

Année 2007

**Comparaison de l'efficacité du traitement de  
synchronisation des chaleurs Crestar<sup>®</sup> classique avec  
celle d'un nouveau traitement combinant buséréline,  
implant Crestar<sup>®</sup>, prostaglandine F2 $\alpha$  et eCG chez  
la vache allaitante.**

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le.....

par

**Caroline BEFFARA**

Née le 6 Janvier 1981 à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme)

JURY

**Président : M.**

**Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL**

**Membres**

**Directeur : Mme Bénédicte GRIMARD**

**Professeur à l'ENVA**

**Assesseur : Mme Sylvie CHASTANT-MAILLARD**

**Maître de conférences à l'ENVA**



## LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur COTARD Jean-Pierre

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard  
Professeurs honoraires: MM. BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques

### DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

**Chef du département : M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Adjoint : M. DEGUEURCE Christophe, Professeur**

<p><b>-UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES</b> Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur* Mlle ROBERT Céline, Maître de conférences M. CHATEAU Henri, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE , MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE</b> Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur</p> <p><b>-UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE</b> M. BRUGERE Henri, Professeur Mme COMBRISSEON Hélène, Professeur* M. TIRET Laurent, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE</b> Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur * M. TISSIER Renaud, Maître de conférences M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE BIOCHIMIE</b> M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences M. BELLIER Sylvain , Maître de conférences</p>	<p><b>- UNITE D'HISTOLOGIE , ANATOMIE PATHOLOGIQUE</b> M. CRESPEAU François, Professeur M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur * Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences</p> <p><b>- UNITE DE VIROLOGIE</b> M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES</b> M. MOUTHON Gilbert, Professeur</p> <p><b>-UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET CLINIQUE</b> M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur Mlle ABITBOL Marie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : ETHOLOGIE</b> M. DEPUTTE Bertrand, Professeur</p> <p><b>-DISCIPLINE : ANGLAIS</b> Mme CONAN Muriel, Ingénieur Professeur agrégé certifié</p>
---	---

### DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

**Chef du département : M. FAYOLLE Pascal, Professeur - Adjoint : M. POUCHELON Jean-Louis , Professeur**

<p><b>- UNITE DE MEDECINE</b> M. POUCHELON Jean-Louis, Professeur* Mme CHETBOUL Valérie, Professeur M. BLOT Stéphane, Maître de conférences M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY Christelle, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE</b> M. DENOIX Jean-Marie, Professeur M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences* Mme GIRAUDET Aude, Professeur contractuel Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel M. PICCOT-CREZOLLET Cyrille, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE</b> Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Maître de conférences* (rattachée au DPASP) M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Mlle CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Melle LEDOUX Dorothée, Maître de conférences Contractuel (rattachée au DPASP)</p>	<p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE</b> M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. MOISSONNIER Pierre, Professeur Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mlle RAVARY Béangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel M. HIDALGO Antoine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE RADIOLOGIE</b> Mme BEGON Dominique, Professeur* Mme STAMBOULI Fouzia, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE D'OPHTALMOLOGIE</b> M. CLERC Bernard, Professeur* Melle CHAHORY Sabine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES</b> M. CHERMETTE René, Professeur M. POLACK Bruno, Maître de conférences* M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARGNAC Geneviève, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE DE NUTRITION-ALIMENTATION</b> M. PARAGON Bernard, Professeur * M. GRANDJEAN Dominique, Professeur</p>
---	---

### DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

**Chef du département : M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences**

<p><b>-UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES</b> M. BENET Jean-Jacques, Professeur* Mme HADDAD/ HOANG-XUAN Nadia, Maître de conférences Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE</b> M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p><b>- DISCIPLINE : BIostatistiques</b> M. SANAA Moez, Maître de conférences</p>	<p><b>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE</b> M. COURREAU Jean-François, Professeur r M. BOSSE Philippe, Professeur Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur r Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Maître de conférences*</p> <p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR</b> M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences* Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences M. ADJOU Karim, Maître de conférences</p>
--	--

Mme CALAGUE, Professeur d'Education Physique  
Recherche Contractuel

\* Responsable de l'Unité

AERC : Assistant d'Enseignement et de



# REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur

Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil qui nous fait l'honneur de présider notre jury de thèse, hommage respectueux.

A Madame Bénédicte Grimard,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort qui est à l'origine de ce travail.

Je lui adresse mes plus sincères remerciements.

A Madame Sylvie Chastant-Maillard

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury, sincères remerciements

A tous ceux qui ont permis de mener à bien ce travail : le laboratoire INTERVET, Madame Valérie Rosso et Monsieur René Fournier ainsi que l'UNCEIA et plus particulièrement Madame Claire Ponsart.



A mes parents et à ma sœur pour avoir supporté mes hauts et mes bas.

A Matthieu.

A tout le groupe 4, pour ces années d'école....





# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	5
CHAPITRE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	7
I- PHYSIOLOGIE SEXUELLE DE LA VACHE ALLAITANTE NON GESTANTE .....	9
A. <i>Anœstrus post partum</i> [19, 87] .....	9
1) Activité hypothalamique .....	11
2) Activité hypophysaire.....	11
B. <i>L'activité cyclique des ovaires de la vache</i> [19, 35, 56, 75] .....	12
1) La croissance folliculaire en vague .....	12
3) Évolution du follicule dominant .....	16
4) Développement du corps jaune [6, 35].....	17
C. <i>Facteurs influençant la durée de l'anœstrus post-partum</i> .....	18
1) Facteurs individuels .....	18
2) Facteurs d'environnement.....	22
II- TRAITEMENTS DE MAITRISE DES CYCLES PAR UN IMPLANT DE PROGESTAGENE.....	24
A. <i>Principe actif et adjuvant</i> .....	25
1) Progestagènes [55].....	25
2) Ajout d'œstrogènes.....	26
3) Ajout de prostaglandines F2 $\alpha$ .....	28
4) GnRH.....	28
5) eCG [90].....	31
B. <i>Ancien protocole : progestagènes avec œstrogènes</i> [90] .....	32
1) Protocole.....	32
2) Mode d'action .....	33
C. <i>Nouveau protocole : progestagène sans œstrogènes</i> [6, 90].....	35
1) Protocole.....	35
2) Mode d'action .....	35
3) Inconvénients .....	36
D. <i>Résultats de l'ancien protocole</i> .....	36
1) Taux de chaleurs induites et d'ovulation.....	36
2) Taux de gestation.....	36
3) Bilan chiffré : efficacité des traitements à base de norgestomet en élevage allaitant .....	37
III- FACTEURS DE VARIATION DE LA FERTILITE A L'ŒSTRUS INDUIT PAR LES PROGESTAGENES.....	38
A. <i>Facteurs liés à l'animal</i> .....	38
1) Cyclicité avant le traitement .....	38
2) Stade du cycle en début de traitement [48] .....	39
3) Parité.....	40
4) Conditions du vêlage précédent.....	41
5) Race .....	42

<i>B. Facteurs liés à la conduite d'élevage ou à l'environnement</i> .....	43
1) Alimentation .....	43
2) Saison .....	47
3) Intervalle vêlage-traitement .....	48
4) Sevrage temporaire du veau .....	49
5) Modalités d'insémination .....	49
6) Présence d'un taureau .....	50
<i>C. Interactions entre les différents facteurs [6, 48]</i> .....	51
<i>D. Recommandations</i> .....	52
CHAPITRE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE .....	53
I- MATERIEL ET METHODE .....	55
<i>A- Animaux</i> .....	55
1) Critères de recrutement .....	55
2) Appariement .....	56
3) Données recueillies .....	56
<i>B- Évaluation de la cyclicité avant traitement</i> .....	56
<i>C- Traitements</i> .....	57
<i>D- Évaluation de la fertilité à l'œstrus induit</i> .....	58
<i>E- Analyse statistique</i> .....	58
II- RESULTATS .....	61
<i>A- Description de l'échantillon</i> .....	61
<i>B- Comparaison des lots</i> .....	64
<i>C- Facteurs de variation du taux de gestation</i> .....	66
1) Analyse univariée .....	66
2) Analyse multivariée .....	74
III- DISCUSSION .....	75
<i>A. Aspect méthodologique</i> .....	75
<i>B. Résultats globaux</i> .....	75
<i>C. Facteurs de variations du taux de gestation</i> .....	76
1) Effet traitement .....	76
2) Effet cyclicité avant traitement .....	76
3) Effet élevage .....	76
4) Effet rang de vêlage .....	77
5) Effet conditions de vêlage .....	77
6) Effet note d'état corporel .....	77
7) Effet race .....	78
8) Effet intervalle vêlage-pose .....	78
IV- CONCLUSION .....	79
CONCLUSION GENERALE .....	81
BIBLIOGRAPHIE .....	83

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

eCG	equine Chorionic Gonadotropin
E2	Valérate d'œstradiol
FSH	Follicle Stimulating Hormone
GnRH	Gonadotropin Releasing Hormone ou Gonadolibérine
GPG	Gonadolibérine-ProstaglandineF2 $\alpha$ -Gonadolibérine
IA	Insémination Artificielle
IM	Intra musculaire
Jn	le nième jour du cycle (J0 étant le jour de l'ovulation)
LH	Luteinizing Hormone
PGF2 $\alpha$	ProstaglandineF2 $\alpha$
PMSG	Pregnant Mare Serum Gonadotropin
PSPB	Pregnancy Specific Protein B



# INTRODUCTION

Quel que soit le système d'élevage, les vaches allaitantes sont en grande majorité en anœstrus post partum lorsque débute la période de mise à la reproduction. Si l'éleveur veut maintenir ou atteindre l'objectif premier d'un veau par vache et par an, il est nécessaire d'induire la première ovulation. En effet, en élevage allaitant, l'intervalle vêlage – première ovulation est plus long qu'en élevage laitier : 35,9 jours en moyenne pour des vaches allaitantes [81] contre 25 à 30 jours pour des vaches laitières [68].

Mais la reprise d'une cyclicité normale n'est pas le seul objectif : regrouper les vêlages pendant une période déterminée à l'avance est primordial tant au niveau économique que zootechnique. Cette maîtrise de la mise à la reproduction permet de produire des lots de broutards homogènes vendus à une période optimale, de gérer les stocks alimentaires et de rationaliser le travail. Ceci ne peut être possible qu'en synchronisant les chaleurs des vaches.

Plusieurs traitements associant œstrogènes, progestagènes et eCG existent et permettent de synchroniser, de contrôler et d'induire les chaleurs et l'ovulation chez les femelles bovines. Il n'est alors plus nécessaire de détecter les chaleurs et il devient possible de choisir la date de mise à la reproduction. De plus l'insémination artificielle peut alors être utilisée de façon beaucoup plus large et la diffusion associée du progrès génétique est plus rapide [2, 39]. Aujourd'hui, 550 000 vaches allaitantes environ sont inséminées chaque année.

Les deux présentations existant en France jusqu'en octobre 2006 (CRESTAR® et PRID®) sont une association de progestagènes et d'œstradiol. L'implant CRESTAR® (laboratoire Intervet, Angers, France) contient du norgestomet et est associé à du valérate d'œstradiol. La spirale vaginale PRID®, devenue PRIDESTROL®, (laboratoire CEVA, Libourne, France) contient de la progestérone dans l'élastomère siliconé inerte et du benzoate d'œstradiol dans la gélule de gélatine [89]. Ces traitements sont largement utilisés dans le monde de l'élevage : environ 240 000 traitements de ce type sont mis en place par an en France.

Conformément aux dispositions de l'accord de l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce) sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires, la Commission européenne a décidé en 1998 de procéder à une évaluation complémentaire des risques de six substances hormonales : l'œstradiol 17 $\beta$ , la testostérone, la progestérone, l'acétate de trembolone, le zéranol et l'acétate de mélangestrol. C'est ainsi que l'œstradiol 17 $\beta$  a été déclaré « 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 » selon le Comité scientifique des mesures vétérinaires en rapport avec la santé publique.

De ce fait, une nouvelle directive de l'Union Européenne spécifie l'interdiction d'utilisation de l'œstradiol à partir d'octobre 2006.

Différentes expérimentations ont été entreprises par les deux laboratoires concernés pour mettre au point de nouveaux protocoles permettant d'obtenir au moins d'aussi bons résultats sans utiliser d'œstrogène.

Dans un premier temps, une étude bibliographique rappellera la physiologie sexuelle de la vache, les différents traitements de synchronisation des chaleurs existant ainsi que les facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit par les progestagènes. Puis l'étude expérimentale comparera la fertilité à l'œstrus induit par un nouveau traitement associant buséréline, implant CRESTAR<sup>®</sup>, prostaglandine F2 $\alpha$  et eCG à celle obtenue avec le traitement CRESTAR<sup>®</sup> classique chez les vaches allaitantes.

# **CHAPITRE 1 :**

# **ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

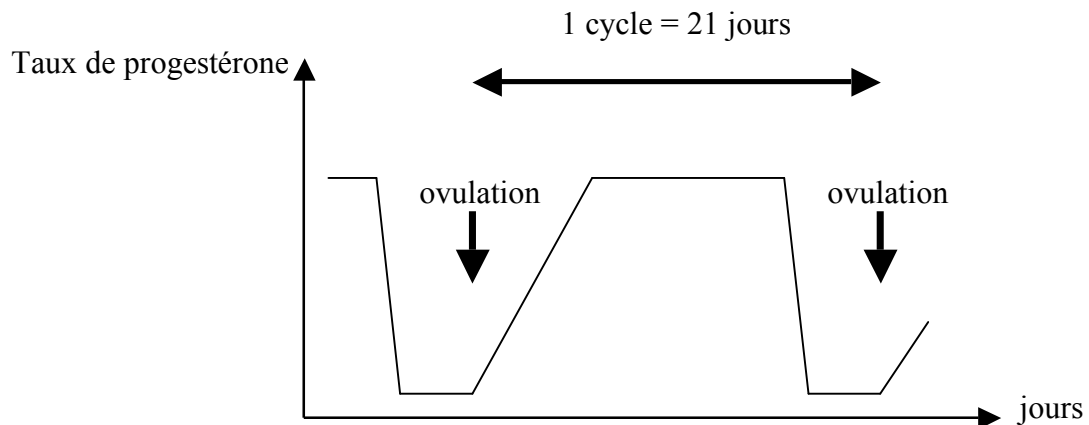




# I- Physiologie sexuelle de la vache allaitante non gestante

La vache allaitante, quand elle est cyclée, présente des cycles d'une durée de  $21 \pm 2$  jours en moyenne (figure 1). L'intervalle interœstral est constant pour un même animal [74].

**Figure 1 : Concentration en progestérone au cours du cycle sexuel chez la vache [74]**



## A. Anœstrus post partum [19, 87]

### 1) Définition

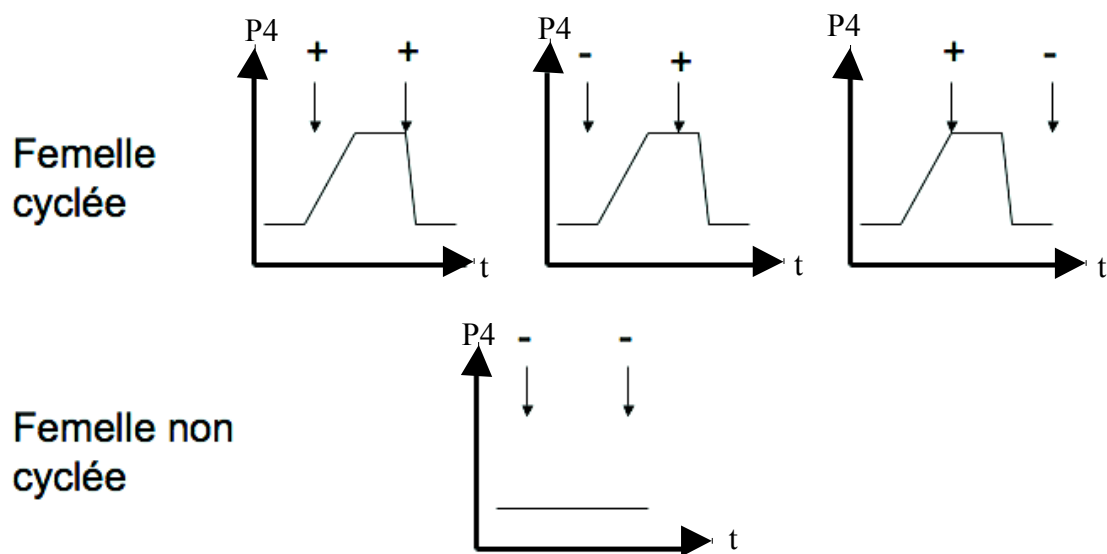
L'anœstrus est un syndrome dont la caractérisation est l'absence de manifestation de chaleurs. L'anœstrus post-partum est physiologique, mais peut devenir pathologique sur le plan économique s'il se prolonge de manière exagérée. La durée physiologique de l'anœstrus post partum, qui se détermine par la mesure de la progestérone dans le sang ou le lait est comprise entre 56 et 96 jours [55]. Peu de vaches allaitantes conduites en vêlage d'hiver ont repris leur activité ovarienne au moment de la mise à la reproduction (17% selon Grimard et al, 1992 [49]). Dans ce cas, l'objectif retenu d'un veau par vache et par an ne peut être atteint.

On parle d'anœstrus vrai si aucune activité ovarienne n'a été mise en évidence par palpation transrectale ou échographie, c'est-à-dire qu'aucun corps jaune fonctionnel de plus de 2 cm n'a été observé. De façon plus sûre, on peut confirmer l'anœstrus en mesurant un taux de progestérone dans le sang ou le lait faible [79].

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 [65].

Le taux de progestérone dans le sang ou le lait est un indicateur fidèle de l'activité ovarienne car elle met en évidence la présence d'un corps jaune. Deux prélèvements à 10 jours d'intervalle sont nécessaires. En effet, un seul taux de progestérone bas peut montrer que la vache est en repos sexuel ou bien qu'elle se trouve à un moment proche des chaleurs (phase folliculaire). Seules les vaches ayant deux taux de progestérone bas à 10 jours d'intervalle seront diagnostiquées en anœstrus vrai comme le montre la figure 2.

**Figure 2 : Etude de l'activité ovarienne par deux dosages de la progestérone à 10 jours d'intervalle (Petit et al., 1977) [87]**



D'autres anœstrus sont dit pathologiques s'ils sont dus à des kystes ovariens, une pathologie infectieuse utérine, un corps jaune persistant (sécrétion de progestérone pendant plus de 19 à 28 jours) ou tout simplement à une mauvaise détection des chaleurs (subœstrus).

On remarque un décalage entre la reprise de l'activité ovarienne et la manifestation des premières chaleurs. En effet Petit et al (1977) [87] ont pu mettre en évidence que seulement 20% des premières ovulations étaient suivies de comportement de chaleur.

## 2) Mécanisme physiologique

La gestation est caractérisée par un fort taux d'œstrogènes d'origine placentaire. Ces hormones sont impliquées dans un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH hypophysaire : on parle d'anœstrus de gestation. Les vagues de croissance folliculaire sont donc intermittentes et de faible intensité dans le dernier mois de gestation. Peu avant la mise bas, le taux d'œstrogène augmente et participe à une inhibition de la FSH. En période post-partum,

tous les mécanismes hormonaux doivent se réorganiser pour permettre à la femelle de reprendre une activité ovarienne cyclique normale.

### **3) Activité hypothalamique**

Avant la mise bas, les taux d'œstradiol  $17\beta$  et de progestérone augmentent beaucoup pendant les quatre dernières semaines de la gestation et sont responsables d'un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. Après le vêlage, ces taux sanguins reviennent à leur niveau basal en 48-72 heures [27, 62]. Le rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus se lève et la sécrétion de GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone) peut reprendre.

### **4) Activité hypophysaire**

#### ○ FSH (Follicle Stimulating Hormone)

Dans un second temps, la sécrétion de GnRH stimule la sécrétion de FSH par l'hypophyse. En effet, cette libération semble être plus sensible à l'augmentation de la GnRH que celle de LH. La sécrétion en FSH n'est pas un facteur limitant la reprise de l'activité ovarienne : elle est en quantité suffisante pour stimuler la croissance folliculaire très tôt après le vêlage [95]. L'anœstrus post partum prolongé chez les vaches allaitantes est dû à l'incapacité du follicule dominant à ovuler plutôt qu'à un retard de développement [104].

Une augmentation de la concentration en FSH est noté 1 à 4 jours avant l'émergence d'une nouvelle vague de croissance folliculaire chez les vaches allaitantes en anœstrus post partum avec un pic sérique le jour précédant l'émergence de cette nouvelle vague [105].

#### ○ LH (Luteinizing Hormone)

Dans un troisième temps, la synthèse de LH dans l'hypophyse puis sa sécrétion commencent. Le stock de LH est au plus bas pendant la gestation sous le rétrocontrôle négatif des œstrogènes et il semblerait qu'il s'agisse du principal facteur limitant la reprise de l'activité ovarienne.

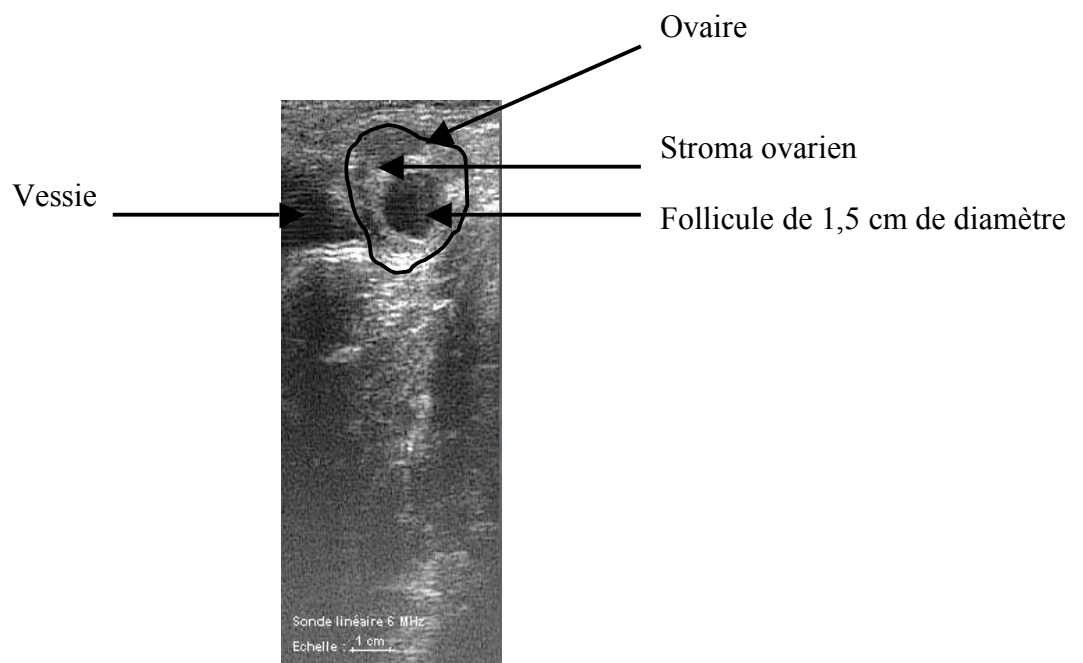
Chez la vache allaitante, ce n'est qu'au bout d'environ 30 jours post-partum que les pics sériques de LH ont une fréquence et une amplitude adéquate avec l'ovulation du follicule dominant [27]. En effet le premier follicule dominant est visible dès le 10<sup>ème</sup> jour post partum [27, 81] et de 2,1 [27] à 3,2 [81] follicules dominants sont nécessaires avant la première ovulation.

## B. L'activité cyclique des ovaires de la vache [19, 35, 56, 75]

Il s'agit de la folliculogenèse ou succession des étapes de développement des follicules (voir figure 3). Le potentiel folliculaire se met en place avant la naissance. La croissance se déroule en deux étapes : une phase non gonado-dépendante à croissance continue de plusieurs mois et une phase gonado-dépendante à caractère cyclique.

