

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة – الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE-ALGER-

MÉMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MAGISTÈRE EN SCIENCES VÉTÉRINAIRES

OPTION : NUTRITION ET REPRODUCTION DES BOVINS

Thème

**Superovulation en vue du transfert embryonnaire chez la  
race locale -Brune de l'Atlas- :**

**Comparaison entre deux doses de FSH, 32mg et 40mg**

Présenté par :

**Dr. IDRES Takfarinas**

Né le 08 Septembre 1984

Soutenu le : 25 JUIN 2011

Devant le jury composé de

Dr. Ali LAMARA	Maître de conférences	ENSV Alger	Président
Pr. Soraya TEMIM	Professeur	ENSV Alger	Promoteur
Pr. Mokrane IGUEUR-OUADA	Professeur	A. Rahman MIRA –Bejaia-	Examineur
Pr. Rachid KAIDI	Professeur	ISV Blida	Examineur
Dr. Fayçal GHOZLANE	Maître de conférences	ENSA Alger	Examineur

**Année universitaire 2010-2011**

# REMERCIEMENT

A peine ai-je franchi le seuil de l'Ecole Nationale Vétérinaire, j'ai vu en votre personne l'exemple même à suivre. Avant de me laisser emporter par cette envolée poétique, que vous me reprochez bien souvent, laissez moi vous remercier **Mme Soraya Temim** pour votre attention, votre aide, bien au-delà de ce que je pouvais espérer. J'espère que ce travail sera le pionnier d'une longue chaîne de collaborations.

« Tenez bon les gars, on y arrivera..... » Tels étaient, entre autre, les mots qui m'ont marqués et laissés croire que mon rêve deviendrait un jour réalité, **M. Ali Lamara**, plus qu'un maître, vous avez été l'ami, le grand frère et le conseiller qui a su nous accompagner. Je garderai toujours en tête l'expérience des premières communications à vos côtés, des virées tunisiennes et de tous les bons moments qui nous ont fait oublier l'amertume des obstacles que nous avons franchis.

Pour les fumées indiennes et les longs débats instructifs et fructueux, **Mlle Hacina Aïn Bâaziz**, merci d'avoir été là quand j'en avais besoin. (la taille du texte ne reflète en rien ce qu'on ressent).....

Je tiens à remercier notre jury de thèse, Pr. Rachid Kaidi de l'Institut Des Sciences Vétérinaires de L'université Sâad Dahleb de Blida, Pr. Mokrane Igueure-Ouada de l'Université A. Rahman Mira de Béjaia et Dr Fayçal Ghozlane de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, qui nous ont fait l'immense honneur d'examiner et de juger notre travail, tout en espérant qu'une carrière de recherche se dessinera, pour nous, à vos côtés.

Je tiens aussi à remercier **Dr. Ahmed Boudjenah**, Directeur Général de l'Institut Technique des Elevages, qui nous a ouvert les portes de son institution et fait que ce travail puisse voir le jour.

Je remercie un à un, tous les cadres de l'ITElv, M. Rezzoug, Mme Cherifi, M. et Mme. Nedjimi, M. Atif (Atif la bonne humeur), M. Rouen, mes demoiselles Bouzerde, Aït El Hadi et Boudoumi, qui nous ont apporté leur aide et avec lesquels une amitié s'est spontanément tissé.

A tout le personnel technique de l'ITElv, qui était à toute heure et en tout temps présent.

**IDRES Takfarinas**

# DEDICACES

Comment pourrais-je prétendre offrir à mes parents le fruit de leur fruit en ne leur dédiant que cet humble essai en guise de gratitude. Avare ne serais-je alors...

**Papa, maman** votre amour, confiance et respect furent pour moi l'élixir de mes succès passés, présents et à venir, trouver ici une once de sentiments de votre fils que nul mot ne saurait arborer.

A mon unique petit frère **Tarek-Aguellid**, plutôt fils de par mon amour, qui ne comprend toujours par qu'on puisse étudier à mon âge !

A mes très chères et bein aimées sœurs **Thagrawla** et **Thilelli**, alias mon Kattüss et ma moitié, toujours aux petits soins de leur frère. Tendrement ...

A mes grands parents que j'aime tant .

A mes tantes et oncles maternels, toujours présents par leurs encouragements.

A la famille **Badjadj**, pour leur sympathie, amitié et amour échangés.

A mes amis intimes qui ont partagé mes moments de dur labeur et la saveur de la récompense.

A mon grand frère, ami et collègue **BENHENIA Karim**, comment pourrai-je en quelques mots te décrire le respect, l'amitié et la complicité qui nous ont liés tout au long de ce travail et continueront à le faire bien au-delà, nous avons su et pu surmonter ces nuits blanches passées à surveiller, dans un froid glacial et une misère atroce (mais toujours avec le sourire), ces donneuses qu'on maudissait de tout les noms. Durant ces moments de doute, de stress et de déprime, nous avons été l'un pour l'autre une source de courage, de volonté et bien souvent de rage ! Le résultat est là....

KINAS

*« Pour faire qu'un rêve devienne vrai, la première vertu c'est d'avoir une grande capacité à rêver, la seconde c'est la persévérance, c'est-à-dire la foi dans le rêve. »*

**HANS Selye**

## RESUME

---

**L**a superovulation est une étape importante dans le protocole de transfert embryonnaire. Nous avons essayé de l'optimiser en utilisant et en comparant 02 doses de FSHp (32 et 40 mg) chez des vaches de la race locale « Brune de l'Atlas ».

Dans ce but, 13 vaches, donneuses d'embryons, ont été utilisées dont 06 avaient reçu la dose de 32mg (groupe FSH-32) et 07 vaches, la dose de 40 mg (groupe FSH-40) et ce, entre J<sub>10</sub> et J<sub>13</sub> d'un cycle œstral maîtrisé au moyen d'un implant sous cutané (Crestar®). Suite à 02 injections de PGF2 $\alpha$  (Estrumate®), l'observation des chaleurs et l'insémination des donneuses, la récolte d'embryons a été réalisée 07 jours plus tard. Les réponses aux différents traitements ont été appréciées sur la base des critères suivants: le taux de venue en chaleurs, l'intervalle PGF2 $\alpha$ -Début de l'œstrus, l'intensité des manifestations œstrales et le nombre de corps jaunes palpés sur les ovaires.

Le taux de synchronisation des chaleurs était de **100%**, la moyenne de l'intervalle PGF2 $\alpha$ -Début de l'œstrus était de **37,27 h  $\pm$  2,39**, la moyenne des scores d'intensité des manifestations œstrales avoisinait les **173,58** et les moyennes des corps jaunes palpés étaient de **21,33  $\pm$  2,50** pour le groupe FSH-32 et de **18,86  $\pm$  3,44** pour le groupe FSH-40.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative majeure entre les doses utilisées. Cependant, une tendance semble être en faveur de l'utilisation d'une dose de 32 mg.

**Mots clés : Transfert embryonnaire, superovulation, race locale, doses FSH, intensité des chaleurs, corps jaunes.**

## ABSTRACT

---

**S**uper ovulation is an important step in the protocol of embryo transfer. We tried to optimize it by using and comparing 02 doses of FSHp (32 and 40 mg) in cows of local breed "Brown of Atlas."

For this aim, 13 cows had been used, 06 of them received 32mg of FSHp (group FSH-32) and 07 others a dose of 40 mg (group FSH-40) from the 10<sup>th</sup> to the 13<sup>th</sup> day of a controlled estrous cycle through a subcutaneous implant (Crestar ®). After 02 injections of PGF2 $\alpha$  (Estrumate®), harvesting of embryos was performed on day 7 after inseminations. Responses to different treatments were evaluated by the following criteria: the rate of heat coming into the interval PG-onset of estrus, heat's intensity of estrous and the number of palpated corpora lutea on the ovaries.

The rate of estrus synchronization was 100%, the average interval PG-onset of estrus was  $37.27 \pm 2.39$  h, the average intensity scores of events estrous was around 173.58 and the averages of palpated corpora lutea were  $21.33 \pm 2.50$  for FSH-32 group and  $18.86 \pm 3.44$  for FSH-40group.

Statistical analysis revealed no significant difference between the major doses used. However, seems to favor the use of a dose of 32 mg.

**Key words: Embryo transfer, Superovulation, local breed, FSH dose, heat's intensity, corpora lutea.**

يعتبر علاج فرط الاباضة مرحلة مهمة في برنامج نقل الاجنة, قمنا خلال هذه الدراسة بمقارنة تركيزيين مختلفين لـ FSHp و هذا لتحديد التركيز المناسب لعلاج فرط الاباضة لدى بقرات السلالة المحلية "سمراء الأطلس".

بهذا الصدد, 13 بقرة مانحة للأجنة استعملت, 06 منها عولجت بـ 32 مغ (مجموعة-FSH 32) و 07 بـ 40 مغ (مجموعة FSH-40) وذلك بين اليوم 10 و اليوم 13 من الدورة النزوية متحصل عليها باستعمال (Crestar®) بعد حقن (Estrumate®) لمرتين, تم ملاحظة ظهور الشبق و الاقحاح الاصطناعي تم جني الأجنة 7 أيام بعد ذلك. تقدير الاستجابة للعلاجين تم حسب المعايير التالية : نسبة ظهور الشبق, مجال  $PGF2\alpha$ - ظهور الشبق, شدة الشبق و عدد الأجسام الصفراء الملموسة على المبيض.

نسبة التزامن الشبق كانت 100% , متوسط المجال  $PGF2\alpha$ - ظهور الشبق كان  $37,27 h \pm$  2,39, شدة إظهار الشبق تجاوز الـ 173.58 و متوسط الأجسام الصفراء الملموسة كان  $21,33 \pm 2,50$  بالنسبة لمجموعة FSH-32 و  $18,86 \pm 3,44$  بالنسبة لمجموعة FSH-40.

التحليل الإحصائي لم يبين اي اختلاف دال بين التركيزين المدروسين لكن يمكننا ملاحظة الميول إلى استعمال تركيز 32 مغ.

كلمات دالة: نقل الاجنة, فرط الاباضة, السلالة المحلية, تراكيز FSH, شدة الشبق, الأجسام الصفراء.

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

- A** : Androgènes  
**AETE** : Agence européenne de transfert embryonnaire  
**AMH** : Hormone antimüllérienne  
**BCS** : Body condition score  
**BE** : Bouton embryonnaire  
**CIDR** : Controlled internal drug release  
**CJ** : Corps Jaune  
**CNIAAG** : Centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique  
**E<sub>2</sub>** : Œstrogènes  
**eCG** : Equin chorionic gonadotrophin  
**ED** : Embryon dégénéré  
**ET** : Embryon transfer  
**FD** : Follicules dominant  
**FIV** : Fécondation *In vitro*  
**FSH** : Follicle stimulating hormone  
**FSH-32** : Groupe ayant reçu 32 mg de FSH  
**FSH-40** : Groupe ayant reçu 40 mg de FSH  
**GAP** : Gonadotropine  
**GnRH** : Gonadotrophin releasing hormone  
**h** : Heure  
**hCG** : Human chorionic gonadotrophin  
**hMG** : Human menopausal gonadotrophin  
**IA** : Insémination artificielle  
**IETS** : International embryo transfer society  
**IGF** : Insuline growth factor  
**IM** : Injection en Intra musculaire  
**ITElv** : Institut technique des élevages  
**IV** : Injection en Intra veineuse  
**j** : Jour  
**LH** : Luteinising hormone  
**mg** : Milligramme  
**MOET** : Multiple ovulation and embryo transfer  
**n°** : Numéro  
**NEC** : Note d'état corporel  
**NF** : Ovocyte non-fécondé  
**OPS** : Open pulled straw  
**OPU** : Ovum pick up  
**P<sub>4</sub>** : Progestérone  
**PBS** : Phosphate buffered saline  
**PG** : Prostaglandine  
**Pgf2 $\alpha$**  : Prostaglandine F2  $\alpha$   
**PMSG** : Pregnant mare serum gonadotrophin  
**SC** : Injection en Sous cutanée  
**UI** : Unite internationale  
**ZP** : Zone pellucide

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01 :</b>	<i>Intérêts du transfert embryonnaire (d'après Gordon, 1996).....</i>	<b>2</b>
<b>Figure 02 :</b>	<i>Différents types de follicules Figure .....</i>	<b>6</b>
<b>Figure 03 :</b>	<i>Ovocyte dans son follicule preovulatoire.....</i>	<b>6</b>
<b>Figure 04 :</b>	<i>Dynamique de la croissance folliculaire et notion de vagues selon le stade physiologique et l'âge de la vache (Driancourt et al., 2001 dans Thibault et al., 2001).....</i>	<b>7</b>
<b>Figure 05 :</b>	<i>Représentation schématique de l'évolution d'un follicule primordial en follicule de De Graaf en passant par les stades intermédiaires de follicule primaire, secondaire et tertiaire (Sacchi, 1975).....</i>	<b>7</b>
<b>Figure 06 :</b>	<i>Régulation de la folliculogénèse tonique, sécrétion de gonadotropines et facteurs de rétrocontrôle au cours des phases de recrutement, sélection et dominance .....</i>	<b>10</b>
<b>Figure 07 :</b>	<i>Représentation des principaux événements de la folliculogénèse terminale au cours de la phase folliculaire.....</i>	<b>10</b>
<b>Figure 08 :</b>	<i>Schématisation des principales étapes du développement folliculaire et de la maturation ovocytaire.....</i>	<b>11</b>
<b>Figure 09 :</b>	<i>Follicule cavitaire sous pression.....</i>	<b>12</b>
<b>Figure 10 :</b>	<i>Histologie du corps jaune cyclique.....</i>	<b>14</b>
<b>Figure 11 :</b>	<i>Corps jaune.....</i>	<b>14</b>
<b>Figure 12 :</b>	<i>Disposition anatomique du système vasculaire utéro-ovarien impliqué dans la lutéolyse cyclique par la PGF2<math>\alpha</math> endométriale.....</i>	<b>15</b>
<b>Figure 13 :</b>	<i>Mécanisme de l'inhibition de la lutéolyse par le trophoblaste.....</i>	<b>16</b>
<b>Figure 14 :</b>	<i>Régulation de la synthèse de P4 dans la cellule lutéale par la LH et la PGF2 <math>\alpha</math>.....</i>	<b>21</b>
<b>Figure 15 :</b>	<i>Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine F2<math>\alpha</math>. (Grimard, 2003).....</i>	<b>30</b>
<b>Figure 16 :</b>	<i>Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F2<math>\alpha</math>. (Grimard, 2003).....</i>	<b>31</b>
<b>Figure 17 :</b>	<i>Protocole CRESTAR ® ; Valérate d'œstradiol, implant de norgestomet et eCG. (Grimard et al, 2003).....</i>	<b>32</b>
<b>Figure 18 :</b>	<i>Protocole Prid ® ; Benzoate d'œstradiol, spirale vaginale et eCG. (Grimard et al, 2003).....</i>	<b>32</b>
<b>Figure 19 :</b>	<i>Influence de la cyclicité avant la synchronisation des chaleurs au moyen des progestagènes sur le taux de fertilité .....</i>	<b>34</b>
<b>Figure 20 :</b>	<i>Influence de la cyclicité avant la synchronisation des chaleurs en utilisant la PgF2<math>\alpha</math> sur le taux de fertilité .....</i>	<b>34</b>
<b>Figure 21 :</b>	<i>Influence de la parité sur les taux de gestation et de vêlage après divers traitement de synchronisation. (Chupin 1977 ; Aguer et al 1081 ; Cartmill et al 2001).....</i>	<b>35</b>
<b>Figure 22 :</b>	<i>Effet des conditions de vêlage sur le taux d'ovulation et le taux de gestation de primipares (Humblot et Grimard, 1993).....</i>	<b>36</b>
<b>Figure 23 :</b>	<i>Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la note d'état corporel.....</i>	<b>37</b>
<b>Figure 24 :</b>	<i>Influence de la variation du poids vif entre le vêlage et la pose de l'implant sur le taux d'ovulation.....</i>	<b>38</b>
<b>Figure 25 :</b>	<i>Effet du flushing sur le taux de gestation à l'œstrus induit par les progestagènes (Aguer, 1981 ; Chupin, 1980 ; Drew, 1979 ; Grimard, 2003 ; Kabandana, 1993 ; Paccard, 1988 ; Pelot, 1979).....</i>	<b>39</b>
<b>Figure 26 :</b>	<i>Interaction note d'état corporel - conditions de vêlage sur le taux de gestation (Humblot et Grimard, 1993).....</i>	<b>41</b>
<b>Figure 27 :</b>	<i>Schéma de traitement de superovulation par PMSG (en phase lutéale d'un cycle naturel ou cours d'un cycle maîtrisé par des implants de progestagènes) (Nibart, 1991).....</i>	<b>46</b>
<b>Figure 28 :</b>	<i>Schémas de traitements de superovulation par FSH en phase lutéale d'un cycle naturel ou au cours d'un cycle maîtrisé par des implants de progestagènes (Nibart., 1991).....</i>	<b>48</b>
<b>Figure 29 :</b>	<i>Effet de la dose de FSH utilisée lors de superovulation sur le nombre d'embryons totaux et transférables récoltés (Yaakub et al., 1998).....</i>	<b>50</b>
<b>Figure 30 :</b>	<i>Courbes de concentration plasmatique d'œstradiol-17<math>\beta</math> (E<math>_2</math>), de LH et de progestérone (P<math>_4</math>) chez une vache ayant répondu au traitement de superovulation par FSH-p (d'après Nibart, 1991).....</i>	<b>51</b>
<b>Figure 31 :</b>	<i>Couverture moyenne des besoins énergétiques (en %) en fonction du nombre d'embryons transférables obtenus après superovulation de génisses (d'après Negrao et al., 1997).....</i>	<b>53</b>
<b>Figure 32 :</b>	<i>Production d'embryons totaux, transférables et congelables en fonction de la couverture énergétique des besoins chez des génisses superovulées (d'après Fréret et al., 2000).....</i>	<b>54</b>

## LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 33 :</b>	<i>Résultats de collectes chez 4 races bovines différentes en station (S) ou en ferme (F) (Breuel et al., 1991).....</i>	<b>55</b>
<b>Figure 34 :</b>	<i>Influence de l'âge sur la réponse au traitement de superovulation pour 633 collectes chez des vaches laitières (Nibart, 1991).....</i>	<b>56</b>
<b>Figure 35 :</b>	<i>Influence du niveau de production laitière sur la réponse au traitement de superovulation Manciaux et al., (2000).....</i>	<b>57</b>
<b>Figure 36 :</b>	<i>Vagin artificiel pour bovins.....</i>	<b>62</b>
<b>Figure 37 :</b>	<i>Collecte par voie chirurgicale (Clichés personnels).....</i>	<b>66</b>
<b>Figure 38 :</b>	<i>Introduction de la sonde Foley en vue d'une collecte endo-cervicale (Clichés personnels).....</i>	<b>67</b>
<b>Figure 39 :</b>	<i>Injection épidurale en vue d'une collecte endo-cervicale (Clichés personnels).....</i>	<b>67</b>
<b>Figure 40 :</b>	<i>Localisation satellite de l'ITElv.....</i>	<b>151</b>
<b>Figure 41 :</b>	<i>Infrastructures bâties de l'ITElv (étables et parcs).....</i>	<b>153</b>
<b>Figure 42 :</b>	<i>Palpation transrectale.....</i>	<b>92</b>
<b>Figure 43 :</b>	<i>Plans de coupe lors d'une laparotomie haute.....</i>	<b>93</b>
<b>Figure 44 :</b>	<i>Lieux d'élection externes pour les laparotomies.....</i>	<b>93</b>
<b>Figure 45 :</b>	<i>échographe utilisé lors de notre travail.....</i>	<b>95</b>
<b>Figure 46 :</b>	<i>Moyennes des évolutions du poids des donneuses entre <math>J_0</math>, <math>J_{150}</math> et <math>J_{270}</math>.....</i>	<b>101</b>
<b>Figure 47 :</b>	<i>Evolution du BCS des donneuses.....</i>	<b>102</b>
<b>Figure 48 :</b>	<i>Passivité et acceptation du chevauchement.....</i>	<b>102</b>
<b>Figure 49 :</b>	<i>Intervalle PG-Début d'œstrus des donneuses.....</i>	<b>103</b>
<b>Figure 50 :</b>	<i>Proportions de donneuses venues en chaleurs en fonction de l'intervalle PG-Début d'œstrus.....</i>	<b>104</b>
<b>Figure 51 :</b>	<i>Intervalle PG-Début des chaleurs FSH-32.....</i>	<b>105</b>
<b>Figure 52 :</b>	<i>Intervalle PG-Début des chaleurs FSH-40.....</i>	<b>106</b>
<b>Figure 53 :</b>	<i>Score des manifestations œstrales du groupe FSH-32.....</i>	<b>107</b>
<b>Figure 54 :</b>	<i>Score des manifestations œstrales du groupe FSH-40.....</i>	<b>108</b>
<b>Figure 55 :</b>	<i>Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-32.....</i>	<b>109</b>
<b>Figure 56 :</b>	<i>Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-40.....</i>	<b>110</b>
<b>Figure 57 :</b>	<i>Ovaire gauche de la vache N° 01 lors de la récolte par laparotomie (Clichés personnels).....</i>	<b>111</b>
<b>Figure 58 :</b>	<i>Extériorisation de l'ovaire en vue du dénombrement des CJ (Clichés personnels).....</i>	<b>111</b>
<b>Figure 59 :</b>	<i>Image échographique d'un ovaire portant des corps jaunes (Clichés personnels).....</i>	<b>112</b>
<b>Figure 60 :</b>	<i>Taux de récupération de liquide injecté.....</i>	<b>113</b>
<b>Figure 61 :</b>	<i>Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-32.....</i>	<b>115</b>
<b>Figure 62 :</b>	<i>Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-40.....</i>	<b>116</b>
<b>Figure 63 :</b>	<i>Premier transfert d'embryons 02 Novembre 2010 (Clichés personnels).....</i>	<b>119</b>
<b>Figure 64 :</b>	<i>Deuxième transfert d'embryons 10 Novembre 2010 (Clichés personnels).....</i>	<b>119</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 01 :</b> Caractéristique du follicule à différents stades de son développement (Driancourt <i>et al.</i> , 2001 dans Thibault <i>et al.</i> , 2001).....	<b>6</b>
<b>Tableau 02 :</b> Diamètres folliculaire aux différentes étapes du développement folliculaire chez la vache.....	<b>8</b>
<b>Tableau 03 :</b> Taux de perte des dispositifs relarguant le progestagène selon diverses études.....	<b>33</b>
<b>Tableau 04 :</b> Facteurs de variation de réussite des traitements de maîtrise des cycles (Ballery, 2005).....	<b>42</b>
<b>Tableau 05 :</b> Taux de gestation en fonction du degré de synchronisation Donneuse/Receveuse (Heyman <i>et al.</i> , 1988).....	<b>43</b>
<b>Tableau 06 :</b> Préparations commerciales hypophysaires utilisées pour la superovulation (Baril <i>et al.</i> , 1993 ; Nibart <i>et al.</i> , 1997).....	<b>48</b>
<b>Tableau 07 :</b> Effet de la dose de FSH sur la production d'embryons chez les bovins (Donaldson, 1984).....	<b>50</b>
<b>Tableau 08 :</b> Volume d'un éjaculat (ml).....	<b>61</b>
<b>Tableau 09 :</b> Variations du volume de l'éjaculat avec l'âge (Almquist <i>et al.</i> , 1976 ; Perez <i>et al.</i> , 1983).....	<b>61</b>
<b>Tableau 10 :</b> Aspect du sperme en fonction de sa concentration en spermatozoïdes (Rosenberger, 1979).....	<b>62</b>
<b>Tableau 11 :</b> Critère d'évaluation de la qualité du sperme chez le taureau (Bordas <i>et al.</i> , 1988).....	<b>63</b>
<b>Tableau 12 :</b> Age des donneuses.....	<b>77</b>
<b>Tableau 13 :</b> BCS des donneuses.....	<b>78</b>
<b>Tableau 14 :</b> Parité des donneuses .....	<b>79</b>
<b>Tableau 15 :</b> Rapport de dominance des donneuses.....	<b>79</b>
<b>Tableau 16 :</b> Fiche d'apariement du premier groupe (FSH-32).....	<b>81</b>
<b>Tableau 17 :</b> Fiche d'apariement du deuxième groupe (FSH-40).....	<b>81</b>
<b>Tableau 18 :</b> Fiche signalitique des receveuses.....	<b>82</b>
<b>Tableau 19 :</b> Protocole FSH-32.....	<b>90</b>
<b>Tableau 20 :</b> Protocole FSH-40.....	<b>90</b>
<b>Tableau 21 :</b> Evolution du poids des donneuses.....	<b>100</b>
<b>Tableau 22 :</b> Evolution du BCS des donneuses.....	<b>101</b>
<b>Tableau 23 :</b> Intervalle PG-Début d'œstrus.....	<b>103</b>
<b>Tableau 24 :</b> Intervalle PG-Début de l'œstrus du groupe FSH-32.....	<b>105</b>
<b>Tableau 25 :</b> Intervalle PG-Début de l'œstrus du groupe FSH-40.....	<b>106</b>
<b>Tableau 26 :</b> Score des manifestations œstrales du groupe FSH-32.....	<b>107</b>
<b>Tableau 27 :</b> Score des manifestations œstrales du groupe FSH-40.....	<b>108</b>
<b>Tableau 28 :</b> Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-32.....	<b>109</b>
<b>Tableau 29 :</b> Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-40.....	<b>110</b>
<b>Tableau 30 :</b> Taux de récupération de liquide injecté.....	<b>113</b>
<b>Tableau 31 :</b> Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-32.....	<b>114</b>
<b>Tableau 32 :</b> Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-40.....	<b>115</b>
<b>Tableau 33 :</b> Comparaison des résultats obtenus avec les deux doses de FSH 32 mg et 40mg.....	<b>117</b>
<b>Tableau 34 :</b> Dosages de la P4 sérique à J <sub>42</sub> post IA.....	<b>119</b>



## SOMMAIRE

---

3.6.1.2.2. Inhibine.....	18
3.6.1.2.3. Follistine.....	19
3.6.2. Complexe hypothalamo-hypophysaire.....	19
3.6.2.1. Gonadotropine Releasing Hormone -GnRH-.....	19
3.6.2.2. Follicle Stimulating Hormone -FSH-.....	20
3.6.2.3. Luteinizing Hormone -LH-.....	20
3.6.2.4. Prolactine -PRL-.....	21
3.6.3. Régulation de la synthèse et de la libération des gonadotrophines hypophysaires.....	21
3.6.3.1. GnRH.....	22
3.6.3.2. Stéroïdes gonadiques.....	22
3.6.3.3. Peptides hypophyso-actifs, Inhibine, Activine et Follistatine.....	22
3.6.3.4. Pituitary Adenylate Cyclase Activating Polypeptide (PACAP).....	23
3.6.3.5. Leptine.....	23
3.7. Facteurs influençant l'activité ovarienne .....	23
3.7.1. Facteurs endogènes.....	24
3.7.1.1. Race.....	24
3.7.1.2. Age et état corporel.....	24
3.7.2. Facteurs exogènes.....	24
3.7.2.1. Température.....	24
3.7.2.2. Alimentation.....	25
3.7.2.3. Effet de la stimulation du pis par la succion.....	25
3.7.2.4. Effet de la saison.....	25
Conclusion .....	26
<b>4. Maîtrise hormonale de l'activité ovarienne chez la vache.....</b>	<b>27-43</b>
4.1. Synchronisation des chaleurs.....	27
4.1.1. Avantages : zootechniques et génétiques.....	27
4.1.2. Inconvénients : troubles de la fertilité et variabilité .....	28
4.1.3. Hormones utilisées.....	29
4.1.3.1. La GnRH .....	29
4.1.3.2. Œstrogènes.....	29
4.1.3.3. eCG .....	29
4.1.3.4. Progestagènes.....	30
4.1.3.5. PgF2 $\alpha$ et ses analogues.....	30
4.1.3.6. Associations de plusieurs hormones.....	30
4.1.3.6.1. Association GnRH et PgF2 $\alpha$ .....	30

## SOMMAIRE

---

4.1.3.6.2. L'association œstrogène, progestagènes et eCG.....	31
4.1.4. Facteurs de variation de la réussite des traitements de synchronisation des chaleurs .....	33
4.1.4.1. Facteurs liés à l'animal .....	33
4.1.4.1.1. Cyclicité avant le traitement .....	33
4.1.4.1.2. Stade du cycle au début du traitement .....	34
4.1.4.1.3. Parité.....	35
4.1.4.1.4. Conditions du vêlage précédant.....	36
4.1.4.1.5. Race.....	36
4.1.4.2. Facteurs liés aux conditions d'élevage .....	37
4.1.4.2.1. Effets de l'alimentation .....	37
4.1.4.2.1.1. Note d'état corporel.....	37
4.1.4.2.1.2. Variations de la NEC entre le vêlage et le début du traitement.....	37
4.1.4.2.1.3. Poids.....	38
4.1.4.2.1.4. Variations du poids entre le vêlage et le début du traitement.....	38
4.1.4.2.1.5. Le flushing.....	38
4.1.4.2.2. Saison .....	39
4.1.4.2.3. Intervalle vêlage-traitement .....	39
4.1.4.2.4. Sevrage temporaire du veau .....	40
4.1.4.2.5. Modalités d'insémination .....	40
4.1.4.2.6. Présence du taureau.....	40
4.1.4.3. Effets cumulatifs.....	41
4.1.5. Ecart de synchronisation tolérés entre donneuse et receveuses dans le cas du transfert embryonnaire .....	42
<b>5. Stimulation ovarienne des donneuses.....</b>	<b>44-59</b>
Introduction .....	44
5.1. Schémas de traitements et résultats.....	45
5.1.1. L'eCG (equin chorionic gonadotropine) .....	45
5.1.1.1. Origine et aspect moléculaire .....	45
5.1.1.2. Posologie et schéma de traitement.....	46
5.1.1.3. Variabilité de réponse au traitement à la PMSG.....	46
5.1.1.3.1. Tentative de réduction de la variabilité de réponse .....	47
5.1.1.3.1.1. Serum Anti-PMSG.....	47

## SOMMAIRE

---

5.1.2.	HMG (Human Menopausal Gonadotropine).....	47
5.1.3.	Extraits hypophysaires .....	47
5.1.3.1.	FSH (Follicle Stimulating Hormone) .....	47
5.1.3.1.1.	Origine.....	47
5.1.3.1.2.	Modalités de traitements .....	48
5.1.3.1.2.1.	Moments et fréquences de traitement.....	49
5.1.3.1.2.2.	Doses utilisées.....	50
5.1.3.1.3.	Résultats et bilan chiffré.....	51
5.1.3.1.4.	Utilisation de la FSH recombinantes bovine.....	52
5.1.3.2.	Avantages et inconvénients de l'utilisation de la FSH .....	52
5.2.	Variabilité de réponses ovariennes aux traitements de superovulation .....	52
5.2.1.	Facteurs extrinsèques à la donneuse .....	52
5.2.1.1.	Climat. ....	52
5.2.1.2.	Alimentation.....	53
5.2.1.2.1.	Aspect quantitatif .....	53
5.2.1.2.2.	Aspect qualitatif.....	54
5.2.1.3.	Stresse et maladies intercurrentes .....	54
5.2.1.4.	Effet de l'extrait hypophysaire utilisé.....	54
5.2.2.	Facteurs intrinsèques à la donneuse.....	55
5.2.2.1.	Etat initial des ovaires.....	55
5.2.2.2.	Race.....	55
5.2.2.3.	Age et parité.....	55
5.2.2.4.	Intervalle post partum.....	56
5.2.2.5.	Génétique.....	56
5.2.2.6.	Niveau de production laitière .....	57
5.3.	Tentatives de réduction de la variabilité de réponse aux traitements de superovulation.....	57
5.3.1.	Actions sur le follicule dominant.....	57
5.3.2.	Traitements hormonaux.....	58
5.3.2.1.	Prétraitements aux gonadotropes (Priming) .....	58
5.3.2.2.	Liquide folliculaire.....	58
5.3.2.3.	Œstrogènes.....	59
5.3.2.4.	Human Chorionic Gonadotropines (hCG) .....	59

## SOMMAIRE

---

<b>6. Insémination de La donneuse.....</b>	<b>60-64</b>
6.1. Détection des chaleurs.....	60
6.2. Méthode d'insémination.....	60
6.2.1. Insémination Naturelle ou saillie.....	60
6.2.2. Insémination Artificielle.....	60
6.2.2.1. Caractéristiques du sperme de taureau.....	61
6.2.2.2. Méthodes de prélèvement et d'analyse du sperme.....	62
6.2.2.2.1. Méthodes de prélèvement .....	62
6.2.2.2.2. Analyse du sperme.....	63
6.2.2.3. Moment d'insémination .....	63
<b>7. Fécondation.....</b>	<b>65</b>
<b>8. Développement embryonnaire précoce .....</b>	<b>65</b>
<b>9. Récolte, conservation, décongélation des embryons bovins.....</b>	<b>66-69</b>
9.1. Récolte.....	66
9.1.1. Techniques de récoltes.....	66
9.1.1.1. Récolte invasive « chirurgicale » .....	66
9.1.1.2. Récolte non invasive « endo-cervicale » .....	66
9.1.2. Critères d'appréciation de la qualité des embryons.....	67
9.2. Conservation des embryons.....	67
9.2.1. Base de la cryobiologie.....	68
9.2.2. Milieux de conservation.....	68
9.2.3. Techniques de conservation.....	69
9.2.3.1. La congélation lente.....	69
9.3. Décongélation et retrait du cryoprotecteur .....	69
<b>10. Transfert embryonnaire chez la vache.....</b>	<b>70</b>
<b>11. Problématique et objectif du travail (<i>Composante de l'élevage en Algérie, et description de la race locale</i>) .....</b>	<b>71-72</b>
11.1. La vache locale type « Cheurfa » .....	71
11.1.1. Origines et caractérisation.....	71
11.1.2. Intérêt de l'application du TE chez la vache de race locale.....	71
11.2. Objectif du travail.....	72

## SOMMAIRE

---

<b>REALISATION EXPERIMENTALE .....</b>	<b>73-127</b>
<b>Chapitre 02. Matériel et Méthodes.....</b>	<b>73-99</b>
<b>1. Objectifs de l'essai .....</b>	<b>73</b>
<b>2. Lieu et étapes de l'essai .....</b>	<b>73</b>
2.1. Données générales sur l'Institut Technique des Elevages (ITElv).....	73
2.2. Etapes de l'essai.....	73
2.2.1. Etapes pre-expérimentales .....	74
2.2.1.1. Sélection et préparation des animaux .....	74
2.2.1.1.1. Sélection des animaux .....	74
2.2.1.1.1.1. Pesées, évaluation des BCS .....	74
2.2.1.1.1.2. Critères d'inclusion des animaux .....	74
2.2.1.1.2. Préparation sanitaire <i>et</i> alimentaire du troupeau .....	75
2.2.1.1.2.1. Antibiothérapie .....	75
2.2.1.1.2.2. Traitement anti parasitaire.....	76
2.2.1.1.2.3. Vitaminothérapie .....	76
2.2.1.2. Appariement des sujettes .....	76
2.2.1.2.1. Critères d'appariement .....	77
2.2.1.2.2. Identification des sujettes .....	80
2.2.2. Etapes expérimentales .....	80
2.2.2.1. Induction et synchronisation des chaleurs .....	80
2.2.2.1.1. Matériel et méthodes utilisés .....	81
2.2.2.1.1.1. Animaux .....	81
2.2.2.1.1.2. Produits utilisés .....	82
2.2.2.1.1.3. Durée de l'étape et observations .....	84
2.2.2.1.2. Détection et appréciation des chaleurs après retrait du progestagène ....	84
2.2.2.2. Superovulation, insémination des donneuses et appréciation de la réponse à la stimulation ovarienne .....	85
2.2.2.2.1. Matériel, produits et techniques utilisés pour la superovulation .....	85
2.2.2.2.1.1. Animaux .....	85
2.2.2.2.1.2. Produits et protocoles utilisés.....	86
2.2.2.2.1.3. Insémination des donneuses.....	91
2.2.2.2.2. Appréciation de la réponse ovarienne .....	91
2.2.2.2.2.1. 1 Par palpation transrectale des ovaires .....	91
2.2.2.2.2.2. Laparotomie.....	92

## SOMMAIRE

---

2.2.2.2.2.1. Technique opératoire .....	94
2.2.2.2.3. Par échographie .....	94
2.2.2.2.3.1. matériel utilisé .....	95
2.2.3. Récolte et manipulation des embryons .....	95
2.2.3.1. Matériel et produits utilisés .....	95
2.2.3.2. Technique de récolte .....	96
2.2.3.3. Recherche et manipulation des embryons .....	97
2.2.3.3.1. Matériel et milieux utilisés.....	97
2.2.3.3.1.1. Appareillage.....	98
2.2.3.4. Appréciation et classification des embryons.....	98
2.2.4. Transfert des embryons.....	99
2.2.4.1. Matériel utilisé et protocole suivi.....	99
2.2.4.1.1. Matériel utilisé.....	99
2.2.4.1.2. Mode opératoire.....	99
<b>3. Analyse statistique.....</b>	<b>99</b>
<b>Chapitre 03. Résultats obtenus .....</b>	<b>100-119</b>
<b>1. Evolution du poids et du BCS des femelles .....</b>	<b>100</b>
1.1. Evolution du poids .....	100
1.2. Evolution des BCS .....	101
<b>2. Réponse au traitement de synchronisation des chaleurs .....</b>	<b>102</b>
2.1 Intervalle PG-Début d'œstrus .....	103
2.1.1. Intervalle PG-Début d'œstrus en fonction de la dose de FSH utilisée .....	105
2.1.1.1. Groupe FSH-32.....	105
2.1.1.2. Groupe FSH-40 .....	106
<b>3. Réponse aux traitements de superovulation .....</b>	<b>107</b>
3.1. En termes d'intensité des manifestations œstrales .....	107
3.1.1. FSH 32.....	107
3.1.2. FSH 40 .....	108
3.2. En termes de corps jaunes palpés .....	109
3.2.1. Groupe FSH-32 .....	109
3.2.2. Groupe FSH 40 .....	110
3.1. En termes de corps jaunes comptabilisés après laparotomie .....	111
1.1. Après échographie .....	112

## SOMMAIRE

---

4. Produits de récolte .....	112
4.1. Taux de récupération de liquide injecté.....	113
4.2. Résultats de récolte d'embryons.....	114
4.2.1. Groupe FSH-32 .....	114
4.2.2. Groupe FSH-40.....	115
5. Comparaison des résultats obtenus avec les deux doses de FSH 32 mg et 40mg .....	117
6. Transfert des embryons .....	119
6.1. Diagnostic de gestation.....	119
6.1.1. Observation du non retour en chaleurs.....	119
6.1.2. Dosage de la progestéronémie .....	119
<b>Chapitre 04. Discussions .....</b>	<b>120-129</b>
<b>1. Des matériels et méthodes.....</b>	<b>120</b>
1.1. Sur les animaux.....	120
1.1.1. Race des donneuses.....	120
1.1.2. Performances zootechniques .....	120
1.2. Sur les traitements et protocoles.....	121
1.2.1. Préparations des donneuses.....	121
1.2.2. Traitements de synchronisation des chaleurs.....	121
1.2.3. Traitements de superovulation.....	122
1.2.4. Saillie des donneuses.....	123
1.2.5. Récolte des embryons.....	123
<b>2. Sur les résultats .....</b>	<b>124</b>
2.1. Résultats de la synchronisation des chaleurs.....	124
2.1.1. Taux de synchronisation des chaleurs.....	124
2.1.2. Intensité des manifestations des chaleurs .....	125
2.1.3. Intervalle PG-Début des chaleurs.....	125
2.1.4. Réponses aux traitements de superovulation en termes de CJ palpés.....	126
2.1.5. Récolte des embryons .....	127
<b>Chapitre 05. Conclusions et Recommandations .....</b>	<b>130</b>
<b>Chapitre 06. Références bibliographiques .....</b>	<b>132-149</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>150-164</b>

**ETUDE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## **INTRODUCTION GENERALE**

### **1. Intérêts du transfert embryonnaire chez la vache**

**P**our survivre, les élevages doivent être de plus en plus performants et compétitifs, tout en assurant une production de qualité qui répond aux exigences du marché, dans ce contexte, les biotechnologies de la reproduction sont très vite apparues comme l'une des clés du développement des élevages en promouvant le potentiel génétique, fruit d'une sélection rigoureuse (Scriban *et al*, 2005).

Depuis plusieurs décennies, les biotechnologies de la reproduction ont permis un progrès génétique remarquable par le biais de l'insémination artificielle (IA) et son utilisation à grande échelle à la faveur de la maîtrise des techniques de cryoconservation de la semence, mais la diffusion de ce progrès n'émanait que des mâles, les femelles ne pouvant donner vie qu'à un seul, au mieux, à deux produits par an.

L'avènement du transfert embryonnaire (TE) a mis à contribution l'apport génétique femelle d'élite en leur permettant d'avoir un plus grand nombre de descendance de qualité sanitaire contrôlée par an (Thibier, 1990), utilisé comme vecteur du progrès génétique dans les schémas de sélection, le TE permet, dans les pays développés, une augmentation des performances de production au niveau individuel et donc à l'échelle de l'élevage, (Cunningham, 1976 ; Petersen et Hansen, 1977 ; Bradford et Kenny, 1980, Colleau, 1981 ; Menissier, 1982), dans les pays du tiers monde, le TE trouve ses avantages dans l'introduction de race génétiquement supérieures par l'utilisation de femelles bovines indigènes en tant que receveuses, les embryons transférés acquièrent, de ce fait, une immunisation passive relative aux germes présents dans leur nouvel environnement (Youssao *et al*, 2000).

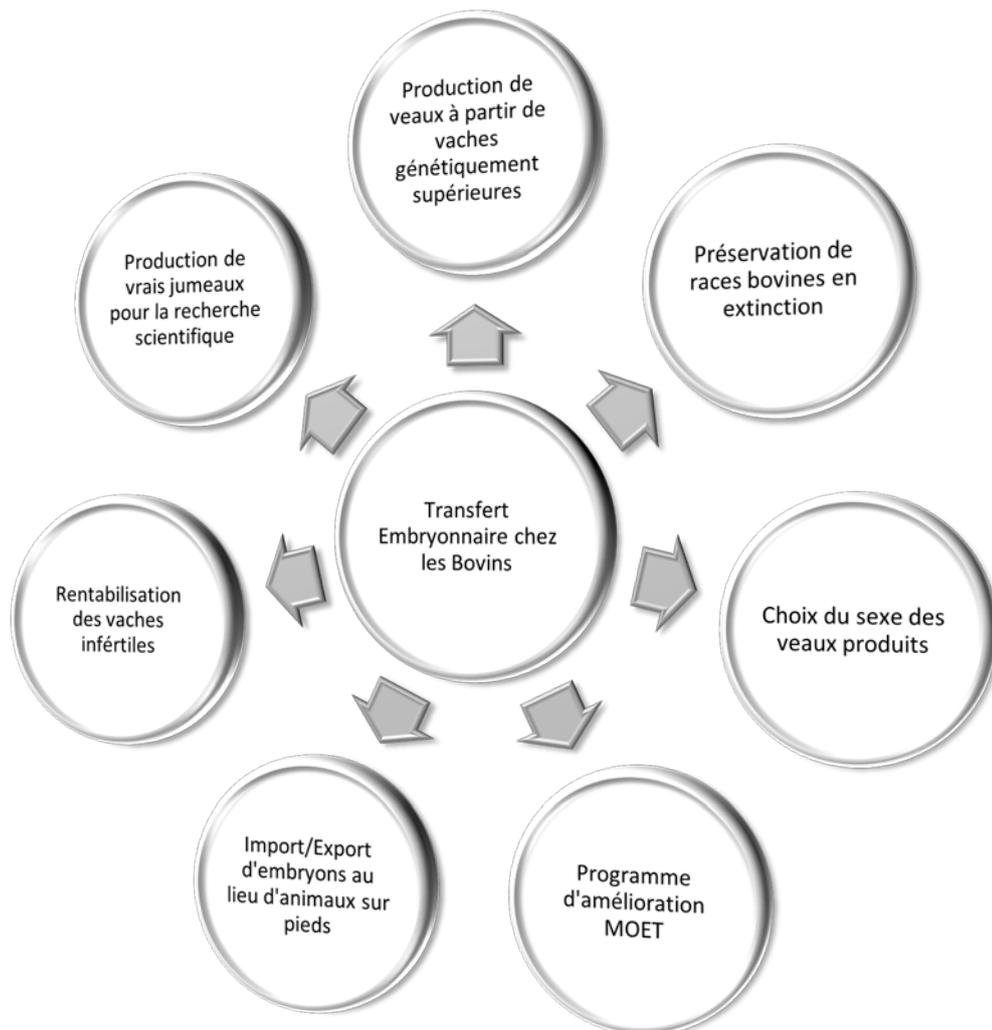
La réduction du lourd coût de transport et l'affranchissement des contraintes de quarantaine obligatoire par le biais de l'importation de paillettes d'embryons congelées au lieu d'animaux sur pieds ont facilité les échanges commerciaux internationaux promouvant ainsi le capital génétique d'une région à travers le monde (Gerris *et al*, 2005).

La réduction de l'intervalle de génération contribue à une pression de sélection plus importante aboutissant à un progrès génétique plus rapide, ce dernier est exploité afin d'orienter les productions d'un élevage ou de les améliorer et le repeuplement d'un troupeau décimé par un abattage sanitaire (Scherzer *et al*, 2007).

En dépit de l'impact qu'aura un programme de production d'embryon chez des génisses impubères, ces dernières peuvent être exclusivement destinées à être pourvoyeuse d'embryons durant leurs carrières reproductrices, le TE permet ainsi d'exploiter au maximum le potentiel génétique d'une femelle d'élite en l'introduisant en cycle de reproduction plus précocement que prévu (vers 15 mois),

le rendement d'une vache à l'âge de 6 ans tourne autour de 3 veaux, ce même résultats peut être obtenu à l'âge de 2 ans grâce au TE (Colleau *et al*, 1998 ; Gerris *et al*, 2009).

Les voies de recherches permises par le TE ne sont plus à énumérer, les travaux sur les embryons ont permis de créer des souches de laboratoires adaptables (sujets Knock Out) aux besoins de diverses expérimentations. Grâce à l'avancées des connaissances relatives à l'endocrinologie sexuelles chez les femelles les protocoles de TE ont pu être adaptés aux espèces et au sein de ces dernières à chaque race en fonction de ses types de productions et des conditions zootechniques dans lesquelles elles évoluent (Figure 01).



**Figure 01: Intérêts du transfert embryonnaire (d'après Gordon, 1996)**

## **2. Historique du transfert embryonnaire chez la vache**

### **2.1. Dans le monde**

**L**es premiers essais réussis de TE ont été réalisés par Heap en 1891 à partir de lapines donneuses de race Angora sur des lapines receveuses de race Belge (Betteridge, 1981), ce n'est qu'en 1951 que le premier veau issu du TE frais est né à la faveur de l'avènement de la superovulation, favorisée par la découverte de l'eCG en 1928, les travaux sur la cryoconservation ont aboutis à la naissance du premier veau issu d'un transfert d'embryon congelé puis décongelé en 1973 (Lopata, 2009).

En France, les premiers travaux expérimentaux ont été menés entre 1976 et 1978 et ont aboutis à la naissance du premier veau le 24 Février 1979 à 17 h (veau charolais porté par une F.F.P.N) appartenant à monsieur Jean BRUYERE à St Paul en Jarey près de St Etienne dans la Loire, depuis le nombre de transplantations embryonnaires n'a cessé de croître passant de 500 en 1979 à 1000 en 1980 et 1500 en 1981 pour aboutir à près de 20.000 en 1990, actuellement on ne compte plus le nombre de transplantations réalisées tant leur vulgarisation s'est faite auprès des éleveurs qui ont de plus en plus recours à cette biotechnologie afin de « dupliquer » leurs sujets d'élites. (Tainturier, 1987)

### **2.2. En Algérie**

L'Algérie accuse un retard indéniable en matière de biotechnologies de l'embryon, les quelques travaux effectués dans ce domaine constituent des sujets de thèses de doctorat, de mémoires de magister et de fin d'étude, c'est dire que le transfert embryonnaire, et toutes les étapes préalables lui étant attribuées, n'est qu'au stade expérimental.

En 1996, le CNIAAG, initie les premiers essais de production d'embryons *in-vivo*, il utilise pour cela de l'eCG et abouti à des embryons dégénérés ;

En 2003, Amara, dans le cadre d'un mémoire de magister, étudie les réponses aux traitements de superovulation des femelles laitières en testant un extrait hypophysaire le Pluset ® (Laboratoires Calier, S.A., Espagne) et abouti à des résultats pas très concluants ;

En 2004, Adel, dans le cadre d'un mémoire de magister, entreprend une étude comparative de deux extraits hypophysaires en vue de la production d'embryons, il compare ses résultats obtenus en utilisant le Stimufol ® (FMV ULG, Belgique) et ceux obtenus par Amara en 2003 qui a utilisé le Pluset ®, Adel conclut à la supériorité des résultats obtenus par le produit qu'il a utilisé ;

En 2006, Kaidi réalise, dans le cadre de son mémoire de fin d'études, une étude contributive au transfert embryonnaire chez la vache laitière et compare la réponse aux traitements de superovulation des vaches améliorées et des vaches de race locale ;

Toujours en 2006, Bougar, rapporte les résultats de production et de transfert embryonnaire chez la race locale Cheurfa en utilisant le Stimufol ® comme extrait hypophysaire pour la superovulation, elle abouti à des résultats encourageants corroborant ceux obtenus par Adel en 2004 ;

En 2008, la première publication relative à la race locale parait, entreprise par Ferrouk *et al.*, elle rapporte les premiers résultats de la production et du transfert embryonnaire issus de race locale Cheurfa.

En 2010, Barka et Tcheandjieu réalisent, pour leur mémoire de fin d'étude, une synthèse des travaux effectués en Algérie ayant attraié à la superovulation et au transfert embryonnaire.

### **3. Rappels sur la reproduction de l'espèce bovine**

#### **3.1 Puberté**

**A**cquisition de la faculté de reproduction en devenant apte à produire des gamètes féconds (mâle) et fécondables (femelle), elle correspond à la « mise en marche » du système endocrinien relatif à la reproduction qui implique l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (Bonnes *et al.*, 1988).

L'âge moyen à la puberté survient généralement dès que les génisses atteignent les deux tiers du poids adulte, il se situerait entre 8 et 12 mois pour les races européennes, (Mc Donald, 1980; Hanzen CH., 2000 ; Diskin *et al.*, 2003 ; Woods E. *et al.*, 2004), 19,3 mois (Le Stum, 1974) et 29 mois (Amrane A.K., 1990) pour les Brunes de l'Atlas, 16 à 26 mois pour les races locales marocaines (Hossaini -Hilali, 1986).

#### **3.2. Activité cyclique de l'ovaire**

L'activité sexuelle cyclique chez la vache repose sur une alternance des phases de croissance folliculaire et lutéale (Combarous Y., 1994), ces dernières requièrent une parfaite intégrité anatomique, histologique, biochimique et hormonale de toutes les structures impliquées dans leur fonctionnement, à savoir, le complexe hypothalamo-hypophysaire, l'ovaire et l'utérus, qui régissent chacune à son niveau la chronologie de la succession de cette alternance. (Drion P.V., Backers JF., 1996)

D'après Greenwald GS : « *L'un des plus stimulants mystères de la physiologie ovarienne est d'identifier le facteur qui pousse un follicule à rester quiescent, qui pousse un autre à se développer jusqu'à subir l'atrésie et qui mène un troisième, bien moins fréquemment, à évoluer jusqu'à l'ovulation* » (Greenwald G.S., 1972).

#### **3.3. Folliculogénèse**

Phénomène débutant du moment où le follicule sort de sa réserve, constituée lors de la vie embryonnaire pendant l'ovogénèse, jusqu'au moment de sa rupture lors de l'ovulation ou, le cas le plus fréquent, jusqu'à son atrésie, trois éléments peuvent caractériser la croissance folliculaire, sa durée, évaluée à cinq mois chez la vache, le faible nombre de follicules parvenant jusqu'à l'ovulation et le parfait parallélisme entre la croissance folliculaire et l'acquisition de la compétence ovocytaire (Greenwald G.S., 1972).

La folliculogénèse est un phénomène continu puisque, chaque jour, des follicules entrent en phase de croissance, mais 99,9% d'entre eux sont voués à l'atrésie (involution). (Monniaux D. *et al.*, 2009)

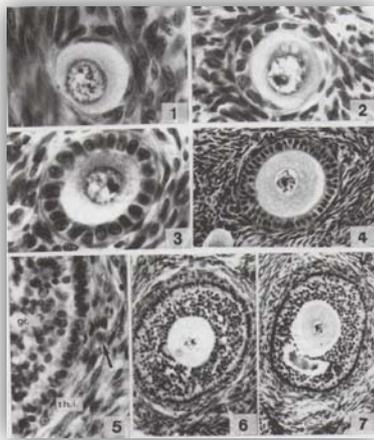
### 3.3.1. Aspects morphologique de la folliculogénèse

A la naissance, l'ovaire est un organe relativement mature, contrairement à l'ovogénèse, qui est déjà achevée dès la fin de la vie fœtale, la croissance folliculaire est entamée et les premiers follicules à antrum sont déjà présents. (Forest et Bertrand, 1997)

Durant son développement, le follicule passe par différentes étapes qui le conduiront à sa rupture ou à son atresie, chacune de ces étapes est caractérisée par des remaniements morphologiques contribuant à l'évolution du follicule.

