenology*, 67, 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.09.030>
- Akbarabadi M A, Shabankareh H K, Abdolmohammadi A and Shahsavari M H 2014** Effect of PGF_{2α} and GnRH on the reproductive performance of postpartum dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed artificial insemination during the warm or cold periods of the year. *Theriogenology*, 82: 509-516.
- Alnimer M A, Alfataftah A A and Ababneh M M 2011** A comparison of fertility with a cosynch protocol versus a modified ovsynch protocol which included estradiol in lactating dairy cows during the summer season in Jordan. *Anim. Reprod.*, 8: 32-39.
- Barbat A, Druet T, Bonatti B, Guillaume F, Colleau J J and Bouchard D 2005** Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas Renc. Rech. Ruminants 12, 137-140.
- Burke J M, De LaSota R L, Risco C A, Staples C R, Schmitt E J P and Tacher W W 1996** Evaluation of timed insemination using a Gonadotropin-Releasing Hormone agonist in lactating dairy cows. *Journal of dairy Science*, 79, 1385-1393. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76496-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76496-2)
- Campanile G, Baruselli P S, Vecchio D, Prandi A, Neglia G, Carvalho N A, Sales J N, Gasparrini B and D'Occhio M J 2010** Growth, metabolic status and ovarian function in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers fed a low energy or high energy diet. *Animal Reproduction Science*, 122 (1-2): 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.07.005>
- Caraba I V and Velicevici S 2013.** Using ovsynch protocol versus cosynch protocol in dairy cows. *Anim. Sci. Biotechnol.*, 56: 63-65.
- Cartmill J A, El-Zarkouny S Z, Hensley B A, Lamb G C and Stevenson J S 2001** Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. *J Dairy Sci*, 84, 1051-1059.
- Çelik HA, Avc G, Ayd N İ, Bülbül A and Bülbül T 2009** Effect of beta-carotene on ovarium functions and Ovsynch success in repeat breeder cows. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 15, 87-94.
- Çevik M., Selçuk M and Dogan S 2010** Comparison of Pregnancy Rates after Timed Artificial Insemination in Ovsynch, Heatsynch and CIDR-Based Synchronization Protocol in Dairy Cows. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 16 (1): 85-89. KVFD-2009-451
- Chebel R C, Santos J E P, Cerri R L A, Rutigliano H M and Bruno R G S 2006** Reproduction in dairy cows following progesterone inserts presynchronization and resynchronization protocols. *J Dairy Sci*, 89, 4205-4219.
- De Jarnette J M, Salverson R R and Marshall C E 2001** «Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronisation using GnRH and PGF_{2α}.» *Animal Reproduction Sciences*, 67, 27-35.
- Dogruer G, M K Saribay, F Karaca and Ergun Y 2010** The comparison of the pregnant rates obtained after the Ovsynch and double dose PGF₂+GnRH applications in lactating dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (4): 809-913. ISSN: 1680-5593
- El-Zarkouny S Z 2010** Conception rates for standing estrus and fixed-time insemination in dairy heifers synchronized with GnRH and PGF_{2α}. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 34(3): 243-248.

Fricke P M, Caraviello D Z, Weigel K A and Welle M L 2003 Fertility of dairy cows after presynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J. Dairy Sci.*,86: 3941-3950.

Jobst S M, Nebel R L, McGiliard M Land Pelzert K D 2000 Evaluation of reproductive Performance in Lactating dairy Cows with Prostaglandin F₂alpha, Gonadotropin-Releasing Hormone, and Timed Artificial Insemination. *Journal of Dairy Science*, 83, 2366-2372.

Kandiel M. M M, Bassuoni L A , Sosa G A , Moustaf M A and Ghallab A M 2012 Comparative Efficacy of Ovsynch and Heatsynch Protocols Assessed by Transrectal Ultrasonography and Serum Progesterone in Egyptian Buffalo Heifers. *Theriogenology* 2(3):173-183.

Kasimanickam R, Hall J B, Currin J F and Whittier W D 2008 Sire effect on the pregnancy outcome in beef cows synchronized with progesterone based Ovsynch and Co-synch protocols. *Anim Reprod Sci*, 104, 1-8,

Khalil A AY 2015 Fertility response of lactating dairy cows subjected to three different breeding programs under subtropical conditions. Beni-Suef University, *Journal of Basic and Applied Sciences* 2019, 8:6 doi.org/10.1186/s43088-019-0008-x

Kim I H, Suh G H and Son D S 2003 A progesterone-based timed AI protocol more effectively prevents premature estrus and incomplete luteal regression than ovsynch protocol in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 60: 809-817.

