

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

Université Abdel Hamid Ibn Badis De Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie.



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en sciences
agronomiques

Spécialité : Techniques avancées pour l'agriculture
de précision

Thème :

Reproduction de précision chez la vache **laitière**

Présenté par:

GHERBI IHCEN

Devant le jury composé de

Président	Dr. Keddam Ramdan	MCB	Université de Mostaganem
Examineur	Dr. Fassih Aicha	MAA	Université de Mostaganem
Encadrant	Dr. Bia Taha	MAB	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2023 – 2024

Remerciements

Nous remercions d'abord Le bon Dieu pour nous avoir donné la force et la patience afin de réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadrant Dr.BIA Taha. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Je remercie infiniment l'ensemble des membres de jury qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Enfin, je remercie mes amies qui ont toujours été là pour moi, Leurs soutiens inconditionnels et leurs encouragements ont été d'une grande valeur.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ceux qui ont été mon soutien et ma source d'inspiration tout au long de ce parcours.

À mes parents, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leur soutien sans faille. Vous avez toujours cru en moi et m'avez encouragé à poursuivre mes rêves.

À mes sœurs, pour leur compréhension, leur encouragement et leur présence rassurante. Vous êtes ma force et mon refuge.

À mes amies Chaimaa, ichrak, Abba, douaa pour les moments de joie partagés, les conseils avisés et l'amitié sincère. Vous avez rendu ce voyage plus agréable et moins solitaire.

À Khouloud, mon amie intime et mon bras droit, pour ta loyauté, ton soutien indéfectible et ton amitié précieuse. Tu as été là à chaque étape, partageant mes succès et m'aidant à surmonter les défis. Ton amitié est un trésor inestimable.

À la famille de Khouloud, pour votre accueil chaleureux, votre gentillesse et votre soutien. Vous m'avez fait sentir comme un membre de votre propre famille, et pour cela, je suis éternellement reconnaissante.

Merci à vous tous, du fond du cœur. Ce mémoire est aussi le vôtre.

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des Tableaux	
Résumé (Français, Arabe, Anglais)	
Introduction générale	1

Partie bibliographique

Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génitale de la vache laitière	2
1. Rappel anatomique	3
1. Les ovaires	3
2. Les oviductes ou trompes utérines	3
3. L'utérus	4
2. Rappels physiologiques	5
1. Folliculogénèse	5
1.1. La formation des follicules	5
1.1.1. Les follicules primordiales	6
1.1.2. Les follicules primaires	6
1.1.3. Les follicules secondaires	6
1.1.4. Les follicules tertiaires	6
1.1.5. Les follicules maturés	6
1.2. L'ovulation	7
1.3. Régulations hormonales et contrôle de la sécrétion de la GnRH, LH, FSH	7
1.4. La période sexuelle	7
1.4.1. Le cycle ovarien	7
1.4.2. Le cycle oestrien	8
1.4.3. Lors de la période du metoestrus	8
1.4.4. Le di-oestrus	8
1.4.5. La période de préparation à l'oestrus	8
Chapitre II : Suivi de reproduction et insémination artificielle chez la vache laitière	10
1. Détection des chaleurs	11
1.1. Changement hormonal	13
1.2. Techniques de détection des chaleurs	13
1.2.1. L'analyse visuelle	13
1.2.2. Les dispositifs de signalisation	14
1.2.3. Les détecteurs mécaniques de chevauchement	15
1.2.4. Les détecteurs électroniques	15
1.2.5. Le système d'enregistrement de l'activité physique	15
1.2.6. Les podomètres	15
1.2.7. Les mesures de résistance électrique vaginale	16

Sommaire

1.2.8. Dosage de la progestérone	16
1.3. Protocole de synchronisation des chaleurs	16
1.4. Détection de gestation	19
1.4.1. Palpation rectale	19
1.4.2. Echographie	20
1.4.3. Tests de progestérone	20
1.4.4. Tests de protéines associés à la gestation	20
1.4.5. Tests de conductivité électrique	20
1.5. Détection de vêlage	21
1.5.1. Observation visuelle	21
1.5.2. Capteurs de températures	21
1.5.3. Dispositifs de surveillance vaginale	21
1.5.4. Colliers de podomètres avancés	21
1.5.5. Systèmes de caméras et de surveillance vidéo	22
2. L'insémination artificielle chez la vache laitière	22
2.1. Définition et historique	22
2.2. Avantages et inconvénients	23
2.3. Récolte, évaluation et préparation de la semence	24
2.3.1. La récolte du sperme	24
2.3.2. L'analyse du sperme	25
a) Analyse macroscopique	25
b) La couleur	25
c) Mobilité	25
d) Objectif de la dilution du sperme	26
3. Le conditionnement et la conservation de la semence	26
3.1. La semence fraîche	26
3.2. La semence congelée	26
4. L'insémination artificielle	27
4.1. Moment	27
4.2. Procédé	28
4.3. Lieu du dépôt de la semence	28
5. Les méthodes cliniques	28
5.1. Le non-retour à la chaleur	28
5.2. La palpation transrectale	28
6. Les méthodes biochimiques	29
6.1. Le dosage de progestérone	29
6.2. Le dosage des protéines fœtales	29
7. Les méthodes biophysiques	29
7.1. L'échographie	29
7.2. L'effet doppler	29
8. Qualité et critères de choix d'une méthode de diagnostic de gestation	30

Sommaire

Partie expérimentale

Matériels et méthodes	32
1. Lieu et durée de l'étude	33
2. Collecte de données en enquête	33
3. Application pratique des méthodes de la reproduction de précision	34
3.1. Animaux	34
3.2. Identification électronique	35
3.3. Examen échographique	36
3.4. Création de l'application	37
Résultats et discussion	39
1. Partie I	39
1.1. Les méthodes de synchronisation des chaleurs	39
1.2. Les méthodes de détection des chaleurs	39
1.3. Les moyens de suivi de la fécondation et la gestation des vaches	39
1.4. L'efficacité de cette technique	39
1.5. Les méthodes utilisées pour organiser le travail d'un inséminateur	39
2. Partie III	40
2.1. Animaux	40
2.2. Identification électronique	41
2.3. Protocole de synchronisation des chaleurs et saisie de données sur l'application	42
3. Discussion	44
Conclusion générale	48
Recommandations	
Références	
Annexes	

Liste des abréviations

%: Pourcent

FSH: Folliculo-Stimulating Hormone

g: Gramme

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone

H : heure

IA : Insémination artificielle

LH : Luteinizing Hormone

PGF2 α : Prostaglandines F2 α

GPG : GnRH-PGF2 α -GnRH

Liste des figures

Figure 1 : préhension et palpation de l’ovaire	3
Figure 2 : Appareil génitale de la vache	4
Figure 3 : Schémas des stades de développement follicules	6
Figure 4 : Le cycle œstral chez la vache	9
Figure 5 : le protocole utilisé pour synchroniser et inséminer artificiellement des chaleurs à la base de prostaglandines	17
Figure 6 : Le protocole CRESTAR SO, association de buséréline	19
Figure 7 : Présente les cartes géographiques des régions	33
Figure 8 : Protocol expérimental suivi	34
Figure 9 : Identification par boucles d’oreilles	35
Figure 10 : Puce électronique utilisée	35
Figure 11 : Echographe DRAMINSKI Vetmini	36
Figure 12 : Gestation précoce de 34jrs	40
Figure 13 : Des vaches avec des endométrites chroniques	41
Figure 14 : Page d’accueil de l’application COWTRACK	42
Figure 15 : Différentes fenêtres de l’application de l’accueil jusqu’au notification	43
Figure 16 : Un veau de 3mois	44
Figure 17 : Une gestation de 3mois	44
Figure 18 : Identification par puce électronique	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : les changements anatomiques et historiques majeurs de l’ovaire, de l’oviducte, de l’utérus et du vagin pendant le cycle sexuel	12
Tableau 2 : La variation du pourcentage de vaches en chaleurs en fonction du nombre d’observation	14

Résumé

La reproduction est une fonction essentielle à la pérennité de l'élevage, dans un troupeau laitier, l'efficacité de reproduction se ressent directement sur les performances économiques, le contrôle de la reproduction chez la vache laitière passe par le contrôle de son cycle sexuel.

La reproduction bovine moderne s'appuie sur l'insémination artificielle, mais cette technique nécessite un contrôle rigoureux de cycle de la vache pour éviter les échecs et le gaspillage de semence.

La synchronisation des chaleurs implique de gérer le cycle reproductif des femelles afin que l'ovulation se déroule à un moment précis, ce qui facilite la gestion des accouplements. Cette méthode fait appel à des hormones afin d'inciter et de réguler les cycles oestriques. En revanche, l'insémination artificielle permet de féconder les femelles avec du sperme sélectionné, souvent de qualité génétique élevée, sans avoir besoin de la présence physique du mâle.

Cette étude a pour but de faciliter les tâches des inséminateurs et organiser leurs travaux.

Cette étude a été menée dans la wilaya de Tiaret sur 15 vaches, elle a pour but d'utiliser des méthodes de précision dans l'élevage laitier à savoir l'identification électronique des vaches, l'échographie comme moyen de suivi et de contrôle de gestation et enfin la mise en place d'une application mobile (Cow track) qui facilite et organise le travail des inséminateurs pour améliorer et faciliter leurs travaux.

Mots clés : Reproduction de précision, vache laitières, Insémination artificielle, identification électronique, échographie, application mobile.

ملخص

لتكاثر وظيفة أساسية لاستدامة التكاثر، في قطع الألبان، تتأثر الكفاءة الإنجابية بشكل مباشر بالأداء الاقتصادي، وتتطلب مراقبة التكاثر في بقرة الألبان السيطرة على دورتها الجنسية

يعتمد تكاثر الأبقار الحديث على التلقيح الاصطناعي، لكن هذه التقنية تتطلب تحكماً صارماً في دورة البقر لتجنب الفشل ونفايات البذور.

أجريت هذه الدراسة في ولاية تيارت على 15 بقرة، وتهدف إلى استخدام طرق دقيقة في تربية الألبان وهي التعرف الإلكتروني على الأبقار، والموجات فوق الصوتية كوسيلة لرصد ومراقبة الحمل، وأخيراً تنفيذ تطبيق يسهل وينظم عمل الملقحات لتحسين وتيسير عملها.

في التكاثر، الهدف من التكاثر الدقيق هو تحسين كفاءة وإنتاجية العمليات التناسلية

ويشمل تزامن الحرارة واستخدام التلقيح الاصطناعي. يتضمن التزامن الحراري إدارة الدورة التناسلية للإناث بحيث يتم التبويض في وقت محدد، مما يسهل إدارة التزاوج. تستخدم هذه الطريقة الهرمونات لتحفيز وتنظيم دورات الأوستروس. من ناحية أخرى، يجعل التلقيح الاصطناعي من الممكن تخصيب الإناث بمني مختار، غالباً ما يكون ذا جودة وراثية عالية، دون الحاجة إلى الوجود الجسدي للذكر. بالتعاون، تعمل هذه الأساليب على تحسين معدلات الحمل، وتعزيز تخطيط الولادات بشكل أكثر فعالية، وتحسين الجودة الجينية للقطيع

الكلمات المفتاحية: تربية مسبقة، بقرة ألبان، تلقيح اصطناعي، تحديد إلكتروني، الموجات فوق الصوتية، تطبيق الهاتف المحمول.

ABSTRACT

Reproduction is an essential function for the sustainability of breeding, in a dairy herd, reproductive efficiency is directly affected on economic performance, the control of reproduction in the dairy cow requires the control of its sexual cycle.

Modern bovine reproduction relies on artificial insemination, but this technique requires rigorous cow cycle control to avoid failure and seed waste.

This study was conducted in the wilaya of Tiaret on 15 cows, it aims to use precision methods in dairy farming namely electronic identification of cows, ultrasound as a means of monitoring and controlling gestation and finally the implementation of an application that facilitates and organizes the work of inseminators to improve and facilitate their work.

In breeding, the goal of precision breeding is to improve the efficiency and productivity of reproductive processes.

It includes heat synchronization and the use of artificial insemination. Heat synchronization involves managing the reproductive cycle of females so that ovulation takes place at a specific time, which facilitates mating management. This method uses hormones to induce and regulate the oestrus cycles. On the other hand, artificial insemination makes it possible to fertilize females with selected semen, often of high genetic quality, without needing the physical presence of the male. In collaboration, these approaches improve conception rates, promote more effective birth planning, and improve herd genetic quality.

Keywords: Precision breeding, dairy cow, artificial insemination, electronic identification, ultrasound, mobile application.

L'élevage de précision révolutionne la manière dont les agriculteurs gèrent leurs troupeaux, en intégrant des technologies avancées pour optimiser la production, améliorer la santé des animaux et maximiser les rendements. Au cœur de cette révolution se trouve l'insémination artificielle (IA), une technique qui joue un rôle central dans la reproduction contrôlée des bovins, offrant un potentiel considérable pour améliorer l'efficacité et la rentabilité des exploitations agricoles.

La gestion de la reproduction chez la vache laitière est essentielle pour maximiser la productivité et assurer la santé et le bien-être des animaux. Deux méthodes principales d'insémination sont pratiquées dans les élevages bovins : la saillie naturelle et l'insémination artificielle. Bien que chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients, l'insémination artificielle (IA) est de plus en plus recommandée en raison de ses nombreux bénéfices.

La fécondation naturelle (la saillie naturelle), où un taureau fertilise une vache par copulation directe, est la méthode traditionnelle de reproduction. Cette méthode bénéficie de l'instinct naturel des animaux et nécessite moins d'intervention humaine. Toutefois, elle comporte des risques significatifs tels que la transmission de maladies sexuellement transmissibles et des blessures potentielles pour les vaches et les taureaux. De plus, le contrôle génétique est limité, rendant difficile l'amélioration rapide des caractéristiques désirées au sein du troupeau (**Berry et al., 2019**).

En revanche, l'insémination artificielle (IA) offre une alternative contrôlée et précise, permettant une gestion génétique plus rigoureuse et une amélioration rapide des traits souhaités. L'IA consiste à recueillir le sperme d'un taureau sélectionné et à l'introduire directement dans le tractus reproducteur de la vache. Cette méthode présente plusieurs avantages significatifs :

1. **Amélioration Génétique** : L'IA permet l'utilisation de sperme de taureaux génétiquement supérieurs, souvent inaccessibles pour la fécondation naturelle en raison de la distance géographique ou des coûts élevés. Cette pratique facilite l'amélioration rapide des caractéristiques souhaitées comme la production de lait, la santé et la longévité des vaches (**Hansen, 2020**).

2. **Réduction des Risques Sanitaires** : En évitant le contact direct entre les taureaux et les vaches, l'IA réduit considérablement les risques de transmission de maladies sexuellement transmissibles. Cela contribue à une meilleure santé globale du troupeau et à une diminution des coûts vétérinaires (**Ribeiro et al., 2021**).
3. **Gestion Optimisée du Troupeau** : L'IA permet une planification plus précise des périodes de reproduction, facilitant une gestion plus efficace du troupeau. Les éleveurs peuvent synchroniser les chaleurs et planifier les vêlages pour maximiser la production de lait et l'utilisation des ressources (**Lucy, 2019**).
4. **Économies de Coût à Long Terme** : Bien que l'IA nécessite un investissement initial en équipement et en formation, elle peut se traduire par des économies de coût à long terme grâce à une meilleure gestion de la reproduction et une réduction des maladies (**Walsh et al., 2019**).

Cette technique nécessite un suivi rigoureux de cycle reproductif de la vache, cela nous a donné l'idée d'utiliser des techniques modernes pour faciliter et augmenter les résultats de l'insémination artificielle, notre but était d'organiser le travail des inséminateurs par une identification électronique des vaches, l'utilisation de l'échographie comme moyens de diagnostic et de suivi de gestation et la création d'une application 'cowtrack'.

