

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université « SAAD DAHLEB » Blida 1
Faculté Des Sciences de la Nature et de Vie
Département Biologie des populations et organismes

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE
MASTER II en Biologie
Option : Reproduction animale

Thème

INSEMINATION ARTIFICIELLE CHEZ LA CHEVRE
LOCALE

Réalisé par :

NADJEMI Hamza

BOURADA Afaf

Jury :

M. LAFRI Mohamed, président du jury, professeur, INSV université de Blida

M^{me}. BEN AZZOUZE Fella, examinatrice, Maitre assistante, FSNV université de Blida

M. ADEL Djallal, promoteur, maitre assistant A, INSV université de Blida

Année universitaire 2015/2016

Remerciements

A Monsieur M. LAFRI,

Professeur à l'Université de Blida, Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury.

Remerciements chaleureux.....

A Madame F. BEN AZZOUZE,

Maître de Conférences à l'Université de Blida, Pour avoir accepté d'examiner ce travail et Pour l'intérêt qu'elle a porté En acceptant d'être membre de notre jury.

Sincères remerciements.....

A Monsieur A. Djallel,

Maitre de conférences à l'Université de Blida, Qui nous a fait l'honneur d'encadrer ce travail, merci pour votre confiance, gentillesse, générosité et votre humeur constante.

Remerciements chaleureux.....

A monsieur A. Bessad,

Pour la confiance qui nous a attribuée, pour sa solide volonté pour un meilleur enseignement, et sa clairvoyance spectaculaire.

Grand merci.....

Remerciements chaleureux :

A tous les professeurs et les enseignants du département Biologie des populations et organismes (BPO).

A toute l'équipe de l'ITELV de Baba Ali et Kssar Chellala.

Dédicaces

A nos chères parents, Pour leur soutien inconditionnel, Leur sacrifices, leur tendresses, leur amour infinies,

Nous souhaitons qu'ils trouvent en ce modeste travail le témoignage De notre reconnaissance et affections.

A nos chères enfants, le fruit de notre amour Assem et Rassim, nous vous souhaitons tous le bonheur du monde.

A nos chers frères et sœurs qui sont toujours a nos cotés

A nos amis Othmane et Anissa, Amine et Ibtissem à Amine et Mohamed.

A nos deux familles, grands et petits.

Afaf et Hamza



SOMMAIRE

Liste des figures :.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	
Résumé :.....	
ملخص.....	
Summary:.....	
Introduction.....	1
I. Physiologie de la reproduction chez la chèvre :.....	2
I.1 LE CYCLE SEXUEL :.....	2
I.2 Cycle œstrale chez la chèvre :.....	2
I.3 Une régulation hormonale.....	5
I.4 Le comportement de chaleurs :.....	5
I.5 Synchronisation des chaleurs :.....	6
a) Le traitement hormonal :.....	6
b) Le traitement photopériodique associé ou non à la mélatonine :.....	9
c) L'effet bouc :.....	10
II. L'insémination artificielle chez la chèvre :.....	11
II.1 Définition :.....	11
II.2 Avantages de l'insémination caprine :.....	11
II.3 Les techniques d'insémination :.....	12
1. Production et conservation de la semence:.....	12
a) Récolte du sperme :.....	12
b) Contrôle de la qualité du sperme :.....	14
c) Dilution du sperme :.....	15
d) La congélation :.....	15
2. Mise en place de la semence (insémination).....	15
2.1. Détection des chaleurs :.....	16
2.2. Préparation du chantier de l'insémination :.....	18
2.3 . Méthodes d'insémination :.....	19

a)	Insémination par vaginoscopie :	19
b)	Insémination par endoscopie :	19
2.4	Facteurs d'échecs de l'insémination artificielle :	20
III.	Diagnostic de gestation chez la chèvre :	22
III.1	Importance du diagnostique de gestation :	22
III.2	Différents méthodes de diagnostique de gestation :	22
a)	Constat visuel :	22
b)	Constat biophysique : par échographie.....	23
a)	Constat biochimique :	24
c-1)	Dosage de la PAG (Protéine Associée à la Gestation) :	24
c-2)	Dosage de la progestérone :	25
c-3)	Dosage du Sulfate d'oestrone :	25
II -	Partie expérimentale :	26
I-	Cadre et objectif de l'étude :	26
II-	Matériels et méthodes :	26
II-1.	Matériels biologiques :	26
II-2.	Matériels utilisé :	27
II-3.	Méthodes	27
II-3.1.	Préparation des animaux à la reproduction :	27
a)	Vaccination et vermifugation :	27
b)	Flushing :	27
c)	Contrôle des femelles :	27
d)	Synchronisation des chaleurs:	27
e)	Détection des chaleurs :	28
f)	Contrôle de la qualité des paillettes :	28
g)	Insémination artificielle :	29
h)	Diagnostic de gestation :	31
i)	Enregistrement des données :	31
III.	Résultats et discussion :	32
	Conclusion.....	38
	Recommandations :	39
	Références bibliographiques :	40

Liste des figures :

Figure 1: Représentation schématique de l'action du photopériodisme sur la reproduction (Brice, 2003).....	3
Figure 2: Représentation schématique des différents événements physiologiques au cours du cycle sexuel chez la chèvre (Adapté de Fatet et coll, 2010).....	4
Figure 3: Représentation du comportement sexuel des caprins. L'activité du bouc indiquée en caractère droit, celle de la femelle en italique (adapté de Fabre-nys, 2000).....	6
Figure 4: Fertilité et concentration d'anticorps anti-PMSG en fonction du moment d'apparition de l'œstrus (Roy et al. 1999).....	8
Figure 5: Vagin artificiel	13
Figure 6: Electro éjaculateur	13
Figure 7: Récolte par électro éjaculateur	13
Figure 8: Fertilité et intervalle entre retrait de l'éponge et l'œstrus.....	16
Figure 9: Détection des chaleurs avec présentation individuelle des femelles au mâle.....	17
Figure 10: Détection en lot avec mâle équipé d'un tablier marqueur.....	17
Figure 11: matériels de l'insémination artificielle.....	18
Figure 12: Moyens de contention pour la réalisation de l'insémination artificielle	19
Figure 13: Utilisation de l'endoscopie pour l'insémination artificielle.....	20
Figure 14: échographie d'une chèvre gestante de 35jours.....	24
Figure 15: Synchronisation des chaleurs	28
Figure 16: Contrôle de la motilité des SPZ avant IA.....	29
Figure 17: Insémination artificielle.....	30
Figure 18: confirmation de gestation par échographie	31
Figure 19: âge des femelles lot 01	34
Figure 20: âge des femelles lot 02	34
Figure 21: poids des femelles lot 01	35
Figure 22: poids des femelles lot 02	35
Figure 23: Résultats par bouc lot 01	36
Figure 24: Résultats par bouc lot 02.....	36

Liste des tableaux

Tableau 1: Récapitulatif des organes et hormones impliquées dans la fonction de reproduction	5
Tableau 2: Planning mettant en évidence les intervalles d'intervention des techniques, de synchronisation des chaleurs et de saillie	30
Tableau 3: Performances de reproduction des femelles.....	32
Tableau 4: paramètres de reproduction.	33

Liste des abréviations

IA : Insemination Artificielle

ACSAD : Arab center for the studies of aride zones and dry lands

ITELV : institut technique des élevages

CNIAAG : centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique

PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin

GnRH : Gonadotropin Releasing Hormone ou gonadolibérine

LH : Luteinizing Hormone

FSH : Follicle Stimulating Hormone

PgF2 α : prostaglandine

CASA : computer assisted sperm analysis

h: heure

CO₂ : dioxyde de carbone

MHZ : Méga hertz

PAG : Protéine Associée à la Gestation

ng / ml : Nanogramme par milli litre

FDPS : ferme de démonstration et production de semence

BT : Biostat d'azote liquide

SPZ : Spermatozoïde

Nbre : Nombre

Résumé :

L'insémination artificielle (IA) est une biotechnologie de reproduction qui vise à améliorer la qualité du troupeau par l'introduction de nouvelle génétique via de la semence (généralement cryoconservée)

C' est une technique de reproduction utilisée sur tous les continents, dans la plupart des espèces d'animaux domestiques, en Europe, l'insémination artificielle ovine et caprine est essentiellement développée en France ou elle a subi une progression constante depuis 1971. (Hanzen 2009)

En Algérie, la création de deux centres régionaux de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique (wilaya de Naâma 2006, et Biskra 2008) a permis l'introduction de cette technique dans l'espèce ovine, mais d'une manière très timide elle n'a touché que 0,14% du total national des brebis (centre national d'amélioration génétique et d'insémination artificielle CNIAAG, 2009) le nombre total de brebis inséminées par an selon la même ressource est en décroissance continue ce qui prouve que cette biotechnologie ne trouve pas encore sa place dans les systèmes de production actuelle.

Notre expérience, dont l'objectif est de procéder à la synchronisation des chaleurs et à l'insémination artificielle de chèvres locales avec la semence congelée, est une contribution à l'amélioration des pratiques d'élevage caprin en utilisant les techniques nouvelles de reproduction.

Deux lots, constitués de 85 et 45 chèvres de race locale « Arabia » réparties respectivement en (4 et 2 groupes chacun) soumis à un traitement progestatif court, ont subi une insémination artificielle avec la semence des boucs « Chami » amélioré (une seule IA pour le lot 01 et double IA pour le lot 02 avec 12h d'intervalle entre les deux IA).

A travers la première phase de l'expérimentation, toutes les femelles (des 2 lots confondus) soumises à la synchronisation des chaleurs avaient répondu favorablement au traitement.

Par ailleurs, les performances de reproduction ont été améliorées dans le lot soumis à deux IA par rapport à celui soumis à une seule IA.

Mots clés : synchronisation des chaleurs, Caprins, biotechnologie, Reproduction, Amélioration Génétique.

ملخص

التلقيح الاصطناعي هو احدى بيوتكنولوجيات التكاثر، يهدف إلى تحسين نوعية القطيع من خلال إدخال جينات جديدة عن طريق الحيوانات المنوية (عادة مجمدة)

تستخدم هذه التقنية للتكاثر في جميع القارات، و في معظم الأنواع الحيوانية. في أوروبا، انتشر التلقيح الاصطناعي عند سلالاتي الأغنام والماعز أساسا في فرنسا حيث اظهرت تطور معتبر منذ عام 1971 (Hanzen 2009)

في الجزائر، أدى إنشاء مركزين جهويين للتلقيح الاصطناعي و التحسين الوراثي (ولاية نعامة 2006، بسكرة 2008) إلى إدخال هذه التقنية في سلالة الأغنام، ولكن بطريقة جد ضعيفة، لأنها خصت 0.14% فقط من إجمالي عدد الأغنام الوطني (المركز الوطني للتربية والتلقيح الاصطناعي CNIAAG، 2009) و يعاني العدد الإجمالي للنجاح الملقحة اصطناعيا سنويا، انخفاضا مستمرا وفقا لنفس الموقع، و هذا يثبت أن هذه التكنولوجيا لم تجد مكانا في نظام الإنتاج حاليا.

تهدف تجربتنا ، إلى مزامنة الشبق والتلقيح الاصطناعي للماعز المحلي باستعمال السائل المنوي المجمد و هي مساهمة في تحسين ممارسات تربية الماعز باستخدام تقنيات التربية الجديدة.

شكلت مجموعتين من عنزات للسلالة المحلية "العربية" ، تكونت كل مجموعة من 85 و 45 عنزة ، وزعت على التوالي الى (4 و 2 فرق في كل مجموعة) حيث خضعت لعلاج قصير بالبروجستين ، و خضعوا للتلقيح الاصطناعي بالسائل المنوي المجمد للماعز "الشامي" المحسن (تلقيح اصطناعي واحد للمجموعة الاولى و تلقيحين بفارق 12 ساعة للمجموعة الثانية).

من خلال المرحلة الأولى من التجربة، استجابت جميع الإناث (المجموعتين) الى العلاج الهرموني .

تم تحسين الأداء التناسلي في المجموعة التي خضعت الى تلقيحين مقارنة بالمجموعة التي خضعت لتلقيح واحد .

كلمات المفتاح : مزامنة الشباع، ماعز ، بيوتكنولوجيا ، تكاثر، تحسين وراثي .

Summary:

Artificial insemination (AI) is a reproductive biotechnology, which aims to improve the quality of the herd through the introduction of new genetic via semen (typically cryopreserved)

It is a reproduction technique used on all continents, in most domestic animal species, in Europe, the sheep and goat artificial insemination is mainly developed in France where it has undergone a steady increase since 1971 (Hanzen 2009)

In Algeria, the creation of two regional centers of artificial insemination and breeding (wilaya of Naama 2006, Biskra and 2008) led to the introduction of this technique in sheep, but in a very timid way, it affected only 0.14% of the national total of ewes (national center for artificial insemination and genetic improvement NCAIGI, 2009) the total number of ewes inseminated per year according to the same resource is in continuous decline which proves that this biotechnology did not find a place in the current production systems.

Our experience, which aims to conduct the heat synchronization and artificial insemination of local goats with frozen semen is a contribution to the improvement of goat husbandry practices using new breeding techniques.

Two batches, consisting of 85 and 45 local breed goats "Arabia" distributed respectively (4 and 2 groups each) subject to a short-progestin therapy, have undergone artificial insemination with semen from goats "Chami" improved (only one AI for batch 01 and double AI for batch 02 with 12 hours of interval between the two AI).

Through the first phase of the experiment, all females (2 batches together) subject to the heat synchronization had responded favorably to the treatment. Furthermore, reproductive performance has been improved in the batch under two AI compared to the one that has undergone a single AI.

Therefore we can expect that the use of artificial insemination is a way to maintain or even increase the genetic potential of the goats.

Keywords: Heat synchronization, Goats, Biotechnology, Reproduction, Genetic Improvement.