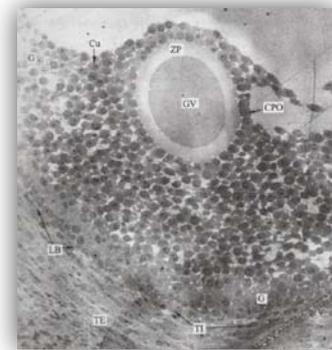
Tableau 01 : Caractéristique du follicule à différents stades de son développement (Driancourt *et al.*, 2001 dans Thibault *et al.*, 2001)

Stade folliculaire	Nombre de cellules folliculaires	Structures en formation	Diamètre folliculaire (µm)	Diamètre ovocytaire (µm)
<b>Follicule primordial</b>	30 cellules aplaties	Membrane basale	35 - 50	25 - 35
<b>Follicule primaire</b>	Une couche de cellules (27 à 58) cuboïdale	Membrane de Slavjanski	40 - 60	30 - 40
<b>Follicule secondaire</b>	Couches multiples de cellules	Zone pellucide et thèques	200 - 300	60
<b>Follicule tertiaire</b>	Couches multiples de cellules	Cumulus oophorus		100 - 130
<b>Follicule de DE GRAAF</b>	Couches multiples de cellules et différenciation des cellules folliculaires en cellules de granulosa et de cumulus	Acquisition de la compétence ovocytaire et reprise de la méiose	2.10 <sup>4</sup>	150



1 : Primordial ; 2 : Intermédiaire ; 3 : Primaire ; 4 : Secondaire ;  
5 : Présence d'une cellule épithélioïde dans la thèque interne,  
d'un follicule préantral et d'une granulosa ;  
6 : Préantral ; 7 : Follicule à antrum débutant.

Figure 02 : Différents types de follicules



VG : Vésicule Germinale ; ZP : Zone Pellucide ; CPO : Cellules péri-ovocytaires ;  
Cu : Cumulus Oophorus ; G : Granulosa ; TI : Thèque Interne ;  
TE : Thèque Externe ; LB : Lame Basale.

Figure 03: Ovocyte dans son follicule preovulatoire

(Mermillod, 2001 dans Thibault *et al.*, 2001)

### 3.3.2. Dynamique de la croissance folliculaire

Le nombre de follicules quittant la réserve chaque jour est conditionné par la taille de ces derniers, il diminue donc en fonction de l'âge. (Thibault et Levasseur, 2001).

Il faudrait environs 5 mois, chez la vache, à un follicule pour passer du stade de 60µ de (3 couches de cellules folliculaires) au stade préovulatoire, mais seulement 43 jours pour atteindre, à partir du début de la formation de l'antrum, le stade préovulatoire, alors que la croissance de l'ovocyte n'évolue que très peu. (Monniaux *et al.*, 1999 ; Mc Gee, Hsueh, 2000)

Du point de vue fonctionnel, la dynamique folliculaire peut être scindée en deux phases successives et d'égale importance, la première, basale, indépendante des hormones gonadotropes et la seconde, terminale, étroitement liée aux variations de sécrétions de ces dernières.

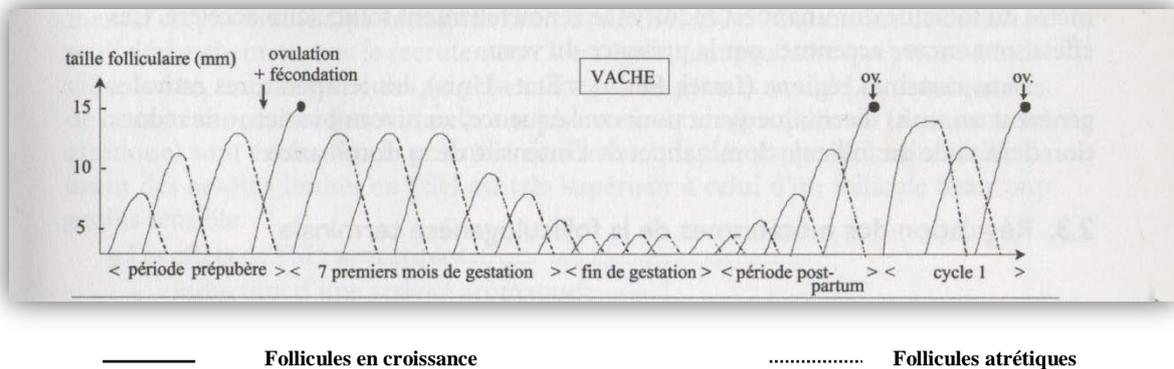


Figure 04 : Dynamique de la croissance folliculaire et notion de vagues selon le stade physiologique et l'âge de la vache (Driancourt *et al.*, 2001 dans Thibault *et al.*, 2001)



Figure 05 : Représentation schématique de l'évolution d'un follicule primordial en follicule de De Graaf en passant par les stades intermédiaires de follicule primaire, secondaire et tertiaire (Sacchi, 1975)

### 3.3.2.1. Phase non gonado-dépendante

Se déroule indépendamment des variations des taux d'hormones hypophysaires, cette phase à lieu même après hypophysectomie (jusqu'à l'apparition de l'antrum), désensibilisation hypophysaire vis-à-vis du GnRH ou invalidation du gène codant la chaîne  $\beta$  de la FSH ou son récepteur (jusqu'au stade préantral). (Kumar *et al.*, 1997 ; Thibault C. et Levasseur, 2001).

D'autres facteurs d'origines somatique et ovocytaire, agissant essentiellement selon un mode paracrine de régulation, régissent la croissance basale du follicule, des premiers nous pouvons citer le GDF-9 (*Growth differentiation factor 9*) qui initie la croissance folliculaire jusqu'au stade de follicule secondaire, tandis que les seconds sont essentiellement représentés par le TGF- $\alpha$  (*Transforming growth factor*) produit pas la granulosa des follicules en début de croissance. (Elvin, *et al.*, 1993)

### 3.3.2.2. Phase gonado-dépendante

Etroitement dépendante de la présence de FSH et, pour les stades avancés de maturation des follicules préovulatoires, de LH, cette phase débute chez la vache dès que le follicule atteint un diamètre de 4 mm (Moser *et al.*, 1989) sous l'effet de divers modification histologiques et hormonales aboutissant à l'acquisition d'une thèques vascularisée ayant pour effet l'augmentation de la capacité stéroïdogène qui se traduit par une augmentation de la synthèse d'œstradiol (Driancourt *et al.*, 1991), cette phase coïncide avec le début de régression du corps jaune, et dure de 4 à 5 jours, (Thibault et Levasseur, 2001), l'apparition des récepteurs de LH sur les cellules de la granulosa est le signe d'une maturité complète du follicule qui devient alors apte à ovuler.

La régulation de cette phase est le fruit d'interactions synergiques et/ou antagonistes entre les hormones hypophysaires et des substances polypeptidiques que l'ont peut classer en deux grands groupes, d'une part, les facteurs stimulants (IGF, Activine, TGF- $\beta$ , proéases, stéroïdes et divers facteurs de croissance) (Mc GEE., Hsueh, 2000), et d'autre part les facteurs inhibants (IGFBP, Inhibine, Follistatine, Interleukine-6, TNF- $\alpha$ ), le résultat de la somme d'interactions de ces facteurs est à l'origine de la régulation de cette phase.

La cohorte de follicules gonado-dépendants, mais à des seuils de sensibilité différents, présents à la surface de l'ovaire entrent en phase de croissance terminale (recrutement), la taille de la cohorte est sensiblement réduite à la suite de la sélection qui ne garde qu'un nombre de follicules candidats à l'ovulation caractéristique de chaque espèce et au sein de l'espèce même, de chaque race.

Tableau 02 : Diamètres folliculaire aux différentes étapes du développement folliculaire chez la vache

Etape de développement folliculaire	Follicule primordial	Formation de l'antrum	Début de la folliculogénèse terminale	Acquisition de recepteurs de LH sur la granulosa	Ovulation
Diamètre folliculaire (mm)	0,03 à 0,05	0,2	3 à 4	9	10 à 20

### **3.3.2.2.1. Phase de recrutement**

Aussi définie comme étant l'entrée en croissance terminale d'une cohorte de follicules ayant dépassées le cap de l'atrésie (Fortune, 1994), cette phase est induite, via un mécanisme aléatoire, par l'augmentation transitoire du taux de FSH (Roche et Boland, 1991).

Nous assistons, durant cette phase, à l'apparition d'une activité aromatasase dans la granulosa aboutissant à la formation d'œstrogènes à partir d'endrogènes, à la stimulation de la production d'inhibine et de follistatine et enfin à l'inhibition de l'expression d'une protéine de liaison des IGF dans les cellules de la granulosa, rendant ce facteur plus biodisponible pour les cellules folliculaires, tout en sachant que l'IGF peut moduler l'action de la FSH sur le recrutement en augmentant la taille des cohortes recrutées.(Thibault et Levasseur., 2001)

### **3.3.2.2.2. Phase de sélection**

La synthèse de l'œstradiol sous l'effet de l'augmentation des décharges pulsatiles de LH témoigne du début de la phase de sélection (Drion *et al.*, 2000), cette phase s'accompagne aussi de la synthèse d'inhibine qui, accompagnée de l'œstradiol, exercent un rétrocontrôle négatif sur la production hypophysaire de FSH réduisant ainsi la sécrétion de cette dernière jusqu'à des seuils inférieurs au minimum nécessaire au recrutement, s'en suit alors l'atrésie des follicules recrutés à l'exception de ou des follicules sélectionnés, le mécanisme du choix du ou des follicules ovulatoires n'est pas encore élucidé. (Adams *et al.*,1992). Afin d'essayer d'expliquer la nature des facteurs qui régissent la dominance de ou des follicules lors de la sélection, plusieurs hypothèses furent avancées, l'une suppose une intervention purement hypophysaire mettant en œuvre la sensibilité individuelle des follicules de la cohorte au niveau de FSH et de la chute de ce dernier sous l'effet de la double sécrétion d'inhibine et de l'œstradiol (Driancourt *et al.*,1991), la deuxième hypothèse s'appuie sur l'effet de la chute du taux de FSH et sur l'existence d'un facteur inhibiteur local produit par le follicule dominant de la cohorte et inhibant les divers proliférations cellulaires des follicules de taille inférieure (Aromatasase, apparition des récepteurs de LH sur la granulosa) (Driancourt, 2001), la dernière hypothèse, quant à elle, suppose l'existence d'une protéine régulatrice (FRP : Follicle Regulatory Protein) (Di Zerega *et al.*,1982), cette hypothèse n'ayant pas été confirmée, elle reste toujours controversée.

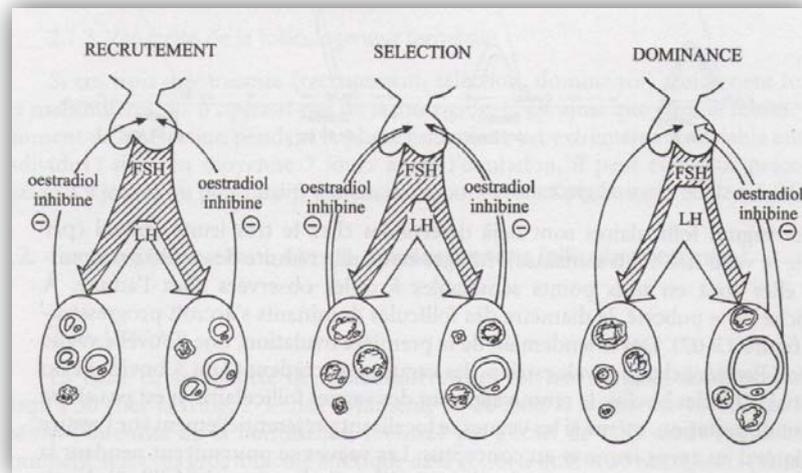
### **3.3.2.2.3. Phase de dominance et évolution du follicule dominant**

Nous assistons, durant cette phase, au blocage du recrutement et à l'accroissement de la taille du follicule dominant à la faveur de son acquisition d'un mécanisme d'autostimulation interne, en effet, le follicule dominant sécrète de l'œstrogène qui amplifie la synthèse de l'IGF1, ce dernier entretient une sécrétion soutenue de l'œstrogène en stimulant l'aromatase des endogènes. (Webb *et al.*,1992).

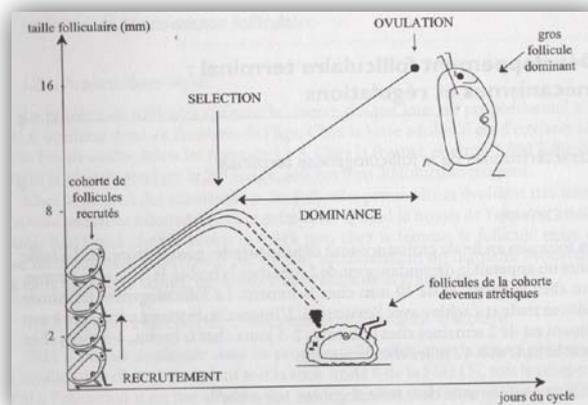
Cette phase est dite morphologique, car elle est exercée par le plus gros follicule présent sur l'un des ovaires, et fonctionnelle parce que le follicule dominant est la seule entité capable d'induire la régression et l'atrésie des follicules en croissance (Lavoit et Fortune, 1990) et d'inhiber le développement d'autres follicules.

La destruction du follicule dominant induit, si réalisée en début de vague folliculaire, un retard de régression de la cohorte de follicules de diamètre inférieur, par contre si elle survient en fin de vague folliculaire, nous observons un recrutement plus précoce lors de la prochaine vague folliculaire. (Ko *et al*, 1991).

La disparition du follicule dominant permet une nouvelle augmentation des taux de FSH, ce qui se traduirait par une nouvelle dominance d'autres follicules. (Fortune, 1994)



**Figure 06 : Régulation de la folliculogénèse tonique, sécrétion de gonadotropines et facteurs de rétrocontrôle au cours des phases de recrutement, sélection et dominance**



**Figure 07 : Représentation des principaux événements de la folliculogénèse terminale au cours de la phase folliculaire**

### 3.4. Ovulation

La physiologie de la folliculogénèse est, outre le fait qu'elle soit une fin en soi, un prologue aux phénomènes de l'ovulation et d'installation d'un corps jaune, cyclique soit il ou gestatif, véritable entité pourvoyeuse de progestérone (Drion *et al*,1996), d'après Walton : « La totalité du processus ovulatoire, la congestion du follicule, la formation d'une protrusion à la surface de l'ovaire, sa rupture progressive et l'expulsion du contenu qui en résulte ressemble curieusement à la formation et à la rupture d'un furoncle et y ressemble d'autant plus que certains mécanismes similaires sont impliqués » (Walton et Hamond 1928) .

L'ovulation est le résultat d'un accroissement des taux d'hormones gonadotropes en fin de phase folliculaire, les mécanismes qui régissent cette décharge sont complexes (Afri- Bouzebda 1985), le follicule dominant ayant, durant sa phase d'évolution terminale, acquis la possibilité de répondre à ces pics (Allant jusqu'à 100 fois le taux de LH circulante) (Callesen *et al*,1986), il voit ses structures subir de profonds remaniements aboutissant à l'expulsion d'un ovocyte mature et la formation d'un corps jaune.

L'élément clé du déclenchement de l'ovulation est le pic de LH, ce dernier est induit, chez les bovins, par une œstradiolémie supérieur à 12 pg/ml et pendant au moins 12 heures, ce taux provoque une inversion du mécanisme de rétrocontrôle négatif de l'œstradiol sur l'hypothalamus. (Drion *et al*,1996).

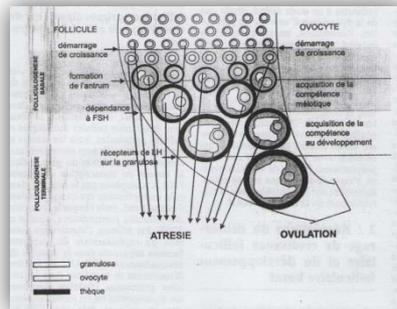


Figure 08 : Schématisation des principales étapes du développement folliculaire et de la maturation ovocytaire

Pour que la décharge ovulatoire ne survienne pas trop précocement, le follicule dominant sécrète aussi du GnSIF (Gonadotrophin Surge Inhibiting/Attenuating Factor) qui maintient un taux basal de LH en désensibilisant les cellules gonadotropes hypophysaires aux stimulations de la GnRH. (Gougeon, 1996), (MESSINI *et al*,1990).

### **3.4.1. Remaniements morpho-cytologiques aboutissants à la rupture du follicule**

Divers remaniements sont prémices de la rupture du follicule, peu avant l'ovulation, des fenestrations sont observables au niveau de la lame basale séparant la thèque de la granulosa qui se voit pénétrée par des vaisseaux sanguins néoformés qui entraînent des cellules de la thèque interne. (Driancourt, 1991).

Les premiers effets de l'augmentation de la FSH et de la LH est l'hypervascularisation de l'ovaire (Okuda *et al.*, 1983), s'en suit une diffusion du plasma sanguin qui vient œdématiser la thèque externe à la faveur de nombreuses fenestrations qui apparaissent au niveau des parois des capillaires sanguins (Drion *et al.*, 1996).

Les fibres de collagène présentes au niveau de la thèque, de l'albuginée et de l'épithélium ovarien constituant l'apex du follicule cèdent sous l'effet des enzymes protéolytiques sécrétées par la granulosa et le cumulus oophorus, les cellules de ce dernier sécrètent aussi de l'acide hyaluronique qui va engendrer une entrée d'eau dans la cavité antrale. (Epsey, 1963).

A la faveur d'une compression de l'épithélium ovarien, nous pouvons observer au niveau de l'apex une stase sanguine avec ischémie et nécrose cellulaire, ces dernières induisent la libération d'hydrolases qui, ajoutée à la plasmine sécrétée par les cellules de la granulosa, de la thèque interne et de nombreux fibroblastes, achèvent la destruction des couches de cellules sous-jacentes. (Beers, 1975).



**Figure 09 : Follicule cavitaire sous pression**

L'ovocyte, entouré de sa corona radiata, est expulsé sous l'effet de la chute de la pression hydrostatique intra-folliculaire et de la contraction des fibres musculaires lisses de la thèque externe qui résultent de la rupture de la paroi externe.

L'ovocyte libéré, recueilli par le pavillon de l'oviducte, reprend sa méiose après s'être défait des influences inhibitrices de la granulosa, il achève donc sa première division méiotique après éjection du premier globule polaire et devient alors ovocyte II (Avec arrêt en métaphase de seconde division méiotique), la seconde division méiotique attendra l'arrivée d'un spermatozoïde pour être activée. (Drion *et al.*, 1996).

### **3.4.2. Remaniements vasculaires**

Durant le processus de l'ovulation, divers phénomènes vasomoteurs peuvent être observés :

Juste après le pic des hormones gonadotropes : nous pouvons observer une hyper vascularisation de l'ovaire (Okuda, 1983), différents facteurs vasodilatateurs sont mis à contribution, à savoir, l'histamine (Murdoch , *et al*,1990), la bradykinine (Gao *et al*,1992), l'angiotensine II (Itskovitz *et al*,1987), le PAF (Platelet Activating Factor), ainsi que les produits dérivés de l'acide arachidonique telles les prostaglandines I2 et E2 (Armstrong *et al.*,1975), les leucotriènes et les lipoxines(Leung *et al*,1992), une augmentation de la perméabilité vasculaire est aussi notée, avec apparition des plusieurs fenestrations capillaires, à l'origine de la fuite des cellules sanguines.

*Juste avant l'ovulation* : Au niveau de l'apex du follicule (stigma d'ovulation) est observée une ischémie totale résultant d'une vasocnstriction localisée, au niveau de la thèque, par contre, des ruptures vasculaires ainsi que des microthromboses et une angiogenèse sont à l'origine de la formation du corps jaune.

### **3.5. Corps jaune cyclique et corps jaune gestatif**

Le processus de formation du corps jaune est consécutif à celui de l'ovulation, la structure ainsi formée n'est autre que la transformation morphologique et fonctionnelle des cellules de la thèque interne et de la granulosa, ces transformations aussi dites lutéinisation sont accompagnées par l'augmentation de la sécrétion de la progestérone et de la disparition des sécrétions d'androgènes et d'œstrogène.

Le corps jaune a une durée de vie relativement limitée si la femelle n'est pas fécondée, le cas échéant, un phénomène de blocage de la lutéolyse viendra faire persister le corps jaune cyclique qui sera alors dit gestatif.

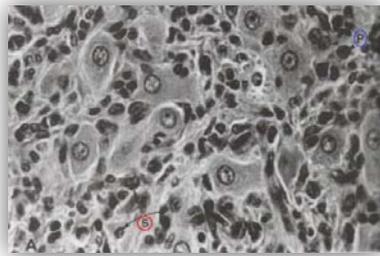
La régression du corps jaune « lutéolyse » permet la levée de l'inhibition progestéronique appliquée sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et l'apparition ainsi d'un nouveau cycle ovulatoire. (Leymarie et Martal, 2001).

### 3.5.1. Cellules lutéales

**Grandes cellules :** Dont le diamètre est compris entre 20  $\mu\text{m}$  et 40  $\mu\text{m}$ , issue de la granulosa et ayant une forme arrondie ou polyédrique.

**Petites cellules :** Ayant un diamètre inférieur à 20  $\mu\text{m}$ , sont issues des cellules de la thèque interne et se distinguent par leur forme irrégulière.

Les cellules lutéales sont de nature stéroïdogène et occupent environs la moitié du volume du corps jaune, l'autre moitié est représentée par les cellules vasculaires et conjonctives. (Niswender *et al*, 2000)



**S :** Petites cellules ;  
**P :** Grandes cellules



Figure 10 : Histologie du corps jaune cyclique

Figure 11 : Corps jaune

### 3.5.2. Evolution morphologique et fonctionnelle du corps jaune

Comme cité plus haut, peu avant l'ovulation, la lame basale se désorganise laissant ainsi pénétrer les vaisseaux sanguins présents au niveau de la thèque interne, ces derniers sont accompagnés de cellules thécales, ce phénomène vasculaire est le produit d'une forte activité angiogénique au niveau du liquide folliculaire.

Contrairement aux primates chez qui les cellules de la granulosa sécrètent de la progestérone de façon progressive, les ruminants ne voient leurs corps jaunes devenir fonctionnels qu'après une période de latence allant de 1 à 2 jours. (Thibault et Levasseur, 2001)

### 3.5.3. Contrôle du corps jaune cyclique

Le maintien du corps jaune en dehors de la gestation est assuré par des hormones lutéotropes d'origine hypophysaire, à savoir, la LH et la prolactine (Thibault et Levasseur, 2001), en cas d'absence de gestation, le corps jaune subit une lyse induite par la prostaglandine  $F_{2\alpha}$ , phénomène observé en 1927 par Loeb après hystérectomie d'un cochon d'Inde, mais la molécule ne fut isolée et caractérisée qu'en 1957 par Bergström *et al* (Afri- Bouzebda, 1985).

Divers protocoles de maîtrise des cycles sexuels furent élaborés en se basant sur les spécificités morphologiques et fonctionnelles du corps jaune, des hormones et facteurs susceptibles d'avoir une action sur ce dernier.

### 3.5.4. La lutéolyse

Phénomène cyclique aboutissant à la lyse du corps jaune et, par conséquent, à la levée du feedback négatif exercé sur l'axe hypothalamo-hypophysaire.

La lutéolyse ne résulte pas d'une diminution des taux sanguins de LH ou de PRL, des injections pulsatiles de GnRH ou de LH à un rythme constant n'empêchent pas la lutéolyse. (Auletta et Flint, 1988).

C'est en observant un prolongement de la phase lutéale d'un cobaye hystérectomisé que Loeb, en 1929, attribue un rôle déterminant à l'utérus dans la lutéolyse cyclique chez les cobayes et les animaux de rente par la production d'un facteur identifié plus tard comme étant la prostaglandine  $F_{2\alpha}$ , l'hystérectomie unilatérale permet d'observer un défaut de lyse du corps jaune présent sur l'ovaire ipsi-latéral de la corne retirée, pendant que le corps jaune de l'ovaire controlatéral subit une lyse tout à fait normale, ce qui porte à croire que la  $PGF_{2\alpha}$  exerce son action lutéolytique sans passer par la circulation générale, cette déduction est fortement appuyée par les particularités anatomiques de l'artère ovarique et de la veine utérine (Figure 12). (Drion, 1996).

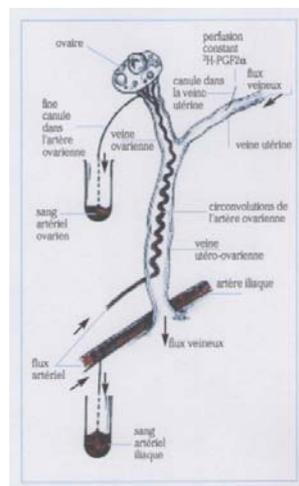


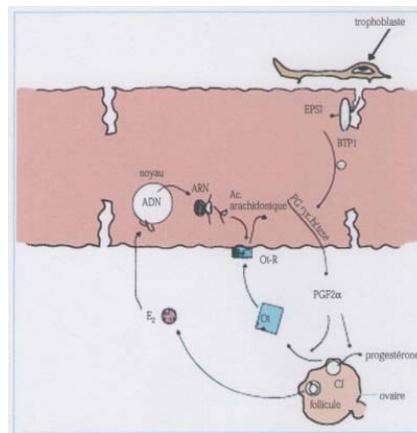
Figure 12 : Disposition anatomique du système vasculaire utéro-ovarien impliqué dans la lutéolyse cyclique par la  $PGF_{2\alpha}$  endométriale

### 3.5.5. Corps jaune gestatif et progestéronémie puerpérale

Une fois la gestation reconnue par l'organisme maternel, ce dernier inhibe la lutéolyse, ce qui assure le maintien de la sécrétion de la progestérone, élément indispensable sans lequel la gestation ne pourrait être menée à terme. (Thibault et Levasseur, 2001)

Le passage du corps jaune cyclique en corps jaune gestatif est tributaire de deux éléments distincts mais d'égale importance, l'absence de facteur lutéolytique (assurée par une intervention de l'embryon) et le maintien des facteurs lutéotropes hypophysaires (PRL et LH).

Le facteur anti-lutéolytique est une protéine de 20 Kdal de la famille des interférons de type I, aussi appelé *Trophoblastine*, *oTP* ou encore *IFN-tau*, il est sécrété par les cellules mononucléées du trophoctoderme (Martal *et al*,1998), sa synthèse prend fin dès lors que l'embryon s'attache aux caroncules utérines au moment de l'implantation au vingtième jour et son action apparait être strictement locale car aucune trace n'est décelée dans la circulation générale. (Leymarie et Martal, 2001)



**Figure 13 : Mécanisme de l'inhibition de la lutéolyse par le trophoblaste**

L'action du trophoblaste, est renforcée par celle d'autres facteurs, toujours dans l'optique de faire barrière au phénomène de lutéolyse cyclique :

- *Les Prostaglandines E1 et E2* : Leur effet lutéotrope s'oppose à l'effet lutéolytique de la  $PGF2\alpha$ , elles sont sécrétées par le conceptus et le stroma endométrial (Henderson, 1977)

- *Hormone Lactogène Placentaire* : D'action lutéotrope, elle est sécrétée par les cellules géantes mono et bi nucléées du trophoblaste.

- *Enzymes Superoxyde Dismutase* : aussi appelée LH-RIF (*LH-Release inhibiting factor*), on lui attribuerait le rôle de renforcer la survie du corps jaune en éliminant ses radicaux superoxydes, agents toxiques responsables de la régression des structures lutéales.

- *PAG (Pregnancy associated glycoprotein)* : inhibe l'activité du  $P450_{aro}$  et protégerait davantage les structures lutéales de l'action lutéolytique des œstrogènes. (Leymarie et Martal, 2001)

### **3.6. Régulation endocrinienne l'activité ovarienne**

Toutes les étapes de la vie sexuelle de la femelle sont régies par des hormones qui interviennent chacune à un moment bien précis, de la sortie des premiers follicules de la réserve ovarienne jusqu'à la parturition, l'organisme de la femelle est sujet à divers influences d'hormones tantôt stimulantes tantôt inhibitrices. Nous pouvons classifier ces hormones en fonction de leurs origines en :

#### **3.6.1. Hormones ovariennes et facteurs locaux**

##### **3.6.1.1. Stéroïdes sexuels**

Essentiellement représentés chez la femelle par les œstrogènes et la progestérone

##### **3.6.1.1.1. Œstrogène -E<sub>2</sub>-**

Principalement représentés par les 17β-œstradiol (E<sub>2</sub>), l'œstrone (E<sub>1</sub>) et l'oestriol (E<sub>3</sub>) n'étant que des dérivés d'élimination de l'œstradiol 17β (E<sub>2</sub>) et dont l'activité ne se limite qu'au col utérin et au vagin, les œstrogènes sont issus de l'aromatisation des androgènes par le cytochrome P-450<sub>aro</sub>, situé dans le réticulum endoplasmique des cellules de la thèque interne et des cellules interstitielles, ce phénomène clé comprend deux phases d'hydroxylation et une phase de décarboxylation. (Hall, 1986).

Anciennement appelés « *Folliculine* », les œstrogènes ont une demi-vie relativement courte, de l'ordre de quelques minutes, et sont dégradé au niveau hépatique, leur élimination est assurée par les urines, le lait, la bile, la peau et les selles, la cinétique des œstrogènes est caractérisée par deux pics, l'un survenant 2 à 3 jours avant l'œstrus et le second vers le 4ème jour de la phase lutéale. (Labussiere, 1979).

Au début de la phase folliculaire, les œstrogènes exercent un feed-back négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire du fait de leur faibles taux circulants, vers la fin de cette phase, le phénomène inverse est observé, les œstrogènes, à la faveur de l'augmentation de leurs taux, stimulent la sécrétion hypothalamique de GnRH et, par ricochet, celle des gonadotropines. (Drion et Backers, 1996).

Sont attribués aux œstrogènes, le développement des ébauches des organes génitaux dérivant des canaux de Müller et l'inhibition du développement de ceux dérivant des canaux de Wolf, ainsi que les manifestations œstrales observées au moment des chaleurs.

#### **3.6.1.1.2. Progestérone -P<sub>4</sub>-**

Principale hormone sécrétée par le corps jaune et le placenta, la progestérone est le produit final d'une série de réactions biochimiques dont le précurseur est le cholestérol sanguin (*Low Density Lipoprotein* ou LDL et *High Density Lipoprotein* pour HDL), qui pénètre les cellules lutéales via les récepteurs des lipoprotéines présents à la surface de ces dernières et est transformé, dans un premier temps, en prégnénolone dans les mitochondries puis en progestérone après action de ~~PL~~3 $\beta$  HSD (3 $\beta$  hydroxy stéroïde déshydrogénase). (Drion et Backers, 1996).

Divers rôles sont attribués à la progestérone, elle permet l'établissement et le maintien de la gestation, l'inhibition de la prolifération cellulaire induite par les œstrogènes dans l'endomètre lors de la décidualisation, la régulation hydrique de l'unité fœto-maternelle et le blocage de la contractilité du myomètre permettant ainsi la quiescence utérine. (Thibault et Levasseur, 2001).

#### **3.6.1.2. Facteurs locaux**

Synthétisés principalement par les gonades et l'hypophyse, ces facteurs sont des structures formées de deux sous unités reliées entre elles par des ponts disulfures, leur action sur la libération de la FSH peut être de nature amplificatrice (*activine*) ou inhibitrice (*inhibine*), la *follistatine* quant à elle a pour rôle de complexer l'activine pour en neutraliser ainsi l'action. (Thibault et Levasseur M C., 2001).

##### **3.6.1.2.1. Activine**

Formée de deux sous-unités  $\beta$  non glycosylées de l'inhibine, l'activine est synthétisée par les cellules de la granulosa et est retrouvée dans le liquide folliculaire, les récentes recherches lui attribueraient un rôle d'important élément régulateur du passage des follicules d'un état gonadotrope-indépendant à un stade gonadotrope-dépendant en permettant l'acquisition de ces derniers de récepteurs à la FSH (Adachi *et al.*, 1988), en présence de cette dernière, l'activine a été mise en cause dans la stimulation de l'activité de l'aromatase, s'en suit alors toute une cascade d'événements dont nous citerons, la production folliculaire d'œstradiol (Hutchinson *et al.*, 1987), l'acquisition de récepteurs à la LH, la production d'inhibine et de follistatine (Findlay *et al.*, 1993), sans pour autant que l'activité stimulatrice de l'activine sur la sécrétion hypothalamique de FSH ne fassent l'unanimité.

##### **3.6.1.2.2. Inhibine**

Sécrétée par les cellules de la granulosa chez les bovins et les cellules lutéales chez les primates, l'inhibine est une glycoprotéine formée, tout comme l'activine, de deux sous-unités  $\alpha$  et  $\beta$ ,

divers facteurs sont de nature à stimuler ou à modérer la sécrétion d'inhibine, ainsi la FSH, de faibles doses de LH, l'IGF<sub>1</sub> et le TGFβ concourent à éperonner la sécrétion de l'inhibine, tandis que l'EGF (*Epidermal Growth Factor*), le TGFα, la FSP (*FSH-Suppressing protein*) et l'interféronγ et des taux élevés de LH l'inhibe. (Findlay *et al.*, 1993).

L'inhibine limite la conversion d'androgène en estrogènes par action sur l'aromatase des cellules de la granulosa (Woodruff *et al.*, 1990), au niveau de la tunique interne, elle stimulerait la production d'androgènes LH dépendante. (Hutchinson *et al.*, 1987). Durant l'émergence du follicule dominant, les taux d'estrogènes et d'inhibine augmentent, s'en suit une chute importante des taux de FSH circulant. (Drion et Backers, 1996).

### **3.6.1.2.3. Follistine**

Aussi appelée FSP pour *FSH-Suppressing protein*, c'est une glycoprotéine synthétisée par les cellules de la granulosa, la FSP inhibe, en présence de FSH, l'activité aromatisante de ces dernières ainsi que la synthèse d'inhibine tout en stimulant la production de P<sub>4</sub>, elle jouerait donc un rôle très important lors de la lutéinisation et de l'atrésie folliculaire en neutralisant les effets de l'activine. (Drion et Backers, 1996).

## **3.6.2. Complexe hypothalamo-hypophysaire**

Le fonctionnement des gonades est régi par les hormones gonadotropes hypophysaires, elles mêmes résultant d'une interaction complexe de plusieurs hypothalamiques, hypophysaires et gonadiques (Driancourt, 1991). L'impact des gonadotropines hypophysaires sur le développement et la régulation de la fonction gonadique confère à l'hypophyse un rôle de relais amplificateur dans le contrôle de la reproduction (Cournis *et al.*, 2001).

### **3.6.2.1. Gonadotropine Releasing Hormone -GnRH-**

Il était admis, autrefois, l'existence d'une hormone hypothalamique spécifique à chaque hormone gonadotrope hypophysaire (FSH et LH), on ne parle aujourd'hui que d'un seul et unique facteur intervenant au niveau de l'hypophyse et régissant la libération des gonadotropines, la GnRH est considérée comme un régulateur majeur de l'expression des gènes et sous-unités de ces dernières et de leur libération.

Sécrétée dans les capillaires du système portes hypothalamo-hypophysaire, et stimulant les cellules gonadotropes hypophysaires (Thibault et Levasseur, 2001), la GnRH est un décapeptide, d'un poids moléculaire de 1,18 KDA, (Caladani *et al.*, 1991) existant sous neuf formes variant de un à cinq acides aminés dont la GnRH, ces différentes formes sont issues de gènes différents qui, eux-mêmes, résulteraient de la duplication d'un seul gène original. (Thibault et Levasseur, 2001).

La GnRH est libérée de manière pulsatile, chaque pulse peut être défini comme étant la somme des quantités de GnRH secrétée par les neurones (Caraty *et al.*, 2001), il est à rappeler, qu'un pulse est un bref épisode de libération d'une hormone dans le sang, caractérisé par une montée rapide des concentrations sanguines suivie d'une diminution exponentielle conditionnée par la demi-vie de l'hormone. (Pelletier, 1983).

Purifiée, déjà en 1971 par Geiger et coll, la molécule de GnRH, actuellement commercialisée, offre des perspectives intéressantes dans le domaine zootechnique.

### **3.6.2.2. Follicle Stimulating Hormone -FSH-**

Les gonadotropines jouent crucial dans la régulation de la fonction de reproduction tant chez le male que chez la femelle, elles sont considérées comme étant un intermédiaire essentiel entre le SNC (Système nerveux central) et les gonades. (Medan *et al.*, 2005).

Secrète par le lobe antérieur de l'hypophyse, la FSH est une glycoprotéine dont la sécrétion est sous la dépendance de la GnRH, l'existence d'un facteur hypothalamique (FSH-RH) responsable d'une libération préférentielle de FSH est toujours controversée.

La demi-vie de la FSH est relativement courte, 20 à 70 minutes (Lafri, 2003) est imputable à sa faible teneur en acide sialique (5%), la sécrétion de la FSH est dite basale, continue tout au long du cycle et cyclique, caractérisée par des pics, au moment des chaleurs et de l'ovulation, régulés par la sécrétion d'œstradiol et d'inhibine par le follicule. (Petters et Mc Natty, 1980)

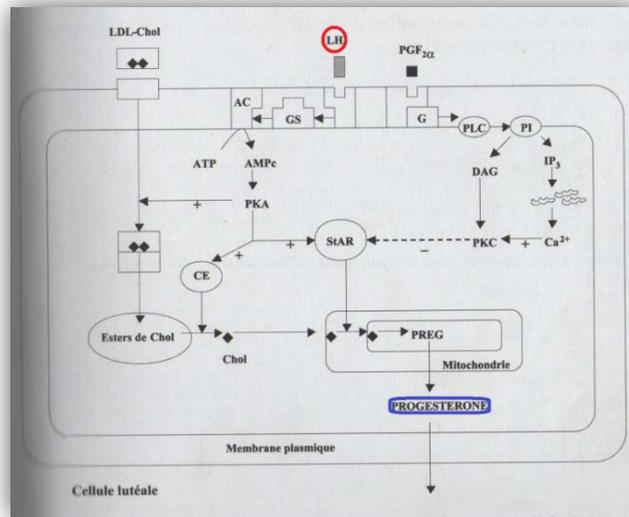
La FSH stimule, durant la phase terminale de la croissance folliculaire, l'expression de son propre récepteur, induit l'expression du récepteur de LH, des enzymes de la stéroïdogenèse sous la médiation de l'AMPC (Adénosine monophosphate cyclique) et l'activation de la protéine kinases A, (Thibault et Levasseur, 2001), on lui attribut également l'aromatation des endogènes en œstrogènes à la suite de l'activation de l'aromatase des cellules de la granulosa (Erickson *et al.*, 1979).

### **3.6.2.3. Luteinizing Hormone -LH-**

Aussi appelée chez le mâle *Interstitial Cellular Stimulating hormone* (ICSH), elle intervient chez ce dernier au niveau des cellules interstitielles et stimule la production de testostérone (Derivaux et Ectors, 1980) (Afri- Bouzebda, 1985), chez la femelle, la LH revête d'une importance capitale dans le maintien d'une sécrétion normale de P4 par le corps jaune (Figure 14) (Niswender *et al.*, 2000), (Mitter,1999), la phase finale de maturation folliculaire et de l'ovulation (Monniaux, 2009).

La LH est, à l'instar de la FSH, sujette à un mode de sécrétion à la fois tonique assurant un taux basal, relativement faible et généralement inférieure à 1 ng/ml (Afri- Bouzebda, 1985), ce taux semble varier au cours du cycle sexuel en présentant des variations d'amplitudes réduites durant la

phase lutéale, et cyclique aussi appelé pic ovulatoire de LH qui correspond à une décharge brutale survenant en réponse à un rétrocontrôle positif des œstrogènes. (Thibault et Levasseur, 2001)



AC : Adénylates Cyclases ;Gs : Protéines G stimulant l'AC ;PKA : Protéine Kinase A ;PLC : Phospholipase C ;PI : Phosphoinositides ;DAG : Diacylecycérol ;StAR : Steroidogenic acute regulatory proteine ;PKC : Protéine Kianse C ;CE : Cholestérol Estérase ;PREG : Prégnénolone.

Figure 14 : Régulation de la synthèse de P4 dans la cellule lutéale par la LH et la PGF<sub>2α</sub>

### 3.6.2.4. Prolactine -PRL-

Hormone protéique composée de 211 acides aminés et ayant un poids moléculaire de 25.000 (Derivaux et Ectors , 1980), la PRL semble avoir un rôle prépondérant dans les réactions biochimiques en chaine ciblant le cholestérol, on lui attribuerait également le rôle d'induction et de maintient de la présence des récepteurs de LH sur les cellules lutéales. (Thibault et Levasseur, 2001).

### 3.6.3. Régulation de la synthèse et de la libération des gonadotrophines hypophysaires

Considérée comme le pivot de la physiologie de la reproduction, la régulation de la synthèse et de la libération des gonadotropines hypophysaires revête d'une importance capitale au cours du cycle sexuel, que ce soit à son début (démarrage d'une cohorte de follicules à entrum assuré par la FSH), ou lors de l'ovulation (pic ovulatoire de LH).

### **3.6.3.1. GnRH**

La libération de la FSH et de la LH est directement régie par la décharge pulsatile de la GnRH, le déficit en GnRH d'origine génétique caractérisé par un gène défectueux de la GnRH ou encore le syndrome de De Morsier-Kalleman durant lequel nous observons une irrégularité de sécrétion du neuropeptide, sont des atteintes qui mettent en exergue le rôle crucial que joue la GnRH sur la libération des gonadotropines, ce qui a une incidence directe sur le fonctionnement gonadique.

L'administration pulsatile de GnRH lors des troubles suscités est de nature à restaurer une sécrétion normale des cellules gonadotropes, le rôle de la GnRH a aussi été mis en évidence *In-Vivo* sur des cellules hypophysaires en culture primaire ou sur des lignées de cellules gonadotropes aboutissant à une augmentation de la transcription des ARNm et une synthèse accrue des sous-unités constitutives des deux gonadotropines. (Thibault et Levasseur, 2001).

D'autres modèles expérimentaux confirment l'importance de la GnRH dans la régulation de la libération des gonadotropines, c'est ainsi que chez la brebis ayant une déconnexion hypothalamo-hypophysaire engendrant une absence de libération de GnRH endogène, ou chez les sujets ayant subis une immunisation contre la GnRH, le fonctionnement des cellules gonadotropes est assuré et maintenu par une administration exogène de GnRH.

### **3.6.3.2. Stéroïdes gonadiques**

Les stéroïdes gonadiques inhibent de façon indirecte l'activité des gènes des gonadotropines, et ce, en réduisant la sécrétion de la GnRH :

L'E<sub>2</sub> et la P<sub>4</sub> inhibent la transcription des gènes  $\alpha$  et FSH $\beta$  dans les cultures primaires de cellules hypophysaires ovines et à des degrés moindres l'expression des gènes  $\alpha$  et FSH $\beta$  et LH $\beta$  chez le rat. Les endogènes inhibent *In-Vitro* l'expression des gènes des trois sous-unités chez la ratte mais stimule, chez le rat, l'expression de la LH $\beta$ .

L'oestradiole exerce une rétroaction positive sur l'hypothalamus (induction du pic de la libération de la GnRH) et par ricochet sur l'hypophyse permettant ainsi le pic préovulatoire des gonadotropines, chez des primates souffrant d'une atteinte hypothalamique affectant la libération de la GnRH, l'administration d'oestradiole induit un pic de gonadotropines identique au pic préovulatoire observé lors de cycle sexuel normal.

### **3.6.3.3. Peptides hypophyso-actifs, Inhibine, Activine et Follistatine**

Synthétisés par les gonades, par les cellules gonadotropes de l'hypophyse et par le placenta (Lafri M., 2005), ces facteurs exercent une action stimulatrice (Activine) et inhibitrice (Inhibine) sur l'expression du gène FSH $\beta$ , ces observations ont été notées aussi bien chez les rats, les ovins et les bovins.

La sécrétion de ces facteurs dépend de la GnRH, plus précisément, de la fréquence de ses pulses, le traitement des cellules hypophysaires par de la GnRH est de nature à diminuer la sécrétion d'activine par une baisse de niveaux de ses ARNm, chez le rat, la faible fréquence de GnRH, sensée favoriser la production de la FSH n'a aucune incidence sur l'expression des gènes de la follistatine ce qui permettrait à l'activine d'exercer son action vu que la follistatine complexe cette dernière, par contre, une augmentation de la fréquence de la GnRH augmente l'expression des gènes de la follistatine diminuant ainsi le taux d'activine. (Besecke *et al.*, 1996).

Fort de ces informations, les hypothèses récemment approuvées suggèreraient l'existence d'une boucle de régulation GnRH-activine-follistatine-FSH, qui pourrait définir un mécanisme de sécrétion différentielle de LH et de FSH.

#### **3.6.3.4. Pituitary Adenylate Cyclase Activating Polypeptide (PACAP)**

Neuropeptide de 38 aminoacides, secrété par l'hypothalamus, la PACAP n'a pas une action directe sur la libération des gonadotropines, mais semblerait potentialiser l'effet de la GnRH (mise en jeu de plusieurs voies de signalisation intracellulaires) et agirait sur l'ARNm des gènes codant pour les sous-unités  $\alpha$  et  $\beta$  constitutives des gonadotropines, c'est ainsi qu'il augmente la concentration de la sous-unité  $\alpha$ , diminue celle des FSH  $\beta$  et modifie la polyadénylation de la LH  $\beta$ .

#### **3.6.3.5. Leptine**

Issue des adipocytes, la leptine est un peptide de 167 aminoacides qui, en dépit de son rôle négatif sur la prise alimentaire, joue un rôle au niveau hypothalamo-hypophysaire, plus précisément sur la sécrétion de la GnRH. La leptine possède des molécules transmembranaires en guise de récepteurs et dont il existe six formes en fonction de leur domaine intracellulaire mais répondant à un seul et même gène initial.

### **3.7. Facteurs influençant l'activité ovarienne**

Divers facteurs sont de nature à intervenir sur l'activité sexuelle, certains en agissant de manière à la favoriser et à l'optimiser d'autres, au contraire, en l'entravant et en l'inhibant, ces facteurs peuvent être scindés en deux grands groupes, l'un propre à l'animal et l'autre relatif aux conditions environnantes et au milieu.

### **3.7.1. Facteurs endogènes**

#### **3.7.1.1. Race**

La variabilité due à la race peut être attribuée à une sélection naturelle ayant aboutie à une adaptation et à la conservation d'une race donnée dans son milieu, ce qui expliquerait que les différences raciales sont étroitement liées à leurs milieux et à ses conditions climatiques et, par extrapolation, à la situation géographique. (Kumar *et al.*, 1997)

#### **3.7.1.2. Age et état corporel**

La puberté survient quand la femelle exprime ses premières chaleurs suivies d'une ovulation et d'une phase lutéale de durée normale, elle peut, aussi, être définie comme étant le moment où l'ovaire assure une activité cyclique régulière répondant à une sécrétion hormonale normale de tous les acteurs endocriniens.

L'âge à la puberté est tributaires de divers facteurs, nous citerons le poids qui conditionne un développement adéquat des structures anatomiques assurant la fonction de reproduction, l'alimentation, qui assure une croissance optimum de l'animal en couvrant tous ses besoins nutritionnels durant sa phase de croissance de la génisse.

Lorsque les conditions alimentaires ne suffisent pas à assurer une croissance normale de la femelle en termes de vitesse (GMQ), la puberté apparait plus dépendante du poids que de l'âge de l'animal, ce qui reviendrait à dire que l'âge n'a de signification pour la puberté que si la croissance se fait à une vitesse normale.

Tout retard de croissance d'origine nutritionnelle se traduit par un retard chronologique dans l'apparition de la puberté, le poids apparait être un meilleur critère que l'âge pour définir le moment de la puberté (Thibault C, Levasseur MC, 1979), 80% des génisses atteignent la puberté avant l'âge de 15 mois en présence d'une alimentation adéquate et appropriée (Al MANDRI, 1986)

### **3.7.2. Facteurs exogènes**

#### **3.7.2.1. Température**

Phénomène mis en évidence en 1955 par DUTT et BUCH, qui observèrent que les températures saisonnières élevées provoquent des changements endocriniens et une altération de la fonction endocrine : diminution de la sécrétion d'œstradiol, augmentation de la progestéronémie et perturbation des mécanismes de l'ovulation. (ROCHA *et al.*, 1998).

Le stress thermique altère le développement folliculaire en réduisant la production d'hormones stéroïdiennes (Wolfensen *et al.*, 1997; Wilson *et al.*, 1998). Ces changements dans les concentrations des stéroïdes folliculaires pourraient rompre la croissance de l'ovocyte ou porter atteinte à la croissance du follicule dominant (Badinga *et al.*, 1993), s'en suit, un ponte ovocytaire issue d'un follicule âgé (Mihm *et al.*, 1999), réduisant ainsi la capacité de développement embryonnaire en cas de fécondation. (Al Katanani *et al.*, 2002).

Les pics de températures durant la saison estivale réduit *et altère* la croissance du follicule dominant et induit une dominance incomplète, se qui engendre l'ovulation d'un ovocyte à compétences réduites car issu d'un follicule âgé. (Mihm *et al.*, 1999).

### **3.7.2.2. Alimentation**

Une alimentation carencée, insuffisante et ne répondant pas aux besoins de l'animal a une période donnée a des répercussions directes sur la fonction de reproduction en général et sur le cycle œstrien en particulier (Signoret JP., 1979), nous observons, lors d'une sous alimentation extrême, une diminution de la sécrétion des gonadotropines et une baisse voir même un arrêt de la fonction gonadique. (Thibault et Levasseur, 1979).

### **3.7.2.3. Effet de la stimulation du pis par la succion**

La succion du pis induit une réduction de la sécrétion de GnRH en plus d'une désensibilisation partielle de l'hypophyse à l'action de cette dernière (Hanzen, 1986 ; Humblot *et al.*, 1996), la succion du pis aurait donc tendance à agir au niveau de la phase terminale de la croissance folliculaire et de l'ovulation plutôt qu'au niveau des premiers stades de la folliculogenèse sans pour autant que le mécanisme d'action de ce phénomène naturel ne fassent l'unanimité au seins de la communauté scientifique, quelques hypothèses furent cependant avancées, elles impliqueraient les actions cumulées de la FSH, de la Prl et les corticoïdes, d'autres évoqueraient l'inhibition de l'effet rétroactif positif des E2 sur la libération de la LH et l'éventuelle relation de cette dernière avec les EOP (Endogeneous Opioïd Peptids). (Drion *et al.*, 2000).

### **3.7.2.4. Effet de la saison**

Bien qu'étant une espèce polyoestrienne non saisonnière, la vache manifeste une fertilité plus élevée au printemps et relativement basse en été et en hiver. (Mc Donald, 1980 ; Derensis et Scaramuzzi, 2003), les pics de températures durant les saisons à climat rigoureux altèrent la fonction endocrine, elles diminueraient la sécrétion d'E2 et augmenteraient celle de la P4 perturbant ainsi les divers mécanismes de maturation ovocytaires et d'ovulation. (HOCHI *et al.*, 1993 ; Berthelot et Bergonier, 1995), par ailleurs, une meilleure fertilité est observée au printemps, ceci est dû aux

disponibilités fourragères et à leur bienfaits sur la balance énergétique de la vache. (Miettinen *et al*, 1991).

### **Conclusion**

Après avoir passé en revue l'activité sexuelle chez les vaches, l'endocrinologie qui la régie ainsi que les facteurs susceptibles d'en influencer le fonctionnement, nous allons pouvoir détailler les différents schémas hormonaux mis en œuvre dans le cadre des biotechnologies, à savoir, la synchronisation des cycles sexuels et la superovulation.

#### **4. Maîtrise hormonale de l'activité ovarienne chez la vache**

**L**a rentabilité d'un élevage bovin est tributaire d'une très bonne maîtrise des divers paramètres de la reproduction en générale et de l'œstrus en particulier, cette maîtrise est obtenue par un rigoureux respect des normes zootechniques d'une part et par le recours à diverses hormonothérapies qui sont de nature à venir à bout de certains troubles de la reproduction à l'échelle individuel en vue d'optimiser les performances reproductives et donc productives d'un troupeaux, tout ceci dans l'optique d'un meilleur bilan économique.

##### **4.2. Synchronisation des chaleurs**

La synchronisation des chaleurs implique le recours à des traitements capables de contrôler à la fois l'activité lutéale et la croissance folliculaire, le but étant d'aboutir, dans un laps de temps connu et maîtrisé, à l'expulsion d'un ou de plusieurs ovocytes fécondables.

##### **4.1.4. Avantages : zootechniques et génétiques**

La synchronisation des chaleurs est une clé majeure conditionnant la réussite des biotechnologies visant à diffuser le progrès génétique, par le biais de l'insémination artificielle en permettant de planifier cette dernière en vue d'une conduite de bande et de s'affranchir des contraintes de la détection des chaleurs, et plus récemment par le transfert embryonnaire qui nécessite une extrême rigueur lors de son application, en effet, il importe que l'âge de l'embryon (état de la donneuse) et l'état physiologique de la receveuse soient aussi synchrones que possibles.

Une étude menée en 1994 précise que le pourcentage de gestation observé après transfert de 2478 embryons sur des receveuses qui étaient venues en chaleur à 48, 24 h avant, au même temps et 24 et 48 h après les donneuses, était respectivement de 24, 52, 58, 50 et 48%, il en ressort qu'un écart de 24 h d'apparition des chaleurs entre donneuse et receveuses est tolérable. C'est dire là toute l'importance que représente la synchronisation des chaleurs dans la diffusion du progrès génétique.

En élevage allaitant comme en élevage laitier, il s'agit de programmer les vêlages, le but étant de commercialiser le produit (lait, taurillons de boucherie) à des périodes favorables où le coût de production est moindre et/ou prix de vente élevé ce qui engendre inéluctablement une marge de bénéfice nettement supérieur.

Un meilleur contrôle et une amélioration significative des différents paramètres zootechniques, à savoir, le taux de fertilité, le taux de fécondité mais aussi et surtout les intervalles vêlage-vêlage, vêlage-première insémination et l'intervalle vêlage-insémination fécondante.

