



# **Utilisation du CIDR<sup>MD</sup> pour l'induction de l'œstrus chez la brebis en contre-saison sexuelle**

**Mémoire**

**Élise Blais**

**Maîtrise en Sciences Animales**  
Maître ès sciences (M.Sc.)

Québec, Canada

© Élise Blais, 2014



## RÉSUMÉ COURT

Cette étude visait à évaluer différents protocoles d'utilisation d'un implant vaginal de progestérone (CIDR<sup>MD</sup>) pour l'induction des chaleurs dans l'objectif d'augmenter la fertilité des brebis en contre-saison sexuelle. Un traitement de 14 j avec injection d'eCG au retrait du CIDR, un protocole de 5 j avec administration d'eCG et de PGF2 $\alpha$  au retrait et un traitement de 13 j avec injection d'eCG et de progestérone au retrait ont été comparés en mai, juin et juillet, dans trois sites expérimentaux, sur 331 brebis hybrides prolifiques Dorset  $\times$  Romanov. Le CIDR a été très efficace pour induire et synchroniser les chaleurs ( $\geq 93,3$  % dans un délai de 96 h suivant le retrait) et il a permis d'obtenir une fertilité totale  $> 70$  %. Le traitement CIDR de 5 j a permis d'obtenir, globalement, une meilleure productivité dans les différents environnements et devrait être considéré pour une application commerciale.



## RÉSUMÉ LONG

En 2010, un nouveau produit hormonal pour l'induction et la synchronisation des chaleurs des brebis en contre-saison sexuelle a fait son entrée au Canada : le CIDR<sup>MD</sup> (« Controlled Internal Drug Release »). Depuis l'introduction sur le marché de cet implant vaginal, plusieurs producteurs ayant eu des résultats décevants ont remis en cause son efficacité. L'objectif principal de ce projet était d'évaluer le protocole standard d'utilisation du CIDR et de développer un nouveau protocole qui permettrait une augmentation de la fertilité des brebis accouplées en contre-saison sexuelle, de façon à améliorer la productivité et la rentabilité des entreprises ovines.

L'efficacité de trois protocoles d'utilisation du CIDR a été testée sur 331 brebis hybrides prolifiques Dorset × Romanov : le protocole standard était un traitement de 14 j combiné à l'administration d'eCG au retrait du CIDR (CIDR14) ; le protocole court de 5 j comprenait l'administration d'eCG et de PGF2 $\alpha$  au retrait (CIDR5+PG) ; le protocole de 13 j comprenait l'injection d'eCG et de progestérone (P4) au retrait (CIDR13+P4). Sept essais ont été réalisés en contre-saison sexuelle durant les mois de mai, juin et juillet dans trois sites expérimentaux.

Les résultats montrent que le CIDR a été très efficace pour induire et synchroniser les chaleurs :  $\geq 93,3$  % des brebis de tous les traitements confondus sont venues en chaleurs dans un délai  $< 96$  h suivant le retrait du CIDR. La fertilité sur les chaleurs induites a varié entre 35,7 % et 88,9 %. Dans la plupart des cas, une augmentation  $< 10$  % a été observée entre la fertilité sur les chaleurs induites et la fertilité totale (chaleurs induites et retours en chaleurs inclus). Globalement, la fertilité totale a été inférieure en mai (71,0 %) comparativement à juin (88,0 %) et juillet (90,2 %). Le traitement CIDR5+PG a permis d'obtenir une meilleure fertilité totale (92,4 %) que le traitement CIDR13+P4 (76,6 %) et avait aussi tendance à être supérieur au traitement standard CIDR14 (80,2 %). La productivité totale (nombre d'agneaux nés/nombre de brebis traitées avec le CIDR)

associée au traitement CIDR5+PG (2,02) a également été supérieure à celle du traitement CIDR14 (1,65) et CIDR13+P4 (1,52).

En conclusion, le traitement CIDR de 5 j, avec administration d'eCG et de PGF2 $\alpha$  au retrait, a permis d'obtenir, globalement, une meilleure productivité totale dans les différents environnements. L'application commerciale de ce nouveau protocole d'induction des chaleurs permettrait d'améliorer les performances des troupeaux ovins en augmentant l'efficacité de reproduction en contre-saison sexuelle et en réduisant le temps improductif des brebis.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>RESUME COURT .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUME LONG.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>XI</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>CHAPITRE 1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 2. REVUE DES TRAVAUX ANTERIEURS.....</b>	<b>5</b>
2.1. La reproduction des brebis... une activité saisonnière .....	5
2.1.1. Cycle œstral en saison sexuelle.....	6
2.1.2. Activité sexuelle en contre-saison .....	8
2.2. Utilisation de la progestérone pour l'induction et la synchronisation des chaleurs chez la brebis .....	11
2.3. Le CIDR : distributeur vaginal de progestérone .....	14
2.3.1. Historique .....	14
2.3.2. Principe d'action du CIDR .....	15
2.3.3. Efficacité du CIDR pour le contrôle de la reproduction chez la brebis .....	17
2.3.4. Facteurs influençant l'efficacité du CIDR en contre-saison .....	25
2.3.4.1. Concentration de progestérone .....	25
2.3.4.2. Durée du traitement.....	26
2.3.4.3. Rétenion du CIDR.....	29
2.3.4.4. Utilisation d'hormones folliculostimulantes (eCG, FSH) combinées au CIDR.....	30
2.3.4.5. Utilisation de la prostaglandine F2 $\alpha$ combinée au CIDR .....	34
2.3.4.6. Utilisation de la progestérone injectable combinée au CIDR.....	36
2.4. Conclusion.....	42
2.5. Hypothèses et objectifs de recherche.....	44
<b>CHAPITRE 3. UTILISATION DU CIDR POUR L'INDUCTION DE L'ŒSTRUS CHEZ LA BREBIS EN CONTRE-SAISON SEXUELLE.....</b>	<b>47</b>
3.1. Introduction .....	47
3.2. Matériel et Méthodes .....	48
3.2.1. Phase 1 (station expérimentale) .....	49
3.2.1.1. Animaux et régie d'élevage .....	49
3.2.1.2. Répartition et traitements de synchronisation.....	50
3.2.1.3. Prélèvements sanguins et dosage de la progestérone .....	53
3.2.1.4. Détection des chaleurs et accouplements.....	54

3.2.2. Phase 2 (élevages commerciaux) .....	55
3.2.2.1. Animaux et régie d'élevage.....	55
3.2.2.2. Répartition et traitements de synchronisation .....	56
3.2.2.3. Prélèvements sanguins et dosage de la progestérone.....	56
3.2.2.4. Détection des chaleurs et accouplements .....	56
3.2.3. Paramètres mesurés et calculés .....	57
3.2.4. Analyses statistiques .....	58
3.2.4.1. Paramètres zootechniques .....	58
3.2.4.2. Dosages hormonaux.....	59
3.3. Résultats.....	60
3.3.1. Phase 1 (station expérimentale) .....	60
3.3.1.1. Rétention du CIDR et venue en chaleurs .....	60
3.3.1.2. Taux d'ovulation et de fécondation.....	60
3.3.1.3. Fertilité sur les chaleurs induites et fertilité totale.....	61
3.3.1.4. Prolificité .....	62
3.3.1.5. Productivité totale.....	63
3.3.2. Phase 2 (élevages commerciaux) .....	63
3.3.2.1. Rétention du CIDR et venue en chaleurs .....	63
3.3.2.2. Fertilité sur les chaleurs induites et fertilité totale.....	65
3.3.2.3. Prolificité .....	67
3.3.2.4. Productivité totale.....	67
3.3.3. Mesures de progestérone.....	69
3.3.3.1. Activité sexuelle en contre-saison.....	69
3.3.3.2. Concentrations de progestérone sanguine délivrée pendant le traitement CIDR.....	70
3.4. Discussion.....	71
3.5. Conclusion .....	78
<b>CHAPITRE 4. DISCUSSION GENERALE.....</b>	<b>79</b>
<b>LISTE DES OUVRAGES CITES .....</b>	<b>85</b>
<b>ANNEXE A. ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION SANGUINE DE PROGESTERONE AVANT, PENDANT ET APRES UN TRAITEMENT CIDR.....</b>	<b>97</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis.....	19
Tableau 3.1	Performances zootechniques des brebis selon le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux) .....	55
Tableau 3.2	Performances de reproduction des brebis sur les chaleurs induites par les traitements de synchronisation en contre-saison sexuelle (station expérimentale) .....	61
Tableau 3.3	Prolificité liée aux chaleurs induites des brebis selon le traitement de synchronisation et le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux).....	68
Tableau 4.1	Coût associé à chacun des traitements CIDR étudiés selon la dose des hormones administrées .....	81



## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Variation saisonnière du comportement œstral et de l'activité ovulatoire de la brebis Île-de-France en France.....	6
Figure 2.2	Variations hormonales au cours d'un cycle œstral chez la brebis. ....	7
Figure 2.3	Interactions hormonales entre l'hypothalamus, l'hypophyse et le follicule ovarien chez la brebis en saison (jours courts) et en contre-saison sexuelle (jours longs). ....	10
Figure 2.4	CIDR <sup>MD</sup> 330 distribué par la compagnie Zoetis. ....	15
Figure 2.5	Concentrations plasmatiques de progestérone lors d'un traitement de 12 j avec un CIDR chez des brebis traitées en contre-saison sexuelle. ....	16
Figure 3.1	Dispositif expérimental présentant les traitements de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale). ....	52
Figure 3.2	Fréquence cumulative des chaleurs induites dans un délai de 96 h suivant le retrait des CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale). ....	62
Figure 3.3	Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale). ....	63
Figure 3.4	Fréquence cumulative des chaleurs induites dans un délai de 96 h suivant le retrait des CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux et mois du début de la période d'accouplement confondus). ....	64

Figure 3.5	Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux et traitements confondus). .....	65
Figure 3.6	Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) et l'élevage en contre-saison sexuelle (mois du début de la période d'accouplement confondus). .....	66
Figure 3.7	Proportion (%) des brebis ayant un corps jaune actif pendant cinq périodes de la contre-saison sexuelle. ....	69
Figure 3.8	Évolution de la concentration de progestérone exogène délivrée dans le sang des brebis par le CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$ au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale).....	71

## AVANT-PROPOS

C'est avec une immense reconnaissance que je dois d'abord remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce projet.

Je dois en premier lieu adresser des remerciements au Dr François Castonguay, chercheur en production ovine. J'ai eu le privilège d'être encadrée par un directeur de maîtrise passionné, incroyablement disponible et à l'écoute de ses étudiants. Tu m'as appris à avoir le souci du travail soigné et tu m'as donné accès à tout l'éventail de tes connaissances. Merci d'avoir été comme un deuxième père qui m'a guidée pas à pas tout au long de ce périple. Tu es à la tête d'une équipe exceptionnelle, dont j'ai eu la chance de faire partie pendant deux belles années. Je garderai de merveilleux souvenirs de la cohésion et des beaux moments passés au sein du GRO.

Je dois par la suite remercier de tout cœur Mireille Thériault, adjointe de recherche à Agriculture et Agroalimentaire Canada. Je ne peux passer sous silence ton incroyable dévotion par rapport à ton travail. Mireille, merci pour tout le soutien que tu m'as apporté et la complicité que nous avons développée. Tout comme François, merci d'avoir été si disponible et d'avoir soutenu ma dépendance affective! Un grand merci également à Vincent Demers Caron, chargé de projet au Département des sciences animales de l'Université Laval. Merci de m'avoir épaulée tout au long de la « phase animale » et bien plus. Tes premiers pas comme superviseur ne seront pas les derniers.

Merci à toute l'équipe du Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ) qui a collaboré à ce projet. Je remercie spécialement Sylvain Blanchette, Marie-Claude Litalien et François Dionne qui ont apporté leur contribution durant la phase expérimentale à la station. Également, je tiens à remercier Jean-Denis Pelletier et Serge et Chantal Normandin, les producteurs qui nous ont accueillis dans leur entreprise et parfois même dans leur

demeure, et qui ont su nous faire confiance dans la réalisation de ce projet. Merci au Dr Richard Bourassa, vétérinaire, et à André Charest, conseiller en production ovine avec qui j'ai eu le plaisir de collaborer.

Ce projet n'aurait pas pu voir le jour sans la contribution financière du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA), appuyé financièrement par Agriculture et Agroalimentaire Canada. De plus, je désire remercier le Syndicat des producteurs de moutons de l'Estrie pour son appui au projet. Merci à la compagnie Zoetis pour son appui financier et au Dr Paul Baillargeon et à France Lanthier de Zoetis pour leur collaboration à la réussite de ce projet.

Merci à ma famille et à mes amis (tout spécialement Catherine) pour le soutien constant et l'écoute que vous m'avez apportés. Des remerciements vont tout spécialement à l'homme de ma vie, Jérémie, sans qui je n'aurais pas pu mener à terme cette longue aventure. J'ai la chance d'avoir quelqu'un qui me pousse à relever des défis, qui m'encourage et m'appuie dans les moments de découragement. Merci d'être toujours là pour moi et sache que je promets de l'être également toujours pour toi.

C'est avec le cœur rempli de fierté que je termine enfin ce chapitre de ma vie. Une dernière fois merci à vous tous, sans qui je n'y serais jamais arrivée.

# CHAPITRE 1.

## INTRODUCTION

Une des grandes orientations prioritaires retenues dans le plan stratégique 2010-2015 pour le secteur ovin du Québec est d'augmenter la production pour être en mesure de mieux répondre à la demande du marché (FPAMQ et SEMRPQ, 2010). Cet objectif est fortement lié à la hausse de l'immigration, au Canada, de communautés qui sont de grandes consommatrices d'agneaux et à la diversification de l'alimentation du consommateur canadien d'origine (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2005). L'autre défi de l'industrie ovine est la nécessité de produire sur une base régulière de façon à fournir la demande des marchés semaine après semaine. Les producteurs doivent donc viser une augmentation et un étalement de leur production sur toute l'année qui devraient se traduire par une augmentation de la productivité et de la rentabilité des entreprises. Pour répondre à ces objectifs, la majorité des éleveurs au Québec ont recours à un système d'agnelages accéléré (1,5 agnelage/brebis/année) qui nécessite des accouplements à tout moment de l'année. Cependant, le fait que la femelle ovine se reproduise naturellement que pendant une certaine période de l'année, sous les latitudes canadiennes, demeure un obstacle majeur à l'amélioration de la productivité des élevages et à la production étalée sur toute l'année.

En effet, l'activité sexuelle de la brebis est divisée en deux périodes distinctes pendant l'année et est contrôlée par l'alternance de la durée d'éclairement ou photopériode. Cette reproduction saisonnière est composée d'une saison sexuelle (SS; septembre à mars; jours courts), durant laquelle une succession de chaleurs est observée chez la femelle, et d'une contre-saison sexuelle (CSS; avril à août; jours longs), durant laquelle le nombre de femelles en chaleurs diminue grandement pour même devenir nul à certains mois. Ainsi, ce patron de reproduction complique la production régulière d'agneaux pendant toute l'année si aucune technique de contrôle de la reproduction n'est employée en CSS. En effet, puisque c'est à l'automne que la majorité des accouplements est concentrée, c'est

également sur une courte période (printemps, été) que la mise en marché des agneaux est possible dans les conditions « naturelles ». De plus, l'augmentation des périodes improductives des brebis, due à leur reproduction saisonnière, complique l'atteinte des résultats annuels de productivité visés (1 agnelage/brebis/année comparativement au 1,5 agnelage/brebis/année visé) et engendre des coûts de production par brebis supplémentaires. D'ailleurs, en 2011, le rythme d'agnelage réel des élevages ovins québécois était plutôt de l'ordre de 1,08 agnelage/brebis/année (CECPA, 2011).

L'efficacité de la reproduction en CSS représente donc un élément clé de la productivité et, ainsi, de la rentabilité d'un élevage ovin. L'objectif étant de contrer la baisse de fertilité importante observée en CSS. Sans un contrôle efficace de la reproduction en CSS, la productivité annuelle de chaque brebis est grandement diminuée et répartie inégalement durant l'année en raison de l'œstrus saisonnier. Pour ce faire, depuis les années 40 (Dutt et Casida, 1948), des traitements hormonaux impliquant de la progestérone ou un de ses analogues de synthèse sont utilisés pour contrôler la cyclicité des femelles ovines et sont maintenant largement répandus dans les élevages ovins. Ces traitements progestatifs, administrés de façon injectable, orale ou via la muqueuse vaginale, permettent d'induire et de synchroniser les chaleurs des brebis.

Depuis les années 70, les producteurs ovins canadiens utilisaient une éponge vaginale imprégnée d'un progestagène de synthèse (Veramix<sup>MD</sup> de la compagnie Upjohn) pour contrôler le cycle sexuel de leurs brebis en CSS. Depuis l'arrêt de la fabrication de cette éponge vaginale en 2007, les producteurs ovins n'ont eu d'autre choix que de se tourner vers un traitement progestatif différent pour l'induction et la synchronisation des chaleurs. Les éleveurs ont donc eu l'obligation de faire le saut vers l'utilisation d'un produit similaire à l'éponge vaginale qui a été homologué pour les ovins au Canada en 2010 : le CIDR<sup>MD</sup> 330. Le CIDR (« Controlled Internal Drug Release ») est un dispositif vaginal imprégné de progestérone naturelle, rendu disponible sur le marché néo-zélandais en 1986. Depuis son introduction sur le marché canadien, plusieurs producteurs ayant eu des résultats décevants se questionnent sur l'efficacité du CIDR. Toutefois, comme le suivi des

données est souvent incomplet dans les entreprises commerciales, il est difficile d'obtenir des chiffres précis et d'avoir une idée claire des taux de réussite réels de la technique et surtout d'identifier les causes d'insuccès.

Le présent ouvrage présente d'abord une revue de littérature qui fait le bilan de différentes études scientifiques qui traitent de l'utilisation du CIDR pour induire et synchroniser les chaleurs des brebis en CSS. Par la suite, il rapporte les résultats d'une étude comparant trois différents protocoles d'utilisation du CIDR pour le contrôle de la reproduction chez la brebis en CSS.



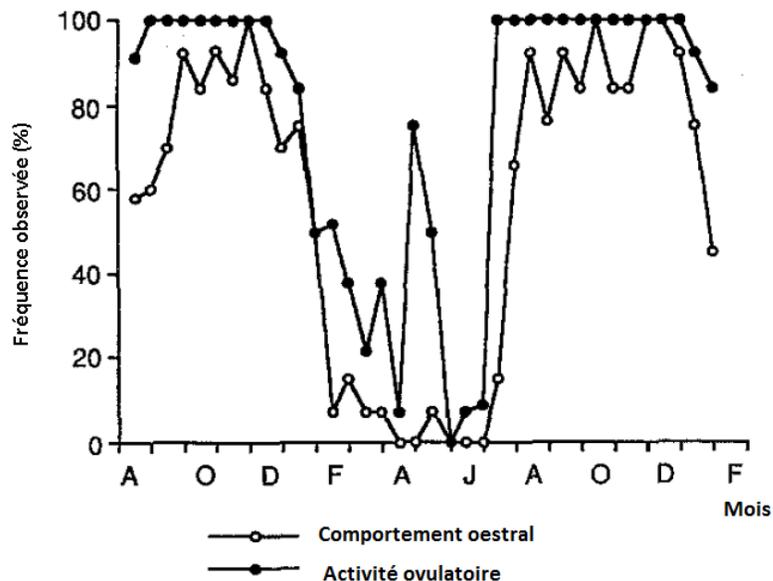
## CHAPITRE 2.

### REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

#### 2.1. La reproduction des brebis... une activité saisonnière

Comme plusieurs espèces animales, le mouton possède une reproduction dite saisonnière (Thibault *et al.*, 1966; Thimonier et Mauléon, 1969; Chemineau *et al.*, 1992b; Bartlewski *et al.*, 2011). En effet, une période d'activité sexuelle (saison sexuelle; SS) et une période d'inactivité sexuelle (contre-saison sexuelle; CSS), contrôlées essentiellement par la longueur du jour (photopériode), caractérisent la reproduction ovine. De façon générale, les jours courts induisent l'activité sexuelle, contrairement aux jours longs qui l'inhibent. Les variations de la durée d'éclairement sont perçues par la rétine de l'œil et sont transmises, via l'hypothalamus et les ganglions cérébraux, à la glande pinéale (Chemineau *et al.*, 1992b). Cette dernière est responsable de la production et de la libération de la mélatonine en période de noirceur (Chemineau *et al.*, 1992b). C'est la longueur de la période de sécrétion de cette neurohormone qui agit comme messenger chimique et indique à la brebis la durée de la nuit et donc la longueur du jour (Chemineau *et al.*, 1992b).

Dans l'hémisphère nord, chez la majorité des races ovines, la SS se situe à l'automne et à l'hiver (Goodman et Inskeep, 2006; Bartlewski *et al.*, 2011). Toutefois, l'initiation et la durée de la SS peuvent varier selon la race, la régie du troupeau, l'alimentation, l'âge, etc. (Bartlewski *et al.*, 2011). Pendant cette période, une succession d'œstrus et d'ovulations est observée chez la femelle sexuellement mature (Figure 2.1; Chemineau *et al.*, 1992b; Rosa et Bryant, 2003). Toutefois, lors de la CSS (printemps et été dans l'hémisphère nord), il y a une période d'inhibition de l'activité sexuelle des brebis d'une durée et d'une intensité variables en fonction de plusieurs facteurs, dont la race est le principal (Figure 2.1; Chemineau *et al.*, 1992a).



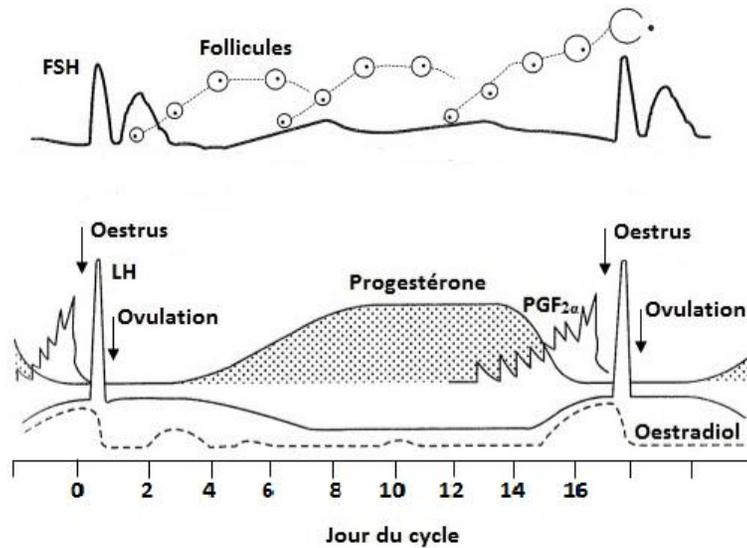
**Figure 2.1** Variation saisonnière du comportement œstral et de l'activité ovulatoire de la brebis Île-de-France en France.

Adaptée de Chemineau *et al.* (1992a).

### 2.1.1. Cycle œstral en saison sexuelle

Pendant la SS, l'activité sexuelle de la brebis est composée d'une répétition du cycle œstral impliquant une chaleur et une ovulation (Baril *et al.*, 1993). Le cycle sexuel de la brebis dure en moyenne 17 j (Rosa et Bryant, 2003) et est caractérisé par deux phases distinctes : la phase folliculaire et la phase lutéale (Bartlewski *et al.*, 2011; Abecia *et al.*, 2012). Lors de la phase folliculaire, qui dure environ 3 j, il y a une croissance des follicules ovariens qui est stimulée par la FSH et la LH, hormones sécrétées par l'hypophyse (Baril *et al.*, 1993). La sécrétion de ces deux hormones est stimulée par la gonadolibérine (GnRH), hormone libérée par l'hypothalamus (Baril *et al.*, 1993). Au fur et à mesure de leur développement en phase folliculaire, les follicules produisent de l'œstradiol. Ainsi, la concentration d'œstradiol augmente rapidement dans le sang et est responsable du déclenchement de l'œstrus (chaleur) chez la brebis (Figure 2.2; Baril *et al.*, 1993). C'est vers la fin de la chaleur, qui dure en général de 24 à 36 h (Goodman et Inskeep, 2006), qu'un pic de LH provoque l'ovulation et qu'un ou plusieurs ovules sont libérés des follicules parvenus à maturité. L'entrée en phase lutéale se produit lorsque le ou les follicules ovulés se transforment en corps jaunes (Gordon, 1997). Le ou les corps jaunes sécrètent, dans la

circulation sanguine, de la progestérone qui bloque la venue en chaleurs de la brebis pendant toute la phase lutéale qui dure environ 14 j (Baril *et al.*, 1993). La progestérone agit par rétroaction négative en inhibant la libération par l'hypothalamus de la GnRH, ce qui bloque la sécrétion de la LH, indispensable à la croissance et à la maturation des follicules (Hauger *et al.*, 1977; Karsch *et al.*, 1977; Bonnes *et al.*, 1988; Baril *et al.*, 1993).



**Figure 2.2** Variations hormonales au cours d'un cycle œstral chez la brebis.

Adaptée de Goodman et Inskeep (2006).

Lors de la phase lutéale, les corps jaunes actifs ralentissent la croissance des follicules et bloquent l'ovulation (Baril *et al.*, 1993). La libération de progestérone dans le sang varie en fonction du temps. Elle demeure faible suite à l'ovulation, et ce, jusqu'à la formation des corps jaunes (Gordon, 1997). Par la suite, elle augmente et atteint un plateau maximal entre le 3<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> j de la phase lutéale (Bartlewski *et al.*, 2011). S'il n'y a pas de fécondation du ou des ovules et donc qu'il n'y a pas de gestation, l'utérus sécrète la prostaglandine F<sub>2α</sub>, un facteur lutéolytique chez les petits ruminants tels que la brebis (McCracken *et al.*, 1970; Abecia *et al.*, 2011). La prostaglandine F<sub>2α</sub> est alors libérée dans la circulation sanguine pour causer la régression des corps jaunes (lutéolyse) présents sur les ovaires et induire la fin de la phase lutéale, environ 14 j après le début des chaleurs (Hackett et Robertson, 1980; Bonnes *et al.*, 1988; Abecia *et al.*, 2011). Ainsi, l'effet inhibiteur qu'exerçait la progestérone sur la sécrétion de GnRH disparaît et la LH peut alors être sécrétée de

nouveau à une fréquence élevée. Cette augmentation de la LH combinée à la présence de FSH permettra, de nouveau, le développement et la croissance des follicules ovariens qui conduiront à l'augmentation de la sécrétion d'œstradiol. Cette chute drastique de la progestérone sanguine permet donc le déclenchement d'une nouvelle phase folliculaire et la répétition du cycle sexuel (Gordon, 1997).

Un autre aspect souligné dans la littérature scientifique est qu'une préexposition à la progestérone est toutefois requise pour augmenter la sensibilité de l'hypothalamus à l'action positive de l'œstradiol, sur la sécrétion de GnRH (Fabre-Nys et Martin, 1991; Skinner *et al.*, 2000; Vidal et Clément, 2010). En fait, l'œstradiol permettrait d'améliorer l'ampleur de la vague préovulatoire de GnRH (Caraty et Skinner, 1999), autant en SS qu'en CSS. Ainsi, il a été proposé qu'une préexposition à la progestérone pourrait permettre d'augmenter le nombre de récepteurs à l'œstradiol dans l'hypothalamus (Fabre-Nys et Martin, 1991; Blache *et al.*, 1994).

### **2.1.2. Activité sexuelle en contre-saison**

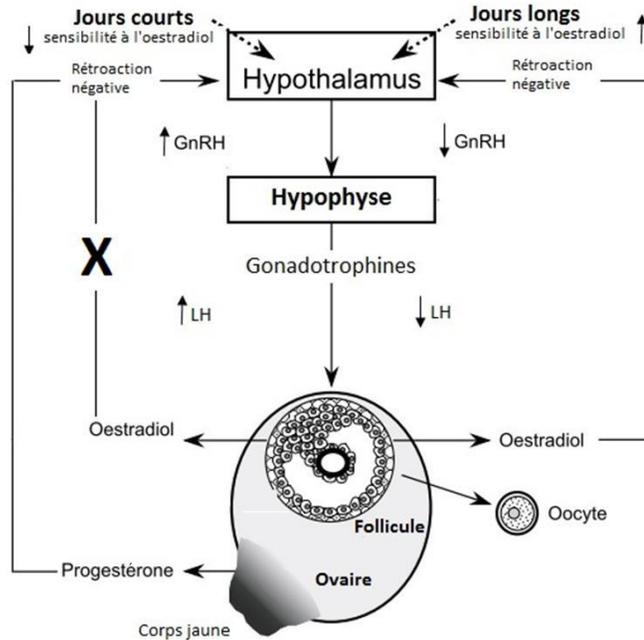
En CSS, le nombre de brebis ayant un cycle sexuel actif diminue de façon importante (Chemineau *et al.*, 1992b). En effet, le nombre de brebis en chaleurs durant cette période chute drastiquement et est même nul à certains moments (Figure 2.1). Une baisse importante de la fertilité est alors observée.

C'est une interruption de la séquence des événements qui mènent à l'ovulation, impliquant entre autres la venue en chaleurs, le pic de LH et l'ovulation, qui serait responsable de l'entrée des brebis en anœstrus saisonnier (Rosa et Bryant, 2003). Deux aspects doivent être considérés concernant l'activité sexuelle en CSS : l'action positive, abordée ci-haut, et l'action négative de l'œstradiol sur la sécrétion de GnRH.

Puisqu'en anœstrus saisonnier, il n'y a pas de corps jaune et donc pas de préexposition à la progestérone, il faut donc exposer la brebis à une source exogène pour parvenir à induire un

œstrus fertile. Par exemple, McLeod *et al.* (1982) ont conclu que seulement les brebis ayant reçu un prétraitement de progestérone jumelé au traitement pulsatile de GnRH venaient en chaleurs et développaient, suite à l'ovulation, un corps jaune fonctionnel et normal en anœstrus saisonnier. Plus récemment, Husein et Kridli (2003) ont confirmé qu'un protocole de synchronisation qui n'est pas précédé d'une exposition à la progestérone ne permet pas d'induire l'œstrus et l'ovulation chez les brebis traitées. Ainsi, en CSS, la séquence d'évènements hormonaux pour le déclenchement des chaleurs devrait donc être constituée d'une période durant laquelle la concentration sanguine de progestérone est élevée, suivie d'une baisse de celle-ci et d'une augmentation de l'œstradiol, comme observée en SS (Goodman et Inskeep, 2006). Plusieurs méthodes d'administration de progestérone exogène ont été expérimentées pour mimer cette action de la progestérone endogène (Rosa et Bryant, 2003). Ainsi, il a été montré qu'après une exposition à des concentrations de progestérone significatives, c'est le retrait de cette source exogène de progestérone qui permettra d'enclencher la séquence d'évènements qui mènera à l'ovulation. Cette baisse de la concentration de progestérone permet de synchroniser l'augmentation de la concentration d'œstradiol, qui permet le déclenchement de l'œstrus, puis ultimement, l'apparition du pic préovulatoire de LH (Karsch *et al.*, 1980).

Par la suite, il est nécessaire de mentionner que l'œstradiol, libéré par les follicules ovariens en croissance, exerce une action, cette fois-ci, négative sur la sécrétion de GnRH (Bonnes *et al.*, 1988; Karsch *et al.*, 1993). En CSS, il y a une augmentation de la sensibilité de l'hypothalamus à cette action négative de l'œstradiol (Figure 2.3; Karsch *et al.*, 1993), causant ainsi une inhibition de la libération de GnRH et de la sécrétion pulsatile de LH, ce qui empêche le déroulement de la séquence d'évènements menant à l'ovulation. Au contraire, en SS, cette sensibilité demeure faible (Karsch *et al.*, 1993). Ce changement de sensibilité serait régi par la photopériode (Figure 2.3).



**Figure 2.3** Interactions hormonales entre l'hypothalamus, l'hypophyse et le follicule ovarien chez la brebis en saison (jours courts) et en contre-saison sexuelle (jours longs).

Adaptée de Blanc *et al.* (2001).

Ainsi, à la fin de la SS, alors que le dernier cycle sexuel se termine et que les corps jaunes actifs régressent, la progestérone plasmatique chute drastiquement (Rosa et Bryant, 2003). Ainsi, l'inhibition de la progestérone sur la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus est supprimée, permettant l'augmentation de la sécrétion de LH (Hauger *et al.*, 1977; Karsch *et al.*, 1977). Toutefois, avec l'entrée en CSS, c'est plutôt une diminution importante de la libération de GnRH par l'hypothalamus qui est observée. Ce phénomène peut être expliqué par l'augmentation de la sensibilité de l'hypothalamus à la rétroaction négative de l'oestradiol, abordée ci-haut. Ainsi, l'oestradiol inhibe la sécrétion de GnRH ce qui entraîne une baisse drastique de la concentration plasmatique de LH. Toutefois, l'influence de la sécrétion de la GnRH sur la libération de la FSH n'est pas aussi bien définie qu'avec la LH (Baril *et al.*, 1993; Goodman et Inskeep, 2006). Ainsi, contrairement à la LH, la concentration plasmatique de FSH ne semble pas diminuer autant en CSS (Gordon, 1997). Finalement, sans ovulation, la concentration de progestérone endogène demeure basse, souvent indétectable, par l'absence de corps jaune actif en CSS (Rosa et Bryant, 2003).

L'éventail des résultats de recherche précédents permet d'expliquer l'utilisation de la progestérone, depuis plus de 60 ans, dans des protocoles de contrôle de la reproduction des brebis en CSS. La prochaine section traitera ainsi de l'avènement de l'utilisation de la progestérone synthétique et naturelle dans des traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs chez les ovins.

## **2.2. Utilisation de la progestérone pour l'induction et la synchronisation des chaleurs chez la brebis**

L'utilisation de progestérone naturelle ou synthétique (progestagène) pour le contrôle de la reproduction chez les petits ruminants, tels que le mouton, a été expérimentée dès la fin des années 40. Sous forme naturelle ou synthétique (acétate de mélangestrol — MGA, acétate de fluorogestone — FGA ou acétate de médroxyprogestérone — MAP), la progestérone est généralement utilisée en combinaison avec des agents lutéolytiques (prostaglandine F2 $\alpha$ ) ou avec des hormones qui améliorent le développement folliculaire (FSH ou eCG). Actuellement, la progestérone, sous ses deux formes, peut être administrée par injection unique ou répétée (progestérone naturelle), par voie orale (MGA) ou relâchée via la muqueuse vaginale par une éponge de mousse de polyuréthane (FGA ou MAP) ou un dispositif de silicone (progestérone naturelle).

Les premiers travaux sur des traitements impliquant de la progestérone pour contrôler le cycle sexuel des brebis en SS ont été publiés en 1948 par Dutt et Casida et en 1950 par O'Mary *et al.* Le protocole expérimental était constitué d'une injection journalière de progestérone et visait à bloquer l'ovulation durant une période déterminée de 14 j (durée d'une phase lutéale normale). L'arrêt de ces injections a provoqué le déclenchement et la synchronisation des chaleurs chez la majorité des brebis (Dutt et Casida, 1948; O'Mary *et al.*, 1950). Étant donné la complexité technique des injections journalières, les chercheurs se sont par la suite plutôt tournés vers l'administration orale.

Dans les années 60, l'administration orale d'analogues synthétiques de la progestérone (MGA) a fait son apparition (Hogue *et al.*, 1962; Brunner *et al.*, 1964). Ceux-ci agissent également en bloquant la venue en chaleurs des brebis pendant le traitement et, lors de l'arrêt de sa consommation, permettent de synchroniser l'œstrus des femelles. Toutefois, dans les années 90, les résultats obtenus avec le MGA, un progestagène oral administré pendant 8-14 j en CSS, variaient grandement et la synchronisation des chaleurs était souvent imprécise, entre autres en raison de la variabilité dans l'homogénéité du produit servi aux brebis et dans la durée du traitement (Safranski *et al.*, 1992; Jabbar *et al.*, 1994; Powell *et al.*, 1996).

Également dans les années 60, les éponges vaginales imprégnées de FGA ou de MAP (progestagènes) ont été développées et utilisées pour le contrôle hormonal du cycle sexuel chez la brebis. Des études publiées ont d'ailleurs vite prouvé l'efficacité de cette technique pour synchroniser les chaleurs de brebis en SS ou induire et synchroniser l'œstrus en CSS (Robinson, 1965; Holst, 1969). Finalement, c'est à la fin des années 80 que le CIDR (« Controlled Internal Drug Release »), un dispositif vaginal contenant de la progestérone naturelle, a fait son apparition pour le contrôle de la reproduction en CSS (Ainsworth et Downey, 1986). En comparaison avec ses prédécesseurs, le CIDR était le premier traitement, en excluant l'administration par injection, qui avait recours à la progestérone sous sa forme naturelle.

En considérant qu'il existe plusieurs voies d'administration de la progestérone, il est à propos de se questionner sur les différences d'efficacité entre la forme naturelle de la progestérone et les formes synthétiques. Les analogues synthétiques (MGA, FGA, MAP) sont des composés qualifiés de plus puissants que la progestérone naturelle. Shelton *et al.* (1967) a comparé différents traitements d'injections répétées de progestagènes, tous suivis de l'administration de benzoate d'œstradiol, chez des brebis ayant subi une ovariectomie. Les auteurs voulaient, entre autres, identifier le progestagène le plus puissant qui interagissait avec l'œstradiol de façon similaire à la progestérone naturelle pour contrôler efficacement le cycle sexuel en déclenchant l'œstrus à son retrait. Ces auteurs ont, entre

autres, montré que le FGA (ou SC-9880) est 20-25 fois plus puissant pour inhiber l'ovulation que son analogue naturel (Shelton *et al.*, 1967). Ainsi, les progestagènes sont efficaces à une dose inférieure à celle du composé naturel (Rhodes et Nathanielsz, 1988; Hamra *et al.*, 1989; Wildeus, 2000). Des essais ont d'ailleurs été réalisés pour tester l'efficacité, en combinaison avec de l'eCG, d'une éponge vaginale imprégnée de 400 mg de progestérone en comparaison avec une éponge contenant 30 mg de FGA chez des brebis en anœstrus saisonnier (Hamra *et al.*, 1989). Les auteurs ont conclu que les deux types d'éponges étaient aussi efficaces pour l'induction des chaleurs.

Par la suite, plusieurs auteurs ont comparé l'utilisation des éponges vaginales imprégnées de MAP (60 mg) ou de FGA (30-45 mg), aux dispositifs vaginaux CIDR-S (366 mg de progestérone) et CIDR-G (300 mg de progestérone) pour la synchronisation des chaleurs. Ils ont conclu que les CIDR étaient aussi efficaces que les éponges, autant en SS qu'en CSS (Ainsworth et Downey, 1986; Maxwell et Barnes, 1986; Rhodes et Nathanielsz, 1988; Hamra *et al.*, 1989; Shackell, 1991; Wheaton *et al.*, 1993; Hashemi *et al.*, 2006; Ozyurtlu *et al.*, 2010). Hamra *et al.* (1986) soulignent que la concentration sanguine de progestérone demeure plus élevée sur une plus longue période avec le CIDR qu'avec l'éponge vaginale. Également, la littérature soulève que la progestérone naturelle permettrait d'avoir une synchronisation des chaleurs plus précise qu'un progestagène (MAP ou FGA; Shackell, 1991), avec un plus grand nombre de brebis en chaleurs dès le premier jour de l'introduction des béliers (Rhodes et Nathanielsz, 1988). Finalement, quelques auteurs soulignent que l'intervalle entre le retrait de la source exogène de progestérone ou de progestagène et le début de l'œstrus ou le déclenchement de l'ovulation était plus court (Greyling et Brink, 1987; Knight *et al.*, 1988; Shackell, 1991; Smith *et al.*, 1991) ou similaire (Maxwell et Barnes, 1986) avec le CIDR, en comparaison avec l'éponge vaginale (MAP ou FGA).

Ainsi, avec l'avènement du CIDR suite à la disparition de l'éponge vaginale sur le marché canadien en 2007, ces derniers constats semblent rassurants en suggérant que le CIDR, qui

est le dernier venu dans la famille des traitements progestatifs, aurait une efficacité comparable à l'éponge vaginale pour le contrôle du cycle sexuel des brebis.

## **2.3. Le CIDR : distributeur vaginal de progestérone**

### **2.3.1. Historique**

Le CIDR (« Controlled Internal Drug Release ») a fait son apparition sur le marché des produits vétérinaires néo-zélandais vers la fin des années 80. C'est la compagnie AHI Plastic Moulding, établie en Nouvelle-Zélande, qui, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture et des Pêcheries de Nouvelle-Zélande, a développé ce distributeur vaginal de progestérone pour le contrôle de la reproduction des brebis et des chèvres. Le CIDR de type S a d'abord obtenu sa licence en Nouvelle-Zélande en 1986 puis, le CIDR type G a suivi en 1988 (Wheaton *et al.*, 1993). Le développement du CIDR-G visait à améliorer le CIDR-S et à élargir son utilisation chez les agnelles (Wheaton *et al.*, 1993). En effet, l'insertion du CIDR-G dans le vagin des agnelles était facilitée grâce à sa forme plus effilée (Wheaton *et al.*, 1993). Le CIDR-G a donc remplacé le CIDR-S sur le marché commercial (Rathbone *et al.*, 1997). Au départ, le développement du CIDR visait à pallier les désavantages que l'éponge vaginale présentait. Parmi ceux-ci : l'utilisation d'un analogue synthétique de la progestérone qui complique l'approbation légale et implique un temps de retrait en raison des résidus sanguins, l'adhésion occasionnelle à la muqueuse vaginale et l'accumulation de mucus dans le vagin pendant le traitement avec l'éponge (Hashemi *et al.*, 2006; Vilariño *et al.*, 2010).

À ce jour, le CIDR ovin est distribué dans plusieurs pays tels : Algérie, Australie, Brésil, Canada, Chili, États-Unis, Hongrie, Iran, Israël, Maroc, Nouvelle-Zélande, Pérou et Suisse (F. Lanthier, compagnie Zoetis, communication personnelle; Wheaton *et al.*, 1993). Au Canada, le CIDR<sup>MD</sup> 330 (Figure 2.4), identique au CIDR-G, a d'abord été inscrit sur la liste des médicaments d'urgence de Santé Canada en 2009. En 2010, il a été homologué au Canada pour l'utilisation chez les ovins. Depuis, c'est le seul traitement progestatif disponible pour les producteurs canadiens pour induire et synchroniser l'œstrus en CSS.

Ainsi, sauf lorsque mentionné spécifiquement, c'est du CIDR de type G dont il sera question dans les prochaines sections.



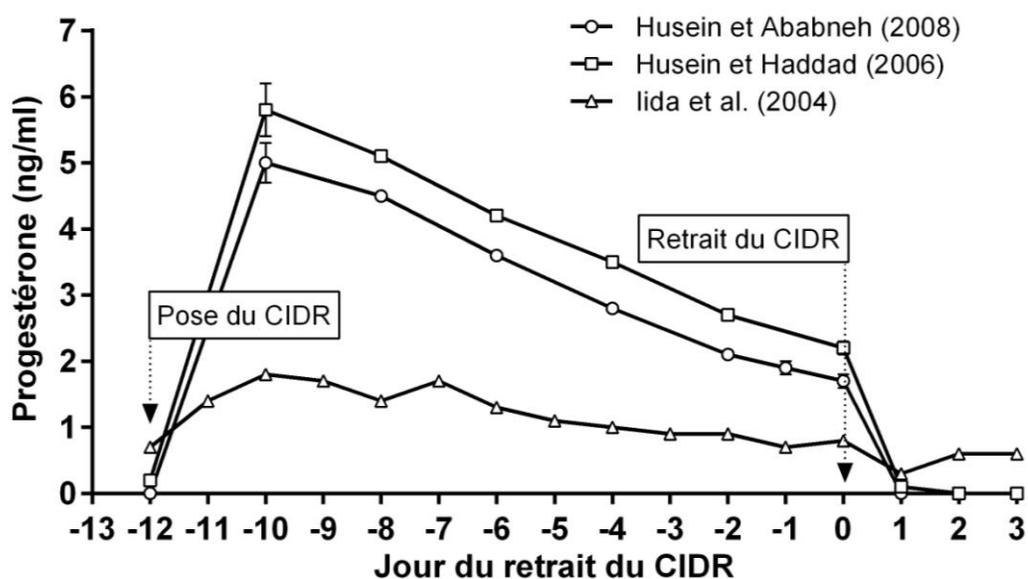
**Figure 2.4** CIDR<sup>MD</sup> 330 distribué par la compagnie Zoetis.