Introduction

L'Algérie à environ 4.5 millions de têtes caprine (MADRP 2012) qui représentent environ 15% des l'effectif totale du pays.

Ce cheptel est caractérisé par des capacités élevées en termes d'adaptation dans les zones difficiles mais une très faible productivité, pouvant être expliquée essentiellement par les contraintes génétiques, alimentaires et climatiques auxquelles est confronté l'élevage.

Par conséquent, son amélioration génétiques et le développement des méthodes de production conduit à une augmentation importante de la quantité de produits d'origine animale et d'améliorer le niveau de vie des éleveurs

Le lait constitue l'un des objectifs majeurs de production et contribue de manière significative au revenu du citoyen rural. Toutefois, les races locales algériennes sont de mauvaises productrices laitières. En effet, elles produisent en moyenne 1.5 litres de lait par jours (ITELV)

D'autre part, le Centre arabe ACSAD a mis en place un programme d'amélioration génétique de la race caprine syrienne Chami, ce qui a conduit à une augmentation de la production de lait (plus 03 litres en moyenne) dans les troupeaux Chami améliorés, avec un ratio de jumeaux estimé à 75%,

Cette race a été utilisée dans le croisement génétique avec les races locales de plusieurs pays arabes en vue d'améliorer la production de leurs races locales en envoyant des paillettes de sperme congelé ou d'animaux vivants.

L'objectif de notre travail, et le croisement entre la race « **Chami** » améliorée et notre race locale « **Arabia** » par insémination artificielle (IA) en utilisant le sperme congelé issue du centre ACSAD, maîtriser l'insémination artificielle pour la race caprine et déterminer ainsi son taux de réussite dans une station contrôlée, et aussi de corrélérer les facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Notre travail comporte deux parties :

- une partie bibliographique qui présente des généralités sur la physiologie de la reproduction de la chèvre, maîtrise de la reproduction caprine, l'insémination artificielle caprine et diagnostic de gestation ainsi que les facteurs qui influencent le taux de réussite de l'IA.
- une partie (expérimentale) qui traite le matériel et méthodes, les résultats obtenus, la discussion et les recommandations.

I. Physiologie de la reproduction chez la chèvre :

I.1 LE CYCLE SEXUEL :

Le cycle sexuel constitue l'activité sexuelle cyclique des femelles des mammifères d'élevage, et comprend à la fois le cycle ovarien et le cycle oestrien qui sont souvent simultanés.

Le cycle oestrien (21 jours en moyenne) est l'intervalle compris entre le premier jour d'un œstrus et le premier jour de l'œstrus suivant. L'œstrus (ou chaleurs) est défini strictement comme la période où la femelle accepte le chevauchement par le mâle ou par ses congénères. L'immobilisation de la chèvre est le signe évident des chaleurs.

Le cycle ovarien (21 jours en moyenne) correspond à un intervalle entre 2 ovulations successives. Il est divisé en 2 phases distinctes : la phase lutéale (16 à 17 jours) et la phase préovulatoire ou folliculaire (3 à 4 jours).

Pendant la phase préovulatoire, lors de la lutéolyse du corps jaune, les follicules commencent leur croissance pour aller jusqu'au stade préovulatoire. Les oestrogènes en fortes concentrations sécrétés par les plus gros follicules déclenchent le comportement d'œstrus et sous l'action de l'hormone hypophysaire GnRH impliquant une production massive de LH et FSH provoque les pics préovulatoires de LH et FSH. L'ovulation a lieu environ 22 heures après le pic préovulatoire de LH et la phase lutéale commence alors. Cinq jours après l'œstrus, des quantités importantes de progestérone sont sécrétées et permettent la préparation de l'utérus à l'implantation de l'embryon s'il y a fécondation.

Pendant la phase lutéale, la croissance folliculaire se poursuit mais la progestérone bloquant la production de GnRH, FSH et LH, inhibe l'ovulation. Un accroissement de la sécrétion des prostaglandines (α -PGF₂) émettent le signal de la lutéolyse; un nouveau cycle se déclenche alors.

I.2 Cycle œstrale chez la chèvre :

Le cycle sexuel des chevrettes se met en place à leur puberté, lorsqu'elles atteignent 7 mois d'âge environ. Elles ne peuvent toutefois être inséminées que si elles ont atteint 60% de leur poids adulte, au minimum 32 kilos pour les Alpines et 35 kilos pour les Saanen.

La chèvre est une polyoestrienne saisonnière, c'est-à-dire qu'elle présente une succession d'œstrus pendant une certaine période de l'année, généralement de juillet à décembre, et d'une période d'anoestrus saisonnier de janvier à juillet.

Le cycle de la chèvre dure en moyenne 21 jours durant lesquels se développeront 2 à 3 vagues de croissance folliculaire et plusieurs phases successives sous régulation hormonale. Toutefois, la cyclicité de la chèvre est saisonnée en fonction de la durée du jour et de la nuit. Les jours courts de l'automne sont stimulateurs et les jours longs du printemps inhibiteurs. C'est le photopériodisme. En début ou en fin de saison sexuelle, les cycles sont moins réguliers (cycles courts allant de 3 à 8 jours) et ovulation et chaleurs ne sont pas systématiquement associées

Cette régulation hormonale est générée en cascade au niveau du cerveau : la nuit, la glande pinéale secrète de la mélatonine. Cette hormone stimule l'hypothalamus (glande à la base de l'encéphale) qui génère à son tour la GnRH. La GnRH stimule l'hypophyse qui sécrète alors les hormones FSH et LH ayant un rôle sur les ovaires.

Plus la nuit est longue, plus il y a de sécrétion de mélatonine et plus la chèvre est cyclée.

A chaque 2 à 3 vague folliculaire se succèdent une phase folliculaire qui prépare les chaleurs et l'ovulation, suivie d'une phase lutéale qui prépare l'organisme à la gestation (Alice Bertrand, réseau élevage caprin, aout 2014)

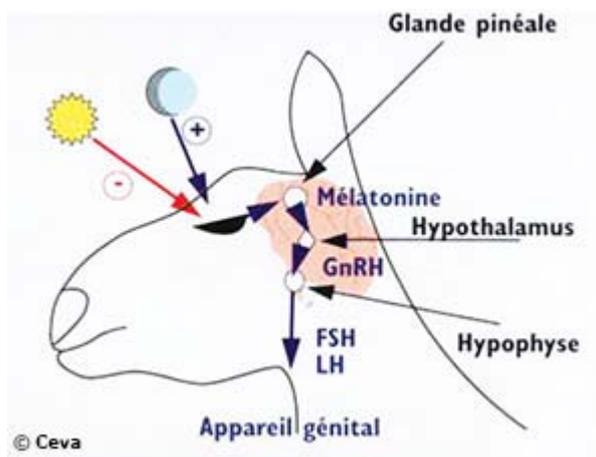


Figure 1: Représentation schématique de l'action du photopériodisme sur la reproduction (Brice, 2003)

La phase folliculaire de 3 - 4 jours : se caractérise par le développement terminal d'un (ou de plusieurs) follicule(s) sous le contrôle de la LH et de la FSH. La croissance folliculaire s'accompagne de la sécrétion d'œstradiol qui stimule à son tour la libération des gonadotropines, on parle de rétrocontrôle positif. Les pics préovulatoires de LH et FSH induisent l'ovulation 22 heures (+ ou - 2 heures) plus tard. On appelle œstrus l'ensemble des phénomènes physiologiques et de comportement qui précèdent et accompagnent l'ovulation.

La phase lutéale de 17 - 18 jours : se caractérise par la sécrétion de progestérone. A la suite de la phase folliculaire, le follicule se transforme en corps jaune sécrétant

de la progestérone. Pendant la période d'activité du corps jaune, la progestérone inhibe la sécrétion de GnRH et de LH empêchant ainsi le développement des follicules, on parle de rétrocontrôle négatif. La FSH est produite à intervalles plus ou moins réguliers permettant le renouvellement des vagues folliculaires. En l'absence de fécondation, le corps jaune est dégradé par les prostaglandines (PGF2 α) produites par la muqueuse de l'utérus (endomètre), c'est la lutéolyse. Cela entraîne une diminution du taux de progestérone à la fin de la phase lutéale jusqu'à être absent durant la phase folliculaire. Un nouveau cycle peut alors commencer.

En cas de fécondation, le corps jaune est maintenu et la gestation s'installe pour une durée moyenne de 152 jours (environ 5 mois). Au contraire, durant la saison d'anœstrus, le 17 beta œstradiol inhibe fortement la sécrétion de LH empêchant l'apparition du pic préovulatoire. L'ovulation n'a donc pas lieu et en l'absence de corps jaune, la progestérone est à un niveau quasiment nul.

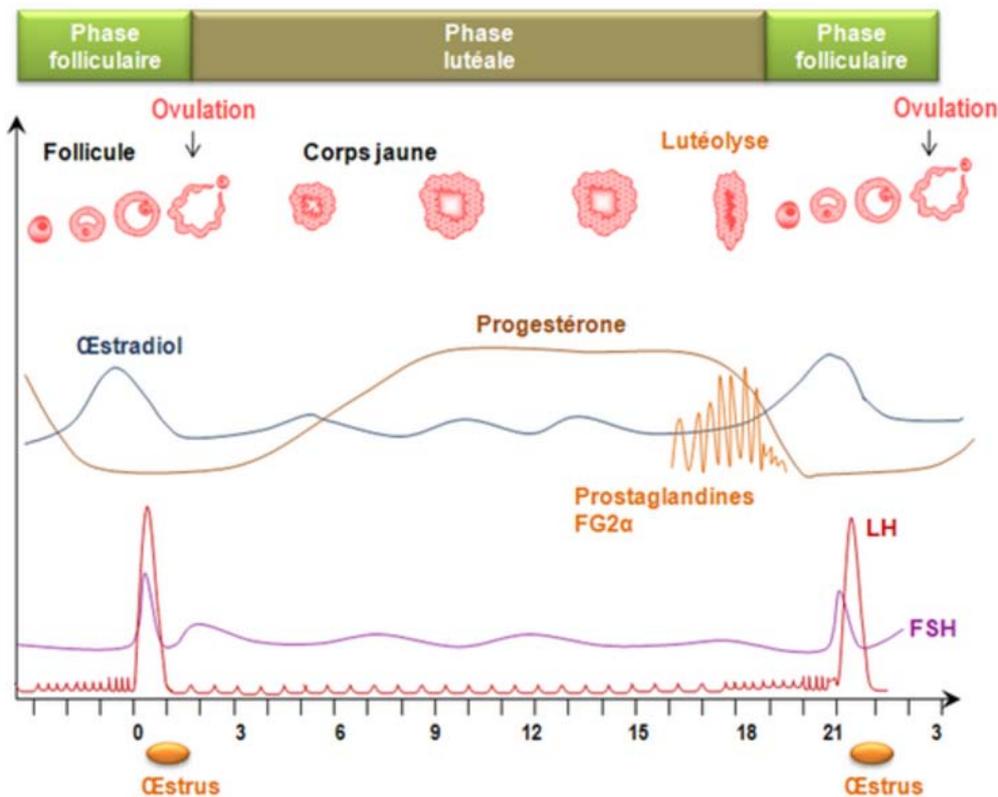


Figure 2: Représentation schématique des différents événements physiologiques au cours du cycle sexuel chez la chèvre (Adapté de Fatet et coll, 2010)

I.3 Une régulation hormonale

Le cycle sexuel est régulé par un ensemble de mécanismes hormonaux faisant intervenir des hormones hypothalamo-hypophysaires (Gonadolibérine : GnRH ; Gonadotropines : FSH et LH) et des hormones stéroïdiennes (œstradiol, progestérone).

Tableau 1: Récapitulatif des organes et hormones impliquées dans la fonction de reproduction

Organe	Hormone sécrétée	Rôle
Glande pinéale	Mélatonine	Régule les rythmes biologiques, sécrétée la nuit
Hypothalamus	GnRH	Stimule la libération de LH et FSH par l'hypophyse
Hypophyse	LH	Stimule la maturation des follicules et des ovocytes, l'ovulation et le développement lutéal
Hypophyse	FSH	Stimule la croissance folliculaire
Ovaire	Oestradiol	Contrôle l'expression de l'oestrus
Ovaire	Progestérone	Permet le maintien de la gestation
Utérus	Prostaglandines (PGF2 α)	Assure la dégradation du corps jaune à la fin de la phase lutéale

I.4 Le comportement de chaleurs :

L'expression des chaleurs est associée à la sécrétion préovulatoire de LH et à l'ovulation (délai œstrus – ovulation : entre 20 et 48 heures). Cependant, des chaleurs peuvent être observées en l'absence d'ovulation en particulier en début de reprise de l'activité sexuelle et, inversement, des ovulations sans comportement de chaleur (ovulations silencieuses) peuvent survenir principalement en fin de saison sexuelle. Les chaleurs durent en moyenne 36 heures chez la chèvre mais cette durée peut varier de 24 à 48 heures. Dans un premier temps, la chèvre est particulièrement agitée et s'approche du mâle pour le stimuler mais refuse ses approches, la femelle est dite « **proceptive** ». Puis les approches de la femelle se poursuivent, elles sont accompagnées d'un frétillement de la queue, de bêlements et souvent d'émission d'urine. Ce comportement stimule les approches du mâle auquel la femelle finit par répondre en s'immobilisant, ce qui provoque des séries de chevauchements et l'accouplement. La femelle est alors dite « **réceptive** ». Une chèvre en chaleur peut aussi chevaucher et accepter d'être chevauchée par d'autres femelles. Les différentes séquences comportementales sont schématisées ci-dessous.