D'autres parts, la synchronisation des chaleurs constitue une aide pour les éleveurs désireux de rationaliser leurs élevages, elle permet en effet de :

Pratiquer une conduite de bandes en groupant les inséminations, par conséquent les vêlages, les traitements et les programmes alimentaires (alimentation identique par lot) ce qui procure à l'éleveur un gain de temps et aussi de frais de main d'œuvre (en ne mobilisant d'ouvriers que durant les périodes à charge de travail importante), elle permet aussi à ce dernier d'établir un tableau prévisionnel de ses fourrages ;

S'affranchir des contraintes de détection des chaleurs en inséminant à date fixe à la faveur d'une synchronisation des cycles œstraux, l'intérêt est double ! Réduction du temps passé à observer les chaleurs et éviter les erreurs (inséminer les vaches en di-œstrus), ce qui correspond parfaitement au cas de nos élevages où la détection des chaleurs constitue l'un des facteurs limitant les plus importants.

#### **4.1.5. Inconvénients : troubles de la fertilité et variabilité**

En dépit des innombrables avantages que propose la synchronisation des chaleurs, certains troubles de la fertilité ont été évoqués dans la littérature, c'est ainsi que la nature des substances utilisées, leurs doses, la race des sujettes ayant reçu le traitement mais aussi et surtout du type d'insémination pratiquée (naturelle ou artificielle) ont été incriminés comme étant des facteurs responsables de la variabilité observée dans l'efficacité des traitements (Aguer, 1981 ; Grimard , 2003).

La fertilité pourrait aussi être altérée par la modification de la motricité utérine à la suite de différentes imprégnations aux hormones utilisées lors de la synchronisation des chaleurs et des inséminations artificielles, ceci se répercute inéluctablement sur la remontée des spermatozoïdes vers les oviductes (Thibault, Wintenberger-Torres, 1967).

Cependant, le rôle du changement de la motricité utérine comme facteur altérant la fertilité est loin d'être incontestable, certains auteurs acquiescent l'idée d'une modification de la motricité utérine lors de maîtrise hormonale des cycles sexuels tout en réfutant celle les incriminant comme facteurs altérant la fertilité. (Hawk, 1975).

#### **4.1.6. Hormones utilisées**

##### **4.1.6.1. La GnRH**

La Gonadotropin Releasing Hormone, hormone synthétisée par l'hypothalamus, possède une action directe sur l'antéhypophyse et conditionne la libération de la FSH et de la LH durant 2 à 3 heures, lors d'un apport exogène de GnRH, l'action de cette dernière va dépendre du stade de la vague folliculaire au moment de l'instauration du traitement, elle stimulera, si injectée durant la phase folliculaire, la croissance folliculaire et initie indirectement l'ovulation, par contre, si le traitement survient pendant la phase lutéale, elle induit la lutéinisation des follicules dominants (Picard-Hagen *et al*, 1996).

La GnRH est indiquée dans le traitement des anovulations ou des ovulations retardées, le traitement des kystes folliculaires et des anœstrus post-partum

##### **5.1.3.2. Œstrogènes**

Utilisés pour leur action lutéolytique (sur un corps jaune en cours de formation) et leur rôle dans l'initiation d'une nouvelle vague folliculaire, les œstrogènes optimisent l'absorption des molécules de progestagènes au niveau vaginal à la faveur d'une vasodilatation locale qui permettrait aussi à l'utérus de combattre les éventuels germes contractés lors de diverses manipulations, réduisant ainsi le risque de métrites, ce qui justifie leur association dans les protocoles de synchronisation des chaleurs moyennant les dispositifs intra vaginaux (Gipoulou *et al*, 2003).

Les œstrogènes sont aussi indiqués lors de macérations et de momifications fœtales et dans le traitement des pyromètres. (Fournier, 2003)

En Septembre 2003, la commission européenne a voté une directive interdisant l'utilisation de l'œstradiol considéré comme étant une hormone cancérigène en dépit du classement de l'Agence Européenne du Médicament de cette hormone parmi les substances dont les résidus éventuels sont totalement inoffensifs pour le consommateur.

##### **5.1.3.3. eCG**

Anciennement appelée PMSG, l'ECG est issue du sérum de jument gravide, ayant une action à la fois FSH et LH, elle induit la croissance folliculaire et est indiquée dans la stimulation de l'activité ovarienne et la superovulation (Picard-Hagen *et al.*, 1996 ; Mialot, 2003).

#### 5.1.3.4. Progestagènes

Molécules synthétiques, les progestagènes sont apparus durant les années cinquante (Gipoulou *et al*, 2003), ils agissent en exerçant un feed-back négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire en empêchant la libération de GnRH et donc, de celles de FSH et de LH, en absence de cette dernière, le follicule dominant de la vague en cours devient atrétique, la levée de cette inhibition progestéronique induit le redémarrage des cycles à la faveur d'une sécrétion de GnRH. (Picard-Hagen *et al*, 1996).

#### 5.1.3.5. PgF<sub>2</sub>α et ses analogues

Substance synthétisée au niveau de plusieurs tissus (Hanzen, 1983), et plus particulièrement, par l'endomètre utérin lors de deux situations, à la fin du cycle œstral en absence de gestation, le cas échéant, elle est synthétisée à l'approche de la mise bas.

Les prostaglandines ont une action utérotonique et lutéolytique, mais c'est cette dernière que l'on exploite 24 à 48 heures avant la fin des traitements de maîtrise des cycles (Hanzen *et al.*, 2003), car la PgF<sub>2</sub>α entraîne la régression d'un corps jaune fonctionnel est une chute de la progestéronémie dans les 24 heures ce qui induit la levée du feed-back négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et la libération de la GnRH, s'en suit alors une ovulation dans les 2 à 6 jours après. (Hanzen *et al*, 1991).

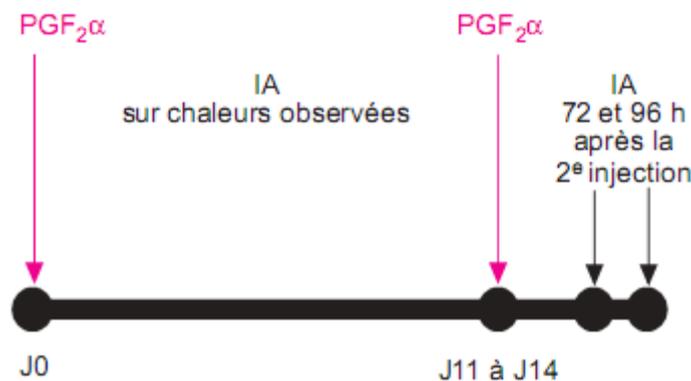


Figure 15 : Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine F<sub>2</sub>α. (Grimard, 2003)

#### 5.1.3.6. Associations de plusieurs hormones

##### 5.1.3.6.1. Association GnRH et PgF<sub>2</sub>α

L'ajout de la GnRH à un traitement de synchronisation des chaleurs à base de PgF<sub>2</sub>α agit sur la folliculogénèse en la synchronisant (Hanzen *et al* 2003), cette association se résume à une injection de GnRH à J<sub>0</sub> qui induira soit l'ovulation du follicule dominant de la vague en cours et la formation d'un corps jaune, soit son atrésie (Chanstan-Maillard *et al* 2002), ce qui induit le déclenchement d'une nouvelle vague folliculaire, l'injection de PgF<sub>2</sub>α 07 jours plus tard induira la lutéolyse du corps

jaune présent sur l'ovaire au moment où le follicule dominant devient préovulatoire (Hanze *et al* 2003), une dernière injection de GnRH 48 après l'injection de PgF<sub>2</sub>α sera à l'origine du pic ovulatoire de LH (Twagiramungu *et al* 1994 et 1995, Pursley *et al* 1995) et l'ovulation 24 à 32 h plus tard pour 87% des vaches (Pursley *et al.*, 1995 et 1998, Thatcher *et al.*, 2001), cette association reste, cependant, réservée aux femelles cyclée (Hanzen *et al*, 2004), ce qui réduit considérablement son utilisation sur le terrain. (Hanzen *et al.*, 2003)

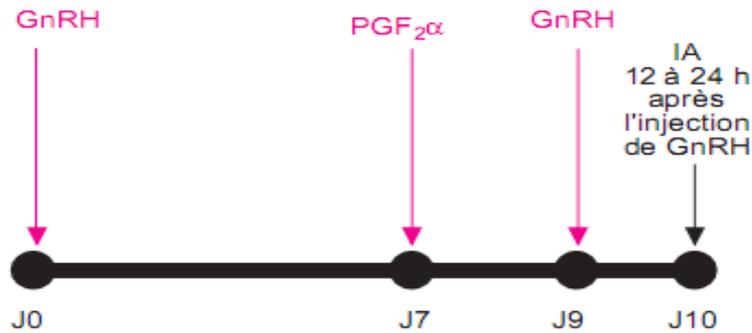


Figure 16 : Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F<sub>2</sub>α. (Grimard, 2003)

#### 5.1.3.6.2. L'association œstrogène, progestagènes et eCG

Agit simultanément sur la phase folliculaire et sur la durée de la phase lutéale (Chupin *et al.*, 1974 ; Driancourt, 2001), les œstrogènes ont, sur un corps jaune en début de formation, une action antilutéotrope qui engendre la disparition de ce dernier, et une action lutéolytique sur un corps jaune fonctionnel, l'utilisation des œstrogènes dans les protocoles de synchronisation des chaleurs par les progestagènes a permis de réduire sensiblement la durée de ces derniers et d'améliorer la fertilité à l'œstrus induit (Diskin *et al.*, 2001).

Deux dispositifs relarguant le progestagènes sont utilisés sur le terrain, il s'agit de la spirale vaginale PRID® (Progesterone Intravaginal Device, Ceva, 1,55 g de progestérone) et de L'implant Crestar® (Intervet, 3 mg de norgestomet), ces dispositifs sont mis en place pendant 9 à 12 jours et leurs traitements sont optimisés par l'injection d'œstrogènes (5 mg de valérat d'œstradiol par voie intramusculaire (IM) (voire figure 18), pour les protocoles utilisant le Crestar® et une capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol pour ceux utilisant le PRID®), dans le cas de l'implant sous cutané, une surcharge de progestagènes sous forme d'une injection de 3 mg de norgestomet en IM est pratiquée. (Gyawu *et al* 1991). (figure 17).

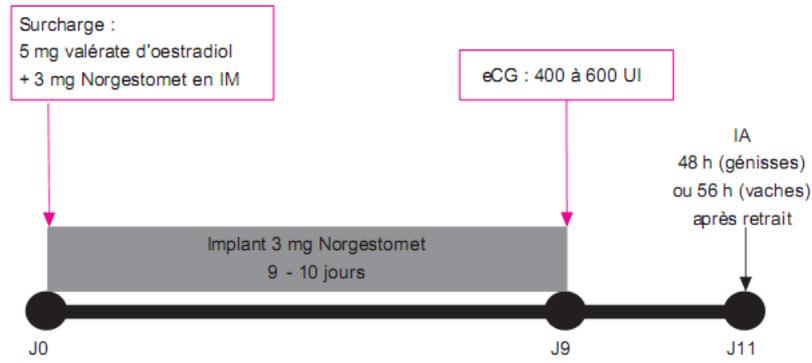


Figure 17 : Protocole CRESTAR® ; Valérate d'œstradiol, implant de norgestomet et eCG. (Grimard *et al*, 2003)



Figure 18 : Protocole Prid® ; Benzoate d'œstradiol, spirale vaginale et eCG. (Grimard *et al*, 2003)

Les progestagènes sont indiqués dans l'induction et la synchronisation des chaleurs et dans la préparation des femelles, cyclées ou non, aux programmes d'insémination artificielle et de transfert embryonnaire. (DMV 2005), ou dans certains formes d'infertilité, anœstrus post-partum ou d'allaitement (Mialot *et al* 1998). La mise en place de ces deux dispositifs nécessite une manipulation des animaux qui n'est pas toujours aisée, que ce soit la douleur engendrée par l'insertion de l'implant sous-cutané au niveau auriculaire ou de la mise en place de la spirale sur des génisses à peine pubères, la gêne fait que l'animal a tendance à ce débattre et cela n'est pas sans conséquences sur le manipulateur.

Les spirales vaginales sont à l'origine de vaginites dues à une réaction locale au dispositif, ce qui engendre des sécrétions de mucus mais qui a tendance à être retiré au moment que les dispositifs ce qui limite l'extension de la réaction (Broadbent *et al.*, 1993), les implants auriculaires, quant à eux, induisent des infections dans 18% des cas (Tregaskes *et al.*, 1994), pour les deux dispositifs, les cas de pertes ont été signalés par divers auteurs (Tableau 03).

**Tableau 03 : Taux de perte des dispositifs relarguant le progestagène selon diverses études**

<b>Dispositif utilisé</b>	<b>Auteurs</b>	<b>n</b>	<b>Taux de perte</b>
	Lucy <i>et al.</i> 2001	260	1 à 5 (Selon étude)
	Roche, 1976	156 Génisses	2 (Génisses)
		412 Vaches	8 (Vaches)
<b>Dispositif vaginal</b>	Broadbent <i>et al.</i> 1993 :CIDR ®	133	0,75
	Broadbent <i>et al.</i> , 1993 : PRID ®	130	10,77
	Tregaskes <i>et al.</i> , 1994	167	12
	Mialot <i>et al.</i> 1998	109	2,75
	Kastelic <i>et al.</i> , 1999	56	0
<b>Implant sous-cutané</b>	Wishart <i>et al.</i> , 1977	1743	0 à 0,2
	Tregaskes <i>et al.</i> 1994	167	7,8
	Spitzer <i>et al.</i> , 1978	1468	5 à 36

#### **5.1.4. Facteurs de variation de la réussite des traitements de synchronisation des chaleurs**

A l'issue des traitements de synchronisation des chaleurs, les résultats, en général, et le de taux de fertilité, en particulier, varient beaucoup entre les élevages, mais également au sein d'un même élevage, d'un lot à un autre ou d'une année à l'autre (Odde 1990 ; Grimard *et al.*, 2003). Plusieurs causes sont responsables de cette variabilité.

##### **5.1.4.1. Facteurs liés à l'animal**

Les facteurs de variation imputables à l'animal sont connus mais aussi difficile, voir impossible, à maîtriser sur le terrain (Grimard , 2003).

##### **5.1.4.1.1. Cyclicité avant le traitement**

Les prostaglandines ne sont efficaces que sur des femelles présentant un corps jaune au moment de l'instauration du protocole de synchronisation, les progestagènes quant à eux s'appliquent aussi bien sur les femelles cycles ou en anœstrus, certains auteurs ne relèvent pas de différences significatives en terme de taux de fertilité à l'œstrus induit entre les femelles cyclées et celles qui ne le sont pas (Chupin, 1977 ; Cordoba *et al.*, 2001), cependant pour d'autres auteurs, les vaches cyclées ont un taux de gestation nettement supérieur à celui des vaches en anœstrus (Brink, 1988 ; Brown, 1988 ; Grimard, 1992 ; Humblo, 1996 ; Chevallier, 1996).

C'est dire l'importance qu'a le choix d'une molécule lors de l'instauration d'un protocole de synchronisation des chaleurs.

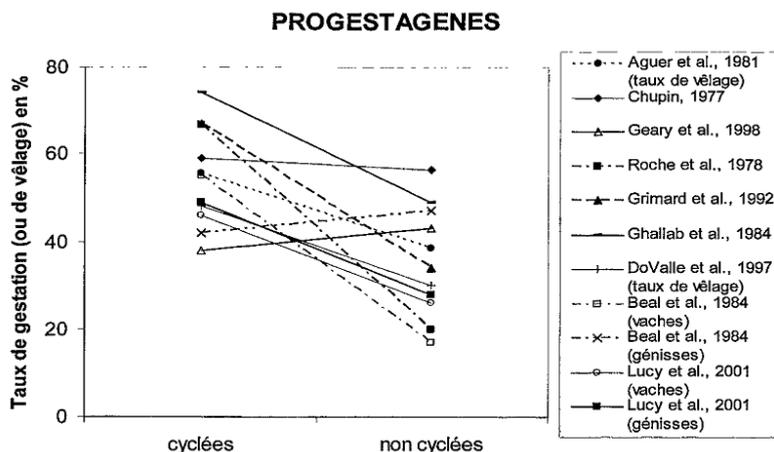


Figure 19 : Influence de la cyclicité avant la synchronisation des chaleurs au moyen des progestagènes sur le taux de fertilité

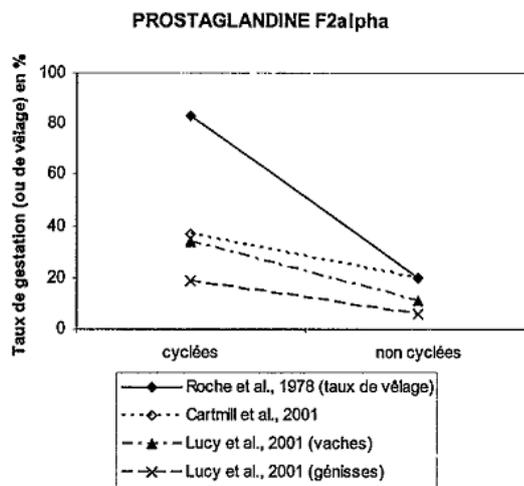


Figure 20 : Influence de la cyclicité avant la synchronisation des chaleurs en utilisant la PgF2α sur le taux de fertilité

#### 5.1.4.1.2. Stade du cycle au début du traitement

L'efficacité des traitements de synchronisation est tributaire de la phase du cycle dans laquelle se trouve l'animal au moment de son application, les animaux traités durant la fin de leur cycle c'est-à-dire à 11 jours (Beal, 1988) ou à 14 jours (Brink, 1988) manifestent une fertilité sensiblement plus faible que les animaux traités en début de leurs cycles.

Lors de l'utilisation des progestagènes, c'est le prolongement de la phase lutéale qui est incriminée, le follicule dominant persiste alors portant atteinte à la fertilité de l'ovocyte expulsé (Driancourt 2001), une injection de prostaglandine à la fin du traitement (24 à 48 h avant le retrait du dispositif) est de nature à venir à bout de cet inconvénient.

La Pgf2 $\alpha$  et ses analogues ne sont efficaces que sur des corps jaunes fonctionnels c'est-à-dire entre J<sub>5</sub> et J<sub>17</sub> ce qui rend insignifiante toute injection en dehors de cette période, d'où l'intérêt de deux injections espacées de 14 jours, la seconde injection se situera inéluctablement en phase dite sensible du corps jaune.

L'hétérogénéité des phases de cycles sexuels chez les animaux d'un même troupeau explique les variations observées lors de l'instauration d'un traitement de synchronisation des chaleurs.

### 5.1.4.1.3. Parité

A l'œstrus induit, les génisses manifestent une fertilité supérieure à celle des vaches (Aguer, 1981), et les génisses de plus de 24 mois d'âge présentent des taux de réussites supérieurs à celles de moins de deux ans. (Mathieu, 1992)

Pour (Chupin, 1977; Aguer, 1981; Grimard, 1992; Ponsart, 1996) les primipares ont une fertilité inférieure à celle des multipares, cela serait dû à une meilleure cyclicité avant le début du traitement de synchronisation (Grimard *et al.*, 2003 ; Grimard *et al.*, 2003 ) et une sensibilité plus importante des primipares aux variations alimentaires aux répercussions néfastes sur la fertilité des femelles.

Pour Cartmill *et al.*, le taux de gestation est supérieur chez les primipares, et ce, après utilisation de la GnRH et de la Pgf2 $\alpha$  ou de la Pgf2 $\alpha$  seule.

Fogwell *et al* se penchèrent sur la différence d'efficacité au sein des vaches entre les primipares et les multipares, et remarquèrent que le taux de gestation à l'œstrus induit était proportionnel à l'âge de la vache, il est de l'ordre de 36,6% pour les vaches de 2 à 3 ans, 56,5% pour les vaches de 4 à 6 ans et de 66,7% pour les vaches de plus de 7 ans d'âge.

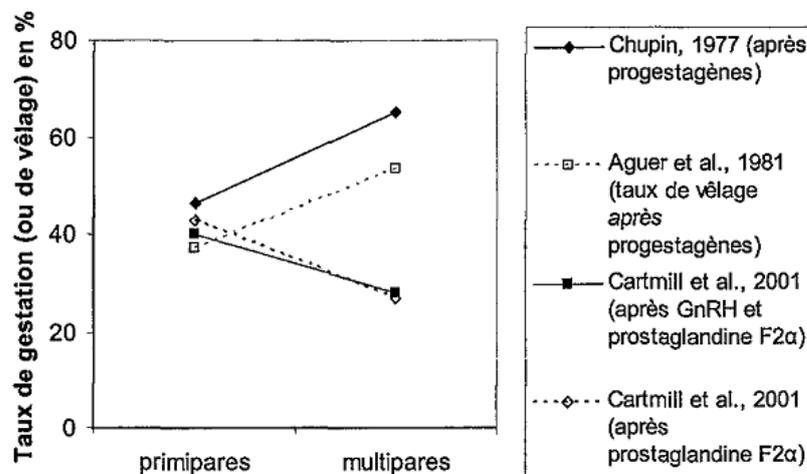
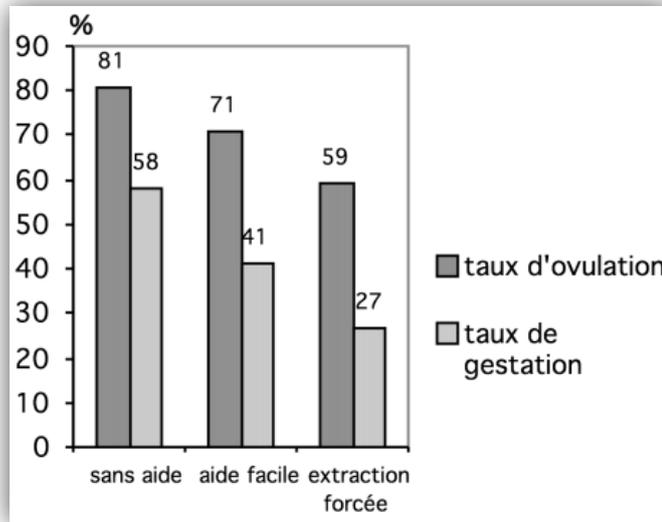


Figure 21 : Influence de la parité sur les taux de gestation et de vêlage après divers traitement de synchronisation. (Chupin 1977 ; Aguer *et al* 1981 ; Cartmill *et al* 2001)

**5.1.4.1.4. Conditions du vêlage précédent**

Toute intervention de l'homme au cours du vêlage est de nature à baisser le taux de réussite du traitement de synchronisation ultérieur (Grimard, 2003), les extractions forcées et les césariennes ont été identifiées comme étant les interventions ayant le plus d'impact néfaste sur la fertilité (Rochereau, 1994 ; Humblot *et al.*, 1996, Ponsart, 1996), cet effet délétère de l'intervention humaine peut s'expliquer par un faible taux d'ovulation à l'œstrus induit chez les vaches ayant été assistée comparées aux vaches ayant vêlé seule (Grimard *et al.*, 1992 ; Ribon, 1996), le mécanisme exact expliquant l'effet de la difficulté de vêlage sur le taux de fertilité est encore controversé, mais l'explication la plus plausible serait l'influence d'une éventuelle infection utérine, à la suite d'une contamination lors de la manipulation, sur la sécrétion utérine de PgF $2\alpha$ .

Les primipares sont les plus touchées par les vêlages difficiles, cela est sans nul doute du à leur faible note d'état corporel, afin de palier a ce désagrément, un allongement de l'intervalle vêlage-IA peut être envisagé en vue d'améliorer le taux de conception (Humblot *et al.*, 1996).



**Figure 22 : Effet des conditions de vêlage sur le taux d'ovulation et le taux de gestation de primipares (Humblot et Grimard, 1993)**

**5.1.4.1.5. Race**

Difficilement dissociables, les facteurs liés à la race relèvent plus des facteurs liés à l'environnement et aux conduites d'élevage (Aguer, 1983; Grimard *et al.*, 1996), cependant, els auteurs s'accordent à dire que les traitements de maitrise des cycles rencontrent plus de succès chez les races rustiques que chez les races spécialisées et hautes productrices. (Chupin, 1977;).

D'autres facteurs interféreraient avec l'effet de la race, nous citerons, l'effet de la note d'état corporel, les conditions du vêlage précédent et l'effet de la cyclicité avant le traitement de synchronisation, ces facteurs ne peuvent être dissociés de l'effet individuel de l'animal. (Mialot *et al.*, 2003).

### 5.1.4.2. Facteurs liés aux conditions d'élevage

#### 5.1.4.2.1. Effets de l'alimentation

Pivot conditionnant la réussite de tout traitement d'induction et de synchronisation chaleurs, l'alimentation agit non seulement au moment de la mise à la reproduction mais aussi et surtout tout au long du cycle de reproduction, ses effets sont quantifiables par la note d'état corporel, le poids et leurs variations.

##### 5.1.4.2.1.1. Note d'état corporel

Méthode d'appréciation peu coûteuse et rapide mais néanmoins subjective, l'évaluation de la NEC vise à apprécier l'état d'adiposité totale, elle-même excellent indicateur de l'état des réserves énergétiques dont dispose l'animal, sa notation varie de 0 pour un animal très maigre à 5 lorsque ce dernier est gras. (Petit et Agabriel, 1993), seuls les animaux ayant un état corporel supérieur à 2 au moment de l'instauration du traitement de synchronisation présentent des taux de réussite satisfaisants (Mathieu, 1992 ; Rocherea, 1994 ; Grimard, 1992; Humblot, 1996), Gipoulou, quant à lui, estime que la note la plus appropriée serait de 2,5 chez les multipares et de 3 chez les primipares

##### 5.1.4.2.1.2. Variations de la NEC entre le vêlage et le début du traitement

Hormis la note d'état corporel, elle-même, la vitesse de son évolution a aussi un impacte très important sur la réussite des traitements de synchronisation des chaleurs, c'est ainsi qu'une importante diminution de la NEC entre le vêlage et le début du traitement ne va pas sans effets délétères sur les taux d'ovulations et de gestations à l'œstrus induit (Grimard *et al* 1992)

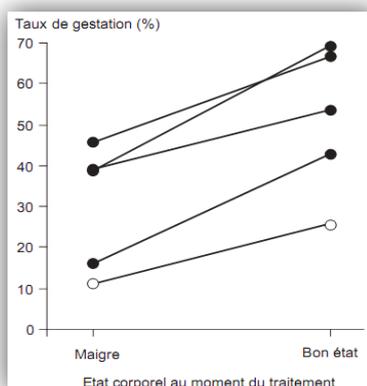


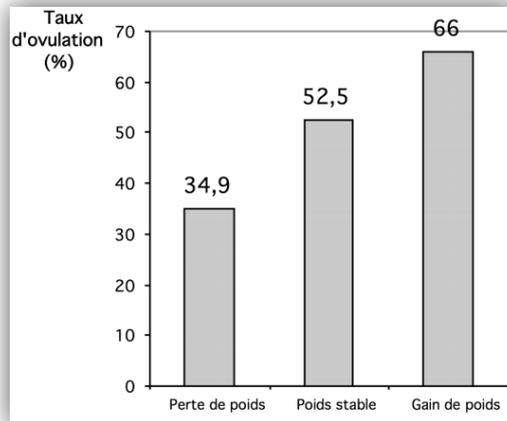
Figure 23 : Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la note d'état corporel

### 5.1.4.2.1.3.Poids

Les animaux trop légers, par rapport au standard de leurs races, au début du traitement de synchronisation ont des résultats d'induction plus faibles (Chevalier *et al.*, 1996), cette notion est valable jusqu'à un certain seuil au-delà duquel il existe une corrélation négative entre l'augmentation du poids et la fertilité.

### 5.1.4.2.1.4.Variations du poids entre le vêlage et le début du traitement

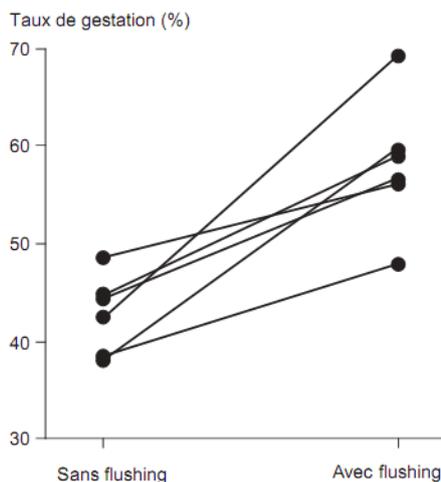
Comme pour la NEC, l'évolution du poids influe significativement sur les performances de reproduction, en effet, les taux d'induction d'ovulations et de gestations sont largement supérieurs chez les vaches qui prennent du poids après le vêlage contrairement à celle qui en perde (Grimard *et al.*, 1992 ; Rochereau, 1994), en utilisant des progestènes, Grimard *et al.*, ont voulu apprécier l'effet de la variation du poids vif sur le taux d'ovulations chez des primipares charolaises en anœstrus avant le traitement, les résultats sont représentés dans la figure ci-dessous.



**Figure 24 : Influence de la variation du poids vif entre le vêlage et la pose de l'implant sur le taux d'ovulation**

### 5.1.4.2.1.5. Le flushing

Supplémentassions alimentaire à raison de 1 à 2 Kg de concentré, seul ou avec des fourrages de bonne qualité (ensilage de maïs) (Ponsart, 2000), par jour et ce, dix jours avant le début du traitement de synchronisation et se prolonge jusqu'à deux à trois semaine après l'IA, conseillé dans le cas où les femelles ont un état d'embonpoint inférieur à 2,5 au début du programme, l'efficacité du flushing est d'autant plus importante qu'il est pratiqué sur des vaches maigres (Aguer *et al.*, 1981 ; Kabandana, 1993 ; Paccard, 1988), son action se traduit par une amélioration du bilan énergétique, en découle une meilleure croissance folliculaire concrétisée par l'augmentation de la taille du follicule dominant et du nombre de gros follicules (Khireddine, 1996).



**Figure 25 : Effet du flushing sur le taux de gestation à l'œstrus induit par les progestagènes (Aguer, 1981 ;Chupin, 1980 ; Drew, 1979 ; Grimard, 2003 ; Kabandana, 1993 ; Paccard, 1988 ; Pelot, 1979)**

#### 5.1.4.2.2. Saison

La fertilité à l'œstrus induit peut subir les aléas climatiques de la saison, en effet, elle baisse en fin d'hiver et remonte au printemps à l'occasion de la mise à l'herbe. (Chupin, 1977 ; Pelot, 1977 ; Aguer, 1981 ; Grimard, 2001).

Afin d'expliquer cet effet saison, plusieurs hypothèses furent avancées, la sous-alimentation observée en hiver, le stress de la mise à l'herbe qui a un effet délétère sur la fertilité en induisant des mortalités embryonnaires (Paccard *et al.*, 1988) et les méfaits des variations de température, la période de fertilité minimale est observée à l'occasion de fortes chutes de températures en hiver (températures négatives) (Grimard *et al.*, 1990)

Alnimer *et al* (2002) n'observent pas d'effet saison (Hiver et été) sur le taux de gestation à l'œstrus induit par les prostaglandines seules ou associées à la GnRH sur des vaches laitières en Italie.

#### 5.1.4.2.3. Intervalle vêlage-traitement

En fonction du type d'induction et de synchronisation des chaleurs, plusieurs intervalles sont recommandés par divers auteurs, pour les protocoles utilisant les prostaglandines seuls, il faut bien évidemment attendre d'avoir des ovaires parfaitement fonctionnels (porteurs de corps jaunes fonctionnels) après la mise bas, pour les traitements faisant appel aux associations GnRH et PG, un intervalle de 75 jours post-partum est recommandé par Pursley *et al* (1998), quant aux traitements de maîtrise des cycles utilisant les progestagènes, plusieurs auteurs (Pelot *et al.*, 1977 ; Petit *et al.*, 1979 ; Aguer, 1981 ; Grimard *et al.*, 1992 ; Chevallier *et al.*, 1996 ; Humblot *et al.*, 1996) notent qu'en général plus l'intervalle entre vêlage-début du traitement est long, meilleur est la fertilité à l'œstrus induit, elle passerait de 23,8% à 49,2% si les animaux sont traités, respectivement, à moins de 60 jours

et plus de 70 jours post-partum, mais les auteurs s'accordent à dire que l'intervalle nécessaire pour des résultats optimum serait de 60 jour pour les multipares et de 70 jours pour les primipares.

Cet effet peut être expliqué par une involution utérine à intervalle plus important, un plus faible taux de mortalité embryonnaire après IA à intervalle supérieur à 60 jours ou encore par une balance énergétique propice et adéquate à une relance de l'activité sexuelle. (Grimard *et al.*, 1990).

#### **5.1.4.2.4. Sevrage temporaire du veau**

Un retrait temporaire de 48h du veau avant l'insémination semble augmenter la fertilité (Peterson *et al.*, 1979 ; Kiser *et al.*, 1980 ; McVey et Williams, 1989 ; Thatcher *et al.*, 2001), le faible retard de croissance chez les veaux ainsi sevrés n'apparaît plus au sevrage (Fanning *et al.* 1995), cet effet semble plus marqué chez les vaches à faible état d'embonpoint au moment du traitement (1,5) (Warren *et al.*, 1988).

Lors du sevrage temporaire du veau, le feed-back négatif qu'exerçait l'allaitement sur la sécrétion de LH est levé permettant une augmentation du taux circulant de cette dernière (Walter *et al.*, 1982), l'absence du veau et du phénomène de succion agissent au niveau central (Williams, 1990), enfin, le sevrage temporaire du veau permettrait de diminuer les besoins de productions et ainsi améliorer le bilan énergétique.

#### **5.1.4.2.5. Modalités d'insémination**

##### *- Taureau utilisé*

Certains auteurs (Pelot *et al.*, 1977 ; Chupin, 1977 ; Chupin *et al.*, 1977 ; De Fontaubert, 1986) évoquent un effet taureau d'IA sur le taux de fertilité à l'œstrus induit, mais en raison du faible nombre de sujets utilisés, la comparaison ne peut être faite. (Grimard *et al.*, 2003).

##### *- Stress post-IA*

Les trois semaines qui suivent l'IA sont cruciales, en effet, elles correspondent à la période durant laquelle l'embryon émet un signal destiné à assurer son implantation et donc la gestation, tout éventuel stress durant cette période est de nature à compromettre ce processus, pour cette raison, il convient d'éviter toute manipulation susceptible d'induire un stress aussi minime soit elle durant les trois semaines consécutives à l'IA (Paccard et Grimard, 1988) tel que la mise à l'herbe (Deletang, 1983), la vaccinothérapie ou encore les traitements antiparasitaires.

#### **5.1.4.2.6. Présence du taureau**

La présence physique d'un taureau dans l'étable augmenterait la fertilité à l'œstrus induit (Ponsart *et al.*, 1996), les vaches en présence d'un taureau retrouvent leur cyclicité 12 jours plutôt que

les vaches sans taureau aux alentours (Cupp *et al.*, 1993), mais ces constatations sont loin de faire l'unanimité (Ducrot, 1994 ; Grimard *et al.*, 1992 ; Humblot *et al.*, 1996).

### 5.1.4.3. Effets cumulatifs

Les facteurs de variation de la réponse aux traitements de synchronisation des chaleurs sont le plus souvent liés et indissociables, de nombreuses interactions entre ces facteurs sont de nature à créer un terrain de fragilité chez une femelle qui cumulera plusieurs facteurs de risque, ce constat fut rapporté par plusieurs auteurs dont Humblot *et al.*, (1996) et Humblot et Grimard (1993) qui met en évidence une interaction des facteurs primipare (rang de vêlage), maigre (NEC), difficulté de vêlage (intervention de l'homme et extraction forcée) et absence de cyclicité avant le traitement de synchronisation chez une catégorie de vache allaitantes .

C'est justement sur cette catégorie d'animaux à risque que tous les efforts doivent être déployés, deux cas de figure se présentent dans ce cas, l'utilisation de la synchronisation des chaleurs comme un moyen zootechnique en vue d'apporter les avantages cités ci-dessus, ou bien comme étant un moyen thérapeutique, ce qui inclut d'écarter ces animaux des lots à traiter et leur instaurer un protocole adéquat qui agirait sur plusieurs points critiques, retarder le début du traitement de synchronisation (intervalle mise bas-début du traitement), améliorer le bilan énergétique (pratiquer un flushing), sevrer temporairement les veaux surtout chez les sujettes maigres ou sur le traitement lui-même en ajoutant aux progestagènes un traitement à l'eCG, opter pour deux IA à l'aveugle ou une seule sur œstrus observé. (Grimard *et al.*, 2003).

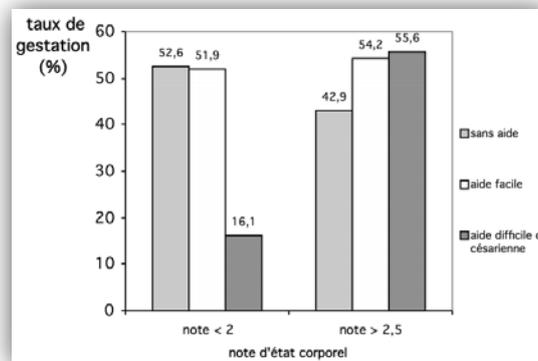


Figure 26 : Interaction note d'état corporel - conditions de vêlage sur le taux de gestation (Humblot et Grimard, 1993)

Nous reprendrons, en guise de bilan, les différents facteurs conditionnant la réussite des protocoles de synchronisation des chaleurs, nous les affecterons en deux catégories, facteurs de risque et facteurs bénéfiques.

**Tableau 04 : Facteurs de variation de réussite des traitements de maîtrise des cycles (Ballery, 2005)**

Facteurs de risque	Facteurs bénéfiques
Anœstrus au début du traitement	Vaches cyclées avant traitement
Vaches primipares	Vaches multipares
Conditions difficile du vêlage précédent	Vêlage facile sans aide
Ration insuffisante	Ration couvrant les besoin d'entretien et de production
NEC < 2	NEC > 2
Intervalle vêlage-début du traitement < 70 jours	Intervalle vêlage-début du traitement > 70 jours
Tétée	Retrait temporaire du veau
Stabulation entravée et sombre	Stabulation libre et enclos éclairés
Stress post-insémination	Flushing des sujets maigres
	Bonne détection de l'œstrus

#### **5.1.5. Ecart de synchronisation tolérés entre donneuse et receveuses dans le cas du transfert embryonnaire**

L'asynchronisme œstral entre la donneuse et la receveuse augmente le risque de mortalité embryonnaire (Albihn *et al.*, 1991 ; Wright, 1981 ; Donaldson, 1985), aucune gestation n'est possible si l'embryon est transféré à J<sub>2</sub> (Newcomb et Rowson, 1975), transféré au 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> ou entre le 10<sup>ème</sup> et le 16<sup>ème</sup> jour du cycle œstral de la receveuse, l'embryon engendre un taux de gestation plus faible que lorsqu'il est transféré entre le 6<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> jour dudit cycle, tout écart supérieur à un jour entre le cycle de la donneuse et de la receveuse induit une diminution du taux de gestation (Rowson *et al.*, 1969 ; Pope, 1988 ; Albihn *et al.*, 1991).

Le manque de synchronisme entre l'embryon et l'utérus de la receveuse est à l'origine de l'absence de l'inhibition de la lutéolyse par l'embryon (Geisert *et al.*, 1988), sous l'effet d'une insuffisance primaire de développement de ce dernier (Biggers *et al.*, 1987 ; Putney *et al.*, 1988), il est à noter que le mécanisme exact est loin de faire l'unanimité auprès des chercheurs.

Le transfert de jeunes embryons (morula) requiert une stricte synchronisation entre la donneuse et la receveuse (écart toléré : ± 12 h), pour les embryons à un stade plus avancé (blastocyste à J<sub>8</sub>), l'écart de synchronisation n'est pas toléré est de 24 h. (Kunkel et Stricklin, 1978).

Heyman (1988) rapporte que sur 2000 essais, le taux de gestation le plus élevé est obtenu lorsque le cycle œstral des receveuses est synchrone ou légèrement en avance (12 à 24 h) par rapport à celui de la donneuse (58 à 64% de gestation), par contre, dès que le décalage est de ± 36 h, le taux de gestation chute de moitié (31 et 36 % respectivement).

**Tableau 05 : Taux de gestation en fonction du degré de synchronisation Donneuse/Receveuse (Heyman *et al.*, 1988)**

	<b>Degré de synchronisation</b>						
	+ 36 h 48 h	+ 24 h	+ 12 h	0	- 12 h	- 24 h	- 36 h 48 h
<b>Nombre de receveuses transplantées</b>	16	74	230	1264	141	125	30
<b>Nombre de gestations confirmées</b>	5	48	144	731	77	65	11
<b>%</b>	<b>31,2</b>	<b>64,8</b>	<b>62,6</b>	<b>58,6</b>	<b>54,6</b>	<b>51,2</b>	<b>36,5</b>

- 0 = Donneuse et receveuses synchrones
- + 12h, 24h, 36h = Receveuse en chaleur **avant** la donneuse
- 12h, 24h, 36h = Receveuse en chaleur **après** la donneuse

Les taux de gestation les plus importants ont été obtenus chez des receveuses dont le cycle était en avance par rapport à celui de la donneuse, ceci peut s'expliquer par le fait qu'au stade blastocyste (J<sub>7</sub>) la vitesse de multiplication cellulaire de l'embryon est ralentie, cet état est dit stade de « diapause limitée » (Renard et Heyman, 1979) ce qui permettrait une plus grande tolérance au transfert, forts de cette information, nous pouvons facilement déduire qu'une légère avance du cycle de la receveuse sur celui de la donneuse soit plus favorable au développement et à la survie de l'embryon. (Betteridge et Fléchon, 1988).

Nous retiendrons, enfin, que la réussite du transfert embryonnaire tient autant de l'environnement hormonal utérin de la receveuse que du stade de l'embryon transféré, en effet, lors de transfert d'embryons congelés, la synchronisation doit être faite entre le cycle œstral de la receveuse et du stade de l'embryon à implanter.

## 6. Stimulation ovarienne des donneuses

### Introduction

La transplantation embryonnaire est une technique assez onéreuse à mettre en place, de ce fait, le rendement en termes d'embryons transférés doit être assuré au préalable par une superovulation des femelles donneuses, cette étape est assurée par un apport exogène d'hormones gonadotropes qui agissent en repêchant les follicules vouées à l'atrésie et en favorisant le développement des follicules plus jeunes. (Chupin et Procureur, 1982 ; Amstrong, 1993 ; Nibart, 1991 In Lafri, 2003).

Phénomène provoquée artificiellement, induisant une réponse ovarienne se traduisant par un développement folliculaire et des ovulations allant au-delà du standard moyen de l'espèce, la superovulation agit en réduisant la taille des follicules au recrutement (1,5 mm chez la vache) et à l'ovulation et en réduisant le nombre de follicules destinés à l'atrésie (Saumande 1995).

Chez les bovins, la superovulation est initiée à la fin de la phase lutéale ou d'un traitement progestatif combiné à une injection de PgF $\alpha$ , le taux de réponse au traitement de superovulation est tributaire de plusieurs facteurs dont les plus importants sont le nombre et la taille des follicules présents sur l'ovaire au moment de l'instauration du traitement, la présence de follicules dit « dominants » dont le diamètre avoisinerait les 10 mm chez la vache. (Scriban, 1999).

99,9% des follicules involuent (Driancourt, 2001), lorsqu'on est devant une femelle sélectionnée ou en voie de disparition, la réduction de ce taux via la superovulation s'avère être un moyen très efficace de rentabilisation maximale du potentiel génétique, la femelle ainsi traitée ne produira plus un seul ovocyte fécondable durant un cycle œstral mais plusieurs aptes à être transférés dans des femelles receveuses de moindre valeur génétique. (Beckers *et al.*, 1989).

La réussite de la superovulation est estimée en appréciant le nombre de corps jaunes présents sur les ovaires de la donneuse et éventuellement le nombre de follicules anovulatoires le jour de la collecte (J $_7$ ), le nombre d'embryon collectés n'étant qu'un témoin indirect de la qualité de la superovulation, car, en plus, du taux d'ovulation, ce nombre tient aussi du taux de collecte (récupération), certains auteurs comptabilisent les structures totales (des œufs non fécondés aux blastocystes en passant par tous les stades intermédiaires), d'autres, par contre, ne comptabilisent que les œufs fécondés (embryons à 2 cellules et blastocystes), tandis que d'autres n'englobent dans leurs recherches que les embryons totaux (de même catégorie) et d'autres enfin, vont jusqu'à ne compter que les embryons transférables (embryons vivants, intègres et au stade de développement approprié au moment de collecte).

La grande variabilité de réponse aux traitements de superovulation et le taux de collecte sans cesse revu à la hausse demeurent les facteurs de variation les plus fréquemment évoqués par les auteurs, en dépit des nouvelles méthodes qui ont contribué rendre les réponses plus prévisibles (échographie, dosages hormonaux) et à optimiser le rendement à chaque cycle de récolte (ponction du follicule dominant, OPU). (Adams 1995 ; Bo 1995 ; Gilbault *et al* 1996).

## **7.1. Schémas de traitements et résultats**

### **7.1.1. L'eCG (equin chorionic gonadotropine)**

#### **7.1.1.1. Origine et aspect moléculaire**

Anciennement appelée PMSG (Pregnant mare serum gonadotropine), l'eCG (Equin Chorionic Gonadotrophine) est une hormone gonadotrope de nature glycoprotéique sécrétée par les cupules endométriales développées à partir de l'invasion de l'endomètre par les cellules trophoblastiques (Gordon 1996) entre le 36<sup>ème</sup> et le 120<sup>ème</sup> jour de gestation chez la jument avec un pic au 80<sup>ème</sup> jour (Saumande 1977 ; Labussiere 1979).

Au niveau moléculaire, l'eCG présente deux chaînes glucidiques  $\alpha$  et  $\beta$  dont les taux en acide sialique sont de 4,5 et de 21,3 respectivement, ce qui les protège de la dégradation hépatique et rénale octroyant ainsi à l'eCG sa demi-vie relativement longue, 21 h chez la brebis (Mc Intosh, 1975) et 120 h chez la vache (Saumande, 1987), c'est la chaîne  $\beta$  qui est responsable de la double activité FSH et LH présentée par l'eCG, avec cependant une grande variabilité du rapport FSH/LH qui peut aller de 1/1 à 1/5 en fonction du stade de gestation de la jument. (Saumande, 1977 ; Pierce et Parsons, 1987 ; Nibart, 1991).

Utilisée pendant longtemps comme l'hormone de référence dans la superovulation en raison de sa facilité d'emploi (Chupin, 1988), l'eCG se voit actuellement céder du terrain aux extraits hypophysaires pour diverses raisons. En effet, l'action immunogène de l'eCG a imposé l'utilisation de sérums anti-PMSG en vue d'atténuer la formation d'anticorps mais aussi afin de prévenir une stimulation excessive de l'ovaire (à l'origine de la formation de nombreux follicules anovulatoires) (Bever et Dielman, 1993 ; Chupin, 1988 ; Al Furaji *et al.*, 1993 ; Dielman *et al.*, 1993). De plus, ces sérums n'étant plus commercialisés, l'utilisation de l'eCG a été réduite aux essais expérimentaux. Ajouter à cela, la mortalité embryonnaire due aux forts taux d'E2 observés chez les vaches superovulées avec l'eCG (du à une forte activité de la 17 $\beta$ -hydroxylase présente au niveau des petits et grands follicules) comparativement à celles traitées avec des extraits hypophysaires (Saumano et Price, 1995).

### 7.1.1.2. Posologie et schéma de traitement

L'eCG est administrée en dose unique sur oestrus induit ou synchronisé (Figure 27) et plus rarement sur oestrus naturel (Figure 27) en raison de la rigueur requise dans la mise en place d'un protocole de transfert embryonnaire et la subjectivité rencontrée lors de l'observation des chaleurs.

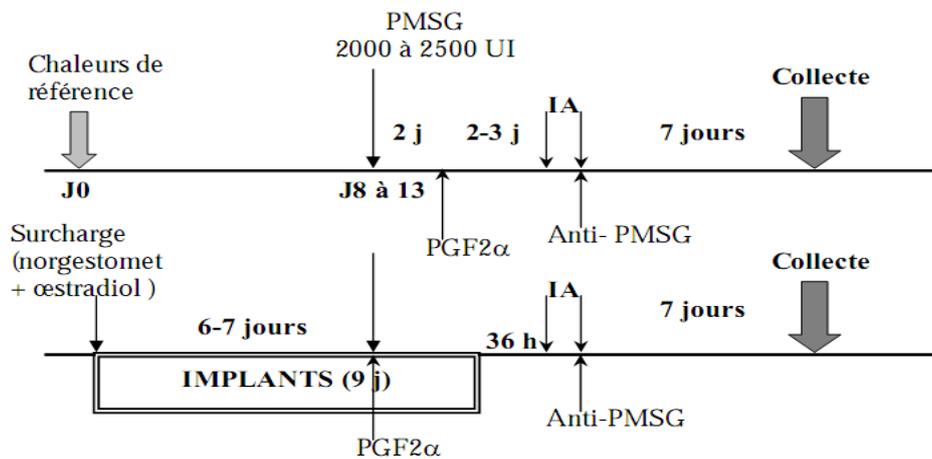


Figure 27 : Schéma de traitement de superovulation par PMSG (en phase lutéale d'un cycle naturel ou au cours d'un cycle maîtrisé par des implants de progestagènes)  
(Nibart, 1991)

Injectées en S/C ou en IM, les doses d'eCG peuvent aller de 1500 à 4500 UI (Gonzalez *et al.*, 1994). La concentration de la PMSG est maximale dans l'organisme 15 à 32 heures après son injection

### 7.1.1.3. Variabilité de réponse au traitement à la PMSG

En raison de sa demi-vie relativement longue, l'action de l'eCG va au-delà de l'ovulation des follicules issus de la vague superovulée et le nombre important de follicules anovulatoires relevés par divers auteurs (Drion *et al.*, 1998 ; Drion, 2001) sont de nature à perturber le cycle ovarien, à être responsables d'anomalies de la fécondation (Whyman et Moore, 1980) et à rendre la prédiction du nombre d'ovulation quasi impossible. En effet, la très grande variabilité de réponse ovarienne à la stimulation par l'eCG a été l'un des facteurs limitant de la production d'embryons *in vivo*.

### **7.1.1.3.1. Tentative de réduction de la variabilité de réponse**

#### **7.1.1.3.1.1. Serum Anti-PMSG**

Produit à partir du sérum de mouton, le sérum anti-PMSG a pour effet d'achever l'activité de l'eCG, éliminant ainsi une stimulation excessive de l'ovaire et évitant le développement soutenu d'une seconde vague folliculaire et la formation de follicules kystiques (Gerris *et al.*, 2005).

Injecté avant le pic préovulatoire de LH, le sérum anti-PMSG semble avoir un effet délétère sur la fonction de superovulation (Vos *et al.*, 1995 ; Gordon, 1996). Administré, par contre, entre 5 et 6 h après le pic préovulatoire, le sérum anti-PMSG montre de meilleurs résultats en termes de prévention de réaction ovarienne exacerbée et de réduction du taux d'E<sub>2</sub>, bien souvent mis en cause dans les taux relativement bas d'embryons collectés et d'embryons de bonne qualité (Dieleman *et al.*, 1993 ; Gonzalez *et al.*, 1994).

### **7.1.2. HMG (Human Menopausal Gonadotropine)**

Vers la seconde moitié de la vie sexuelle des femelles primates, un déclin de leur fertilité est observé (Drion *et al.*, 1998), la chute des taux d'E<sub>2</sub> folliculaire, initialement chargés, entre autre, d'exercer un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, engendre une augmentation de la libération des gonadotropines hypophysaires (Ravnikar *et al.*, 1984).

Ayant un faible PM, ces hormones passent la barrière rénale et se retrouvent dans les urines, la purification de ces molécules dans les urines de femmes ménopausées permet de les utiliser comme substance superovulante dans les procréations médicalement assistées (PMA) et en médecine vétérinaire (Drion *et al.*, 1998 ; Lauria *et al.*, 1982 ; Mapletoft *et al.*, 1990).

### **7.1.3. Extraits hypophysaires**

#### **7.1.3.1. FSH (Follicle Stimulating Hormone)**

##### **7.1.3.1.1. Origine**

Les préparations à base d'extraits hypophysaires ne sont pas pures, c'est en réalité un mélange de FSH et de LH qui est incorporée en proportions variables, extraites d'hypophyses de porc (pFSH) et plus rarement de chevaux (eFSH) et de moutons (oFSH), la FSH a une demi-vie relativement courte 20 à 70 minutes (Laster, 1971 ; Nibart et Bouysson, 1981), 110 minutes (Gay *et al.*, 1970) ce qui rend son utilisation sur terrain assez peu commode, dans la mesure où deux injections sont requise pendant au moins quatre jours (Nibart, 1991).

Les doses sont exprimées en mg équivalent du standard Armour ou en µg de FSH pure (1 mg correspond à 15 µg de pFSH pure (Chupin, 1988) (voire tableau 06).

Tableau 06 : Préparations commerciales hypophysaires utilisées pour la superovulation  
(Baril *et al.*, 1993 ; Nibart *et al.*, 1997)

ND	Laboratoire	Origine	Dose de Fsh		Ratio LH/FSH
			Pure	Doses Recommandées	
FSH-P	Rigaux (FR)		50 mg	22 mg	2/1
	Burns Biotech (USA)				
Stimufol	Mérial (FR)	Porcine	50 mg	200 µg	1/5
	ULG-FMV (BLG)				
Superov	Ausa Int (USA)		75 mg	40 u	1/100
Follitropine	Vetepharm (CND)		400 mg	200 mg	1/1000
Ovagen	ICP Bio (New-Zeland)	Ovine	360 mg	200 mg	1/100

Les quantités réelles de FSH et les proportions LH/FSH présentes dans les préparations commerciales sont de nature à influencer l'efficacité du traitement de superovulation (Donaldson, 1987), il est ainsi recommandé, pour une production optimum d'embryons de bonne qualité, de modifier le rapport LH/FSH de sorte à ce que la LH soit en faible quantité (Beckers, 1987), en 2002, Kanitz *et al* démontrent l'effet néfaste d'une forte dose de LH sur la croissance folliculaire en comparant 3 types de traitement de superovulation (0,29 mg FSH), (0,29 mg FSH+0,19 mg LH) et (0,19 mg LH). D'autres études sont venues, par la suite, appuyer ces observations (Mapletoft, 1993 ; Lindsell *et al.*, 1986).

