

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	9
CHAPITRE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	11
I. Physiologie sexuelle de la vache laitière non gestante	13
A. L'activité ovarienne cyclique chez la vache laitière	13
1. Régulation hormonale du cycle [79].....	13
2. L'ovogenèse	15
3. La folliculogenèse et la croissance folliculaire en vague.....	15
a) Phase non gonado-dépendante	15
b) Phase gonado-dépendante	16
4. La phase lutéale.....	18
B. La physiologie sexuelle en période post-partum chez la vache laitière	19
1. L'anoestrus post-partum.....	19
2. Reprise d'activité sexuelle après le vêlage.....	20
a) Rétablissement de l'activité des gonadotrophines post-partum	20
b) Reprise du développement folliculaire post-partum	21
C. Facteurs influençant la durée de l'anoestrus post-partum	23
1. L'alimentation	23
2. Les facteurs individuels.....	24
3. Les facteurs d'environnement	25
II. Traitements de maîtrise des cycles par un implant de progestagène chez la vache laitière	27
A. Présentation des différents protocoles utilisant un implant de progestagène.....	28
1. L'ancien protocole CRESTAR [®] : progestagène avec oestrogène.....	28
2. Le nouveau protocole CRESTAR SO [®] : progestagène sans oestrogène	28
3. Modalités de la pose et du retrait des implants et inconvénients	29
B. Les principes actifs utilisés et leur mode d'action.....	30
1. Les progestagènes	30
2. L'ajout d'oestrogènes.....	31
3. L'ajout de GnRH.....	32
4. L'ajout de prostaglandine F2 α	33
5. L'ajout d'eCG	35

C. Résultats de l'ancien protocole.....	35
D. Problématique de l'interdiction des oestrogènes.....	37
1. Cadre législatif.....	37
2. L'efficacité des traitements à base de progestagènes est-elle la même avec ou sans oestradiol ?.....	37
3. Répercussion sur le prix du traitement.....	38
III. Facteurs de variation de la fertilité à l'oestrus induit par les progestagènes.....	39
A. Facteurs liés à l'animal.....	39
1. Cyclicité avant le traitement.....	39
2. Stade du cycle en début de traitement.....	40
3. Parité.....	40
4. Race.....	40
5. Conditions du vêlage précédent.....	41
6. Production laitière.....	42
B. Facteurs liés à la conduite de l'élevage.....	42
1. Intervalle vêlage-traitement.....	42
2. Saison de vêlage.....	43
3. L'alimentation.....	44
C. Interaction entre les différents facteurs.....	47
D. Recommandations.....	47
 CHAPITRE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE.....	 49
I. Matériel et méthodes.....	51
A. Animaux.....	51
1. Critères de recrutement.....	51
2. Critères d'appariement.....	51
3. Données recueillies.....	52
B. Evaluation de la cyclicité avant traitement.....	52
C. Traitements.....	53
D. Evaluation de la synchronisation des chaleurs.....	54
E. Evaluation de la fertilité à l'oestrus induit.....	54
F. Analyse statistique des données.....	54
1. Traitement des données.....	54
2. Analyses statistiques.....	56

II. Résultats.....	57
A. Description de l'échantillon	57
B. Comparabilité des lots	57
C. Taux de synchronisation et taux de gestation.....	58
D. Facteurs influençant le taux de gestation	59
E. Interactions entre le traitement et les autres facteurs.....	61
F. Analyse multivariée	62
III. Discussion	65
A. Matériel et méthodes	65
B. Résultats de reproduction	65
1. Taux de cyclicité avant traitement	65
2. Taux de synchronisation après traitement.....	66
3. Taux de gestation à l'oestrus induit.....	66
C. Facteurs de variation de la fertilité	66
1. Le traitement	66
2. La cyclicité avant traitement	67
3. La phase du cycle à la pose de l'implant.....	67
4. La race	68
5. Le rang de vêlage	68
6. L'intervalle vêlage-pose de l'implant	68
7. Condition du vêlage précédent.....	69
8. La note d'état corporel à la pose	69
9. La production laitière au moment de l'IA.....	69
10. Effet des TP et TB, et du rapport de ces taux.....	70
D. Conclusion.....	71
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAPHIE	75

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Régulation du cycle oestral chez la vache [79].	14
Figure 2 : Profils schématiques des concentrations hormonales plasmatiques au cours du cycle oestral : - - - -, progestérone ; —, oestradiol ; PG = prostaglandines [77].	14
Figure 3 : Evolution morphologique d'un follicule ovarien dans l'espèce bovine [51].	16
Figure 4 : Croissance folliculaire par vague au cours du cycle oestral chez la vache (J0 étant l'ovulation) [40].	17
Figure 5 : Concentration en progestérone au cours du cycle sexuel chez la vache [65].	19
Figure 6 : Etude de l'activité ovarienne par deux dosages de la progestérone à 10 jours d'intervalle [54].	20
Figure 7 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière post-partum [40].	22
Figure 8 : Détail des 5 premiers jours de la première vague folliculaire en post-partum [40].	22
Figure 9 : Protocole classique CRESTAR®.	28
Figure 10 : Nouveau protocole CRESTAR SO®.	29
Figure 11 : Implant CRESTAR® et son applicateur.	29
Figure 12 : Estimation du taux de gestation en fonction de la durée de dominance du follicule dominant pré-ovulatoire [6].	32
Figure 13 : Délai d'apparition de l'oestrus après induction de la lutéolyse en fonction du stade de la vague folliculaire [40].	34
Figure 14 : Fertilité à l'oestrus induit en fonction de la cyclicité avant traitement associant oestrogènes, progestagènes et eCG. Les traits relient les résultats obtenus au sein d'une même étude ([27], [44], [50], [56], [58], [62], [67], [83], [85] et [87] cités par Grimard (2003) [49]).	39
Figure 15 : Effet des conditions de vêlage sur le taux d'ovulation et le taux de gestation de primipares Charolaises [53].	41
Figure 16 : Taux de gestation de vaches laitières Prim'Holstein en fonction de leur production laitière au pic, $p < 0,05$ [66].	42
Figure 17 : Taux de gestation en fonction de l'intervalle entre le vêlage et le début d'un traitement de synchronisation chez des vaches laitières, $p < 0,05$. Adapté de Ryan et al. (1995) [85].	43

Figure 18 : Effet de l'intervalle vêlage traitement sur le taux de mise bas chez des vaches Charolaises [3].....	43
Figure 19 : Variation du taux de gestation en fonction du TP moyen, $p<0,05$ [97].....	45
Figure 20 : Interaction entre le flushing et la note d'état � la pose du traitement � base de progestagènes sur le taux de gestation de 184 vaches Charolaises, $p<0,05$ [58].	46
Figure 21 : Traitements classique CRESTAR [®] et expérimental CRESTAR SO [®]	53
Figure 22 : Effet du traitement sur le taux de gestation en fonction de la note � la pose, $n=299$ ($p<0,05$).....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Posologie de l'eCG selon le type d'animal lors du protocole CRESTAR SO [®] [37].	35
Tableau 2 : Taux d'oestrus et de gestation après l'utilisation d'implant de norgestomet sur des vaches allaitantes et laitières.	36
Tableau 3 : Comparaison de la fertilité à l'oestrus induit suite à différents protocoles de synchronisation des chaleurs à base d'un dispositif vaginal (CIDR) [85].	38
Tableau 4 : Influence du niveau alimentaire sur le nombre et la taille des follicules chez 19 vaches Charolaises synchronisées par des progestagènes [46].	44
Tableau 5 : Facteurs de variation de la réussite des traitements de maîtrise des cycles.	47
Tableau 6 : Mise en classe des données de production laitière à l'IA en fonction des races et de la parité.	56
Tableau 7 : Comparaison des moyennes des différentes classes des paramètres de production.	56
Tableau 8 : Répartition et comparaison des effectifs entre les lots CRESTAR [®] (lot C) et expérimental CRESTAR SO [®] (lot E).	58
Tableau 9 : Taux de synchronisation après traitement.	59
Tableau 10 : Taux de gestation selon les facteurs de variation potentiels.	59
Tableau 11 : Etude des interactions entre les facteurs et le lot sur le taux de gestation.	61
Tableau 12 : Prise en compte simultanée des facteurs influençant le taux de gestation (analyse multivariée, n=288).	63
Tableau 13 : Prise en compte simultanée des facteurs influençant le taux de gestation chez les femelles cyclées (analyse multivariée, n=250).	63

INTRODUCTION

La maîtrise de la reproduction est devenue une nécessité en élevage bovin laitier. Elle est primordiale notamment pour la rentabilité économique de l'élevage laitier : réalisation de l'objectif d'un veau par vache et par an, planification des vêlages pour remplir le quota laitier annuel, diminution des frais d'insémination ou de traitement en cas d'échec à la mise à la reproduction. La première clé de cette réussite est une bonne observation des chaleurs par l'éleveur afin d'inséminer la vache au moment optimal. Cette activité chronophage, pour être efficace, passe par une bonne expression des chaleurs par les vaches. Or dans les troupeaux laitiers modernes, cette expression est devenue plus frustrée et les éleveurs accordent de moins en moins de temps à leurs détections. Les traitements de synchronisation des chaleurs permettent de s'affranchir de cette détection, de regrouper la venue en chaleur d'un groupe d'animaux et d'inséminer à « l'aveugle ». En plus d'intervenir au niveau du troupeau, ils permettent d'induire des chaleurs chez des vaches en anoestrus, c'est-à-dire non cyclées.

Les traitements de synchronisation sont largement utilisés dans les élevages bovins. Ils consistent en des dispositifs imprégnés de progestagènes associés à des injections d'autres hormones selon un protocole précis. Or l'utilisation des hormones sur des animaux destinés à la consommation humaine, en réponse à l'inquiétude des consommateurs, est depuis une dizaine d'années montrée du doigt par la Communauté Européenne. Ainsi l'oestradiol 17 β , qui entrait dans les deux protocoles de synchronisation commercialisés en France (PRID[®], laboratoire CEVA, Libourne, France, et CRESTAR[®], laboratoire Intervet, Angers, France), a été déclarée, dans un rapport commandé par la Commission Européenne, « comme totalement cancérigène, car il exerce des effets de formation et d'activation de tumeurs et que les données disponibles ne permettent pas d'établir une évaluation quantitative du risque pour le consommateur ». Suite à ce rapport, cette hormone a été interdite à compter du 14 octobre 2006 par une directive européenne appliquée en France.

L'interdiction de l'oestradiol a obligé les laboratoires concernés à expérimenter de nouveaux traitements afin de modifier leurs protocoles. C'est ainsi que le laboratoire Intervet, en partenariat avec l'UNCEIA (Union nationale des coopératives agricoles d'élevage et d'insémination animale), trois coopératives d'insémination artificielle et l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, a procédé à l'évaluation d'un nouveau protocole sans oestrogène. Cette étude a porté sur des vaches laitières des trois races les plus représentées en France, à savoir les races Prim'Holstein, Montbéliarde et Normande. Elle a eu pour but de comparer la qualité de la synchronisation des chaleurs et de la fertilité à l'oestrus induit obtenues après traitement d'induction et de synchronisation des chaleurs par l'ancien protocole contenant des oestrogènes, à celles obtenues avec un nouveau protocole sans oestrogène.

Dans une première partie, au travers d'une étude bibliographique, nous rappellerons les grandes lignes de la physiologie sexuelle de la vache laitière non gestante, nous présenterons les différents traitements utilisés dans l'étude en rappelant les modes d'action de chaque hormone, et enfin nous étudierons les facteurs de variation de la fertilité à l'oestrus induit par les progestagènes. Dans un deuxième temps, nous présenterons l'étude expérimentale qui compare l'ancien traitement CRESTAR[®] au nouveau protocole sans oestrogène baptisé CRESTAR SO[®] sur la qualité de la synchronisation des chaleurs et la fertilité à l'oestrus induit, chez des vaches laitières.

CHAPITRE 1 :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Physiologie sexuelle de la vache laitière non gestante

La vache est une espèce caractérisée par une activité sexuelle continue sur toute l'année, avec une durée moyenne de cycle de 21+/-2 jours chez la femelle multipare et 20 jours environ chez la génisse. L'activité sexuelle débute à la puberté, quand l'animal atteint 50 à 60% de son poids adulte. Elle est caractérisée par l'apparition périodique de l'oestrus [68].

L'oestrus ou chaleur est la période d'acceptation du mâle et de la saillie (c'est la période de maturité folliculaire au niveau de l'ovaire qui est suivie de l'ovulation). L'oestrus dure en moyenne 18 heures, et se caractérise par des manifestations extérieures : excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses compagnes, acceptation passive du chevauchement et écoulement vulvaire de mucus [86]. L'ovulation a lieu 6 à 14 heures après la fin de l'oestrus et est suivie par la formation du corps jaune et l'installation d'un état prégravidique de l'utérus, correspondant à la période d'installation de la fonction lutéale.

A. L'activité ovarienne cyclique chez la vache laitière

1. Régulation hormonale du cycle [79]

La régulation du cycle oestral fait intervenir différents organes (le complexe hypothalamo-hypophysaire, les ovaires, l'utérus) et différentes hormones.

L'hypothalamus, par l'intermédiaire de la Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH ou gonadolibérine), induit la libération hypophysaire de la Follicle Stimulating Hormone (FSH ou follitropine) qui permet le développement folliculaire. Les oestrogènes, sécrétés par les follicules, exercent à partir d'un certain seuil, un rétrocontrôle positif qui permet la libération hypophysaire de la Luteinizing Hormone (LH ou lutropine). Le pic de LH qui s'ensuit provoque l'ovulation et la formation du corps jaune. Ce dernier produit de la progestérone qui exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus.

En fin de cycle, la prostaglandine F2 α (PGF2 α) produite par l'utérus, provoque la régression du corps jaune. L'inhibition progestéronique étant levée, un nouveau cycle peut alors démarrer (figures 1 et 2).

Figure 1 : Régulation du cycle oestral chez la vache [79].
Foll = follicule ; *CJ* = corps jaune

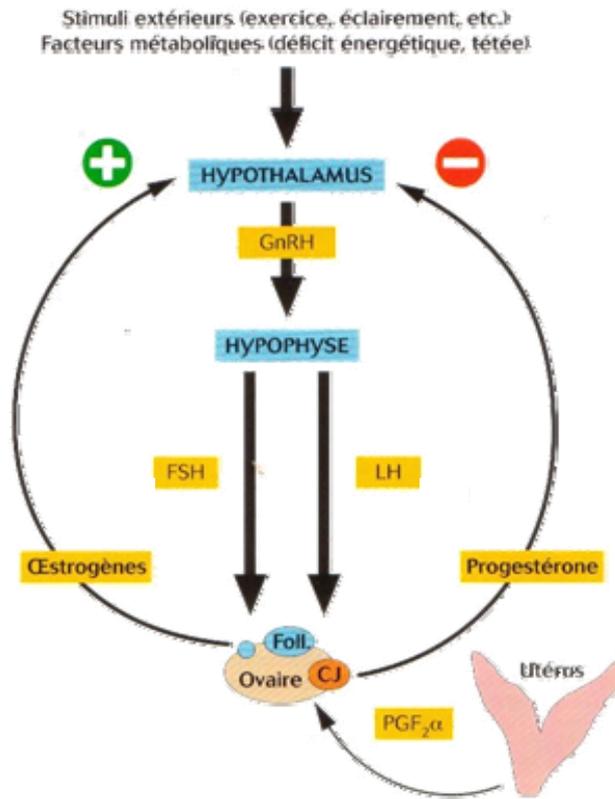
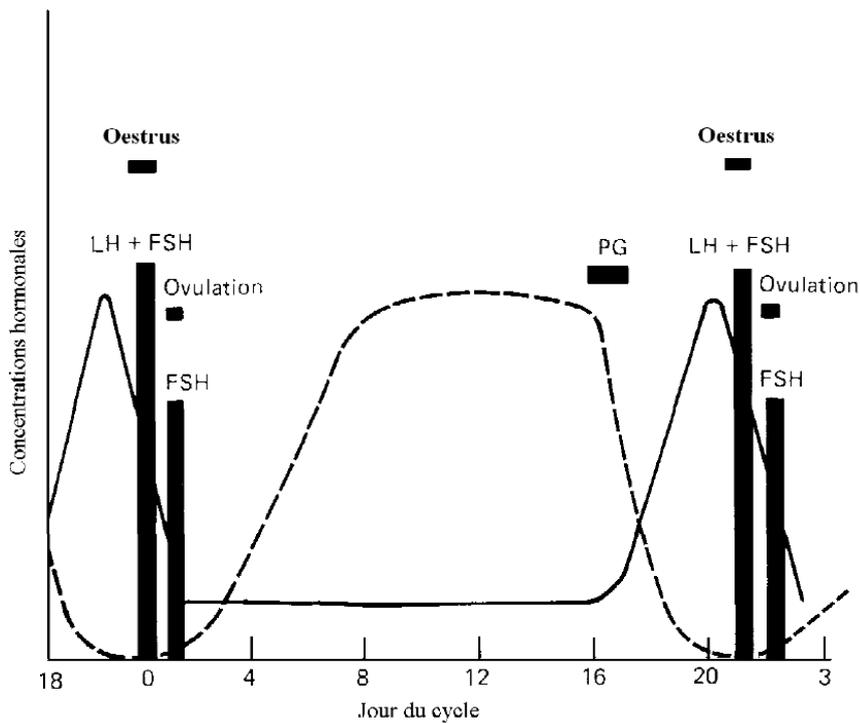


Figure 2 : Profils schématiques des concentrations hormonales plasmatiques au cours du cycle oestral : - - -, progestérone ; —, oestradiol ; PG = prostaglandines [77].



2. L'ovogenèse

L'ovogenèse débute lors du développement embryonnaire et elle s'arrête à la prophase I de la méiose laissant les ovocytes I entourés de cellules folliculaires. Le nombre de ces follicules primordiaux (235 000 à la naissance chez la vache [68]), diminuera avec l'âge par dégénérescence. Au cours de la succession des cycles, certains ovocytes iront jusqu'à la maturation et à l'ovulation, tandis qu'une très grande majorité dégènera dans les follicules atrésiques (plus de 99%).

Seulement quelques centaines d'ovocytes I 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 fin de la méiose se déroulera lors de la fécondation, avec émission du second globule polaire [94].

3. La folliculogenèse et la croissance folliculaire en vague

La folliculogenèse est la succession des différentes étapes du développement du follicule, depuis le moment où il sort de la réserve constituée lors du développement embryonnaire, jusqu'à sa rupture au moment de l'ovulation ou son atresie. C'est un phénomène continu.

A partir de la puberté, environ 80 follicules primordiaux débutent leur croissance chaque jour. La folliculogenèse se déroule en deux grandes phases : une phase non gonado-dépendante à croissance continue de plusieurs mois et une phase gonado-dépendante à caractère cyclique [41 ; 68].

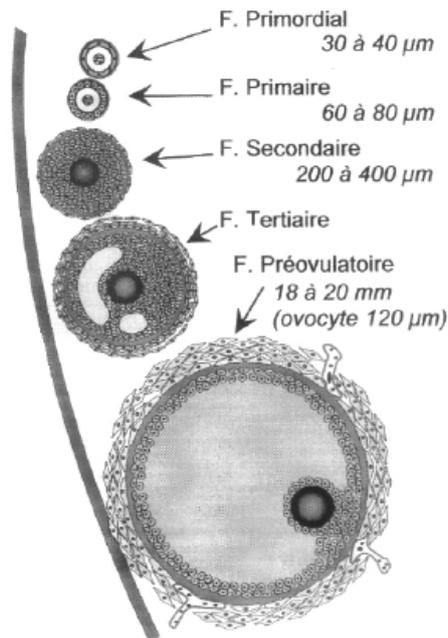
a) Phase non gonado-dépendante

La phase non gonado-dépendante est marquée par la transformation du follicule primordial (30 μm de diamètre) en follicule antral ou tertiaire (3-5 mm). Le follicule passe successivement par les stades de follicule primaire (40 μm), secondaire (0,1 mm), pré-antral (0,1-0,2 mm) puis tertiaire (figure 3). Ce dernier pourra être intégré dans une vague folliculaire.

La croissance non gonado-dépendante est régulée par des facteurs de croissance locaux. Elle dure de 5 mois à plus de 6 mois selon les auteurs [40 ; 68]. L'activité mitotique des cellules folliculaires se réduit progressivement pour laisser place à une différenciation cellulaire. Les follicules tertiaires sont stockés en périphérie de l'ovaire [41].

C'est au cours de cette étape, que les follicules acquièrent des récepteurs les rendant potentiellement capables de répondre à une stimulation gonadotrope : récepteurs à LH pour les cellules de la thèque interne et récepteurs à FSH pour les cellules de la granulosa [40 ; 41].

Figure 3 : Evolution morphologique d'un follicule ovarien dans l'espèce bovine [51].



b) Phase gonado-dépendante

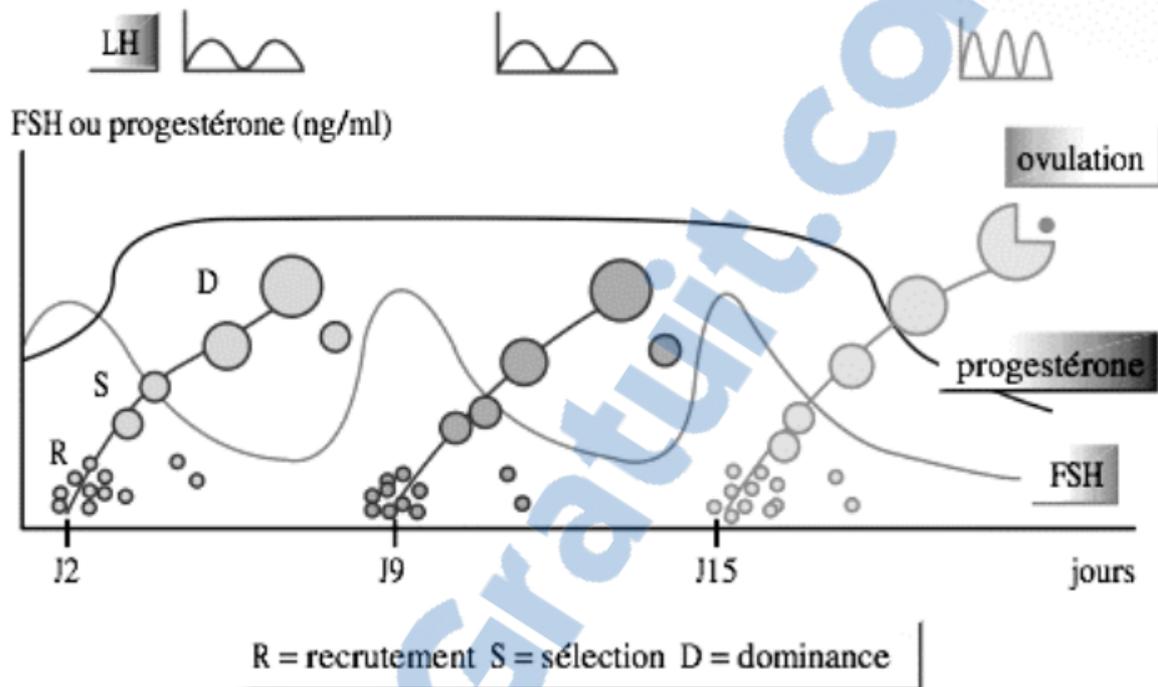
La phase gonado-dépendante est marquée par la transformation du follicule tertiaire (3-5 mm) en follicule pré-ovulatoire (20 mm) (figure 3). Cette phase ne concerne qu'un follicule sur 1000 entrés en croissance : 99,9% des follicules subissent donc l'atrésie avant.