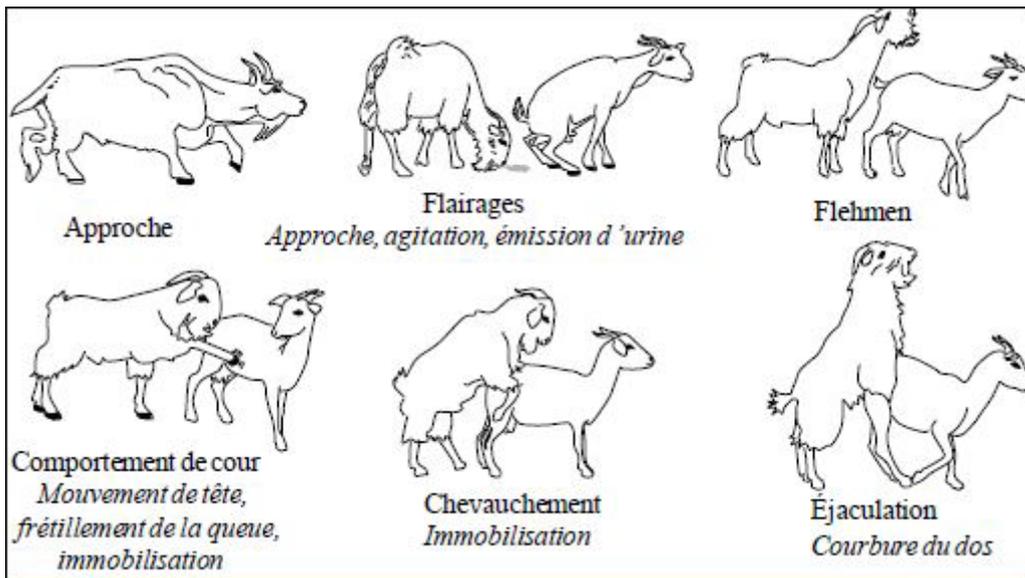


Figure 3: Représentation du comportement sexuel des caprins. L'activité du bouc indiqué en caractère droit, celle de la femelle en italique (adapté de Fabre-nys, 2000)

I.5 Synchronisation des chaleurs :

Il existe différentes méthodes d'induction et de synchronisation d'œstrus chez la chèvre : traitement hormonal, traitement photopériodique avec/sans implant de mélatonine et l'effet bouc.

NB : il est indiqué de faire une échographie au femelles avant d'utiliser une méthode de synchronisation ou d'induction des chaleurs et ceci afin de déterminer les femelles en pseudogestation.

a) Le traitement hormonal :

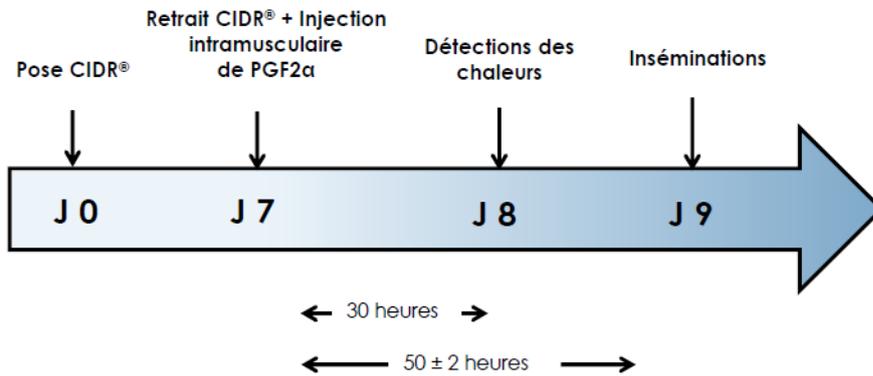
Le traitement hormonal réalisé en vue de la synchronisation des chaleurs et de l'induction de l'œstrus consiste à mimé les évènements endocriniens qui contrôlent le cycle sexuel :

- la pose d'éponges vaginales ou CIDR imprégnées d'un progestagène (FGA : acétate de fluorogestone) simule les conditions observées pendant la phase lutéale du cycle œstral : augmentation du taux de progestérone dans le sang ; inhibition de la sécrétion d'autres hormones ; blocage de l'ovulation.
- l'injection de la PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) stimule la croissance des follicules, améliore la synchronisation des chaleurs et augmente la prolificité.
- l'injection simultanée d'un analogue de prostaglandine F2a (cloprosténol) provoque la lutéolyse chez les femelles qui présentent un corps jaune encore fonctionnel en fin de traitement.
- Le retrait de l'éponge ou CIDR induit, à la suite de la chute brutale de la concentration en progestérone dans le sang, l'induction de l'œstrus et l'ovulation.

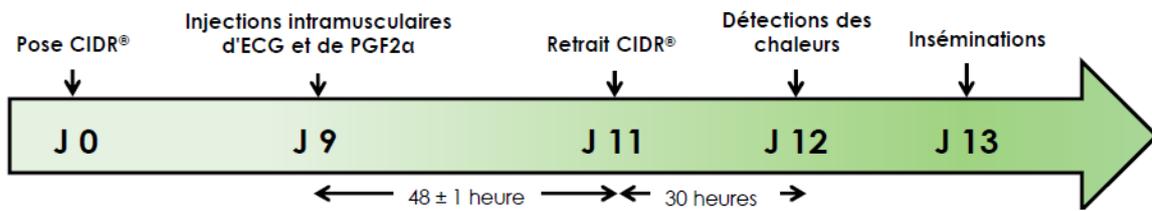
a-1) Protocole :

- Utilisant le CIDR :

Protocole 7 jours CIDR®

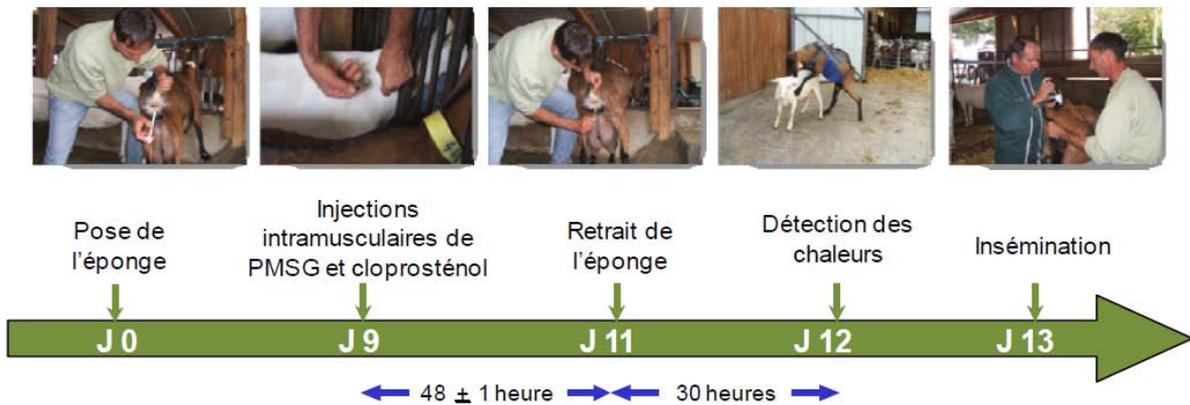


Protocole 11 jours CIDR®



- Utilisant les éponges vaginales :

Protocole 11 jours éponge



(Source : Institut de l'élevage+ guide technique IA chèvre)

a-2) Intérêt : Cette pratique d'élevage permet :

- un avancement de la date des mises bas : un désaisonnement des chèvres est possible quelle que soit la période de l'année : près de 95 % des chèvres ovulent à la suite du traitement
- un groupage des mises bas

a-3) Inconvénients : l'injection répétée (plus de trois fois) de PMSG chez la chèvre peut induire la sécrétion d'anticorps anti-PMSG réduisant l'efficacité du traitement. La concentration d'anticorps au moment de l'injection est corrélée avec un retard d'œstrus : plus la concentration d'anticorps augmente (avec la répétition des traitements) plus la fréquence des œstrus tardifs augmente entraînant une diminution de la fertilité. (Roy et al. 1999)

Donc il est conseillé d'éviter de réaliser plus de trois traitements hormonaux au cours de la carrière d'un même animal.

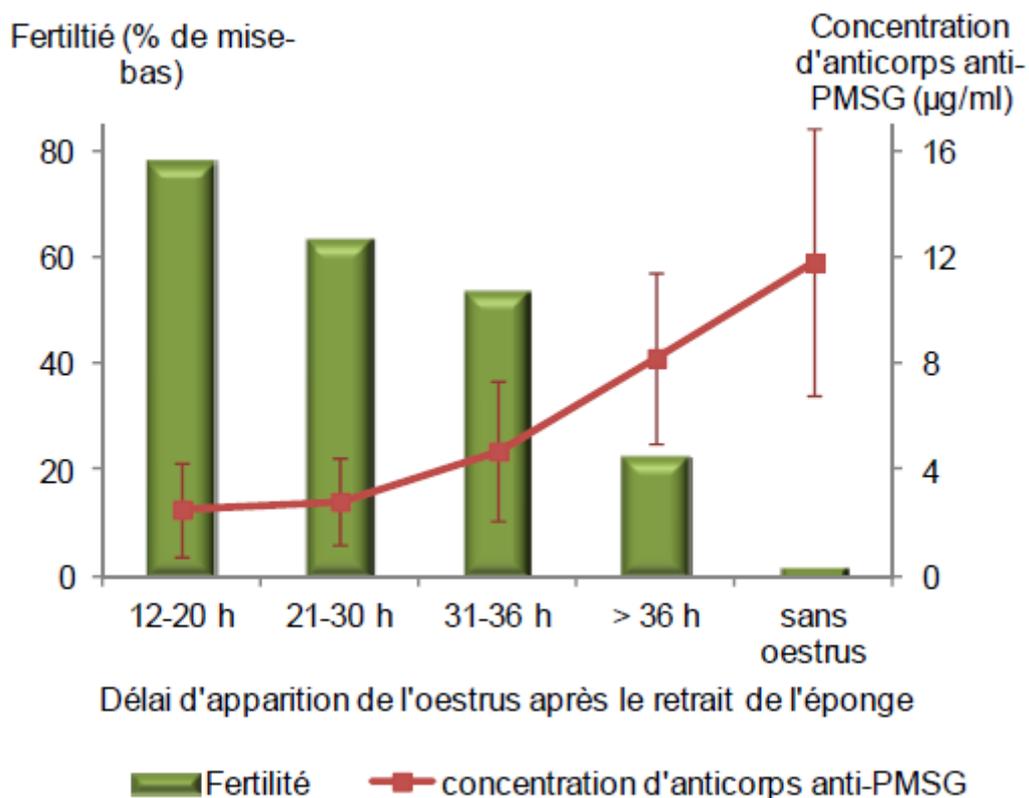


Figure 4: Fertilité et concentration d'anticorps anti-PMSG en fonction du moment d'apparition de l'œstrus (Roy et al. 1999)

b) Le traitement photopériodique associé ou non à la mélatonine :

Permet de simuler l'effet favorable des jours courts quand les animaux perçoivent des jours naturels longs inhibiteurs de la reproduction. La mélatonine sécrétée pendant la nuit, donc en quantité plus importante pendant les jours courts, joue un rôle important dans le déclenchement de l'œstrus. En effet, elle active la sécrétion de GnRH qui à son tour déclenche les sécrétions de FSH et LH impliquées dans l'activité sexuelle et la cyclicité.

b-1) Protocole :

Le principe du traitement photopériodique est de fait croire aux animaux qu'ils sont au printemps ou en été alors qu'on est fin d'automne ou en hiver. A cette période de jours longs succédera une période de jours courts. En pratique, la méthode consistera à éclairer la chèvrerie (tubes néons si possible car moins agressifs pour les yeux ou halogènes fournissant 200 lux au niveau des yeux des animaux) pendant 15 à 18 heures d'une part dès 6 heures du matin jusque l'aube et d'autre part du crépuscule jusque 22 voire 24 heures. La phase d'éclairement en jours longs doit durer au moins 75 voire 90 jours. Cette phase de jours longs est suivie d'une phase de jours courts qui correspondra à l'éclairement naturel si la phase de jours longs se termine avant la mi-mars. Si ce n'est pas le cas, la phase de jours courts est créée en occultant la bergerie. Le retour des jours courts déclenche l'apparition des chaleurs dans les jours qui suivent. Ce schéma d'intervention peut dans le cas de bâtiments ouverts être reproduit par l'administration de mélatonine) soit sous forme d'injection journalière soit sous forme d'implants sous-cutanés de manière à avoir des concentrations plasmatiques voisines de 50 % du niveau nocturne des animaux témoins. Une combinaison des deux traitements photopériodisme et mélatonine est envisageable en recourant à la succession éclaircissement - mélatonine (« flash-mélatonine »). Une période dite de jours longs sera appliquée pendant deux mois au moins au cours de l'hiver. Elle sera suivie par un traitement au moyen de mélatonine au cours du printemps de manière à prévoir une période de lutte à la fin de celui-ci.

b-2) Intérêt : Cette pratique d'élevage permet :

- d'induire une activité cyclique ovulatoire et oestrienne en pleine contre-saison
- d'obtenir une fertilité et une prolificité élevées, proches de celles observées en saison sexuelle
- d'améliorer la réponse à l'effet bouc : lorsque celui-ci est réussi, le pic de fécondations a lieu entre 5 et 15 jours après l'introduction des mâles
- en association avec l'effet bouc et avec des mâles traités, d'obtenir un relatif groupage des mises bas

c) L'effet bouc :

Utilisé pour induire et synchroniser les œstrus et ovulations juste avant la saison sexuelle, lorsque les chèvres sont " réceptives ", est une méthode alternative aux traitements hormonaux exogènes (FGA et PMSG). Il impose cependant que les mâles soient séparés puis réintroduits avec les femelles. L'effet bouc n'est réel que lorsque femelles et mâles ont été séparés pendant au moins 3 semaines. L'isolement doit être total : « *ni vue, ni ouïe, ni odeur* »

c-1) Intérêt : Cette pratique d'élevage permet d'améliorer les résultats de reproduction par :

- un avancement de la date des mises bas : un certain désaisonnement est rendu possible, sans toutefois être du même ordre que celui obtenu à l'aide d'éponges « vaginales »,
- un relatif groupage des mises bas : on observe des pics entre 5 et 10 jours et 20 et 30 jours après l'introduction des boucs,
- une amélioration de la fécondité par un accroissement de la fertilité et de la prolificité.