Lean I J, Porte J A, Rabiee A R, Morgan W F, Tranter W P, Moss N and 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. *Austr. Vet. J.*, 81: 488-493.

Lopez H, Satter L D and Wiltbank M C 2004 Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 81: 209-223.

Lucy M C 2001 Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J Dairy Sci.* 84:1277-1293.

MADRP 2016 Minister for Agriculture, Rural Development and Peach. Algiers, Algeria **Moreira F, de la Sota R L, Diaz Tand Thatcher W 2000** Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78,1568-76.

Morris M J, Kaneko K, Walker S L, Jones D N, Routly J E, Smith R F and Dobson H 2011 Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology*, 76: 658-668.

Neglia G, Gasparini B, Di Palo R, De Rosa C, Zicarelli L and Campanile G 2003 Comparison of pregnancy rates with two estrus synchronization protocols in Italian Mediterranean Buffalo cows. *Theriogenology*, 60, 125-133,

Peters M W and Pursley J R 2003 Timing of final GnRH of the Ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology* 60: 1197-1204.

Pursley J R , Mee M O and Wiltbank MC 1995 Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF₂alpha and GnRH. *Theriogenology*, 44, 915-923.

Pursley J R , Wiltbank M C, Stevenson J S, Ottobre J S, Garverick H A and Anderson L L 1997 Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci*, 80, 295-300.

Rabiee A R, Lean I J, Stevenson M A 2005 Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: A Meta analysis. *J Dairy Sci*, 88, 2754-2770.

Raphalalani Z C , Nedambale TL, Nengovhela N B and Nephawe K A 2020 An investigation of factors influencing synchronization response, conception and calving rate of communal cows in Limpopo Province, South Africa. Applied Animal Husbandry & Rural Development, Volume 13

Stevenson J S, Kobayashi Y and Thomson K E 1999 Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including Ovsynch and combinations of Gonadotropin-releasing Hormone and prostaglandin F₂alpha. Journal of Dairy Science, 82, 506-515.

Taşal I, Ataman M B, Aksoy M, Kaya A, Karaca Fand Tekeli T 2005 Estimation of early pregnancy by electrical resistance values of vaginal mucosa in cows and heifers. Rev Med Vet, 156, 91-94.

Tenhagen B-A, Surtholt R, Wititke M, Vogel C, Drillich M and Wolfgang H 2004 Use of Ovsynch in dairy herds - difference between primiparous and multiparous cows. Animal Reproduction Science, 81, 1-11.

Tenhagen B A, Kuchenbuch S and Heuwieser W 2005 Timing of ovulation and fertility of heifers after synchronization of oestrus with GnRH and Prostaglandin F₂α. Reprod Dom Anim 40: 62-67.

Twagiramungu H, Guibault L A and Dufour J J 1995 Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. J. Anim. Sci., 73, 3141-3151.

Udin Z, Rahim F, H and Yellita Y 2017 Effect of Ovsynch and Co-synch on Follicle Size and Conception Rate Indifferent Postpartum of Simmental Cows Asian J. Anim. Vet. Adv 12 (2: 115-122) ISSN 1683-9919 DOI: 10.3923/ajava.2017.115.122

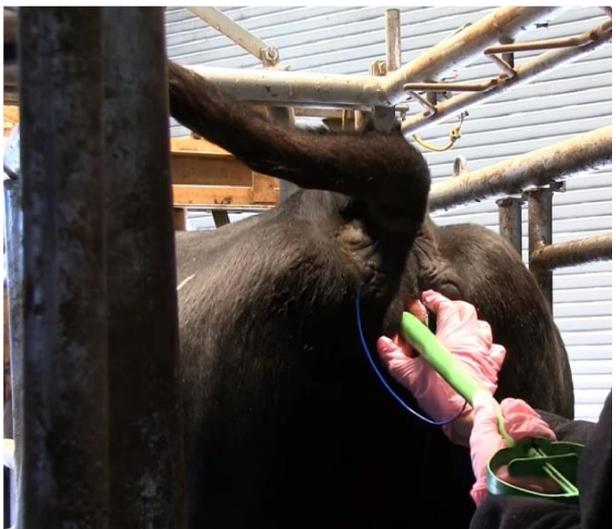
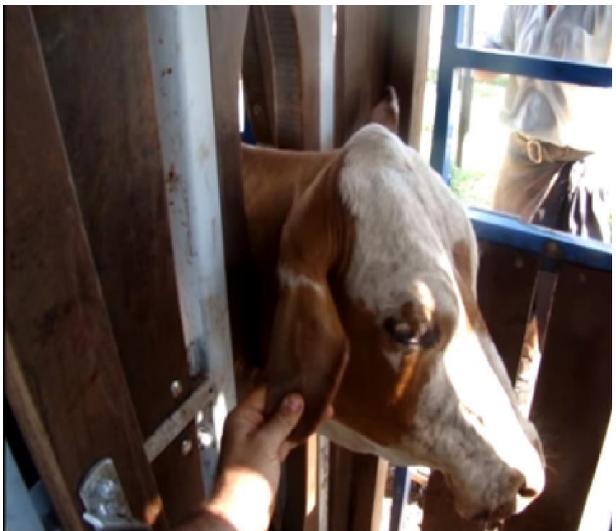
Vasconcelos J L M, Silcox R W, Rosa G J M, Pursley J R and [Wiltbank M C](#) 1999 Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rates after synchronization of ovulation beginning on different days of the oestrous cycle in lactating dairy cows. Theriogenology, 52:1067-78. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00195-8)

