

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Insémination artificielle chez les bovins : état
des lieux dans la wilaya de Tipaza**

Présenté par
DERBAL Loubna

Devant le jury :

Président(e) :	BOUKENAOUI N.	Professeur	ISV/Blida 1
Examinateur :	AKLOUL K.	MCB	ISV/Blida 1
Promoteur :	HARKAT S.	Professeur	ISV/Blida 1

Année : 2025

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Dieu, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, pour m'avoir accordé la santé, la détermination, la patience et la force nécessaires à l'aboutissement de ce travail.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à la **Pre. BOUKENAOUI Nouria**, de l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider ce projet de fin d'études.

J'exprime également ma vive reconnaissance au **Dr AKLOUL Kamel**, maître de conférences de classe A au sein du même institut, pour avoir accepté d'évaluer notre travail avec bienveillance.

Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent à mon encadreur, le **Pr. HARKAT Sahraoui**, de l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1. Sa disponibilité, ses conseils avisés et ses remarques constructives ont largement contribué à enrichir ma réflexion et à développer mes compétences en recherche.

Dédicaces

Je commence par remercier notre Dieu grand et miséricordieux, de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer le travail que je dédie à :

Je suis extrêmement fière de moi d'être arrivée aujourd'hui à ce j'ai toujours voulu, après tant d'efforts et d'obstacles surmontés pour atteindre ce jour tant attendu.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mes parents, pour leur soutien constant à chaque étape de ma vie. Merci du fond du cœur.

À mon frère Amine, ton amour, ta bienveillance et ta façon unique de me redonner le sourire, même dans les moments les plus durs. Merci d'avoir toujours vu en moi ce que moi-même j'avais du mal à percevoir.

À mes frères, Hakim, Mehdi et Wassim. Chacun de vous, à sa manière, a su m'offrir un soutien précieux. Dans vos silences, vos gestes et vos mots justes, j'ai trouvé la force d'avancer. Je vous aime énormément.

À ma sœur unique, qui occupe une place toute particulière dans mon cœur.

À ses enfants espiègles Ritadj, Maria et Miral et à son époux Nabil, que je remercie également.

À ma meilleure amie, Khadîdja, la plus belle rencontre de ma vie. Merci pour ton amitié sincère et ta présence inestimable.

Je remercie aussi ma chère Aicha, merci d'avoir été là, dans les bons comme dans les mauvais moments. Je remercie aussi Hanane pour leur soutien, ainsi qu'Asma.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement Monsieur Kamel TARZI pour ses encouragements. Je lui témoigne tout mon respect et ma reconnaissance.

À la mémoire de ma chère grand-mère, ton amour demeure en moi comme une lumière éternelle. Que Dieu t'accorde Sa miséricorde et t'offre le repos éternel.

À toutes les personnes qui m'ont toujours soutenu, encouragé et accompagné tout au long de mon parcours d'études supérieures.

Loubna

Résumé

L'insémination artificielle (IA) s'affirme comme un levier majeur d'amélioration génétique. Pour évaluer son application dans la wilaya de Tipaza, une étude a été réalisée sur 1419 vaches inséminées dans 22 localités, à partir des données du CNIAAG. L'analyse a porté sur la composition raciale du cheptel, les types des semences et de chaleurs utilisés, les performances de reproduction ainsi que l'incidence du croisement. Les résultats montrent une nette dominance des races laitières exotiques, principalement Montbéliarde et Pie Noire Holstein, également prédominantes dans les semences utilisées. L'IA est majoritairement pratiquée après des chaleurs naturelles, mais les chaleurs induites présentent un meilleur taux de réussite. La localité influence significativement les performances, alors que la saison et la race n'ont pas d'effet notable. Le croisement interracial, observé dans 12 % des cas, concerne surtout les vaches Montbéliarde (MB), Brune des Alpes (BRA), Fleckvieh (FL), Pie Rouge Holstein (PRH) et Pie Noir Holstein (PNH). Ces pratiques, combinées à la marginalisation des races locales, soulèvent des préoccupations en matière de préservation génétique. L'étude souligne ainsi l'importance d'un encadrement plus rigoureux et d'une stratégie durable conciliant productivité et valorisation des ressources locales.

En conclusion, l'insémination artificielle constitue un levier important dans la dynamique d'amélioration génétique des bovins à Tipaza, avec des résultats globalement satisfaisants. Néanmoins, pour garantir un développement durable du secteur, il est indispensable de renforcer l'encadrement zootechnique, de maîtriser les pratiques de croisement, et de valoriser les ressources locales souvent négligées dans les programmes actuels d'IA.

Mots clés : Insémination artificielle, bovin, race locale, semence, Tipaza.

ملخص

يعد التأقح الاصطناعي تقنية بيولوجية قديمة تهدف الى نشر المادة الوراثية عالية الجودة وتحسين السلالات.

وفي إطار دراسة وضعية التأقح الاصطناعي في ولاية تيبارزة، تم تحليل معطيات المركز الوطني للتأقح الاصطناعي والوراثي (CNIAAG) الخاصة بعينة تضم 1419 بقرة موزعة على 22 منطقة عبر الولاية. تركزت الدراسة على الامكانيات الوراثية للأبقار، الممارسات المعتمدة، والاداء التكافيري. اظهرت نتائج التحاليل ان الامكانيات الوراثية للأبقار في هذه الولاية تتركز بشكل كبير في السلالات الاجنبية ذات طابع الحلبي، خاصة سلالتي مونبلييرد (MB) والهولشتاين الاسود والابيض (PNH)، وتعود اصول المادة الوراثية المستعملة سواء المنتجة محليا او المستوردة عن طريق CNIAAG، الى خمس سلالات رئيسية: مونبليارد، هولشتاين الاسود والابيض، فلكفيه (FL)، النورماند (NMD)، والهولشتاين الاحمر (PRH)، مع هيمنة واضحة لسلالات MB، PNH و FL، التي تمثل 90 % من مادة التأقح المستعمل. تمارس عملية التأقح في الغالب بعد ظهور علامات الشبق الطبيعي، في حين ان الشبق المحفز رغم فلتة اظهر نسبه اعلى في غياب الرجوع الى الشبق. كما بينت الدراسة ان العوامل الجغرافية (البلديات) لها تأثير معنوي قوي على نتائج التأقح، في حين ان السلالة والموسم لم تظهر تأثيرا واضحا. لوحظنا حالات تهجين بين السلالات بنسبة 12 % ، خاصة بين الابقار من السلالات MB، FL، BLA، PRH ، بينما لم تسجل اي حالة تهيجن لدى السلالتين NMD و BrA. تطرح تساؤلات حول مستقبل الموارد الوراثية المحلية، خصوصا في ظل غياب برامج فعالة لتنبيع الانساب، وتزايد الاعتماد على التهجين، وتعزيز التأطير الزوتفني، مع تبني سياسة وطنية تحافظ على الوراثية المحلية وتوافق بين متطلبات الانتاج ومبدأ الاستدامة.

كلمات مفتاحية: التأقح الصناعي، الأبقار، السلالة المحلية، المادة الوراثية، تيبارزة.

Abstract

Artificial insemination has emerged as a key tool in genetic improvement strategies. To assess its implementation in the wilaya of Tipaza, a study was conducted based on data from the CNIAAG, covering 1419 inseminated cows across 22 localities. The analysis focused on herd racial composition, types of semen and estrus used, reproductive performance, and the incidence of crossbreeding. The results revealed a clear dominance of exotic dairy breeds, mainly Montbéliarde and Holstein Friesian (PNH), which were also the most represented in the semen used. AI was mostly practiced following natural estrus, although induced estrus showed a higher success rate. Reproductive performance was significantly influenced by locality, whereas season and breed had no notable effect. Crossbreeding was observed in 12 % of cases, particularly involving MB, BLA, FL, PRH and PNH cows. These practices, combined with the marginalization of local breeds, raise concerns about genetic resource preservation. The study highlights the need for stricter zootechnical supervision and a sustainable strategy that balances productivity with the valorization of local genetic resources. In conclusion, artificial insemination plays a major role in the genetic improvement of cattle in Tipaza, with overall satisfactory outcomes. However, ensuring sustainable sector development requires better breeding management, controlled crossbreeding practices, and greater attention to often overlooked local breeds in current AI programs.

Keywords: Artificial insemination, cattle, local breed, semen, Tipaza.

Sommaire

Remerciements	1
Dédicaces.....	3
Résumé.....	4
Liste des tableaux.....	9
Liste des figures.....	10
Liste des abréviations.....	11
Introduction.....	Error! Bookmark not defined.
CHAPITRE I : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITALE DE LA VACHE	3
1.1 Sinus urogénital :	3
1.1.1. Vulve :	3
1.1.2. Vestibule du vagin :	3
1.2 Section tubulaire :	3
1.2.1 Vagin :	3
1.2.2 Utérus :	4
1.2.3 Oviductes :	4
1.3 Section glandulaire :	4
2.1 Cycle sexuel de la vache :	5
2.1.1 Cycle cœstral :	5
2.1.2 Cycle ovarien :	6
3.1 Hormones de la reproduction :	7
3.2 Régulation hormonale de cycle sexuel :	8
CHAPITRE II : L'INSEMINATION ARTIFICIELLE	9
3.1 Gain génétique :	10
3.2 Rentabilité :	10
3.3 Contrôle des maladies :	10
3.4 Gestion la reproduction :	10
8.1 Les facteurs liés à l'animal :	12
8.1.1 L'âge :	12
8.1.2 L'alimentation :	12
8.1.3 Pathologies du post-partum :	12
8.2 Facteurs liés à l'inséminateur :	12
8.2.1 Moment de l'IA :	12
8.2.2 Décongélation :	13
8.2.3 Lieu de l'IA :	13

8.3	Facteurs liés à l'éleveur :	13
8.3.1	Détection des chaleurs :	13
8.3.2	Facteurs liés à la saison :	14
CHAPITRE III : LES RACES BOVINES EN ALGÉRIE		15
2.1.	Le bovin laitier local :	15
2.2	Le bovin laitier moderne :	16
2.2.1	Prim' Holstein :	16
2.2.3	Normande :	18
2.3	Le bovin laitier amélioré :	19
3.1	Réduction des surfaces de pâturage :	19
3.2	Maladies et épidémies :	20
3.3	Le croisement génétique :	20
Partie expérimentale.....		Error! Bookmark not defined.
	Matériel et méthodes :	22
	Résultats :	26
	Discussion :	40
Conclusion et perspectives.....		49
Références bibliographiques:		49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Effectifs (en têtes) des principales espèces animales dans la wilaya de Tipaza23

Liste des figures

Figure 1 : Appareil génital de la vache	5
Figure 2: Race Brune d'Atlas	16
Figure 3: Race Prim'Holstien	17
Figure 4 : Race montbéliarde	18
Figure 5 : Race normande	19
Figure 6 : Communes de wilaya de Tipaza	22
Figure 7 : Cheptel bovins dans la commune Kolea (photo personnelle).	24
Figure 8 : Race Pie Noir Holstein (photo personnelle).	24
Figure 9 : Race Montbéliarde (photo personnelle)	25
Figure 10 : Potentiel génétique bovin de Tipaza.....	26
Figure 11 : Distribution des races de vaches inséminées par localité	27
Figure 12 : Potentiel génétique bovin du CNIAAG utilisé en IA dans la zone d'étude.....	28
Figure 13 : Répartition de potentiel génétique de bovin du CNIAAG par régions.....	29
Figure 14 :Types de chaleurs de l'insémination artificielle	30
Figure 15 :Type de chaleur selon les localités.....	30
Figure 16 : Retour en chaleur en pourcentage	31
Figure 17 :Distribution des retours en chaleur par type de chaleur	32
Figure 18 : Distribution de retours en chaleurs en fonction des régions	33
Figure 19 : Distribution saisonnière des retours en chaleurs	34
Figure 20 : Distribution des retours en chaleurs par races de vaches	35
Figure 21 : Distribution des retours en chaleurs par race de taureaux	36
Figure 22 :Pratique de croisement.....	37
Figure 23 : Pratique de croisement entre races des vaches et les races des taureaux	37
Figure 24 :Répartition de l'incidence de croisement en fonction de régions.....	38
Figure 25 : Distribution de l'incidence de croisement par saison.....	39

Liste des abréviations

BLA	: Bovin Laitier Amélioré
BLL	: Bovin Laitier Local
BLM	: Bovin Laitier Moderne
BrA	: Brune des Alpes
CNIAAG	: Centre Nationale d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique
FL	: Fleckvieh
FSH	: Follicle Stimulating Hormone (Hormone Folliculo-Stimulante)
GnRH	: Gonadotropin Hormone Releasing Hormone
IA	: Insémination Artificielle
LH	: Luteinizing Hormone (Hormone Lutéinisante)
MB	: Montbéliarde
MADR	: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
PNH	: Pie Noir Holstein
PNDA	: Plan National de Développement Agricole
PRH	: Pie Rouge Holstein

INTRODUCTION

L'élevage bovin occupe une place essentielle dans l'économie agricole algérienne, notamment pour la production de lait, constituant l'une des principales sources de protéines animales dans le régime alimentaire des Algériens (Amellal, 1995). Cependant, la productivité des élevages reste globalement limitée. Cette faiblesse est principalement due à des contraintes d'ordre génétique, sanitaire et organisationnel, freinant la capacité nationale à répondre à une demande en constante augmentation. En effet, la production locale ne couvre qu'environ 55 % des besoins en lait, estimés à près de 6 milliards de litres par an, le reste étant compensé par des importations massives qui placent l'Algérie parmi les plus grands importateurs mondiaux de produits laitières (Hales, 2024).

Dans ce contexte, l'insémination artificielle s'impose comme une biotechnologie de choix pour améliorer les performances du cheptel national (Souames, 2015). Elle permet de diffuser les caractères génétiques de taureaux hautement performants, tout en maîtrisant la reproduction animale et en réduisant les risques sanitaires liés à la monte naturelle (Martinez *et al.*, 2023). Son efficacité en fait un outil stratégique pour l'amélioration génétique des bovins et la gestion reproductive à grande échelle. De plus, son intégration dans les programmes de sélection a permis, dans de nombreux pays, d'augmenter significativement la production laitière par vache (Chemma, 2017)

En Algérie, l'adoption de l'IA a été institutionnalisée en 1988 avec la création du Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CニアAG), chargé de la production et de la distribution de semences bovines, du suivi génétique, ainsi que de la formation des inséminateurs (Décret n°88-04). Malgré l'implication du CニアAG, l'application de l'IA reste inégale à travers le territoire national, en raison de disparités techniques, économiques et humaines.

La wilaya de Tipaza, située dans le nord du pays, offre un cadre agro-climatique favorable au développement de l'élevage laitier. Les données concrètes sur les performances de l'IA dans cette région demeurent limitées. D'où l'intérêt de cette étude, qui vise à évaluer l'état actuel de la pratique de l'IA dans la wilaya de Tipaza à travers une analyse approfondie de plusieurs facteurs influents. Plus précisément, l'étude porte sur le potentiel génétique des races utilisées, la répartition des semences du CニアAG, les types de chaleurs, les retours en chaleurs, l'incidence du croisement, ainsi que l'effet de la localité et de la saison.

Cette approche multifactorielle permet d'identifier les conditions optimales de réussite de l'IA dans le contexte local, mais aussi de mettre en lumière les limites actuelles et les perspectives d'amélioration pour une meilleure efficacité reproductive et génétique au sein des élevages bovins de la région.

CHAPITRE I : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE

1. Anatomie de l'appareil génital de la vache :

L'appareil génital femelle, en plus de produire les gamètes et les hormones sexuelles, joue un rôle essentiel dans la fécondation, la gestation et la parturition. Il se compose de trois parties principales.

- Sinus urogénital
- Section tubulaire
- Section glandulaire

1.1 Sinus urogénital :

Le sinus urogénital comprend une partie profonde formant le vestibule du vagin et une région orificielle constitue la vulve. Complété par le vagin, il reçoit le pénis lors de la copulation et donne passage au fœtus lors de parturition(Barone R, 2001).

1.1.1. Vulve :

La vulve constitue la partie externe de l'appareil génital femelle. Elle est constituée de deux lèvres qui délimitent la fente vulvaire(Hanzen Ch, 2008).

1.1.2. Vestibule du vagin :

Le vestibule est une zone de l'appareil génital qui commence à l'ouverture de l'urètre et se termine caudalement pour se fondre avec les lèvres de la vulve (Hopper, 2014).