Très peu de follicules connaîtront cette évolution, la plupart (plus de 99%) deviendront atrésiques.

Figure 3 : Image échographique d'un follicule [57]



### 1) La croissance folliculaire en vague

Les follicules primordiaux, point de départ de la croissance folliculaire, proviennent de la migration des cellules germinales femelles. A partir de 2 millions d'ovogonies, on obtient 235000 follicules primordiaux qui constituent la réserve ovarienne. Cette dernière décline progressivement au cours de la vie de l'animal [56].

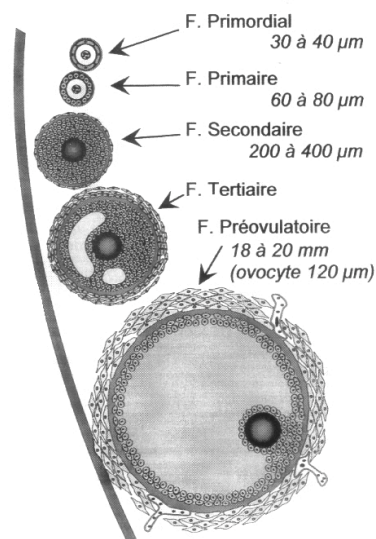
- Phase non gonado-dépendante [35, 56]

Il s'agit de la transformation du follicule primordial (30  $\mu\text{m}$  de diamètre) en follicule antral ou tertiaire (3-5 mm). Les différents stades sont le follicule primaire (40  $\mu\text{m}$ ), secondaire (0,1 mm) et préantral (0,1-0,2 mm) (figure 4). 50 à 80 follicules quittent la réserve ovarienne chaque jour.

Cette croissance non gonado-dépendante est régulée par des facteurs de croissance locaux et dure plus de 6 mois. L'activité mitotique se réduit progressivement pour laisser place à une différenciation cellulaire. Les follicules tertiaires sont stockés en périphérie de l'ovaire, dans le stroma.

Une étape importante est la synthèse de récepteurs à LH sur les cellules de la thèque interne et des récepteurs à FSH sur celles de la granulosa.

**Figure 4 : Evolution morphologique d'un follicule ovarien dans l'espèce bovine (Hanzen et al., 2000) [56]**



○ Phase gonado-dépendante [19, 35, 56, 75]

Il s'agit de la période de croissance folliculaire pendant laquelle l'influence des gonadotropines est primordiale : le follicule antral (3-5 mm) devient préovulatoire (20 mm) (voir figure 4). Cette phase ne concerne qu'un follicule sur 1000 entrés en croissance : l'atresie concernent donc 99,9 % des follicules. Seuls les 10 derniers jours des 6 mois de croissance peuvent être suivis par échographie [20] (figure 3). 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 [36, 80]. L'évolution se fait par une succession de croissances et de régressions synchrones de plusieurs follicules. Une à quatre vagues sont décrites chez la vache. Cependant, un cycle ne comporte le plus souvent que 2 ou 3 vagues, le follicule préovulatoire étant issu de la dernière vague [56]. Le pourcentage de vaches à 2 ou 3 vagues diffère selon les études. Selon les auteurs, 75% des vaches ont deux [81] ou trois [12, 82] vagues de croissances folliculaires. Il était admis que les génisses avaient plutôt des

cycles à deux vagues et les vaches des cycles à trois vagues : ces principes ont été remis en cause.

Lors de cycle à trois vagues, une nouvelle vague émerge à J2, J8 et J14 du cycle (J0 étant l'ovulation). Dans les cycles à deux vagues, les recrutements ont lieu à J2 et J11 [35] (figure 5). La présence de 2 ou 3 vagues de croissance folliculaire entraîne des différences décelables. L'intervalle interovulatoire est plus long dans les cycles à 3 vagues avec une phase lutéale plus longue (respectivement 22,5 jours entre 2 ovulations contre 19,8 jours). Par contre, l'intervalle de temps entre l'émergence des vagues est plus long dans les cycles à 2 vagues [82]. Il n'est pas évident que ces vagues de croissance successives s'arrêtent pendant la gestation. On sait qu'elles s'espacent au cours des 3 dernières semaines.

Chaque vague se déroule en plusieurs étapes : phases de recrutement, de sélection, de dominance puis ovulation ou atresie (figure 5).

- Phase de recrutement (FSH-dépendante)

Un follicule est dit recruté quand il est capable de répondre à la stimulation des gonadotropines.

Une quinzaine de follicules émergent de la réserve ovarienne de follicules tertiaires tous les 7 à 9 jours [20]. Ils mesurent environ 3 mm de diamètre. Deux ou trois follicules sont sélectionnés à partir de la cohorte initiale et sécrètent dans la circulation générale des œstrogènes et de l'inhibine qui vont exercer un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse [20]. La sécrétion de FSH baisse jusqu'à atteindre des niveaux inférieurs aux besoins folliculaires, phénomène responsable de la sélection du follicule dominant.

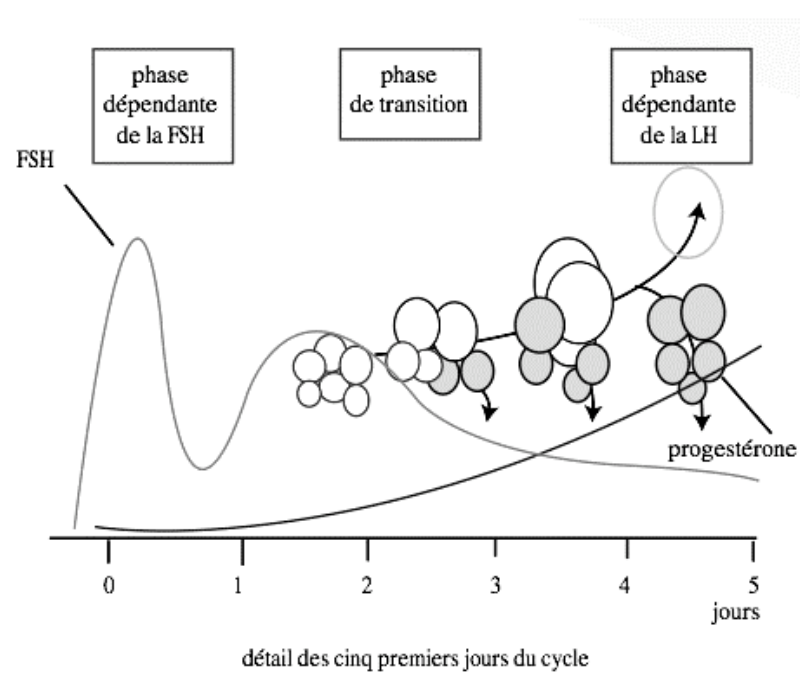
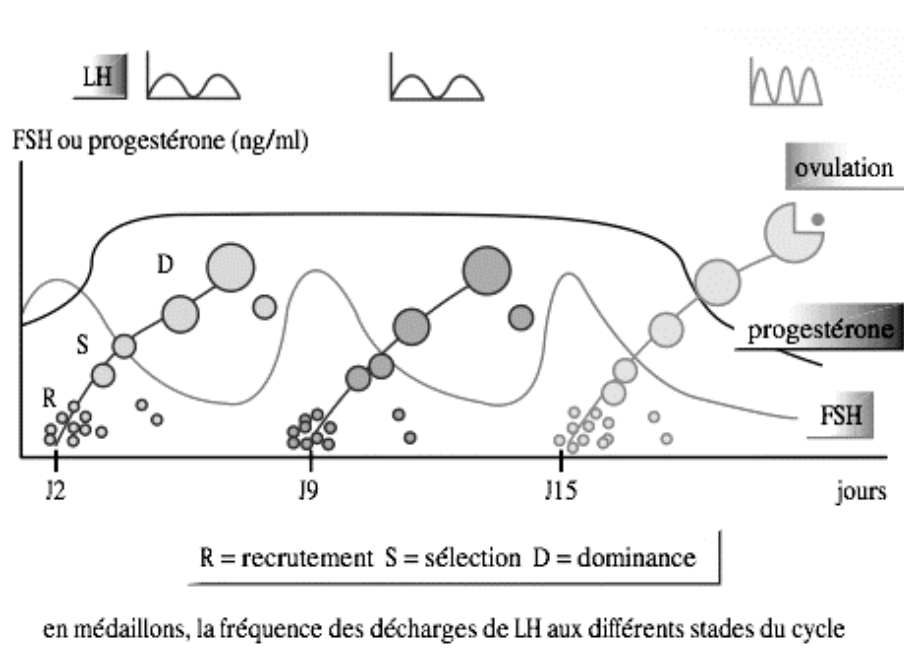
La FSH, en se fixant sur les récepteurs des cellules de la granulosa, induit la synthèse de récepteurs à LH. Les œstrogènes induisent la croissance folliculaire et le développement de la cavité antrale.

- Phase de sélection et de dominance

La sélection fait référence au processus par lequel, parmi les nombreux follicules en croissance, un seul follicule arrivera au stade pré-ovulatoire. En effet les bovins sont une espèce mono-ovulatoire. La sécrétion de FSH va diminuer et aboutir à la sélection d'un follicule dit dominant qui sera le seul à posséder une quantité suffisante de récepteurs à LH pour subsister. A partir de 8-10 mm de diamètre, la fin de croissance devient LH-dépendante. Le diamètre du follicule dominant continue à augmenter jusqu'à 15 à 20 mm [56] et une grande quantité d'œstrogènes est sécrétée.

Les mécanismes de sélection du follicule dominant restent inconnus.

**Figure 5 : Croissance folliculaire au cours du cycle œstral chez la vache (J0 étant l'ovulation) (Ennuyer, 2000) [35]**



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 qui ovulera. En effet, la baisse de FSH ne permet plus la croissance des autres follicules non sélectionnés de la vague : ils vont évoluer vers l'atrésie.

## 2) Évolution du follicule dominant

Cette évolution est LH-dépendante. La fréquence et l'amplitude des pics de LH conditionnent l'avenir du follicule dominant (figure 5).

- Si un corps jaune est présent, les pics de LH toutes les 3 à 4 heures aboutissent à la perte de dominance. Après une phase statique de 6 jours [82], le follicule dominant s'atrophie : la vague folliculaire était non ovulatoire. La progestérone exerce un effet rétronégatif sur l'hypothalamus. Pendant la phase lutéale, elle inhibe l'ovulation (pas de pic de LH) mais permet tout de même l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire [20].

- Après la lutéolyse, les pulses de LH toutes les heures permettent l'ovulation. Cette fréquence n'est atteinte que lors de la levée de l'inhibition de la progestérone sur la production de GnRH.

- S'il y a un défaut d'ovulation ou d'atrophie du follicule dominant, la formation d'un kyste en période post-partum est 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'œstrogènes. Jusqu'à 50 jours post partum, cela n'a généralement pas de répercussion sur la fertilité ultérieure (on note parfois des comportements de nymphomanie) : les kystes régressent et une cyclicité ovarienne normale reprend [35].

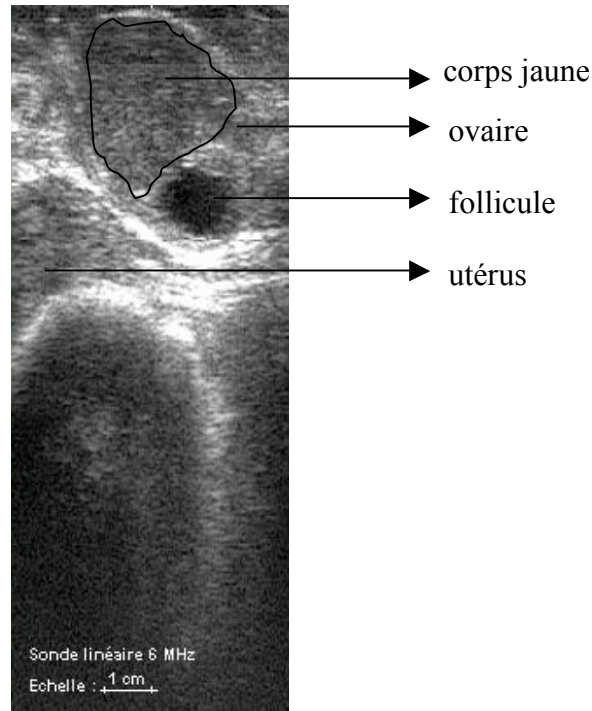
Les deux ovaires qui communiquent entre eux via la sécrétion d'inhibine et d'œstrogènes dans la circulation générale se comportent comme un seul organe. Il faut noter que 60% des ovulations ont lieu sur l'ovaire droit [20]. Cependant il n'est pas exclu de penser que par l'intermédiaire des prostaglandines qu'elle synthétise, la corne gestante en involution exerce une influence différente sur l'ovaire ipsi ou controlatéral à cette corne. L'ovaire porteur du corps jaune gestatif présente dans les premiers jours suivant le vêlage de plus petits follicules que l'ovaire controlatéral à la corne gestante [56].



### 3) Développement du corps jaune [6, 35]

Le follicule ovulatoire libéré de son ovocyte se transforme en corps jaune (figure 6). Il est constitué de deux sortes de cellules : les petites et les grandes cellules lutéales sécrétant toutes deux de la progestérone [108].

**Figure 6 : Image échographique d'un corps jaune [57]**



Pendant les premiers jours, il se développe et croît. Il n'est sensible aux prostaglandines, agents lutéolytiques, qu'à partir du 5<sup>ème</sup> jour. Il maintient son activité pendant 8 à 10 jours puis si aucune fécondation n'a eu lieu, il y a lutéolyse. En effet, 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 la synthèse et la libération de prostaglandines [18].

Généralement, les premiers cycles après l'ancestrus présentent une phase lutéale plus courte que les suivants [59]. Une autre anomalie peut être visible lors de la reprise de cyclicité après vèlage. Il s'agit d'une phase lutéale prolongée. On parle alors de corps jaune persistant qui sécrète de la progestérone pendant plus de 19 à 28 jours [45].

## **C. Facteurs influençant la durée de l'anœstrus post-partum**

Ces facteurs sont pour la plupart communs à la vache laitière et à la vache allaitante même si les caractéristiques fonctionnelles de l'anœstrus sont différentes. La première ovulation post partum apparaît selon les études à partir du 28,6<sup>ème</sup> [27] au 35,9<sup>ème</sup> [81] jour chez les vaches allaitantes et à partir du 27<sup>ème</sup> [101] au 30,9<sup>ème</sup> [100] jour chez la vache laitière. La reprise des cycles est identique mais 11% des vaches allaitantes ovulent sur le premier follicule dominant contre 84% des vaches laitières [81]. La différence essentielle de la durée d'anœstrus provient des différences d'allaitement. 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'anœstrus post partum. Chez la vache allaitante, la réduction de la fréquence des tétées ne joue un rôle que si elle est réduite à une fois par jour ; le sevrage temporaire n'a une influence que s'il dure au minimum trois jours. Il ne s'agit que de mesures difficiles à mettre en œuvre en élevage [79].

### **1) Facteurs individuels**

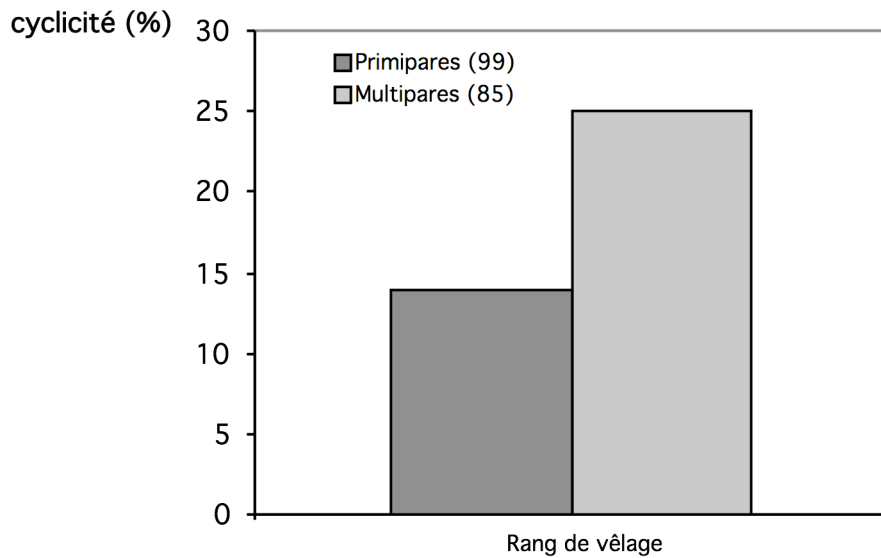
- La parité

Les primipares présentent un taux d'anœstrus supérieur de 10 à 30 points par rapport aux multipares [3, 49, 85] en vêlage d'hiver (figure 7). L'intervalle vêlage – 1<sup>ère</sup> ovulation des primipares est plus long de 3 semaines en moyenne que celui des multipares [59]. Cette durée peut être prolongée si le premier vêlage est précoce. Plusieurs hypothèses expliquent ces différences.

Les primipares auraient une plus grande sensibilité à la sous-nutrition [41] car elles sont encore en croissance. Il existe une compétition entre les besoins de croissance, d'allaitement, d'entretien et de reproduction. Les effets de cette sous-nutrition sont particulièrement marqués sur la sécrétion de LH et sur la croissance folliculaire.

De plus, elles subissent des conditions de vêlage plus difficiles, retardant le rétablissement de l'activité ovarienne.

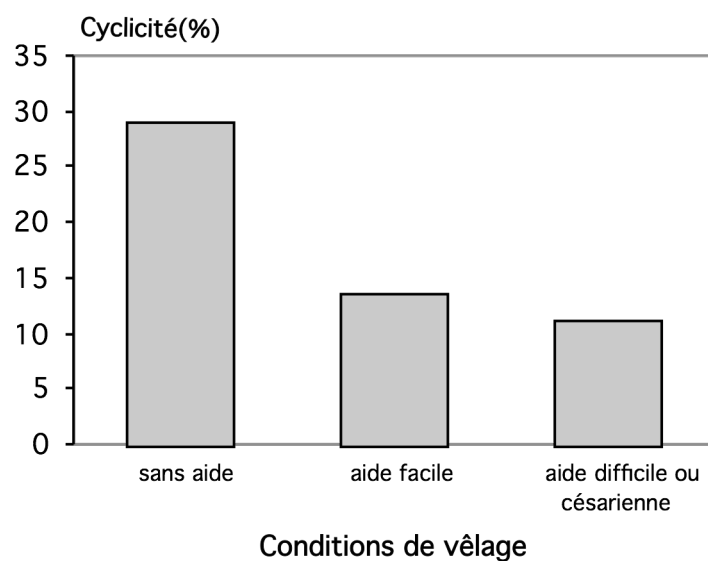
**Figure 7 : Cyclicité après 60 jours post partum en fonction du rang de vêlage de 187 vaches Charolaises (Kabandana et al 1993) [64]**



o Les conditions de vêlage

Les mauvaises conditions de vêlage (dystocie ou césarienne) allongent les délais de reprise de l'activité ovarienne [34]. Il faut noter que même une aide facile dégrade le taux de cyclicité [49]. Un vêlage difficile allonge l'anoestrus mais peut aussi entraîner une mauvaise involution utérine, des problèmes infectieux et une mauvaise fertilité [2] (figure 8).

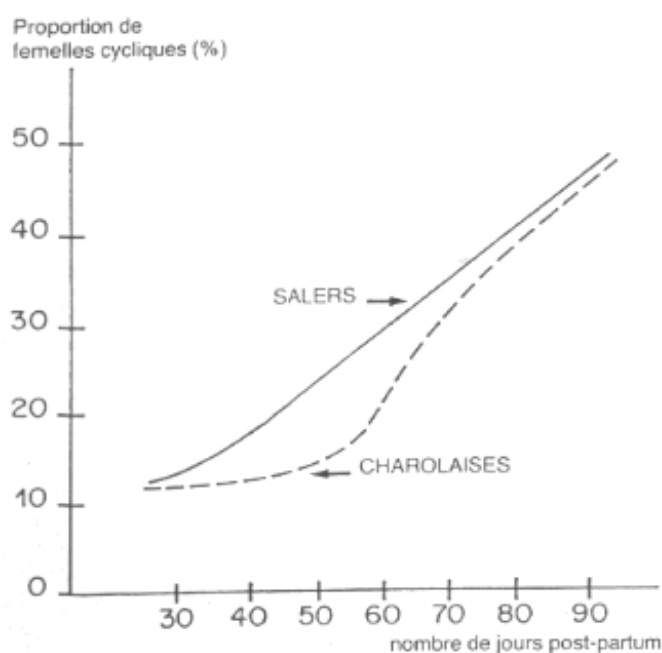
**Figure 8 : Influence des conditions de vêlage sur la cyclicité post partum sur 448 vaches Charolaises (Grimard et al., 1992) [49]**



- La race

L'effet race sur la durée de l'œstrus est difficile à mettre en évidence. Il n'y a pas que la race qui diffère dans les études : la région, le climat, l'alimentation, la conduite d'élevage sont le plus souvent variables. Cependant, une hiérarchie peut être faite grâce à différentes études citées par Vandewinkel (2000) [109] : les Blondes d'Aquitaine ont une reprise de cyclicité plus précoce que les Salers, les Limousines et les Charolaises (figure 9).

**Figure 9 :Variation de l'activité ovulatoire après vêlage en race Salers (n=1081) et Charolaise (n=852) (Pelot et al., 1984 cité par De Fontaubert, 1988 [31])**



- L'allaitement

Les vaches allaitant leur veau ont une reprise d'activité sexuelle plus tardive que les vaches traitées. Ceci semble lié au nombre et à la nature des stimulations de la mamelle au cours de la journée [87]. 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 augmente [59]. Ceci s'explique par une diminution de la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus [111], de la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH et par l'inhibition du rétrocontrôle positif de l'œstradiol [113].

L'effet de l'allaitement sur la durée de l'œstrus ne semble pas lié à la prolactinémie élevée induite par la tétée : cette dernière ne joue pas de rôle dans la reprise de l'activité ovarienne. C'est surtout le stimulus de la tétée qui supprime la sécrétion des gonadotropines [113].

On peut en conclure que le sevrage du veau peut être un point de contrôle pour réduire l'anœstrus post-partum. Un sevrage à la naissance réduit l'intervalle entre le vêlage et la première ovulation [102]. Cependant une telle pratique présente un intérêt économique limité en élevage allaitant. Un retrait complet et temporaire du veau améliore les résultats de reproduction sans toutefois détériorer à long terme les taux de croissance et le poids des veaux [113]. L'effet d'une réduction de la fréquence des tétées ne se manifeste que si celle-ci est réduite à une fois par jour et si la durée de ce sevrage temporaire est suffisamment longue : trois jours au moins sont nécessaires [59].

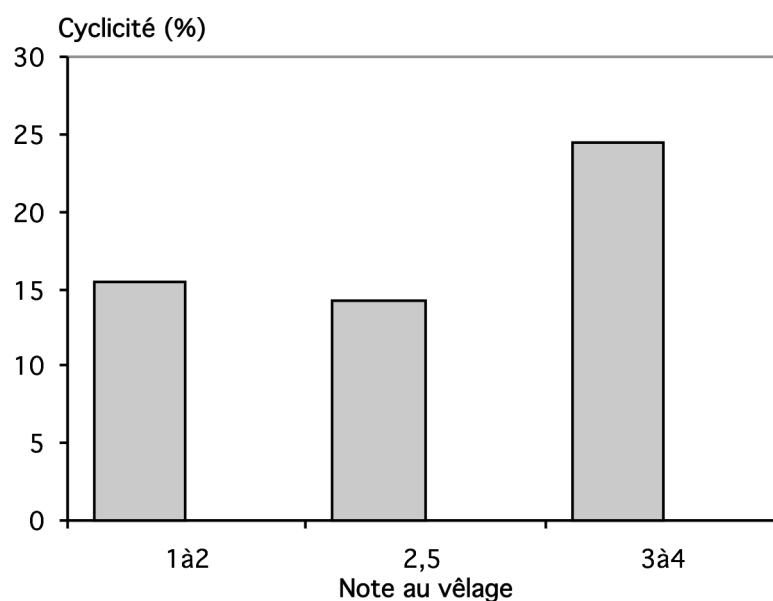
- L'alimentation

La note d'état corporel (sur une échelle de 0 à 5) et le poids vif sont des indicateurs fiables de l'alimentation des animaux.