Cette croissance finale s'effectue chez la vache sous forme de vagues, dont l'existence n'a été démontrée que relativement récemment, grâce à l'échographie [25]. L'évolution se fait par une succession de croissances et de régressions synchrones de plusieurs follicules : il y a de une à quatre vagues chez la vache [25]. Cependant, un cycle ne comporte le plus souvent (dans 95% des cas) que 2 ou 3 vagues, le follicule pré-ovulatoire étant issu de la dernière vague [36 ; 40 ; 41]. Il était admis que les génisses avaient plutôt des cycles à deux vagues et les vaches des cycles à trois vagues mais ce principe a été remis en cause [25].

Chaque vague de croissance dure chez la vache une dizaine de jours, s'il y a 2 vagues par cycles (ou environ 6 jours, si il y a 3 vagues par cycle). Plus précisément, les vagues débutent à J₂, J₈ et J₁₄ pour des cycles à 3 vagues (J₀ correspondant à l'ovulation). Elles apparaissent à J₂ et J₁₁ pour des cycles à 2 vagues [40 ; 68].

Chaque vague comporte plusieurs étapes : le recrutement, la sélection, la dominance puis l'ovulation ou l'atrésie (figure 4).

Figure 4 : Croissance folliculaire par vague au cours du cycle oestral chez la vache (J0 étant l'ovulation) [40].



en médaillons, la fréquence des décharges de LH aux différents stades du cycle

- Phase de recrutement.

La phase de recrutement concerne des follicules qui ont atteint une taille suffisante (de l'ordre de 2 mm) [68]. Le follicule est dit recruté quand il est capable de répondre à la stimulation des gonadotrophines [40]. En effet, au cours de la maturation folliculaire, les cellules de la granulosa acquièrent des récepteurs spécifiques à FSH. La liaison de FSH à ses récepteurs va provoquer deux effets : la synthèse d'oestrogènes par les cellules de la thèque et l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires de ces mêmes cellules [40].

Les oestrogènes, synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH, stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant la croissance du follicule et le développement de la cavité antrale remplie de liquide folliculaire. Enfin, ils stimulent la sécrétion de GnRH [40].

- Phase de sélection et de dominance.

Lors de la sélection, l'augmentation de la fréquence des pulses de LH stimule la production d'oestradiol et d'inhibine par la granulosa des gros follicules. Oestradiol et inhibine agissent conjointement en réduisant progressivement la sécrétion de FSH, réduction qui est responsable de la sélection. Cette phase ne concerne que quelques follicules (de 1 à 3 en général) [40].

Lorsqu'un follicule dominant a acquis suffisamment de récepteurs à LH pour lui permettre de subsister quand le taux de FSH diminue, il sécrète de grandes quantités d'oestrogènes et continue à croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à la FSH et à la LH, et par production de facteurs locaux [40].

La notion de dominance est à la fois morphologique et fonctionnelle :

- Morphologique : car elle est exercée par le follicule de plus gros diamètre ;
- Fonctionnelle : car le follicule dominant est le seul qui inhibe la croissance des autres follicules et le seul susceptible d'ovuler. En effet, la sécrétion réduite de FSH ne permet plus la croissance des follicules non sélectionnés qui vont évoluer vers l'atrésie. En général, il n'y a qu'un follicule par vague folliculaire qui atteint le stade de dominant [40].

- Evolution du follicule dominant.

La LH assure la maturation du follicule dominant. Son devenir dépend de la fréquence et de l'amplitude des décharges de LH, régulées par la GnRH.

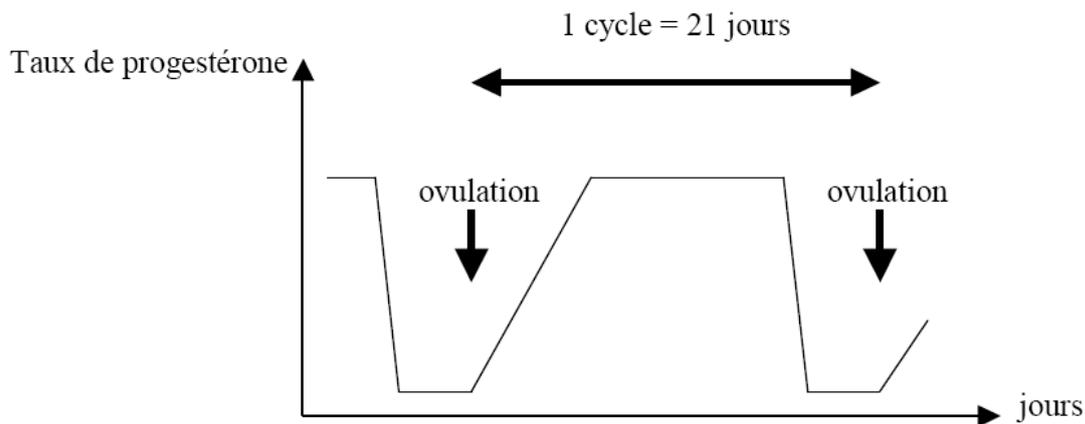
- Si un corps jaune est présent, la progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. Les pulses de LH n'ont alors lieu que toutes les 3 à 4 heures, ce qui est responsable de la perte de dominance. Après une phase statique d'environ 6 jours [82], le follicule dominant s'atrésie : la vague folliculaire était non ovulatoire. Une nouvelle vague folliculaire émerge alors [25].
- S'il y a eu lutéolyse, l'inhibition de la production de GnRH est levée par la chute du taux de progestérone. Les pulses de LH ont lieu toutes les heures dans ce cas, ce qui permet l'ovulation [40].
- Il y a parfois un défaut d'ovulation ou d'atrésie du follicule dominant, la formation d'un kyste est alors possible. La fréquence des décharges de LH peut être insuffisante pour provoquer l'ovulation, mais suffisante pour permettre le maintien de la croissance du follicule dominant et de la production d'oestrogènes. Ce phénomène est fréquent jusqu'à 50 jours post-partum. Il peut conduire à des comportements de nymphomanie, mais n'a généralement pas de répercussion sur la fertilité ultérieure : les kystes régressent et une cyclicité ovarienne normale reprend [41].

Les deux ovaires communiquent entre eux via la sécrétion d'inhibine et d'oestrogènes dans la circulation générale et se comportent comme un seul organe. Il faut noter que 60% des ovulations ont lieu sur l'ovaire droit [25].

4. La phase lutéale

Immédiatement après l'ovulation débute la phase lutéale. Le follicule rompu, est le siège de remaniements cytologiques et biochimiques qui conduisent à la formation du corps jaune. Cet organite contient des grandes cellules issues de la granulosa et des petites provenant de la thèque interne, qui sécrètent toutes deux de la progestérone [40]. Le corps jaune est le seul organite à sécréter de la progestérone, hormone dosable qui permet d'évaluer la cyclicité (figure 5).

Figure 5 : Concentration en progestérone au cours du cycle sexuel chez la vache [65].



L'évolution du corps jaune chez la vache se réalise en trois temps [41] :

- une période de croissance de 4 à 5 jours, au cours de laquelle il est insensible aux prostaglandines (agent lutéolytique),
- un temps de maintien d'activité pendant 8 à 10 jours (il atteint alors un diamètre minimal de 20 mm en fin de croissance),
- enfin, s'il n'y a pas de fécondation, une période de lutéolyse, observable macroscopiquement à partir du 17^{ème}-18^{ème} jour du cycle et aboutissant à la formation d'un reliquat ovarien, le corps blanc [41].

En fin de phase lutéale, seules les petites cellules continuent à produire de la progestérone. Les grandes cellules s'orientent vers la production d'ocytocine, qui se fixe sur les récepteurs utérins, provoquant ainsi la synthèse et la libération de prostaglandines [40].

B. La physiologie sexuelle en période post-partum chez la vache laitière

Chez la vache laitière, comme chez la vache allaitante, une période d'inactivité ovarienne suit le vêlage : on l'appelle l'anoestrus post-partum. Avant le vêlage, les taux élevés des oestrogènes foetaux et de la progestérone maternelle et foetale exercent un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, réduisant ainsi l'activité ovarienne [43]. Les mécanismes qui conduisent au rétablissement de l'activité sexuelle chez la vache sont aujourd'hui relativement bien connus.

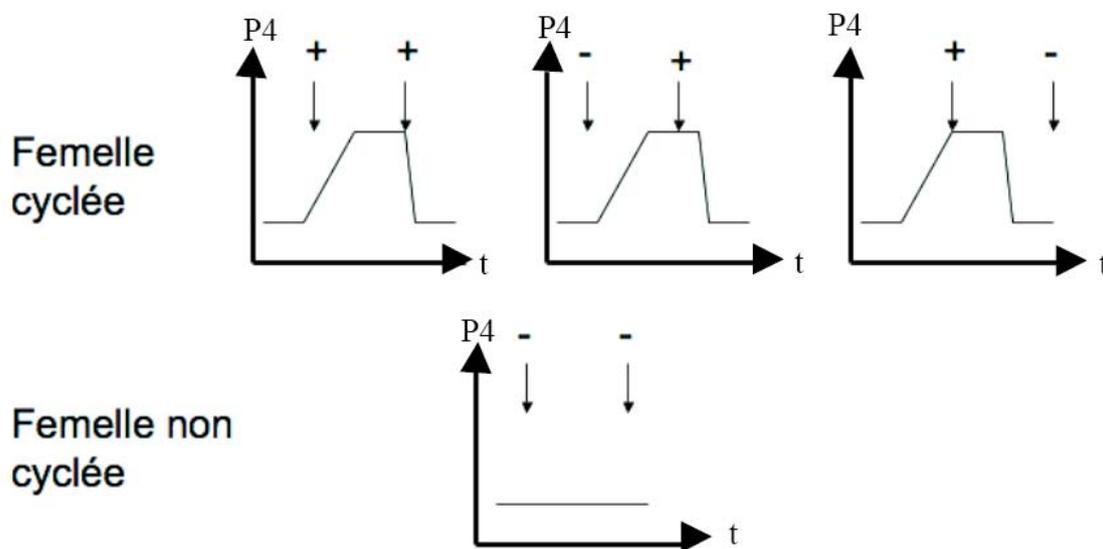
1. L'anoestrus post-partum

L'anoestrus se caractérise par l'absence de manifestation de chaleurs en période de reproduction. Il est physiologique, mais peut devenir pathologique sur le plan économique s'il se prolonge de manière exagérée [67].

En général chez la vache laitière, l'anoestrus vrai, qui se caractérise par l'absence d'activité ovarienne et d'ovulation, reste une situation rare. En effet, la reprise d'activité ovarienne est rapide : l'intervalle vêlage-première ovulation est compris entre 15 et 31 jours chez les femelles laitières [43 ; 84]. Parmi les animaux non observés en chaleur par l'éleveur, en fait 90% ont une activité cyclique [67], on parle alors dans cette situation de suboestrus.

La cyclicité peut être mise en évidence par palpation transrectale ou par échographie : on cherche alors à mettre en évidence un corps jaune fonctionnel, c'est-à-dire de plus de 2 cm de diamètre. De façon plus sûre, on peut déterminer l'activité ovarienne en mesurant le taux de progestérone du sang ou du lait. Un taux élevé (>1,5 ng/L) révèle la présence d'un corps jaune fonctionnel [43]. Pour cela, deux prélèvements à 10 jours d'intervalle sont nécessaires : un seul taux de progestérone bas peut indiquer que la vache est en anoestrus (ou inactivité ovarienne) ou bien qu'elle se trouve à un moment proche des chaleurs (phase folliculaire) (figure 6). Seules les vaches ayant deux taux de progestérone bas à 10 jours d'intervalle seront diagnostiquées en anoestrus vrai comme le montre la figure 6 [54 ; 78]. Il faut noter que la palpation transrectale manque d'exactitude pour affirmer si la vache est cyclée ou non, la concentration en progestérone étant beaucoup plus fiable [54].

Figure 6 : Etude de l'activité ovarienne par deux dosages de la progestérone à 10 jours d'intervalle [54].



2. Reprise d'activité sexuelle après le vêlage

a) Rétablissement de l'activité des gonadotrophines post-partum

La gestation est caractérisée par un fort taux d'oestrogènes et de progestérone circulants. Ces hormones exercent un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'hypophyse. Au vêlage, la diminution des concentrations de ces hormones lève l'inhibition exercée, la sécrétion de GnRH reprend alors [94].

La GnRH stimule la libération de FSH. Cette dernière est en quantité suffisante pour stimuler la croissance folliculaire très tôt après le vêlage, ce n'est donc pas un facteur limitant la reprise de l'activité ovarienne [76].

La levée du rétrocontrôle négatif permet également la synthèse et la libération de LH, mais après le vêlage, la fréquence des pics de LH est faible. Il en résulte une faible production d'oestradiol par le follicule qui conduit à son atresie. Par conséquent, le facteur crucial

déterminant le moment où se produit la première ovulation est l'obtention d'une fréquence des décharges de LH similaire à celle de la phase folliculaire du cycle (une décharge de LH par heure). La LH apparaît donc comme le principal facteur limitant la reprise de l'activité ovarienne [76].

b) Reprise du développement folliculaire post-partum

Au début de la gestation, les vagues folliculaires persistent et elles ne disparaissent en général, que dans le dernier tiers de la gestation à cause de la haute concentration en progestérone. Après le vêlage, l'augmentation précoce de la FSH a pour conséquence l'apparition d'une cohorte de follicules moyens, aboutissant à la formation du premier follicule dominant entre le 5^{ème} et le 39^{ème} jour post-partum [89]. Son sort est déterminé par la fréquence des décharges de LH : si elle est élevée, l'ovulation a lieu (dans 75 % des cas). Dans 20 % des cas, il devient kystique. Il subit l'atrésie dans les 5 % restants, un second follicule dominant se développant alors [68]. A la fin de la maturation folliculaire, lorsque la concentration en oestrogènes est suffisante, celle-ci induit le pic pré-ovulatoire de LH à l'origine de la première ovulation post-partum vers 14-25 jours en moyenne [68].

Cette première ovulation n'est généralement pas accompagnée de manifestations visibles de chaleurs (chaleurs silencieuses) (2 fois sur 3) [40 ; 68]. Elle est le plus souvent suivie d'une phase lutéale courte (4 à 13 jours), caractérisée par des niveaux de progestérone inférieurs à ceux des cycles physiologiques, en raison d'une sécrétion plus précoce de PGF2 α utérine [43 ; 76] (figures 7 et 8). Le retour à une cyclicité normale semble nécessiter une imprégnation lutéale préalable de quelques jours. Une anomalie peut parfois être visible lors de la reprise de la cyclicité après le vêlage : une phase lutéale prolongée. On parle alors de corps jaune persistant qui sécrète de la progestérone pendant plus de 19 à 28 jours [43].

Figure 7 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière post-partum [40].

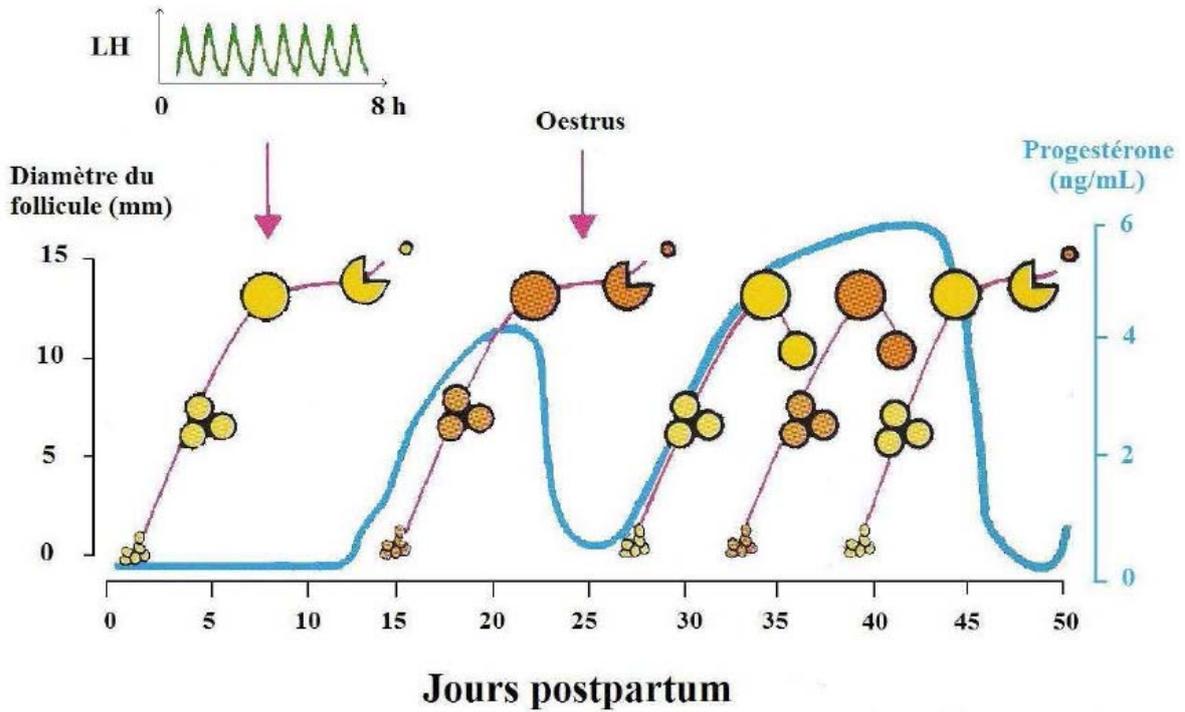
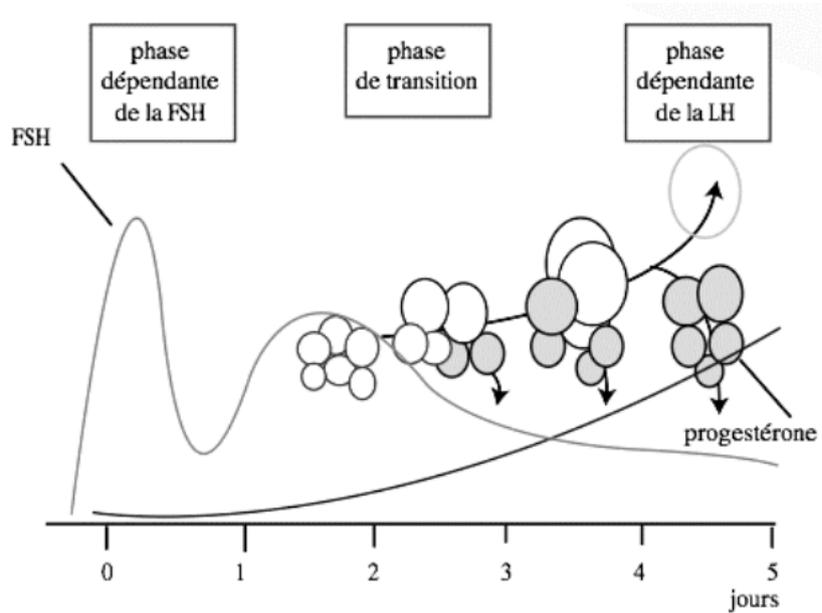


Figure 8 : Détail des 5 premiers jours de la première vague folliculaire en post-partum [40].



C. Facteurs influençant la durée de l'anoestrus post-partum

Les événements conduisant à la reprise des cycles sont identiques chez la vache laitière et la vache allaitante mais leur chronologie est différente : la reprise de la cyclicité est plus tardive chez la vache allaitante. En effet, la première ovulation après le vêlage apparaît chez la vache laitière entre le 10^{ème} et le 31^{ème} jour, selon les auteurs [43 ; 84] et chez la vache allaitante en moyenne à 36 jours (entre 20 et 61 jours) [25]. Bien que les facteurs influençant la durée de l'anoestrus post-partum soient pour la plupart communs aux vaches laitières et allaitantes, les différences de conduite d'élevage peuvent expliquer cet écart de reprise de la cyclicité. Les facteurs influençant l'anoestrus ont surtout été étudiés chez la vache allaitante.

1. L'alimentation

Chez les vaches laitières, ce sont globalement les excès énergétiques lors du tarissement et une sous-nutrition prolongée en début de lactation qui ont les répercussions les plus importantes sur l'allongement de la période d'anoestrus [67].

Le déficit énergétique d'une vache laitière en début de lactation est physiologique : le métabolisme est orienté principalement vers la production de lait et la lipomobilisation. Ces deux fonctions consomment beaucoup d'énergie et l'apport alimentaire, limité par la qualité de la ration et la capacité d'ingestion, est insuffisant [96]. Le déficit énergétique engendré entraîne l'amaigrissement de l'animal. Il est également responsable de la baisse des taux sanguins de glucose, d'insuline et de facteurs de croissance, ainsi que d'une diminution de la sécrétion de GnRH et de LH mais pas de FSH [36]. Tous ces paramètres interviennent plus ou moins directement sur la croissance et la maturation du follicule dominant et l'ovulation [21]. On observe alors que, bien que l'émergence des vagues folliculaires ne semble pas affectée, le développement du follicule dominant et son ovulation sont compromis. Tout se passe comme si la reproduction était « une fonction de luxe » et que l'animal en déficit énergétique mettait en veille sa fonction de reproduction [96].

La note d'état corporel (échelle de 0 à 5) est un indicateur fiable du statut nutritionnel et de la balance énergétique de l'animal [57]. Elle reflète les réserves énergétiques disponibles pour l'entretien, la croissance et la production des vaches. Les vaches en bon état d'engraissement au moment du vêlage (note d'état corporel au moins égale à 2,5) ont un meilleur taux de cyclicité rapidement après vêlage [70]. Toutefois, les vaches en trop bon état ont un allongement de la durée de l'anoestrus dû à une mobilisation trop importante de leur réserve graisseuse.

Pour les vaches allaitantes, le facteur alimentation n'a pas autant d'importance que pour les laitières. En effet, l'anoestrus post-partum est physiologiquement plus long et le déficit énergétique en début de lactation est moins important. Les vaches maigres (note d'état corporel inférieure à 2,5) à la mise à la reproduction ont toutefois des taux de cyclicité inférieurs à ceux des vaches en meilleur état [49].

Le rôle de l'alimentation dans la durée de l'anoestrus est primordial, si bien qu'il faut considérer qu'un traitement médical de l'anoestrus ne devra pas être mis en œuvre chez une vache dont l'état corporel est mauvais (<2,5) [49].

2. Les facteurs individuels

- La parité

L'intervalle vêlage-première ovulation des primipares est en moyenne plus long que celui des multipares [67], 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. Par exemple, chez la vache allaitante, le premier follicule dominant apparaît 14 jours après le vêlage pour les multipares contre 43 jours pour les primipares [25]. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cette différence. Les primipares sont encore en croissance pendant la gestation et après le vêlage. Elles seraient ainsi plus sensibles à la sous-nutrition. Il existe une compétition entre les besoins de croissance, d'allaitement, d'entretien et de reproduction [40].