1.2 Section tubulaire :

C'est la section tubulaire représentée, elle se compose de vagin, l'utérus et l'oviducte

1.2.1 Vagin :

Le vagin est chez tous les mammifères euthériens un conduit impair et médian. Entièrement logé dans la cavité pelvienne, il est en quelque sorte annexé au sinus urogénital pour constituer avec lui l'organe copulateur de la femelle. Il reçoit en effet le pénis pendant l'accouplement et son extrémité crâniale, est fermée par le col utérin. Il assure également le passage au fœtus lors de la parturition (Barone, 2001).

1.2.2 Utérus :

Communément appelé matrice, l'utérus est l'organe de la gestation. C'est un organe creux, qui se compose de deux cornes, d'un corps et d'un col (Hanzen, 2008).

- Les cornes utérines : elles prolongent le corps de l'utérus et divergent en direction crâniale. Elles mesurent une quarantaine de centimètres chez la Vache (Barone, 2001).
- Le corps : Il est court, et commence immédiatement après la fin du col de l'utérus(Hopper, 2014).
- Le col ou cervix : C'est une structure semblable à un sphincter qui se projette caudalement dans le vagin. Le col de l'utérus est hermétiquement fermé sauf pendant l'œstrus, où il se relâche légèrement, permettant aux spermatozoïdes de pénétrer dans l'utérus (Hafez, 2000).

1.2.3 Oviductes :

L'oviducte ou trompes de Fallope, ou salpinx est un petit canal flexueux de 20 à 30 cm logé dans le ligament large. Chaque oviducte comprend : le pavillon ou bourse ovarique, l'ampoule et l'isthme(Soltner D, 2001).

1.3 Section glandulaire :

Chez la vache, les ovaires, de forme ovoïde, sont localisés en position basse sous la région sous-lombaire et sont partiellement recouverts par un pli du ligament large. Leur surface présente des reliefs irréguliers dus aux follicules en maturation et aux corps jaunes à différents stades de développement. Assurant une double fonction, l'ovaire exerce une activité exocrine, en produisant les gamètes, et une activité endocrine, régulant l'ensemble de l'activité génitale grâce à la sécrétion des hormones œstrogènes et progestatives(Bressou, 1978).

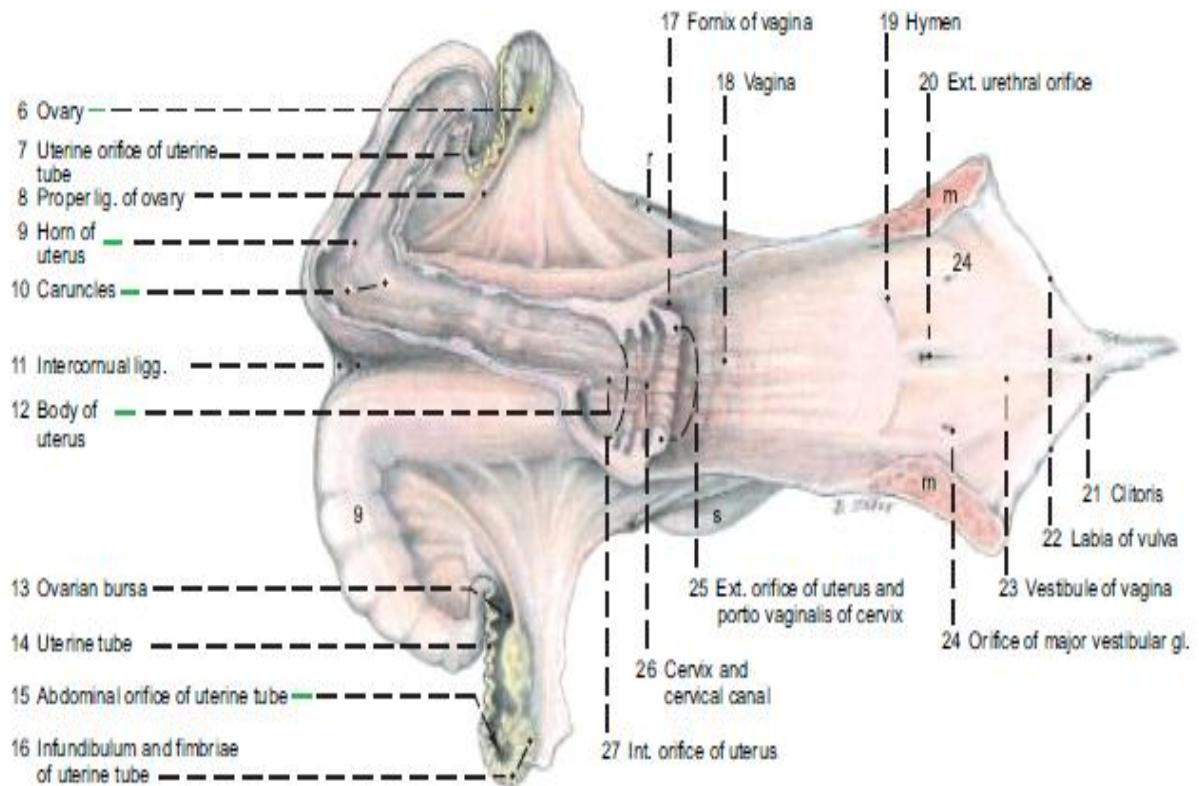


Figure 1 : Appareil génital de la vache (Budras et Jahrmarke, 2008).

2. Physiologie de la reproduction :

2.1 Cycle sexuel de la vache :

Chez la vache, le cycle sexuel est de type polyoestrienne continue à ovulation spontanée, elle a lieu en l'absence du mâle. Deux types de cycles sont distingués : le cycle oestral et le cycle menstruel (Gaynard, 2018).

2.1.1 Cycle oestral :

Le cycle oestral des bovins correspond à la période située entre deux œstrus consécutifs, c'est-à-dire l'intervalle entre le premier jour de deux œstrus successifs (vache et génisse), avec une durée 21 jours en moyenne (il peut durer de 18 à 25 jours). (RgLebone et Tanguy, 2014).

On distingue dans ce cycle deux phases :

2.1.1.1 Phase folliculaire :

Elle correspond à la période qui s'étend de la fin de la croissance folliculaire à l'ovulation (phases de proœstrus et œstrus) (Gayrard, 2018).

- **Proœstrus** : qui précède l'œstrus et correspond à la croissance terminale du follicule pré-ovulatoire, dure 3 jours (Taveau et Julia, 2024).
- **Œstrus ou chaleur** : Il dure 12 à 24h, correspond à la période d'acceptation du mâle et est suivi de l'ovulation dans les 12 à 15 heures qui suivent (Taveau et Julia, 2024).

2.1.1.2 Phase lutéale :

Elle débute après l'ovulation et s'achève avec la régression du ou des corps jaune (phases de metœstrus et diœstrus)(Gayrard V, 2018).

- **Metoestrus** : Il dure 2 jours et correspond à la mise en place du corps jaune à partir du follicule qui a ovulé (Hanzen, 2008).
- **Dioestrus** : C'est la période de maturation et de maintien du corps jaune, dure 15 jours (Hanzen, 2008).

2.1.2 Cycle ovarien :

2.1.2.1 Ovogénèse et follicologénèse :

L'ovogénèse est le processus de formation de l'ovule, débutant dès la vie fœtale. Elle implique la division des cellules germinales et la méiose, en lien avec le cycle ovarien et un contrôle hormonal précis. Dès leur arrivée dans les crêtes génitales durant la vie fœtale, les cellules germinales deviennent des gonies (Lafri, 2021).

2.1.2.2 Ovulation :

L'ovulation est le processus spontané de libération de l'ovocyte du follicule, déclenché par le pic de LH. Chez la vache, elle survient généralement entre 6 et 15 heures après la fin de l'œstrus, accompagnant les changements majeurs du follicule préovulatoire, tels que la maturation de l'ovocyte, la rupture de la paroi folliculaire et l'augmentation du flux sanguin vers le follicule dominant (Hafez, 2000).

3. Contrôle hormonal de la reproduction :

L'activité cyclique est principalement régulée par l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien, qui comprend l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires, agissant ensemble pour contrôler la production hormonale et la maturation des follicules. En parallèle, l'utérus exerce une influence

sur l'ovaire, notamment par l'action des prostaglandines qui interviennent dans la régression du corps jaune, influençant ainsi le début du nouveau cycle (David et Kristin, 2011).

3.1Hormones de la reproduction :

GnRH ou gonadolibérine : C'est une neurohormone qui stimule la sécrétion par l'antéhypophyse de deux autres hormones, les gonadotropines FSH et LH (RgLebone et Tanguy, 2014).

FSH : Luteinizing Hormone (Hormone Lutéinisante), elle stimule la croissance et la maturation des follicules ovariens, prépare l'action de la LH et favorise la production d'œstrogènes par les follicules en développement (Soltner , 2001).

LH : La LH (Luteinizing Hormone (Hormone Lutéinisante)) déclenche l'ovulation, contrôle la maturation finale des follicules, et stimule la formation du corps jaune, responsable de la production de progestérone essentielle à la préparation de l'utérus pour une grossesse (RgLebone, et Tanguy, 2014).

Œstrogènes : Les œstrogènes, dont l'œstradiol est le principal représentant, sont un groupe d'hormones sécrétées par le follicule en croissance. Ils jouent un rôle central dans l'expression des chaleurs. Cependant, leur concentration diminue brusquement lors de l'ovulation en raison de la dégénérescence du follicule qui les produit (Hanzen, 2008).

Progestérone : La progestérone est une hormone produite par le corps jaune. Son taux dans le sang est faible au début de la formation du corps jaune, atteint un pic lorsqu'il est pleinement développé, puis diminue rapidement lors de sa régression (RgLebone et Tanguy,2014).

Prostaglandine F2ALPHA : Produite principalement par l'endomètre, elle est essentielle pour induire la contraction du myomètre utérin, facilitant ainsi la menstruation et la luteolyse, ce qui permet la régression du corps jaune en cas d'absence de gestation (Soltner, 2001).

L'ocytocine : Synthétisée par l'hypothalamus et libérée par la glande pituitaire, l'ocytocine joue un rôle fondamental dans le déclenchement du travail et la contraction des muscles utérins, ainsi que dans l'éjection du lait lors de l'allaitement (RgLebone et Tanguy,2014).

3.2 Régulation hormonale de cycle sexuel :

Sous l'effet de la GnRH produite par l'hypothalamus, l'hypophyse libère deux hormones gonadotropes : la FSH, qui favorise la maturation des follicules, et la LH, qui déclenche l'ovulation (Tannoudji et Counis, 2014).

Les ovaires assurent également la production de deux hormones stéroïdiennes essentielles: les œstrogènes, produits par les follicules les plus développés, et la progestérone, sécrétée par le corps jaune après l'ovulation (Pond et Bell, 2004).

Le taux d'œstrogènes atteint son maximum au début des chaleurs. Ces œstrogènes, produits par le ou les follicules ovariens, sont responsables des comportements spécifiques de réceptivité chez la femelle et déclenchent un pic de sécrétion de LH, nécessaire pour provoquer l'ovulation (Dudouet, 2010 ; Drion *et al.*, 2000).

Le follicule collabé se transforme en un corps jaune, qui devient la principale source de progestérone. Si la fécondation ne se produit pas, l'utérus libère la prostaglandine F2 alpha (PGF2 α), une hormone qui induit la lutéolyse. Cela entraîne l'arrêt de la production de progestérone et marque le début d'une nouvelle phase de croissance folliculaire. En revanche, si la gestation commence, la progestérone continue d'être produite, empêchant ainsi le cycle sexuel de se poursuivre jusqu'au vêlage (Johnson et Everitt, 2001).

CHAPITRE II : L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

1. Définition :

L'insémination artificielle est une technique biotechnologique couramment employée en reproduction animale. Elle permet l'introduction contrôlée du sperme dans le tractus génital de la femelle à l'aide d'un instrument spécialisé, au moment optimal, sans nécessiter d'accouplement naturel.

2. Historique :

L'insémination artificielle, pratiquée dès le XIV^e siècle par les Arabes en reproduction équine, a connu un véritable essor scientifique à partir du XVIII^e siècle avec les travaux de Spallanzani, puis d'autres chercheurs européens. Son développement s'est accéléré au XX^e siècle grâce aux améliorations techniques, notamment la mise au point du vagin artificiel et, plus tard, la congélation du sperme. Initialement appliquée aux bovins, cette méthode s'est progressivement généralisée à d'autres espèces, y compris les équidés, ovins, caprins, porcins, volailles et même les abeilles. Aujourd'hui, elle représente un outil essentiel pour l'amélioration génétique et la productivité de l'élevage (Gendreau, 1940).

En Algérie a débuté en 1945 à l'INA-El Harrach, avec la naissance du premier veau issu de cette technique en 1946. Entre 1958 et 1967, l'IA bovine s'est développée avec l'utilisation de semence fraîche dans certaines régions. À partir de 1967, l'IDEB (Institut de l'Élevage et des Productions Animales) a pris en charge l'IA et a commencé à importer des semences. En 1988, la création du CNAAG a permis la production locale de semences bovines congelées et la mise en place d'une banque nationale de semences (Debbos et Rahmani 2020).

3. Les avantages de l'IA :

L'IA peut offrir de nombreux avantages à l'éleveur par rapport à la saillie naturelle, en voici quatre :

3.1Gain génétique :

Grâce à cette technique, la transmission des qualités génétiques supérieures des taureaux sélectionnés est optimisée. Contrairement à la reproduction naturelle, l'IA permet d'augmenter considérablement le nombre de descendants par mâle tout en offrant la possibilité de séparer, tant sur le plan spatial que temporel, la production et l'utilisation de la semence. Un seul éjaculat peut ainsi féconder environ 300 vaches et être conservé pendant une période pouvant atteindre 10 ans (KABERA, 2007).

3.2Rentabilité :

L'utilisation de l'IA permet aux éleveurs d'optimiser leurs dépenses en remplaçant le coût d'entretien d'un ou plusieurs mâles reproducteurs par l'investissement dans un plus grand nombre de femelles, ce qui contribue à une réduction des charges d'exploitation (Maupoume, 1955).

3.3Contrôle des maladies :

L'IA constitue un moyen efficace de prévention contre la propagation des maladies contagieuses et vénériennes, en évitant tout contact direct entre la femelle et le mâle. Elle permet également un contrôle rigoureux des maladies grâce aux normes sanitaires strictes appliquées dans les centres de production de semences, réduisant ainsi considérablement le risque de transmission par voie mâle. De plus, le suivi individuel et continu des vaches inséminées facilite le diagnostic précoce des problèmes d'infertilité et leur prise en charge rapide (Metourni , 2016).

3.4Gestion la reproduction :

L'utilisation de l'IA permet de surveiller précisément le moment de l'insémination et de déterminer son succès. Cela facilite la prédiction de la date du vêlage ainsi que du tarissement, optimisant ainsi la gestion de la reproduction et de la production laitière (Ball et Peters, 2004).

4. Les inconvénients de l'IA :

- L'insémination artificielle peut favoriser la transmission de gènes indésirables ou de tares génétiques en l'absence d'un choix rigoureux du géniteur.
- La sélection axée sur la « haute production laitière » a entraîné une perte de diversité génétique, au détriment de la rusticité, de la longévité et de la fertilité.

- Dans les élevages non contrôlés, l'insémination artificielle a contribué à une augmentation du taux de consanguinité (Bakrou et Senane, 2021).

5. Fréquence d'observation des chaleurs :

La détection de l'œstrus repose sur une observation rigoureuse des vaches deux fois par jour, en évitant toute distraction comme l'alimentation. Pour améliorer la précision, divers outils sont disponibles, tels que les compteurs d'activité, les caméras et les dispositifs de détection de monte fixés au sacrum. Une identification fiable de l'œstrus est essentielle pour optimiser l'insémination artificielle, car toute imprécision peut entraîner l'insémination de vaches non réceptives, réduisant ainsi le taux de conception du troupeau (Roelofs *et al.*, 2010).

6. Moment de l'IA :

L'IA chez la vache doit être réalisée au moment optimal du cycle œstral. L'ovulation survenant 12 heures après la fin des chaleurs, l'insémination doit être effectuée dans les 12 heures suivant leur détection. En pratique, si les chaleurs sont observées le matin, l'insémination a lieu l'après-midi, et si elles sont détectées l'après-midi, elle se fait le lendemain matin (Marichatou, 2004).