Partie bibliographique

Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génitale chez la vache laitière

1. Rappel anatomique :

L'appareil génital chez la vache est principalement composé d'ovaires, d'oviductes ou de trompes utérines, d'utérus et de vagin, ainsi que des glandes mammaires.

1.1. Les ovaires :

La glande génitale de la femelle est l'ovaire (Figure 1) représentent la réserve des ovocytes formés pendant la vie embryonnaire. (**Barone, 1978**). Il possède deux fonctions (endocrine et exocrine) (**CUQ et AGBA, 1977**) : exocrine qui assure la production de gamètes femelles et endocrine qui contrôle toute activité génitale par la sécrétion d'hormones sexuelles. La position des ovaires dans la cavité pelvienne est latérale et leur poids varie en fonction de l'âge de l'animal (1 à 2 g à la naissance, 4 à 6 g à la puberté et une quinzaine de grammes chez l'adulte) (**Hanzen, 1995**).

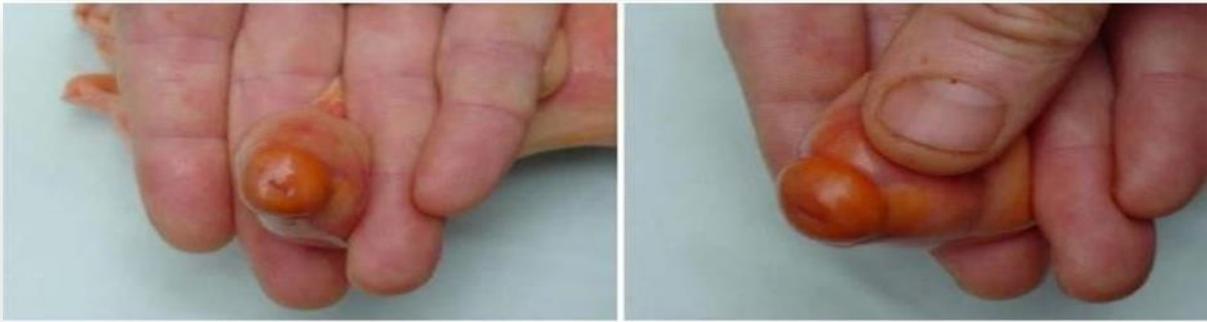


Figure 1. Préhension et palpation de l'ovaire (**Hanzen, 2010; Dellmann et Eurell, 1998**).

1.2. Les oviductes ou trompes utérines :

L'oviducte, également appelé trompe utérine ou trompe de Fallope ou salpinx, est un petit canal flexueux de 20 à 30 cm de long, situé dans le ligament large près de son bord antérieur (Figure 2) (**Duplan, 1973**), qui a trois fonctions : capture de l'ovule lors de l'ovulation, transport de l'ovule ou de l'œuf vers l'utérus et modification des spermatozoïdes (capacitation) (**Deletang, 2004**).

1.3. L'utérus

La gestation se déroule dans l'utérus. Il est responsable de l'implantation de l'œuf fécondé, du développement embryonnaire. On y trouve deux cornes, un corps et un col ou cervix. Selon **Parez et Duplan (1987)**, les cornes ont une longueur de 30 à 35 cm.

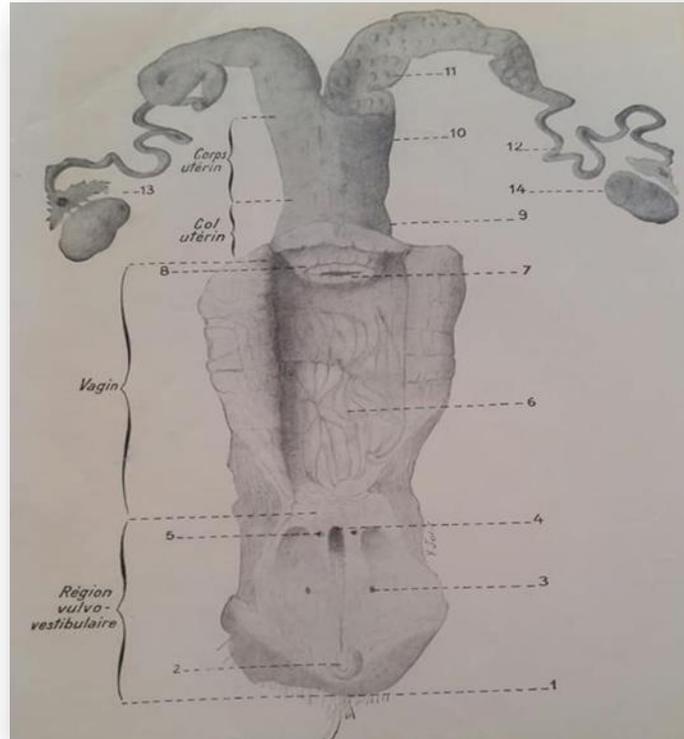


Figure 2. Appareil génital de la vache (**Duplan, 1973**).

1. commissure inférieure de la vulve
2. Clitoris
3. Orifice de la glande de Bartholin
4. Méat urinaire
5. Orifice de canal de Garner
6. Muqueuse du vagin
7. Ouverture vaginale du col
8. Étages de fleur épanouie et saillie vaginale du col

9. Col utérin
10. Corps utérin
11. Muqueuse cotylédonaire de la corne utérine
12. Oviducte
13. Pavillon et son ouverture
14. Ovaire

Selon **Garba et al. (2013)**, le col de l'utérus est plus long et permet de relier le corps de la matrice au vagin. Il se caractérise par l'orifice interne de la matrice (côté corps de la matrice) et par l'orifice externe de la matrice (côté vagin). De plus, l'organe de gestation est l'utérus ou la matrice. Deux cornes, un corps et un col constituent un organe creux. Selon **Hanzen (2004)**, les deux cornes sont unies caudalement sur une petite partie du corps utérin, ce qui l'isolait. En moyenne, l'utérus pèse 400 g (200 à 550 g). Selon **Barone (1990)**, le corps et le col sont reliés dorsalement au rectum, ventro-caudalement à la vessie et dans le reste de leur longueur au jéjunum.

2. Rappels physiologiques

1. folliculogénèse :

1.1. La formation de follicules

Le concept de **folliculogénèse** englobe toutes les étapes du développement du follicule ovarien : de sa sortie de la réserve initiale, formée pendant le développement embryonnaire, jusqu'à sa rupture lors de l'ovulation ou de son atresie (**Drion et al., 1996**).

De cette manière, il est possible de distinguer plusieurs étapes de croissance distinctes, telles que la multiplication, la croissance et la maturation, comme illustré dans la Figure 3 et détaillé ci-dessous.

Les ovaires contiennent jusqu'à deux millions d'ovogonies pendant la vie fœtale **pendant la phase de multiplication**, qui s'étend de 45 à 150 jours de la vie intra-utérine. Ainsi, une fois la phase mitotique terminée, les ovogonies sont ensuite divisées en plusieurs parties, qui se terminent

à la prophase méiotique entre le quatrième et le cinquième. Selon **Edson et al. (2009)** ; **Monniaux et al. (2009)** et (**Norris et Lopez (2010)**), on peut identifier **la phase de croissance**.

1. **Les follicules primordiaux**: ont un diamètre compris entre 60 et 80 nm et sont développés dès le développement du fœtus. Certains follicules continueront à croître après leur formation, tandis que d'autres ne le feront que plus tard dans la vie de l'individu.
2. **Les follicules primaires** présentent une évolution de l'épithélium folliculaire, passant d'une couche de cellules aplaties à une couche cubique.
3. **Les follicules secondaires** : cette étape se distingue par la formation de deux ou trois couches cubiques autour de l'ovocyte, qui forment la Granulosa.
4. **Les follicules tertiaires** : l'antra se développe sous l'action de la FSH. À partir des capillaires de la thèque, des produits des sécrétions des cellules de la granulosa et de la thèque, ainsi que des substances plasmatiques (acides aminés, lipides et autres petites molécules dérivant du plasma) seront accumulées dans l'antrum. Lorsque l'antrum se forme, les cellules de la granulosa se diviseront en deux types de cellules anatomiques et fonctionnelles distincts : les cellules murales de la granulosa et les cellules du cumulus qui entourent l'ovocyte. La croissance du follicule est principalement due à l'augmentation du liquide de l'antra et à la diminution de la prolifération des cellules de la granulosa.
5. **Le follicule mûré**, aussi appelé follicule de De Graaf : Il correspond à la dernière étape du développement folliculaire et devient ainsi pré-ovulatoire. Lorsque l'ovulation se produit, En réponse au pic de LH, le follicule de De Graaf libère l'ovocyte dans le tractus génital avant de se transformer en corps jaune ou corpus luteum.

La phase de maturation se caractérise par les changements dans les cellules cytologiques, ce qui permet à l'ovocyte d'acquérir la capacité de se reconnaître et de fusionner avec un spermatozoïde.

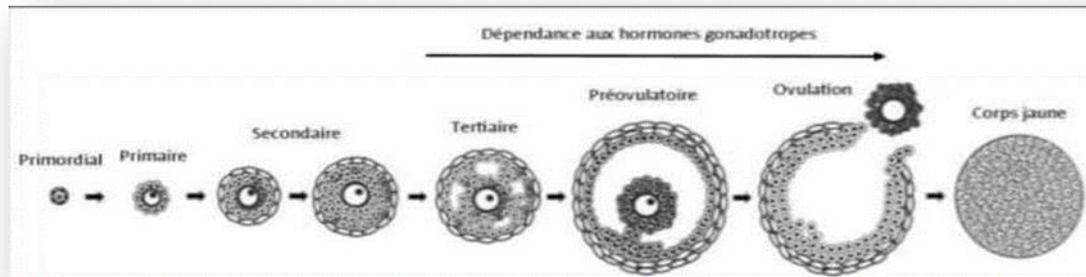


Figure 3. Schéma des stades de développement folliculaire (Edson *et al.*, 2009).

1.2.L'ovulation

L'ovulation correspond à la sortie du gamète femelle. Quelques jours auparavant, ce phénomène est précédé d'un comportement particulier : le comportement d'œstrus, que l'on peut résumer par le mot « œstrus ». Le comportement d'œstrus peut persister quelques heures après l'ovulation, selon les espèces. La femelle, durant la phase d'œstrus, adopte une série de comportements pour attirer les mâles et accepte l'accouplement. Les femelles en œstrus se comportent comme les animaux en présence d'un grand nombre d'œstres ou de taons : agitation, fouaillage de la queue, etc. L'œstrus est le nom que Walter Heape a donné pour la première fois à la période du cycle où se produit l'ovulation dans son ouvrage sur les différents types de cycles reproducteurs chez les mammifères (Heape, 1900).

1.3.Régulations hormonales et contrôle de la sécrétion de la GnRH, LH et FSH

La GnRH joue un rôle essentiel dans la régulation de la fonction reproductrice en stimulant la production et la libération des gonadotropines (Drion *et al.*, 1996). On la produit sous forme de décharges, ce qui entraîne la production de LH. La pulsativité est la principale caractéristique de la sécrétion des hormones hypothalamo-hypophysaires (GnRH, FSH, LH) (Marie, 1996). Les stéroïdes ovariens, la progestérone et l'oestradiol jouent un rôle essentiel dans la régulation de la sécrétion de GnRH, en fonction des besoins de chaque phase du cycle œstral (Drion *et al.*, 1996), ainsi que des facteurs externes (Armstrong *et al.*, 2002).

Les hormones produites par le follicule peuvent influencer l'action de la GnRH sur l'hypothalamus. L'inhibine est la plus intéressante, car elle interrompt la libération de FSH

sans perturber la sécrétion de LH, tandis que l'activine stimule la synthèse de FSH (Mermillod et Marchal, 1999).

1.4. La période sexuelle :

L'activité sexuelle des vaches laitières est caractérisée par deux cycles : le cycle ovarien et le cycle oestrien. Il s'agit, pour ce dernier, de l'ensemble des changements au niveau de l'ovaire, des voies génitales et du comportement, qui se succèdent du début d'un œstrus au début de l'œstrus suivant (Batellier et al., 2011).

1.4.1. Le cycle ovarien est divisé en deux phases : une phase folliculaire de 4 jours, qui se distingue par la lutéolyse ou la destruction du corps jaune et une augmentation du taux d'oestrogènes. Alors que l'ovulation et la formation du corps jaune marquent le passage à la phase lutéale qui dure 17 jours, avec un taux élevé de progestérone et la sélection et la différenciation des follicules tertiaires en follicules cavitaires (Cauty et Perreau, 2009).

1.4.2. Le cycle oestrien est composé de quatre étapes distinctes : Le premier jour d'un cycle œstrien est l'œstrus (J0), qui correspond à la période de réelle chaleur et donc de réceptivité sexuelle de la vache (Figure 4) (Wattiaux, 1996). Pendant cette étape, le follicule de « De Graaf » se développe, ce qui représente le dernier stade du follicule ovarien qui permettra de libérer l'ovocyte lors de l'ovulation. La durée de cette phase varie considérablement, mais il est généralement reconnu qu'elle dure en moyenne entre 6 et 14 heures (Giroud, 2007).

1.4.3. Lors de la période du metoestrus (J1 à J3), le follicule de « De Graaf » termine sa maturation, puis l'ovulation se produit entre 10 et 12 heures après le début de cette période. Le follicule de « De Graaf » produit l'ovocyte, qui se transforme en corps jaune. Il atteint sa taille maximale entre 8 et 18 jours après les températures élevées. Il synthétise la progestérone, qui prépare l'utérus à accueillir un fœtus potentiel. En moyenne, cette période dure 72 heures (Giroud, 2007).

1.4.4. Le di-œstrus, qui se manifeste entre J4 et J18, se distingue par la présence d'un ou de plusieurs points jaunes. Si la fécondation n'a pas eu lieu, le corps jaune se réduit et la vache revient en proœstrus. C'est donc le commencement d'un nouveau cycle.

1.4.5. La période de préparation à l'œstrus (J19 à J21) se distingue par une diminution du taux de progestérone et une production maximale d'oestrogènes. Elle dure en moyenne

10 heures. Elle indique l'apparition d'un follicule dominant nouveau qui se transforme en follicule de « De Graaf » pendant l'œstrus (Giroud, 2007 ; Bruyere, 2009).

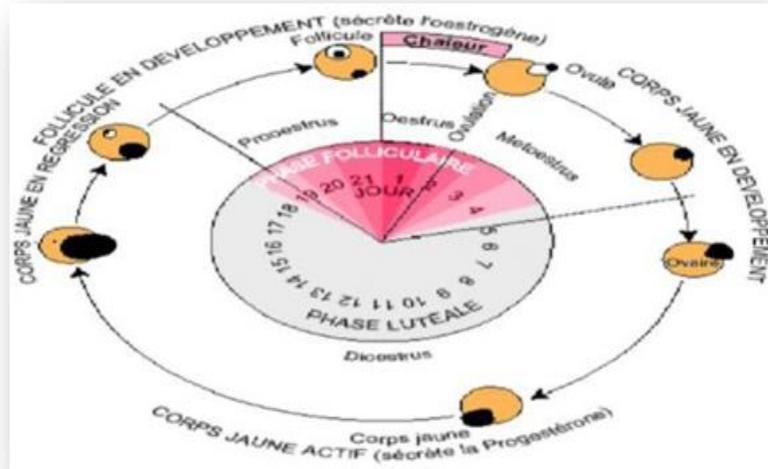


Figure 4. Le cycle œstral chez la vache (Wattiaux, 2006).