- La note d'état corporel : les vaches en bon état d'engraissement au vêlage (note de 3 à 4,5) présentent un meilleur taux de cyclicité que celles vêlant en mauvais état (2,5 ou moins) [49] (figure 10).

Cet effet affecte surtout le taux de cyclicité des vaches après le deuxième vêlage. Après le troisième vêlage et plus, les vaches en mauvais état à 60 jours post-partum ont un taux de cyclicité aussi élevé que les vaches plus grasses [49].

**Figure 10 : Influence de la note d'état corporel sur le taux de cyclicité post partum de 448 vaches Charolaises (Grimard et al., 1992) [49]**



- Le poids vif : les vaches pesant plus de 650 kg 60 jours post-partum ont un taux de cyclicité post partum plus important que celles pesant moins [49].

Cet effet est surtout visible après le deuxième vêlage et pour les vaches ayant vêlé dans de mauvaises conditions (aide difficile ou césarienne) [49].

## 2) Facteurs d'environnement

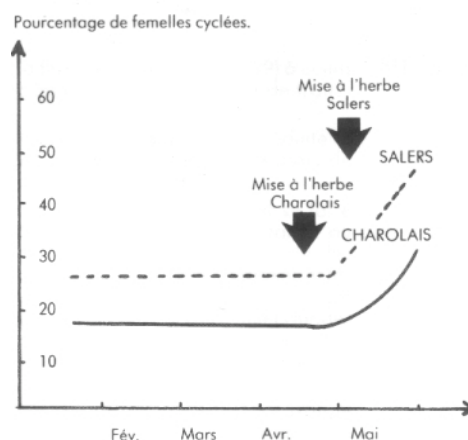
### o La saison

Elle est très importante pour les vaches allaitantes. En France, la cyclicité est plus élevée en automne ou en tout début d'hiver [3, 22]. La période la plus défavorable se situe en fin d'hiver. La mise à l'herbe favorise la reprise d'activité ovarienne (figure 11).

Des variations au cours de l'hiver sont mises en évidence. Dans l'étude de Grimard et al. (1992) [49], le taux de cyclicité était maximal pour les vaches vêlant en décembre (entre le 5 et le 17). Il diminuait avant et après. Cet effet est significatif pour les vaches ayant trois vêlages et plus [49] et peut être expliqué par la variation de luminosité, les conditions d'alimentation et l'exercice.

On peut noter que l'intervalle vêlage – mise à l'herbe est plus déterminant que la date de vêlage elle-même. Les vaches vêlant en début d'hiver passent une longue période en stabulation où elles mobilisent leurs réserves corporelles. Si elles vêlent peu avant la mise à l'herbe ou même au pâturage, les conditions alimentaires sont optimales après le vêlage, réduisant la durée de la période d'ancestrus [109].

**Figure 11 : Influence de la saison sur la cyclicité chez les vaches allaitantes (Chupin et al., 1977 [25] cité par Paccard et Grimard, 1988 [84])**



- Le type de stabulation

Les signes d'œstrus apparaissent plus tôt après vêlage chez les vaches en stabulation libre que chez celles en stabulation entravée [3, 32, 38]. Il y a cependant de fortes disparités entre les études, de nombreuses interactions avec d'autres facteurs intervenant, comme l'éclairage et le mode d'allaitement [49, 61]. La plupart des veaux en stabulation entravée sont séparés de leur mère et têtent deux fois par jour contrairement à ceux en stabulation libre qui peuvent téter tout au long de la journée.

- La présence du mâle

Certaines études ont montré l'effet positif de la présence du mâle au pâturage [102]. Cependant, en hiver, lorsque les vaches sont en stabulation, les résultats sont contradictoires [34, 49, 59, 92].

En conclusion, compte tenu des races élevées en France et des systèmes de production qui doivent être économes, les vaches présentent des facteurs de risques d'œstrus après vêlage d'hiver : vêlages difficiles, note d'état et poids faibles, saison peu propice avec un faible éclairage... Tous ces facteurs se cumulent avec le rang de vêlage pour les primipares. Tout cela implique que l'on doit induire les chaleurs si l'on souhaite inséminer les vaches avant la mise à l'herbe.

## **II- Traitements de maîtrise des cycles par un implant de progestagène**

Les traitements de maîtrise des cycles sexuels présentent de nombreux avantages en élevage allaitant : ils permettent de minimiser les conséquences de l'extensification des systèmes de production. En groupant les chaleurs, ils permettent de n'impliquer la main d'œuvre disponible sur l'exploitation dans la reproduction que pendant un laps de temps réduit. De plus, en induisant l'ovulation chez les femelles non cyclées, ils limitent les effets néfastes de la sous-alimentation hivernale sur l'intervalle vêlage-ovulation fécondante. Sans oublier que la détection des chaleurs en élevage allaitant est une pratique moins développée et plus difficile à mettre en œuvre que dans les troupeaux laitiers et que les traitements à base de progestagène permettent d'inséminer sans détecter les chaleurs. Il faut noter également que la synchronisation des chaleurs facilite l'utilisation de l'insémination artificielle et donc la diffusion associée du progrès génétique [39].

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 et au moment de la mise en place du traitement.

Différents traitements existent mettant en jeu plusieurs molécules. L'efficacité de ces traitements est très variable [39].

-Les traitements basés sur l'administration répétée de prostaglandines ne contrôlent que la fonction du corps jaune. La synchronisation de l'ovulation est insuffisante pour réaliser une unique insémination à l'aveugle à un moment déterminé [48]. De plus, ces traitements ne pourront se réaliser que sur des animaux cyclés.

-Les traitements de type GnRH – Prostaglandines - GnRH permettent d'obtenir des résultats plus intéressants car ils combinent une action à la fois sur les follicules ovariens (par le GnRH) et sur le corps jaune (par les prostaglandines) [108]. Les résultats sont médiocres pour les vaches non cyclées et les génisses.

-Les traitements à base de progestagènes ou de progestérone combinés avec l'administration d'œstradiol au moment de la pose permettent de synchroniser correctement la fonction folliculaire et la fonction lutéale. Cette double action est la clé de leur efficacité [13, 65]. Ces traitements sont idéaux lorsque les troupeaux à synchroniser sont constitués de femelles cyclées ou non, en proportions inconnues [48]. Ils sont donc particulièrement bien indiqués chez les vaches allaitantes.



## A. Principe actif et adjuvant

En 2006, deux dispositifs relarguant progressivement des progestagènes sont disponibles en France : l'implant CRESTAR<sup>®</sup> et CRESTAR SO<sup>®</sup> (Intervet, Angers, 3mg de norgestomet) et la spirale vaginale PRIDOESTROL<sup>®</sup> (Progesterone Intravaginal Device, CEVA, Libourne, 1,55g de progestérone).

Étant donné le sujet de l'étude expérimentale qui suit, nous ne nous intéresserons qu'à l'implant CRESTAR<sup>®</sup>.

### 1) Progestagènes [55]

- Molécules et voies d'administration

Les progestagènes sont des molécules de synthèse apparues dans les années cinquante.

Il en existe de nombreuses formes dont la structure de base est le noyau cycloperhydrophénantrène : acétate de mélangestrol, acétate de médroxyprogestérone, chlormadinone...

Plusieurs voies d'administration sont possible : orale, intramusculaire, sous-cutanée, vaginale sous forme d'éponge ou de spirale.

- Mode d'action

Toutes ces molécules ont des propriétés communes. Elles ont une activité inhibitrice centrale : elles exercent un rétrocontrôle négatif sur la GnRH, inhibant de ce fait la sécrétion hypophysaire de LH et FSH. Une imprégnation progestéronique bloque ainsi ovulation et chaleurs. Le follicule dominant de la vague en cours devient atrésique. La levée de cette imprégnation entraîne le redémarrage du cycle. En effet, la chute rapide de la concentration plasmatique de progestagène entraîne une levée d'inhibition du complexe hypothalamo-hypophysaire : les pulses de LH s'accélèrent jusqu'à l'obtention du pic ovulatoire.

Un pic de FSH est également visible. Le jour du retrait de l'implant, la concentration de FSH passe de 60 à 150 ng/mL [7].

Les progestagènes provoquent aussi l'épaississement des glaires cervicales, le développement de l'endomètre et le maintien de la gestation si gestation il y a.

Dans l'implant CRESTAR<sup>®</sup>, le progestagène est le norgestomet (17 $\alpha$ -acétoxy-11 $\beta$ -méthyl-19-nor-preg-4-ene-3,20-dione) que l'on administre par voie sous-cutanée sous forme d'un implant de polymécrylate d'une longueur de 18 mm et de 2 mm de diamètre contenant 3 mg de principe actif. On le met en place sur la face externe du pavillon de l'oreille à l'aide d'un trocart (voir figure 13).

La molécule libérée étant un progestagène et non de la progestérone, la concentration plasmatique en progestérone chute suite à la pose de l'implant et garde un niveau faible [7].

- Inconvénients

Bien que peu fréquente, la perte de l'implant existe : le taux de perte oscille entre 0,6 et 2% [103]. Elle varie selon la localisation de l'implantation. Si l'implant est mis à la base ou au milieu de l'oreille le taux de la perte passe à 5%. Il passe à 36% si l'implant est posé à l'extrémité de l'oreille [103].

Il faut noter que la pose d'implant sous-cutané s'accompagne d'une infection au lieu d'implantation chez 18% des animaux traités [107]. Pour limiter les complications il faut réaliser la pose de l'implant de manière aseptique.

Dans un premier temps, on utilisait les implants sur de longue durée : 18 à 21 jours. Le pourcentage de chaleurs induites était très important et les œstrus très bien synchronisés [24, 94]. Cependant le taux de fertilité était faible avec ce type de protocole [24, 94].

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 [94, 103].

## **2) Ajout d'œstrogènes**

- Les molécules

Deux molécules sont actuellement présentes en France : le benzoate d'œstradiol (PRIDOESTROL<sup>®</sup>) et le valérate d'œstradiol (CRESTAR<sup>®</sup>).

La demi-vie de l'œstradiol est très brève, les œstrogènes ne s'accumulant pas dans l'organisme. Leur estérification sous forme de benzoate (PRIDOESTROL<sup>®</sup>) ou de valérate (CRESTAR<sup>®</sup>) a permis d'améliorer leur efficacité en augmentant leur durée de vie [109].

- Mode d'action

Ils sont utilisés en début de traitement pour leur action lutéolytique sur un corps jaune mature [48]. Si la vache se trouve en phase de développement lutéal, ils permettront tout de même de prévenir la synthèse endogène de progestérone (action antilutéotrope).

Ils permettent 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 [55]. On améliore la synchronisation et la fertilité à l'œstrus induit.

Malheureusement, l'ajout d'œstrogènes peut s'avérer insuffisant et explique certains échecs dans des lots de femelles préalablement cyclées [38, 65]. En effet, l'administration des œstrogènes au début du traitement de progestagène de 10 à 12 jours ne permet pas d'obtenir une régression du corps jaune au moment du retrait du dispositif chez toutes les femelles, en particulier quand elle est réalisée en début de phase lutéale [38]. L'administration d'un lutéolytique comme des prostaglandines, 24 à 48 heures avant le retrait du dispositif à base de progestagènes permet une meilleure synchronisation des chaleurs et fertilité à l'œstrus induit. Dans ce cas, on diminue la durée de l'implant (entre 7 et 9 jours) [83].

Les œstrogènes ont également un rôle important dans la régulation de la croissance folliculaire et l'émergence de nouvelles vagues [14, 31]. Ils diminuent transitoirement la sécrétion de FSH, induisant l'atrésie des follicules FSH-dépendants et le démarrage d'une nouvelle vague de croissance folliculaire 3 à 6 jours plus tard [31, 47]. Cependant cet effet est effectif si l'injection a lieu en début ou milieu de la phase de croissance du follicule dominant [14].

Certaines études préconisent de réaliser l'injection d'œstrogènes au moment de l'insémination et non lors de la pose. Mais Bo et al (1991) [15] ont démontré qu'il y a davantage d'ovulation lorsque l'injection est réalisée au moment de la pose plutôt qu'au retrait [15].

#### o Avenir

Cette utilisation d'œstrogènes dans le cadre de synchronisation ou d'induction de l'œstrus n'est que temporaire. En effet, la Commission Européenne considère l'œstradiol 17 $\beta$  totalement cancérigène alors que l'Agence Européenne du médicament l'a classée parmi les substances dont les résidus éventuels sont totalement inoffensifs pour le consommateur.

La Commission Européenne a voté le 22 septembre 2003 la directive 2003/74/CE interdisant l'œstradiol 17 $\beta$  et ses dérivés après le 14 octobre 2006. Cette directive a été retranscrite en décret par la France le 29 juillet 2004.

Ce décret interdit aux éleveurs et aux techniciens de détenir ou d'administrer les deux médicaments à base d'œstradiol. Seuls les vétérinaires peuvent les prescrire et les administrer pendant la période transitoire [6].

Cette interdiction est définitive et totale depuis le 14 octobre 2006 (décret 2004-757 du 22 juillet 2004). Les deux laboratoires commercialisant les médicaments contenant des œstrogènes ont dû de ce fait mettre au point de nouveaux protocoles de synchronisation à base de progestagènes.

### 3) Ajout de prostaglandines F2 $\alpha$

La molécule naturelle et des analogues de synthèse sont disponibles en France. C'est l'action lutéolytique que l'on utilise 24 à 48 heures avant la fin du traitement. En effet, en présence d'un corps jaune mature, les prostaglandines entraînent sa régression et la diminution rapide (en 24 heures) du taux de progestérone. L'ovulation du follicule dominant a lieu dans les 2 à 6 jours suivant l'injection. Les prostaglandines n'ont pas d'effet sur les corps jaunes en début de développement (avant le cinquième jour).

L'ajout de prostaglandine F2 $\alpha$  permet de réduire la durée de pose des implants de progestérone. On passe de 16-18 jours (temps nécessaire à la lutéolyse naturelle) à 7-12 jours selon les auteurs [55].

Les prostaglandines permettent d'augmenter le taux de synchronisation et de fertilité à l'œstrus induit [23].

Leur utilisation est indispensable chez les animaux cyclés sur lesquels on utilise les progestagènes sans œstrogène : elles remplacent alors l'action antilutéotrope/lutéolytique de l'œstradiol 17 $\beta$ .

Son utilisation est également recommandée dans le protocole progestagène-œstrogènes si une grande proportion d'animaux est cyclée avant traitement et plus particulièrement si l'implant est posé en début de phase lutéale [75].

### 4) GnRH

#### o La molécule et ses agonistes

La gonadolibérine est une hormone décapeptide synthétisée par les neurones de l'hypothalamus médiobasal. Sa libération est pulsatile. Il existe des récepteurs spécifiques à la GnRH sur l'hypophyse : leur excitation provoque une libération massive de FSH et LH dans les deux heures suivant l'injection [18].

La buséréline, un agoniste de la GnRH, est capable de forte liaison avec les récepteurs hypophysaires, d'où une inactivation enzymatique ralentie [21] : l'effet est plus durable et plus intense en comparaison avec la molécule naturelle. Par exemple, chez la vache, cet agoniste est 50 fois plus actif que la molécule naturelle [21].

○ Rôles physiologiques

La GnRH a plusieurs rôles physiologiques.

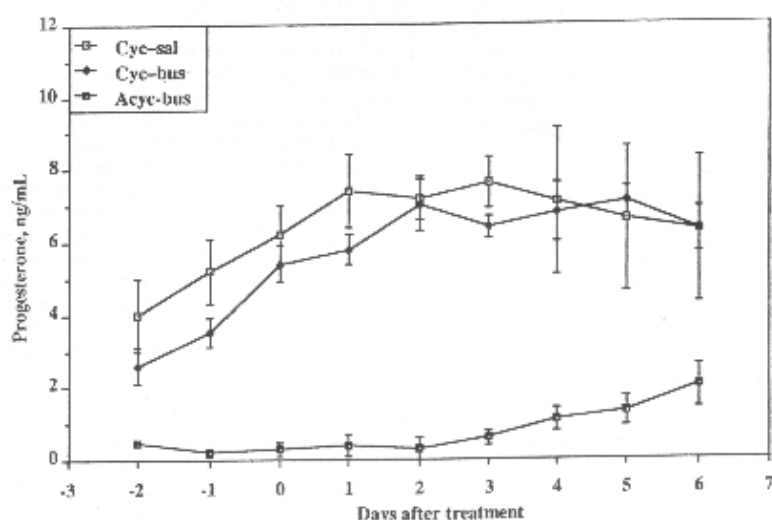
Elle permet la croissance folliculaire par la FSH et favorise la synthèse de récepteurs à LH sur la membrane des cellules de la granulosa, eux-mêmes impliqués dans l'ovulation et la lutéinisation. Elle entraîne donc la formation d'un corps jaune fonctionnel et une forte synthèse de progestérone, favorable à la survie de l'embryon.

Elle provoque une décharge brutale de LH qui agit comme un pic pré ovulatoire normal, avec ovulation du follicule dominant, lutéinisation puis initialisation de la vague folliculaire suivante dans les deux jours [21, 108]. L'induction de l'ovulation se fait dans un délai constant entre les animaux, d'où son intérêt dans les protocoles de synchronisation des chaleurs et le traitement des animaux à ovulation retardée.

Injectées en phase lutéale, la GnRH et ses analogues favorisent les grandes cellules lutéales qui sont plus actives pour la synthèse de progestérone (effet lutéotrope) et moins sensibles à l'effet lutéolytique que les petites cellules (effet lutéoprotecteur) [73] (voir figure 12). Elle a un rôle alors dans le maintien du corps jaune et de la gestation, car un fort taux de progestérone après l'ovulation favorise le développement embryonnaire [70].

**Figure 12 : Effet de la buséreléine sur les cellules lutéales.**

**Concentration de progestérone plasmatique chez les vaches allaitantes cyclées traitées avec soit du liquide physiologique (n=8; Cyc-sal) ou de la buséreléine (n=8; Cyc-bus) et les vaches non cyclées traitées avec de la buséreléine (n=8; Acyc-bus) 24 jours post partum (Twagiramungu et al., 1995) [108]**



De plus, la GnRH a un effet antilutéolytique en provoquant la lutéinisation des follicules présents sur l'ovaire. Elle fait chuter la sécrétion d'œstrogènes ce qui limite l'apparition des récepteurs endométriaux à l'ocytocine (ocytocine responsable de la synthèse endométriale de prostaglandines F2 $\alpha$ ).

#### o Utilisations

Ses utilisations sont diverses.

- Elle est utilisée pour améliorer la fertilité. Deux modalités sont possibles : soit l'injection pendant les chaleurs avant l'insémination (les meilleurs résultats sont chez les vaches « repeat-breeders » c'est à dire infertiles à chaleurs normales en 3<sup>ème</sup> IA ou plus), soit l'injection au moment de la phase lutéale (vers J11-J13 du cycle).

- La GnRH et ses analogues permettent également de traiter l'œstrus post-partum, qu'il s'agisse d'œstrus fonctionnel ou de kyste ovarien. Ils ne pourront être utilisées chez la vache allaitante qu'après le 20–30<sup>e</sup> jours post-partum. En effet, il faut que l'hypophyse leur redevienne sensible [63]. Cependant, même avec des injections répétées les résultats restent médiocres.

- La GnRH entre dans les protocoles de synchronisation des chaleurs. Dans le protocole « GnRH – Prostaglandines - GnRH », la GnRH est associée à des prostaglandines. Elle pourrait entrer dans un protocole de synchronisation à base de progestagène pour remplacer l'action des œstrogènes. Dans ce cas, il faudra utiliser des prostaglandines F2 $\alpha$  pour lyser un corps jaune susceptible de persister au retrait de l'implant.

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

Il faut noter que la busérelina n'est pas sur la liste positive des médicaments que les groupements agréés sont autorisés à utiliser pour la mise en œuvre de leur programme sanitaire. Elle ne peut donc être délivrée que par les vétérinaires alors que l'ancien protocole de maîtrise des cycles CRESTAR<sup>®</sup> pouvait être utilisé par les coopératives d'IA.

## 5) eCG [90]

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'œstrogènes) [6].

On l'utilise à la fin du traitement de progestagènes, chez les femelles en anœstrus post-partum compte tenu de la faible activité de leur axe hypothalamo-hypophysaire. L'eCG en stimulant la croissance folliculaire et la sécrétion d'œstrogènes augmente les chances d'obtenir une ovulation au moment souhaité [88]. La fertilité à l'œstrus induit en est donc augmentée.

Par contre l'ajout d'eCG n'est pas indispensable si les animaux sont en majorité cyclés [65]. 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. La posologie dépend également de la parité et de la race (tableau 1) [84].

**Tableau 1 : Posologie de l'eCG en UI selon le type d'animal pour un implant sous-cutané (Paccard et Grimard, 1988) [84]**

<b>Races</b>	<b>Génisses</b>	<b>Vaches</b>
<b>Charolaise, Limousine Salers et Aubrac</b>	400 à 500	500 à 600
<b>Blonde d'Aquitaine</b>	400	400 à 500
<b>En hiver</b>	+100	

Dans l'ancien traitement CRESTAR<sup>®</sup>, le valérate d'œstradiol utilisé avait une action antilutéotrope, lutéolytique et provoquait l'atrésie des follicules dominants. Il serait possible d'atteindre ces objectifs en absence d'œstradiol par l'utilisation de GnRH (ou d'un analogue) et de prostaglandines F2 $\alpha$ .

Une bonne chronologie d'utilisation des différentes hormones doit être respectée.

## B. Ancien protocole : progestagènes avec œstrogènes [90]

Il s'agit du protocole CRESTAR<sup>®</sup>, dont l'utilisation était tolérée jusqu'en octobre 2006, mais qui n'est plus commercialisé en 2006.

Figure 13 : Implant CRESTAR<sup>®</sup> et trocart



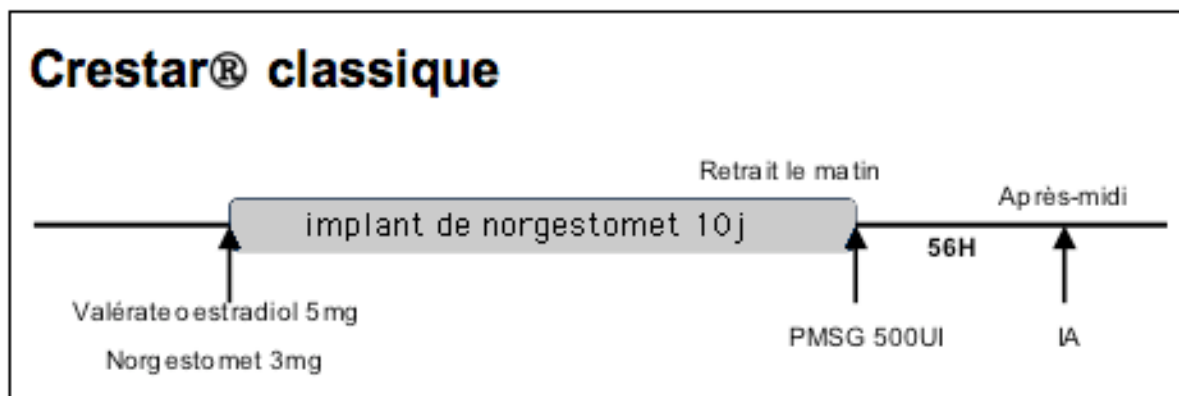
### 1) Protocole

Il associe un implant sous-cutané de 3 mg de norgestomet à une injection intramusculaire de 5 mg de valérate d'œstradiol et une surcharge intramusculaire de 3 mg de norgestomet au moment de la pose de l'implant.