Il est important de savoir que le moment de l'insémination est en fonction des paramètres suivants :

- L'ovulation se produit environ 10 à 12 heures après la fin des chaleurs.
- L'ovule reste fécondable pendant une durée de 5 à 8 heures.
- Les spermatozoïdes atteignent le tiers supérieur de l'oviducte en quelques minutes, mais leur capacitation prend 2 à 8 heures.
- En insémination artificielle, les spermatozoïdes conservent leur capacité fécondante pendant environ 20 à 24 heures (Lacerte *et al.*, 2003).

7. Dépôt de la semence lors de l'insémination :

Pour maximiser la fertilité en insémination artificielle, il est essentiel que les inséminateurs déposent la semence dans l'utérus de la vache de manière rapide et non traumatique, en minimisant les lésions au col de l'utérus et à l'endomètre. La jonction entre le col et le corps utérin est généralement recommandée comme site optimal pour le dépôt du sperme (Marichatou, 2004).

8. Les facteurs qui influencent la réussite de l'IA :

Les facteurs qui influencent la réussite de l'insémination artificielle ont été répartis en trois catégories, l'une rassemble les facteurs individuels inhérents d'avantage à l'animal, l'autre regroupe les facteurs liés à l'environnement et la dernière catégorie regroupe les facteurs liés à l'acte de l'insémination (Leborgne et Tanguy, 2014).

8.1 Les facteurs liés à l'animal :

8.1.1 L'âge :

Avec l'avancée en âge, la fertilité diminue en raison d'une réduction du taux d'ovulation et d'une détérioration de la qualité des ovocytes, ce qui impacte le processus de fécondation (Dâ Andre *et al.*, 2017).

8.1.2 L'alimentation :

La nutrition impacte directement la croissance et la reproduction des animaux. Une alimentation insuffisante, fréquente sur des pâturages pauvres en nutriments, et une supplémentation inadéquate peuvent entraîner des carences. À l'inverse, un apport excessif en aliments ou en protéines peut compromettre la fertilité (Manafi, 2011).

8.1.3 Pathologies du post-partum :

Les infections utérines en début de période post-partum compromettent souvent la fertilité des vaches en réduisant leur taux de conception. Par ailleurs, plusieurs troubles reproductifs, tels que la dystocie, la rétention placentaire, les kystes ovariens et les endométrites, peuvent perturber le cycle reproducteur et allonger l'intervalle entre les mises-bas. Ces affections affectent la santé utérine, retardent le retour en chaleur et diminuent ainsi les chances de réussite de l'IA (Hanzen, 2013).

8.2 Facteurs liés à l'inséminateur :

8.2.1 Moment de l'IA :

L'insémination artificielle doit être bien synchronisée pour maximiser les chances de fécondation. Une insémination trop précoce peut entraîner l'absence de spermatozoïdes viables au moment de l'ovulation, tandis qu'une insémination trop tardive risque de dépasser la

durée de viabilité de l'ovocyte. Le respect du bon timing est donc essentiel pour assurer une fertilisation optimale (Mandon, 1948).

8.2.2 Décongélation :

Une décongélation adéquate de la semence est essentielle pour préserver la viabilité des spermatozoïdes. Le réchauffement de la paille doit être rapide et contrôlé afin d'éviter tout choc thermique. Après son retrait du conteneur d'azote liquide, elle doit être doucement secouée pour éliminer l'excès d'azote, puis immédiatement plongée dans de l'eau à 32°C pendant au moins 45 secondes. L'intervalle entre la sortie de la paille du réservoir et l'insémination ne doit pas excéder 15 minutes afin de maintenir l'intégrité des spermatozoïdes (Hanzen, 2008).

Le choc thermique, qui survient lorsque la semence décongelée est exposée à une température ambiante froide avant l'insémination, peut causer des dommages irréversibles, réduisant ainsi la mobilité et la capacité fertilisante des spermatozoïdes. Une manipulation rigoureuse de la semence est donc indispensable pour garantir le succès de l'insémination (Mallard et Mocquot, 1998).

8.2.3 Lieu de l'IA :

La précision du dépôt de la semence est essentielle à la réussite de l'IA. Un placement optimal dans le corps de l'utérus ou la corne utérine du côté de l'ovulation augmente les chances de fécondation, tandis qu'un dépôt incorrect, comme dans le vagin ou une corne inactive, réduit considérablement la fertilité. Cette précision repose sur la compétence de l'inséminateur, une bonne manipulation du matériel et une connaissance approfondie de l'anatomie de l'animal (Marichatou, 2004).

8.3 Facteurs liés à l'éleveur :

8.3.1 Détection des chaleurs :

Une détection efficace des chaleurs dépend de l'expertise des observateurs (éleveurs), car l'œstrus est de courte durée. Toutefois, des conditions environnementales défavorables, le stress, la taille du troupeau et l'organisation de l'espace peuvent compliquer l'identification des signes. Une gestion rigoureuse de ces facteurs est donc essentielle pour optimiser le succès de l'IA (Lacerte, 2003).

8.3.2 Facteurs liés à la saison :

La saison influence fortement la réussite de l'IA en agissant sur l'expression des chaleurs et la fertilité des animaux. En été, le stress thermique réduit l'appétit, altère la qualité des ovocytes et perturbe l'équilibre hormonal, compromettant ainsi l'ovulation. En hiver, bien que le stress thermique soit moindre, les conditions environnementales comme le froid et les sols glissants rendent la détection des chaleurs plus difficile. Toutefois, les températures modérées favorisent une meilleure alimentation et une meilleure qualité des ovocytes. Une gestion adaptée du troupeau selon les saisons est essentielle pour maximiser le taux de réussite de l'insémination (Sow, 2021).

CHAPITRE III : LES RACES BOVINES EN ALGÉRIE

1. Elevage bovin en Algérie :

En Algérie, L'élevage est constitué principalement de cinq groupes d'animaux domestiques appartenant à différentes espèces : les ovins, les caprins, les bovins, les camelins et les équins.

Le cheptel bovin représente seulement 4.5% de l'effectif total de l'élevage ; son effectif est toujours en baisse depuis 2017, il s'est établi à 1 732 964 têtes en 2021 marquant ainsi une perte de 7 219 têtes par rapport à 2020 , l'effectif des vaches laitières qui représente 52% du total bovin , a également enregistré une diminution de 411 têtes en 2021 (Office National des Statistiques, 2023).

2. Les races bovines exploitées :

2.1. Bovin laitier local :

Le bovin local BLL appartiendrait à un seul et même groupe dénommé Brune de l'Atlas (MADR, 2003). Cette race se distingue par sa résistance aux conditions climatiques extrêmes, sa capacité à valoriser des aliments de qualité médiocre, ainsi que sa résistance aux parasites et aux maladies. Les populations qui composent la Brune de l'Atlas se différencient nettement du point de vue phénotypique (MADR, 2003). On distingue principalement la Guelmoise, au pelage gris foncé, la Cheurfa, au pelage gris clair presque blanc, la Setifienne, à la robe noir uniforme, et la Chelifienne, caractérisée par une robe fauve (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2003 ; Rahal et al., 2017). Il existe d'autres populations mais avec des effectifs plus réduits telles que : la Djerba, la Kabyle et la Chaouia.



Figure 2: Race Brune d'Atlas (Amazighs de l'Atlas blidéen, 2018)

2.2 Bovin laitier moderne :

Le cheptel est constitué par des races à haut potentiel de production importées essentiellement d'Europe (Kali *et al.*, 2011). En Algérie, ils sont destinés en premier lieu à la production laitière, avec une utilisation secondaire pour la production de viande. Parmi ces races, on peut mentionner :

2.2.1 Prim' Holstein :

La race Prim' Holstein est originaire d'Europe du Nord-Ouest. Elle a été sélectionnée en fonction de critères tels qu'une forte production laitière, une bonne qualité de mamelle et un lait riche en matière grasse. Actuellement, les vaches de cette race produisent couramment entre 30 et 40 litres de lait par jour. Elles possèdent une robe pie noir, caractérisée par des taches noires et blanches. La Prim' Holstein se distingue par sa grande taille, son squelette fin ainsi que ses cornes courtes (Segarra *et al.*, 2014). On rencontre des Prim' Holstein pie rouge (Babo, 1998).



Figure 3: Race Prim'Holstien (Council on Dairy Cattle Breeding, 2023)

2.2.2 Montbéliarde :

La Montbéliarde est d'origine Franche-Comté (ancienne région administrative de l'est de la France). Elle est aujourd'hui la deuxième race laitière en France, tout en conservant des qualités d'élevage et des qualités bouchères (Dervillé *et al.*, 2009). Cette race est de grande taille, avec des cornes longues et fines (Dervillé *et al.*, 2009). Sa robe est pie rouge soutenue, avec des taches bien délimitées, en revanche, la tête, le ventre et les membres restent blancs (Babo D, 1998). La Montbéliarde est utilisée en race pure ou en croisement avec des races locales pour renforcer le potentiel laitier et boucher de ces dernières. Elle présente des critères de sélection importants, tels que la fertilité, la puissance musculaire et sa résistance aux mammites (Dervillé *et al.*, 2009).



Figure 4 : Race montbéliarde (American Dairy Association North East,2023)

2.2.3 Normande :

La Normande est issue d'un croisement entre les bovins locaux de la Normandie et les bovins amenés par les Vikings (Babo, 1998) . Elle a, depuis le départ, deux aptitudes : la fabrication de fromages à pâte molle avec son lait et la qualité persillée de sa viande, qui était déjà reconnue (Derville et al., 2009).

Cette race est de grande taille. La femelle adulte pèse entre 700 et 800 kg, le male adulte de 900 à 1100 kg (Babo, 1998). Elle porte souvent des lunettes caractéristiques. Sa robe possède trois couleurs : blanc (caille), marron (blond), et presque noir (bringé).

La Normande est facile à vivre. Sa fertilité à la première insémination est de 10 % plus élevée que dans les autres races laitières, et son indice de facilité de vêlage est de 96 % (Derville et al., 2009).



Figure 5 : Race normande (Meekma,2025)

2.3 Bovin laitier amélioré « BLA » :

Bovins issus de multiples croisements entre les populations locales et les races importées (Ferrah, 2000).

Il est conduit en extensif et concerne des ateliers de taille relativement réduite (1 à 6 vaches). Ce cheptel est localisé dans les zones peu favorisées à couvert végétal pauvre (montagnes et forêts). Les performances zootechniques (notamment de production) du BLA restent en deçà des résultats escomptés en dépit des facultés d'adaptation qui lui sont prêtées (Kali *et al.*, 2011).

3. Les menaces :

3.1 Réduction des surfaces de pâturage :

L'alimentation a pour objectif de fournir les éléments nutritifs permettant de satisfaire l'ensemble des besoins. Pour une vache laitière, ces besoins sont représentés par les besoins d'entretien, de production, de gestation (Cuvelier *et al.*, 2012) .

En Algérie, l'alimentation des vaches laitières repose en grande partie sur l'utilisation du foin sec et des aliments concentrés, au détriment du fourrage vert et de l'ensilage. Cette pratique entraîne une baisse de la productivité laitière et des coûts de production élevés (Ferrah, 2000) .

En 2021, suite à une sécheresse critique qui a frappé le pays, une diminution de la production des cultures fourragères a été observée. Ces cultures se répartissent en deux grandes catégories : les fourrages artificiels et les fourrages naturels (Office National des Statistiques, 2024). Le pays dispose d'une Superficie Agricole Totale estimée à 44 millions d'hectares, soit 18,5 % de la superficie nationale. Parmi cette superficie, les pâturages et parcours couvrent environ 74,5 % (MADR, 2019).

En 2023, l'Algérie a renouvelé la loi visant à encadrer la gestion, la protection et le développement durable du patrimoine forestier national, tout en réglementant son exploitation et en prévenant la déforestation et l'érosion (Algérie, 2023).

3.2 Maladies et épidémies :

Les maladies, en particulier les maladies infectieuses, sont évidemment très graves, les affections qui déciment les adultes ou les jeunes dans une population animale. Certaines s'en prennent à la fonction de reproduction, provoquant la stérilité ou l'avortement. D'autres peuvent nuire sérieusement à la productivité, notamment à la qualité et à la quantité des produits ou du travail fournis par l'animal (Wright, 2022).

Les maladies épidémiques des animaux d'élevage sont relativement imprévisibles; elles peuvent ravager les populations d'animaux d'élevage en très peu de temps; et entraînent des interventions d'urgence (Food and Agriculture Organization, 2024)

La question des mesures d'abattage des animaux dans les foyers de maladies contagieuses « stamping out » sont souvent difficiles à appliquer mais également critiquées du fait qu'elles peuvent concerner des animaux à haute valeur génétique (races en danger de disparition, races traditionnelles faisant l'objet de programmes de conservation...) (Domenech , 2014).

3.3 Le croisement génétique :

Le croisement consiste à accoupler des femelles d'une race à des taureaux d'une autre race pour produire des femelles croisées. Ce procédé permet d'améliorer la diversité génétique du troupeau en réintroduisant des caractères manquants (Maignan M et Boudeele E, 2020).

Cependant , selon (Rege et Gibson, 2003), la dilution ou l'éradication génétique due à l'utilisation de germoplasme exotique constitue une menace. Un exemple frappant est l'impact

mondial du bétail Holstein/Frison d'Amérique du Nord sur les autres races laitières. Dans certains cas, des races entières ont été entièrement remplacées par cette race. Le marketing intensif, la focalisation sur un seul critère (la production laitière) et l'utilisation généralisée de l'insémination artificielle, et plus récemment du transfert d'embryons, ont conduit à une situation où cette race remplace non seulement les autres, mais où sa propre diversité génétique diminue rapidement. En effet, un nombre limité de taureaux considérés comme supérieurs est utilisé à l'échelle mondiale.

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Objectifs de l'étude :

Cette étude a pour objectifs de mettre en évidence :

- Les races bovines (le potentiel génétique bovin) dans la région de Tipaza
- Les pratiques et les performances de l'insémination artificielle (IA).
- Facteurs influant les pratiques et les performances de l'IA
- Etat de la préservation du potentiel génétique bovin.

2. Matériel et méthodes :

2.1. Zone d'étude :

Notre étude a été conduite dans la wilaya de Tipaza. C'est une wilaya du nord de l'Algérie, délimitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya d'Alger, au sud-est par Blida, au sud par la wilaya d'Aïn Defla, et à l'ouest par la wilaya de Chlef. Elle est composée de 10 daïras et de 28 communes.



Figure 6 :Communes de wilaya de Tipaza (Wikimédia Commons, 2011)

2.2. Les caractéristiques de la zone d'étude :

2.2.1. Le relief :

Le relief de la wilaya de Tipaza est diversifié. Il comprend une bande côtière au nord, une plaine fertile (la Mitidja) au centre, et des zones montagneuses au sud, dominées par le mont Chenoua.

2.2.2. Le climat :

Les conditions climatiques de la wilaya de Tipaza sont favorables dans l'ensemble. Le climat est de type sub-humide, avec des températures modérées et des précipitations suffisantes. Les hivers sont généralement doux dans le nord et plus chauds dans le sud, avec des vents dominants du sud et de l'ouest. La pluviométrie moyenne est de 600 mm par an, garantissant une humidité adéquate (MADR, 2019).

2.2.3. Agriculture :

La wilaya de Tipaza dispose d'importantes potentialités agricoles qui en font un secteur clé de son économie. La superficie agricole totale est estimée à 69 388,52 hectares, dont 61 799,79 hectares sont considérés comme surface agricole utile (SAU), représentant environ 89% de la superficie agricole totale. Les pâturages et parcours occupent une part significative du territoire, contribuant au développement de l'élevage dans la région (Hales, 2024).

L'arboriculture fruitière est l'une des principales activités agricoles de la wilaya, avec une prédominance des agrumes, notamment dans la plaine de la Mitidja. Cette région est également favorable à la culture maraîchère, notamment dans la zone du Sahel, ainsi qu'à l'arboriculture rustique et à l'élevage dans les zones montagneuses. L'aviculture est un secteur dynamique à Tipaza, avec un effectif total de 5 406 000 poulets de chair et 694 300 poules pondeuses. L'élevage bovin est également bien représenté, comptant 9 064 têtes, dont un nombre significatif de vaches laitières. Les ovins sont au nombre de 54 336 têtes, tandis que les caprins comptent 12 181 têtes (Hales, 2024).

Tableau 1 : Effectifs (en têtes) des principales espèces animales dans la wilaya de Tipaza (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2019).