Chapitre II : suivi de reproduction et insémination artificielle

1. Détection des chaleurs

Les chaleurs chez la vache est définis comme les différentes manifestations et changements histologiques et comportementaux Lacerte **et al. (2003)**, les chaleurs sont un comportement spécifique d'une femelle qui correspond à une période où elle accepte l'accouplement avec un mâle et peut être fécondée. On distingue cette période par la montée qui se produit habituellement chez les génisses pubères et les vaches non gestantes. **Wattiaux (2006)**, elle a une durée de 6 à 30 heures et se répète en moyenne tous les 21 jours (18 à 24 jours). Étant donné qu'elle peut être affectée par diverses modifications comportementales, telles que le développement de signes de chaleur, des modifications hysto-physiologiques au niveau du tractus génital ou encore des modifications hormonales. **Hanzen (2009)**, lors de l'**oestrus**, la vulve de la vache est congestionnée, un mucus filant et transparent s'écoule entre les lèvres vulvaires, une augmentation de l'activité et du comportement agressif, une immobilité, une anorexie, une diminution de la production lactée, des mictions fréquentes, un beuglement, un reniflement et un léchage de la région vulvaire d'autres animaux, et la vache frotte son menton sur la croupe d'un partenaire et le chevauche. D'après les recherches de **Vaissaire (1977)**, il est possible d'observer plusieurs changements histologiques dans les différentes parties du tractus génital et pendant chaque phase du cycle oestral chez la vache, comme illustré dans le tableau 1.

Tableau 1. Les changements anatomiques et histologiques majeurs de l'ovaire, de l'oviducte, de l'utérus et du vagin pendant le cycle sexuel (**Vaissaire, 1977**).

Organes	Pro-œstrus	Œstrus	Post-œstrus	Di-œstrus
Ovaires	Augmentation de volume	Ramollissement Follicule mur Facilement palpable par exploration Rectale	Début du développement du corps jaune décelable à la palpation	CJ arrive à sa période d'état (vésicule molle L=2 à 3 cm)
Oviductes	Congestion cellules épithéliales hautes et ciliées	Congestion ++Cellules ciliées se multiplient	1-2 j : cellules épithéliales de 44um	
Utérus	Turgescence épithélium cylindrique sécrétion tonus de myomètre	Muqueuse tuméfiée, rouge Sécrétion +++ Rigidité et contractilité col ouvert Glaire Cervicale	Epithélium glandulaire nombre élevé de cellules ciliées	Grand développement des glandes utérines faible nombre de cellules ciliées
Vagin	Hyperémie +++ Leucocytes	Dilatation sécrétion +++ Elasticité maximale Cellules épithéliales	Grandes cellules épithéliales Ecoulement sanguinolent	Congestion Cellules basophiles

1.1. Changement hormonal

À l'échelle hypothalamique, hypophysaire et ovarienne. Selon Bousquet (1989), l'hormone hypothalamique GnRH a une action insensible sur l'hypophyse pendant la période pré-ovulatoire, ce qui entraîne l'arrêt de la sécrétion ultérieure de LH et FSH.

La courbe de sécrétion de FSH pendant le cycle oestral présente deux pics, l'un étant associé au pic de LH, et le second un peu plus tard, sous l'effet de l'inhibine. Selon **Bousquet (1989)**, la sécrétion de LH atteint un maximum quelques heures après le début de l'œstrus et agit en collaboration avec la FSH. Le taux des œstrogènes augmente significativement à la fin du cycle et atteint son maximum au début de l'œstrus, lors du pic de la LH, puis diminue rapidement. Selon **Buffière (1972)**, le corps jaune sécrète de la progestérone, dont le taux circulant augmente au début du cycle œstral et diminue à sa fin en cas de non gestation.

1.2. Techniques de détection des chaleurs :

Avantages et techniques de détection

L'éleveur doit faire preuve d'une grande vigilance pour détecter les chaleurs rapides, car un cycle manqué entraîne une perte de 3 semaines et ne permet plus d'obtenir un vêlage annuel comme souhaité dans un élevage bien géré (**Hanzen, 2006**). C'est dans cette optique que diverses techniques de détection des températures ont été élaborées.

1.2.1. L'analyse visuelle (par l'éleveur)

Qui se base sur l'observation des signes spécifiques de chaleur et la modification du comportement de la vache. Elle doit être réalisée par des individus qui ont une connaissance approfondie du troupeau, dont les vaches doivent être correctement identifiées (Tableau 2).

Tableau 2. La variation du pourcentage de vaches en chaleurs en fonction du nombre d'observation (**Haskouri, 2001**).

Nombre d'observations	% des vaches en chaleurs
Une fois par jour	60 %
Deux fois par jour	70 %
Trois fois par jour	80 %
Quatre fois par jour	100 %

Il est nécessaire d'observer le troupeau à des moments où il est calme, en dehors des périodes de distribution d'aliments ou de traites, soit au moins 2 fois par jour, pendant 30 minutes pour chaque observation et à 12 heures d'intervalle. Le matin avant la traite et le soir après la traite sont les moments les plus favorables (**Haskouri, 2001**).

Les animaux détecteurs sont utilisés dans le troupeau pour repérer et identifier les vaches en chaleur en utilisant un licol marqueur ou en utilisant une puce électronique. Lorsqu'elles se chevauchent, elles transmettent un signal radio au lecteur qui enregistre le numéro de la femelle chevauchée ainsi que l'heure du chevauchement. Les informations sont ensuite envoyées à une unité centrale où elles sont étudiées (**Giroud, 2007 ; Bruyere, 2009**). Pour 30 vaches laitières, on utilise donc une taure, une vache androgénisée, une vache nymphomane ou un taureau avec déviation du pénis. Selon **Giroud (2007)** et **Bruyere (2009)**, le taux de détection serait compris entre 70 et 90 %, avec une période d'observation quotidienne.

1.2.2. Les dispositifs de signalisation (détecteurs de montée) :
 Crayons marqueurs : cette méthode est extrêmement abordable. Il s'agit d'indiquer la base de la queue des vaches qui pourraient être chauffées où elle pourrait être effacée par un chevauchement éventuel. On considère donc une vache en chaleur lorsque la bande colorée est enlevée ou étalée de manière importante. Ce dispositif est relativement abordable, mais a une durée de vie relativement courte (**Giroud, 2007 ; Bruyere, 2009**).

1.2.3. Les détecteurs mécaniques de chevauchement

Sont des appareils avec une poche remplie d'encre rouge fluorescente, qui peut être utilisé pendant la nuit, que l'on applique sur la croupe de la femelle. Le réservoir éclate sous la pression d'un chevauchement et l'encre se répand dans toute la capsule, ce qui la colore. Il existe principalement deux détecteurs couramment utilisés : Kamar® et OestruFlash® (Giroud, 2007 ; Bruyere, 2009 ; Rao et al., 2013).

1.2.4. Les détecteurs électroniques de chevauchement

Sont installés sur la croupe de la vache en utilisant une base en textile. En mettant en place un détecteur électronique préprogrammé qui se met en marche après plusieurs chevauchements. Selon Giroud (2007), si le clignotement se produit toutes les 10 secondes, cela signifie que la vache a accepté le chevauchement et qu'elle est en pleine chaleur.

1.2.5. Le système d'enregistrement de l'activité physique

Change en raison de l'agitation et de la mobilité accrues des vaches en chaleur, ce qui entraîne une modification de leur schéma d'activité. Deux catégories de dispositifs pour l'enregistrement de l'exercice physique Actuellement disponibles :

L'activimètre de Laval est un dispositif qui se fixe au collier de l'animal et qui étudie le comportement des vaches en recueillant les données d'activité et en les transmettant au système.

ALPRO ®. D'après une recherche menée par (Peralta et al., 2005) sur 255 vaches laitières, ce système a permis de repérer 37,2 % des vaches en chaleur.

1.2.6. Les podomètres

Sont les appareils les plus couramment employés depuis les années 80. Les podomètres se composent d'une coque en plastique fixée aux pattes de l'animal et d'une bascule au mercure qui enregistre les mouvements et évalue leur activité. Un logiciel analyse ces mouvements et les compare à la moyenne du troupeau. Deux technologies peuvent donc être utilisées pour analyser les données du podomètre : la technologie IAR (Incrément Activity Ratio) et l'IAC (Incrément Activity Count) (Giroud, 2007).

1.2.7. Les mesures de résistance électrique vaginale

Indiquent que la vache est en état de chaleur lorsque l'hydratation du mucus et du tractus vaginal augmente après une augmentation des concentrations d'oestradiol. Cela s'explique par les changements dans la résistance électrique des tissus et des sécrétions de l'appareil génital, qui est inférieure au cours de l'œstrus et plus spécifiquement lors du pic pré-ovulatoire de LH. Afin d'aider à identifier les vaches en chaleur, divers fabricants ont présenté des dispositifs tels que l'électrode bipolaires et la sonde Ovatec® (**Saumande, 2000 ; Bruyere, 2009**).

1.2.8. Dosage de la progestérone

Il est possible de déterminer avec 95% de précision si l'animal est en chaleur en comparant le niveau de progestérone au jour de l'insémination avec celui au jour 22-24 après l'insémination (**Lacerte, 2003**).

Il est donc nécessaire d'évaluer le coût-avantage pour chaque méthode en fonction des objectifs de l'élevage. Il est nécessaire de trouver un équilibre spécifique à l'élevage entre sensibilité et spécificité (**Disenhaus et al., 2010**). De la même manière, il est important de souligner l'existence de divers facteurs qui contribuent à un manque d'efficacité dans la détection des chaleurs, tels que ceux liés à l'éleveur, le temps consacré quotidiennement à observer les chaleurs, qui peut parfois être inadéquat et mal réparti, car la monte dure généralement 10 secondes ou moins (**Haskouri, 2001**). Les éléments liés à l'animal, tels que la parité, la génétique (**Gwazdauskas et al., 1983**), la production laitière (**Van eerdenburg et al., 2002**), l'état corporel et l'état de santé (**Ponsart et al., 2006**), sont les principaux facteurs pour réduire le nombre de chevauchements et la durée de chacun de ces chevauchements.

1.3. Protocol de synchronisation des chaleurs

La maîtrise des cycles sexuels est un ensemble de méthodes qui permettent de regrouper les chaleurs (induire l'œstrus à une même période chez un certain nombre de femelles) afin de planifier, contrôler et programmer toutes les étapes de la reproduction à des moments favorables pour l'éleveur (Derivaux et Ectors, 1989). Cela vise à atteindre plusieurs objectifs, dont l'augmentation du nombre de veaux nés par vache et par an. Selon Fournier et al. (2004),

il est possible de regrouper les chaleurs, de réduire l'utilisation de la main-d'œuvre, d'induire l'ovulation chez les femelles non cyclées, de limiter les effets néfastes de la sous-alimentation hivernale sur l'intervalle vêlage-ovulation et de choisir la saison de naissance des veaux.

En général, les méthodes et les moyens d'induction et de synchronisation des chaleurs chez la vache sont basées sur des moyens et des méthodes médicaux, comme mentionné ci-dessous.

Le protocole repose sur l'action lutéolytique de la prostaglandine ou de ses analogues, qui entraîne la régression du corps jaune et l'arrêt de la sécrétion de la progestérone. On l'emploie afin de synchroniser les femelles cyclées qui ont un corps jaune à la palpation transrectale (Chastant Maillard et al., 2005). Selon Hanzen et al. (2003a), les protocoles de synchronisation recommandés incluent deux injections à une période de 11 jours chez les génisses et 14 jours chez les vaches. Toutes les femelles sont alors en phase de di-oestrus au moment de la deuxième injection. Selon Grimard et al. (2003), la majorité des femelles éprouvent des chaleurs allant de 48 à 96 heures après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminées de manière systématique (Figure 5).

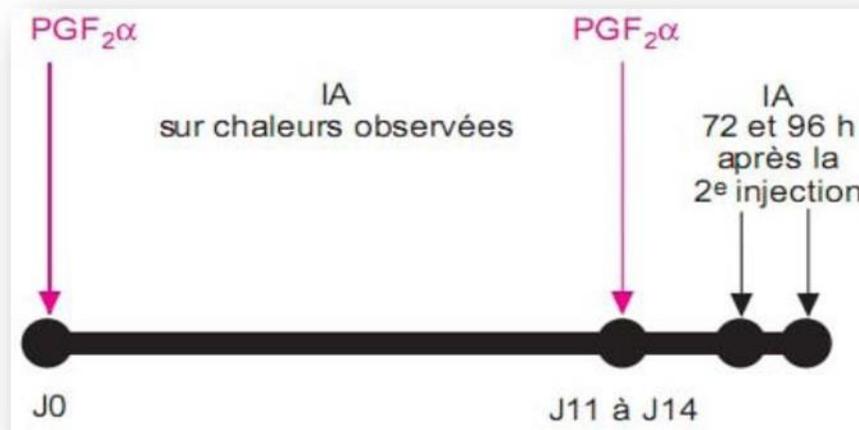


Figure 5. Le protocole utilisé pour synchroniser et inséminer artificiellement des chaleurs à base de prostaglandines (Grimard et al., 2003).

Toutefois, la synchronisation n'est pas optimale puisque le taux de vaches en oestrus dans les 5 à 7 jours varie de 37 à 97 % (**Odde, 1990 ; Laverdière, 1994**). Selon (**Mialot et ses collègues, 1998**), seulement 60 % des vaches laitières étaient en état de chaleur pendant 72 et 96 heures après avoir reçu 2 injections de PGF2 α à 11 jours d'intervalle.

Effectivement, même si les PGF2 α influencent la durée de vie du corps jaune, elles ne sont pas directement impliquées dans la croissance folliculaire. Le follicule dominant de l'ovaire n'est pas à un stade précis de développement au moment de la lutéolyse, ce qui explique l'extension des chaleurs après traitement (**Mialot et al., 1999 ; Driancourt, 2001**).

Ce protocole, appelé GPG (GnRH-PGF2 α -GnRH), applique les nouvelles connaissances sur les vagues folliculaires. Il favorise l'apparition d'une nouvelle vague folliculaire et l'ovulation. Selon **Chastant-Maillard et al. (2005)**, il est divisé en trois étapes. À J0, une première injection de GnRH entraîne l'ovulation et la lutéinisation de tout follicule ayant une taille supérieure à 10 mm. À J7, une injection de PGF2 α lyse le corps jaune secondaire. À J9, une seconde injection de GnRH permet d'optimiser la synchronisation de l'ovulation qui est déclenchée. La fertilité semble optimale si l'insémination se fait 16 à 20 heures après la dernière injection de La GnRH.

Le PRID (Progesterone Releasing Device) et **le CIDR** (Controlled Internal Drug Release) sont des dispositifs utilisés pour la spirale vaginale, qui sont remplis de progestérone naturelle et destinés à synchroniser les chaleurs chez les bovins cyclés. La mise en place est réalisée en utilisant un applicateur sur lequel le dispositif est fixé. La progestérone circule dans le sang et agit comme un corps jaune, ce qui peut provoquer l'atrophie du follicule dominant et le redémarrage d'un nouveau cycle. À J7, le dispositif est retiré et la PGF2 α est injectée pour lyser le corps jaune éventuellement présent sur l'ovaire si le traitement a été mis en place en début de phase lutéale. Selon **Chenault et al. (2003)**, le processus de lutéolyse est extrêmement rapide et la production de progestérone diminue en moins de 24 heures jusqu'à son niveau basal. Des pics de LH augmentent, ce qui permet la maturation finale du follicule dominant et l'ovulation d'un ovocyte.