On laisse l'implant en place pendant 9 à 10 jours. Le jour du retrait, il est nécessaire d'ajouter 400 à 600 UI d'eCG si le traitement est administré à des femelles non cyclées.

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

Figure 14 : Protocole CRESTAR<sup>®</sup> : Valérate d'œstradiol, implant de norgestomet et eCG [89]



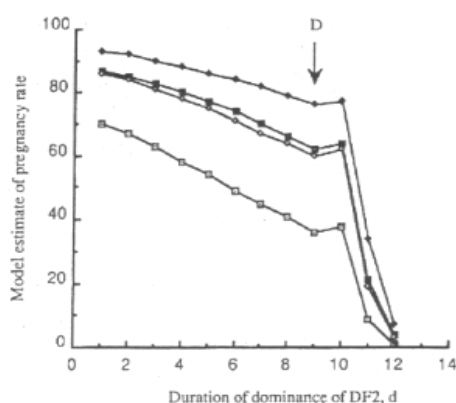


## 2) Mode d'action

L'administration d'œstrogènes en début de traitement a permis de réduire la durée du traitement. Les œstrogènes ont un effet lutéolytique et antilutéotrope [108].

L'action combinée de l'œstradiol et de la progestérone inhibe la sécrétion de LH, ce qui induit l'atrésie du follicule dominant [13, 31]. Le rôle de l'œstradiol est de diminuer transitoirement la sécrétion de FSH, induisant ainsi l'atrésie des follicules FSH-dépendant et le démarrage d'une nouvelle vague à un moment similaire entre les différents animaux (3 à 6 jours). Cela permet d'éviter la persistance trop longue du follicule dominant, qui peut être rencontrée lorsque les progestagènes sont utilisés seuls ou en association avec des prostaglandines, conduisant à l'ovulation d'un ovocyte subfertile (figure 15) [90].

**Figure 15 : Estimation du taux de gestation en fonction de la durée de dominance du follicule dominant pré-ovulatoire. Différents modèles d'équations ont été utilisés pour estimer le taux de gestation avant et après D, le jour de rupture de la tendance du taux de gestation (Austin et al., 2001) [5].**

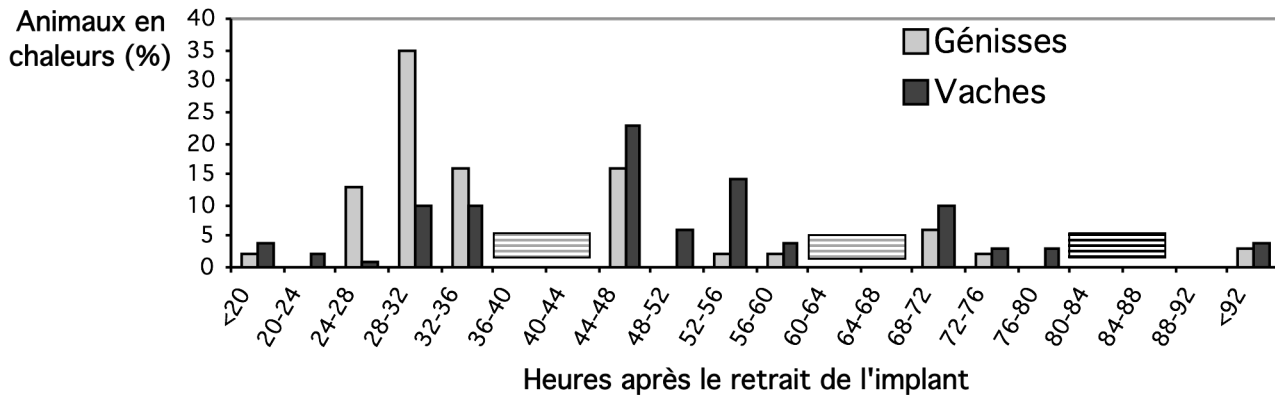


Chez les vaches en anœstrus, la croissance folliculaire est souvent irrégulière avant traitement. L'administration d'œstradiol en début de traitement progestagène pourrait contribuer à supprimer l'effet négatif de gros follicules éventuellement présents et permettre le redémarrage d'une nouvelle vague de croissance folliculaire.

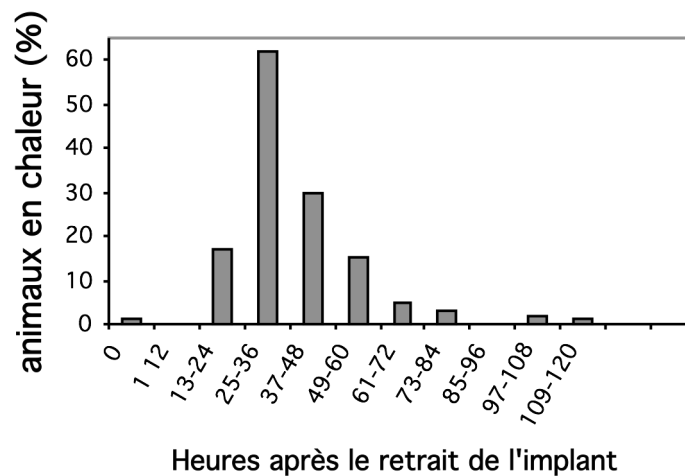
Les œstrogènes sensibilisent les follicules de la vague émergente à l'action des gonadotropines en augmentant le nombre de récepteurs à FSH et LH.

Les chaleurs apparaissent entre 24 et 60 heures après le retrait de l'implant (figures 16 et 17) [107], [89]. En général, une seule insémination est réalisée 56 heures après le retrait du dispositif chez la vache et 48 heures après le retrait chez la génisse. Le gain de fertilité apporté par la deuxième insémination n'est pas économiquement rentable dans la majorité des cas.

**Figure 16 : Répartition des chaleurs après utilisation de traitement de synchronisation à base de progestagène dans des conditions expérimentales (Crestar® + prostaglandine 24 h avant retrait ; Beal et al., 1984 [9]). Les chaleurs ne sont pas détectées pendant les périodes marquées d'un rectangle hachuré.**



**Figure 17 : Distribution des chaleurs après synchronisation avec un implant de norgestomet (Brown, 1988) [17]**



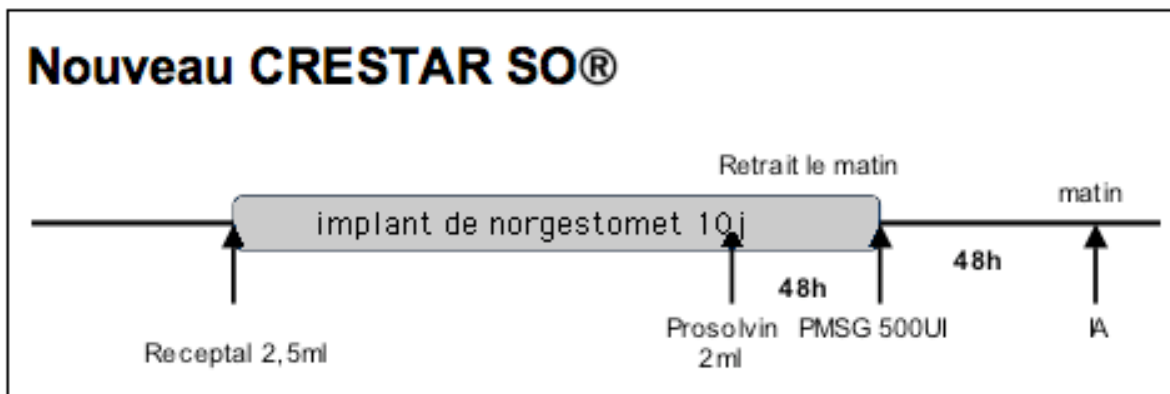
L'administration d'œstrogènes en début de traitement progestagène, afin d'entraîner l'atrésie du follicule dominant et d'initier une nouvelle vague de croissance folliculaire, a été largement mise à profit dans les traitements de maîtrise des cycles. Les avantages zootechniques de ce traitement se traduisent par une meilleure synchronisation des chaleurs et une augmentation de la fertilité à l'œstrus induit. L'interdiction d'utilisation zootechnique des œstrogènes constitue une réelle difficulté pour la maîtrise des cycles [90].

## C) Nouveau protocole : progestagène sans œstrogènes [6, 90]

### 1) Protocole

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

**Figure 18 : Nouveau protocole CRESTAR SO<sup>®</sup> : association de buséréline (RECEPTAL<sup>®</sup>), implant norgestomet, prostaglandine F2 $\alpha$  (PROSOLVIN<sup>®</sup>) et eCG (CHRONO-GEST<sup>®</sup> PMSG).**



### 2) Mode d'action

Les effets lutéolytiques du valérate d'œstradiol sont remplacés par une injection de PGF2 $\alpha$  à la fin du traitement (luprostiol, PROSOLVIN<sup>®</sup>). La phase lutéale est alors contrôlée par cette prostaglandine. Sur les femelles cyclées, un corps jaune fonctionnel pourrait être présent au moment du retrait de l'implant et donc empêcher l'ovulation. De plus, la buséréline peut entraîner, chez les femelles cyclées comme chez les non cyclées, la formation d'un corps jaune secondaire. En effet, la buséréline injectée en début de traitement fait ovuler les follicules sensibles à la LH (c'est-à-dire d'un diamètre supérieur à 10 mm) et une nouvelle vague émerge dans les 3 à 4 jours [69] : les vagues folliculaires sont de ce fait synchronisées.

C'est le follicule dominant de cette nouvelle vague qui ovule après le retrait du dispositif progestagène.

Le nouveau CRESTAR SO<sup>®</sup> propose, comme l'ancien traitement, une double gestion du cycle, en contrôlant aussi bien la croissance folliculaire que la phase lutéale [98, 114].

### **3) Inconvénients**

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

Le coût du nouveau protocole est bien plus élevé en raison de la double injection « GnRH et prostaglandines » [10]. Le prix d'achat par une centrale de l'ancien implant et ses injectables était de 6,2 euros contre 12,6 euros pour l'implant CRESTAR<sup>®</sup>, les doses de PROSOLVIN<sup>®</sup> et de RECEPTAL<sup>®</sup> [4], soit une augmentation de 100%. 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 en être modifié et être plus attractif.

## **D. Résultats de l'ancien protocole**

Parmi les nombreux paramètres répertoriés dans les études, nous en avons privilégié deux : le taux d'ovulation après traitement et le taux de gestation à l'œstrus induit. Le taux de gestation reste assez homogène. La diversité des traitements à base de progestagènes (ajout d'œstradiol, de GnRH, de prostaglandines F2 $\alpha$ , d'eCG) rend leur utilisation possible chez toutes les catégories d'animaux. Ils sont les traitements de référence en élevage allaitant.

### **1) Taux de chaleurs induites et d'ovulation**

D'après la compilation de résultats réalisée par Odde (1990) [83], les taux de chaleurs induites pour l'association progestagènes-œstrogènes sont compris entre 77 à 100 %. Il note que, pour la plupart des essais, ce taux est supérieur à 90%.

Pour Hanzen et Laurent (1991) [55], les taux d'ovulation sont similaires car ils vont de 76 à 98% selon les études.

### **2) Taux de gestation**

De la même manière, Odde (1990) [83] cite des taux de gestation après première insémination compris entre 33 et 68% quel que soit le statut des vaches avant traitement.

Les différences des taux de fertilité sont liées aux variations du taux de cyclicité prétraitement des troupeaux. Ce taux de gestation devient très bas si moins de 50% des vaches du troupeau sont cyclés avant traitement.

### 3) Bilan chiffré : efficacité des traitements à base de norgestomet en élevage allaitant

Les résultats de différentes études sont réunis dans le tableau 2 [6, 48].

**Tableau 2 : Taux d'œstrus et de gestation après utilisation d'implant de norgestomet sur des vaches allaitantes.**

Références	Animaux	Traitement	Nombre d'ani.	Vaches en chaleur (%)	Taux de gestation
Kastelic (1999) [65]	Génisses Hereford/Angus	No (11j) + VO + eCG IA chaleurs obs ou 48 et 72h	15	66,7	41,7
	Vaches Hereford/Angus	No (11j) + VO + eCG IA chaleurs obs ou 48 et 72h	28	75	82,1
		No (11j) + VO IA chaleurs obs ou 48 et 72h	28	67,8	67,8
Grimard et al (1992) [49, 51]	Vaches Ch.	No (9-10j) + VO + eCG IA 48 et 72h	448		40,2
Chevallier et al (1996) [22]	Vaches Ch. et Lim.	No (9-10j) + VO + eCG IA 48 et 72h	428		50,7
Humblot et al (1996) [61]	Vaches Ch.	No (9-10j) + VO + eCG IA 48 et 72h	723		42
Fanning (1995) [37]	Vaches Angus/Hereford	No (9j) + VO IA chaleurs obs	89		80
Tregaskes (1994) [107]	Génisses Hereford	No (10j) + VO	167		67,1

Légende : No = implant de norgestomet (durée du traitement)

VO = Valérate d'œstradiol

eCG est toujours injecté au moment du retrait de l'implant

IA chaleurs obs = IA sur chaleurs observées

IA 48 et 72 h = IA à 48 et 72 heures après le retrait de l'implant

Ch. = Charolaises Lim. = Limousines

Les résultats du nouveau traitement exposés dans l'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 ou non cyclées.

### III- Facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit par les progestagènes

Les traitements de synchronisation des chaleurs sont très utilisés sur les femelles allaitantes (240 000 traitements par an en France). Le taux de fertilité varie beaucoup entre les élevages, mais également au sein d'un même élevage, d'un lot à l'autre ou d'une année à l'autre [48, 83]. Plusieurs causes sont responsables de 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 de ces facteurs liés au traitement. Seuls les facteurs liés à l'animal ou à l'environnement seront traités ici.

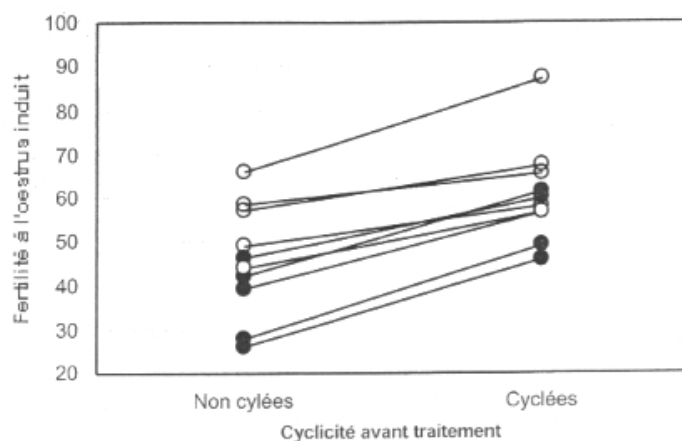
#### A. Facteurs liés à l'animal

##### 1) Cyclicité avant le traitement

Les traitements à base de progestagène sont les traitements de choix pour induire ou synchroniser les chaleurs chez les vaches en anœstrus.

Cependant, les vaches cyclées ont un taux de gestation plus élevé que celle en anœstrus avant traitement [16, 17, 22, 23, 49, 61](voir figure 19).

**Figure 19 : Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la cyclicité avant traitement associant œstrogènes, progestagènes et eCG. Effet significatif en rond plein et non significatif en rond vide, les traits reliant les résultats obtenus au sein d'une même étude ([22], [49], [54], [61], [64], [71], [79], [93], [97] et [99] cités par Grimard et al 2003 [48])**



La différence observée sur le taux de gestation est liée à la plus faible réponse des vaches non cyclées en terme d'ovulation, mais également à la moins bonne fertilité des ovulations induites [25].

Le taux de gestation à l'œstrus induit est moins élevé chez les vaches allaitantes vêlant à l'automne que chez celles vêlant en hiver, alors que le pourcentage de vaches cyclées avant traitement est plus important. Si la plupart des animaux sont cyclés à la mise en place du traitement, certains animaux peuvent conserver un corps jaune encore fonctionnel lors du retrait de l'implant. Ces animaux n'ovuleront pas au moment souhaité et ne seront pas synchronisés. Il est donc nécessaire de rajouter un agent lutéolytique avant le retrait du progestagène lors de vêlage d'automne ou si de nombreux animaux sont cyclés [76].

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 [48].

## **2) Stade du cycle en début de traitement [48]**

On remarque que les animaux traités en deuxième partie de cycle (après J11 [16] ou J14 [8]) ont une fertilité plus faible que les animaux traités en début de cycle. C'est la durée trop longue de l'imprégnation progestéronique qui est mise en cause. Le progestagène prend le relais du corps jaune naturel, le follicule dominant devient persistant, ce qui nuit à la fertilité de l'ovocyte expulsé au moment de l'ovulation [33] (figure 16). En effet, en début de cycle, l'effet antilutéotrope des œstrogènes peut être insuffisant et le corps jaune persister après le retrait du progestagène. La synchronisation ne sera pas parfaite, l'insémination ne sera pas effectuée au moment idéal. Ceci peut être contourné en ajoutant une prostaglandine en fin de traitement (24 ou 48 heures avant le retrait).

Lorsqu'on synchronise à l'aveugle un groupe d'animaux, c'est-à-dire sans connaître leur position dans le cycle œstral (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 ce qui explique que, quel que soit le type de traitement, les résultats de fertilité vont plafonner [48].

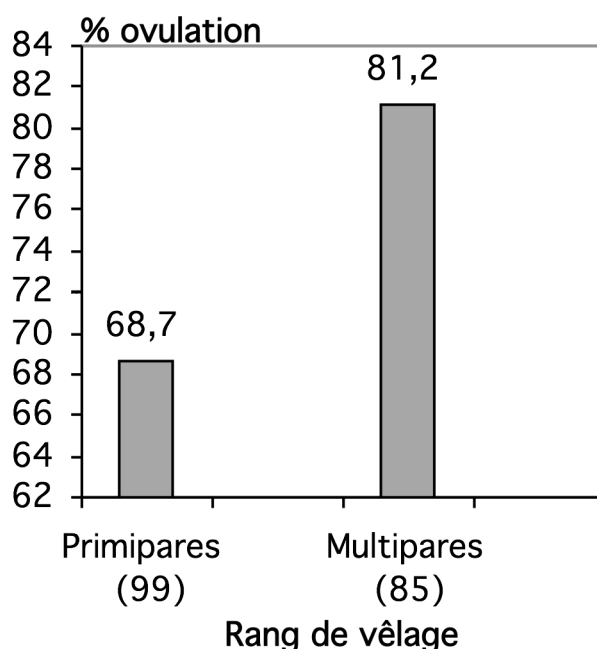
### 3) Parité

Les génisses ont une fertilité à l'œstrus induit supérieure à celle des vaches [2]. De plus les génisses de plus de 24 mois ont un taux de réussite plus important que celles âgées de moins de 24 mois [72].

Les primipares ont une fertilité inférieure à celle des multipares (figure 20) [2, 23, 51, 92]. Cela peut être expliqué par un meilleur taux de cyclicité pré-traitement [48]. En effet, les primipares sont plus sensibles aux conditions alimentaires que les autres femelles. La perte de poids après vêlage et la diminution de l'état corporel ont des conséquences néfastes sur la fertilité, alors que ces facteurs n'ont pas toujours d'effet significatif chez les vaches. Les primipares, qui ont une capacité d'ingestion plus faible, doivent bénéficier d'une ration plus concentrée en énergie [49].

Pourtant, dans certaines études, les auteurs ont observé un taux de gestation plus élevé chez les primipares que chez les multipares (le taux d'ovulation par contre était meilleur chez les multipares) [11] ; mais cela reste anecdotique.

**Figure 20 : Induction d'ovulation en fonction du rang de vêlage (Kabandana et al., 1993)**



[64]



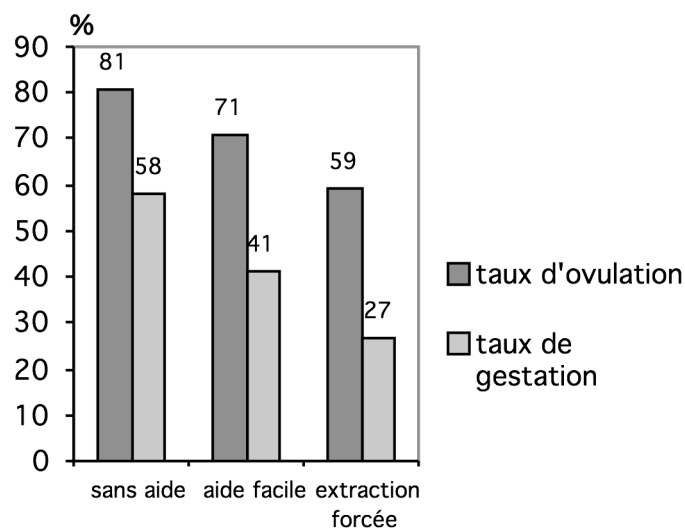
#### 4) Conditions du vêlage précédent

Une aide, même facile, au vêlage précédant le traitement est associée à une diminution du taux de gestation par rapport au vêlage sans aide (figure 21) [48]. Mais ce sont surtout les extractions forcées et les césariennes qui affectent la fertilité [61, 92, 96]. Cela peut être expliqué par le fait que les vaches ayant eu un vêlage difficile ont un taux d'ovulation beaucoup plus faible que celles vêlant seules, sans aide [51, 93]. On peut imaginer que les vêlages difficiles entraînent une mauvaise involution utérine, des troubles infectieux qui sont associés à une mauvaise fertilité à l'IA.

On peut noter que les primipares ont plus de risque d'avoir un vêlage difficile. Lié à une faible note d'état corporel, les conséquences peuvent être importantes. Cependant cela peut être compensé par un allongement de l'intervalle vêlage-IA : on obtient alors une meilleure fertilité des primipares [59].

Dans la pratique, la connaissance des conditions de vêlage des animaux permettra d'identifier les animaux à risque [48].

**Figure 21 : Effet des conditions de vêlage sur le taux d'ovulation et le taux de gestation de primipares Charolaises (Humblot et Grimard, 1993) [60]**



## 5) Race

Il est difficile de comparer les races car il est impossible de dissocier les facteurs raciaux de ceux liés à l'environnement ou à la conduite d'élevage [3, 50]. Cependant il semble que les races rustiques aient de meilleurs résultats que aux races à viande spécialisées. En France, il apparaît que les traitements sont plus efficaces en race Salers qu'en race Charolaise (fertilité de 65% contre 47,3%) [23].

Les auteurs étrangers ont trouvé également une variation pour les races Angus, Hereford et les femelles issues de croisement avec des races laitières [83].

D'autres facteurs interfèrent avec l'effet race. On peut mettre en évidence des différences significatives entre les races pour la difficulté de vêlage (74,4% de vêlage sans assistance pour les Charolaises contre 95,8% pour les Limousines), pour la note d'état corporel (5,8% des Charolaises ont une note inférieure à 2,5 contre 19,1% des Limousines) et la cyclicité avant traitement entre octobre et décembre (92,4% des Charolaises cyclées contre 67,9% des Limousines) [75].