Pour Darwash et al. (1997), l'intervalle vêlage-première ovulation augmente avec le numéro de lactation chez les multipares (de 2,2% à chaque lactation) [31].

- Les conditions de vêlage

Les mauvaises conditions de vêlage (dystocie, césarienne), même une simple intervention manuelle lors du vêlage, retardent la reprise de la cyclicité. Les problèmes au vêlage entraînent souvent une mauvaise involution, parfois des infections utérines, associées à un défaut d'ovulation et une mauvaise fertilité [45 ; 83].

- Les maladies post-partum

La contamination bactérienne physiologique de l'utérus suivant le vêlage, n'a pas d'effet sur la sécrétion de FSH, donc pas d'effet sur l'émergence des vagues folliculaires. Par contre, dans le cas d'une importante contamination, la croissance du follicule dominant est réduite et l'ovulation altérée [90]. Ainsi, Le Blanc et al. (2002) constatent que les vaches ayant eu une endométrite sont mises à la reproduction 30 jours plus tard que les vaches saines [60].

Les autres affections du post-partum (fièvre vitulaire, déplacement de caillette...) affectent la prise alimentaire des animaux et amplifient le déficit énergétique augmentant la durée de l'anoestrus post-partum [43].

- La production laitière

La première ovulation suivant le vêlage est de plus en plus tardive dans les troupeaux de vaches laitières hautes productrices : en effet, plus la production laitière est élevée, plus le taux de cyclicité est faible à date fixe au cours du post-partum. Ce délai supérieur pour les hautes productrices semble lié à un déficit plus important de la balance énergétique, ce qui a des répercussions sur la sécrétion de LH [74].

- L'allaitement

L'allaitement est le principal facteur expliquant la variabilité de la durée d'anoestrus entre une vache allaitante et une vache laitière. En effet, chez la vache laitière, le retrait du veau à la naissance et l'arrêt de la tétée pour le passage à la traite raccourcissent la durée de l'anoestrus post-partum. Tandis que chez la vache allaitante, la tétée allonge cette durée. Ceci semble lié au nombre et à la nature des stimulations de la mamelle au cours de la journée [78]. L'allaitement réduit la reprise d'activité de l'axe hypothalamo-hypophysaire et retarde le moment où la fréquence et l'amplitude de la sécrétion de LH augmentent [55]. Ceci

s'explique par une diminution de la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus, et par l'inhibition du rétrocontrôle positif de l'oestradiol [98].

La prolactine ne semble pas jouer de rôle sur la durée de l'anoestrus. En effet, cette dernière n'intervient pas dans la reprise de l'activité ovarienne. C'est surtout la présence du veau, et dans une moindre mesure le stimulus de la tétée, qui supprime la sécrétion des gonadotrophines [98].

3. Les facteurs d'environnement

- La saison

La saison semble influencer l'anoestrus post-partum de façon plus remarquable chez la vache allaitante que chez la vache laitière. La saison optimale pour la mise à la reproduction est l'automne et le début d'hiver et la période la plus défavorable se situe en fin d'hiver [67]. Les vaches laitières qui vêlent au printemps mettent 1,2 fois plus de temps que celles qui vêlent en automne pour retrouver une cyclicité [31].

L'explication de la différence entre le début et la fin de l'hiver semble de nouveau être liée à un déficit énergétique. En effet, l'hiver correspond à la période où les vaches sont en stabulation. En élevage allaitant, les animaux sont généralement sous-alimentés pendant cette période et donc ils puisent dans leur réserves, ce qui allonge la durée de l'inactivité ovarienne. Cette différence entre stabulation et pâture est moins marquée pour les vaches laitières, du fait d'une alimentation plus riche en stabulation.

- Le type de stabulation

Les signes d'oestrus apparaissent plus tôt après vêlage chez les vaches en stabulation libre que chez celles en stabulation entravée [67]. Il y a cependant de fortes disparités entre les études, de nombreuses interactions avec d'autres facteurs intervenant, comme l'éclairage et l'activité motrice [56].

Compte tenu des systèmes de production rencontrés actuellement en élevage laitier et des troupeaux dont le niveau de production ne cesse d'augmenter, les vaches présentent de plus en plus fréquemment des facteurs de risques d'anoestrus ou de suboestrus. Pour réaliser l'objectif que l'on recherche en élevage des bovins, à savoir un veau par vache et par an, l'emploi de traitements de l'anoestrus ou de traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs, est une aide précieuse.

II. Traitements de maîtrise des cycles par un implant de progestagène chez la vache laitière

La synchronisation des chaleurs présente différents intérêts, d'ordre économique et technique. Sur le plan économique, elle permet :

- d'assurer une meilleure diffusion du progrès génétique en facilitant l'utilisation de l'insémination artificielle (IA) et le transfert d'embryon. En effet, les receveuses d'embryon sont généralement synchronisées avec des protocoles à base de progestagène,
- et d'améliorer la rentabilité de l'élevage. En effet, l'utilisation d'un traitement de synchronisation permet de grouper les vêlages à une période où le prix du lait est le plus élevé. De plus, en induisant les chaleurs chez les vaches non cyclées, ces traitements permettent de réduire la durée de l'anoestrus post-partum et donc diminuent l'intervalle vêlage-insémination fécondante [33].

Sur le plan technique, ces traitements de synchronisation permettent aux éleveurs de rationaliser leur temps de travail. Ils constituent une aide pour pratiquer une conduite d'élevage en bandes (groupage des IA, des vêlages, alimentation par ration complète...) et ils permettent de s'affranchir de la détection des chaleurs en inséminant à date fixe suite à la synchronisation [49]. Ce dernier point est un réel avantage pour les élevages où la détection des chaleurs pose problème, mais également pour les autres car c'est une activité très chronophage [42].

Les traitements de maîtrise du cycle sexuel s'appuient sur deux principes : le contrôle de la durée de vie du corps jaune et le contrôle de la croissance folliculaire [49]. La vache se trouvant en permanence en phase de croissance folliculaire, la réponse aux traitements va dépendre du stade de la vague folliculaire auquel elle se trouve au moment de la mise en place du traitement.

Les traitements de maîtrise des cycles utilisent différentes hormones seules ou associées. Ils permettent de synchroniser et parfois d'induire l'ovulation et d'inséminer sur chaleurs observées ou non [42]. Les différents traitements utilisés chez la vache sont :

- l'administration répétée de prostaglandine F2 α . Ce protocole (2 injections à 11-14 jours d'intervalle) ne contrôle que la fonction du corps jaune. Il n'est utilisable que chez des femelles cyclées. La synchronisation de l'ovulation est insuffisante pour réaliser une insémination unique à un moment déterminé, sans observation des chaleurs [49].
- l'association GnRH-PGF2 α . Elle est intéressante car elle combine une action à la fois sur la croissance folliculaire et sur le corps jaune. Mais les résultats sont médiocres pour les vaches non cyclées et les génisses [95].
- les traitements à base de progestagène ou de progestérone. Ce sont les plus efficaces sur les femelles non cyclées [49]. Ils permettent de synchroniser correctement la fonction folliculaire et la fonction lutéale. Cette double action est la clé de leur efficacité [16].

Etant donné notre sujet d'étude, nous ne nous intéresserons qu'aux protocoles utilisant des progestagènes.

A. Présentation des différents protocoles utilisant un implant de progestagène

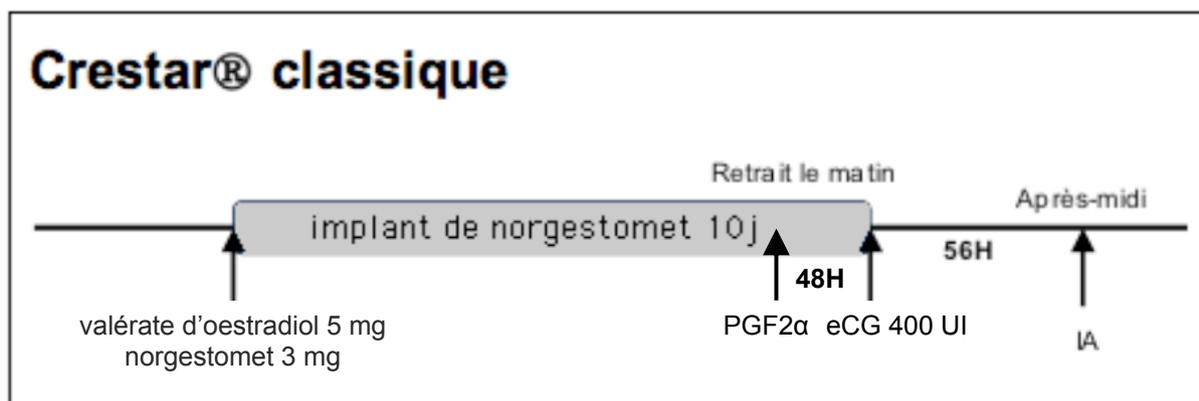
En 2006, avant l'interdiction des oestrogènes, deux dispositifs relarguant progressivement des progestagènes ou de la progestérone étaient disponibles en France : l'implant CRESTAR[®] (Intervet, Angers, 3 mg de norgestomet) et la spirale vaginale PRIDOESTROL[®] (CEVA, Libourne, 1,55 g de progestérone). Ces deux laboratoires ont aujourd'hui modifié leurs protocoles pour répondre à la réglementation et commercialisent chacun un nouveau dispositif : CRESTAR SO[®] pour Intervet et PRID[®] pour CEVA. Nous nous limiterons à l'étude du protocole CRESTAR[®] et de son remplaçant CRESTAR SO[®].

1. L'ancien protocole CRESTAR[®] : progestagène avec oestrogène

Sa commercialisation a été stoppée fin 2005, mais son utilisation était encore tolérée jusqu'en octobre 2006.

Le protocole : associe un implant sous-cutané de 3 mg de norgestomet (implant de polymécrylate d'une longueur de 18 mm et de 2 mm de diamètre), une injection intramusculaire de 5 mg de valérate d'oestradiol et une surcharge intramusculaire de 3 mg de norgestomet au moment de la pose de l'implant. Quarante-huit heures avant le retrait de l'implant, on réalise une injection intramusculaire de 15 mg de luprostiol (soit 2 mL de PROSOLVIN[®] : analogue de prostaglandine F2 α). L'implant est laissé en place pendant 9 à 11 jours. Le jour du retrait, on réalise une injection intramusculaire de 400 à 600 UI d'eCG (gonadotropine sérique, CHRONO-GEST[®] PMSG) aux vaches laitières mais pas aux génisses. L'insémination se fait à l'aveugle, 56 heures après le retrait de l'implant (ou à 48 et 72 heures après traitement) chez la vache et 48 heures après retrait chez la génisse, sans détection des chaleurs (figure 9).

Figure 9 : Protocole classique CRESTAR[®].

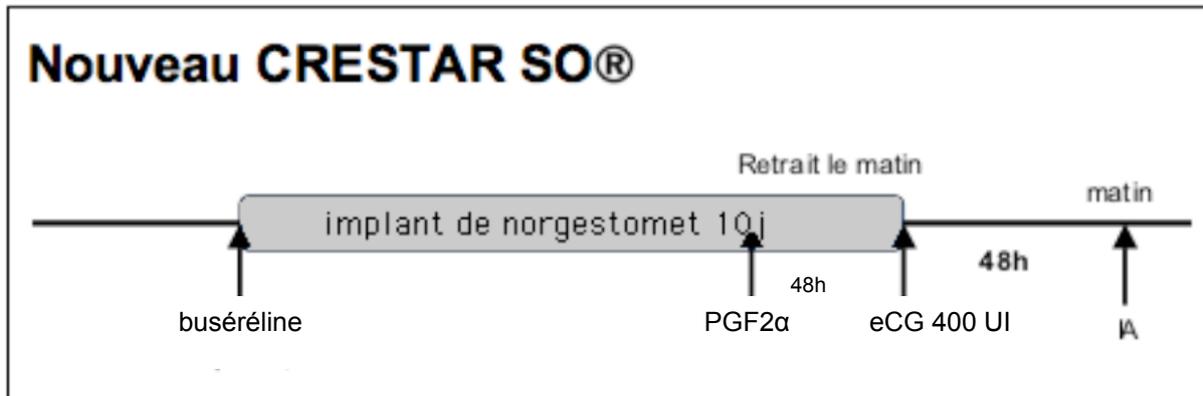


2. Le nouveau protocole CRESTAR SO[®] : progestagène sans oestrogène

Le protocole modifié associe un implant sous cutané de 3 mg de norgestomet et une injection intramusculaire de 10 μ g de busérelina (analogue de la GnRH ; 2,5 mL de RECEPTAL[®]) au moment de la pose de l'implant. Quarante-huit heures avant le retrait de l'implant, on réalise une injection de PROSOLVIN[®] (PGF2 α), 2 mL en intramusculaire. L'implant est laissé en place 9 à 11 jours. Le jour du retrait de l'implant, s'il s'agit de vaches

laitières, on réalise une injection intramusculaire de 400 UI à 600 UI d'eCG (gonadotropine sérique, CHRONO-GEST® PMSG). L'insémination a lieu 48 heures après le retrait de l'implant, sans détection des chaleurs (figure 10).

Figure 10 : Nouveau protocole CRESTAR SO®.



3. Modalités de la pose et du retrait des implants et inconvénients

La pose des implants s'effectue à l'aide d'un applicateur sur la face externe du pavillon auriculaire, après avoir nettoyé puis désinfecté la zone. Le retrait s'effectue en pressant la peau au lieu de l'implantation et en effectuant si nécessaire une petite incision au scalpel, après avoir repéré l'implant par palpation. La pose et le retrait nécessitent donc la manipulation des animaux [59] (figure 11).

Les pertes existent, mais elles sont faibles : de 0 à 5% selon les études, mais elles peuvent être beaucoup plus importantes si l'implant est posé à un endroit inadapté de l'oreille [59 ; 92]. Ainsi, Spitzer et al. (1978) constatent des pertes variant beaucoup en fonction de la localisation de l'implantation : de 5% si l'implant est posé à la base ou au milieu de l'oreille à 36% s'il est posé à l'extrémité de l'oreille [92]. Il peut parfois se développer une infection au lieu d'implantation. Pour la limiter, il convient de réaliser la pose de la manière la plus propre possible.

Figure 11 : Implant CRESTAR® et son applicateur.



B. Les principes actifs utilisés et leur mode d'action

1. Les progestagènes

- Présentation :

Les progestagènes sont des molécules de synthèse apparues dans les années cinquante. Il en existe de nombreuses formes aux voies d'administration diverses (orale, injectable, sous-cutanée, vaginale) [52]. Dans le cas des implants CRESTAR[®] et CRESTAR SO[®], il s'agit du norgestomet (17 α -acétoxy-11 β -méthyl-19-nor-preg-4-ene-3,20-dione) [92].

- Mode d'action :

La molécule libérée par l'implant étant un progestagène et non de la progestérone, la concentration plasmatique en progestérone naturelle chute suite à la pose de l'implant et garde un niveau faible [9]. Les progestagènes agissent comme un corps jaune artificiel. Ils inhibent le complexe hypothalamo-hypophysaire, empêchant toute décharge de FSH et de LH. L'ovulation et les chaleurs sont ainsi bloquées. Le follicule dominant de la vague en cours ne pouvant pas ovuler est voué à l'atrésie.

Lors du retrait du dispositif, la chute de la concentration en progestagène est rapide. Elle entraîne une levée de l'inhibition du complexe hypothalamo-hypophysaire. Les pulses de LH s'accroissent jusqu'à l'obtention du pic ovulatoire [70]. Un pic de FSH est également visible concomitant à celui de LH. Le jour du retrait de l'implant, la concentration de FSH passe de 60 à 150 ng/mL [9].

- Durée d'utilisation :

Dans un premier temps, on utilisait les implants sur de longues durées : 18 à 21 jours. Le pourcentage de chaleurs induites était très important et les oestrus très bien synchronisés [29]. Cependant le taux de fertilité était faible avec ce type de protocole car lors du retrait, le follicule dominant qui ovulait était présent depuis longtemps et l'ovocyte était trop âgé [16].

La durée de la pose de l'implant a été réduite (7 à 12 jours) grâce à l'ajout d'autres hormones. Cette diminution a permis une optimisation du taux de fertilité, mais le taux de chaleurs induites a baissé [92].

2. L'ajout d'oestrogènes

- Présentation :

Deux molécules étaient utilisées en France : le benzoate d'oestradiol (PRIDOESTROL[®]) et le valérate d'oestradiol (CRESTAR[®]). La demi-vie de l'oestradiol est très brève et donc les oestrogènes ne s'accumulent pas dans l'organisme. Leur estérification sous forme de benzoate ou de valérate a permis d'améliorer leur efficacité en augmentant leur durée de vie.

- Mode d'action :

Administrés en début de cycle, les oestrogènes ont une activité antilutéotrope : ils préviennent la synthèse endogène de progestérone et provoquent ainsi la disparition du corps jaune en début de formation. Administrés en présence d'un corps jaune fonctionnel, les oestrogènes ont une activité lutéolytique [49]. Ils permettent ainsi d'obtenir une concentration minimale de progestérone endogène au moment du retrait de l'implant : les conditions optimales sont alors réunies pour une libération efficace de LH [52]. Ils ont également une action sur les vagues folliculaires, en supprimant la production de FSH. La diminution de FSH et LH qui s'ensuit provoque l'atrésie des follicules FSH-dépendants et de l'éventuel follicule dominant, donc la disparition de la vague folliculaire en cours [40]. Puis l'émergence d'une nouvelle vague est induite lorsque la concentration en oestrogènes diminue [16].

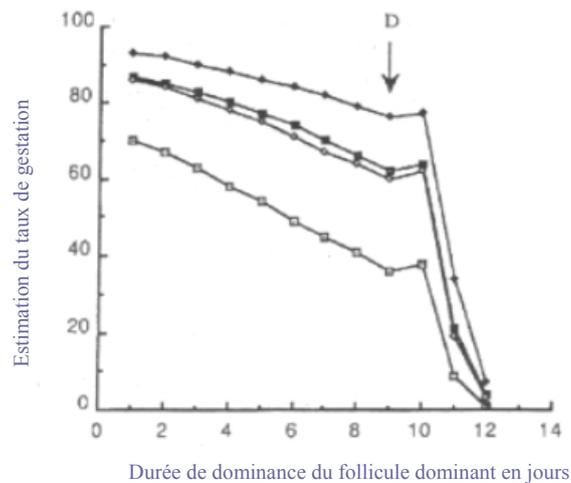
- Leur association aux progestagènes :

L'association des deux hormones agit à la fois sur la croissance folliculaire et la durée de vie du corps jaune [29]. Elle a ainsi permis de réduire la durée du traitement progestatif et d'améliorer la synchronisation et la fertilité à l'oestrus induit [35].

L'oestradiol bloque la sécrétion de FSH et l'action combinée du progestagène et de l'oestradiol bloque celle de LH. La diminution de FSH induit l'atrésie des follicules FSH-dépendants et celle de LH l'atrésie du follicule dominant [16]. Ainsi, la vague folliculaire en cours au moment de la mise en place du protocole dégénère et une nouvelle vague émerge au bout de 4 à 5 jours environ [25 ; 49]. L'implant étant laissé 9 à 11 jours, le nouveau follicule dominant est âgé d'environ 7 à 9 jours au moment de l'insémination. Cette durée de croissance folliculaire semble être optimale pour une fertilité maximale de l'ovocyte libéré [25]. En effet, des follicules dominants trop âgés conduisent à l'ovulation d'ovocytes subfertiles (figure 12). L'association permet également une bonne synchronisation des différents animaux, par son action sur les différents stades de la croissance folliculaire [49].

Le contrôle de la phase lutéale est réalisé par les oestrogènes grâce à leur activité antilutéotrope et lutéolytique. Cependant cette activité n'est pas efficace à 100 %. Si le traitement commence entre J0 et J4 du cycle, le corps jaune peut persister dans 14 à 85 % des cas. Ce pourcentage est inférieur à 20 % si le traitement commence entre J5 et J8 [49]. C'est pourquoi associer d'autres hormones, telles que les prostaglandines, peut améliorer la synchronisation des chaleurs et la fertilité des vaches cyclées en fin de traitement [28].

Figure 12 : Estimation du taux de gestation en fonction de la durée de dominance du follicule dominant pré-ovulatoire [6].



L'administration d'oestrogènes en début de traitement a été largement mise à profit dans les traitements de maîtrise des cycles pour améliorer la synchronisation des chaleurs et augmenter la fertilité à l'oestrus induit. L'interdiction de l'utilisation zootechnique des oestrogènes constitue une réelle difficulté pour la maîtrise des cycles [80].

3. L'ajout de GnRH

- Présentation :

La gonadolibérine est une hormone décapeptide synthétisée par les neurones de l'hypothalamus médo-basal. Sa libération est pulsatile. Il existe des récepteurs spécifiques à la GnRH sur l'hypophyse : leur excitation provoque une libération massive de FSH et de LH dans les deux heures suivant une injection de GnRH [24].

La buséréline, un agoniste de la GnRH, est capable de se lier fortement avec les récepteurs hypophysaires, d'où une inactivation enzymatique ralentie [26] : l'effet est plus durable et plus intense en comparaison avec la molécule naturelle. Chez la vache, la buséréline est 50 fois plus active que la molécule naturelle [26].

- Mode d'action :

La GnRH provoque une décharge brutale de LH qui agit comme un pic pré-ovulatoire normal, avec ovulation du follicule dominant, sa lutéinisation puis l'initialisation de la vague folliculaire suivante dans les deux jours [26 ; 95]. Elle stimule également la sécrétion de FSH et par son intermédiaire stimule la croissance folliculaire et favorise la synthèse de récepteurs à LH sur la membrane des cellules de la granulosa, eux-mêmes impliqués dans l'ovulation et la lutéinisation [64]. Elle entraîne donc la formation d'un corps jaune fonctionnel [24].

- Son association avec les progestagènes :

L'injection de GnRH permet l'ovulation de tous les follicules sensibles à la LH. On évite ainsi la persistance du follicule dominant éventuellement présent en début de traitement [24]. Dans l'ancien protocole CRESTAR[®], l'association des oestrogènes et des progestagènes était nécessaire pour faire régresser les gros follicules et faire démarrer une nouvelle vague folliculaire [24]. Ici, la buséréline seule provoque l'ovulation du follicule dominant et donc le démarrage d'une nouvelle vague, ce qui permet de synchroniser les vagues [49]. C'est le follicule de cette nouvelle vague qui ovulera. L'action lutéolytique des oestrogènes étant absente, le contrôle de la phase lutéale passe par l'utilisation de prostaglandines [42]. L'association GnRH-progestérone permet ainsi le contrôle de la phase folliculaire et de la phase lutéale.

4. L'ajout de prostaglandine F2 α

- Présentation :

On distingue la prostaglandine F2 α naturelle et les analogues de synthèse. La prostaglandine F2 α est naturellement synthétisée par l'utérus dans deux situations : à la fin du cycle oestral s'il n'y a pas eu de fécondation et aux alentours de la mise bas. Elle a une action lutéolytique et une action utérotonique en agissant sur les fibres musculaires lisses de l'utérus.