Whittier JC 2000 Ovarian and Estrous Response of Suckled Beef Cows to the Select Synch Estrous Synchronization Protocol. DOI: [10.15232/S1080-7446\(15\)31653-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31653-3)

Wolfenson D, Roth Z and Meidan R 2000 Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci., 60: 535-547

Received 13 April 2020; Accepted 18 May 2020; Published 1 July 2020

ANNEXE 02





Traitements	Médicaments	Posologie	Coût du traitement DA
Injection PGF2 α	ENZAPROST®® T	5 ml (25 mg)	594 DA
Injection GnRH	CYSTORELINE®®	2 ml (100 μ g)	720 DA
PMSG (eCG)	CHRONOGEST® PMSG	1 ml (300 UI) 2 ml (500 UI)	540 DA 700 DA
CIDR®	CIDR® 1,38 g	1 Dispositif	1270 DA
PRID® Delta	PRID® Delta 1,55 g	1 Dispositif	1150 DA
Crestar®	CRESTAR® PACK	1 Implant	1300 DA

Taux D'induction : Tous les protocoles

Taux D'induction	PGF2a	GPG	GP	CIDR +GPG	PRID+GP	CRESTAR 300	CRESTAR 500	P
Montbeliarde	19/26	15/22	3/18	12/18	13/21	19/24	19/24	5.956
Prim'Holstein	7/9	2/13	11/17	16/17	8/14	4/11	7/11	
Primipare	10/12	4/19	2/8	9/11	5/9	9/12	9/9	3.340
Multipare	16/23	13/16	12/27	19/24	16/26	14/23	17/26	
[55-69] jours	19/28	12/23	9/25	16/20	15/21	18/28	21/28	0.008
[70-90] jours	7/7	5/12	5/10	12/15	6/14	5/7	5/7	

Taux de conception : Tous les protocoles

Taux de conception	PGF2a	GPG	GP	CIDR +GPG	PRID+GP	CRESTAR 300	CRESTAR 500	P
Montbeliarde	14/19	10/15	3/3	9/12	11/13	17/19	16/19	0.0062
Prim'Holstein	5/7	2/2	7/11	11/16	8/8	4/4	5/7	
Primipare	7/10	1/4	2/2	5/9	5/5	8/9	7/9	1.961
Multipare	12/16	10/13	8/12	15/19	14/16	13/14	14/17	
[55-69] jours	12/19	7/12	7/9	13/16	15/15	17/18	17/21	0.0037
[70-90] jours	7/7	4/5	3/5	7/12	4/6	4/5	4/5	

Taux D'induction : Protocoles à base de Prostaglandines et GnRH

Taux D'induction	PGF2 α	GPG	GP	P
Montbeliarde	73.07 %	68,18 %	16,16 %	2.49
Prim'Holstein	77.77 %	15,38 %	64,7 %	
Primipare	83.33 %	21.05 %	25 %	3.094
Multipare	69.56 %	81.25 %	44.44 %	
[55-69] jours	67.85 %	52.17 %	36 %	0.049
[70-90] jours	100 %	41.66 %	50 %	

Taux de conception : Protocoles à base de Prostaglandines et GnRH

Taux de conception	PGF2 α	GPG	GP	P
Montbeliarde	73,68	66,66	100	0.00063
Prim'Holstein	71,42	100	63,63	
Primipare	70	25	100	1.097
Multipare	75	76,92	66,66	
[55-69] jours	63,15	58,33	77,77	0.0057
[70-90] jours	100	80	60	

Taux D'induction : Protocoles à base de progestagènes.