### **2.3.2. Principe d'action du CIDR**

Le distributeur vaginal de progestérone CIDR est un corps de plastique couvert d'un élastomère de silicone médical qui contient de la progestérone naturelle et auquel est attaché un fil de nylon. Le CIDR renferme environ 330 mg de progestérone, qui est libéré graduellement dans le sang via la muqueuse vaginale. L'objectif principal des CIDR est d'imiter les conditions hormonales d'une phase lutéale d'un cycle sexuel normal. En effet, utilisé pendant 14 j, le CIDR mime l'action d'un corps jaune actif qui libère de la progestérone et bloque la venue en chaleurs. La progestérone libérée par le CIDR imite l'action de la progestérone endogène et agit par rétroaction négative sur l'hypothalamus qui sécrète la GnRH. De ce fait, la croissance des follicules est au ralenti et l'ovulation est inhibée pendant le traitement. Au retrait du CIDR, la progestérone chute, ce qui permet la reprise de l'activité sexuelle par l'induction et la synchronisation des chaleurs des brebis.

La libération de la progestérone par le CIDR varie dans le temps. Dans plusieurs études, des prises de sang répétées ont été réalisées chez des brebis traitées avec un CIDR pour suivre l'évolution de la concentration sanguine de progestérone en CSS (Figure 2.5). Suite

à l'insertion du CIDR, la concentration plasmatique de progestérone augmente rapidement et atteint une concentration supérieure à 2 ng/ml, 24 h après la pose (Gungor *et al.*, 2009). Selon les études, elle atteint ensuite un plateau maximal vers le 2<sup>e</sup> (Iida *et al.*, 2004; Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008), le 3<sup>e</sup> (Wheaton *et al.*, 1993) ou le 4<sup>e</sup> j (Gungor *et al.*, 2009) suivant l'insertion. Par la suite, la progestérone diminue (Wheaton *et al.*, 1993) pour atteindre une concentration plasmatique au moment du retrait, nettement inférieure à la valeur maximale atteinte entre le 2<sup>e</sup> et le 4<sup>e</sup> jour. La progestérone atteint une concentration basale (< 0,1-0,2 ng/ml) 24 h après le retrait du dispositif vaginal (Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008).



**Figure 2.5** Concentrations plasmatiques de progestérone lors d'un traitement de 12 j avec un CIDR chez des brebis traitées en contre-saison sexuelle.

Adaptée d'Iida *et al.* (2004), Husein et Haddad (2006), Husein et Ababneh (2008).

Il est important de mentionner ici que les concentrations de progestérone présentées à la figure 2.5 dépendent évidemment de la méthode utilisée pour le dosage de la progestérone. En effet, les trousse commerciales de dosage présentent une sensibilité différente et une précision variable, ce qui explique une partie de la variation entre ces différentes courbes.

L'historique de l'utilisation du CIDR et son principe d'action pour contrôler le cycle sexuel de la brebis sont maintenant bien établis. Voyons maintenant l'efficacité réelle du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs des brebis en CSS à travers les nombreux protocoles de synchronisation publiés qui utilisent le CIDR en combinaison avec différentes hormones.

### **2.3.3. Efficacité du CIDR pour le contrôle de la reproduction chez la brebis**

Dans la littérature scientifique, les protocoles d'utilisation du CIDR varient grandement, soit par la durée du traitement, l'emploi de différentes hormones ou les modalités de mise à la reproduction. Depuis la mise en marché du CIDR, de nombreuses études ont réalisé des essais sur différentes races ovines qui combinaient un traitement CIDR (contenant 300, 330 ou 380 mg de progestérone), de longue (12-14 j) ou de courte durée (5-9 j), avec l'administration d'eCG, de FSH, de prostaglandine F2 $\alpha$  ou de progestérone en solution injectable. Le tableau 2.1 regroupe plusieurs études publiées sur le sujet entre 1986 et 2012. Seules les études réalisées en CSS avec des hormones disponibles au Canada (eCG, prostaglandine F2 $\alpha$ , progestérone injectable et FSH) qui présentent les résultats d'induction des chaleurs et parfois de fertilité (échographie et/ou agnelage) chez l'espèce ovine ont été retenues pour résumer l'efficacité du CIDR dans la présente revue. Celles-ci représentent donc un éventail ciblé de la panoplie d'études publiées sur l'utilisation du CIDR dans la littérature scientifique.

En référence, il faut mentionner qu'au Canada, le protocole commercial standard d'utilisation du CIDR en CSS est calqué sur celui utilisé précédemment avec l'éponge vaginale. Il est constitué d'un traitement de 14 j, suivi d'une injection d'eCG (la dose varie selon les génotypes et l'âge) au retrait du CIDR. La mise aux béliers est effectuée environ 36 h après le retrait et la période de saillies dure en moyenne 25 j.

L'efficacité d'un traitement d'induction des chaleurs en CSS peut se décomposer en quatre éléments. Dans un premier temps, il doit pouvoir bloquer la venue en chaleurs et l'ovulation pendant toute la durée du traitement. Ensuite, le traitement doit induire les

chaleurs chez la majorité des brebis traitées. Il doit également synchroniser les chaleurs d'un groupe de brebis traitées sur une courte période. Enfin, pour être efficace, le traitement doit permettre l'obtention de bons résultats de fertilité (échographie et/ou agnelage) obtenus suite à des saillies naturelles sur les chaleurs induites.

**Tableau 2.1** Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis

Auteur principal	Année de parution	Génotype des brebis <sup>1</sup>	Brebis traitées (n)	Type de CIDR (mg P4)	Durée traitement (jours)	Autres hormones		Détection des chaleurs	Mise aux béliers ou IA	Taux de venue en chaleurs induites par le CIDR	Intervalle moyen entre le retrait et le début des chaleurs (h)	Fertilité <sup>2</sup>			
						Type et dose	Période					Échographie (%)	Agnelage (%)		
<i>Maxwell, W.M.C</i>	1986	MM	50	380	12	400 U.I. eCG		Au retrait	.	Mise aux béliers au retrait pour 96 h	96,0 % en 48 h après retrait	.	62,2	.	
<i>McMillan, W.H.</i>	1987	BC	70	.	12	.	.	.	.	Mise aux béliers 30 h après retrait	97,0 % en 4 j après retrait	.	70,0	.	
			80							Mise aux béliers 48 h après retrait	95,0 % en 4 j après retrait		58,0		
<i>Smith, J.F.</i>	1988	CP	.	300	14	0 U.I. d'eCG	.	Au retrait	Aux 6 h pendant 5 j après retrait	Mise aux béliers au retrait, béliers changés tous les 6 h	11,0 %	69,0	.	3,0	.
											19,0 %	73,8		11,0	
											48,0 %	51,4		17,0	
											69,0 %	34,8		45,0	
											90,0 %	43,0		30,0	
											94,0 %	40,0		32,0	
											100 %	35,6		47,0	
90,0 %	43,1	43,0													
87,0 %	37,6	37,0													

<sup>1</sup> MM : Merino; BC : Border Cheviot; CP : Coopworth; SU : Suffolk; BO : Booroola; IF : Île-de-France; HA : Hampshire; RV : Romanov; CL : Columbia; XX : croisée; DP : Dorset; KK : Karakul; DO : Dorper.

<sup>2</sup> Liée aux saillies fécondantes sur les chaleurs induites.

**Tableau 2.1 (suite)** Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis

Auteur principal	Année de parution	Génotype des brebis <sup>1</sup>	Brebis traitées (n)	Type de CIDR (mg P4)	Durée traitement (jours)	Autres hormones		Détection des chaleurs	Mise aux béliers ou IA	Taux de venue en chaleurs induites par le CIDR	Intervalle moyen entre le retrait et le début des chaleurs (h)	Fertilité <sup>2</sup>	
						Type et dose	Période					Échographie (%)	Agelage (%)
<i>Knight T.W.</i>	1989	Romney	1000	300	12	0 U.I. eCG	Au retrait	.	Mise aux béliers au retrait	83,0 %	.	.	.
						100 U.I. eCG				80,0 %			
						200 U.I. eCG				86,0 %			
						400 U.I. eCG				93,0 %			
						600 U.I. eCG				92,0 %			
<i>Fukui, Y.</i>	1993b	SU	21	330	9	600 U.I. eCG	1 j avant retrait	Pendant 4 j après retrait aux 6 h	IA Laparo. 18 h après détection chaleurs	91,3 %	24,9 ± 1,5	.	.
<i>Smith, J.F.</i>	1993	CP	50	300	14	400 U.I. eCG	Au retrait	32 et 50 h après retrait	IA Laparo. 53-56 h après retrait	57,0 % en 50 h après retrait	.	.	.
			50							59,8 % en 50 h après retrait			
<i>Fukui, Y.</i>	1994	BOMM × Polled Dorset	5	300	6	600 U.I. eCG	1 j avant retrait	Pendant 4 j après retrait	Non	100 % en 18-24 h après retrait	.	.	.
			4		9					75,0 % en 18-24 h après retrait			
			5		12					100 % en 18-24 h après retrait			

<sup>1</sup> MM : Merino; BC : Border Cheviot; CP : Coopworth; SU : Suffolk; BO : Booroola; IF : Île-de-France; HA : Hampshire; RV : Romanov; CL : Columbia; XX : croisée; DP : Dorset; KK : Karakul; DO : Dorper.

<sup>2</sup> Liée aux saillies fécondantes sur les chaleurs induites.

**Tableau 2.1 (suite)** Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis

Auteur principal	Année de parution	Génotype des brebis <sup>1</sup>	Brebis traitées (n)	Type de CIDR (mg P4)	Durée traitement (jours)	Autres hormones		Détection des chaleurs	Mise aux béliers ou IA	Taux de venue en chaleurs induites par le CIDR	Intervalle moyen entre le retrait et le début des chaleurs (h)	Fertilité <sup>2</sup>	
						Type et dose	Période					Échographie (%)	Agelage (%)
<i>Ungerfeld, R.</i>	1999	Polwarth, Polwarth × IF	49	300	6	380 U.I. eCG	Au retrait	2x/j pendant 72 h	Mise aux béliers au retrait	95,9 %	38,1 ± 1,1	57,1	.
<i>Daniel, J.A.</i>	2001	HA, RV, CL	24	330	8	.	.	.	Mise aux béliers au retrait	Environ 45,8 % en 3 j après retrait	.	.	.
<i>Knights, M.</i>	2001	XX, XSU, XDP	257	300	5	.	24 h avant retrait	Aux 24 à partir de 24 h jusqu'à 72 h après le retrait	Mise aux béliers au retrait	75,0 %	.	53,0	.
			271			55 mg FSH				79,0 %		52,0	
<i>Knights, M.</i>	2003	XX	84	300	5	0 mg FSH	12 ou 36 h avant retrait	Aux 24 h à partir de 24 h jusqu'à 72 h après le retrait	Mise aux béliers au retrait	72,1 %	.	50,6	.
			170			42 mg FSH				78,4 %		53,9	
			191			68 mg FSH				68,3 %		47,2	

<sup>1</sup> MM : Merino; BC : Border Cheviot; CP : Coopworth; SU : Suffolk; BO : Booroola; IF : Île-de-France; HA : Hampshire; RV : Romanov; CL : Columbia; XX : croisée; DP : Dorset; KK : Karakul; DO : Dorper.

<sup>2</sup> Liée aux saillies fécondantes sur les chaleurs induites.

**Tableau 2.1 (suite)** Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis

Auteur principal	Année de parution	Génotype des brebis <sup>1</sup>	Brebis traitées (n)	Type de CIDR (mg P4)	Durée traitement (jours)	Autres hormones		Détection des chaleurs	Mise aux béliers ou IA	Taux de venue en chaleurs induites par le CIDR	Intervalle moyen entre le retrait et le début des chaleurs (h)	Fertilité <sup>2</sup>	
						Type et dose	Période					Échographie (%)	Agnelage (%)
<i>Kohno, H.</i>	2005	SU	12	300	12	500 U.I. eCG	24 h avant retrait	Aux 6 h pendant 4 j	Aucune	91,7 %	36,3 ± 15,7	.	.
		SU, BC, XX	20					.	Mise aux béliers au retrait pour 4 j	100 %	55,0	.	
		SU, BC, XX	20					Oui	IA Cerv. 12 h après œstrus	85,0 %	.	.	
<i>Hashemi, M.</i>	2006	KK	30	300	12	500 U.I. eCG	Au retrait	Pendant 120 h, aux 8 h	Mise aux béliers au retrait	93,3 %	30,1 ± 7,6	.	.
<i>Husein, M.Q.</i>	2006	Awassi	14	300	12	15 mg PGF2 $\alpha$ et 500 U.I. eCG	1 j avant pose (PGF2 $\alpha$ ) et au retrait (eCG)	Aux 6 h pendant 72 h	Mise aux béliers au retrait	92,9 %	29,8 ± 2,1 (entre 21-48)	85,7	78,6
<i>Husein, M.Q.</i>	2008	Awassi	14	300	12	25 mg P4	24 h avant retrait	Aux 6 h pendant 3 j	Mise aux béliers au retrait	100 %	45,4 ± 2,4	100	100

<sup>1</sup> MM : Merino; BC : Border Cheviot; CP : Coopworth; SU : Suffolk; BO : Booroola; IF : Île-de-France; HA : Hampshire; RV : Romanov; CL : Columbia; XX : croisée; DP : Dorset; KK : Karakul; DO : Dorper.

<sup>2</sup> Liée aux saillies fécondantes sur les chaleurs induites.

**Tableau 2.1 (suite)** Synthèse de plusieurs études scientifiques sur l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en contre-saison sexuelle chez la brebis

Auteur principal	Année de parution	Génotype des brebis	Brebis traitées (n)	Type de CIDR (mg P4)	Durée traitement (jours)	Autres hormones		Détection des chaleurs	Mise aux béliers ou IA	Taux de venue en chaleurs induites par le CIDR	Intervalle moyen entre le retrait et le début des chaleurs (h)	Fertilité <sup>2</sup>	
						Type et dose	Période					Échographie (%)	Agelage (%)
<i>Zonturlu, A.K.</i>	2008	Awassi	15	300	12	300 U.I. eCG	Au retrait	Aux 6 h à partir de 18 h jusqu'à 126 h après le retrait	Mise aux béliers 6 h après retrait	86,7 %	36,0 ± 3,4	60,0	.
<i>Gungor, O.</i>	2009	Awassi	15	330	12	500 U.I. eCG	Au retrait	Pendant 1 h, 2x/jour	Mise aux béliers à la chaleur détectée	86,7 %	42,6 ± 1,0	53,3	.
<i>Ozyurtlu, N.</i>	2010	Awassi	20	300	12	400 U.I. eCG	Au retrait	Aux 8 h pendant 5 j	Mise aux béliers au retrait	90,0 %	35,2 ± 1,6	.	70,0
<i>Moradi kor, N.</i>	2012	Kermani	39	300	13	350 U.I. eCG	Au retrait	1 j après retrait avec béliers vasectomisés	Mise aux béliers à la chaleur détectée	99,9 %	37,9 ± 2,3	.	.
						500 U.I. eCG				92,9 %	31,6 ± 1,8		
						650 U.I. eCG				85,8 %	28,4 ± 1,3		
<i>Pinna, A.E.</i>	2012	Santa Inês, Santa Inês × DO	14	330	5	300 U.I. eCG et 5 mg PGF2 $\alpha$	24 h avant retrait	Oui	Mise aux béliers au retrait	92,9 %	46,0 ± 9,8	78,6	.

<sup>1</sup> MM : Merino; BC : Border Cheviot; CP : Coopworth; SU : Suffolk; BO : Booroola; IF : Île-de-France; HA : Hampshire; RV : Romanov; CL : Columbia; XX : croisée; DP : Dorset; KK : Karakul; DO : Dorper.

<sup>2</sup> Liée aux saillies fécondantes sur les chaleurs induites.

D'abord, le CIDR doit avoir la capacité de bloquer la venue en chaleurs et l'ovulation pendant le traitement. L'étude de Wheaton *et al.* (1993) a porté sur l'insertion d'un CIDR-S (environ 366 mg de progestérone) pendant 45 j pour déterminer si la progestérone contenue dans le dispositif permettait de bloquer la venue en chaleurs et l'ovulation pendant une longue période en SS. Pour valider l'efficacité du CIDR pendant le traitement, des béliers vasectomisés étaient utilisés pour la vérification journalière des chaleurs. La concentration de progestérone plasmatique d'une brebis traitée au CIDR était suivie par des prises de sang tous les trois jours. Une brebis témoin ne recevant pas de CIDR était également suivie de la même façon (Wheaton *et al.*, 1993). Trois œstrus, séparés d'un intervalle d'environ 18 j, suivis d'une augmentation de la concentration sanguine de progestérone (indice qu'il y avait eu ovulation et formation de corps jaunes), ont été détectés pendant les 45 j chez la brebis témoin, ce qui est fidèle à une activité sexuelle normale. Chez la brebis traitée au CIDR, les chaleurs et l'ovulation ont été bloquées pendant 27-31 j (l'écart vient du fait que les prélèvements sanguins étaient effectués tous les trois jours). La concentration de progestérone était d'environ 2,7 ng/ml à l'insertion du CIDR, d'environ 4,5 ng/ml le 3<sup>e</sup> j suivant la pose et a chuté pour atteindre environ 0,5 ng/ml le 30<sup>e</sup> j. Une ovulation sans œstrus (ovulation silencieuse), détectée par l'augmentation de la concentration plasmatique de progestérone (environ 1,3 ng/ml le 33<sup>e</sup> j), a été soupçonnée vers le 31<sup>e</sup> j. La progestérone a continué son ascension jusqu'au 39<sup>e</sup> j quand elle a atteint environ 3,7 ng/ml pour ensuite redescendre. Par la suite, les chaleurs suivies d'une ovulation ont été détectées entre le 38<sup>e</sup> et le 45<sup>e</sup> j. Ainsi, le CIDR-S a permis de bloquer l'œstrus et l'ovulation pendant 27-31 j chez cette brebis (Wheaton *et al.*, 1993). Toutefois, le bémol de cette étude, c'est qu'elle a été réalisée avec seulement deux brebis.

Par la suite, le traitement CIDR doit être apte à induire et à synchroniser les chaleurs chez la majorité des brebis traitées et doit permettre l'obtention de bons résultats de fertilité (échographie et/ou agnelage). Dans les études répertoriées en CSS (Tableau 2.1), le taux de venue en chaleurs induites par le CIDR varie de 11,0 à 100 % (Smith *et al.*, 1988; Husein et Ababneh, 2008), l'intervalle moyen entre le retrait et le début de l'œstrus varie entre 24,9 et 73,8 h (Smith *et al.*, 1988; Fukui *et al.*, 1993b), la fertilité à l'échographie se situe entre 3,0 et 100 % et la fertilité à l'agnelage, répertoriée dans seulement trois études, varie de 70,0 à

100 % (Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008; Ozyurtlu *et al.*, 2010). Toutefois, dans les études qui combinaient le CIDR à l'administration d'eCG en CSS, comme il est coutume de le faire ici au Canada, le taux de venue en chaleurs induites par le CIDR se situait entre 57,0 et 100 % (Smith *et al.*, 1993; Kohno *et al.*, 2005), l'intervalle moyen entre le retrait du CIDR et l'œstrus variait de 24,9 à 46,0 h (Maxwell et Barnes, 1986; Fukui *et al.*, 1993b) et la fertilité à l'échographie se situait entre 30,0 et 85,7 % (Smith *et al.*, 1988; Husein et Haddad, 2006). De plus, une majorité des études (16/20) rapporte des inductions de chaleurs en CSS chez plus de 80,0 % des brebis traitées (McMillan, 1987; Ungerfeld et Rubianes, 1999; Kohno *et al.*, 2005; Hashemi *et al.*, 2006; Ozyurtlu *et al.*, 2010).

À la suite de l'analyse globale de toutes ces études, il est possible de constater que peu d'études ressemblent véritablement à la situation canadienne : races prolifiques avec des aptitudes à la reproduction en CSS, utilisation d'eCG, système d'agnelages accéléré, etc. En prenant connaissance de la variabilité de ces résultats dans la littérature, il importe donc de se pencher sur les facteurs qui peuvent influencer l'efficacité du CIDR à bloquer la venue en chaleurs et l'ovulation, à induire l'œstrus en CSS, à synchroniser les chaleurs des brebis sur une courte période et à permettre l'obtention de bons résultats de fertilité.

### **2.3.4. Facteurs influençant l'efficacité du CIDR en contre-saison**

#### *2.3.4.1. Concentration de progestérone*

Dans le coût de production d'un CIDR, la composante la plus dispendieuse est la progestérone. En tenant compte de cette considération, quelques études ont été réalisées pour tester l'efficacité d'un CIDR contenant différentes concentrations de progestérone, à induire et à synchroniser les chaleurs des brebis (Welch, 1984; Hamra *et al.*, 1986). Des traitements d'une durée de 10 j avec des CIDR qui contenaient environ 260 mg, 380 mg ou 500 mg de progestérone ont été testés sur des brebis (Welch, 1984). Suite au retrait du CIDR, les chaleurs ont été déclenchées chez un nombre de brebis similaire pour les trois traitements. Hamra *et al.* (1986) ont par la suite comparé l'évolution de la progestérone plasmatique pendant des traitements de 13 j avec des CIDR contenant environ 465 mg ou

620 mg de progestérone chez des brebis ayant subi une ovariectomie. Suite au dosage de la progestérone, les auteurs ont montré que le CIDR d'environ 620 mg de progestérone permettait d'obtenir une concentration maximale ( $3,4 \pm 0,4$  ng/ml) et une concentration moyenne de progestérone plasmatique (1,9 ng/ml) plus élevées que le CIDR d'environ 465 mg de progestérone ( $2,8 \pm 0,2$  ng/ml et 1,8 ng/ml, respectivement). Toutefois, ces différences n'étaient statistiquement pas significatives. Ainsi, l'utilisation d'un CIDR, contenant moins de progestérone, permettait de réduire le coût du dispositif, tout en atteignant des concentrations de progestérone plasmatique et un taux d'induction des chaleurs similaires à celui obtenu avec un CIDR ayant un taux de progestérone et un coût plus élevés (Welch, 1984).

Le CIDR-G, actuellement utilisé en Nouvelle-Zélande et en Australie, est similaire au CIDR<sup>MD</sup> 330 distribué au Canada et contient environ 330 mg de progestérone naturelle (Dr. Paul Baillargeon, compagnie Zoetis, communication personnelle). Toutefois, il n'est pas possible de déterminer dans la littérature scientifique quels sont les essais expérimentaux qui ont permis de déterminer le choix par la compagnie de fixer la concentration de progestérone à 330 mg.

#### 2.3.4.2. *Durée du traitement*

Dans la littérature scientifique, des traitements de longue durée (de 12 à 14 j) et de courte durée (5 à 9 j) ont été testés pour le contrôle de la reproduction avec le CIDR en CSS. Pour sa part, le traitement de longue durée permet d'imiter la durée d'une phase lutéale (environ 14 j) d'un cycle sexuel en SS, contrairement au traitement de courte durée qui vise à maintenir une concentration élevée de progestérone sanguine pendant toute la durée du traitement. Dans les études répertoriées (Tableau 2.1), seulement une, avec un nombre peu élevé de brebis ( $n = 14$ ), a comparé l'induction des chaleurs suite à des traitements de longue et de courte durée (6, 9, 12 j) en CSS (Fukui *et al.*, 1994). Les résultats d'induction des chaleurs n'ont pas fait ressortir de différence entre les traitements (Fukui *et al.*, 1994). Ainsi, puisqu'aucune autre étude ne traite de cette comparaison en CSS dans les mêmes

conditions expérimentales, les traitements de longue et de courte durée sont abordés de façon séparée dans cette section.

Les premières études sur l'utilisation d'un traitement CIDR de longue durée (12-14 j) pour l'induction et la synchronisation des chaleurs en CSS ont été publiées à la fin des années 80 et dans les années 90. En 1986, une étude australienne rapportait les résultats de fertilité d'un groupe de 50 brebis Mérinos (Maxwell et Barnes, 1986). Le traitement comportait l'insertion d'un CIDR contenant environ 380 mg de progestérone pendant 12 j et une injection de 400 U.I. d'eCG au retrait du dispositif. Dans un délai de 48 h après le retrait du CIDR, 96,0 % des brebis étaient en chaleurs. De plus, 45 brebis traitées ont été abattues 100 j après le retrait des CIDR et 62,2 % de celles-ci étaient gestantes (fertilité liée aux saillies sur l'œstrus induit par le CIDR). Quelques années plus tard, un essai néo-zélandais a été réalisé avec 150 brebis Cheviot traitées avec un CIDR pendant 12 j sans injection d'eCG (McMillan, 1987). La mise aux béliers a été réalisée soit à 30 ou à 48 h après le retrait et les chaleurs ont été détectées chez 97,0 et 95,0 % des brebis dans les trois jours suivant le retrait. Aussi, par échographie, il a été déterminé que 70,0 et 58,0 % des brebis, respectivement, étaient gestantes suite à une saillie sur la chaleur induite par le CIDR. En 1993, Smith *et al.* ont testé le CIDR pendant 14 j avec une injection d'eCG au retrait (400 U.I.) sur deux groupes de 50 brebis Coopworth à deux périodes de la CSS en Nouvelle-Zélande. Dans un délai de 50 h suivant le retrait de l'implant, 59,8 % des brebis du premier groupe et 57,0 % des brebis du second groupe étaient venues en chaleurs. Ensuite, des études sur le sujet ont été publiées dans les années 2000 et suivantes. Ces publications présentaient les résultats de fertilité de brebis ayant reçu un traitement CIDR de 12-14 j couplé à l'administration d'eCG (Kohno *et al.*, 2005; Hashemi *et al.*, 2006; Husein et Haddad, 2006; Zonturlu *et al.*, 2008; Gungor *et al.*, 2009; Ozyurtlu *et al.*, 2010; Moradi kor *et al.*, 2012). Dans les sept études répertoriées, le taux de venue en chaleurs induites par le CIDR variaient entre 82,5 et 100 % avec un intervalle moyen entre le retrait du CIDR et l'œstrus entre 29,8 et 42,6 h. La fertilité à l'échographie était entre 53,3 et 85,7 %, telle que rapportée dans quatre études (Kohno *et al.*, 2005; Husein et Haddad, 2006; Zonturlu *et al.*, 2008; Gungor *et al.*, 2009). Finalement, la fertilité à l'agnelage était de 78,6 % dans l'étude d'Husein et Haddad (2006) et de 70,0 % dans celle d'Ozyurtlu *et al.* (2010).

Il a été montré que la progestérone du CIDR peut bloquer l'œstrus pendant 27-31 j (Wheaton *et al.*, 1993). Toutefois, au cours des dernières années, certains auteurs se sont questionnés à savoir si le CIDR contenait suffisamment de progestérone pour synchroniser de façon efficace les chaleurs lors d'un protocole de longue durée (12-14 j; Ungerfeld et Rubianes, 1999; Knights *et al.*, 2001; Knights *et al.*, 2003). En effet, l'exposition des brebis à une faible concentration de progestérone exogène, ce qui est le cas dans les derniers jours d'un traitement long avec le CIDR (Figure 2.5), pourrait avoir un impact négatif sur les résultats de fertilité subséquents (Husein et Ababneh, 2008). Cette hypothèse découle, entre autres, d'un phénomène physiologique similaire observé chez la vache, pour laquelle l'exposition à de faibles concentrations de progestérone pourrait mener au développement d'un follicule dominant persistant qui, suite à l'ovulation, diminuerait les résultats de fertilité (Savio *et al.*, 1993b). Ceci pourrait expliquer les résultats de fertilité (échographie et/ou agnelage) montrés précédemment, qui sont très variables et parfois décevants (30,0 à 85,7 %) avec des traitements de longue durée et injection d'eCG.

Ces questionnements concernant les traitements de longue durée sont aussi alimentés par le fait que les protocoles de courte durée (5-9 j), qui permettent de maintenir une concentration élevée de progestérone durant toute la durée du traitement, se sont généralement révélés bénéfiques pour les résultats de fertilité chez des brebis traitées en CSS (Fukui *et al.*, 1994; Ungerfeld et Rubianes, 1999; Knights *et al.*, 2001; Knights *et al.*, 2003; Pinna *et al.*, 2012). D'ailleurs, ce sont les résultats du protocole de 5 j qui ont été utilisés pour l'homologation du CIDR au Canada (Knights *et al.*, 2001). En 1999, Ungerfeld et Rubianes ont expérimenté sur 49 brebis Polwarth et Polwarth × Île-de-France un traitement de CIDR de 6 j, couplé à une injection de 380 U.I. d'eCG au retrait (Ungerfeld et Rubianes, 1999). Suite au traitement, des chaleurs ont été induites chez 95,9 % des brebis et 57,1 % des brebis traitées étaient gestantes suite aux saillies sur l'œstrus induit. Dans une étude de Knights *et al.* (2001), des chaleurs ont été détectées chez 79,0 % des brebis croisées, croisées Suffolk et croisées Dorset ayant reçu un CIDR pendant 5 j avec une injection de FSH 24 h avant le retrait. De plus, suite aux saillies sur les chaleurs induites, 52,0 % des brebis traitées étaient gestantes (Knights *et al.*, 2001). Dans un autre essai en 2003, 73,5 % des brebis croisées ont montré des chaleurs en quatre jours

après le retrait du CIDR suite à un traitement CIDR de 5 j et à une injection ou non de FSH 12 ou 36 h avant le retrait (Knights *et al.*, 2003). Aussi, 50,6 % des brebis traitées étaient gestantes suite aux saillies sur les œstrus induits. Plus récemment, une étude de Pinna *et al.* (2012) a testé un traitement CIDR de 5 j avec une injection d'eCG (300 U.I.) et de prostaglandine F2 $\alpha$  (5 mg), 24 h avant le retrait. Suite à une mise aux béliers effectuée au retrait des implants, 92,9 % ont été détectées en chaleurs avec un intervalle moyen entre le retrait et les chaleurs de  $46,0 \pm 9,8$  h. Près de 79,0 % des brebis traitées étaient gestantes suite à aux saillies sur les chaleurs induites par le CIDR (Pinna *et al.*, 2012).

En résumé, des protocoles de synchronisation efficaces de longue (12-14 j) ou de courte durée (5-9 j) avec le CIDR et avec administration d'eCG ou FSH permettent d'induire les chaleurs en CSS en général chez au moins 80,0 % (57,0 à 100 %) et 75,0 % (68,3 à 100 %) des brebis traitées, respectivement. De plus, la fertilité était en général d'au moins 50,0 % pour les protocoles de longue (30,0 à 85,7 %) et de courte durée (47,2 à 78,6 %). Au terme de cette section, il a été possible de constater que le CIDR semble relativement bien induire les chaleurs autant avec un traitement de longue que de courte durée, mais que les résultats de fertilité obtenus sont parfois décevants et varient entre les études. Toutefois, puisque seulement une étude compare les deux durées de traitement dans les mêmes conditions expérimentales, il est impossible d'arriver à une conclusion claire concernant le choix de la durée du traitement.

#### 2.3.4.3. *Rétention du CIDR*

Un facteur qui doit également être considéré dans l'efficacité globale de la technique du CIDR est sa rétention à l'intérieur du vagin pendant le traitement. La majorité des études rapporte un taux de rétention supérieur à 96,0 % (Davis *et al.*, 1986; Fukui *et al.*, 1993a; Ghalsasi et Nimbkar, 1996; Knights *et al.*, 2001; Maxwell et Barnes, 1986; Hashemi *et al.*, 2006; Husein et Haddad, 2006; Gungor *et al.*, 2009). Cependant, des taux élevés de perte de CIDR de 10,0 à 16,1 % ont également été rapportés dans deux autres essais expérimentaux (Wheaton *et al.*, 1992; Fukui *et al.*, 1993b).

Deux études publiées en 1988 (Knight *et al.*, 1988) et en 2010 (Omontese *et al.*, 2010) ont comparé le taux de rétention du CIDR à celui de l'éponge vaginale. Par hypothèse, le taux de perte du CIDR devrait être plus élevé que celui de l'éponge due à sa forme effilée et à sa texture lisse. Dans l'étude de Knight *et al.* (1988), le taux de perte du CIDR était en effet plus élevé (6,3 %) qu'avec les éponges (0,8 %). Cependant, dans l'étude d'Omontese *et al.* (2010), le groupe traité avec l'éponge vaginale avait un taux de rétention plus faible (6/10 brebis) que celui avec CIDR (9/10 brebis). Contrairement à ce qu'ils ont observé, les auteurs mentionnent que pour l'éponge, le fait qu'elle adhère plus solidement à la muqueuse vaginale par sa texture, sa consistance et sa forme, aurait dû réduire les pertes pendant le traitement. Cette adhérence à la muqueuse vaginale des brebis n'a d'ailleurs pas été remarquée au retrait des CIDR (Omontese *et al.*, 2010).

#### 2.3.4.4. Utilisation d'hormones folliculostimulantes (eCG, FSH) combinées au CIDR

Dans le but d'optimiser les conditions hormonales recréées lors de la baisse de progestérone au retrait du CIDR, il est souhaitable d'avoir recours à l'injection d'une hormone folliculostimulante qui améliore la croissance et le développement folliculaire, surtout en CSS. Tel qu'observable en SS dans un cycle sexuel normal, la baisse de progestérone, suite à la lutéolyse, lève le frein sur la sécrétion de GnRH et permet l'augmentation de la concentration sanguine de LH. Toutefois, contrairement à la SS, en CSS, la sécrétion de GnRH, et ainsi celle de LH sont inhibées par l'œstradiol (section 2.1.2), ce qui rend essentielle la supplémentation en hormone folliculostimulante en CSS.

L'eCG (anciennement nommée PMSG) est une hormone glycoprotéique naturelle extraite du sérum du placenta de la jument gestante (Abecia *et al.*, 2011). Utilisée chez la brebis, elle stimule le développement des follicules ovariens. Elle possède un effet FSH et LH. À certaines doses, l'eCG pourrait permettre une augmentation du taux d'ovulation (Smith *et al.*, 1988; Knight *et al.*, 1989) et, par conséquent, possiblement de la prolificité. Cette hormone était commercialement disponible aux États-Unis et en Europe depuis le début des

années 1960. Toutefois, au milieu des années 1970, la distribution de l'eCG aux États-Unis a cessé pour des raisons législatives (Wheaton *et al.*, 1993). C'est pour cette raison que la FSH est l'hormone utilisée en combinaison avec le CIDR dans les études américaines (Inskeep *et al.*, 2011). Au Canada, l'eCG est utilisée de façon routinière dans les traitements d'induction et de synchronisation de l'œstrus chez la brebis. Seulement les études qui utilisent l'eCG ou la FSH pour améliorer le développement folliculaire suite à un traitement CIDR en CSS ont été retenues dans cette revue.

Dans les traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs qui combinent le CIDR à l'eCG, celle-ci est normalement injectée au retrait du CIDR (Maxwell et Barnes, 1986; Smith *et al.*, 1988; Smith *et al.*, 1993; Zonturlu *et al.*, 2008; Gungor *et al.*, 2009; Ozyurtlu *et al.*, 2010). Il a été montré que l'injection d'eCG au retrait permet de devancer la venue en chaleurs par rapport à un groupe de brebis témoin ne recevant pas d'eCG (Smith *et al.*, 1988). L'équipe de Smith *et al.* (1988) en Nouvelle-Zélande a comparé trois traitements à trois moments de la CSS (août, octobre et décembre) pour tester l'efficacité du CIDR avec un traitement de 14 j jumelé à 0, 400 ou 800 U.I. d'eCG au retrait (Smith *et al.*, 1988). Les intervalles pour la présentation des résultats de cette étude rassemblent les trois valeurs obtenues en décembre, en octobre et en août. Aussi, dans cette étude, les analyses statistiques étaient présentées sommairement, ce qui empêche la comparaison statistique entre les résultats discutés ici. L'intervalle entre le retrait du CIDR et le début des chaleurs semblait plus court chez les brebis traitées avec 400 U.I. (34,8 à 43,0 h) et 800 U.I. d'eCG (35,6 à 43,1 h), comparativement à celles n'ayant pas reçu d'eCG (51,4 à 73,8 h; Smith *et al.*, 1988). La différence entre les résultats de venue en chaleurs induites et de fertilité à l'échographie chez des brebis traitées avec ou sans eCG semblait frappante. En effet, sans eCG, seulement entre 11,0 et 48,0 % des brebis traitées étaient détectées en chaleurs par des béliers alors que 69,0 à 94,0 % (400 U.I. d'eCG) et 87,0 à 100 % (800 U.I. d'eCG) l'étaient suite à l'administration d'eCG. Cette étude suggérait aussi que l'utilisation de l'eCG a un effet positif sur l'ovulation (Smith *et al.*, 1988). En effet, le taux d'ovulation (nombre de follicules ovulés/nombre de brebis traitées) variait entre 0,37 et 1,10 pour les brebis ne recevant pas d'eCG, comparé à 1,77 à 3,33 pour les brebis ayant reçu de l'eCG (400 ou 800 U.I.) De plus, le taux d'ovulation des brebis du groupe recevant 400 U.I. d'eCG (1,77 à

2,35) semblait plus faible que celui recevant 800 U.I. d'eCG (2,50 à 3,33). Finalement, la fertilité à l'échographie, réalisée 50 à 60 jours après le retrait du CIDR, était entre 3,0 et 17,0 % (sans eCG), 30,0 et 45,0 % (400 U.I. d'eCG) et 37,0 et 47,0 % (800 U.I. d'eCG). L'équipe de Hamra *et al.* (1989) a également réalisé deux essais en CSS sur l'administration d'eCG avec un traitement CIDR. Le premier traitement était composé d'un CIDR-S (progestérone; 366 mg) pendant 14 j et d'une injection d'eCG (750 U.I.) au retrait. Le deuxième traitement impliquait seulement un CIDR-S pendant 12 j. Des chaleurs ont été détectées chez 92,0 % des brebis recevant de l'eCG et chez seulement 4,0 % des brebis ne recevant pas l'eCG. De plus, suite à la répartition des agnelages, les auteurs ont indiqué que chez 71,0 % des brebis ayant reçu de l'eCG, la saillie fécondante correspondait à une saillie réalisée à l'œstrus induit par le CIDR. Par la suite, en 1989, Knight *et al.* ont également testé l'effet de la dose d'eCG sur la venue en chaleurs induites de brebis Romney. Pour des doses de 0, 100, 200, 400 et 600 U.I. d'eCG administrées au retrait d'un CIDR en place depuis 12 j, le taux d'induction des chaleurs par le CIDR a été de 83,0, 80,0, 86,0, 93,0 et 92,0 %, respectivement. Ainsi, statistiquement parlant, les doses les plus élevées d'eCG (400 et 600 U.I.) permettaient d'obtenir environ 10,0 % de plus de brebis en chaleurs comparées aux doses plus faibles d'eCG (0, 100 et 200 U.I.) Le nombre d'ovulations par brebis ayant ovulé avait tendance à être plus élevé pour les brebis ayant reçu 400 et 800 U.I. d'eCG (1,50 pour chacune des doses) en comparaison avec celles ayant reçu 0, 100 ou 200 U.I. (1,10, 1,24 et 1,19, respectivement). Toutefois, cette tendance n'a pas été observée pour la taille de portée (Knight *et al.*, 1989).

De plus récents essais (Fukui *et al.*, 1993b; Fukui *et al.*, 1994; Kohno *et al.*, 2005) suggèrent que l'administration d'eCG pourrait être plus efficace 24 h avant le retrait du dispositif vaginal. Des traitements CIDR de 12 j jumelés à une injection de 500 (Kohno *et al.*, 2005) ou 600 U.I. (Fukui *et al.*, 1993b; Fukui *et al.*, 1994) d'eCG 24 h avant le retrait du CIDR ont été testés. Les chaleurs ont été détectées chez 91,3 % des brebis en moyenne à  $24,9 \pm 1,5$  h après le retrait des CIDR dans l'étude de Fukui *et al.* (1993b) et chez 100 % des brebis entre 18-24 h après le retrait dans les essais de Fukui *et al.* (1994). Dans l'étude de Kohno *et al.* (2005), trois essais du protocole énoncé plus haut ont permis d'obtenir des taux de venue en chaleurs induites par le CIDR de 91,7, 100 et 85,0 % dans la période

0-48 h suivant le retrait. Malheureusement, même si l'injection d'eCG 24 h avant le retrait des CIDR permet d'induire les chaleurs chez une grande majorité des brebis traitées dans les trois études répertoriées, aucune ne compare, dans les mêmes conditions expérimentales, l'injection d'eCG 24 h avant ou au moment du retrait de l'implant. Toutefois, en SS, une étude d'Eppeleston *et al.* (1991) a testé un traitement long avec une éponge vaginale (60 mg; MAP) combiné à l'injection d'eCG (400 U.I.) 24 h avant ou au moment du retrait sur des brebis Mérimos. L'injection d'eCG 24 h avant le retrait des éponges a permis d'avoir une plus grande proportion de brebis en chaleurs à 24 et à 36 h après le retrait et ayant ovulé à 50 et à 54 h après le retrait (Eppeleston *et al.*, 1991).

Comme mentionnée précédemment, l'utilisation de l'eCG n'est pas homologuée aux États-Unis depuis le milieu des années 70 (Wheaton *et al.*, 1993; Inskeep *et al.*, 2011). De ce fait, c'est plutôt de la FSH qui est utilisée en combinaison avec le CIDR dans les études américaines chez les ovins (Knights *et al.*, 2001; Knights *et al.*, 2003). En 2001, l'équipe de Knights *et al.* a réalisé une étude pour tester l'efficacité d'une injection de FSH (FSH porcine; 55 mg), 24 h avant le retrait d'un CIDR en place pendant 5 j. Un groupe témoin de brebis était également traité avec un CIDR pendant 5 j, mais sans injection de FSH. L'utilisation de la FSH n'a pas permis d'augmenter le nombre de brebis en chaleurs dans les trois jours suivant les retraits (79,0 % avec FSH vs 75,0 % sans FSH), ni le taux d'ovulation ( $1,96 \pm 0,1$  avec FSH vs  $1,95 \pm 0,1$  sans FSH), ni la fertilité à l'échographie (52,0 % avec FSH vs 53,0 % sans FSH). Toutefois, la prolificité liée aux chaleurs induites avait tendance à être supérieure pour le traitement avec FSH ( $1,67 \pm 0,1$ ) en comparaison avec le groupe témoin ( $1,50 \pm 0,1$ ). En 2003, une autre étude (Knights *et al.*, 2003) a également évalué un traitement CIDR de 5 j, mais combiné à 0, 42 ou 68 mg de FSH injecté 12 ou 36 h avant le retrait chez 445 brebis croisées. La venue en chaleurs dans les quatre jours suivant le retrait, le taux d'ovulation, la fertilité à l'échographie et la prolificité ont été similaires pour les brebis ayant reçu 0, 42 ou 68 mg de FSH.

Ainsi, l'eCG, administrée au retrait du CIDR ou 24 h avant, semble permettre de surmonter la baisse de fertilité observée en CSS et indique que son utilisation est primordiale dans un

traitement CIDR en CSS (Smith *et al.*, 1988; Hamra *et al.*, 1989; Knight *et al.*, 1989). Concernant la FSH, les études répertoriées montrent qu'elle pourrait parfois permettre une augmentation de la prolificité dans les traitements de synchronisation avec CIDR. Toutefois, selon certains auteurs, ces minces bénéfices ne seraient possiblement pas assez élevés pour compenser le coût d'utilisation de la FSH et justifier son utilisation dans les programmes de synchronisation (Inskip *et al.*, 2011).

#### 2.3.4.5. *Utilisation de la prostaglandine F2 $\alpha$ combinée au CIDR*

L'utilisation d'un protocole long avec le CIDR, par exemple 14 j, s'explique physiologiquement par le fait qu'il est souhaitable de recréer une phase lutéale complète d'un cycle sexuel. De cette façon, chez des brebis en SS ou encore cycliques en CSS, si une ovulation est survenue juste avant l'insertion du CIDR, la durée du traitement couvre la période durant laquelle le corps jaune est actif et libère de la progestérone (phase lutéale). Ainsi, au retrait du CIDR, 14 j plus tard, le corps jaune âgé dans ce cas-ci de 14 j régressera naturellement (section 2.1.1) et toute source de progestérone sera éliminée à ce moment, permettant de mieux synchroniser les événements physiologiques menant à la venue en chaleurs et à l'ovulation.