### 7.1.3.1.2. Modalités de traitements

La phase du cycle dans laquelle se trouve la vache au moment du début du traitement de superovulation constitue à elle seule l'un des facteurs les plus importants de variation des réponses aux traitements (Ginther *et al.*, 1989 ; Adams *et al.*, 1992).

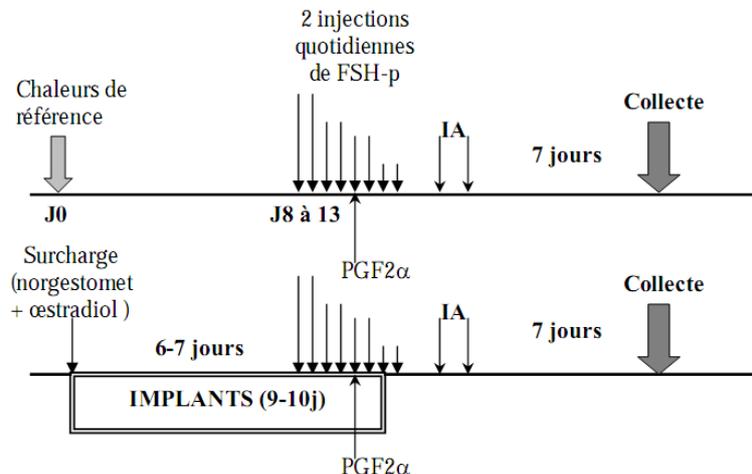


Figure 28 : Schémas de traitements de superovulation par FSH en phase lutéale d'un cycle naturel ou au cours d'un cycle maîtrisé par des implants de progestagènes (Nibart., 1991)

#### 7.1.3.1.2.1. Moments et fréquences de traitement

Instaurés au début du cycle (entre J<sub>1</sub> et J<sub>4</sub>), les traitements de superovulation donnent des résultats identiques en termes d'ovulations mais de moins bons taux de fécondation et d'embryons de bonne qualité (Reiger *et al.*, 1988) comparés aux traitements initiés au milieu (à J<sub>10</sub> ou à J<sub>11</sub>) (Roberts *et al.*, 1994).

La FSH est injectée en phase lutéale (entre J<sub>9</sub> et J<sub>13</sub>, J<sub>0</sub> étant le début des chaleurs), du cycle naturel ou d'un cycle induit (Nibart, 1991), durant ce dernier, l'administration de Pgf2 $\alpha$  avec la 5<sup>ème</sup> injection de FSH induit la lutéolyse et favorise les ovulations (Cambarnous, 1997), il est possible d'instaurer le traitement de superovulation sur un cycle naturel, en le démarrant au 16<sup>ème</sup> jour (lutéolyse naturelle), mais il est préférable, dans le souci de la précision, de contrôler artificiellement le cycle œstral. (Chupin, 1988)

En raison de la faible richesse en acide sialique de la FSH, qui n'est plus décelable 12h après son injection, les protocoles à base d'extraits hypophysaires doivent faire l'objet d'injections intramusculaires bi-journalières en doses décroissantes pendant quatre jours afin de maintenir des concentrations adéquates (Chupin, 1988).

Certains auteurs (Bo *et al.*, 1994) évoquent la possibilité d'une seule injection en sous-cutané de FSH entre J8 et J10 du cycle œstral ou bien sur cycle induit par les progestagènes (Bo *et al.*, 1996) ou après ponction du follicule dominant (Bergfelt *et al.*, 1997), aucune différences significatives n'a été constatée par rapport aux traitements classiques de 2 injections quotidiennes sur 4 jours (Bungartz et Niemann, 1994), mais la contraintes des doubles injections semble avoir trouvé un début de solution.

Chez les races viandeuses (Hockley *et al.*, 1992) et rustiques Zébu (Tribulo *et al.*, 1993), une seule injection par voie sous-cutanée en arrière de l'épaule semble donner des résultats satisfaisants, la richesse de ces races en tissu adipeux stocké sous la peau explique le relargage de la FSH dans la circulation générale assurant ainsi une diffusion continue de l'extrait.

Un excipient peut être utilisé afin d'assurer une diffusion continue de la FSH, En effet, Suzuki *et al.*, (1993) expérimentèrent une injection unique de FSH diluée dans de la polyvinylpyrrolidone (PVP) et constatèrent qu'elle pouvait induire des ovulations multiples chez des vaches à viande, alors que la dilution dans une solution saline n'induisait qu'une croissance de nombreux follicules mais sans pour autant qu'ils puissent ovuler.

7.1.3.1.2.2. Doses utilisées

D'après Nibart (1991), les meilleurs résultats de superovulation par la FSH sont obtenus avec des doses totales de 32 à 40 mg chez la vache et de 28 mg chez la génisse, en doses décroissantes à raison de 2 injections par jour pendant 4 jours.

Le nombre d'ovulations et d'embryons produits semble corrélé à l'augmentation de la dose totale de FSH utilisée jusqu'à 30 mg (équivalent de 450 µg de pFSH pure) traçant ensuite un plateau où le nombre d'embryons produits reste constant et maximum (Donaldson, 1984)

Tableau 07 : Effet de la dose de FSH sur la production d'embryons chez les bovins (Donaldson, 1984)

Dose totale (mg Armour)	Nombre d'animaux	Embryons collectés	Embryons transférables	Embryons de qualité
20	20	2,6 ± 2,8	2,1 ± 2,8	72%
28		10,1 ± 7,1	3,9 ± 2,7	47%
40		8,7 ± 7,9	2,5 ± 3,4	35%
60		6,3 ± 6,0	0,9 ± 1,4	16%

Estrada *et al.*, (1998), comparent des doses de FSH (28mg et 36 mg) dans des conditions d'élevage tropicales au niveau de plusieurs élevages, ils relèvent des différences significatives entre les élevages en termes d'embryons transférables collectés mais aucune différence imputable aux doses utilisées.

Etudiant l'augmentation du nombre d'ovulations et d'embryon produits, Yaakub *et al.*, (1998) observent une corrélation linéaire de la réponse (nombre de corps jaunes et d'embryons/ovocytes non fécondés) avec l'augmentation des doses de pFSH (400, 600 et 800 UA) l'équivalent de 26,66 mg, 40 mg et 53,33mg de FSH, le nombre d'embryons transférables n'était, cependant, pas différent entre 600 et 800 UI.

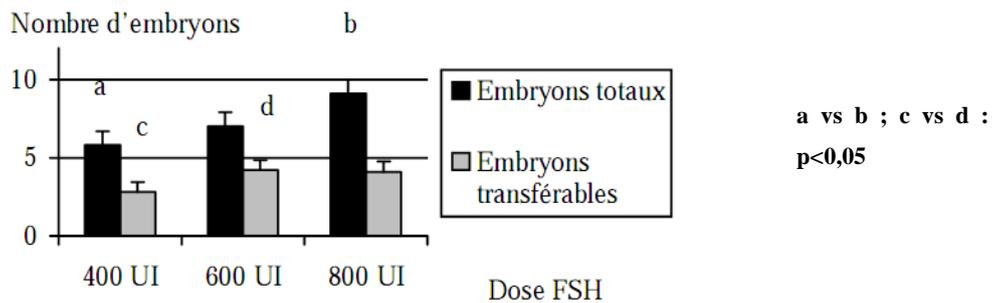


Figure 29 : Effet de la dose de FSH utilisée lors de superovulation sur le nombre d'embryons totaux et transférables récoltés (Yaakub *et al.*, 1998)

### 5.1.3.1.3. Résultats et bilan chiffré

La superovulation par la FSH a pour but de ramener la cohorte entière de follicules à entrum à ovuler, ce résultats est d'autant plus atteint que la préparation est pure et riche en pFSH dont l'apport et le soutien doivent être assurés jusqu'à la décharge endogène de FSH/LH afin de surpasser les phénomènes de sélection et de dominance naturels (Saumande, 1991 ; Purwantana *et al.*, 1993).

L'appréciation de la réponse au traitement de superovulation peut se faire de diverses manières :

*Suivie échographique des ovaires:* Mené quotidiennement après superovulation à la FSH, le suivi de l'évolution des structures ovariennes révèle une augmentation systématique du nombre moyens de gros follicules, sans pour autant apporter des précisions sur le développement des moyens et petits follicules (Purwantana *et al.*, 1993 ; Keita, 1995).

*Modifications hormonales :* Chez les donneuses traitées à la FSH, durant la phase lutéale, l'intervalle Pgf2 $\alpha$ -pic ovulatoire de LH avoisine les 45h ( $44,1 \pm 8,5$ ), si la protocole de superovulation est conduit sur un cycla maîtrisé par un progestagènes, l'intervalle entre le retrait de ce dernier et le pic ovulatoire de LH est proche de 24h ( $26,3 \pm 5,1$ ) (Nibart *et al.*, 1988).

*Survenue des pics hormonaux :* Chez les femelles ayant bien répondu (> 10 CJ) au traitement de superovulation à la FSH, après injection de Pgf<sub>2</sub>le pic pé -ovulatoire de LH est plus précoce comparé à celui observé chez les donneuses n'ayant pas bien répondu au traitement de superovulation (< 2CJ)

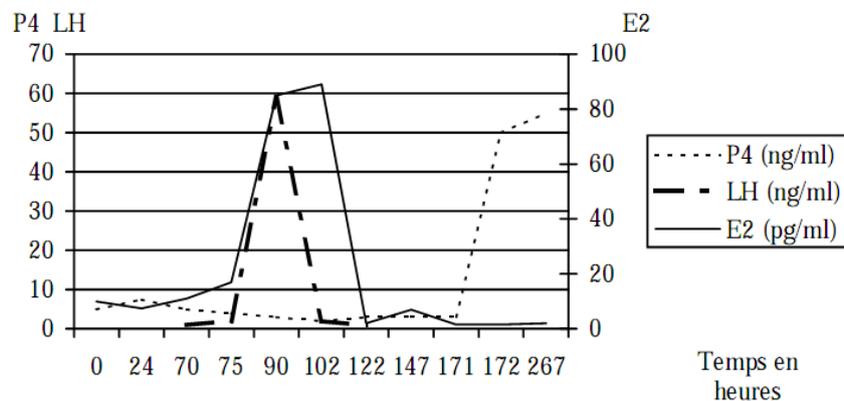


Figure 30 : Courbes de concentration plasmatique d'œstradiol-17 $\beta$  (E2), de LH et de progestérone (P4) chez une vache ayant répondu au traitement de superovulation par FSH-p (d'après Nibart, 1991)

#### **5.1.3.1.4. Utilisation de la FSH recombinantes bovine**

La production de la bFSH (Bovine FSH) a été, récemment, rendue possible grâce aux technologies de l'ADN recombinante, selon Bellow *et al.*, 1991, la bFSH présenterait une activité biologique très élevée induisant la superovulation chez les vaches à viande, quoique similaires à celle observée moyennant la pFSH (Wilson *et al.*, 1993), de plus la bFSH n'offre pas de moindre risques de mortalités embryonnaires et de variations de réponses par rapport aux extraites hypophysaires usuels.

#### **5.1.3.2. Avantages et inconvénients de l'utilisation de la FSH**

Le principal avantage de l'utilisation de la FSH dans la production d'embryon est le taux d'ovulation supérieur comparé aux gonadotropines sériques (eCG) (Bartmann *et al.*, 1992) et sa moindre variabilité (Elsden *et al.*, 1978), toutefois, l'inconvénient majeur est sa demi-vie relativement courte d'où la nécessité de pratiquer des injections bi journalières pendant quatre jours.

### **7.2. Variabilité de réponses ovariennes aux traitements de superovulation**

En dépit des améliorations obtenues grâce à l'utilisation systématique de préparation de FSH purifiées (augmentation du nombre d'embryons produits et diminution de la variabilité des réponses) au lieu de PMSG, la variabilité de la réponse au traitement de superovulation reste le facteur le plus limitant des programmes de superovulation (Humblot *et al.*, 1994).

#### **7.2.1. Facteurs extrinsèques à la donneuse**

##### **7.2.1.1. Climat**

Les résultats de production d'embryons varient peu en fonction de la saison (température, photopériode) sous des climats tempérés, selon Nibart (1991). Par contre, les températures ambiantes élevées (supérieures à 27°C) exercent un effet néfaste sur la production d'embryons et leur viabilité réduisant le pourcentage d'embryons utilisable de 51,5% à 20,7% (Putney *et al.*, 1988), en effet, en Arabie Saoudite, le même constat a été fait par Gordon *et al.*, 1987, ainsi qu'au Danemark par Hoffman *et al.*, (1988) et en Belgique par Touati *et al.*, 1989. Cet effet semble plus marqué chez les vaches en lactation que chez les génisses (Kafi et McGowan, 1997).

### 7.2.1.2. Alimentation

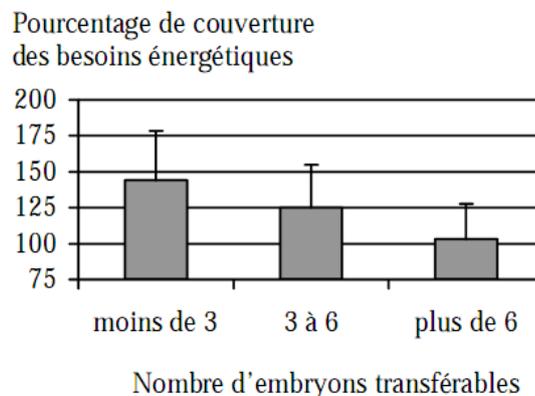
L'alimentation influence de façon très complexe la production et la survie des embryons à différents niveaux, axe hypothalamo-hypophysaire, ovaire et utérus (O'Callaghan et Boland, 1999), particulièrement la croissance folliculaire et ovocytaire (Fréret *et al.*, 2000).

#### 7.2.1.2.1. Aspect quantitatif

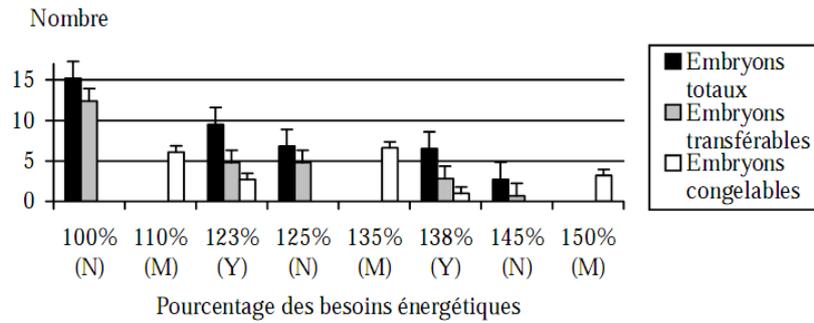
Gong *et al.*, (1999) rapportent qu'un apport alimentaire élevé (200 % des besoins), à court terme (pendant les trois semaines précédant la superovulation), chez des génisses, augmentait le recrutement des follicules ovariens, et aboutissait à un nombre plus élevé de corps jaunes par rapport aux animaux témoins recevant une ration couvrant 100 % des besoins ( $18,1 \pm 2,2$  contre  $10,6 \pm 3,0$ ).

Un excès d'apports nutritionnels à long terme avant la collecte des embryons peut aussi présenter des effets défavorables (Mantovani *et al.*, 1993 ; Negrao *et al.*, 1997 ; Humblot *et al.*, 1998 ; Fréret *et al.*, 2000), Negrao *et al.*, (1997) ont enregistré la couverture des besoins énergétiques de génisses laitières. Des corrélations négatives ont été trouvées entre apports en matière sèche, énergie, protéines, minéraux, vitamines et nombre total d'embryons ou nombre d'embryons transférables (tous les  $r > 0,4$  et  $p < 0,01$ ). Trois groupes ont été distingués selon la production.

Il est admis qu'une sous-alimentation à long terme diminue la proportion de vaches cyclées *et allonge* la période d'anœstrus post-partum. Selon Schillo (1992), la sous-alimentation diminue l'amplitude et la fréquence des décharges de LH qui sont nécessaires à la croissance des follicules. La sous-alimentation inhiberait la sécrétion pulsatile de LH par une réduction de la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus. (Nolan *et al.*, 1998)



**Figure 31 : Couverture moyenne des besoins énergétiques (en %) en fonction du nombre d'embryons transférables obtenus après superovulation de génisses (d'après Negrao *et al.*, 1997)**



**Figure 32 : Production d'embryons totaux, transférables et congelables en fonction de la couverture énergétique des besoins chez des génisses superovulées (d'après Fréret *et al.*, 2000)**

#### 7.2.1.2.2. Aspect qualitatif

Une comparaison faite par Yaakub *et al* (1999) deux types de concentrés (orge ou pulpe de betterave) démontre que Le nombre d'embryons transférables et congelables ont été plus faible avec l'orge qu'avec la pulpe de betterave. Le type de concentré peut donc influencer la qualité des embryons produits, bien qu'aucune explication n'ait pu être fournie par les auteurs.

#### 7.2.1.3. Stresse et maladies intercurrentes

Incriminé comme l'une des causes majeures de la baisse des performances de reproduction, le stress sous ses diverses formes (boiteries, mammites aiguë, parasitisme, hyperthermies d'origine multiples) est de nature à exercer un effet délétère sur la réponse ovarienne et la qualité des embryons (Nibart, 1991 ; Dobson *et al.*, 2001).

Ainsi, tout stress avant et pendant le traitement de superovulation est néfaste puisqu'il aboutit à une sécrétion d'ACTH, et à une inhibition la décharge de LH favorisant ainsi, soit la formation de kystes ovariens, soit l'ovulation d'ovocytes de mauvaise qualité (Nibart, 1991).

#### 7.2.1.4. Effet de l'extrait hypophysaire utilisé

La nature de l'extrait hypophysaire ainsi que le degré de sa purification, son rapport LH/FSH et les doses utilisées sont des facteurs qui influencent la qualité de la réponse (Donaldson, 1987), c'est ce qui a poussé les laboratoires de recherche à élaborer eux même leurs préparations hypophysaires (Beckers, 1987)

## 7.2.2. Facteurs intrinsèques à la donneuse

### 7.2.2.1. Etat initial des ovaires

Monniaux (1983) rapporte une forte corrélation entre la population folliculaire totale avant le traitement de superovulation et le nombre de structures lutéales dénombrées après ce dernier, ce qui met en évidence l'impact des réserves ovariennes initiales sur la qualité de la réponse aux traitements de superovulation. Un ovaire contenant moins de 200 follicules de diamètre supérieur à 70 $\mu$  donne généralement une réponse inférieure ou égale à 5 embryons, cette réponse est amenée à 8 embryons si le nombre de follicules pour le même diamètre avoisine les 500. (Van Der Schams, 1988).

### 7.2.2.2. Race

Nibart (1991) n'observe aucune différence significative entre la Française Frison, la Normande et la Montbéliarde, Breule *et al.*, (1991) par contre, rapportent une différence significative entre quatre races allaitantes après 1039 collectes.

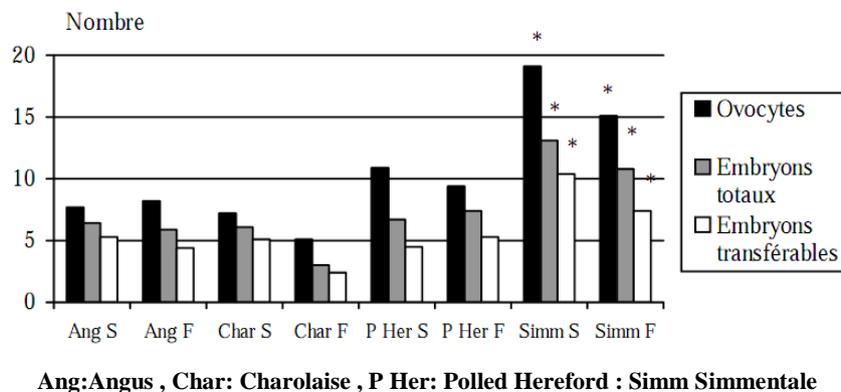


Figure 33 : Résultats de collectes chez 4 races bovines différentes en station (S) ou en ferme (F) (Breuel *et al.*, 1991)

### 7.2.2.3. Age et parité

Certains auteurs n'observent pas d'effets de l'âge et du rang de lactation (Breuel *et al.*, 1991 ; Huhtinen *et al.*, 1992 ; Purwantara *et al.*, 1994 ; Kafi et McGowan, 1997). Cependant, certains auteurs ont observé une production inférieure d'environ 1 embryon chez les génisses par rapport aux vaches (Nibart, 1991 ; Laurière *et al.*, 2001).

Il semble, par contre, y avoir une interaction entre le climat et l'effet du rang de lactation, Benyei *et al.*, (1999) n'ont pas observé de différence significative en termes de nombre d'ovulations entre des génisses et des vaches sous des températures élevées. Par contre, le nombre d'embryons et d'ovocytes non fécondés était significativement plus élevé chez les vaches, ce que les auteurs attribuent à une moins bonne thermorégulation chez les animaux en lactation.

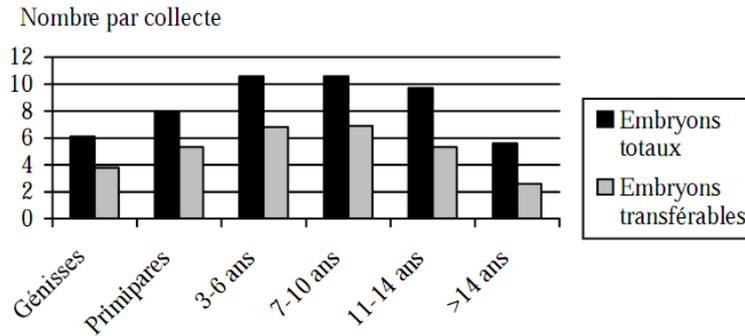


Figure 34 : Influence de l'âge sur la réponse au traitement de superovulation pour 633 collectes chez des vaches laitières (Nibart, 1991)

#### 7.2.2.4. Intervalle post partum

L'anoestrus post partum induit un arrêt de la folliculogénèse, d'où la nécessité de ne pas instaurer un traitement de superovulation trop tôt après le vêlage (Greves, 1982), Nibart (1991) préconise un intervalle de 60 jours post partum afin d'espérer avoir une réponse satisfaisante au traitement de superovulation, il est à noter, cependant, qu'au-delà de cet intervalle aucune différence significative en terme de production qualitative et quantitative d'embryons n'a été rapporté (Comberous, 1996).

#### 7.2.2.5. Génétique

Manciaux *et al* (2000) ont recherché l'influence de l'origine paternelle de donneuses Montbéliardes, sur la production d'embryons après superovulation. Ils ont trouvé une relation entre l'origine paternelle de la donneuse et le nombre d'embryons ( $p=0,02$ ), le nombre d'embryons de qualité 1 ( $p=0,02$ ), et le nombre d'ovocytes non fécondés par collecte ( $p<0,05$ ). Ceci laisse à penser que l'aptitude à produire des embryons est héritable.

Tonhati *et al* (1999) estiment que la réponse individuelle des animaux à la superovulation est un caractère faiblement héritable. Le coefficient de répétabilité du nombre d'embryons transférables est faible (0,13).

### 7.2.2.6. Niveau de production laitière

Il n'y a pas de différence significative pour la plupart des auteurs, entre vaches en fonction de leurs niveaux de production laitière, en ce qui concerne la réponse ovarienne, pourvue que l'alimentation couvre leurs besoins de production (Nibart, 1991).

Cependant, Manciaux *et al.*, (2000), chez des vaches Montbéliardes superovulées par FSH-p, ont observé un effet significatif du niveau de production sur le nombre d'embryons transférables et de qualité 1, les meilleures productrices étant les vaches produisant entre 9000 et 11000 kg de lait par rapport aux vaches produisant moins de 7000 kg ou plus de 11000 kg de lait. Les vaches très hautes productrices (>11000 kg de lait) produisaient moins d'embryons viables et congelables, et les vaches à faible niveau de production (<7000 kg de lait) avaient le plus d'ovocytes non fécondés.

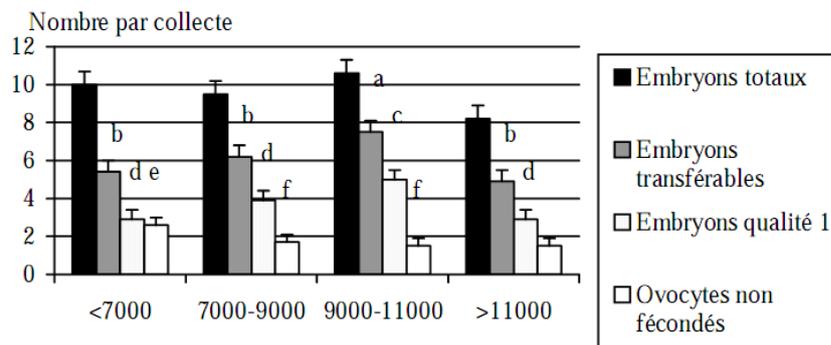


Figure 35 : Influence du niveau de production laitière sur la réponse au traitement de superovulation  
Manciaux *et al.*, (2000)

## 7.3. tentatives de réduction de la variabilité de réponse aux traitements de superovulation

### 7.3.1. Actions sur le follicule dominant

La présence d'un follicule dominant (FD) au début du traitement de superovulation affecte négativement les résultats de ce dernier (Adams *et al* 1993 ; Laizeau, 2003). Bien que la cinétique de l'atrésie des follicules dominés qui accompagne la dominance d'un follicule ne soit complètement élucidée, d'une part, et que le contrôle de la présence du FD est quelque peu difficile en routine, d'autre part, divers auteurs (Bertmann, 1992 ; Bungartzet Niemann, 1994) s'accordent à dire que la destruction du FD avant le début du traitement gonadotrope est de nature à améliorer les résultats de la superovulation.

Pour ce faire, diverses hormonothérapies furent proposées (hCG, LH, œstradiol, GnRH), en plus des ruptures manuelles (Bertmann, 1992), des ponctions échoguidées (Bungartz et Niemann, 1994) ou encore de l'électrocautérisation (Ko *et al.*, 1991 ; Adams *et al.*, 1993), visant toutes à induire la lutéinisation, l'atrésie ou la destruction complète du FD respectivement.

### **7.3.2. Traitements hormonaux**

#### **7.3.2.1. Prétraitements aux gonadotropes (Priming)**

Selon Monniaux (1982), le nombre de follicules préantraux augmente de 30% six jours après une injection d'eCG, certains auteurs, se basant sur ce constat, ont tenté d'augmenter la population de follicules recrutés, susceptibles de répondre aux traitements de superovulation et appliquant un prétraitement à base de gonadotropines aux premiers jours du cycle « priming ».

Certains auteurs (Rajamahandran *et al.*, 1987 ; Touati *et al.*, 1991) rapportent une amélioration de la réponse à la superovulation suite à un prétraitement à base d'eCG. Petr *et al.*, (1992) appliquant un prétraitement de 200 UI d'eCG 4 jours avant la superovulation aux moyens de 28.00 UI de la même gonadotropine, notent une amélioration des résultats en termes d'ovulations et d'embryons collectés.

Mais l'efficacité du priming est loin de faire l'unanimité, Riger *et al.*, (1988) et Gray *et al.*, (1992) n'observent aucune différence significative suite aux prétraitements, Lussier, Carruthers (1989) et Grasso *et al.*, (1989) imputent aux prétraitements un effet exacerbant du FD, d'où la diminution de l'efficacité des traitements de superovulation ultérieurs.

Les prétraitements auraient une action beaucoup plus avérée sur la lutéinisation du FD que sur la stimulation de petits follicules, le FD étant lutéinisé, la levée de son effet suppressif est de nature à améliorer la réponse aux traitements de superovulation (Mapeltoft *et al.*, 1994).

#### **7.3.2.2. Liquide folliculaire**

Mapeltoft *et al.*, (1994) administrent du liquide folliculaire pendant six jours, puis instaurent un traitement de superovulation 12, 84 et 156 heures après la fin de la dernière injection en émettant l'hypothèse de pouvoir rattraper le développement des follicules antraux.

De bonnes réponses aux traitements de superovulation furent notées sans pour autant qu'il y ait une différence significative entre les lots traités au liquide folliculaire et le lot témoin, les auteurs justifient cette absence de différence par le fait que les deux lots aient probablement été à la même période de la vague folliculaire.

Kastelic *et al.*, (1990) administrent du liquide folliculaire à différentes périodes du cycle oestral ( $J_0$  à  $J_3$ ), ( $J_3$  à  $J_6$ ), ( $J_6$  à  $J_{11}$ ) et notent que la taille des follicules en croissance cessait de croître dès le début du traitement et commençait à décroître 5 jours après la fin du traitement, permettant ainsi, 3 jours après, le développement d'une nouvelle vague de croissance folliculaire.

### **7.3.2.3. Œstrogènes**

Les œstrogènes ont un effet sur l'apparition des chaleurs, le taux d'ovulation et le nombre d'embryons. Leur association à l'eCG améliore le taux d'ovulation mais pas de manière significative (Erickson *et al.*, 1995).

### **7.3.2.4. Human Chorionic Gonadotropines (hCG)**

Ayant une action LH, la hCG est utilisée en association aux traitements à base de PMSG dans le but d'arrêter la croissance des follicules, arrivés aux termes de leur maturité, par lutéinisation (De Rensis *et al.*, 2002). L'hCG, seule ou associée à l'eCG, est incapable d'induire une superovulation ou d'agir sur le nombre de follicules anovulatoires (Derivaux *et al.*, 1989).

## **7. Insémination de La donneuse**

**A**cte à l'issue duquel la semence du mâle est déposée dans les voies génitales femelles, processus nécessaire à la rencontre des deux gamètes mâle et femelle, à leur fusion et au développement de l'œuf ainsi produit (Balthazart et Fabre-Nys, 2001).

### **7.1. Détection des chaleurs**

La mise en place d'une bonne détection de l'œstrus est de nature à optimiser la fertilité des vaches, également profitable à la détection et au traitement des pathologies. Cette étape critique est considérée comme étant le point névralgique de la réussite de la plupart des biotechnologies de la reproduction (Xu *et al.*, 1998).

L'observation du début et de la durée des chaleurs revête d'une importance cruciale car ils conditionnent le moment optimum de l'insémination des donneuses d'embryons, ils permettent aussi, d'évaluer indirectement l'intensité de réponse aux traitements de superovulation (Callesen *et al.*, 1993).

### **7.2. Méthode d'insémination**

#### **7.2.1. Insémination Naturelle ou saillie**

La saillie en monte naturelle reste, à l'heure actuelle, la méthode la plus employée sur le terrain Algérien, en dépit des progrès réalisés par l'IA en termes de diffusion génétique, l'un des problèmes majeurs rencontrés lors de l'utilisation de cette technique ancestrale, outre le risque de diffusions de maladies et de tares véhiculées par le père est l'infertilité de ce dernier. Cela peut, en effet, induire en erreur les praticiens qui seront appelés à traiter des retours en chaleurs des femelles saillies par le même taureau (MADR, 2005).

#### **7.2.2. Insémination Artificielle**

L'IA permet d'exploiter le capital génétique héréditaire détenu par les mâles d'élite à des fins d'amélioration génétiques des cheptels en augmentant le coefficient de diffusion, dans les pays où les élevages laitiers sont renouvelés exclusivement au moyen de l'IA, les auteurs estiment à 75% le taux de progrès génétique apporté par cette biotechnologie, à raison de 3% par an (Babiuk *et al.*, 1989).

Les taux moyens de gestation après IA sont de l'ordre de 60% contre 65% à 70% par accouplement naturel, ajouter à cela les avantages réels apportés par la facilité de transport de paillettes de semence congelée qui ont révolutionnés et contribué à la diffusion de cette biotechnologie à travers le monde (Martal, 1998).

### 7.2.2.1. Caractéristiques du sperme de taureau

Prélevé dans des conditions les plus proches possible de la saillie naturelle, le sperme du taureau présente des caractéristiques chiffrables moyennes, avec des fourchettes permettant de définir un « sperme normal ». (Courrot, 1972 ; Lagneau, 1981)

Les principales variables considérées sont le volume, l'aspect, la consistance et la couleur.

Le volume : Pour un taureau de plus de deux ans, le volume moyen d'un éjaculat est compris entre 3 et 8 ml (Laing 1979 ; Debail, 1985), en électro-éjaculation, le volume collecté est plus élevé atteignant parfois les 30 ml (Derivaux, 1986) (tableau 08)

Tableau 08 : Volume d'un éjaculat (ml)

	Vagin artificiel	Electro-éjaculation	Race
<b>Austin <i>et al.</i>, (1961)</b>	2,8	6,3	Hereford
<b>Clarke <i>et al.</i>, (1973)</b>	3,29	10,03	Australian milking zebu

Avec l'âge, le volume de l'éjaculat augmente jusqu'à deux ans parfois au-delà (Derivaux, 1986), une augmentation du volume est aussi observée à l'occasion de deux prélèvements successifs avec une même méthode de collecte (Almquist *et al.*, 1976 ; Perez *et al.*, 1983) (tableau 09)

Tableau 09 : Variations du volume de l'éjaculat avec l'âge (Almquist *et al.*, 1976 ; Perez *et al.*, 1983)

	Age du taureau (Semaines)	Volume moyen d'un éjaculat (ml)	Race
<b>Almquist <i>et al.</i>, (1976)</b>	53 - 68	4,3	Charolaise
	69 - 88	5,6	
	89 - 104	6,7	
<b>Perez <i>et al.</i>, (1983)</b>	(Mois)		F.F.P.N
	12 - 15	2,44	
	16 - 26	3,46	
	27 - 37	3,81	

L'aspect, la consistance et la couleur : Un sperme normal est de couleur blanchâtre à ivoire ou jaunâtre et de consistance crémeuse, son opacité varie en fonction de sa concentration en spermatozoïdes (Rosenberger, 1979) (voire tableau 10)

**Tableau 10 : Aspect du sperme en fonction de sa concentration en spermatozoïdes (Rosenberger, 1979)**

<b>Consistance</b>	<b>Densité (Million par mm<sup>3</sup>)</b>
Crémeuse	> 1,0
Crémeuse à laiteuse	1,0 à 0,8
Laiteuse	0,8 à 0,6
Laiteuse à petit-lait	0,6 à 0,4
Petit-lait	0,4 à 0,2
Petit-lait à aqueuse	0,2 à 0,05
Aqueuse	< 0,05

### **7.2.2.2. Méthodes de prélèvement et d'analyse du sperme**

#### **7.2.2.2.1. Méthodes de prélèvement**

La récolte du sperme constitue la première en vue de son utilisation. Le vagin artificiel constitue le moyen le plus utilisé quelque soit l'espèce animale. L'électro-éjaculation est également d'application chez les bovins, ovins, canidés et les volailles. Chez la jument le sperme peut être directement recueilli dans le vagin. Enfin, chez le taureau, un massage des vésicules séminales peut être pratiqué. (Duplan, 1987)

*Le vagin artificiel* : Comporte deux parties, Un cylindre extérieur en matériel rigide le plus souvent en caoutchouc dur et épais assurant l'isolation thermique ou en plastique muni d'une ouverture fermée par un bouchon, La chemise intérieure est en latex ou en caoutchouc artificiel, elle est remplie d'eau chaude à 41°-42°C en quantité suffisante pour obtenir une pression équivalente à celle du vagin de la vache.



**Figure 36 : Vagin artificiel pour bovins**

*L'électro-éjaculation* Consiste à induire l'émission de sperme par excitation électrique des nerfs érecteurs et éjaculateurs. Elle est réalisée sur animal debout ou couché.

L'appareillage comporte une sonde rectale de forme ogivale munie d'électrodes bipolaires parcourues d'un courant d'intensité moyenne mais de bas voltage (Thibault, 2001).

*Massage transrectal des vésicules séminales* : Peu utilisée, cette méthode est le plus souvent appliquée aux taureaux qui, faute d'érections normales, de lésions articulaires ou du refus du vagin artificiel, ne peuvent être récoltés au moyen d'un vagin artificiel (Hafez, 1980).

#### 7.2.2.2. Analyse du sperme

L'évaluation de la qualité du sperme vise à identifier les animaux infertiles, à évaluer la fertilité d'un animal antérieurement infertile et à détecter les animaux dont la fertilité est supérieure. (Vadet, 1977)

L'analyse du sperme passe par un examen macroscopique, dans lequel seront appréciés le volume, l'aspect, la consistance, la couleur, la Viscosité le pH et le poids spécifique (rapport entre la concentration en spermatozoïdes et le volume du plasma séminal. Il est de 1.035 chez le taureau) (Rasbech, 1984).

Un examen microscopique dans lequel la concentration, la motilité massale et individuelle sont appréciées. (tableau 11).

Tableau 11 : Critère d'évaluation de la qualité du sperme chez le taureau (Bordas *et al.*, 1988)

<i>Appréciation de la qualité (en %)</i>	<i>Motilité massale</i>	<i>Motilité individuelle</i>	<i>Nombre de spz par mm<sup>3</sup></i>	<i>Anomalies totale (en %)</i>
<b>Sperme normal</b>	Début de vague à tourbillon ( <i>Note 3 à 5</i> )	<b>40 à 100</b>	<b>&gt; 300,000</b>	<b>&lt; 25</b>
<b>Sperme médiocre</b>	Léger mouvements à mouvement net sans vagues ( <i>Note 1 à 2</i> )	<b>10 à 40</b>	<b>De 10,000 à 300,000</b>	<b>25 à 40</b>
<b>Sperme mauvais</b>	Aucun mouvement ( <i>Note 0</i> )	<b>&lt; 10</b>	<b>&lt; 10,000</b>	<b>&gt; 40</b>

#### 7.2.2.3. Moment d'insémination

L'utilisation de la prostaglandine permet de prédire la venue en chaleur des vaches dans les deux jours suivant l'injection, cet aspect est très important aux regards de la rigueur requise en vue de la réussite d'un programme de transfert embryonnaire, c'est pourquoi les animaux sont inséminés artificiellement, généralement 2 fois, 12 et 24 heures après le début des chaleurs observées ou systématiquement 56 (ou 60) et 72 heures après l'injection de prostaglandines, ou 36 et 48 heures après le retrait des implants (Nibart, 1991). Certains auteurs préconisent de ne réaliser qu'une seule IA entre 2 et 20 heures après le début des chaleurs (Nibart, 1991).

Cependant, Dalton *et al.*, (2000) ont montré qu'une insémination artificielle réalisée 24 heures après le début de l'œstrus de vaches Holstein superovulées a permis d'accroître les taux de fécondation et d'embryons, par rapport à une insémination effectuée 0 ou 12 heures après le début de l'œstrus (les taux de fécondation ont été de 29 (0h), 60 (12h) et 81% (24h). La qualité des embryons, par contre, n'a pas été affectée par le moment de l'insémination.

## **7. Fécondation**

**L**a fécondation aboutit à la formation, à la faveur de la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovocyte, d'un zygote, cellule souche diploïde et totipotente, précurseur des différents tissus et organes (Thibault et Levasseur, 2001); deux étapes-repères sont à retenir lors de la fécondation, la pénétration du spermatozoïde après attachement et fusion des deux membranes cytoplasmiques et l'activation de l'œuf qui s'achève par la première division et la segmentation.

La pénétration par le spermatozoïde de l'ovocyte survient deux heures après expulsion de ce dernier, en résulte, l'émission du second globule polaire et la reprise de la divisions cellulaire aboutissant à la formation de deux blastomères 24 à 48 heures post-fécondation. (Gandolfi *et al.*, 1993).

Les œufs qui atteignent le stade 2 blastomères et 4 blastomères dans, respectivement, les 36 et 48 heures après la fécondation, ont davantage de chances d'arriver au stade blastocyste et donc d'aboutir à une implantation, au-delà du stade des deux blastomères, les divisions de l'œuf aboutiront à la formation de deux populations cellulaires, l'une de petite taille, issue d'une division plus précoce, aboutira à la formation du bouton embryonnaire (ICM, *Inner Cell Mass*), et l'autre de grande taille, résultat d'une division plus tardive, constituera le trophoctoderme, on l'aura compris, les cellulaires, au-delà du stade 2 blastomères ont non seulement une vitesse de division asynchrone mais aussi un caractère totipotent indifférencié et ce, jusqu'au stade 8 blastomères. (Betteridge et Flechon, 1988, *In* Lafri, 2003).

## **8. Développement Embryonnaire Precoce**

**L**'ovule fécondé ou œuf subit un début de développement dans les trompes puis effectue la traversée qui sépare l'ampoule tubaire de l'utérus, cette traversée s'effectue en 90 h chez la vache, l'état de segmentation de l'œuf au moment où il pénètre dans l'utérus est de 8 à 16 blastomères (Thibault et Levasseur, 2001).

Toutes les divisions sont mitotiques, par conséquent, chaque cellule embryonnaire, provenant de l'œuf fertilisé, renferme un nombre diploïde de chromosomes. La morula représente une masse cellulaire faite de grosses cellules centrales (futur bouton embryonnaire) et de nombreuses cellules périphériques, plus petites, futur chorion de l'œuf ou trophoblaste (Martal, 1990).

Au moment de la transformation blastocystaire, le bouton embryonnaire se différencie tandis que le trophoblaste prolifère et se trouve rapidement constitué de plusieurs assises cellulaires, les plus superficielles se fusionnent en un plasmode multi-nucléé, appelé syncytio-trophoblaste tandis que les cellules situées plus en profondeur restent bien individualisées et forment le cytotrophoblaste (Drion, 2000).

## 9. Récolte, conservation, décongélation des embryons bovins

### 9.1. Récolte

Après leur sortie de l’oviducte (J<sub>4</sub>-J<sub>5</sub>), les embryons sont collectés dans l’utérus avant leur éclosion (qui a lieu à J<sub>9</sub>), La collecte est donc réalisée entre J<sub>6</sub> et J<sub>8</sub> après IA et presque toujours à J<sub>7</sub> (Nibart, 1991).

#### 9.1.1. Techniques de récoltes

##### 9.1.1.1. Récolte invasive « chirurgicale »

Réalisée sous anesthésie générale la récolte invasive était, autrefois, la seule technique de collecte des embryons, à la faveur d’une incision au niveau de ligne blanche en avant du pis, l’utérus était extériorisé, une incision d’un cm de long était pratiquée à la base de la corne utérine pour permettre l’introduction d’un cathéter à deux voies (sonde de Folley). Le ballonnet était ensuite gonflé.

Le liquide de récolte était injecté via une aiguille à bout mousse au sommet de la corne utérine et récupéré par l’orifice situé à la base du ballonnet qui assure l’étanchéité. Après récolte, le ballonnet est dégonflé, l’utérus et les plans chirurgicaux sont suturés. Cette technique a pour avantages un taux de récupération élevé des embryons (70 à 80 %), la possibilité de juger la réponse ovarienne au traitement de superovulation par un comptage direct des corps jaunes. Elle fut pratiquement abandonnée étant donné la lourdeur de sa mise en œuvre mais aussi la difficulté de la pratiquer plusieurs fois chez un même sujet (Curtis *et al.*, 1991).



Figure 37 : Collecte par voie chirurgicale (Clichés personnels)

##### 9.1.1.2. Récolte non invasive « endo cervicale »

Munie d’une chemise sanitaire, une sonde est introduite dans l’utérus après nettoyage et désinfection de la vulve. Deux types de sondes sont utilisées, la sonde IMV et celle de Han, l’habitude des opérateurs dicte l’utilisation de l’une ou l’autre avec des taux de collecte qui se rapprochent sensiblement. (Mapletoft *et al.*, 1998).

Afin d'éviter le reflux du liquide de récolte dans le vagin, la sonde est fixée dans la corne utérine par un ballonnet gonflable. Les cornes utérines sont ensuite rincées à l'aide de tampon phosphate PBS, une anesthésie épidurale basse a l'avantage de limiter les mouvements de l'animal lors de la manipulation des cornes assurant ainsi la sécurité de l'opérateur.



**Figure 38 : Introduction de la sonde Folley en vue d'une collecte endo cervicale (Clichés personnels)**



**Figure 39 : Injection épidurale en vue d'une collecte endo cervicale (Clichés personnels)**

### **9.1.2. Critères d'appréciation de la qualité des embryons**

Se basant sur l'évaluation des caractéristiques morphologiques de la zone pellucide et des blastomères, l'appréciation de la qualité des embryons après leur collecte a pour but de classer ces derniers en vue de leur utilisation biotechnologique future (transfert frais ou congélation).

L'évaluation morphologique fait classiquement référence à celle proposée par Eldsen en 1978. En pratique, huit éléments d'observation peuvent être retenus. Ils concernent la membrane pellucide (sphéricité, épaisseur, aspect fissuré ou non), le blastocyste en général (régularité de son aspect général, degré d'identification de ses différentes structures à savoir le trophoblaste, le bouton embryonnaire et la cavité blastocoelique) et les cellules blastocytaires (aspect des contours cellulaires et degré de variation de taille entre les cellules, présence de cellules détachées dans l'espace vitellin, présence de vacuoles dans les cellules ou de granulations à leur surface). (annexe 02)

## **9.2. Conservation des embryons**

La grande variabilité de réponses individuelles aux traitements de superovulation est, actuellement, le problème auquel peu de solutions concrètes ont pu être proposées, une fois un schéma de transplantation embryonnaire mis en place, il est fréquent d'obtenir trop d'embryons pour le nombre de receveuses préparées, ou, à l'inverse, d'avoir préparé trop de receveuses pour une maigre collecte.

La conservation des embryons est très vite apparue comme une solution intéressante, venant à bout des gaspillages d'embryons surnuméraires ou à la réquisition de receveuses, qui, à la fin ne se verront pas recevoir d'embryons. (Guignot *et al.*, 2005).

Elle permet la constitution d'un stock d'embryons utilisables servant à conserver des lignées génétiques productives ou rares et à faciliter les échanges internationaux. (Kassai *et al.*, 2004)

### **9.2.1. Base de la cryobiologie**

La conservation des embryons pendant des durées importantes (de quelques semaines à plusieurs années) n'est envisageable que si son organisme est complètement bloqué, c'est là le but essentiel de la congélation, la réduction au maximum des mouvements moléculaires et l'inhibition des réactions chimiques et enzymatiques. La plus part des systèmes biologiques ne montrent, en effet, aucune détérioration lorsqu'ils sont conservés à des températures suffisamment basses. (Moreira *et al.*, 2005).

### **9.2.2. Milieux de conservation**

Les cryoprotecteurs sont des composés organiques; généralement des alcools de faible poids moléculaire comme le glycérol, le DMSO (diméthylsulfoxyde), l'éthylène glycol ou le propane-diol. Ils vont se substituer à une partie de l'eau intracellulaire, permettant ainsi une déshydratation partielle des cellules de l'embryon et limiter la formation de cristaux de glace intracellulaire. (Vajta, 2000)

En fonction de leurs capacités à entrer dans la cellule et leur activité osmotique, les cryoprotecteurs peuvent être classés en trois groupes ;

- *Les cryoprotecteurs pénétrant la cellule* : généralement de faible poids moléculaires, glycérol (92.1), DMSO (diméthylsulfoxyde), (78.13), éthylène-glycol (62.07) et le 1.2 propanediol (76.1).
- *Les cryoprotecteurs ne pénétrant pas la cellule et osmotiquement actif* : c'est le cas du sucre, glucose (181.1), tréhalose (378.3), galactose (180.2) et le sucre (342.3).
- *Les cryoprotecteurs ne pénétrant pas la cellule et osmotiquement inactif* : De poids moléculaire supérieur à 50, 000, l'amidon hydrox éthylique (7.34), polyvinylpyrrolidone (7.34), le hyaluronate de sodium (46.78) et l'alcool polyvinylique (34.109).

### **9.2.3. Techniques de conservation**

#### **9.2.3.1. La congélation lente**

Basée sur l'équilibration progressive entre les cryoprotecteurs et le compartiment aqueux de l'embryon, la congélation lente utilise le glycérol, l'éthylène glycol, le DMSO ou encore le propane-diol, à la concentration de 10 % environ, ce qui équivaut à 1 à 1,5 M soit en une seule étape ou disposés dans plusieurs bains de concentrations croissantes (ex. :0,5, 1 puis 1,5 M, avec environ 5 minutes dans chaque bain), afin d'éviter les chocs osmotiques importants. (Stachecki *et al.*, 2004)

Après leur conditionnement dans des paillettes de 0,25 ml, les embryons subissent une réfrigération puis un refroidissement selon différents paliers de température décroissante. (Curtis, 1991)

Dans l'appareil de congélation préalablement refroidi, la température descend, dans un premier temps, jusqu'à - 7° C à la vitesse de 1 à 3° C/min, les paillettes sont maintenues à cette température pendant 5 minutes environ, avant l'induction de la cristallisation « seeding ». (Kami *et al.*, 2009)

De - 7° C à - 30° C, la température descend très lentement (0,1 à 0,3° C/min) pour permettre la déshydratation des embryons. En fonction des protocoles, l'arrêt de la descente progressive de température se fait entre - 25° C et - 35° C. Les paillettes sont ensuite rapidement plongées dans l'azote liquide à - 196° C. (Moussa *et al.*, 2005)

### **9.3. Décongélation et retrait du cryoprotecteur**

Obtenue après agitation des paillettes dans de l'eau à 20°C jusqu'à fonte de la glace, le cryoprotecteur peut être éliminé de deux manières :

- En rinçant les embryons dans trois bains successifs ayant des concentrations en glycérol décroissantes (7,5%, 5% et 2,5%) pendant 5 minutes environ pour chaque bain, puis passage dans du PBS pendant trois minutes (Lehn-Jensen et Greve, 1981)
- En faisant passer les embryons pendant 10 à 20 minutes dans une solution de sucrose à 1 M puis dans du PBS (Lehn-Jensen, 1983).

## **10. Transfert embryonnaire chez la vache**

**L**a mise en place des embryons, une fois collectés, classés et conditionnés, est une procédure relativement simple à réaliser, 02 voies peuvent être exploitées, une chirurgicale et une dite endo-cervicale, en dépit des taux de gestations plus importants enregistrés à la suite d'un transfert chirurgicale, cette technique a été délaissée et ne concerne plus que les transferts d'embryons dont le coût est très important. (Duplan, 1987).

Le transfert chirurgicale est effectué sur un animal debout anesthésié localement (épidurale et anesthésie par infiltration), une incision au niveau du flanc gauche permet l'accès à l'abdomen et l'extériorisation de la matrice, une fois l'ovaire porteur du CJ identifié, l'opérateur ponctionne la paroi de la corne utérine à l'aide d'une aiguille à pointe mousse puis procède à l'injection de l'embryon dans la lumière cornuale, des plans de sutures sont réalisés pour le péritoine, les plans musculaires et la peau. (Tavernier, 1952).

Le transfert dit non chirurgical ou endo-cervical, emprunte les voies naturelles, en effet, au moyen d'un pistolet de transfert, l'embryon est mis en place le plus haut possible dans la corne utérine ipsilatérale de l'ovaire porteur du CJ, de meilleurs résultats sont rapportés avec le pistolet télescopique qui épouse la forme des courbures de la corne utérine permettant ainsi une mise en place plus appropriée de l'embryon.

Le transfert des embryons doit se faire dans des mesures d'hygiène draconiennes afin d'éviter d'éventuelles réactions inflammatoires aux conséquences néfastes sur le microclimat de l'embryon et donc sa survie.

La mise en place de l'embryon doit se faire de manière délicate en poussant le piston avec le pouce et veiller à ne pas masser la matrice (contrairement à ce qui se fait lors de l'IA), le retrait du dispositif doit aussi se faire avec délicatesse afin d'éviter de léser la paroi utérine de la receveuse.(Perez et Duplan, 1987).

## **11. Problématique et objectif du travail (*Composante de l'élevage en Algérie, et description de la race locale*)**

### **11.1. La vache locale type « Cheurfa »**

#### **11.1.1. Origines et caractérisation**

**L**a Cheurfa appartient à la race Brune de l'Atlas dont l'aire de répartition couvre toute l'Afrique du nord et dont l'ancêtre serait le *Bos primigenius mauritanicus*. Durant la période coloniale, la race Cheurfa représentait le cheptel de la plaine de Bône qui étaient originaires des collines argileuses riches en phosphate qui s'étendent au nord et au sud du Constantinois (Amrane, 1990).

Selon Sanson et Geoffroy (1919), la Cheurfa serait une Guelmoise améliorée par le seul effet de la nature (en raison de son implantation dans des sols riches et des régions moins escarpées et moins forestières), elle est de format plus développé avec une adaptation de la couleur du pelage à l'environnement, nous constatons, en effet, que quand nous sortons des étendues boisées, nous retrouvons la robe claire des Cheurfa en passant par toutes les nuances intermédiaires (Dechambre, 1900).

#### **11.1.2. Intérêt de l'application du TE chez la vache de race locale**

«Une race qui disparaît est un phénomène irréversible. C'est un patrimoine tout à la fois génétique, culturel et économique perdu à jamais.» (Coutard, 2002). La race locale Brune de l'Atlas recel un potentiel génétique de rusticité très intéressant, c'est un animal qui s'adapte très bien aux conditions de climat rigoureuses et valorise les aliments de faibles valeurs nutritives, d'où le peu d'investissement nécessaire pour son élevage.

La Brune de l'Atlas renferme aussi un potentiel de production non-négligeable (80% de production de viande) et occupe une place très importante dans l'autoconsommation familiale

Sa conservation est devenue une nécessité en vue des croisements anarchiques qui sont réalisés, elle se fera à court terme sur des sujets sans tenir compte de leurs aptitudes de production afin de préserver un noyau de matériel génétique, et à long terme après sélection, par la préservation des génotypes les plus performants. (Bouzebda, 2007).

## **11.2. Objectif**

Transfert embryonnaire, biotechnologie de reproduction assistée, se définit comme étant l'un des moyens les plus rapides d'amélioration des productions d'un troupeau en permettant aux individus d'élite d'avoir une descendance en plus grand nombre et dans des délais plus courts que la normale, outre la rentabilité des élevages, cette biotechnologie permet aussi de sauvegarder le patrimoine génétique des races en voie de disparition ou menacées de l'être, cette technique peut s'appliquer à tous les animaux domestiques de rente et de compagnie ainsi qu'aux animaux de laboratoire mais concerne essentiellement les espèces à faible prolificité telles que les bovins.