## B) Facteurs liés à la conduite d'élevage ou à l'environnement

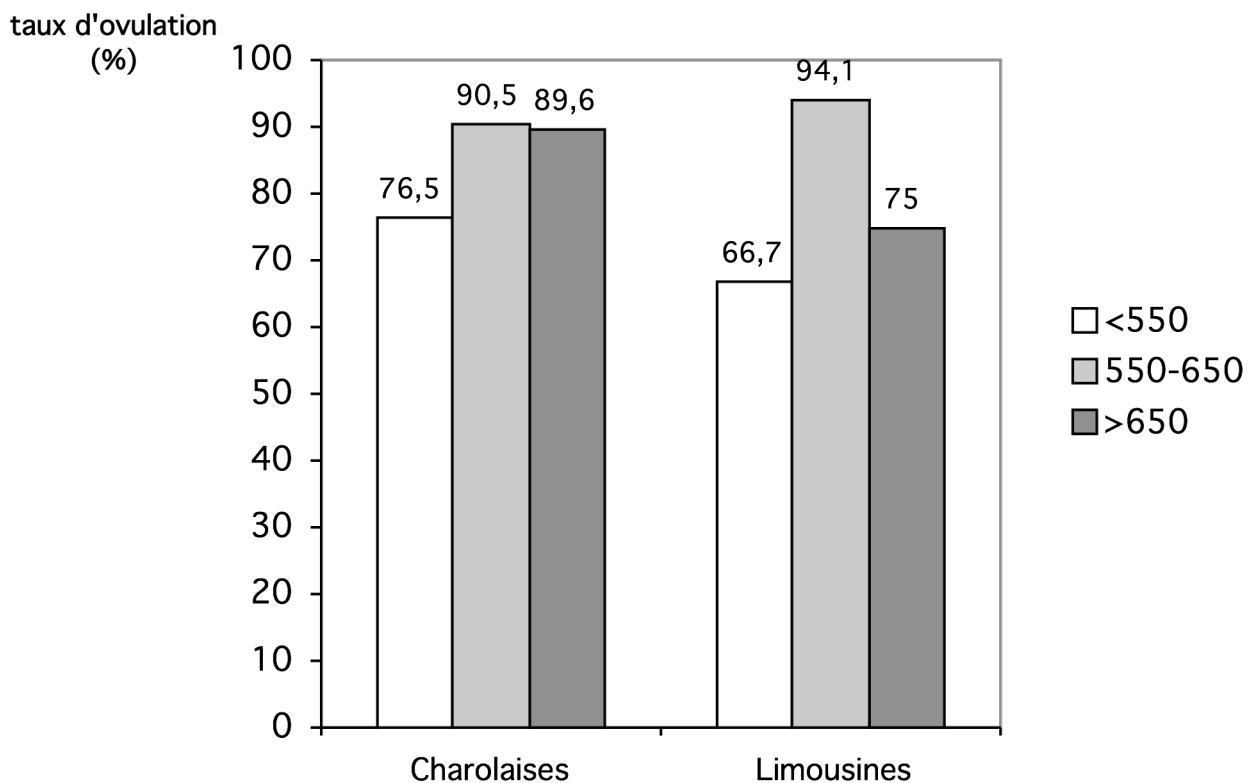
### 1) Alimentation

L'alimentation est sûrement l'un des facteurs essentiels 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. Ses effets sont mesurés par le poids vif, la note d'état corporel et leurs variations.

#### ○ Le poids

Les animaux les plus légers au moment de la mise en place des traitements répondent moins bien au traitement (taux d'induction d'ovulation plus faible) [22]. Cet effet est cependant variable avec la race. Les Limousines trop lourdes (plus de 650 kg) ont un taux d'ovulation plus faible que les Limousines de poids moyen (figure 22). Cet effet n'a pas été observé en race Charolaise. Il existe pour chaque race un poids optimum de mise à la reproduction [46].

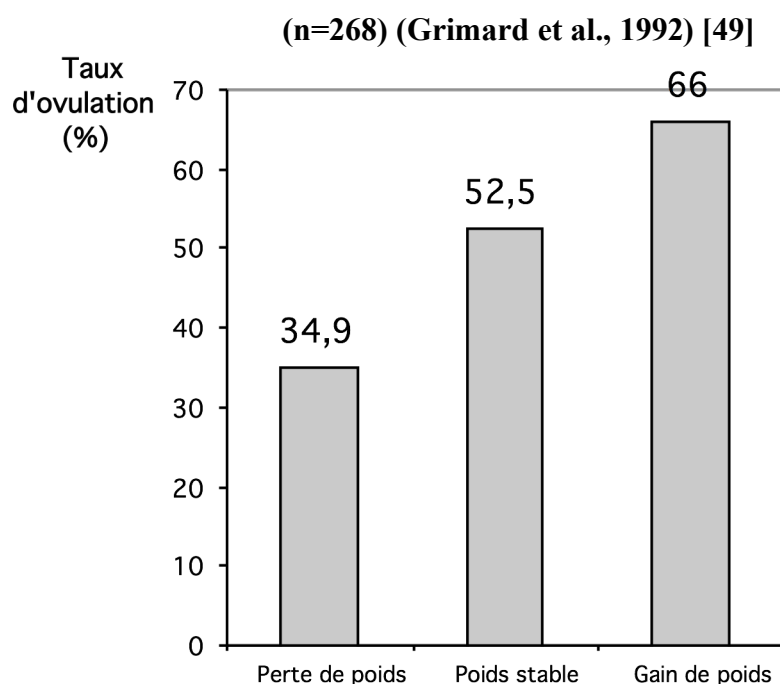
**Figure 22 : Effet du poids en début de traitement sur le taux d'ovulation de vaches Charolaises et Limousines (n=205) (Humblot et Grimard, 1993 [60])**



- La variation du poids entre le vêlage et le traitement

Les taux d'induction d'ovulation et de gestation sont plus élevés chez les femelles qui prennent du poids après le vêlage que chez celles qui en perdent (figure 23) [49, 96]. Cet effet est plus marqué chez les primipares [49].

**Figure 23 : Influence de la variation de poids vif entre le vêlage et la pose de l'implant sur le taux d'ovulation de vaches Charolaises primipares en anœstrus avant traitement**



Il est donc conseillé de veiller à maintenir le poids des femelles après vêlage en proposant un niveau alimentaire suffisant.

- La note d'état corporel

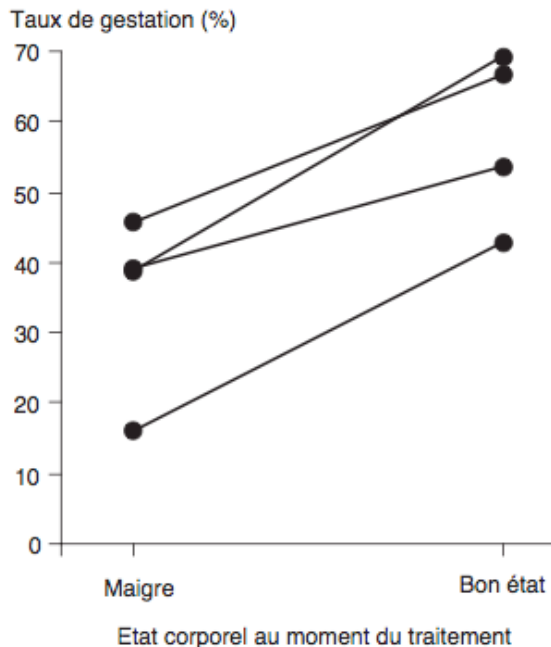
La note d'état vise à juger de l'importance du tissu adipeux sous-cutané, lui-même très bon indicateur de l'adiposité totale de l'animal. Cette estimation des réserves a l'avantage d'être peu coûteuse et rapide, mais elle est néanmoins subjective. Par la note d'état, on cherche à apprécier, par palpation, l'importance des dépôts adipeux sous-cutanés présents à différents endroits de l'animal : le ligament sacrotubéral et le train de côtes (tableau 3) [1]. La notation va de 0 (animal maigre) à 5 (animal gras).

**Tableau 3 : Détermination de la note d'état d'engraissement (Agabriel et al., 1986) [1]**

Note	0	1	2	3	4	5
<b>Main gauche sur le ligament sacro-tubéral</b>	Peau adhérente Pincement difficile	Peau tendue Pincement possible	Peau se décolle Léger dépôt identifiable	Peau souple Poignée de gras	Peau souple Bonne poignée de gras	Peau rebondie Pleine poignée de gras
<b>Main droite à plat sur les deux dernières côtes</b>	Peau tendue Côtes sèches	Peau tendue Côtes saillantes	Peau souple Côtes encore bien distinctes	Peau roule entre la main et l'os Dépression intercostale	Plus de dépression intercostale	Un épais matelas recouvre les côtes

Les animaux maigres, c'est-à-dire ayant une note d'état corporel inférieure à 2, lors de la mise en place du traitement ont des mauvais taux d'induction d'ovulation et de gestation. Seules les vaches en bon état corporel (note d'état supérieure à 2) présentent des résultats satisfaisants (figure 24) [49, 61, 72, 96].

**Figure 24 : Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la note d'état corporel au moment du traitement ([64], [22], [61] et [48])**



- La variation de la note d'état corporel entre le vêlage et le traitement

Comme pour le poids vif, les animaux qui maigrissent après le vêlage présentent une plus mauvaise réponse au traitement. Par exemple chez les primipares, une diminution de 0,5 point de la note d'état entre le vêlage et le début du traitement s'accompagne d'une diminution du taux de gestation de 6 points [49].

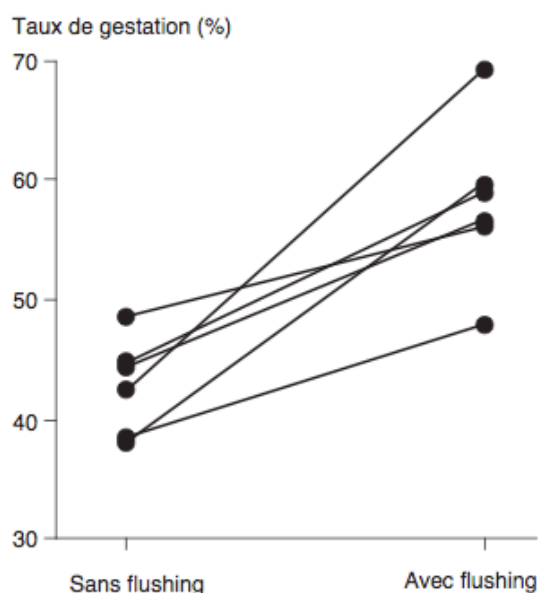
Les recommandations sont de ne mettre à la reproduction que les animaux ayant une note d'état supérieure à 2,5 pour les multipares et 3 pour les primipares [53].

- Le flushing

Le flushing (suralimentation temporaire) consiste à ajouter dans la ration 1 à 2 kg de concentrés par jour. Il doit débuter 10 jours avant le début du traitement et se poursuivre 2 à 3 semaines après l'IA. Il est conseillé dans les cas où les femelles ont une note d'état corporel inférieure aux recommandations au moment de la mise en place du traitement (qui sera retardée de 10 jours).

Le flushing améliore les résultats de fertilité uniquement s'il est réalisé sur des vaches maigres (figure 25) [2, 64, 84].

**Figure 25 : Effet du flushing sur la fertilité à l'œstrus induit de vaches allaitantes traitées à l'aide de progestagène, les traits reliant les résultats obtenus au sein d'une même étude ([2], [26], [32], [48], [64], [84] et [85]).**



L'effet positif peut s'expliquer par l'effet sur le bilan énergétique, amélioré en quelques jours. En 9 à 10 jours, la croissance folliculaire est améliorée (la taille du follicule dominant et le nombre de gros follicules sont augmentés) [66]. De plus, la mortalité embryonnaire est diminuée [66]. Le plus fréquemment, le flushing est réalisé avec des céréales, mais il est également possible d'ajouter des fourrages de bonne qualité comme de l'ensilage de maïs [91].

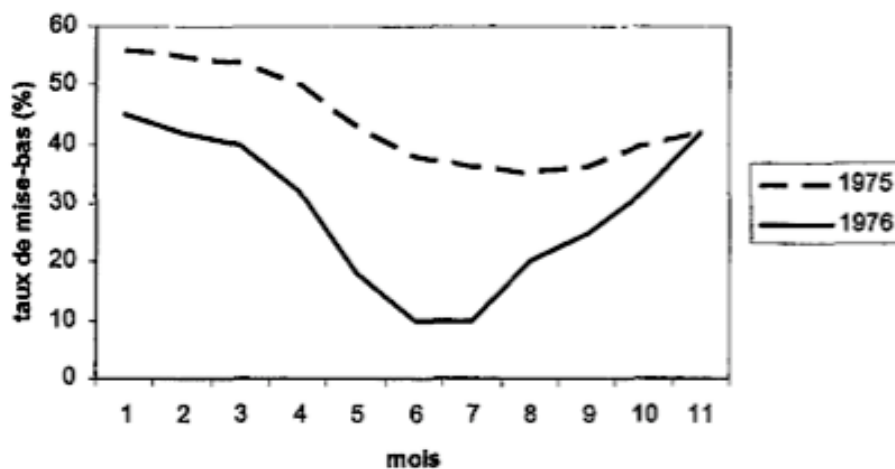
Cet effet a de réels impacts uniquement si les femelles sont maigres (note d'état corporel < 2). Il n'y a aucun effet positif décrit du flushing sur les femelles en bon état corporel [64]. De même, si les animaux sont très maigres, le flushing restera insuffisant pour permettre de bons résultats de fertilité.

## **2) Saison**

Dans les systèmes allaitants traditionnels français avec vêlage de fin d'automne - début d'hiver, la fertilité à l'œstrus induit après traitement est élevée en début de saison, baisse en fin d'hiver puis remonte après la mise à l'herbe (figure 26) [2, 23, 42, 85].

Plusieurs points peuvent expliquer cet effet. On remarque une évolution concomitante du pourcentage de vaches cyclées avant traitement. Les animaux subissent les effets de la sous-alimentation en fin d'hiver. On sait aussi que le stress de la mise à l'herbe provoque une baisse de la fertilité par mortalité embryonnaire [84]. L'impact des variations de température est également important : la période de fertilité minimale correspond aux périodes de température inférieure à 0°C [52]. Pour les vêlages de fin d'été-début d'automne, on remarque que le pourcentage de femelles cyclées lors de la mise à la reproduction est généralement très élevé : entre 70 et 80% [78]. La fertilité à l'œstrus induit est alors élevée.

**Figure 26 : Variation du taux de mise-bas à l'œstrus induit en fonction du mois d'IA chez les vaches Charolaises en Saône-et-Loire (Aguer et al., 1981) [3]**

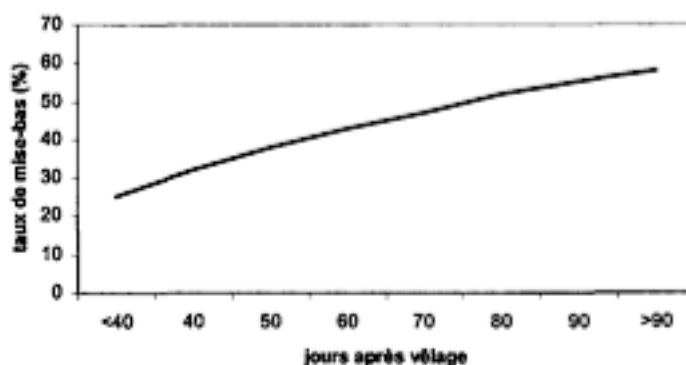


### 3) Intervalle vêlage-traitement

Il est recommandé de ne pas mettre à la reproduction les femelles allaitantes avant 60 jours post-partum pour les multipares et 70 jours post-partum pour les primipares [2, 46, 50].

Dans la plupart des études, plus l'intervalle vêlage-traitement est long, plus la fertilité est bonne : elle passe de 28% lorsque l'IA a lieu moins de 40 jours après vêlage à 58% après 90 jours (figure 27) [2, 51, 64, 85, 88, 96].

**Figure 27 : Effet de l'intervalle vêlage-traitement sur le taux de mise bas chez des vaches Charolaises (Aguer et al., 1981) [3]**





Des explications peuvent être avancées pour interpréter ce phénomène [52] :

- L'involution utérine n'est pas complètement terminée à 40 jours post-partum (en particulier sur le plan histologique).

- La mortalité embryonnaire est plus élevée si l'IA a lieu précocement après le vêlage.

- Plus on s'éloigne du vêlage, plus le pourcentage de femelles cyclées augmente.

- Lorsqu'on s'éloigne du vêlage, la couverture des besoins alimentaires est plus satisfaisante.

Cet effet intervalle vêlage–traitement est très utile en pratique. Si après examen des animaux, un grand nombre présente de nombreux facteurs de risque d'infertilité, on retardera la mise à la reproduction. Ceci permet d'augmenter le pourcentage de vaches cyclées avant traitement et améliorera la fertilité [48].

#### **4) Sevrage temporaire du veau**

Les résultats des études concernant une séparation veau–mère pendant 24 ou 48 heures sont contradictoires. Une séparation de 24 heures semble insuffisante. Pour certains, le retrait temporaire du veau pendant 48 heures avant les inséminations peut augmenter la fertilité [67, 86, 106]. Pendant cette séparation le veau perd du poids, mais la différence avec les veaux non séparés de leur mère n'est plus significative au moment du sevrage [37].

Cet effet peut s'expliquer par la levée de l'inhibition de l'allaitement sur la sécrétion de LH : après le sevrage, les taux circulants de LH augmentent [111]. Il est lié à des effets neuro-endocriniens mais également des effets centraux : la vue et la présence du veau même sans tétée ont des effets inhibiteurs sur LH [113].

On peut également penser à l'aspect énergétique du sevrage temporaire : le bilan énergétique est amélioré temporairement car il y a une diminution des besoins de production.

Cet effet semble surtout efficace sur les vaches maigres dont la note d'état corporel est inférieure à 1,5 [83, 112].

Ce sevrage, même s'il semble avoir une incidence sur le taux d'induction d'ovulation et sur la « qualité » de l'ovulation, reste difficile à mettre en œuvre en pratique dans des élevages allaitants [52].

#### **5) Modalités d'insémination**

- Nombre d'IA

Les modalités classiques d'utilisation des progestagènes consistent à inséminer à l'aveugle les animaux une seule fois, 48 heures après le retrait chez les génisses ou 56 heures chez les vaches [48]. Il est également possible d'inséminer deux fois à 48 et 72 heures après le retrait.

Les deux inséminations n'améliorent la fertilité que chez les animaux à risque. Pour les autres femelles, la fertilité est la même avec une ou deux IA [43].

Pour les génisses, aucune différence n'a été notée [44].

- Taureau utilisé en IA

Certaines études montrent un effet du taureau d'IA sur la fertilité de l'œstrus induit [23, 25, 29, 85] avec des écarts allant jusqu'à 20 points de fertilité. Il faut cependant noter que ces études ont été réalisées sur de petits effectifs. Dans les études récentes, le nombre de taureaux utilisés est trop important pour pouvoir faire des comparaisons [48].

- Stress après l'IA

Les trois semaines suivant l'insémination sont considérées comme à risque : elles correspondent à la période d'émission du signal embryonnaire de gestation et d'implantation de l'embryon. On conseille donc d'éviter les stress pendant cette période, comme une mise à l'herbe, des vaccinations, des traitements antiparasitaires, toutes manipulations... [84]

La mise à l'herbe, par exemple, est liée à une baisse de la fertilité et à un arrêt de la cyclicité. Pour Deletang (1983), si la mise à l'herbe a lieu dans les 10 jours suivant le traitement, le taux de mise bas est de 31,2%. Il passe à 49,2% si l'on avance le traitement de 10 jours [30].

Les traitements de synchronisation doivent donc être mis en œuvre au moins deux à trois semaines avant la mise à l'herbe.

## **6) Présence d'un taureau**

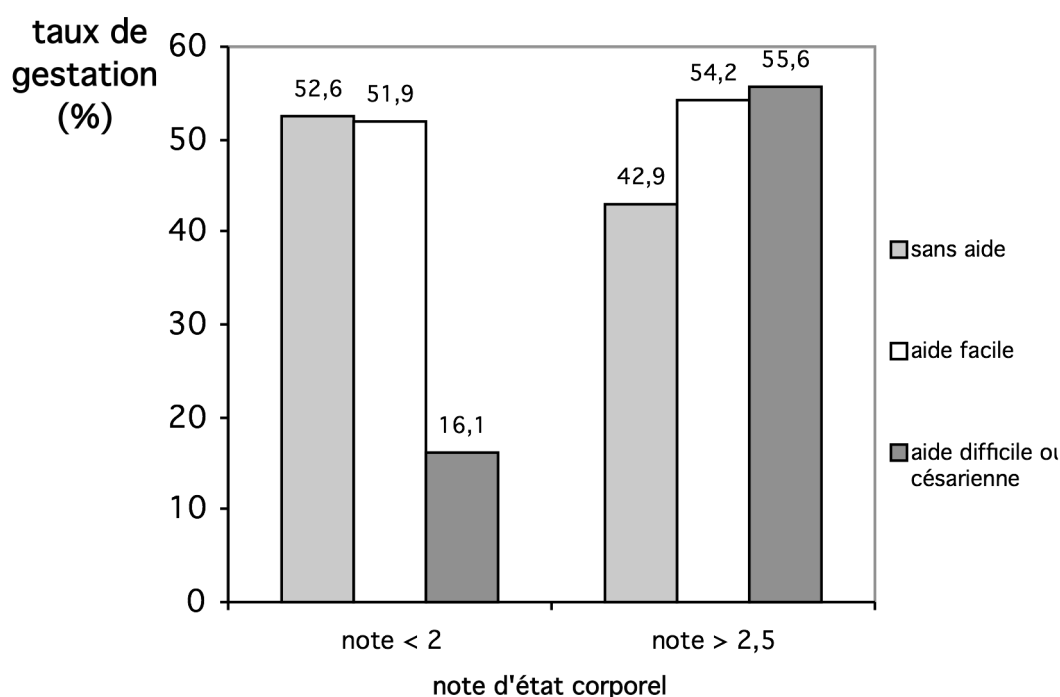
La présence physique d'un taureau dans le bâtiment hébergeant les vaches peut améliorer significativement la fertilité à l'œstrus induit [92]. En effet, les vaches en présence d'un taureau retrouvent une cyclicité environ 12 jours plus tôt que les vaches sans mâle [28]. D'autres études, par contre, ne mettent en évidence aucun effet positif [34, 51, 59].

### C) Interactions entre les différents facteurs [6, 48]

Tous ces facteurs de variation de la réussite des traitements de synchronisation ne sont pas indépendants : il existe de nombreuses interactions.

Par exemple, 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 55% pour les vaches ayant une note de 3 ou plus) (figure 28) [60]. De même, un mauvais état corporel au moment du traitement combiné à une insémination trop précoce (avant 80 jours) peut diminuer de moitié le taux de gestation (25% contre 53%).

**Figure 28 : Interaction note d'état corporel - conditions de vêlage sur le taux de gestation de 184 primipares Charolaises (Humblot et Grimard, 1993 [60])**



Il y a de plus un **effet cumulatif** des facteurs de risque. Malheureusement ce sont souvent les mêmes animaux qui cumulent plusieurs facteurs de risque telle qu'une primipare ayant eu un vêlage difficile, maigre, et non cyclée au moment de la mise à la reproduction. Il faut être particulièrement vigilant lors de la mise en place du traitement sur ces animaux si l'on veut avoir de bons résultats. Soit on écarte ces animaux des traitements de synchronisation (utilisation zootechnique des traitements de synchronisation), soit on tente d'augmenter la

fertilité de ces animaux (utilisation thérapeutique du traitement de maîtrise des cycles). On peut augmenter la fertilité, dans ce dernier cas, en jouant sur l'intervalle vêlage-traitement, sur le bilan énergétique (flushing ou sevrage temporaire pour les animaux maigres), sur le traitement en lui-même en ajoutant de l'eCG (pour les animaux en anœstrus) ou en faisant deux inséminations.

## D) Recommandations

Le tableau 4 reprend les facteurs et fait le bilan en les classant soit en facteur de risque soit en facteur bénéfique.