Grâce à l'utilisation de la prostaglandine F2 $\alpha$ , il est possible d'avoir recours à un traitement CIDR de courte durée chez des brebis en SS ou encore cycliques durant la période théorique d'ancestrus saisonnier. En effet, en CSS, il est possible qu'un certain pourcentage de brebis, variable entre les races, ait un cycle sexuel actif pendant une période plus ou moins étendue (Chemineau *et al.*, 1992a). L'injection de prostaglandine F2 $\alpha$  permet de détruire les corps jaunes qui peuvent être présents sur les ovaires des brebis (Abecia *et al.*, 2011) et ainsi éliminer la source de progestérone endogène au moment de l'injection. Toutefois, les corps jaunes seraient plus sensibles à l'action de la prostaglandine F2 $\alpha$  seulement trois ou quatre jours après le début du cycle œstral (Hackett et Robertson, 1980; Naasz et Slyter, 1987; Rubianes *et al.*, 2003; Pope et Cárdenas, 2004). Il a d'ailleurs été soulevé qu'avant le 4<sup>e</sup> et après le 14<sup>e</sup> j du cycle œstral, il y aurait une période réfractaire pendant laquelle les corps jaunes ne répondraient pas à l'effet de la prostaglandine F2 $\alpha$

(Greyling *et al.*, 1979). De ce fait, si une ovulation est survenue juste avant le début du traitement CIDR, le protocole court permet d'outrepasser la période réfractaire des corps jaunes à la prostaglandine F2 $\alpha$  et de provoquer leur régression avec l'injection de celle-ci au retrait de l'implant (Dixon *et al.*, 2006). De plus, l'ovulation est bloquée pendant le traitement de progestérone, ce qui permettrait aux brebis d'avoir soit un corps jaune réceptif (âgé de 5 j au minimum) à l'effet lutéolytique de la prostaglandine ou aucun corps jaune. Ainsi, il est possible de supprimer en même temps les sources de progestérone exogène et endogène au moment du retrait du CIDR et de l'injection de prostaglandine. Ceci devrait permettre une baisse rapide et synchronisée de la progestérone au moment du retrait du CIDR (protocole court), ce qui pourrait améliorer la synchronisation des chaleurs des brebis en SS et encore cycliques en CSS.

Un traitement court de CIDR (5-8 j) combiné à une injection de prostaglandine F2 $\alpha$  a été exploré dans plusieurs études en SS (Van Cleeff *et al.*, 1998; Dixon *et al.*, 2006; Abecia *et al.*, 2011; Inskeep *et al.*, 2011) et chez la brebis encore cyclique pendant l'anœstrus saisonnier (Pinna *et al.*, 2012). Une étude a été publiée en 1998 sur l'utilisation d'un protocole court (8 j) avec le CIDR, précédé d'une injection de prostaglandine F2 $\alpha$  (10 mg) 10 j avant l'insertion du dispositif pour induire la lutéolyse des corps jaunes chez des brebis Suffolk en SS (Van Cleeff *et al.*, 1998). Au terme de ce protocole, les chaleurs ont été détectées entre 24 et 48 h après le retrait du CIDR chez 92,3 % des brebis synchronisées.

Un protocole court (5 j) de CIDR combiné à l'utilisation de la prostaglandine F2 $\alpha$  a également été testé dans un essai réalisé en SS par l'équipe d'Inskeep *et al.* (2011). Les chercheurs avaient soulevé l'hypothèse qu'un traitement court de 5 j avec le CIDR, combiné à une injection de 20 mg de prostaglandine F2 $\alpha$  administrée au retrait du CIDR, permettrait de synchroniser les chaleurs de toutes les brebis sans compromettre les résultats de fertilité, tout en maintenant une concentration plasmatique de progestérone élevée pendant tout le traitement. Au terme de cette expérience, les résultats ont montré que les chaleurs ont été induites chez 93,0 % des brebis ayant reçu ce traitement, contrairement à 72,0 % pour les brebis témoins recevant seulement l'injection de prostaglandine F2 $\alpha$ . Ce

résultat montre que l'utilisation du CIDR pendant 5 j combinée à la prostaglandine F2 $\alpha$  au retrait est efficace pour l'induction des chaleurs chez des brebis en SS (Inskeep *et al.*, 2011).

En CSS, l'étude de Pinna *et al.* (2012) a testé un traitement CIDR de 5 j, avec une injection de 300 U.I. d'eCG et 5 mg de prostaglandine F2 $\alpha$  24 h avant le retrait des implants, sur 14 brebis Santa Inês et Santa Inês  $\times$  Dorper. Il est d'ailleurs mentionné que la Santa Inês pourrait être considérée comme étant une race non saisonnière, qui a donc la capacité de se reproduire pendant toute l'année. Il est donc possible qu'une proportion importante des brebis à l'étude continue de cycler en CSS. Suite au traitement, 92,9 % des brebis sont venues en chaleurs et 78,6 % des brebis traitées étaient gestantes à l'échographie suite aux saillies sur l'œstrus induit.

#### 2.3.4.6. Utilisation de la progestérone injectable combinée au CIDR

Les essais d'utilisation de la progestérone injectable chez la brebis viennent d'expériences réalisées d'abord chez la vache. Le CIDR est également fréquemment utilisé en reproduction bovine dans des protocoles de synchronisation des chaleurs, entre autres, pour l'insémination artificielle. Il a été soulevé dans quelques études chez la vache qu'une basse concentration de progestérone sanguine à la fin d'un traitement long (12-14 j) avec le CIDR puisse produire un gros follicule dominant persistant qui, lorsqu'ovulé, pourrait diminuer les résultats de fertilité (Savio *et al.*, 1993b; Ahmad *et al.*, 1995; Kinder *et al.*, 1996). Cette diminution de fertilité pourrait être liée, entre autres, à l'ovulation de ce follicule qui se situe à une étape de développement plus avancée (âgé) qu'un follicule ovulé normal (Kinder *et al.*, 1996).

Chez la vache, la notion de dominance dans le développement folliculaire est abordée dans plusieurs études scientifiques (Savio *et al.*, 1993a; Anderson et Day, 1994; Kinder *et al.*, 1996). Lors d'une vague folliculaire, il y a un développement synchronisé de plusieurs follicules ovariens sous l'action dépendante de la FSH (Savio *et al.*, 1988). Dans le courant de cette vague, un follicule est sélectionné, nommé *dominant*, alors que les autres deviennent *subordonnés* (Savio *et al.*, 1988). Le follicule dominant inhibe l'émergence

d'une nouvelle vague folliculaire et cause la régression des autres follicules subordonnés (Savio *et al.*, 1988). En effet, le follicule dominant, grâce à une sécrétion élevée d'inhibine et d'œstradiol, inhibe la libération de FSH, hormone essentielle à la croissance des follicules en développement (Bonnes *et al.*, 1988; Bleach *et al.*, 2001). Cette chute drastique de la disponibilité de FSH cause la régression des follicules subordonnés qui en auraient besoin en grande quantité pour leur développement, contrairement au follicule dominant (Bonnes *et al.*, 1988). En effet, celui-ci, en augmentant sa sensibilité à la FSH et en changeant sa dépendance de la FSH à la LH, évite l'atrésie (Bonnes *et al.*, 1988; Webb *et al.*, 2004). De plus, il est possible que la durée de vie avant l'ovulation du follicule dominant soit prolongée (follicule dominant persistant) en raison de sa dépendance à une sécrétion optimale de LH (Fortune, 1994). L'ovocyte, provenant de ce follicule dominant persistant plus âgé, pourrait être trop vieux et être responsable d'une baisse de fertilité en réduisant les chances d'avoir un développement embryonnaire normal et une gestation à terme (Revah et Butler, 1996).

Étudiée d'abord chez la vache, la présence d'un follicule dominant persistant, menant à de mauvais résultats de fertilité, pourrait être liée à l'augmentation de la fréquence des pics de LH de basse amplitude due à une baisse de la concentration de progestérone sanguine (Savio *et al.*, 1993a). La relation de rétroaction négative entre la progestérone et la LH a été explorée, entre autres, dans deux études publiées en 1977 (Hauger *et al.*, 1977; Karsch *et al.*, 1977). La progestérone possède un pouvoir inhibiteur sur la sécrétion de GnRH, qui est responsable de la libération tonique de LH, sur le développement folliculaire et sur l'ovulation (Hauger *et al.*, 1977; Karsch *et al.*, 1977). Lors d'un cycle sexuel normal, l'absence d'un corps jaune actif, source de progestérone endogène, favorise une augmentation de la fréquence des pics de LH. Cet environnement hormonal serait donc favorable à la croissance et à la persistance d'un follicule dominant, alors dépendant de la sécrétion de LH (Savio *et al.*, 1993b). Dans le cas contraire, lorsque la concentration plasmatique de progestérone est élevée, entre autres au début d'un traitement avec le CIDR ou en présence d'un corps jaune actif, il y aurait une réduction de la fréquence des pics de LH due à la rétroaction négative de la progestérone (Savio *et al.*, 1993a; Kinder *et al.*, 1996; Abecia *et al.*, 2011), ce qui entraînerait la régression du follicule dominant présent

(Savio *et al.*, 1993a). D'ailleurs, le renouvellement des follicules ovariens par l'émergence d'une nouvelle vague chez la vache, suite à l'atrésie du follicule dominant, serait régulé par ce phénomène (Savio *et al.*, 1993a; Dobson *et al.*, 1997; Aali *et al.*, 2008). Une diminution de la disponibilité de LH inhiberait la croissance continue du follicule dominant, l'empêcherait de supprimer la croissance des follicules subordonnés et permettrait l'apparition d'une nouvelle vague folliculaire (Savio *et al.*, 1993a).

Pour illustrer le rôle important de la progestérone sur la dynamique de la croissance folliculaire, l'équipe d'Anderson et Day a testé en 1994 un protocole de synchronisation des chaleurs avec insémination artificielle sur un groupe de génisses et sur un groupe de vaches. Le traitement impliquait 14 j de MGA, couplé à une injection intramusculaire (i.m.) de 200 mg de progestérone au 12<sup>e</sup> j du traitement qui permettait d'augmenter en 24 h la concentration de progestérone plasmatique à plus de 1 ng/ml. Le groupe témoin de génisses et celui de vaches recevaient seulement le traitement de MGA. Les génisses à l'étude ont été classées dans deux groupes suite à des prélèvements sanguins réalisés juste avant l'injection de progestérone : absence de corps jaune actif (NL; concentration de progestérone sanguine < 1 ng/ml) et présence de corps jaune actif (L; concentration de progestérone sanguine  $\geq$  1 ng/ml). Ainsi, celles du groupe NL étaient considérées comme ayant plus de chances de développer un follicule dominant persistant, en raison d'une faible concentration de progestérone sanguine endogène pendant le traitement. Les vaches retenues pour l'expérimentation n'avaient pas de corps jaune actif (NL). Au terme de cette expérience, il a été conclu que l'administration de progestérone aurait permis la régression du follicule dominant persistant et l'obtention d'un taux de conception sur chaleurs induites supérieur seulement chez les génisses du groupe NL (50,0 % vs 16,7 % pour le groupe témoin) et chez les vaches NL (66,7 % vs 25,0 % pour le groupe témoin) ayant reçu l'injection de progestérone. Ainsi, l'augmentation de fertilité a été possible seulement chez des femelles ayant la possibilité d'avoir un follicule dominant persistant (NL).

Selon Husein et Ababneh (2008), ce phénomène de dominance folliculaire, mieux connu chez la vache, pourrait expliquer certains résultats de synchronisation des chaleurs

décevants chez la brebis. Toutefois, l'existence de la dominance d'un follicule ovarien sur les autres ne représente pas un phénomène clairement établi chez la brebis (Evans, 2003) et serait possiblement inexistante (Castonguay *et al.*, 1990; Driancourt *et al.*, 1991), contrairement à la situation chez la vache. De plus, les opinions sur l'incidence de l'ovulation d'un follicule dominant persistant âgé sur les résultats de fertilité subséquents chez la brebis sont partagées. Certaines études affirment que la fertilité n'est pas affectée par l'ovulation de follicules âgés et que ces follicules, une fois ovulés, sont aussi compétents que les follicules plus jeunes pour être fécondés et produire des agneaux à terme (Evans *et al.*, 2001). Cependant, d'autres auteurs supposent que les résultats de fertilité sont supérieurs lorsqu'il y a régression d'un follicule persistant âgé suite à l'administration d'un supplément de progestérone à la fin d'un traitement long avec le CIDR (Husein et Ababneh, 2008). Le développement d'un follicule dominant persistant dans un environnement où la concentration plasmatique de progestérone est basse est rapporté par plusieurs études chez la brebis (Viñoles *et al.*, 1999; Flynn *et al.*, 2000; Evans *et al.*, 2001; Husein et Ababneh, 2008). Ainsi, une utilisation d'un protocole long (12-14 j) de synchronisation des chaleurs impliquant l'éponge vaginale (MAP; Flynn *et al.*, 2000) ou un CIDR (Husein et Ababneh, 2008) en absence d'un corps jaune actif pourrait avoir comme conséquence le développement d'un follicule dominant persistant chez la brebis. La rétroaction négative de la progestérone sur la fréquence des pics de LH diminuerait avec la progression du traitement dans le temps et ainsi avec la diminution mesurée de la concentration plasmatique de progestérone exogène (section 2.3.2). Ainsi, à la fin d'un traitement long, une faible concentration plasmatique de progestérone favoriserait l'augmentation de la fréquence des pics de LH et la persistance d'un gros follicule ovarien LH-dépendant chez la brebis (Flynn *et al.*, 2000; Evans *et al.*, 2001; Husein et Ababneh, 2008).

Une expérience a été réalisée dans le cadre de l'étude d'Evans *et al.* (2001) pour décrire l'effet de l'ovulation d'un follicule dominant persistant âgé sur la fertilité subséquente. D'abord, toutes les brebis de l'expérience ont reçu une injection de prostaglandine F2 $\alpha$  le 6<sup>e</sup> j d'un cycle œstral synchronisé. De ce fait, aucune source de progestérone endogène n'était présente au moment du traitement de synchronisation qui a débuté suite à l'injection de prostaglandine F2 $\alpha$ . Environ la moitié de ce groupe de brebis a été traité avec une

éponge vaginale (60 mg; MAP) pendant 14 j. L'autre moitié du groupe a également reçu une éponge après l'injection de prostaglandine F2 $\alpha$ , mais celle-ci a été remplacée par de nouvelles éponges après 5 j et après 10 j pour un retrait final après 14 j de traitement total. Par hypothèse, ce dernier protocole permettait de maintenir une concentration de progestérone plasmatique élevée pendant toute la durée du traitement progestatif (14 j). Une partie des brebis recevant une seule éponge et une partie des brebis recevant trois éponges au total ont reçu une injection d'eCG (500 U.I.) au retrait final. La mise aux béliers a été réalisée 48 h après le retrait des éponges et les embryons ont été récoltés cinq jours après la mise aux béliers. L'observation du développement folliculaire et la détermination de l'âge des follicules ovulés ont été effectués par ultrasonographie transrectale chez cinq à sept brebis par groupe de traitement. L'âge des follicules ovulés était plus élevé chez les brebis traitées avec une seule éponge pendant 14 j (sans eCG :  $8,4 \pm 0,8$  j et avec eCG :  $9,0 \pm 0,8$  j) que chez les brebis recevant trois éponges en 14 j de traitement (sans eCG :  $4,7 \pm 0,7$  j et avec eCG :  $4,2 \pm 0,7$  j). Toutefois, en observant le système reproducteur après l'abattage, la proportion d'embryons de bonne qualité, pouvant mener à une gestation normale, n'était pas différente entre le traitement avec une seule éponge (sans eCG : 75,0 % et avec eCG : 82,0 %) et comparativement au traitement avec trois éponges (sans eCG : 71,0 % et avec eCG : 80,0 %). Les embryons qui étaient au moins au stade précoce de morula étaient décrits comme des embryons de bonne qualité. Ceux n'ayant pas accédé à ce stade de développement étaient qualifiés d'embryons de mauvaise qualité (Evans *et al.*, 2001). De plus, le nombre moyen de corps jaunes observés par brebis ayant ovulé a été comparable entre les traitements avec une éponge (sans eCG :  $2,5 \pm 0,3$  et avec eCG :  $2,5 \pm 0,3$ ) et ceux avec trois éponges (sans eCG :  $2,4 \pm 0,3$  et avec eCG :  $2,0 \pm 0,3$ ). Ces résultats écartent donc la possibilité d'une dominance unique dans le développement folliculaire chez la brebis puisque le taux d'ovulation était  $> 1$ . Cette étude (Evans *et al.*, 2001) a donc permis de conclure qu'un traitement impliquant l'insertion d'une seule éponge vaginale pendant 14 j peut mener à l'ovulation de follicules plus âgés. En effet, en absence d'un corps jaune actif, la fréquence des pics de LH augmente avec la diminution de la progestérone libérée pendant le traitement et favorise le maintien (persistance) de plusieurs follicules qui suite à l'ovulation, sont plus âgés. Toutefois, les résultats montrent qu'il n'y aurait pas de lien direct entre l'âge des follicules ovulés et la qualité des embryons

produits. Ainsi, l'ovulation d'un follicule persistant âgé ne pourrait être liée à une baisse des résultats de fertilité. De plus, grâce à l'observation du développement folliculaire, il a été possible de démontrer que même en présence d'un follicule persistant, de nouveaux follicules pouvaient se développer, ce qui remet en cause le concept de dominance chez la brebis. Ainsi, la possibilité d'obtenir de mauvais résultats de fertilité suite à l'ovulation d'un follicule persistant n'a pu être mise en évidence chez la brebis (Evans *et al.*, 2001), comme c'est le cas chez la vache.

Récemment, en 2008, l'équipe de Husein et Ababneh a réalisé une expérience pour tester l'hypothèse qu'un supplément de progestérone combiné à l'utilisation d'un CIDR dans un traitement long permettrait d'obtenir des résultats de fertilité supérieurs en permettant la régression du follicule dominant persistant. Le protocole testé impliquait un traitement CIDR de 12 j avec une injection de 25 mg de progestérone 24 h avant le retrait du CIDR chez des brebis Awassi, considérées en anœstrus saisonnier au moment de l'expérience. Le groupe témoin était simplement traité avec un CIDR pendant 12 j. Le groupe de brebis ayant reçu une injection de progestérone a montré un taux de venue en chaleurs induites de 100 % avec un intervalle moyen entre le retrait du CIDR et les chaleurs de  $45,4 \pm 2,4$  h et un taux de fertilité à l'agnelage de 100 %. En comparaison, 64,3 % des brebis du groupe témoin ont présenté des chaleurs avec un intervalle moyen « retrait du CIDR – début des chaleurs » de  $35,3 \pm 1,9$  h et une fertilité à l'agnelage de 42,9 %. L'équipe de Husein et Ababneh émet l'hypothèse que l'atteinte de meilleures performances reproductives pourrait être due à la régression d'un follicule dominant persistant suite à l'injection de 25 mg de progestérone. Toutefois, aucun suivi du développement folliculaire n'a été effectué pour valider la présence d'un tel follicule.

Le concept de dominance dans le développement folliculaire chez la brebis et la possibilité qu'un follicule dominant persistant puisse être présent et affecte les résultats de fertilité, ne constituent pas des faits établis chez la brebis (Driancourt *et al.*, 1991; Evans *et al.*, 2001; Evans, 2003; Husein et Ababneh, 2008). Toutefois, les résultats exceptionnels d'Husein et Ababneh laissent croire qu'une injection de progestérone à la fin du traitement long avec le CIDR serait une avenue très prometteuse qui mériterait d'être mieux explorée.

## 2.4. Conclusion

À la lecture de cette revue des travaux antérieurs, il est possible de constater que, malgré un bon nombre d'études qui évaluent l'efficacité du CIDR pour l'induction des chaleurs chez la brebis, les conditions dans lesquelles ce produit est employé varient grandement. Il existe également une grande variabilité dans les protocoles utilisés qui s'accompagne de résultats de fertilité tout aussi variables. Aucun protocole standard, contrairement à l'éponge vaginale, ne semble être établi. De plus, peu d'études combinent les conditions particulières dans lesquelles le CIDR est utilisé au Canada et plus particulièrement au Québec : en CSS, dans un système d'agnelages accéléré (intervalle court entre l'agnelage et la remise en reproduction), avec des races ou des croisements ayant une prolificité élevée et de meilleures aptitudes à la reproduction en CSS, avec une durée de traitement de 14 j et en combinaison avec l'eCG.

Ainsi, 20 études réalisées en CSS et traitant de l'utilisation du CIDR ont pu être identifiées. Toutefois, aucune n'a porté sur l'efficacité du CIDR dans un système d'agnelages accéléré, tel qu'employé au Québec. Ce système, qui prévoit un agnelage tous les huit mois, implique une importante réduction de l'intervalle post-partum (IPP; intervalle entre l'agnelage et la remise à l'accouplement) par rapport à un système qui implique un agnelage par année. Dans la littérature, il ressort que la réduction de l'IPP peut affecter négativement les résultats de fertilité subséquents. En effet, un IPP trop court n'allouerait pas une période suffisante pour permettre la reprise de l'activité sexuelle suite à l'agnelage et l'atteinte d'un état de chair optimal pour la reproduction. C'est donc un facteur qui pourrait affecter l'efficacité du CIDR dans les conditions d'élevage québécoises.

La distinction entre la fertilité sur les chaleurs induites et celle sur les retours en chaleurs est très importante lorsqu'il est question d'évaluer l'efficacité d'un traitement d'induction des chaleurs, tel que le CIDR. En effet, l'efficacité d'un traitement d'induction des chaleurs en CSS passe non seulement par l'obtention d'un haut taux de fertilité sur les chaleurs induites par ce traitement, mais aussi par la capacité du traitement à poursuivre une activité cyclique au-delà de la chaleur induite (retours en chaleurs). En effet, les retours en chaleurs

donnent une seconde chance aux brebis non fécondées sur l'œstrus induit de devenir gestante, ce qui se répercute sur le taux de fertilité totale. Malheureusement, peu de chercheurs traitent de cette distinction dans leurs articles.

De plus, aucune étude n'utilise, comme sujets expérimentaux, des brebis prolifiques et ayant une meilleure aptitude à la reproduction en CSS. Ce type de brebis est pourtant largement répandu dans les entreprises ovines québécoises. Une des caractéristiques des brebis hybrides prolifiques utilisées au Québec est que pendant une période plus ou moins longue de la CSS, une certaine proportion de ce type de brebis a un cycle sexuel qui demeure actif. Ainsi, chez les brebis non fécondées à la chaleur induite par un traitement de synchronisation, une certaine proportion, qui cyclait naturellement avant le traitement, peut revenir en chaleurs après leur première chaleur. Également, il est possible qu'un traitement hormonal comme le CIDR puisse induire plus facilement la cyclicité (augmentation des retours en chaleurs) chez ce type de brebis. Ainsi, les performances d'un traitement CIDR avec des brebis hybrides prolifiques demeurent à définir dans les conditions d'élevage du Québec.

Au Canada, le protocole standard d'utilisation du CIDR implique un traitement de 14 j qui découle de ce qui était précédemment fait avec l'éponge vaginale. La présente revue a discuté du fait que certains auteurs remettent en question la capacité du CIDR de fournir une quantité suffisante de progestérone à la fin d'un traitement long de 14 j, ce qui pourrait influencer l'induction et la synchronisation des événements hormonaux menant à la chaleur et à l'ovulation. C'est pour cette raison que quelques chercheurs ont évalué des traitements CIDR de courte durée qui permettent de maintenir une concentration sanguine de progestérone plus élevée pendant la durée du traitement. Toutefois, une seule étude dans celles réalisées en CSS compare un traitement CIDR de courte durée à un de longue durée.

Le dernier point à soulever dans le bilan de cette revue de littérature concerne les données sur l'évolution des concentrations de progestérone qui montrent une baisse importante à la fin d'un traitement CIDR de longue durée. Quelques auteurs suggèrent que les faibles

concentrations de progestérone à la fin d'un traitement de 14 j pourraient favoriser le maintien d'un gros follicule ovarien LH-dépendant qui pourrait affecter la fertilité. Toutefois, seulement une étude affirme que l'ovulation de celui-ci pourrait diminuer les résultats de fertilité. Ces auteurs mentionnaient qu'une injection de progestérone 24 h avant le retrait d'un CIDR inséré pendant 12 j pourrait permettre d'améliorer le développement folliculaire et d'atteindre de meilleurs résultats de fertilité en prévenant le maintien d'un follicule persistant. Dans l'étude en question, l'obtention d'un taux de venue en chaleurs induites par le CIDR et d'une fertilité à l'agnelage de 100 % indiquait que ce traitement semblait très prometteur.

## **2.5. Hypothèses et objectifs de recherche**

Après l'analyse de la revue de littérature disponible sur le sujet, les hypothèses de recherche suivantes ont été émises :

1. Un traitement CIDR de 5 j (courte durée) permet d'obtenir une meilleure synchronisation des chaleurs et de meilleurs résultats de fertilité qu'un traitement de 14 j (longue durée);
2. Une injection de progestérone à la fin d'un traitement CIDR de 13 j améliore les résultats de fertilité et augmente le taux d'ovulation et la prolificité liée aux chaleurs induites.

De plus, à la lumière des informations recueillies dans la littérature scientifique, un projet de recherche a été élaboré avec les objectifs suivants :

1. Mesurer la proportion de brebis hybrides prolifiques Dorset × Romanov, un type de femelles couramment utilisées au Québec, qui sont encore cycliques à différentes périodes de la CSS;
2. Caractériser l'effet physiologique du CIDR;
3. Évaluer l'efficacité du CIDR à induire et synchroniser les chaleurs en CSS dans un système d'agnelages accéléré;

4. Déterminer l'efficacité du CIDR en termes de fertilité sur les chaleurs induites et de fertilité totale (liée aux chaleurs induites et aux retours en chaleurs);
5. Déterminer l'efficacité réelle du traitement CIDR standard (14 j) et élaborer un nouveau protocole qui permettrait d'obtenir de meilleurs résultats de fertilité.



## CHAPITRE 3.

### UTILISATION DU CIDR POUR L'INDUCTION DE L'ŒSTRUS CHEZ LA BREBIS EN CONTRE-SAISON SEXUELLE

#### 3.1. Introduction

En raison de la variation saisonnière de l'activité sexuelle chez la brebis, l'efficacité de la reproduction en contre-saison sexuelle (CSS; d'avril à août dans l'hémisphère nord) représente un élément clé de la productivité et donc, de la rentabilité d'un élevage ovin. Les techniques hormonales pour l'induction de l'œstrus en CSS sont largement répandues au Canada et représentent une des voies à maîtriser pour améliorer la productivité des élevages ovins. Dès le milieu des années 80, le CIDR (« Controlled Internal Drug Release »), un dispositif vaginal imprégné de progestérone naturelle développé en Nouvelle-Zélande, utilisé pour l'induction et la synchronisation des chaleurs des brebis, a fait l'objet de nombreuses études scientifiques (Ainsworth et Downey, 1986; Hamra *et al.*, 1989; Wheaton *et al.*, 1993). Dans la littérature scientifique, le protocole d'utilisation du CIDR le plus répandu est un traitement de longue durée (12-14 j), qui bloque la venue en chaleurs et l'ovulation pendant la durée du traitement, combiné à l'administration d'eCG au retrait de l'implant qui stimule la croissance et la maturation folliculaire (Smith *et al.*, 1988; Hashemi *et al.*, 2006; Ozyurtlu *et al.*, 2010). De façon générale, ce protocole permet d'induire les chaleurs chez au moins 80 % des brebis traitées. Toutefois, les taux de fertilité rapportés sont très variables et parfois décevants (Maxwell et Barnes, 1986; Kohno *et al.*, 2005; Gungor *et al.*, 2009). Au fil des années, certains chercheurs se sont questionnés sur le fait que le CIDR pourrait ne pas contenir une quantité suffisante de progestérone et que les faibles concentrations observées à la fin d'un traitement de longue durée ne permettraient pas d'obtenir de bons résultats de fertilité (Ungerfeld et Rubianes, 1999; Knights *et al.*, 2001; Knights *et al.*, 2003). Des traitements de plus courte durée, permettant de maintenir une concentration élevée de progestérone jusqu'au retrait du CIDR, ont donc été testés chez des brebis en CSS (Fukui *et al.*, 1994; Ungerfeld et Rubianes, 1999; Pinna *et al.*, 2012)

avec des résultats similaires à ceux observés avec des traitements longs. Toutefois, seule l'étude de Fukui *et al.* (1994) a comparé des traitements de courte et de longue durée dans la même expérimentation. Elle n'a décelé aucune différence entre les résultats des deux durées de traitement. D'autre part, une étude d'Husein et Ababneh (2008) a montré une amélioration des résultats de fertilité en administrant de la progestérone injectable à la fin d'un traitement CIDR long, qui permettait d'augmenter la concentration de progestérone en fin de traitement. L'existence d'une grande variabilité dans les protocoles d'utilisation du CIDR dans la littérature qui s'accompagnent de résultats de fertilité tout aussi variables complique le choix d'un traitement qui permettrait d'obtenir les meilleurs résultats de fertilité possible.

Ce projet avait pour objectif général d'évaluer le protocole standard d'utilisation du CIDR au Canada (CIDR pendant 14 j avec eCG au retrait) et de développer un nouveau protocole qui permettrait une augmentation de la fertilité des brebis en CSS de façon à améliorer la productivité et la rentabilité des entreprises ovines. De façon plus spécifique, il visait à caractériser l'effet physiologique du CIDR, à déterminer l'efficacité réelle de la technique du CIDR actuellement utilisée dans les élevages ovins commerciaux du Québec et à optimiser l'efficacité du traitement au CIDR par l'évaluation de deux nouveaux protocoles de synchronisation.

### **3.2. Matériel et Méthodes**

L'expérimentation s'est divisée en deux phases qui ont permis de tester trois différents protocoles d'induction des chaleurs avec le CIDR (330 mg; CIDR<sup>MD</sup> 330, Zoetis, Kirkland, QC, Canada) en CSS. Dans la phase 1, les trois traitements ont été testés sur un groupe de brebis logées à la station expérimentale du Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ) où les conditions environnementales étaient contrôlées. Dans la deuxième phase, les mêmes traitements ont été évalués à différents moments de la CSS dans deux entreprises commerciales de la région de l'Estrie. Comme il était souhaitable d'utiliser des brebis représentatives des élevages commerciaux du Québec, les expériences ont toutes été réalisées avec des brebis hybrides prolifiques Dorset × Romanov (DP × RV).

De plus, tous les animaux utilisés étaient sous une régie intensive de 1,5 agnelage/brebis/année.

### **3.2.1. Phase 1 (station expérimentale)**

Cette partie de l'expérimentation s'est déroulée de mars à juin 2012. Comme plusieurs des manipulations dans la phase 1 exigeaient un suivi serré (prises de sang répétées), des brebis d'un élevage commercial ont été transportées pour être logées à la station expérimentale du CEPOQ à La Pocatière (Québec).

#### *3.2.1.1. Animaux et régie d'élevage*

L'entrée à la station des 45 brebis DP × RV s'est déroulée en mars. Toutes les femelles avaient agnelé au moins une fois, étaient taries (lactation entre 50 et 60 jours) et avaient un intervalle « dernier agnelage — mise à l'accouplement » supérieur à 100 jours. Les animaux ont été en période d'acclimatation pour environ un mois avant le début de la phase expérimentale.

Lors de l'expérimentation, les brebis étaient exposées à la photopériode naturelle via un éclairage artificiel contrôlé par des minuteries. La durée d'éclairement par jour était modifiée toutes les semaines [<http://ptaff.ca/soleil/>]. En mars, les brebis sont naturellement exposées à une période d'allongement de la durée du jour, donc en transition de la SS (jours courts; solstice d'hiver en décembre — 8 h/j de lumière) vers la CSS (jours longs; solstice d'été en juin — 16 h/j de lumière).

Pendant leur première semaine en station, les brebis ont reçu une ration d'adaptation de foin sec. Par la suite, elles ont reçu une ration quotidienne calculée selon les recommandations du NRC (2007) avec le logiciel de formulation de rations OviRation 3.1 (SoftAgro Canada inc., Saint-Ulric, Québec, Canada) : foin sec à volonté, maïs grain rond et minéral. Le poids ou l'état de chair (cote de 1 à 5; 0 = émacié et 5 = très gras) des brebis

ont été mesurés toutes les deux semaines afin de suivre l'évolution de leurs réserves corporelles. Deux jours avant la mise aux béliers (J-1; Figure 3.1), les 45 brebis pesaient en moyenne  $75,6 \pm 10,9$  kg et avait un état de chair moyen de  $3,5 \pm 0,4$ .

Les béliers Dorset requis pour les accouplements ont été choisis dans le troupeau existant du CEPOQ<sup>1</sup> et étaient logés à la station en photopériode naturelle. Les paramètres considérés ou mesurés pour la répartition des béliers au moment des accouplements étaient l'âge, l'état de chair, la circonférence scrotale et la libido. Cette dernière a été évaluée en avril (CSS) avec quatre brebis Dorset du troupeau du CEPOQ qui ont reçu une injection de PGF2 $\alpha$  (20 mg; Lutalyse®, Zoetis Canada, Kirkland, Québec, Canada) et une injection d'œstradiol (2 mg; Estrus®, Rafter 8 Products, Calgary, Alberta, Canada) le lendemain pour provoquer le comportement œstral. Un bélier seul ou avec un ou deux autres béliers était placé avec les quatre brebis en moyenne 30 minutes. Leur comportement vis-à-vis des brebis (intérêt envers la brebis, tentatives de monte, flehmen, mouvements des membres antérieurs, etc.) a été observé et un rang pour chaque bélier par rapport aux autres a été déterminé subjectivement en fonction de l'intensité de sa libido. Suite à cette évaluation, six béliers ont été retenus sur la base des paramètres énoncés ci-haut pour les détections de chaleurs et les saillies. Ceux-ci étaient logés à la station, mais isolés des brebis jusqu'au moment des saillies pour prévenir un « effet bélier ».

### 3.2.1.2. Répartition et traitements de synchronisation

Trois groupes de brebis uniformes en termes d'année de naissance, d'intervalle post-partum (IPP; nombre de jours entre l'agnelage et la remise à l'accouplement), de poids, d'état de chair et de statut reproducteur (cycliques ou non cycliques; section 3.2.1.3) ont été formés quelques jours avant la pose des premiers CIDR. Après la répartition, les brebis d'un même traitement ont été regroupées ensemble dans un seul parc. Pour éviter que la venue en

---

<sup>1</sup> Pour faciliter la réalisation de cette partie de l'expérimentation à la station, des béliers qui étaient déjà présents dans le troupeau du CEPOQ ont été utilisés.

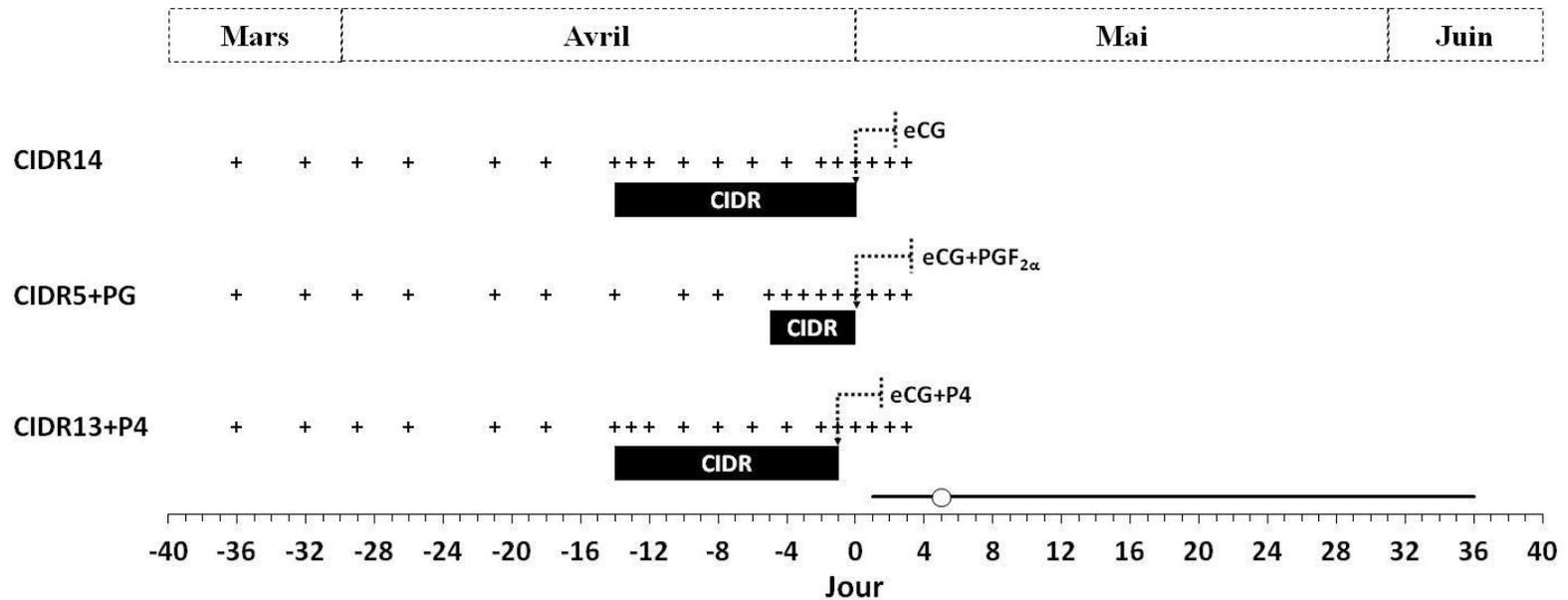
chaleurs des brebis d'un traitement n'influence celle d'un autre, les parcs étaient séparés par un parc vide.

Chacun des trois groupes a été assigné à un des traitements suivants :

**CIDR14** : CIDR pendant 14 j, eCG injectée au retrait du CIDR;

**CIDR5+PG** : CIDR pendant 5 j, eCG + PGF2 $\alpha$  injectées au retrait du CIDR;

**CIDR13+P4** : CIDR pendant 13 j, eCG + P4 injectées au retrait du CIDR.



**Figure 3.1** Dispositif expérimental présentant les traitements de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF<sub>2α</sub> au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale).  
 Le Jour 0 (J0) correspond au retrait des CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG et à 24 h après le retrait des CIDR et l'injection de progestérone pour le traitement CIDR13+P4.  
 + : Prélèvements sanguins; - : Accouplements; ○ : Laparoscopie.

Suite à l'insertion du CIDR, à l'aide de l'applicateur commercial de la compagnie Zoetis, le fil de nylon a été coupé de façon systématique à environ 1 cm de la vulve. De plus, pour les trois traitements, une injection i.m. de 500 U.I. d'eCG (Folligon®, Intervet Canada Ltd., Whitby, Ontario, Canada) a été effectuée au retrait du CIDR. Le traitement CIDR5+PG impliquait une injection i.m. de 20 mg de PGF2 $\alpha$  (Lutalyse®, Zoetis Canada, Kirkland, Québec, Canada) au retrait du dispositif. Le traitement CIDR13+P4 incluait une injection i.m. de 25 mg de progestérone (Progesterone 5 %, Vétoquinol Canada inc., Lavaltrie, Québec, Canada), réalisée également au retrait.

### *3.2.1.3. Prélèvements sanguins et dosage de la progestérone*

Une première série de prélèvements sanguins a été effectuée pour mesurer la concentration de la progestérone sanguine et ainsi déterminer le statut reproducteur de chaque brebis (cyclique ou non) avant le début des traitements d'induction des chaleurs. Six prélèvements ont été effectués tous les 3 à 4 j à partir de 22 j (J-36) jusqu'à quatre jours avant la pose des premiers CIDR (J-18; Figure 3.1). Toutefois, seuls les échantillons prélevés à J-36 (26 mars) et J-26 (5 avril) ont été dosés de façon systématique pour déterminer la cyclicité des brebis. Une brebis dont le dosage d'un de ces deux échantillons plasmatiques prélevés à 10 j d'intervalle présentait une concentration de progestérone supérieure à 0,5 ng/ml était considérée comme ayant un cycle sexuel actif (Thimonier, 2000). En cas de doute, les autres échantillons prélevés pouvaient être dosés.

Dans le but de suivre l'évolution de la progestérone sanguine qui était relâchée par le CIDR au cours du traitement, des prélèvements sanguins ont également été faits sur les brebis selon le plan illustré à la figure 3.1.

Les échantillons sanguins ont été prélevés dans la veine jugulaire à l'aide de tubes héparinés de 10 ml (Vacutainer®, Becton Dickinson, Franklin Lakes, New Jersey, États-Unis). Après le prélèvement, les tubes ont été placés sur la glace et centrifugés dans les heures qui suivaient (1 055  $\times$  g durant 20 min à 4 °C). Le plasma a été recueilli et congelé à

-20 °C dans des microtubes en polypropylène jusqu'au moment des dosages. Pour déterminer le statut reproducteur des brebis (cyclique ou non), le dosage de la progestérone a été réalisé avec une trousse commerciale (Progesterone ultrasensible ELISA kit, Neogen, Lexington, Kentucky, États-Unis). Le coefficient de variation intraessai moyen était de 7,8 %. Les concentrations de progestérone plasmatique pour les prélèvements réalisés juste avant, pendant et après la pose du CIDR ont été déterminées à l'aide d'une autre trousse commerciale (Coat-a-count Progesterone, Siemens, Los Angeles, Californie, États-Unis)<sup>2</sup>. Le coefficient de variation intraessai moyen était de 6,6 % et le coefficient de variation interessai moyen était de 10,9 %.

#### *3.2.1.4. Détection des chaleurs et accouplements*

À J1 (2 mai; 24 h après le retrait des CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG ou 48 h après le retrait dans le cas du traitement CIDR13+P4), deux béliers Dorset équipés de harnais-marqueurs ont été introduits dans chaque parc de 15 brebis (ratio bélier:brebis d'environ 1:8). Les béliers ont été appariés de façon à obtenir trois groupes de béliers similaires en fonction de leur âge, leur cote d'évaluation de libido, leur état de chair et leur circonférence scrotale. Les groupes de béliers ont été interchangés de parc le lendemain de leur introduction avec les brebis afin de limiter au minimum l'effet potentiel des béliers sur les résultats de reproduction. L'identification des brebis en chaleurs (avec une marque de craie sur la croupe) a débuté au moment de la mise aux béliers et a été réalisée à intervalles réguliers (environ toutes les trois heures) dans les trois premiers jours de la période d'accouplement. Par la suite, la vérification des brebis marquées a été faite une fois par jour. La durée totale de la période d'accouplement a été de 35 j. Le nombre de follicules ovulés (taux d'ovulation) pour chacune des brebis a été mesuré par laparoscopie 5 j après la mise aux béliers. Environ un mois après la fin de la période de saillies, les brebis ont été transférées dans une entreprise commerciale pour les mises bas. Finalement, à l'agnelage, la date de mise bas et le nombre d'agneaux nés ont été compilés.

---

<sup>2</sup> La trousse de la compagnie Neogen était celle utilisée précédemment dans le laboratoire où les prélèvements sanguins ont été analysés. La trousse de la compagnie Siemens a par la suite été utilisée suite à la consultation d'articles scientifiques (Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008).

### 3.2.2. Phase 2 (élevages commerciaux)

La deuxième phase du projet s'est déroulée d'avril à août 2012 dans deux élevages ovins commerciaux de la région de l'Estrie au Québec. Les mêmes traitements que ceux décrits à la phase 1 ont été comparés à trois périodes distinctes de la CSS soient, en mai, juin et juillet.

#### 3.2.2.1. Animaux et régie d'élevage

Dans l'élevage 1, entre 52 et 56 brebis matures DP × RV ont été utilisées dans chaque période d'accouplement, pour un total de 161 brebis (Tableau 3.1). Dans l'élevage 2, 125 brebis matures DP × RV ont été utilisées (en groupe de 38 à 44 brebis/période d'accouplement; Tableau 3.1). Toutes les brebis avaient eu un agnelage normal lors de la dernière mise bas, étaient tariées (durée de la lactation entre 50 et 60 jours) et avaient un intervalle « dernier agnelage — mise à l'accouplement » supérieur à 85 jours.

**Tableau 3.1** Performances zootechniques des brebis selon le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux)

	Élevage 1				Élevage 2			
	mai	juin	juillet	ÉTM <sup>2</sup>	mai	juin	juillet	ÉTM <sup>2</sup>
Nombre de brebis	53	52	56	.	44	43	38	.
Poids <sup>1</sup> (kg)	66,7	55,2	55,9	1,2	68,6	70,8	59,8	1,6
État de chair <sup>1</sup>	2,8	3,0	2,9	0,05	2,8	3,0	3,0	0,06

<sup>1</sup> À la mise aux béliers : 30 mai, 21 juin et 18 juillet.