II. L'insémination artificielle chez la chèvre :

II.1 Définition :

L'insémination artificielle (IA) consiste à déposer le sperme au moyen d'un instrument, au moment le plus opportun et à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle.

II.2 Avantages de l'insémination caprine :

- **Avantages sanitaires** : les semences d'insémination présentent de nombreuses garanties sanitaires. Elles limitent considérablement les risques de diffusion et de transmission des maladies dans le même élevage et les risques d'importation et d'introduction des maladies entre les élevages.
- **Avantages génétiques** : l'insémination artificielle augmente la diffusion des caractères génétique dans le temps (utilisation de la semence congelé même après la mort de l'animal) et dans l'espace (permet de multiplier la capacité de reproduction des mâles par dilution du sperme)
- **Avantages économiques** : en augmentant le niveau génétique du troupeau, on obtient des animaux qui produisent plus de lait et de matière utile ce qui augmente le gain brute par chèvre.
- **Avantages techniques** : • L'insémination permet une gestion plus rigoureuse des lots d'animaux ce qui permet de :
 - planifier la reproduction,
 - planifier et grouper les mises bas.
 - planifier et optimiser la production de lait et de viande,
 - optimiser les apports alimentaires en fonction des besoins,
 - faciliter l'élevage des chevrettes par la constitution de lots plus homogènes.

II.3 Les techniques d'insémination :

1. Production et conservation de la semence:

La semence produite pour l'IA est conditionnée en paillettes de 0,25 ml contenant environ 400.10^6 et 100.10^6 spermatozoïdes totaux, elle peut être utilisée fraîche ou congelée.

Chez les caprins, l'utilisation de la semence conservée congelée a été retenue car elle offre une plus grande souplesse d'utilisation que la semence fraîche en raison de l'existence d'un seul centre de production de semence et de la dispersion géographique des élevages de chèvres sur le territoire national. Elle permet de constituer un stock important de doses par bouc pendant leur évaluation génétique sur descendance, pour une large diffusion ultérieure des boucs à haut potentiel génétique. Les boucs sont également soumis à un traitement lumineux afin de pouvoir étaler la production de semence sur l'année. Les boucs produisent ainsi en moyenne 300 à 400 doses lors du pré testage (première saison sexuelle) et 2000 à 3000 pendant le testage.

a) Récolte du sperme :

Le choix et la préparation des mâles utilisés pour la récolte est déterminant pour l'efficacité du protocole. Les mâles sélectionnés doivent répondre à plusieurs critères :

- Être âgés de 2 à 6 ans.
- Avoir des organes génitaux sains.
- S'être reproduits au moins une fois.
- Être en bonne santé (indemne de toutes maladies légalement réputé contagieuse), en bonne condition physique (faire attention aux aplombs) et correctement alimentés,
- Avoir une libido bien exprimée, cela implique une bonne préparation des animaux qui doivent être **sexuellement actifs**.
- Avoir une semence d'excellente qualité.
- Ils ne doivent pas avoir subi de stress (interventions zootechniques ou prophylactiques) deux mois avant la mise à la récolte.

La récolte est réalisée soit par vagin artificiel ou par électro éjaculateur :

a-1) Récolte au vagin artificiel : Le bouc est stimulé par une femelle en chaleur (attachée au mur), au moment du saut l'éjaculat est récolté dans un vagin artificiel maintenu par un manipulateur. Ce vagin se compose d'un protège vagin, d'une membrane en caoutchouc remplie d'eau chaude et d'un cône en caoutchouc prolongé par un tube de collecte en verre ou en plastique. Cette méthode s'avère très efficace.



Figure 5: Vagin artificiel

a-2) Récolte par électro-éjaculation : C'est une technique alternative qui permet de réduire les risques de blessures liées à la contention et est plus sécurisante pour le personnel mais elle est un peu stressante pour l'animal. Cette méthode consiste en une neurostimulation parasympathique de la région urogénitale par voie rectale. On utilise pour cela une sonde rectale adaptée aux caractéristiques de l'anatomie de l'espèce. Cette sonde, comprenant généralement trois électrodes longitudinales et parallèles, est introduite dans le rectum et maintenue de façon à assurer un contact étroit avec le plancher du rectum. Le protocole d'électro-éjaculation (voltage, intervalles et nombre de stimulations) semble important pour l'obtention d'une semence de bonne qualité (Cameron, 1977) et doit être adapté à chaque espèce. En comparaison avec la récolte à l'aide de vagin artificiel, il est généralement admis que le volume de l'éjaculat est plus important du fait d'une sur-stimulation des glandes, et il peut renfermer du sang ou de l'urine.



Figure 6: Electro éjaculateur

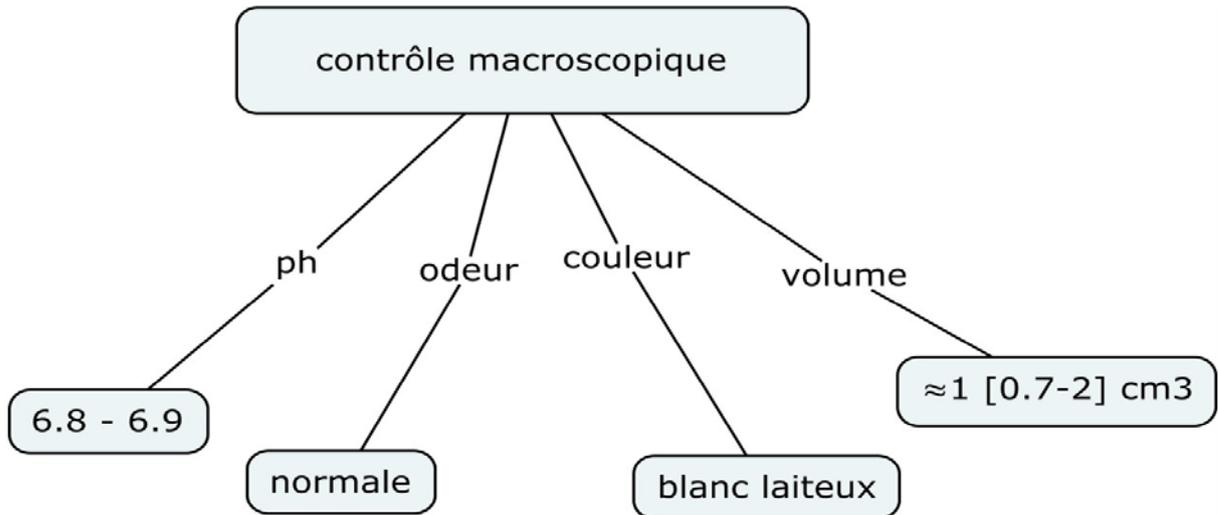


Figure 7: Récolte par électro éjaculateur

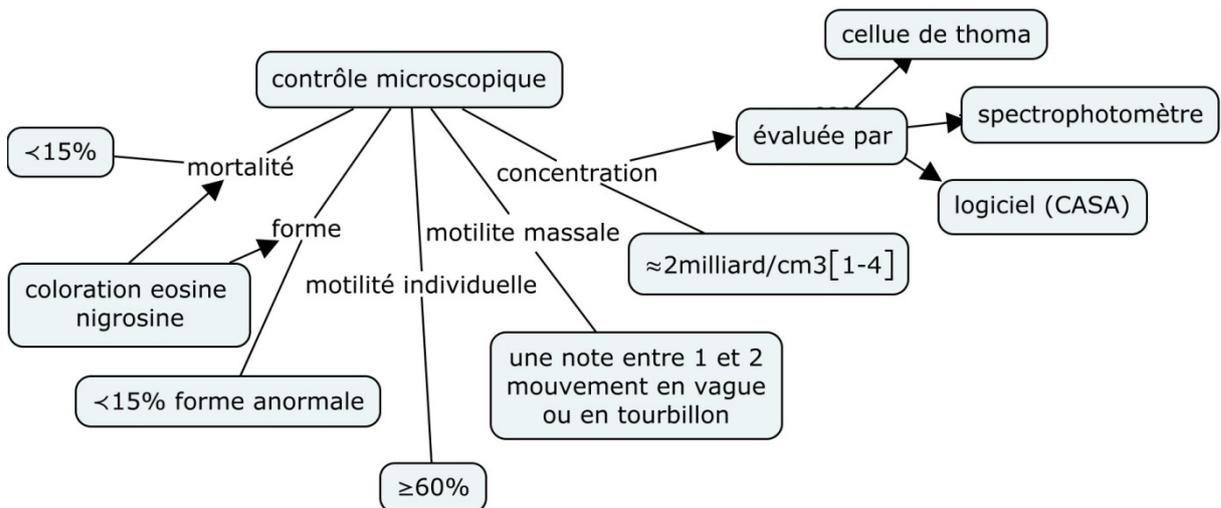
b) Contrôle de la qualité du sperme :

Après la récolte, un contrôle rigoureux de la semence est effectué en deux temps :

b-1) contrôle macroscopique :



b-2) contrôle microscopique :



c) Dilution du sperme :

La dilution a deux buts :

- Faciliter le fractionnement de l'éjaculat en de multiples doses.
- Favoriser la survie des spermatozoïdes, qu'ils soient réfrigérés ou congelés.

Les dilueurs utilisés pour la congélation de la semence de bouc ne doivent pas contenir de jaune d'œuf, car les sécrétions des glandes bulboérectiles interfèrent avec le jaune d'œuf traditionnellement utilisé (Balbassarre et Karatzas, 2004). Dans le plasma séminal, il existe une enzyme de type lipase, la BUSgp60 qui agit sur les lipides du dilueur (jaune d'œuf ou lait) pour libérer des composés toxiques (acide oléique) pour les spermatozoïdes (Pellicer-Rubio et Combarrous, 1998). Il est également recommandé de séparer le plasma séminal dès que possible après la récolte de semence pour limiter son contact avec le dilueur.

Le taux de dilution est calculé pour chaque éjaculat puisqu'il dépend de la concentration de celui-ci, on peut utiliser des formules mathématiques, un densitomètre ou bien des logiciels informatiques comme le CASA.

d) La congélation :

Une fois diluer la semence est conditionnée dans des paillettes généralement de 0.25 ml pour être par la suite soit congelé est conservée dans de l'azote liquide à -196° ou bien conservé autour de 0° pour être utilisée fraîche.

2. Mise en place de la semence (insémination)

L'insémination chez la chèvre peut se réaliser par voie cervical (exocervicale ou intra utérine dans les cas où on peut franchir le col) ou par voie chirurgicale (laparoscopie ou endoscopie). Elle se réalise soit :

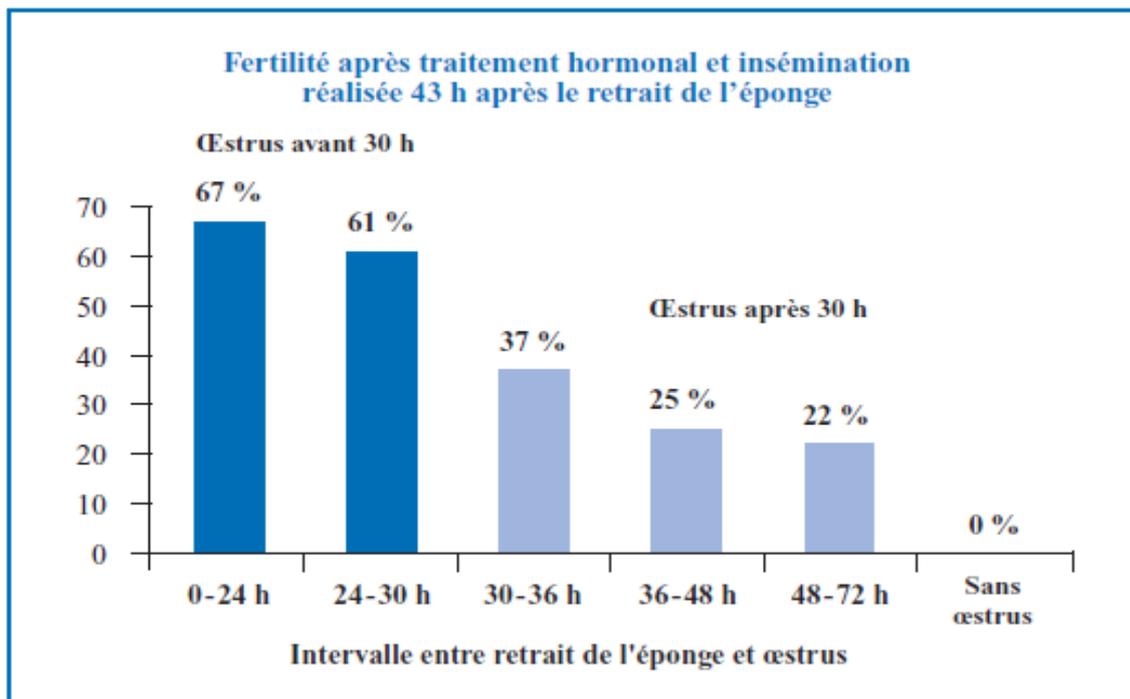
- ✓ Sur chaleur Naturelle : l'insémination se réalise sur chaleur détectée en saison de reproduction caprine. Elle intervient 6 à 24 h après la détection de l'œstrus (immobilisation de la femelle au chevauchement). La fertilité ainsi obtenue est très satisfaisante 60 à 66% (Corteel 1971)
- ✓ Sur chaleur induite : l'insémination se réalise 43 à 48h après le retrait du dispositif de synchronisation, 43 ± 2 heures (Alpine) et 45 ± 2 heures (Saanen) (Corteel et Leboeuf 1990).