La transplantation embryonnaire « inoovulation » consiste à prélever d'une femelle dite « donneuse » ayant préalablement subi un traitement de superovulation des embryons au 7<sup>ème</sup> jour après sa fécondation et à les transférer sur des femelles dites « receveuses » ou « porteuses » qui ne contribuent en aucun cas avec leur matériel génétique mais n'assurent que le développement du produit jusqu'à terme.

Le transfert embryonnaire vient finaliser un programme qui comprend plusieurs étapes en amont, à savoir la synchronisation des chaleurs entre receveuses et donneuse et la superovulation de cette dernière, la réussite du transfert embryonnaire étant tributaire de la maîtrise, entre autre, de ces étapes.

A la différence de beaucoup de pays qui utilisent le transfert embryonnaire en routine dans leurs élevages depuis fort longtemps, l'Algérie accuse un retard indéniable dû à un nombre très réduit de tentatives avec des résultats pas toujours satisfaisants, de part les intérêts qu'elle offre en terme d'optimisation de la rentabilité des élevages et surtout de la sauvegarde du patrimoine génétique des races qualifiées de « rustiques », la transplantation embryonnaire semble être la biotechnologie qui répond le mieux aux attentes des éleveurs et des chercheurs algériens qui ne visent qu'à mieux connaître et caractériser notre race locale « Cheurfa » afin de rentabiliser ses productions et lui faire mériter sa place dans les élevages.

L'objectif du présent travail est de déterminer les meilleures doses d'hormones de superovulation adaptable à notre race locale « Cheurfa » afin d'obtenir un nombre d'embryons, un taux de collecte, un taux de gestation et de mise bas qui se rapprochent le plus aux normes internationales.

**REALISATION**  
**EXPERIMENTALE**

# **Chapitre 02.**

## **Matériel et Méthodes**

**L**a transplantation embryonnaire, autrefois dénommée improprement « inovulation » car il s'agit de transfert d'embryon et non d'ovules, est une technique qui n'est qu'à ses débuts en Algérie et ne connaît que peu d'essor sur le terrain ! Néanmoins, les étapes qui la précèdent telles l'induction et la synchronisation des chaleurs, la stimulation ovarienne et l'insémination artificielle sont des techniques d'usage courant dans le contrôle de la reproduction dans les élevages bovins en Algérie.

## **1. Objectifs de l'essai**

La population locale « Brune de l'Atlas » n'a fait l'objet, à ce jour, que de peu de recherches en termes de reproduction en général et de maîtrise de cette dernière en particulier, nous avons voulu, par le biais de cet essai, dans un premier temps, avoir une approche de l'induction et de la synchronisation des chaleurs moyennant un progestagène, puis, dans un second temps, expérimenter un protocole de stimulation ovarienne au moyen d'un extrait hypophysaire.

L'observation des chaleurs et le calcul des intervalles (Retrait du progestagène-début des chaleurs et injection de la prostaglandine- début des chaleurs) nous ont renseigné sur la qualité de la synchronisation des chaleurs au moyen du progestagène et nous ont laissé prédire la qualité de la réponse au traitement de superovulation.

L'utilisation de l'échographie transrectale nous a permis, dans cet essai, d'évaluer et d'apprécier la réponse au traitement de superovulation en comptant les structures ovariennes à savoir les corps jaunes, les follicules en cours de croissance et les follicules anovulatoires.

Ces trois étapes, à savoir, synchronisation des chaleurs, superovulation et appréciation de la réponse aux traitements hormonaux nous ont permis de pratiquer une collecte d'embryons avec les deux techniques, chirurgicale (à la faveur d'une laparotomie) et non-chirurgicale (par voie cervicale), de les observer, de les apprécier et de les noter puis d'en transférer certains et d'en congeler d'autres.

## **2. Lieu et étapes de l'essai**

### **2.1 Données générales sur l'Institut Technique des Elevages (ITELv)**

Notre travail a été réalisé au niveau de la station expérimentale des poly-gastriques de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali, la présentation de l'institut est rapportée dans l'annexe n° 04

### **2.2 Etapes de l'essai**

En terme de chronologie, notre essai s'est vu divisé en deux grandes étapes, une pré-expérimentale et l'essai proprement dit qui comprend, à son tour, trois grands volets, induction et synchronisation des chaleurs, ovario-stimulation hormonale et récolte-transfert des embryons produits.

## **2.2.1 Etapes pre-expérimentales**

Destinées à sélectionner et à préparer les animaux qui feront l'objet de l'essai, ces étapes nous ont permis une approche individuelle et l'établissement de fiches détaillées de chaque sujette, afin d'avoir des éléments de réflexion chiffrés à propos des standard tant en terme de morphologie (Mensurations) que de performances zootechniques (Gain de poids et évolution des BCS).

### **2.2.1.1 Sélection et préparation des animaux**

L'ITEelv, ne disposant que d'un noyau de population locale d'un nombre assez restreint, nous sommes vus obligés de ne travailler que sur un effectif total de 13 sujettes (05 vaches et 08 génisses), qui étaient, à ce moment là, aptes à la reproduction.

#### **2.2.1.1.1 Sélection des animaux**

##### **2.2.1.1.1.1 Pesées, évaluation des BCS**

D'importance capitale pour la carrière productive en général et reproductive en particulier, la croissance d'une femelle doit atteindre un seuil de l'ordre des deux tiers  $2/3$  du poids adulte relatif à chaque race afin de pouvoir être mise dans le circuit de reproduction d'une exploitation.

Requérant un effort métabolique non négligeable, la superovulation, la fécondation et la gestation imposent aux femelles d'être dans un état d'embonpoint satisfaisant afin d'optimiser la réussite de chaque étape à son niveau.

Nous avons donc procédé à la pesée et à l'évaluation des BCS des candidates à l'expérimentation afin de n'en retenir que celles qui ont achevé leur croissance minimale pour être mise à la reproduction et, de celles-ci, seulement celles qui ont une note d'état corporelle supérieure ou égale à 2,5.

##### **2.2.1.1.1.2 Critères d'inclusion des animaux**

D'un total de 17 sujettes de race locale, nous avons voulu n'en sélectionner que celles qui répondaient à certains critères d'inclusion, à savoir :

L'appartenance génétique : Notre essai s'est porté sur les individus de race locale appartenant au rameau des Brunnes de l'Atlas, nous nous sommes référés, afin d'être sur quant à leur appartenance, à leurs ascendants, les sujets demeurant à l'ITEelv sont les descendants d'un noyau de race local entretenu au niveau du département des sciences vétérinaires de l'université Sâad DAHLAB de Blida, et à leurs caractères phénotypiques, à savoir, la robe et les mensurations des sujets adultes qui concordaient parfaitement avec les standards établis par l'ITEelv et approuvé par l'office national de normalisation.

L'âge : nous avons veillé à ce que toutes les sujettes qui faisaient l'objet de l'expérimentation aient atteint l'âge de mise à la reproduction, c'est-à-dire au minimum dix huit mois.

Le poids : un élément très important ! En effet, nous avons vérifié, au moyen de pesées répétées à intervalles réguliers, que toutes les vaches candidates à l'essai avaient atteint un poids leur permettant d'être proposées à la reproduction, à savoir les 2/3 de leurs poids adultes.

L'état de leurs tractus génitaux : les sujettes ont fait l'objet de plusieurs explorations rectales afin de déceler d'éventuelles atteintes du tractus génital, ces explorations nous ont, par ailleurs, permis d'avoir une idée quant à la cyclicité des animaux, il est à noter que tout le troupeau avait un appareil génital indemne de toute pathologie.

#### **2.2.1.1.2 Préparation sanitaire et alimentaire du troupeau**

Le Samedi 05 Juin 2010, nous avons procédé à la préparation des sujettes sélectionnées et destinées à faire l'objet de l'expérimentation, pour ce faire, nous nous sommes référés au protocole cité par d'innombrables auteurs concernant la préparation sanitaire des individus pourvoyeurs d'embryons, il s'agit d'une antibiothérapie, d'un traitement antiparasitaire et d'une supplémentation vitaminique.

##### **2.2.1.1.2.1 Antibiothérapie**

Visant à venir à bout d'éventuelles atteintes bactériennes latentes, l'antibiothérapie était, dans notre cas, d'ordre préventif dès lors que les sujettes soumises au protocole expérimental n'ont souffert d'aucune pathologie durant les six mois précédant l'essai, il est à remarquer, au passage, l'étonnante résistance immunitaire et rusticité de la population local contrairement à leurs congénères améliorées.

Voulant agir sur un plus large éventail de bactéries pathogènes et avoir une durée d'action plus longue, notre choix s'est porté sur la Terramycine longue action (TMLA ®).

Comme toute antibiothérapie et ainsi que rapporté dans la notice d'utilisation, la posologie (dose à administrer) était calculée fonction du poids de l'animal, à raison de 01mL pour 10 Kg de poids vif de l'animal, pour une moyenne de 300 Kg, nous avons procédé à l'administration profonde en intramusculaire de 30mL de TMLA ® après avoir préalablement chauffé la solution jusqu'à température corporelle.

#### **2.2.1.1.2.2 Traitement anti parasitaire**

Ne voulant pas stresser davantage les animaux avec des traitements antiparasitaires internes et externes séparés, nous avons opté pour une molécule à double action, elle agit, en effet, aussi bien sur les parasites externes (L'hypodermose, la gale....Etc.) que sur les endoparasites (Nématodoses gastro-intestinales, nématodoses pulmonaires...Etc.) permettant ainsi de faire d'une pierre deux coups.

Les Ivermectines sont indiscutablement les molécules de référence dans le traitement, à large spectre, des parasites chez les ruminants, forts de cette information nous avons opté pour cette gamme afin de traiter d'éventuelles parasitoses asymptomatiques et/ou de palier à une quelconque parasitose à venir.

La notice du produit préconisant 0,2 mg soit 01mL de solution pour 50 Kg de poids vif, à injecter en sous cutanée et en dose unique et avec une moyenne de 300 Kg par sujette, nous avons administré 06mL d'Ivermectine au niveau du pli de peau de l'encolure de chaque sujette.

#### **2.2.1.1.2.3 Vitaminothérapie**

Les carences vitaminiques sont, bien souvent, d'évolution chronique, ne s'exprimant donc, qu'après avoir causé des atteintes et des lésions à différents niveaux, afin de palier à ce genre de troubles nous avons administré, à l'ensemble des animaux, un apport vitaminique sous forme d'une solution injectable contenant de la vitamine A, D<sub>3</sub> et E à raison de 05mL en intramusculaire pour chaque sujette.

#### **2.2.1.2 Appariement des sujettes**

Après sélection, seules treize sujettes (Vaches : n= 05 ; Génisses : n= 08) ont été retenue pour faire l'objet de l'expérimentation.

L'objet de cet essai était de comparer la réponse des vaches locales à deux différentes doses de FSH, il fallait donc constituer deux lots homogènes afin de pouvoir prétendre à des résultats significatifs.

Nous avons essayé de constituer deux groupes expérimentaux (32 mg et 40 mg) de 06 et 07 sujettes respectivement. Pour ce faire, plusieurs critères furent pris en considérations.

## 2.2.1.2.1 Critères d'appariement

- Age

Les biotechnologies de l'embryon sont, par bien des aspects, dépendantes du nombre d'embryons obtenus après traitement de superovulation, l'effet de l'âge de la femelle sur ses aptitudes de production d'embryon n'est plus à démontrer, l'âge, en effet, a une influence directe sur le nombre de structures récoltées (Embryon ovocytes non fécondés) (Breuel *et al.*, 1991), nous avons donc voulu créer des lots homogènes dont la moyenne d'âge serait plus ou moins la même, afin de minorer l'effet de ce dernier sur les résultats obtenus.

Tableau 12 : Age des donneuses

Parité	Type	N° de la boucle	Date de naissance	Age (années)
vaches	<b>Cheurfa</b>	<b>24002</b>	jeudi <b>08</b> avril <b>2004</b>	<b>6</b>
	<b>Cheurfa</b>	<b>24004</b>	jeudi <b>13</b> mai <b>2004</b>	<b>6</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>24006</i>	vendredi <b>11</b> juin <b>2004</b>	<b>6</b>
	<b>Cheurfa</b>	<b>24007</b>	mardi <b>24</b> août <b>2004</b>	<b>6</b>
	<b>Cheurfa</b>	<b>24009</b>	vendredi <b>01</b> octobre <b>2004</b>	<b>6</b>
Génisses	<i>Guelmoise</i>	<i>24011</i>	mardi <b>07</b> décembre <b>2004</b>	<b>6</b>
	<b>Cheurfa</b>	<b>25008</b>	vendredi <b>01</b> avril <b>2005</b>	<b>5</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>26008</i>	lundi <b>15</b> mai <b>2006</b>	<b>4</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>26011</i>	lundi <b>03</b> juillet <b>2006</b>	<b>4</b>
	<b>Cheurfa</b>	<b>26016</b>	dimanche <b>03</b> août <b>2006</b>	<b>4</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>26017</i>	vendredi <b>18</b> août <b>2006</b>	<b>4</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>26019</i>	samedi <b>19</b> août <b>2006</b>	<b>4</b>
	<i>Guelmoise</i>	<i>26021</i>	mercredi <b>23</b> août <b>2006</b>	<b>4</b>

- Poids et BCS

Ayant un impact direct sur le nombre d'embryons produits, la moyenne du poids de chaque lot expérimental devait être approximativement homogène, pour ce faire, nous avons calculé la moyenne des poids de plusieurs combinaisons de sujets afin d'en faire ressortir des lots à moyennes de poids homogènes.

**Tableau 13 : BCS des donneuses**

<b>32 mg de FSH</b>			<b>40 mg de FSH</b>		
N° Boucle	<i>Poids</i>	<b>BCS</b>	N° Boucle	<i>Poids</i>	<b>BCS</b>
<b>25008</b>	<b>287</b>	<b>3</b>	<b>24009</b>	<b>372</b>	<b>3,5</b>
<b>24004</b>	<b>361</b>	<b>2,5</b>	<b>26011</b>	<b>240</b>	<b>2,5</b>
<b>24002</b>	<b>329</b>	<b>3</b>	<b>24011</b>	<b>289</b>	<b>3,5</b>
<b>24007</b>	<b>319</b>	<b>3,5</b>	<b>26008</b>	<b>220</b>	<b>2,5</b>
<b>26016</b>	<b>258</b>	<b>2,5</b>	<b>26021</b>	<b>260</b>	<b>3</b>
<b>26017</b>	<b>215</b>	<b>2,5</b>	<b>24006</b>	<b>313</b>	<b>3</b>

Le BCS reflète, quant à lui, l'état d'entretien métabolique de l'animal, en effet, l'embonpoint nous renseigne sur l'état des dépenses qui peuvent être accrues avec mobilisation des réserves graisseuses ou, au contraire, minimales avec formation des réserves lipidiques (Nicholson et Butterworth, 1986). La condition nutritionnelle et corporelle des donneuses conditionne, pour beaucoup, la réponse de leurs gonades aux traitements de stimulation ovarienne dans un premier temps et sur la qualité des embryons produits en second lieu (Nolan *et al.*, 1998 ; Yaakub *et al.*, 1999).

- *Parité*

Le nombre d'embryons produits semble être légèrement en la faveur des génisses par rapport aux vaches (Hasler *et al* 1987 dans Training manual for embryo transfer in cattle), c'est pour éviter une quelconque influence de la parité sur la qualité de réponse aux traitements hormonaux que nous avons veillé à mettre autant de génisses dans chaque lot.

Tableau 14 : Parité des donneuses

32 mg de FSH		40 mg de FSH	
N° de la boucle	Statut	N° de la boucle	Statut
24004	Vache	24009	Vache
24002	Vache	24006	Vache
24007	Vache	24011	Génisse
25008	Génisse	26008	Génisse
26016	Génisse	26021	Génisse
26017	Génisse	26011	Génisse

- Dominance

La maîtrise de la reproduction est étroitement liée à la qualité de la détection des chaleurs, elle-même conditionnée par, d'abord, le moyen utilisé à cet effet, puis, par l'expression de l'animal de ses manifestations œstrales qui ne peut se faire que si ce dernier se trouve dans un environnement propice à l'extériorisation de tous les signes d'œstrus.

L'un des facteurs qui affectent cette extériorisation est le rapport de dominance qui règne au sein du troupeau, afin de palier à ce phénomène et permettre à toutes les sujettes prenant part à l'essai d'extérioriser leurs chaleurs nous avons observé durant plusieurs jours et sans aucune intervention la hiérarchie des femelle afin d'en désigner les dominantes et les dominées, dès lors la hiérarchie établie nous en avons pris note lors de notre appariement.

Tableau 15 : Rapport de dominance des donneuses

32 mg de FSH			40 mg de FSH		
N° de la boucle	Parité	Dominance	N° de la boucle	Parité	Dominance
24004	Vache	+++	24009	Vache	+++
24002	Vache	+	24006	Vache	Dominée
24007	Vache	Néant	24011	Génisse	Dominée
25008	Génisse	++	26008	Génisse	Néant
26016	Génisse	Dominée	26021	Génisse	Dominée
26017	Génisse	Dominée	26011	Génisse	++
<b>Légende</b>		+++ : Femelle dominante et agressive à l'égard de ses congénères ++ : Femelle dominante surtout au moment des repas + : Femelle dominante Néant : Ne manifeste aucun rapport relationnel avec ses congénères et reste retirée du groupe à longueur de journée.			

#### **2.2.1.2.2 Identification des sujettes**

Afin de mieux les identifier de loin, les femelles se sont vues mettre des boucles auriculaires portant une codification facilitant leur classement à leur simple vue.

En **I** romain : les femelles du premier lot (**32** mg de FSH) ;

En **II** romain : les femelles du second lot expérimental (**40** mg de FSH).

#### **2.2.2 Etapes expérimentales**

Après sélection, préparation et appariement des femelles nous avons entamé les protocoles expérimentaux.

Comme nous l'avons précédemment cité, les femelles étaient réparties en deux groupes expérimentaux desquels nous avons constitué trois lots (pour des raisons logistiques).

Le premier lot comprenait six (06) sujettes alors que le second en comptait sept (07)

Trois étapes étaient amenées à se succéder, à savoir, une étape d'induction et de synchronisation des chaleurs, une étape de superovulation (avec les 2 variantes expérimentales) puis une étape de collecte et de transfert d'embryons produits.

Les débuts des expérimentations étaient de quatre jours afin de réduire la charge de travail.

##### **2.2.2.1 Induction et synchronisation des chaleurs**

Les explorations rectales antérieures nous ont renseignés sur la cyclicité des femelles soumises à l'expérimentation, il s'avère que la grande majorité se trouvait en anœstrus, ce qui nous a permis d'éliminer, de prime abord, le recours aux prostaglandines pour synchroniser leurs chaleurs.

Se rabattant sur les progestagènes, nous nous sommes confronté au choix de la molécule à utiliser, ce qui nous a poussé à mener une petite enquête auprès de quelques praticiens de terrain dans la région est du pays (là où la maîtrise des cycles chez les bovins connaît un essor assez important, à savoir, les régions de Bejaia, Annaba, El Taref, Constantine, Khenchla et Batna) afin d'avoir une idée sur l'efficacité des deux molécules actuellement commercialisées en Algérie, la spirale vaginale (Prid ®) et l'implant sous cutané (Crestar ®), il en ressort et à l'unanimité que, pour la race locale, l'implant sous cutané Crestar ® donne de meilleurs résultats en terme d'induction et de synchronisation des chaleurs, associé par la suite à un taux de réussite de conception assez élevé.

### 2.2.2.1.1 Matériel et méthodes utilisés

Nous éviterons de reprendre qu'à chaque étape les femelles étaient contentionnées dans un pèse bétail et recevaient 05 mL d'acépromazine (Calmivet ®) en intraveineuse afin de les tranquilliser.

Ayant opté pour l'utilisation des implants sous-cutanés (Crestar ®) comme moyen d'induction et de synchronisation des chaleurs, nous avons procédé à l'application du protocole tel que recommandé par le producteur, c'est-à-dire, au J0, mise en place de l'implant en sous-cutanée et injection du Norgestomet en IM, au dixième jour, retrait de l'implant, injection de l'eCG et de la PGf2 $\alpha$ .

#### 2.2.2.1.1.1 Animaux

##### ➤ Donneuses

Premier lot :

**Tableau 16 : Fiche d'apariement du premier groupe (FSH-32)**

N°Boucle	Parité	Type	Date de naissance	Age	Poids	BCS
<b>24002</b>	Primipares	Cheurfa	jeudi 8 avril 2004	6,5	381	4
<b>24007</b>			mardi 24 août 2004	6	354	4
<b>24004</b>			jeudi 13 mai 2004	6	299	3
<b>25008</b>	Génisse		vendredi 1 avril 2005	5,5	341	3,5
<b>26016</b>			dimanche 3 août 2008	2	300	3
<b>26008</b>			Guelmoise	lundi 15 mai 2006	4	269

Le premier lot est constitué de trois primipares de type « cheurfa » et de trois génisses dont deux de type « cheurfa » et une de type « Guelmoise » ayant une moyenne d'âge de **cinq (05)** ans avec une moyenne de poids de **324** Kg et une moyenne de BCS de **3,33**

Deuxième lot

**Tableau 17 : Fiche d'apariement du deuxième groupe (FSH-40)**

N° Boucle	Parité	Type	Date de naissance	Age	Poids	BCS
<b>24009</b>	Primipares	Cheurfa	vendredi 1 octobre 2004	6	440	4
<b>24006</b>			vendredi 11 juin 2004	6	351	3
<b>24011</b>	Génisses	Guelmoise	mardi 7 décembre 2004	6	304	3,5
<b>26011</b>			lundi 3 juillet 2006	4	274	3
<b>26017</b>			vendredi 18 août 2006	4	268	2,5
<b>26019</b>			samedi 19 août 2006	4	268	3
<b>26021</b>			mercredi 23 août 2006	4	334	4

Le deuxième lot, quant à lui, est constitué de deux primipares, l'une de type Cheurfa et l'autre de type Guelmoise et de cinq génisses, toutes de type Guelmoises, la moyenne d'âge de ce lot est de cinq ans, celle du poids est de 319,85 et enfin le BCS à 3,28.

➤ **Receveuses**

**Tableau 18 : Fiche signalitique des receveuses**

N° Lot	N° de boucle	Race	Parité	Date de naissance	Poids	BCS
<b>I</b>	28023	<i>Pie-Rouge</i>	<b>Génisses</b>	<i>samedi 25 octobre 2008</i>	424	3,5
	<b>28024</b>	<b>Pie-Noire</b>		<b>mardi 4 novembre 2008</b>	<b>408</b>	<b>3</b>
	<b>28032</b>	<b>Pie-Noire</b>		-----	<b>424</b>	<b>3</b>
	28010	<i>Pie-Rouge</i>		<i>mardi 23 septembre 2008</i>	506	4
<b>II</b>	<b>28019</b>	<b>Pie-Noire</b>		<b>mardi 9 septembre 2008</b>	<b>414</b>	<b>3</b>
	<b>28016</b>	<b>Pie-Noire</b>		<b>mercredi 27 août 2008</b>	<b>395</b>	<b>3</b>
	<b>28014</b>	<b>Pie-Noire</b>		<b>mardi 15 juillet 2008</b>	<b>502</b>	<b>3</b>
	<b>28029</b>	<b>Pie-Noire</b>		<b>jeudi 27 novembre 2008</b>	<b>396</b>	<b>3</b>
	28011	<i>Pie-Rouge</i>		<i>jeudi 1 mai 2008</i>	447	3,5

Chaque lot de receveuses était préparé et s'est vue synchroniser son cycle œstral au lot de donneuses correspondant.

#### 2.2.2.1.1.2 Produits utilisés

##### *Le jour de la pose de l'implant*

Les femelles de chaque lot sont introduites dans un couloir de contention qui débouche sur le pèse bétails, les sujettes, une à une, étaient introduites dans ce dernier et les manipulations pouvaient alors commencer.

Une injection de 05 mL d'Acépromazine (Calmivet ®) en IV est faite au moyen d'une aiguille Terumo ® (à réceptacle rose) montée sur une seringue jetable de 10 cc ( indolor ®) afin d'induire une tranquillisation de l'animal pendant que l'opérateur désinfectait le trocart (Intervet) qui servira à introduire l'implant (Crestar ®), ce dernier est monté puis déposé sous la peau au niveau de la face externe de l'oreille gauche après que cette dernière ai été rasée et le point d'entrée du trocart désinfecté à l'alcool chirurgicale à 70° ( Pharmacie Dr. ZEROUTI –Baba Ali-).Après chaque mise en place de l'implant, la base de l'oreille est aspergée d'un antibiotique (Terramycine spray ®) afin de prévenir d'éventuelles surinfections bactériennes, et le trocart rincé au moyen d'une solution antiseptique (Dakin ®) puis désinfecté à l'alcool chirurgical.

Nous avons, ensuite, procédé, comme préconisé dans le protocole, à une injection de 2mL de CRESTAR ® injectable (3mg de Norgestomet et 3,8mg de Valérate d'oestradiol) en IM au niveau de la croupe gauche.

Il est à noter que lors de la mise en place des implants, une exploration rectale fut réalisée afin d'identifier les structures présentes sur les ovaires et d'apprécier l'état sanitaire des tractus génitaux, pour cela nous avons utilisé des gants de fouilles rectales et un lubrifiant afin de faciliter la pénétration du bras dans le rectum de la femelle.

***Le jour du retrait de l'implant***

Dix (10) jours après leurs mises en place, les implants sont retirés.

Les femelles de chaque lot sont introduites dans le couloir de contention puis, une à une, dans le pèse bétail, l'implant est repéré par palpation de la base de l'oreille gauche, l'opérateur procède alors, après une bonne désinfection de la région avec de l'alcool chirurgicale, à une légère incision superficielle, au moyen d'une lame de bistouri (HOLTEX + ®), de la peau sur le trajet de l'implant, entre le point d'entrée de ce dernier et son extrémité proximale, puis, à la faveur d'une pression avec le pouce sur le bord distal de l'implant, ce dernier est ramené jusqu'au point d'incision, puis retiré avec une pince chirurgicale. Après le retrait, l'incision est désinfectée puis aspergée d'antibiotique spray (Terramycine spray ®). Nous avons, ensuite, procédé aux différentes injections d'hormones comme décrit dans le protocole (INTERVET selon la méthode *I.N.R.A*), à savoir ;

***Injection de l'eCG :***

Une injection de 2,5 mL d'eCG (FOLLIGON®) soit 500 UI de solution reconstituée de sérum de jument gravide a été faite en IM au niveau de la croupe droite de chaque vache lors du retrait de l'implant.

***Injection de prostaglandine :***

Au retrait, une dose de Cloprostenol (analogue de synthèse de la prostaglandine) soit 2 mL est administrée par voie IM afin d'induire une lutéolyse et de mieux regrouper les ovulations.

<b>Etapes</b>	<b>Premier lot (32mg FSH)</b>	<b>Deuxième lot (40mg FSH)</b>
<i>Pose de l'implant et injection de norgestomet</i>	<b>Jeudi 30 septembre 2010</b>	<b>Lundi 04 octobre 2010</b>
<i>Retrait de l'implant, injection d'eCG et de prostaglandine</i>	<b>Dimanche 10 octobre 2010</b>	<b>Jeudi 14 octobre 2010</b>

### **2.2.2.1.1.3 Durée de l'étape et observations**

Les implants sont retirés au dixième jour après leur pose, les femelles reçoivent alors une injection de 500 UI d'eCG afin de booster la vague folliculaire en cours et une dose de 500 UI d'un analogue de synthèse prostaglandine afin d'induire la lyse des corps jaunes présents sur l'ovaire et de synchroniser les ovulations.

Il est à noter que nous avons veillé à ce que l'intervalle de temps entre les injections de prostaglandine soit le plus court possible, chose qui ne fut pas d'une évidence certaine, vu que la race locale est connue pour son caractère agité et quelque peu agressive, ce qui justifie notre recours à une tranquillisation systématique à chaque manipulation.

### **2.2.21.2 Détection et appréciation des chaleurs après retrait du progestagène**

Une fois les implants retirés, l'eCG et la prostaglandine injectées, les chaleurs des femelles étaient à attendre dans les 48 h qui suivaient.

L'intervalle entre l'injection de prostaglandine et le début de l'expression des chaleurs est un excellent indicateur de la qualité de synchronisation des chaleurs des femelles.

L'observation s'est faite par deux opérateurs à partir de 24 h c'est-à-dire au lendemain du retrait pour se poursuivre jusqu'à observation des expressions de toutes les sujettes.

Une fois les chaleurs observées, ces dernières étaient considérées comme des chaleurs de références du cycle induit et nous serviront de repère pour le début des traitements de superovulation.

Chaque signe était scrupuleusement noté, les manifestations évaluées et les écarts calculés, tout cela dans le but d'apprécier l'expression œstrale de chaque femelle en vue de lui octroyer une note allant de 0 à 3 (0 : Manifestations absentes, 1 : Manifestations discrètes, 2 : Manifestations bonnes, 3 : Manifestations importantes).

### 2.2.2.2 Superovulation, insémination des donneuses et appréciation de la réponse a la stimulation ovarienne

Le nombre d'embryons produits est, pour une grande part, conditionné par le nombre d'ovulations induites, ces dernières sont facteurs de l'état de la population folliculaire présente au moment de l'instauration du protocole de stimulation ovarienne (Présence ou non d'un follicule dominant mais aussi et surtout du nombre de follicules dit « recrutables »)

La FSH ayant une demi relativement courte, deux injections bi-journalières espacées de 12 heures durant quatre jours à doses décroissantes étaient nécessaires afin d'induire la superovulation, manquer une injection ou se tromper de dosage compromettrait tout le protocole.

#### 2.2.2.2.1 Matériel, produits et techniques utilisés pour la superovulation

##### 2.2.2.2.1.1 Animaux

Les femelles soumises à l'essai ont, préalablement, été allotées en deux groupes expérimentaux chacun recevant une dose connue de FSH ;

Nous nommerons le groupe ayant reçu 32 mg de FSH « **FSH 32** » et « **FSH 40** » pour le second groupe qui a reçu 40 mg de FSH.

Le **FSH 32** : était constitué de 06 femelles, 03 génisses et 03 primipares, elles avaient une moyenne d'âge de 5 ans et un poids moyen de 324 Kg.

Ce groupe s'est vu posé son implant de progestagène et injecté le norgestomet le jeudi **30 septembre 2010** à 8 h du matin, puis, 10 jours plus tard, retiré le dispositif avec une double injection de prostaglandine et d'eCG.

Au *dixième* jour du cycle induit, soit le **vendredi 22 octobre 2010** le traitement de superovulation a été entamé.

Le **FSH 40** : comprenait 07 sujettes, avec 02 primipares et 05 génisses, avec, elles aussi, une moyenne d'âge de 05 ans et 319, 85 Kg de poids moyen.

La mise en place de l'implant et l'administration du norgestomet de ce groupe furent décalées de 04 jours du **FSH 32** pour des raisons de commodité de travail, afin de ne pas avoir des journées trop chargées, elle a donc eu lieu le lundi 04 octobre 2010 à 8 h du matin, le retrait, quant à lui, est survenu 10 jours plus tard.

Le **jeudi 14 octobre 2010**, dix jours après sa mise en place, l'implant est retiré et les femelles ont reçu, tout comme le premier lot, une double dose d'eCG et de prostaglandine.

#### 2.2.2.2.1.2 Produits et protocoles utilisés

Le protocole de superovulation comprenait une série d'injections d'extraits hypophysaires et de prostaglandine selon un schéma bien précis.

##### ➤ Produits utilisés

Les produits utilisés pour les deux groupes étaient identiques, seuls variaient les doses d'extraits hypophysaires administrés.

##### *Extraits hypophysaires :*

**STIMUFOL** ® (ULg FMV PhR, Sart-Tilman, Belgique) est un extrait hypophysaire comprenant deux fractions, de la follitropine et de la lutropine d'origine porcine sous forme lyophilisée à reconstituer avant l'emploi.

Lors de notre expérimentation, nous avons utilisé le lot N° **08 G 02**

Conditionnement : En boîte de deux flacons :

Un flacon de lyophilisat : constitué de 500 µg de follitropine porcine (pFSH) et de 100 µg de lutropine porcine (pLH).

Un flacon de solvant : composé de

Chloride de sodium	<b>90mg</b>
Parahydroxybénzoates de méthyle	<b>10mg</b>
Parahydroxybénzoates de propyle	<b>2,5 mg</b>
Solution de reconstitution physiologique apyrogène	<b>10 ml</b>

Dose totale : Exprimée par la quantité totale d'hormone administrée à la femelle, le producteur préconise une dose de 450 µg à 500 µg pour les vaches et de 320 µg à 360 µg pour les génisses, soit en 08 doses identiques ou bien fractionnées en 08 doses décroissantes durant 04 jours à raison de 02 injections espacées de 12 heures.

Conservation :

Une fois reconstitué, le produit peut être conservé durant 04 jours entre +2°C et +8°C à l'abri des rayons du soleil.

Le producteur préconise aussi des mesures d'asepsie adéquates pour la manipulation du produit, tout en relevant un effet indésirable, celui d'une éventuelle baisse de la production laitière en cas d'utilisation de la Follitropine ® chez les vaches en cours de lactation, le délai d'attente pour la consommation des produits des animaux soumis au traitement est, quant à lui, nul.

***Prostaglandine :***

Le protocole dicté par le producteur comprenait une injection simple ou double de prostaglandine à la 5<sup>ème</sup> ou à la 5<sup>ème</sup> et à la 6<sup>ème</sup> injection de FSH, et ce, le troisième jour du traitement de superovulation.

Nous avons utilisé, lors de notre essai, le Cloprosténol (ESTRUMAT ® *Schering-Plough*) qui est un analogue de synthèse de la prostaglandine F2 $\alpha$ .

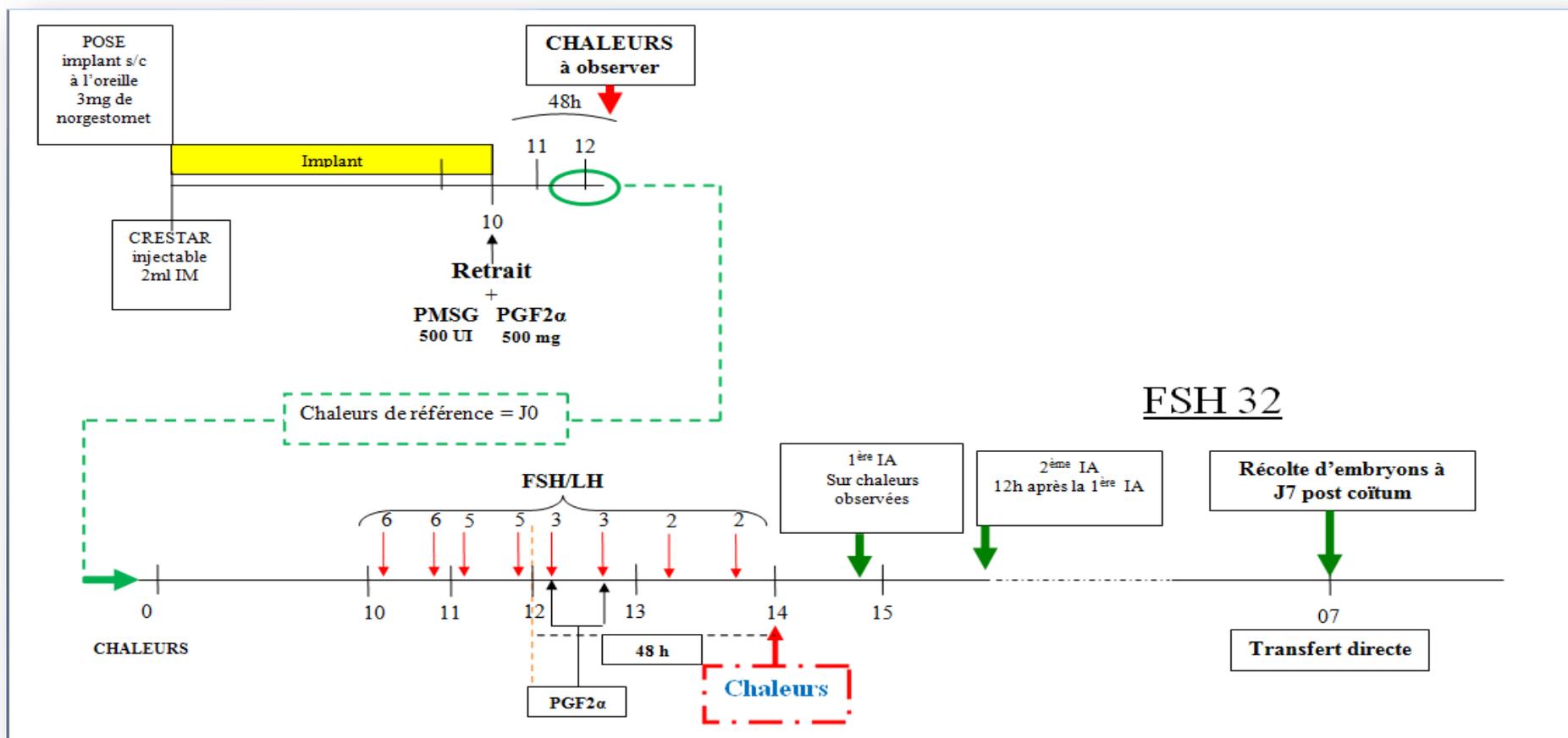
ESTRUMAT ® se présente sous forme d'une solution stérile incolore et transparente contenant 236 µg de Sodium de Cloprosténol conditionné dans un flacon unidose de 2ml ou multidoses de 10 ml.

Nous avons administré aux femelles traitées, comme indiqué par le fabricant, 02 ml par injection, soit un total de 4ml lors du traitement de superovulation.

➤ Protocoles

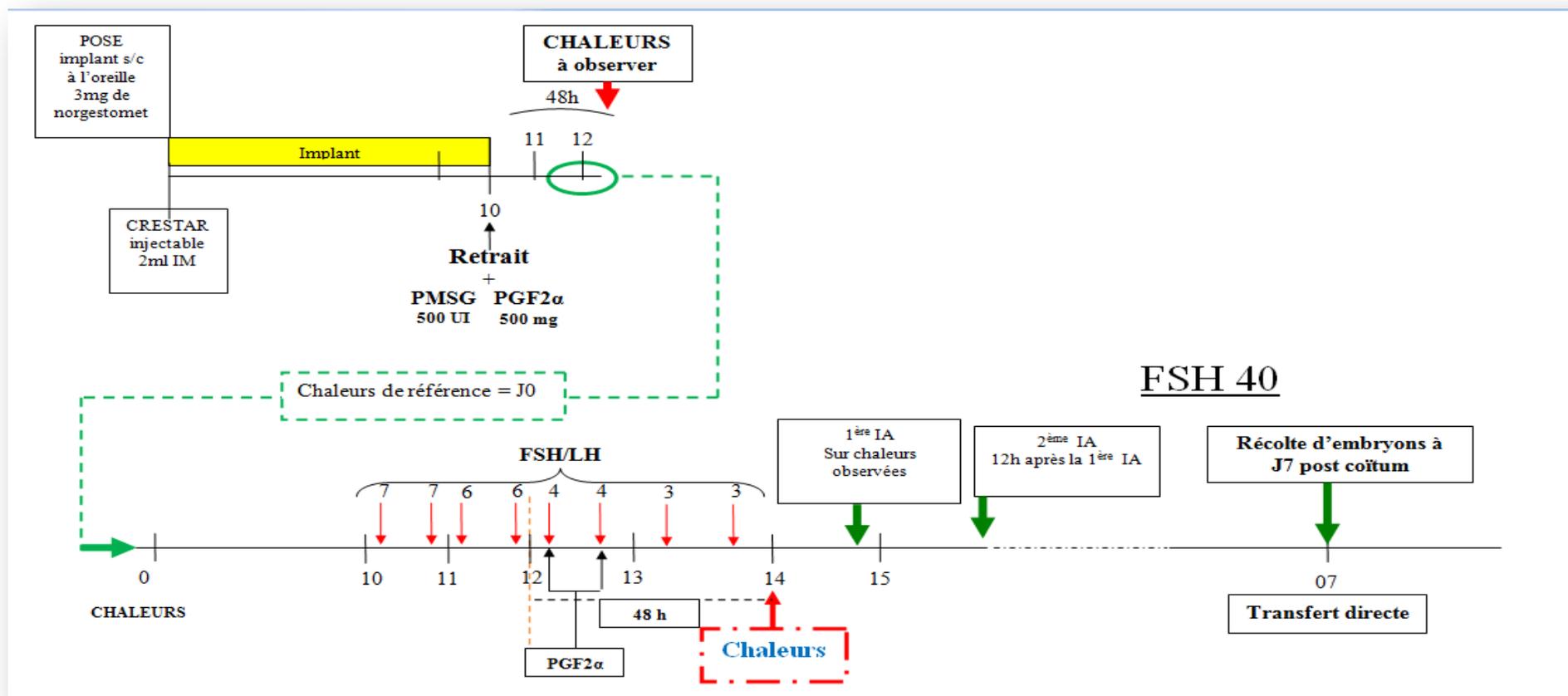
Protocole N° 01

**32 mg de FSH**



Protocole N° 02

**40 mg de FSH**



Durant les quatre jours de l'application du traitement de superovulation, les femelles étaient mises dans l'enclos de contention dès 5h30 du matin, serrées les unes contre les autres en vue de permettre aux opérateurs des injections plus faciles et aussi et surtout moins espacées dans le temps.

L'opération est réitérée le soir vers 17h30, de façon de ce que les femelles reçoivent leurs secondes injections à 18 h exactement.

Au troisième jour du traitement, les femelles ont reçu, en plus de leur dose de FSH, une dose de PGf2 $\alpha$  le matin et une autre le soir, appliquant ainsi le protocole dicté par le fabricant.

**Protocole N° 01 : FSH 32**

A J<sub>10</sub> des chaleurs de référence, le protocole de superovulation a débuté selon le calendrier ci-dessous :

**Tableau 19 : Protocole FSH-32**

Jours		STIMUFOL ®		ESTRUMAT ®	
		Matin (6h)	Soir (18h)	Matin (6h)	Soir (18h)
<b>J<sub>10</sub></b>	Vendredi <b>22</b> octobre 2010	<b>6 mg (1,2 ml)</b>	<b>6 mg (1,2 ml)</b>	--	--
<b>J<sub>11</sub></b>	Samedi <b>23</b> octobre 2010	<b>5 mg (1 ml)</b>	<b>5 mg (1 ml)</b>	--	--
<b>J<sub>12</sub></b>	Dimanche <b>24</b> octobre 2010	<b>3 mg (0,6 ml)</b>	<b>3 mg (0,6 ml)</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>
<b>J<sub>13</sub></b>	Lundi <b>25</b> octobre 2010	<b>2 mg (0,4ml)</b>	<b>2 mg (0,4ml)</b>	--	--

**Protocole N° 02 : FSH 40**

**Tableau 20 : Protocole FSH-40**

Jours		STIMUFOL ®		ESTRUMAT ®	
		Matin (6h)	Soir (18h)	Matin (6h)	Soir (18h)
<b>J<sub>10</sub></b>	Mardi <b>26</b> octobre 2010	<b>7 mg (1,4 ml)</b>	<b>7 mg (1,4 ml)</b>	--	--
<b>J<sub>11</sub></b>	Mercredi <b>27</b> octobre 2010	<b>6 mg (1,2 ml)</b>	<b>6 mg (1,2 ml)</b>	--	--
<b>J<sub>12</sub></b>	Jeudi <b>28</b> octobre 2010	<b>4 mg (0,8 ml)</b>	<b>4 mg (0,8 ml)</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>
<b>J<sub>13</sub></b>	Vendredi <b>29</b> octobre 2010	<b>3 mg (0,6ml)</b>	<b>3 mg (0,6ml)</b>	--	--

### **2.2.2.2.1.3 Insémination des donneuses**

Au lendemain des dernières injections de FSH, c'est-à-dire au 27<sup>ème</sup> jour de l'essai, toutes les femelles étaient inséminées deux fois à 12 heures d'intervalles, la première insémination survenant 12 heures après le début des chaleurs de chaque femelle.

Chaque insémination a été réalisée avec deux paillettes de semence de taureaux de race locale entretenus au niveau de l'ITELv, ces derniers ont vu leurs semences collectée par une équipe du CNIAAG (Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique), après appréciation de sa qualité, elle a été congelée, puis conservée au niveau du laboratoire de l'ITELv jusqu'aux jours des inséminations.

<b>N° de boucle</b>	<b>Année de naissance</b>	<b>Date d'entrée à la ferme</b>
<b>05001</b>	<b>2005</b>	<b>2008</b>
<b>05003</b>		

### **2.2.2.2.2 Appréciation de la réponse ovarienne**

Etant les seuls révélateurs d'une ovulation, les corps jaunes étaient comptés et appréciés afin d'avoir une idée sur la qualité de la réponse des ovaires aux protocoles de superovulation.

Pour ce faire, différentes techniques peuvent être mises en œuvre.

#### **2.2.2.2.2.1 Par palpation transrectale des ovaires**

Décrite dès 1921 par Ricaud et Roger la palpation transrectale des ovaires, en vue de leurs manipulations, avait pour but de combattre la stérilité sous ses différentes formes en énucléant les corps jaunes et en éclatant les kystes (Tavernier, 1952), mais ces pratiques furent aussi tôt abandonnées dès l'avènement de l'hormonothérapie.

La palpation transrectale des ovaires est une pratique quasi journalière qui permet un diagnostic facile, rarement défaillant, et une dextérité qui rend le travail aisé, dans notre essai, nous avons exploité cette technique afin de comptabiliser les structures présentes sur chaque ovaire, ces dernières nous renseignaient sur la qualité de la réponse de chaque femelle au traitement de superovulation qui lui a été instauré.

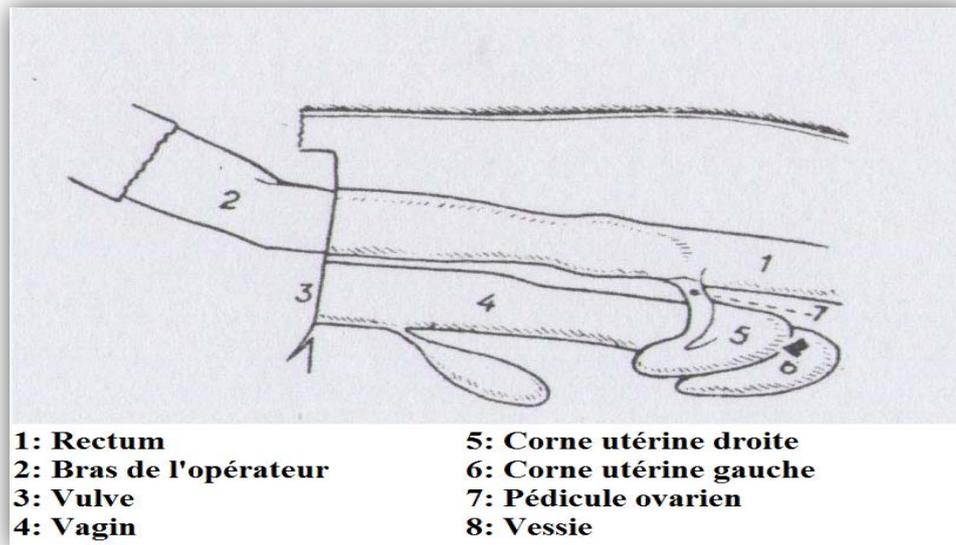


Figure 42 : Palpation transrectale

La veille de la collecte de chaque groupe, trois opérateurs se sont succédés sur chaque vache et, séparément, ont compté les corps jaunes présents sur chaque ovaire, puis, une moyenne des trois appréciations a été faite.

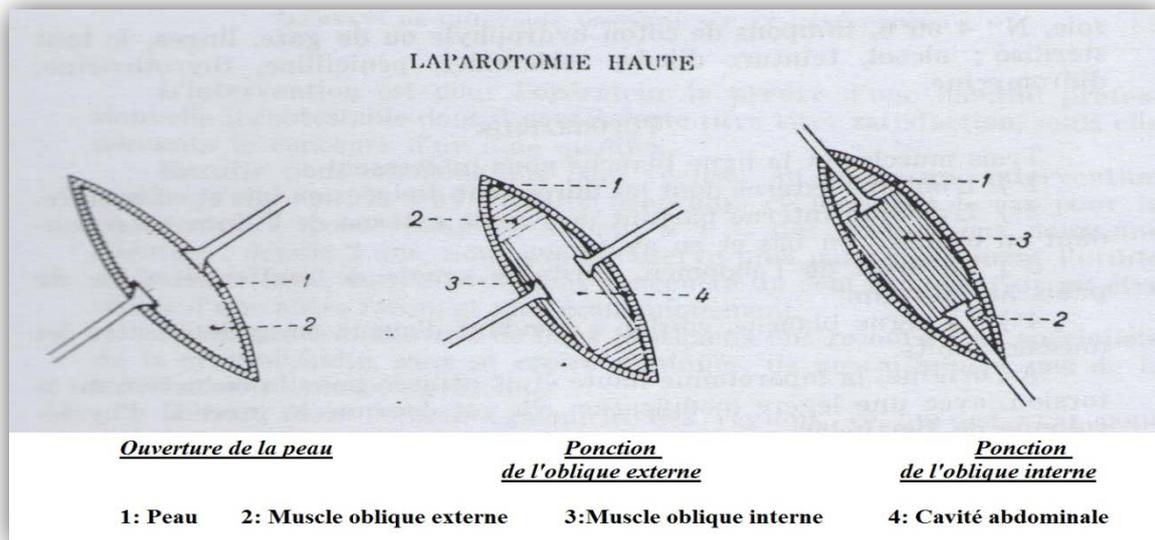
Un aide contentionne la vache pendant que l'opérateur vide le rectum de cette dernière de son contenu de matières fécales, à la faveur d'un léger balayage, la préhension du cervix est possible (premier repère anatomique palpable lors de fouilles rectales), l'opérateur avance de 2 ou 3 cm en avant de l'extrémité distale du cervix le laissant ainsi glisser dans le creux de sa main, une fois cette dernière posée sur le corps de l'utérus, l'opérateur dévie sa main sur le côté droit (ou gauche, tout dépend de son habitude de manipulations) en cherchant l'ovaire.

Dès que l'ovaire est localisé, l'opérateur fait un mouvement de rotation de la main de sorte à ramener l'ovaire dans le creux de cette dernière tout en prenant le pédicule ovarien entre l'index et le majeur, la palpation peut alors être faite avec le pouce qui contourne toute la surface de l'ovaire.

#### 2.2.2.2.2 Laparotomie

N'ayant pu cathétériser le col des femelles du premier groupe, et ce, malgré d'innombrables tentatives faites par des opérateurs expérimentés, nous avons procédé à une laparotomie d'une génisse et d'une vache afin d'essayer de collecter leurs contenus cornaux.

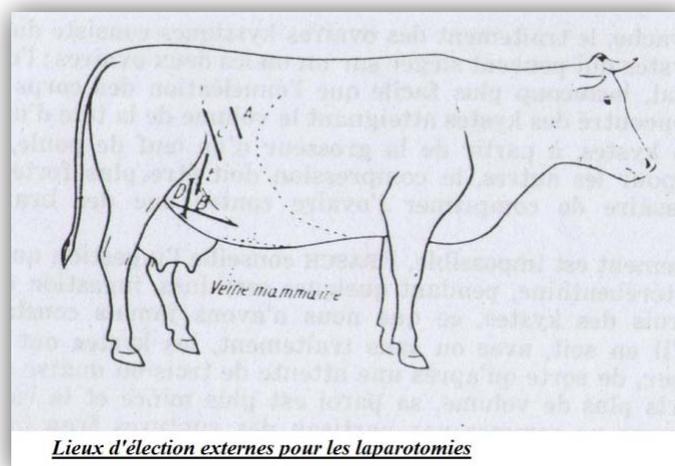
Les laparotomies sont des ouvertures de la cavité abdominale, six sortes peuvent être envisagées en obstétrique, une haute, trois basses, une moyenne et une vaginale, cette dernière est d'autant plus délicate que le tractus génital de la femelle est petit (génisse).



**Figure 43 : Plans de coupe lors d'une laparotomie haute**

De suites sans gravité pour l'animal et relativement facile à réaliser, c'est de la laparotomie que s'est inspiré Berthelon pour sa technique de césarienne, aujourd'hui très largement pratiquée en obstétrique animale.

Nous avons opté, dans notre essai, pour une laparotomie dite haute en raison de la diète de l'animal qui n'a pu être faite, d'où la difficulté et surtout le risque d'aborder une cavité abdominale, renfermant un tube digestif plein, par voie basse.



**Figure 44 : Lieux d'élection externes pour les laparotomies**

#### **2.2.2.2.2.1 Technique opératoire**

Les premières laparotomies décrites dans la littérature avaient pour objet l'introduction de la main en vue de réaliser les ovariectomies, constatant que cette technique offrait une efficacité certaine avec un minimum de risque, si réalisée avec une asepsie rigoureuse, bon nombre de praticiens l'ont exploité comme voie d'abord dans le traitement des torsions irréductibles de l'utérus.

Le lieu d'élection supérieur se trouve placé à égale distance entre la dernière côte et la pinte de l'ilium, comme pour la ponction du rumen.

Sur la femelle debout, nous avons rasé puis désinfecté la peau, réalisé une anesthésie épidurale haute puis une autre locorégionale dite traçante d'une longueur de 15 à 20 cm dirigée légèrement d'avant en arrière, direction dictée par l'orientation des fibres de l'oblique interne, sectionné la peau, puis l'oblique externe et une partie de l'oblique interne, nous avons, ensuite, à l'aide d'écarteurs, écarté la peau en même temps que les muscles externes puis ponctionné ce qui reste de l'oblique interne et débrider ce dernier vers le haut et vers le bas, ce qui nous a donné accès à la cavité abdominale de laquelle nous avons ramené le péritoine vers les berges de la plaie afin de le ponctionner et avoir ainsi accès au tractus génital.

Une fois l'avant main introduit, l'opérateur a essayé d'extérioriser l'ovaire gauche, mais en vain, en raison de la taille relativement petite de la matrice, cependant, les corps jaunes ont pu être comptés, des photos et séquences vidéo prises.