<sup>2</sup> ÉTM : Écart-type de la moyenne.

En ce qui concerne l'alimentation, dans l'élevage 1, suite au tarissement et jusqu'à environ cinq semaines avant l'agnelage, la ration des brebis était composée d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe. Dans l'élevage 2, environ un mois avant la mise à l'accouplement, la ration des brebis était composée d'ensilage de maïs, de foin sec et de maïs grain rond.

Tous de race Suffolk (SU), les béliers sélectionnés pour les saillies dans chaque élevage, ont été gardés isolés des brebis jusqu'à la mise à l'accouplement pour éviter un « effet bélier ». L'alimentation des béliers a aussi été suivie de façon à leur assurer une condition de chair entre 3,0 et 4,0 à la mise à l'accouplement.

#### 3.2.2.2. *Répartition et traitements de synchronisation*

Quelques jours avant ou au moment de la pose des premiers CIDR de chaque période d'accouplement, les brebis ont été réparties dans trois groupes uniformes en termes d'âge ou d'année de naissance, d'IPP, de poids, d'état de chair et de statut reproducteur (cyclique ou non; section 3.2.2.3). Les protocoles hormonaux d'induction des chaleurs comparés étaient les mêmes que ceux testés à la phase 1 (section 3.2.1.2). Après la répartition, les brebis étaient logées dans trois parcs d'accouplement, isolés les uns des autres pour éviter que les chaleurs des brebis d'un parc (traitement) n'influencent celles des brebis des autres traitements.

#### 3.2.2.3. *Prélèvements sanguins et dosage de la progestérone*

Des prélèvements sanguins ont été effectués pour mesurer la concentration sanguine de progestérone et ainsi déterminer le statut reproducteur (cyclique ou non) de toutes les brebis avant le début de chaque période d'accouplement. Trois prélèvements ont été effectués à intervalle de 3-6 j, en débutant environ trois semaines avant la pose des premiers CIDR (J-14). Les échantillons sanguins ont été prélevés, traités et dosés selon la même méthodologie que celle décrite précédemment (section 3.2.1.3). Tous les dosages ont été réalisés avec une des troupes commerciales utilisées à la phase 1 (Progesterone ultrasensible ELISA kit, Neogen, Lexington, Kentucky, États-Unis). Le coefficient de variation intraessai moyen était de 8,4 %

#### 3.2.2.4. *Détection des chaleurs et accouplements*

À J1 (24 h après le retrait du CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG ou 48 h après le retrait pour le traitement CIDR13+P4), trois béliers munis de harnais-marqueur ont

été introduits dans chaque parc de brebis (ratio bélier:brebis variait de 1:4 à 1:7). Pour la période d'accouplement de mai, la mise aux béliers a été réalisée le 30 mai. Quant aux périodes de juin et juillet, la mise aux béliers a été effectuée le 21 juin et le 18 juillet, respectivement. L'observation des brebis en chaleurs a été réalisée au moment de l'introduction des béliers et a duré une heure. Par la suite, l'identification des brebis en chaleurs a été réalisée à intervalles réguliers trois fois par jour, et a été faite jusqu'à ce que toutes les brebis soient venues en chaleurs ou pour une durée maximale de 3 j. Entre 7 et 12 j après l'introduction des béliers (J8 à J13), toutes les brebis des trois traitements ont été placées en un seul groupe pour les accouplements sur les retours en chaleurs. Trois béliers ont été introduits avec le groupe de brebis (ratio bélier:brebis d'environ 1:20) pour une durée totale d'accouplement de 42 à 48 j. Les dates d'agnelages et le nombre d'agneaux nés ont été notés pour chaque brebis.

### **3.2.3. Paramètres mesurés et calculés**

Dans le cadre des analyses, les brebis « traitées » sont définies comme celles ayant reçu un traitement CIDR complet, ce qui exclut les brebis ayant perdu leur implant. À la station expérimentale et dans les deux entreprises commerciales, plusieurs paramètres ont été compilés pour chaque groupe d'accouplement : le taux de venue en chaleurs induites (nombre de brebis venues en chaleurs dans un délai de 96 h suivant le retrait du CIDR/nombre de brebis traitées avec le CIDR), le taux de venue en chaleurs total (nombre de brebis venues en chaleurs pendant toute la période d'accouplement/nombre de brebis traitées avec le CIDR) et le taux de venue en chaleurs induites dans un délai < 24, 48, 72 et 96 h suivant le retrait du CIDR. De plus, suite à l'agnelage, la fertilité sur les chaleurs induites (nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR/nombre de brebis traitées avec le CIDR) et la fertilité totale (nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante liée à toute la période d'accouplement/nombre de brebis traitées avec le CIDR) ont été calculées. La prolificité liée aux chaleurs induites (nombre d'agneaux nés/nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR) et la prolificité liée aux retours en chaleurs (nombre d'agneaux nés/nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante sur un retour en chaleurs) ont

également été compilées. Finalement, la productivité totale (nombre d'agneaux nés suite à une saillie fécondante liée à toute la période d'accouplement/nombre de brebis traitées avec le CIDR) qui combine la fertilité totale et la prolificité totale a été calculée.

De plus, à la station expérimentale, le taux d'ovulation (nombre de follicules ovulés/nombre de brebis traitées avec le CIDR) a été mesuré et le taux de fécondation (nombre d'agneaux nés suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR/nombre de follicules ovulés) a été calculé.

### **3.2.4. Analyses statistiques**

#### *3.2.4.1. Paramètres zootechniques*

À la station expérimentale, des 45 brebis traitées avec un CIDR, une brebis est décédée avant l'agnelage. Elle n'a donc pas été considérée pour les analyses de fertilité et de prolificité. Le poids vif à la répartition et à la mise aux béliers ainsi que l'âge à la répartition, les taux d'ovulation et de fécondation, ont été comparés à l'aide de la procédure MIXED de SAS (2001) en utilisant le traitement CIDR (CIDR14, CIDR5+PG et CIDR13+P4) comme facteur fixe. Pour ce qui est des données catégoriques comme l'état de chair des brebis à la répartition et à la mise aux béliers, la prolificité et la productivité, la procédure GLIMMIX a été choisie en utilisant une fonction des logits cumulés (link = cumlogit). Lorsque l'effet des traitements CIDR était significatif, les moyennes ont été comparées en utilisant l'énoncé CONTRAST approprié. Le taux de venue en chaleurs induites ainsi que les taux pour chaque intervalle de 24 h, la fertilité sur les chaleurs induites et la fertilité totale ont été traités comme des données binomiales (0 et 1) en utilisant la fonction de lien logit (link = logit) de la procédure GLIMMIX. Dans ce cas, les moyennes des traitements CIDR ont été comparées en utilisant le test de comparaison multiple de Tukey-Kramer (LSMEANS/PDIFF).

Dans les deux élevages commerciaux, seulement deux brebis ont perdu leur CIDR (1/élevage). Puisque ces brebis n'ont pas reçu le traitement complet, leurs données n'ont

pas été considérées dans les analyses. Au total, 284 brebis ont été considérées comme « traitées ». Quatre brebis ont avorté; seulement l'information sur leur fertilité totale a été considérée. De plus, sept brebis n'ont pas de données d'agnelage valides (deux brebis décédées et cinq données manquantes). Pour le mois du début de la période d'accouplement de mai dans l'élevage 2, les résultats sur le statut reproducteur (cyclique ou non) des brebis n'ont pas été considérés puisque les brebis ont été mises en contact par erreur avec des béliers vasectomisés avant la pose des premiers CIDR. La présence des béliers (« effet bélier ») a pu influencer positivement la cyclicité des brebis. Pour l'analyse des résultats dans les deux élevages commerciaux, les procédures décrites précédemment ont été utilisées, mais en utilisant le mois du début de la période d'accouplement (« Mois » : mai, juin ou juillet), le traitement CIDR (« Trt » : CIDR14, CIDR5+PG et CIDR13+P4), l'élevage (« Élevage » : 1 et 2) et les interactions Mois × Trt, Élevage × Trt et Élevage × Mois × Trt comme facteurs fixes. Lorsque l'interaction Élevage × Trt ou Élevage × Mois × Trt étaient significatives, la comparaison des traitements CIDR était effectuée pour chaque élevage commercial dans un modèle incluant le mois, le traitement et l'interaction Mois × Trt comme facteurs fixes. Dans le cas où l'interaction Mois × Trt était significative, la comparaison des traitements CIDR a été effectuée pour chaque mois en incluant l'élevage, le traitement et l'interaction Élevage × Trt comme facteurs fixes dans le modèle.

#### 3.2.4.2. *Dosages hormonaux*

Afin de pouvoir quantifier la progestérone exogène délivrée par le CIDR, seules les brebis ayant un cycle sexuel inactif (absence de progestérone endogène au moment de la pose du CIDR) ont été retenues pour l'analyse.

Pour comparer les concentrations de progestérone dans les jours suivant la pose du CIDR, précédant le retrait ou encore la chute des concentrations suivant le retrait, la procédure MIXED de SAS (2001) a été utilisée. Les facteurs fixes inclus dans le modèle ont été le jour de prélèvement (« Prel »), le traitement CIDR (« Trt ») et l'interaction Prel × Trt. Dans cette analyse, le jour de prélèvement a été considéré en mesures répétées. La structure de

covariance a été choisie en se basant sur le critère d'Akaike (AIC; le plus petit étant le meilleur). Comme l'interaction  $\text{Prel} \times \text{Trt}$  était significative, l'effet des traitements a été analysé pour chaque journée de prélèvement avec la procédure MIXED et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey-Kramer.

Les concentrations de progestérone moyennes et maximales suivant la pose du CIDR ont également été établies pour chaque brebis et ces données ont été analysées selon le traitement CIDR avec la procédure MIXED. Pour le calcul des valeurs moyennes et maximales de progestérone délivrées par le CIDR des brebis du traitement CIDR13+P4, seules les concentrations de progestérone antérieures à l'injection de progestérone ont été considérées.

### **3.3. Résultats**

#### **3.3.1. Phase 1 (station expérimentale)**

##### *3.3.1.1. Rétention du CIDR et venue en chaleurs*

Sur les 45 brebis qui ont reçu un implant de CIDR, aucune ne l'a perdu. Toutes les brebis du traitement CIDR14 sont venues en chaleurs dans un délai de 96 h suivant le retrait du CIDR (Tableau 3.2). Pour les traitements CIDR5+PG et CIDR13+P4, une brebis de chaque groupe n'a pas montré de chaleurs dans ce même délai. Le taux de venue en chaleurs induites dans un délai < 24, 48, 72 et 96 h suivant le retrait a été comparable entre les trois traitements ( $P > 0,2$ ; Figure 3.2). En considérant toute la période d'accouplement (35 j), le taux de venue en chaleurs total a été de 100 % dans tous les traitements.

##### *3.3.1.2. Taux d'ovulation et de fécondation*

Toutes les brebis avaient ovulé dans les cinq jours suivant la mise à l'accouplement (J6). Le taux d'ovulation n'a pas été différent entre les traitements ( $P = 0,5427$ ; Tableau 3.2). Le taux de fécondation des ovules n'a pas été différent entre les traitements ( $P = 0,7421$ ; Tableau 3.2).

**Tableau 3.2** Performances de reproduction des brebis sur les chaleurs induites par les traitements de synchronisation en contre-saison sexuelle (station expérimentale)

	Traitement <sup>1</sup>			Valeur de <i>P</i>
	CIDR14	CIDR5+PG	CIDR13+P4	
Brebis traitées <sup>2</sup> (n)	15	15	15	.
Taux de venue en chaleurs <sup>3</sup> (%)	100	93,3	93,3	.
Taux d'ovulation <sup>4</sup>	3,87	3,40	3,47	0,5427
Taux de fécondation <sup>5</sup> (%)	69,0	73,0	78,7 <sup>6</sup>	0,7421
Fertilité <sup>7</sup> (%)	80,0	66,7	35,7 <sup>6</sup>	0,0677
Prolificité <sup>8</sup>	2,67	2,50	3,20 <sup>6</sup>	0,2726

<sup>1</sup> CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait.

<sup>2</sup> Excluant les brebis ayant perdu leur CIDR.

<sup>3</sup> Nombre de brebis venues en chaleurs dans un délai de 96 h suivant le retrait du CIDR/nombre de brebis traitées avec le CIDR.

<sup>4</sup> Nombre de follicules ovulés/nombre de brebis traitées avec le CIDR.

<sup>5</sup> Nombre d'agneaux nés suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR/nombre de follicules ovulés.

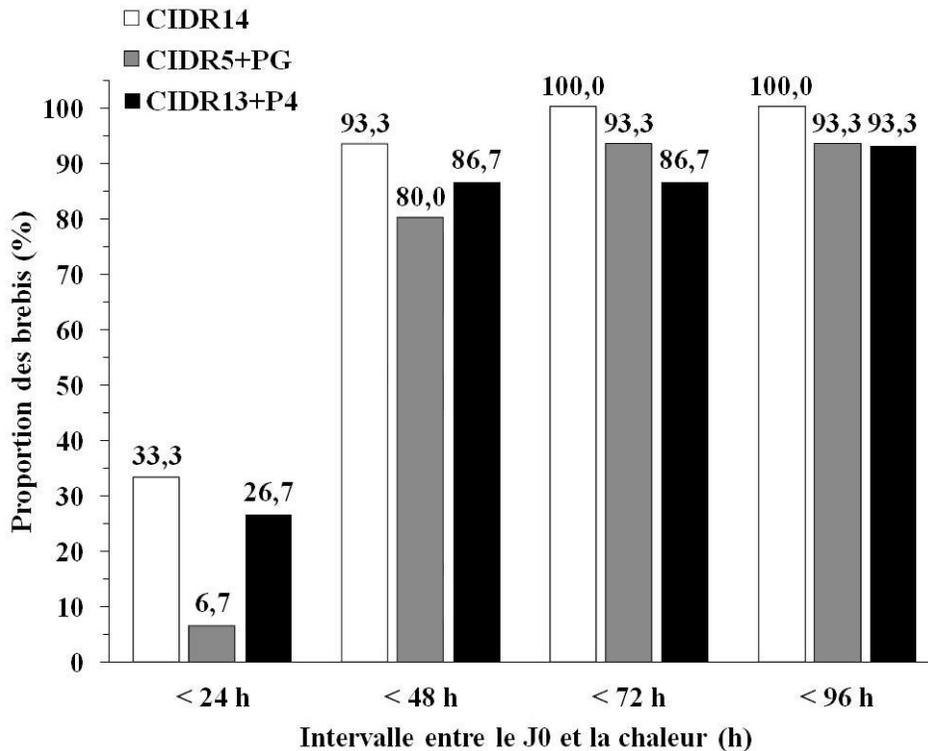
<sup>6</sup> Valeur calculée sur 14 brebis, car une brebis est décédée avant l'agnelage.

<sup>7</sup> Nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR/nombre de brebis traitées avec le CIDR.

<sup>8</sup> Nombre d'agneaux nés/nombre de brebis agnelées suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR.

### 3.3.1.3. Fertilité sur les chaleurs induites et fertilité totale

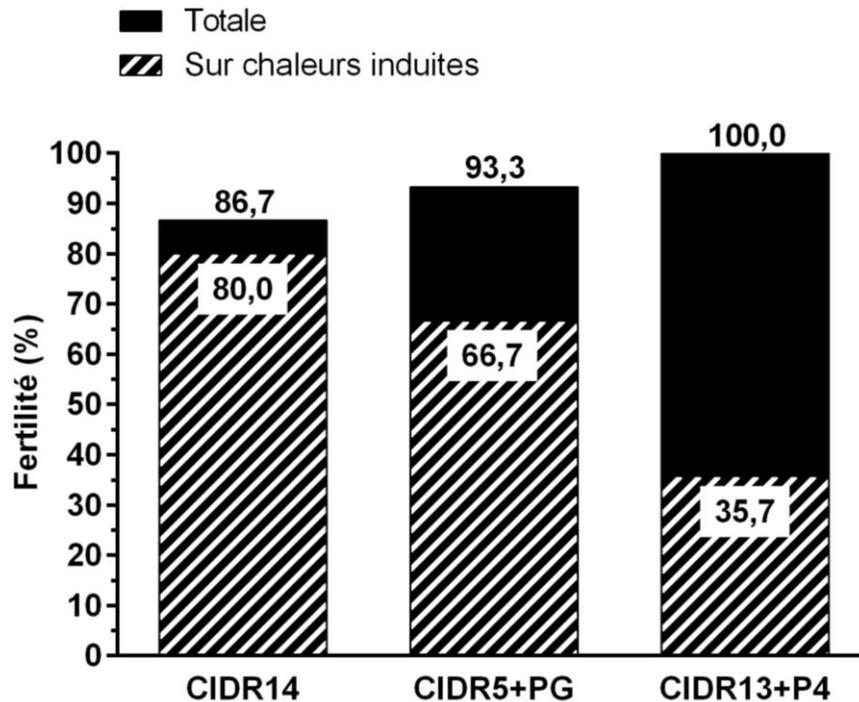
Les trois traitements ont eu tendance à affecter différemment la fertilité sur les chaleurs induites par le CIDR (Tableau 3.2). En effet, la fertilité associée au traitement CIDR14 montrait une tendance à être supérieure à celle obtenue avec le traitement CIDR13+P4 (80,0 % vs 35,7 %;  $P = 0,0650$ ; Figure 3.3). Bien que la fertilité sur les chaleurs induites des brebis du traitement CIDR5+PG semble différer numériquement de celle du traitement CIDR13+P4 (66,7 % vs 35,7 %), aucune différence significative n'a été observée ( $P = 0,2413$ ). Même constat pour la comparaison entre les traitements CIDR14 et CIDR5+PG, dont les fertilités sur les chaleurs induites n'étaient pas différentes ( $P = 0,6936$ ). Pour ce qui est de la fertilité totale, elle n'a pas été différente pour les trois traitements ( $P = 0,8367$ ; Figure 3.3).



**Figure 3.2** Fréquence cumulative des chaleurs induites dans un délai de 96 h suivant le retrait des CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale). Le Jour 0 (J0) correspond au retrait des CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG et à 24 h après le retrait des CIDR et l'injection de progestérone pour le traitement CIDR13+P4.

#### 3.3.1.4. Prolificté

Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements autant pour la prolificité liée aux chaleurs induites ( $P = 0,2726$ ; Tableau 3.2), que pour la prolificité liée aux retours en chaleurs (2,00, 2,50 et 2,33 agneaux nés/brebis agnelée pour une brebis du traitement CIDR14, quatre brebis du traitement CIDR5+PG et 9 brebis du traitement CIDR13+P4 respectivement;  $P = 0,8537$ ).



**Figure 3.3** Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale).  
La fertilité sur les chaleurs induites a montré une tendance à être différente entre les traitements (CIDR14 > CIDR13+P4; P = 0,0650).

#### 3.3.1.5. Productivité totale

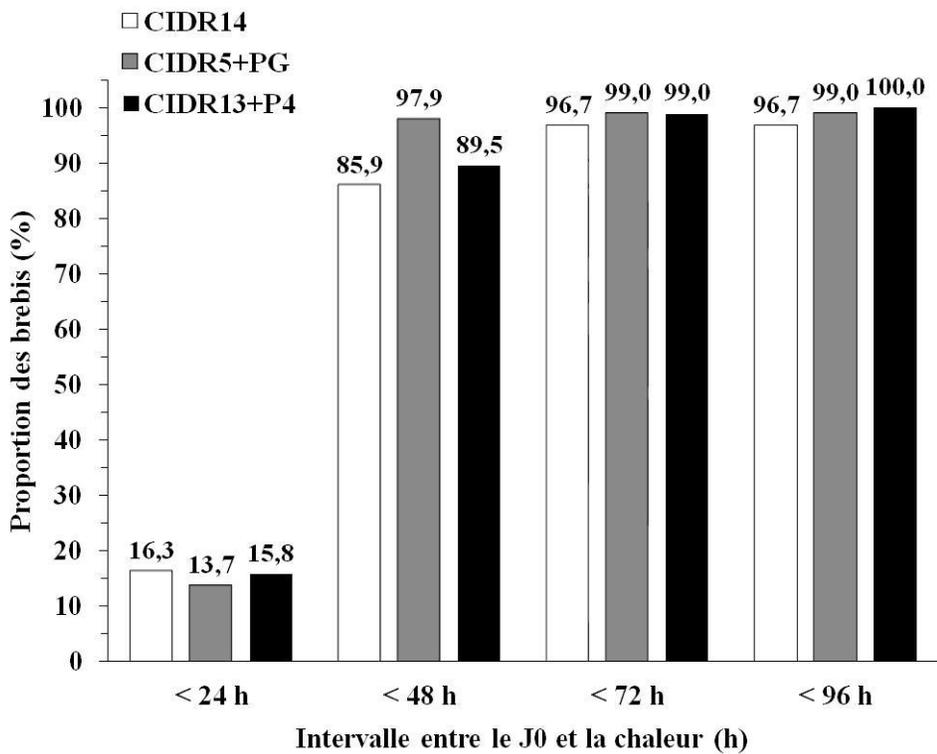
Concernant la productivité totale, qui combine la fertilité totale à la prolificité totale, aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements (2,27 agneaux nés/brebis traitée pour CIDR14, 2,33 pour CIDR5+PG et 2,64 pour CIDR13+P4; P = 0,7487).

### 3.3.2. Phase 2 (élevages commerciaux)

#### 3.3.2.1. Rétention du CIDR et venue en chaleurs

Sur les 286 brebis qui ont reçu un implant de CIDR au cours de la phase 2, seulement deux brebis ont perdu leur implant, ce qui correspond à un taux de perte de 0,7 %.

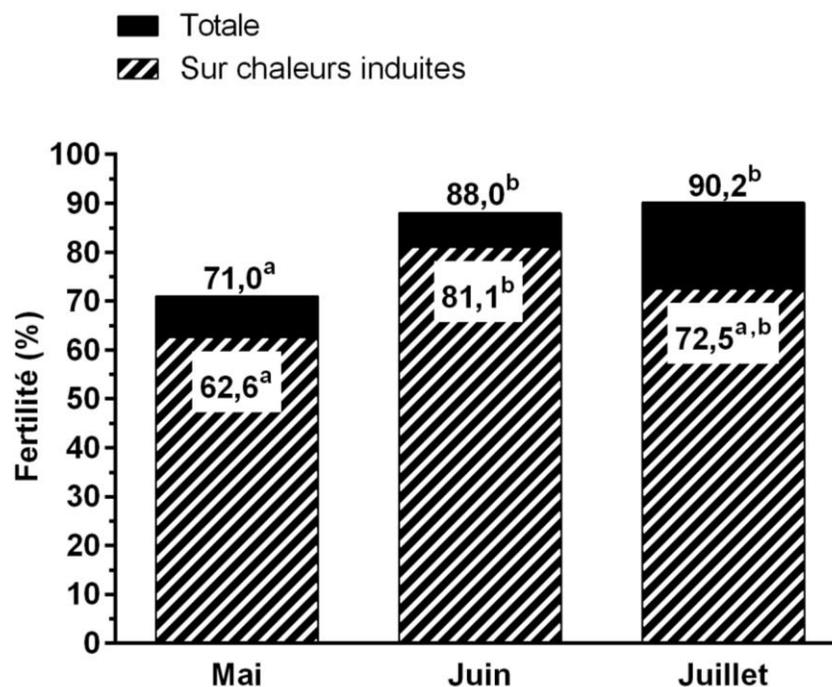
Les taux de venue en chaleurs dans un délai de 96 h suivant le retrait des CIDR ont été comparables entre les traitements (97,9 % pour les élevages commerciaux et mois du début de la période d'accouplement confondus;  $P = 0,2572$ ). De plus, le taux de venue en chaleurs pour toute la période d'accouplement (entre 42 et 48 j) a été de près de 100 % pour tous les traitements. Aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements en ce qui concerne la répartition des chaleurs induites par le CIDR dans un délai < 24, 48, 72 et 96 h suivant le retrait du dispositif (élevages commerciaux et mois du début de la période d'accouplement confondus;  $P > 0,8$ ; Figure 3.4).



**Figure 3.4** Fréquence cumulative des chaleurs induites dans un délai de 96 h suivant le retrait des CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux et mois du début de la période d'accouplement confondus). Le Jour 0 (J0) correspond au retrait des CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG et à 24 h après le retrait des CIDR et l'injection de progestérone pour le traitement CIDR13+P4.

### 3.3.2.2. Fertilité sur les chaleurs induites et fertilité totale

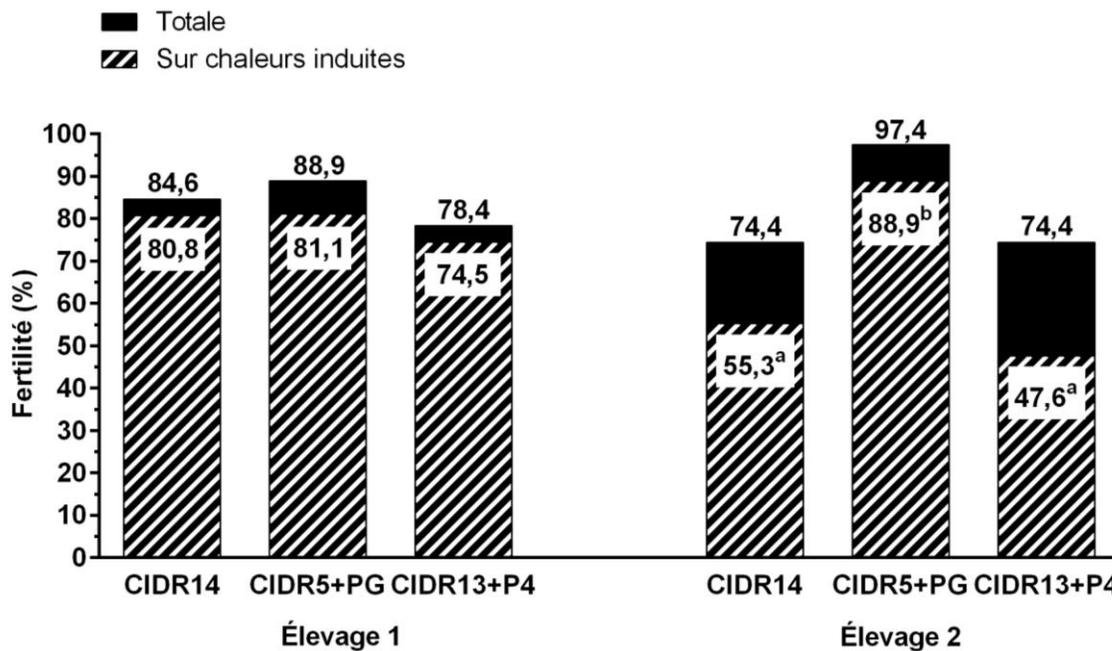
Globalement, la fertilité sur les chaleurs induites en mai a été inférieure à celle de juin (62,6 % vs 81,1 %;  $P = 0,0156$ ; Figure 3.5). L'effet des trois traitements concernant la fertilité sur les chaleurs induites a été différent selon l'élevage (interaction Élevage  $\times$  Trt;  $P = 0,0367$ ). Les résultats des élevages commerciaux ont donc été analysés séparément pour cette variable. Dans l'élevage 1, la fertilité sur les chaleurs induites se situait entre 74,5 % et 81,1 % pour toutes les brebis traitées (Figure 3.6). Aucune différence significative n'a été décelée pour cette variable entre les traitements ( $P = 0,5521$ ). Par contre, dans l'élevage 2, la fertilité sur les chaleurs induites des brebis a été significativement différente en fonction du traitement ( $P = 0,0031$ ). En effet, la fertilité du traitement CIDR5+PG de 88,9 % a été supérieure à celle obtenue avec le traitement CIDR14 (55,3 %;  $P = 0,0117$ ) et à celle liée au traitement CIDR13+P4 (47,6 %;  $P = 0,0024$ ).



**Figure 3.5** Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux et traitements confondus).

<sup>a,b</sup> Pour une même variable, les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ).

Globalement, la fertilité totale a aussi été différente selon le mois du début de la période d'accouplement ( $P = 0,0015$ ; Figure 3.5); de moins bons résultats ayant été obtenus en mai (71,0 %), comparativement à juin (88,0 %;  $P = 0,0157$ ) et juillet (90,2 %;  $P = 0,0055$ ). Contrairement à la fertilité sur les chaleurs induites, les effets des traitements sur la fertilité totale ont été identiques dans les deux élevages commerciaux. En analysant la fertilité totale pour les différents mois du début de la période d'accouplement (élevages commerciaux confondus), l'effet des traitements est apparu significatif ( $P = 0,0192$ ). La fertilité totale du traitement CIDR5+PG (92,4 %) était significativement plus élevée que celle obtenue avec le traitement CIDR13+P4 (76,6 %;  $P = 0,0155$ ) et elle tendait aussi à être plus élevée que celle du traitement CIDR14 (80,2 %;  $P = 0,0583$ ).



**Figure 3.6** Fertilité des brebis sur les chaleurs induites et fertilité totale selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) et l'élevage en contre-saison sexuelle (mois du début de la période d'accouplement confondus).

<sup>a,b</sup> Pour un même élevage commercial et une même variable, les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ).

#### 3.3.2.3. Prolificté

Pour la prolificté liée aux chaleurs induites, l'interaction Élevage  $\times$  Mois  $\times$  Trt avait tendance à être significative ( $P = 0,0571$ ). De ce fait, la prolificté a été analysée de façon séparée pour chacun des élevages commerciaux. Dans l'élevage 1, elle tendait à différer entre les traitements ( $P = 0,0635$ ; Tableau 3.3). En effet, en considérant les mois du début de la période d'accouplement confondus, la prolificté de 1,79 agneaux nés/brebis agnelée du traitement CIDR13+P4 était inférieure à celle du traitement CIDR5+PG (2,07;  $P = 0,0239$ ) et tendait à être inférieure à celle du traitement CIDR14 (2,00;  $P = 0,0791$ ). Dans l'élevage 2, l'interaction Mois  $\times$  Trt était significative ( $P = 0,0291$ ; Tableau 3.3). Par contre, en analysant la prolificté par mois du début de la période d'accouplement, l'effet des traitements n'était jamais significatif ( $P > 0,1$ ).

La prolificté liée aux retours en chaleurs ( $n = 34$ ) a été en moyenne de 1,88 agneaux nés/brebis agnelée et a été comparable entre les élevages commerciaux ( $P = 0,7573$ ), les mois du début de la période d'accouplement ( $P = 0,6870$ ) et les traitements de synchronisation ( $P = 0,2050$ ).

#### 3.3.2.4. Productivité totale

La productivité totale a été similaire selon l'élevage ( $P = 0,1692$ ), mais différente entre les traitements de synchronisation ( $P = 0,0034$ ) et les mois du début de la période d'accouplement ( $P = 0,0475$ ). En effet, le traitement CIDR5+PG a permis d'obtenir une productivité totale de 2,02 agneaux nés/brebis traitée, supérieure à celle des traitements CIDR14 (1,65;  $P = 0,0280$ ) et CIDR13+P4 (1,52;  $P = 0,0009$ ). De plus, en mai, la productivité de 1,47 agneaux nés/brebis traitée a été plus basse qu'en juin (1,80;  $P = 0,0422$ ) et en juillet (1,91;  $P = 0,0237$ ).

**Tableau 3.3** Prolifécité liée aux chaleurs induites des brebis selon le traitement de synchronisation et le mois du début de la période d'accouplement en contre-saison sexuelle (élevages commerciaux)

Élevage	Mai			Juin			Juillet			Valeur de $P^2$		
	CIDR14 <sup>1</sup>	CIDR5+PG <sup>1</sup>	CIDR13+P4 <sup>1</sup>	CIDR14	CIDR5+PG	CIDR13+P4	CIDR14	CIDR5+PG	CIDR13+P4	M	T	M × T
1	2,27 (11) <sup>3</sup>	2,00 (13)	1,77 (13)	1,87 (15)	2,13 (16)	1,58 (12)	1,94 (16)	2,07 (14)	2,00 (13)	0,5576	0,0635	0,4425
2	1,60 (5)	2,33 (9)	2,67 (6)	2,67 (9)	2,09 (11)	2,20 (10)	2,00 (7)	2,67 (12)	3,50 (4)	0,4193	0,0576	0,0291

<sup>1</sup> CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait.

<sup>2</sup> M : mois du début de la période d'accouplement, T : traitement de synchronisation.

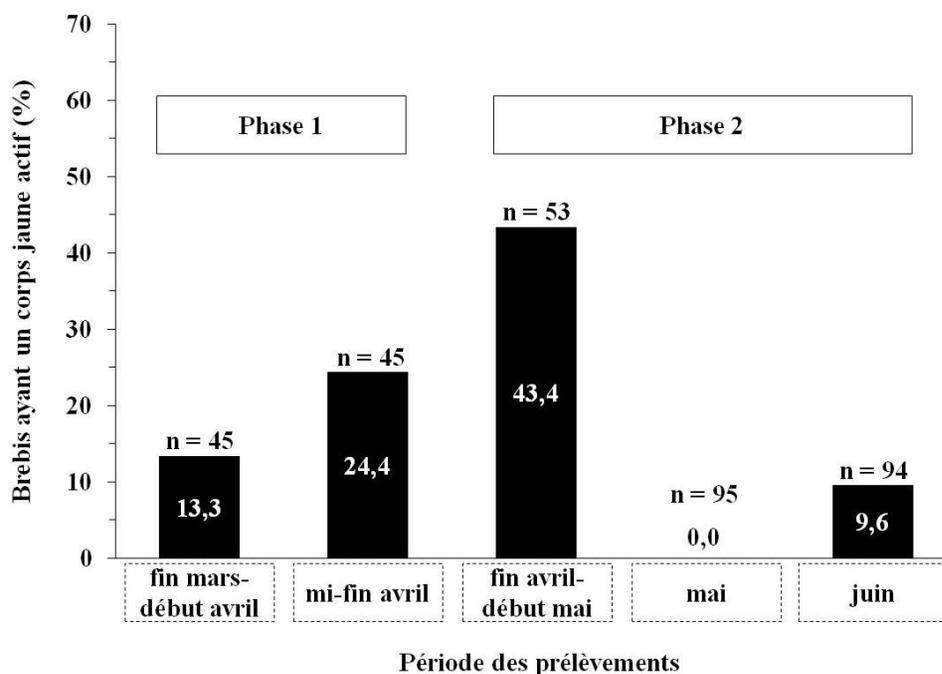
<sup>3</sup> Moyenne du nombre d'agneaux nés suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite par le CIDR/nombre de brebis agnelées (nombre de brebis)

### 3.3.3. Mesures de progestérone

#### 3.3.3.1. Activité sexuelle en contre-saison

Les prélèvements sanguins réalisés à la station expérimentale de la fin mars au début du mois d'avril ont révélé la présence de progestérone endogène chez 13,3 % des brebis à cette période de l'année (Figure 3.7). Toutefois, au moment de la pose des CIDR, de la mi- à la fin d'avril, 24,4 % des brebis semblaient avoir un corps jaune actif (Figure 3.7). Les prélèvements sanguins de seulement 8,9 % des brebis révélaient la présence de progestérone aux deux périodes.

Dans la période fin avril, début mai (élevage 1), 43,4 % des brebis prélevées présentaient des signes de cyclicité (Figure 3.7). En mai, aucune brebis ne cyclait dans les deux élevages, alors qu'en juin, 9,6 % des brebis prélevées dans les élevages 1 et 2 avaient un cycle sexuel actif.



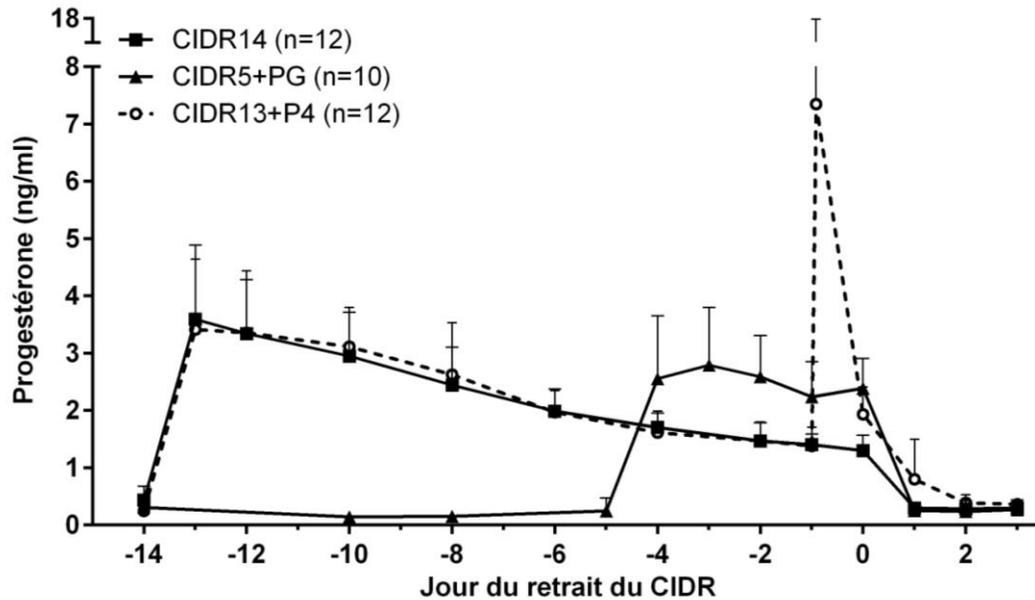
**Figure 3.7** Proportion (%) des brebis ayant un corps jaune actif pendant cinq périodes de la contre-saison sexuelle.

Brebis cyclique : une brebis dont le dosage d'un des deux échantillons plasmatiques prélevés à 9 ou 10 j d'intervalle a démontré une concentration de progestérone supérieure à 0,5 ng/ml.

### 3.3.3.2. Concentrations de progestérone sanguine délivrée pendant le traitement CIDR

Suite à l'insertion du CIDR, la progestérone sanguine a rapidement augmenté pour atteindre une valeur maximale un jour (CIDR14 et CIDR13+P4) ou deux jours (CIDR5+PG) après l'insertion de l'implant (Figure 3.8). Cette concentration maximale de progestérone atteinte pendant la durée du traitement a été comparable entre les trois traitements ( $3,58 \pm 1,05$  ng/ml pour les trois traitements confondus;  $P = 0,3166$ ). Par la suite, la concentration de progestérone a graduellement diminué pour les traitements CIDR14 et CIDR13+P4. Au J-1, la concentration était de  $1,40 \pm 0,19$  ng/ml pour CIDR14 et  $1,38 \pm 0,33$  ng/ml pour CIDR13+P4 (Figure 3.8). L'injection de progestérone du traitement CIDR13+P4 (J-1) a provoqué une augmentation importante de la concentration qui était de  $7,35 \pm 10,42$  ng/ml, 2 h après l'injection et le retrait du CIDR (Figure 3.8). Pour le traitement CIDR5+PG, la concentration de progestérone se situait entre  $2,24 \pm 0,62$  ng/ml et  $2,79 \pm 1,01$  ng/ml pendant toute la durée du traitement (Figure 3.8).

À J0, la concentration de progestérone différait selon le traitement ( $P < 0,0001$ ; Figure 3.8). Ainsi, les brebis du traitement CIDR14 avaient une concentration de  $1,30 \pm 0,27$  ng/ml, inférieure à celle des traitements CIDR5+PG ( $2,39 \pm 0,52$  ng/ml;  $P < 0,0001$ ) et CIDR13+P4 ( $1,93 \pm 0,48$  ng/ml;  $P = 0,0030$ ). Les brebis du traitement CIDR5+PG avaient une concentration de progestérone à J0 qui tendait à être supérieure à celle du traitement CIDR13+P4 ( $P = 0,0510$ ; Figure 3.8). À J1, la concentration de progestérone était inférieure à 1 ng/ml dans les trois traitements (Figure 3.8). Toutefois, celle du traitement CIDR13+P4 était supérieure à celle du traitement CIDR14 ( $P = 0,0194$ ) et CIDR5+PG ( $P = 0,0150$ ). Finalement, la concentration moyenne de progestérone pendant le traitement a été comparable ( $2,37 \pm 0,57$  ng/ml pour les trois traitements confondus;  $P = 0,5581$ ).



**Figure 3.8** Évolution de la concentration de progestérone exogène délivrée dans le sang des brebis par le CIDR selon le traitement de synchronisation (CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait) en contre-saison sexuelle (station expérimentale). L'insertion du CIDR était à J-14 (CIDR14 et CIDR13+P4) et à J-5 (CIDR5+PG). Le Jour 0 (J0) correspond au retrait des CIDR pour les traitements CIDR14 et CIDR5+PG et à 24 h après le retrait des CIDR et l'injection de progestérone pour le traitement CIDR13+P4.

### 3.4. Discussion

L'analyse de l'efficacité d'un traitement progestatif pour favoriser la reproduction des brebis en CSS, comme celui du CIDR, comporte plusieurs aspects à considérer : l'induction des chaleurs chez la majorité des brebis, la synchronisation des chaleurs des brebis sur une courte période, l'effet physiologique du CIDR par sa libération de progestérone dans le temps, la capacité de rétention du CIDR à l'intérieur du vagin pendant le traitement et les résultats de fertilité subséquents. La productivité totale représente ultimement le critère de sélection qui permet de choisir le traitement de synchronisation.

Le premier aspect concerne l'effet physiologique du CIDR. Les courbes moyennes de libération de progestérone pendant les traitements de 14 et 13 j ont été similaires aux

courbes présentées dans la littérature (Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008). Les résultats montrent que le CIDR permet d'atteindre une concentration maximale de progestérone plasmatique légèrement inférieure à celle d'un cycle œstral naturel. À titre comparatif, chez sept brebis de l'étude qui avaient un cycle sexuel encore actif en CSS (fin mars, début avril), la valeur moyenne de la concentration maximale de progestérone endogène atteinte lors d'un cycle sexuel avant l'insertion du CIDR, était de  $5,73 \pm 1,17$  ng/ml (données non présentées). Chez des brebis ayant un cycle sexuel inactif (absence de progestérone endogène à la mi-, fin avril), la concentration maximale de progestérone libérée par le CIDR (trois traitements confondus) était de  $3,58 \pm 1,05$  ng/ml. La concentration maximale, mesurée dans la présente étude, est également inférieure à celle obtenue dans les études d'Husein (Husein et Haddad, 2006; Husein et Ababneh, 2008), qui est de l'ordre de 5-6 ng/ml pour des traitements de 12 j. La concentration moyenne de progestérone pendant le traitement CIDR était de  $2,37 \pm 0,57$  ng/ml (trois traitements confondus), ce qui est inférieur à la moyenne obtenue pour un traitement de 12 j dans une autre étude ( $3,5 \pm 0,2$  ng/ml; Husein et Haddad, 2006). Ces différences peuvent s'expliquer, entre autres, par le fait qu'il peut y avoir une variabilité des concentrations de progestérone associée au génotype des brebis prélevées entre cette étude et celles répertoriées dans la littérature. Malgré le fait que le CIDR ne permet pas d'atteindre des concentrations maximale ou moyenne de progestérone aussi élevées que celles obtenues dans un cycle sexuel normal et celles rapportées dans certaines études, de façon générale, le traitement a fourni suffisamment de progestérone pour bien induire et synchroniser la venue en chaleurs des brebis.

Dans le présent projet, de faibles concentrations de progestérone ont été observées à la fin du traitement CIDR de longue durée (14 j), tel qu'aussi rapporté dans la littérature (Ungerfeld et Rubianes, 1999; Knights *et al.*, 2001). En effet, après 14 j de traitement, la concentration de progestérone au retrait du CIDR n'était plus que de 36 % de la concentration maximale atteinte pendant le traitement. En ce qui concerne le traitement de courte durée (5 j), la concentration de progestérone restait élevée pendant toute la durée du traitement pour se situer encore à environ 86 % de la concentration maximale atteinte pendant le traitement au moment du retrait du CIDR. Fukui *et al.* (1994) ont également

soulevé que la concentration de progestérone au retrait d'un CIDR inséré pendant 12 j était inférieure à celle d'un traitement de 6 et 9 j (Fukui *et al.*, 1994). Malgré cette différence significative de la concentration de progestérone au moment du retrait entre les traitements de 14 et 5 j, le taux de venue en chaleurs induites a été comparable entre les deux traitements, ce qui était également le cas dans l'étude de Fukui *et al.* (1994). Les résultats à la station expérimentale qui ne montrent aucun effet des traitements de longue et courte durée sur le taux d'ovulation laissent supposer que les concentrations de progestérone n'ont pas eu d'influence sur les événements physiologiques liés à la croissance folliculaire, à l'ovulation et au comportement œstral. Le traitement de 5 j a permis d'obtenir une fertilité sur les chaleurs induites supérieure aux deux autres traitements seulement dans l'élevage 2. Dans les deux autres sites expérimentaux, cette variable a été comparable entre les trois protocoles. Les résultats observés dans l'élevage 2 s'expliquent difficilement, mais il est possible d'énoncer que, peu importe les conditions environnementales des différents sites expérimentaux, le traitement de courte durée, avec une concentration de progestérone élevée pendant tout le traitement, a toujours permis de maintenir une fertilité > 65 %.