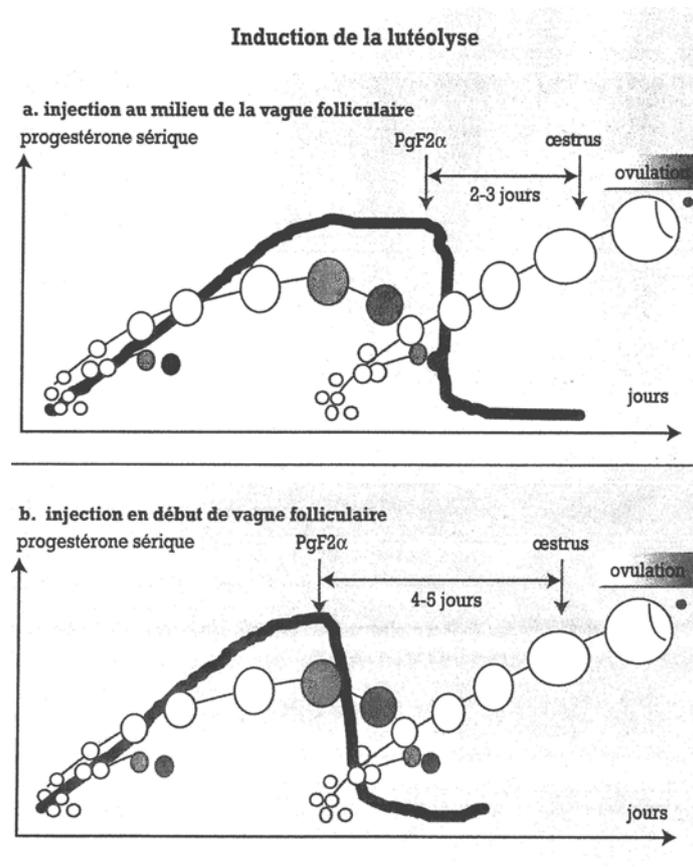
Dans les protocoles CRESTAR[®] et CRESTAR SO[®], on utilise un analogue de la prostaglandine F2 α : le luprostirol (PROSOLVIN[®]). Comme tous les analogues, il a un rôle essentiellement lutéolytique [40].

- Mode d'action :

La prostaglandine F2 α et ses analogues entraînent la lutéolyse du corps jaune présent et, de ce fait, entraînent la levée du rétrocontrôle négatif exercé par la progestérone sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Le follicule dominant de la vague en cours va ainsi ovuler. Le délai entre l'injection et l'ovulation est variable, il dépend du stade où se trouve le futur follicule dominant au moment de l'injection [40].

Toutefois l'action lutéolytique n'est pas avérée en début d'évolution du corps jaune. En effet ce dernier est sensible uniquement à partir du 5^{ème} jour du cycle [49] (figure 13).

Figure 13 : Délai d'apparition de l'oestrus après induction de la lutéolyse en fonction du stade de la vague folliculaire [40].



- Son utilisation dans les protocoles CRESTAR[®] et CRESTAR SO[®] :

Dans le protocole CRESTAR[®], l'utilisation de l'œstrogène permet de lyser ou d'empêcher le développement d'un éventuel corps jaune au début du traitement. Mais comme nous l'avons vu précédemment, cette action lutéolytique n'est pas efficace à 100%. C'est pourquoi il est préconisé d'injecter par voie intramusculaire 2 mL de PROSOLVIN[®] 48 heures avant le retrait de l'implant, afin de lyser un éventuel corps jaune (pas obligatoire pour les vaches non cyclées). De plus, l'action lutéolytique de l'oestradiol étant lente, il est nécessaire de maintenir l'implant pendant une durée assez longue (au moins 12 jours). L'injection de PGF2α permet de réduire le temps de pose [40].

Dans le protocole CRESTAR SO[®], la GnRH ne possédant pas les actions lutéolytique et antilutéotrope des œstrogènes, il est indispensable d'injecter une PGF2α 48 heures avant le retrait de l'implant pour contrôler la phase lutéale. Cette PGF2α permet 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. Dans ce nouveau protocole, l'implant ne doit pas être laissé en place moins de 9 jours car les prostaglandines risqueraient d'être injectées avant que le corps jaune y soit sensible [25].

5. L'ajout d'eCG

- Présentation :

L'eCG (equine Chorionic Gonadotropin) était autrefois appelée PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin). Elle provient du sérum de jument gravide et possède à la fois une action LH (qui favorise l'ovulation) et FSH (qui soutient la croissance folliculaire et la production folliculaire d'oestrogènes) [80].

- Utilisation dans les protocoles :

On l'utilise à la fin du traitement de progestagènes, chez les femelles non cyclées, compte tenu de la faible activité de leur axe hypothalamo-hypophysaire. L'eCG, en stimulant la croissance folliculaire et la sécrétion d'oestrogènes, augmente les chances d'obtenir une ovulation au moment souhaité [80]. La fertilité à l'oestrus induit en est donc augmentée. Il faut noter que l'utilisation préalable de progestagènes est indispensable pour provoquer l'ovulation lors d'anoestrus. Ils permettent le développement de récepteurs à LH et permettent d'assurer une fonction lutéale normale après ovulation [80]. Par contre, l'ajout d'eCG n'est pas indispensable si les animaux sont en majorité cyclés [59].

Les doses doivent être adaptées à l'état physiologique des animaux (cyclés ou non), de façon à ne pas provoquer de superovulation, responsable de gestation multiple non souhaitée chez les bovins [80]. La posologie dépend également de la parité et de la race (tableau 1) [37].

Tableau 1 : Posologie de l'eCG selon le type d'animal lors du protocole CRESTAR SO[®] [37].

Races et situation	Génisses	Vaches
Prim'Holstein et croisées	-	400 UI
Autres races laitières en stabulation entravée en hiver	-	400 UI
Autres races laitières dans les autres situations	-	300 UI
Dans toutes les races pour les vaches ayant eu des jumeaux ou les troupeaux ayant un taux élevé de jumeaux	-	300 UI
Races allaitantes dans toutes les situations	400 à 600 UI	400 à 700 UI

C. Résultats de l'ancien protocole

Parmi les paramètres répertoriés dans les études, nous en avons privilégié deux : le taux d'ovulation après traitement (ou taux d'oestrus) et le taux de gestation à l'oestrus induit. La diversité des protocoles à base d'un implant de progestagènes (ajout d'oestradiol, de GnRH, de prostaglandine F2 α , d'eCG) rend leur utilisation possible chez toutes les catégories d'animaux. Ils sont toutefois principalement utilisés et étudiés sur les bovins allaitants. En ce qui concerne les bovins laitiers, les études ont été principalement réalisées avec des dispositifs intravaginaux relargant de la progestérone (PRIDOESTROL[®] ou CIDR, dispositif non commercialisé en France) (tableau 2).

Tableau 2 : Taux d'oestrus et de gestation après l'utilisation d'implant de norgestomet sur des vaches allaitantes et laitières.

Traitement	Nombre d'animaux	Taux d'oestrus ou d'ovulation (%)	Taux de gestation (%)	Référence
Génisses allaitantes				
No+Vo, implant No 11 j, eCG 11 j, IA sur chaleurs ou 48 et 72 h	15	66,7	41,7	[59]
Vaches allaitantes				
No+Vo 0, implant No 9-10 j, eCG, IA 48 et 72 h	448	69,6	40,2	[45]
No+Vo 0, implant No 9-10 j, eCG, IA 48 et 72 h	428	88,7	50,7	[27]
No+Vo 0, implant No 9-10 j, eCG, IA 48 et 72 h	723	67,1	42,0	[56]
No+Vo, implant No 11 j, IA sur chaleurs ou 48 et 72 h	28	67,8	82,1	[59]
No+Vo, implant No 11 j, eCG 11 j, IA sur chaleurs ou 48 et 72 h	28	75,0	67,8	
No+Vo 0, Implant No 10 j, PG 8 j, eCG, IA 56 h	117		57,3	[75]
Génisses laitières				
No+Vo 0, implant No 9 j, IA 48 et 60 h	1010		59,6	[99]
No+Vo 0, implant No 9 j, IA 48 et 72 h	719		69,3	
No+Vo 0, implant No 10 j, IA 48 h	124		55,0	[33]
Vaches laitières				
No+Vo 0, implant No 9-10 j, PG 7-8 j, eCG, 1 IA à 54-56 h ou 2 IA 48 et 72h	609		57,3	[4]
No 0, implant No 9 j, PG 7 j	57		59,6	[2]
No 0, implant No 9 j, PG 7 j, eCG	55		65,4	
No+Vo 0, implant No 9 j, PG 7 j, eCG, IA 56 h	391		44,8	[33]
No+Vo 0, implant No 9 j, PG 8 j, IA sur chaleurs	118	81,0	39,0	[12]

Légende : No = norgestomet, Vo = valérate d'oestradiol, PG = prostaglandine, No+Vo 0, implant No 10 j, PG 8 j, eCG, IA 48 h = norgestomet + valérate d'oestradiol à J0, implant 10 jours, prostaglandines 2 jours avant le retrait, eCG au retrait, IA 48 h après retrait.

Les résultats du nouveau traitement CRESTAR SO[®] exposés dans notre étude expérimentale montreront s'il est aussi efficace que l'ancien traitement CRESTAR[®]. Ce nouveau protocole a obtenu une AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) pour les vaches et les génisses, laitières et allaitantes, cyclées et non cyclées. Quelques études ont déjà été réalisées pour comparer son efficacité à celle de l'ancien protocole chez des vaches allaitantes. Les résultats de ces études ne montrent pas de différence [13 ; 25].

D. Problématique de l'interdiction des oestrogènes

1. Cadre législatif

L'utilisation d'oestrogènes dans la thérapeutique des animaux de rente est désormais interdite. En effet, la Commission Européenne, suite à une évaluation des risques de certaines hormones, a considéré l'oestradiol 17 β comme cancérigène alors que l'Agence Européenne du médicament l'a classé parmi les substances dont les résidus éventuels sont totalement inoffensifs pour le consommateur [15].

La Commission Européenne a voté le 22 septembre 2003 la directive 2003/74/CE interdisant l'oestradiol 17 β et ses dérivés à partir du 14 octobre 2006. Cette directive a été retranscrite en décret par la France le 29 juillet 2004. A compter de cette date, il est interdit aux éleveurs et aux techniciens de détenir ou d'administrer les deux médicaments à base d'oestradiol disponibles en France. Seuls les vétérinaires pouvaient les prescrire et les administrer pendant la période transitoire c'est-à-dire jusqu'à leur interdiction totale [7]. Cette interdiction est définitive et totale depuis le 14 octobre 2006 (décret 2004-757 du 29 juillet 2004). Les deux laboratoires commercialisant les médicaments contenant des oestrogènes ont dû les retirer du marché et chercher de nouveaux protocoles pour les traitements de synchronisation des chaleurs.

2. L'efficacité des traitements à base de progestagènes est-elle la même avec ou sans oestradiol ?

La suppression de l'injection d'oestradiol, en début de traitement de synchronisation des chaleurs, risque d'entraîner une diminution de la fertilité à l'oestrus induit. Ryan et al. (1995) ont obtenu une moins bonne fertilité avec un traitement sans oestrogène par rapport à un traitement avec oestrogènes [85] (tableau 3). L'oestradiol permet un contrôle de la vague folliculaire par son action stimulante sur les sécrétions de FSH et LH. Sans son action, les vagues folliculaires ne sont pas synchronisées ce qui remet en question l'efficacité des traitements.

Les deux laboratoires ont chacun choisi une alternative différente [42] :

- l'utilisation des dispositifs de progestagène seul, avec une administration de prostaglandine vers ou à la fin du traitement. L'injection de prostaglandine en fin de traitement est indispensable pour lyser un corps jaune éventuellement présent. Mais une telle approche ne permet pas toujours de contrôler le renouvellement de la vague folliculaire. Si un gros follicule est présent au début du traitement, c'est lui qui ovulera, libérant un ovocyte « âgé » subfertile.
- combiner l'utilisation des progestagènes avec la GnRH. La GnRH en début de traitement permet de faire ovuler tous les follicules sensibles à la LH présents, ce qui synchronise les vagues folliculaires. L'injection de prostaglandine 48 heures avant le

retrait de l'implant permet de lyser le corps jaune éventuellement présent en début de traitement et les secondaires formés suite à l'injection de GnRH.

Le laboratoire Intervet a choisi cette alternative avec l'emploi de buséréline, analogue de la GnRH.

Tableau 3 : Comparaison de la fertilité à l'oestrus induit suite à différents protocoles de synchronisation des chaleurs à base d'un dispositif vaginal (CIDR) [85].

Traitement	Nombre d'animaux	Taux de gestation
CIDR 10 j, PG 10 j, IA sur chaleurs observées	522	46,6 ^a
Bo 0 j, CIDR 10 j, PG 10 j, IA sur chaleurs observées	520	60,5 ^b
GnRH 0 j, CIDR 10 j, PG 10 j, IA sur chaleurs observées	517	57,9 ^b

a vs b : P<0,05

Légende : CIDR = dispositif vaginal de progestérone, Bo = benzoate d'oestradiol, PG = prostaglandine,

Bo 0, CIDR 10 j, PG 10 j, IA sur chaleurs observées = benzoate d'oestradiol à J0, CIDR 10 jours, prostaglandine le jour du retrait, IA sur chaleurs observées.

3. Répercussion sur le prix du traitement

Le coût du nouveau protocole est bien plus élevé en raison de l'injection de RECEPTAL[®] [49]. Le prix d'achat central de l'ancien implant CRESTAR[®] et ses injectables (benzoate d'oestradiol, PROSOLVIN[®]) était de 10,10 euros contre 12,80 euros pour la nouvelle méthode CRESTAR SO[®] à savoir : l'implant CRESTAR[®], les doses de PROSOLVIN[®] et de RECEPTAL[®], soit une augmentation de 28% [23]. Ceci pourrait, dans un avenir proche être modifié, Intervet souhaitant proposer un pack comprenant l'implant et les injections nécessaires de prostaglandines et de buséréline : le prix pourrait baisser et ainsi être plus attractif.

III. Facteurs de variation de la fertilité à l'oestrus induit par les progestagènes

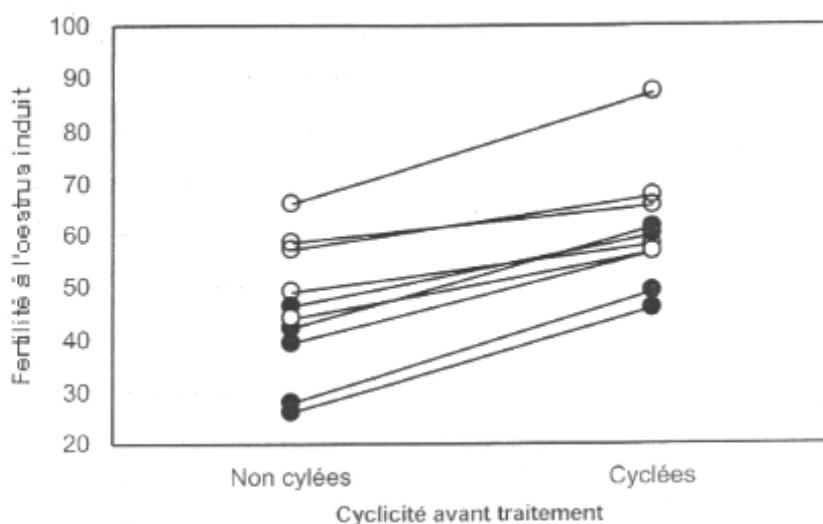
Les traitements de synchronisation des chaleurs sont très utilisés sur les femelles allaitantes, un peu moins sur les femelles laitières. Le taux de fertilité à l'oestrus induit varie beaucoup entre les élevages, mais également au sein d'un même élevage, d'un lot à l'autre ou d'une année sur l'autre [49 ; 73]. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette variabilité. Les protocoles de synchronisation eux-mêmes sont mis en cause : dose des produits, durée de pose des implants, utilisation éventuelle de prostaglandines... Nous ne parlerons pas ici de ces facteurs liés au traitement. Seuls ceux liés à l'animal ou à l'environnement seront traités.

A. Facteurs liés à l'animal

1. Cyclicité avant le traitement

Les traitements à base de progestagènes sont les traitements de choix pour induire ou synchroniser les chaleurs chez les vaches en anoestrus. Cependant, les vaches cyclées ont un taux de gestation plus élevé que celles en anoestrus avant traitement [2 ; 27; 44 ; 56 ; 67 ; 72 ; 85 ; 91] (figure 14).

Figure 14 : Fertilité à l'oestrus induit en fonction de la cyclicité avant traitement associant oestrogènes, progestagènes et eCG. Les traits relient les résultats obtenus au sein d'une même étude ([27], [44], [50], [56], [58], [62], [67], [83], [85] et [87] cités par Grimard (2003) [49]).



La différence observée sur le taux de gestation est liée à la plus faible réponse des vaches non cyclées en terme d'ovulation [53], mais également à la moins bonne fertilité des ovulations induites par rapport à celles synchronisées [28].



En pratique, il est indispensable de préciser le statut physiologique des animaux à traiter et de choisir en conséquence le protocole le mieux adapté, grâce, par exemple, à un examen gynécologique [49].

2. Stade du cycle en début de traitement

La fertilité varie en fonction du stade du cycle auquel le traitement progestatif est mis en place. L'initiation d'un tel traitement en fin de phase lutéale (après J11 [18] ou J14 [11]) entraîne une imprégnation progestéronémique trop longue, à l'origine d'une diminution de la fertilité. En effet, chez les vaches cyclées, le progestagène prend le relais du corps jaune naturel mais n'inhibe pas totalement la sécrétion de LH. Le follicule dominant devient persistant, ce qui nuit à la fertilité de l'ovocyte expulsé au moment de l'ovulation [49].

L'initiation du traitement en phase folliculaire, s'accompagne d'une injection de PGF2 α plutôt en début de phase lutéale. Or, dans ce cas, la fertilité est dégradée [10]. Ceci pourrait être associé aux plus faibles concentrations de progestérone en début de phase lutéale. Les concentrations élevées d'oestrogènes observées alors pourraient interférer avec la cascade des événements qui conduisent à l'établissement de la gestation (qualité de l'ovocyte, transport des gamètes, préparation de l'utérus), et réduire ainsi le taux de gestation [80].

Le stade du cycle reste toutefois difficilement maîtrisable en pratique dans les élevages. Lorsqu'on synchronise à l'aveugle un groupe d'animaux, c'est-à-dire sans connaître le stade du cycle oestral des femelles (repérable par la détection des chaleurs, un suivi échographique ou par des dosages réguliers de progestérone, éléments non réalisables en routine pour des raisons économiques et pratiques), certains animaux ne seront pas au moment optimal en début de traitement. Ceci explique que, quel que soit le type de traitement, les résultats de fertilité plafonnent [49].

3. Parité

Les génisses ont une fertilité à l'oestrus induit supérieure à celle des vaches [2]. Ceci s'explique surtout par le fait que presque la totalité des génisses sont cyclées au moment de la mise en place du traitement de synchronisation [80].

Les primipares ont en général une fertilité à l'oestrus induit inférieure à celle des multipares [2 ; 28 ; 42]. Leur taux de cyclicité avant traitement est souvent inférieur [49] à cause de conditions défavorables en période post-partum (effet cumulatif des besoins d'entretien, de croissance, de production et de reproduction, par rapport à une ingestion limitée), responsables d'un déficit énergétique important qui engendre un anoestrus post-partum plus long [40]. Cette relation entre le rang de vêlage et la fertilité à l'oestrus induit n'est toutefois pas toujours observée et dépend largement des conditions d'élevage, en particulier de la maîtrise de l'alimentation [80].

4. Race

Chez les vaches allaitantes, les traitements de synchronisation semblent être plus efficaces en race rustique qu'en race spécialisée [28]. En ce qui concerne les vaches laitières, des auteurs signalent une meilleure fertilité chez les Normandes que chez les Prim'Holsteins [17 ; 66]. Barbat et al. (2005) ont publié des taux de réussite moyen en 1^{ère} IA, avec ou sans

traitement de synchronisation, pour les trois principales races laitières : les Montbéliardes ont de meilleurs taux de réussite que les Normandes qui elles mêmes ont de meilleurs taux que les Prim'Holsteins [8].

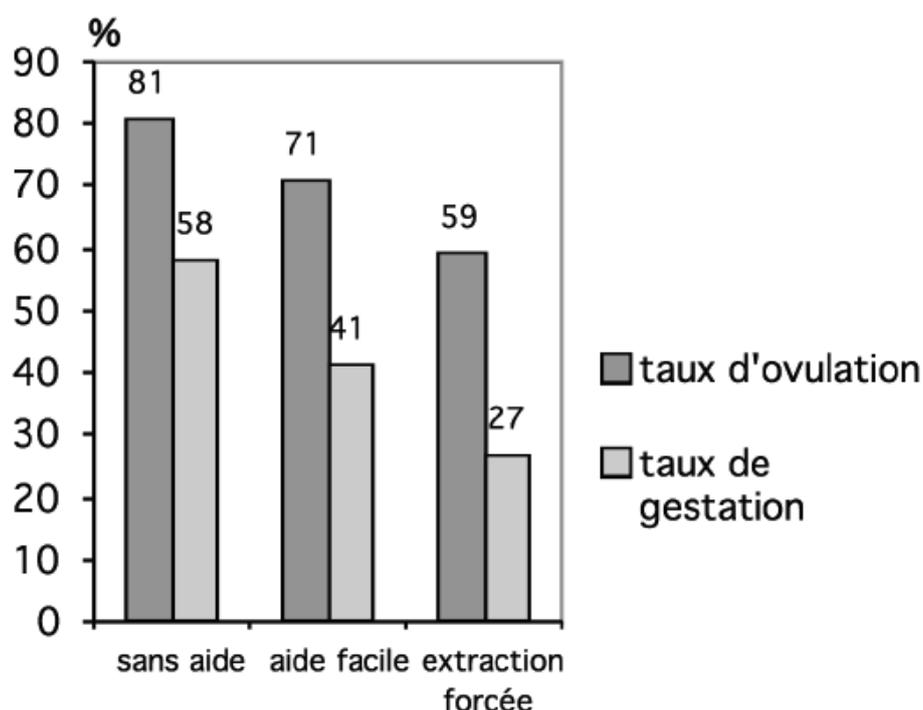
Toutefois, il est difficile de comparer les races entre elles, car il est impossible de dissocier les facteurs raciaux de ceux liés à l'environnement ou à la conduite d'élevage [47]. Ainsi pour les races laitières, il existe certainement une interaction avec d'autres facteurs tels que l'alimentation ou la production laitière.

5. Conditions du vêlage précédent

Les effets des conditions de vêlage précédent ont surtout été étudiés chez les vaches allaitantes [49]. Certains auteurs excluent les vaches ayant eu de gros problèmes (extraction forcée, césarienne) de leurs études [62]. L'impact de ces conditions difficiles n'est donc pas toujours objectivable. Lorsque ces effets sont mis en évidence, une assistance au vêlage, même légère, est associée à une diminution du taux de gestation par rapport à un vêlage sans aide [49] (figure 15). Mais ce sont surtout l'extraction forcée et la césarienne qui affectent le plus la fertilité (écarts de 15 à 30 points avec un vêlage sans aide) [56 ; 81].