**Tableau 4 : Facteurs de variation de la réussite des traitements de maîtrise des cycles (Ballery, 2005 [6])**

<b>Facteurs de risque</b>	<b>Facteurs positifs</b>
Anœstrus en début de traitement	Cyclicité avant traitement
Vache primipare	Vache multipare
Conditions du vêlage précédent difficiles	Vêlage facile sans aide
Ration insuffisante	Ration satisfaisant les besoins énergétiques
Note d'état corporel < 2	Note d'état corporel > 2
Intervalle vêlage-traitement < 70 jours	Flushing chez les animaux maigres
Tétées	Intervalle vêlage-traitement > 70 jours
Stress après insémination	Retrait temporaire du veau

Une étude expérimentale s'est donc montrée nécessaire pour pouvoir comparer le nouveau traitement aux résultats de l'ancien. C'est le sujet de la seconde partie de cet exposé.

# **CHAPITRE 2 :**

## **ETUDE EXPÉRIMENTALE**



L'objectif de cette étude était de comparer la fertilité à l'œstrus induit obtenue après traitement d'induction et de synchronisation de chaleurs classique (injection de valérate d'œstradiol et norgestomet, pose d'implant CRESTAR<sup>®</sup>, eCG au retrait, IA 56 h après retrait) à celle obtenue avec le nouveau protocole (buséréline, pose d'implant CRESTAR<sup>®</sup>, prostaglandine F2 $\alpha$  48 h avant retrait, eCG au retrait, IA 48 h après retrait) chez des vaches allaitantes.

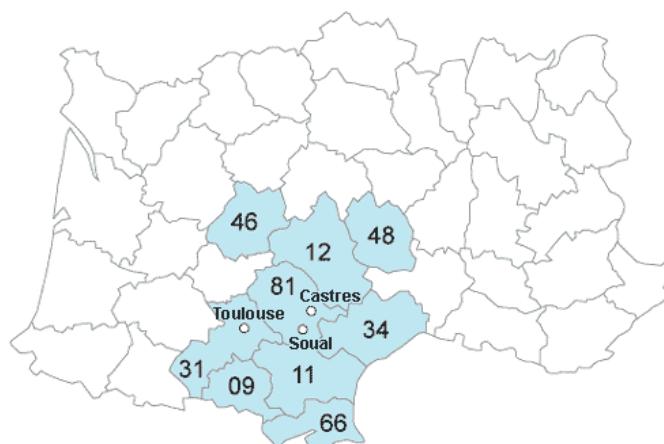
## I - Matériel et méthode

### A- Animaux

#### 1) Critères de recrutement

Des vaches de race Limousine et Blonde d'Aquitaine ont été recrutées dans des élevages allaitants de la zone gérée par la coopérative d'insémination Coopleso (figure 29) par des vétérinaires. Les élevages devaient proposer des lots d'au moins 8 animaux à synchroniser le même jour.

**Figure 29 : Les départements de la zone Coopleso.**



Les vaches incluses dans le protocole devaient être synchronisées pour une première mise à la reproduction après vêlage.

Plusieurs critères d'exclusion ont été appliqués : les vaches ayant eu des jumeaux, une césarienne ou présentant une métrite le jour de la visite et les animaux à moins de 50 jours post-partum le jour de la pose de l'implant ont été écartés du protocole.

## **2) Appariement**

Dans chaque élevage, les vaches ont été appariées en 2 lots par le vétérinaire lors d'une visite effectuée environ 17 jours avant la mise en place des traitements.

Les critères d'appariement sont le rang de vêlage (il faut autant de primipares et de multipares dans chaque lot avec si possible 3 fois plus de multipares que de primipares), la note d'état corporel le jour de la visite (autant de vaches maigres dans chaque lot).

## **3) Données recueillies**

Pour chaque animal les données suivantes ont été recueillies :

- Lot : CRESTAR<sup>®</sup> ou protocole expérimental
- Race : Limousine ou Blonde d'Aquitaine
- Date de vêlage
- Rang de vêlage
- Conditions de vêlage (1=sans aide, 2=aide facile ou 3=extraction forcée)
- Note d'état corporel à la pose (note de 0 à 5)
- Date de pose de l'implant
- Date de l'IA
- Date des retours en chaleurs

## **B- Évaluation de la cyclicité avant traitement**

Pour évaluer la cyclicité avant traitement, les vaches ont fait l'objet de deux prélèvements de sang à 10 jours d'intervalle, avant et le jour de la pose de l'implant pour doser la progestérone plasmatique (figure 1).

Les tubes identifiés et complétés d'un conservateur (l'azide de sodium) ont été envoyés au laboratoire de l'UNCEIA (Union Nationale des Coopératives d'Insémination Animale, Maisons-Alfort, France) dans la journée par Colissimo. Les dosages ont été réalisés par immuno-enzymologie (OVUCHECK, 909293, Eurobio, Les Ulis, France).



## C- Traitements

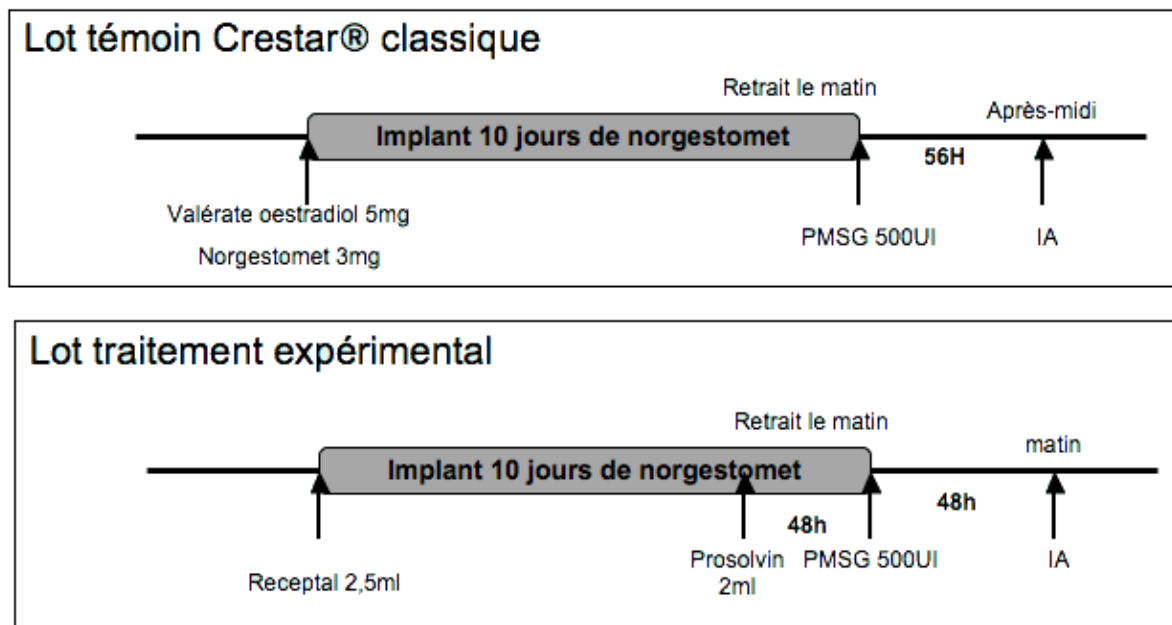
Le lot témoin a reçu le traitement CRESTAR<sup>®</sup> classique (figure 30) :

- injection IM de valérate d'œstradiol + norgestomet à la pose
- implant CRESTAR<sup>®</sup> pendant 10 jours
- retrait de l'implant le matin et injection de Chrono-Gest<sup>®</sup> 500 UI IM (eCG)
- insémination 56 h après le retrait l'après-midi.

Le lot traité a reçu le traitement expérimental (figure 29) :

- injection IM de buséréline (2,5 ml de Receptal<sup>®</sup>)
- implant CRESTAR<sup>®</sup> pendant 10 jours
- prostaglandine 48 h avant le retrait par voie IM (2 ml de Prosolvin<sup>®</sup>)
- retrait le matin et injection de Chrono-Gest<sup>®</sup> 500 UI (eCG)
- insémination 48 h après le retrait le matin

Figure 30 : Traitement classique et traitement expérimental



## **D- Évaluation de la fertilité à l'œstrus induit**

45 jours après la première IA et plus de 100 jours après vêlage, une prise de sang a été réalisée pour doser la PSPB (Pregnancy Specific Protein B). Les tubes identifiés ont été envoyés à l'UNCEIA. Le dosage a été fait par RIA selon la méthode UNCEIA [58] pour confirmer la gestation.

## **E- Analyse statistique**

Les variables prises en compte dans l'analyse sont présentées dans le tableau 5.

Certaines variables ont été mises en classe pour limiter le nombre de valeurs possibles pour la variable en tenant compte des effectifs par classe.

**Tableau 5 : Variables prises en compte dans l'analyse statistique.**

Vétérinaire
Élevage
Inséminateur
Lot (témoin ou expérimental)
Race
Rang de vêlage
Rang de vêlage en classe (primipare-multipare)
Mois de vêlage (7-8-9-10)
Mois de vêlage en classe ( 7/8-9-10)
Conditions de vêlage
Conditions de vêlage en classe ( sans assistance-avec assistance)
Intervalle vêlage - pose
Intervalle vêlage - pose en classe ( $\leq 70j$ , $>70j$ )
Note d'état corporel à la pose
Note d'état corporel à la pose en classe ( $<3$ , $=3$ , $>3$ )
Cyclicité avant traitement
Phase du cycle à la pose
Résultat du dosage de PSPB ( +, -, douteux)
Gestation ( +, - )
Intervalle vêlage - diagnostic de gestation
Intervalle IA - diagnostic de gestation
Intervalle IA1 - 1er retour

- si la progestéronémie de la première ou de la seconde prise de sang était supérieure ou égale à 1,5 ng/ml, la vache était considérée comme cyclée.
- si les progestéronémies de la première et de la seconde prise de sang étaient inférieures 1,5 ng/ml, la vache était considérée comme non cyclée.

Aucune donnée n'a été manquante pour les valeurs de progestéronémie.

La phase du cycle pour les animaux cyclés a été définie de la manière suivante :

- si la progestéronémie de la seconde prise de sang était supérieure ou égale à 1,5 ng/ml, la vache était considérée en phase lutéale.

- Si la progestéronémie de la seconde prise de sang était inférieure à 1,5 ng/ml, la vache était dans la phase folliculaire de son cycle.

Le taux de gestation a été définie par le dosage de la PSPB :

- Si le dosage était positif, la vache était considérée gestante
- Si le dosage était négatif ou douteux, la vache était notée non gestante.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec les logiciels SAS et EGRET. Dans un premier temps, une analyse descriptive des données a été faite. La comparaison des deux lots a été effectuée en utilisant le test du Chi 2 pour les variables qualitatives et le test T pour les variables quantitatives.

Une analyse univariée des facteurs de variation du taux de gestation a été réalisée ensuite (effet de chaque facteur pris individuellement sur le taux de gestation). Tous les facteurs ayant un effet significatif au seuil de 20% à l'issue de l'analyse univariée ont été par la suite introduits dans des modèles multivariés de régression logistique. 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

139 vaches ont été recrutées par 7 vétérinaires dans 11 élevages répartis dans 4 départements (Hautes-Alpes, Haute-Garonne, Lozère et Tarn). La répartition des animaux dans les différentes classes est présentée dans les tableaux 6 et 7.

Une vache a été exclue car elle n'avait pas vêlé en 2004. Six femelles avaient un intervalle vêlage-pose de l'implant inférieur à 50 jours mais ont été conservées dans l'échantillon car cet intervalle était dans tous les cas supérieur à 45 jours. Les lots d'animaux synchronisés dans chaque élevage ont varié de 9 à 20 animaux. Neuf inséminateurs ont réalisés les IA.

L'échantillon comprend 41 Blondes d'Aquitaine et 98 Limousines. Les dates de vêlage s'étendent du 08/07/2004 au 28/10/2004 : il s'agit donc de vêlages de fin d'été et d'automne.

Les inséminations ont eu lieu du 04/12/2004 au 30/12/2004. L'échantillon était composé de 21,6% de primipares. Seulement 6 vêlages ont nécessité une intervention (5 avec aide et 1 extraction forcée).

Les implants ont été en moyenne mis en place  $73,0 \pm 1,8$  jours après vêlage sur des animaux en bon état corporel ( $3,1 \pm 0,1$  points).

A la pose, 72,7% des femelles étaient cyclées à la pose, et parmi celles-ci 72,3% étaient en phase lutéale.

Le diagnostic de gestation par dosage de PSPB a été réalisé en moyenne  $41,5 \pm 0,4$  jours après l'IA et plus de 100 jours après vêlage pour la grande majorité des animaux (moyenne de  $126,5 \pm 1,8$  jours, minimum de 97 jours, 3 animaux inférieur à 100 jours). Le résultat a été positif pour 103 animaux (74,1%). Les résultats de 4 vaches étaient douteux mais 2 d'entre elles ont été revues en chaleur ou diagnostiquées non gestantes par la suite. Il restait alors 2 cas douteux dans l'échantillon qui ont été classés parmi les vaches non gestantes pour la suite de l'analyse.

Des retours ont été détectés pour 18 vaches parmi les 34 négatives en PSPB le jour de la prise de sang. L'intervalle moyen IA1-retour a été de  $27,4 \pm 2,1$  jours.

**Tableau 6 : Description de l'échantillon, variables qualitatives.**

<b>Variable</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Elevage</b>	1	12	8,6
	2	14	10,1
	3	12	8,6
	4	20	14,4
	5	20	14,4
	6	9	6,5
	7	10	7,2
	8	10	7,2
	9	12	8,6
	10	10	7,2
	11	10	7,2
<b>Rang de vêlage</b>	Primipares	30	21,6
	Multipares	109	78,4
<b>Races</b>	Blonde d'Aquitaine	41	29,5
	Limousine	98	70,5
<b>Mois de vêlage en classe</b>	7 et 8	27	19,4
	9	62	44,6
	10	50	36,0
<b>Conditions de vêlage en classe</b>	1	133	95,7
	2 et 3	6	4,3
<b>Note à la pose en classe</b>	<3	23	16,5
	=3	80	57,5
	>3	36	26,0
<b>Cyclicité avant traitement</b>	Non	38	27,3
	Oui	101	72,7
<b>Phase du cycle à la pose ( n = 101)</b>	Folliculaire	28	27,7
	Lutéale	73	72,3
<b>Gestation</b>	Non	36	25,9
	Oui	103	74,1

**Tableau 7 : Description de l'échantillon, variables quantitatives (s.e.m. : erreur standard sur la moyenne)**

<b>Variable</b>	<b>Moyenne</b>	<b>s.e.m.</b>	<b>Mini</b>	<b>Maxi</b>
<b>Rang de vêlage</b>	3,6	0,2	1	13
<b>Note à la pose</b>	3,1	0,1	2	5
<b>Intervalle vêlage – pose</b>	73,0	1,8	45	151
<b>Intervalle vêlage – PSPB</b>	126,5	1,8	97	206
<b>Intervalle IA – PSPB</b>	41,5	0,4	35	50
<b>Intervalle IA – retour</b>	27,4	2,1	17	43

## B- Comparaison des lots

Les deux lots témoins (n=70) et expérimental (n=69) ont été correctement appariés sur les critères imposés lors du recrutement.

La répartition des variables rang de vêlage et note d'état corporel ne diffère pas entre les 2 lots. De même, la répartition des vêlages, le taux de cyclicité et le pourcentage d'animaux en phase lutéale ou folliculaire à la pose de l'implant sont comparables entre les lots (voir les tableaux 8 et 9).

Par contre, tous les animaux ayant nécessité une intervention au vêlage sont dans le lot expérimental. Le nombre d'animaux (6) dans ce cas reste cependant très faible.

**Tableau 8 : Comparaison des lots, variables qualitatives.**

		Crestar (%) N=70	Expérimental (%) N=69	P
Race	Blonde	30	29	0,90
	Limousine	70	71	
Rang de vêlage	Primipare	21,4	21,7	0,96
	Multipare	78,6	78,3	
Conditions de vêlage en classe	1	100	91,3	0,01
	2 et 3	0	8,7	
Mois de vêlage	7 et 8	21,4	17,4	0,82
	9	44,3	44,9	
	10	34,3	37,7	
Intervalle vêlage- pose	≤70j	52,9	58,0	0,54
	>70j	47,1	42,0	
Cyclicité	Non	28,6	26,1	0,74
	Oui	71,4	73,9	
Phase du cycle à la pose	Folliculaire	30,0	25,5	0,61
	Lutéale	70,0	74,5	
Note d'état corporel	2	7,1	5,8	0,88
	2,5	8,6	11,6	
	3	57,1	58,0	
	3,5	10,0	7,2	
	4	15,7	17,4	
	5	1,5	0	
Note d'état en classe	<3	15,7	17,4	0,9
	=3	57,1	58,0	
	>3	27,2	24,6	



**Tableau 9 : Comparaison des lots, variables quantitatives.**

	Crestar (%) N=70	Expérimental (%) N=69	P
Date de vêlage	18/09/2004	20/09/2004	0,60
Intervalle vêlage-pose (j)	73,9 ± 2,5	72,1 ± 2,6	0,62
Note à la pose (points)	3,1 ± 0,1	3,1 ± 0,1	0,77
Intervalle vêlage-PSPB (j)	127,4 ± 2,6	125,6 ± 2,6	0,61
Intervalle IA-PSPB (j)	41,5 ± 0,5	41,5 ± 0,5	0,96

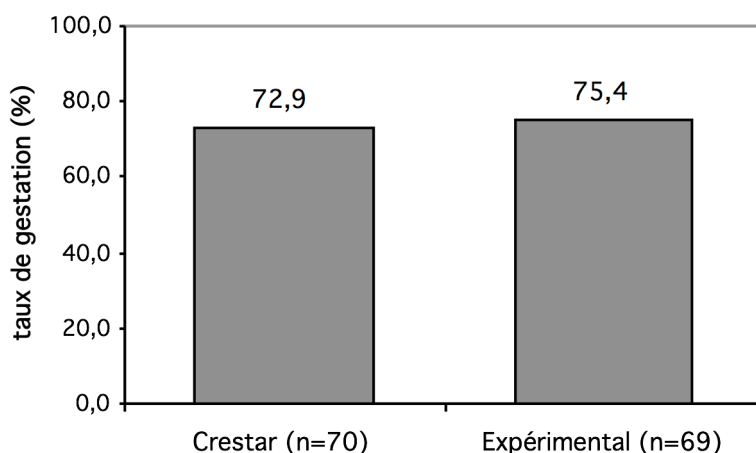
## C- Facteurs de variation du taux de gestation

### 1) Analyse univariée

- Le traitement

Dans le lot CRESTAR<sup>®</sup>, le taux de gestation obtenu est de 72,9% pour 75,4% dans le lot expérimental (voir figure 31). Le traitement n'a pas eu d'effet significatif sur le taux de gestation ( $p = 0,37$ ),

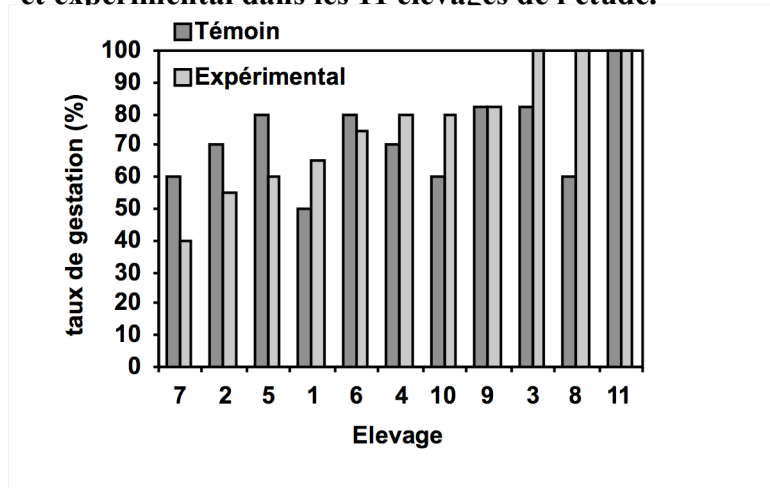
**Figure 31 : Effet du traitement sur le taux de gestation ( $p = 0,37$ )**



- L'élevage

L'effet élevage est non significatif sur le taux de gestation ( $p=0,35$ ). Le taux de gestation du lot expérimental a toujours été supérieur ou égal à 40% (voir figure 32). Il a été supérieur à 60% dans 9 élevages sur 11 et égal à 100% dans 3 élevages sur 11. Il a été supérieur ou égal au taux de gestation du lot témoin dans 7 élevages sur 11.

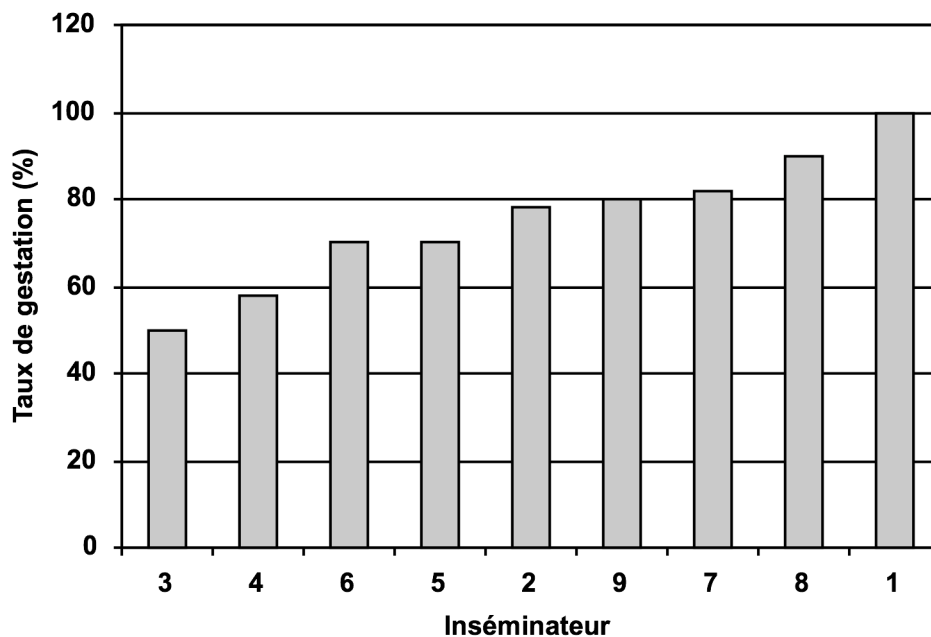
**Figure 32 : Taux de gestation (PSPB à 41,5 jours post IA) des lots témoin et expérimental dans les 11 élevages de l'étude.**



○ Inséminateur

L'effet inséminateur présente une tendance au seuil de 20% (figure 33). Cependant il est estimé sur de petits effectifs par inséminateur (9 à 12 animaux pour 8 inséminateurs et 54 pour le 9<sup>ème</sup>)

**Figure 33 : Taux de gestation (PSPB 41,5 jours après IA) des 9 inséminateurs.**

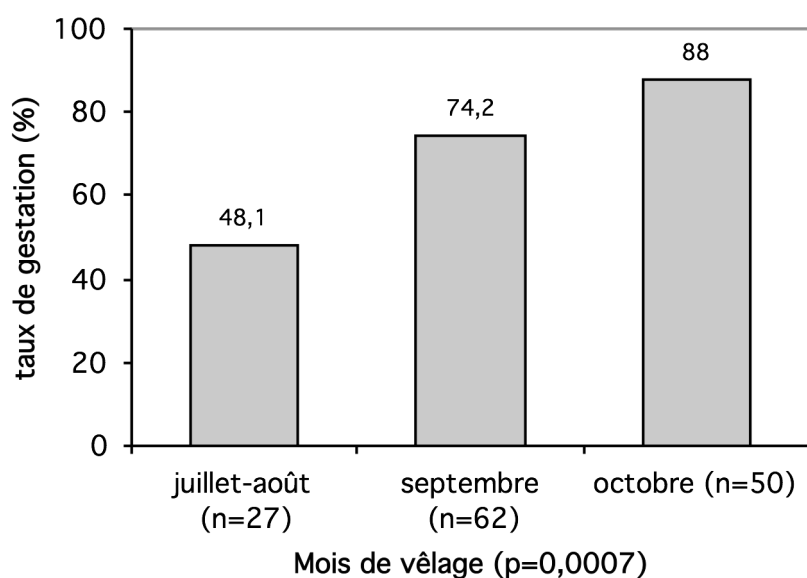


- Le mois de vêlage

Le mois de vêlage est un facteur de variation significatif du taux de gestation dans notre étude (tableau 10).