En ce qui concerne la capacité de rétention du CIDR, le très faible taux de perte de CIDR pendant les traitements a été comparable à ceux rapportés dans plusieurs études qui le situe entre 0 et 4 % (Davis *et al.*, 1986; Ghalsasi et Nimbkar, 1996; Hashemi *et al.*, 2006). Cependant, d'autres études obtiennent des taux de perte bien supérieurs se situant entre 10 et 16 % (Wheaton *et al.*, 1992; Fukui *et al.*, 1993b; Omontese *et al.*, 2010). L'insertion méthodique du CIDR avec l'applicateur fourni par le fabricant et le raccourcissement du fil, qui sert au retrait du CIDR, à environ 1 cm de la vulve sont sans doute des aspects qui ont permis l'atteinte d'un taux de rétention très élevé dans la présente étude.

Les trois différents protocoles ont permis d'induire et de synchroniser les chaleurs chez une très grande majorité des brebis. En effet, le taux de venue en chaleurs induites pour tous les traitements et les essais confondus a été de 93 %. Il se compare à ceux obtenus dans plusieurs études qui évaluent le CIDR avec des protocoles d'une durée de 6 à 14 jours en combinaison avec l'administration d'eCG (Ungerfeld et Rubianes, 1999; Kohno *et al.*,

2005; Ozyurtlu *et al.*, 2010). De plus, en analysant la répartition des chaleurs induites, il est possible de remarquer que les trois différents traitements CIDR (essais confondus) ont induit l'œstrus dans un délai de 48 h après le retrait chez la très grande majorité des brebis ( $\geq 80\%$ ). Cette observation est similaire à celle rapportée dans plusieurs études (Maxwell et Barnes, 1986; McMillan, 1987; Kohno *et al.*, 2005). Ainsi, le début de l'œstrus des brebis après le retrait des CIDR est rapide et les chaleurs sont regroupées. D'ailleurs, une recommandation pratique intéressante a été soulevée dans une étude qui évaluait un traitement CIDR de 12 j, en comparant la mise aux béliers 30 h ou 48 h après le retrait du CIDR (McMillan, 1987). Les résultats suggéraient que la mise à l'accouplement devrait être faite plus tôt après le retrait de l'implant, à 30 h plutôt qu'à 48 h, afin de maximiser la proportion de brebis qui agnèlent suite à une saillie fécondante sur une chaleur induite.

L'autre aspect à considérer dans l'efficacité du CIDR est le fait de savoir dans quelle mesure une chaleur induite par ce traitement peut mener à une saillie fécondante. Dans la présente étude, la fertilité sur les chaleurs induites n'a pas varié de la même façon selon le traitement à la station expérimentale et dans les deux élevages commerciaux. À la station et dans l'élevage 1, la fertilité sur les chaleurs induites a été comparable entre les traitements. Pour le traitement standard de 14 j, la fertilité sur les chaleurs induites était autour de 80 % à la station et dans l'élevage 1. De façon comparable, Husein et Haddad (2006) et Ozyurtlu *et al.* (2010) ont obtenu une fertilité sur les chaleurs induites de 79 % et 70 % suite à un traitement de 12 j avec injection d'eCG au retrait. Toutefois, dans l'élevage 2, la fertilité de 55 % du traitement standard a été plus basse que celle obtenue dans ces précédentes études. D'ailleurs, plusieurs articles qui traitent de traitements CIDR de longue durée avec eCG, rapportent une fertilité à l'échographie très variable, entre 30 et 86 % (Smith *et al.*, 1988; Husein et Haddad, 2006; Zonturlu *et al.*, 2008). En ce qui concerne le traitement court, la fertilité sur les chaleurs induites était de 67 % à la station. Dans les deux élevages commerciaux, la fertilité pour ce traitement a été  $\geq 81\%$ . En comparaison, deux études ont obtenu, suite à un traitement de 6 j et une injection d'eCG au retrait (Ungerfeld et Rubianes, 1999) ou de 5 j avec eCG 24 h avant le retrait (Pinna *et al.*, 2012), une fertilité à l'échographie de 57 % et 79 %, respectivement. De façon intéressante, contrairement à l'élevage 1, dans l'élevage 2, la fertilité sur les chaleurs induites pour le traitement de

courte durée a été supérieure aux deux autres. Cette différence entre un traitement CIDR de courte durée et un traitement de longue durée n'a pas été constatée dans la seule étude répertoriée qui a comparé la durée du traitement chez des brebis en CSS (Fukui *et al.*, 1994). Dans cette étude, des traitements CIDR de 6, 9 et 12 jours avaient provoqué des chaleurs chez 100 %, 75 % et 100 % des groupes de brebis traitées, respectivement. Évidemment, dans l'ensemble des études, plusieurs facteurs pourraient expliquer cette variabilité dans les résultats de fertilité en CSS tels que la baisse saisonnière de la fertilité des béliers (Smith *et al.*, 1988), l'état de chair et l'âge des brebis au moment de la mise à l'accouplement, l'intervalle post-partum, etc.

Dans quelques études (Wheaton *et al.*, 1984; Husein et Ababneh, 2008), une injection i.m. de progestérone, au retrait d'une éponge vaginale contenant un progestagène ou 24 h avant le retrait d'un CIDR, allongeait d'environ 9-10 h l'intervalle entre le retrait et l'apparition des chaleurs en comparaison à un traitement sans injection. Dans la présente étude, la répartition des chaleurs a été analysée en considérant des intervalles de 24 h jusqu'à 120 h après l'injection de progestérone (traitement de 13 j). La répartition n'a pas été différente pour ce traitement de 13 j en comparaison avec le traitement témoin (14 j). Contrairement à ce qui a été rapporté dans l'étude d'Husein et Ababneh, l'injection de progestérone à la fin du traitement CIDR de longue durée (13 j) n'a également pas permis d'obtenir de meilleurs résultats de fertilité sur les chaleurs induites. Ces auteurs avaient émis l'hypothèse que le pic de progestérone provoqué par l'injection intramusculaire permettait de réinitialiser l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien, ce qui causait la régression du follicule persistant dominant et le recrutement d'une nouvelle vague folliculaire (Husein et Ababneh, 2008) plus fertile avec des follicules plus jeunes, dont les ovules fécondés permettent une gestation à terme. Leurs résultats montraient que l'injection de progestérone 24 h avant le retrait du CIDR permettaient l'obtention d'une fertilité sur les chaleurs induites de 100 %, contrairement à 64 % pour les brebis du groupe témoin (sans injection de progestérone). Toutefois, dans la présente étude, le traitement de 13 j avec de la progestérone et de l'eCG au retrait du CIDR n'a pas permis d'améliorer la fertilité sur les chaleurs induites dans les trois sites expérimentaux. Par ailleurs, dans le cadre de cette étude, comme dans celle d'Husein et Ababneh (2008), aucun suivi du développement folliculaire n'a été effectué

pour déterminer s'il y avait effectivement la présence d'un follicule dominant persistant dans un environnement où la concentration de progestérone est faible (à la fin d'un traitement long de CIDR par exemple). De plus, certains articles soulignent que le concept de dominance folliculaire chez la brebis ne tient pas la route (Castonguay *et al.*, 1990; Driancourt *et al.*, 1991). Ainsi, il n'a pas été possible de relier l'obtention de moins bons résultats de fertilité dans l'élevage 2 (traitement de 14 et 13 j) à la présence d'un follicule dominant persistant. Il faut préciser que le suivi de la croissance folliculaire par échographies répétées, la méthode la plus pratique, est encore plus difficile à réaliser chez l'espèce ovine que chez l'espèce bovine par exemple. Chez la brebis, il est très difficile d'évaluer correctement la population folliculaire par échographie principalement en raison de la petite taille des follicules (généralement < 10 mm; Castonguay *et al.*, 1990; Evans *et al.*, 2001). De plus, chez les brebis prolifiques, comme c'est le cas de la DP × RV, des follicules de très petit diamètre (autour de 5 à 7 mm; Driancourt *et al.*, 1986; Castonguay *et al.*, 1990) peuvent ovuler, ce qui rend le suivi de la population folliculaire hasardeux. Le fait que le taux d'ovulation dans l'essai à la station était similaire dans les trois traitements suggère que la croissance folliculaire n'a pas été affectée par ces mêmes traitements. Pourtant, grâce au traitement CIDR avec un supplément de progestérone, Husein et Ababneh (2008) avaient obtenu un gain de prolificité par rapport à un traitement standard. Contrairement à leurs résultats, cet effet n'a pas été décelé dans cette étude ; même que dans l'élevage 1, la prolificité du traitement avec injection de progestérone était ou avait tendance à être inférieure à celle des deux autres traitements.

La différenciation entre la fertilité sur les chaleurs induites et la fertilité totale, qui n'est pas toujours clairement établie dans les études publiées, est importante pour permettre d'évaluer convenablement un traitement d'induction des chaleurs en CSS. Ce qu'on recherche, idéalement, c'est un traitement qui a une grande efficacité à induire les chaleurs et dont la fertilité sur les chaleurs induites est maximale. Ceci est particulièrement vrai pour les races de brebis très saisonnières qui ont peu d'aptitudes à la reproduction en CSS. En effet, ces brebis, si elles ne sont pas fécondées suite aux saillies sur les chaleurs induites par le CIDR, ne devraient pas revenir en chaleurs naturellement après leur première chaleur, ce qui affectera négativement la fertilité totale du groupe d'accouplement. Pour les races de

brebis moins saisonnières, qui n'auraient pas été fécondées aux chaleurs induites par le CIDR, une certaine proportion de celles-ci devrait revenir en chaleurs et avoir ainsi une deuxième chance d'être fécondée. Il est donc important d'avoir un traitement de synchronisation qui soit le plus efficace possible.

Dans la présente étude, généralement, une différence de moins de 10 % a été observée entre la fertilité sur les chaleurs induites et la fertilité totale. Cependant, à la station expérimentale et dans l'élevage 2, de 19,1 % à 64,3 % de fertilité supplémentaire ont été obtenus grâce aux saillies sur les retours en chaleurs. Ces résultats montrent bien que l'utilisation d'une brebis désaisonnée, qui a de bonnes aptitudes à la reproduction en CSS comme la DP × RV, peut permettre l'amélioration de la fertilité totale d'un traitement d'induction des chaleurs. À l'inverse, il est possible de présumer que la fertilité de brebis de races saisonnières aurait pu être très décevante, sachant que ces brebis auraient eu peu de chance de revenir en chaleurs pour une seconde fois après la chaleur induite par le CIDR (fertilité sur chaleurs induites < 50 % pour le traitement de 13 j à la station et dans l'élevage 2).

En considérant le mois du début de la période d'accouplement dans les élevages commerciaux, la fertilité totale a été inférieure en mai, comparativement à juin et juillet. D'ailleurs, l'analyse des profils hormonaux a permis de déterminer que l'activité sexuelle des brebis variait entre les mois et que, malgré l'aptitude généralement reconnue des brebis DP × RV à la reproduction en CSS, ces dernières présentent quand même une période d'anœstrus complet en mai. Le CIDR n'a donc pas permis de contrer complètement les variations saisonnières de l'activité sexuelle. Ceci démontre que les résultats de fertilité obtenus pour un même génotype sont tributaires du moment de la saison pendant lequel le traitement est appliqué. D'une autre façon, si la fertilité totale est analysée en fonction du traitement CIDR, les résultats associés au traitement de 5 j étaient ou avaient tendance à être supérieurs aux deux autres.

Ce qui détermine le choix final d'un protocole d'induction des chaleurs en CSS, c'est son efficacité globale, qui combine tous les éléments discutés précédemment. Cette efficacité se mesure en terme d'agneaux nés par brebis traitée avec le CIDR. Ainsi, dans les élevages commerciaux, le traitement de 5 j a permis un gain de productivité significatif de 0,37 agneau né/brebis traitée par rapport au traitement standard de 14 j utilisé présentement dans les élevages. L'augmentation de productivité observée par Husein et Ababneh (2008) avec une injection de progestérone en fin de traitement CIDR n'a pas été répétée dans le présent projet.

### **3.5. Conclusion**

Cette étude a montré que le traitement CIDR standard de 14 j avec eCG au retrait permet de bien induire et synchroniser les chaleurs des brebis en CSS. En général, la fertilité sur les chaleurs induites associée à ce traitement a été élevée, mais variable. Pour ce qui est du traitement CIDR de 13 j avec injection d'eCG et de progestérone au retrait, malgré le fait que les résultats d'induction des chaleurs aient été aussi élevés que les autres traitements, la fertilité sur les chaleurs induites a été parfois très basse et variable dans les différents environnements. Pour sa part, le traitement CIDR de 5 j avec eCG et PGF2 $\alpha$  au retrait, qui a également été très efficace pour la venue en chaleurs, a été beaucoup plus stable entre les différents sites expérimentaux. Il a également permis, de façon générale, l'obtention d'une meilleure productivité totale que le traitement standard. L'application commerciale de ce protocole pourrait améliorer l'efficacité de la reproduction des élevages en CSS et ainsi contribuer à améliorer la productivité des troupeaux et la rentabilité des entreprises ovines.

## CHAPITRE 4.

### DISCUSSION GÉNÉRALE

De prime abord, il est essentiel de souligner que cette étude a été réalisée dans le contexte spécifique de la production ovine québécoise avec des conditions particulières qui ne se retrouvent pas au sein d'une même étude dans la littérature scientifique consultée : en CSS, dans un système d'agnelages accéléré et avec des races prolifiques et moins saisonnières. C'est pour cette raison que la comparaison des résultats obtenus dans cet ouvrage original avec ceux des travaux scientifiques antérieurs a parfois été limitée.

Au Québec, de plus en plus de producteurs utilisent dans leurs entreprises commerciales des brebis hybrides prolifiques issues d'un croisement entre la race Dorset et Romanov (DP × RV). Ce type de brebis possède plusieurs qualités recherchées chez la brebis commerciale « idéale » : elle est prolifique (> 2 agneaux nés/agnelage), maternelle, laitière et ses performances de reproduction en CSS sont bien au-dessus de la très grande majorité des races disponibles au Québec. Pourtant, c'est la première fois qu'une étude mesure la proportion de ces brebis qui continuent d'avoir un cycle sexuel actif à différentes périodes de la CSS. Malgré qu'elles soient reconnues pour posséder de bonnes aptitudes à la reproduction en CSS, il a été montré qu'en mai, leur activité sexuelle était nulle. D'ailleurs, la fertilité totale et la productivité en mai des trois traitements CIDR confondus étaient moins élevées qu'en juin et juillet. Suite à ces observations et dans un contexte pratique, il est justifié de se demander si les producteurs ovins devraient cesser l'utilisation du CIDR en mai et faire une pause dans la reproduction de leur troupeau considérant les coûts et les plus faibles résultats. En réalité, il serait difficile d'agir ainsi en raison des nombreuses contraintes, entre autres de mise en marché des agneaux sur une base régulière, qui ne permet pas un arrêt d'un mois dans la livraison d'agneaux. De plus, l'entretien pendant cette période de ces brebis improductives engendre un coût non négligeable. Les résultats sur la cyclicité des brebis DP × RV en CSS révèlent aussi qu'un pourcentage significatif

des brebis est cyclique aux mois d'avril et juin. Ainsi, il y a fort à parier que la technique de « l'effet bélier » pourrait être utilisée en remplacement d'un traitement CIDR pendant ces mois d'activité sexuelle non nulle des brebis. En effet, il est bien connu qu'aux périodes de chevauchement de la saison sexuelle et de la CSS, moments de l'année pendant lesquels la proportion des brebis ayant un cycle sexuel encore actif chute sous la barre des 50 %, l'introduction d'un bélier dans un groupe de brebis en anœstrus « léger » permet de stimuler l'activité sexuelle des brebis non cycliques; communément appelé « l'effet bélier ». L'emploi de cette technique pourrait ainsi permettre d'éliminer les coûts financiers et de main d'œuvre associés à un traitement tel que le CIDR pendant une période plus ou moins longue de la CSS.

Dans le présent ouvrage, il a été discuté à plusieurs reprises des nombreux facteurs qui influencent l'efficacité du CIDR comme traitement de synchronisation chez la brebis. Un de ceux-ci, qui semble pourtant anodin, est la rétention du CIDR à l'intérieur du vagin pendant toute la période du traitement. Plusieurs commentaires des producteurs laissent entendre que le taux de perte des CIDR serait plus élevé qu'avec la méthode de l'éponge vaginale... jusqu'à 27,5 %, dans certains cas rapportés. La quasi-totalité des études qui traitent de l'utilisation du CIDR n'explique pas ce qui pourrait causer ces taux de perte parfois élevés. Malgré le fait que ce facteur n'a pas posé de problème dans ce projet de recherche (taux de rétention > 99,0 %), il est possible de soulever plusieurs éléments qui pourraient expliquer la perte de CIDR dans un contexte pratique. Entre autres, une longueur de laine ou de queue trop courte qui pourrait faciliter l'accessibilité aux autres brebis du fil servant au retrait du CIDR. Au Canada, le protocole d'application fourni par le fabricant du CIDR<sup>MD</sup> 330 (Zoetis) ne recommande pas de couper le fil de nylon attaché au dispositif. Toutefois, il est facile d'imaginer qu'un fil coupé plus court près de la vulve ou retourné vers l'intérieur et coincé dans les ailettes du CIDR, pourrait permettre de minimiser les risques de perdre le CIDR en la rendant moins accessible aux autres brebis. La méthode de pose du CIDR peut également influencer sa rétention. Idéalement, l'insertion du dispositif doit être effectuée de façon rigoureuse, selon le protocole suggéré par le fabricant et avec l'applicateur fourni par la compagnie. Finalement, il faut s'assurer que, suite à l'application, le CIDR est bien en place et qu'il ne risque pas d'être facilement perdu. En

suivant ces recommandations, le taux de rétention du CIDR devrait être supérieur à 95 % et ne devrait pas être un facteur significatif dans l'efficacité finale du traitement CIDR.

Dans un autre ordre d'idées, il a été montré, dans les deux élevages commerciaux, que le traitement CIDR de 5 j permettait d'avoir un gain de productivité significatif de 0,37 agneau né/brebis traitée par rapport au traitement couramment utilisé au Québec (14 j). Pour démontrer l'importance économique de cette augmentation de productivité, un calcul simple a été réalisé pour transformer ce gain de productivité en revenus bruts (excluant le coût de production : alimentation, logement, etc.), en considérant la contribution versée par le producteur au *Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles* (ASRA) et la compensation reçue de celui-ci. Le coût approximatif de chacun des traitements testés dans le cadre de cette étude est présenté au tableau 4.1. De prime abord, il est possible d'observer que le traitement de 5 j engendre un coût plus important (environ 3,58 \$) que le traitement de 14 j en raison de l'utilisation de prostaglandine F2 $\alpha$ .

**Tableau 4.1** Coût associé à chacun des traitements CIDR étudiés selon la dose des hormones administrées

	Traitements <sup>1</sup>		
	CIDR14	CIDR5+PG	CIDR13+P4
CIDR (\$)	4,51	4,51	4,51
500 U.I. eCG (\$)	5,70	5,70	5,70
25 mg Progestérone (\$)	.	.	0,22
20 mg Prostaglandine F2 $\alpha$ (\$)	.	3,58	.
Coût (\$) <sup>2</sup>	10,21	13,79	10,43

<sup>1</sup> CIDR14 : CIDR pendant 14 j et eCG au retrait, CIDR5+PG : CIDR pendant 5 j et eCG + PGF2 $\alpha$  au retrait, CIDR13+P4 : CIDR pendant 13 j et eCG + P4 au retrait.

<sup>2</sup> Coût en date du 17 août 2013.

En considérant un taux de mortalité des agneaux d'environ 14 % (CECPA, 2011), le gain réel obtenu en utilisant le traitement de 5 j est d'environ 0,32 agneau produit/brebis traitée. Aux fins de la démonstration, il est possible d'assumer, par hypothèse, que les agneaux sont

tous vendus comme agneaux lourds à un poids vif d'environ 47,9 kg (CECPA, 2011) et un poids carcasse d'environ 22,7 kg (données non publiées). Si le producteur possède un contrat annuel avec l'Agence de vente des agneaux lourds du Québec, il reçoit environ 8,28 \$/kg carcasse pour une mise en marché en hiver (reproduction dans la période de CSS précédente; FPAMQ, 2013). Le gain monétaire provenant de la vente supplémentaire d'agneaux devient :

$$0,32 \text{ agneau/brebis traitée} \times 22,7 \text{ kg carcasse/agneau} \times 8,28 \text{ \$/kg carcasse} = \mathbf{60,15 \$/brebis traitée}$$

De plus, l'ASRA nette (compensation et contribution incluses) versée au producteur est d'environ 1,93 \$/kg poids vif et de 24,02 \$/agneau vendu (FADQ, 2013).

$$0,32 \text{ agneau/brebis traitée} \times 47,9 \text{ kg poids vif/agneau} \times 1,93 \text{ \$/kg poids vif} = \mathbf{29,58 \$/brebis traitée}$$

$$+ \\ 0,32 \text{ agneau/brebis traitée} \times 24,02 \text{ \$/agneau} = \mathbf{7,69 \$/brebis traitée}$$

Au final, le traitement de 5 j, donnant un gain de productivité de 0,37 agneau né/brebis traitée et une augmentation du coût d'environ 3,58 \$/traitement par rapport au traitement standard, permet d'obtenir une augmentation des revenus bruts d'environ 93,84 \$/brebis traitée. En considérant une entreprise qui possède 500 brebis, dont environ 250 seront mises en période de reproduction en CSS annuellement, cela représente la mise en marché de 80 agneaux de plus avec des revenus bruts d'environ 23 460 \$ par année. Ce calcul simpliste, mais réel, démontre clairement l'intérêt économique d'une plus grande efficacité de la reproduction en CSS. De plus, en réduisant la période du traitement CIDR de 9 j, il est possible de réduire la période improductive des brebis. En effet, si le producteur effectue des échographies, il peut, pour les brebis non gestantes, accélérer la remise à l'accouplement dans sa régie de troupeau.

En considérant les aspects économiques et pratiques de l'application commerciale du protocole de 5 j, il faudrait expérimenter ce traitement de courte durée sans utilisation de prostaglandine F2 $\alpha$  dans l'objectif de réduire le coût du traitement et de réduire les manipulations (injections). Dans l'éventualité où une certaine proportion des brebis traitées est encore cyclique au moment du traitement, le fait de ne pas détruire les corps jaunes

présents lors du retrait du CIDR aurait pour seule conséquence l'allongement de la période d'accouplement et celle des agnelages. Ainsi, la présence de corps jaunes actifs après le retrait du CIDR retarderait la venue en chaleurs, par rapport aux brebis ayant reçu de la prostaglandine F2 $\alpha$ , jusqu'au moment de la régression naturelle des corps jaunes, environ 14 j après leur formation. Ainsi, en considérant qu'une ovulation peut survenir juste avant l'insertion du CIDR, les corps jaunes devraient régresser environ 9 j après la fin du traitement CIDR de 5 j. Pour certains producteurs, l'étalement de cette période pourrait être perçu comme avantageux. En effet, cette période est liée à une charge de travail importante, mais concentrée sur une courte période.

Il serait également intéressant de tester l'efficacité du CIDR chez les agnelles. En effet, celles-ci représentent généralement 20 % de l'inventaire de femelles d'un troupeau ovin et ont donc un impact important sur la productivité annuelle d'un élevage. De plus, la reproduction des agnelles, particulièrement en CSS, constitue un défi de taille pour les éleveurs. Du temps où les éleveurs utilisaient les éponges vaginales imprégnées de progestérone, il leur était même déconseillé de les utiliser chez les agnelles. En effet, lors de l'utilisation d'éponges vaginales, les agnelles devaient être dépucelées avant leur première mise en reproduction. Ce dépucelage pouvait occasionner des blessures mineures au vagin. L'éponge pouvait alors adhérer à ces blessures en raison de sa texture spongieuse. De plus, par sa dimension, l'éponge obstruait complètement le vagin ce qui empêchait l'écoulement des mucus vaginaux. L'utilisation du CIDR, qui est plus petit, plus effilé et d'une texture qui n'adhère pas à la muqueuse vaginale pourrait permettre de pallier les désavantages que présentait l'éponge. Ainsi, le CIDR est un traitement qui pourrait être mieux adapté pour l'utilisation chez les agnelles.

En ce qui concerne les suites de ce projet, réalisées au printemps et à l'été 2013, les expériences qui ont suivi les essais réalisés à la station expérimentale et dans les deux élevages commerciaux au printemps et à l'été 2012 permettront, à plus grande échelle et avec des génotypes et des environnements (élevages) différents, de vérifier la répétabilité des résultats obtenus en 2012. Le protocole standard (14 j) et un protocole de courte durée

(5 j) sans prostaglandine F2 $\alpha$  ont été testés. Il sera intéressant d'observer si l'absence de la prostaglandine dans le traitement CIDR de 5 j aura des impacts sur les résultats de fertilité obtenus et si ceux-ci se compareront à ceux du traitement standard de 14 j. De plus, il sera possible d'évaluer l'efficacité du CIDR, dans la même CSS, avec des races plus ou moins saisonnières et d'observer si le traitement a le même effet sur la fertilité chez des races qui n'ont pas les mêmes aptitudes à la reproduction en CSS que les brebis hybrides DP  $\times$  RV. Ainsi, aux termes de tous les essais réalisés à l'intérieur de ce projet de recherche, il sera possible d'assurer le transfert technologique des connaissances acquises en permettant la formulation d'une recommandation précise quant au traitement CIDR à utiliser en CSS dans les conditions d'élevage du Québec.

## LISTE DES OUVRAGES CITÉS

- Aali, M., Pretheeban, T., Giritharan, G. et Rajamahendran, R. 2008. Pregnancy rates and peripheral progesterone levels following Ovsynch or CIDR ovulation synchronization/timed artificial insemination protocols in postpartum dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 88: 457-461.
- Abecia, J.A., Forcada, F. et González-Bulnes, A. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Vet. Clin. Food Anim.* 27: 67-79.
- Abecia, J.A., Forcada, F. et González-Bulnes, A. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 130: 173-179.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2005. Tendances alimentaires au Canada d'ici 2020 — Perspectives de la consommation à long terme. Serecom Management Consulting inc., Edmonton, Alberta, Canada. 125 pp.
- Ahmad, N., Schrick, F.N., Butcher, R.L. et Inskeep, E.K. 1995. Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows. *Biol. Reprod.* 52: 1129-1135.
- Ainsworth, L. et Downey, B.R. 1986. A controlled internal drug-release dispenser containing progesterone for control of the estrous cycle of ewes. *Theriogenology* 26: 847-856.
- Anderson, L.H. et Day, M.L. 1994. Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicles and improves fertility of cattle in which estrus was synchronized with melengestrol acetate. *J. Anim. Sci.* 72: 2955-2961.
- Baril, G., Brebion, P. et Chesné, P. 1993. Manuel de formation pratique pour la transplantation embryonnaire chez la brebis et la chèvre. Étude FAO: Production et Santé Animales. FAO, Italie, Rome. 183 pp.
- Bartlewski, P.M., Baby, T.E. et Giffin, J.L. 2011. Reproductive cycles in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 124: 259-268.
- Blache, D., Batailler, M. et Fabre-Nys, C. 1994. Oestrogen receptors in the preoptico-hypothalamic continuum: Immunohistochemical study of the distribution and cell density during induced oestrous cycle in ovariectomized ewe. *J. Neuroendocrinol.* 6: 329-339.
- Blanc, F., Martin, G.B. et Bocquier, F. 2001. Modelling reproduction in farm animals: a review. *Reprod. Fertil. Dev.* 13: 337-353.

- Bleach, E.C.L., Glencross, R.G., Feist, S.A., Groome, N.P. et Knight, P.G. 2001. Plasma inhibin A in heifers: Relationship with follicle dynamics, gonadotropins, and steroids during the estrous cycle and after treatment with bovine follicular fluid. *Biol. Reprod.* 64: 743-752.
- Bonnes, G., Desclauze, J., Drogoul, C., Gadoud, R., Jussiau, R., Le Loc'h, A., Montméas, L. et Robin, G. 1988. *Reproduction des mammifères d'élevage*. Collection INRAP. Éditions Foucher. 239 pp.
- Brunner, M.A., Hansel, W. et Hogue, D.E. 1964. Use of 6-methyl-17-acetoxypregesterone and pregnant mare serum to induce and synchronize estrus in ewes. *J. Anim. Sci.* 23: 32-36.
- Caraty, A. et Skinner, D.C. 1999. Progesterone priming is essential for the full expression of the positive feedback effect of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin-releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology* 140: 165-170.
- Castonguay, F., Dufour, J.J., Minvielle, F. et Estrada, R. 1990. Follicular dynamics and dominance in Booroola × Finnish Landrace and Booroola × Suffolk ewes heterozygous for the F gene. *J. Reprod. Fertil.* 89: 193-203.
- Centre d'études sur les coûts de production en agriculture (CECPA). 2011. *Étude sur le coût de production des agneaux en 2011 au Québec*. Lévis, Québec, Canada. 83 pp.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J. et Pelletier, J. 1992a. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Guérin, Y., Maurice, F., Daveau, A. et Pelletier, J. 1992b. Lumière et mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. *Ann. Zootech.* 41: 247-261.
- Daniel, J.A., Sterle, S.W., McFadin-Buff, E.L. et Keisler, D.H. 2001. Breeding ewes out-of-season using melengestrol acetate, one injection of progesterone, or a controlled internal drug releasing device. *Theriogenology* 56: 105-110.
- Davis, I.F., Kerton, D.J., Parr, R.A., White, M.B. et Williams, A.H. 1986. Hormone supplementation to increase fertility after uterine artificial insemination in ewes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 16: 171-173.

- Dixon, A.B., Knights, M., Pate, J.L., Lewis, P.E. et Inskeep, E.K. 2006. Reproductive performance of ewes after 5-day treatment with intravaginal inserts containing progesterone in combination with injection of prostaglandin F<sub>2</sub>α. *Reprod. Domest. Anim.* 41: 142-148.
- Dobson, H., Campbell, B.K., Gordon, B.M. et Scaramuzzi, R.J. 1997. Endocrine activity of induced persistent follicles in sheep. *Biol. Reprod.* 56: 208-213.
- Driancourt, M.A., Gauld, I.K., Terqui, M. et Webb, R. 1986. Variations in patterns of follicle development in prolific breeds of sheep. *J. Reprod. Fertil.* 78: 565-575.
- Driancourt, M.A., Webb, R. et Fry, R.C. 1991. Does follicular dominance occur in ewes? *J. Reprod. Fertil.* 93: 63-70.
- Dutt, R.H. et Casida, L.E. 1948. Alteration of the estrual cycle in sheep by use of progesterone and its effect upon subsequent ovulation and fertility. *Endocrinology* 43: 208-217.
- Eppleston, J., Evans, G. et Roberts, E.M. 1991. Effect of time of PMSG and GnRH on the time of ovulation, LH secretion and reproductive performance after intrauterine insemination with frozen ram semen. *Anim. Reprod. Sci.* 26: 227-237.
- Evans, A.C.O. 2003. Ovarian follicle growth and consequences for fertility in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 78: 289-306.
- Evans, A.C.O., Flynn, J.D., Quinn, K.M., Duffy, P., Quinn, P., Madgwick, S., Crosby, T.F., Boland, M.P. et Beard, A.P. 2001. Ovulation of aged follicles does not affect embryo quality or fertility after a 14-day progestagen estrus synchronization protocol in ewes. *Theriogenology* 56: 923-936.
- Fabre-Nys, C. et Martin, G.B. 1991. Roles of progesterone and oestradiol in determining the temporal sequence and quantitative expression of sexual receptivity and the preovulatory LH surge in the ewe. *J. Endocrinol.* 130: 367-379.
- Fédération des producteurs d'agneaux et de moutons du Québec (FPAMQ) — Agence de vente des agneaux lourds. 2013. L'Agneau lourd express. [En ligne] Disponible : [http://www.agneaudeauquebec.com/FPAMQ/upload/pdf/agence\\_de\\_vente/bulletin\\_agneau\\_lourds\\_express/agneau\\_express\\_special\\_fevrier2013.pdf](http://www.agneaudeauquebec.com/FPAMQ/upload/pdf/agence_de_vente/bulletin_agneau_lourds_express/agneau_express_special_fevrier2013.pdf). [7 août 2013].

- Fédération des producteurs d'agneaux et de moutons du Québec (FPAMQ) et Société des éleveurs de moutons de race pure du Québec (SEMRPQ). 2010. Plan stratégique 2010-2015 pour le secteur ovin du Québec — Rapport final préliminaire. Zins Beauchesne et associés, Québec, Canada. 35 pp.
- Financière agricole du Québec (FADQ). 2013. Tableau résumé d'informations administrative et économique — Programme d'assurance stabilisation productions animales. [En ligne] Disponible : [http://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/cent\\_docu/docu\\_publ/stat/asra/tab1\\_resu/agn.pdf](http://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/cent_docu/docu_publ/stat/asra/tab1_resu/agn.pdf). [7 août 2013].
- Flynn, J.D., Duffy, P., Boland, M.P. et Evans, A.C.O. 2000. Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 62: 285-296.
- Fortune, J.E. 1994. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol. Reprod.* 50: 225-232.
- Fukui, Y., Fujii, M. et Tashiro, Y. 1993a. Insemination doses of frozen-thawed semen in seasonally anestrous ewes with two different progesterone-impregnated intravaginal devices. *J. Reprod. Dev.* 39: 269-273.
- Fukui, Y., Hirai, H., Honda, K. et Hayashi, K. 1993b. Lambing rates by fixed-time intrauterine insemination with frozen semen in seasonally anestrous ewes treated with a progestogen-impregnated sponge or CIDR<sup>®</sup> device. *J. Reprod. Dev.* 39: 1-5.
- Fukui, Y., Tabuchi, K., Yamada, A., Hayashi, N. et Tanaka, K. 1994. Effect of insertion periods of controlled internal drug release device (CIDR) on conception rate by fixed-time intrauterine insemination with frozen semen in seasonally anestrous ewes. *J. Reprod. Dev.* 40: 221-226.
- Ghalsasi, P.M. et Nimbkar, C. 1996. Evaluation of laparoscopic intrauterine insemination in ewes. *Small Ruminant Res.* 23: 69-73.
- Goodman, R.L. et Inskeep, E.K. 2006. Neuroendocrine control of the ovarian cycle of the sheep. *Dans* Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*. Chapitre 44: 2389-2447. Elsevier, Oxford, Royaume-Uni.
- Gordon, I. 1997. *Controlled reproduction in sheep and goats*. CAB International, University Press, Cambridge, Royaume-Uni. 450 pp.

- Greyling, J.P.C. et Brink, W.C.J. 1987. Synchronization of oestrus in sheep: The use of controlled internal drug release (CIDR) dispensers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 17: 128-132.
- Greyling, J.P.C., van der Westhuizen, J.M. et van Niekerk, C.H. 1979. The synchronization of oestrus in sheep. 1. Dosage and time of prostaglandin administration following progestagen pretreatment. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 9: 185-192.
- Gungor, O., Ozyurtlu, N., Pancarci, S.M., Kaya, M., Zonturlu, A.K., Oral, H., Cetin, Y. et Polat, B. 2009. Estrous synchronization with used CIDR-G devices in ewes during non-breeding season. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 15: 779-783.
- Hackett, A.J. et Robertson, H.A. 1980. Effect of dose and time of injection of prostaglandin  $F_{2\alpha}$  in cycling ewes. *Theriogenology* 13: 347-351.
- Hamra, A.H., Massri, Y.G., Marcek, J.M. et Wheaton, J.E. 1986. Plasma progesterone levels in ewes treated with progesterone-controlled internal drug-release dispensers, implants and sponges. *Anim. Reprod. Sci.* 11: 187-194.
- Hamra, A.H., McNally, J.W., Marcek, J.M., Carlson, K.M. et Wheaton, J.E. 1989. Comparison of progesterone sponges, cronolone sponges and controlled internal drug release dispensers on fertility in anestrus ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 18: 219-226.
- Hashemi, M., Safdarian, M. et Kafi, M. 2006. Estrous response to synchronization of estrus using different progesterone treatments outside the natural breeding season in ewes. *Small Ruminant Res.* 65: 279-283.
- Hauger, R.L., Karsch, F.J. et Foster, D.L. 1977. A new concept for control of the estrous cycle of the ewe based on the temporal relationships between luteinizing hormone, estradiol and progesterone in peripheral serum and evidence that progesterone inhibits tonic LH secretion. *Endocrinology* 101: 807-817.
- Hogue, D.E., Hansel, W. et Bratton, R.W. 1962. Fertility of ewes bred naturally and artificially after estrous cycle synchronization with an oral progestational agent. *J. Anim. Sci.* 21: 625-627.
- Holst, P.J. 1969. The ovarian response to pregnant mare serum (PMS) administered after intravaginal progestagen treatment of cyclic and anoestrous ewes. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 1143-1150.

- Husein, M.Q. et Ababneh, M.M. 2008. A new strategy for superior reproductive performance of ewes bred out-of-season utilizing progestagen supplement prior to withdrawal of intravaginal pessaries. *Theriogenology* 69: 376-383.
- Husein, M.Q. et Haddad, S.G. 2006. A new approach to enhance reproductive performance in sheep using royal jelly in comparison with equine chorionic gonadotropin. *Anim. Reprod. Sci.* 93: 24-33.
- Husein, M.Q. et Kridli, R.T. 2003. Effect of progesterone prior to GnRH-PGF<sub>2α</sub> treatment on induction of oestrus and pregnancy in anoestrous Awassi ewes. *Reprod. Domest. Anim.* 38: 228-232.
- Iida, K., Kobayashi, N., Kohno, H., Miyamoto, A. et Fukui, Y. 2004. A comparative study of induction of estrus and ovulation by three different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. *J. Reprod. Dev.* 50: 63-69.
- Inskeep, K., Knights, M. et Ramboldt, T. 2011. Out-of-season breeding using the EAZI-Breed CIDR-G in ewes. *Proc. Symp. 2011 Virginia-North Carolina Shepherd's. Virginie, États-Unis.* 36-55.
- Jabbar, G., Umberger, S.H. et Lewis, G.S. 1994. Melengestrol acetate and norgestomet for the induction of synchronized estrus in seasonally anovular ewes. *J. Anim. Sci.* 72: 3049-3054.
- Karsch, F.J., Dahl, G.E., Evans, N.P., Manning, J.M., Mayfield, K.P., Moenter, S.M. et Foster, D.L. 1993. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 49: 1377-1383.
- Karsch, F.J., Legan, S.J., Hauger, R.L. et Foster, D.L. 1977. Negative feedback action of progesterone on tonic luteinizing hormone secretion in the ewe: dependence on the ovaries. *Endocrinology* 101: 800-806.
- Karsch, F.J., Legan, S.J., Ryan, K.D. et Foster, D.L. 1980. Importance of estradiol and progesterone in regulating LH secretion and estrous behavior during the sheep estrous cycle. *Biol. Reprod.* 23: 404-413.
- Kinder, J.E., Kojima, F.N., Bergfeld, E.G., Wehrman, M.E. et Fike, K.E. 1996. Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 1424-1440.

- Knight, T.W., Hall, D.R.H. et Smith, J.F. 1988. Effects of immunisation with polyandroalbumin (Fecundin), pasture allowance, post-mating shearing, and method of synchronisation on reproductive performance of Romney and Marshall Romney ewes N. Z. J. Agric. Res. 31: 243-247.
- Knight, T.W., Mcmillan, W.H., Kannegieter, S.G., Sorensen, E.S., Ridland, C.J. et Gibb, M. 1989. Mating Romney ewes in november-decembler using CIDRs and pregnant mare serum gonadatrophin. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 49: 255-260.
- Knights, M., Baptiste, Q.S., Dixon, A.B., Pate, J.L., Marsh, D.J., Inskeep, E.K. et Lewis, P.E. 2003. Effects of dosage of FSH, vehicle and time of treatment on ovulation rate and prolificacy in ewes during the anestrus season. Small Ruminant Res. 50: 1-9.
- Knights, M., Maze, T.D., Bridges, P.J., Lewis, P.E. et Inskeep, E.K. 2001. Short-term treatment with a controlled internal drug releasing (CIDR) device and FSH to induce fertile estrus and increase prolificacy in anestrus ewes. Theriogenology 55: 1181-1191.
- Kohno, H., Okamoto, C., Iida, K., Takeda, T., Kaneko, E., Kawashima, C., Miyamoto, A. et Fukui, Y. 2005. Comparison of estrus induction and subsequent fertility with two different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. J. Reprod. Dev. 51: 805-812.
- Maxwell, W.M.C. et Barnes, D.R. 1986. Induction of oestrus in ewes using a controlled internal drug release device and PMSG. J. Agric. Sci. Camb. 106: 201-203.
- McCracken, J.A., Glew, M.E. et Scaramuzzi, R.J. 1970. Corpus luteum regression induced by prostaglandin F<sub>2α</sub>. J. Clin. Endocrinol. Metab. 30: 544-546.
- McLeod, B.J., Haresign, W. et Lamming, G.E. 1982. Response of seasonally anestrus ewes to small-dose multiple injections of GnRH with and without progesterone pretreatment. J. Reprod. Fertil. 65: 223-230.
- McMillan, W.H. 1987. The timing of CIDR withdrawal and ram introduction on ewe fertility. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 47: 139-141.
- Moradi kor, N., Sadeghi, S. et Ziaei, N. 2012. Comparison reproductive performance in Kermani ewes treated with two synchronization methods and subsequent eCG treatment out of the breeding season. Int. J. Biol. Med. Res. 3: 1485-1489.
- Naasz, P.E. et Slyter, A.L. 1987. Effect of prostaglandin F<sub>2α</sub> administration on early pregnancy in ewes. J. Anim. Sci. 64: 1127-1133.

- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Natl. Acad. Press, Washington, D.C., États-Unis.
- O'Mary, C.C., Pope, A.L. et Casida, L.E. 1950. The use of progesterone in the synchronization of the estrual periods in a group of ewes and the effect on their subsequent lambing records. *J. Anim. Sci.* 9: 499-503.
- Omontese, B.O., Rekwot, P.I., Makun, H.J., Obidi, J.A., Ruwaan, J.S. et Chiezey, N.P. 2010. Synchronization of estrus using EAZI-Breed™ CIDR® and FGA-30® intravaginal sponge in pre-partum Yankasa ewes. *Res. J. Anim. Sci.* 4: 53-57.
- Ozyurtlu, N., Kucukaslan, I. et Cetin, Y. 2010. Characterization of oestrous induction response, oestrous duration, fecundity and fertility in Awassi ewes during the non-breeding season utilizing both CIDR and intravaginal sponge treatments. *Reprod. Dom. Anim.* 45: 464-467.
- Pinna, A.E., Brandão, F.Z., Cavalcanti, A.S., Borges, A.M., Souza, J.M.G. et Fonseca, J.F. 2012. Reproductive parameters of Santa Inês ewes submitted to short-term treatment with re-used progesterone devices. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64: 333-340.
- Pope, W.F. et Cárdenas, H. 2004. Sensitivity of sheep to exogenous prostaglandin F<sub>2α</sub> early in the estrous cycle. *Small Ruminant Res.* 55: 245-248.
- Powell, M.R., Kaps, M., Lamberson, W.R. et Keisler, D.H. 1996. Use of melengestrol acetate-based treatments to induce and synchronize estrus in seasonally anestrus ewes. *J. Anim. Sci.* 74: 2292-2302.
- Rathbone, M.J., Macmillan, K.L., Bunt, C.R. et Burggraaf, S. 1997. Conceptual and commercially available intravaginal veterinary drug delivery systems. *Adv. Drug Delivery Rev.* 28: 363-392.
- Revah, I. et Butler, W.R. 1996. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *J. Reprod. Fertil.* 106: 39-47.
- Rhodes, L. et Nathanielsz, P.W. 1988. Comparison of a controlled internal drug release device containing progesterone with intravaginal medroxyprogesterone sponges for estrus synchronization in ewes. *Theriogenology* 30: 831-836.
- Robinson, T.J. 1965. Use of progestagen-impregnated sponges inserted intravaginally or subcutaneously for the control of the oestrous cycle in the sheep. *Nature* 206: 39-41.