Espèce	Femelle	Male	Animaux de moins de 18 mois	Total
Bovine	5094	1760	1364	8218
Ovine	21 635	4 597	4 934	31166
Caprine	5 455	1 371	4274	11100



Figure 7 : Cheptel bovins dans la commune Kolea (photo personnelle).



Figure 8 : Race Pie Noir Holstein (photo personnelle).



Figure 9 : Race Montbéliarde (photo personnelle)

2.3. Matériel :

Dans le cadre de notre étude, nous avons exploité un bilan d'insémination artificielle bovine, transmis directement par le Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CNAAG). Créé en 1986 par le décret n°88-04, cet organisme public est chargé de la production, du stockage et de la distribution de semences animales, ainsi que de la gestion d'une banque nationale de semences(Décret n° 88-04) . Le document analysé porte sur l'activité de plusieurs inséminateurs opérant dans la wilaya de Tipaza durant l'année 2019. Ce bilan referme des informations sur l'IA de 1419 vaches couvrant onze localités de la wilaya de Tipaza en 2019 et qui sont : Ahmar El Ain, Ain Tagourait, Attatba, Bou Ismaïl, Bouharoun, Bourkika, Chaiba, Cherchell, Douaouda, Fouka, Gouraya, Hadjout, Khemisti, Kolea, Menaceur, Merad, Nador, Sidi Amar, Sidi Ghiles, Sidi Rached, Sidi Semiane et Tipaza. Les informations sont en lien avec les races de vaches inséminées et leurs âges, les taureaux d'inséminations, type de chaleur, les périodes d'insémination et les retours en chaleur.

2.4 Méthode :

Deux méthodes d'analyse statistiques sont adoptées pour mettre en évidence le lien entre les modalités des variables explorées. Une analyse descriptives basées sur les statistiques descriptive en calculant fréquences des modalités et une analyse statistique inférentielle pour mettre en évidence le lien statistique entre les variables explorées par le test de Khi2 avec un risque $\alpha=0,05$.

Les calculs et traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du tableur Excel 2013 pour les analyses statistiques descriptives, et du logiciel R (version 4.3.3) pour les analyses statistiques inférentielles.

3. Résultats :

3.1. Potentiel génétique de race bovin de Tipaza :

Les résultats de potentiel génétique de race bovins de Tipaza sont présentés par la figure 10.

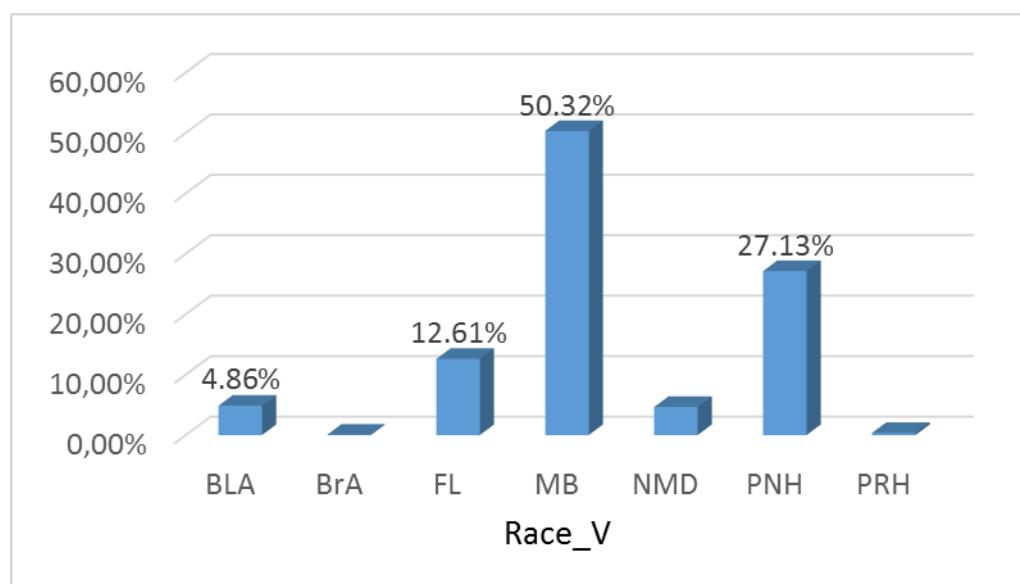


Figure 10 : potentiel génétique bovin de Tipaza

Dans les différentes localités couvertes par les inséminateurs, la population bovine se compose de races Brune des Alpes (BLA), la race locale Brune d'Atlas (BrA), la race Fleckvieh (FL), la race montbéliarde (MB), la race Normande (NMD), la race Pie Noir Holstein (PNH) et la race pie rouge Holstein (PRH). Parmi celle-ci, deux races se distinguent nettement par leur dominance : MB, représentant 50,32 %, et PNH, avec 27,13 % de l'ensemble du cheptel. La race FL constitue une proportion intermédiaire avec 12,61%. Les races restantes BLA, NMD, PRH et BrA sont très faiblement représentées, ne dépassant pas chacune les 5 % de l'effectif total.

3.2. Répartition de la potentielle génétique race des vaches par localité

Vingt-deux localités ont été recensées dans la zone d'étude, comme le montre la figure 11.

De cette figure, l'analyse de la répartition des races par localité révèle une diversité raciale allant de deux à quatre races bovines par zone. Les races MB et PNH sont les plus dominantes dans l'ensemble de la zone d'étude, avec des proportions variant de 20 à 100 %. Certaines localités présentent une spécialisation notable : Les éleveurs de Khemisti élèvent exclusivement la race MB (100 %), tandis qu'Aïn Tagourait est peuplée majoritairement de vaches BLA (plus de 80 %). Dans les localités de Gouraya, Sidi Ghiles et Sidi Rached, la race FL est majoritaire, avec des taux allant de 50 à 65 %. La race PNH prédomine à Bouharoun, où elle représente environ 70 % du cheptel.

En revanche, les races NMD, BrA et PRH sont faiblement représentées dans la zone d'étude : la race NMD n'a été recensée que dans la localité de Ménaceur (<15 %), la race BrA uniquement à Koléa (<3 %), et la race PRH est présente de manière très marginale à Merad (<2 %).

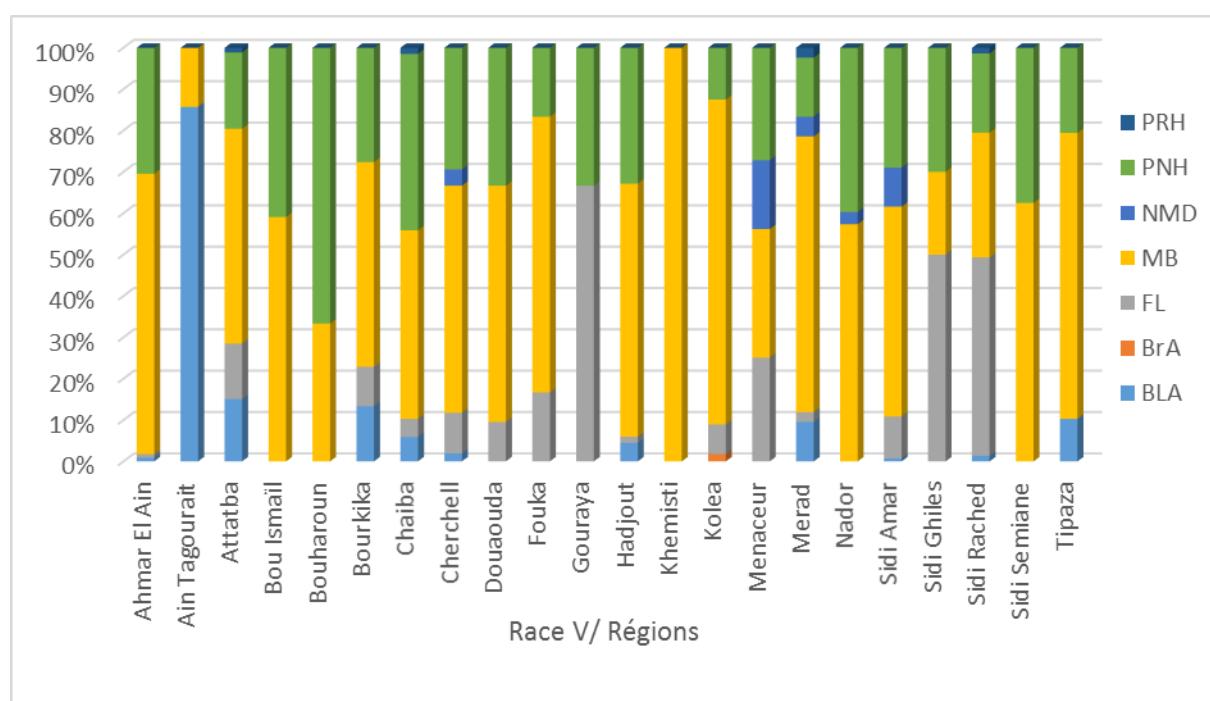


Figure 11 : Distribution des races de vaches inséminées par localité

Pour mettre en évidence l'effet de la région sur le choix des races de vaches, un test du khi deux d'indépendance a été réalisé. Le résultat obtenu révèle que les deux variables sont dépendantes ($p < 0,001$), ce qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle et à l'acceptation de l'hypothèse alternative, suggérant une dépendance entre les deux variables. Cela signifie que la localité exerce un effet très hautement significatif sur le choix des races ($p < 0,001$).

3.3. Potentiel génétique bovin du CNIAAG

La semence bovine est produite par le CNIAAG. Cinq types de semence sont utilisés dans la zone d'étude, comme le montre la figure 12 : MB, PNH, FL, NMD et PRH. Une nette prédominance des semences des races MB et PNH est observée, avec environ 50 % et 26 % respectivement. La race FL occupe une position intermédiaire avec 17 %. Ces trois races (MB, PNH et FL) représentent ainsi plus de 90 % de l'effectif bovin inséminé. En revanche, les races NMD et PRH sont très peu représentées, leur part cumulée ne dépassant pas 8 %.

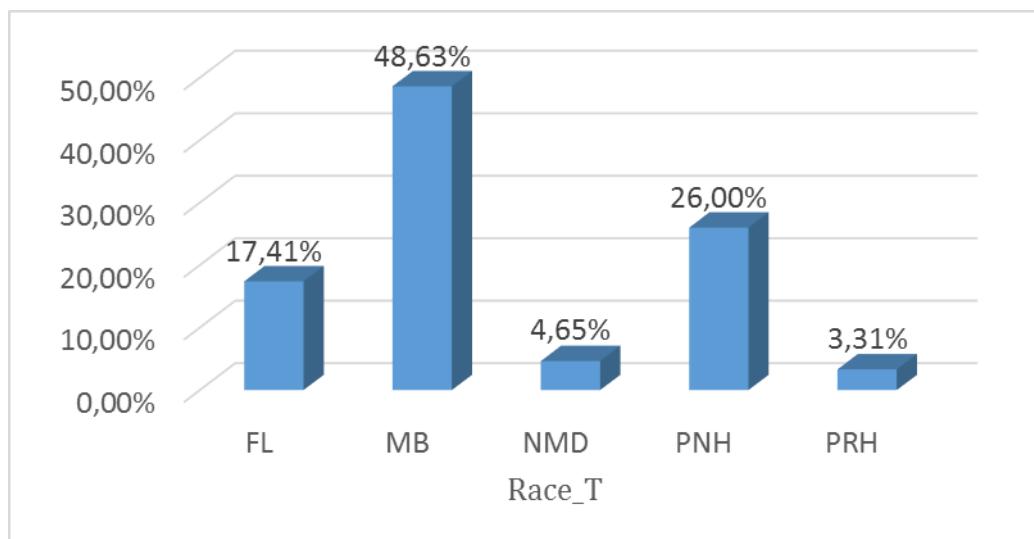


Figure 12 : types de semences bovines du CNIAAG utilisés en IA dans la zone d'étude

3.4. Répartition du potentiel génétique bovin du CNIAAG par localité

La répartition des races de taureaux sélectionnées par le CNIAAG selon 22 communes est présentée dans la figure 13.

La figure 13 illustre la répartition en pourcentage de cinq races de taureaux utilisées dans le cadre d'IA à travers 22 localités. Selon la figure 8, on constate une nette dominance de l'utilisation des semences des races MB, PNH et FL dans l'ensemble des localités, avec des pourcentages variant de 15 % à 100 %. La semence MB est particulièrement dominante dans la localité de Khemisti. La semence PNH prédomine à Bouharoun, avec un taux d'environ 70 %. La semence FL est majoritairement utilisée à Gouraya, Sidi Ghiles et Sidi Rached, avec des pourcentages dépassant 45 %. En revanche, les semences des races PRH et NMD sont très peu

utilisées dans la majorité des localités de la zone d'étude, à l'exception de la région d'Aïn Tagourait, où la semence PRH atteint près de 60 %.

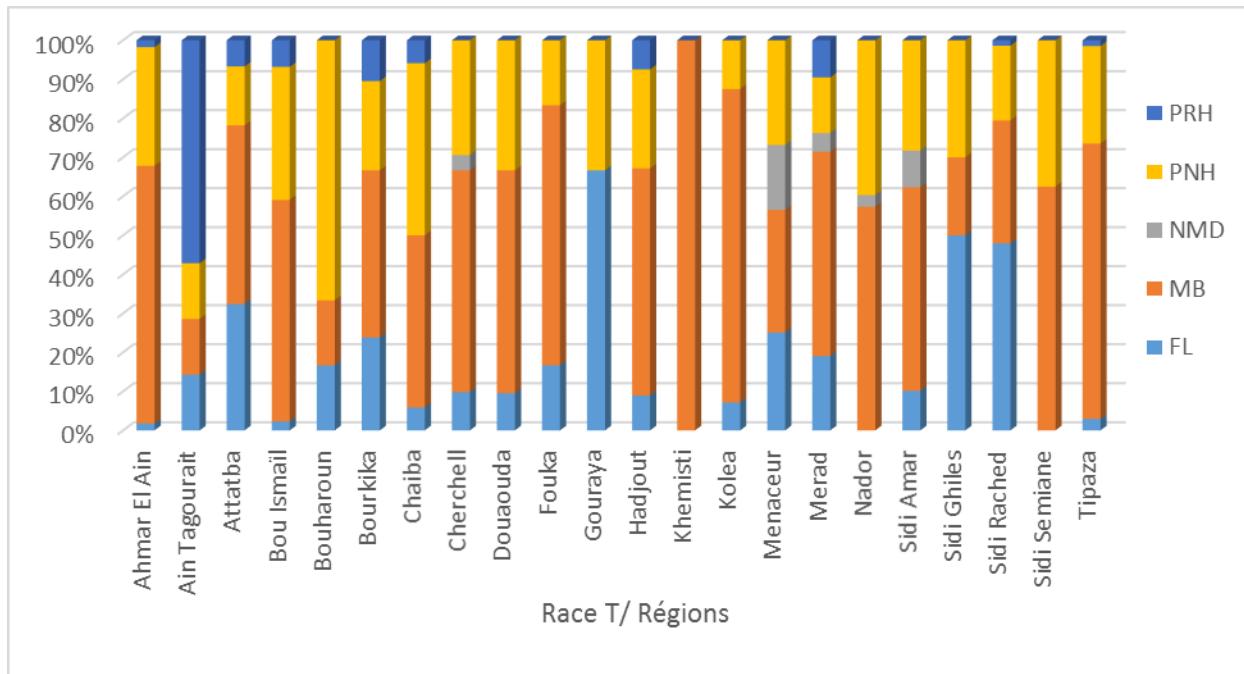


Figure 13 : Répartition des semences de bovines du CNIAAG par régions

Pour mettre en évidence l'effet de la région sur le choix des semences des races de taureaux, un test du khi deux d'indépendance a été réalisé. Le résultat obtenu révèle que les deux variables sont dépendantes ($p < 0,001$), ce qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle et à l'acceptation de l'hypothèse alternative, suggérant une dépendance entre les deux variables. Cela signifie que la localité, comme chez les races de vaches, exerce un effet très hautement significatif sur le choix des races.

3.5. Types de chaleur de l'Insémination Artificielle

Cette étude a mis en évidence deux types de chaleurs présentés par la figure 14 : les chaleurs naturelles et les chaleurs induites.