Le groupage de l'œstrus permet de constituer des lots de mises-bas à la période souhaitée par l'éleveur, et également des lots de femelles à inséminer au même moment (réduire les déplacements des inséminateurs et les coûts d'intervention).

2.1. Détection des chaleurs :

La détection des chaleurs est une étape cruciale pour optimiser la fertilité. Elle permet de s'assurer de la bonne réponse des chèvres aux traitements hormonaux de synchronisation et donc d'écartier de l'insémination les chèvres qui auront une mauvaise réponse, et permet également de sélectionner les chèvres à inséminer sur chaleur naturelle, et de choisir le meilleur moment pour la réalisation de l'insémination

Selon l'étude de Baril et al.1993, il est indiqué de n'inséminer que les femelle venue en chaleur dans les 30h suivant le retrait des éponges



Source : Baril et al., 1993

Figure 8: Fertilité et intervalle entre retrait de l'éponge et l'œstrus

a-1) Détection avec présentation individuelle des femelles au mâle

Cette méthode est la plus efficace puisqu'elle identifie clairement les femelles qui acceptent le chevauchement par le bouc.

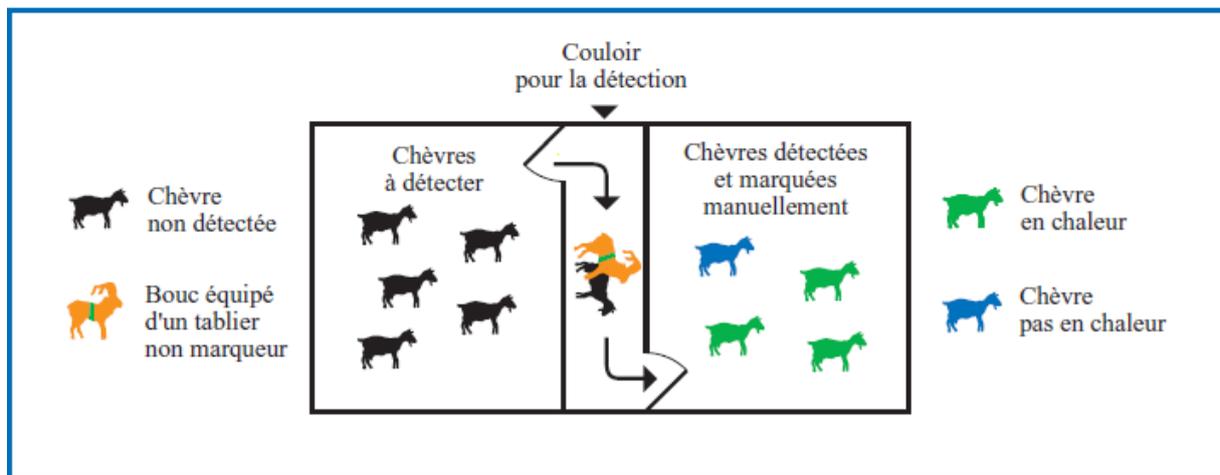


Figure 9: Détection des chaleurs avec présentation individuelle des femelles au mâle

a-2) Détection en lot avec mâle équipé d'un tablier marqueur

Cette méthode est moins précise car elle ne donne pas les horaires exacts de la détection. Seules les femelles qui **acceptent le chevauchement** (immobilisation de la chèvre sans contrainte) seront inséminées. Pour les lots de plus de 30 femelles, **prévoir plusieurs mâles** entraînés afin de les renouveler régulièrement. Il est recommandé de retirer les chèvres marquées au fur et à mesure afin d'éviter que le mâle ne s'attarde trop sur les mêmes femelles

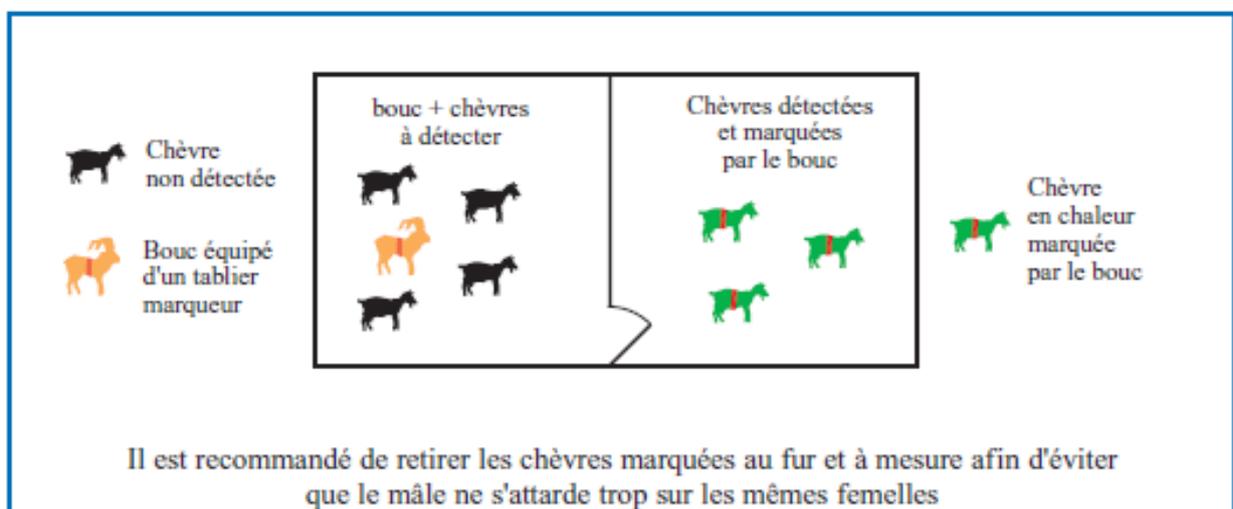


Figure 10: Détection en lot avec mâle équipé d'un tablier marqueur.

2.2. Préparation du chantier de l'insémination :

L'organisation du chantier doit répondre à 2 objectifs afin de permettre une insémination dans les meilleures conditions et optimiser la fertilité.

- Travailler dans un endroit calme et familier pour les femelles,
- Procurer un confort de travail suffisant pour l'inséminateur et l'éleveur.

Pour cela il faut que :

L'endroit où se déroule l'insémination soit à l'abri du soleil, du vent et de la pluie. Familier aux animaux, de façon à éviter le stress : le plus simple étant dans le parc d'élevage des chèvres ou dans un parc mitoyen.

Préparation du matériel de l'insémination Gants de latex, Ciseaux tranchants, Chronomètre, Gaines d'insémination, Lampe de poche avec piles de surplus, Lubrifiant non-spermicide, Papier essuie-tout, Pistolet d'insémination, Spéculum, Thermomètre.

Dans le cas où on utilise la semence congelée on a besoin en plus d'un Biostat d'azote liquide avec semences, d'une Pince de métal pour prendre les paillettes dans le biostat et d'un thermos pour conserver l'eau à 37°C

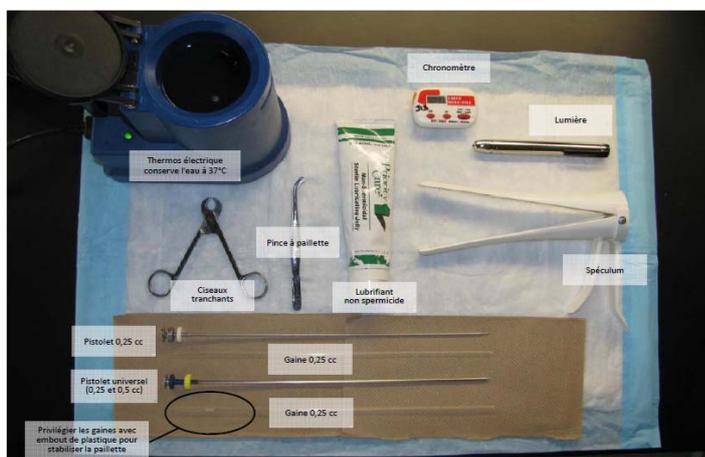


Figure 11: matériels de l'insémination artificielle

2.3. Méthodes d'insémination :

a) Insémination par vaginoscopie :

- Contention des animaux, en utilisant soit le cornadis, une chaise de contention ou au niveau de la salle de traite l'essentiel est que l'animal soit maintenu en position verticale tête en bas.



Figure 12: Moyens de contention pour la réalisation de l'insémination artificielle

- Une fois sortie du réservoir d'azote liquide, la paillette congelée est plongée dans de l'eau à 37°C pendant 20 secondes puis essuyée et introduite dans le pistolet d'insémination préalablement réchauffé. L'extrémité de la paillette est coupée et recouverte d'une gaine protectrice puis bloquée avec un anneau. La paillette de semence fraîche est plongée dans de l'eau à 4°C. L'arrière-train de l'animal est soulevé et la vulve au besoin nettoyée. Le spéculum préalablement lubrifié est introduit et le col de couleur rose ou rouge repéré sur le plancher du vagin. L'extrémité du pistolet est guidée vers le col dans lequel il est introduit le plus loin possible par des mouvements de rotation. Le sperme est expulsé et le pistolet retiré. Le spéculum est désinfecté entre les animaux.

b) Insémination par endoscopie :

L'endoscopie est une technique d'exploration interne incluant un système optique utilisant les propriétés de propagation de la lumière dans une fibre de verre. L'endoscopie, terme général désignant cette technologie est appelée laparoscopie, lorsqu'elle s'adresse à l'exploration de la cavité abdominale préalablement distendue par un pneumopéritoine artificiel (insufflation d'air ou de CO₂). Préalablement aux inséminations, les femelles sont soumises à une diète de 24 h afin de réduire l'encombrement du tractus digestif, et de faciliter la localisation et la manipulation instrumentale de l'appareil génital. Les inséminations sont réalisées en plaçant l'animal en décubitus dorsal, crânialement incliné à 45°, le champ opératoire est tondu puis désinfecté, les zones de ponction sont insensibilisées par une anesthésie

locale. L'introduction des trocards s'effectue de part et d'autre de la ligne blanche. Après mise en place des instruments et la localisation du tractus génital, la semence est déposée dans chacune des cornes utérines. Les trocards sont ensuite retirés, un antibiotique est appliqué sur chaque point de ponction.

L'insémination par endoscopie offre le double avantage, d'une part augmenter la fertilité et d'autre part, utiliser beaucoup moins de spermatozoïdes (environ 10 fois moins que pour une insémination excervicale).



Figure 13: Utilisation de l'endoscopie pour l'insémination artificielle

2.4 Facteurs d'échecs de l'insémination artificielle :

Autour d'une fertilité moyenne d'environ 62 %, on observe une variabilité importante selon les lots et les élevages (25 à 85 %). Celle-ci subsiste malgré les précautions prises au niveau du choix des femelles et dans l'application du traitement hormonal. Cette variabilité peut être imputable à de nombreux facteurs :

Facteurs liés à l'élevage et aux conditions d'application du traitement hormonal

- La race

Actuellement, chez les chèvres de race Saanen, le taux de réussite de l'I.A. après traitement hormonal est inférieur de 5 à 10 points à celui observé chez les chèvres de race Alpine.

- La réponse au traitement

- L'heure du retrait de l'éponge

- L'utilisation répétée du traitement :

- Le stress : vaccination, traitement antiparasitaire, enlèvement du fumier, taille des onglons, changement de lot ou de local, modification importante de l'alimentation.

Facteurs liés à l'insémination

- Le lieu de dépôt des spermatozoïdes

Le dépôt de la semence dans l'utérus (quand l'ouverture du cervix le permet) conduit à un niveau de fertilité plus élevé que lorsqu'il est réalisé au niveau du col de l'utérus. Cependant, ce mode opératoire doit être utilisé ***en traumatisant le moins possible l'appareil génital et la muqueuse utérine en particulier.***

- L'inséminateur

III. Diagnostic de gestation chez la chèvre :

Chez la chèvre, l'implantation de l'embryon se fait aux alentours de 18-20 jours après fécondation. Il existe plusieurs méthodes qui permettent d'établir un constat de gestation ou de non gestation. Ce constat peut être visuel (observation du comportement d'œstrus), biophysique (échographie) ou biochimique (dosage).

Le choix de la méthode repose sur sa précocité, sa fiabilité et sa praticité. Cependant, il faut prendre en compte la possibilité de perte embryonnaire entre le constat de gestation et la mise-bas.

III.1 Importance du diagnostic de gestation :

Le constat de gestation chez les caprins est d'une grande importance. En effet, il permet de :

- ✓ Trier les femelles gestantes et non gestantes.
- ✓ Remettre à la reproduction les femelles vides.
- ✓ Gérer l'alimentation en fonction du stade physiologique.
- ✓ Préparer les mises-bas et le tarissement
- ✓ Gérer les réformes.
- ✓ Faire des prédictions de production.

III.2 Différents méthodes de diagnostic de gestation :

a) Constat visuel :

Se basant sur l'observation du comportement d'œstrus (retours en chaleur), c'est la méthode la plus précoce et couramment utilisée, elle aura lieu 17 à 23 jours après l'insémination ou la saillie naturelle.

Les signes visuellement observables sont : bêlement, agitation de la queue, écoulement de mucus vaginal, chevauchement des congénères et acceptation du chevauchement. L'utilisation du bouc équipé d'un tablier (avec ou sans marqueur) est préférable.

Ce test nécessite une bonne observation et sa fiabilité est assez aléatoire. Il s'agit d'un constat de non gestation : il est quasi-certain que les femelles en chaleurs 17 à 23 jours post insémination ou saillie ne sont pas gestante (il est rare, mais il arrive que certains femelles gestantes manifestes les chaleurs). En revanche le non retour en chaleur n'est signes sûr de gestation.

b) Constat biophysique : par échographie

L'échographie est une technique non invasive d'imagerie médicale. Cette technique d'investigation complémentaire utilise la réflexion (écho) des ultrasons dans les organes et s'apparente ainsi au « SONAR » (Sound Navigation and Ranging), méthode de détection employée en navigation

L'image échographique résulte de l'analyse des échos émis par la sonde et lui revenant.