- Rosa, H.J.D. et Bryant, M.J. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Res.* 48: 155-171.
- Rubianes, E., Menchaca, A. et Carbajal, B. 2003. Response of the 1-5 day-aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2 $\alpha$ . *Anim. Reprod. Sci.* 78: 47-55.
- Safranski, T.J., Lamberson, W.R. et Keisler, D.H. 1992. Use of melengestrol acetate and gonadotropins to induce fertile estrus in seasonally anestrous ewes. *J. Anim. Sci.* 70: 2935-2941.
- SAS Institute inc. 2001. *SAS User's Guide : Statistic, SAS for Windows, version 9.2.* SAS Institute inc., Cary, Caroline du Nord, États-Unis.
- Savio, J.D., Keenan, L., Boland, M.P. et Roche, J.F. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *J. Reprod. Fertil.* 83: 663-671.
- Savio, J.D., Thatcher, W.W., Badinga, L., de la Sota, R.L. et Wolfenson, D. 1993a. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J. Reprod. Fertil.* 97: 197-203.
- Savio, J.D., Thatcher, W.W., Morris, G.R., Entwistle, K., Drost, M. et Mattiacci, M.R. 1993b. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *J. Reprod. Fertil.* 98: 77-84.
- Shackell, G.H. 1991. The timing of oestrus, LH surge and ovulation in ewes following synchronisation with MAP sponges FGA sponges or CIDR's. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 51: 73-77.
- Shelton, J.N., Robinson, T.J. et Holst, P.J. 1967. The evaluation of several progestagen treatments in the spayed ewe. Pages 14-38 *Dans* The control of the ovarian cycle in the sheep. Sydney University Press, Sydney, Australie.
- Skinner, D.C., Harris, T.G. et Evans, N.P. 2000. Duration and amplitude of the luteal phase progesterone increment times the estradiol-induced luteinizing hormone surge in ewes. *Biol. Reprod.* 63: 1135-1142.
- Smith, J.F., Asher, G.W., Briggs, R.M., Morrow, C.J., Murray, G.R., Oliver, J.E., Parr, J., Veldhuizen, F.A. et Upreti, G.C. 1993. Effect of diluent and storage time on pregnancy rate in ewes after intra-uterine insemination. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 53: 295-298.

- Smith, J.F., Cruickshank, G.F., McGowan, L.T., Parr, J. et Mortimer, B.J. 1988. Seasonal changes in oestrus, ovulation and conception of Coopworth ewes treated with CIDRs and PMSG. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 48: 99-102.
- Smith, J.F., Konlechner, J.A. et Parr, J. 1991. Factors influencing the time to onset of oestrus after synchronisation treatment in ewes. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 51: 117-121.
- Thibault, C., Courot, M., Martinet, L., Mauleon, P., du Mesnil du Buisson, F., Ortavant, R., Pelletier, J. et Signoret, J.P. 1966. Regulation of breeding season and estrous cycles by light and external stimuli in some mammals. *J. Anim. Sci.* 25: 119-139.
- Thimonier, J. 2000. Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. *INRA Prod. Anim.* 13: 177-183.
- Thimonier, J. et Mauléon, P. 1969. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 9: 233-250.
- Ungerfeld, R. et Rubianes, E. 1999. Effectiveness of short-term progestogen primings for the induction of fertile oestrus with eCG in ewes during late seasonal anoestrus. *Anim. Sci.* 68: 349-353.
- Van Cleeff, J., Karsch, F.J. et Padmanabhan, V. 1998. Characterization of endocrine events during the peri-estrous period in sheep after estrous synchronization with controlled internal drug release (CIDR) device. *Domest. Anim. Endocrinol.* 15: 23-34.
- Vidal, A. et Clément, F. 2010. A dynamical model for the control of the gonadotrophin-releasing hormone neurosecretory system. *J. Neuroendocrinol.* 22: 1251-1266.
- Vilariño, M., Rubianes, E., van Lier, E. et Menchaca, A. 2010. Serum progesterone concentrations, follicular development and time of ovulation using a new progesterone releasing device (DICO<sup>®</sup>) in sheep. *Small Ruminant Res.* 91: 219-224.
- Viñoles, C., Meikle, A., Forsberg, M. et Rubianes, E. 1999. The effect of subluteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. *Theriogenology* 51: 1351-1361.
- Webb, R., Garnsworthy, P.C., Gong, J.-G. et Armstrong, D.G. 2004. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *J. Anim. Sci.* 82: E63-E74.

- Welch, R.A.S. 1984. Fertility of ewes treated with CIDR dispensers incorporating different levels of progesterone. *N. Z. Min. Agric. Fish., Agric. Res. Div. Annu. Rep.* 1982/83: 64.
- Wheaton, J.E., Carlson, K.M., Windels, H.F. et Johnston, L.J. 1992. Use of controlled internal drug release dispensers (CIDR) for controlled breeding of sheep. *Proc. Symp. Out of Season Breeding. Iowa, États-Unis.* 123-131.
- Wheaton, J.E., Carlson, K.M., Windels, H.F. et Johnston, L.J. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 127-141.
- Wheaton, J.E., Hamra, A., Sabeur, K. et Capstick, W.E. 1984. Treatment of anestrous ewes with progestogens, PMSG and gonadotropin-releasing hormone (GnRH). *Proc. 10th Int. Congr. Anim. Reprod. and A.I., Université de l'illinois, Urbana-Champaign, États-Unis.* 3: 356.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77: 1-14.
- Zonturlu, A.K., Aral, F., Ozyurtlu, N. et Yavuzer, U. 2008. Synchronization of estrus using FGA and CIDR intravaginal pessaries during the transition period in Awassi ewes. *J. Anim. Vet. Adv.* 7: 1093-1096.

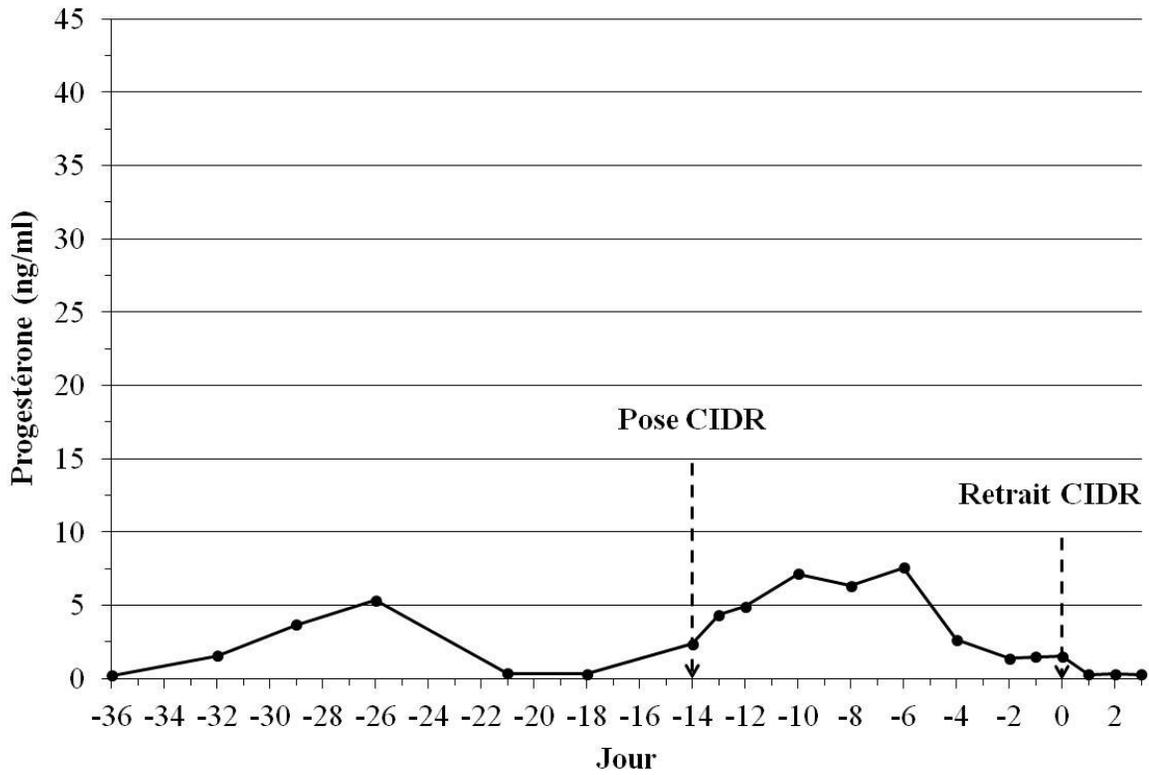


## **Annexe A.**

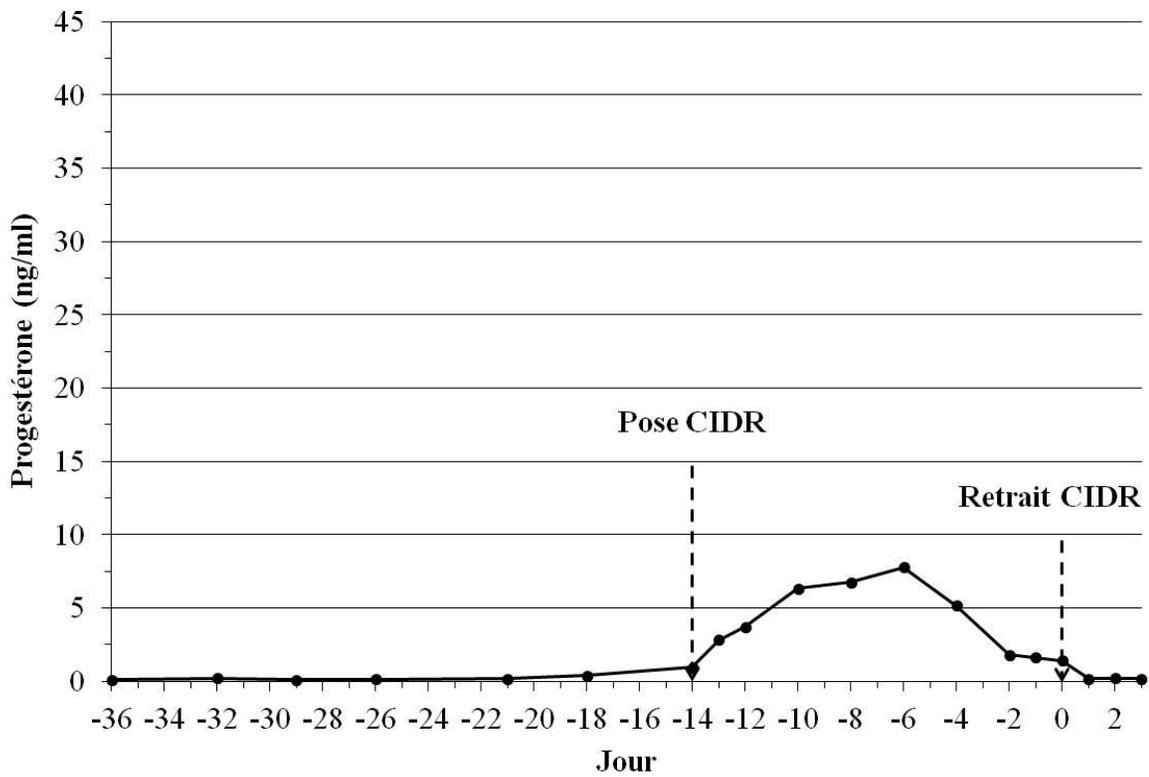
### **Évolution de la concentration sanguine de progestérone avant, pendant et après un traitement CIDR**

Des prélèvements sanguins ont été effectués chez les 45 brebis DP × RV de la fin mars au début mai lors de la phase 1 à la station expérimentale, dans le but de doser la progestérone (P4) sanguine et de suivre son évolution avant, pendant et après le traitement CIDR. Suite aux analyses de laboratoire, certaines brebis encore cycliques en CSS ont été identifiées, soit par la présence de P4 endogène au moment de l'insertion du CIDR, soit par l'aspect atypique de la courbe (montée abrupte de la P4 plusieurs jours suivant l'insertion du CIDR et/ou baisse drastique avant le retrait). Dans ces cas, la P4 délivrée par le CIDR s'additionne et se confond à la source endogène déjà présente. Chacune des brebis a été classée selon le traitement CIDR reçu (CIDR14, CIDR5+PG et CIDR13+P4) et selon la présence ou non de P4 endogène.

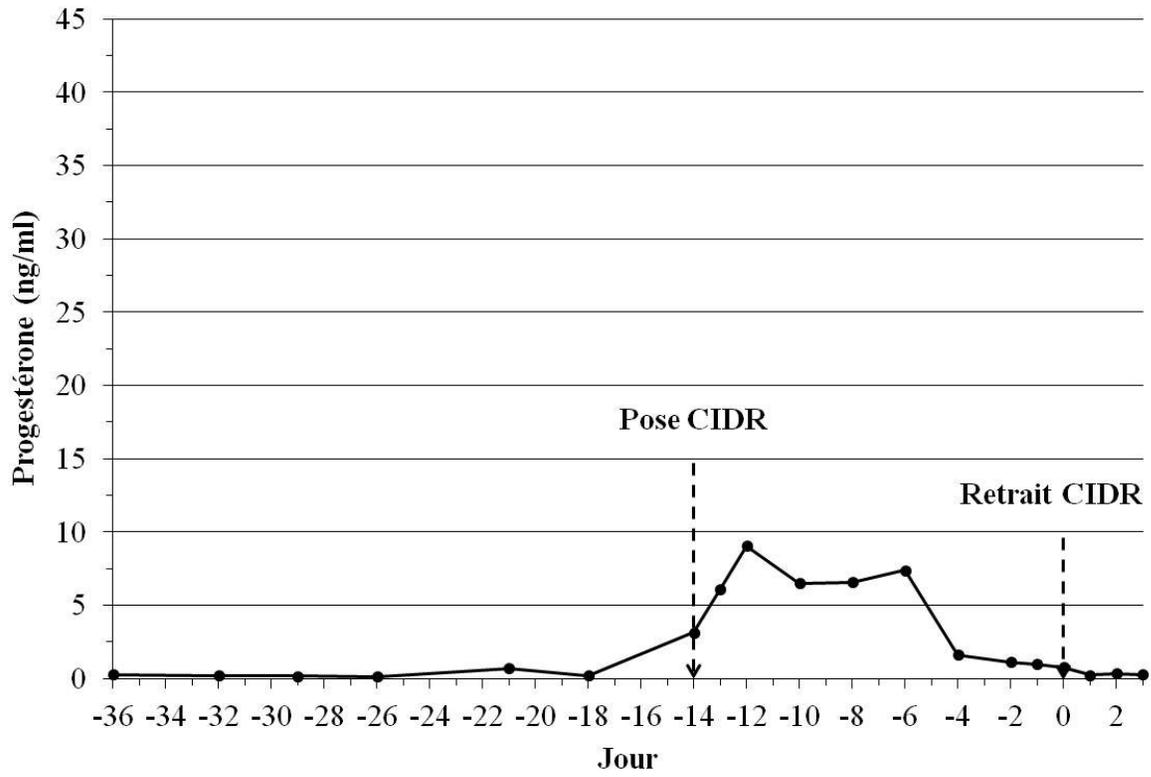
Brebis #10346 (CIDR14; présence de P4 endogène)



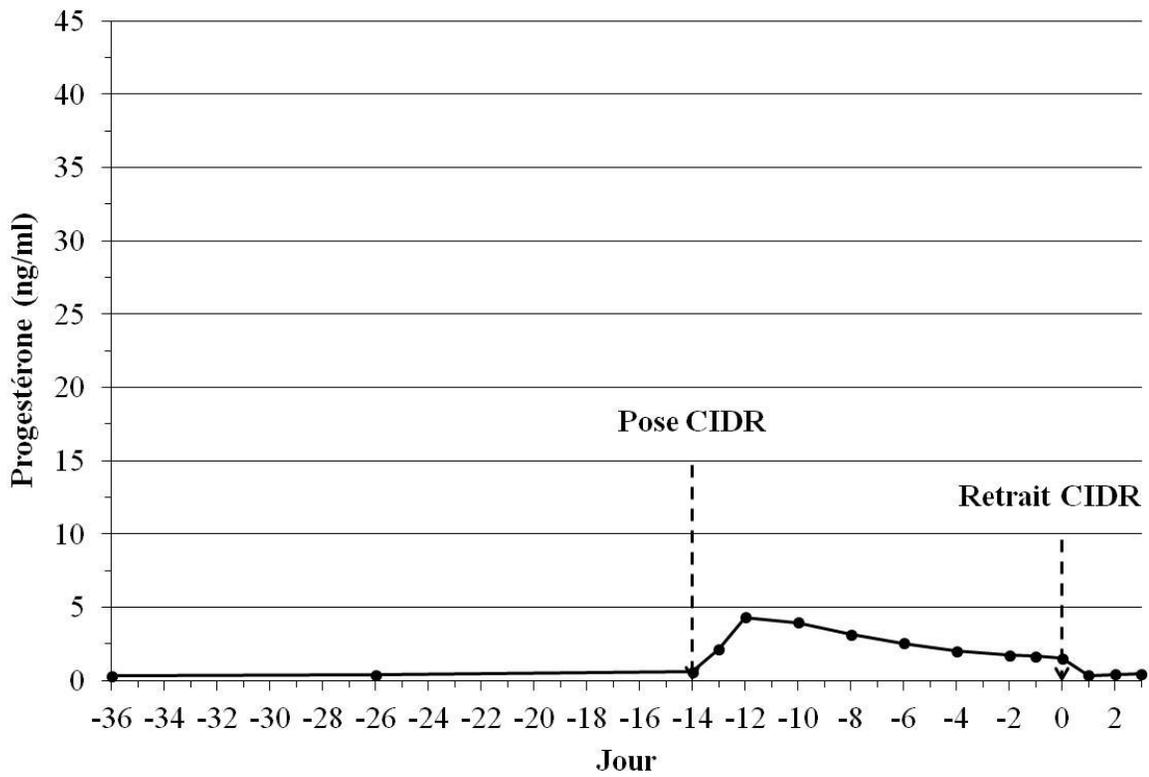
Brebis #19983 (CIDR14; présence de P4 endogène)



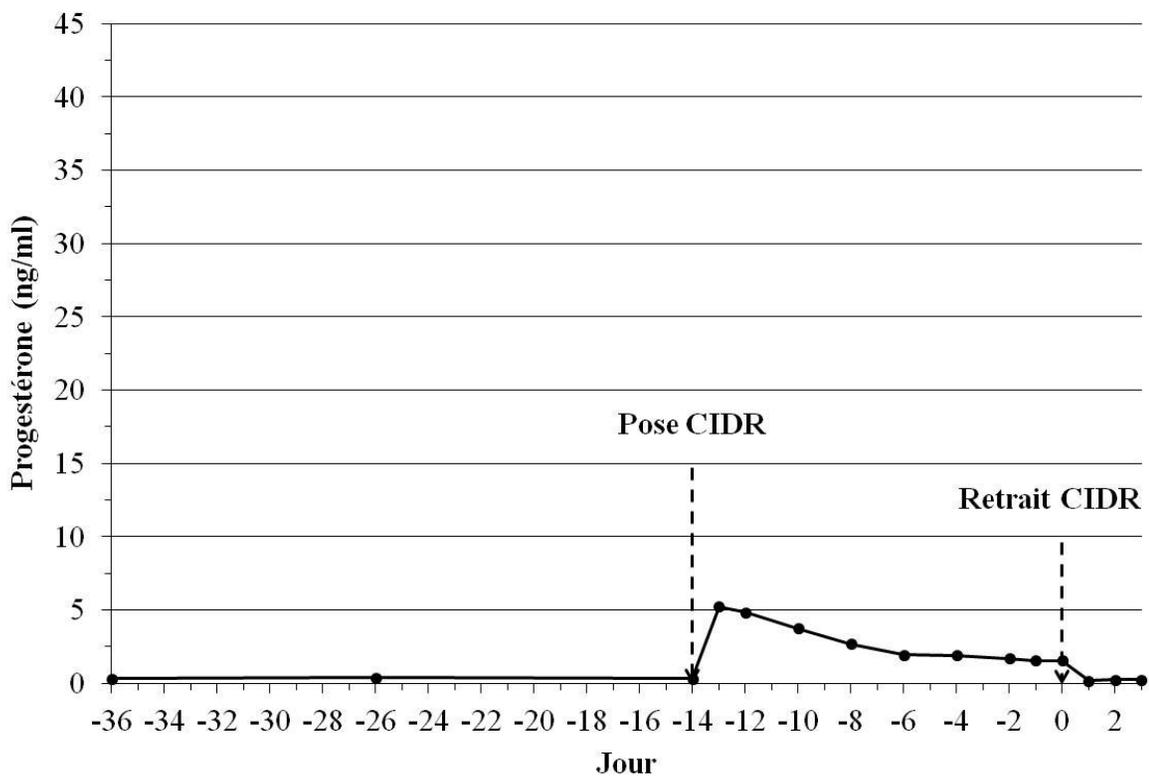
Brebis #84807 (CIDR14; présence de P4 endogène)



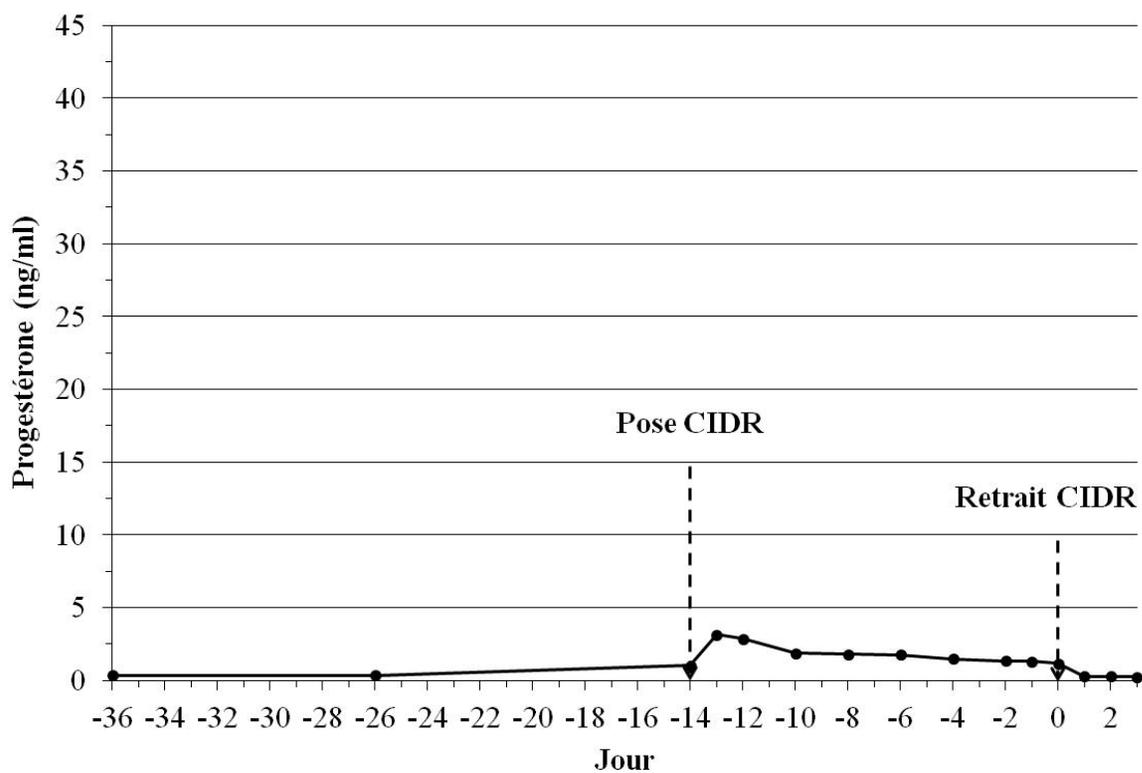
Brebis #01881 (CIDR14; absence de P4 endogène)



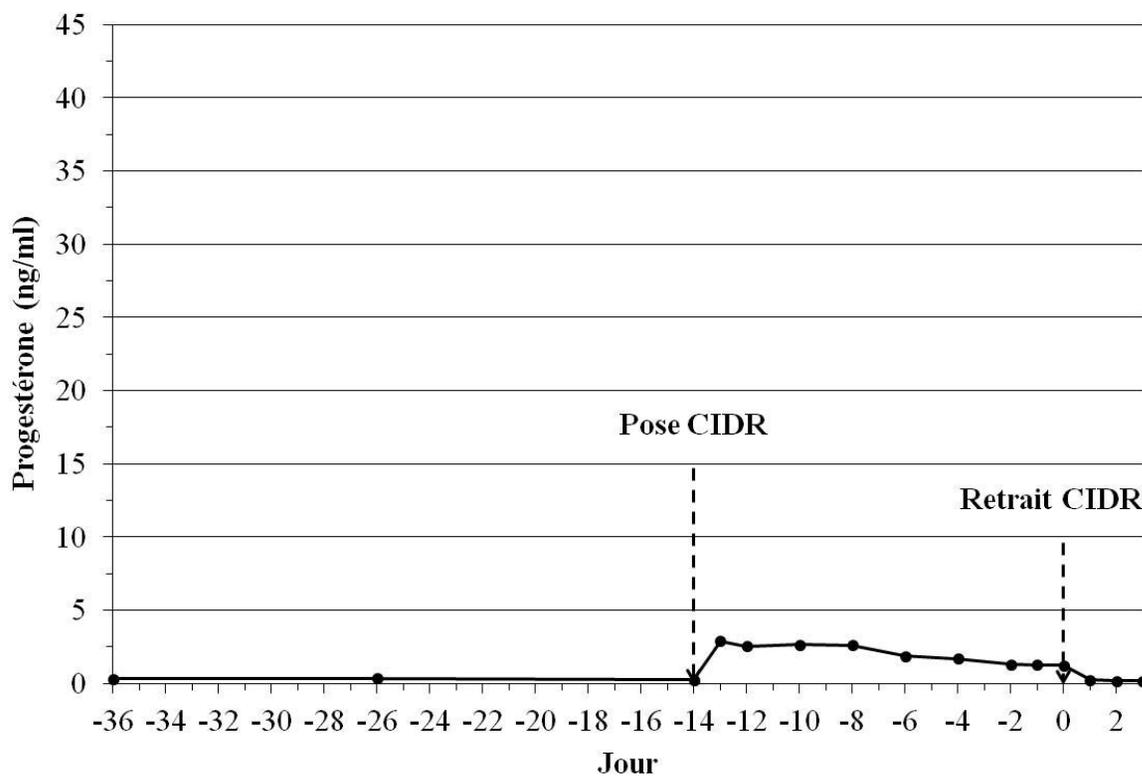
Brebis #04463 (CIDR14; absence de P4 endogène)



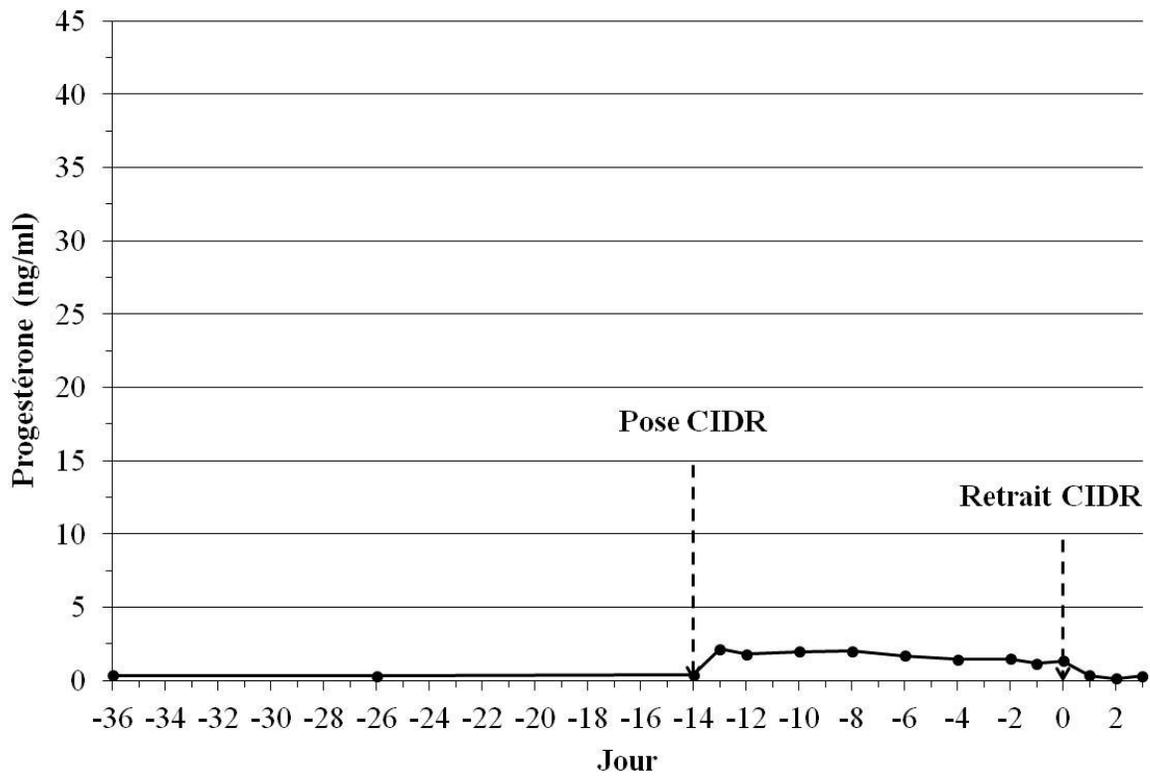
Brebis #04516 (CIDR14; absence de P4 endogène)



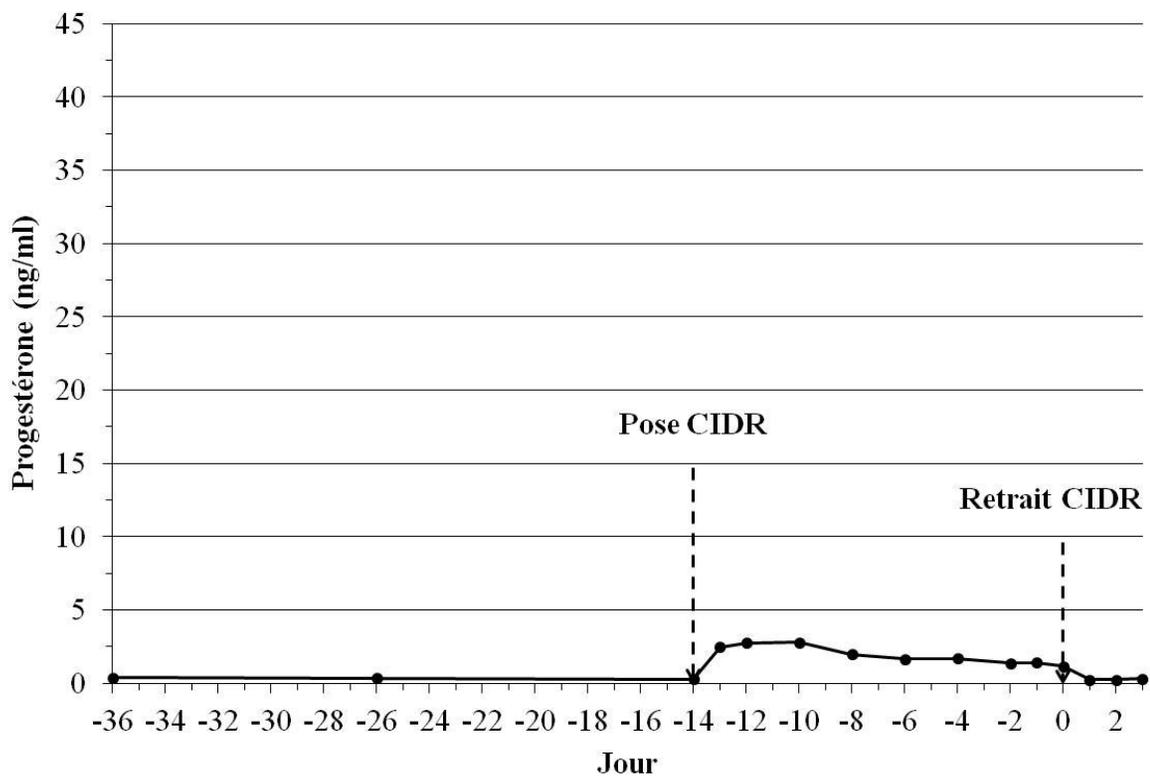
Brebis #33228 (CIDR14; absence de P4 endogène)



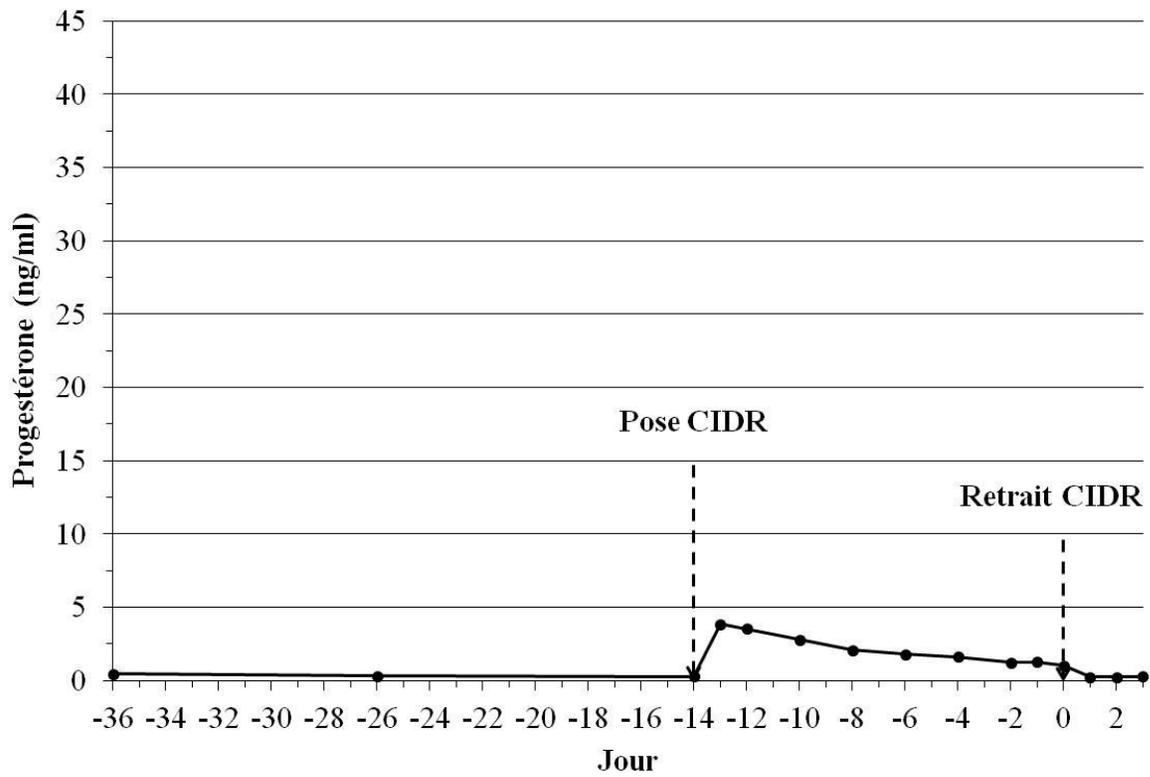
Brebis #37964 (CIDR14; absence de P4 endogène)



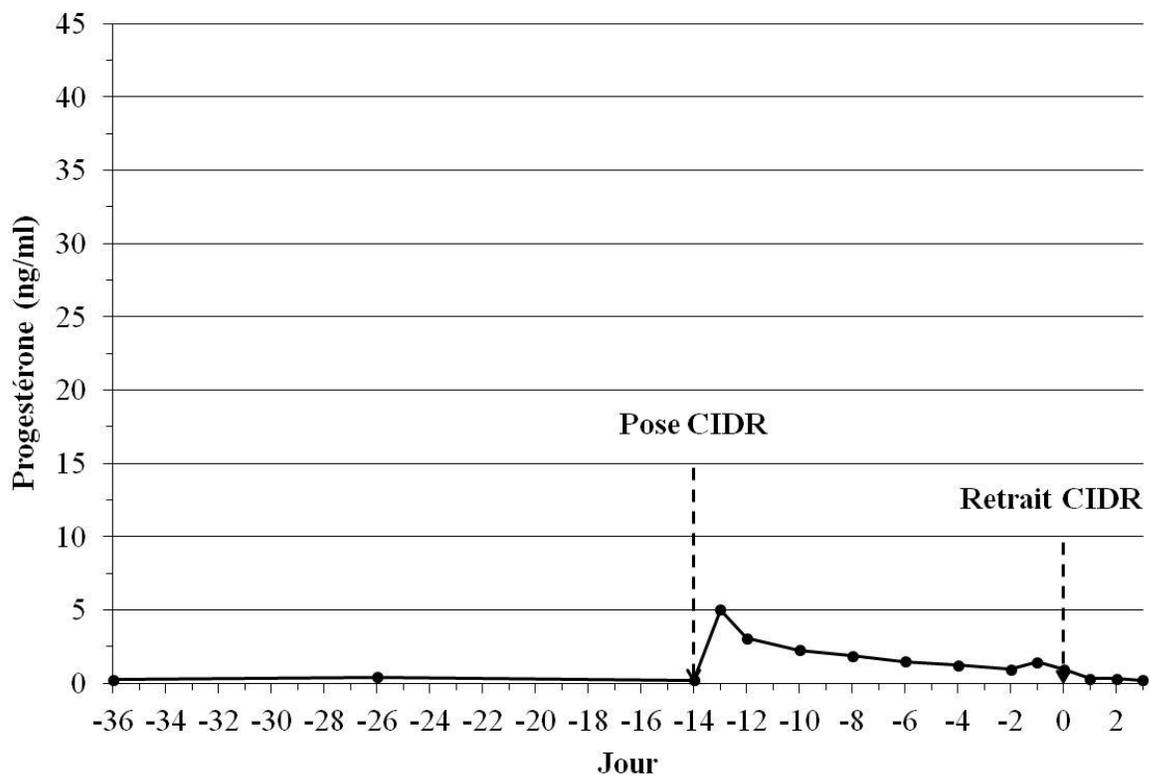
Brebis #38050 (CIDR14; absence de P4 endogène)



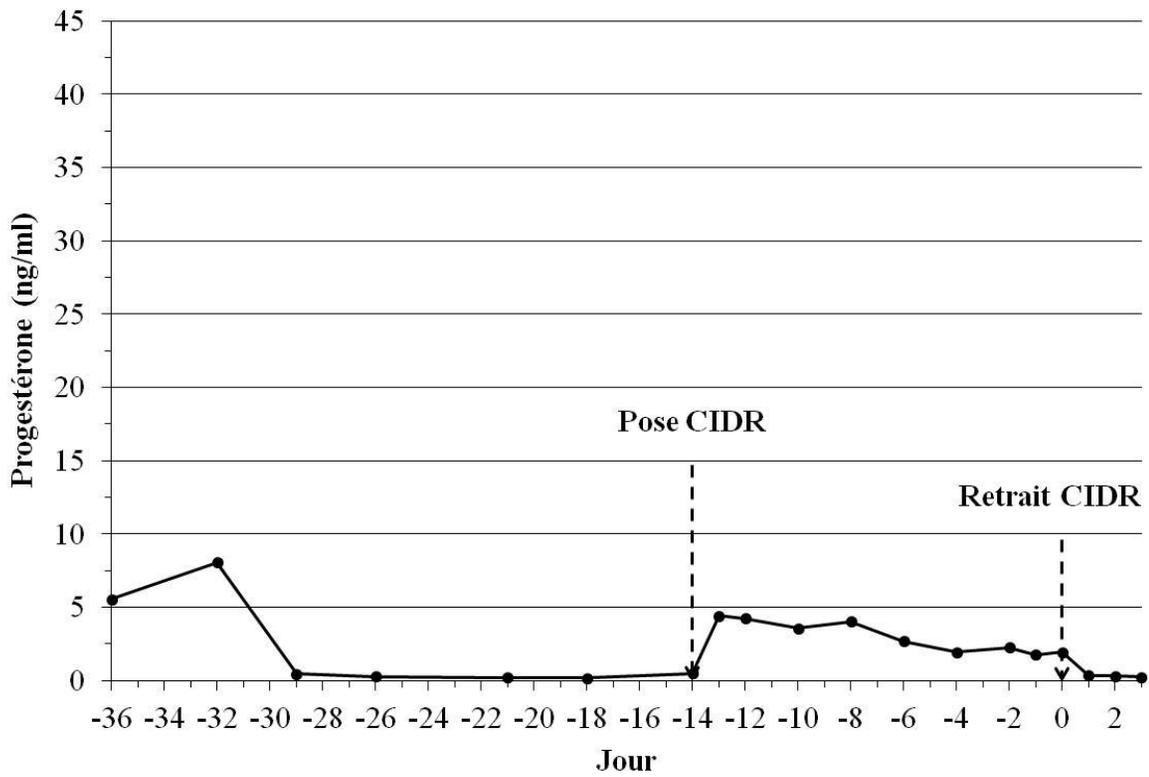
Brebis #83025 (CIDR14; absence de P4 endogène)



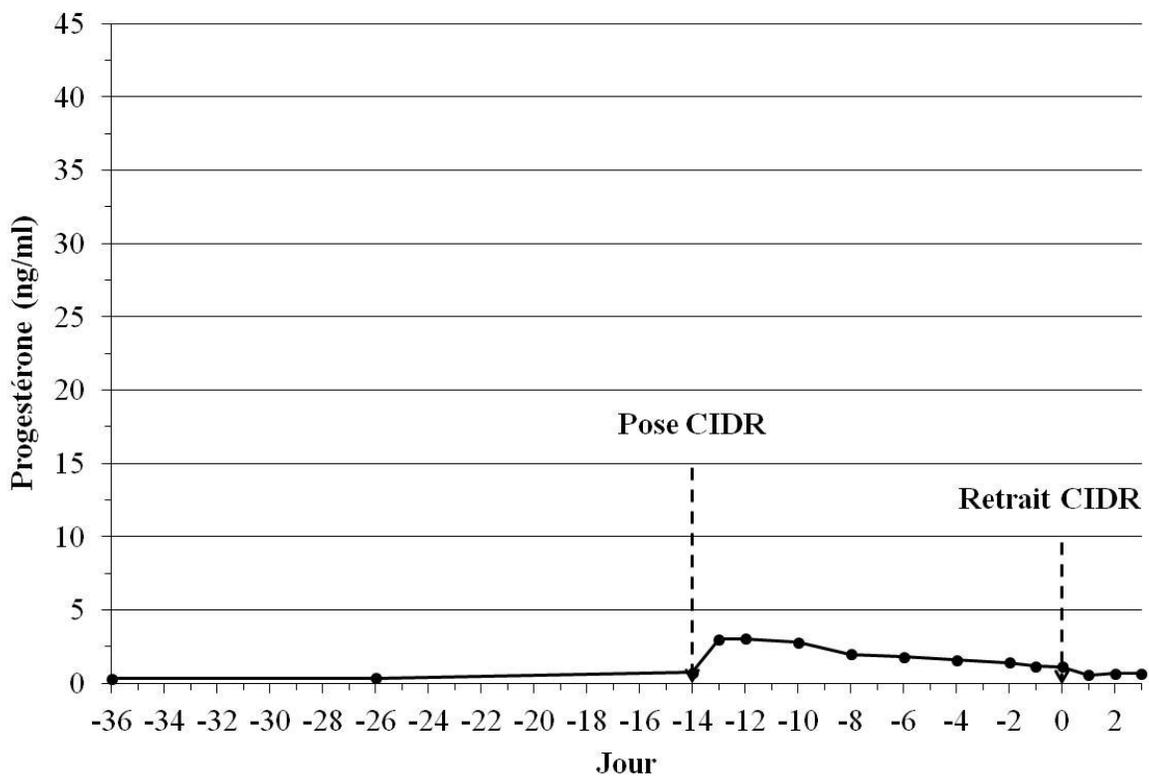
Brebis #83031 (CIDR14; absence de P4 endogène)