Le taux de gestation est de 88% chez les animaux ayant vêlé au mois d'octobre contre 74,2% pour ceux ayant vêlé en septembre et 48,1% en juillet – août ( $p = 0,0007$ ) (figure 34).

**Figure 34 : Effet du mois de vêlage sur le taux de gestation.**

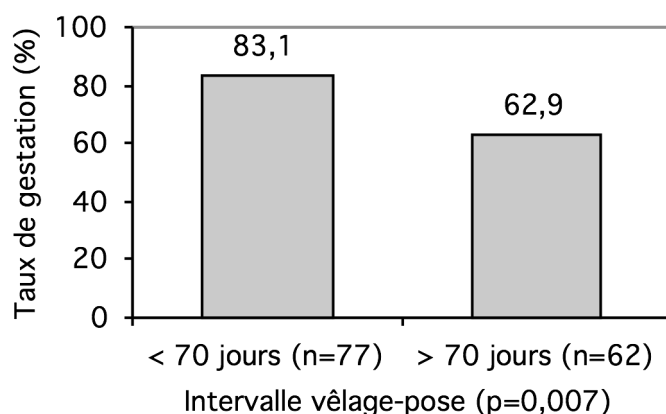


- L'intervalle vêlage – pose

L'intervalle vêlage – pose est également un facteur de variation significatif du taux de gestation (tableau 10).

Les animaux dont l'intervalle vêlage-pose de l'implant est inférieur à 70 jours ont un taux de gestation de 83,1% ; ceux dont cet intervalle est supérieur à 70 jours ont un taux de gestation de 62,9% ( $p = 0,007$ ) (figure 35).

**Figure 35 : Effet de l'intervalle vêlage-pose sur le taux de gestation.**

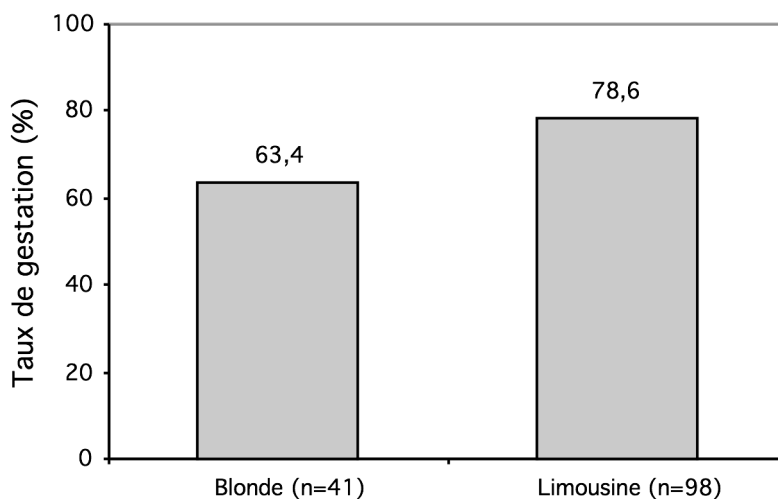


○ La race

L'effet race présente une tendance au seuil de 20% (tableau 10).

Les Limousines ont un taux de gestation de 78,6% contre 63,4% pour les Blondes d'Aquitaine ( $p = 0,17$ ) (figure 36).

**Figure 36 : Effet de la race sur le taux de gestation.**

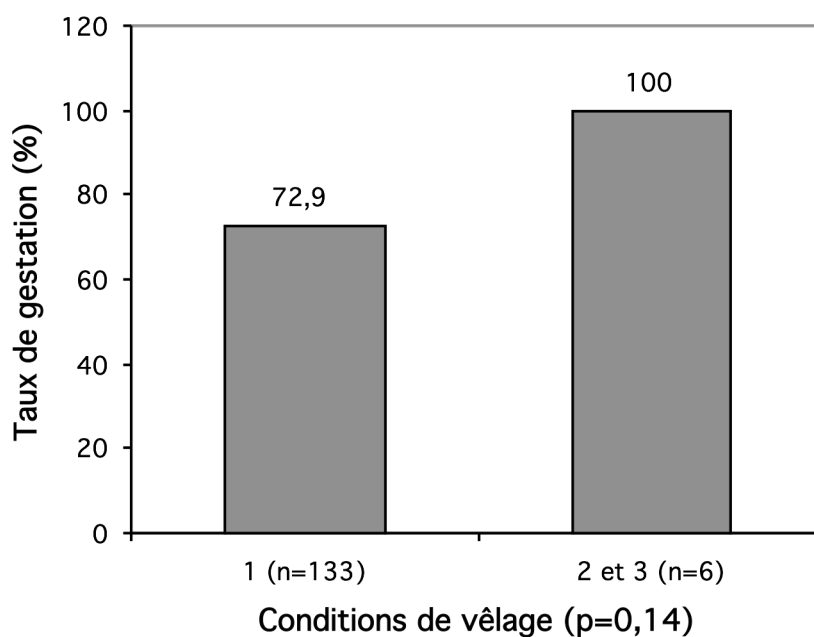


○ Les conditions de vêlage **Race ( $p=0,17$ )**

Les conditions de vêlage montrent une tendance au seuil de 20% également (tableau 10).

Les vaches ayant eu une assistance au vêlage ont un taux de gestation de 100%. Ce taux est de 72,9% pour les vaches sans aide ( $p = 0,14$ ) (figure 37).

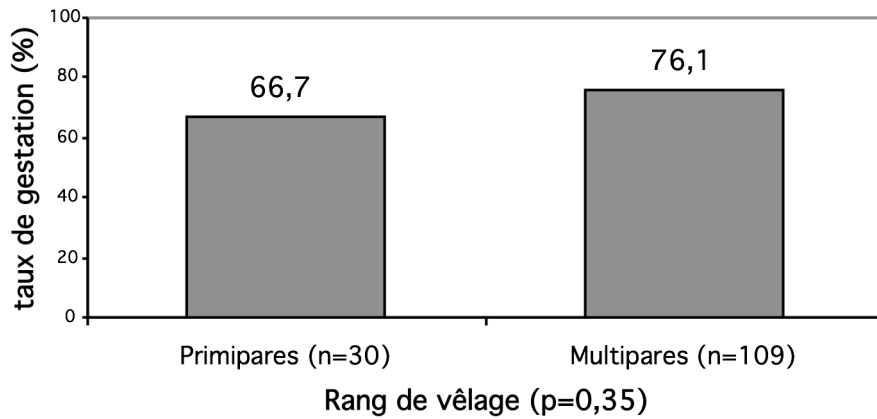
**Figure 37 : Effet des conditions de vêlage sur le taux de gestation.**



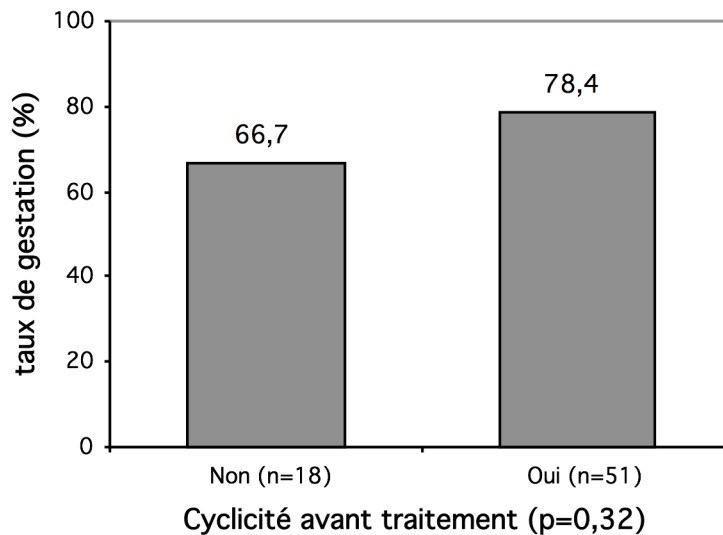
- Les autres effets

A l'issue de l'analyse univariée, les effets rang de vêlage, cyclicité avant traitement, phase du cycle à la pose, note d'état corporel à la pose sont non significatifs (figures 38, 39, 40 et 41).

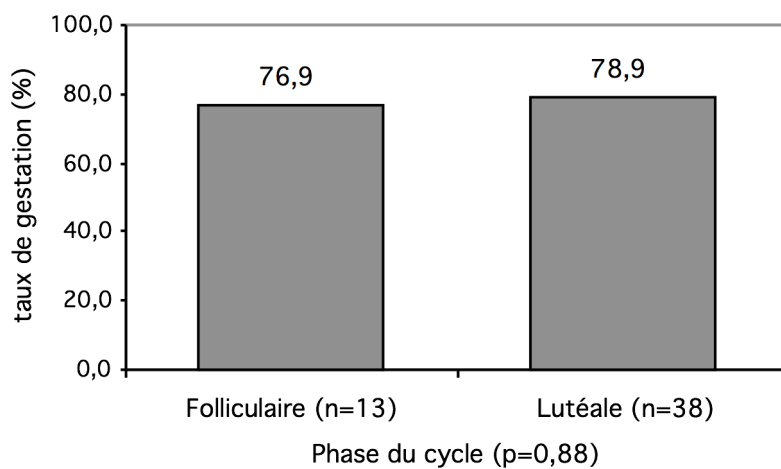
**Figure 38 : Effet du rang de vêlage sur le taux de gestation.**



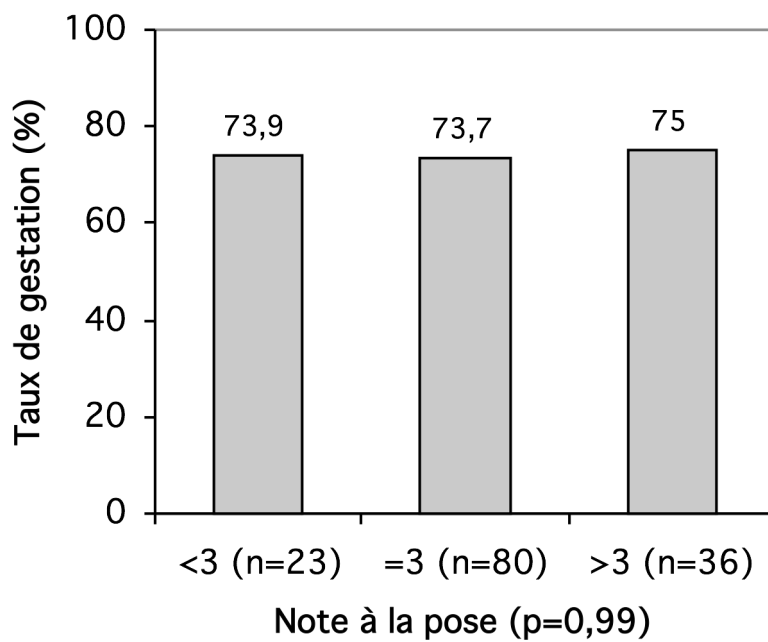
**Figure 39 : Effet de la cyclicité avant traitement dans le lot expérimental sur le taux de gestation.**



**Figure 40 : Effet de la phase du cycle des animaux cyclés du lot expérimental sur le taux de gestation.**



**Figure 41 : Effet de la note à la pose sur le taux de gestation.**



**Tableau 10 : Relations entre variables qualitatives et taux de gestation (analyse univariée)**

		<b>N</b>	<b>Taux de gestation</b>	<b>P</b>
<b>Race</b>	Blonde	41	63,4	0,17
	Limousine	98	78,6	
<b>Rang de vêlage</b>	Primipare	30	66,7	0,35
	Multipare	109	76,1	
<b>Mois de vêlage</b>	7 et 8	27	48,1	0,0007
	9	62	74,2	
	10	50	88,0	
<b>Conditions de vêlage</b>	1	133	72,9	0,14
	2 et 3	6	100,0	
<b>Intervalle vêlage – pose</b>	≤70j	77	83,1	0,007
	>70j	62	62,9	
<b>Cyclicité avant traitement</b>	Non	38	68,4	0,56
	Oui	101	76,2	
<b>Phase du cycle à la pose</b>	Folliculaire	28	75,0	0,86
	Lutéale	76	76,7	
<b>Note d'état à la pose</b>	<3	23	73,9	0,99
	=3	80	73,7	
	>3	36	75,0	



- Étude des effets cyclicité et stade du cycle à la pose intra-traitement

Une étude des effets de la cyclicité avant traitement (tableau 11) et du stade du cycle à la pose (tableau 12) a été réalisée intra-traitement pour mettre en évidence une éventuelle interaction. Ces effets n'ont pas été significatifs, ni dans le lot témoin ( $p = 0,73$  et  $p = 0,94$ ), ni dans le lot traité ( $p = 0,32$  et  $p = 0,88$ ).

**Tableau 11 : Effet de la cyclicité avant traitement et du stade du cycle à la pose chez les animaux du lot témoin.**

		N	Taux de gestation	P
<b>Cyclicité avant traitement</b>	Non	20	70,0	0,73
	Oui	50	74,0	
<b>Phase du cycle à la pose</b>	Folliculaire	15	73,3	0,94
	Lutéale	35	74,3	

**Tableau 12 : Effet de la cyclicité avant traitement et stade du cycle à la pose chez les animaux du lot expérimental.**

		N	Taux de gestation	P
<b>Cyclicité avant traitement</b>	Non	18	66,7	0,32
	Oui	51	78,4	
<b>Phase du cycle à la pose</b>	Folliculaire	13	76,9	0,88
	Lutéale	38	78,9	

## 2) Analyse multivariée

Dans les modèles de régression logistique, l'effet élevage a été introduit en tant qu'effet aléatoire. L'effet inséminateur n'a pu être pris en compte puisque dans 8 cas sur 9 il recouvre exactement l'effet élevage (1 inséminateur par élevage). L'effet des conditions de vêlage n'a pas été introduit dans les modèles, les vêlages avec assistance étant trop peu nombreux.

L'effet traitement a été corrigé des effets race, intervalle vêlage-pose en classe et mois de vêlage en classe (voir tableau 13). Il reste non significatif ( $p=0,89$ ).

**Tableau 13 : Analyse multivariée - prise en compte simultanée des effets traitement, race, mois de vêlage et intervalle vêlage-pose**

Variable		N	Taux de gestation	Odds ratio	Intervalle de Confiance	P
Race	Blonde	41	63,4	1,00	0,94 - 5,8	0,07
	Limousine	98	78,6	2,34		
Mois de vêlage	7 et 8	27	48,1	1,00	0,88 - 7,83 1,8 - 46,3	0,03
	9	62	74,2	2,65		
	10	50	88,0	9,13		
Intervalle vêlage – pose	≤70j	77	83,1	1,00	0,36 - 3,61	0,81
	>70j	62	62,9	1,15		
Traitement	Témoin	70	72,9	1,00	0,47 - 2,39	0,89
	Expérimental	69	75,4	1,06		

## **III- Discussion**

### **A. Aspect méthodologique**

Les conditions de recrutement des animaux ainsi que les conditions d'appariement ont été bien respectées dans cet échantillon. Quelques animaux ont été mis à la reproduction avant 50 jours post-partum mais le faible nombre de vaches dans ce cas (3) ainsi que l'intervalle supérieur ou égal à 45 jours pour tous ces animaux ont amené à les conserver dans l'étude.

Les données recueillies l'ont été avec soin. Les 139 vaches retenues pour l'analyse sont sans données manquantes.

Les prises de sang ont été réalisées en respectant les intervalles de temps nécessaires à une bonne interprétation des résultats (intervalle vêlage-PSPB minimum de 100 jours, intervalle IA-PSPB minimum de 35 jours).

Les lots ont été correctement appariés sur les conditions énoncées au préalable : rang de vêlage, note d'état corporel et pourcentage de primipares dans chaque lot. Un seul point pourrait être contesté. Il existe une différence de répartition des conditions de vêlage entre les deux lots (tous les animaux ayant eu nécessité une assistance sont dans le lot expérimental) mais le nombre d'animaux concernés est faible et il ne s'agit pas de césarienne.

### **B. Résultats globaux**

Les vaches sélectionnées pour l'étude sont des vaches allaitantes ayant vêlé en fin d'été-début d'automne. Elles étaient en bon état corporel et très peu ont nécessité une intervention au vêlage.

Ces conditions favorables (bon état corporel et bonnes conditions de vêlage) expliquent sans doute en grande partie le bon taux de cyclicité avant traitement observé (72,7%) ainsi que le très bon taux de gestation (74,1%). En effet dans beaucoup d'études, le taux de gestation après un traitement à base de progestagènes est compris entre 40 et 65% (un minimum de 28,4 et un maximum de 80%) [6].

Les résultats de notre échantillon sont donc nettement au dessus de la moyenne.

## **C. Facteurs de variation du taux de gestation**

### **1) Effet traitement**

Le traitement n'a pas eu d'effet sur le taux de gestation (figure 31). Le taux de gestation est de 72,9% pour le lot CRESTAR<sup>®</sup> contre 75,4% pour le lot expérimental ( $p = 0,37$ ). L'efficacité du traitement expérimental est donc équivalente à celle du traitement CRESTAR<sup>®</sup> classique. Ceci se vérifie que les animaux soient cyclés ou non avant traitement, en phase folliculaire ou en phase lutéale à la pose de l'implant (figure 34) : 76,9% des vaches cyclées en phase folliculaire et 78,9% de celles en phase lutéale ont été gestantes ( $p=0,88$ ).

### **2) Effet cyclicité avant traitement**

On peut remarquer que, pour le traitement expérimental, le taux de gestation des animaux non cyclés avant traitement est légèrement inférieur à celui des animaux cyclés (figure 39). En effet, 66,7% des animaux non cyclés et 78,4% de ceux cyclés ont été gestants dans le lot expérimental ( $p = 0,32$ ). Cette tendance mériterait d'être explorée sur un plus grand nombre d'animaux. Même si ce résultat n'est pas significatif, il est cohérent avec la littérature. En effet, le taux de cyclicité avant traitement est un facteur de variation important du taux de gestation : les femelles cyclées avant traitement ont un taux de gestation plus élevé que celles qui ne le sont pas [2, 23, 83, 84, 87].

On remarque que dans cet échantillon, le taux de cyclicité avant traitement est élevé (72,7%). Saives (1998) [99] observait 21,6% de cyclicité sur un lot de Limousines primipares de 2 ans et Gary et al. (1987) [40] 40% sur des Blondes d'Aquitaine. D'autres études ont des taux plus élevés comme Mialot et al. (2003) [75] qui enregistrait des taux de cyclicité pré-traitement de plus de 80% sur des vaches Charolaises et Limousines.

Cet important taux de cyclicité avant traitement dans cette étude peut être expliqué par le fait que les vaches sont dans un très bon état corporel. De plus, peu d'entre elles ont eu des vêlages difficiles. Il s'agit des deux facteurs primordiaux pour limiter la durée d'anoestrus post-partum et la fertilité à l'œstrus induit.

### **3) Effet élevage**

On ne remarque dans cette étude aucun effet élevage. Le taux de gestation a été élevé dans tous les élevages (figure 32).

#### **4) Effet 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 été significatif dans cet échantillon (figure 38) : 66,7% des primipares et 76,1% des multipares ont été gestantes ( $p=0,35$ ).

Dans une majorité d'études, les primipares ont des taux de gestation moins élevés que les multipares [2, 23]. Dans notre étude, la tendance est observée mais cette différence n'est pas significative. On peut expliquer cela par le fait que les vaches étaient en très bon état corporel, primipares comme multipares, et que l'intervalle vêlage-pose était relativement long. De plus, les primipares n'ont pas eu plus de difficulté de vêlage que les multipares .

#### **5) Effet conditions de vêlage**

L'effet des conditions de vêlage est inverse à celui observé habituellement. Le taux de gestation est de 100% pour les animaux ayant eu une aide au vêlage et 72,9% pour ceux qui n'ont pas eu d'aide ( $p=0,14$ ) (figure 37).

Habituellement, lorsqu'une aide, même légère, est fournie, le taux de gestation est diminué jusqu'à 20 points [47, 48, 51].

Il faut cependant considérer que le nombre d'animaux ayant présenté une aide au vêlage est très faible (4,3%). De plus, parmi ceux-ci, une seule extraction forcée est notée. Le fait d'avoir éliminé les vaches ayant subi une césarienne explique en partie le faible taux de vêlage difficile. Il reste tout de même faible pour les races concernées.

#### **6) Effet note d'état corporel**

La note d'état corporel à la pose n'est pas un facteur de variation du taux de gestation significatif dans cette étude (figure 41). Pourtant dans la littérature, les vaches trop maigres ou trop grasses ont des taux de gestation après synchronisation plus bas que les vaches en bon état corporel. Les recommandations habituelles sont de ne pas mettre à la reproduction des animaux dont la note d'état corporel est inférieur à 2,5 chez les multipares et à 3 chez les primipares. En dessous de ces seuils, les performances de reproduction diminuent [30, 49, 59, 72, 96, 110].

On peut expliquer la non influence de la note d'état corporel dans notre étude par le petit nombre de vaches maigres dans l'échantillon : 83,4% des vaches ont une note d'état corporel supérieure ou égale à 3.

## **7) Effet race**

Une tendance est observée pour l'effet race à l'issue de l'analyse multivariée. Le taux de gestation a tendance à être plus faible en race Blonde d'Aquitaine qu'en race Limousine ( $p=0,07$ ) : 63,4% des Blondes sont gestantes contre 78,6% des Limousines (figure 36).

Cette tendance reflète les différences de fertilité observées entre les deux races lors de la mise à la reproduction avec ou sans synchronisation. En effet, Mialot et al. (1998) [77] observent également ces différences raciales. Parmi des vaches allaitantes ayant reçu un traitement à base de progestagènes sous forme de spirale vaginale pendant 7 ou 12 jours, les résultats de reproduction sont globalement identiques mais si on s'intéresse à ces mêmes résultats en fonction de la race (Blonde d'Aquitaine et Limousine), les différences deviennent significatives. Le taux de gestation des Limousines est plus élevé que celui des Blondes d'Aquitaine pour un traitement de 7 jours alors que ces résultats sont inversés pour un traitement de 12 jours.

## **8) Effet intervalle vêlage-pose**

De la même manière que l'effet conditions de vêlage, l'effet intervalle vêlage-pose observé dans cette étude est inhabituel. Plus la mise à la reproduction est précoce (mais toujours supérieure à 45 jours post-partum), plus le taux de gestation est élevé.

Dans la littérature, on observe un taux de gestation d'autant plus élevé que l'intervalle vêlage-pose est important [3, 51, 61, 64, 85, 88, 96].

Cet effet semble surtout lié à l'effet mois de vêlage. En effet, les animaux ayant vêlé le plus tôt présentent les intervalles les plus longs, la mise à la reproduction ayant eu lieu en décembre pour tous les animaux.

Les résultats de l'analyse multivariée montrent que la prise en compte simultanée des deux facteurs annule l'effet significatif de l'intervalle vêlage - pose alors que l'effet mois de vêlage reste significatif dans le modèle. C'est donc l'effet mois de vêlage qui semble expliquer l'effet intervalle vêlage-pose (figure 35).