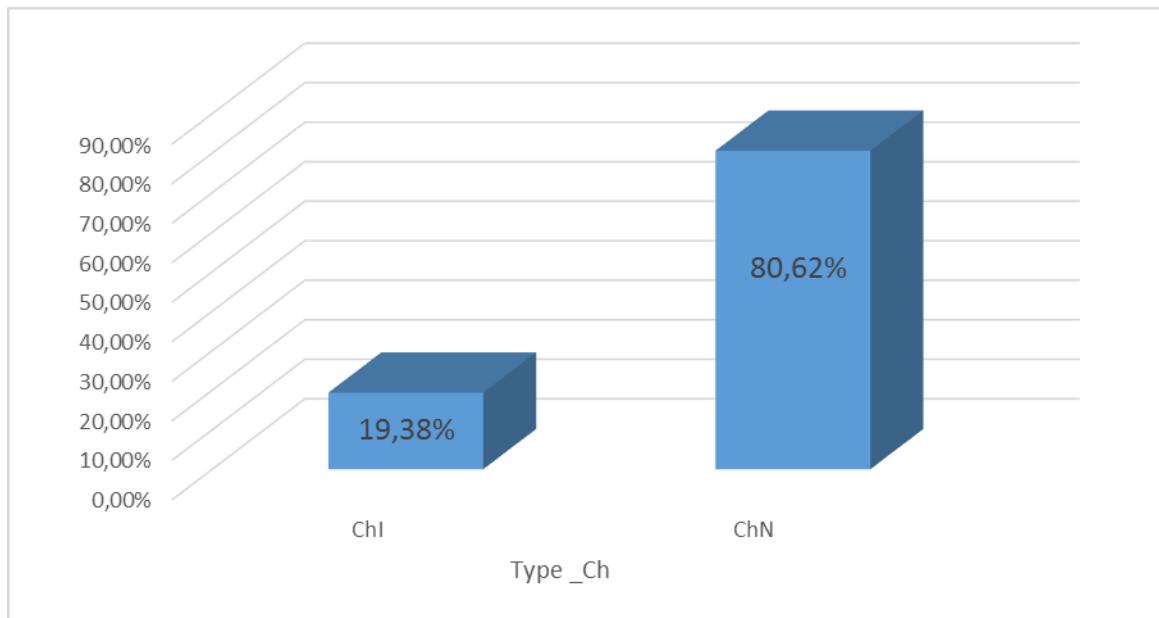


Figure 14 :Types de chaleurs de l'Insémination Artificielle

La majorité des chaleurs sont naturelles, représentant 80,62 %, tandis que les chaleurs induites ne constituent que 19,38 %.

3.6. Répartition de type de chaleur par localités

La figure 15 illustre la distribution en pourcentage de deux types de chaleur : naturelles et induites à travers les 22 communes.

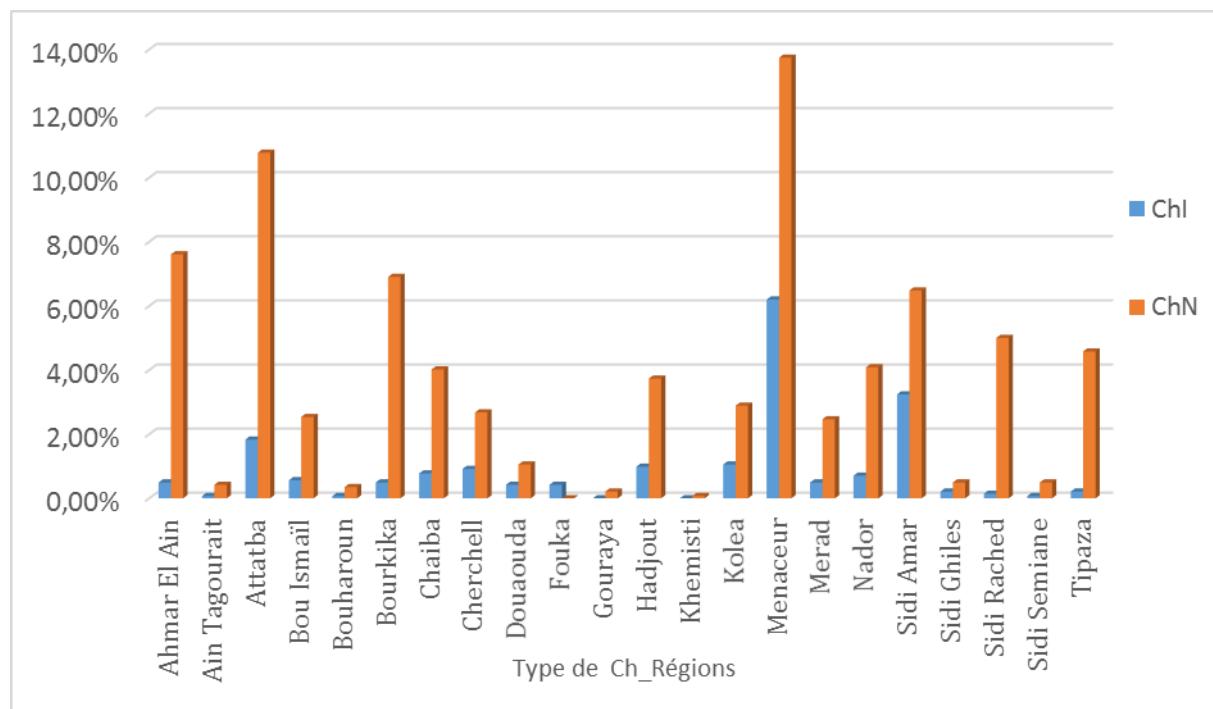


Figure 15 :Type de chaleur selon les localités

La figure montre la répartition de deux types de chaleur, chaleur naturel (ChN) et chaleur induite (Chi) selon les régions. On observe une dominance claire des chaleurs naturelles dans presque toutes les communes, avec une dominance à Menaceur de 13,75 %. En revanche, les chaleurs induites est globalement peu représentée, sauf à Menaceur et relativement à Sidi Amar où les deux types sont présents en forte proportions.

Afin d'évaluer l'influence de la région sur le type de chaleurs exploitées en insémination artificielle (IA), un test du khi deux d'indépendance a été appliqué. Les résultats montrent une association significative entre les deux variables ($p < 0,001$), ce qui implique le rejet de l'hypothèse d'indépendance. Ainsi, à l'instar des autres variables analysées, la localité apparaît comme un facteur déterminant ayant un effet très hautement significatif sur la nature des chaleurs utilisées en IA.

3.7. Retour de chaleur

La figure 16 montre que 78,43 % des vaches inséminées ne présentent aucun retour en chaleur. En revanche, 21,56% reviennent en chaleur au moins une fois, avec une diminution progressive du taux de retour (15.08 % pour 1R, 4,7 % pour 2R et 1% pour 3R).

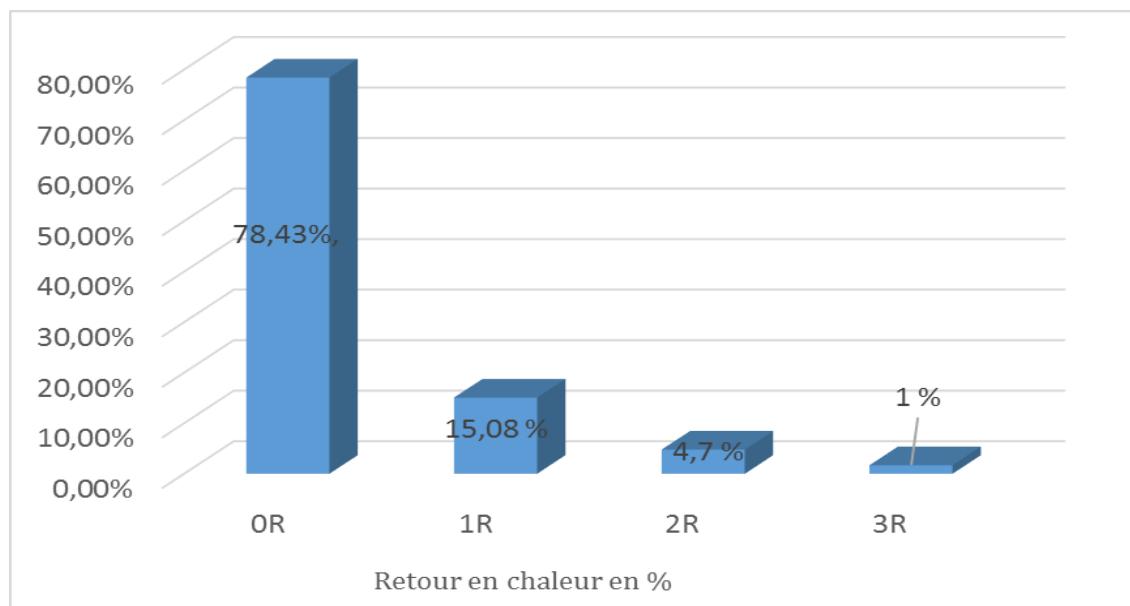


Figure 16 : Retour en chaleur en pourcentage

3.8. Répartition des retours en chaleurs en fonction de type de chaleur

La distribution de retour de chaleur selon le type de chaleur est illustrée par la figure 17.

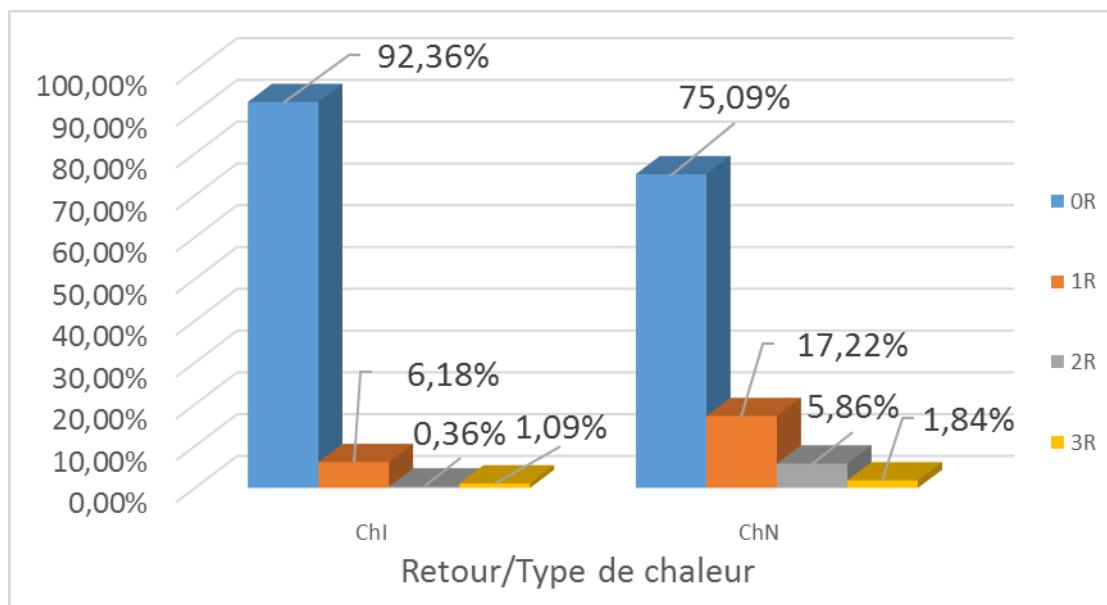


Figure 17 :Distribution des retours en chaleur par type de chaleur

La figure 17 illustre la répartition des retours en chaleur chez les vaches inséminées selon le type de chaleur : induite (ChI) ou naturelle ChN). Les chaleurs induites présentent un taux de non-retour très élevé 92,36 %, traduisant une meilleure réussite de l'IA. En revanche, les chaleurs naturelles montrent un taux de non-retour avec un pourcentage de 75,09 %, accompagné de retours plus fréquents 1R :17,22 %, 2R :5,86 %, 3R :1,84 %.

De manière similaire aux variables précédentes, l'influence de la nature des chaleurs sur les retours en chaleur (c'est-à-dire le taux de réussite de l'IA) a été évaluée à l'aide d'un test du khi deux d'indépendance. Les résultats montrent une association significative entre les deux variables ($p < 0,001$), ce qui conduit au rejet de l'hypothèse d'indépendance. Ainsi, la nature des chaleurs apparaît comme un facteur déterminant exerçant un effet très hautement significatif sur le taux de réussite de l'IA.

3.9. Répartition des retours en chaleurs en fonction des localités

La distribution des retours en chaleurs en fonctions des régions est présentée par la figure 18.

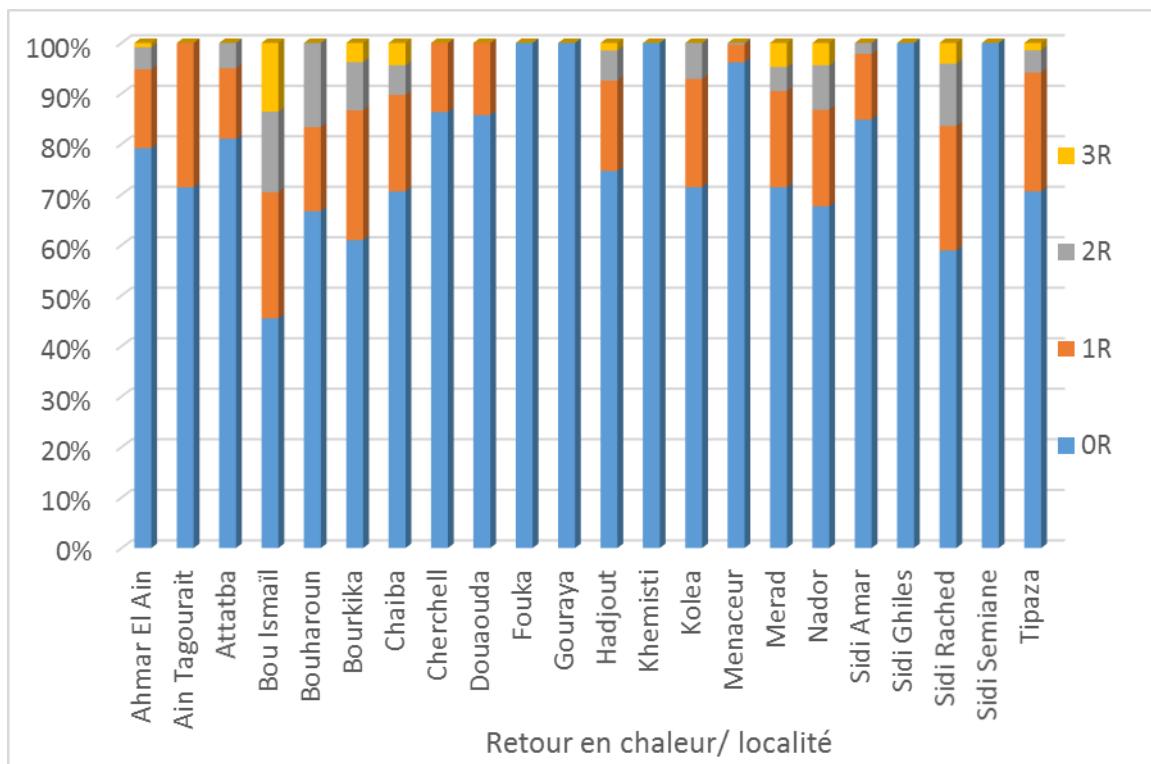


Figure 18 : Distribution de retours en chaleurs en fonction des régions

La figure présente la répartition des retours en chaleur chez les vaches inséminées selon les différentes localités. Elle révèle une nette dominance des non-retours en chaleur (OR), suggérant une efficacité globale satisfaisante de l'insémination. Le retour en chaleur de type 1 (1R) apparaît globalement réparti de manière homogène, sans concentration géographique marquée, tandis que les retours tardifs (2R et 3R) présentent une distribution plus hétérogène.

Le test du *khi deux* appliqué aux variables “retour en chaleur” et “localité” révèle une dépendance hautement significative ($p < 0,001$). Ce résultat indique que la fréquence des retours en chaleur varie de manière très hautement significative selon la localité. Autrement dit, la localisation géographique influence les performances de l'insémination artificielle.

3.10. Répartition des retours en chaleurs en fonction de saison

La répartition des retours en chaleur par saison est représentée sur la figure 19.