L'implant sous cutané : ce protocole est représenté par le CRESTAR SO (Figure 6) qui associe une injection de GnRH de synthèse (buséréline). Au moment de la mise en place de l'implant sous-cutané de norgestomet (progestagène), une injection de prostaglandine PGF2 α 14 est réalisée 48 heures avant le retrait de l'implant ; s'il s'agit de femelles non cyclées, l'eCG est injecté le jour du retrait et l'insémination a lieu 48 heures après le retrait (Ballery, 2005 ; Picard-Hagen et al., 2005). La buséréline entraîne chez les femelles cyclées comme chez les non cyclés, la formation d'un corps jaune secondaire. Car elle fait ovuler les follicules sensibles à la LH et une nouvelle vague émerge dans les 3 à 4 jours. Les vagues folliculaires sont de ce fait synchronisées, et c'est le follicule dominant de cette nouvelle vague qui ovule après le retrait du dispositif progestagène (Lane et al., 2001



Figure 6. Le protocole CRESTAR SO, association de buséréline (RECEPTAL), implant norgestomet, prostaglandine PGF2 α (PROSOLVIN) et eCG (Picard-Hagen *et al.*, 2005).

1.4. Détection de gestation

1.4.1. Palpation Rectale

La palpation rectale est une méthode traditionnelle couramment utilisée par les vétérinaires pour détecter la gestation chez les vaches laitières. En insérant la main dans le rectum de la vache, le vétérinaire peut sentir l'utérus et vérifier la présence du fœtus. Cette technique permet de confirmer la gestation généralement à partir de 35 jours après l'insémination. Bien que fiable, elle nécessite une expertise professionnelle et peut être stressante pour l'animal.

1.4.2. Échographie

L'échographie utilise des ondes ultrasonores pour visualiser l'intérieur de l'utérus. Cet outil non invasif permet de détecter la gestation dès 28 jours après l'insémination. Les

images échographiques fournissent des informations précises sur la viabilité du fœtus et peuvent également révéler des gestations multiples ou des anomalies. L'échographie est considérée comme une méthode très précise et est de plus en plus utilisée dans les exploitations modernes.

1.4.3. Tests de Progestérone

Les niveaux de progestérone dans le sang ou le lait peuvent indiquer une gestation. La progestérone est une hormone qui reste élevée pendant la gestation. Des échantillons sont prélevés et analysés pour mesurer ces niveaux hormonaux. Les tests de progestérone sont relativement simples et peuvent être effectués à la ferme avec des kits de test disponibles sur le marché. Cependant, ils ne fournissent pas d'informations sur la viabilité du fœtus.

1.4.4. Tests de Protéines Associées à la Gestation (PAG)

Les tests de PAG détectent des protéines spécifiques produites par le placenta en développement, présentes dans le sang ou le lait des vaches gestantes. Ces tests peuvent confirmer la gestation dès 28 jours après l'insémination et sont très précis. Ils sont de plus en plus populaires en raison de leur fiabilité et de leur facilité d'utilisation. Les échantillons peuvent être envoyés à des laboratoires pour analyse ou testés sur place avec des kits spécialisés.

1.4.5. Tests de Conductivité Électrique

Cette méthode est basée sur la mesure de la conductivité électrique du mucus cervical, qui change pendant la gestation. Bien que moins couramment utilisée, elle peut fournir des indications sur la présence de la gestation. Les tests de conductivité électrique sont moins précis que les autres méthodes mentionnées et sont donc rarement utilisés comme méthode principale de détection de la gestation.

Ces technologies et méthodes offrent aux éleveurs des outils variés pour gérer efficacement la reproduction des vaches laitières, assurant ainsi une production optimale et la santé des animaux

1.5. Détection de vêlage

1.5.1. Observation Visuelle

L'observation visuelle est une méthode traditionnelle et efficace pour détecter les signes de vêlage imminent chez les vaches laitières. Les éleveurs surveillent attentivement les changements de comportement et les signes physiques tels que l'agitation, le gonflement de la vulve, la sécrétion de colostrum et la distension des ligaments pelviens. Bien que cette méthode demande du temps et de l'expérience, elle reste un moyen fiable de prédire le vêlage.

1.5.2. Capteurs de Température

Les capteurs de température sont utilisés pour surveiller la température corporelle des vaches, qui tend à baisser légèrement 24 à 48 heures avant le vêlage. Ces capteurs peuvent être placés sous la peau ou insérés dans le vagin pour fournir des lectures continues. La surveillance de la température permet aux éleveurs de détecter précocement le vêlage, réduisant ainsi les risques de complications pour la vache et le veau.

1.5.3. Dispositifs de Surveillance Vaginale

Les dispositifs de surveillance vaginale, tels que les capteurs de contractions, sont insérés dans le vagin de la vache et détectent les contractions utérines et d'autres signes physiologiques de vêlage. Ces dispositifs envoient des alertes en temps réel aux éleveurs lorsque le vêlage est imminent, permettant une intervention rapide si nécessaire. Cette technologie est particulièrement utile pour les grandes exploitations où la surveillance constante peut être difficile.

1.5.4. Colliers et Pédomètres Avancés

Les colliers et pedomètres avancés sont équipés de capteurs qui suivent les changements dans le comportement et l'activité physique des vaches. Une augmentation de l'agitation et des mouvements, ainsi qu'une diminution de la consommation alimentaire, peuvent indiquer un vêlage imminent. Ces dispositifs envoient des alertes aux éleveurs, facilitant ainsi la gestion proactive du vêlage.

1.5.5. Systèmes de Caméras et de Surveillance Vidéo

Les systèmes de caméras et de surveillance vidéo permettent une observation continue et à distance des vaches en gestation avancée. Les éleveurs peuvent surveiller les animaux en temps réel via des écrans ou des applications mobiles, ce qui leur permet de repérer les signes de vêlage sans être physiquement présents. Cette technologie améliore la détection du vêlage et réduit le stress pour les vaches en limitant les interventions humaines directes.

2. L'insémination artificielle chez la vache laitière

2.1. Définition et historique :

La biotechnologie de contrôle de la reproduction la plus répandue à l'échelle mondiale est l'insémination artificielle. Effectivement, elle constitue la première génération des biotechnologies animales (**Diop, 1993**).

Selon **Hanzen (2005)**, elle implique de placer la semence du mâle à l'aide d'un instrument adéquat et au moment le plus approprié dans la partie la plus appropriée des voies génitales femelles, sans qu'il y ait de rapport sexuel. En amont de la mise en place, il est nécessaire de réaliser d'autres opérations techniques, telles que la récolte, la conservation de la semence, des examens (macroscopiques et microscopiques), la dilution et le conditionnement. Si besoin est, et c'est souvent le cas, en plus de l'induction et de la synchronisation des chaleurs, ce qui entraîne des inséminations artificielles, des femelles, comme cela a été expliqué précédemment dans ce mémoire.

Les premiers essais d'insémination artificielle eurent lieu en début du 19ème siècle, mais ce n'est que dans les années 1950 qu'une large diffusion commerciale en fut faite, suite à la découverte de techniques de congélation des semences de bovins (**Ian Lewis et al., 1996 cité par Laminou (1999)**).

Au Kenya et en Afrique du Sud, les premiers essais ont été effectués par l'équipe d'Anderson (**Anderson, 1954**) mentionné par **Mbaindingatoloum (1982)**. L'équipe du professeur Pape Hassan Diop a introduit ces essais en Afrique de l'Ouest et du Centre dans les années 1990 (**Diop, 1993**). Dans le bassin arachidier du Sénégal, l'insémination artificielle

connaît une expansion particulière en 1994 avec le PAPEL, dans le but d'améliorer la production laitière des races locales (**Laminou, 1999**).

2.2. Avantages et inconvénients :

Avantages : Les bénéfices comprennent des aspects génétiques, zootechniques, sanitaires et économiques.

D'après **Diop (1993)**, l'insémination artificielle joue un rôle essentiel dans le développement génétique. Pensée comme l'un des moyens efficaces de diffusion du matériel génétique, elle est principalement utilisée pour garantir une amélioration génétique rapide et sécurisée des animaux domestiques (**Benlekheh et al., 2000**). Selon **Haskouri (2001)**, cette méthode est la seule qui permet à la fois une exploitation rationnelle et intensive, ainsi qu'une diffusion plus étendue de la semence des millions de géniteurs testés pour leurs capacités. Étant donné qu'elle garantit à l'éleveur les meilleures conditions de diffusion du progrès génétique sans risque de contamination grâce à un système sanitaire rigoureux (**Gérard et al, 2008**). Effectivement, L'insémination artificielle empêche la propagation des maladies de l'appareil génital d'une part, et l'accouplement d'autre part, puisque les mâles utilisés sont soumis à des contrôles sanitaires très rigoureux. De cette manière, l'insémination artificielle permet de prévenir la propagation de maladies contagieuses et/ou vénériennes, en évitant tout contact physique direct entre la femelle et le géniteur, comme la brucellose ou le trichomonas. Par conséquent, l'ajout de l'antibiotique lors de la préparation des dilueurs apporte une garantie supplémentaire. De plus, l'application des normes sanitaires rigoureuses dans le centre producteur de semence permet de diminuer considérablement le risque de transmission de ces agents par voie masculine (**Ahmed, 2002**).

De plus, l'acquisition et l'entretien d'un taureau nécessitent une somme considérable de capital et un entretien coûteux. En revanche, l'insémination artificielle entraîne une augmentation de la productivité du taureau tout en permettant son remplaçant par une vache (**Wattiaux, 1996**). Le nombre de mâles utilisés en reproduction et leur valorisation en production de viande diminuent donc. Dans le même temps, la productivité du troupeau (lait, viande) peut augmenter, ce qui entraîne une augmentation du revenu de l'éleveur. Effectivement, cette caractéristique se manifeste surtout chez les animaux croisés (obtenus par l'insémination artificielle des vaches locales) dont la production augmente de 100 % par rapport au type local. Ainsi, l'insémination artificielle permet une diminution du nombre de taureaux utilisés, une concentration accrue des ressources utilisées

par la sélection, et une meilleure maîtrise génétique des lignées. En outre, la conservation du sperme à basse température permet une utilisation plus étendue de leur semence non seulement dans le temps, mais aussi dans l'espace (**Parez et Duplan, 1987 ; Webb, 1992**).

Inconvénients : En effet, même si l'insémination artificielle présente de nombreux avantages et intérêts, elle comporte également certains inconvénients tels que : la nécessité d'une technicité adéquate dans les centres d'insémination artificielle ; une erreur commise lors de la préparation de la semence peut avoir des conséquences significatives sur le cheptel. Les éleveurs doivent posséder une expérience solide afin de repérer les vaches en pleine chaleur. L'infertilité des vaches non observées en chaleurs est non seulement due à l'insémination artificielle, mais peut également entraîner une endométrite et l'avortement si la vache est gestante. Les pathologies peuvent être causées par la présence d'agents infectieux non détruits par les antibiotiques ajoutés à la semence (sperme congelé contenant le virus IBR/IPV) (**Hanzen, 2004**).

2.3.Récolte, évaluation et préparation de la semence

2.3.1. La collecte du sperme

Est réalisée en utilisant un vagin artificiel ou un électro-éjaculateur. Les conditions naturelles du vagin de la vache sont reproduites par le vagin artificiel. Lors de la collecte, il est recommandé que la température du vagin artificiel soit d'environ 40 à 42 °C. Les températures maximales varient de 38 à 52°C. L'air est insufflé par l'orifice du robinet pour assurer la pression. La lubrification doit être effectuée avec une substance qui ne se dissout pas dans le plasma séminal et qui n'est pas toxique **Soltner (2001)**.

Alors que pour l'électro-éjaculateur, il s'agit d'une technique qui permet de prélever la semence à partir du taureau sans avoir à intervenir les mécanismes normaux, sensoriels et psychiques de l'éjaculation. Le dispositif employé comprend un transformateur, un rhéostat, un voltmètre et une électrode bipolaire de taille appropriée à l'espèce en question. Une fois que l'animal est contenu, on place l'électrode lubrifiée dans le rectum vidé, puis on fait passer une série de stimulations répétées, dont l'intensité augmente progressivement selon les consignes du fabricant, jusqu'à l'érection totale et à l'éjaculation. Le sperme est collecté à l'aide d'un dispositif de collecte (**Haskouri, 2001**).

2.3.2. L'analyse du sperme

Est réalisée en utilisant deux méthodes d'examen, à savoir macroscopique et microscopique.

a) Analyse macroscopique :

Le volume moyen de l'éjaculation est de 4 à 5 cm³. Elle est directement déterminée dans le tube (**Derivaux, 1971**).

b) La couleur

Habituelle du sperme est blanchâtre, même si certains taureaux présentent une semence jaunâtre en raison de la teneur en carotène de leur ration. Toutefois, une couleur jaunâtre peut aussi être inhabituelle car elle peut indiquer la présence de pus ou d'urine dans le sperme. L'apparition d'une teinte rosée suggère la présence de sang en nature dans l'échantillon et peut indiquer une lésion urétrale ou de la verge. Une couleur brunâtre est le signe d'une maladie du tractus génital qui entraîne une hémorragie **Hanzen (2009)**. Il faudra supprimer tout échantillon présentant une coloration anormale et envisager une exploration pour déterminer l'origine de cette anomalie (**Cabannes, 2008**).

Les principaux tests lors de l'examen microscopique sont la mobilité, la normalité acrosomique et l'endosmose positive.

c) Mobilité

La mobilité peut être de deux formes, univoque et individuelle. Dans les 10 minutes qui suivent la récolte, la première (massale) est réalisée à partir de sperme pur. L'équipement requis est constitué d'une lame chauffée à 37 °C et d'un microscope à platine chauffante. Une goutte de sperme est déposée par l'opérateur à la surface d'une lame. On évalue la motilité des masses de 0 à 5. On élimine généralement un sperme dont la motilité massale est inférieure ou égale à 3. Alors que la seconde (l'individuelle) représente la proportion de spermatozoïdes avec un mouvement rectiligne qui traversent le champ du microscope. Selon **Gérard et Khirredine (2002)**, les spermatozoïdes qui se déplacent sur place, tournent en petits cercles ou se déplacent en arrière en raison d'une queue repliée ne sont pas considérés comme mobiles.

Deux autres tests essentiels sont la normalité acrosomique et l'endosmose positive, qui sont liés à la qualité de la semence et aux taux de fertilité. Ces tests sont effectués sur une semence diluée

afin d'évaluer respectivement le pourcentage d'acrosomes normaux et l'intégrité de la membrane plasmique des cellules spermatiques (**Benyounes, 1997**).

d) L'objectif de la dilution du sperme

Est d'augmenter le volume total de la masse spermatique, de créer un environnement propice à la survie des spermatozoïdes in vitro et de procéder à l'insémination d'un grand nombre de femelles à partir d'un seul éjaculat (**Hanzen, 2008**).

Le pourcentage de fécondation peut être influencé par le taux de dilution des gamètes utilisé lors de l'insémination. Les recherches sur la préservation de la fertilité des gamètes après dilution révèlent que la dilution a un impact principal sur les spermatozoïdes. Le pouvoir fécondant du sperme peut être maintenu après dilution pendant plusieurs dizaines de minutes, même si la durée de mouvement des spermatozoïdes ne dépasse pas 1 minute **Billard et Jalabert (1974)**. Un milieu de dilution efficace doit satisfaire à plusieurs critères tels que : la non-toxicité pour les spermatozoïdes (pression osmotique, équilibre électrolytique, pouvoir tampon) ; l'apport énergétique pour les spermatozoïdes ; la capacité de protection contre les variations de l'environnement (température, lumière) ; la facilité de préparation ; la limitation du développement microbien ; et un prix de revient acceptable **Parez et Duplan (1987)**.