## IV- Conclusion

L'étude présentée ici a été réalisée sur un nombre relativement faible d'animaux et sur une population particulière : des vaches allaitantes en bon état corporel vêlant en automne. Cette expérimentation a permis de répondre à la question initiale : le traitement expérimental a bien une efficacité équivalente au CRESTAR<sup>®</sup> classique sur ce type d'animaux. Le traitement offre une bonne efficacité quel que soit l'état de cyclicité des animaux avant traitement et quelle que soit la phase du cycle au moment de la pose de l'implant.

La buséréline associée à des prostaglandines permet de maîtriser aussi bien la croissance folliculaire que la phase lutéale : c'est pourquoi les résultats sont équivalents à ceux de l'ancien traitement.

Le seul point négatif reste le prix de ce nouveau 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

La suppression de l'utilisation des œstrogènes dans le cadre des traitements de maîtrise des cycles a obligé les laboratoires pharmaceutiques à s'adapter. C'est ce qu'a fait le laboratoire INTERVET en commercialisant le traitement présenté ici sous le nom de CRESTAR SO<sup>®</sup> (Crestar Sans Œstradiol). Le laboratoire CEVA s'est lui aussi adapté avec une nouvelle spirale PRID<sup>®</sup> sans benzoate d'œstradiol, mais avec une stratégie différente (pas de recours au GnRH ou un analogue mais raccourcissement de la durée de la pose de la spirale, prostaglandines F2 $\alpha$  24 h avant le retrait).

D'autres expérimentations ont été lancées depuis la réalisation de ce travail et le traitement CRESTAR SO<sup>®</sup> a obtenu l'AMM sur toutes les femelles bovines (allaitante et laitières, cyclées et non cyclées) ; le traitement PRID<sup>®</sup> n'est pour l'instant autorisé que sur les femelles laitières et allaitantes cyclées même si des essais ont montré son efficacité sur les femelles non cyclées.

L'augmentation du coût du traitement CRESTAR SO<sup>®</sup> va peut être en diminuer l'utilisation. Ces traitements sont pourtant très utiles dans les troupeaux où l'on souhaite utiliser l'IA et rationaliser le travail. L'abandon se ferait au détriment de l'IA dans ces races où le pourcentage d'animaux cyclés à la mise à la reproduction est faible.



# BIBLIOGRAPHIE

1. AGABRIEL J, GIRAUD JM, PETIT M. Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant. *Bull. Tech. CRZV Theix I.N.R.A*, 1986, **66**, 43-50.
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. ALCYON. *Catalogue: tarifs d'avril 2005*, 251 p.
5. 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 estrous cycle. *Biol Reprod*, 2001, **64**, 839-848.
6. BALLERY. *Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins*. Thèse Méd. Vét, Alfort, 2005, 136 pages.
7. BARNES MA, KAZMER GW, BIERLEY ST. Gonadotropic and ovarian hormone response in dairy cows treated with norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 1981, **16**, 13-25.
8. 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.
9. BEAL WE, GOOD GA, PETERSON LA. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with syncro-mate B or Norgestomet and Alfaprostol. *Theriogenology*, 1984, **22**, 59-66.
10. BERG C. Quelles sont les alternatives à l'oestradiol? *Le point vétérinaire*, 2003, **217**, 10-11.
11. BERNHEIM S, CARRAUD A, DELETANG F, GRIMARD B, MIALOT JP, POBEL T, *et al.* Synchronisation des chaleurs par le PRID chez la vache allaitante charolaise: analyse des facteurs de variation des résultats. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1996, **533**, 27-33.
12. BLEACH EC, GLENCROSS RG, KNIGHT PG. Association between ovarian follicle development and pregnancy rates in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction*, 2004, **127**, 621-9.
13. BO GA, ADAMS GP, CACCIA M, MARTINEZ M, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and oestradiol in cattle. *Animal Reproduction Science*, 1995, **39**, 193-204.
14. BO GA, ADAMS GP, NASSER LF, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating gonadotropins in heifers. *Theriogenology*, 1993, **40**, 225-39.
15. BO GA, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. The effect of estradiol valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with Syncro-Mate-B implants. *Theriogenology*, 1991, **36**, 169-83.
16. BRINK JT, KIRACOFÉ GH. Effect of estrous cycle stage at Syncro-Mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. *Theriogenology*, 1988, **29**, 513-8.
17. BROWN LN, ODDE KG, KING ME, LEFEVER DG, NEUBAUER CJ. Comparison of Melengestrol Acetate-Prostaglandin F2 alpha to Syncro-Mate B for estrus synchronization in beef heifers. *Theriogenology*, 1988, **30**, 1-12.

18. 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.
19. CHASTANT-MAILLARD S, BALANDRAUD J, JEGOU L, KESSLER T, QUINTON H, CONSTANT F, *et al.* Les vagues folliculaires: leurs conséquences sur la reproduction de la vache allaitante. *In: Journées Techniques des GTV Bourgogne*, Autun, 13 octobre 2005, 128-136.
20. CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMY D. Actualités sur le cycle de la vache. *Le point vétérinaire, Reproduction des ruminants: maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, 10-15.
21. CHENAULT JR, KRATZER DD, RZEPKOWSKI RA, GOODWIN MC. LH and FSH response of Holstein heifers to fertirelin acetate, gonadorelin and buserelein. *Theriogenology*, 1990, **34**, 81-98.
22. 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.
23. CHUPIN D. Maîtrise de la reproduction chez les bovins: principes, résultats, limites. *Ann. Med. Vet.*, 1977, **121**, 329-338.
24. 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.
25. CHUPIN D, PELOT J, PETIT M. Le point sur la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *BTIA*, 1977, **5**, 2-17.
26. CHUPIN D, PELOT J, PETIT M. Maîtrise des cycles chez la vaches allaitantes. Quoi de neuf? *Bull. Tech. Insém.*, 1980, **15**, 25-31.
27. CROWE MA, PADMANABHAN V, MIHM M, BEITINS IZ, ROCHE JF. Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. *Biol Reprod*, 1998, **58**, 1445-50.
28. CUPP AS, ROBERSON MS, STUMPF TT, WOLFE MW, WERTH LA, KOJIMA N, *et al.* Yearling bulls shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls. *J Anim Sci*, 1993, **71**, 306-309.
29. DE FONTAUBERT Y. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins: le point en 1986. *BTIA*, 1986, **42**, 5-12.
30. 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.
31. DISKIN MG, AUSTIN EJ, ROCHE JF. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domest Anim Endocrinol*, 2002, **23**, 211-228.
32. DREW SB, WISHART DF, YOUNG IM. Fertility of norgestomet treated suckler cows. *Vet Rec*, 1979, **104**, 523-5.
33. DRIANCOURT MA. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*, 2001, **55**, 1211-1239.
34. DUCROT C, GROHN YT, HUMBLLOT P, BUGNARD F, SULPICE P, GILBERT RO. Postpartum anestrus in French beef cattle: An epidemiological study. *Theriogenology*, 1994, **42**, 753-764.
35. ENNUYER M. Les vagues folliculaires chez la vaches. Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction. *Le point vétérinaire*, 2000, **31**, 377-383.
36. EVANS AC. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reprod Domest Anim*, 2003, **38**, 240-246.

37. FANNING MD, LUNT DK, SPROTT LR, FORREST DW. Reproductive performance of synchronized beef cows as affected by inhibition of suckling with nose tags or temporary calf removal. *Theriogenology*, 1995, **44**, 715-723.
38. FANNING MD, SPITZER JC, BURNS GL, PLYLER BB. Luteal function and reproductive response in suckled beef cows after metestrus administration of a norgestomet implant and injection of estradiol valerate with various dosages of injectable norgestomet. *J Anim Sci*, 1992, **70**, 1352-1356.
39. 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 GTV*, Tours, 2004, Paris: édition des GTV, 889-892.
40. GARY F, HUMBLLOT P, CAPY C. Facteurs de variation de la reprise d'activité ovarienne après vêlage en race Blonde d'Aquitaine et leur effets sur les paramètres de reproduction. *Elevage et insémination*, 1987, **222**, 13-28.
41. GRIMARD B. *Relation nutrition-reproduction chez la vache allaitante: effet d'une restriction alimentaire sur la fertilité à l'oestrus induit chez la vache allaitante de race charolaise*. Thèse Méd. Vét, 1996,
42. GRIMARD B, BENOIT-VALIERGUE H, PONTER AA, MAURICE T, HUMBLLOT P. Conduite en bandes de vaches allaitantes: bilan de 3 ans de fonctionnement en exploitation. *Elevage et insémination*, 2001, **302**, 3-15.
43. GRIMARD B, BONNET A, PONSART C, ROSSO V, HUMBLLOT P. Effet du nombre d'inséminations sur la fertilité à l'oestrus induit de vache allaitante Charolaises synchronisées. *Elevage et insémination*, 1998, **286**, 3-10.
44. GRIMARD B, DEWAELE M, QUINTON H. Synchronisation des chaleurs chez la génisse Charolaise: comparaison de deux protocoles d'insémination, 1 IA 48h vs 2 IA 48h et 72h après retrait de l'implant Crestar. *Elevage et insémination*, 2004, **316**, 2-7.
45. GRIMARD B, DISENHAUS C. Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage. *Le point vétérinaire, Reproduction des ruminants: maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, **36**, 16-21.
46. 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, 203-210.
47. GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP, JEANGUYOT N, SAUVANT D, THIBIER M. Absence of response to oestrus induction and synchronization treatment is related to lipid mobilization in suckled beef cows. *Reprod Nutr Dev*, 1997, **37**, 129-140.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. GRIMARD B, MIALOT JP. Avancer et regrouper les vêlages grâce à la maîtrise de la reproduction. *Elevage et insémination*, 1990, **240**, 15-30.

53. GRIMARD B, PONTER AA, PONSART C, MIALOT JP. Nutrition énergétique et fécondité chez la vache allaitante au cours du post-partum. *Le point vétérinaire*, 1996, **28**, 99-106.
54. 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.
55. HANZEN C, LAURENT Y. Applications des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. *Ann. Med. Vet.*, 1991, **135**, 547-557.
56. HANZEN C, LOURTIE O, DRION PV. Le développement folliculaire chez la vache I- Aspects morphologiques et cinétiques. *Ann. Med. Vet.*, 2000, **144**, 223-235.
57. HIVOREL P, DELETANG F, MIALOT JP, CHASTANT-MAILLARDS S. *Reprology: échographie de l'appareil génital des ruminants*, [cd-rom], Libourne: CEVA SANTE ANIMALE, 2005.
58. HUMBLOT P, CAMOUS S, MARTAL J, CHARLERY J, JEANGUYOT N, THIBIER M, *et al.* Diagnosis of pregnancy by radioimmunoassay of a pregnancy-specific protein in the plasma of dairy cows. *Theriogenology*, 1988, **30**, 257-267.
59. 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.
60. HUMBLOT P, GRIMARD B. Spécial synchronisation des chaleurs en élevage allaitant. *UNCEIA MEDIA*, 1993, **16**, 1-9.
61. HUMBLOT P, GRIMARD B, RIBON O, KHIREDINE B, DERVISHI V, THIBIER M. Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous Charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG. *Theriogenology*, 1996, **46**, 1085-1096.
62. HUNTER DL, ERB RE, RANDEL RD, GARVERICK HA, CALLAHAN CJ, HARRINGTON RB. Reproductive steroids in the bovine. I. Relationships during late gestation. *J Anim Sci*, 1970, **30**, 47-59.
63. IRVIN HJ, ZAIED AA, DAY BN, GARVERICK HA. GnRH induced LH release in suckled beef cows. 1. The effects of days postpartum and estradiol-17beta concentrations on the release of LH following administration of GnRH. *Theriogenology*, 1981, **15**, 443-448.
64. 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.
65. 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.
66. KHIREDINE B, GRIMARD B, PONTER AA, PONSART C, BOUDJENAH H, MIALOT JP, *et al.* Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology*, 1998, **49**, 1409-1023.
67. KISER TE, DUNLAP SE, BENYSHEK LL, MARES SF. The effect of calf removal on oestrus response and pregnancy rate of beef cows after Synchro-mate B. *Theriogenology*, 1980, **13**, 381-383.
68. LAMMING GE, WATHES DC, PETERS AR. Endocrine patterns of the post-partum cow. *J Reprod Fertil Suppl*, 1981, **30**, 155-170.
69. LANE EA, AUSTIN EJ, ROCHE JF, CROWE MA. The effect of estradiol benzoate or a synthetic gonadotropin-releasing hormone used at the start of a progesterone treatment on estrous response in cattle. *Theriogenology*, 2001, **56**, 79-90.

70. LARSON SF, BUTLER WR, CURRIE WB. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J Dairy Sci*, 1997, **80**, 1288-1295.
71. 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.
72. MATHIEU FR, MATRAY M, HUMBLLOT P. Facteurs de variation de la réussite à l'insémination artificielle après synchronisation des chaleurs en élevage bovin allaitant. *Elevage et insémination*, 1992, **248**, 6-17.
73. 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.
74. MIALOT JP, CHASTANT-MAILLARDS S, REMY D. *Reproduction bovine: infertilité femelle*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de pathologie de la reproduction. 88 pages
75. MIALOT JP, CONSTANT F, DEZAUX P, GRIMARD B, DELETANG F, PONTER AA. Estrus synchronization in beef cows: comparison between GnRH+PGF2alpha+GnRH and PRID+PGF2alpha+eCG. *Theriogenology*, 2003, **60**, 319-30.
76. MIALOT JP, DELETANG F, ROUX ME, PONSART C, GIPOULOU C, BIHOREAU JL. Efficacité de l'association Prid + HormoP2a pour la synchronisation des chaleurs chez les vaches allaitantes lors de vêlage d'automne. *Le point vétérinaire Numéro spécial*, 1996, **28**, 183-184.
77. MIALOT JP, GROSBOIS E, PONSART C, GIPOULOU C, GRIMARD B, DELETANG F. Synchronisation des chaleurs chez des vaches Limousines et Blondes d'Aquitaine après vêlage d'automne grâce à l'association PRID + PGF2 $\alpha$  + PMSG: effet de la durée du traitement de progestérone. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1998, **589**, 17-26.
78. MIALOT JP, PONSART C, GIPOULOU C, BIHOREAU JL, ROUX ME, DELETANG F. The fertility of autumn calving suckler beef cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and eCG estrus synchronization treatment. *Theriogenology*, 1998, **49**, 1353-1363.
79. MIALOT JP, PONSART C, PONTER AA, GRIMARD B. L'anestrus post-partum chez les bovins: thérapeutique raisonnée. In: *Journées Nationales des GTV*, 1998,
80. MIHM M, CROWE MA, KNIGHT PG, AUSTIN EJ. Follicle wave growth in cattle. *Reprod Domest Anim*, 2002, **37**, 191-200.
81. MURPHY MG, BOLAND MP, ROCHE JF. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *J Reprod Fertil*, 1990, **90**, 523-533.
82. NOSEIR WM. Ovarian follicular activity and hormonal profile during estrous cycle in cows: the development of 2 versus 3 waves. *Reprod Biol Endocrinol*, 2003, **1**, 50-53.
83. ODDE KG. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J Anim Sci*, 1990, **68**, 817-830.
84. PACCARD P, GRIMARD B. La maîtrise de la reproduction des vaches allaitantes. *Rec. Med. Vet.*, 1988, **164**, 531-538.
85. PELOT J, CHUPIN D, PETIT M. Influence de quelques facteurs sur la fertilité à l'oestrus induit. In: *Physiologie et pathologie de la reproduction*, ITEB Paris, 1977, 49-52.
86. PETERSON LA, MARES SF, HENDERSON EA, DAVENPORT ME. Effect of calf separation time on pregnancy rate of cows synchronized with Synchronate B. *J Anim Sci*, 1979, **49 (suppl.)**, 326-328.
87. 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.

88. PETIT M, M'BAYE M, PALIN C. La maîtrise des cycles sexuels. *Elevage et insémination*, 1979, **170**, 7-27.
89. PETIT S. *Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires*, 13eme édition. Les éditions du Point Vétérinaire, 2005  
, 1760 pagesp.
90. PICARD-HAGEN N, HUMBLLOT P, BERTHELOT X. Le point sur les protocoles actuels de synchronisation. *Le point vétérinaire, Reproduction des ruminants: maîtrise des cycles et pathologie*, 2005, 32-36.
91. PONSART C, KHIREDDINE B, PONTER AA, HUMBLLOT P, MIALOT JP, GRIMARD B. Influence of the type of energy supply on LH secretion, follicular growth and response to estrus synchronization treatment in feed-restricted suckler beef cows. *Theriogenology*, 2000, **54**, 1373-87.
92. 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.
93. RIBON O. *Contribution à l'étude de facteurs de variation de la synchronisation des chaleurs des vaches primipares allaitantes charolaises*. Thèse Méd. Vét, 1996, 128 pages.
94. ROCHE JF. Synchronization of oestrus in heifers with implants of progesterone. *J Reprod Fertil*, 1974, **41**, 337-344.
95. ROCHE JF, CROWE MA, BOLAND MP. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim Reprod Sci*, 1992, **28**, 371-378.
96. ROCHEREAU P. *Contribution à l'étude des traitements de maîtrise des cycles chez la vache Charolaise: pose de deux implants successifs chez les primipares*. Thèse Méd. Vét, 1994, 72.
97. ROUX ME. *Contribution à l'étude des traitements de maîtrise des cycles chez les bovins allaitants en vêlage d'automne: agjonction de la prostaglandine F2 $\alpha$  à un traitement aux progestagènes*. Thèse Méd. Vét, 1997, 97 pages.
98. 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**, 3687-95.
99. 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, 1998, 72.
100. SAKAGUCHI M, SASAMOTO Y, SUZUKI T, TAKAHASHI Y, YAMADA Y. Postpartum ovarian follicular dynamics and estrous activity in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 2004, **87**, 2114-2121.
101. SAVIO JD, BOLAND MP, HYNES N, ROCHE JF. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J Reprod Fertil*, 1990, **88**, 569-579.
102. SHORT RE, BELLOWS RA, STAIGMILLER RB, BERARDINELLI JG, CUSTER EE. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci*, 1990, **68**, 799-816.
103. 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.
104. STAGG K, DISKIN MG, SREENAN JM, ROCHE JF. Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim Reprod Sci*, 1995, **38**, 49-61.
105. STAGG K, SPICER LJ, SREENAN JM, ROCHE JF, DISKIN MG. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol Reprod*, 1998, **59**, 777-783.



106. THATCHER WW, PATTERSON DJ, MOREIRA F, PANCARDI M, JORDAN ER, RISCO CA. Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. *In: American Association of Bovine Practitioner*, Vancouver, 2001, 95-105.
107. TREGASKES LD, BROADBENT PJ, DOLMAN DF, GRIMMER SP, FRANKLIN MF. Evaluation of Crestar, a synthetic progestogen regime, for synchronising oestrus in maiden heifers used as recipients of embryo transfers. *Vet Rec*, 1994, **134**, 92-4.
108. 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.
109. VANDEWINKEL. *Contribution à l'étude des traitements de maîtrise des cycles chez la vache allaitante en région centre)ouest: facteurs de variation du taux de cyclicité avant traitement, tu taux d'ovulation et de la fertilité à l'oestrus induit*. Thèse Méd. Vét, Alfort, 2000, 131 pages.
110. WALTERS DL, BURRELL WC, WILTBANK JN. Influence of exogenous steroids, nutrition and calf removal on reproductive performance of anestrus beef cows. *Theriogenology*, 1984, **21**, 395-406.
111. WALTERS DL, SHORT RE, CONVEY EM, STAIGMILLER RB, DUNN TG, KALTENBACH CC. Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. II. Endocrine changes prior to ovulation in suckled and nonsuckled postpartum cows compared to cycling cows. *Biol Reprod*, 1982, **26**, 647-654.
112. WARREN WC, SPITZER JC, BURNS GL. Beef cow reproduction as affected by postpartum nutrition and temporary calf removal. *Theriogenology*, 1988, **29**, 997-1006.
113. WILLIAMS GL. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J Anim Sci*, 1990, **68**, 831-852.
114. XU ZZ, VERKERK GA, MEE JF, MORGAN SR, CLARK, BURKE CR, *et al*. Progesterone and follicular changes in postpartum noncyclic dairy cows after treatment with progesterone and estradiol or with progesterone, GnRH, PGF2alpha, and estradiol. *Theriogenology*, 2000, **54**, 273-282.



# **Comparaison de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs Crestar® classique avec celle d'un nouveau traitement combinant buséréline, implant Crestar®, prostaglandine F2 $\alpha$ et eCG chez la vache allaitante.**

Caroline BEFFARA

## Résumé :

Les traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs à base de progestagènes et d'œstrogènes sont utilisés chez les vaches allaitantes pour atteindre l'objectif d'un veau par vache et par an mais également de rationaliser le travail. L'interdiction des œstrogènes par l'Union Européenne en octobre 2006 a obligé les laboratoires à mettre au point de nouveaux protocoles.

L'objectif de cette étude est de comparer la fertilité à l'œstrus induit obtenue après traitement d'induction et de synchronisation des chaleurs Crestar® (valérate d'œstradiol et surcharge de norgestomet, implant Crestar®, eCG au retrait et IA 56 h après le retrait) à celle du nouveau protocole (Buséréline, implant Crestar®, prostaglandine F2 $\alpha$  48 h avant le retrait, eCG au retrait et IA 48 h après le retrait). Cette étude a porté sur 139 vaches allaitantes de races Blonde d'Aquitaine et Limousine de la zone COOPELSE vèlant en automne. Les résultats montrent que l'utilisation du nouveau protocole permet d'atteindre des taux de gestation élevés et équivalents à ceux obtenus avec la méthode Crestar® classique (75,9% pour le nouveau traitement contre 72,9% pour le traitement classique,  $p=0,37$ ) quelque soit l'état de cyclicité des animaux avant traitement et la phase du cycle au moment de la pose de l'implant.

Mots clés : ANŒSTRUS – SYNCHRONISATION DE L'ŒSTRUS – PROGESTAGÈNE – NORGESTOMET – BOVIN – VACHE – VACHE ALLAITANTE.

## Jury :

Président : Pr.

Directeur : Pr. Bénédicte Grimard

Assesseur : Dr. Sylvie Chastant-Maillard

## Adresse de l'auteur :

3 rue Alexandre Marie

89000 Auxerre

# **Comparison of conception rate at induced oestrus after the classic Crestar® oestrus synchronization treatment with conception rate after a new treatment combining buséréline, Crestar® implant, prostaglandins F2 $\alpha$ and eCG in the beef cattle.**

Caroline BEFFARA

## Summary :

Oestrus induction and synchronization treatment based on oestrogens and progestagens are used to inseminate suckled beef cows to reach the aim of one calf per cow and per year and to rationalize work. After prohibition of oestrogens by the European Union in october 2006 laboratories need to develop new protocols to induce and synchronize oestrus and ovulation in cows.

The aim of this study is to compare conception rate at induced oestrus obtained after induction and synchronization of oestrus with Crestar® treatment (oestradiol valerate, Crestar® implant, eCG at withdrawal and IA 56 hours after withdrawal) to conception rate after a new protocol (buséréline, Crestar® implant, prostaglandin 48 hours before withdrawal, eCG at withdrawal and IA 48 hours after withdrawal). This study focused on 139 suckled cows from two breeds (Blonde d'Aquitaine and Limousine) from the Coopelso IA center calving in autumn.

Conception rates were high and equivalent in the two treatments (classic Crestar® method : 72,9 % vs new treatment : 75,9 %, p=0,37) whatever cyclicity state of the animal before treatment and cycle phase when inserting the implant.

Keywords : ANOESTRUS – OESTRUS SYNCHRONISATION – PROGESTAGENS – NORGESTOMET - COW - BEEF CATTLE.

## Jury :

President : Pr.

Director : Pr. Bénédicte Grimard

Assessor : Dr. Sylvie Chastant-Maillard

## Author's address:

3 rue Alexandre Marie

89000 Auxerre