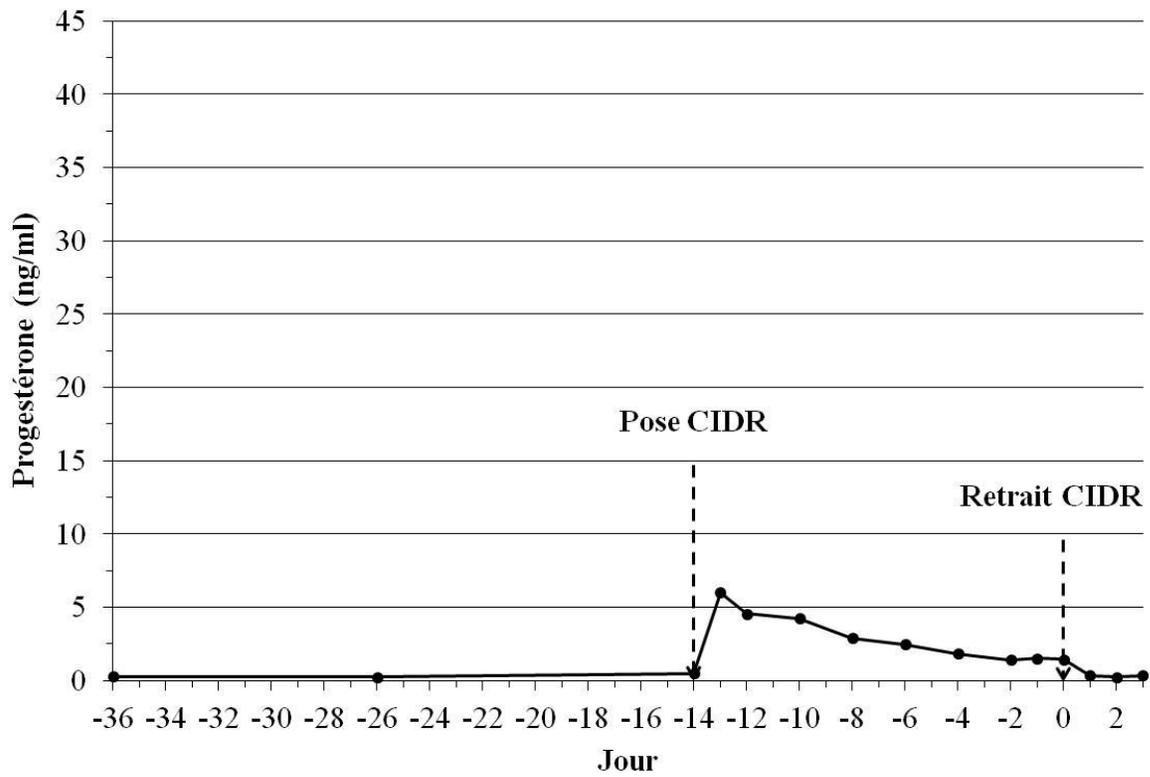
Brebis #96795 (CIDR14; absence de P4 endogène)



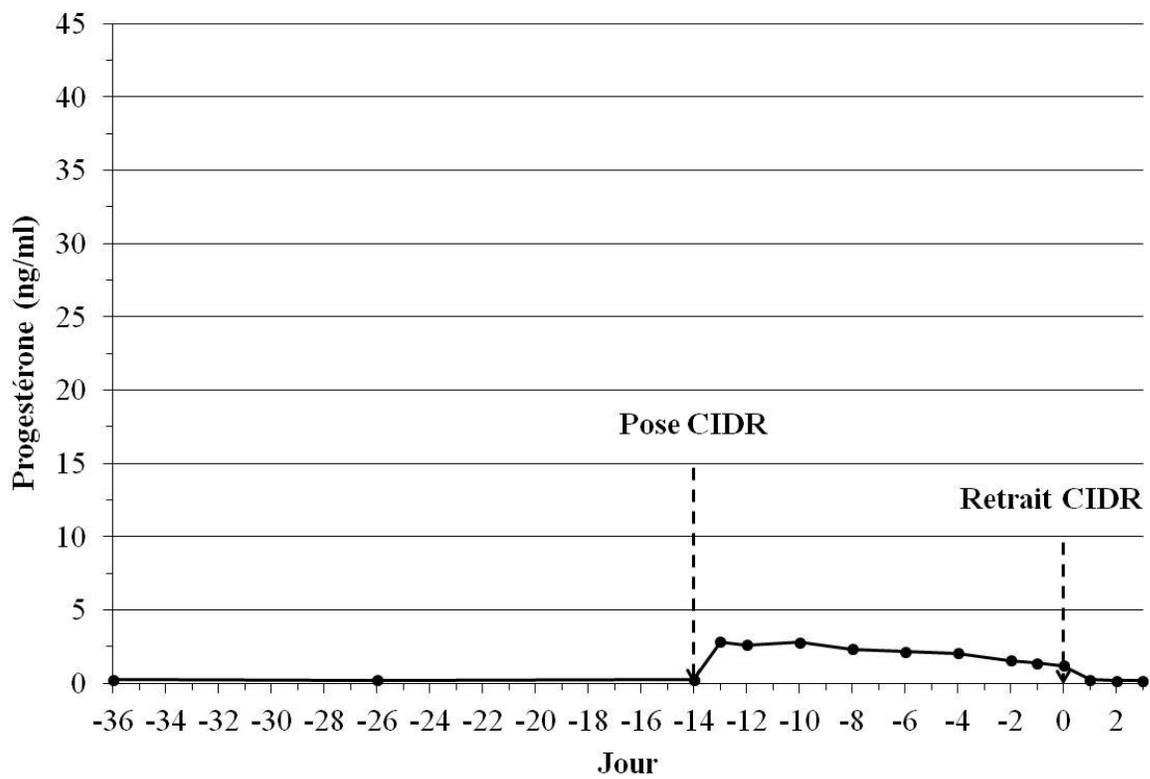
Brebis #96816 (CIDR14; absence de P4 endogène)



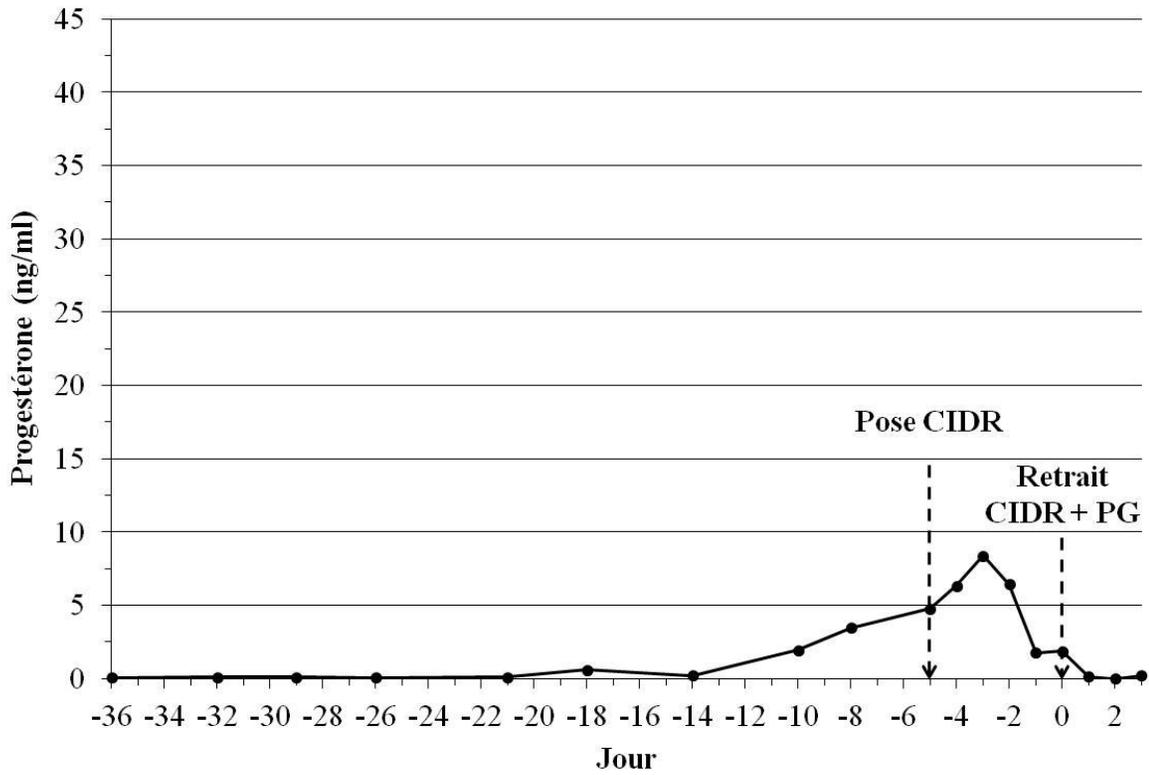
Brebis #96941 (CIDR14; absence de P4 endogène)



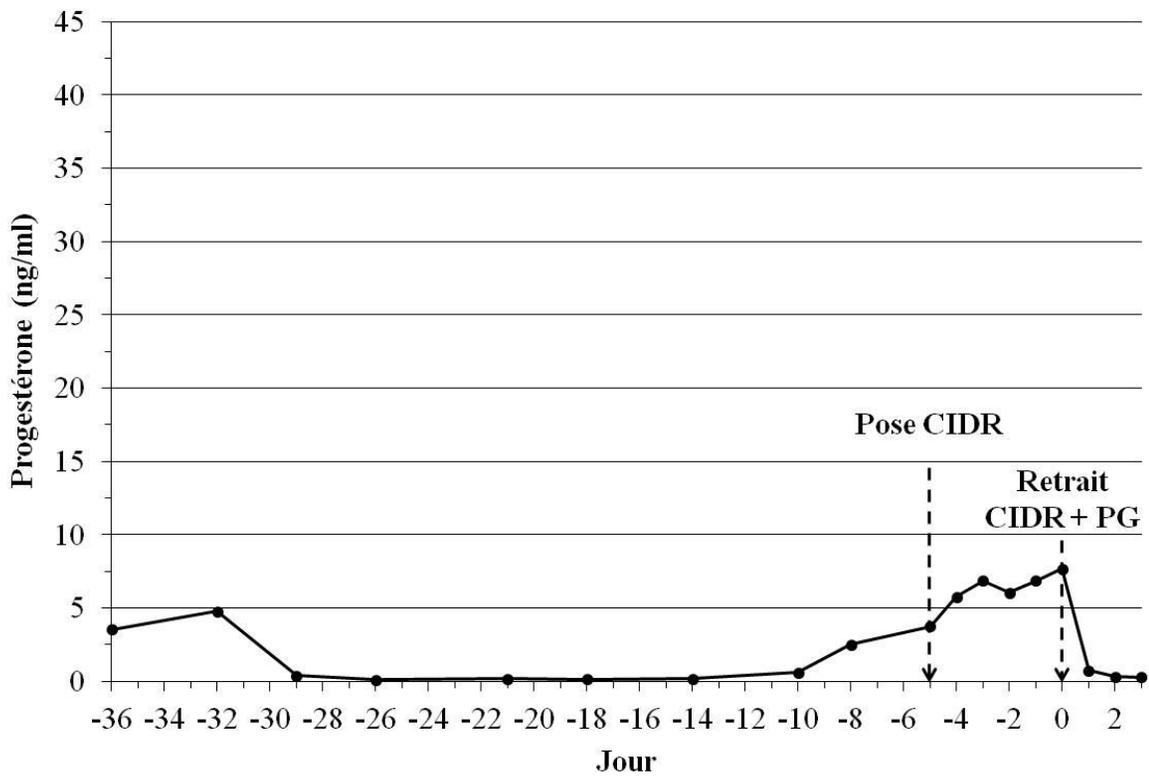
Brebis #96942 (CIDR14; absence de P4 endogène)



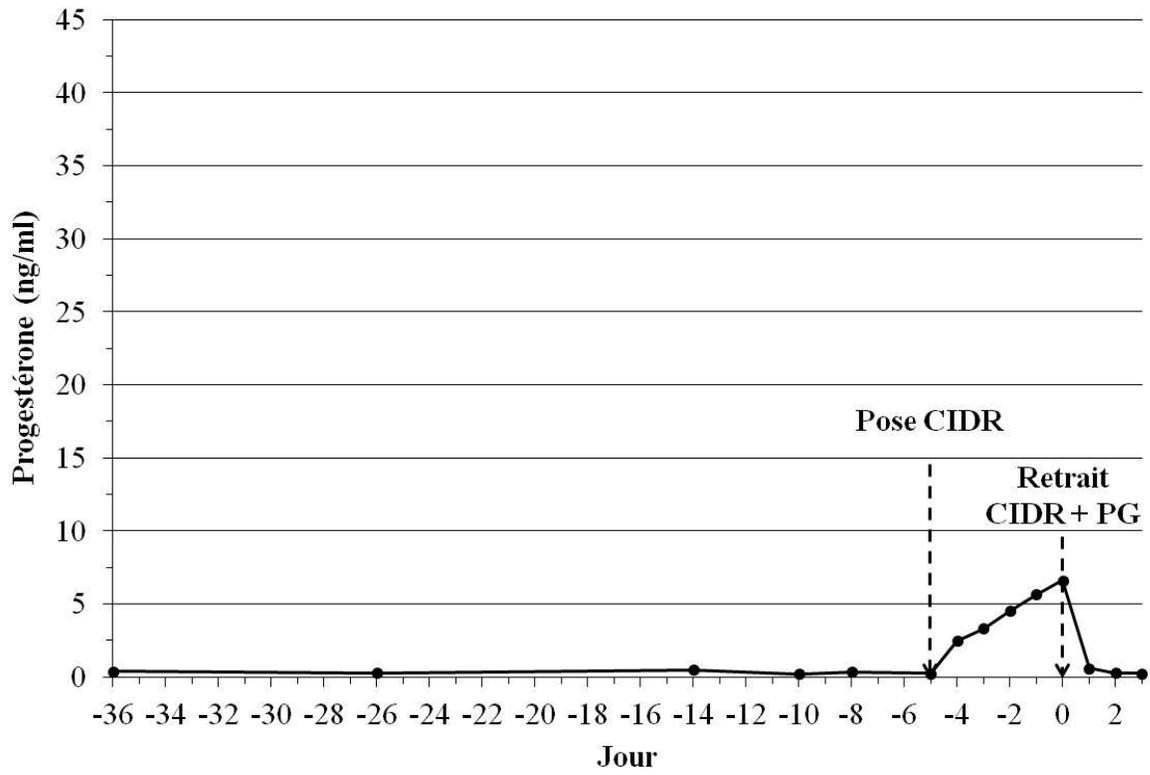
Brebis #20177 (CIDR5+PG; présence de P4 endogène)



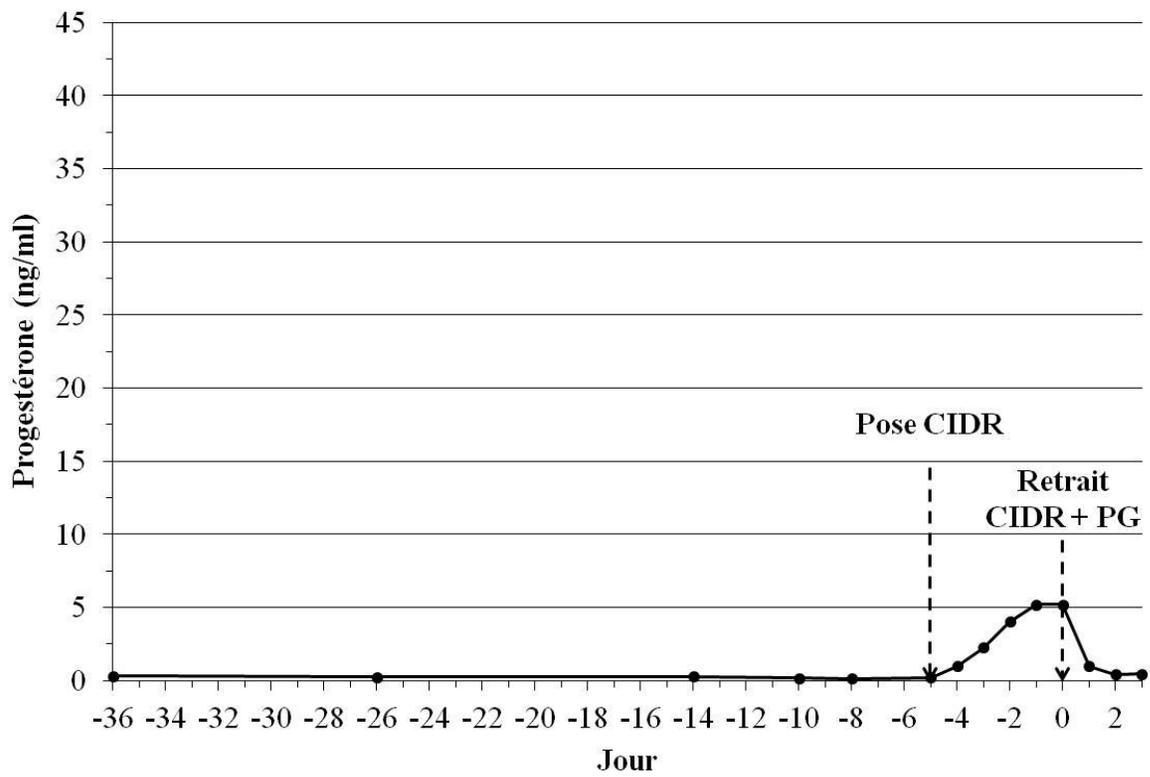
Brebis #64885 (CIDR5+PG; présence de P4 endogène)



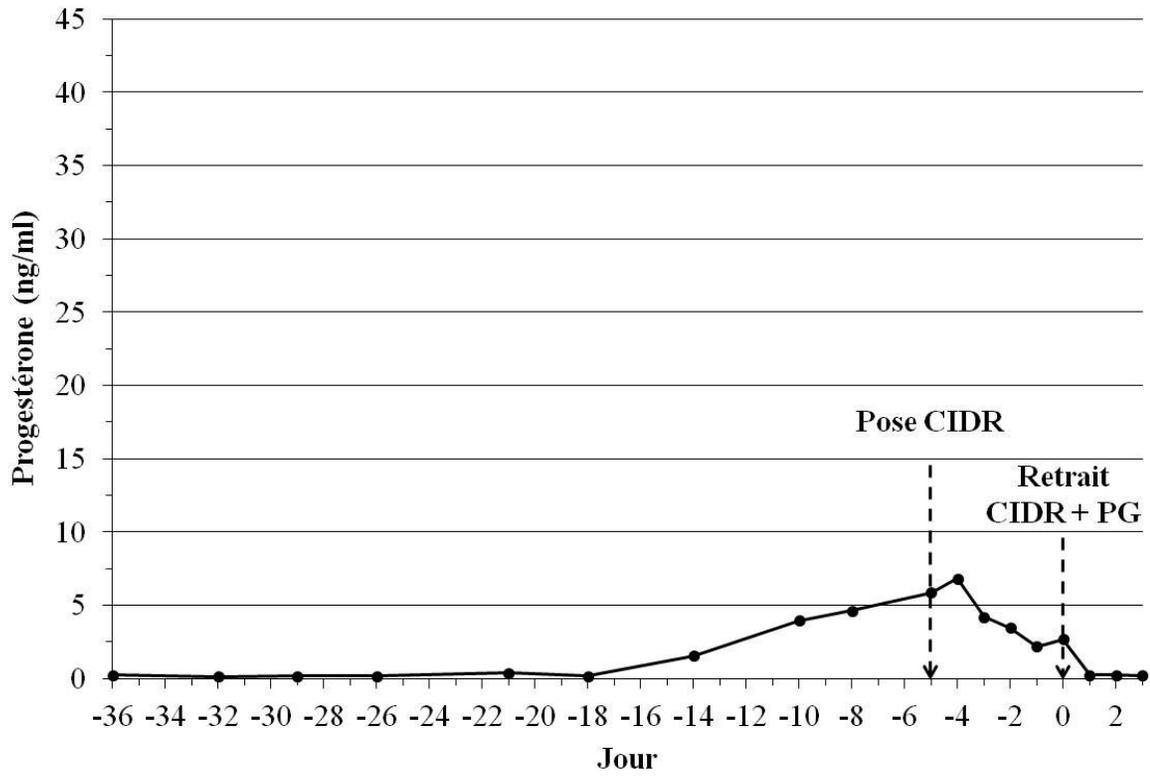
Brebis #83043 (CIDR5+PG; présence de P4 endogène)



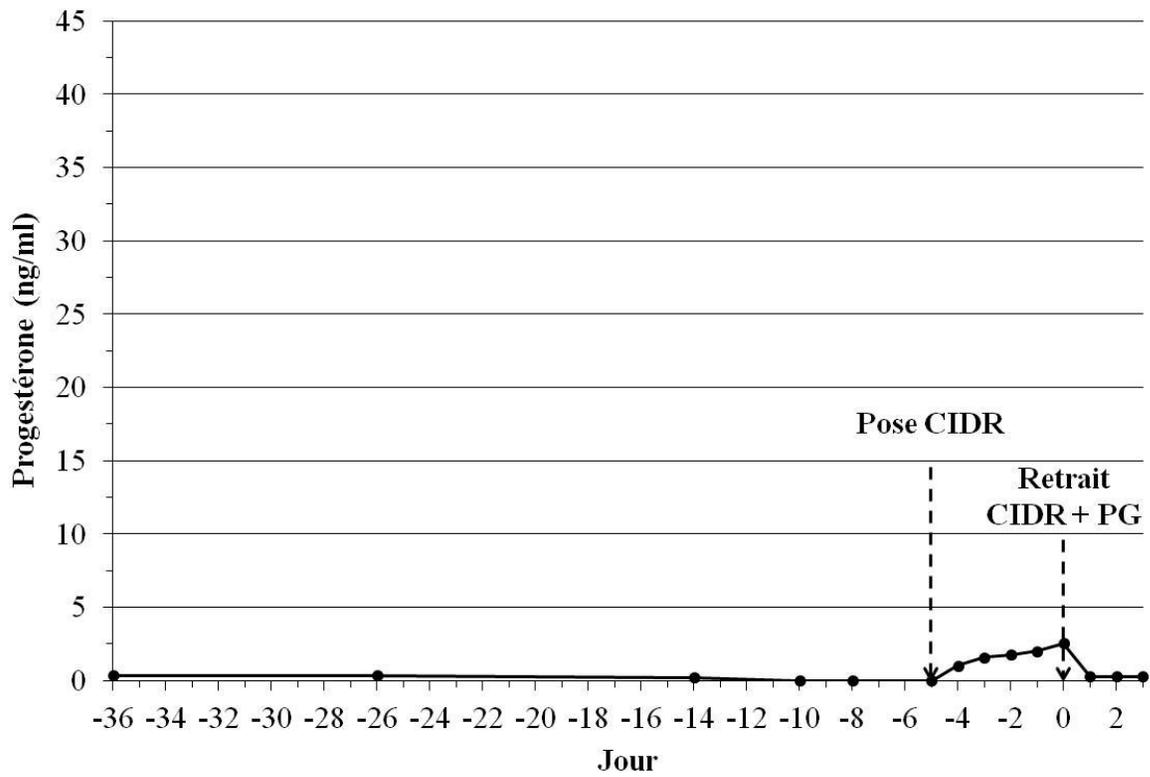
Brebis #96797 (CIDR5+PG; présence de P4 endogène)



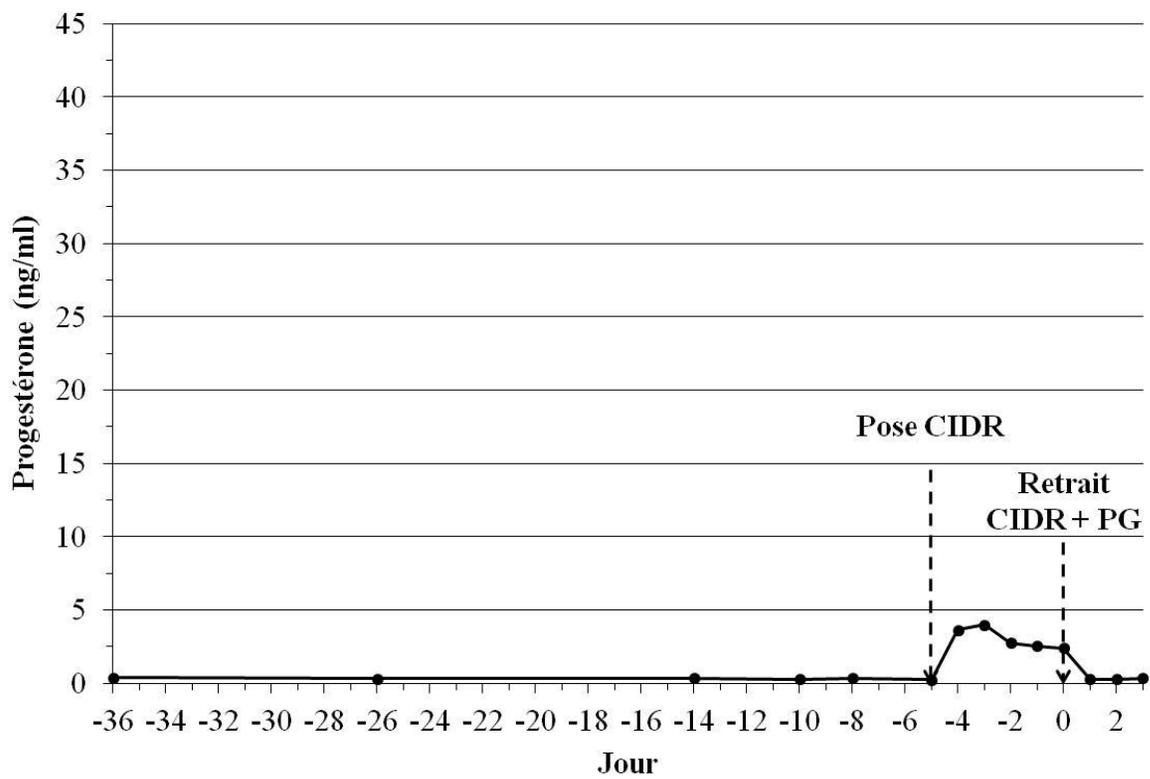
Brebis #96932 (CIDR5+PG; présence de P4 endogène)



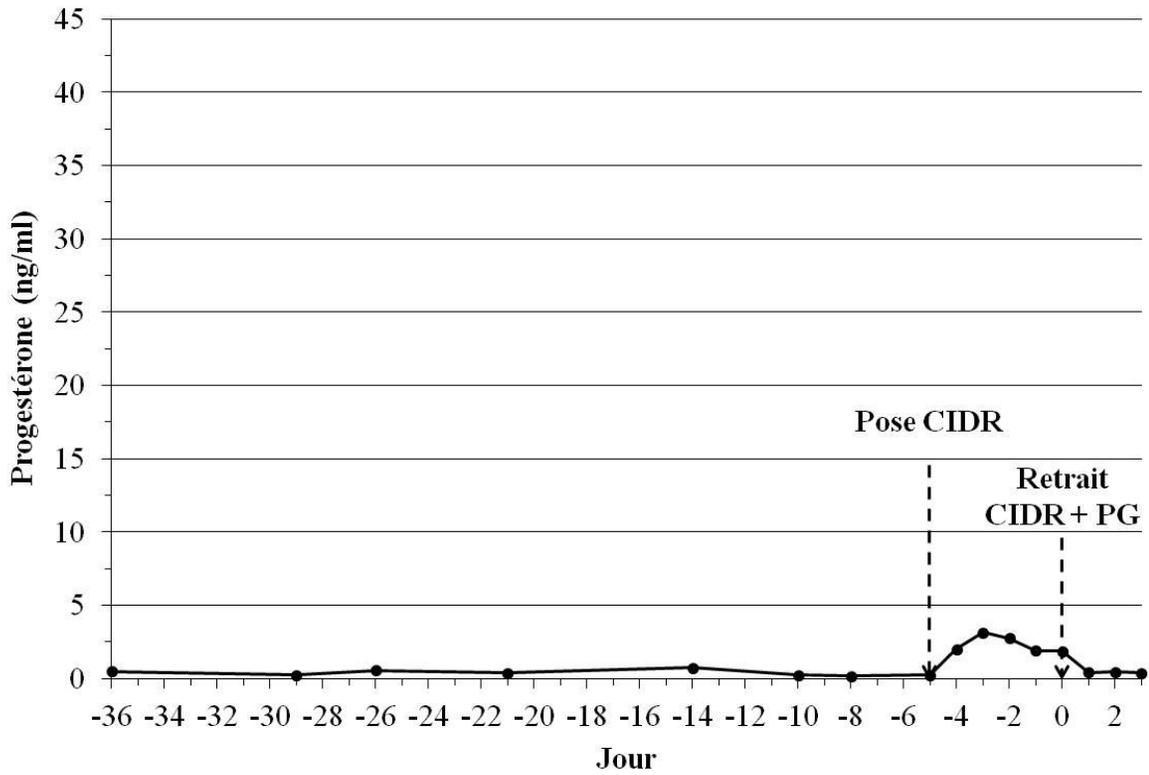
Brebis #32685 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



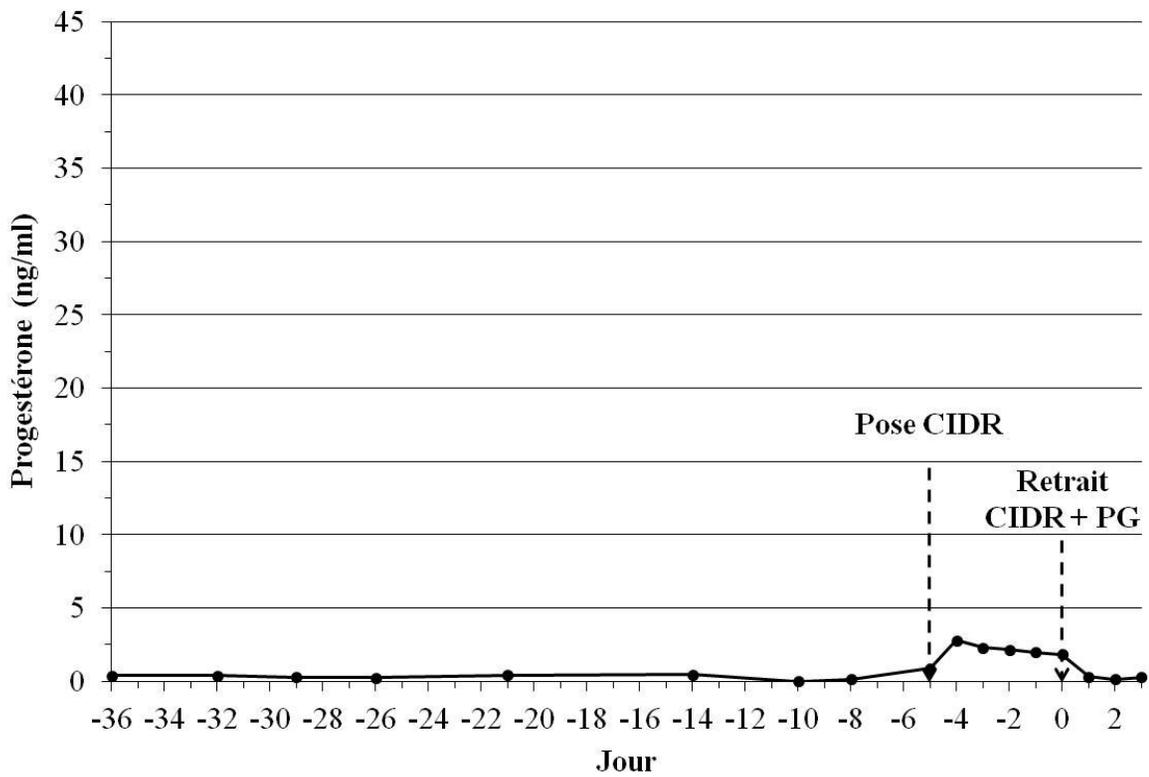
Brebis #32687 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



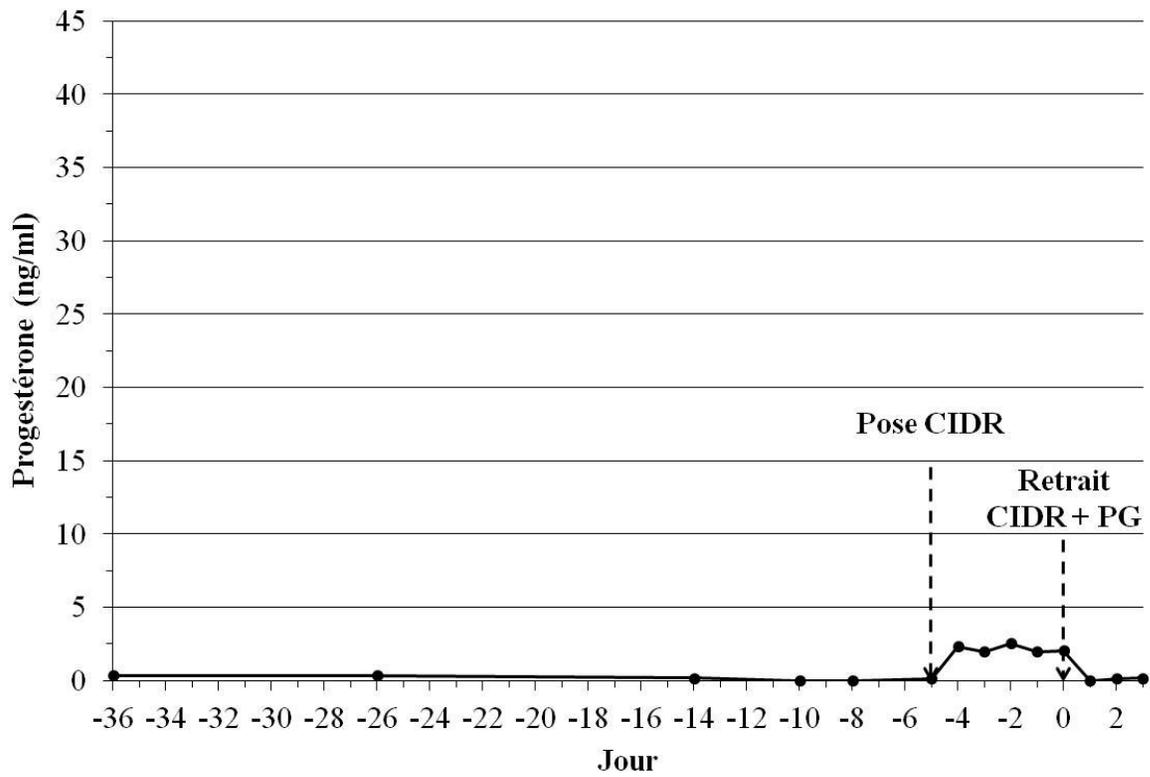
Brebis #34078 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



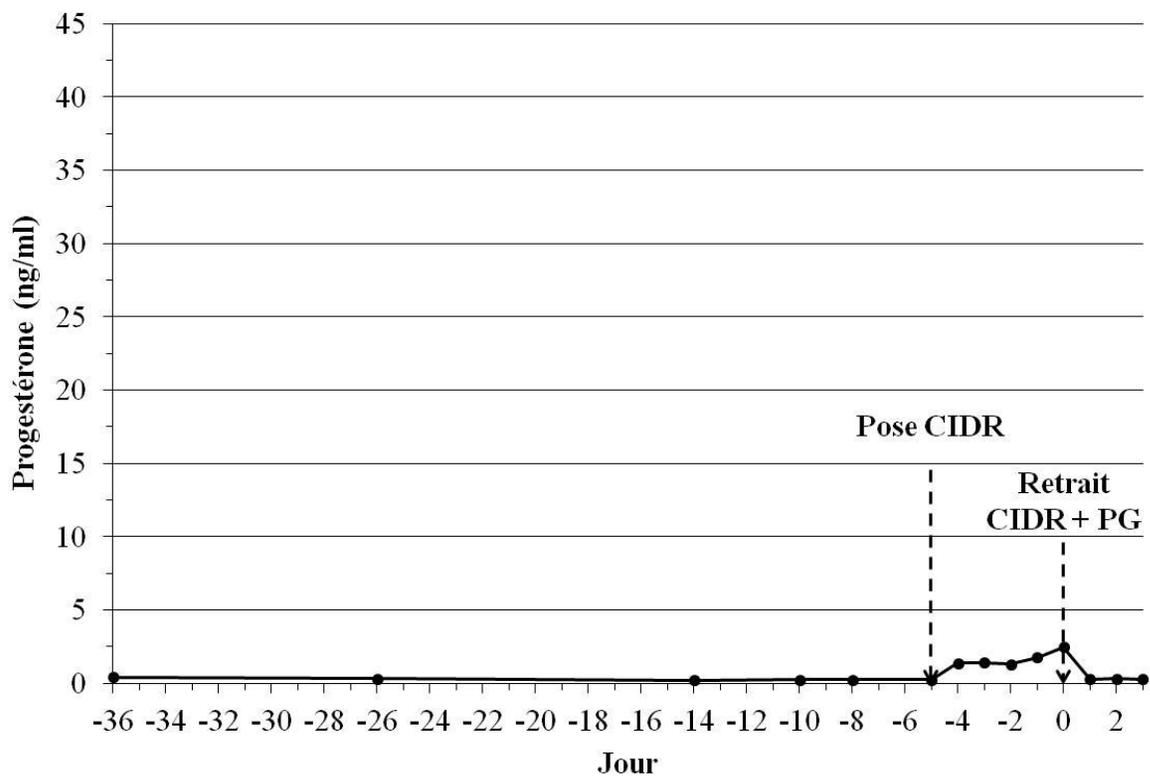
Brebis #34169 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



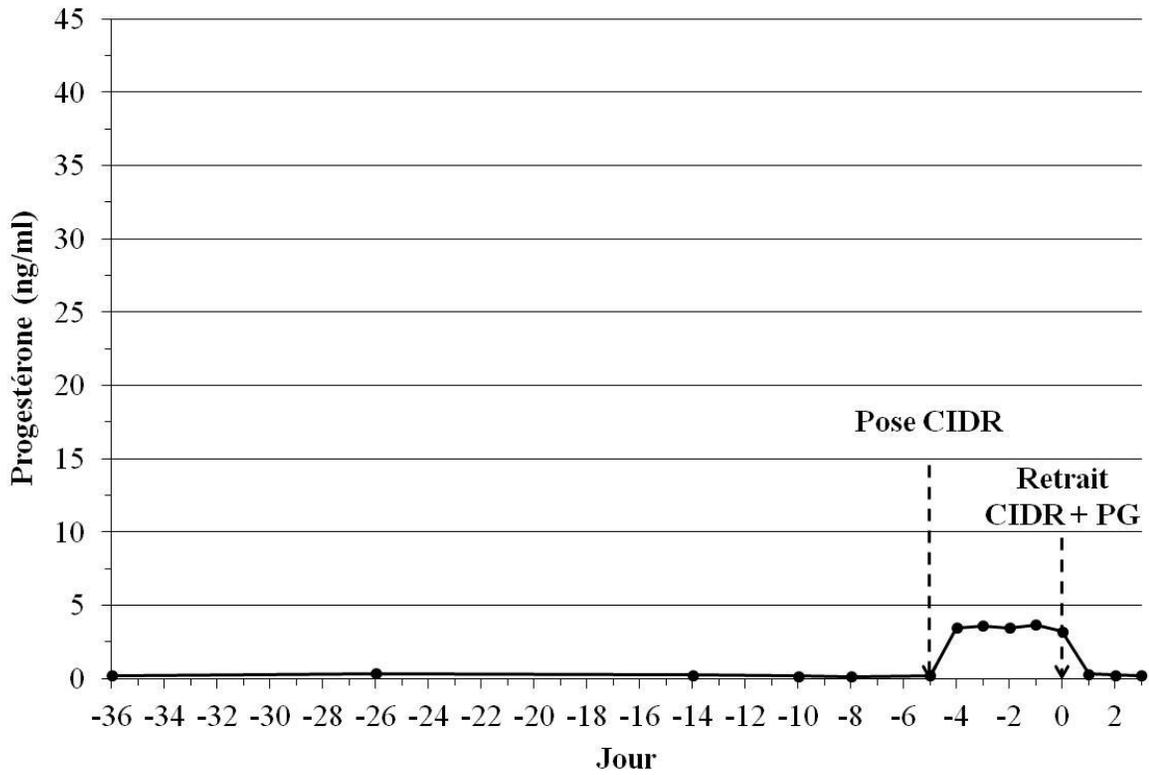
Brebis #37981 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



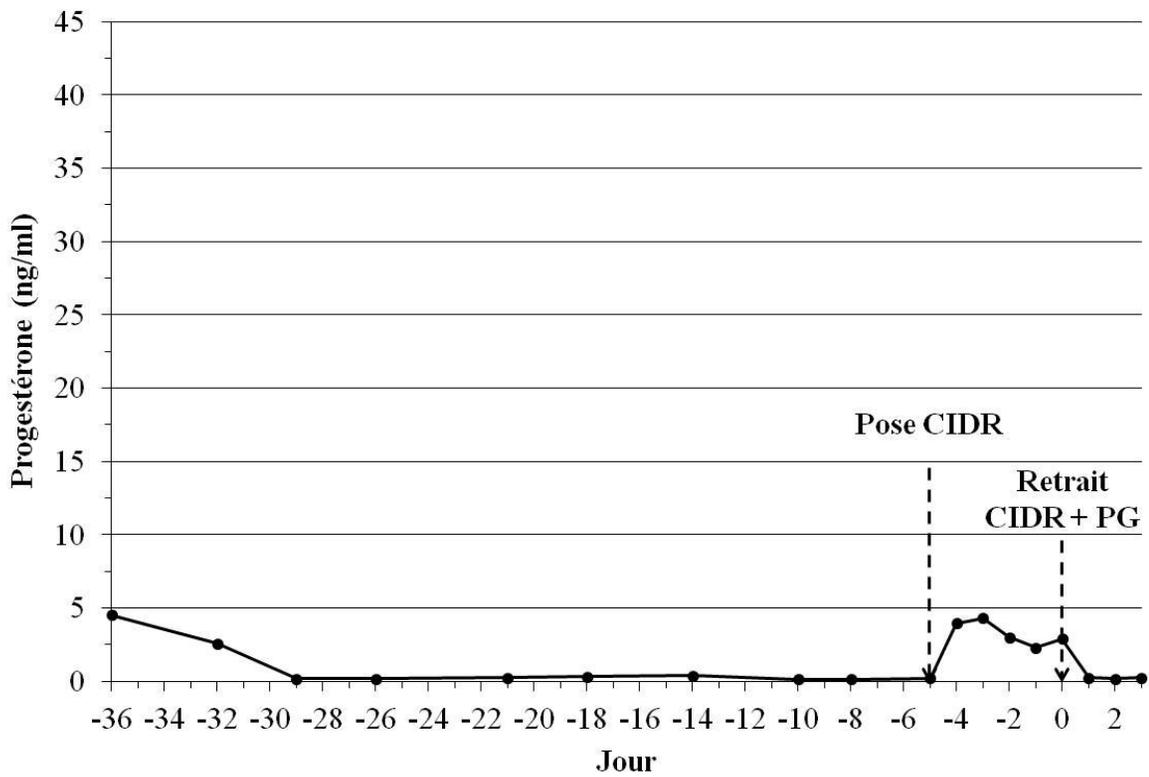
Brebis #84775 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