3. Le conditionnement et la conservation de la semence :

3.1. La semence fraîche

Ne peut être utilisée qu'au bout de 3 jours et elle doit être conservée à une température de 5 °C (**Fall, 1995**). La température doit être réduite de 5 °C toutes les 10 minutes, entre 37 °C et 22 °C, puis de 5 °C toutes les 5 minutes jusqu'à atteindre 5 °C.

3.2. La semence congelée

La congélation de la semence est une technique de conservation qui a bouleversé l'insémination artificielle. Effectivement, elle a facilité la diffusion étendue et aisée de la semence, tant dans le temps que dans l'espace. L'azote liquide est utilisé dans cette méthode, où la semence est stockée à une température de -196 °C. On peut réaliser cette conservation grâce à l'effet cryoprotecteur de certains produits comme le glycérol. Si les paillettes restent immergées dans l'azote liquide, cette méthode peut assurer la conservation des semences pendant une

période de 20 ans (**Goffaux, 1991**). Effectivement, une fois que le sperme a été refroidi, il sera généralement conditionné en paillettes, voire en ampoules en verre ou en plastique ou en pellets. Habituellement, trois catégories de paillettes sont employées. Toutes mesurent 133 mm de longueur. Le diamètre de la paillette grosse varie de 3,8 à 4,2 mm et son volume est de 1,2 ml. Le diamètre de la paillette moyenne varie de 2,5 à 2,8 mm et son volume est de 0,5 ml. Le diamètre de la paillette fine (la plus couramment utilisée) varie de 1,7 à 2,2 mm et son volume utile est de 0,25 ml. Ces paillettes sont formées d'un cylindre de chlorure de polyvinyle dont l'extrémité est obturée avec deux étoupes de gaze entourant un bouchon de matière pulvérulente : l'alcool polyvinylique. Ce système sera utilisé comme un piston lors de l'insémination. L'autre extrémité est ouverte et sera utilisée pour combler la paillette. Les paillettes présentent des teintes variées afin de faciliter leur identification. L'impression sur le corps de la paillette du nom du taureau, de son numéro d'identification, de la date de récolte et de l'identification du centre d'insémination complète cette opération (**Hanzen, 2015/2016**).

4. L'insémination artificielle

Proprement dite : moment, procédé et lieu de dépôt de la semence

4.1. Moment

Il est recommandé de procéder à l'insémination à un moment assez proche de l'ovulation. Si l'on considère que l'œstrus dure 12 à 24 heures, que l'ovulation se produit 10 à 12 heures après la fin de l'œstrus et que les spermatozoïdes doivent rester dans les voies génitales femelles pendant environ 6 heures (phénomène de capacitation), la deuxième moitié de l'œstrus est le meilleur moment pour une insémination fécondante (**Haskouri, 2001**). Il est recommandé de procéder à des inséminations à une période de 9,5 + 3,5 heures après le début des chaleurs **Diop (1994)**.

Les vaches qui sont identifiées comme étant en chaleur le matin sont inséminées le lendemain matin. De plus, il est préférable de procéder à cette insémination pendant les heures fraîches de la journée **Broners (1995)**. Toutefois, **Ouedraogo et al (1996)** ont mis en évidence l'importance de prendre en compte le génotype du bovin avant de déterminer le moment idéal pour l'insémination artificielle.

4.2.Procédé

On décongèle la semence en pastilles dans de l'eau tiède (35-37 °C) pendant une période de 15 à 30 secondes. Ensuite, elle est placée dans le pistolet de CASSOU ; la partie thermosoudée en avant est coupée, et le pistolet est enveloppé d'une gaine en plastique puis d'une chemise sanitaire. Dans sa mise en œuvre, une main gantée attrape le col de l'utérus par la voie rectale tandis que l'autre main attrape le pistolet de « CASSOU » et l'introduit au travers des lèvres vulvaires. Le col de l'utérus est ainsi ouvert et la semence est déposée au niveau du corps utérin. En poussant le col tenu de la main vers l'avant, on évite les replis vaginaux en effectuant des mouvements de haut en bas et sur les côtés (**Craplet, cité par Laminou, 1999**).

4.3.Lieu du dépôt de la semence

Chez les bovins, la semence peut être déposée à divers endroits tels que le cervix (jonction utéro-cervicale, mais une grande partie de la semence se trouvera dans le vagin en raison des mouvements rétrogrades) ; le corps utérin (en arrière du col utérin, qui est le lieu d'élection privilégié) ; ou les cornes utérines (qui présentent davantage de risques de traumatismes et d'infection de l'utérus) (**Bizimungu, 1991**).

5. Les méthodes cliniques

5.1. Le non-retour à la chaleur

Le signe le plus courant d'une absence de gestation est le retour en chaleurs des femelles trois semaines après l'insémination. Il s'agit d'un diagnostic précoce, qui peut être utilisé avant un mois de gestation, et qui implique d'observer les températures entre le 18ème et le 23ème jour après l'insémination artificielle. Cependant, cela n'est pas une méthode fiable (il existe des chaleurs silencieuses chez de nombreuses races bovines locales, et les femelles gestantes peuvent également montrer des signes de chaleur). Alors qu'un antécédent de chaleur n'est pas toujours synonyme de gestation, car il peut s'agir d'un anoestrus ou d'un cas pathologique (**Thiam, 1996**).

5.2. La palpation transrectale

On la qualifie fréquemment d'examen de confirmation car elle permet de mettre en lumière les mortalités embryonnaires tardives. Chez les génisses, elle est envisageable dès le 40ème jour (6 semaines) et chez les vaches dès le 50ème jour (7 semaines) (**Hanzen, 2004**). Pour la même

méthode, le diagnostic de gestation a été établi au 60ème jour après l'insémination artificielle chez les vaches inséminées. Les vaches qui ont été diagnostiquées vides lors de la première insémination artificielle sont immédiatement reprogrammées pour une nouvelle campagne d'insémination **Blagnaet al. (2017)**.

6. Les méthodes biochimiques

6.1. Le dosage de progestérone

C'est un diagnostic précoce d'absence de gestation. L'approche implique l'évaluation des niveaux de progestérone dans le sang ou le lait. Entre le 21ème et le 23ème jour après l'insémination artificielle, elle peut être utilisée. Les vaches prétendument enceintes présentent un taux de progestérone supérieur à 1 ng/ml dans le sang et 3,5 ng/ml dans le lait. Au-dessous de 1 ng/ml dans le sang ou 2 ng/ml dans le lait, le corps jaune est absent et la gestation est exclue (**Vandeplassche, 1985**).

6.2. Le dosage des protéines fœtales

L'utilisation controversée du bPAG (**Chemli et al., 1996**) est due à sa rémanence, même après avoir été mis bas, tandis que la PSPB (**Humblot, 1988**) est détectée dans la circulation périphérique des femelles gestantes vers le 30ème jour (concentration proche de 2 ng/ml).

7. Les méthodes biophysiques :

7.1. L'échographie

Cette méthode permet de vérifier avec certitude les grossesses à partir du 35ème jour, c'est-à-dire au moins 10 à 15 jours, plutôt que de les explorer par voie rectale. Cependant, son prix élevé limite son utilisation fréquente chez les bovins (**Hanzen, 2004**).

7.2. L'effet doppler

C'est une technique qui permet de détecter les battements cardiaques du nourrisson. Cette méthode est utilisée tardivement et permet de détecter une gestation chez la vache à partir du 4ème mois après la conception **Mazouz (1996)**.

8. Qualité et critères de choix d'une méthode de diagnostic de gestation :

Dans cette optique, il est essentiel de définir un ensemble de critères objectifs qui peuvent être mesurés pour évaluer les différentes méthodes de diagnostic de gestation (**Barbry, 2012**), tels que : la précision ; la facilité d'utilisation ; la précision ; la spécificité ; la fiabilité ; et le faible.

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1. Lieu et durée de l'étude :

Cette étude s'est déroulée dans deux wilayas : Tiaret (Tiaret chef lieu et Rahouia) et Relizane (Relizane chef lieu), et s'est étalée sur une période de 6 mois, de décembre 2023 jusqu'à Mai 2024.

Les conditions climatiques de Tiaret sont caractérisées par une atmosphère chaude et tempérée. L'hiver à Tiaret se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. La température moyenne annuelle est de 15.5 °C. Les précipitations annuelles s'élèvent à 472 mm selon les relevés météorologiques, et pour la wilaya de Relizane la période estivale est caniculaire, aride et dégagé dans l'ensemble et l'hiver est frais, venteux et partiellement nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement de 7 °C à 38 °C et est rarement inférieure à 3 °C ou supérieure à 42 °C.



Figure7 : Représentation géographique de la zone d'étude

Notre étude est divisée en deux parties, la première partie consistait à réaliser une enquête auprès des inséminateurs au niveau de deux wilaya (Tiaret et Relizane), pour collecter les données sur l'utilisation de cette technique chez les vaches laitières aussi pour évaluer l'efficacité de cette technique et signaler les différents problèmes rencontrés sur terrain.

La deuxième partie consistait à appliquer les différents moyens de reproduction de précision à savoir l'identification électronique des vaches, l'échographie et la mise en évidence de notre application pour faciliter et organiser le travail des inséminateurs.

2. Collecte de données ou enquête

Pour avoir une idée claire sur la pratique de l'insémination artificielle, on a préparé un questionnaire adressé aux inséminateurs, 5 vétérinaires inséminateurs fait l'objet de notre enquête et les questions étaient sur les volets suivants :

- Les méthodes de synchronisation des vaches.
- Les méthodes de détection de chaleurs.
- Les moyens de suivi de la fécondation et la gestation des vaches.
- Les méthodes utilisées pour organiser le travail d'un inséminateur.

3. Application pratique des méthodes de la reproduction de précision

La section méthodologique de cette partie est conçue pour détailler rigoureusement les étapes, les outils et les techniques de reproduction de précision proposées dans cette étude. Pour cela, en collaboration avec des inséminateurs, le Protocole expérimental suivant a été pratiqué.

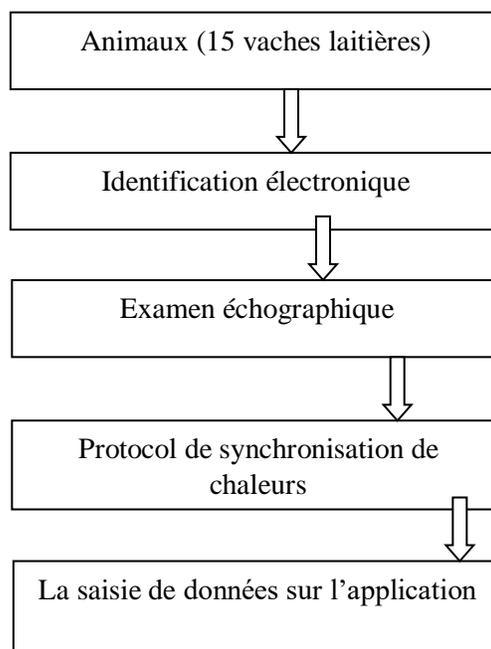


Figure 8 : Protocole expérimental

3.1. Animaux

Notre étude s'est portée sur 15 vaches sélectionnées de races croisées âgées entre trois et six ans.

Les vaches ont été choisies pour une insémination artificielle, avant l'application de la technique, on a suivi les étapes mentionnées sur (la figure 8)

3.2. Identification électronique

Les vaches choisies étaient identifiées par des boucles d'oreilles avec un numéro d'identification (figure 9)



Figure 9 : Identification par des boucles d'oreilles

La puce électronique est un matériel d'identification. La puce est généralement implantée par injection sous-cutanée soit du côté gauche du cou, au niveau de la gouttière jugulaire, ou bien sur la ligne médiane dorsale du cou juste en avant des omoplates, un lecteur des puces est utilisé pour repérer sa localisation.



Figure 10 : Puce électronique utilisée

3.3.Examen échographique

L'examen échographique est réalisé afin de détecter des éventuelles gestations précoces (facteur éliminatoire), aussi pour examiner l'état des ovaires et de l'utérus, la détection des infections subcliniques (ex : les endométrites subcliniques) qui empêchent la réussite d'une insémination artificielle.

Pour cela un échographe de la marque DRAMENSKI a été utilisé, avec des sondes linaires et sectorielles (Figure 11)

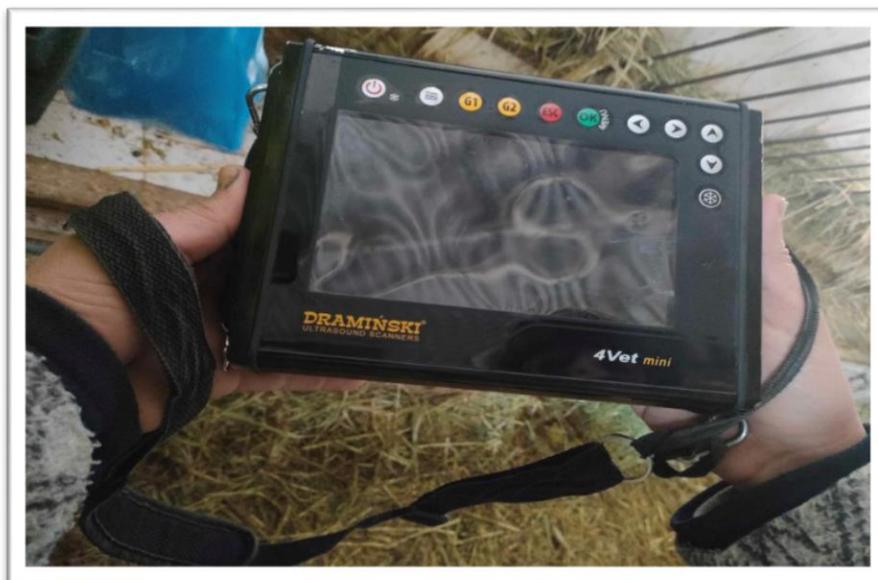


Figure 11 : Echographe DRAMINSKI 4Vet mini

3.4.Création de l'application

La gestion de la reproduction bovine est un aspect crucial de l'élevage. Elle nécessite une coordination précise entre l'éleveur, et son troupeau et les professionnels de la reproduction, tels que les inséminateurs.

Pour améliorer l'efficacité de cette coordination et faciliter le travail des inséminateurs, on a développé une application mobile (Cow track). Cette application servira comme un lien entre l'éleveur, et son troupeau et l'inséminateur, facilitant ainsi la synchronisation des chaleurs et l'insémination artificielle.

L'application comporte tous les renseignements des vaches dans une exploitation (numéro d'identification, âge, race, les antécédentes maladies et les traitements, le statut reproductif de la vache).

L'application envoie des notifications aux éleveurs et aux inséminateurs pour les rappeler des dates de synchronisation et d'insémination des vaches aussi elle donne des notifications des vaches à terme pour une assistance au cours de leurs mise bas.

Résultats et discussions

I. Résultats :

1. Partie I :

Suite à l'enquête réalisée auprès des inséminateurs, on a pu avoir une image claire sur l'application pratique de cette technique et les problèmes majeurs rencontrés sur terrain.

1.1. Les méthodes de synchronisation des chaleurs :

Le Protocole utilisé était la GPG (GnRH-PGF2alpha-GnRH), les hormones sont injectées en (J0-J7-J9).

On a constaté qu'un seul inséminateur utilise l'échographie avant d'entamer le traitement hormonal. Aussi d'après les inséminateurs ce Protocole nécessite plusieurs visites avec des dates précises ce qui pose des problèmes surtout qu'ils interviennent dans plusieurs élevages.

1.2. Les méthodes de détection de chaleurs.

Selon les inséminateurs l'insémination artificielle est pratiquée après 16h de la fin de Protocole GPG sans vérification ni de la taille de follicule, ni de la présence de signes de chaleurs.