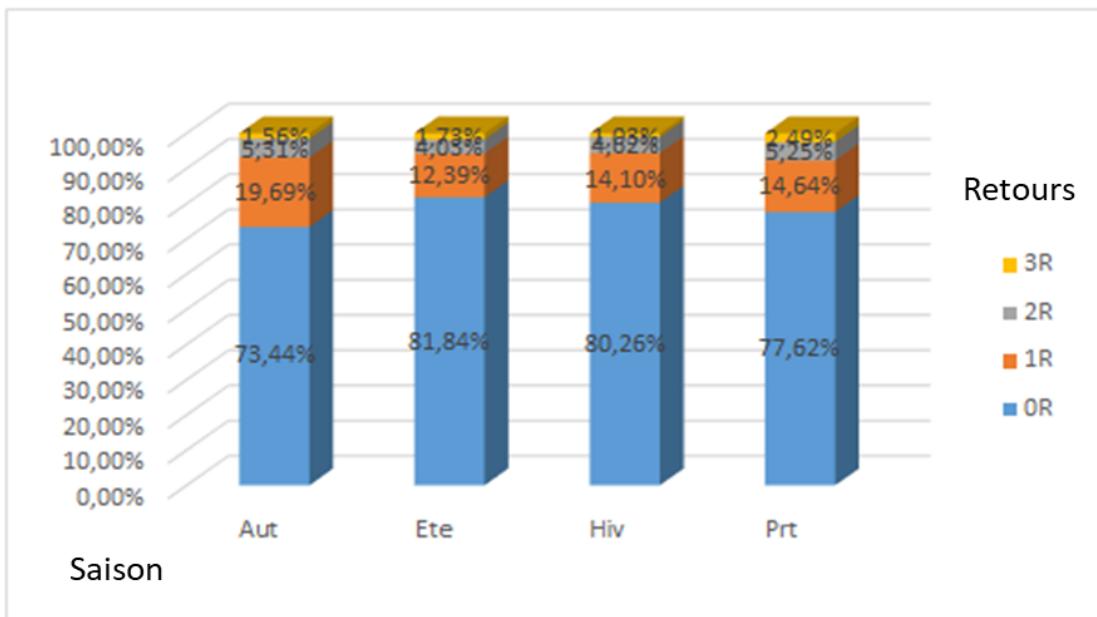


Figure 19 : Distribution saisonnière des retours en chaleurs

Le taux global de réussite de l'insémination artificielle varie de 73 % à 81 %, avec des fréquences particulièrement élevées en été et en hiver, atteignant environ 80 %. Le retour en chaleur de type 1 (1R) présente un taux compris entre 12 % et 19 %, avec une fréquence maximale observée en été, avoisinant les 20 %. Le taux de retour en chaleur de type 2 (2R) oscille entre 4 % et 5 %, avec de légères variations entre l'automne et le printemps. Quant au taux de retour de type 3 (R3), il reste faible, entre 1 % et 2 %, avec une légère hausse notée au printemps. Ces résultats suggèrent une influence saisonnière sur l'efficacité de l'IA, notamment pour les retours précoces.

Le test du *khi deux*, cependant, montre que les retours en chaleur ne sont pas significativement liés à la saison ($p > 0,05$), indiquant que cette dernière n'a pas d'influence notable sur leur fréquence.

3.11. Répartition de retour en chaleur en fonction de race de vaches

La répartition des retours en chaleurs en fonctions des races de vaches inséminées est présentée est illustrée par la figure 20.

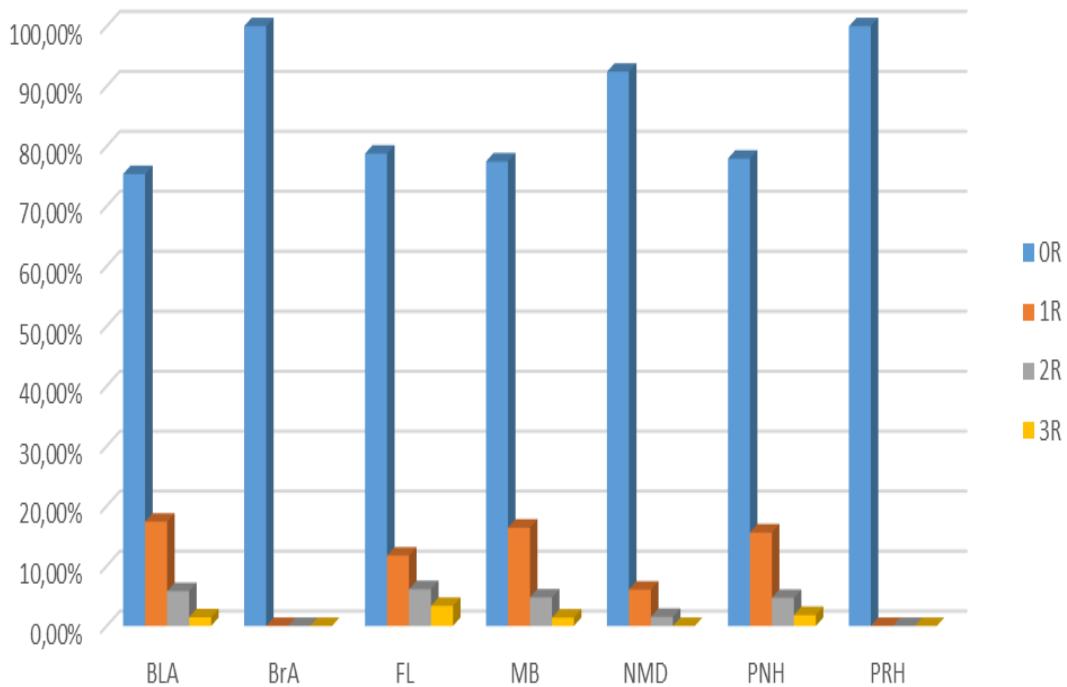


Figure 20 : Distribution des retours en chaleurs par races de vaches

Le taux de conception à la première insémination varie de 75 % à 98 %, avec des performances particulièrement élevées pour les races BrA et PRH (environ 98 %). Les autres races (BLA, FL, NMD, MB, PNH) affichent des taux autour de 75 %. Le premier retour en chaleur (R1) est relativement stable pour toutes les races, autour de 10 % sauf pour la race BLA qui estime à 15%. Les retours R2 et R3, bien que faibles (< 5 %), sont plus fréquents chez les races BLA, FL, MB, NMD et PNH, tandis qu'ils sont quasi inexistant chez les races BrA et PRH.

Le test du *chi deux* montre que les retours en chaleur ne sont pas significativement liés à la race des vaches ($p > 0,05$), indiquant que cette dernière n'a pas d'effet significatif sur les retours en chaleur.

3.12. Répartition des retours en chaleurs en fonction de race de taureaux

La répartition des retours en chaleurs en fonction des races de taureaux d'insémination utilisés par le CNIAAG dans la production des semences est illustrée par la figure 21.

Le taux de conception lors de la première insémination artificielle varie de 70 % à 90 % pour l'ensemble des races, à l'exception de la race PRH qui présente un taux inférieur, inférieur à 70 %. Le premier retour en chaleur (R1) est plus fréquent chez les taureaux de race PRH, avec un

taux dépassant 20 %, tandis que pour les autres races, ce taux se situe autour de 10 %. Quant aux retours R2 et R3, leurs taux restent inférieurs à 5 %, quelle que soit la race des taureaux.

Ces observations sont confirmées par le test du khi deux, qui révèle une indépendance entre le type de retour en chaleur et la race des taureaux ($p > 0,05$).

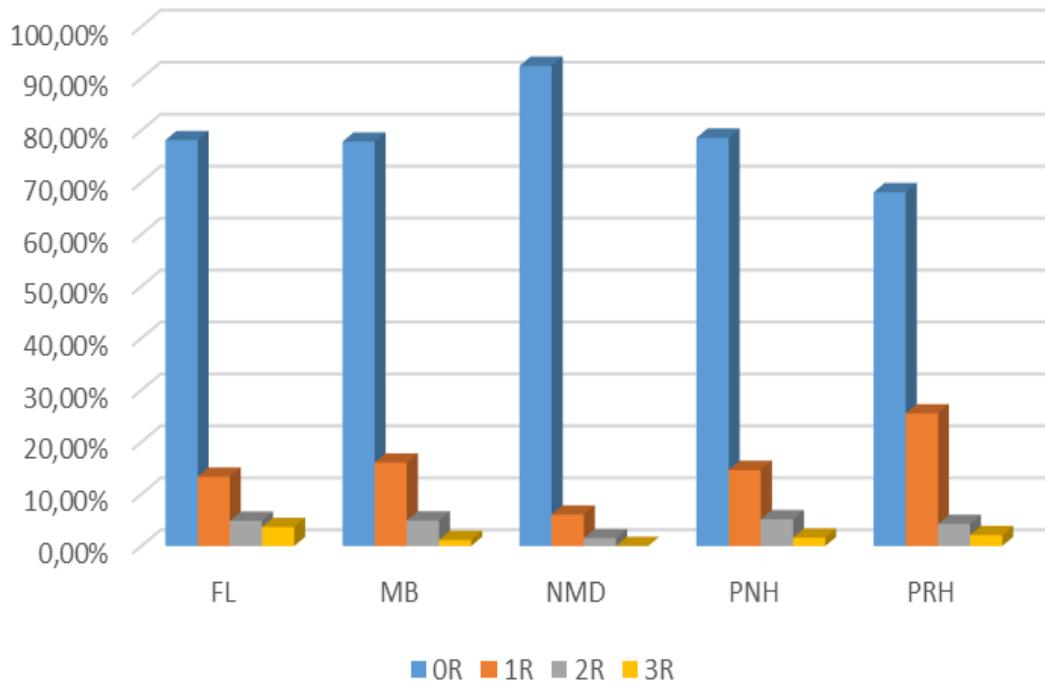


Figure 21 : Distribution des retours en chaleurs par race de taureaux

3.13. Incidence de croisement

La figure 22 et 23 montre l'incidence de croisement appliquée à un total de 1419 vaches.

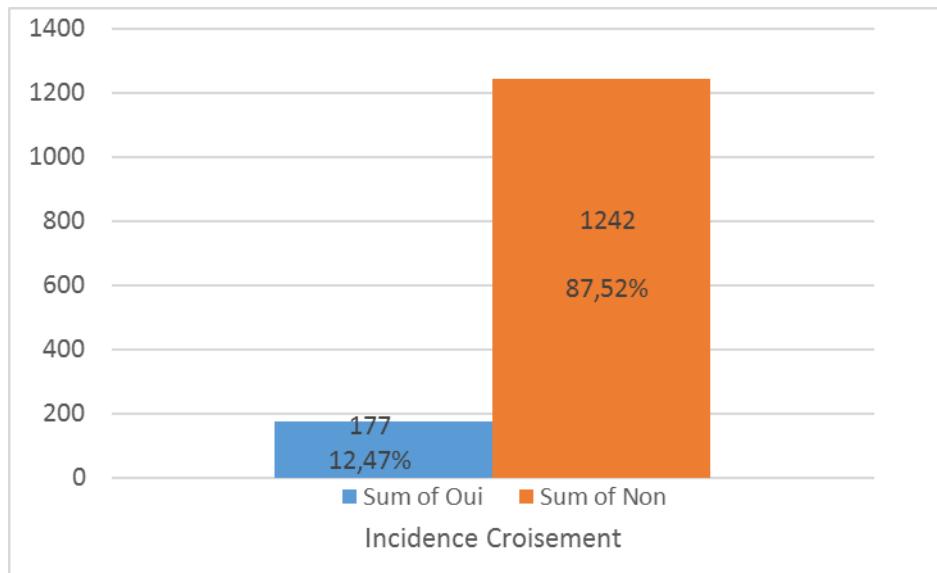


Figure 22 : Incidence de croisement

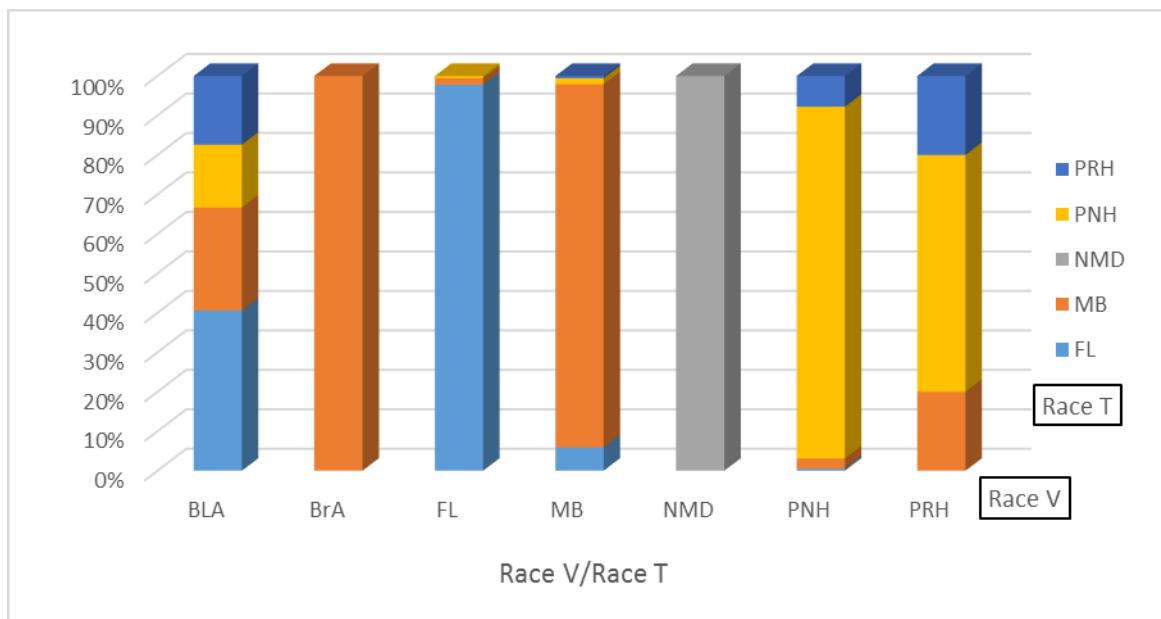


Figure 23 : Pratique de croisement entre races des vaches et les races des taureaux

D'après les résultats illustrés dans les figures 22 et 23, on constate la pratique du croisement entre différentes races bovines de ce cheptel, représentant 12,47 % des cas observés. Le croisement est principalement observé chez les vaches des races BLA, PRH, PNH et FL. Les vaches de race BLA sont majoritairement croisées avec les taureaux des races FL et MB, avec des taux variant de 25 à 35 %, tandis que les croisements avec les races PRH et PNH représentent environ 15 %. Les vaches de race PRH sont essentiellement croisées avec des taureaux PNH (environ 60 %), suivies par des croisements avec la race MB (environ 15 %). En revanche, les croisements impliquant les vaches des races MB et FL sont très faibles (entre 2 et 5 %). Aucune activité de croisement n'a été relevée pour les races de vaches NMD et BrA.

Le test du khi deux révèle une dépendance hautement significative entre la race des vaches et celle des taureaux utilisés ($p < 0,001$), ce qui indique que la race constitue un facteur déterminant dans la pratique de l'insémination artificielle.

Bien que peu fréquent, le croisement représente un facteur de risque pour l'érosion génétique, tant chez les races exotiques que locales, en menaçant la préservation de leurs aptitudes productives et adaptatives. Ce danger est particulièrement préoccupant pour les races locales, reconnues pour leur capacité d'adaptation à leur environnement.

3.14. Répartition de l'incidence de croisement par localités

La distribution de l'incidence de croisement à travers 22 communes est illustrée dans la figure 24.