Les mécanismes reliant la difficulté de vêlage et la fertilité sont actuellement inconnus, mais des hypothèses sont avancées. Cela peut s'expliquer par le fait que les vaches ayant eu un vêlage difficile ont un taux d'ovulation beaucoup plus faible que celles ayant vêlé seules, sans aide [45 ; 83]. On peut aussi penser que les vêlages difficiles entraînent une mauvaise involution utérine, des troubles infectieux qui sont associés à une mauvaise fertilité à l'IA. Dans la pratique, la connaissance des conditions de vêlage des animaux permettra d'identifier les animaux à risque [49].

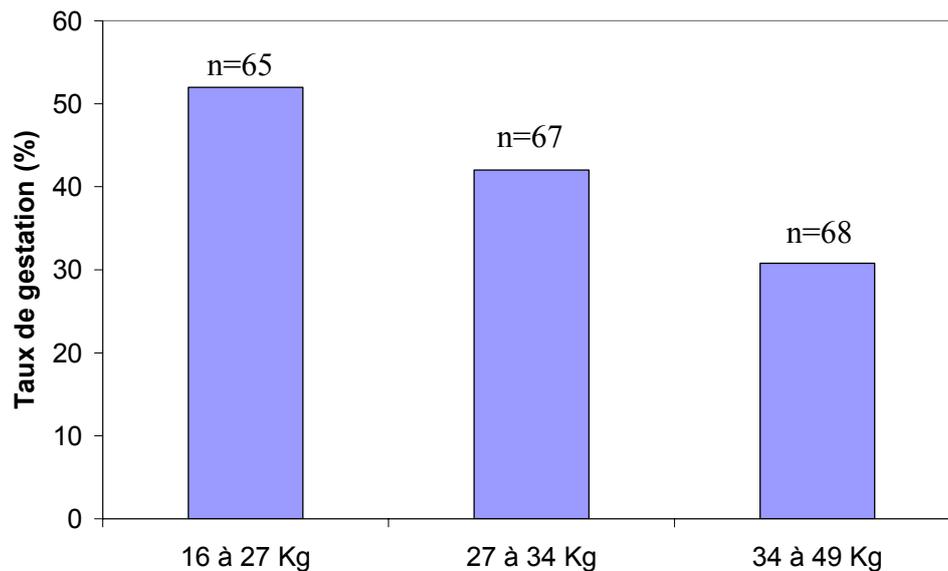
Figure 15 : Effet des conditions de vêlage sur le taux d'ovulation et le taux de gestation de primipares Charolaises [53].



6. Production laitière

L'influence de la production laitière sur la fertilité a souvent été étudiée [1 ; 30 ; 32 ; 61 ; 66 ; 85 ; 97]. Certains auteurs n'ont pas observé d'effet de cette production [1 ; 30 ; 85 ; 97]. Pour les autres, les vaches hautes productrices ont une fertilité inférieure aux plus faibles productrices [32 ; 61 ; 66] (figure 16).

Figure 16 : Taux de gestation de vaches laitières Prim'Holstein en fonction de leur production laitière au pic, $p < 0,05$ [66].



Les vaches hautes productrices ont des besoins énergétiques plus élevés que celles produisant moins. Le déficit énergétique qui suit le vêlage est de ce fait plus important, favorisant l'anoestrus post-partum et rallongeant le délai nécessaire au retour à une cyclicité normale.

B. Facteurs liés à la conduite de l'élevage

1. Intervalle vêlage-traitement

Le respect d'un intervalle minimum entre le vêlage et la mise à la reproduction est l'une des conditions de réussite des traitements de synchronisation des chaleurs. Il est conseillé de ne pas mettre à la reproduction les vaches laitières avant 45 à 50 jours, pour des raisons d'involution utérine et de reprise de cyclicité. Pour les vaches allaitantes, il est conseillé d'attendre plus longtemps car l'anoestrus post-partum est plus long en raison principalement de la présence du veau. Il faut attendre au moins 60 jours après le vêlage pour les multipares et 70 jours pour les primipares [48].

De nombreuses études ont montré qu'un allongement du délai entre le vêlage et le début du traitement conduit à une meilleure fertilité [2 ; 3 ; 27 ; 44 ; 56 ; 85] (figures 17 et 18). Ceci est d'autant plus vrai que les vaches sont plus sensibles au déficit énergétique en période de post-partum (primipares, hautes productrices) [80].

Figure 17 : Taux de gestation en fonction de l'intervalle entre le vêlage et le début d'un traitement de synchronisation chez des vaches laitières, $p < 0,05$. Adapté de Ryan et al. (1995) [85].

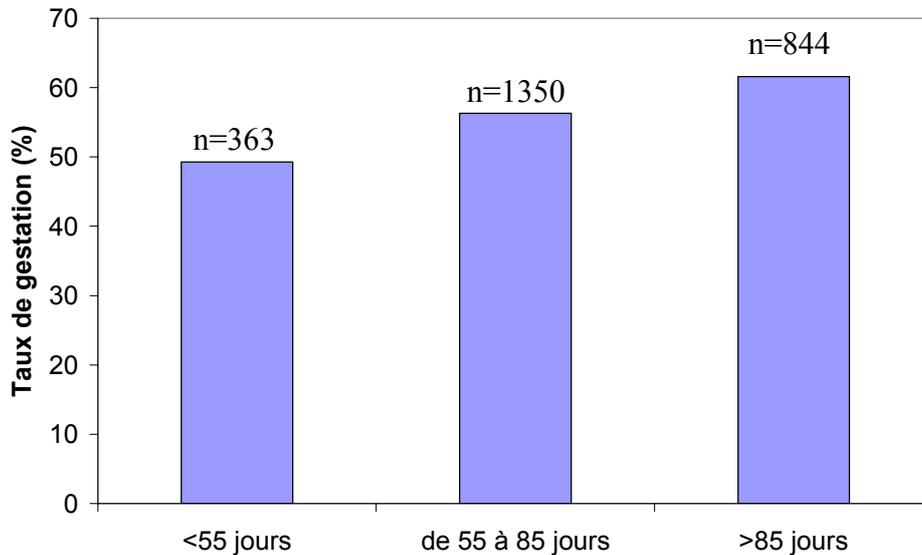
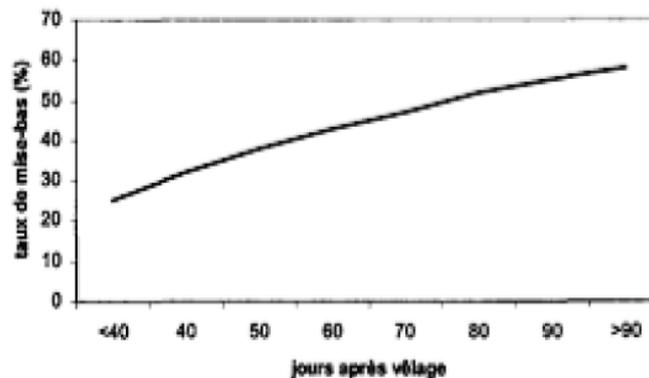


Figure 18 : Effet de l'intervalle vêlage traitement sur le taux de mise bas chez des vaches Charolaises [3].



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

2. Saison de vêlage

L'effet de la saison de vêlage est plus marqué chez les vaches allaitantes que chez les vaches laitières. En effet, pour les allaitantes, les meilleurs résultats de fertilité sont obtenus pour une mise à la reproduction à l'automne comparativement à l'hiver et au début du printemps [2 ; 28 ; 49].

Plusieurs hypothèses sont formulées pour expliquer cela [80] :

- la proportion de femelle cyclées est plus élevée en automne et est diminuée lors de la période de sous-alimentation hivernale,
- le stress de la mise à l'herbe au printemps pourrait entraîner une diminution de la fertilité.

Chez les vaches laitières, l'effet saison est moins évident. Une étude a rapporté un pourcentage de gestation cumulé après trois IA plus élevé chez les vaches inséminées en hiver comparativement à celles mises à la reproduction en été : 81% vs 56%, respectivement [5]. La diminution de la fertilité en été pourrait être associée à un stress thermique. Wolfenson et al. (2000) notent une fertilité inférieure de 20 à 30 points pendant la période de fortes chaleurs d'été par rapport à l'hiver [100].

Il est difficile de distinguer les effets de la conduite du troupeau (période de stabulation, détection des chaleurs, alimentation...) de ceux de la saison sur la fertilité du fait de leur superposition.

3. L'alimentation

L'alimentation est un facteur essentiel de la réussite des traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs, non seulement au moment de la mise à la reproduction, mais également tout au long du cycle de reproduction. On peut évaluer l'alimentation par le niveau alimentaire, c'est-à-dire la quantité d'énergie apportée par la ration, ainsi que par sa qualité.

a) Le niveau alimentaire

Le niveau alimentaire a une conséquence directe sur la croissance folliculaire. Un déficit énergétique trop important compromet le développement du follicule dominant et son ovulation [36]. Grimard et al. (1994) ont évalué l'effet d'un déficit énergétique sur le nombre et la taille des follicules de vaches Charolaises [46]. Cette expérience a été menée sur 19 vaches synchronisées par un implant de norgestomet, qui ont reçu une ration correspondant soit à 100% soit à 70% de leurs besoins, entre le vêlage et 80 jours post-partum. Les vaches sous-nourries ont plus de petits et moyens follicules (< 10 mm) par rapport à celles nourries en adéquation avec leurs besoins (tableau 4). Cette diminution de la taille du follicule dominant a une répercussion directe sur la fertilité : l'ovocyte libéré sera moins fertile [46].

Le niveau alimentaire est donc un facteur de risque d'infertilité. Il est possible de l'évaluer par l'intermédiaire de divers paramètres.

Tableau 4 : Influence du niveau alimentaire sur le nombre et la taille des follicules chez 19 vaches Charolaises synchronisées par des progestagènes [46].

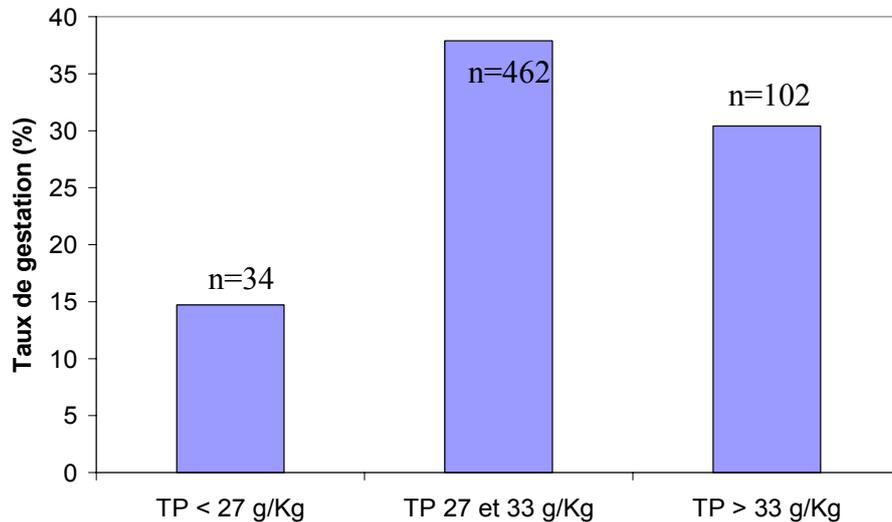
Niveau alimentaire	Nombre de follicules			Taille du plus gros follicule (mm)
	< 5 mm	≥ 5mm < 10mm	≥ 10 mm	
100% des besoins (n=10)	3,7 ± 0,3 ^a	4,6 ± 0,3 ^a	1,0 ± 0,1 ^c	11,2 ± 0,3 ^c
70% des besoins (n=9)	4,6 ± 0,3 ^b	5,8 ± 0,3 ^b	0,4 ± 0,1 ^d	8,8 ± 0,3 ^d

a vs b : p<0,05 ; c vs d : p<0,01

- Le taux protéique

Un taux protéique (TP) faible est associé à la fois à un déficit énergétique de la ration et à une baisse du taux de gestation [63 ; 74 ; 97] (figure 19).

Figure 19 : Variation du taux de gestation en fonction du TP moyen, $p < 0,05$ [97].



- La note d'état corporel

La note d'état permet de juger de l'importance du tissu adipeux sous-cutané, lui-même très bon indicateur de l'adiposité totale de l'animal. Cette estimation des réserves a l'avantage d'être peu coûteuse et rapide, mais elle est subjective. Par la note d'état, on cherche à apprécier l'importance des dépôts adipeux sous-cutanés présents à différents endroits de l'animal. La notation va de 0 (animal maigre) à 5 (animal gras) [57].

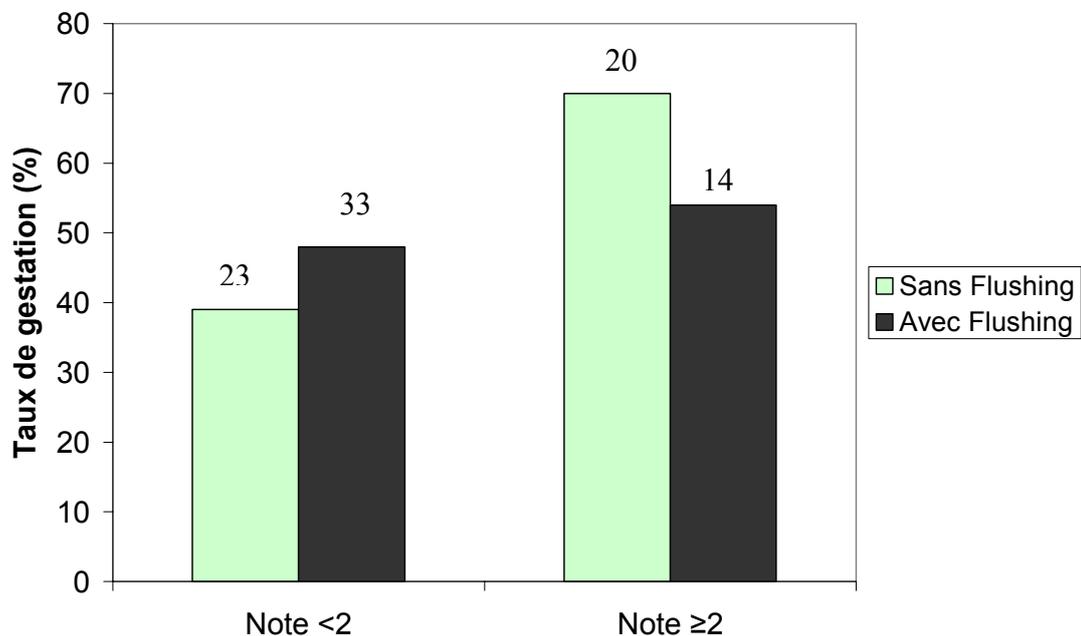
La note d'état corporel est associée à la fertilité des vaches. Les animaux dont la note est basse ont généralement un taux de gestation inférieur à ceux dont la note est plus élevée [34 ; 56 ; 85 ; 71 ; 95]. Pour Burke et al. (1996), il existe une corrélation positive entre la note d'état corporel et le taux de gestation : une augmentation de la note de 1 point est accompagnée d'une augmentation de 13% du taux de gestation [85]. C'est pourquoi il est recommandé de ne pas mettre à la reproduction des vaches dont la note est inférieure à 2,5 pour les multipares et à 3 pour les primipares [49].

La note d'état corporel est un bon indicateur du niveau alimentaire. Sa variation entre le vêlage et le début du traitement apporte une meilleure indication sur le déficit énergétique qu'a subi l'animal. Une perte de plus de 0,5 point entre le vêlage et le traitement s'accompagne d'une diminution du taux de gestation de 6 points [44]. En fait, le statut énergétique au moment de la mise à la reproduction est plus important que la note d'état elle-même. Si la balance énergétique devient positive, la fertilité est augmentée, même si la note d'état corporel est médiocre [80].

b) Le flushing

Le flushing consiste en l'apport de 2 UF (unité fourragère) supplémentaires par jour (par des céréales ou un fourrage de bonne qualité), afin de faire une suralimentation énergétique temporaire. Cet apport débute 10 jours avant la mise en place des traitements de synchronisation et se poursuit durant les 2 à 3 semaines qui suivent l'insémination [48]. Le flushing a un effet positif sur la croissance folliculaire et améliore la fertilité à l'oestrus induit (peut-être en diminuant la mortalité embryonnaire) [49]. Cet effet bénéfique aurait lieu uniquement sur les vaches maigres lors de la mise en place du traitement (note d'état < 2). Il semblerait même réduire la fertilité sur les animaux en bon état (note ≥ 2) [58] (figure 20).

Figure 20 : Interaction entre le flushing et la note d'état à la pose du traitement à base de progestagènes sur le taux de gestation de 184 vaches Charolaises, $p < 0,05$ [58].



c) La qualité de la ration

- Quantité de protéines dans la ration

Dans les conditions expérimentales, un excès important d'azote soluble dans la ration entraîne une diminution de la fertilité chez la génisse et la vache laitière [20]. Ceci s'expliquerait par une diminution du pH utérin, une diminution de la production de progestérone et une diminution de la qualité des embryons conduisant à une augmentation de la mortalité embryonnaire [39]. Ces excès d'azote soluble sont rarement recherchés lors d'enquêtes sur la synchronisation des vaches, mais ils sont évoqués pour expliquer la diminution du taux de fertilité [87]. Cependant, pour Butler et al. (1998), la diminution de la fertilité est associée à un taux d'azote soluble supérieur à 0,4 g/L [20]. Or cette valeur très élevée ne peut être rencontrée que dans de très rares cas (consommation excessive d'urée ou d'ensilage) [49].

- Equilibre de la ration

Une ration déséquilibrée peut notamment se caractériser par une situation d'acidose. Or cette dernière peut entraîner de l'infertilité. En effet, une correction des rations acidosiques amène généralement une meilleure fertilité [96]. La baisse du taux butyreux (TB) du lait, ainsi que l'inversion du rapport du taux TP/TB, sont des indicateurs d'acidose. Ces deux critères apparaissent ainsi comme des indicateurs potentiels de baisse de fertilité à l'oestrus induit.

C. Interaction entre les différents facteurs

Les facteurs de variation de la réussite des traitements de synchronisation ne sont pas indépendants : il existe de nombreuses interactions entre eux. Par exemple, pour Humblot et Grimard (1993), l'effet « difficultés de vêlage » (extraction forcée et césarienne) est plus marqué chez les primipares en mauvais état corporel (taux de gestation de 16% pour les vaches ayant une note de 1,5 à 2) que chez les primipares en bon état corporel (taux de gestation de 55% pour les vaches ayant une note de 3 ou plus) [54].

Ces facteurs de variation sont de plus cumulatifs. Ce sont souvent les mêmes animaux qui cumulent plusieurs facteurs de risque : une primipare a souvent un vêlage plus difficile qu'une multipare, elle est souvent plus maigre et moins souvent cyclée à la mise à la reproduction. C'est donc chez ces catégories d'animaux à risque qu'il faut être particulièrement vigilant lors de la mise en œuvre de synchronisation des chaleurs. Soit on se place dans un cadre zootechnique et on les écarte des traitements, soit dans un cadre thérapeutique, auquel cas, il ne faut pas hésiter à retarder la synchronisation (allongement de l'intervalle vêlage-début du traitement), à pratiquer un flushing chez les animaux maigres, à utiliser de l'eCG pour les animaux non cyclés [49].

D. Recommandations

Le tableau 5 présente la liste des facteurs de risque et des facteurs bénéfiques.

Tableau 5 : Facteurs de variation de la réussite des traitements de maîtrise des cycles.

Facteurs de risque	Facteurs positifs
<ul style="list-style-type: none"> - Absence de cyclicité en début de traitement - Vache primipare - Conditions du vêlage précédent difficiles - Ration insuffisante - Note d'état corporel < 2,5 - Intervalle vêlage-traitement < 50 j - Production laitière élevée - TP, TB bas et rapport TP/TB>1 	<ul style="list-style-type: none"> - Cyclicité avant traitement - Vache multipare - Vêlage facile sans aide - Ration satisfaisant les besoins énergétiques - Note d'état corporel > 2,5 - Intervalle vêlage-traitement > 50 j - Flushing sur les animaux maigres

Une étude expérimentale a donc été conduite pour comparer l'ancien et le nouveau traitement en prenant en compte les effets de ces différents facteurs.

CHAPITRE 2 :

ETUDE EXPERIMENTALE

Suite à l'interdiction des oestrogènes, le laboratoire Intervet a été dans l'obligation de modifier son traitement de maîtrise des cycles utilisant de l'oestradiol. L'objectif de cette étude était de comparer la qualité de la synchronisation des chaleurs (sur la base d'un dosage de progestérone le jour de l'IA) et la fertilité à l'oestrus induit obtenues après traitement d'induction et de synchronisation des chaleurs classique CRESTAR[®], à celles obtenues avec un nouveau protocole CRESTAR SO[®] (sans oestradiol mais avec de la buséréline) chez les vaches laitières.

I. Matériel et méthodes

A. Animaux

1. Critères de recrutement

Des vaches des 3 races laitières les plus fréquentes en France (Prim'Holstein, Montbéliarde et Normande) ont été recrutées dans des élevages laitiers par les inséminateurs de trois coopératives d'insémination : AGIRE (zone Normandie, départements du Calvados (14), de la Manche (50) et de l'Ille et Vilaine (35)), CEIA du Doubs (zone nord-est de la France, départements du Doubs (25) et territoire de Belfort (90)) et URCEO (zone ouest de la France, département de l'Ille et Vilaine (35)). Les élevages devaient proposer des lots d'au moins 8 animaux à synchroniser le même jour.

Les vaches incluses dans les protocoles ne devaient pas encore avoir été mises à la reproduction depuis leur dernier vêlage.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- vaches ayant eu des jumeaux, une césarienne ou présentant une métrite le jour de la visite,
- vaches à moins de 50 jours et à plus de 150 jours du vêlage le jour de la pose de l'implant.

2. Critères d'appariement

Dans chaque élevage, les vaches ont été appariées selon les critères suivants : la parité (primipare ou multipare), la date de vêlage et, si possible, la note d'état corporel (NEC) le jour de la visite. L'objectif était d'avoir deux fois plus de multipares que de primipares. Les vaches de chaque paire étaient aléatoirement assignées à l'un des deux traitements (décrits plus loin) par l'inséminateur.