1.3. Les moyens de suivi de la fécondation et la gestation des vaches.

1 seul inséminateur utilise l'échographie comme moyen de confirmation de gestation pour les autres le retour aux chaleurs des vaches constitue un signe d'échec de l'insémination.

1.4. L'efficacité de cette technique

Le taux de conception moyen constaté après insémination artificielle :

40-60% pour deux inséminateurs

60-80% pour trois inséminateurs.

1.5. Les méthodes utilisées pour organiser le travail d'un inséminateur.

D'après les inséminateurs l'organisation technique de la pratique de l'IA est essentielle pour la réussite de cette technique et pour augmenter les taux de conception. Les problèmes majeurs rencontrés étaient l'identification des vaches et les rappels soit pour le protocole

hormonal utilisé ou pour la date exacte de l'insémination artificielle vu l'augmentation de la demande de cette technique.

Dans ce contexte vient notre intervention par un essai d'organiser cette pratique qui est expliqué en détail dans la deuxième partie de notre étude.

2. Partie II :

2.1. Animaux :

En collaboration avec les inséminateurs, on a choisi 15 vaches après un examen échographique minutieux, cet examen vise à détecter des éventuelles gestations précoces ou des problèmes au niveau de la matrice de la vache qui va empêcher la réussite de l'IA.

Numéro d'identification	Age	Race	Etat physiologique
356	3 ans	Prim'Holstein	Vache saine
764	3 ans	Montbéliarde	Vache saine
102	5 ans	Montbéliarde	Vache saine
384	4 ans	Prim'Holstein	Vache saine
876	5 ans	Prim'Holstein	Vache saine
621	3 ans	Montbéliarde	Vache saine
629	6 ans	Montbéliarde	Vache saine
936	6 ans	Prim'Holstein	Vache saine
107	4 ans	Montbéliarde	Vache saine
398	3 ans	Montbéliarde	Vache saine
543	6 ans	Montbéliarde	Vache saine
725	3 ans	Prim'Holstein	Vache saine
734	4 ans	Prim'Holstein	Vache saine
479	5 ans	Prim'Holstein	Vache saine



Figure 12 : gestation précoce de 34j



Figure 13 : Des vaches avec des endométrites chroniques

(Épaississement de l'endomètre et présence d'un liquide inflammatoire au niveau de l'utérus)

Après élimination des cas pathologiques et des cas de gestation, 15 vaches représentent l'échantillon choisis.

2.2. Identification électronique :

On a commencé par l'identification électronique, les puces utilisées sont fabriquées en EEC (European Economic Community) avec le code ISO : 11607 (International Organisation for Standardization). Le lecteur utilisé était de la marque ANIMAL ID READER (ISO : 117844/5, FDX-B, 134.2KHz).

2.3. Protocol de synchronisation des chaleurs et saisie de données sur l'application

Pour les vaches saines, on a pratiqué le protocole GPG (GnRH-PGF2alpha-GnRH). Toutes les données ont été introduites au niveau de notre application. Un enregistrement est nécessaire, la figure suivante montre la page d'accueil de notre application.



Figure 14 : Page d'accueil de l'application 'COWTRACK'

Les dates des traitements hormonaux et les dates des inséminations artificielles sont enregistrées pour chaque vache, des notifications sur Téléphones mobiles ont été signalées pour les inséminateurs et pour les éleveurs ce qui a organisé la pratique de cette technique.

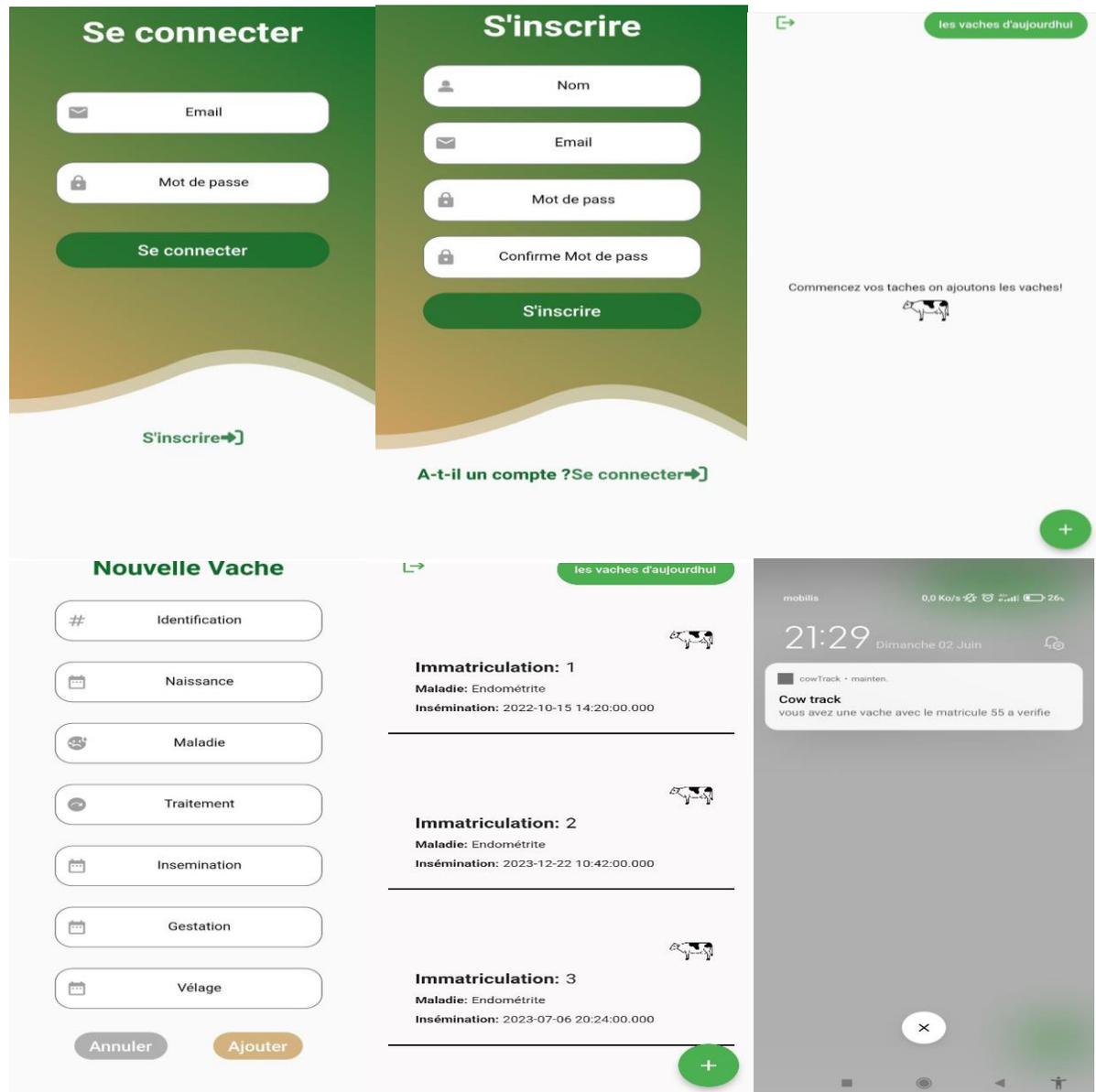


Figure 15 : Différentes fenêtres de l'application de l'accueil jusqu'au notification

La vérification par échographie des vaches incluses dans notre étude, a montré un taux de conception de 93% (14 gestations/ 15 vaches), seulement une vache n'était pas gestante.

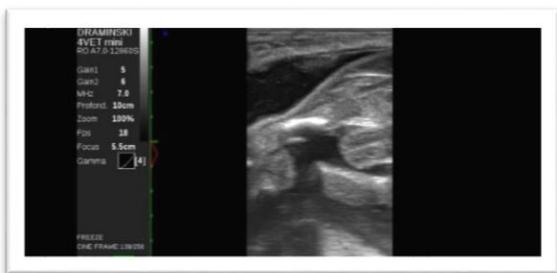


Figure 16 : un veau de 3 mois



Figure 17 : une gestation de 3 mois

(Sexe déterminé)

II. Discussions :

1. L'identification électronique :

L'identification électronique des vaches laitières est une technologie de plus en plus utilisée dans les exploitations modernes pour améliorer la gestion des troupeaux, la traçabilité, et la performance individuelle des animaux. Cette technologie comprend généralement l'utilisation de puces RFID (Radio Frequency Identification) ou d'autres dispositifs électroniques pour suivre et enregistrer les données des animaux de manière précise et efficace.

1.1 Principe général

Selon (Sébastien Duroy et al, 2010, institut de l'élevage) L'identification électronique est une technologie d'identification à distance et sans contact entre un identifiant et un appareil de lecture. L'identifiant contient une puce électronique. Le lecteur utilise les ondes radio pour communiquer avec l'identifiant.



Figure 18 : Identification par puce électronique

La puce électronique ne contient que le numéro national de l'animal :

- Le code pays est codé sur 3 chiffres (250 pour la France – FR),
- Le numéro national de l'animal est codé sur 12 positions (calé à droite, et précédé de 2 zéros pour les numéros nationaux à 10 chiffres des bovins français). Il s'agit du même numéro que celui marqué sur la boucle.

1.2.L'identifiant

1.2.1. La boucle auriculaire

L'identifiant électronique officiel utilisé en France pour les bovins est une boucle, de forme similaire aux boucles conventionnelles, contenant un transpondeur. L'identifiant électronique peut également prendre la forme d'un bolus ruminal

1.2.2. Le transpondeur (ou étiquette radiofréquence)



C'est l'élément électronique qui contient l'information et qui communique avec le lecteur. Un transpondeur est constitué :

- 1.2.2.1. D'une puce électronique, c'est à dire un micro-circuit en silicium d'environ 1 mm² de surface et support de l'information numérique,
- 1.2.2.2. Et d'une antenne circulaire d'environ 3 cm de diamètre, constituée d'un fil de cuivre bobiné qui permet l'échange avec le lecteur.

2. Examen échographique :

L'échographie joue un rôle crucial dans la gestion de la reproduction bovine en offrant une méthode non invasive pour surveiller la santé reproductive et détecter les gestations. Cette technique permet de vérifier l'état des ovaires, de diagnostiquer les gestations précocement, et d'identifier les anomalies reproductives qui pourraient affecter la fertilité du troupeau (MSD Veterinary Manual).

L'échographie transrectale est devenue un examen facile à mettre en œuvre depuis l'apparition des échographes portables. L'autonomie relativement longue de la batterie de ces appareils (3 à 7h) et leur poids désormais assez faible (de 0,8 à 2 kg) en font un outil très intéressant de l'arsenal diagnostique vétérinaire en pratique courante. La sonde linéaire, utilisée pour l'échographie transrectale, permet d'explorer les organes génitaux internes chez la femelle et le mâle; son utilisation est également possible chez le taureau pour l'examen des organes génitaux externes. L'utilisation principale de l'échographie chez les bovins concerne le diagnostic de gestation via l'exploration de l'utérus. Ce service peut être complété par le sexage foetal, très apprécié par les éleveurs. Cependant, en plus de l'évaluation de l'utérus, l'échographie est particulièrement puissante pour l'examen des ovaires. Connaître précisément les organites ovariens aide à choisir un protocole de traitement ou d'induction/synchronisation des chaleurs adapté à chaque situation. Or l'échographie permet d'obtenir des sensibilités et spécificités bien supérieures à celles obtenues par palpation transrectale pour l'identification des structures ovariennes. Par ailleurs, l'échographie reste un examen complémentaire : les commémoratifs et la palpation transrectale sont des préalables indispensables à une analyse correcte des images échographiques obtenues par la suite. Chez la vache, dans certaines situations, un examen vaginal doit également venir compléter l'examen échographique. **(Claire Saby-Chaban, Sylvie Chastant-Maillard.et al,2014)**

L'échographie apporte un bénéfice net par rapport à la palpation transrectale dans le diagnostic des kystes ovariens. La palpation transrectale permet d'identifier la présence d'un kyste avec une sensibilité de l'ordre de 50%, contre 95% lors d'une identification échographique **(Ribadu et al, 1994)**. L'examen échographique est également plus exact que la palpation pour la caractérisation de la nature du kyste (sensibilité de 70% pour les kystes folliculaires et de 90%

pour les kystes lutéaux) que la palpation transrectale (sensibilités variant de 25 à 75% selon la nature du kyste ; **Hanzen et al, 2007**).

3. Application pour la gestion de reproduction du troupeau

Il existe déjà plusieurs applications similaires à CowTrack pour la gestion de la reproduction bovine. Ces applications utilisent diverses technologies pour améliorer l'efficacité et la précision des processus reproductifs dans les troupeaux bovins. Voici quelques exemples notables :

3.1. BoviSync : Cette application de gestion du troupeau aide les producteurs laitiers à suivre les données de reproduction, la santé des animaux et d'autres paramètres de gestion du troupeau. Elle permet d'enregistrer et d'analyser les cycles de reproduction, les inséminations et les résultats de gestation, offrant des outils de gestion et des analyses détaillées pour améliorer les taux de conception et de gestation (MSD Veterinary Manual).

3.2. Moocall : Connue pour son dispositif de détection de vêlage, Moocall propose également des outils pour le suivi de la reproduction. Le système envoie des notifications lorsqu'une vache entre en travail, permettant aux éleveurs de surveiller de près le processus de vêlage et de minimiser les risques liés aux complications (MSD Veterinary Manual) (BioMed Central).

3.3. MooFarm : est une application mobile conçue pour les éleveurs de bovins, offrant des fonctionnalités pour la gestion des enregistrements des animaux, la planification des soins vétérinaires, et la surveillance de la production laitière.

3.4. CowManager : utilise des capteurs auriculaires pour surveiller la santé, la reproduction et les activités des vaches. Les données collectées sont accessibles via une application, permettant une prise de décision rapide et informée.

Ces applications montrent que l'intégration de la technologie dans la gestion de la reproduction bovine peut apporter des bénéfices significatifs, notamment en termes de précision, d'efficacité et de prise de décision basée sur les données. CowTrack, en tant qu'application nouvelle, pourrait se distinguer en intégrant des fonctionnalités innovantes et une interface utilisateur intuitive pour faciliter encore plus la gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins.

Conclusion générale

Ce mémoire sur le suivi de la reproduction chez la vache laitière et l'insémination artificielle met en lumière l'importance cruciale d'une gestion reproductrice efficace pour optimiser la productivité et la rentabilité des exploitations laitières. Les examens cliniques et échographiques se sont révélés indispensables pour évaluer l'état de santé reproductive des vaches, permettant de déterminer le moment optimal pour l'insémination artificielle.

Les résultats montrent que l'utilisation combinée de technologies modernes et de pratiques traditionnelles améliore significativement les taux de conception. En particulier, la détection précise des chaleurs et la gestion appropriée des troubles de fertilité sont essentielles pour maximiser les taux de réussite. De plus, l'adaptation des stratégies nutritionnelles et de gestion aux besoins spécifiques des vaches jouent un rôle clé dans l'amélioration des performances reproductives.

Les recommandations issues de cette étude visent à fournir aux éleveurs des outils pratiques et des stratégies éprouvées pour surmonter les défis de la reproduction. En adoptant ces approches, les exploitations peuvent non seulement améliorer leur efficacité reproductive, mais aussi augmenter leur rentabilité et assurer la durabilité de leur production laitière.