Taux D'induction	CIDR +GPG	PRID+GP	CRESTAR 300	CRESTAR 500	P
Montbeliarde	66,66 %	61.90 %	79.16 %	79.16 %	0.00015
Prim'Holstein	94,11 %	57.14 %	36.36 %	63.63 %	
Primipare	81.81 %	55.55 %	75 %	100 %	0.136
Multipare	79.16 %	61.53 %	60.86 %	65.38 %	
[55-69] jours	80 %	71.42 %	64.28 %	75 %	0.089
[70-90] jours	80 %	42.85 %	71.42 %	71.42 %	

Taux De conception : Protocoles à base de progestagènes.

Taux de conception	CIDR +GPG	PRID+GP	CRESTAR 300	CRESTAR 500	P
Montbeliarde	75 %	84.61 %	89.47 %	84.21 %	0.373
Prim'Holstein	68.75 %	100 %	100 %	71.42 %	
Primipare	55.55 %	100 %	88.88 %	77.77 %	0.207
Multipare	78.94 %	87.5 %	92.58 %	82.35 %	
[55-69] jours	81.25 %	100 %	94.44 %	80.95 %	0.298
[70-90] jours	58.33 %	66.66 %	80 %	80 %	

Effet taureau sur le taux de gestation

Lot PGf2a

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	19	14	73.68 %
HAELTOP	7	5	71.42%

Lot GPG

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	15	10	66.66 %
HAELTOP	2	2	100 %

Lot GP

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	03	3	100 %
HAELTOP	11	7	63.63 %

Effet du taureau sur la fécondité (mis bas)

Lot PGf2a

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	14	10	71.42
HAELTOP	5	5	100%

Lot GPG

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	10	7	70 %
HAELTOP	2	2	100 %

Lot GP

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	3	2	100%
HAELTOP	7	4	57.14%

Effet taureau sur la conception

Lot CIDR + GPG

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	12	9	75 %
HAELTOP	16	11	68.75 %

Lot PRID + GP

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	13	11	84.61 %
HAELTOP	8	8	100 %

Lot CRESTAR 300

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	19	17	89.47%
HAELTOP	4	4	100%

Lot CRESTAR 500

Fertilité	Nombre de vaches inséminés	Nombre de vaches gestantes	(%) de vaches gestantes
INDOR	19	16	84.21 %
HAELTOP	7	5	71.42 %

Effet taureau sur la réussite de gestation	lot CIDR +GPG	lot PRID+GP	lot CRESTAR 300	lot CRESTAR 500
INDOR	75,00%	84,61%	89,47%	84,21%
HAELTOP	68,75%	100,00%	100,00%	71,42%

Effet taureau sur mise bas**Lot CIDR + GPG**

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	9	9	100%
HAELTOP	11	10	90.90%
Total	20	19	95%

Lot PRID + GP

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	11	11	100%
HAELTOP	8	8	100%
Total	19	19	100%

Lot CRESTAR 300

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	17	13	76.47 %
HAELTOP	4	4	100 %
Total	21	17	80.95 %

Lot CRESTAR 500

Fécondité	Nombre de vaches gestantes	Nombre de vaches ayant mis bas	(%) de vaches ayant mis bas
INDOR	16	16	100%
HAELTOP	5	5	100 %
Total	21	21	100 %

Effet du taureau INDOR sur le sexe du nouveau né N=54

Effet taureau INDOR	PGF2a	GPG	GP	lot CIDR +GPG	lot PRID+GP	lot CRESTAR 300	lot CRESTAR 500
veau male	5	4	2	7	5	5	3
veau femelle	5	3	6	7	7	7	13

Effet taureau HAELTOP	PGF2a	GPG	GP	lot CIDR +GPG	lot PRID+GP	lot CRESTAR 300	lot CRESTAR 500
veau male	0	0	1	3	0	0	0
veau femelle	5	2	0	2	7	5	5

Effet taureau sur la réussite de mis bas	PGF2a	GPG	GP	lot CIDR +GPG	lot PRID+GP	lot CRESTAR 300	lot CRESTAR 500
INDOR	71,42%	71.42 %	100 %	100 %	100 %	76.47 %	100%
HAELTOP	100,00%	100 %	50 %	90 %	100 %	100 %	100 %