3. Données recueillies

Les données suivantes ont été recueillies pour chaque animal par l'inséminateur directement auprès de l'éleveur ou par l'intermédiaire de logiciels du suivi d'élevage qui mettent en relation les données du contrôle laitier, de la coopérative d'insémination et du GDS (groupement de défense sanitaire). Elles ont été consignées sur une fiche :

- Lot : CRESTAR[®] (C) vs protocole expérimental CRESTAR SO[®] (E)
- Race : Prim'Holstein, Montbéliarde, Normande
- Date du vêlage précédent le traitement
- Rang de vêlage (ou parité)
- Conditions de vêlage (1 = sans aide, 2 = aide facile, 3 = extraction forcée)
- Note d'état corporel à la pose (note de 0 à 5, Institut de l'élevage [57])
- Production laitière lors du contrôle laitier le plus proche de l'IA
- TB lors du contrôle laitier le plus proche de l'IA
- TP lors du contrôle laitier le plus proche de l'IA
- Date de pose de l'implant
- Date de l'injection de la prostaglandine
- Date de retrait de l'implant
- Date de l'IA
- Date d'un éventuel retour en chaleur (le premier uniquement)

B. Evaluation de la cyclicité avant traitement

Les vaches ont fait l'objet de deux prélèvements de sang : 10 jours avant (PS1) et le jour de la pose de l'implant (PS2) pour dosage de la progestérone. Ils ont été envoyés le jour même par colissimo à l'UNCEIA (Union Nationale des Coopératives Agricoles d'Élevage et d'Insémination Animale). Les dosages ont été réalisés par immuno-enzymologie (OVUCHECK[®], EUROBIO, Les Ulis, France).

La cyclicité a été définie comme suit [54 ; 78] :

- Si Prog1 (progestéronémie à PS1) ou Prog2 ≥ 1.5 ng/mL, la vache était cyclée.
- Si Prog1 et Prog2 < 1.5 ng/mL, la vache était non cyclée.
- Si au moins une des deux progestérones était inconnue, la cyclicité était inconnue.

La phase du cycle à la pose a été définie, pour les vaches cyclées uniquement (exclusion des vaches non cyclées des analyses par rapport à cette variable), de la façon suivante :

- Si Prog2 ≥ 1.5 ng/mL, la vache était en phase lutéale.
- Si Prog2 < 1.5 ng/mL, la vache était en phase folliculaire.
- Si Prog2 inconnue, la phase était inconnue.

Dans un deuxième temps, la phase lutéale a été subdivisée en 2 périodes selon le résultat de la 1^{ère} prise de sang :

- Si Prog1 < 1.5 ng/mL, début de phase lutéale lors de la pose de l'implant.
- Si Prog1 ≥ 1.5 ng/mL, fin de phase lutéale lors de la pose de l'implant.

C. Traitements

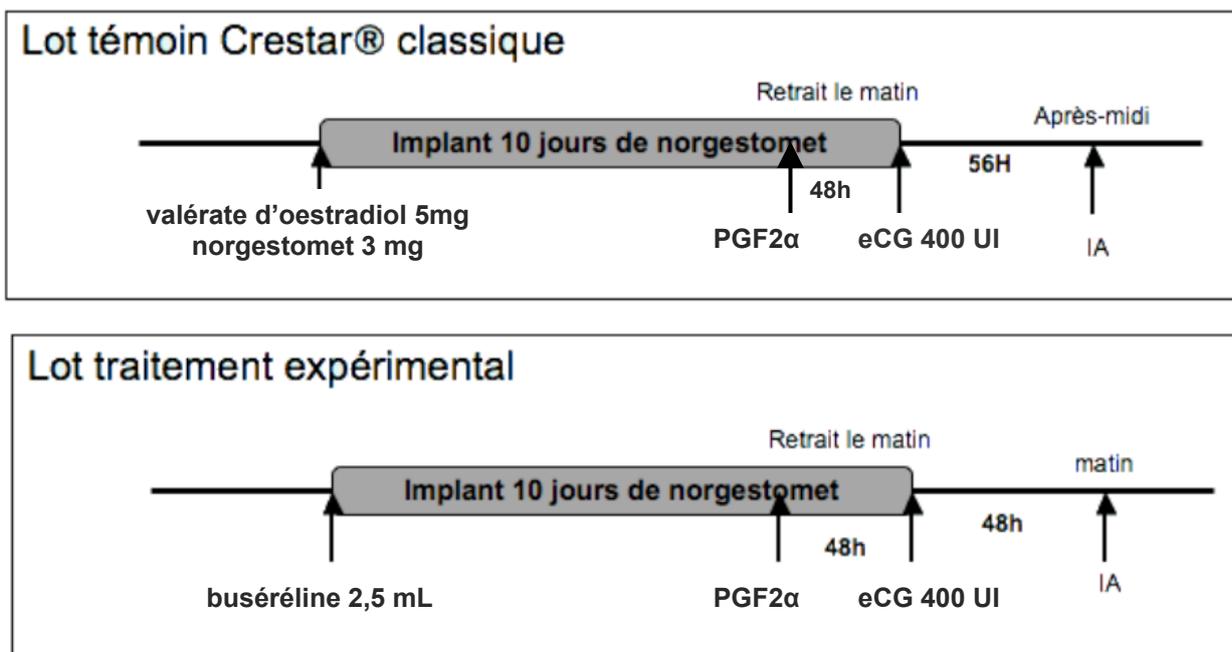
Le lot témoin C a reçu le traitement CRESTAR[®] classique (figure 21) :

- injection intramusculaire de valérate d'oestradiol et de norgestomet à la pose,
- implant CRESTAR[®] 9 à 10 jours,
- injection de prostaglandine 48 heures avant retrait (2 ml de PROSOLVIN[®]),
- retrait + injection d'eCG (400 UI) le matin,
- insémination 56 heures après retrait, l'après-midi.

Le lot expérimental E a reçu le traitement CRESTAR[®] SO suivant (figure 21) :

- injection intramusculaire de buséréline (2.5 ml de RECEPTAL[®]),
- implant CRESTAR[®] 9 à 10 jours,
- injection de prostaglandine 48 heures avant retrait (2 ml de PROSOLVIN[®]),
- retrait + injection d'eCG (400 UI) le matin,
- insémination 48 heures après retrait, le matin.

Figure 21 : Traitements classique CRESTAR[®] et expérimental CRESTAR SO[®].



D. Evaluation de la synchronisation des chaleurs

Une prise de sang pour dosage de la progestérone a été réalisée le jour de l'IA (PS3). Comme les précédentes, elles ont été traitées par l'UNCEIA dans les mêmes conditions.

La synchronisation a été définie ainsi :

- Si Prog3 \geq 1.5 ng/mL, la vache n'était pas synchronisée.
- Si Prog3 < 1.5 ng/mL, la vache était synchronisée.
- Si Prog3 inconnue, la synchronisation est inconnue.
- Si le délai entre le retrait de l'implant et la Prog3 était supérieur à 2 jours, la donnée n'était pas exploitée, donc la synchronisation était inconnue.

E. Evaluation de la fertilité à l'oestrus induit

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

F. Analyse statistique des données

1. Traitement des données

Dans un premier temps, les intervalles suivants ont été calculés afin de vérifier la cohérence des données et le respect du protocole :

- intervalle vêlage – pose,
- intervalle pose – retrait,
- intervalle PGF2 α – retrait,
- intervalle retrait – échographie,

La comparabilité des deux lots a été vérifiée sur les variables race, coopérative, rang de vêlage, condition de vêlage, intervalle vêlage-pose, note à la pose, phase du cycle, production laitière, TP, TB, rapport TP/TB.

Les variables qui ont été prises en compte dans l'analyse sont présentées dans le tableau suivant. Certaines variables ont été mises en classes pour limiter le nombre de valeurs possibles pour la variable, en tenant compte des effectifs par classe.

Variabes prises en compte dans l'analyse statistique :

- Lot : C pour le lot témoin et E pour le lot expérimental.
- Coopérative.
- Race.
- Parité : primipares et multipares.
- Condition de vêlage en 3 classes : sans aide, aide facile, extraction forcée.
- Condition de vêlage en 2 classes : sans aide, avec aide.
- Note d'état corporel à la pose en classes (<2,5 ; =2,5 ; >2,5).
- Intervalle vêlage-pose de l'implant en 2 classes (50 à 90 j ; >90j).
- Cyclicité avant traitement.
- Phase du cycle à la pose.
- Synchronisation.
- Gestation par échographie.
- Mortalité embryonnaire précoce ou non fécondation.
- Mortalité embryonnaire tardive.
- Production laitière à l'IA (forte productrice, plus faible productrice).
- Taux protéique à l'IA (faible TP ; TP supérieur).
- Taux butyreux à l'IA (faible TB ; TB supérieur).
- Rapport TP/TB (rapport inversé >1; rapport normal ≤ 1).

En ce qui concerne les conditions du vêlage précédent, l'effectif des vaches avec extraction forcée a été insuffisant (n=1). Pour la suite de l'étude, nous avons choisi d'abandonner la mise en 3 classes de cette variable et de la traiter en deux classes : sans aide ou avec aide.

Une analyse sur les données de production laitière à l'IA, a préalablement été réalisée (répartition, médiane, quartiles) en fonction de la parité et de la race.

Nous avons voulu distinguer :

- Pour la production laitière : les fortes productrices (classe appelée : niveau haut) vs les plus faibles (appelée : niveau bas).
- Pour les taux TB et TP : les plus faibles taux (classes appelées : niveau bas) vs des taux supérieurs (classes appelées : niveau haut).
- Pour le rapport TP/TB : un rapport supérieur à 1 vs un rapport inférieur ou égal à 1.

La mise en classe est récapitulée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Mise en classe des données de production laitière à l'IA en fonction des races et de la parité.

	Paramètre	PL (kg/j)	TP (g/L)	TB (g/L)
	Classe	Niveau haut	Niveau bas	Niveau bas
Montbéliardes	primipare	≥ 25	≤ 30	≤ 33
	multipare	≥ 31		
Normandes	primipare	≥ 24	≤ 30	≤ 33
	multipare	≥ 29		
Prim'Holstein	primipare	≥ 30	≤ 28	≤ 33
	multipare	≥ 39		

Nous avons préalablement effectué un test de comparaison des moyennes à l'aide du test de Student. Les moyennes des différentes classes de PL, TP et TB sont significativement différentes (tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison des moyennes des différentes classes des paramètres de production.

		Moyenne	Ecart type	p
PL (kg/j)	Niveau haut	33,8	5,9	<0,01
	Niveau bas	24,1	5,1	
TP (g/L)	Niveau bas	27,6	3,9	<0,01
	Niveau haut	32,7	2,3	
TB (g/L)	Niveau bas	29,4	4,7	<0,01
	Niveau haut	39,6	4,8	

2. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec les logiciels SAS [88] et EGRET [38].

Dans un premier temps, une analyse descriptive des données a été réalisée. La comparaison des deux lots a été effectuée en utilisant le test du Chi 2 pour les variables qualitatives et le test T de Student pour les variables quantitatives.

Une analyse univariée des facteurs susceptibles d'avoir un effet sur la fertilité (race, parité, conditions de vêlage, note d'état corporel, cyclicité avant traitement, phase du cycle au début du traitement, résultats laitiers) a été réalisée. Ensuite, nous avons évalué l'effet de chaque facteur pris individuellement sur le taux de gestation à l'aide du logiciel SAS.

Puis, les interactions entre le lot et les facteurs potentiels de variation sur le taux de gestation ont été évaluées par le test de Breslow Day, toujours avec le logiciel SAS.

Tous les facteurs ayant un effet significatif au seuil de 10% à l'issue de l'analyse univariée ont été par la suite introduits dans des modèles multivariés de régression logistique avec le logiciel EGRET. Dans ces modèles, l'effet élevage a été considéré comme un effet aléatoire et l'effet du lot a été forcé dans tous les modèles.

II. Résultats

A. Description de l'échantillon

Au total, 424 vaches ont été recrutées par les inséminateurs, réparties dans 42 élevages différents. Mais après vérification de la cohérence des données et du calcul des différents intervalles, 97 vaches ont dû être éliminées. L'analyse a donc porté sur 327 vaches issues de 38 élevages (134 Montbéliardes, 99 Normandes et 94 Prim'Holsteins) qui respectaient les critères d'inclusion et d'exclusion, à savoir :

- Intervalle vêlage - pose compris entre 50 et 150 jours.
- Intervalle pose - retrait compris entre 9 et 11 jours avec 48 heures de délai entre la prostaglandine et le retrait.
- Données de cyclicité et de gestation exploitables.

Les lots CRESTAR[®] et CRESTAR SO[®] ont été composés respectivement de 159 et 168 vaches. La date médiane de pose a eu lieu le 11/06/04 pour les 2 lots, variant entre le 17/04/04 et le 7/02/05. La date médiane des vêlages a eu lieu le 30/03/04 pour le lot C (du 08/01/02 au 28/12/04) et le 08/04/04 pour le lot E (du 08/06/03 au 27/12/04).

B. Comparabilité des lots

Le tableau 8 montre que les lots témoin et expérimental sont comparables pour la plupart des variables. Cependant, malgré l'appariement des femelles sur la note d'état (entre autres facteurs), les femelles du lot témoin étaient en moyenne plus maigres que celles du lot expérimental (note moyenne de $2,52 \pm 0,05$ pour le lot CRESTAR[®] contre $2,70 \pm 0,05$ pour le lot CRESTAR SO[®]).

Tableau 8 : Répartition et comparaison des effectifs entre les lots CRESTAR[®] (lot C) et expérimental CRESTAR SO[®] (lot E).

VARIABLE		LOT C	LOT E	TOTAL	p
TOTAL		159	168	327	
Coopérative	AGIRE	71	74	145	0,83
	CIA25	63	71	134	
	URCEO	25	23	48	
Race	Montbéliarde	63	71	134	0,57
	Normande	46	53	99	
	Prim'Holstein	50	44	94	
Rang de vêlage	Primipare	51	58	109	0,64
	Multipare	107	109	216	
Condition de vêlage	Sans aide	97	117	214	0,11
	Aide facile	56	46	102	
Intervalle vêlage -pose	50 - 90 j	126	133	259	0,98
	>90 j	33	35	68	
Note à la pose	<2.5	67	50	117	<0,05
	2.5	16	21	37	
	>2.5	62	83	145	
Taux de cyclicité avant traitement		86,8%	89,3%	88,0%	0,49
Phase du cycle	Phase folliculaire	36	50	86	0,40
	Début phase lutéale	61	61	122	
	Fin phase lutéale	39	37	76	
Production laitière	Niveau haut*	37	44	81	0,54
	Niveau bas*	120	122	242	
TP	Niveau bas*	25	20	45	0,32
	Niveau haut *	133	147	280	
TB	Niveau bas*	31	31	62	0,79
	Niveau haut *	126	136	262	
TP/TB	≤ 1	140	144	284	0,42
	> 1	17	23	40	

(* : Voir tableau 6 pour les valeurs des classes correspondantes)

C. Taux de synchronisation et taux de gestation

Le taux de synchronisation a été très élevé (96,7% des femelles). Cependant, le taux de gestation à 45 jours était beaucoup plus faible (<50%). Aucune différence n'a été observée entre les deux lots de traitement (tableau 9).

Tableau 9 : Taux de synchronisation après traitement

	LOT C	LOT E	TOTAL	P
Taux de synchronisation % (n)	96,0% (148)	97,2% (155)	96,7% (303)	0,47
Taux de gestation % (n)	45,9% (73)	43,5% (73)	44,7% (146)	0,65

D. Facteurs influençant le taux de gestation

L'analyse univariée a mis en évidence plusieurs facteurs associés à des variations du taux de gestation (tableau 10).

Tableau 10 : Taux de gestation selon les facteurs de variation potentiels.

Variables		Gestante		Total	P
		Nb	%	Nb	
Coopérative	AGIRE	76	52,4	145	<0,05
	CIA 25	55	41,0	134	
	URCEO	15	31,3	48	
Race	Montbéliarde	55	41,0	134	<0,01
	Normande	58	58,6	99	
	Prim'Holstein	33	35,1	94	
Rang de vêlage	Primipare	50	45,9	109	0,81
	Multipare	96	44,4	216	
Condition de vêlage	Sans aide	104	48,6	214	0,08
	Avec aide	39	38,2	102	
Intervalle vêlage pose	50 à 90 jours	113	43,6	259	0,47
	Plus de 90 jours	33	48,5	68	
Note à la pose	<2.5	43	36,8	117	<0,05
	2.5	15	40,5	37	
	>2.5	76	52,4	145	
Cyclicité avant traitement	Oui	135	46,9	288	<0,05
	Non	11	28,2	39	
Phase du cycle 2	Folliculaire	33	38,4	86	<0,05
	Début phase lutéale	67	54,9	122	
	Fin phase lutéale	33	43,4	76	
Synchronisation après traitement	Oui	137	46,8	293	0,36
	Non	3	30,0	10	
Production laitière	Niveau haut*	32	39,5	81	0,26
	Niveau bas*	113	46,7	242	
TP	Niveau bas*	21	46,7	45	0,77
	Niveau haut *	124	44,3	280	
TB	Niveau bas*	30	48,4	62	0,49
	Niveau haut *	114	43,5	262	
TP/TB	≤ 1	123	43,3	284	0,27
	> 1	21	52,5	40	

(* : Voir tableau 6 pour les valeurs des classes correspondantes)

- La race :

Les taux de gestation ont été significativement différents entre les races ($p < 0,01$). Les Normandes ont obtenu le meilleur taux de gestation (58,6%) et les Prim'Holsteins le moins bon (35,1%).

- La coopérative :

Les taux de gestation ont été significativement différents entre les coopératives ($p < 0,05$). Le meilleur taux de gestation a été obtenu dans la zone d'AGIRE (52,4%) et le moins bon dans la zone de l'URCEO (31,3%).

- Les conditions de vêlage :

Les femelles ayant eu une assistance au vêlage ont eu un taux de gestation qui tendait à être plus faible que celui des femelles sans aide (respectivement 38,2% vs 48,6%, $p = 0,08$).

- La note d'état corporel :

Les taux de gestation ont été significativement différents selon la note d'état corporel à la pose. Les vaches qui avaient une note d'état corporel faible ($< 2,5$) ont eu le taux de gestation le plus faible. Le meilleur taux a été obtenu par les vaches ayant un bon état d'engraissement (note $> 2,5$) (respectivement 36,8% vs 52,9, $p < 0,05$).

- Cyclicité avant traitement :

Les vaches cyclées avant le traitement ont eu un taux de gestation significativement supérieur à celui des vaches non cyclées (respectivement 46,9% vs 28,2%, $p < 0,05$).

- Phase du cycle :

Les femelles dont le traitement a été initié en phase lutéale ont eu un taux de gestation qui tendait à être supérieur à celui des vaches dont le traitement a commencé en phase folliculaire (50,5% vs 38,4%, $p = 0,06$).

En différenciant le début et la fin de la phase lutéale, les taux de gestation ont été significativement différents selon le stade du cycle au moment de la pose ($p < 0,05$). Le meilleur taux de gestation a été obtenu lorsque le traitement était initié en début de phase lutéale (54,9%), et le moins bon taux lorsqu'il était initié en phase folliculaire (38,4%).

- Les autres facteurs de variation potentiels :

Le taux de gestation n'était pas significativement différent selon la parité, l'intervalle entre le vêlage et le début du traitement, la synchronisation des chaleurs suite au traitement, la production laitière, le TP, le TB et le rapport TP/TB.

E. Interactions entre le traitement et les autres facteurs

L'interaction entre les facteurs et le traitement sur le taux de gestation a été testée par le test de Breslow Day (tableau 11).

Tableau 11 : Etude des interactions entre les facteurs et le lot sur le taux de gestation.

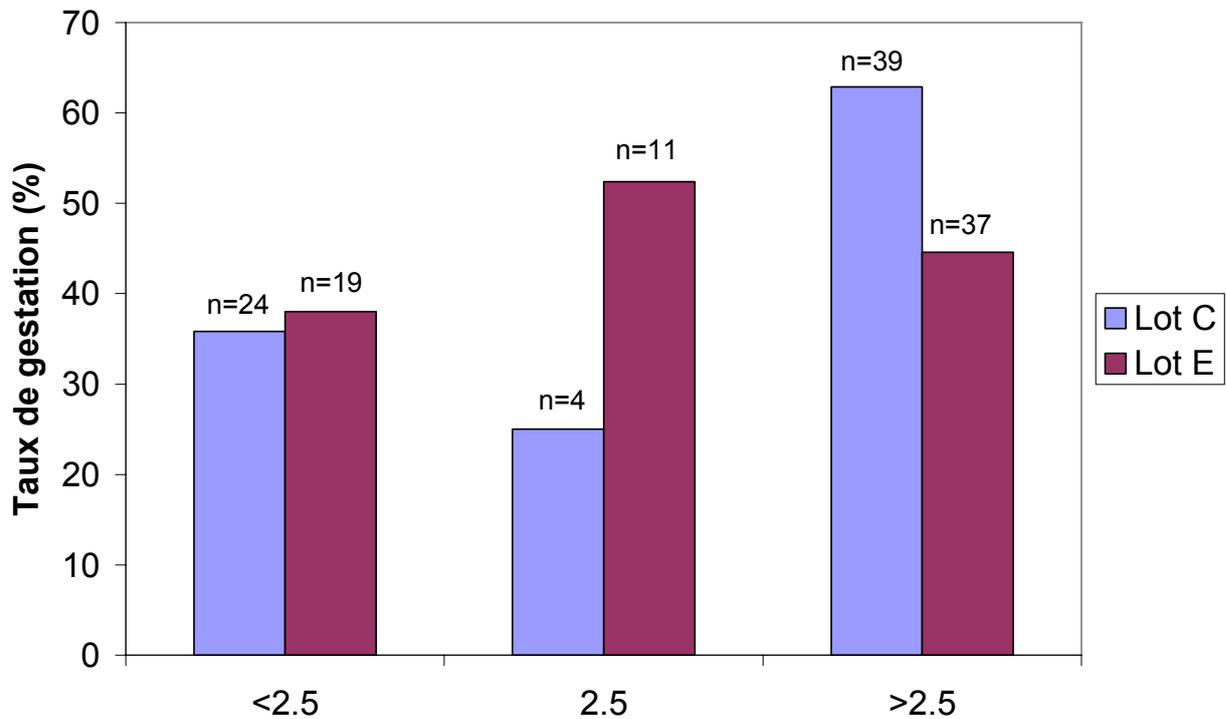
Variables		Taux de gestation (%)		p du test de Breslow Day
		Lot C	Lot E	
Coopérative	AGIRE	57,8	47,3	0,27
	CIA 25	34,4	39,6	
	URCEO	24,2	35,5	
Race	Montbéliarde	34,4	39,6	0,24
	Normande	67,4	50,9	
	Prim'Holstein	30,0	35,9	
Rang de vêlage	Primipare	52,9	39,7	0,17
	Multipare	43,0	45,9	
Condition de vêlage	Sans aide	50,5	47,0	0,80
	Avec aide	41,1	34,8	
Intervalle vêlage pose	50 à 90 jours	45,2	42,1	0,83
	Plus de 90 jours	48,5	48,6	
Note à la pose	<2.5	35,8	38,0	<0,05
	2.5	25,0	52,4	
	>2.5	62,9	44,6	
Cyclicité avant traitement	Oui	49,3	44,7	0,38
	Non	23,8	33,3	
Phase du cycle	Folliculaire	38,9	38,0	0,76
	Lutéale	53,0	48,0	
Production laitière	Niveau haut*	43,2	36,4	0,67
	Niveau bas*	47,5	45,9	
TP	Niveau bas*	44,0	50,0	0,52
	Niveau haut *	46,6	42,2	
TB	Niveau bas*	45,2	51,6	0,42
	Niveau haut *	46,0	41,2	
TP/TB	≤1	45,7	41,0	0,40
	>1	47,1	56,5	

(* : Voir tableau 6 pour les valeurs des classes correspondantes)

L'effet du traitement sur le taux de gestation a été significativement différent selon la note à la pose ($p < 0,05$) (figure 22). Autrement dit, il existe une interaction entre le traitement et la note à la pose sur le taux de gestation.