Une tentative de récolte a été entreprise, après ponction de la base de la corne gauche, l'opérateur a introduit une sonde dite de Folley, à hauteur de 3 doigts de la bifurcation corniale, le ballonnet est gonflé est le flush a pu, à ce moment là, commencer, une fois la première corne rincée, l'opérateur a réitéré l'opération avec la corne droite mais pas avec autant de succès.

Le taux de volume récolté était quelque peu en dessous de 1 mais des structures ont pu être observées après siphonage du milieu collecté.

#### **2.2.2.2.3 Par échographie**

Afin d'avoir une idée plus concrète sur le nombre de corps jaunes (surtout ceux de petite taille, qui sont difficiles à palper) et des follicules anovulatoires, l'imagerie médicale a été mise à contribution.

Le jour de la collecte de chaque groupe, toutes les femelles, mise appart les deux sujettes ayant subies une laparotomie, étaient soumise à un contrôle échographique.

### **2.2.2.2.3.1 matériel utilisé**

Nous avons, dans notre essai, utilisé un échographe à sonde linéaire provenant de la jumentrie de Blida. (SONOLAYER. L Toshiba ®)



**Figure 45 : échographe utilisé lors de notre travail**

## **2.2.3 Recolte et manipulation des embryons**

La dernière étape de notre essai, après l'induction et la synchronisation des chaleurs, la superovulation et l'appréciation de la qualité de cette dernière, était la récolte et le transfert des embryons produits sur des receveuses de race améliorée.

### **2.2.3.1 Matériel et produits utilisés**

Le jour de la collecte, l'animal est placé dans un box individuel, propre avec une litière en paille épaisse et sèche, contentonné par un aide, tranquilisé avec une injection de 5 cc en IV d'acépromazine ® et subit une anesthésie épidurale haute avec un volume de 3 cc de Xylocaïne ® à 2% mis en place à l'aide d'une aiguille, Terumo ® montée sur une seringue jetable de 5 cc, dans l'espace qui sépare la dernière vertèbre sacrée de la première vertèbre coccygienne.

Après vidange du rectum de la femelle des matières fécales qu'il contenait, l'assistante nettoie la vulve et la région peri-vulvaire (périnée, anus, pointes des fesses, puis en descendant, l'intérieur des cuisses jusqu'au plis mammaires) avec de l'eau, dans un premier temps, puis de la Bétadine ® diluée, ensuite, toute la région est séchée au papier essuie-tout.

### **2.2.3.2 Technique de récolte**

#### *Cathétérisme du col*

Nous introduisons l'avant main muni d'un gant de fouille Polysem ® et saisissons le col, le dilateur de cervix (de diamètre Ch 12 en inox inoxydable Réf : 19001/1000 Minitüb Tienfenbach-Germany) muni d'une chemise sanitaire (Minitüb ®) est introduit, une fois les premiers anneaux cervicaux passé nous essayons de faire des mouvements rotatoires dans la lumière du canal endocervical, essayant ainsi de le dilater au maximum. Le dilateur est retiré et la sonde de Folley (Ch 15 Worrlein Gr) munie, elle aussi, d'une chemise sanitaire et montée sur un mandrin en acier inoxydable est introduite.

#### *Mise en place de la sonde de récolte*

Saisissant fermement le col par son extrémité proximale, nous le poussons vers l'avant laissant le vagin former une sorte de cône sans replis ; la vulve est alors rincée avec une solution antiseptique et essuyée avec du papier « essuie-tout », réduisant ainsi au minimum le nombre de germes pénétrant le vagin et l'utérus.

Nous avons utilisé une sonde de Folley de diamètre 15 (Minitüb ®), sonde à ballonnet 100% silicone, munie d'un mandrin très fin en acier inoxydable lui conférant une rigidité nécessaire lors du cathétérisme du col, la sonde de Folley mesure 30 cm et possède, à l'une de ses extrémités, des orifices latéraux d'où sort et reviens le liquide de récolte, et à l'autre extrémité, deux conduits séparés qui longent la sonde, l'un jusqu'au ballonnet servant à inflater ce dernier et l'autre jusqu'aux orifices et sert à véhiculer le liquide de récolte.

La sonde est glissée le long du plafond vaginal, évitant, de ce fait, le méat urinaire, jusqu'à l'exocol, une fois le premier anneau cervical franchi, le col est ramené vers soi, rendant ainsi le cathétérisme plus aisé qu'à bout de bras, la sonde est maintenue entre le pouce et l'index, le col, quant à lui, est saisi à pleine main et orienté dans toutes les directions, nous évitons ainsi une éventuelle pénétration accidentelle de la cavité péritonéale par suite d'une toux de l'animal ou d'un tout autre geste brusque.

Une fois la sonde dans le corps de l'utérus, nous faisons glisser la sonde doucement (centimètre par centimètre) en cherchant à placer son extrémité, au moins, à un travers de main de la bifurcation des cornes utérines.

L'assistante gonfle le ballonnet avec 10 cc d'air, vu le diamètre relativement petit des cornes utérines des femelles de race locale, ce qui assure le maintien de la sonde dans la corne utérine et son étanchéité, la perfusion de la corne peut alors commencer.

### *Perfusion de la corne utérine*

A l'aide d'une seringue de 50mL, l'assistante injecte, pour commencer, 20 mL de liquide de collecte (PBS Sigma ®), ce qui met la corne légèrement sous pression et permet ainsi de la déplier faisant circuler le liquide jusqu'à la jonction utéro-tubaire, après un léger massage de la corne, le liquide injecté est réaspiré dans la seringue et déversé dans un flacon maintenu à 37°C dans un bain-marie, l'opération est répétée mais avec des volumes croissants, permettant ainsi un gonflement progressif de la corne à chaque perfusion.

### *Changement de corne*

Nous avons, pour ce faire, procédé de deux manières, toutes deux s'étant avérées efficaces, après dégonflage du ballonnet, la première technique consiste à ramener la sonde vers soi jusqu'à ce que nous sentions, avec, bien évidemment la main gauche, le premier anneau du ballonnet entrer dans le col, nous remettons, à ce moment, le mandrin en place et nous nous engageons dans l'autre corne utérine, la seconde technique, quant à elle, consiste à faire glisser légèrement l'extrémité de la sonde sur l'espace intercornual et sentir le décrochement de cette dernière quand elle quitte la corne, le mandrin est réintroduit et la sonde réengagée dans l'autre corne.

Dans cette deuxième technique, nous avons veillé à bien vérifier l'emplacement de la sonde avant de nous réengager car le voile utérin se prolonge dans le corps de l'utérus bien au-delà de la scissure palpable des cornes.

## **2.2.3.3 Recherche et manipulation des embryons**

L'observation, la manipulation et le conditionnement des embryons, requièrent un ensemble de matériel de laboratoire spécifique à chaque étape.

### **2.2.3.3.1 Matériel et milieux utilisés**

Les flacons en verre contenant le liquide de perfusion sont laissés à décompter pendant 10 à 15 minutes dans un bain-marie à 37°C, après quoi, le liquide est siphonné de sorte à ne laisser que les 8/10<sup>èmes</sup> du contenu du flacon.

Le décantât est ensuite versé dans des boîtes de Pétri quadrillées et mises sous une loupe binoculaire Nikon ®, la recherche des embryons peut alors commencer.

Chaque opérateur peut procéder de la manière qui lui convient le mieux, il faut juste, qu'à la fin de la recherche, tout les carrées soient passés en revue et de préférence plusieurs fois par des opérateurs différents, ceci limite le risque d'erreur et de fatigue.

Une fois l’embryon repéré, il est monté dans une paillette 0,25 mL et déposé dans une cupule contenant du Holding Medium Bovi Pro ® et est déposée sur une plaque chauffante maintenue à 37°C.

### 2.2.3.3.1.1 Appareillage

Tout au long du travail, la température entourant l’embryon devait être maintenue à 37 °C, le cas échéant, la qualité des résultats auraient été lourdement compromise, ceci était possible grâce à des bains-maries (Minitube G.F.L ®) et une plaque chauffante (INSERBO ®), la température ambiante était, quant à elle, assurée par le chauffage du laboratoire, depuis la veille de la collecte grâce des résistances et des bains d’huile et contrôlée par un thermomètre de température ambiante.

Les photos des embryons ont été prises au moyen d’un appareil photo numérique de marque LUMINEX ®.

L’observation des embryons s’est faite d’abord sous une loupe binoculaire (WILD Heerbrogg ® ) puis sous une loupe binoculaire plus performantes (Nikon ®) qui nous a permis de les évaluer e de les classer.

### 2.2.3.4 Appréciation et classification des embryons

Afin de pouvoir apprécier et classer les embryons trouvés, nous nous sommes référés, dans nos jugements, aux critères morphologiques de qualité et de viabilité dictés par la société internationale de transfert embryonnaire« I.E.T.S », reportés dans le tableau ci-dessous.

<i>Classe</i>	<i>Appréciation</i>	<i>Critères de qualité</i>
1	<b>Excellent ou Bon</b>	<b><u>Embryon de 7 jours d’âge le jour de la collecte</u></b> De forme sphérique avec des blastomères polygonaux, symétriques d’aspect compacte et de texture et de couleur homogènes
2	<b>Moyen</b>	<b><u>Embryon accusant un retard de développement de 1 à 2 jours</u></b> Blastomères sphériques de tailles variables plus claires ou sombre que la normale, embryon au stade morula avec quelques défauts (Cellules détachées de l’espace périvitellin, quelques cellules dégénérées).
3	<b>Médiocre</b>	<b><u>Embryon présentant des anomalies multiples</u></b> Présence d’une masse cellulaire homogène d’apparence viable Cellules de tailles différentes, dégénérées et détachées, vésicules volumineuses et en grand nombre.
4	<b>Mort ou dégénéré</b>	Cellules dégénérées et arrête de développement à un stade précoce.

Les embryons jugés de class I ont été orientés vers un projet qui se tenait en parallèle au notre afin d'être congelés, tandis que ceux jugés de class II ont été transférés directement (au frais).

#### **2.2.4 Transfert des embryons**

Après avoir jugé et apprécié les embryons collectés, nous avons procédé à leurs transferts sur les receveuses de race Pie-Noire et Pie- Rouge préalablement préparées.

##### **2.2.4.1 Matériel utilisé et protocole suivi**

###### **2.2.4.1.1 Matériel utilisé**

Après leurs sélections, les embryons été montés dans des paillettes 0,25 mL en respectant la structure des différents éléments la constituant, à savoir

Aspiration d'un volume donné de PBS (environs 06 cm), une bulle d'air, un volume de holding medium (Bovi Pro ® Minitüb) contenant l'embryon, une autre bulle d'air puis on termine l'espace restant par du PBS, une fois la paillette remplie nous la bouchons avec un jonc de bouchage (Minitüb ®).

La paillette est ensuite transportée vers l'étable, où se trouve la receveuses, et montée dans le pistolet de transfert (Minitüb ®), ce dernier, muni d'une chemise sanitaire est introduit dans la corne epsilatérale de l'ovaire porteur d'un corps jaune préalablement repéré.

###### **2.2.4.1.2 Mode opératoire**

Le corps jaune de la receveuse ne peut persister pour assurer la gestation que si la corne epsilatérale est envahie par le trophoblaste qui s'oppose au signal lutéolytique envoyé par la corne controlatérale vide.

Nous avons, donc, introduit le pistolet aussi loin que possible dans la corne epsilatérale de l'ovaire porteur du corps jaune et y avons déposé l'embryon, le pistolet est ensuite retiré sans massage de la corne (comme pour une insémination artificielle).

### **3. Analyse statistique**

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de la déviation standard SD selon la formule  $SE = SD/n^{0,5}$  ; n étant la taille de l'effectif).

Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide des programmes Microsoft Office Excel 2007 et le StatView (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

# **Chapitre 03.**

## **Résultats obtenus**

Une des étapes importante du transfert embryonnaire est la superovulation grâce à un traitement hormonal. L'objectif de notre travail était de comparer les réponses ovariennes de superovulation des vaches de la race locale « Brune de l'Atlas » à 2 doses différentes de FSH (32 et 40 mg). Cependant, au cours de la préparation en vue de la superovulation des donneuses d'embryons, nous avons recueillis des données que nous avons jugées utiles de rapporter.

## 1. Evolution du poids et du BCS des femelles

### 1.1. Evolution du poids

Au début de notre expérimentation (J<sub>0</sub>), nous avons procédé aux pesées des 13 donneuses sélectionnées avant toute manipulation. Suite à l'antibiothérapie, au déparasitage, à la vitaminothérapie et à la supplémentation alimentation (rajout de concentré), nous avons apprécié l'évolution du poids à J<sub>150</sub> et J<sub>270</sub> dont les résultats sont rapportés dans le tableau 13

**Tableau 21 : Evolution du poids des donneuses**

Donneuses	Evolution du poids (Kg)				
	Poids initial (J0)	J 150	J 270	Différence	GMQ (grammes)
1	329	350	381	52	192,59
2	361	382	399	38	140,74
3	319	335	354	35	129,63
4	287	302	341	54	200,00
5	258	280	300	42	155,56
6	215	240	268	53	196,30
7	313	331	351	38	140,74
8	372	397	440	68	251,85
9	289	290	304	15	55,56
10	220	250	269	49	181,48
11	240	265	274	34	125,93
12	211	252	271	60	222,22
13	260	305	334	74	274,07
<b>Moyennes</b>	<b>282,62± 52,00</b>	<b>306,08± 48,43</b>	<b>329,69± 52,90</b>	<b>47,08± 15,13</b>	<b>174,36±58,34</b>

En dépit de l'évolution des poids avec des différences assez variables selon les groupes et les sujettes, aucune différence significative n'a été enregistrée quant à ce paramètre. (p = 0,77)

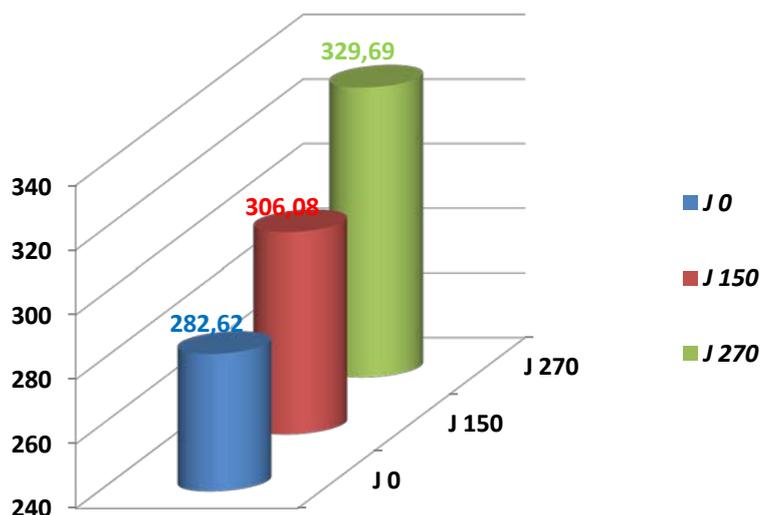


Figure 46 : Moyennes des évolutions du poids des donneuses entre J<sub>0</sub>, J<sub>150</sub> et J<sub>270</sub>

### 1.2. Evolution des BCS

L'évaluation du BCS (Body Condition Score) a été effectuée, de manière indépendante, par 3 opérateurs ayant participé à l'étude, selon les critères décrits par Edmonson *et al.*, (1987), à J<sub>0</sub> et J<sub>270</sub>, les résultats sont rapportés dans le tableau 14

Tableau 22 : Evolution du BCS des donneuses

Donneuses	Evolution des BCS		
	J <sub>0</sub>	J <sub>270</sub>	Différence
1	3	4	1
2	2,5	3	0,5
3	3,5	4	0,5
4	3	3,5	0,5
5	2,5	3	0,5
6	2,5	2,5	0
7	3	3	0
8	3,5	4	0,5
9	3,5	3,5	0
10	2,5	2,5	0
11	2,5	3	0,5
12	2,5	2,5	0
13	3	4	1
<b>Moyennes</b>	<b>282,62 ± 54,12</b>	<b>329,69 ± 55,06</b>	<b>47,08 ± 15,75</b>

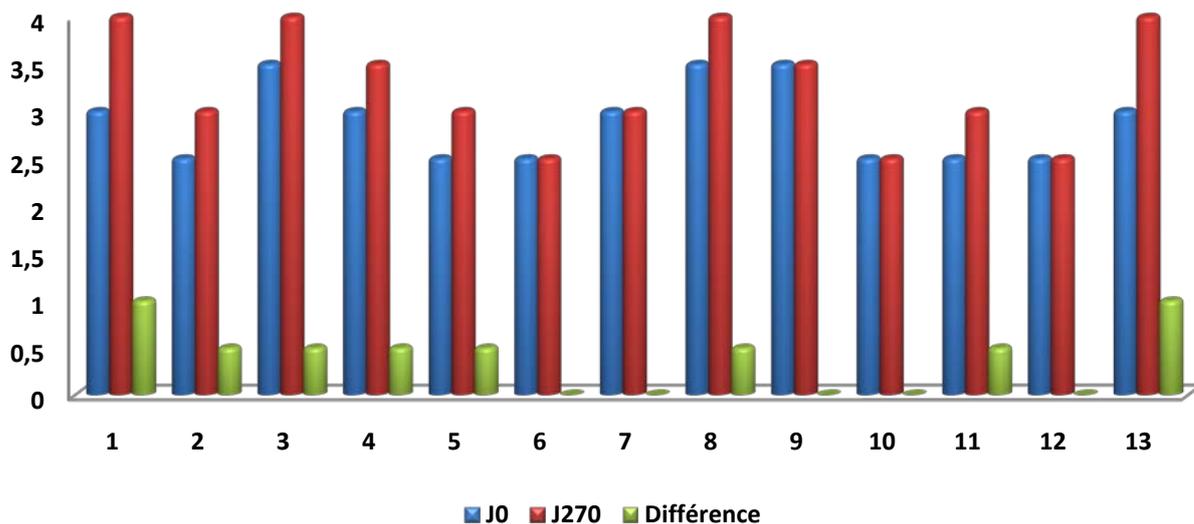


Figure 47 : Evolution du BCS des donneuses

L'évolution des BCS semble s'être faite de manière homogène vue qu'aucune différence significative n'a été notée pour les deux groupes. ( $p = 0,30$ )

## 2. Réponse au traitement de synchronisation des chaleurs

La réponse aux traitements de synchronisation des chaleurs a été appréciée par une observation continue de la venue en chaleurs des vaches après injection de PG. N'étant considérées en chaleurs que les vaches ayant accepté le chevauchement. (Figure 48)



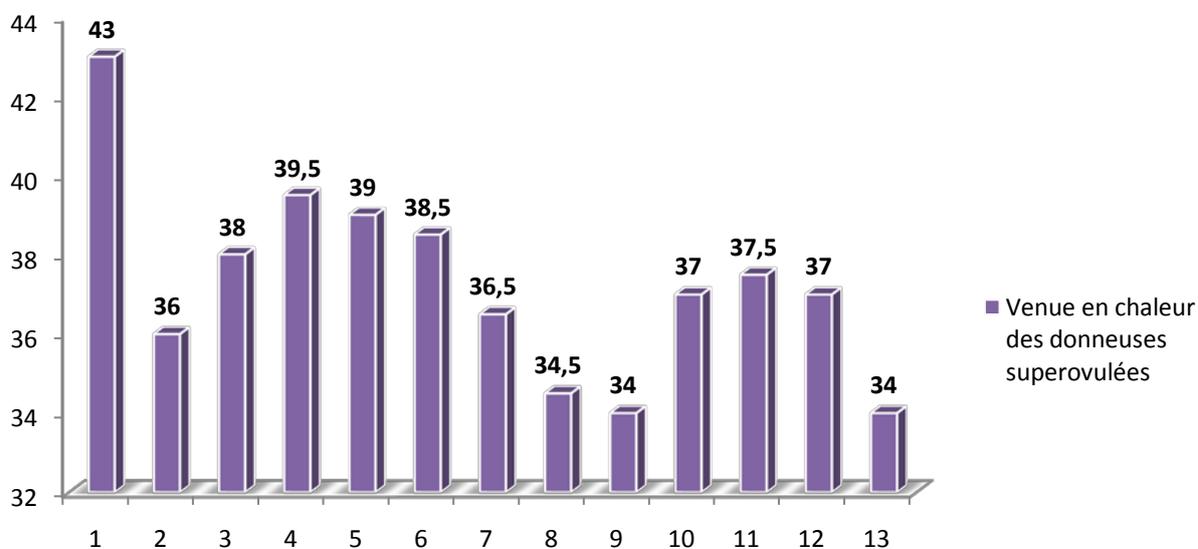
Figure 48 : Passivité et acceptation du chevauchement

### 2.1 Intervalle PG-Début d'œstrus

L'intervalle PG-Début d'œstrus renseigne sur la qualité de la synchronisation des chaleurs mais aussi et de manière indirecte, sur celle de la réponse ovarienne aux traitements de superovulation.

**Tableau 23 : Intervalle PG-Début d'œstrus**

Donneuses	Intervalle PG-Début des chaleurs (heures)
1	43,00
2	36,00
3	38,00
4	39,50
5	39,00
6	38,50
7	36,50
8	34,50
9	34,00
10	37,00
11	37,50
12	37,00
13	34,00
<b>Moyenne</b>	<b>37,27 ± 2,39</b>



**Figure 49 : Intervalle PG-Début d'œstrus des donneuses**

Toutes les vaches traitées (100%) ont manifesté des signes d'œstrus avec des intervalles PG-Début d'œstrus différents : 03 à moins de 36h après l'injection de PG, 09 entre 36h et 40h et enfin une seule au-delà de 40h.

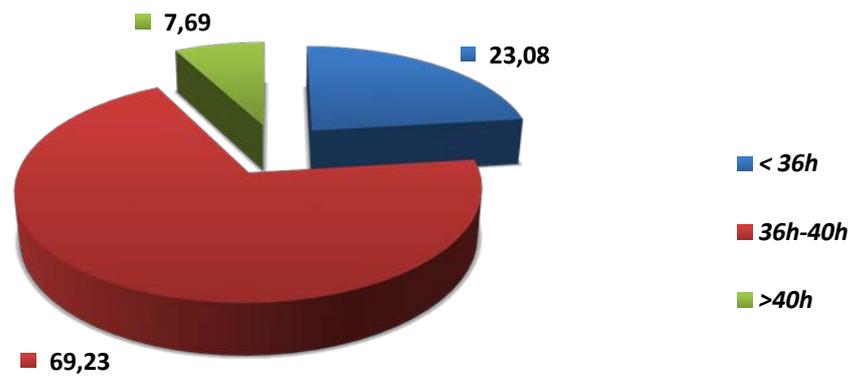


Figure 50: Proportions de donneuses venues en chaleurs en fonction de l'intervalle PG-Début d'œstrus

**2.1.1. Intervalle PG-Début d'œstrus en fonction de la dose de FSH utilisée**

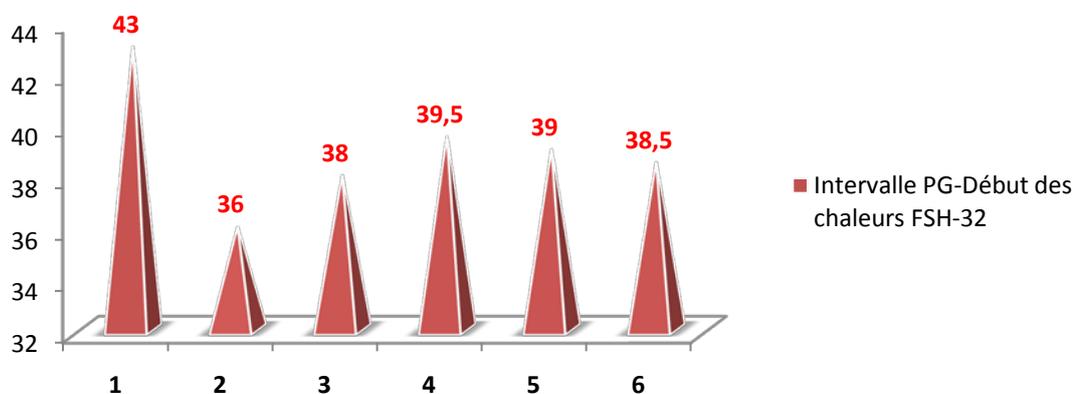
**2.1.1.1. Groupe FSH-32**

Dans le groupe FSH-32, la moyenne des intervalles PG-Début de l'œstrus est de  $39,00 \pm 2,30$  h, la majorité (04) des vaches ayant manifesté les chaleurs dans un intervalle compris entre 38h et 40h après l'injection de PG. Cependant, une vache a extériorisé ses chaleurs avant 36h et une autre au-delà de 40 h.

Le tableau n° 16 regroupe les intervalles PG-Début de l'œstrus de chaque donneuse du groupe FSH-32.

**Tableau 24 : Intervalle PG-Début de l'œstrus du groupe FSH-32**

FSH-32	Intervalle PG-Début de l'œstrus (heures)
1	43,00
2	36,00
3	38,00
4	39,50
5	39,00
6	38,50
<b>Moyenne</b>	<b><math>39,00 \pm 2,30</math></b>



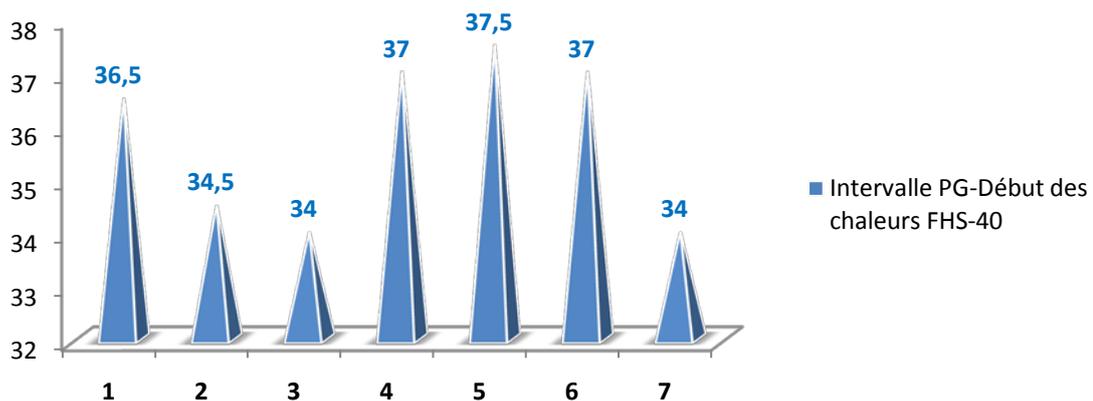
**Figure 51 : Intervalle PG-Début des chaleurs FSH-32**

**2.1.1.2. Groupe FSH-40**

L'intervalle PG-Début des chaleurs du groupe FSH-40 est compris entre 34h et 37,5h avec une durée moyenne de  $35,79h \pm 1,55h$ . Les intervalles individuels sont rapportés dans le tableau n° 17

**Tableau 25 : Intervalle PG-Début de l'œstrus du groupe FSH-40**

FSH-40	Intervalle PG-Début de l'œstrus (heures)
1	36,50
2	34,50
3	34,00
4	37,00
5	37,50
6	37,00
7	34,00
<b>Moyenne</b>	<b><math>35,79 \pm 1,55</math></b>



**Figure 52 : Intervalle PG-Début des chaleurs FSH-40**

Toutes les vaches que nous avons soumises aux traitements ont manifesté un œstrus après un intervalle de temps variable selon l'individu et le groupe. La moyenne des intervalles dans le groupe FSH-32 est de  $39,00 \pm 2,30h$  et celle du groupe FSH-40 de  $35,79 \pm 1,55h$ . Une différence significative entre les moyennes des intervalles des deux groupes a été observée ( $p = 0,01$ ).

### 3. Réponse aux traitements de superovulation

#### 3.1. En termes d'intensité des manifestations œstrales

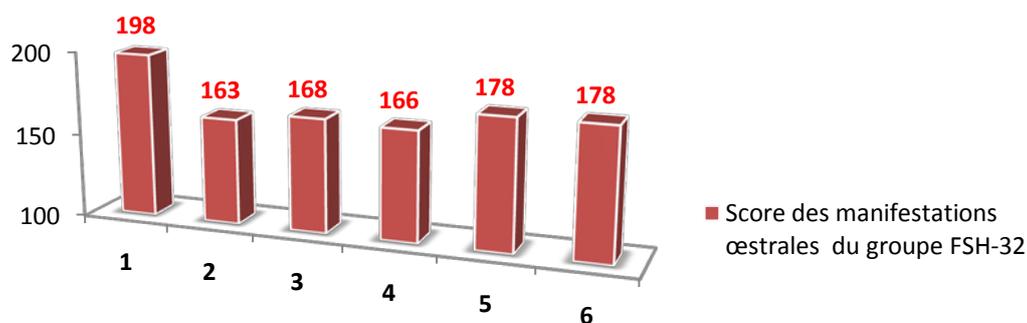
Van Eerdenburg *et al.*, (1996) ont attribué à chaque signe de manifestation de chaleurs, un nombre de points en fonction de la fiabilité du signe concerné. Ils considèrent une vache en chaleur quand elle totalise un nombre de points strictement supérieur à 50 à la suite de plusieurs observations consécutives (annexe 03)

##### 3.1.1. Groupe FSH-32

Toutes les vaches du groupe FSH-32 ont manifesté des chaleurs mais avec des intensités différentes. Le score de chaque vache a été calculé en fonction de la grille décrite par Van Eerdenburg *et al.*, (1996).

**Tableau 26 : Score des manifestations œstrales du groupe FSH-32**

Signes de chaleurs	1	2	3	4	5	6
Écoulement de glaires	+	+	+	+	+	+
Contacte	--	--	--	+	--	--
Agitation	+	+	+	+	+	+
Renifle la vulve d'autres vaches	+	--	+	--	+	+
Pose le menton sur les croupes d'autres vaches	--	--	+	--	+	+
Chevauchement non acceptés	--	+	--	+	+	--
Chevauche ou essaie de chevaucher d'autres vaches	+	--	+	--	+	--
Chevauche par l'avant	+	+	--	+	--	+
Chevauchement accepté	+	+	+	+	+	+
<b>Score</b>	<b>198</b>	<b>163</b>	<b>168</b>	<b>166</b>	<b>178</b>	<b>178</b>
<b>Moyenne</b>						<b>175,17</b>



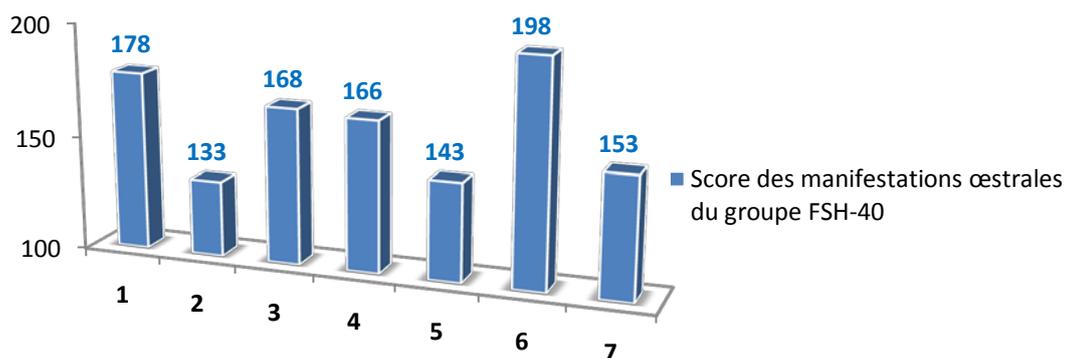
**Figure 53 : Score des manifestations œstrales du groupe FSH-32**

### 3.1.2. Groupe FSH-40

Pareillement au groupe FSH-32, nous avons procédé au calcul du score des manifestations œstrales du groupe FSH-40.

**Tableau 27 : Score des manifestations œstrales du groupe FSH-40**

Signes de chaleurs	1	2	3	4	5	6	7
Écoulement de glaires	+	+	+	+	+	+	+
Contacte	--	--	--	+	--	--	--
Agitation	+	+	+	+	+	+	+
Renifle la vulve d'autres vaches	+	--	+	--	+	+	--
Pose le menton sur les croupes d'autres vaches	--	--	+	--	+	+	--
Chevauchement non acceptés	--	+	--	+	+	--	+
Chevauche ou essaie de chevaucher d'autres vaches	+	--	+	--	+	--	+
Chevauche par l'avant	+	+	--	+	--	+	--
Chevauchement accepté	+	+	+	+	+	+	+
<b>Score</b>	<b>198</b>	<b>163</b>	<b>168</b>	<b>166</b>	<b>178</b>	<b>178</b>	<b>153</b>
					<b>Moyenne</b>		<b>172</b>



**Figure 54 : Score des manifestations œstrales du groupe FSH-40**

### 3.2. En termes de corps jaunes palpés

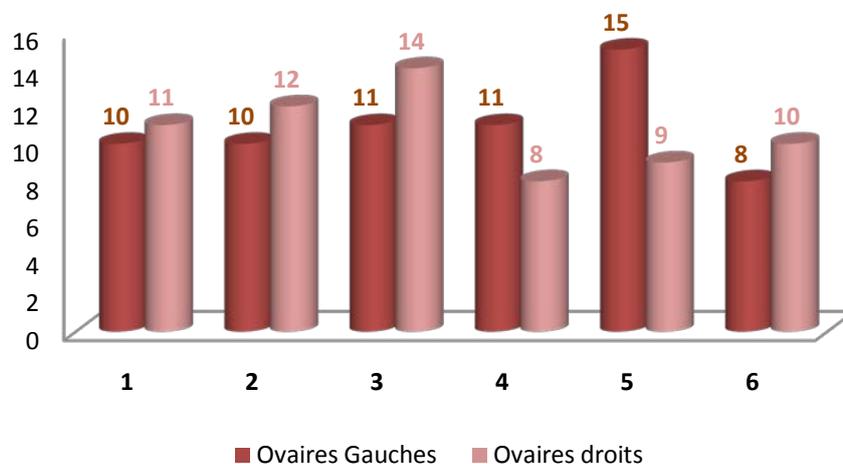
Par souci de précision, 03 opérateurs ont évalué, séparément, par palpation transrectale, le nombre de corps jaunes présents au niveau des ovaires de chaque vache, et ce, la veille des récoltes (J<sub>6</sub>).

#### 3.2.1. Groupe FSH-32

Chez les vaches du groupe FSH-32, une moyenne de  $21,33 \pm 2,50$ /vache a été enregistrée. Les écarts de réponses des vaches semblent être assez réduits avec des extrêmes de 18 CJ pour la vache n° 6 et 24 CJ pour les vaches n° 3 et n° 5. Les ovaires gauches ont numériquement mieux répondu que les ovaires droits avec une moyenne du groupe de  $10,83 \pm 2,32$  contre  $10,67 \pm 2,16$  (tableau 20). Cependant, aucune différence significative n'a été observée.

**Tableau 28 : Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-32**

FSH-32	Corps jaunes palpés		
	Ovaire gauche	Ovaire droit	Total
1	10	11	21
2	10	12	22
3	11	14	24
4	11	8	19
5	15	9	24
6	8	10	18
<b>Moyennes</b>	<b>10,83 ± 2,32</b>	<b>10,67 ± 2,16</b>	<b>21,33 ± 2,50</b>



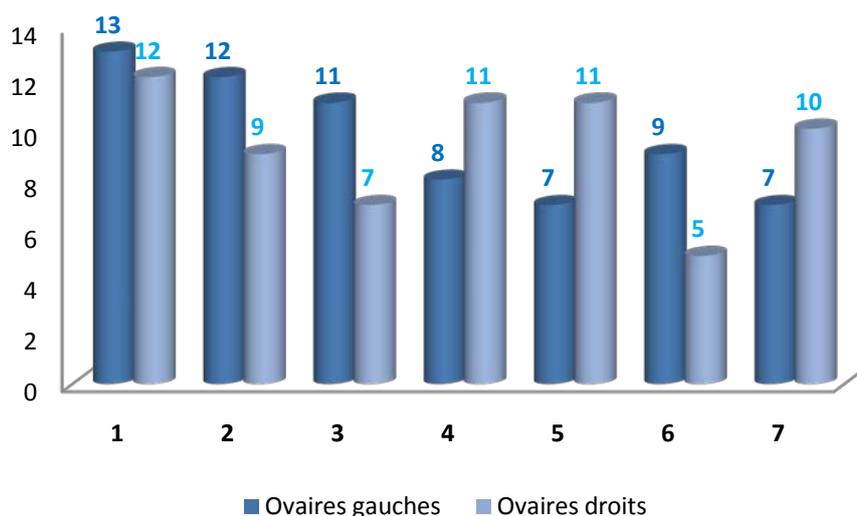
**Figure 55 : Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-32**

### 3.2.2. Groupe FSH-40

Avec une moyenne de  $18,86 \pm 3,44$  CJ, l'intervalle des réponses extrêmes des vaches du groupe FSH-40 semble être plus important comparé à celui du groupe FSH-32 avec des réactions ovariennes allant de 14 CJ pour la vache n° 6 à 25 CJ pour la vache n° 1. Les ovaires gauches ont mieux répondu quantitativement comparés aux ovaires droits ( $9,57 \pm 2,44$  vs  $9,29 \pm 2,50$ ) (Tableau 21) sans pour autant qu'il y ait une différence significative.

**Tableau 29 : Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-40**

FSH-40	Corps jaunes palpés		
	Ovaire gauche	Ovaire droit	Total
1	13	12	25
2	12	9	21
3	11	7	18
4	8	11	19
5	7	11	18
6	9	5	14
7	7	10	17
<b>Moyennes</b>	<b><math>9,57 \pm 2,44</math></b>	<b><math>9,29 \pm 2,50</math></b>	<b><math>18,86 \pm 3,44</math></b>



**Figure 56 : Corps jaunes palpés pour le groupe FSH-40**

En moyenne,  $21,33 \pm 2,50$  et  $18,86 \pm 3,44$  corps jaunes ont été comptabilisés pour les groupes FSH-32 et FSH-40 respectivement. Les résultats semblent être en faveur du groupe FSH-32 sans qu'une différence significative entre les deux lots soit notée ( $p = 0,17$ ).

### 3.3. En termes de corps jaunes comptabilisés après laparotomie

Rappelons que 2 donneuses sur les 6 du groupe FSH-32 ont subi une récolte par voie chirurgicale du fait de l'impossibilité de franchir le cervix. Nous en avons profité pour compter les corps jaunes présents sur les ovaires afin d'apprécier l'exactitude du dénombrement fait par voie transrectale la veille.

#### 3.3.1. La vache N° 01 (24002)

Sur l'ovaire droit de la vache n° 24002, 12 corps jaunes ont été dénombrés (contre 10 par palpation transrectale) et 15 CJ sur l'ovaire gauche (contre 11 par palpation transrectale).



Figure 57 : Ovaire gauche de la vache N° 01 lors de la récolte par laparotomie  
(Clichés personnels)

#### 3.3.2. La génisse N° 05 (26016)

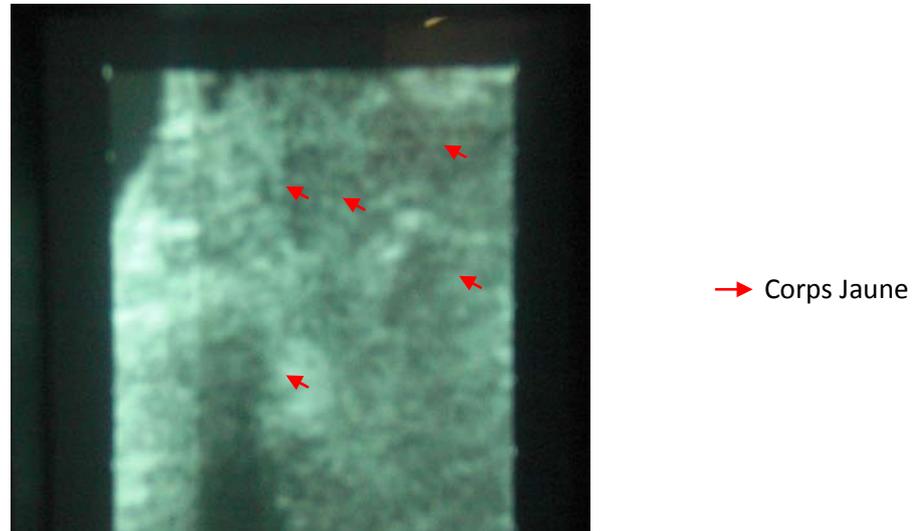
Chez la vache n° 26026, 16 CJ furent dénombrés sur l'ovaire gauche et 12 sur l'ovaire droit contre 15 et 9 CJ respectivement par palpation transrectale.



Figure 58 : Extériorisation de l'ovaire en vue du dénombrement des CJ  
(Clichés personnels)

### 3.4. Après échographie

Une tentative de dénombrement des corps jaunes a été entreprise sur 04 donneuses du groupe FSH-40. En raison de l'ancienneté du modèle de l'échographe utilisé, nous n'avons pas pu figer et enregistrer les photos. Nous nous sommes donc rabattus à prendre des photos directement de l'écran, ce qui explique les artéfacts et la qualité de l'image échographique.



**Figure 59 : Image échographique d'un ovaire portant des corps jaunes**  
(Clichés personnels)

## 4. Produits de récolte

Il est à noter que :

- Deux opérateurs se sont succédés dans la récolte des donneuses ;
- La veille de la récolte du premier groupe (FSH-32), une donneuse a été écartée du lot car elle présentait une accumulation de liquide dans l'utérus qui s'étendait jusqu'aux cornes utérines ;
- Sur les 12 donneuses prévues, seules six ont pu être récoltées en raison de l'impossibilité de cathétérisme de leurs cols utérins et ce, malgré l'intervention de manipulateurs expérimentés.
- Seules les cornes utérines gauches des deux vaches soumises à une récolte chirurgicales ont pu être rincées en raison de la difficulté d'accès aux cornes droites due à la petitesse de leur taille.

#### 4.1. Taux de récupération de liquide injecté

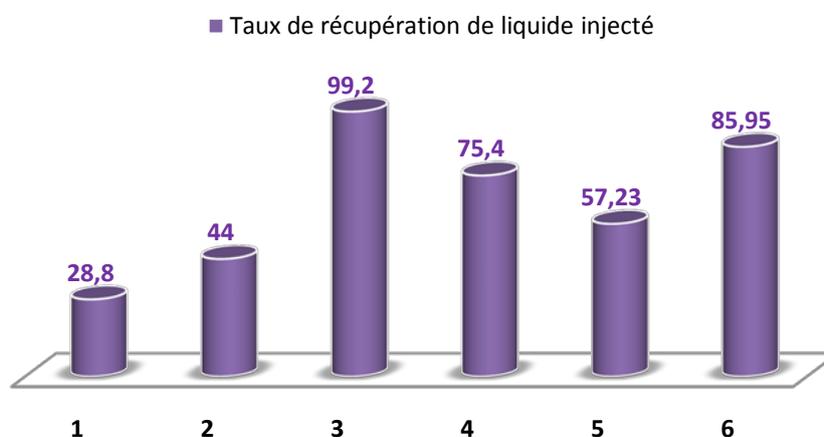
Le taux de récupération de liquide injecté est défini par la formule suivante :

$$\text{Taux de récupération} = \frac{\text{Volume aspiré}}{\text{Volume injecté}} \times 100$$

Le tableau n° 22 récapitule les taux de récupération des 6 donneuses collectées indépendamment de leur groupe de traitement.

**Tableau 30 : Taux de récupération de liquide injecté**

Donneuses	Volume injecté (ml)		Volume récupéré (ml)		Total volume récupéré (ml)	Taux de récupération (%)
	Corne gauche	Corne droite	Corne gauche	Corne droit		
<b>1</b>	250	-	72	-	72	<b>28,8</b>
<b>2</b>	180	-	103	-	103	<b>57,23</b>
<b>3</b>	250	250	247	249	496	<b>99,2</b>
<b>4</b>	250	250	243	134	377	<b>75,4</b>
<b>5</b>	250	-	110	-	110	<b>44</b>
<b>6</b>	250	170	250	111	361	<b>85,95</b>
<b>Moyennes</b>	<b>238,33</b>	<b>223,33</b>	<b>170,83</b>	<b>164,67</b>	<b>253,17</b>	<b>65,10</b>



**Figure 60 : Taux de récupération de liquide injecté**

## 4.2. Résultats de récolte d'embryons

### 4.2.1. Groupe FSH-32

Seules 02 vaches, sur les 06 initialement prévues, ont pu être récoltées en raison de l'impossibilité à franchir les cervix sténosés, longs et souvent tortueux malgré l'intervention d'opérateurs expérimentés.

Sur les deux vaches collectées, une seule a donné un embryon de qualité I (jeune blastocyste) et 02 ovocytes non-fécondés. La seconde vache, quant à elle, a donné des embryons (04 morulas et 01 embryon à 02 cellules) présentant diverses altérations.

Au total, 8 structures (embryons utilisables ou dégénérés et ovocytes non fécondés) ont été collectées, avec une moyenne de  $4,00 \pm 1,41$ /vache. Un seul embryon utilisable a été récolté ce qui correspond à une moyenne de  $0,5 \pm 0,71$ /vache. Tous les produits de récolte du groupe FSH-32 sont rapportés dans le tableau n° 23.

**Tableau 31 : Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-32**

Paramètres	Donneuses		Total	Taux
	1	2		
Nombre de CJ comptés	21	24	45	
Embryons totaux	3	5	8	<b>100 %</b>
- <i>Embryons utilisables</i>	1	0	1	<b>12,5 %</b>
- <i>Non fécondés</i>	2	0	2	<b>25 %</b>
- <i>Embryons dégénérés</i>	0	5	5	<b>62,5 %</b>

Le bilan du groupe FSH-32 montre un faible résultat en termes d'embryons récoltés avec 01 seul embryon de qualité I malgré une très bonne réponse au traitement de superovulation (45 CJ pour les 2 donneuses).

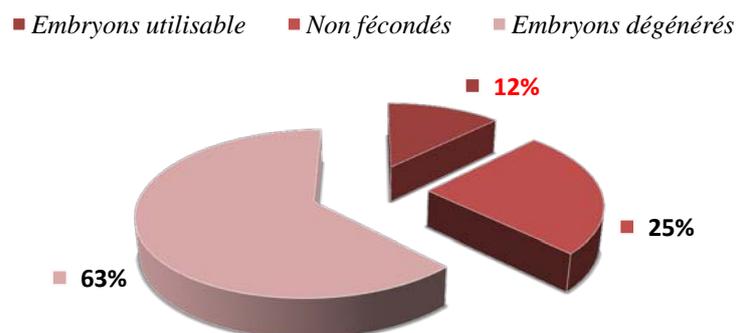


Figure 61 : Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-32

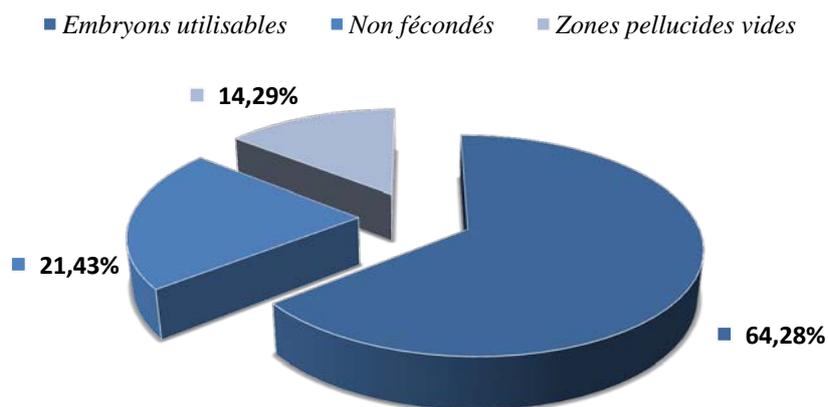
#### 4.2.2. Groupe FSH-40

Les résultats du groupe FSH-40 étaient plus encourageants que ceux du premier groupe : 04 donneuses ont pu être récoltées sur les 7 prévues toujours en raison des difficultés à franchir le col utérin.

La récolte de trois vaches s'est soldée par l'obtention de 14 structures dont 09 embryons utilisables (64,28%), 3 ovocytes (21,43%) et 2 zones pellucides vides (14,29%) (tableau 24).

Tableau 32 : Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-40

Paramètres	Donneuses				Total	Taux
	1	2	3	4		
Nombre de CJ comptés	25	21	18	19	83	
Embryons totaux	4	5	1	4	14	<b>100 %</b>
- Embryons utilisables	3	2	1	3	9	<b>64,28%</b>
- Non fécondés	0	2	0	1	3	<b>21,43%</b>
- Zones pellucides vides	1	1	0	0	2	<b>14,29%</b>



**Figure 62 : Résultats globaux et classification des embryons du groupe FSH-40**

Par rapport aux embryons totaux, les 9 embryons utilisables représentent une proportion de 64,29%, largement supérieure à la proportion du groupe FSH-32 (12%). Les embryons utilisables ont été partagés selon leur classe en 5 embryons transférables (55,56%) et 4 embryons congelables (44,44%), soit une proportion globale (par rapport aux 02 groupes : FSH-32 et FSH-40) de 35,71% d'embryons transférables et 28,57% d'embryon congelables.

## 5. Comparaison des résultats obtenus avec les deux doses de FSH 32 mg et 40mg

Tableau 33 : Comparaison des résultats obtenus avec les deux doses de FSH 32 mg et 40mg

Paramètres	FSH-32	FSH-40	Différence	Statistique	
				(pour p = 5%)	
Nombre de vaches traitées	6	7	1	--	--
Moyenne d'âge	6,16 ± 0,98	5,85 ± 1,06	0,31 ± 0,22	NS	0,60
Moyenne intervalle PG-Début d'œstrus	39,00 ± 2,30	35,79 ± 1,55	--	S	0,01
Moyenne du score d'intensité de réponse de chaleurs de superovulation	175,17	172	3,17	NS	0,89
Moyenne CJ palpés par vache à J <sub>6</sub> post IA	21,33 ± 2,50	18,86 ± 3,44	2,47 ± 1,75	NS	0,17
Nombre de vaches collectées	2	4	2	--	--
Nombre d'embryons totaux	8	14	6	NS	0,59
• Nombre d'embryons utilisables	1	9	8	NS	0,08
• Nombre d'ovocytes non fécondés	2	3	1	NS	0,83
• Nombre d'embryons dégénérés	5	0	5	NS	0,53
• Nombre de zones pellucides vides	0	2	2	NS	0,18

La comparaison des résultats obtenus à l'issue de la préparation et de la superovulation de 13 donneuses de race locale par deux doses différentes de FSH 32mg et 40 mg nous révèle que :

- Les moyennes d'âge des animaux soumis aux traitements sont très proches (6,16 ± 0,98 vs 5,85 ± 1,06) et ne présentent pas de différence significative (p=0,60) témoignant d'une homogénéité par rapport à l'âge lors de l'appariement des animaux ;
- Les vaches du groupe FSH-40 ont répondu plus précocement que celles du groupe FSH-32 (35,79 ± 1,55 vs 39,00 ± 2,30). Cette différence est significative (p= 0,01).
- Les moyennes du score d'intensité de manifestations œstrales sont très proches (175,17 vs 172) et la différence n'est pas significative (p=0,89) ;

- Les moyennes des corps jaunes dénombrés par palpation transrectale ne sont pas différentes ( $p= 0,17$ ). Cependant un léger avantage est attribué au groupe FSH-32 ( $21,33 \pm 2,50$ ) comparé au groupe FSH-40 ( $18,86 \pm 3,44$ ) ;
- Seules 02 vaches du groupe FSH-32 et 04 du groupe FSH-40 ont pu être collectées en raison de l'impossibilité de passage des cervix (pour certaines, même à col ouvert au moment de l'insémination) ;
- Au total, 08 structures ont pu être collectées du groupe FSH-32 et 14 du groupe FSH-40. Ces résultats semblent être plus encourageants pour le second groupe sans pour autant qu'une différence significative ne soit notée ( $p= 0,59$ ) ;
- Des embryons totaux, un seul était utilisable pour le groupe FSH-32 et 9 l'étaient pour le groupe FSH-40 mais aucune différence significative n'était observée ( $p= 0,08$ ). Ces embryons étaient destinés soit à un transfert direct ou à une congélation ;
- Au total, 5 ovocytes étaient collectées, 2 pour le groupe FSH-32 et 3 pour le groupe FSH-40. cela peut s'expliquer par l'insémination effectuée en exo-cervical (pour les vaches dont les cols étaient infranchissables même au moment des chaleurs), ce qui réduit le taux de fécondation. Aucune différence significative n'a été notée ( $p= 0,83$ ) ;
- Pour les embryons dégénérés, nous en avons dénombré 01 pour le groupe FSH-32 et aucun pour le groupe FSH-40. Les doses utilisées ne semblent pas influencer ce nombre ( $p=0,53$ ) ;
- Aucune zone pellucide n'a été trouvée dans le groupe FSH-32 contrairement au groupe FSH-40 où 02 ZP ont été dénombrées. La présence de zones pellucide témoigne d'une éclosion précoce des embryons.

## 6. Transfert des embryons

Après leurs évaluations, 05 des 09 embryons utilisables récoltés dans le groupe FSH-40 ont été montés dans des paillettes 0,25 ml (pour transfert) puis transférés chez des génisses de race Pie-Noire préalablement synchronisées : 03 génisses ont reçu 01 chacune et une en a reçu deux conditionnés dans la même paillette.



Figure 63 : Premier transfert d'embryons  
02 Novembre 2010 (Clichés personnels)



Figure 64 : Deuxième transfert d'embryons  
10 Novembre 2010 (Clichés personnels)

### 6.1. Diagnostic de gestation

#### 6.1.1. Observation du non retour en chaleurs

Au 21<sup>ème</sup> jour post-insémination des donneuses (14 jours après le transfert), les receveuses étaient observées pour leur éventuel retour en chaleurs. Aucune des 04 n'est revenue en chaleurs laissant, par conséquent, présager une gestation.