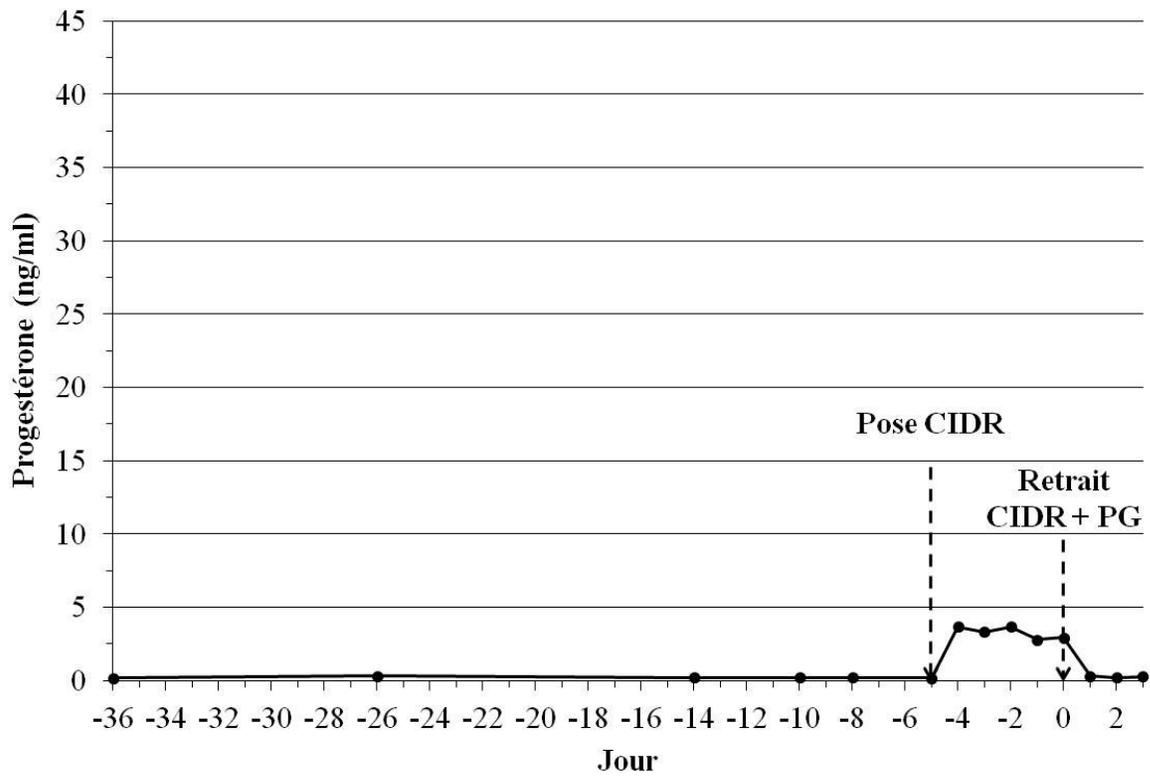
Brebis #84780 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



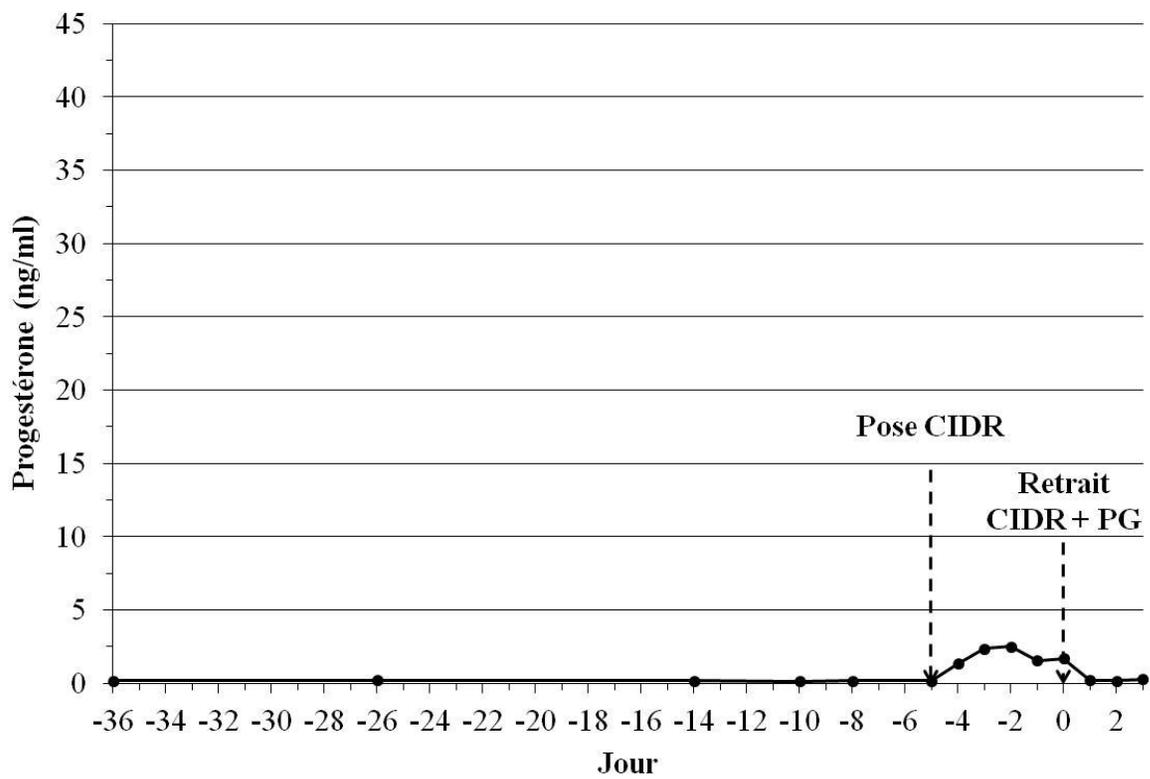
Brebis #93292 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



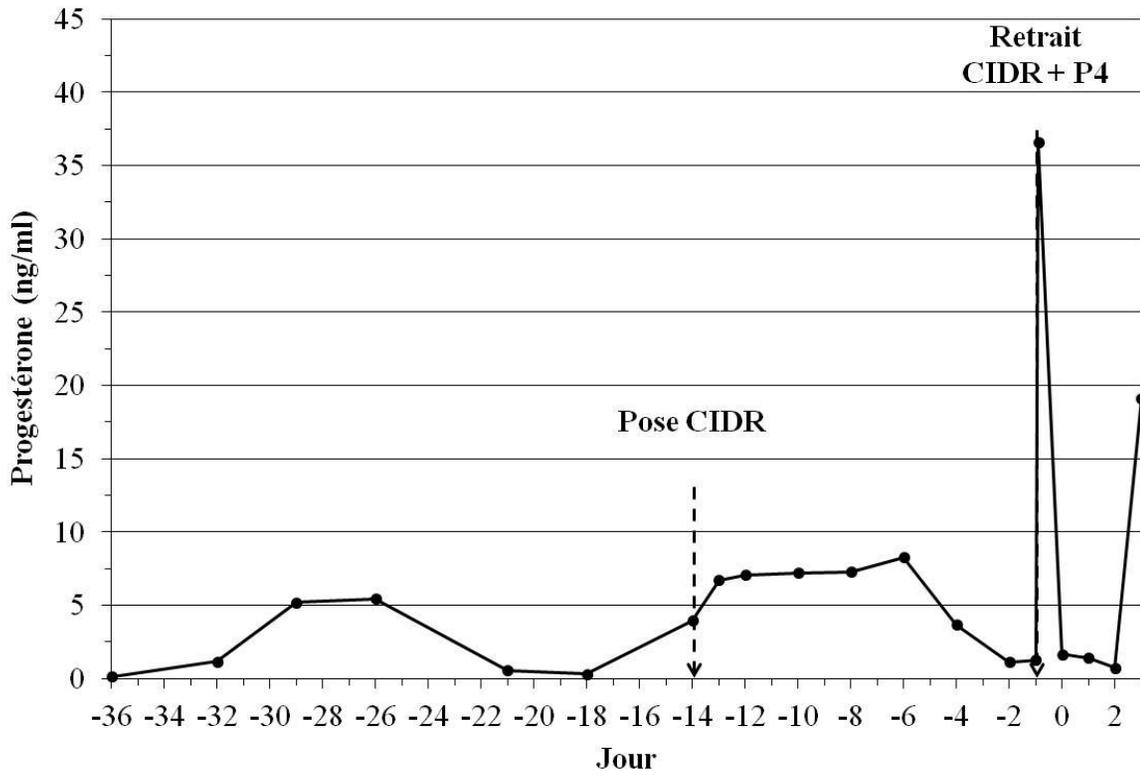
Brebis #96789 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



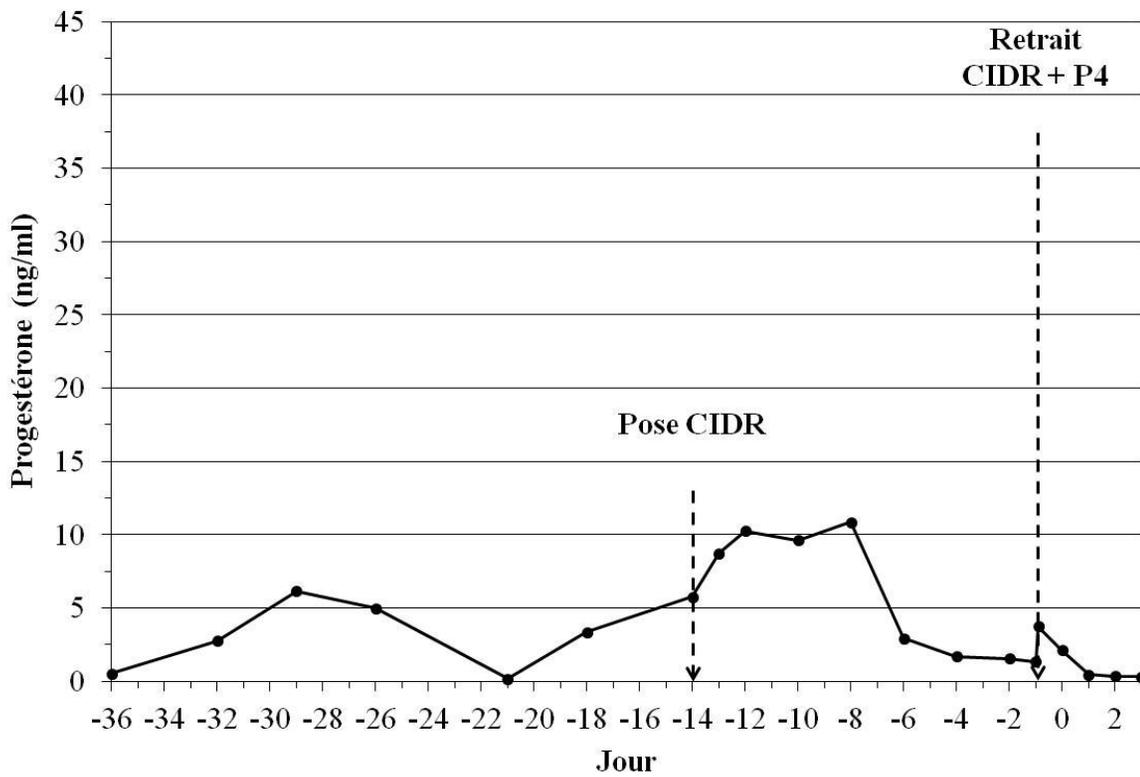
Brebis #96803 (CIDR5+PG; absence de P4 endogène)



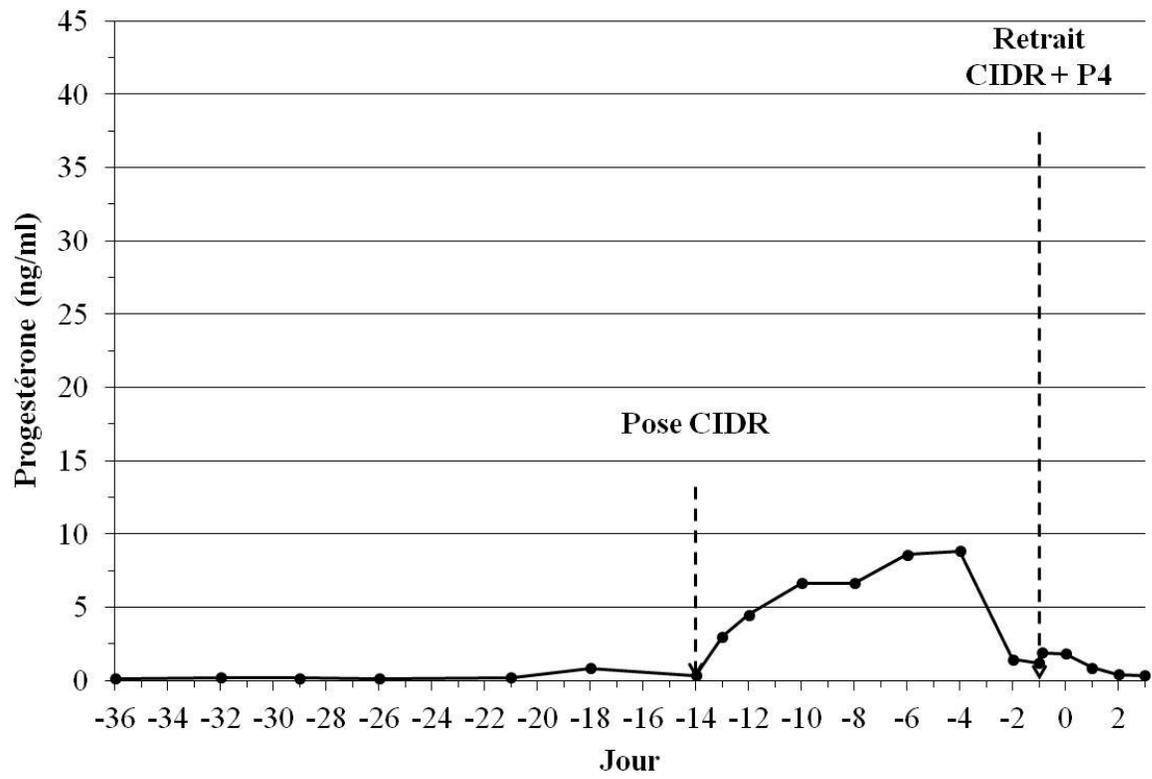
Brebis #32680 (CIDR13+P4; présence de P4 endogène)



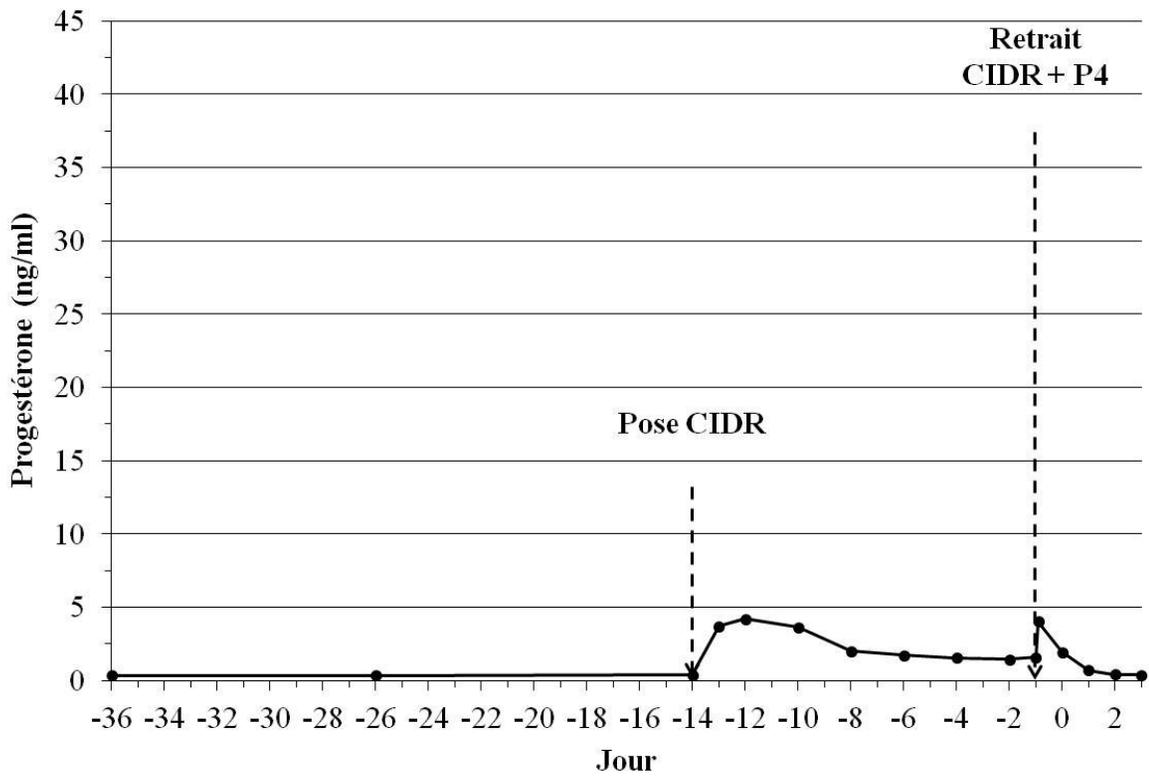
Brebis #83022 (CIDR13+P4; présence de P4 endogène)



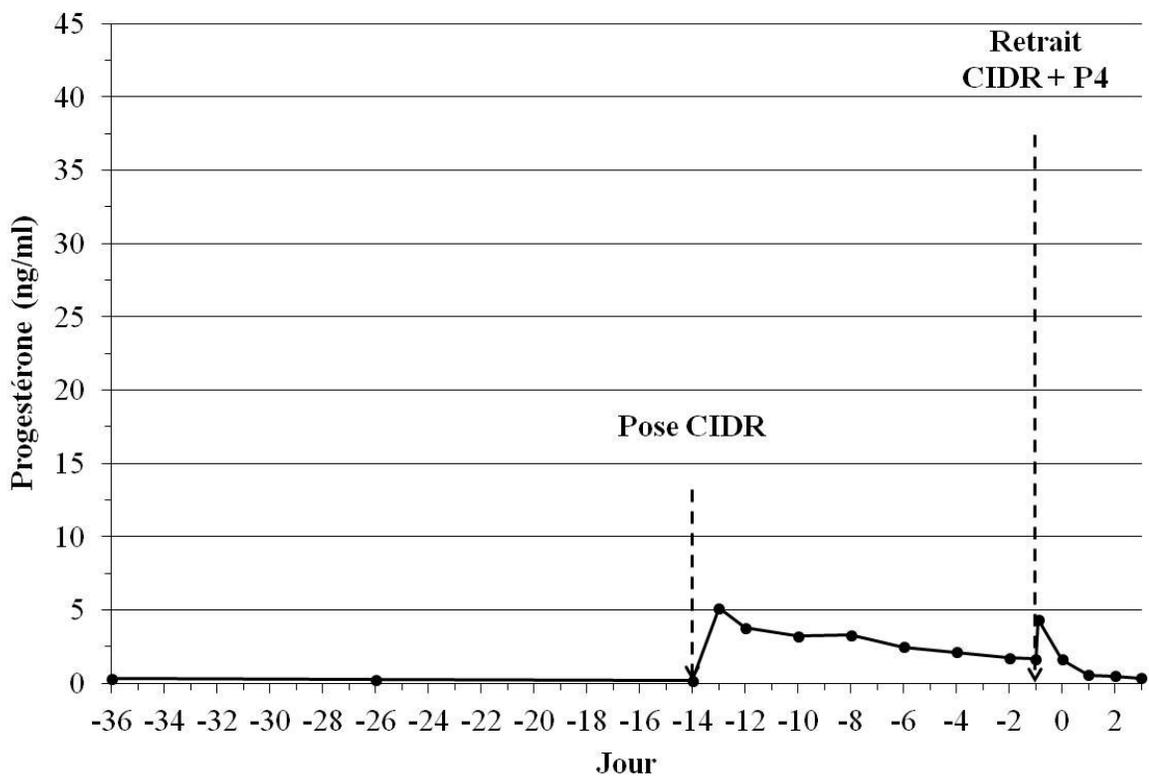
Brebis #84791 (CIDR13+P4; présence de P4 endogène)



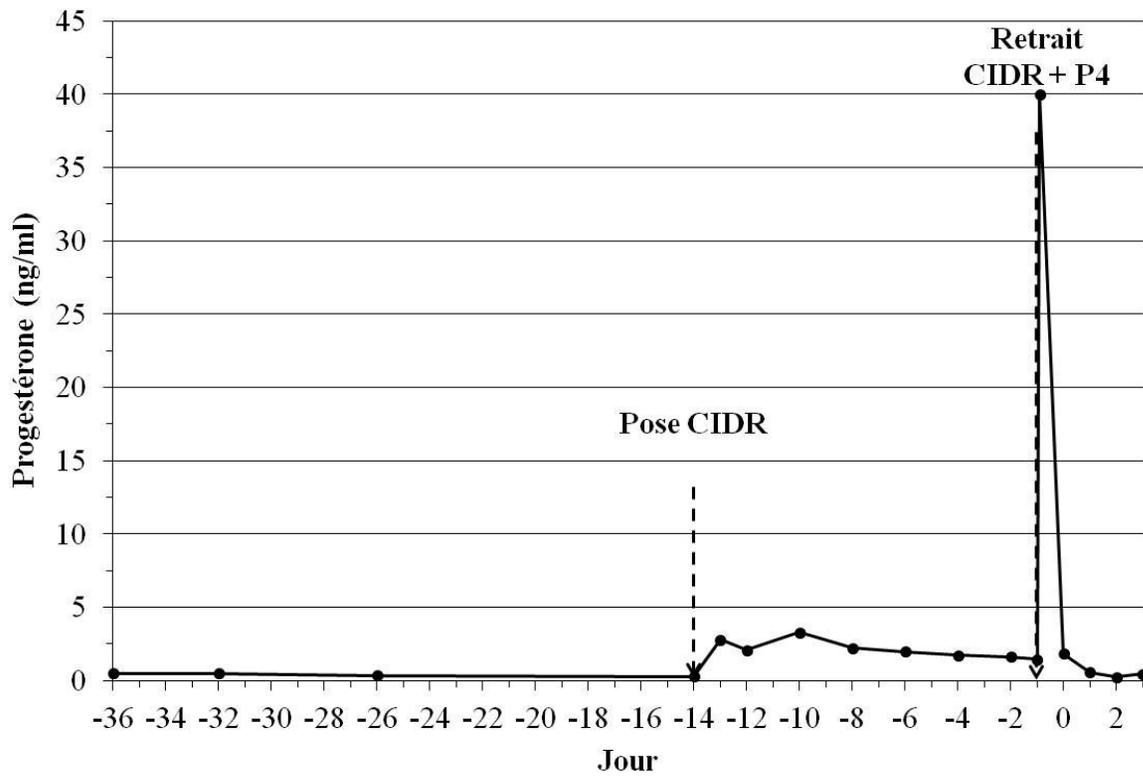
Brebis #01882 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



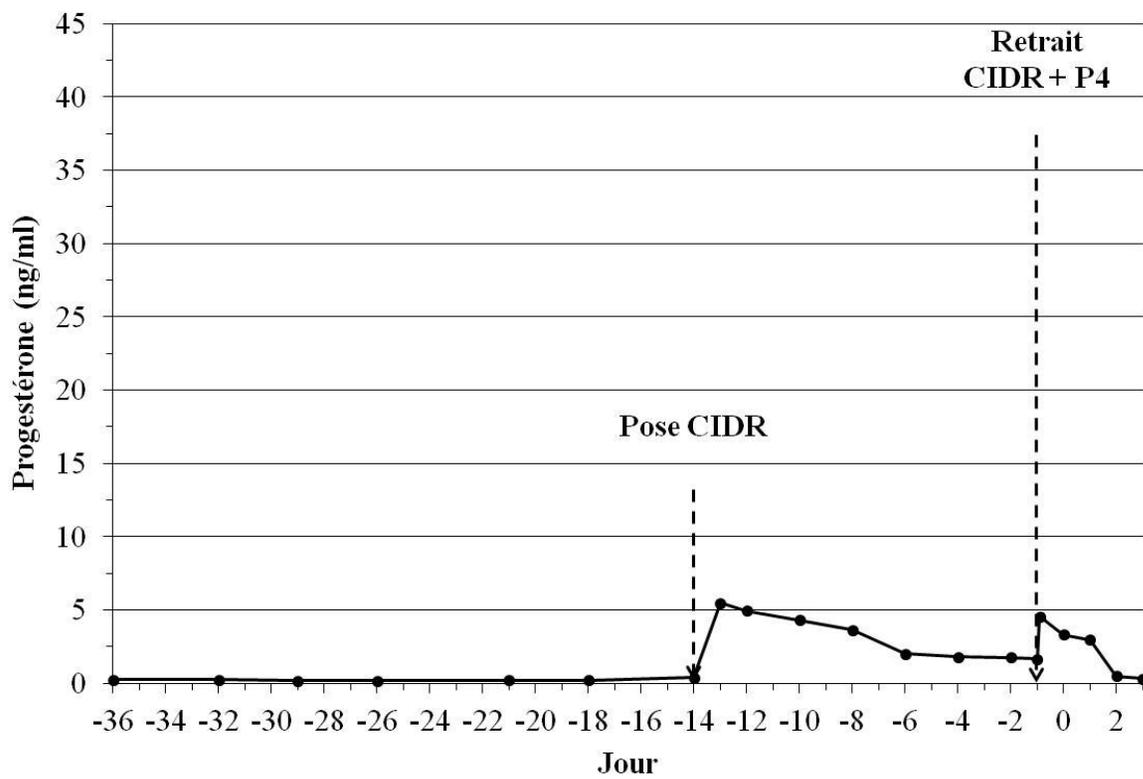
Brebis #04465 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



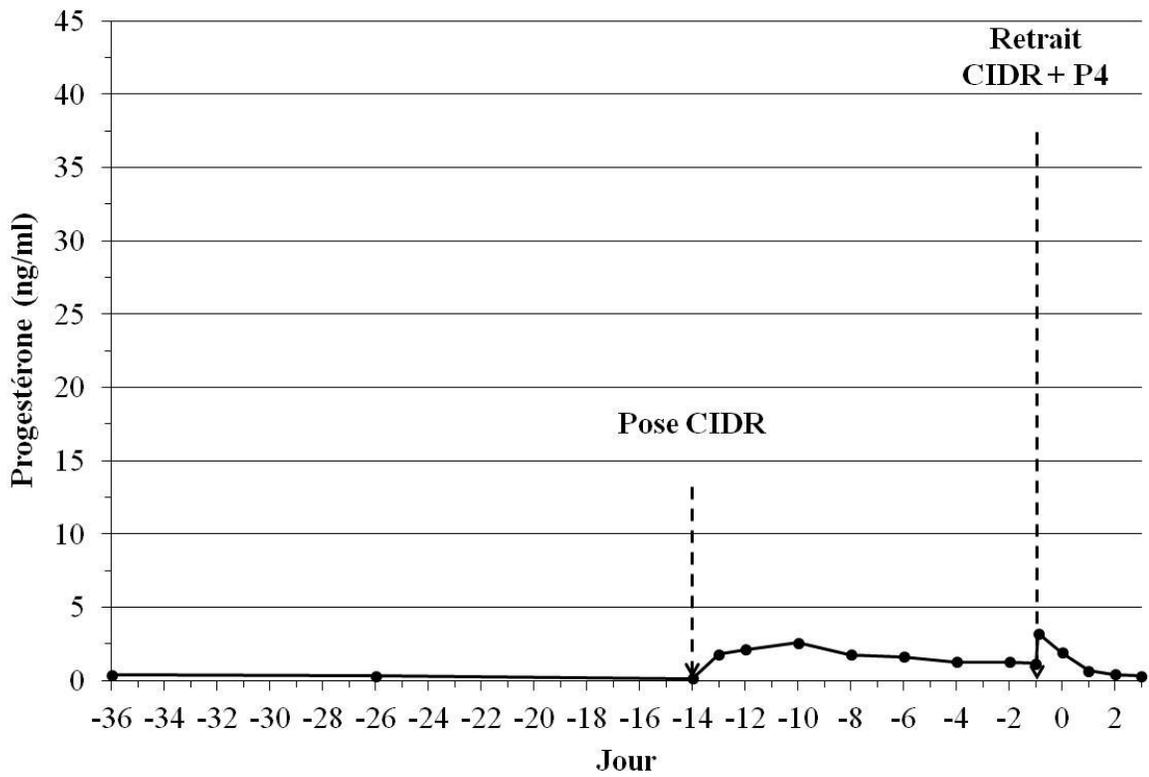
Brebis #04466 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



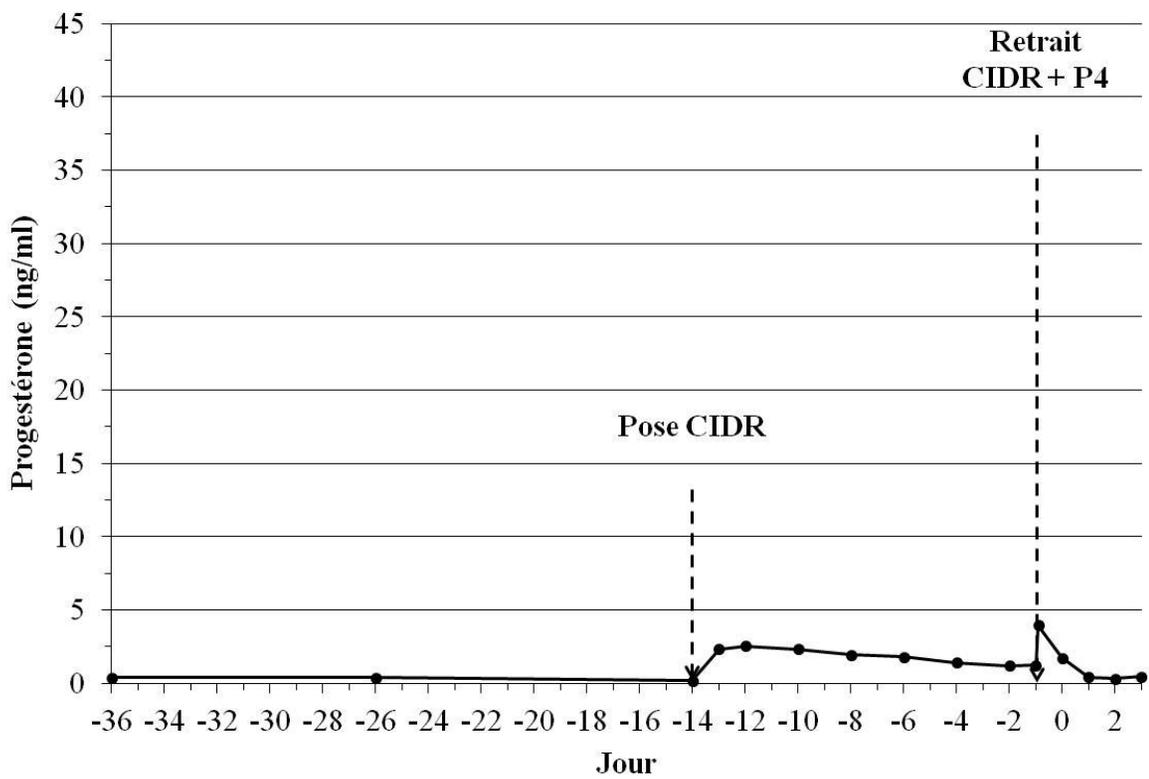
Brebis #04529 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



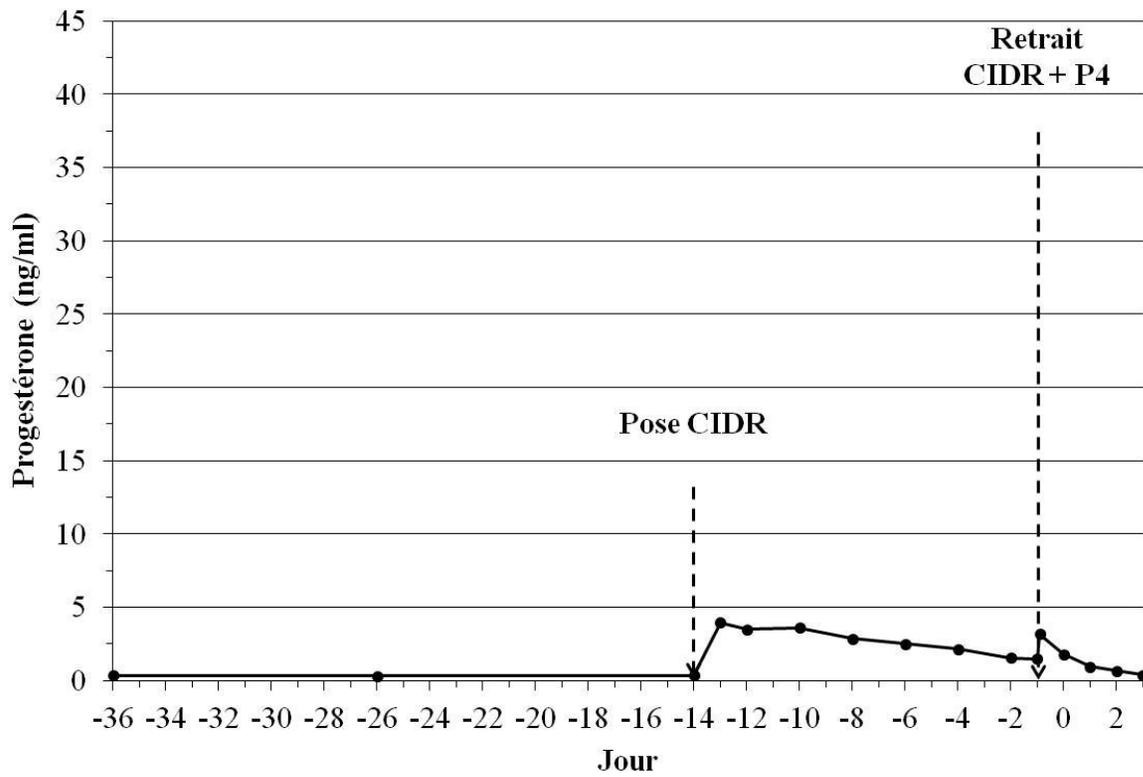
Brebis #19990 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



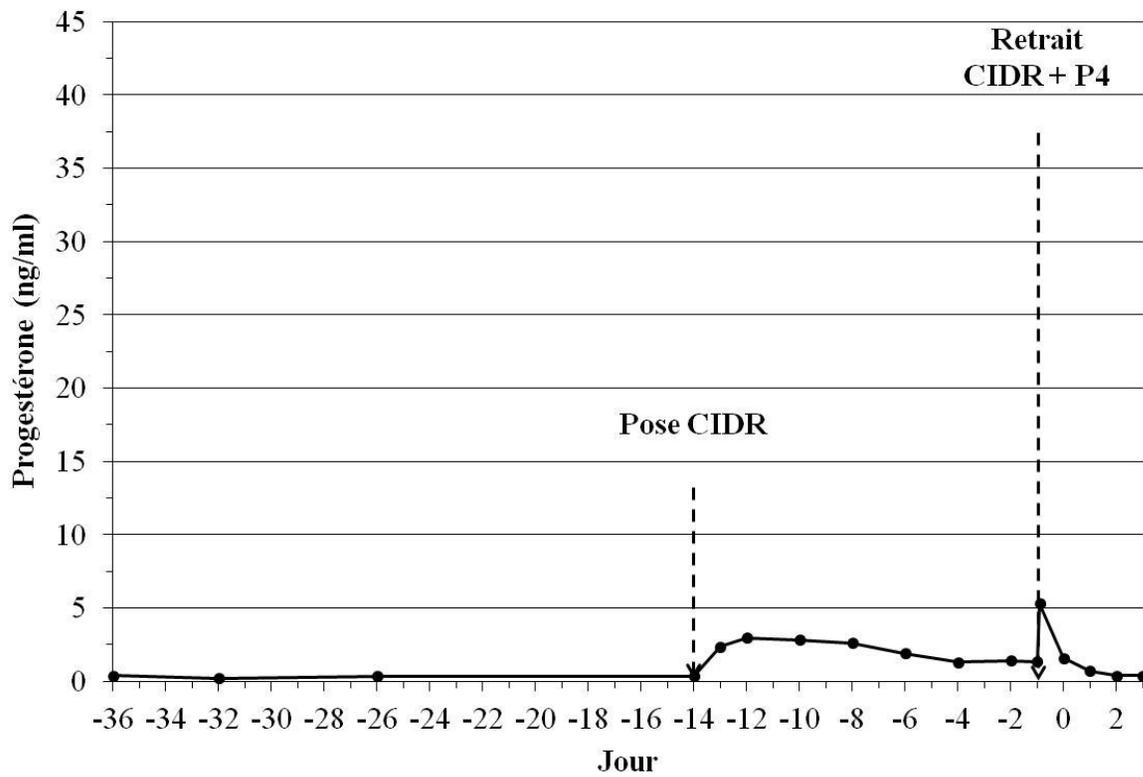
Brebis #34176 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



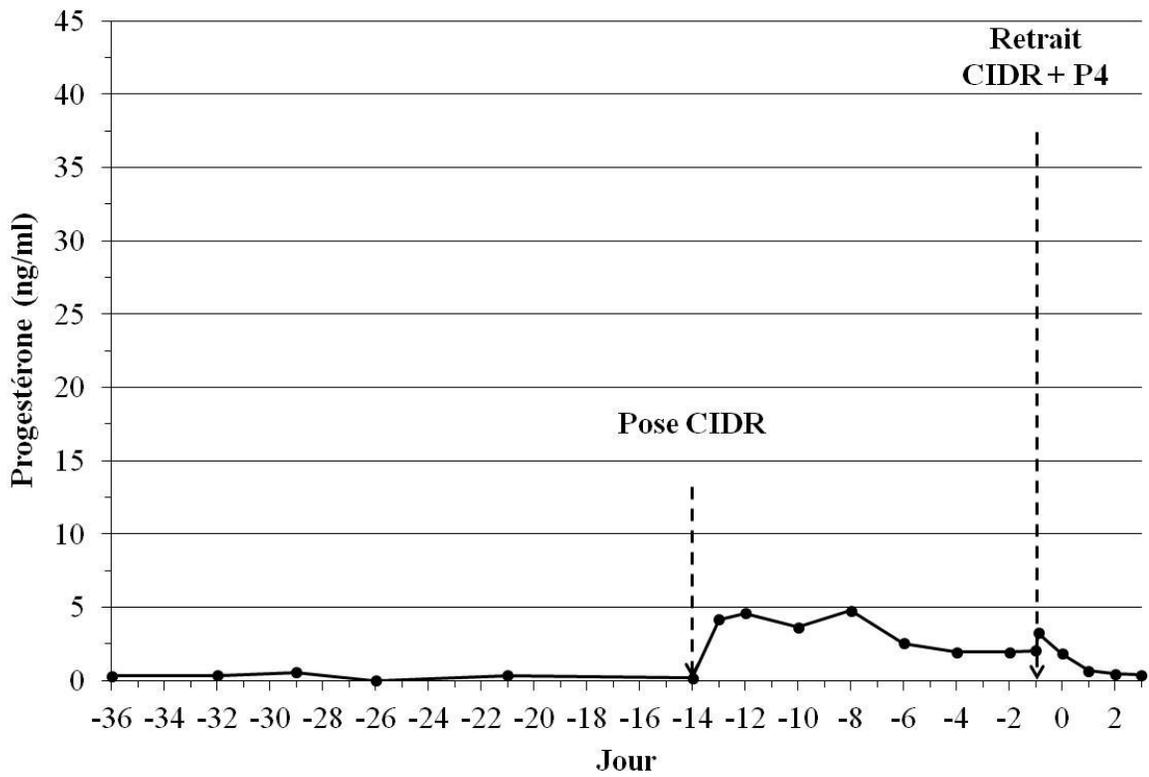
Brebis #37977 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



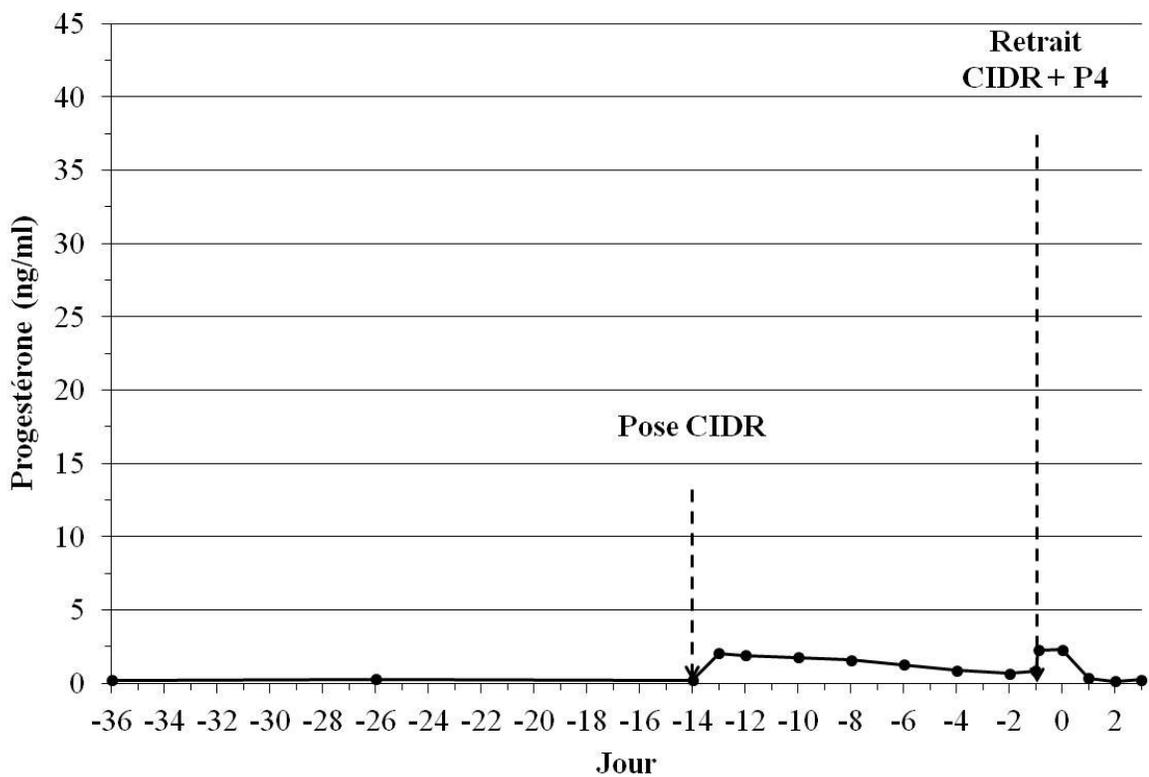
Brebis #38056 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



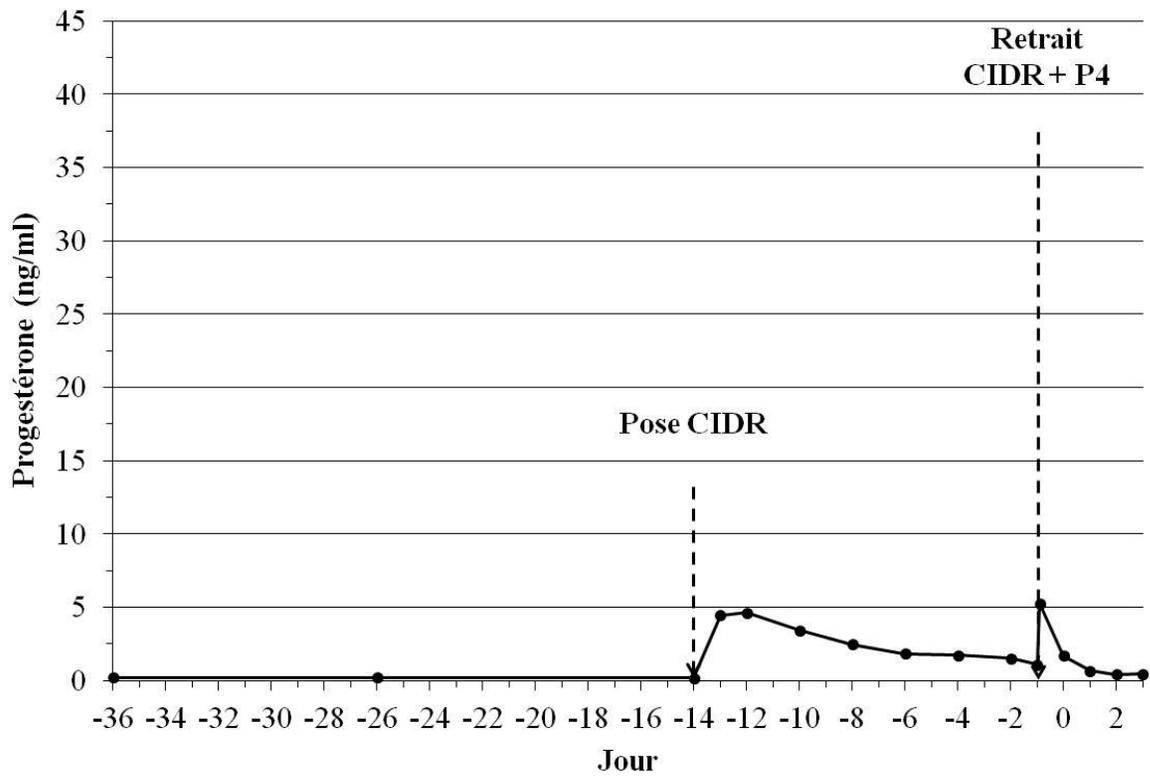
Brebis #83972 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



Brebis #96804 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



Brebis #96820 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)



Brebis #96939 (CIDR13+P4; absence de P4 endogène)