Tous les autres facteurs de variation potentiel du taux de gestation n'ont pas été influencés par le lot ($p > 0,10$).

Figure 22 : Effet du traitement sur le taux de gestation en fonction de la note à la pose, $n=299$ ($p < 0,05$).



F. Analyse multivariée

Les effets significatifs au seuil de 10% (race, cyclicité, phase du cycle chez les cyclées, condition de vêlage, note à la pose et l'interaction entre le lot et la note à la pose) ainsi que les facteurs d'appariement (note à la pose, rang de vêlage, intervalle vêlage pose) et le lot (forcé dans le modèle) ont été testés simultanément dans un modèle logistique mixte, avec l'effet élevage comme facteur aléatoire (tableau 12).

L'effet du traitement, corrigé pour les autres facteurs influençant le taux de gestation, n'était pas significatif. La note à la pose a eu tendance à influencer le taux de gestation.

Chez les femelles cyclées avant traitement, l'effet du stade du cycle a significativement influencé les résultats avec des taux de gestation plus élevés lorsque le traitement a débuté en début de phase lutéale, par rapport à la fin de la phase lutéale et surtout par rapport à la phase folliculaire. La note à la pose a significativement influencé le taux de gestation (tableau 13).

Tableau 12 : Prise en compte simultanée des facteurs influençant le taux de gestation (analyse multivariée, n=288)

Variable	Classe	Taux de gestation	Odds ratio	Intervalle de confiance à 95%		p
Lot	C	47,5	1			0,93
	E	43,6	0,97	0,44	2,15	
Intervalle vêlage-pose			1,01	1,00	1,02	0,09
Note à la pose	<2,5	37,7	1			0,08
	2,5	40,5	0,60	0,16	2,18	
	>2,5	53,3	2,19	0,97	4,95	
Race	Montbéliarde	41,0	1			0,13
	Normande	59,5	1,81	0,90	3,65	
	Prim'Holstein	35,4	0,77	0,37	1,59	
Condition de vêlage	Sans aide	48,0	1			0,46
	Avec aide	40,0	0,81	0,47	1,42	
Cyclicité	Non	29,4	1			0,17
	Oui	47,6	1,79	0,78	4,11	
Rang de vêlage	Primipare	49,5	1			0,56
	Multipare	43,5	0,84	0,47	1,50	

Tableau 13 : Prise en compte simultanée des facteurs influençant le taux de gestation chez les femelles cyclées (analyse multivariée, n=250).

Variable	Classe	Taux de gestation	Odds ratio	Intervalle de confiance à 95%		p
Lot	C	51,3	1			0,80
	E	44,3	0,89	0,37	2,16	
Intervalle vêlage-pose			1,01	1,00	1,03	0,08
Note à la pose	<2,5	39,8	1			<0,05
	2,5	39,4	0,41	0,09	1,77	
	>2,5	55,6	2,59	1,08	6,24	
Race	Montbéliarde	46,3	1			0,29
	Normande	59,0	1,37	0,67	2,80	
	Prim'Holstein	33,9	0,67	0,31	1,42	
Condition de vêlage	Sans aide	50,3	1			0,30
	Avec aide	41,6	0,73	0,40	1,33	
Phase du cycle	Folliculaire	35,1	1			<0,05
	Début lutéale	57,1	2,58	1,35	4,93	
	Fin lutéale	45,3	1,48	0,69	3,14	
Rang de vêlage	Primipare	48,9	1			0,87
	Multipare	46,9	1,05	0,57	1,93	

III. Discussion

A. Matériel et méthodes

Les conditions de recrutement des animaux n'ont pas été parfaitement respectées dans l'échantillon, surtout en ce qui concerne les délais entre le vêlage et la pose de l'implant. Nous voulions, dans l'étude, des vaches ayant vêlé depuis plus de 50 jours et moins de 150 jours au moment de la pose de l'implant. Le non-respect de ces délais a entraîné l'exclusion de 67 vaches des analyses statistiques. Les autres critères d'exclusion définis dans le protocole ont été bien respectés.

Les protocoles de traitement et les prises de sang ont été relativement bien appliqués dans cette étude : 13 vaches ont été exclues pour un non-respect de l'intervalle entre la pose et le retrait de l'implant (9 à 11 jours) et 17 pour une donnée manquante concernant la cyclicité ou la gestation.

Finalement sur les 424 vaches recrutées, les données de 327 vaches ont pu être analysées, ce qui est inférieur à l'objectif fixé en début d'étude qui était de 600 vaches sans données manquantes.

Les conditions d'appariement n'ont pas été strictement respectées en ce qui concerne la note d'état à la pose. En effet, il y a une plus forte proportion de vaches maigres dans le lot CRESTAR[®] par rapport au lot expérimental CRESTAR SO[®] (note moyenne à la pose respectivement de $2,52 \pm 0,05$ et de $2,70 \pm 0,05$).

B. Résultats de reproduction

1. Taux de cyclicité avant traitement

Le taux de cyclicité avant traitement était assez élevé (88,0%), supérieur à ce qui est rapporté dans la littérature [2 ; 74]. Pour Opsomer et al. (2000), seulement 51% des vaches laitières ont une cyclicité normale 50 jours après le vêlage [74]. D'après Auger (1981), moins de 40 jours après le vêlage, plus de la moitié des vaches laitières ont une activité ovarienne cyclique. Toutefois, au 60^{ème} jour, 20% sont encore en anoestrus [2].

Ce fort taux peut s'expliquer par le bon état corporel moyen des vaches entrant dans les protocoles (note moyenne d'état corporel de $2,7 \pm 0,1$). Le déficit énergétique n'a donc pas été trop important en période post-partum chez ces animaux.

2. Taux de synchronisation après traitement

Le taux de synchronisation des chaleurs obtenu dans notre étude était de 96,7%, ce qui est supérieur à celui obtenu dans la plupart des études utilisant des progestagènes (entre 61,4 et 92,8%) [27 ; 56 ; 59 ; 85 ; 91 ; 93 ; 101].

Ce taux élevé peut être expliqué, en partie, par le bon taux de cyclicité avant traitement (88,0%). En effet, Xu et al. (2000) ont obtenu un taux de synchronisation de 92,8% sur des vaches laitières qui étaient toutes cyclées avant le début du traitement de synchronisation [101].

Cependant, dans notre étude, la synchronisation a été évaluée uniquement par la progestéronémie le jour de l'IA (prise de sang 3) : lorsque celle-ci était inférieure à 1,5 ng/mL, la vache était considérée comme synchronisée. Cette méthode a pu nous amener à considérer des vaches n'ayant aucune activité ovarienne comme des vaches synchronisées et donc à surévaluer le taux de synchronisation. 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 [27 ; 56]. Cette démarche n'a pas été adoptée car elle aurait obligé à une nouvelle visite et une manipulation supplémentaire des animaux.

Il faut également souligner que les taux de synchronisation après traitement ont été équivalents dans les deux lots.

3. Taux de gestation à l'oestrus induit

Dans notre étude, le taux de gestation à 45 jours était de 44,7%. Ce résultat est en accord avec les taux de gestation obtenus dans les différentes études utilisant des protocoles de synchronisation à base de progestérone ou de progestagènes sur des vaches laitières, qui varient de 39,0% à 65,4% [2 ; 12 ; 14 ; 33 ; 66 ; 85 ; 101], la gestation étant évalué soit par dosage de la PSPB (Pregnancy Specific Protein B) [66], soit par palpation transrectale entre 6 et 8 semaines [2 ; 12 ; 33 ; 101], soit par échographie à 45 jours après IA [14 ; 85].

C. Facteurs de variation de la fertilité

1. Le traitement

Le traitement n'a pas eu d'effet sur le taux de gestation (respectivement 45,9% et 43,5% pour le lot CRESTAR[®] et CRESTAR SO[®], $p=0,65$). L'efficacité du traitement expérimental CRESTAR SO[®] n'est donc pas statistiquement différente de celle du traitement CRESTAR[®] classique.

Une autre étude comparant l'utilisation de buséreline et de benzoate d'oestradiol en début de traitement de synchronisation à base de progestérone (le CIDR qui est un dispositif vaginal) chez la vache laitière, n'a pas montré de différence significative sur le taux de gestation à l'oestrus induit (respectivement 57,9% (n=517) pour l'injection de buséreline et 60,5% (n=520) pour l'injection de benzoate d'oestradiol ; $p>0,10$) [85].

Ces résultats sont supérieurs aux nôtres, mais le dispositif utilisé était différent et surtout les vaches étaient inséminées sur chaleurs observées.

2. La cyclicité avant traitement

Le taux de gestation a été significativement différent selon la cyclicité avant traitement ($p < 0,05$). Les vaches cyclées avant traitement ont eu de meilleurs résultats que celles qui ne l'étaient pas : 46,9% contre 28,2%. Ces constatations sont en accord avec de nombreuses études [2; 72 ; 85; 91].

Ainsi Chupin (1977) a constaté dans son étude que les vaches ayant répondu au traitement de synchronisation (progestérone 10 jours après l'IA $> 1,5$ ng/mL), ont eu une meilleure fertilité lorsqu'elles étaient cyclées avant le traitement par rapport à celles non cyclées (respectivement 73,3% (n=30) vs 58,8% (n=51), $p < 0,05$) [28]. Il en a conclu que la fertilité des ovulations induites est plus faible. Cette différence peut s'expliquer par le fait qu'une proportion élevée de vaches en anoestrus restent en anoestrus malgré un traitement d'induction des chaleurs. En effet pour Humblot et al. (1993), 30 à 40% des vaches allaitantes en anoestrus ne répondent pas aux traitements d'induction de chaleurs [53].

D'autre part, il faut noter qu'il n'y a pas eu d'interaction entre le traitement et la cyclicité : lorsque les vaches n'étaient pas cyclées, le taux de gestation était de 23,8% pour le lot CRESTAR[®] et de 33,3% pour le lot CRESTAR SO[®] ($p = 0,38$) et lorsqu'elles étaient cyclées, il était respectivement de 49,3% et de 44,7% ($p = 0,38$).

3. La phase du cycle à la pose de l'implant

Le taux de gestation a eu tendance à être différent selon la phase du cycle ($p = 0,06$). Le taux de gestation tendait à être plus élevé lorsque le traitement a débuté en phase lutéale : 50,5% contre 38,4% en phase folliculaire. Cette différence a été observée par Smith et al. (1995) dans leur étude [91]. Ils ont obtenu un taux de gestation supérieur chez les femelles possédant une activité lutéale pendant le traitement par implant de norgestomet (56,1% ; n=41) par rapport à celles étant en phase folliculaire (26,7% ; n=45) ($p < 0,01$).

Dans notre étude, nous avons également distingué le début et la fin de la phase lutéale. Le taux de gestation a été supérieur lorsque le traitement a débuté en début de phase lutéale : 54,9% contre 43,4% en fin de phase lutéale ($p < 0,05$). Cette différence significative est en accord avec les constatations d'autres auteurs [11 ; 18]. Par exemple, Brink et al. (1988) observent un taux de gestation de 62,5% pour les animaux traités en début de cycle et de 46% pour ceux traités en fin de cycle [18]. Ceci pourrait être lié à la durée d'imprégnation progestéronique. Une plus longue imprégnation améliore la synchronisation mais détériore la fertilité à l'ovulation induite [29]. En effet, le follicule dominant est maintenu pendant toute la durée du traitement [16]. L'ovocyte est donc plus vieux au moment de l'ovulation qu'en l'absence de traitement, ce qui s'accompagne d'une moindre fertilité [69].

4. La race

Dans notre étude, le taux de gestation était significativement différent selon la race ($p < 0,01$) : les Normandes ont été les plus fertiles (58,6%) devant les Montbéliardes (41,0%) et les Prim'Holsteins (35,1%). Cette différence entre races est observée dans d'autres études : les Normandes ont en général de meilleurs taux de gestation que les Prim'Holstein [17 ; 66]. Les résultats que l'on a obtenus concordent en partie avec les taux de réussite à l'insémination publiés par Barbat et al. (2005), qui sont, pour les vaches de 1^{ère} à 3^{ème} lactation, compris entre 52,3 et 55,0% en race Montbéliarde, entre 49,8 et 52,5% en race Normande et entre 36,0 et 41,2% en race Prim'Holstein [8]. Dans notre étude, le taux de gestation plus faible observé en race Montbéliarde peut être lié au fait que les vaches ont été incluses dans le protocole en fin de campagne (mai à juillet). Même si l'effet saison semble moins évident chez les vaches laitières que chez les vaches allaitantes, Austin et al. (1999) ont obtenu des résultats plus élevés chez des vaches inséminées en hiver par rapport à celles mises à la reproduction en fin de printemps-début d'été (respectivement 81% vs 56%) [5].

Les différences observées entre les races expliquent très certainement les différences observées entre coopératives. En effet, toutes les Normandes ont été recrutées dans la zone d'AGIRE, les Montbéliardes dans la zone du CIA 25 et les vaches recrutées dans la zone d'URCEO étaient toutes des Prim'Holstein.

5. Le rang de vêlage

Le rang de vêlage, classiquement observé dans la littérature comme un facteur de variation notable du taux de gestation, n'a pas eu un effet significatif dans notre étude ($p = 0,81$). Les primipares ont généralement des taux de gestation moins élevés que les multipares dans une majorité d'études [2 ; 28]. Dans notre cas, nous n'avons pas observé cette différence : 45,9% des primipares étaient gestantes contre 44,4% des multipares.

Habituellement, les moins bons résultats des primipares sont expliqués par le taux de cyclicité avant traitement plus faible ce qui n'était pas le cas de notre étude. En effet, le taux de cyclicité des primipares était élevé (92,7%), avec une tendance à être supérieur à celui des multipares (85,6%) ($p = 0,07$) [49 ; 81].

6. L'intervalle vêlage-pose de l'implant

L'intervalle entre le vêlage et la pose de l'implant (IVP) n'a pas significativement modifié le taux de gestation ($p = 0,47$). Chez les vaches ayant eu un IVP de plus de 90 jours, le taux de gestation a été de 48,5% contre 43,6% pour les autres.

Cet effet de l'IVP est fréquemment cité [2 ; 27 ; 56 ; 85] et en général, au plus l'IVP est long, au plus le taux de gestation est élevé. Par exemple, pour Ryan et al. (1995), les vaches dont le traitement a commencé entre 55 et 85 jours après vêlage ont eu un taux de gestation de 56,3% ($n = 1350$) contre 61,6% ($n = 844$) pour celles dont le traitement a commencé plus de 85 jours après le vêlage ($p < 0,05$) [85]. Cet effet semble lié à l'augmentation de la cyclicité avant traitement. En effet, plus IVP s'allonge, plus il y a de vaches cyclées [49].

7. Condition du vêlage précédent

Le taux de gestation a eu tendance à être différent selon la condition du vêlage précédent. Lorsqu'il y a eu une intervention lors du vêlage, le taux de gestation a été plus faible (48,6% contre 38,2%, respectivement sans et avec aide au vêlage).

Cet effet a surtout été exploré chez les vaches allaitantes dont les vêlages sont souvent plus difficiles. Les études qui le mettent en évidence, arrivent toutes à la conclusion qu'une assistance au vêlage même légère est associée à une diminution du taux de gestation par rapport au vêlage sans aide (écarts de 15 à 30 points) [56 ; 81]. Ceci peut s'expliquer en partie par la reprise de la cyclicité : les vaches ayant eu un vêlage difficile ont 3 fois plus de risques d'avoir une reprise d'activité ovarienne tardive par rapport à celles ayant vêlé seules (étude épidémiologique sur des vaches laitières) [74], et par conséquent le taux d'ovulation après traitement est plus faible pour celles qui ont été assistées [45].

8. La note d'état corporel à la pose

Nous avons observé dans notre étude une association entre le taux de gestation et la note d'état corporel (NEC). Les femelles avec une NEC inférieure à 2,5 ont eu un taux de gestation inférieur à celui des femelles avec une NEC égale à 2,5 et une NEC supérieure à 2,5 (respectivement 36,8%, 40,5% et 52,4%, $p < 0,05$). Cette observation est en accord avec de nombreuses autres études [19 ; 34 ; 56 ; 71 ; 85]. Burke et al. (1996) ont même observé une corrélation positive entre la note d'état corporel et le taux de gestation : une augmentation de la note de 1 point est accompagnée d'une augmentation de 13% du taux de gestation [19].

9. La production laitière au moment de l'IA

La production laitière au moment de l'IA n'a pas été un facteur de variation significatif du taux de gestation ($p=0,26$). Les fortes productrices ont eu un taux de gestation de 39,5% contre 46,7% pour les plus faibles productrices. De nombreuses études se sont intéressées à l'influence de la production laitière sur le taux de gestation soit par l'intermédiaire de la production au pic [1 ; 66 ; 97], soit au moment du traitement [32], soit au moment de l'IA [85], soit par rapport à la production moyenne [30]. Certaines études concluent qu'il n'y a pas d'effet significatif de la production laitière sur le taux de gestation, même si les résultats de gestation semblent inférieurs pour les plus fortes productrices [1 ; 30 ; 85 ; 97]. A l'inverse Mialot et al. (1998) trouvent une différence significative sur le taux de gestation selon le niveau de production : 30,8% ($n=68$) pour les fortes productrices contre 52,0% ($n=65$) pour les plus faibles ($p=0,01$) [66].

Dans notre étude, ce que nous avons appelé production à l'IA est en fait le résultat de la production lors du contrôle laitier le plus proche de l'IA. Le délai qui a pu s'écouler entre le contrôle laitier et l'IA, a pu introduire un biais dans nos résultats. De plus, les limites des classes ont été fixées arbitrairement, elles ne sont peut-être pas discriminantes.

10. Effet des TP et TB, et du rapport de ces taux

Dans notre étude, nous n'avons pas observé d'association entre le taux de gestation et les taux (TP et TB) ainsi que leur rapport.

Pour le TP, les résultats ne sont pas en accord avec la littérature. La baisse du TP est associée à un déficit énergétique de la ration, associé à une baisse de la fertilité à l'IA [63 ; 74]. Vignier (1999), dans son étude, a trouvé un effet significatif du TP sur le taux de gestation : les taux de gestation ont été de 14,7% et 36,5% quand le TP était respectivement inférieur et supérieur à 27g/kg ($p < 0,05$) [97].

Un TB bas ou un rapport TP/TB supérieur à 1 peut indiquer une situation d'acidose, situation qui engendre une dégradation des résultats de reproduction [82 ; 96]. Dans notre étude, les résultats ne vont pas dans le sens de ces remarques : le TB bas n'a pas été associé à un faible taux de gestation.

Les taux ayant été mesurés lors du contrôle laitier le plus proche de l'IA, les taux entre ces deux événements ont pu varier, ce qui a pu induire un biais dans notre étude. Tout comme pour la production laitière, les limites des classes de TP et TB ont été fixées arbitrairement. Cela a pu biaiser nos résultats.

D. Conclusion

L'étude présentée ici a été réalisée sur un nombre d'animaux assez important mais inférieur aux objectifs, sur une population particulière : des vaches laitières issues des trois principales races françaises mises à la reproduction pour la première fois entre 50 et 150 jours suite à un vêlage sans problème (exclusions des césariennes et des naissances gémellaires). Cette expérimentation a permis de répondre à la question initiale : le traitement expérimental CRESTAR SO® a une efficacité équivalente au traitement classique CRESTAR® sur ce type d'animaux. Les deux traitements ont une efficacité semblable quel que soit l'état de cyclicité des vaches avant traitement, la race, le rang de vêlage, les conditions du vêlage précédent et le niveau de production laitière.

Toutefois, de meilleurs résultats ont été obtenus pour les femelles cumulant de bonnes conditions. Lorsque les vaches étaient cyclées avant traitement, avaient présenté un vêlage sans aide et une note à la pose supérieure ou égale à 2,5 (n=115, dont 53 Normandes), les taux de gestation ont été de 54,2% pour le lot CRESTAR classique (n=48) et 50,7% pour le lot expérimental (n=67). Les conditions d'utilisation des traitements de synchronisation (cyclicité des femelles, état corporel des femelles synchronisées, intervalle vêlage-pose) doivent donc être prises en compte afin ne pas compromettre la réussite du traitement de synchronisation. Il est conseillé d'utiliser ces traitements avant tout dans un cadre zootechnique, et uniquement chez des femelles présentant une note d'état corporel au moins égale à 2,5 à la pose.

Enfin, un effet du stade du cycle à la pose a été observé. Les taux de gestation ont été les plus élevés lorsque le traitement a débuté en début de phase lutéale. Il serait intéressant de vérifier et préciser ces effets sur un nombre plus important d'observations. Il est toutefois impossible de déterminer le moment précis du stade en pratique, il faut pour cela faire des dosages de la progestéronémie ce qui est inenvisageable hors cadre expérimental.

La buséreline associée aux prostaglandines, tout comme l'association valérate d'oestradiol et prostaglandines, permettent de maîtriser aussi bien la croissance folliculaire que la phase lutéale et ainsi de donner des résultats équivalents à l'ancien traitement. Le seul point négatif du nouveau protocole CRESTAR SO® reste le prix du traitement. Il est en effet plus onéreux que l'ancien protocole. Son efficacité n'étant plus à prouver, son prix sera-t-il un frein à son utilisation par les éleveurs ?

CONCLUSION

L'interdiction de l'utilisation des oestrogènes pour la thérapeutique des animaux destinés à la consommation humaine, instaurée par l'Union Européenne, a obligé les laboratoires commercialisant des traitements de maîtrise des cycles, notamment des traitements de synchronisation des chaleurs, à réfléchir à de nouveaux protocoles. Ainsi, le laboratoire Intervet a proposé de remplacer l'injection de l'oestradiol en début de protocole par une injection de buséréline, analogue de la GnRH. La question de l'efficacité de ce nouveau traitement se posait alors.

L'étude réalisée conjointement par le laboratoire Intervet, l'UNCEIA, les coopératives d'IA et l'Ecole Vétérinaire, a porté au final sur 327 vaches laitières de race Prim'Holstein, Montbéliarde et Normande. Elle a eu pour but de comparer la synchronisation des chaleurs et la fertilité à l'oestrus induit de l'ancien et du nouveau protocole. Le nouveau traitement CRESTAR SO[®] n'a pas donné de résultats significativement différents de ceux de l'ancien protocole CRESTAR[®], et ce quelle que soit la cyclicité des vaches. L'utilisation de ces traitements devrait toutefois être précédée d'un examen clinique des vaches traitées afin de déceler les animaux à risque d'échec. En effet, les résultats obtenus avec ces traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs sont dégradés lorsque les animaux cumulent des facteurs de risque : vache maigre, non cyclée, primipare...