Références

- **Berry, D. P., Wall, E., & Pryce, J. E. (2019).** Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal*, 13(S1), s118-s126.
- **Hansen, P. J. (2020).** Prospects for improving fertility of dairy cattle by altering gene expression. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5360-5374.
- **Ribeiro, E. S., Gomes, G., & Carvalho, P. D. (2021).** Improving fertility in dairy herds: Challenges and strategies. *Animal Reproduction*, 18(3), e20210009.
- **Lucy, M. C. (2019).** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 3821-3833.
- **Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2019).** A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 243, 106307.
- **Ahmed, 2002.** L'effet de l'insémination artificielle sur la production laitière. Thèse de fin d'étude. Maroc.
- **Armstrong, D.G., Gong, J.G., Gardner, J.O., Baxter, G., Hogg, C.O., Webb, R. (2002).** Steroidogenesis in bovine granulosa cells: the effect of short- term changes in dietary intake. *Reproduction*. 2002, 123: 371- 378.
- **Barone, R. 1978.** Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 3, Splanchnologie, Fascicule 2, Appareil uro-génital, Fœtus et ses annexes.
- **Batellier, F., Belsbois, E., Brillard, J.P., Gorovoun, M., Hérault, F., Heyman, Y., Perrier, G., Rogier, S.M.C., Savary, F., Vignon, X. 2011.** Reproduction des animaux d'élevage. Vol., 2, Ed., Educagri Paris.
- **Benlekhe, A., Ezzahri, A., et Bouhaddane, A. 2000.** L'insémination artificielle des bovins « une biotechnologie au service des éleveurs » Transfert de technologie en agriculture, (65) : 4
- **Benyounes, A. 1997.** Apport à la technique de congélation de la semence du bélier Manchego moyennant l'incorporation du tréhalose et variation du taux de glycérol dans le milieu cryoprotecteur. Thèse de Master of Science, IAMZ-CIHEAM, Zaragoza, Espagne.
- **Billard, R., Jalabert, B. 1974.** L'insémination artificielle de la Truite *Salmo gairdneri* Richardson. II - Comparaison des effets de différents dilueurs sur la conservation de la fertilité des gamètes avant et après insémination. *Ann. Biol, anim. Bioch. Biophys.*, 14. 601-610.
- **Blagna ., J. Appl. Biosci. 2017.** Insémination artificielle bovine par synchronisation des chaleurs au CRESTARND en milieu éleveur dans les cascades au Burkina Faso
- **Bonnes, G., Descaude, J., Drogoul, C., Gadoud, R., Le Loc'h, A., Montmeas, L., Robin,**
- **G. 1988.** Reproduction des mammifères d'élevage, 1ère édition, Paris. 239.
- **Bourbia, R. (1998).** L'approvisionnement alimentaire urbain dans une économie en transition : le cas de la distribution du lait et des produits laitiers

Références

- de l'ORLAC dans la ville d'Alger. Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. Thèse de Master Of Science. Octobre 1998, p : 200. **BOUJENANE Ismaïl**, transfert de technologie, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 111 Novembre 2003 p. 4.
- **Brahmia, A. et Ben Dhia, M. 1989.** Office de l'Élevage et des Pâturages - Tunis - Tunisie.
 - **Broes, P. 1995.** Abrégé de reproduction animale. -Boxmeer (Pays-Bas) : Intervet. -336 p.
 - **Bruyere, P. 2009.** Mise en évidence des signes secondaires de chaleurs chez la vache laitière par vidéosurveillance ; étude au Centre Lucien Biset de Poisy (74330). Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, France.
 - **Buffière, M. 1972.** Contribution à l'étude de la synchronisation de l'œstrus chez la vache.
 - **Cauty, I., Perreau, J.M. 2009.** Conduite du troupeau bovin laitier : production, qualité, rentabilité. 2e éd. Paris : Éditions France Agricoles
 - **Chastant-Maillard, S., Fournier, R., Remmy, D. 2005.** Les vagues folliculaires : Actualités sur le cycle de la vache. Point Vét, n° 36.2005, p : 10-15
 - **Chemli, J., Tainturier, D., Beckers, J. F. 1996.** Diagnostic de gestation chez les bovins par dosage d'une protéine trophoblastique : la protéine bovine associée à la gestation (bPAG. : bovine pregnancy associated protein) (179p-192p). In : Reproduction et production laitière- Tunis : SERVICED, -294p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).
 - **Chenault, J.R., Bouchen ,JF., Dame, K.J. , Meyer, J.A ., Wood – Follis, S.I . 2003 .** Intra -vaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows.J Dairy Sci 2003 , p . 86 , 2039-2049
 - **Chupin, D. 1993.** Résultats d'une enquête sur l'état de l'insémination artificielle en Afrique.
 - **Cuq, P. 1974.** Le cycle génital de la femelle zébu (bos indicus) en zone soudano-sahélienne du Sénégal. Rev. Elev. Méd. Vét .Pays Trop., 125 (2), 147-173.
 - **Cuq, P., Abga, K.C. 1977.** Les Organes génitaux de la femelle. Rev.Elev.Méd. Vét .Pays Trop., 28 : 331-349.
 - **Dellmann et Eurell, 1998.** Physio-pathologie de la reproduction et insémination artificielle des animaux domestiques. Paris : Vigot frères éditeurs, 1998, 467 p.
 - **Dérivieux, J. 1971.** Reproduction chez les animaux domestiques le Dale : Insémination artificielle. Ed. Devoueux, Liège.

Références

- **Derivaux, J. et Ectors, F. 1989.** Reproduction chez les animaux domestiques. - Vol.1 : - Paris: Académia.-155 p.
- **Dezetter C. 2015.** Evaluation de l'intérêt du croisement entre races bovines laitières. Thèse de l'école doctorale Biologie-santé Nantes Angers, LUNAM, France. Accessiblesur : <http://www.theses.fr/s163135>.
- **Dezetter C., Bareille N., Billon D., Côrtes C., Lechartier C., Seegers H. 2017.** Changes in animal performance and profitability of Holstein dairy operations after introduction of cross breeding with Montbéliarde, Normande, and Scandinavian Red. J. Dairy Sci., 100, 8239- 8264.
- **Diop, P.E.H. 1993.** Biotechnologie et élevage africain (145- 159) In : Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants : apport des technologies nouvelles.
- **Diop, P.E.H. 1994.** Amélioration génétique et biotechnologies dans les systèmes d'élevages. Exemple de la production laitière.-Dakar : DIREL-11p.
- **Disenhaus, C., Cutullic, E., Freret S., Paccard, P. et Ponsart, C. 2010.** Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs : intégrer la vache, l'éleveur et le système d'élevage. Renc. Rech.Rum., 17 : 113-120.
- **Djibrine, M. 1987.** Bilan de l'Insémination artificielle dans l'espèce Bovine au Cameroun. Th.Med. Veto. Dakar, 12.
- **Driancourt, M.A., et Levasseur, M.C. 2001.** Cycles estriens et cycles menstruels. Dans : La reproduction chez les mammifères et l'homme. Thibault C. et Levasseur MC. (Edits) Ellipses, INRA, Paris, 680- 698. Dakar : NEAS.- 290p. (Actualité scientifique AUPELF-UREF).
- **Drion, P.V., Ectors, P.J., Hanzen, C., Houtain, J.Y., Lonergan, P., Beckers, J.F. 1996.** Régulation de la croissance folliculaire et lutéale. Le point vétérinaire, Vol. 28.
- **Drion, P.V., Reny, B., Houtain, J.Y., Namar, M., Baril, G., Heyman, Y., Cognie, Y., Theau, C., Leent, M.C., Leboeuf, B., Ectors, F., Segers, K., Beckers, J.f. 1998.** Utilisation répétée des gonadotrophines exogènes dans le contrôle de la reproduction - justification relations structure – activité biologique - effets secondaires potentiels. Une synthèse Ann. Méd. Vet, 142, 373-396.
- **Dulplan, J.M., Thibier, Crapelet, C. 1973.** La vache laitière : Reproduction, Génétique, Alimentation, Habitat, Grandes maladies. 2^{ème} édition, Vigot Frères, Paris VI.

Références

- **Edson, M.A., Nagaraja, A.K., Matzuk, M.M. 2009.** The mammalian ovary from genesis.
- **Fall, O. 1995.** Amélioration de production laitière par l'utilisation de l'insémination artificielle dans la région de Fatick-Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 18
- **Fournier, R., Driancourt, M.,A., Barreteau, S. 2005.** Synchronisation des chaleurs et IA programmée chez les bovines comment maintenir une bonne fertilité avec des progestagènes sans œstrogènes, édition des GTV. In : Journées Nationales GTV, Tours, .2004 p : 889-892.
- **Garba, M.M., Marichatou, H., Issa, M., Abdoul Aziz M.L., Hanzen, C. 2013.** Tractus génital des vaches Zébus (*Bos indicus*) au Niger. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 66 (4): 137- 142.
- **Gérard, O., Ponsart, C., Petit, M., Humblot, P. 2008.** Evolution des techniques de préparation de la semence et insémination artificielle chez les bovins. Renc. Rech.Ruminants, 15: 351-354.
- **Giroud, O. 2007.** Détection des chaleurs des vaches laitières par vidéosurveillance : évaluation des méthodes d'utilisation. Mémoire de Fin d'Etudes, ISARA-Lyon, France.
- **Goffaux, M. 1991.** Technique de congélation de la semence de taureau : congélation proprement dite, décongélation et conservation. Elev. et Insém., (241) : 3- 18
- **Grimard, B., Humblot, P., Ponter, A., A. 2003.** Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins-INRA Prod.Anim, 16:211-227.
- **Gwazdauskas, F.C., Lineweaver, J.A., Gillard, M.L. 1983.** Environmental and Management Factors Affecting Estrous Activity in Dairy Cattle. J. Dairy Sci.1983, p: 66, 1510-1514 Peralta, O.A., Pearson, R.E., Nebel, R.L., 2005. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. Anim. Reprod. Sci., 87, 59-72.
- **Heap, W., 1900.** The sexual season of mammals and the relation of the prooestrus to menstruation. Q.J. Microsc. Sci., 44, 11-70.
- **Hanzen, C. 2004.** Cours d'obstétrique et pathologie de la reproduction<<bovins ; équidé ; et porc>> faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège.
- **Hanzen, C. 2005.** Chapitre 3: La détection de l'œstrus et ses particularités d'espèces. [En ligne] : accès internet : <http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/dloads/Doc1Notes/Ch03.doc>.
- **Hanzen, C. 2006.** Propédeutique de l'appareil génitale de la vache.
- **Hanzen, C. 2009.** L'insémination artificielle chez les ruminants. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie des Animaux de Production, 45 p.

Références

- **Hanzen, C. 2010.** Cours d'inséminations artificielles chez les ruminants. Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège. 2010, p : 4, 5, 6.
- **Hanzen, C. 2015 /2016.** L'insémination artificielle chez les ruminants.
- **Hanzen, C., Boudry, B., Drion, P.V., 2003.** Gestion hormonale de la reproduction bovine : induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF2 α . Le Point Vétérinaire, 236: 22- 23.
- **Haskouri, H. 2001.** Insémination artificielle et détection des chaleurs, In : Gestion de la reproduction chez la vache. [En ligne] accès Internet : <http://www.iav.ac.ma/veto/filveto/guides/repro/students/haskouri.pdf>, (page consultée le 9 Mai 2008).
- **Hicheri, K. 1989.** Direction Générale de la Production Animale, Tunis, Tunisie, Mise au point sur les actions d'amélioration génétique des bovins en Algérie, Amélioration génétique des bovins sous climat sud-méditerranéen, comptes rendus du symposium organisé par l'Office de l'Elevage et des Pâturages de Tunisie en collaboration de la Fédération Européenne de Zootechnie, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et L'Agriculture et le Comité International pour le Contrôle de la Productivité Laitière du Bétail, Tunis, 21-23 novembre 1989.
- **Hograindleur, J.P. 1999.** Biotechnologie de la reproduction chez le bovin-Découverte et étude de nouvelles biomolécules d'intérêt. Diplôme de l'École Pratique des Hautes Études
http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/ibl-2012-2-isu-2012-les-objecti...
- **Humblot, P., 1988.** Reconnaissance maternelle de la gestation et maintien du corps jaune. Elev. Insém., (222) : 23-26. In : L'amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest. Etude, production et santé animales, Rome, FAO, 110 : 67-89.
- **Institut de l'Elevage, 2012. IBL 2012-2 ISU 2012** : les objectifs de sélection évoluent.
- **Kabere, 2007.** Contribution à l'amélioration du taux de réussite de l'insémination artificielle bovine dans les campagnes d'insémination artificielle réalisées par le PAPEL au Sénégal. - Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 42
- **Kadra, A. 1989** : Mise au point sur les actions d'amélioration génétique des bovins en Algérie, Amélioration génétique des bovins sous climat sud-méditerranéen, comptes rendus du symposium organisé par l'Office de l'Elevage et des Pâturages de Tunisie en collaboration de la Fédération Européenne de Zootechnie, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et L'Agriculture et le Comité International pour le Contrôle de

Références

la Productivité Laitière du Bétail, Tunis, 21-23 novembre 1989.

- **Kaidi, R.** Cours de biotechnologies de la reproduction. Département des sciences vétérinaires, université de Blida.
- **Kamga, W.A.R. 2002.** Réalisation d'un programme d'insémination artificielle bovine en République de Guinée. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 13.
- **Koumo, 2006.** Amélioration des performances de production et de reproduction des bovins par l'utilisation de l'insémination artificielle en Afrique Subsaharienne et au Sénégal en particulier : état des lieux et perspectives. -Revue Africaine de Santé et de Productions Animales 2009 E.I.S.M.V. de Dakar
- **Kumar, N., Kumar, P., Chaurasia, S., Patel, N.B. 2013.** Heat detection techniques in cattle and buffalo, Vet. World 6 (6): 363-369.
- **Lacerte, G. 2003.** La détection des chaleurs et le moment de l'insémination. Symposium sur les bovins laitiers : 30 Octobre, Hôtel des Seigneurs Saints, Hyacinthe Québec.
- **Laverdière, G. 1994.** Comparaison de l'effet de deux analogues de la prostaglandine F_{2α} sur la synchronisation de l'œstrus chez la vache de boucherie. Can. J. Anim. Sci., 74: 29- 36.
- **Le Mézec, P, et Launay, A. 2017.** Le cheptel laitier français : évolution 1996-2016, prévision d'évolution génétique 2016-2022. Institut de l'Élevage, Compte-rendu n° 0017203001.
- **Loïse Corbrion Mouret , 2018.** Influence du moment de l'insémination artificielle sur le taux de réussite chez la vache laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire (diplôme d'état), l'Université Paul-Sabatier de Toulouse-France
- **Marie, M. 1996.** Use of monitoring for assessment of reproductive status in postpartum cows. Application of an ELISA technique. FAO-IAEA, Second Research Coordination Meeting, Rabat, 1-5 April 1996, p: 2.
- **Mazouz, A. 1996.** Précis d'obstétrique vétérinaires, 2ème éd. Rabat. AGDAL, 95 p. Méd. Vét., Dakar, Sénégal, 156 p.
- **Medan, M.S., Watanabe, G., Sasaki, K., Groome, N.P., Sharawy, S., Taya, K. 2005.** Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats. J. Reprod. Dev. Aug; 51 (4) : 455-63.
- **Mermillod, P., et Marchal, R. 1999.** La maturation de l'ovocyte de mammifères. Médecine/Sciences. 1999, p: 15: 148- 156.