#### 6.1.2. Dosage de la progestéronémie

Au 42<sup>ème</sup> jour post-insémination (35 jours après le transfert), les receveuses ont fait l'objet d'un prélèvement sanguin en vue du dosage de la P<sub>4</sub> sérique dont les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 34 : Dosages de la P<sub>4</sub> sérique à J<sub>42</sub> post IA

	Receveuse 1	Receveuse 2
Le 07 Décembre 2010	11,47	0,99
	Receveuse 3	Receveuse 4
Le 15 Décembre 2010	0,86	3,87

**Chapitre 04.**

**Discussions**

### 3. Des matériels et méthodes

#### 3.1. Sur les animaux

**L**e choix de la donneuse conditionne, pour beaucoup, la réussite de tout programme de transfert embryonnaire dont l'intérêt fondamental est d'ordre génétique, que ce soit la *conservation* ou *l'amélioration* suite aux schémas de sélection.

##### 3.1.1. Race des donneuses

Le choix de la race que nous avons utilisée est au centre de la problématique de notre travail, et pour cause, la race locale Brune de l'Atlas représente, outre un potentiel génétique de rusticité avérée (adaptation aux faibles ressources alimentaires, résistance aux maladies et aux variations climatiques), un potentiel de production non négligeable (Aissaoui *et al.*, 2003).

Compte tenu du caractère peu docile de la race locale, les différentes manipulations effectuées ont nécessité une contention physique (Cornadis) et chimiques (tranquillisation) sans pour autant être à l'abri d'un éventuel risque de réactions de l'animal. Ce handicap s'estompait au fur et à mesure des interventions.

##### 3.1.2. Performances zootechniques

La race locale renferme un potentiel de production très important (Aissaoui *et al.*, 2003) avec un taux de fertilité de 90% (Amrane, 1990), un rendement moyen de carcasse de 48,77% (49,93% pour les mâles et 43,74% pour les femelles) (Bouzebda *et al.*, 2007) dont 61% de muscle et 11% de gras. La production moyenne de lait est estimée à 700 Kg de lait/lactation (destinée à l'allaitement du veau et éventuellement à l'autoconsommation familiale) s'étalant sur une durée de lactation de 185 jours. L'aspect qualitatif semble marquer encore plus cette race, qui en dépit d'une alimentation pauvre et inadéquate aux hautes productrices, arrive à avoir un taux butyreux de 38,98‰ (38,8 ‰ pour la Montbéliarde), une densité de 1,032 et une masse sèche totale de 126,72 g/l qui sont des valeurs considérées comme normales (Bouzebda *et al.*, 2007).

### 3.2. Sur les traitements et protocoles

#### 3.2.1. Préparations des donneuses

La préparation préalable des femelles, en vue du traitement de superovulation, semble être efficace en tenant compte de l'évolution moyenne de poids de  $47,08 \pm 15,13$  et de BCS de  $0,50 \pm 0,32$  enregistrée.

Il est bien connu que, pour une croissance folliculaire et un développement embryonnaire optimums aboutissant à une bonne production d'embryons, une bonne alimentation est nécessaire afin de palier à d'éventuelles carences nutritives qui sont de nature à compromettre le processus de reproduction. (Freret *et al.*, 2003; Gerris *et al.*, 2009). En revanche, une alimentation inadéquate, se soldant par une diminution du BCS durant la période de conception, est un des facteurs de risque majeur pour la mortalité embryonnaire suggérant une relation étroite entre la nutrition et la reproduction, en général, et la production d'embryons *in vivo*, en particulier. Cette relation reste, cependant, très complexe sachant que tout changement dans la ration alimentaire donne des résultats variables et souvent contradictoires (Chorfi *et al.*, 2006). En effet, selon ces auteurs, pour des régimes alimentaires différents (Sous-alimentation, standard et supplémentation), les vaches donnent un nombre d'embryons très variables d'un lot à un autre mais aussi au sein du même lot, d'une vache à une autre. Par contre, pour d'autres auteurs, une suralimentation des donneuses a des effets délétères sur la production d'embryons (Negrao *et al.*, 1997) qu'une restriction alimentaire pourrait corriger notamment chez les génisses (Freret *et al.*, 2001). Certains auteurs soutiennent, même, qu'un léger déficit énergétique semble pas influencer le taux d'embryons produits (Freret *et al.*, 2002).

Dans notre expérimentation, les vaches ont reçu une supplémentation alimentaire à base de concentré (VLB 17) et ont répondu aux traitements de superovulation avec une moyenne très satisfaisante en termes de corps jaunes ( $20,00 \pm 3,19$ ).

#### 3.2.2. Traitements de synchronisation des chaleurs

La maîtrise des cycles chez la vache peut recourir à plusieurs protocoles. Ces derniers peuvent être à base de prostaglandine, de progestagènes ou à base d'une combinaison de GnRH-Prostaglandines-GnRH.

Le protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine ne peut, en dépit de son moindre coût, être appliqué que sur des vaches cyclées. Ce qui n'était pas le cas lors de notre expérimentation où l'exploration rectale des donneuses nous a révélé l'absence de cyclicité chez 69,23% des vaches.

Les associations de type GnRH-Prostaglandines-GnRH combinent une action à la fois sur les follicules ovariens (par le GnRH) et sur le corps jaune (par les prostaglandines).

Cependant, en plus des résultats médiocres obtenus chez les vaches non cyclées et les génisses (Twagiramungu *et al.*, 1995), le coût de ce protocole est très onéreux.

Quant aux protocoles à base de progestagènes, ils sont préconisés pour induire et synchroniser les chaleurs dans des troupeaux où une hétérogénéité des états œstraux est observée (Grimard *et al.*, 2003). L'association des œstrogènes et des progestagènes agit à la fois sur la croissance folliculaire et sur la durée de vie du corps jaune (Chupin *et al.*, 1974 ; Driancourt, 2001).

Dans notre étude, 09 donneuses sur 13 ont présenté une absence de cyclicité (69,23%). Ceci nous a contraints à recourir aux progestagènes comme moyen d'induction et de synchronisation des chaleurs. Nous nous sommes orientés vers l'utilisation du protocole à base de Crestar® qui combine progestagènes et œstrogènes ainsi que des prostaglandines. Ce choix est basé sur l'efficacité de ce produit sur la race locale vantée, à l'unanimité, par les praticiens que nous avons consultés par rapport à l'autre dispositif commercialisé en Algérie, le PRID®.

### 3.2.3. Traitements de superovulation

Plusieurs travaux ont été entrepris en vue de déterminer des traitements optimaux de superovulation adaptés aux races locales en Afrique (Chicoteau, 1989 ; Bianchi *et al.*, 1989 ; Ouattara, 1990 ; Jordt *et al.*, 1992 ; Diop *et al.*, 1992 ; Blanvillain, 1993) et au Maghreb (Mazouz *et al.*, 1994 ; Cidibé *et al.*, 1996 ; Elaidi *et al.*, 1996 ; Elaidi *et al.*, 1997 ; Amara ; 2003 ; Adel, 2004 ; Ferrouk, 2008).

En Algérie, des essais de superovulation, à base d'eCG, ont été entrepris en 1996 au CNIAAG (Centre Nationale d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique) se soldant par l'obtention d'embryons dégénérés (Barka et Tcheandjieu, 2010). Une autre étude utilisant un extrait hypophysaire (Pluset® ; Laboratoires Calier, Espagne) sur 12 donneuses a eu pour résultat la production de 72 CJ au total avec une moyenne de 06 CJ par vache (Amara, 2003). De même que Adel (2004) a comparé l'effet de deux extraits hypophysaires, le Pluset® et le Stimufol® sur 18 vaches et a abouti à des réponses ovariennes satisfaisantes avec 6,58 CJ en moyenne par vache.

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé, pour la superovulation des donneuses de race locale, le Stimufol® (ULg FMV PhR, Sart-Tilman, Belgique), un extrait hypophysaire associant deux fractions de FSH et de LH d'origine porcine. Les extraits hypophysaires se sont révélés plus efficaces que les gonadotropines chorioniques représentées par l'eCG (Wildt *et al.*, 1975 ; Elsdén *et al.*, 1978 ; Monniaux *et al.* 1983 ; Svitovus *et al.*, 1995 Mojtaba-Kafi *et al.*, 1997).

L'intérêt de ce travail réside dans l'utilisation et la comparaison de deux doses de Stimufol® sur la race locale « Brune de l'Atlas ». En effet, à notre connaissance, aucune étude n'avait, jusqu'alors, comparé l'effet de posologies différentes d'une même molécule dans des conditions semblables sur notre race locale en vue d'en adapter la dose.

#### 3.2.4. Saillie des donneuses

La fécondation des ovocytes émis est tributaire, entre autre, de la qualité de la semence utilisée, du moment et du nombre d'inséminations artificielles effectuées.

Généralement, 02 IA sont préconisées : 12h et 24h après le début des chaleurs observées ou 56h et 72h après injection de PG ou enfin 36 et 48 heures après le retrait des implants (Nibart, 1991). Cependant, certains auteurs ont démontré qu'une seule IA est suffisante si l'œstrus est détecté avec beaucoup de rigueur (Lacaze *et al.*, 1992).

Le taux de fertilisation, après IA, des vaches mono-ovulantes (n'ayant pas subi de superovulation) est de l'ordre de 85-95% alors que pour les vaches superovulées, il n'est que de 65-75% (Hasler, 1992).

Dans notre expérimentation, les donneuses utilisées ont été inséminées avec de la semence issue de taureaux de race locale dont la fertilité a été prouvée par des évaluations macroscopique et microscopique réalisées au niveau du CNIAAG et par des inséminations fécondantes antérieures.

Dans notre travail, comme dans la plupart des expérimentations décrites dans la bibliographie, les donneuses étaient inséminées 12h et 24h après le début des chaleurs.

#### 3.2.5. Récolte des embryons

Pour récolter les embryons, nous avons utilisé la technique dite endocervicale à J<sub>7</sub> post-insémination. Cependant, 02 donneuses du groupe FSH-32 ont subi une laparotomie devant l'impossibilité de cathétériser leur cervix.

La collecte endo-cervicale offre l'avantage d'effets secondaires post opératoires très réduits dans le cas où elle est réalisée dans de bonnes conditions d'hygiène contrairement à la collecte chirurgicale dont les risques infectieux et d'atteinte de l'état général sont souvent rencontrés. Cependant, cette dernière nous a permis de visualiser les ovaires et de comptabiliser avec plus de précision les corps jaunes s'y trouvant sans pour autant que les donneuses aient manifesté une quelconque suite pathologique.

Suite à ces opérations de collecte d'embryons, toutes les donneuses sont revenues en chaleurs témoignant, ainsi, de l'intégrité de leur tractus génital et de l'absence de toute anomalie à l'origine d'un œstrus (Gerris *et al.*, 2009).

#### 4. Sur les résultats

L'objectif du présent travail était de déterminer un traitement de superovulation adapté à la race « Brune de l'Atlas ». L'étude a porté sur 13 donneuses réparties en deux lots expérimentaux.

Pour l'interprétation des résultats, il serait judicieux d'émettre quelques réserves :

D'abord, en raison du nombre global de donneuses relativement faible (13 au total), à l'origine de la taille réduite des effectifs des lots utilisés pour chaque dose de FSH (6 pour le groupe FSH-32 et 7 pour le groupe FSH-40).

Il est ensuite à noter que les deux récoltes du groupe FSH-32 se sont faites par voie chirurgicale, dans des conditions assez laborieuses et que la standardisation du procédé de récolte n'est pas faite pour la totalité des donneuses, ce qui, bien évidemment, se répercutera sur les résultats (en termes d'embryons collectés).

Aux regards de ces précisions, il nous serait permis de rapporter les résultats et de les discuter tout en tirant des éléments de conclusion.

##### 4.1. Résultats de la synchronisation des chaleurs

###### 4.1.1. Taux de synchronisation des chaleurs

La totalité (13) des vaches de la race locale, soumises aux traitements de synchronisation, sont venues en chaleurs témoignant de l'application rigoureuse des implants Crestar® (aucune n'a perdu son implant sous-cutané) et de la très bonne réponse aux traitements.

Nos résultats, de venue en chaleurs, sont supérieurs à ceux obtenus chez les femelles de la race Ndama de l'Afrique de l'Ouest (97,8%) (Diop *et al.*, 1992) et de la Côte d'Ivoire (95%) (Yesso et Meyer, 1990) ainsi qu'à ceux enregistrés chez les femelles de la race Jersiaise introduite au Sénégal (88%) (Dieng *et al.*, 1994). Ces auteurs justifient ce taux par le caractère agressif des races locales dû au manque de manipulations des ces vaches et à une mauvaise adaptation des races importées au climat sub-saharien. Il est à signaler que nous avons comparé nos résultats à ceux des travaux effectués sur des effectifs réduits, tout comme le nôtre, afin d'avoir une meilleur appréciation des résultats.

Rappelons que la race locale « Brune de l'Atlas » a fait l'objet de peu de travaux dans lesquels des effectifs très réduits étaient utilisés c'est le cas dans les études de Adel (2004), Bougar (2006) qui obtient 100% de venues en chaleurs sur deux vaches de race locale. Ce même taux est rapporté par Kaidi (2006) sur un même effectif.

#### 4.1.2. Intensité des manifestations des chaleurs

En nous référant au barème décrit par Van Eerdenburg *et al.*, (1996), nous avons obtenu, sur l'effectif total, un score moyen de manifestations des chaleurs de 173,58 (175,17 pour le groupe FSH-32 et 172 pour le groupe FSH-40, sans qu'un effet dose ne soit enregistré).

Nos résultats sont proches de ceux rapportés par Doucet (2004) qui, sur un total de 72 vaches Prime Holstein, note un score de 180. Cet écart apparent pourrait être attribué aux techniques de détection des chaleurs (qui a fait l'objet de sa thèse) basées sur la vidéosurveillance 24h sur 24h, la méthode assistée du système DEC (Détecteur Electronique de Chevauchement) et les marqueurs colorés.

Il est à signaler, à notre connaissance, qu'aucune étude en Algérie n'avait jusqu'à présent traité de l'intensité des manifestations œstrales chez les bovins (toutes races confondues).

#### 4.1.3. Intervalle PG-Début des chaleurs

L'intervalle moyen entre l'injection de PG et le début des chaleurs est, dans notre travail, de 37,27 h  $\pm$  2,39h pour la totalité de l'effectif utilisé, avec une moyenne de 39,00 h  $\pm$  2,30 h pour le groupe FSH-32 et 35,79 h  $\pm$  1,55h pour le groupe FSH-40. Une différence significative de l'effet des deux doses a été notée laquelle pourrait être attribuée aux températures (Sumretprasong *et al.*, 2008 ; Gerris *et al.*, 2009) très basses enregistrées lors du traitement du groupe FSH-32 (24 Octobre au soir, 7°C)

Un intervalle moyen PG-Début des chaleurs de 42h dans un troupeau de vaches de race Montbéliarde a été rapporté dans une étude antérieure (Laizeau, 2009). Cet intervalle est caractérisé par une variabilité considérée comme l'un des facteurs limitant la production qualitative des embryons.

En effet, tout retard au début des manifestations œstrales est synonyme de retard de maturation ovocytaire et plus précisément, de maturation nucléaire (Hunter *et al.*, 1984). De plus, comme les IA sont réalisées systématiquement à des heures fixes lors de cycles maîtrisés, des anomalies de fécondation peuvent être observées justifiant la qualité inférieure des embryons récoltés sur des vaches manifestant tardivement ou de manière très variables leurs chaleurs.

Nos résultats sont, en apparence, légèrement, supérieurs à ceux enregistrés par Ouattara (1990) qui note un intervalle moyen PG-début des chaleurs de 36 h pour des vaches de race locale du Sénégal. Le même auteur rapporte, dans une étude comparative avec la race locale, un intervalle de 41h chez des vaches de race Montbéliarde importées au Sénégal et conclut à une mauvaise adaptation de cette dernière aux conditions locales en termes d'alimentations et de climat.

Dans une étude comparative de 02 doses de FSH chez des vaches de la race locale Oulmes Zaer, évoluant dans des conditions d'élevage de ferme au Maroc, un intervalle moyen de 39h sur un effectif total de 62 vaches a été enregistré (Elaidi *et al.*, 1997). La moyenne des intervalles, enregistrée dans notre étude, semble, apparemment, inférieure (37,27 h) à celle observée chez Oulmes Zaer. Cette différence serait, probablement, due aux conditions expérimentales dans lesquelles ont évolué nos donneuses.

En Algérie, nos résultats se situent entre les résultats de Bougar (2006) qui rapporte un intervalle PG-début des chaleurs de 39,50h chez la race locale et ceux enregistrés par Kaidi (2006), 31,30h.

Aux regards des travaux trop peu nombreux effectués en Algérie sur la race locale et la faiblesse de l'effectif utilisé à chaque tentative, aucune conclusion définitive ne peut être, à ce stade, tirée, hormis le fait que les vaches de race locale répondent de façon satisfaisante aux traitements de maîtrise des cycles et qu'elles ont des intervalles PG-début des chaleurs répondant aux normes des vaches de races locales.

#### **4.1.4. Réponses aux traitements de superovulation en termes de CJ palpés**

La palpation transrectale nous a permis d'enregistrer une moyenne de corps jaunes de  $21,33 \pm 2,50$  pour le groupe FSH-32 et de  $18,86 \pm 3,44$  pour le groupe FSH-40. Les vaches de race locale semblent, de prime abord, répondre de manière satisfaisante aux extraits hypophysaires, avec un léger avantage au groupe FSH-32 sans pour autant qu'une différence significative ne soit notée.

Nos résultats sont largement supérieurs à ceux rapportés chez les races améliorées se situant entre  $10,30 \pm 1,30$  et  $14,70$  (Chupin en 1988 ; Gilbault *et al.*, 1991; Huhtinen *et al.*, 1992)

En Afrique, en comparaison avec quelques travaux effectués sur des races locales de différents pays, nos résultats semblent nettement supérieurs avec une moyenne de  $20,00 \pm 3,19$  CJ. En effet, des moyennes de 6,50 CJ et de 14,40 CJ ont été rapportées, respectivement, chez la race Baoulé au Soudan (Chicoteau, 1989) et la race Ndama en Gambie (Jordt *et al.*, 1992) traitées avec une dose de 40 mg de FSH et de 6,90 CJ chez la race Baoulé au Burkina-Faso traitée avec 32mg de FSH (Bianchi *et al.*, en 1989).

Afin d'expliquer la faiblesse de leurs résultats, les auteurs précédemment cités avancent les hypothèses suivantes : des extraits de FSH inappropriés aux races locales étudiées (lots d'extraits hypophysaires, dont le rapport LH/FSH est souvent variable ou des doses insuffisantes pour des réponses optimales), des excès de poids et des BCS importants au moment de l'instauration des traitements et enfin, des conditions d'élevage souvent incontrôlables et difficiles à standardiser surtout en milieu villageois.

Dans d'autres études, les résultats sont, par contre, plus encourageants, en termes de corps jaunes suite aux traitements de superovulation chez les races locales étudiées. En effet, des moyennes de 15,80, 16,80 et 17,90 CJ ont été enregistrées chez la race Somba trépanotolérante, la Baoulé de l'Afrique de l'Ouest et la Zebu Gobra du Sénégal, respectivement (Cidibé *et al.*, 1996 ; Blanvillain, 1993 ; Ouattara, 1990). Les résultats de notre étude sont supérieurs à ceux sus-cités avec une moyenne de  $20,00 \pm 3,19$  CJ palpés.

Au Maroc, Elaidi *et al.*, (1997) obtiennent, chez la race Oulmes Zaer, des moyennes de  $7,20 \pm 2,00$  et  $9,50 \pm 2,60$  CJ pour des doses de 32 mg et 40 mg, Elaidi *et al.*, (1996) enregistrent une moyenne de  $10,50 \pm 2,60$  pour une dose de 40 mg. Ces auteurs concluent à une variabilité de réponse de la race Oulmes Zaer par rapport à l'hormone utilisée pour la superovulation et pour la FSH par rapport aux doses elle-même mais aussi une variabilité d'un essai à un autre. La supériorité de nos résultats ( $20,00 \pm 3,19$ ) par rapport à ceux obtenus chez les races locales marocaines pourrait être expliquée par les conditions de travail : conditions expérimentales dans notre cas et conditions d'élevage en ferme au Maroc.

En Algérie, une étude comparant deux molécules de FSH (Stimufol ® ULg FMV PhR, Sart-Tilman, Belgique et Pluset ®, Laboratoires Caliers, Espagne) de laboratoires différents sur un effectif total de 12 vaches s'est soldée par une moyenne de 4,66 CJ (Amara, 2003). Cette étude a été renouvelée une année plus tard à l'issue de laquelle une moyenne de 7 CJ a été obtenue (Adel, 2004). Pour la Brune de l'Atlas, des moyennes de 7,5 CJ et 9,5 CJ ont été rapportées (Bougar, 2006 ; Kaidi, 2006). Rappelons qu'en raison du faible nombre de donneuses utilisées (2 pour chaque expérimentation), il est difficile de tirer des conclusions définitives.

Il est connu que la réponse à un traitement de superovulation est proportionnelle à la dose d'hormone utilisée jusqu'à hauteur de sa valeur optimale au-delà de laquelle la réponse se stabilise. Dans nos résultats, vu l'absence d'une différence significative entre les deux doses de FSH utilisées, des essais devraient être menés, notamment, avec des doses inférieures à 32 mg afin de préciser le seuil de réponse optimale pour la race locale « Brune de l'Atlas »

#### **4.1.5. Récolte des embryons**

Un total de 22 embryons, issus de 06 donneuses, a été récolté dans notre essai. Parmi ces embryons, 10 étaient utilisables (45,45 %), 05 dégénérés (22,73%), 05 ovocytes étaient non fécondés (22,73%) et enfin 2 zones pellucides vides représente 9,09% du total des structures récoltées. Par rapport à l'effectif total récolté (06 donneuses), une moyenne de 3,67 embryons totaux fut collectée dont 1,67 utilisables, 0,83 embryons dégénérés, 0,83 ovocytes non fécondés et enfin 0,33 zones pellucides vides.

En Europe une moyenne de 7,2 embryons totaux dont 5 utilisables a été enregistrée et 2005 (Gerris, 2005), une moyenne légèrement supérieure est rapportée aux états unis où, en 2008, 7,5 embryons totaux sont en moyenne collectés et 4,8 d'entre eux utilisés (Gerris, 2009). Nos résultats sont faibles par rapport aux normes internationales. Ceci peut être expliqué par le fait que cette technologie se pratique en routine et n'est plus au stade de recherche.

Touati *et al.*, (2003) en Belgique, obtiennent, avec le même extrait hypophysaire, 8,5 embryons totaux dont 5,5 en moyenne transférables, les résultats obtenus dans notre travail sont très en dessous des résultats obtenus par cet auteur, cela pourrait, sans doute, être du à la technicité avérée des manipulateurs étant donné que le transfert embryonnaire, en Belgique, n'est plus au stade de recherche depuis fort longtemps.

Au Sénégal, une moyenne totale de 7,3 embryons dont 4,6 d'excellente qualité (Ouattara, 1990) a été enregistrée. Ces résultats sont le fruit de plusieurs années d'essais de production d'embryons chez la race Zébu Gobra, ce qui est loin d'être le cas pour la Brune de l'Atlas qui ne compte que quelques travaux à son actif.

En Gambie, Jordt *et al.*, (1990) obtiennent chez la race N'dama une moyenne de 2,2 embryons transférables sur un total moyen de 4,3 embryons. Si ces résultats sont plus faibles que ceux obtenus au Sénégal, ils restent, cependant, supérieurs aux nôtres. En effet, cette différence de résultats comparés aux nôtres trouverait une explication dans le fait que les auteurs ont pu réitérer les programmes de production d'embryons chez cette race aboutissant à terme à une présélection de femelles relativement bonnes productrices. Cependant, leurs résultats restent inférieurs aux normes internationales admises.

Les résultats sont, par contre, moins bons au Soudan, avec 0,88 d'embryons totaux dont 0,63 d'embryons transférables pour la race Baoulé Chicoteau *et al.*, (1989). D'autres équipes ont rapporté, quelques années plus tard, de meilleurs résultats avec une moyenne de 1,8 embryons totaux dont 1,4 transférables (Jordt *et al.*, 1986 ; Diop *et al.*, 1994). La supériorité de nos résultats pourrait être expliquée par la différence des rapports FSH/LH, d'une part, des doses des extraits hypophysaires utilisés, d'autre part. En effet, ces auteurs utilisent un extrait hypophysaire dont le rapport FSH/LH est égal à 1 avec des doses de 28 mg et 36 mg.

Au Maroc, des travaux sur le transfert embryonnaire chez la race locale ont abouti à la production de 4,8 embryons totaux en moyenne dont 2,2 transférables en utilisant 32mg de FSH (Elaidi *et al.*, 1997). Avec la même dose, nos résultats sont proches en termes d'embryons totaux et plus faibles en embryons transférables. En utilisant la dose de 40 mg de FSH, l'équipe marocaine obtient 6 embryons totaux en moyenne dont 3,2 transférables plaçant leurs résultats au dessus des nôtres, 3,5 embryons totaux et 2,25 embryons utilisables. Cependant, il est difficile d'interpréter ces

différences en raison du faible nombre de vaches collectées dans notre étude et les conditions dans lesquelles la récolte s'est effectuée (laparotomie et flushing d'une seule corne utérine). Des travaux ultérieurs sur un effectif plus important de notre race locale seraient de nature à révéler son véritable potentiel en termes de production d'embryons.

En Algérie, Adel (2004) récolte 4,5 embryons en moyenne desquels 2,83 sont transférables. La supériorité de ces résultats par rapport aux nôtres serait due à la dextérité de l'opérateur en la matière lui permettant une récupération de liquide proche de 100% (vs 56,10%) et une meilleure collecte d'embryons. De même que Ferrouk *et al.*, (2008) enregistrent 2,33 embryons utilisables d'un total de 5 témoignant d'un début de maîtrise de cette technique sur notre race locale.

Dans une autre étude, malgré une bonne réponse ovarienne au traitement de superovulation en termes de corps jaunes (9,5 CJ en moyenne), aucun embryon n'a été obtenu (Kaidi, 2006). L'auteur de cette étude explique l'absence d'embryons dans sa collecte par, entre autres, le fort état d'embonpoint (BCS=3,5 et 4) de ses 02 donneuses. Dans notre étude, ce facteur n'a pas interféré avec la production d'embryons malgré une moyenne des BCS de nos donneuses avoisinait les 3,5.

**Chapitre 05.**

**Conclusions et**

**Recommandations**

## **Conclusion et recommandations**

L'objectif initial de ce travail était de déterminer la dose de FSH la mieux adaptée à notre race locale « Brune de l'Atlas » dans le cadre de la superovulation en vue du transfert embryonnaire. En dépit de la très bonne réponse des vaches traitées à la superovulation ( $21,33 \pm 2,50$  CJ pour le groupe FSH-32 et  $18,86 \pm 3,44$  CJ pour le groupe FSH-40), le nombre d'embryons collectés reste faible comparé aux normes internationales. C'est sur cet axe que les efforts devront être déployés dans les travaux de recherches à venir.

En l'absence de différences significatives majeures entre les réponses des vaches aux différents protocoles testés, il est difficile d'affirmer la dose appropriée à la race locale « Brune de l'Atlas ». D'autres essais sur des effectifs plus importants permettront, sans doute, d'apporter des éléments de réponse à cette problématique.

En plus de la très bonne réponse aux traitements de superovulation, notre travail nous a permis d'apprécier des paramètres auparavant jamais ou très peu étudiés sur notre race locale dont les résultats sont rapportés pour la première fois parmi lesquels :

- La qualité de la réponse des donneuses aux traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs jugée très bonne, vu que nous avons enregistré un taux de synchronisation de 100% et un intervalle PG-début des chaleurs précoce ( $37,27 \pm 2,39$ h) ;
- La bonne résistance des femelles de race locale à une sollicitation métabolique importante (production d'embryons) sachant qu'aucune baisse importante du BCS n'a été relevée contrairement à ce qui a été rapporté dans des travaux antérieurs.
- L'intensité des expressions œstrales suite aux traitements de superovulation quantifiée pour la première fois en Algérie et jugée très bonne comparée aux normes des races améliorées (173,58). Ce paramètre permet d'optimiser l'utilisation des moyens d'aide à l'observation des chaleurs (Marqueurs colorés, détecteur électronique de chevauchement...).

La conformation anatomique des appareils génitaux des vaches de race locale a été, dans notre travail, un handicap nous contraignant à recourir, dans certains cas, à une récolte par voie chirurgicale. Cette information est capitale dans le sens où elle nous permettra, lors de travaux ultérieurs, d'envisager d'autres approches de collecte et pourquoi pas, en présence de moyens appropriés, envisager le recours à l'OPU qui est, dans ce cas précisément, la technique de collecte de choix.

Nous pouvons conclure que notre étude a permis d'apporter des éléments de réponse quant aux différents paramètres de reproduction chez notre race locale, jusque là méconnus, tout en ouvrant d'autres voies de recherche dans le domaine des biotechnologies de l'embryon en Algérie.

## **Chapitre 06.**

# **Références bibliographiques**

# A

- Adachi EY.**, Resnick C.E., Hernandez E.R. et coll, *Insulin-like growth factor-1 as an amplifier of follicle-stimulating hormone action: studies on mechanism(s) and site(s) of action in cultured rat granulosa cells*. *Endocrinology*. (1988), 122,1583-1591.
- Adams G.P.**,(1992), *Association between surges of follicle stimulating hormone and emergence of follicular waves in heifers*. *Journal of Reproduction and Fertility*, (1992), 94, 177-188.
- Adams G.P.**, Kot k., Smith C.A., Ginther O.J. (1993). *Effect of the dominant follicle on regression of its subordinates in heifers*. *Canadian Journal of Animal Science*, 73, 267-275.
- Adams G.P.**, Pierson R.A (1995), *Bovine model for study of ovarian follicular dynamics in human*. *Theriogenology*, 43, 113-120.
- Adams G.P.**,Matteri R.L., Kastelic J.P., Ginter J.O.,(1992), *Association Between Surges Of Follicle Stimulating Hormone And The Emergence Of Follicular Waves In Heifers*, *Journal of Reproduction and Fertility*, 94, 177-188.
- Adel D** (2004), *étude comparative de deux extraits hypophysaires dans la production d'embryons chez les bovins*, (Thèse magister). Université Sâad Dahleb. Blida (Algérie). 104p.
- Afri- Bouzebda F.**, (1985), *Le transfert d'embryons dans le contrôle de la reproduction en élevage ovin*, Thèse soutenue en (1985), Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
- Aguer D.**,Pelot J., Chupin D.,(1981), *Reproduction du troupeau à viande et synchronisation de l'œstrus*. *Bulletin Group Technique Vétérinaire.*, 211,33-57.
- Aguer D.**, (1981), *La synchronisation des chaleurs*, Pâtre N° 287, 25-28.
- Aguer D.**,(1981), *Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins*. *Recherches Médecine Vétérinaire.*, 157, 53-60.
- Aissaoui C.**,Benakhla A., Aouadi H., (2003), *Caractérisation Du Bovin Race Locale Dans L'est Algérien : Etude Biométrique Et Structurale Du Troupeau*, Rencontre-Recherche-Ruminants.
- Al Katanani Y.M.**, Paula-Lopes F.F. Et Hansen P.J. (2002). *Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows*. *Journal of Dairy Science*, 85, 390-396.
- Al Mandri A.**(1986). *Contribution à l'étude de la puberté chez les génisses de la race locale et Pie-Noire: effet du niveau de nutrition post- sevrage*. Thèse Doctorat Vétérinaire. I.A.V. Hassan II, Rabat.
- Albihn A.**, Gustafsson H., Rodriguez-Martinez H.(1991) *Maternal influence on the early development of asynchronously transferred bovine embryos*.*Animal Reproduction Science.*, 24, 25-35
- Almeida A.P.**, (1987) *Superovulation in Cattle, a combined treatment using synchromate B with either PMSG or FSH*. *Theriogenology*, 27-303.
- Almquist J.O.**, Branas R.J., Barber K.A., (1976), *Post Puberal Changes In Semen Production Of Charolais Bulls Ejaculated At High Frequency And The Relation Between Testicular Measurements And Sperm Output*. *Journal of Animal Science*, 42, 670-676.
- Amara M.R.**, (2003), *Etude Des Réponses Du Traitement De Superovulation Chez La Vache En Vue Du Transfert Embryonnaire*, (Thèse magister). Université Sâad Dahleb. Blida (Algérie). 163p
- Amrane A.K.**, (1990). *Recueil des travaux sur les populations bovines locales effectués à l'Institut Technique des Elevages –Ferme démonstratives et de production de semences- station de Fetzara –Annaba-*

- Armstrong D.T.**, (1993), *Recent advances in superovulation in cattle*, Theriogenology, 39, 7-24.
- Anonyme**, (1996), *Importance Economique De L'agriculture, Sommet mondial de l'alimentation*, Rome 13-17 Novembre (1996).
- Armstrong D.T.**, Zamesnik J., *Preovulatory Elevation Of Rat Ovarian Prostaglandins And Its Blockade By Indomethacin*. Molecular Cellular Endocrinology, (1975), 2, 125-131.
- Auletta F.J.**, Flint A.P.F, (1988), *Mechanisms controlling corpus luteum function in sheep, cows, non human primates and women, especially in relation with the moment of luteolysis*, Endocrinology review, (1988), 8, 88-106.
- Austin J.W.**, Hupp E.W., Murphy R.L.,(1961), *Comparison Of Quality Of Bull Semen Collected In The Artificial Vagina And By Electroejaculation*, Journal Of Dairy Science, 44, 2292-2297.

## **B**

---

- Babiuk L.A.**, Phillips J.P., (1989), *Animal Biotechnologies, Comprehensive biotechnology*, 1<sup>st</sup> Supplement Pergamon Press, Oxford, 260p.
- Backers J.F.**, (1989), *Isolation and use of porcine FSH to improve the quality of superovulation in cattle*. Theriogenology, 27-213
- Badinga L.**, Thatcher W., Diaz T., Drost M. Et Wolfenson D. (1993). *Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows*. Theriogenology, 39, 797-810.
- Ballery.**, (2005), *Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins*. Thèse Médecine Vétérinaire, Maison Alfort, 136 pages.
- Balthazart J.**, Fabre-Nys C., (2001). *L'éthologie du comportement sexuel:L'accouplement*. In: Thibault C ET Levasseur MC (Edits). *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Ellipses, INRA, Paris, pp.85-107.
- Bartmann C.P.**, (1992) In Meinecke B., (1994), *Superovulation : recent advances and practical experience*. 10<sup>ème</sup> Colloque AETE, Lyon , 8 pp.
- Beal W.E.**, Chenault JR., Day M.L., Corah L.R., (1988), *Variation in conception rates following synchronization of estrus with melengestrol acetate and prostaglandin F2 alpha*. Journal of Animal Science, 66, 599-602.
- Beckers J.F.**, (1987), *Isolation and use of a porcine FSH to improve the quality of superovulation in cattle*. Theriogenology 27-213.
- Beers W.H.**, Strickland S., Reich E., (1975), *Ovarian plasminogen activator; relationship to ovulation and hormonal regulation*. Cell, (1975), 6, 387-394.
- Bellows R.A.**, Staigmiller R.B., Wileson J.M., Phelps D.A., Darling A., (1991), *use of bovine FSH for superovulation and embryo production in beef heifers*. Theriogenology, 35, 1069-1082.
- Benyei B.**, Fari M., Baarros C.W.C., Solti L. (1999). *Superovulatory Response In Continously Heat Stressed Holstein-Friesian Cattle In Brazil*. Theriogenology. 51, 260.
- Bergfelt D.R.**, Bo G.A., Mapletoft R.J., Adams G.P. (1997). *Superovulatory Response Following Ablation-Induced Follicular Wave Emergence At Random Stages Of The Estrous Cycle In Cattle*. Animal Reproduction Science 49, 1-12.

- Berthelot X.** et Bergonier D. (1995). *Température et reproduction chez la vache*. Point vétérinaire. 26 (166): 1149-1155.
- Besecke L.M.**, Guendner M.J., Schneyer A.L. et coll, *Gonadotropine-releasing hormone regulates follicle stimulating hormone-beta gene expression through an activine/follistatine autocrine or paracrine loop*, Endocrinology, (1996), 137, 3667-3673.
- Betteridge K.J.**, Firchon J. E., (1988), *the anatomy and physiology of pre-attachment bovine embryos*. Theriogenology, 29, 155-187.
- Bevers M.M.**, Dielman S.J., Gielen J.T.H., Wurth Y.A., Janszen B.P.M., Van Den Broek J., Willemse A.H., (1993), *Yield of embryos in PMSG-superovulated cows treated with anti-PMSG 6 or 18 hours after peac of LH*. Veterinary Research, 132, 186-189.
- Biggers B.G.**, Geisert R.D., Wetteman R.P., Buchanan D.S., (1987), *Effect of heat stress on early embryonic development in the cow*. Journal of Animal Science, 64, 1512-1518.
- Bo G.A.**, Adams G.P., Pierson R.A., Mapletoft R.J. (1996). *Effect Of Progestagen Plus Œstradiol-17-Beta Treatment On Superovulatory Response In Beef cattle*. Theriogenology. 45, 897-910.
- Bo G.A.**, Caccia M., Martinez M., Adams G.P., Pierson R.A., Mapeltof R.J., (1995), *The use of estradiol 17 $\beta$  and progestagene treatment for the control of follicular waves emergence in beef cattle*. Theriogenology 41-65.
- Bo G.A.**, Hockley D., Nasser L.F., Mapletoft R.J. (1994). *Superovulatory Response to A Single Subcutaneous Injection Of Folltropin-V In Beef Cattle*, Theriogenology. 42, 963-975.
- Bonnes G.**, Descaude J., Drogoul C., Gadoud R., Le Loc'h A., Montmeas L. et Robin G. (1988), *Reproduction des mammifères d'élevage*, 1<sup>ère</sup> édition, Paris.
- Bordas C.**, Lacroix C., Mignon P., (1988), *l'examen microscopique du sperme et l'interprétation de ses résultats dans le contexte de la monte naturelle en zone charolaise*, Recherche de Médecine Vétérinaire, 16 (N° spécial 617 « Bovin allaitant Charolais »), 528.
- Bouzebda.Afri F.**, Bouzebda Z., Bairi A., Franc M., (2007), *Etude Des Performances Bouchères Dans La Population Bovine Locale Dans L'est Algérien*, Science et Technologies, 26, 89-97.
- Bouzebda.Afri F.**, Bouzebda Z., Guellati M.A., (2003), *Etude De La Qualité Laitière De La Population Bovine Locale Dans La Région d'El-Tarf (Nord-Est Algérien)*, Rencontre-Recherche-Ruminants.
- Breuel K.F.**, Baker R.D., Butcher R.L., Townsend E.C., Inskeep E.K., Dailey R.A., Lerner S.P. (1991). *Effects Of Breed, Age Of Donor And Dosage Of Follicle Stimulating Hormone On The Superovulatory Response Of Beef Cows*. Theriogenology. 36, 241-255.
- Brink J.T.**, Kiracofe G.H. (1988), *Effect of estrous cycle stage at Syncro-Mate B treatment on conception and time to estrus in cattle*. Theriogenology, 29, 513-8.
- Broadbent P.J.**, Tregaskes L.D., Dolman D.F., Franklin M.F., Jones R.L., (1993), *Synchronization of estrus cycle in embryo transfer recipients after using a combination of PRID or CIDR-E plus PgF2 $\alpha$* , Thriogenology, 39, 1055-1065.
- Brown L.N.**, Odde K.G., King M.E., Lefever D.G., Neubauer C.J.(1988), *Comparison of Melengestrol Acetate-Prostaglandin F2 alpha to Syncro-Mate B for estrus synchronization in beef heifers*. Theriogenology, 30, 1-12.
- Bungartz L.**, Niemann H., (1994), *Assessment Of The Presence Of A Dominant Follicle And Selection Of Dairy Cows Suitable For Superovulation In A Single Ultrasound Examination*, Journal of Reproduction and Fertility, 101, 583-591.

# C

- Callesen H.**, Greve T., Hyttel P., (1986), *Preovulatory endocrinology and oocyte maturation in superovulated cattle*. Theriogenology, (1986), 25, 71-86.
- Caraty A.**, Duittoz A., Pelletier J., Thiery Jc., Tillet Y. Et Bouchard P. (2001). *Libération pulsatile des gonadotropines, de la prolactine et de la GH. Le contrôle de la pulsativité de LH*. Dans : Thibault C ET Levasseur MC (Edits). *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Ellipses, INRA, Paris, pp.85-107.
- Cartmill J.A.**, El-Zarkouny S.Z., Hensley B.A., Lamb G.C., Stevenson J.S., (2001), Stage of cycle, incidence and timing of ovulation and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols, Journal of Dairy Science, 84, 1051-1059.
- Chanstan-Maillard S.**, Mialot JP., (2002), *Le protocole GnRH-PGF2alpha-GnRH est-il universel ?*, Le Point Vétérinaire (230) : 9.
- Chevallier A.**, Vandewinkel E., Boudjenah H., Cosquer R., Grimard B., Humblot P., (1996), *Facteurs de variation des taux d'ovulation et de gestation après synchronisation de l'œstrus chez des femelles charolaises et limousines dans la région Centre-Ouest*. Elevage et insémination, 276, 8-22.
- Chorfi Y.**, Lanevski A., Dupras R., Girard V., Tremblay A., (2006), *Relation entre l'équilibre métabolique et la production d'embryons après superovulation chez le bovin laitier*, Rencontre-Recherche-Ruminants.
- Chupin D.**, (1977), maîtrise de la reproduction chez les bovins, Principes-Résultats-Limites, Annales de Médecine Vétérinaire, 121, 329-338.
- Chupin D.**, (1988), *Superovulation par PMSG ou FSH pour le transfert embryonnaire*. Colloque Société Française d'Etude de la fertilité. Masson édition Paris 26, 213-232.
- Chupin D.**, Deletang F., Petit M., Pelot J., Le Provost F., Ortavant R., Parez M., Mauléon P., (1974). *Use of progestagens in subcutaneous implants for the control of sexual cycles in the cow*. Annales de Biologie Animale Biochimie et Biophysique., 14, 27-39.
- Chupin D.**, Pelot J., Petit M., (1980) *Maîtrise des cycles chez la vache allaitante. Quoi de neuf ?* Bulletin Techniques Insémination., 15, 25-31.
- Chupin D.**, Procureur R.,(1983), *Efficiency Of Pituitary Extract (FSH) For Inducing Superovulation In Cattle* .Animal Reproduction Science, 6, 11-23.
- Clarke R.H.**, Heweston R.W., Thompson B.J., (1973), *Comparison Of Bovine Semen Collected By Artificial Vagina And Electroejaculation From Bulls With Low Libido*, 49, 240-241.
- Colleau J.J.**, Fritz .S., Druet T., Bechu J., Laurent Y., Humblot P., Renard J.P., Boichard B. (2004), *Unités des biotechnologies de la reproduction pour la sélection des bovins laitiers*, Rencontres 3R, (2004), 385-388.
- Colleau J.J.**, Heyman Y., Renard J.P., (1998), *Les biotechnologies de la reproduction chez les bovins et leurs applications réelles ou potentielles en sélection*. INRA, Production Animale, (1998), 11 (1), 41-56.
- Combarneous Y.**, -(1994)-*Structures et relations structure-activité des médiateurs*. In : *Biochimie des communications cellulaires*, Lavoisier Tec and Doc. Eds Médicales Internationales, Cachan CEDEX, France, (1994):33-61.
- Comberneous Y.**, Volland-Nail, (1997), *Les Gonadotropines*, I.N.R.A, Paris

- Cordoba M.C., Fricke P.M., (2001).** *Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing-based dairies.* Journal of Dairy Science, 84, 2700-2708.
- Cournis R., Combarous Y., Chabot V, Taragnat C. (2001),** *La régulation de la synthèse et de la libération des gonadotropines hypophysaires.* In : *La reproduction chez les mammifères et l'homme.* Editions INRA Ellipses, 65-84.
- Courot M., (1972)** *L'insémination Artificielle Bovine, Perspectives D'amélioration Des Résultats,* In, *Maîtrise De La Reproduction Dans L'espèce Bovine,* I.T.E.B-UNCEIA Paris, 124.
- Cupp A.S., Roberson M.S., Stumpf T.T., Wolfe M.W., Werth L.A., Kojima N., et al. (1993),** *Yearling bulls shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls.* Journal of Animal Science, 71, 306-309.
- Curtis J.L., (1991),** *Cattle Embryo Transfer Procedure: An Instructional Manual For The Rancher, Dairyman, Artificial Insemination Technician, Animal Scientist And Veterinarians.* Academic Press, INC: San Diego, California, 128p.
- Dalton J.C., Nadir S., Bame J.H., Noftsinger M., Saacke R.G. (2000).** *The Effect Of Time Of Artificial Insemination On Fertilization Status And Embryo Quality In Superovulated Cows.* Journal of Animal Science. 78, 2081-2085.

## D

- De Fontaubert Y.** *La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins: le point en 1986.* BTIA, 1986, 42, 5-12.
- De Rensis F., Marconi P., Cappeli T., Gatti F., Faciollongo F., Franzini S., Et Scaramuzzi R.J., (2002).** *Fertility in post partum dairy cows in winter or summer following estrus synchronization and fixed time AI after the induction of an LH surge with GnRH or hCG.* Theriogenology, 58: 1675 – 1687.
- De Rensis F., Scaramuzzi R.J. (2003).** *Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow- a review.* Theriogenology, 60 (6): 1139-1151
- Debail J., (1985),** *L'examen Du Mâle,* Bulletin GTV, 4, 7-18.
- Delahayes V., (1983),** *Etude Etiologique De L'infertilité Du Taureau Reproducteur,* (Thèse de doctorat vétérinaire), Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort Paris (France), 120p
- Deletang F.(1983)** *Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante.* In: *Synchronisation de l'œstrus chez les femelles domestiques.,* Lyon, 5 octobre 1983, 1-13.
- Derivaux J., Ectors F. (1989).** *Reproduction chez les Animaux Domestiques.* Vol I, ACADEMIA (Eds.), Edition et Diffusion, Louvain la Neuve, 57-506.
- Derivaux J., Ectors F.,(1985),** *Reproduction Chez Les Animaux Domestiques,* 3<sup>ème</sup> édition, Cabay, Louvain la Neuve, 1141 p.
- Derivaux J., Ectors F., (1980)** *Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire.* Editions du Point Vétérinaire : Maisons-Alfort, 273 p.
- Di Zerga G.S. et al,(1982),** *Identification of protein(s) secreted by the pre-ovulatory ovary which suppresses the follicle response to the gonadotropins.* Journal of Clinic Endocrinology and metabolism, (1982), 54, 1091-1096.
- Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires,** 13<sup>ème</sup> éditions, Maison Alfort, éditions du Point Vétérinaire, (2005), 1760p

- Dieleman J.S.**, Bevers M.M., Vos P.L.A.M., De Loos F.A.M. (1993), *PMSG/ANTI-PMSG in cattle : a simple and efficient superovulatory treatment*. *Theriogenology*, 39, 25-41.
- Diop P.E.H.**, Sow M.A., Senghor Kh., Sy M., Diouf M.N., Bazarusanga Th., (1993), *Transfert D'embryons Dans Une Unité Laitière Au Sénégal: LA SOCA*, Reproduction et production laitière.
- Diskin M.G.**, Mackey D.R., Roche J.F., Sreenan J.M. (2003). *Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle*. *Animal Reproduction Science.*, 78: 345- 370.
- Diskin M.G.**, Sreenan J.M., Roche J.F., (2001). *Controlled breeding systems for dairy cows*. In : M.G. Diskin (ed), *Fertility in the high producing dairy cow*, Occasionnal publication n°26, 175-193. British Society of Animal Science, Edinburgh.
- Donaldson L. E.**, (1985). *Matching of embryo stages and grades with recipient oestrous synchrony in bovine embryo transfer*. *Veterinary Research*. 117, 489-491.
- Donaldson L.E.**,(1985) *LH And FSH Profiles At Superovulation And Embryo Production In The Cow*, *Theriogenology*, 23, 441-447.
- Drew S.B.**, Wishart D.F., Young I.M.,(1979) *Fertility of norgestomet treated suckler cows*. *Veterinary Research*, 104, 523-5.
- Driancourt M.A.**, (2001), *Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction*. *Theriogenology*, 55, 1211-1239.
- Driancourt M.A.**, *Follicular dynamics in sheep and cattle*. *Theriogenology*, (1991), 35, 55-79.
- Driancourt M.A.**,(2001), *Turnover of large ovarian follicles, When, Who, Why ?*, *Thériogenology*.
- Driancourt M.A. et al**,(2001), *La fonction ovarienne*, dans: Thibault C, Levasseur, M.C, *La reproduction chez les mammifères et l'homme*, éditions Ellips INRA, (2001), 273-298.
- Drion P.V.** (2001), *Contribution à l'étude de l'utilisation répétée de la gonadotrophine chorionique (eCG) dans le contrôle de la reproduction*, Thèse de doctorat en sciences vétérinaire. Université de Liège (Belgique).
- Drion P.V. et al**,(2000), *Le développement folliculaire chez la vache, Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du post-partum*, Article de synthèse, *Annale de Médecine vétérinaire.*, (2000), 144, 385-404.
- Drion P.V.**, Backers J.F., (1996). *Régulation de la croissance folliculaire et lutéale*. *Point Vétérinaire*, Volume 28, numéro spécial, 37-47
- Drion P.V.**, Ectors F.J., Hanzen Ch., Houtain Y.J., Lonergan P., Beckers JF.. (1996) : *Régulation de la croissance folliculaire et lutéale: Ovulation, corps jaune et lutéolyse*. *Le Point Vétérinaire*, Vol 28, numéro spécial « Reproduction des ruminants ».
- Drion P.V.**, Remy B., Houtain J.Y., Mac Namara M., Baril G., Cognie Y., Heyman Y., Lebeouf B., Theau-Clément M., Desbuleux H., Ectors J.F., Ectors F., Backers J.F. (1998), *Utilisation répétée des gonadotrophines exogènes dans le contrôle de la reproduction : Justifications et effets secondaires potentiels*. Une synthèse, *Annales de médecine vétérinaire*, 142, 373-396.
- Ducrot C.**, Grohn Y.T., Humblot P., Bugnard F., Sulpice P., Gilbert R.O., (1994) *Postpartum anestrus in French beef cattle: An epidemiological study*. *Theriogenology*, 42, 753-764.

## E

- Elaidi L.**, Ectors F., Lakhdissi H., (1997), *Effet De Différents Traitements Sur La Réponse A La Superovulation Chez La Race Bovine « Oulmes Zaer »*, Reproduction et production laitière.
- Elsden R.P.**, Nelson L.D., Seidel G.E Jr.,(1978), *Superovulating Cows With Follicles Stimulating Hormone And Pregnant Mare Serum Gonadotrophin*, Theriogenology, 9, 17-26
- Elvin J.A.**, Yan C., Wang P., (1993), *Molecular characterization of the follicle defects in the growth differentiation factor-9 deficient ovary*. Molecular Endocrinology (1999), 13, 1018-1034.
- Epsey L.L.**, Lipner H., 1963, *Measurement of intrafollicular pressures in rabbit ovary*, Journal of Physiology, 1963, 205, 1067-1072.
- Erickson G.F.**, Danforth D.R. (1995), *Ovarian control of follicle development*. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 172, 736-747.
- Erickson G.F.**, Hsueh A.J.W., (1978), *Stimulation of aromatase activity by follicle stimulating hormone in rat granulosa cells in vivo end in vitro*. Endocrinology. 102, 1275-1282. In Drion P.V., Beckers J.F., Derkenne F., Hanzen Ch. , (2000). *Le développement folliculaire chez la vache : 2. Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du post-partum*. Annal de médecine vétérinaire. (2000), 144, 385-404.
- Estrada J.L.**, Pachon L.A., Olivera M., Pidrahita J., Westhusin M. (1998), *Superovulatory Response Of Colombian Creole Cattle To Two Doses Of FSH*, Theriogenology. 49, 377.

## F

- Ferrouk M.**, Gharbi I., Adel D., Lafri M., Touati K., Kaidi R., Guetarni D., (2008), *Production And Transfer Of Embryos In Algerian « Cheurfa »Bovine Breed*, African Journal of Agricultural research Vol 3 (4), pp 320-323.
- Findlay J.K.**, *An update on the roles of inhibin, activin and follistatin as local regulators of folliculogenesis*. Biology of Reproduction. (1993), 48, 15-23.
- Fogwell R.L.**, Bartlett B.B. , Reid W.A. (1986), *Synchronized estrus and fertility of beef cows after weaning calves for short intervals*, Journal of Animal Science, 63, 369-376.
- Forest M.G.**, Bertrand. J.,-(1997)- *La puberté*, dans Médecine de la reproduction, Gynécologie endocrinienne, Mauvais-Javis P *et al.*, Flammarion éditions, Paris, 156-194.
- Fortune J.E.**, (1994), *Ovarian follicular growth and development in mammals*, Biology of Reproduction, (1994), 50, 225-232.
- Fournier R.**, Driancourt M.A., Barreteau S. *Synchronisation des chaleurs et IA programmée chez les bovins. Comment maintenir une bonne fertilité avec des progestagènes sans œstrogènes?* In: Journées Nationales GTV, Tours, (2004), Paris: édition des GTV, 889-892.
- Freret S.**, Ficheux C., Jeanguyot N., Joly C., Ponter A.A., Ponsart C., Grimard B., (2003), *Variation Du Gain De Poids Vif, Statut Métabolique Et Production D'embryons In Vitro Chez Des génisses Laitières Suralimentées Et Superovulées*, Rencontre-Recherche-Ruminants.
- Freret S.**, Grimard B., Joly C., Ponchon S., Tron N., Ponter A.A., Ponsart C., Humblot P., (2001), *Effet D'une Restriction Alimentaire Sur La Production D'embryons Par OPU/FIV Chez Des Génisses Laitières Suralimentées*, Rencontre-Recherche-Ruminants.

**Freret S.,** Grimard B., Ponter A., Humblot P. (2000). *Variation Du Niveau D'apport Nutritionnel Et Production D'ovocytes Et D'embryons Chez Les Ruminants: Etude Bibliographique*. Elevage et Insémination. 297, 3-25.