Pour le diagnostic de gestation chez la chèvre on utilise une sonde linéaire ou sectorielle avec une fréquence de 5 MHz à 7.5 MHz, par voie transabdominale (le plus souvent) cette technique est utilisée à la fois pour un diagnostic de gestation, la détermination du nombre de fœtus, l'estimation de l'âge de fœtus et la détection de la pseudogestation. Classiquement, la chèvre sera examinée en position debout. La sonde sera appliquée dans la région inguinale droite, les poils seront au besoin rasés. L'application d'un gel entre la peau et la sonde est indispensable pour faciliter la pénétration des ultrasons dans les tissus sous-jacents. Le champ ultrasonore sera d'abord dirigé vers l'entrée de la cavité pelvienne et progressivement orienté vers le bas et vers l'avant par un mouvement de rotation et de déplacement latéral de la sonde. La vessie (anéchoïque) constitue un bon point de repérage.

Un diagnostic est possible vers le 30^{ème} jour de gestation. La confirmation se basera sur l'identification de l'un ou l'autre des trois signes suivants : les liquides (anéchoïques), les cotylédons et le fœtus. La vésicule embryonnaire est le principal signe de gestation entre le 30^{ème} et le 45^{ème} jour. Les battements cardiaques du fœtus peuvent être identifiés vers le 35^{ème} jour. Les cotylédons commencent à se développer vers le 22^{ème} jour et sont identifiables vers le 40^{ème} jour sous la forme de zones échogènes en forme de **C** ou de **O** selon l'angle d'incidence. Le squelette du fœtus est observable vers le 45^{ème} jour. La détermination du stade de gestation est basée sur la mesure de la longueur du fœtus (base de la tête - base de la queue) ou du diamètre bipariétal (présence des deux orbites sur l'image requise). Le développement fœtal est relativement constant jusqu'au 80^{ème} jour de gestation quel que soit le nombre de fœtus présent.

La détermination du nombre de fœtus requiert davantage d'expérience. Elle sera idéalement réalisée entre le 40^{ème} et le 70^{ème} jour de gestation. L'attention de l'opérateur sur la possibilité d'une gestation gémellaire sera attirée par le fait que dans ce cas le nombre de cotylédons est plus élevé. Le degré d'exactitude de cette détermination diminue nettement après le 90^{ème} jour de gestation.

L'intérêt pratique du diagnostic de gestation gémellaire réside dans la possibilité ainsi offerte à l'éleveur d'adapter le régime alimentaire au nombre de fœtus et d'éviter ce faisant le risque de toxémie de gestation, cette pathologie apparaît au cours des 2 à 4 dernières semaines de gestation.

L'isolement de l'animal, des troubles oculaires (absence de fermeture des paupières en cas de stimulation), l'odeur de pomme dans l'étable due à l'acétone, un état comateux en sont les symptômes dominants.

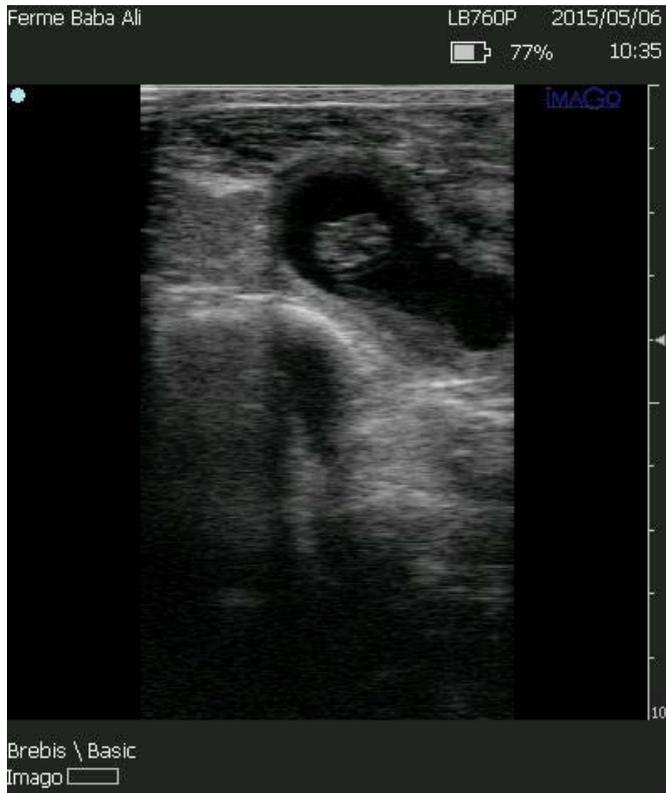


Figure 14: échographie d'une chèvre gestante de 35jours

(Source ITELV)

Le constat de gestation par échographie présente une très haute fiabilité, l'exactitude des constats positifs ou négatifs est respectivement de 90 à 97% pour un examen réalisé 28 à 31 jours post insémination ou saillie.

a) Constat biochimique :

c-1) Dosage de la PAG (Protéine Associée à la Gestation) :

Les glycoprotéines associées à la gestation (PAG), aussi connues comme protéines spécifiques de la gestation (PSPB) constituent une grande famille de glycoprotéines appartenant à la sous-classe des protéinases aspartiques.

Chez la chèvre gravide, les concentrations plasmatiques de PAG sont détectables dès le 17-18e jour après la fécondation, pour atteindre des concentrations de 3 à 5 ng / ml aux alentours du 21-22e jour. Les concentrations de PAG augmentent jusqu'à la 8ème semaine de gestation (30 à 50 ng / ml), pour ensuite décroître entre la 12e et la 14e semaine (16 à 32 ng / ml) et elles restent relativement constantes jusqu'à la mise bas (GONZALEZ *et al.*, 1999).

c-2) Dosage de la progestérone :

Le rôle indispensable de la progestérone dans le maintien de la gestation est connu depuis longtemps et a été à la base du développement des méthodes de diagnostic hormonal dès les années 1970 (SOUSA, 2000). La concentration de la progestérone varie selon l'état physiologique de la femelle, elle augmente progressivement au cours de la gestation, 6 ng/ml au 21-22ème jour de gestation chez la chèvre.

Les résultats sont à interpréter avec prudence. Si le résultat est négatif, il permet d'identifier très tôt les femelles non gestantes. Mais, si le résultat est positif, il démontre seulement la présence d'un corps jaune qui peut être liée à une gestation, une femelle cyclique en phase lutéale, à la présence d'un kyste lutéal ou encore à une pseudogestation, c'est donc un constat de non gestation d'une grande fiabilité.

c-3) Dosage du Sulfate d'oestrone :

L'existence d'une unité foeto-placentaire fonctionnelle s'accompagne d'une augmentation du taux de sulfate d'oestrone dans la circulation périphérique chez la chèvre (GONZALEZ *et al.*, 1999). Chez la chèvre, le sulfate d'oestrone est détectable dans le plasma ou le lait aux environs des 45e-50e jours de gestation. Au 60e jour de gestation, la concentration moyenne est d'environ 0,6 ng / ml chez les femelles non gravides, tandis que chez les gravides elle est de 6,1 +/- 3,5 ng / ml (REFSAL *et al.* 1991). Selon MCARTHUR et GEARY (1986), cette méthode est effective pour distinguer les femelles gravides des femelles vides ou présentant une pseudogestation dès le 50e jour post conception.

II - Partie expérimentale :

I- Cadre et objectif de l'étude :

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau de la ferme de démonstration et production de semence (**FDPS**) de l'institut technique des élevages (ITELV) de Kssar Chellala wilaya de Tiaret. Sur un effectif de 85 chèvres de race locale « **Arabia** ».

Ce travail rentre dans le cadre d'un projet de coopération entre l'ITELV et le centre arabe ACSAD (Arab center for the studies of aride zones and dry lands) qui consiste en l'amélioration de la productivité du caprin locale dans son site d'élevage, par croisement entre la race locale et la race Chami amélioré et sélectionné.

Objectifs :

- 1- Amélioration de la productivité du caprin locale en lait et viande
- 2- Maitrise et Amélioration de la technique d'insémination artificielle
- 3- Application de la technique d'insémination artificielle (semence fraîche et congelée) pour amélioration de la productivité des stations coopérées.

II- Matériels et méthodes :

II-1. Matériels biologiques :

L'étude a porté sur un effectif de 85 chèvres de race locale « Arabia » en bonne états de santé âgées entre 02 et 07 ans et d'un poids corporel variable (27 et 54 kg) ; l'étude s'est déroulée en mois de décembre 2014 pour le premier lot (**lot 1**) et en novembre 2015 pour le deuxième lot (**lot 2**).

Le lot 1 est constitué par un effectif de 85 chèvres, répartis en 04 groupes

Le lot 2 est constitué par un effectif de 45 chèvres, répartis en 02 groupes, dont on trouve celles du **lot 1** après mise bas et sevrage des chevreaux.

Race caprine Chami : Le Chami est une race caprine originaire de Damas « Ghouta » une des cinq meilleures races de chèvre productrice de lait, reconnue par sa bonne production laitière (arrivé a 1000kg dans une lactation de 250 jrs) et ses portées gémellaires (75%) réalisant ainsi une renommée mondiale.

II-2. Matériels utilisé :

Matériel nécessaire à la synchronisation des chaleurs (éponges vaginales, applicateur, vaseline, désinfectant, hormones)

Matériel nécessaire à l'insémination artificielle (pistolet de IA pour ovin/caprin, vaginoscope muni d'une torche, semence caprine congelée, BT d'azote liquide, bain marie, ciseau, thermomètre)

Consommable : (seringues et aiguilles jetables, gaines d'insémination ovin et bovin, gant latex, papier absorbant, sérum physiologique, lames et lamelles, sac poubelles)

Microscope à platine chauffante

Appareil à photos

Échographe

II-3. Méthodes

II-3.1. Préparation des animaux à la reproduction :

a) Vaccination et vermifugation :

Les chèvres ont reçu tous les vaccins et les traitements antiparasitaires nécessaires selon un plan de prophylaxie adapté par le vétérinaire responsable de la ferme.

b) Flushing :

Comme chez les ovins, une préparation alimentaire renforcée qui consiste en des apports énergétiques supplémentaires (aliment concentré), en prévision des saillies.

Le Fuhsing à été pratiquée un mois avant les dates prévues pour l'insémination et un mois après, chez les femelles pour stimuler la reprise de l'activité sexuelle et accroître la fertilité a raison de 350g de concentré supplémentaire par jours.

c) Contrôle des femelles :

Quinze jours avant la synchronisation, les chèvres ont subi un examen échographique pour éviter d'utiliser des femelles pleines ou en pseudogestation au cours de notre expérimentation. Ceci, nous a permis de constater que l'ensemble des brebis étaient non gestantes.

d) Synchronisation des chaleurs:

L'expérimentation s'est déroulée en deux périodes différentes où deux lots de femelles ont été constitués chacun composé de 85 et 46 chèvres, d'un poids moyen respectivement (28 kg, 54kg) qui dans un premier stade ont été toutes soumises au même traitement hormonal basé sur le maintien d'une éponge vaginale imprégnées par un progestagène de synthèse (Chronogest CR 40mg) pendant 11 jours et de

deux injections intramusculaires, l'une de P.M.S.G, l'autre de prostaglandines (PgF2 α) qui permet de limiter la durée de pose de l'éponge à 11 jours (au lieu de 17 à 21 jours) et de réduire le phénomène d'adhérence.



Figure 15: Synchronisation des chaleurs

e) Détection des chaleurs :

Pour détecter les chèvres en chaleur après retrait des éponges vaginales, nous avons réalisé une détection en lot avec bouc équipé d'un tablier marqueur (le tablier empêche l'accouplement), le harnais laisse une trace de couleur sur les dos des chèvres chevauchées.

f) Contrôle de la qualité des paillettes :

Une paillette est contrôlée sous microscope à platine chauffante avant chaque opération d'insémination « **Figure 16** ». Après la décongélation rapide d'une paillette dans de l'eau tiède (37°C) une goutte de sperme est déposée sur une lame (chauffé au préalable pour éviter le choc thermique), l'analyse de la motilité massale est basé sur l'intensité des SPZ, leur mouvement, leur direction, la rapidité et la vitesse de déplacement dans le champ du microscope.

Le microscope utilisé est un microscope à platine chauffante sous grossissement 40



Figure 16: Contrôle de la motilité des SPZ avant IA

g) Insémination artificielle :

Les femelles du lot n°1 ont été inséminées une seule fois 43h \pm 2h après retraits des éponges, alors que pour celles du second lot, nous avons effectué un lavement vaginal à l'aide d'un sérum physiologique un drain et une seringue de 50ml juste après le retrait des éponges pour les femelles qui ont présentées un écoulement vaginale muco-purulent et une seconde insémination (de rappelle) a eu lieu 12h après la première I.A. **Figure 17**

La semence utilisée est une semence congelée des boucs sélectionnés génétiquement de la race « Chami » prélevée et congelée en Syrie.

Les dates des interventions sont résumées sur le **Tableau 2**.

Tableau 2: Planning mettant en évidence les intervalles d'intervention des techniques, de synchronisation des chaleurs et de saillie

Jour	J.0	J.9	J.11	J.13	
Heure	9h	15h	15h	10h+1h	
Lot N° 1	Pose éponge	PGF2 α ⁽¹⁾	Retrait éponge+PMSG ⁽²⁾	I.A. ⁽³⁾	
Heure	9h	9h	08h	03h (+/- 2h)	15h (+/-2h)
Lot N° 2	Pose éponge	PGF2 α ⁽¹⁾	Retrait éponge+PMSG ⁽²⁾ +lavement vaginale ⁽⁴⁾	1ère I.A. ⁽³⁾	2ère I.A. ⁽³⁾

(1) :prostaglandine , sa présence dans le cocktail hormonal améliore la préparation de l'ovulation et par voie de conséquence, la qualité des ovocytes pondus et celle des embryons qui en résultent après fécondation(2) : Hormone gonadotrope extraite du serum de jument grvide (Pregnant mare serum's gonadotropies = 250 U.I.), dont l'action est comparable à celle de la F.S.H. (Hormone de Maturation Folliculaire) ; (3): Insémination Artificielle ;(4) : un lavage vaginale, pratiqué pour les femelles qui ont montré des sécrétions muco-purulentes après retrait avec un sérum physiologique.