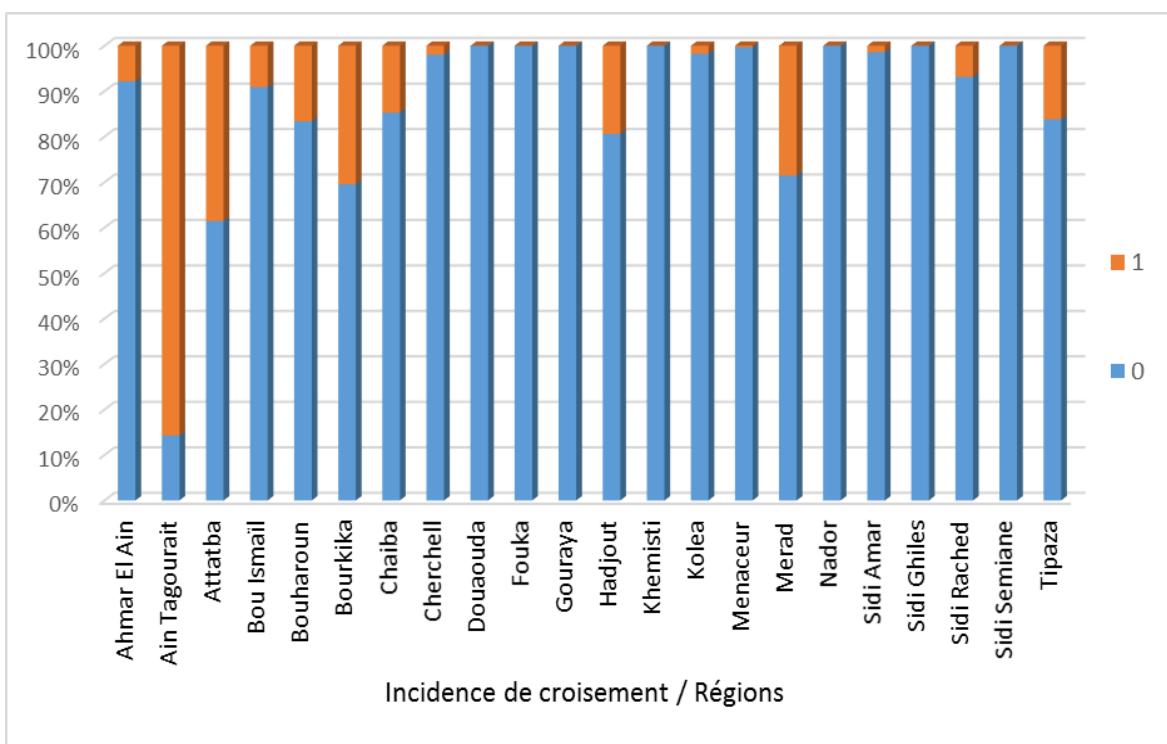


Figure 24 :Répartition de l'incidence de croisement en fonction de régions

La figure permet d'observer la répartition de l'incidence de croisement selon 22 localités, en distinguant deux catégories : absence de croisement (en bleu, codée 0) et présence de croisement (en orange, codée 1).

On observe une variation marquée entre les localités, avec certaines zones présentant une incidence relativement élevée de croisements, telles que Ain Tagourait, Bourkika, Merad et Attatba, tandis que d'autres localités comme Douaouda, Fouka, Gouraya, Khemisti, Sidi Semiane et Nador affichent une absence totale de cas de croisement.

Le test du khi deux met en évidence une dépendance très hautement significative entre le croisement et la localité ($p < 0,001$), suggérant que la localité joue un rôle déterminant dans la survenue de croisements lors des pratiques d'insémination artificielle.

3.15. Répartition de l'incidence de croisement en fonction de saison

La répartition de l'incidence de croisement selon la saison est présentée par la figure 25.

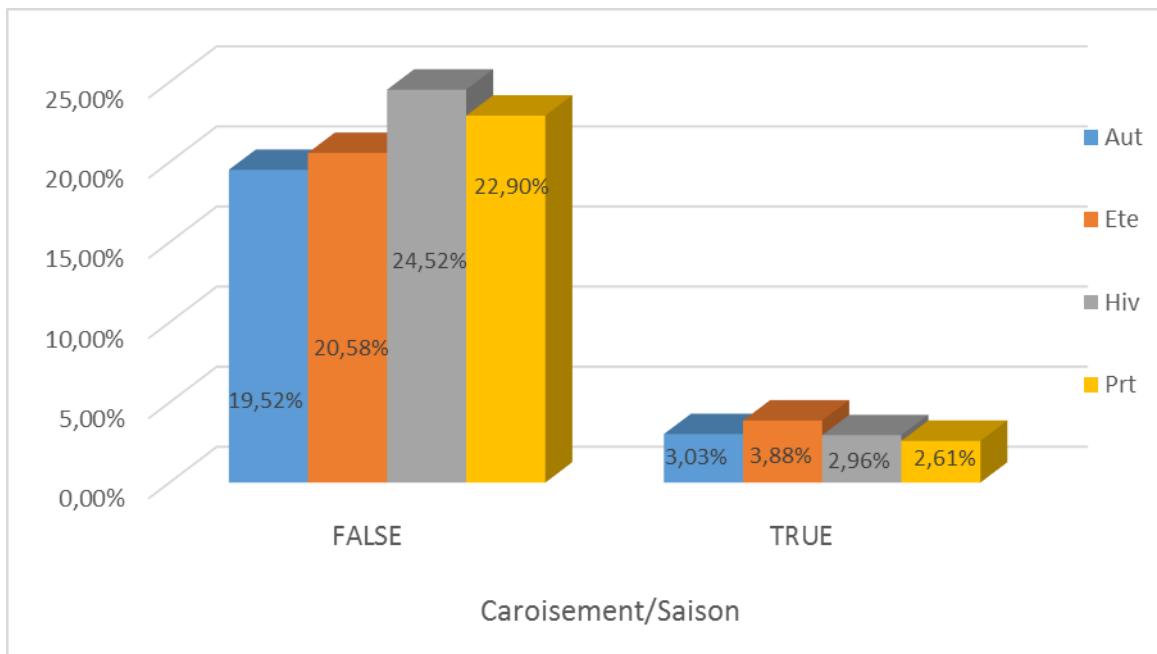


Figure 25 : Distribution de l'incidence de croisement par saison

La figure ci-dessus illustre la répartition de l'incidence de croisement (codée TRUE) par rapport aux cas sans croisement (codée FALSE), selon les quatre saisons : Aut, Eté, Hiv et Prt, avec une variabilité saisonnière modérée de l'incidence de croisement a été observée.

Les proportions de croisements les plus élevées ont été enregistrées en été (3,88%) et en automne (3,03 %). A l'inverse, les taux d'absence de croisement sont les plus en hiver 24,52 % et au printemps 22,90 %.

Le test du khi deux révèle une absence de lien significatif entre le croisement et la saison ($p > 0,05$), indiquant que la saison n'influence pas de manière notable la survenue de croisements lors des pratiques d'insémination artificielle.

4. Discussion :

Concernant le potentiel génétique bovin dans la wilaya de Tipaza, sept races de vaches ont été mises en évidences : BLA, FL, BrA, MB, NMD, PNH et PRH avec une dominance claire de la race MB et PNH et représentées majoritairement par des vaches (77 %). Ces races sont des races quasiment laitières et exotiques dotées de pouvoir d'acclimatation marqué (Pidoux, 1930).

La wilaya de Tipaza, située dans la région de la Mitidja, présente un patrimoine génétique bovin composé de plusieurs races notamment de race locale la Brune de l'Atlas, connues pour leur rusticité et leur adaptation aux conditions subhumides, bien leur productivité laitière reste faible (Feliachi *et al.*, 2003 ;Meskini *et al.*, 2020).

Pour répondre à l'augmentation de la consommation de lait depuis les années 1970, l'Etat algérien a introduit dans la région des races laitières à haut potentiel génétique comme la Holstein et la Montbéliarde, à travers des politiques d'importation et de subvention. Tipaza compte aujourd'hui environ 10 000 bovins, dont plus de 5000 vaches laitières réparties chez environ 2200 éleveurs, mais la collecte de lait reste limitée, avec seulement 17 % des 15 millions de litres produits annuellement réellement collectés (MADR,2019) (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2019). La commune de Menacer, considérée comme le bassin laitier principal de la wilaya, connaît actuellement un développement de l'élevage moderne en système hors-sol. Bien que la production laitière ait augmenté de 5 % (M'hamed, 2008).

Cette faible valorisation s'explique en partie par un cout de production supérieur au prix de vente du lait, entraînant un désengagement progressif de certains éleveurs. Pour y remédier, les autorités locales ont lancé plusieurs initiatives, dont la création de centre de production de génisses améliorées (Rochdi,2007), la généralisation de l'insémination artificielle et des exploitations modernes, comme la ferme TIAR Brahim à Sidi Rached exploitant la race Fleckvieh. La ferme avec 132 vaches, produit 2000 litres de lait par jour transformées sur place en divers produits laitiers. La production variant de 20 à 35 litres par vache. Une extension est prévue pour dépasser 800 bovins en 2025 (M'hamed, H, 2024).

Influence des facteurs génétique et non génétique sur le potentiel génétique de Tipaza : L'analyse de répartition des races de vache par localité a révélé une variabilité marquée au sein de la zone d'étude, mettant en évidence des choix d'élevage fortement influencés par des facteurs régionaux. Cette répartition n'est pas au hasard, mais résulte d'une combinaison de

facteurs liés à la disponibilité génétique, aux objectifs de production, aux caractéristiques environnementales locales et aux habitudes des éleveurs. Certaines localités présentent une orientation d'élevage de races très marquées. C'est le cas notamment de la commune de Khmisti, où la race MB est élevée de manière exclusive. Ce phénomène peut s'expliquer par la forte disponibilité de la MB dans cette région (soutenue par le CNIAAG), mais également par les performances polyvalentes de cette race, reconnue pour sa bonne productivité laitière et bouchère, ainsi que sa rusticité (Hilliard.J, 2019).

A Ain Tagourait, la dominance de la race BLA, qui représente plus de 80 % du cheptel, semble traduire une orientation vers la production de viande. Cette race est appréciée pour sa conformation musculaire exceptionnelle, ce qui en fait un choix privilégié dans les zones où la valorisation bouchère constitue une priorité (Coopman, 2010).

En revanche, dans la commune de Gouraya, la prédominance de race FL avec un taux de 65 % suggère une orientation laitière marquée. Ce choix peut être corrélé à des conditions climatiques favorables, à la présence d'infrastructures de collecte ou de transformation laitière, ou encore à une tradition régionale bien ancrée dans la production de lait.

L'application du test Khi-deux d'indépendance a permis de confirmer de manière statistique cette observation : la localité exerce un effet très hautement significatif sur le choix des races élevées. Ces résultats mettent en évidence l'importance de la composante géographique dans les décisions zootechniques des éleveurs et soulignent la nécessité d'adapter les politiques d'amélioration génétique aux spécificités locales.

Pour le potentiel génétique bovin du CNIAAG, et afin de moderniser son cheptel bovin laitier tout en conservant l'intégrité génétique des races importées, l'Algérie a fait le choix stratégique d'intégrer les biotechnologies de reproduction, notamment l'insémination artificielle, dans ses programmes de développement. Cette méthode, véritable révolution en matière de reproduction animale, repose sur la sélection rigoureuse de taureaux génétiquement performants, dont la semence est produite, congelée puis diffusée à grande échelle sur l'ensemble du territoire (Souames *et al.*, 2020). C'est dans cette optique qu'a été créé en 1986, par arrêté ministériel, le Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CNIAAG). Depuis le lancement du Plan National de Développement Agricole (PNDA) en 2000, l'Etat algérien prend à sa charge l'ensemble des frais liés à l'insémination, rendant cette technique accessible aux éleveurs à travers tout le pays.

La semence bovine en Algérie est commercialisée uniquement par le CNIAAG, donc : soit importée d'Europe sous forme de paillettes conditionnées, soit collectée localement des taureaux sélectionnés, puis traitée (MADR,2019) Au total 58 taureaux : 35 d'origine étrangère et 23 issus de la sélection locale. Cette double stratégie vise à renforcer les performances productives tout en limitant l'incidence de certaines pathologies génétiques (Mouffok, L et Belkasmi, 2019)

Le CNIAAG utilise principalement cinq races bovines importées pour la production de semence : la Fleckvieh, la Montbéliarde, la Normande, la Pie Rouge et Pie noir Holstein. Ces races ont été choisies pour leur compatibilité avec le bovin déjà présent en Algérie, notamment dans les régions agricoles comme celle de Tipaza. L'objectif est d'optimiser la productivité sans compromettre l'adaptabilité des animaux (Poivey, 2007).

Trente-quatre taureaux ont été mobilisés pour la production de la semence, dont seize pour la race MB, huit pour la race FL, quatre pour la race NMD, quatre pour la race PNH et deux pour la race PRH. Cette répartition des taureaux par race est ajustée en fonction de l'importance des races des vaches déployées sur le territoire national. Dans la partie des races de taureaux du CNIAAG, nous avons constaté que la MB et la PNH représentent la majeure partie des races de vaches, ce qui est en pleine concordance avec les besoins du terrain.

Il convient de souligner que le CNIAAG en tant qu'institution nationale, fabrique de la semence pour toutes les races bovines à l'échelle du pays, et que répartition de ces races peut varier selon les régions.

Toutefois, le plan stratégique du CNIAAG ne comporte aucun programme dédié à la conservation des races locales : aucune semence de ces dernières n'est recensée dans les rapports actuels. De fait, le croisement non maîtrisé entre races locales et races exotique accentue le risque de disparition des premières, alors même qu'elles présentent une excellente adaptation à leur milieu et une grande résilience face aux changements climatiques.

Plusieurs facteurs peuvent affecter négativement la cadence de production de semence, ce qui justifie le recours à plusieurs taureaux par race. Sur le plan biologique, la durée nécessaire à la production du sperme (depuis la première division des spermatogonies jusqu'à la libération des spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères) est constante pour chaque espèce. Chez le taureau, ce processus dure environ 60 jours (Carlos et Craig, 2018). Cette période est cruciale pour préparer l'animal à des performances optimales, car elle est étroitement liée à son bien-

être. Selon (Leborgne et Tanguy, 2014), ainsi que (N'Diaye *et al.*, 1990), la qualité du sperme est influencée par le repos sexuel. Ces auteurs recommandant une période de repos d'environ deux mois. Compte tenu de ces contraintes biologiques, le centre a donc dû prévoir plusieurs reproducteurs par race afin de garantir une production stable de semence.

Concernant les pratiques et performances de l'IA dans la wilaya de Tipaza, on commence par le types de chaleur, nous avons constaté que dans la plupart des IA sont effectuées sous chaleurs naturelles (81 %).

Dans la commune de Menaceur, les données ont révélé un recours important aux chaleurs induites. Cette pratique s'explique en grande partie par le monde d'élevage intensif prédominant dans cette localité. En effet, ce type de conduite nécessite une maîtrise rigoureuse du calendrier de reproduction afin d'optimiser les performances de production et de reproduction. L'induction hormonale permet ainsi de synchroniser les cycles œstraux et de planifier les inséminations à des moments précis, ce qui est difficilement réalisable en se basant uniquement sur les chaleurs naturelles, souvent discrètes dans des conditions de stabulation (Pursley et Wiltbank, 1995).

Par ailleurs, l'étude a mis en évidence une efficacité supérieure des chaleurs induites avec un taux de non-retour de 92 %, ce qui renforce l'intérêt technique et économique de cette approche en élevage intensif. Le test du Khi-deux a confirmé une association très hautement significative entre la nature des chaleurs et la localité, suggérant que la fréquence d'utilisation des chaleurs induites à Menaceur est directement liée à la structure et aux exigences du système d'élevage pratique.

La réussite de l'insémination artificielle ne dépend pas uniquement du moment où elle est pratiquée, mais également de la qualité de détection des chaleurs et de la préparation de la vache au moment de l'IA (Lacerte *et al.*, 2003; Ponsart *et al.*, 2006).

La précision du moment de l'insémination artificielle est essentielle pour optimiser les chances de conception. Il est généralement admis que la vache doit être inséminée entre 12 et 18 heures après le début des signes de chaleurs (Lacerte *et al.*, 2003). De manière pratique, cela se traduit par une règle simple mais efficace : les vaches qui présentent les chaleurs le matin doivent être inséminées le soir, tandis que celles qui manifestent les chaleurs en soirée doivent être inséminées le lendemain matin. Ce protocole vise à synchroniser au mieux la présence des spermatozoïdes viables avec le moment de l'ovulation, garantissant ainsi une fécondation

optimale. Toute déviation par rapport à cette fenêtre critique peut compromettre la viabilité de l'ovocyte et entraîner l'échec de la conception (Lacerte *et al.*, 2003).

La difficulté à repérer le début des chaleurs est un défi pour les éleveurs, qui ne réussissent pas toujours à le détecter, surtout dans les élevages intensifs où le nombre de vaches est important et l'incidence des chaleurs silencieuses élevée. Cette situation a incité la communauté scientifique à trouver des techniques pour maîtriser le cycle sexuel et déterminer de manière précise le moment de l'insémination où l'IA sera effectuée à l'aveuglette. Cette situation a abouti à la distinction de deux types de chaleurs : les chaleurs naturelles dites aussi observées et les chaleurs induites (Jondet, 1955 ; Lacerte *et al.*, 2003).

Les performances de reproduction de chaque type d'insémination dépendent de plusieurs facteurs. (Haou *et al.*, 2021), rapportent que les paramètres de fertilité et de fécondité sont meilleurs avec les chaleurs naturelles qu'avec les chaleurs induites, tout en mentionnant que ces performances dépendent de plusieurs facteurs, notamment la race, la parité et le flushing (Kouamo *et al.*, 2009).