**Freret S.,** Laizeau J.S., Manciaux L., Marie M., Ponter A.A., Grimard B., (2002), *Relation Entre Le Niveau De Production Laitière, Bilan Énergétique Et Production D'embryons Chez Des Vaches Laitières De Race Montbéliarde Superovulées*, Rencontre-Recherche-Ruminants.

## G

**Gao X.,** Greenbaum L.M., Mahesh V.B. et coll, *Characterization of kynine system in the ovary during ovulation in the rat*, Biology of Reproduction, (1992), 47, 945-951.

**Gardner D.K.,** Lane M., Watson A.J., (2009), *A Laboratory Guide To Mammalian Embryo*, Oxford University Press: Oxford, 403p.

**Gay V.L.,** Midgley A.R., Niswender G.D., (1979), *Patterns Of Gonadotrophics Secretion Associated With Ovulation*, Fed. Proc. Fed. Amer. Soc. Exp. Biol, 29, 1880-1887.

**Geisert R.D.,** Zavy M.T., Biggers B.G., Garrett J.E., Wettemann R.P., (1988), *Characterization of the uterine environment during early conceptus expansion in the bovine*. Animal Reproduction Science., 16,11-25.

**Gerris J.,** Adamson G.D., De Sutter P., Racowsky C., (2009), *Single Embryo Transfer*, Cambridge University Press: Cambridge, 327p

**Gerris J.,** Olivennes F., De Sutter P., (2005), *Assisted Reproductive biotechnologies*, The Parthenon Publishing Group: Washington D.C, 397.

**Ginter O.J.,** Kastelic J.P., Knopf L., (1989), *composition and characterization of follicular waves during the bovine estrus cycle*, Animal Reproduction Science, 20, 187-200.

**Gipoulou C.,** Ennuyer M., Humblot P., Remmy D., Hagen-Picard N., Deletang F., Mayar J.C., Regis R., (2003), *Gestion de la reproduction in: Formation à la reproduction bovine*. (CD-ROM), Paris, éditions AFC-CEVA-MIDATEST-OGER-CAMIA-KEREL.

**Gong J.G.,** Armstrong D.G., Baxter G., Garnsworthy P.C., Webb R. (1999). *The Effect Of Increased Dietary Intake On Superovulatory Response To FSH In Heifers*. Journal of Reproduction and Fertility 23, 22 abstract.

**Gonzalez A.,** Wang H., Carruthers D.T., Murphy B.D., Mapletoft R.J. (1994), *Increased ovulation rates in PMSG-stimulated beef heifers treated with a monoclonal PMSG antibody*. Theriogenology, 41, 1631-1642.

**Gordon I.,** (1996), *Reproduction in Cattle and buffaloes*. Vol I, Cab International, UK.

**Gougeon A.,** (1996), *Regulation of ovarian follicular development in primates: Facts and hypotheses*, Endocrinology Review (1996), 17, 121-155.

**Goulding D.,** Williams D.H., Duffy O., Boland M.P., Roche J.F.,(1990), *Superovulation In Heifers Given FSH Initiated Either At Day 2 Or Day 10 Of The Estrus Cycle*, Theriogenology, 34, 767-778.

**Grasso F.,** Guilbault L.A., Roy G.L., Lussier J.G. (1989). *Ultrasonographic Determination Of Ovarian Follicular Development In Superovulated Heifers Pretreated With FSH-P At The Beginning Of The Estrous Cycle*. Theriogenology. 31, 1209-1220.

- Gray B.W.**, Cartee R.E., Stringfellow D.A., Riddle M.G., Riddle K.P., Wright J.C. (1992). *The Effects Of FSH-Priming And Dominant Follicular Regression On The Superovulatory Response Of Cattle*. Theriogenology. 37, 631-639.
- Greenwald G.S.**, (1972), *Maturation of eggs and follicles* (Editorial). Am. J. Anat, 137p, 1-4.
- Greves T.**, (1982) *embryo-transplantation in cattle: an attempt to analyze factors that may affect embryo number and quality*. 2<sup>ème</sup> Congrès International "Tranfert d'embryons chez les mammifères", 251-276.
- Grimard B.**, Humblot P., Parez V., Mialot J.P., Thibier M.(1992), *Synchronisation de l'œstrus chez la vache charolaise: facteurs de variation de la cyclicité prétraitement, du taux d'ovulation après traitement et du taux de fertilité à l'œstrus induit*. Elevage et insémination, 250, 5-17.
- Grimard B.**, Humblot P., Ponter A.A., Mialot J.P., Sauvant D., Thibier M.(1995), *Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows*. Journal of Reproduction and Fertility, 104, 173-179.
- Grimard B.**, Humblot T., Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P., (2003), *Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins*, INRA Production Animale, 16 (3), 211-227.
- Grimard B.**, Mialot J.P.,(1990), *Avancer et regrouper les vêlages grâce à la maîtrise de la reproduction*. Elevage et insémination, 240, 15-30.
- Gyawu P.**, Ducker M.J., Pope G.S., Saunders R.W., Wilson G.D.A., (1991). *The value of progesterone, œstradiol benzoate and cloprostenol in controlling the timing of œstrus and ovulation in dairy cows and allowing successful fixed time insemination*. British Veterinary Journal, 147, 171-182.

## H

---

- Hanzen Ch.**, Laurent Y. *Applications des progestagènes au traitement de l'œstrus fonctionnel dans l'espèce bovine*. Annales de Médecine Vétérinaire., (1991), 135, 547-557.
- Hanzen Ch.** (1983), *Les prostaglandines, biosynthèse et pharmacologie*. Annales de Médecine Vétérinaire, 127, 409-433.
- Hanzen CH.**, Lourtie O., Drion P.V.. (2000), *Le développement folliculaire chez la vache. 1. aspect morphologique et cinétique*, Annales de Médecine vétérinaire, 144, 223-235
- Hanzen Ch.**, Boudry B., (2003), *Optimisation des résultats du protocole GPG.*, Le Point Vétérinaire 34, (240) : 44-46.
- Hanzen Ch.**, Boudry B., (2004), *Facteurs d'influence du protocole GPG*, Le Point Vétérinaire
- Hanzen Ch.**, Boudry B., Bouchard E., (2003) *Protocole GPG et succès de reproduction*, Le Point Vétérinaire 34, (238) : 50-54.
- Hanzen Ch.**, Boudry B., Drion P.V., (2003), *Effets du protocole GPG sur l'activité ovarienne*, La Point Vétérinaire, 34, (239) : 26-30.
- Hanzen Ch.**, Boudry B., Drion P.V., (2003), *Induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF<sub>2α</sub>* , Le Point Vétérinaire, 34, (236) : 22-23
- Hawk H.W.**, (1975), *Hormonal control of the changes in the direction of uterin concentration in the œstrus cycle*, Biology of reproduction, 12, 423.
- Henderson K.M.**, Scaramuzzi J., Baird D.T., *Simultaneous infusion of prostaglandin E2 antagonizes the luteolytic action of prostaglandin F<sub>2α</sub>* , Journal of Endocrinology, (1977), 72, 379-383.

- Heyman Y.**, (1988), *Moment de la transplantation et succès de la gestation chez les mammifères*, Reproduction, nutrition et développement, 28 (6B), 1773-1780.
- Hochi S.**, Choi Y.H., Braun J.W., Sato K. Et Oguri N. (1993). *Factors affecting the recovery of follicular oocytes from horses and their in vitro maturation*. Japanese journal of Equine Science. 4 , 145-150.
- Hockley D.K.**, Bo G.A., Palasz A.T., Del Campo M.R., Mapletoft R.J. (1992). *Superovulation With A Single Subcutaneous Injection Of Folltropin In The Cow: Effect Of Dose And Site Of Injection*, Theriogenology. 37, 224.
- Huhtinen M.**, Rainio V., Aalto J., Bredbacka P., Maki-Tanila A. (1992). *Increased Ovarian Responses In The Absence Of A Dominant Follicle In Superovulated Cows*. Theriogenology. 37, 457-463.
- Humblot P.**, Grimard B. (1996), *Endocrinologie du post-partum et facteurs influençant le rétablissement de l'activité ovarienne chez la vache*. Le point vétérinaire Numéro spécial, 28, 917-925.
- Humblot P.**, Grimard B., Ribon O., Khireddine B., Dervishi V., Thibier M., (1996), *Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous Charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG*. Theriogenology, 46, 1085-1096.
- Humblot P.**, Negrao S., Nibart M. (1998). *Effects Of High Energy Supply And Metabolic Status On Superovulatory Response And Embryo Production In Dairy Heifers*. Theriogenology. 49, 378.
- Humblot P.**, Rodrigues J.L., Nibart M., Silvestrini Tiezzi F.L., Jeanguyoy N., Thibier M. (1994). *Effet Du Mode De Synchronisation Des Cycles Sexuels Sur La Réponse Hypophysaire Et La Fonction Ovarienne Après Superovulation Chez La Vache*. Elevage et Insémination, 261, 7-18.
- Hutchinson L.A.**, Findlay J.K., De Vos F. et coll.. *Effect of bovine inhibin, transforming growth factor-b and bovine activin-A on granulosa cell differentiation*. Biochem. Biophys. Res. Commun. (1987), 146, 1405-1412.

## I

---

- Itskovitz J.**, Sealey J.E., Glorioso N. et coll, *Plasma protein response to human chorionic gonadotropin in ovarian hyper stimulated women: Correlation with the number of ovarian follicles and steroid hormones concentration*. Proc. Natural Academic Science, (1987), 84, 7285-7289.

## J

---

- Jussiau R.**, Montmeas L., Papet. A., (2006) , *Amélioration génétique des animaux d'élevage*. Educagri éditions, Dijon, (2006), 322p.

## K

---

- Kabandana F.**, Grimard B., Humblot P., Thibier M., (1993) *Effet d'une supplémentation alimentaire sur l'efficacité des traitements d'induction et de synchronisation de l'œstrus chez la vache allaitante: références particulières aux primipares non cyclées*. Elevage et insémination, 258, 1-26.
- Kafi M.**, McGowan M.R. (1997). *Factors Associated With Variation In The Superovulatory Response Of Cattle*. Animal Reproduction Science, 48, 137-157.

- Kanitz W.**, Becker F., Schneider F., Kanitz E., Leiding C., Nohner H.P., Pöhland R., (2002), *Superovulation In Cattle: Practical Aspects Of Gonadotropin Treatment And Insemination*, Reproduction, Nutrition and Developpement, 42, 587-599
- Kastelic J.P.**, Ko J.C.H., Ginter J.O., (1990), *Suppression Of Dominant And Subordinate Ovarian Follicles By A Proteinaceous Fractio Of Follicular Fluid In Heifers*, Theriogenology, 34, 499-509.
- Khireddine B.**, Grimard B., Ponter A.A., Ponsart C., Boudjenah H., Mialot J.P., *et al.*(1998), *Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows*. Theriogenology, 49, 1409-1023.
- Kiser T.E.**, Dunlap S.E., Benyshek L.L., Mares S.E.,(1980).*The effect of calf removal on œstrus response and pregnancy rate of beef cows after Synchro-Mate B treatment*. Theriogenology, 13, 381.
- Ko J.C.H.**, Kacstelic J.P., Del Compo M.R., Ginther J.O., (1991), *effect of ovarian follicular dynamics during the estrus cycle in heifers*. Journal of Reproduction and Fertility, 91, 511-519.
- Kumar A.**, Solanki S.K., Tripathi V.N. Et Jain G.C. (1997). *Oocyte retrieval and histological studies of follicular population in buffalo ovaries*. Animal Reproduction Science, 47, 189-195.
- Kumar T.R.**, Wang Y, Lu N., Matzuk M.M., (1997), *Follicle stimulating hormone is required for ovarian follicle maturation but not male fertility*. Nat Gent, (1997)., 15, 201-204.
- Kunkel R. N.**, Stricklin W.R., (1978). *Donor-recipient asynchrony, stage of embryo development and the post-transfer survival of bovine embryos*. Theriogenology, 9, 96.

## L

---

- Labussiere J.**, (1977), *Cours de physiologie de la reproduction*. ENSA Rennes.
- Lafri M.**, (2003) *Optimisation Des Traitements De Superovulation Dans Le Cadre Du Transfert Embryonnaire Chez Les Bovins* (Thèse doctorat). Institut National Agronomique –Alger- (Algérie). 188p.
- Lagneau F.**, (1981), *Examen De La Fonction Génitale Du Taureau*, Publication ENVA.
- Laing J.A.**, (1979), *Fertility and infertility in domestic animals*, 3<sup>rd</sup> edition, Baillière Tindall, London, 262 p.
- Laizeau J.S.** (2003). *Facteurs de variation de la production d'embryons chez la vache laitière de race Montbeliarde*. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil (France).
- Laster, D.B.**, Turman, E.J., Stephens, D.F. & Renbarger, R.E. (1971), *Ovulation Rates Of Beef Cows And Heifers Treated With Equine Gonadotropin (PMS) And Chorionic Gonadotropin (HCG)*. Journal of Animal Science, 33, 443-449.
- Lauria A.**, Genazzani A. R., Oliva O., Inaudi P., Cremonesi F., Monittola C., Aureli G.,(1992), *Clinical And Endocrinological Investigations Onsuperovulation Induced In Heifers By Human Menopausalgonadotrophin*, Journal of Reproduction and Fertility, 66, 219-225.
- Lauriere P.**, Maniere J., Chastant S., Grimard B. (2001). *Facteurs De Variation De La Production D'embryons Chez Des Vaches Charolaises Superovulées En Région Bourgogne*. Rencontre Recherche Ruminants. 361-364.
- Lavoir M.**, Fortune J.E. (1990), *Follicular dynamics in heifers after injection of PGF2 $\alpha$  during the first wave of follicular development*, Theriogenology, (1990), 33, 270.
- Le Stum H.**, (1974). *Premiers résultats d'un essai d'intensification de l'élevage d'une race bovine locale marocaine la Brune de l'Atlas*. Hommes, Terre et Eaux 11, 64-83

- Lehn-Jensen H.**, (1983), *Survival Of Cow Blastocysts Using Cooling Rates Of 1°C/Min To -25°C Before Plunging*. *Theriogenology*. 19-183.
- Lehn-Jensen H.**, Greve T., (1981), *Survival Of Cow Blastocysts Using Short Freezing Curves*. *Nord Veterinary Medicine*, 33, 523-529.
- Leung P.C.K.**, Steele G.L., *Intercellular signalling in the gonads*. *Endocrinology Review*, (1972), 13, 471-498.
- Leymarie P.**, Martal J., (2001). *Du corps jaune cyclique au corps jaune gestatif*, dans Thibault C., Levasseur M.C., *Reproduction des mammifères et l'homme*. Editions INRA: Paris, 479-502.
- Lussier J.G.**, Carruthers T.D. (1989). *Endocrine And Superovulatory Responses In Heifers Pretreated With FSH Or Bovine Follicular Fluid*. *Theriogenology*. 31, 779-794.

## M

---

- Mac Intosh J.E.A.**, Moor R.M., Allen W.R., (1975), *Pregnant Mare Serum Gonadotropin, rate of clearance from the circulation of sheep*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 44, 95-100.
- Manciaux L.**, Ponsart C., Grisouard D., Humblot P. (2000). *Sources Of Variation In Embryo Production Following Superovulation In The Monbeliard Breed*. *Theriogenology*. 53, 502.
- Mantovani R.**, Enright W.J., Keane M.G., Roche J.F., Boland M.P. (1993). *Effect Of Nutrition And Dose Of Follicle Stimulating Hormone (FSH) On Superovulatory Response In Beef Heifers*. *Proceeding 9<sup>ème</sup> AETE meeting*. Lyon, 10-11 September 1993.
- Mapletoft R.J.**, Bo G.A., Pierson R.A., (1994) *Recruitment Of Follicles For Superovulation*, *food and animal*, 6, 127-142.
- Mapletoft R.J.**, Pawlyshyn V., Garcia A., Bo G.A., Willmott N., Saunders J., Schmutz S., (1990), *Comparison Of Four Different Gonadotropin Treatments For Inducing Superovulation In Cows*, *Theriogenology* 33, 282.
- Mapletoft R.J.**, Stookey J.M. (1998). *General Sanitary Procedures And Welfare Considerations Associated With In-Vivo Production Of Embryos*. *Manual of the International Embryo Transfer Society*. 3<sup>ème</sup> édition. 55-66.
- Martal J.**, Chene N., Hyunh L. *et al.*, (1998), IFN-tau : a novel subtype I IFN. *Structural characteristics, non-ubiquitous expression, structure-function relationships, a pregnancy hormonal embryonic signal and cross-species therapeutic potentialities*, *Biochimie*, 80, 755-777.
- Mathieu F.R.**, Matray M., Humblot P.,(1992), *Facteurs de variation de la réussite à l'insémination artificielle après synchronisation des chaleurs en élevage bovin allaitant*. *Elevage et insémination*, 248, 6-17.
- Mazouz A.**, Lotfi N., Elaich R., Lakhdissi H., Hachi A., Elaidi L., (1994), *La Technique De Transfert D'embryons Bovins Chez Les Eleveurs : Moyen D'accroître Le Progrès Génétique*, *Reproduction et production laitière*.
- Mc Donald L.E.**, (1980). *Reproductive Patterns of cattle*. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Third Edition: 377-396.
- Mc Gee. E.A.**, Hsueh. A.J, (2000), *Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles*. *Endocrine review*, 21, 200-214

- McVey W.R.**, Williams G.L., (1989). *Effects of temporary calf removal and osmotic pump delivery of gonadotropin-releasing hormone on synchronized estrus, conception to timed artificial insemination and gonadotropin secretion in Norgestomet-estradiol valerate treated cattle.* Theriogenology, 32, 969-978.
- Medan M.S.**, Watanabe G., Sasaki K., Groome N.P., Sharawy S. Et Taya K., (2005). *Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats.* Journal of Reproduction, 51, 455-63.
- Messini I.E.**, Tempelton A.A., *In vitro bioactivity of gonadotrophin surge attenuating factor (GnSAF).* Clinic Endocrinology. (1990), 33, 213-218.
- Mialot J.P.**, Constant F., Dezaux P., Grimard B., Deletang F., Ponter A.A., (2003), *Estrus synchronization in beef cows comparison between GnRH + PGF2 $\alpha$  + GnRH and PRID + PGF2 $\alpha$  + eCG.* Theriogenology, 60, 319-30.
- Mialot J.P.**, Noel F., Laumonier G., Sauveroche B., (1998), *Traitement de l'anœstrus post-partum par le CIDR-E ou la PgF2 $\alpha$ ,* Bulletin, groupement technique vétérinaire, 590, 28-38.
- Miettinen P.V.**, Rainio V.A., Kukkonen S.A. et Setala J.J. (1991). *Finnish dairy cows: energy balance and seasonal variation in fertility.* Zentralbl Veterinarmed A. 38,427-32.
- Mihm M.**, Curran N., Hyttel P., Knight P.G., Boland P. Et Roche JF. (1999). *Effect of dominant follicle persistence on follicular fluid oestradiol and inhibin and oocyte maturation in heifers.* Journal of Reproduction and Fertility, 116, 293-304.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural** (2005), *Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie ?*, Série de Documents de Travail N° 126 Algérie
- Monniaux D. et al.**, (2009), *Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères*, INRA, Production animale, 22 (2), 56-79.
- Monniaux D.**, Chupin D., Saumande J., (1983) *Superovulation Responses In Cattle*, Theriogenology, 19, 55-81.
- Monniaux D.**, Mandon-Pepin B., Monget P. (1999) *Follicular atresia, a programmed wastage.* Medicine science, Paris, 15, 157-166.
- Moser et al.**, (1989), *Follicular growth and endocrine patterns of prepuberal heifers administered bovine follicular fluid and (or) follicle stimulating hormone*, Animal Reproduction Science, (1989), 18, 227-242.
- Murdoch W.J.**, *Localization and hormonal regulation of ovarian production of histamine in sheep*, Life Science, (1990), 46, 1961-1965.

## N

---

- Negrao S.**, Nibart M., Humblot P., (1997), *Production D'embryons, Effet D'une Suralimentation Chez Des Génisses Donneuses*, Proceeding du 13<sup>ème</sup> meeting AETE, Lyon 12-13 Septembre.
- Newcomb R.**, Rowson L.E.A., (1975). *Conception rate after uterine transfer of cow eggs in relation to synchronization of oestrus and age of the egg.* Journal of Reproduction and Fertility., 43, 539-541.
- Nibart M.**, (1987), *Biotechnologies Et Manipulations Embryonnaires Dans L'espèce Bovine*, Chambre de l'agriculture n°740, 24-30.
- Nibart M.**, (1991). *Le Transfert Embryonnaire Et Les Biotechnologies Appliquées: Bissection Et Sexage.* Recherche Médecine Vétérinaire. 167, 261-290.

- Nibart M.**, Bouysson B., (1981), *Le Transfert Embryonnaire Chez les Bovins*, Recherche de Médecine Vétérinaire, 157, (1), 71-87.
- Nibart M.**, Humblot P., (1997), *Utilisation Des Hormones Gonadotropes Chez Les Bovins*, In, *Les Gonadotropines*, Comberous Y., Voulland-Nail P., Editions INRA, Paris, 1997, 377-394.
- Niswender G.D.**, Juengel J.L., Silva P.J. et coll, *Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum*, Physiology Review, (2000), 80, 1-29.
- Nolan R.**, O'callaghan D., Duby R.T., Lonergan P., Boland M.P. (1998). *The Influence Of Short-Term Nutrient Changes On Follicle Growth And Embryo Production Following Superovulation In Beef Heifers*. Theriogenology. 50, 1263-1274.

## O

---

- O'callaghan D.**, Boland M.P. (1999). *Nutritionnal Effects On Ovulation, Embryo Development And The Establishment Of Pregnancy In Ruminants*. Animal Science, 68, 299-314.
- Odde K.G.**,(1990) *A review of synchronization of estrus in postpartum cattle*. Journal of Animal Science, 68, 817-830.
- Okuda Y.**, Okamra H, Kanzaki H et coll, (1983), *Capillary permeability of rabbit ovarian follicles prior to ovulation*, Journal of Anatomy, (1983), 138, 757-769.

## P

---

- Paccard P., Grimard B.**, (1988) *La maîtrise de la reproduction des vaches allaitantes*. Recherche Médecine Vétérinaire., 164, 531-538.
- Pelletier J.**,(1983). *Le "Pulse" de LH:Un quantum d'énergie hormonale*. Ann Endocrinology, Paris, 44: 305-308.
- Pelot J.**, Chupin D., Petit M.,(1977) *Influence de quelques facteurs sur la fertilité à l'œstrus induit*. In: *Physiologie et pathologie de la reproduction*, ITEB Paris, 49-52.
- Peters H.** et Mc Natty K.P. (1980), *The Ovary*. In Reproductive Biology Handbooks, Ed Elek. Granada Press, New York, 175pp.
- Peterson L.A.**, Mares S.F., Henderson E.A., Davenport M.E., (1979). *Effect of calf separation time on pregnancy rate of cows synchronized with Synchronate B*. Journal of Animal Science, 49, 326.
- Petit M.**, M'Baye M., Palin C., (1979), *Maîtrise des cycles sexuels*. Elevage et Insémination, 170, 7-27.
- Petr J.**, Mika J., Tomanek M., Jilek F. (1992). *Relationship Between Superovulatory Response And Patterns Of Pulsatile Secretion Of Progesterone In Dairy Cows*. Theriogenology. 37, 1301-1310.
- Picard-Hagen N.**, Bergonier D., Berthelot X., (1996) *Maitrise médicale du cycle œstral chez la vache*. Point Vétérinaire, 28 (N° special), 933-941.
- Ponsart C.**, Khireddine B., Ponter A.A, Humblot P., Mialot J.P., Grimard B.,(2000) *Influence of the type of energy supply on LH secretion, follicular growth and response to estrus synchronization treatment in feed-restricted suckler beef cows*. Theriogenology, 54, 1373-87.

- Ponsart C.**, Sanaa M., Humblot P., Grimard B., Jeanguyot N., Ponter A.A., (1996), *et al. Variation factors of pregnancy rates after œstrus synchronization treatment in French Charolais beef cows*. Veterinary Reserch, 27, 227-239.
- Pursley J.R.**, Mee M.O., Wiltbank M.C., (1995). *Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH*. Theriogenology, 44, 915-923.
- Pursley J.R.**, Silcox R.W., Wiltbank C.W., (1998). *Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows*. Journal of Dairy Science., 81, 2139-2144.
- Purwantara B.**, Callesen H., Greve T. (1994). *Characteristics Of Ovulations In Superovulated Cattle*. Ani. Reprod. Sci. 37, 1-5.
- Putney D.J.**, Drost M., Thatcher W.W. (1988). *Embryonic Development In Superovulated Dairy Cattle Exposed To Elevated Ambient Temperatures Between Days 1 To 7 Post Insemination*. Theriogenology. 30, 195-209.
- Putney D.J.**, Thatcher W.W., Drost M., Wright J.M., De Lorenzo M.A., (1988), *Influence of environmental temperature on reproductive performance of bovine embryo donors and recipients in the southwest region of the United states*. Theriogenology, 30, 905-922

## R

---

- Rajamahendran R.**, Canseco R.S., Denbow C.J., Gwazdauskas F.C., Vinson W.E. (1987). *Effect Of Low Dose Of FSH Given At The Beginning Of The Estrous Cycle And Subsequent Superovulatory Response In Holstein Cows*. Theriogenology. 28, 59-65.
- Rasbech N.O.**, (1984), *The male and fertility in domestic animals*, In, Courot M., (1984), *The male in farm animal reproduction*, Martinus Nijhoff Publishers, 2-23.
- Ravnikar V.**, Elkhind-Hirsch K., Schiff I., Ryan KJ., Tulchinsky D., (1984), *Vasomotor flushes and the release of peripheral immunoreactive luteinizing hormone-releasing in post-menausal woman*. Fertility and Sterility Journal, 41, 881-887.
- Renard J.P.**, Heyman Y., (1979). *Variable development of superovulated bovine embryos between D6 and D12*. Annals Biology animal Bioch. Biophys., 19, 1589-1598.
- Rieger D.**, Desaulnier D., Goff A.K. (1988). *Ovulatory Response And Embryo Yield In Superovulated Holstein Heifers Given A Priming Dose Of FSH-P At Day 2 Of The Estrous Cycle*. Theriogenology. 30, 695-699.
- Roberts A.J.**, Grizzle J.M., Echtenkamp S.E., (1994), *Follicular Development And Superovulation Response In Cows Administrated Multiple FSH Injections Early In The Estrous Cycle*, Theriogenology, 42 (6), 917-929.
- Rocha A.**, Randel R.D., Broussard J.R., Lim J.M., Blair R.M., Roussel J.D., Godk R.A. Et Hansel W. (1998). *High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in Bos taurus but not in Bos indicus cows*. Theriogenology, 49 (3), 657-665.
- Roche JF.**, Boland M.P. -(1991)-*Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states*. Theriogenology, (1991). 35, 81-90.
- Rocherea U.P.**, (1994), *Contribution à l'étude des traitement de maîtrise des cycles chez la vache Charolaise: pose de deux implants successifs chez les primipares*. Thèse Médecine Vétérinaire, 72.

## S

- Saumande J.**, (1977), *Induction d'une superovulation dans l'espèce bovine. Caractéristiques de l'agent stimulant. Effet sur la croissance folliculaire. Traitements utilisés et conséquences hormonales*, *Annales de Médecine Vétérinaire*, 121, 449-477.
- Saumande J.**, (1987), *Superovulation in cattle: last improvements and aspects*. 3<sup>rd</sup> meeting of European Embryo Transfer Association. Lyon 4-5 Septembre, 97-141.
- Saumande J.**, (1995), *La production d'embryons chez les bovins, quelles voies de recherches pour augmenter l'efficacité des traitements de superovulation ?* I.N.R.A Production animale 8 (4), 275-283.
- Schillo K.K.** (1992). *Effects Of Dietary Energy On Control Of Luteinizing Hormone Secretion In Cattle And Sheep*. *Journal of Animal Science*, 70, 1271-1282.
- Scriban R.**, *Biotechnologies* 5<sup>ème</sup> édition, 629-761.
- Signoret JP.**, (1980), *Effet de la présence du mâle sur les mécanismes de reproduction chez la femelle des mammifères*. *Reproduction, Nutrition et développement*. 20, 457-468.
- Suzuki T.**, Yamamoto M., Oe M., Takagi M. (1994). *Superovulation Of Beef Cows And Heifers With A Single Injection Of FSH Diluted In Polyvinylpyrrolidone*, *Veterinary Record*. 135, 41-42.
- Svitojus S.**, Vaskas H., Uchouckiene D., (1992), *superovulation of cows using FSHp, Follicotropin, Follitropine and Folligon*, 8<sup>th</sup> Scientific Meeting AETE, Lyon 11-12 Septembre.

## T

- Thatcher W.W.**, Patterson D.J., Moreira F., Pancardi M., Jordan E.R., Risco C.A., (2001). *Current concepts for estrus synchronization and timed insemination*. In : *American Association of Bovine Practitioner*, AABP Ed, Vancouver, 95-105.
- Thibault C., Levasseur MC.**, (1979), *La fonction ovarienne chez les mammifères*, MASSON éditions : Paris.
- Thibault C., Levasseur MC.**,-(2001)- *La reproduction chez les mammifères et l'homme*, INRA éditions : Paris 928p.
- Thibault C.**, Wintenberger-Torres S., (1967) *Oxytocine and sperm transport in ewes*. *International Journal of fertility*, 12, 410-415.
- Tonhati H.**, Lobo R.B., Oliveira H.N. (1999). *Repeatability And Heritability Of Response To Superovulation In Holstein Cows*. *Theriogenology*. 51, 1151-1156.
- Touati K.**, Beckers J.F., Ectors F. (1991). *Hormonal Control Of Folliculogenesis In The Bovine: Better Superovulatory Responses After Pure FSH Administration Preceding The Classical Treatment*. *Theriogenology*. 35, 285.
- Touati K.**, Van Der Zwalnen., Ectors F.S., Beckers J.F., Ectors F., (1989), *Low Doses Of FSH Early In Estrus Cycle Enhances Superovulatory Response In Heifers*. *Theriogenology*, 31-269
- Tregaskes L.D.**, Broadbent P.J., Dolman D.F., Grimmer S.P., Franklin M.F. (1994), *Evaluation of Crestar, a synthetic progestogen regime, for synchronising oestrus in maiden heifers used as recipients of embryo transfers*, *Veterinary Research*, 134, 92-4.

- Tribulo H.**, Jofre F., Carcedo J., Alonso A., Tribulo R., BO G.A., (1993), *Superovulation in bos indicus cattle with a single subcutaneous injection of commercial pituitary extract*, Theriogenology, 39-331.
- Twagiramungu H.**, Guibault L.A., Proulx J.G., Dufour J., (1994). *Influence of corpus luteum and induced ovulation on ovarian follicular dynamics in postpartum cyclic cows treated with buseriline and cloprostenol*. Journal of Animal Science., 72, 1796-1805.
- Twagiramungu H.**, Guilbault L.A., Dufour J.J., (1995) *Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review*. Journal of Animal Science, , 73, 3141-3151.

## V

---

- Vajta G.** 2000. *Vitrification Of The Oocytes Andembryos Of Domestic Animals*. Animal Reproduction Science, 60/61, 357-364.
- Van Der Schans A.** (1988). *Prediction Of Follicular Development And Embryo Production By Echography After Superovulation Induction*. Theriogenology. 29, 321.
- Vos P.L.A.M.**, Bevers M.M., Williemse A.H., Dieleman J.S. (1995), *Does postponement of superovulatory LH surge affect ovulation rate and embryo yield in superovulated Holstein heifers*. Theriogenology, 43, 344.

## W

---

- Walters D.L.**, Smith M.F., Harms P.G., Wiltbank J.N., (1982). *Effects of steroids and/or 48 hr calf removal on serum luteinizing hormone concentrations in anestrous beef cows*. Theriogenology, 18, 349-356.
- Walton A.**, Hammond J., 1928, *Observations on ovulation in rabbit*, 1928, Journal of Experimental biology, 6, 109-204.
- Warren W.C.**, Spitzer J.C., Burns G.L.,(1988), *Beef cow reproduction as affected by postpartum nutrition and temporary calf removal*. Theriogenology, 29, 997-1006.
- Whymane D.**, Moore R.W., (1980), *Effects of PMSG and prostaglandin F2 analogue Cloprostenol, on superovulation, fertilization and egg transport in ewe*. Journal of Reproduction and Fertility, 55, 481-488.
- Wildt D.E.**, Woody H.D., Dukelow W.R., (1975), *Induction Of Multiple Ovulation In The cow With Single Injections Of Fsh And Hcg*, Journal of Reproduction and Fertility, 44, 583-586.
- Williams G.L.**, (1990). *Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle*. Journal of Animal Science., 68, 831-852.
- Wilson J.M.**, Jones A.L., Moore K., Looney C.R., Bondioli K.R., (1993), *Superovulation In Cattle With Recombinant-DNA Bovine Follicle Stimulating Hormone*. Animal Reproduction Science, 33, 71-82.
- Wilson S.J.**, Marion R.S., Spain J.N., Spiers D.E., Keisler D.H. Et Lucy M.C. (1998). *Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle*. Journal of Dairy Science. 81, 2124-2131.
- Wolfensen D.**, Lew B.J., Tatcher W.W., Graber Y. Et Meidan R. (1997). *Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows*. Anim. Reprod. Sci. 47 : 9-19.
- Woodruf T.**, Lyon R.J., Hansen S.E. et coll, *Inhibin and activin locally regulate rat ovarian folliculogenesis*. Endocrinology, (1990), 127, 3196-3205.

**Woods E.J.**, Benson J.D., Agca Y., and Cristr J.K., (2004), *Fundamentals cryobiology of cells and tissue*, Cryobiology, 48, 146-156.

**Wright J.**, (1981). *Non-surgical embryo transfer in cattle: embryo-recipients interaction*. Theriogenology, 15, 43-56.

## X

---

**Xu Z.Z.**, Mcknight D.J., Vishwanatah R., Pitt C.J., Burton L.J. (1998). *Estrus Detection Using Radiotelemetry Or Visual Observation And Tail Painting For Dairy Cows On Pasture*. Journal of Dairy Science, 81, 2890-2896.

## Y

---

**Yaakub H.**, Duffy P., O'callaghan D., Boland M.P. (1998). *Effect Of Timing Of Œstradiol Benzoate Injection Relative To Gonadotropin Treatment On Superovulatory Response, And On Embryo Yeld And Quality In Beef Heifers*. Animal Reproduction Science, 52, 191-204.

**Yaakub H.**, O'callaghan D., Boland M.P. (1999). *Effect Of Type And Quantity Of Concentrates On Superovulation And Embryo Yeld In Beef Heifers*. Theriogenology. 51, 1259-1266.

# **ANNEXES**

Annexe 01 : Appréciation de la note d'état corporel (Edmonson *et al.*, 1989)

Score	Description (Caud : Région caudale ; Lomb : Région lombaire)
	<b><u>Etat d'émaciation de l'animal</u></b>
<b>0</b>	<b>Caud :</b> Région sous-caudale très nettement cavitaire, peau tendue sur les hanches et les tubérosités ischiatiques <b>Lomb :</b> Apophyses transverses et épineuses nettement visibles et saillantes
	<b><u>Etat pauvre (état des vaches hautes productrices ou des vieilles vaches)</u></b>
<b>1</b>	<b>Caud :</b> Région sous-caudale nettement cavitaire Hanches saillantes sans palpation de graisse sous-cutanée <b>Lomb :</b> Extrémités des apophyses transverses dures au toucher Surface supérieure des apophyses transverses aisément palpées Effet de planche des apophyses épineuses
	<b><u>Etat moyen</u></b>
<b>2</b>	<b>Caud :</b> Légère dépression sous-caudale et entre les tubérosités ischiatiques Tubérosités ischiatiques aisément palpées et bien visibles <b>Lomb :</b> Extrémités des apophyses transverses enrobées, pression requise pour palper la partie supérieure des apophyses transverses, présence d'une dépression entre les vertèbres lombaires et les hanches, apophyses épineuses nettes mais sans effet de planche
	<b><u>Etat bon</u></b>
<b>3</b>	<b>Caud :</b> Peau souple étant donnée la présence d'un léger dépôt de graisse Tubérosités ischiatiques palpables et d'aspect arrondi <b>Lomb :</b> Pression requise pour palper l'extrémité des apophyses transverses, légère dépression entre les vertèbres lombaires et les hanches, hanches arrondies
	<b><u>Etat gras</u></b>
<b>4</b>	<b>Caud :</b> Dépôt de graisse autour de la queue et des tubérosités ischiatiques Pression à exercer pour palper les tubérosités ischiatiques <b>Lomb :</b> Apophyses transverses non palpables, hanches peu palpables, pas de dépression entre les vertèbres lombaires et les hanches
	<b><u>Etat très gras</u></b>
<b>5</b>	<b>Caud :</b> Tubérosités ischiatiques non visibles, distension cutanée <b>Lomb :</b> Apophyses transverses et hanches non visibles.

**Annexe 02 : Jugement de la qualité des embryons  
selon les critères de l'I.E.T.S (Manuel I.E.T.S)**

<b>Qualité</b>	<b>Description</b>	<b>Utilisation</b>
	<b><u>Excellent</u></b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Embryon sphérique ;</li> <li>✓ Cellules de couleur et de texture comparables ;</li> <li>✓ Blastomère au stade morula ;</li> <li>✓ Aspect compacte</li> </ul>	<b>Congelable et/ou transférable</b>
<b>1</b>	<b><u>Bon</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leger retard de développement ;</li> <li>- Semblable à l'excellent mais asymétrique ou exclusion de quelques blastomères dans l'espace périvitellin.</li> </ul>	
	<b><u>Moyen</u></b>	
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retard de développement de un à deux jours (blastomères sphériques au stade morula) ;</li> <li>• Nombreuses cellules échappées dans l'espace périvitellin ;</li> <li>• Aspect plus claire ou plus sombre que la normal.</li> </ul>	<b>Transférable</b>
	<b><u>Médiocre</u></b>	
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nombreux défauts (nombreuses cellules échappées, cellules dégénérées, cellules de taille différente, vésicules grosses et nombreuses) ;</li> <li>○ Présence d'une masse cellulaire homogène qui apparaît viable.</li> </ul>	<b>Transférable</b>
	<b><u>Mort ou dégénéré</u></b>	
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arrêt du développement à un stade précoce ;</li> <li>▪ Cellules dégénérées.</li> </ul>	<b>Inutilisable</b>
<b>5</b>	<b><u>Ovocyte non fécondé</u></b>	<b>Inutilisable</b>

**Annexe 03 : Table des points des signes de manifestations de chaleur  
(Van Eerdenburg *et al.*, 1996)**

<b>Signes de chaleurs</b>	<b>Points</b>
Écoulement de glaires	<b>3</b>
Contacte	<b>3</b>
Agitation	<b>5</b>
Renifle la vulve d'autres vaches	<b>10</b>
Pose le menton sur les croupes d'autres vaches	<b>15</b>
Chevauchement non acceptés	<b>10</b>
Chevauche ou essaie de chevaucher d'autres vaches	<b>35</b>
Chevauche par l'avant	<b>45</b>
Chevauchement accepté	<b>100</b>

## Annexe 04 : Description générale de l'ITELv

### II-1-1 Localisation de l'institut

Créé en 1976, l'ITELv a subi plusieurs scissions et fusions, l'ITELv est situé dans la plaine de la Mitidja, la station se trouve à l'étage bioclimatique subhumide à frais (Amrane, 1990), dépendant de la commune de Bir Touta –Wilaya d'Alger- elle est située sur l'axe routier reliant Baba Ali à Chebli. La station est limitée à l'est par Oued El Harrache, à l'ouest par la voie ferrée Alger-Oran, au nord par la localité des Zouines et au sud par les habitations de la cité Baba Ali.



Figure 40 : Localisation satellite de l'ITELv

### II-1-2 Superficie et activités

L'ITELv dispose d'une surface agricole totale (SAT) de 453,79 ha dont 402,30 ha de surface agricole utile (SAU) sur lesquelles 32,53ha sont destinées à l'arboriculture et 19,26 ha aux surfaces bâties, la ferme est scindée en deux sations, destinées aux élevages des monogastriques (aviculture, cuniculture, apiculture et l'élevage des autruches) et des ruminants, lieu de notre essai (Amrane, 1990).

Afin de palier aux périodes de disettes et de rupture d'aliment concentré, la ferme cultive des fourrages verts (Luzerne, Bersim, Sorgho, Ray-grass et Orge) assurant ainsi un stock alimentaire sous forme d'ensilage ou de fourrage fané (Amrane, 1990).

En plus des élevages et des cultures fourragères, l'ITELv est un institut de démonstration et de production de semence, il prodigue aussi des sessions de formations destinées aux éleveurs, aux techniciens en cours de formation, aux étudiants et même aux vétérinaires dans le cadre de la formation continue.

### II-1-3 Infrastructures bâties (étables et parcs)

Comprennent le bloc administratif (bureaux et secrétariats) et les bâtiments d'élevage, nous rapporterons ci-dessous les étables qui concernent notre essai, à savoir, les bâtiments de la station d'élevage bovin. (Figure 47)

Bâtiments	Nombre de parcs	Capacité
1 <sup>ère</sup> Etables vaches laitières	4	100 à 120
2 <sup>ème</sup> Etable vaches laitières	2	30 à 40
Etable jeune bovins	3	20 à 25
	19 box individuels	
Nurserie	18 box individuels	
	3 box collectifs	3 à 4 veaux par box
Salle de traite I	2 X 8 en épis	
Salle de traite II	2 X 4 en épis (non opérationnelle)	
Box de vêlage	1	5
Salle de soins	1	5

### II-1-4 effectif animal

Bovins						
Races	Tranches d'âge					
	Nourrissons		Génisses	Vaches adultes	Total	
	< 3mois	> 3 mois				
Pie-Noire	7	13	25	38	84	
Pie-Rouge	3	1	09	13	26	
Brune des Alpes	1	3	06	06	16	
Race locale	Guelmoise	--	--	06	01	07
	Cheurfa	--	--	05	04	10
<b>Total</b>					143	

Effectif BOVIN présent au niveau de l'ITELv (Novembre 2010)

Ovins							
Races	Tranches d'âge						Total
	Nourrissons		Agneaux		Ovins adultes		
	Agnelles	agneaux	Antenaïse	antenaïs	Brebis	Béliers	
Ouled Djellal	05	07	--	--	04	01	17
Rembi	05	05	--	01	11	01	23
Hamra	03	--	02	--	03	01	09
D'men	06	05	--	--	08	02	21
<b>Total</b>							<b>70</b>

**Effectif OVIN present au niveau de l'ITELv (Novembre 2010)**

Caprins					
Races	Jeunes sujets		Sujets adultes		Total
	Chevrettes	Chevreaux	Chèvres	Boucs	
Saanen	02	03	02	01	08
Alpine	03	01	02	--	06
Makatia	--	--	--	01	01
Croisée	03	07	02	--	12
<b>Total</b>					<b>27</b>

**Effectif CAPRIN present au niveau de l'ITELv (Novembre 2010)**



**Figure 41 : Infrastructures bâties (étables et parcs)**

<b>Annexe 05 : Fiche d'exploration des donneuses au moment de la pose de l'implant</b>
--

Date de la pose :

Date prévue du retrait :

Doses PMSG à injecter :

Dose de PGf2 $\alpha$  :

N° de la boucle :

Lot N° : **I**

N° Boucle	<i><b>Cornes</b></i>							
	Rapport			Consistance		Volume		
	<i><b>Ovaire droit</b></i>				<i><b>Ovaire gauche</b></i>			
	Lis	Fol	Kys	CJ	Lis	Fol	Kys	CJ

**Annexe 06 : Fiche d'exploration des donneuses après superovulation**

Date du début du traitement :

Date :

Doses :

N° de la boucle :

Lot N° : **I**

N° Boucle	Cornes			Ovaire gauche					Ovaire droit				
	Rapport	Consistance	Volume	Vol	Lis	Fol	Kys	CJ	Vol	Lis	Fol	Kys	CJ

**Rapport échographique de l'appareil génital**

CORPS

CORNES

OVAIRES	
Droit	Gauche

## Annexe 07 : Fiche d'observation des embryons

**Date :****N° BOUCLE :****Observateurs :**

1 -

2 -

3 -

**Traitement reçu :** -- mg de Stimufol ®

	<b>Volume de liquide traité</b>	<b>Nombre de corps jaunes</b>	<b>Nombre d'embryons</b>	<b>Nombre d'ovocytes</b>	<b>Qualité des embryons</b>	<b>Embryons transférables</b>	<b>Embryons congelables</b>
Corne <b>GAUCHE</b>							
Corne <b>DROITE</b>							

**Remarques:**

**Annexe 08 : Fiche d'observations des manifestations œstrales**

Date de mise en place de l'implant :

Date :

Heure d'injection de la prostaglandine :

N° de la boucle :

Lot N° : **I**

Injection de la prostaglandine le J-10 (au moment du retrait de l'implant).	<b>J 11</b>				<b>J 12</b>			
	00 – 06 h	06h – 12h	12h – 18h	18h – 00	00 – 06h	06h – 12h	12h – 18h	18h – 00h

Remarques:

+ : Heures du début et de la fin des chaleurs

+++ : Aux heures de manifestations les plus nettes

## Annexe 09 : Fiche de collecte

### Transfert Et Congélation Des Embryons Chez La Race Locale

Date : **Dimanche 02 Novembre 2010**

N° de la boucle :

Ordre de passage :

Etat de la vache :

Epidurale :

**CORNE DROITE**

Volume injecté (ml)	Volume récupéré (ml)	Aspect du liquide récupéré
20		
20		
30		
30		
40		
40		
50		
<b>50</b> (20 ml de PBS et 30 ml d'air)		

TOTAL	
Injecté	Récupéré
<b>250 ml</b>	

Remarques :

## Annexe 10 : Progestéronémie de la receveuse n° 01

### LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES

Docteur HADDOUM Z. Ep. YAICI

Spécialiste en Biologie Clinique

Cité BACHDJARAH 1, Bt 38, Cage 9, appt. 1 et 2, Alger

Tél./Fax : 021 26.36.09 - Agrément 8619

N°: 0097

Enregistré le :15/12/2010

Nom : 28011

Prénom : V

Age : 00 ans

#### Résultats d'analyses

Désignations	Résultats	Unités	Normes
<b>PROGESTERONE</b>			
PROGESTERONE .....	0.86	ng / ml	
phase folliculaire .....			0.3 - 1.1
phase luteale .....			1.1 - 21
meopause .....			< 03

Observations :

Dr YAICI HADDOUM Z.  
Medecin Biologiste  
Cité Bachdjarah 1 Bt 38 Cage 09  
ALGER Tel : 021.26.36.09

## Annexe 11 : Progestéronémie de la receveuse n° 02

### LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES

Docteur HADDOUM Z. Ep. YAICI

Spécialiste en Biologie Clinique

Cité BACHDJARAH 1, Bt 38, Cage 9, appt. 1 et 2, Alger

Tél./Fax : 021 26.36.09 - Agrément 8619

N°: 0100

Enregistré le : 07/12/2010

Nom : 28014

Prénom : V

Age : 00 ans

#### Résultats d'analyses

Désignations	Résultats	Unités	Normes
<b>PROGESTERONE</b>			
PROGESTERONE .....	11.47	ng / ml	
phase folliculaire .....			0.3 - 1.1
phase luteale .....			1.1 - 21
meopause .....			< 03

#### Observations :

Dr YAICI HADDOUM Z.  
Medecin Biologiste  
Cité Bachdjarah 1 Bt 38 Cage 09  
ALGER Tel : 021.26.36.09

Annexe 12 : Progestéronémie de la receveuse n° 03

**LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES**

**Docteur HADDOUM Z. Ep. YAICI**

Spécialiste en Biologie Clinique  
Cité BACHDJARAH 1, Bt 38, Cage 9, appt. 1 et 2, Alger  
Tél./Fax : 021 26.36.09 - Agrément 8619

N°: 0099  
Enregistré le : 15/12/2010

Nom : 28024  
Prénom : V  
Age : 00 ans

Résultats d'analyses

Désignations	Résultats	Unités	Normes
<b>PROGESTERONE</b>			
PROGESTERONE .....	3.87	ng / ml	
phase folliculaire .....			0.3 - 1.1
phase luteale .....			1.1 - 21
meopause .....			< 03

Observations :

Dr YAICI HADDOUM Z.  
Medecin Biologiste  
Cité Bachdjarah 1 Bt 38 Cage 09  
ALGER Tel : 021.26.36.09

Annexe 13 : Progestéronémie de la receveuse n° 04

**LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES**

**Docteur HADDOUM Z. Ep. YAICI**

Spécialiste en Biologie Clinique

Cité BACHDJARAH 1, Bt 38, Cage 9, appt. 1 et 2, Alger

Tél./Fax : 021 26.36.09 - Agrément 8619

N°: 0098

Enregistré le : 07/12/2010

Nom : 28032

Prénom : V

Age : 00 ans

Résultats d'analyses

Désignations	Résultats	Unités	Normes
<b>PROGESTERONE</b>			
PROGESTERONE .....	0.99	ng / ml	
phase folliculaire .....			0.3 - 1.1
phase luteale .....			1.1 - 21
meopause .....			< 03

Observations :

Dr YAICI HADDOUM Z.  
Medecin Biologiste  
Cité Bachdjarah 1 Bt 38 Cage 09  
ALGER Tél : 021.26.36.09

## Résumé

La superovulation est une étape importante dans le protocole de transfert embryonnaire. Nous avons essayé de l'optimiser en utilisant et en comparant 02 doses de FSHp (32 et 40 mg) chez des vaches de la race locale « Brune de l'Atlas ».

Dans ce but, 13 vaches, donneuses d'embryons, ont été utilisées dont 06 avaient reçu la dose de 32mg (groupe FSH-32) et 07 vaches, la dose de 40 mg (groupe FSH-40) et ce, entre J<sub>10</sub> et J<sub>13</sub> d'un cycle œstral maîtrisé au moyen d'un implant sous cutané (Crestar®). Suite à 02 injections de PGF2α (Estrumate®), l'observation des chaleurs et l'insémination des donneuses, la récolte d'embryons a été réalisée 07 jours plus tard. Les réponses aux différents traitements ont été appréciées sur la base des critères suivants: le taux de venue en chaleurs, l'intervalle PGF2α-Début de l'œstrus, l'intensité des manifestations œstrales et le nombre de corps jaunes palpés sur les ovaires.

Le taux de synchronisation des chaleurs était de **100%**, la moyenne de l'intervalle-PGF2α-Début de l'œstrus était de **37,27 h ± 2,39**, la moyenne des scores d'intensité des manifestations œstrales avoisinait les **173,58** et les moyennes des corps jaunes palpés étaient de **21,33 ± 2,50** pour le groupe FSH-32 et de **18,86 ± 3,44** pour le groupe FSH-40.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative majeure entre les doses utilisées. Cependant, une tendance semble être en faveur de l'utilisation d'une dose de 32 mg.

**Mots clés :** Transfert embryonnaire, superovulation, race locale, doses FSH, intensité des chaleurs, corps jaunes.

## Abstract

Super ovulation is an important step in the protocol of embryo transfer. We tried to optimize it by using and comparing 02 doses of FSHp (32 and 40 mg) in cows of local breed "Brown of Atlas."

For this aim, 13 cows had been used, 06 of them received 32mg of FSHp (group FSH-32) and 07 others a dose of 40 mg (group FSH-40) from the 10th to the 13th day of a controlled estrous cycle through a subcutaneous implant (Crestar®). After 02 injections of PGF2α (Estrumate®), harvesting of embryos was performed on day 7 after inseminations. Responses to different treatments were evaluated by the following criteria: the rate of heat coming into the interval PG-onset of estrus, heat's intensity of estrus and the number of palpated corpora lutea on the ovaries.

The rate of estrus synchronization was **100%**, the average interval PG-onset of estrus was **37.27 ± 2.39 h**, the average intensity scores of events estrous was around **173.58** and the averages of palpated corpora lutea were **21.33 ± 2.50** for FSH-32 group and **18.86 ± 3.44** for FSH-40group. Statistical analysis revealed no significant difference between the major doses used. However, seems to favor the use of a dose of 32 mg.

**Key words:** Embryo transfer, Superovulation, local breed, FSH dose, heat's intensity, corpora lutea.

## ملخص

يعتبر علاج فرط الإباضة مرحلة مهمة في برنامج نقل الاجنة، قمنا خلال هذه الدراسة بمقارنة تركيزين مختلفين لـ FSHp و هذا لتحديد التركيز المناسب لعلاج فرط الإباضة لدى بقرات السلالة المحلية "سمراء الأطلس".

بهذا الصدد، 13 بقرة مانحة للأجنة استعملت، 06 منها عولجت بـ 32 مغ (مجموعة FSH-32) و 07 بـ 40 مغ (مجموعة FSH-40) وذلك بين اليوم 10 و اليوم 13 من الدورة النزوية متحصل عليها باستعمال (Crestar®) بعد حقن (Estrumate®) لمرتين، تم ملاحظة ظهور الشبق و الاقحاح الاصطناعي تم جني الاجنة 7 أيام بعد ذلك. تقدير الاستجابة للعلاجين تم حسب المعايير التالية : نسبة ظهور الشبق، مجال PGF2α- ظهور الشبق، شدة الشبق و عدد الأجسام الصفراء الملموسة على المبيض.

نسبة التزامن الشبق كانت **100%**، متوسط المجال PGF2α- ظهور الشبق كان **37,27 h ± 2,39**، شدة إظهار الشبق تجاوز **173,58** و متوسط الأجسام الصفراء الملموسة كان **21,33 ± 2,50** بالنسبة لمجموعة FSH-32 و **18,86 ± 3,44** بالنسبة لمجموعة FSH-40.

التحليل الإحصائي لم يبين أي اختلاف دال بين التركيزين المدروسين لكن يمكننا ملاحظة الميل إلى استعمال تركيز 32 مغ.

**كلمات دالة:** نقل الاجنة، فرط الإباضة، السلالة المحلية، تراكيز FSH، شدة الشبق، الأجسام الصفراء.