Figure 17: Insémination artificielle

h) Diagnostique de gestation :

Le contrôle de gestation a été fait 35 jours après insémination artificielle à l'aide d'un échographe référence IMAGO « SN : 1211MG22 »

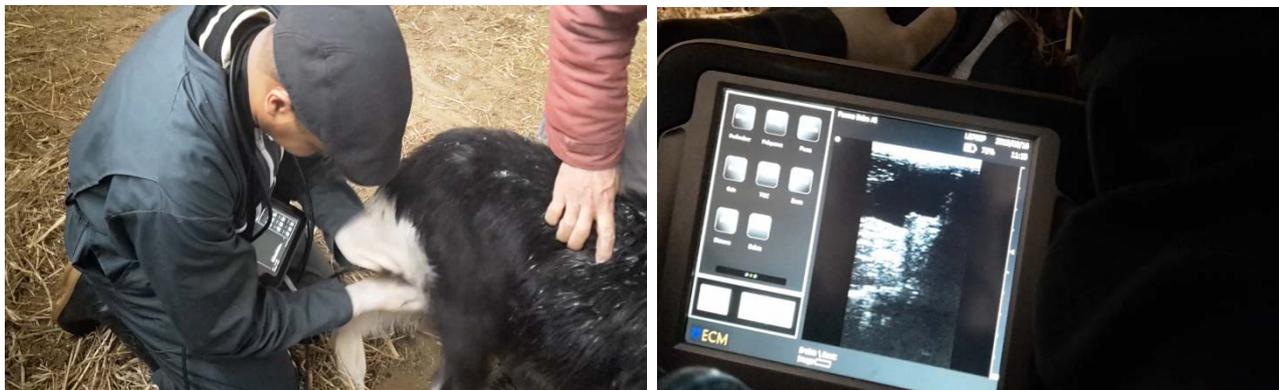


Figure 18: confirmation de gestation par échographie

i) Enregistrement des données :

Toutes les données relatives aux :

- Numéro d'identification et l'âge des chèvres.
- poids.
- Dates d'intervention (synchronisation, IA, diagnostique)
- Traitement administrés

Ont été enregistrées sur place et recopiée sur une base de données informatisée.

III. Résultats et discussion :

La première phase de l'expérimentation, relative à la synchronisation des chaleurs révèle que toutes les femelles soumises à la synchronisation des chaleurs avaient répondu favorablement au traitement surtout que les deux expérimentations se sont déroulées en fin de saison de reproduction des chèvres. C'est ainsi qu'on a enregistré un taux de réussite de 100 % (des deux lots confondus). Toutes les chèvres avaient extériorisées des signes de comportement d'œstrus. L'injection de la P.M.S.G. à la fin du traitement progestatif semble accroître la croissance folliculaire, la durée de l'œstrus, le taux d'ovulation et avance le début de l'œstrus chez les femelles traitées (Baril et al, 1993).

En somme, la synchronisation des chaleurs est une technique qui nous a offert des avantages non négligeables, notamment d'anticiper sur la date des mises-bas s'annonçant groupées.

Les performances de reproduction ont donné lieu aux résultats récapitulés dans les tableaux 3.

Tableau 3: Performances de reproduction des femelles

Paramètre	Total Chèvres	Moy Age (an)	Moy Poids (Kg)	Chèvres gestante	Avortement	Mortalité	Chèvres mettant bas	Naissance	
								Simple	Double
Lot 1	85	4	37	26	08	04	14	12	04
Lot 2	45	4.73	35.5	33	03	01	29	14	15

Une lecture comparative des résultats montre clairement que des résultats probants ont été obtenus avec le deuxième lot. En effet, les taux de fertilité et de fécondité sont respectivement 73.34% et 97.78% pour le deuxième lot contre 30.59% et 23.53% pour le premier lot.

Tableau 4: paramètres de reproduction.

	Lot 1	Lot 2
Taux de fécondité : Nbre de nouveau-nés / Nbre de chèvres inséminées	20/85 soit 23.53%	44/45 soit 97.78%
Taux de Fertilité : Nbre de chèvres pleines / Nbre de chèvres inséminées	26/85 soit 30.59%	33/45 soit 73.34%
Taux de prolificité : Nbre de nouveau-nés / Nbre de chèvres pleines	20/26 soit 76.92%	44/33 soit 133%
Taux d'avortement : Nbre de chèvres avortées / Nbre de chèvres pleines	08/26 soit 30.76%	03/33 soit 9.1%

En utilisant le test statistique de Khi-deux de conformité et d'homogénéité concernant les taux de fertilité et de fécondité, nous avons obtenus :

Concernant le taux de fertilité les résultats du lot 02 sont conformes à ceux de **Cortel et al.1988** qui ont obtenus un taux de fertilité de 63%, alors que ceux du lot 01 ne sont pas conforme, et il y'a une différence très nettes entre les résultats du lot 01 et 02.

Concernant le taux de fécondité les résultats obtenus sont nettement différents entre les deux lots cela est due principalement au différence du taux de fertilité ainsi qu'au taux d'avortement et de mortalité qui est nettement supérieur dans le lot 1 (30.76% et 15.38%) par rapport au lot 2 (9.1% et 03.03%) cela est due principalement a la conduite d'élevage et une mauvaise condition alimentaire surtout durant l'année 2015 ou il y'a eu plusieurs épisode de rupture en aliment et une forte canicule.

Selon l'étude de Cortel et al, 1988 la fertilité après insémination artificiel sur chaleur induite chez la chèvre ne diminue pas en pratiquant une ou deux insémination (1IA 62,0% contre 2 IA 61,1%, Cortel et al), alors que les résultats obtenus durant notre étude ont montrés une différence très nette entre la fertilité suite a une seule insémination par rapport a deux ; **quelles sont les facteurs de cette différence ?**

Afin de répondre a cette question, nous avons étudié les facteurs qui peuvent influencer la réussite de l'insémination artificielle :

1) **L'âge** : selon l'étude de Brister J.L, 2006 La fertilité maximale des chèvres est située entre 2 et 4 ans d'âge, au plus de 5 ans la fertilité diminue progressivement Cette tendance peut être liée à la diminution de la qualité des gamètes femelles (GARCIA-ISPIERTO, 2007). Alors que la moyenne d'âge des femelles dans notre expérimentation est respectivement : 4 ans pour lot 1 et 4,733 ans pour le lot 2 et des écarts type de 1.426 et 1.67. cette différence de moyenne n'est pas significative à un taux de sécurité de 99%

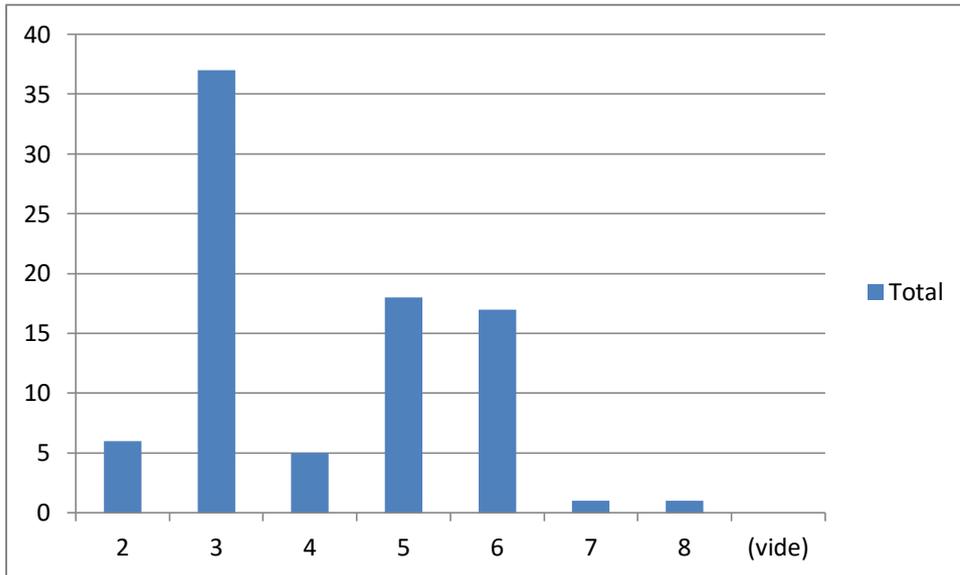


Figure 19: âge des femelles lot 01

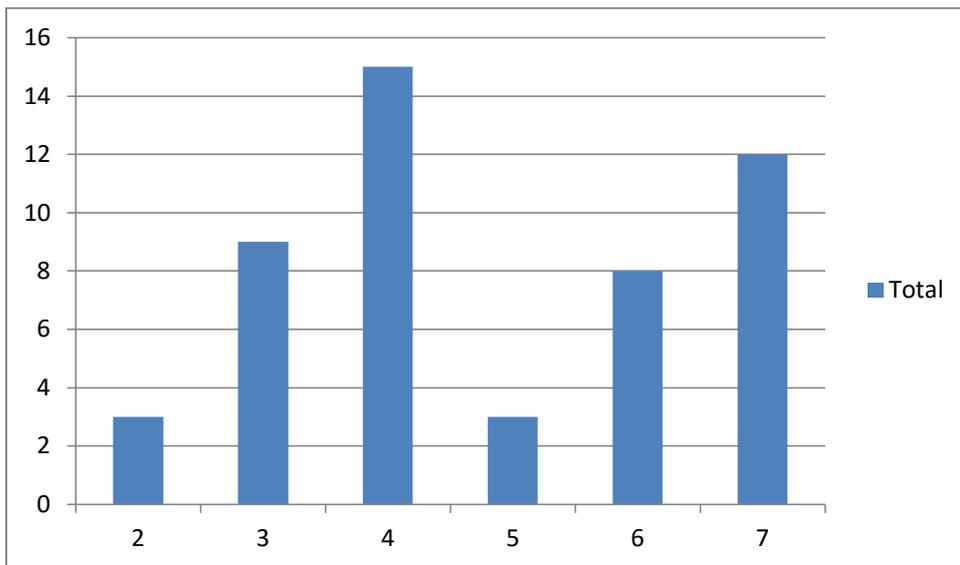


Figure 20: âge des femelles lot 02

2) **Poids des femelles** : le poids moyen des femelles est de 37 Kg lot 1 et 35.5 kg lot 02 avec des écarts types de 5.11 et 9.19 kg respectivement. L'étude statistique montre que la différence n'est pas significative à un taux de sécurité de 99%

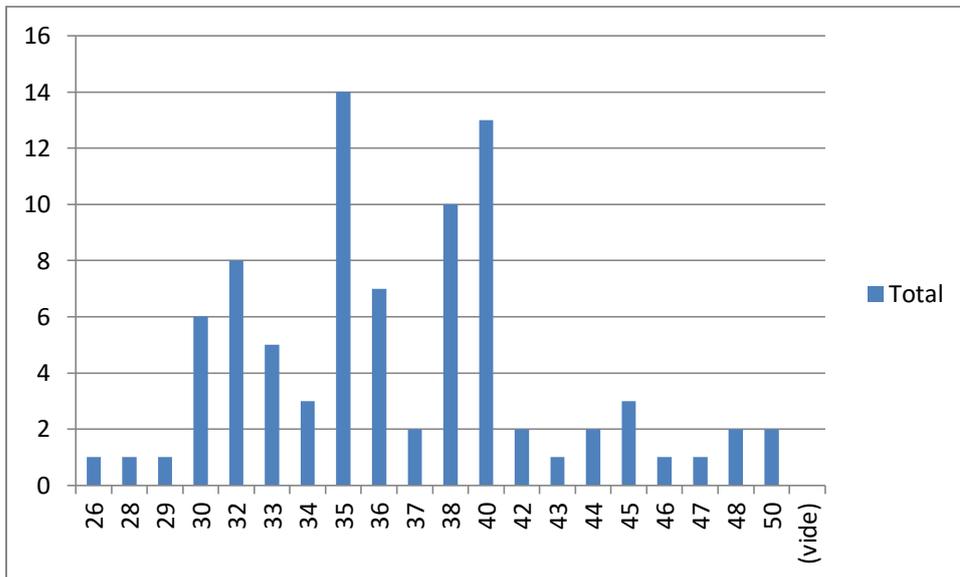


Figure 21: poids des femelles lot 01

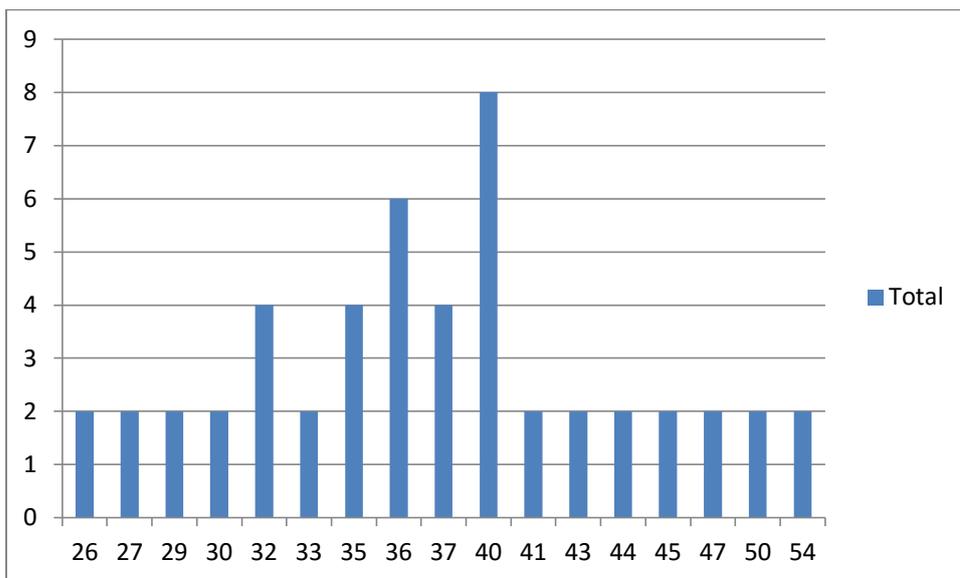


Figure 22: poids des femelles lot 02

3) **Caractéristiques du bouc** : Peu d'études ont analysé la liaison entre les caractéristiques du mâle et sa fécondance du fait de la faible part de variabilité de la réussite de l'insémination imputable au mâle (**BOICHARD et MANFREDI, 1994**) et par le manque de retour d'informations relatives à celui-ci en routine.