Références

- **Mialot, J.P., Constant, F., CHastant, Astant-Maillard, S., Ponter, A.A., et Grimard, B. 2001.** La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications (163- 168). In : Journées Européennes de la Société Française de Buiatrie : Paris, Nov. 2001.
- **Mialot, J.P., Laumonnier, G., Ponsart C., Fauxpoint H., Barassin E., Ponter, A.A., Deletang F. 1999.** Postpartum subestrus in dairy cows: comparison of treatment with prostaglandin F2 alpha or GnRH + prostaglandins F2 alpha + GnRH. *Theriogenology*, 52: 901-911.
- **Mialot, J.P., Noel, F., Puyalto, C., Laumonnier, G., Sauveroche, B. 1998.** Traitement de l'œanestrus post-partum chez la vache laitière par le CIDR-E ou la prostaglandine F2a. *Bulletin Technique des GTV*, 2 : 29-38.
- **Minvielle, F. 1998.** La sélection animale. Collection Que sais-je ? Edition PressesUniversitaires de France – PUF.
- **Monniaux, D., Caraty ,A., Clément ,F., Dalbiès-Tran R., Dupont ,J., Fabre, S., Gérard, N., Mermillod, P., Monget, P., Uzbekova S. 2009.** Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *INRA Prod. Anim.*, 22(2) : 59-76.
- **Niang, M.M. 1985.** évaluation de l'efficacité de l'insémination artificielle bovine dans la campagne d'insémination artificielle 2010-2011 réalisée par le PDESOC dans la région de Kolda pour obtenir le grade de docteur en médecine vétérinaire (Sénégal).
- **Norris, D.O., Lopez, K.H. 2010.** Hormones and reproduction of vertebrates. *MammalsAcademic Press, Elsevier, London*, Vol 5, 380 p.
- **Odde, K.G. 1990.** A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, 68: 817-830.
- **Ouedraogo, Maltoni, M. et Zecchini, M. 1996.** Définition d'un moment optimum pour l'Insémination Artificielle chez les femelles bovines Baoulé, Zébu er N'dama en zone subhumide. In : *Reproduction et production laitière Tunis : SERVICED.-316p.*-(actualitéscientifique AUPELF-UREF).
- **Parez, M., Duplin, J.M. 1987.** Insémination artificielle bovine, reproduction et amélioration génétique , édité par ITEB VNCAIA .
- **Peralta, O.A., Pearson, R.E., Nebel, R.L. 2005.** Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Anim. Reprod. Sci.*, 87, 59-72.
- **Picard-Hagen, N., Humblot, P., Berthelot, X. 2005.** Le point sur les protocoles actuels de synchronisation. *Le point vétérinaire, Reproduction des*

Références

ruminants: maîtrise des cycles et pathologie.2005, p: 32-36.

- **Polge, C., Rowson, L.E.A. 1952.** Results with bull semen stored at -79°C. Vet. Rec., 64: 851-853.
- **Ponsart, C., Freret, S., Humblot, P., Charbonnier, G., Dubois, P. 2006.** Signes de chaleurs, profils de cyclicité, état sanitaire du début de lactation, état corporel et production laitière= 5 effets conjugués sur la reproduction. Bulletin Technique de l'Insémination Animale : 120, 33-36.
- **Saumande, J. 2000.** La détection électronique des chevauchements pour la détection des vaches en chaleur : possibilités et limites. Synthèse Scientifique. Revue Méd. Vét., 151, 11, 1011-1020.
- **Sellier, P. 1992.** La gestion des populations-La diversité des plans d'amélioration génétique, INRA Station de Génétique quantitative et appliquée 78352 Jouy-en-Josas Cedex
- **Soltner, D. 2001.** La production des animaux d'élevage, 3eme édition, édité par collection sciences et technique agricole.
- **Thiam, O. 1996.** Intensification de la production laitière par l'Insémination Artificielle dans quatre unités de production du Sénégal - Th.: Méd. Vét. : Dakar ; 42.
- **Thimonier, J., Chemineau P. 1988.** Seasonality of reproduction in female farm animals under a tropical environment (cattle, sheep and goats. In: "11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. - Dublin (Ireland), 26-30 June 1988, University College Dublin, 1988 5: 229-237
- **Vaissair, J.P. 1977.** Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire Edition : maloin (S.A),1977.
- **Vandeplassche, M. 1985.** Fertilité des bovins ; Manuel à l'intention des pays en développement. Rome : FAO.- 102p.-(Etude FAO : Productions et santé animales).
- **Vanerdenburg, F.J.C.M., Karthaus, D., Taverne, M.A.M., Merlce, I., Szenco. 2005.** The Relationship between Estrous Behavioral Score and Time of Ovulation in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 2002, p: 85, 1150-1156.
- **Wattiaux, 1996.** Gestion de la reproduction de l'élevage. Inst. Babcock, Université du Wisconsin, 120-126 pp.

Références

- **Wattiaux, A.M. 2006.** Détection des chaleurs, saillie naturelle et insémination artificielle In : Reproduction et sélection génétique, Babcock Institute. [En ligne] accès Internet : <http://babcock.wisc.edu/node/156>. (page consultée le 20 Janvier 2012).
- **Weller, 1992.** Analyse génétique des traits de fertilité chez les Holstein israéliens par modèles linéaires et à seuil. J.Dairy Sci.; 75: 2541-2548.
- **Yougbaré, B. 2013.** Insémination artificielle au Burkina Faso : bilan et perspectives.

Recommandations

Il est essentiel de surveiller la reproduction des animaux d'élevage afin d'améliorer la productivité et la santé des troupeaux. Ces pratiques sont modernisées grâce à l'intégration de technologies comme l'identification électronique (RFID) et l'échographie. L'objectif de ce mémoire est d'analyser comment ces technologies, associées à une application de suivi, peuvent améliorer la gestion de la multiplication.

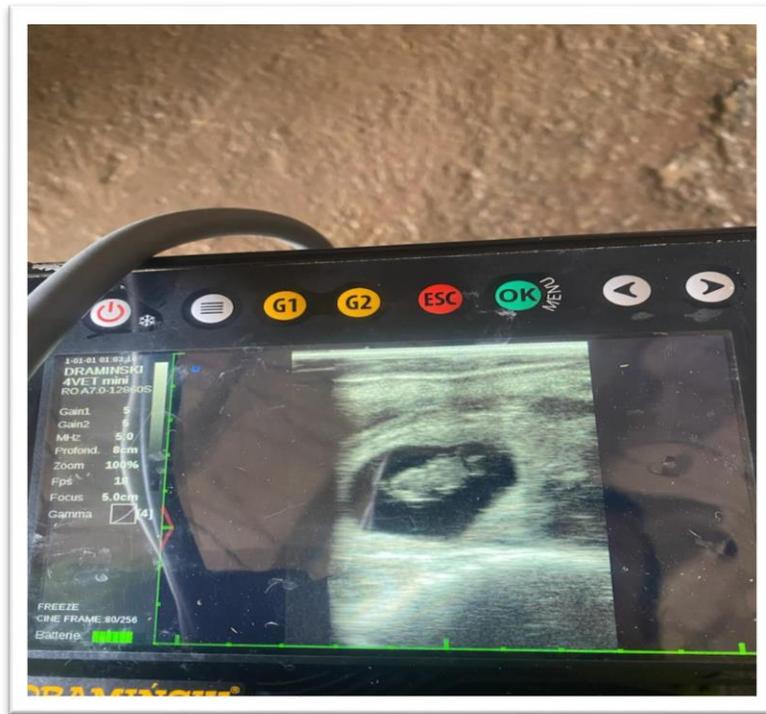
Selon les études existantes, l'utilisation de l'identification électronique simplifie la traçabilité et le suivi individuel des animaux, ce qui permet de réduire les erreurs commises par les humains. De son côté, l'échographie offre une détection précoce et précise de la gestation. En collaboration, ces technologies permettent d'adopter une approche plus proactive et performante pour le suivi des fœtus.

Pour l'identification des animaux, l'étude fera appel à des dispositifs RFID et à un échographe portable pour les examens de reproduction. Les informations seront regroupées dans une application de suivi spécialement conçue pour cette étude. Grâce à cette application, les résultats des échographies et les événements reproductifs seront enregistrés, ce qui facilitera l'analyse et la prise de décision.

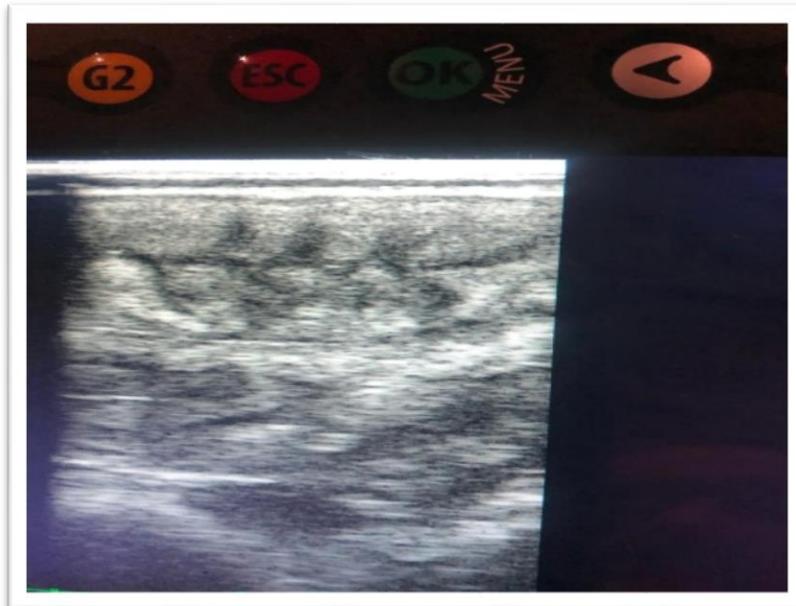
L'intégration de ces technologies devrait permettre d'améliorer la précision des diagnostics, de réduire les périodes de gestation et d'augmenter le taux de réussite des cycles reproducteurs. La mise en place d'une application de suivi devrait faciliter la gestion des données et favoriser une planification plus efficace des interventions.

Le présent mémoire mettra en évidence l'efficacité de l'association de l'identification électronique, de l'échographie et d'une application de suivi pour la gestion de la reproduction par élevages. Les résultats pourraient favoriser une plus grande utilisation de ces technologies dans l'agriculture.

Annexes



Gestation de 34 jrs

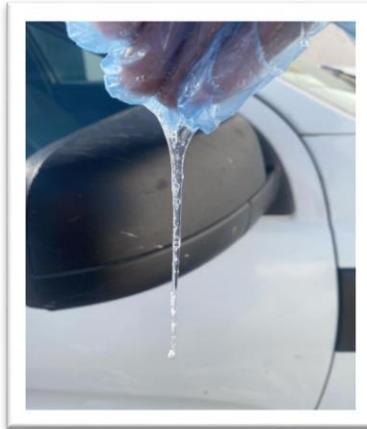
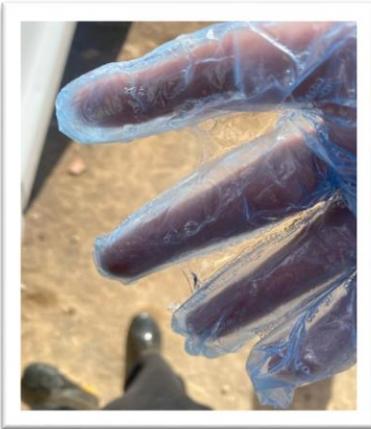


Endométrite

Annexes

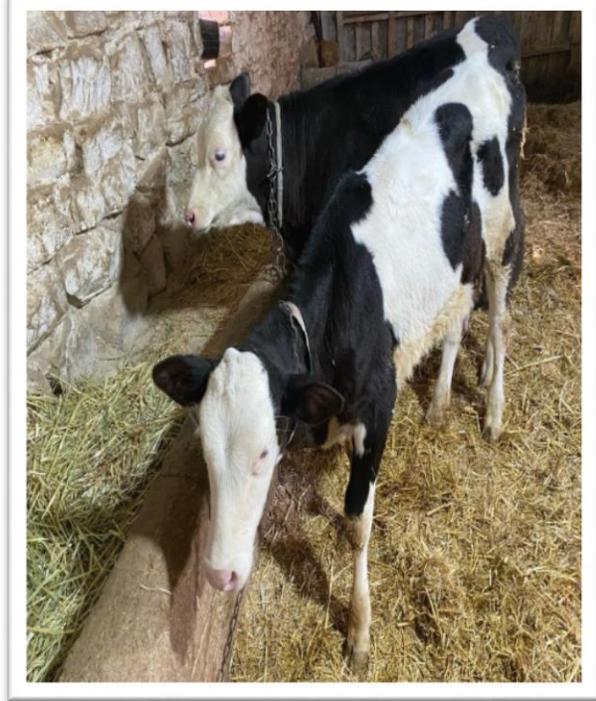


Echographie transrectal



Signe de chaleur avec sécrétion cervical

Annexes

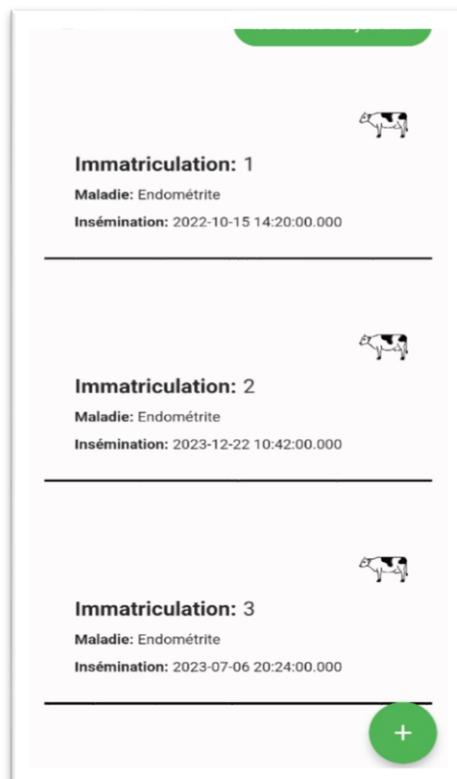
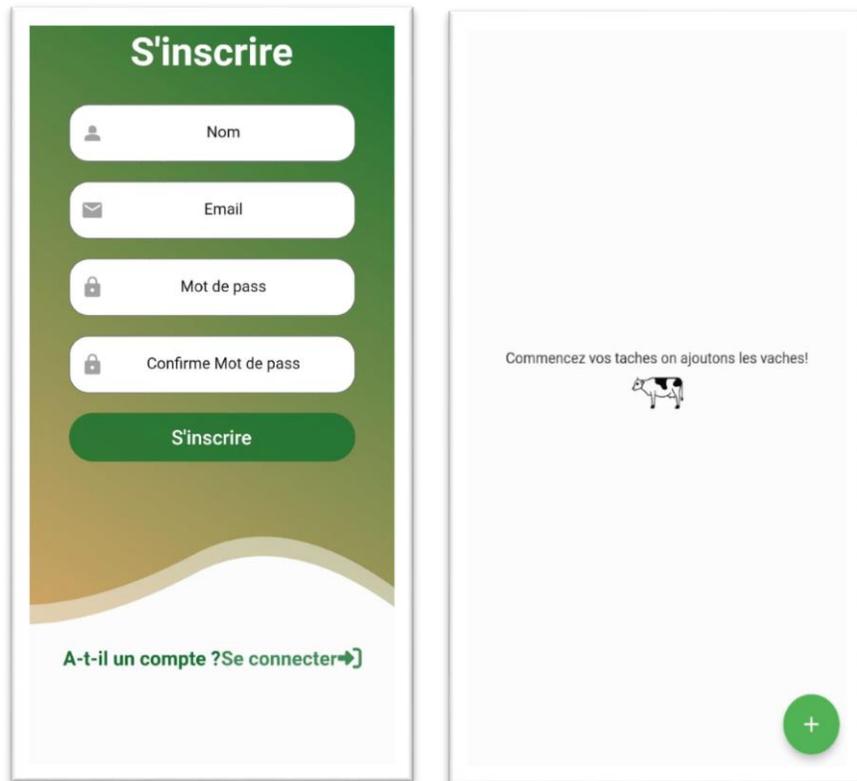


Produit d'insémination



Aspect clinique d'une vache avec endométrite

Annexes



Photos de l'application