D'autres expérimentations ont été lancées depuis la réalisation de ce travail. Le laboratoire Intervet a obtenu une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour toutes les femelles bovines : vaches laitières et allaitantes, cyclées ou non. Son concurrent direct le laboratoire CEVA, a lui aussi modifié son protocole, mais il n'a à ce jour toujours pas obtenu d'AMM pour les vaches non cyclées. Le traitement CRESTAR SO[®] a donc une légère avance sur son concurrent, mais la modification du protocole s'est accompagnée d'une augmentation du prix du traitement, ce qui risque d'en diminuer l'utilisation.

Les laboratoires ont ainsi trouvé une alternative à l'interdiction des oestrogènes et ont permis de ne pas voir disparaître les traitements de synchronisation des chaleurs, et leurs avantages. Cette interdiction intervient toutefois suite à un climat de méfiance de la part des consommateurs. A l'heure actuelle, de nombreuses hormones sont encore autorisées et utilisées dans la thérapeutique ou la gestion zootechnique des animaux destinés à l'alimentation humaine. Cette utilisation risque un jour ou l'autre d'être remise en question.

BIBLIOGRAPHIE

1. AEBERHARD K, BRUCKMAIER RM, KUEPFER U, BLUM JW. Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Med. A*, 2001, **48**, 97-110.
2. AGUER D. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *Rec. Med. Vet.*, 1981, **157**, 53-60.
3. AGUER D, PELOT J, CHUPIN D. Reproduction du troupeau à viande et synchronisation de l'oestrus. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1981, **211**, 33-57.
4. AGUER D, PELOT J, CHUPIN D. Comment utiliser les progestagènes pour rompre l'anoestrus post-partum chez les vaches laitières ou allaitantes. In : *Journées ITEB-UNCEIA*, Paris, ITEB, 1982, 19-34.
5. AUSTIN EJ, MIHM M, RYAN MP, WILLIAMS DH, ROCHE JF. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 2219-2226.
6. AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS AC, KNIGHT PG, IRELAND JL, IRELAND JJ, et al. Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of follicles in the first follicular wave of the bovine estrus cycle. *Biol. Reprod.*, 2001, **64**, 839-848.
7. BALLERY R. *Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2005, 136 pages.
8. BARBAT A, DRUET T, BONAÏTI B, GUILLAUME F, COLLEAU JJ, BOICHARD D. Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. *Renc. Rech. Ruminants*, 2005, **12**, 137-140.
9. BARNES MA, KAZMER GW, BIERLEY ST. Gonadotropic and ovarian hormone response in dairy cows treated with norgestomet and oestradiol valerate. *Theriogenology*, 1981, **16**, 13-25.
10. BEAL WE. Application of knowledge about corpus luteum function in control of estrus and ovulation in cattle. *Theriogenology*, 1996, **45**, 1399-1411.
11. BEAL WE, CHENAULT JR, DAY ML, CORAH LR. Variation in conception rates following synchronization of estrus with melengestrol acetate and prostaglandin F2 alpha. *J. Anim. Sci.*, 1988, **66**, 599-602.
12. BEAL WE, GOOD GA, PETERSON LA. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with synchro-mate B or norgestomet and alfaprostol. *Theriogenology*, 1984, **22**, 59-66.
13. BEFFARA C. *Comparaison de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs Crestar® classique avec celle d'un nouveau traitement combinant buséréline, implant Crestar®, prostaglandine F2α et eCG chez la vache allaitante*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2006, 91 pages.
14. BEGGS DS, HAMBLIN MC, WRAIGHT MD, MACMILLAN KL. Comparison of a whole herd synchrony programme using two prostaglandin injections given 14 days apart with a programme using oestradiol benzoate, progesterone and prostaglandin in seasonal calving dairy herds. In : *Proceedings of the World Buiatric Congress*, [CD Rom], 2000, Sidney, World Buiatric Society Ed.
15. BERG C. Quelles sont les alternatives à l'oestradiol ? *Le point vétérinaire*, 2001, **217**, 10-11.
16. BO GA, ADAMS GP, CACCIA M, MARTINEZ M, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and oestradiol in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 1995, **39**, 193-204.

17. BRIAND A. *Un protocole de traitement de l'infertilité des vaches laitières inséminées au moins trois fois en Mayenne*. Mémoire de fin d'études, ISA, Beauvais, 1999.
18. BRINK JT, KIRACOFÉ GH. Effect of oestrus cycle stage at synchro-mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. *Theriogenology*, 1988, **29**, 513-519.
19. BURKE JM, DE LA SOTA RL, RISCO CA, STAPLES CR, SCHMITT EJP, THATCHER WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1996, **79**, 1385-1393.
20. BUTLER WR. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1998, **81**, 2533-2539.
21. BUTLER WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2000, **60-61**, 449-457.
22. CENTRAVET. Catalogue : tarifs de décembre 2004.
23. CENTRAVET. Catalogue : tarifs de mai 2007.
24. CHASTANT-MAILLARD S, BALANDRAUD J, JEGOU L, KESSLER T, QUINTON H, CONSTANT F, *et al.* Actualités dans le traitement de l'infécondité chez la vache : autour du GnRH. In : *Journées Nationales GTV*, Tours, 2002, SNGTV, 217-224.
25. CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMMY D. Les vagues folliculaires : leurs conséquences sur la reproduction de la vache allaitante. In: *Journées Techniques des GTV Bourgogne*, Autun, 13 octobre 2005, 128-136.
26. CHENAULT JR, KRATZER DD, RZEPKOWSKI RA, GOODWIN MC. LH and FSH response of Holstein heifers to fertirelin acetate, gonadorelin and buserelin. *Theriogenology*, 1990, **34**, 81-98.
27. CHEVALLIER A, VANDEWINKEL E, BOUDJENAH H, COSQUER R, GRIMARD B, HUMBLLOT P. Facteurs de variation des taux d'ovulation et de gestation après synchronisation de l'oestrus chez des femelles charolaises et limousines dans la région Centre-Ouest. *Elevage et insémination*, 1996, **276**, 8-22.
28. CHUPIN D. Maîtrise de la reproduction chez les bovins : principes, résultats, limites. *Ann. Med. Vet.*, 1977, **121**, 329-338.
29. CHUPIN D, DELETANG F, PETIT M, PELOT J, LE PROVOST F, ORTAVANT R, *et al.* Use of progestagens in subcutaneous implants for the control of sexual cycles in the cow. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 1974, **14**, 27-39.
30. DARWASH AO, LAMMING GE, WOOLLIAMS JA. The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation measures of fertility in dairy cattle. *Anim. Sci.*, 1997, **65**, 9-16.
31. DARWASH AO, LAMMING GE, WOOLLIAMS JA. Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 1227-1234.
32. DE FONTAUBERT Y. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins : le point en 1986. *BTIA*, 1986, **42**, 5-12.
33. DE FONTAUBERT Y, COCHAUD J, TERQUI M. Synchronisation des chaleurs chez la vache laitière : bilan de l'utilisation du Synchro-Mate B pendant cinq années successives. *INRA Prod. Anim.*, 1989, **2**, 317-323.
34. DELETANG F. Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante. In: *Synchronisation de l'oestrus chez les femelles domestiques*, Lyon, 5 octobre 1983, 1-13.
35. DISKIN MG, SREENAN JM, ROCHE JF. Controlled breeding systems for dairy cows. In: *Fertility in the high producing dairy cow, Occasional publication n°26*, 2001, British Society of Animal Science, Edinburgh, 175-193.

36. DISKIN MG, MACKEY DR, ROCHE JF, SREENAN JM. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2003, **78**, 345-370.
37. DMV. *Dictionnaire des médicaments vétérinaires*. 14^{ème} éd. Paris, 2007, 1807 pages.
38. EGRET. *EGRET statistical software manual, 1999 version*. Seattle, WA : Statistics and Epidemiology Research Corporation, 1999.
39. ELROD CC, BUTLER WR. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, 1993, **71**, 694-701.
40. ENNUYER M. Les vagues folliculaires chez la vache : applications pratiques à la maîtrise de la reproduction. *Le point vétérinaire*, 2000, **31**, 377-383.
41. FIENI F, TAINTURIER D, BRUYAS JF, BATTU I. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. *Bull. Group. Tech. Vét.*, 1995, **4**, 35-49.
42. FOURNIER R, DRIANCOURT MA, BARRETEAU S. Synchronisation des chaleurs et IA programmée chez les bovins. Comment maintenir une bonne fertilité avec des progestagènes sans oestrogènes? In: *Journées nationales des GTV*, Tours, 2004, SNGTV, 889-892.
43. GRIMARD B, DISENHAUS C. Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage. *Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, **36**, 16-21.
44. GRIMARD B, HUMBLLOT P, PAREZ V, MIALOT JP, THIBIER M. Synchronisation de l'oestrus chez la vache charolaise : facteurs de variation de la cyclicité prétraitement, du taux d'ovulation après traitement et du taux de fertilité à l'oestrus induit. *Elevage et insémination*, 1992, **250**, 5-17.
45. GRIMARD B, HUMBLLOT P, THIBIER M. Synchronisation de l'oestrus chez la vache charolaise : effet de la parité et de la cyclicité prétraitement sur les taux d'induction et de gestation. *Elevage et insémination*, 1992, **247**, 9-15.
46. GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP, SAUVANT D, THIBIER M. Effects of energy restriction on responses to estrus synchronization treatment on postpartum charolais suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil., Abstract Series* **14**, 13-14.
47. GRIMARD B, HUMBLLOT P, PONTER AA, MIALOT JP, SAUVANT D, THIBIER M. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil.*, 1995, **104**, 173-179.
48. GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP. Conditions de réussite de la synchronisation des chaleurs chez les vaches allaitantes. In: *Pathologie et Nutrition, Journées Nationales des GTV*, Paris, 1996, SNGTV, 203-210.
49. GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP, PONTER AA, CHASTANT S. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *INRA Prod. Anim.*, 2003, **16**, 211-227.
50. HADDADA B, PONTER AA, GRIMARD B, CONSTANT F, DELETANG F, MIALOT JP. Induction et synchronisation des chaleurs par le PRID chez des vaches Santa Gertrudis après vêlage tardif au Maroc. *Rec. Med. Vet.*, 2002, **153**, 647-652.
51. HANZEN C, LAURENT Y. Applications des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. *Ann. Med. Vet.*, 1991, **135**, 547-557.
52. HANZEN C, LOURTIE O, DRION PV. Le développement folliculaire chez la vache : I- Aspects morphologiques et cinétiques. *Ann. Med. Vet.*, 2000, **144**, 223-235.
53. HUMBLLOT P, GRIMARD B. Spécial synchronisation des chaleurs en élevage allaitant. *UNCEIA MEDIA*, 1993, **16**, 1-9.

54. HUMBLOT P, THIBIER M. Apport des dosages hormonaux dans le diagnostic et le traitement des problèmes de reproduction chez la vache. *Bull. Soc. Vét. Prat. de France*, 1993, **77**, 237-265.
55. HUMBLOT P, GRIMARD B. Endocrinologie du post-partum et facteurs influençant le rétablissement de l'activité ovarienne chez la vache. *Le point vétérinaire, Numéro spécial*, 1996, **28**, 917-925.
56. 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.
57. ITEB. *Courbes d'objectif d'état d'engraissement des vaches laitières pie noires*. Institut de l'élevage chambre d'agriculture Bretagne et Pays de la Loire, EDE Bretagne et Pays de la Loire. Technipel Edition, Paris, 1993, 6 pages.
58. KABANDANA F, GRIMARD B, HUMBLOT P, THIBIER M. Effet d'une supplémentation alimentaire sur l'efficacité des traitements d'induction et de synchronisation de l'oestrus chez la vache allaitante : références particulières aux primipares non cyclées. *Elevage et insémination*, 1993, **258**, 1-26.
59. KASTELIC JP, OLSON WO, MARTINEZ M, COOK RB, MAPLETOFT RJ. Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Can. Vet. J.*, 1999, **40**, 173-178.
60. LE BLANC SJ, DIFFIELD TF, LESLIE KE, BATEMAN KG, KEEFE GP, WALTON JS, et al. Defining and diagnosing post partum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 2223-2236.
61. LOEFFLER SH, VRIES MJ, SCHUKKEN YH. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, 2589-2604.
62. LUCY MC, BILLINGS HJ, BUTLER WR, EHNIS LR, FIELDS MJ, KESLER DJ, et al. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF2alpha for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 982-995.
63. MAYER E. Relations entre alimentation et infécondité. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1978, **132**, 1-25.
64. MEE MO, STEVENSON JS, ALEXANDER BM, SASSER RG. Administration of GnRH at estrus influences pregnancy rates, serum concentrations of LH, FSH, estradiol-17 beta, pregnancy-specific protein B, and progesterone, proportion of luteal cell types, and in vitro production of progesterone in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 1993, **71**, 185-98.
65. MIALOT JP, CHASTANT-MAILLARD S, REMY D. *Reproduction bovine : infertilité femelle*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de reproduction animale. 88 pages.
66. MIALOT JP, NOEL F, PUYALTO C, LAUMONIER G, SAUVEROCHE B. Traitement de l'anoestrus post-partum chez la vache laitière par le CIDR-E ou la prostaglandine F2alpha. *Bull. Group. Tech. Vét.*, 1998, **2**, 29-38.
67. MIALOT JP, PONSART C, PONTER AA, GRIMARD B. L'anoestrus post-partum chez les bovins : thérapeutique raisonnée. In: *Journées Nationales des GTV*, Tours, 1998, SNGTV, 71-77.
68. MIALOT JP, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S, PONTER AA, GRIMARD B. La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications. In : *Société Française de Buiatrie*, 2001, Paris 28-30 novembre 2001, 163-168.

69. MIHM M, BAGUISI A, BOLAND MP, ROCHE JF. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fert.*, 1994, **102**, 123-130.
70. MONTIEL F, AHUJA C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim. Reprod. Sci.*, 2005, **85**, 1-26.
71. MOREIRA F, RISCO C, PIRES MFA, AMBROSE JD, DROST M, DELORENZO M, et al. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, 2000, **53**, 1305-1319.
72. MURUGAVEL K, YANIZ JL, SANTOLARIA P, LOPEZ-BEJAR M, LOPEZ-GATIUS F. Luteal activity at the onset of a timed insemination protocol affects reproductive outcome in early postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 2003, **60**, 583-593.
73. ODDE KG. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 817-830.
74. OPSOMER G, GROHN YT, HERTL J, CORYN M, DELUYKER H, DE KRUIF A. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in belgium: a field study. *Theriogenology*, 2000, **53**, 841-857.
75. PENNY CD, LOWMAN BG, SCOTT NA, SCOTT PR. Repeated oestrus synchrony and fixed time artificial insemination in beef cows. *Vet. Rec.*, 1997, **5**, 496-498.
76. PETERS AR, LAMMING GE. Regulation of ovarian function in the post partum cow: An endocrine model. *Vet. Rec.*, 1986, **118**, 236-239.
77. PETERS AR, BALL PJH. *Reproduction in cattle*. 2nd ed., 1995, 234 p.
78. PETIT M, CHUPIN D, PELOT J. Analyse de l'activité ovarienne des femelles bovines. *In: Physiologie et pathologie de la reproduction*, ITEB Paris, 1977, 22-28.
79. PICARD-HAGEN N, HUMBLLOT P, BERTHELOT X. Principes et facteurs de variation des résultats. *Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, **36**, 28-31.
80. PICARD-HAGEN N, HUMBLLOT P, BERTHELOT X. Le point sur les protocoles actuels de synchronisation. *Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, **36**, 32-36.
81. PONSART C, SANAA M, HUMBLLOT P, GRIMARD B, JEANGUYOT N, PONTER AA, et al. Variation factors of pregnancy rates after oestrus synchronization treatment in French Charolais beef cows. *Vet. Res.*, 1996, **27**, 227-239.
82. RETY N. *Relation entre la fertilité et la production laitière dans les troupeaux de vaches Holstein en Loire-Atlantique*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1994, 85 pages.
83. RIBON O. *Contribution à l'étude de facteurs de variation de la synchronisation des chaleurs des vaches primipares allaitantes charolaises*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1996, 128 pages.
84. ROYAL MD, DARWASH AO, FLINT APF, WEBB R, WOOLIAMs JA, LAMMING GE. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim. Sci.*, 2000, **70**, 487-501.
85. RYAN DP, SNIJDERS S, YAAKUB H, O'FARRELL KJ. An evaluation of estrus synchronization programs in reproductive management of dairy herds. *J. Anim. Sci.*, 1995, **73**, 3687-3695.
86. SAINT-DIZIER M. La détection des chaleurs chez la vache. *Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, **36**, 22-27.
87. SAIVES H. *Facteurs de variation de la cyclicité avant traitement et de la fertilité à l'oestrus induit de primipares Limousines : relations avec des paramètres métaboliques témoins du statut énergétique*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1998, 72 pages.
88. SAS 2004. *Technical report : release 9.1*, SAS Institute Inc., Cary NC, 2004.

89. SAVIO JD, BOLAND MP, ROCHE JF. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, 1990, **88**, 581-591.
90. SHELDON IM, NOAKES DE, RYCROFT AN, PFEIFFER DU, DOBSON H. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction*, 2002, **123**, 837-845.
91. SMITH MW, STEVENSON JS. Fate of dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F_{2α} and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J. Anim. Sci.*, 1995, **73**, 3743-3751.
92. SPITZER JC, NISWENDER GD, SEIDEL GE, JR., WILTBANK JN. Fertilization and blood levels of progesterone and LH in beef heifers on a restricted energy diet. *J. Anim. Sci.*, 1978, **46**, 1071-1077.
93. STEVENSON JS, SMITH JF, HAWKINS DE. Reproductive outcomes for dairy heifers treated with combinations of prostaglandin F_{2α}, Norgestomet, and gonadotropin-releasing hormone. *J. Dairy Sci.*, 2000, **83**, 2008-2015.
94. THIBAUT C, LEVASSEUR MC. In: *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Paris, 1991, INRA, 768 pages.
95. TWAGIRAMUNGU H, GUILBAULT LA, DUFOUR JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, 1995, **73**, 3141-3151.
96. VAGNEUR M. Relation nutrition fertilité chez la vache laitière. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1994, **490**, 133-139.
97. VIGNIER CH. *Contribution à l'étude de l'infertilité à chaleurs normales des vaches laitières*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1999, 83 pages.
98. WILLIAMS GL. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 831-852.
99. WISHART DF, YOUNG IM, DREW SB. Fertility of norgestomet treated dairy heifers. *Vet. Rec.*, 1977, **100**, 417-420.
100. WOLFENSON D, ROTH Z, MEIDAN R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.*, 2000, **60-61**, 535-547.
101. XU ZZ, BURTON LJ. Estrus synchronization of lactating dairy cows with GnRH, progesterone, and prostaglandin F_{2α}. *J. Dairy Sci.*, 2000, **83**, 471-476.

Comparaison de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs CRESTAR[®] classique avec celle du nouveau traitement CRESTAR SO[®] chez la vache laitière.

NOM et Prénom : CHICOINEAU Vincent

Résumé :

L'interdiction des oestrogènes par l'Union Européenne en octobre 2006 a obligé les laboratoires commercialisant des traitements de maîtrise des cycles contenant des oestrogènes, à mettre au point de nouveaux protocoles. Le laboratoire Intervet a ainsi modifié son protocole CRESTAR[®] en remplaçant l'injection initiale d'oestradiol par une injection de buséréline, analogue de la GnRH.

L'objectif de cette étude était de comparer la synchronisation et la fertilité à l'oestrus induit obtenues après traitement d'induction et de synchronisation des chaleurs CRESTAR[®] (valérate d'oestradiol et surcharge de norgestomet, implant CRESTAR[®], prostaglandine F2 α 48 h avant le retrait, eCG au retrait et insémination artificielle 56 h après le retrait) à celles du nouveau protocole CRESTAR SO[®] (buséréline, implant CRESTAR[®], prostaglandine F2 α 48 h avant le retrait, eCG au retrait et insémination artificielle 48 h après le retrait). Cette étude a porté sur 327 vaches des trois principales races laitières françaises (Prim'Holstein, Montbéliarde, Normande), recrutées dans trois coopératives d'IA (CIA25, URCEO, AGIRE). Les résultats montrent que l'utilisation du nouveau protocole permet d'atteindre des taux de synchronisation et de gestation élevés et non significativement différents de ceux de l'ancien protocole. Le taux de synchronisation a été de 97,2% pour le nouveau protocole contre 96,0% pour l'ancien ($p=0,47$), en ce qui concerne le taux de gestation, il a été de 43,5% avec le nouveau contre 45,9% pour l'ancien ($p=0,65$). Ces résultats n'ont pas été influencés par l'état de cyclicité des animaux au moment de la pose de l'implant. L'utilisation de ces traitements de synchronisation sur des animaux maigres est cependant à proscrire sous peine d'échec du traitement.

Mots clés :

ANOESTRUS – SYNCHRONISATION DES CHALEURS – PROGESTAGENE – NORGESTOMET – CRESTAR – REPRODUCTION FEMELLE – BOVIN – VACHE LAITIERE

JURY :

Président : Pr.

Directeur : Dr. Fabienne CONSTANT

Assesseur : Pr. Bénédicte GRIMARD

Adresse de l'auteur :

M. CHICOINEAU Vincent
295 rue Albert Reynier
38140 IZEAUX

Comparison of synchronization and conception rates at induced estrus after CRESTAR® estrus synchronization treatment and after the new CRESTAR SO® protocol in dairy cattle.

SURNAME: CHICOINEAU

Given name: Vincent

SUMMARY:

After the estrogens were prohibited by the European Union in October 2006, the laboratories which were selling cycle-synchronization drugs containing estrogens had to develop new protocols. Intervet laboratory therefore modified its CRESTAR® protocol, replacing the initial oestradiol injection by a busereline (GnRH analog) injection.

The aim of this study was to compare the synchronization and conception rates after induced estrus obtained thanks to the CRESTAR® standard protocol (oestradiol valerate, CRESTAR® implant, prostaglandin F2 α 48 hours before withdrawal, eCG at withdrawal and artificial insemination (AI) 56 hours after withdrawal) and the new CRESTAR SO® protocol (busereline, CRESTAR® implant, prostaglandin F2 α 48 hours before withdrawal, eCG at withdrawal and AI 48 hours after withdrawal). This study focused on 327 cows taken out from the three main French dairy cattle breeds (Prim'Holstein, Montbeliarde and Normande) from three AI centers CIA 25, URCEO, AGIRE). Results showed high synchronization and conception rates with both protocols without statistically significant differences between them. The synchronization rate reached 97.2 per cent for the CRESTAR SO® new protocol versus 96.0 per cent for the CRESTAR® standard protocol ($p = 0.47$). The conception rate was of 43.5 per cent for the new protocol versus 45.9 per cent for the standard one ($p = 0.65$). These results were not influenced by the animal's cycle status at the time of the implant laying. However, the use of such synchronization treatments has to be banished on skinny animals due to an increased risk of failure.

Key words:

ANOESTRUS – ESTRUS SYNCHRONISATION – PROGESTAGENS – NORGESTOMET
– CRESTAR – REPRODUCTION – COW – DAIRY CATTLE

JURY:

President:

Director: Dr. Fabienne CONSTANT

Assessor: Pr Benedicte GRIMARD

Author's Address:

Mr. CHICOINEAU Vincent

295 rue Albert Reynier

38140 IZEAUX