Dans notre étude nous avons remarqué que le taux de réussite par bouc est très intéressant durant le lot 2 et la différence entre les taux de réussite par bouc au sein du même lot est très significative à un taux de sécurité de 99% (cf., résultats)

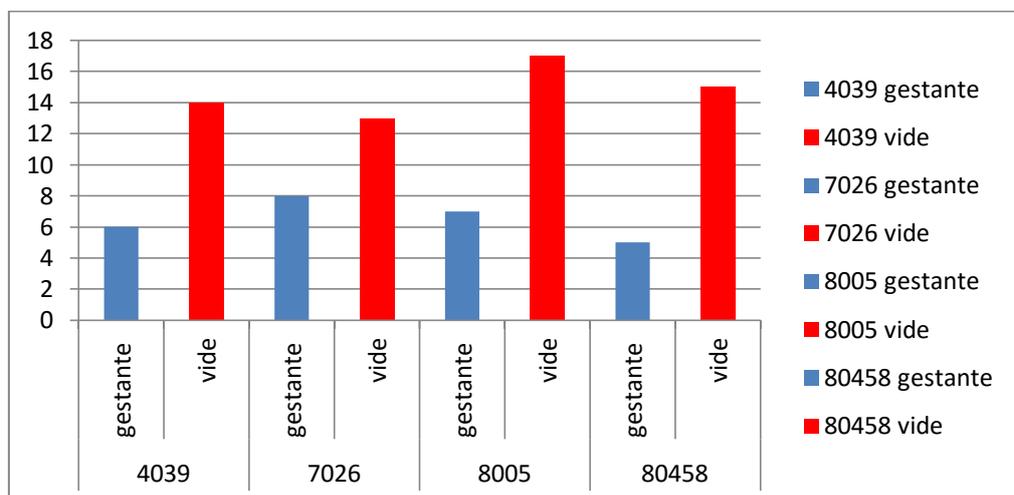


Figure 23: Résultats par bouc lot 01

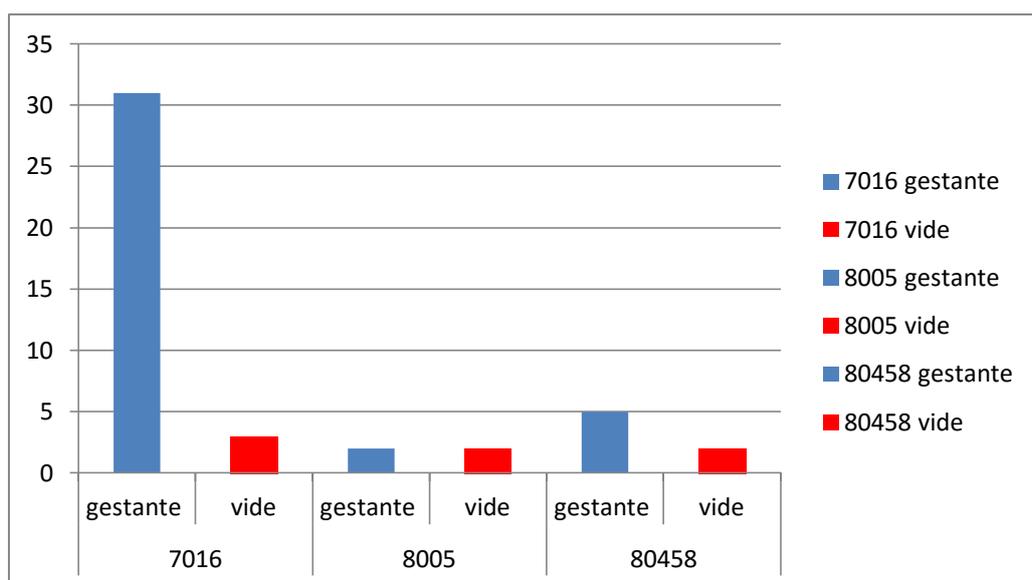


Figure 24: Résultats par bouc lot 02

Les paramètres liés aux caractéristiques du bouc ne peuvent pas être exploités étant donné que la semence est issue du centre de l'ACSAD et nous n'avons pas la possibilité d'accéder aux informations liés aux mâles utilisés (âge, poids, qualité de l'éjaculat et la fécondance) ou à la semence (qualité, dilution, dilueur utilisé).

- 4) **Effet inséminateur** : malgré que l'effet inséminateur sur la fertilité s'avère très significative dans de nombreux études « Anel et al, 2005 », « Donovan et al 2004 » « GARCIA-ISPIERTO, 2007 ». Dans notre étude l'insémination a été réalisée par le même inséminateur et donc la variation de fertilité liée à l'inséminateur ne peut pas être mise en évidence.
- 5) **Autres facteurs** : qui peuvent influencer le taux de fertilité mais qui n'ont pas pu être étudiés durant notre expérimentation suite au manque de temps et de moyens et de disponibilité, à savoir :
- Moment d'apparition des chaleurs après retrait des éponges : l'étude de Baril et al, 1993, montre que les chèvres qui ne viennent en chaleur qu'au delà de 30H après retrait de l'éponge ont une fertilité beaucoup plus faible à l'insémination (environ 33%)
 - Ignorance du moment idéal de l'insémination chez la chèvre locale : toutes les études réalisées sur l'insémination artificielle chez la chèvre se sont basées sur les races Saanen et Alpine et le moment d'insémination a été défini par rapport à ces deux races « 43 ± 2 h Alpine et 45 ± 2 h Saanen »
 - Présence d'anticorps anti-PMSG : l'étude de (Roy et al. 1999) a montré que l'injection répétée (plus de trois fois) de PMSG chez la chèvre peut induire la sécrétion d'anticorps anti-PMSG réduisant l'efficacité du traitement et entraînant une diminution de la fertilité.
 - Antécédent des femelles inconnues (cheptel acheté d'un marché public).

Conclusion

La présente expérience nous à permet de tirer plein d'avantage suite à l'utilisation du traitement hormonal de synchronisation des chaleurs et de l'insémination artificielle chez la chèvre local (Race Arabia) dans le but de l'amélioration génétique de cette dernière (production du lait et du viande) en utilisant la semence congelé de boucs de la race Chami.

Ce protocole nous à permet d'acquérir plein de gains d'ordre technique et économique : Insémination en contre saison, utilisation de semence de boucs contrôlées, diminution des frais d'importation.

Les résultats obtenus dans ce contexte sont très satisfaisantes et encourageantes puisqu'on à obtenu un taux de réponse au traitement de synchronisation de 100% et un taux de fertilité qui varie entre 31 et 73%.

Néanmoins plusieurs études sont à promouvoir sur cette race pour améliorer la fertilité en utilisant une seule insémination, surtout que la majorité des études publiées concernent la race Sannen et ou Alpine et très peu d'étude sur la race local.

Il est donc nécessaire de concentré nos études sur nôtre race et essayer de l'améliorer pour relever le défi de la production surtout que l'économie national vire vers l'agriculture et le citoyen Algérien commence à apprécier la viande et le lait de chèvre reconnu par ses qualités (sur le marché locale le prix de 01 litre de lait de chèvre est l'équivalent de 03 litres de lait de vache)

Recommandations :

Les données publiées relatives à la reproduction caprine sont celles des études et expérimentations menées sur les races importées, peu d'études ont été réalisées sur la race caprine locale.

Pour ce et afin de mieux reconnaître les particularités de reproduction de notre race caprine locale, nous proposons les recommandations suivantes :

- Etudier le cycle œstral de la chèvre locale en se référant aux données existante
- Augmenter la chance d'une insémination artificielle réussite en déterminant le moment de l'apparition des chaleurs après synchronisation de cette dernière
- Déterminer le moment de l'apparition des chaleurs après synchronisation de cette dernière pour une insémination réussite
- Etudier les effets néfastes de l'utilisation abusives des hormones notamment celle de la PMSG (des injections répétées de la PMSG chez la chèvre peut induire la sécrétion d'anticorps anti-PMSG réduisant l'efficacité du traitement et entraînant ainsi une diminution de la fertilité. Roy et al. 1999)
- Encourager l'utilisation de nouvelles techniques de reproduction pour la préservation du patrimoine locale.
- Enregistrement et valorisation les études et les expérimentations par des publications.

Références bibliographiques :

- BARIL, G. ; CHEMINEAU, P. ; COGNIE, Y. ; GUERIN, Y. ; LEBOEUF, B. ; ORGEUR, P. ;. ET VALLET. J.C. ; 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins, FAO, 171-219.
- Brice et al. L'insémination artificielle chez les petits ruminants. Le Point Vétérinaire, 1997,28,185:1641-1647.
- BOICHARD D, MANFREDI E, .1994. Genetic analysis of conception rate in French Holstein cattle. Acta Agriculturae Scandinavica. Section A, animal Science, 44: 138-145.
- Chemineau P, Cognié Y., Heyman Y. Maîtrise de la reproduction des mammifères d'élevage. INRA Prod. Anim., hors série, 1996, 5-15.
- Chemineau P. et al. Lumière et mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. Ann.Zootech.,1992,41,247-261.
- Chemineau P. et al. Utilisation des implants de mélatonine pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis. Rec.Méd.Vet., 1991,167, 227-239.
- Chemineau P., Malpaux B. Mélatonine et reproduction chez les mammifères d'élevage. C.R.Soc.Biol., 1998,192,669-682.
- Corteel J.M., Baril G., Leboeuf B., Marcellier N., 1978. 4èmes journées de la Recherche ovine et caprine, Paris, France, 358-366.
- Corteel J.M., Leboeuf B., Broqua B. 1993. Identification de facteurs favorables à la fertilité des chevrettes inséminées au cours d'un oestrus induit par voie hormonale. Elev. Insemin., 255, 1-8.
- CORTEEL, J.M.; MAULEON, P.; THIMONIER, J.; ET ORTAVANT, R.; 1968. Recherches expérimentales de gestations synchrones avant le début de la saison sexuelle de la chèvre après administration vaginale d'acétate de fluorogestone et injection intramusculaire de PMSG.6th international Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, 22-26 juillet 1968, Paris (France), 2 : 1411-1412.

- FATET A, LEBOEUF B, FRERET S, DRUART X, BODIN L, CAILLAT H, DAVID I, PALHIÈRE I, BOUÉ P, LAGRIFFOUL G. L'insémination dans les filières ovines et caprines,)
- Groupe Reproduction Caprin, Les techniques de reproduction caprine, Renée de Crémoux, Mai 2008
- Guide des bonnes pratiques de l'insémination caprine, UNCEIA, CAPRI –IA, décembre 2004
- Hanzen Ch , L'insémination artificielle chez les ruminants, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogenologie des animaux de production.2015
- Institut de l'élevage, l'effet mâle, groupe reproduction caprine, collection l'essentiel Octobre 2014.
- Institut de l'élevage, la détection des chaleurs avant insémination chez la chèvre, groupe reproduction caprine, collection l'essentiel Mars 2013.
- Institut de l'élevage, le choix des chèvres et l'organisation du chantier d'IA, groupe reproduction caprine, collection l'essentiel Mars 2013.
- Institut de l'élevage, le constat de gestation, groupe reproduction caprine, collection l'essentiel février 2014.
- Institut de l'élevage, le traitement hormonal d'induction et de synchronisation de l'œstrus en vue d'une IA, groupe reproduction caprine, collection l'essentiel Mars 2013
- Jc Vallet, G Baril, B Leboeuf, J Perrin. Insémination artificielle intra-utérine sous contrôle laparoscopique chez les petits ruminants domestiques. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1992, 41 (3-4), pp.305-309.
- K BOISSARD, F BORDÈRES, E BRUNETEAU, B LEBOEUF, rappels sur le fonctionnement et la maîtrise du cycle sexuel de la chèvre, l'égide n °51 juin 2008
- Leboeuf B., 1992, Extensive application of Artifcal Insemination in goat. Proceedings of the fifth International Conference on Goats, New-Delhi, Vol II, part II. 298-308
- LEBOEUF, B. ; RENAUD, G. ; DE FONTAUBERT, Y. ; BROQUA, B. ; ET CHEMINEAU, P. ; 1994. Echographie et pseudogestation chez la chèvre. 7th International Meeting on Animal reproduction. MURCIA, 6-9 juillet 1994, 251-255.

- P Chemineau, B Malpaux, Y Guerin, F Maurice, A Daveau, et al. Lumière et melatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1992, 41 (3-4), pp.247-261.
- Senoussi et al. Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle des chèvres en Algérie, Revue des BioRessource, Vol 4 N° 2 Décembre 2014.
- Sousa N.M., Gonzalez F., Karen A., Elamini B., Sulon J., Baril G., Cognié Y., Szenci O., Beckers J.F. 2004. Diagnostic et suivi de gestation chez la chèvre et la brebis. Renc. Rech. Rum. 24 (11), 377-380.