En effet, plusieurs études soulignent que la nutrition, l'état corporel et la santé générale de l'animal influencent directement la réceptivité à l'insémination et par conséquent, les performances de reproduction (Semara *et al.*, 2014).

Une alimentation déséquilibrée ou un état de stress, souvent observé en période de transition ou lors de changements environnementaux brusques, peut provoquer des troubles de l'ovulation ou des chaleurs silencieuses, rendant difficile le bon positionnement de l'IA (Haou *et al.*, 2021). Divers facteurs peuvent influencer la nature des chaleurs au moment de l'insémination, notamment la gestion de la reproduction dans l'élevage, les retours en chaleurs, ainsi que le coût et la disponibilité des hormones utilisées pour la maîtrise du cycle sexuel. (Jeyakumar *et al.*, 2022), la gestion reproductive, lorsqu'elle s'inscrit dans calendrier précis de vêlage et de production laitière, en lien avec la disponibilité des ressources alimentaires et les impératifs de commercialisation, nécessite souvent le recours à la synchronisation des chaleurs. Cette synchronisation permet de regrouper les mises-bas et de mieux planifier la production laitière.

Les retours en chaleurs représentent l'une des principales limites de ce type de gestion, car ils allongent les intervalles entre les inséminations et retardent les mises bas (Roelofs *et al.*, 2010). Cependant, ces retours permettent également de mieux mettre en évidence la fréquence des

inséminations réalisées sous chaleurs naturelles. D'après Kouamo, le recours aux techniques hormonales de maîtrise de la reproduction reste conditionné par des considérations économiques et zootechniques, qui varient selon les systèmes d'élevage et les moyens disponibles (Kouamo *et al.*, 2009).

Le retour en chaleur est l'expression clinique du non-succès d'une insémination. Il peut traduire soit une absence de fécondation, soit une mortalité embryonnaire. En effet, le retour en chaleur marque la reprise de l'activité ovarienne après la période d'anoestrus. Il peut survenir suite à une non-conception ou à une mortalité embryonnaire, laquelle peut être précoce ou tardive. Dans le cas d'un non-conception ou d'une mortalité précoce, la durée du cycle n'est généralement pas allongée. En revanche, lors de mortalité embryonnaire tardive, on observe un allongement significatif du cycle oestral, dépassant souvent 25 jours (Bilodeau-G et Kastelic, 2003).

En élevage bovin, un retour en chaleur après 18 à 24 jours est classiquement interprété comme un échec de conception ou une perte précoce. Un retour au-delà de 25 jours est souvent le témoin d'une mortalité embryonnaire tardive (Hanzen, 1999; Diskin, 2008).

L'analyse des retours en chaleur après insémination artificielle constitue un indicateur fondamental de l'efficacité reproductive du cheptel. Dans cette étude, le taux global de réussite à la première insémination est estimé à 78 %, ce qui indique un niveau de performance satisfaisant dans le contexte de l'élevage bovin de la wilaya de Tipaza. Ce résultat est cohérent avec les données de la littérature, qui situent le taux de conception après IA dans des conditions semi-intensive entre 70 % et 85 % (Lucy, 2003; Peter, 2009). Les vaches ayant présenté un retour en chaleur après IA représentent 21 % de l'effectif, ce pourcentage indique que la majorité des retours se produisent tôt, ce qui peut être interprété comme un échec d'IA initial : mauvais timing, détection de chaleur inexacte, ou qualité de semence, mais les retours tardifs R2 et R1 restent très faibles, ce qui témoigne d'une amélioration de la gestion reproductive au fil des inséminations.

L'analyse des données a révélé que les chaleurs naturelles sont associées à un taux de retour en chaleur de type 1 (R1) plus élevé que les chaleurs induites. Chez les vaches inséminées sur chaleur naturelle, le retour en chaleur R1 atteint 17 %, contre seulement 7 % pour les chaleurs induites. Cette différence s'avère statistiquement très significative, ce qui indique un impact réel et marqué de la nature des chaleurs sur l'efficacité de l'insémination artificielle. Plusieurs

facteurs peuvent expliquer cette observation. D'une part, les chaleurs naturelles peuvent être mal détectées, surtout dans des conditions d'élevage où la surveillance est limitée. D'autre part l'absence de synchronisation hormonale dans les chaleurs naturelles rend plus aléatoire le moment exact de l'ovulation, contrairement aux chaleurs induites, où le protocole hormonal permet un contrôle du cycle reproductif.

Dans la commune de Menaceur, les résultats ont montré un taux particulièrement faible de retour en chaleur de type R1 chez les vaches inséminées. Cette observation peut être directement liée au recours important aux chaleurs induites dans cette localité. En effet, l'utilisation de protocoles hormonaux permet une maîtrise rigoureuse de la reproduction, en assurant une synchronisation précise de l'ovulation et en facilitant le moment optimal de l'insémination. Le mode d'élevage intensif pratiqué à Menaceur favorise ce type d'approche, car il nécessite une reproduction contrôlée et efficace. Bien que, le test Khi-deux appliqué à ces variables a mis en évidence une relation très hautement significative entre la nature des chaleurs et la fréquence des retours, confirmant que le recours aux chaleurs induites à Menaceur constitue un facteur déterminant expliquant la faiblesse du retour R1.

Les races MB, PNH et BLA présentant dans cette étude des taux relativement élevés de retour en chaleur de type R1. Cette observation peut s'expliquer par plusieurs facteurs liés aux caractéristiques reproductives de ces races. D'une part, il s'agit de races hautement sélectionnées pour des performances de production, qu'il s'agisse de lait (PNH, MB) ou de viande (BLA). Une sélection intensive centrée sur la productivité peut entraîner une réduction de la fertilité naturelle, avec chaleurs plus discrètes ou des ovulations moins régulières (Berry *et al.*, 2016). D'autre part, ces races sont souvent inséminées sur chaleurs naturelles, comme elle a montré cette étude, les chaleurs naturelles sont associées à un taux de retours R1 significativement plus élevé, par rapport aux chaleurs induites.

Influence des facteurs non génétiques sur les retours en chaleur : L'analyse statistique inférentielle (khi-deux) révèle une dépendance très hautement significative entre les retours en chaleur et la localité, suggérant que les performances de l'insémination artificielle varient notablement selon les zones géographiques. Cette hétérogénéité peut être attribuée à plusieurs facteurs extrinsèques : la qualité de la détection des chaleurs, largement conditionnée par la formation des éleveurs, le niveau d'hygiène et de contention au moment de l'IA (Madani et Mouffok, 2008), l'accessibilité aux intrants comme la semence ou les hormones d'induction, ainsi que les conditions environnementales spécifiques à chaque région,

telles que le stress thermique, la qualité de l'alimentation ou la disponibilité en eau. En revanche, aucune influence significative de la saison sur les retours en chaleur n'a été détectée, contrairement à ce que rapportent certaines études indiquant une baisse de la fertilité en périodes chaudes (Lucy, 2001). Ce résultat pourrait refléter une stabilisation des pratiques d'élevage dans la région étudiée, comme l'apport d'abris, la régularité alimentaire, ou encore la répartition de l'IA sur la survenue des retours en chaleur, ce qui peut sembler paradoxal étant donné que certaines races comme BrA ou PRH sont réputées pour leur bonne fertilité.

Concernant Incidence du croisement, dans la présente étude, le croisement inter-racial a été observé dans 12 % des cas d'insémination, avec une prédominance chez les races MB, BLA, PRH, FL et PNH. En revanche, aucun cas de croisement n'a été rapporté pour les races BrA et NMD, ce qui peut s'expliquer soit par leur faible effectif, soit par une volonté de conservation génétique plus rigoureuse.

A Ain Tagorait, le croisement bovin occupe une place importante, principalement en raison de la forte prédominance de la race BLA dans ce cheptel local. Bien que cette race présente certaines limites zootechniques. Pour pallier ces faiblesses, les éleveurs recourent au croisement avec des races comme MB et FL, dans le but d'améliorer la fonctionnalité de descendance tout en maintenant une bonne valeur économique des veaux. Cette pratique est renforcée par la disponibilité de semences variées dans la région, grâce à l'offre du CNAAG, ce qui facilite l'accès aux taureaux adaptés à ces objectifs. L'analyse statistique confirme cette tendance : Ain Tagourait figure parmi les localités où l'incidence de croisement est la plus marquée, avec une relation très hautement significative entre la localité et la pratique du croisement.

Le test statistique du khi-deux révèle une dépendance très hautement significative entre la race de vache et celle du taureau utilisé, soulignant que le choix des croisements n'est pas aléatoire mais suit une logique d'adaptation technique, économique ou productive.

L'analyse des données issues de la zone d'études montre que le croisement entre la MB et BrA observé dans la zone d'étude répond à une logique de complémentarité zootechnique et d'amélioration génétique ciblée. Ces deux races sont pour leur bonne fertilité, leur rusticité et leur aptitude mixte, avec des profils légèrement différents mais compatibles (Sandra, 2021). La MB est appréciée pour sa productivité laitière et sa conformation bouchère, tandis que la BrA se distingue par sa longévité, sa capacité d'adaptation en zones difficiles, et la qualité de son

lait, notamment en matière protéique (Hilliard, 2019). Leur croisement permet donc d'obtenir une descendance plus équilibrée, adaptée à des systèmes de production variés, alliant efficacité laitière, résistance et valeur bouchère correcte. Cette stratégie permet également de renforcer la diversité génétique tout en maintenant de bonnes performances fonctionnelles.

En revanche, la race NMD, bien qu'étant également une race mixte, n'a fait l'objet d'aucun croisement dans la zone étude. Cela s'explique principalement par sa faible représentation locale (moins de 15 % du cheptel dans quelques localités comme Bouharoun), ce qui limite son utilisation dans les programmes de croisement. Ainsi, le choix des races croisées n'est pas aléatoire. Il est fortement influencé par la disponibilité des animaux, les objectifs zootechniques locaux et les attentes des éleveurs en matière de production. Le test Khi-deux confirme d'ailleurs une relation hautement significative entre la race des vaches et celle des taureaux utilisés pour l'IA, ce qui souligne le caractère intentionnel de ces stratégies de croisement.

Le recours au croisement est souvent motivé par la recherche d'un effet d'hétérosis, visant à combiner les qualités d'une race comme la Montbéliarde ou la Prim'Holstein avec la rusticité ou la fertilité d'une race locale ou mieux adaptée au climat (Rewe, 2011).

Cependant, cette stratégie de croisement comporte des risques considérables, en particulier si elle est pratiquée sans plan de sélection structuré. Le croisement non contrôlé conduit souvent à une érosion génétique des races locales, qui sont alors intégrée dans la population sans programme de conservation parallèle (Jacques, 2017).

Cette perte est préoccupante car les races locales, bien que moins productives en conditions optimales, sont généralement mieux adaptées aux stress thermiques, aux régimes alimentaires pauvres, et aux pathogènes endémiques (Rege et Gibson 2003; Madalena, 2008).

À terme, la généralisation des croisements mal encadrés peut réduire la résilience globale du cheptel, en le rendant plus dépendant d'un élevage intensif et coûteux, alors même que les conditions locales peuvent ne pas le permettre durablement. Il devient donc crucial de développer des programmes d'amélioration génétique équilibrés, associant la sélection au sein des races locales, l'IA ciblée, et le suivi de diversité génétique (Nimbkar *et al.*, 2008).

Conclusion et perspectives

Cette étude menée dans la wilaya de Tipaza a permis d'évaluer la composition raciale du cheptel bovin, les pratiques d'insémination artificielle (IA) et les tendances de croisement. Les résultats révèlent une dominance nette des races exotiques améliorées, notamment la Montbéliarde, la Pie Noir Holstein et la Fleckvieh, tandis que les races locales sont absentes, posant la question de leur prévention.

L'IA est largement utilisée, mais reste majoritairement pratiquée sur chaleurs naturelles, moins efficaces que les chaleurs induites. Le taux de retour en chaleurs R1 reste élevé pour certaines races, révélant des difficultés dans la gestion des cycles. Le croisement est utilisé de manière stratégique, notamment pour améliorer les performances bouchères ou compenser des faiblesses reproductive.

Les facteurs : localité, race et nature des chaleurs influencent significativement les résultats de l'IA, ce qui souligne la nécessité d'adapter les pratiques aux réalités locales. L'étude appelle à une approche durable et intégrée de l'élevage, alliant performance, rentabilité et conservation des ressources génétiques surtout locales, face aux enjeux climatiques et économiques actuels.

Références bibliographiques :

1. Rochdi A (2007) Un centre de production de génisses laitières améliorées pour bientôt, Algérie-dz.com. Available at: <https://www.algerie-dz.com/forums/economie/51526-un-centre-de-production-de-génisses-laitières-améliorées-pour-bientôt> (Accessed: 14 June 2025).
2. Amellal R. (1995) 'La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance', in Allaya M. (ed.) Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Montpellier : CIHEAM (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches), pp. 229–238. Available at: <http://om.ciheam.org/om/pdf/b14/CI960052.pdf>.
3. Babo D (1998) Races bovines françaises. 2nd edn. Paris France: France Agricole.
4. Bakrou A. (2021). Evaluation de l'insémination artificielle chez les bovins. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master académique en Filière: Sciences Agronomiques: Spécialité: Production animale, Université de Tissemsilt, Algérie. 89 p.
5. Ball, P.J. and Peters, A.R. (2004) Reproduction in cattle. 3rd ed. Oxford : Blackwell Publ.
6. Barone R (2001) Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 4 Splanchnologie II. 3rd edn. Paris France: VIGOT.
7. Berry, D.P., Wall, E. et Pryce, J.E. (2016) 'Milk Production and Fertility in Cattle', Annual Review of Animal Biosciences, 4(Volume 4, 2016), pp. 269–290. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111406>.
8. Bilodeau-G, S. and Kastelic, J.P. (2003) 'Factors affecting embryo survival and strategies to reduce embryonic mortality in cattle', Canadian Journal of Animal Science, 83(4), pp. 659–671. Available at: <https://doi.org/10.4141/A03-029>.
9. Amazighs de l'Atlas blidéen. (2018) 'La "Brune de l'Atlas", une race bovine locale à préserver...', Amazighs de l'Atlas blidéen, 6 February. Available at: <https://amazighsatlasblideen.wordpress.com/2018/02/06/la-brune-de-latlas-une-race-bovine-locale-a-preserved/> (Accessed: 24 June 2025).

10. Bressou, C, Montané, L., et Bourdelle, 1978. Anatomie régionale des animaux domestiques. Tome II : Les ruminants. 2e éd. Librairie J.-B. Bailliére et Fils, Paris, 437 p.

11. Budras, K.-D. et Jahrmärker, G. (eds) (2008) Bovine anatomy: an illustrated text. 1. ed. Hanover: Schlüter (Vet).

12. Carlos. S et Craig.N (2018) Medical Male Contraception - ScienceDirect. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012801238364789X> (Accessed: 19 June 2025).

13. Chemma, N. (2017) 'la dépendance laitière : où en est l'Algérie ?', Revue d'Etudes en Management et Finance d'Organisation, 2(1). Available at: <https://revues.imist.ma/index.php/REMFO/article/view/8426> (Accessed: 8 June 2024).

14. Coopman, F. (2010) Morphometric assessments in the double-muscled Belgian Blue beef breed. Thèse de doctorat, Ghent University, Merelbeke, Belgique.

15. Cuvelier C et al. (2012) 'Livret de l'agriculture : L'alimentation de la vache laitière : Physiologie et besoins.' Université de Liège p 67. Available at: https://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/Cuvelier_C_Hornick_J_L_Bekkers_Y_Froidmont_E_Knapp_E_Istasse_L_&_Dufrasne_I_Livret_alimentation_des_VL_2_Besoins_et_physio.pdf (Accessed: 9 March 2025).

16. DâAndre, H.C. et al. (2017) 'Influence of breed, season and age on quality bovine semen used for artificial insemination', International Journal of Livestock Production, 8(6), pp. 72–78. Available at: <https://doi.org/10.5897/IJLP2017.0368>.

17. David O. Kristin H (2011) 'Hormones and Reproduction of Vertebrates, Volume 5, Mammals'.

18. Debbous, N. et Rahmani, O. (2020) Contribution à l'étude des facteurs influençant le taux de réussite de l'insémination artificielle chez l'espèce bovine. Mémoire. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Blida 1.

19. FAOLEX. (1988) Décret n° 88-04 portant création d'un centre national de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique. Available at:

<https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC062906/> (Accessed: 16 April 2025).

20. Dervillé M, Patin S, et Avon L (2009) Races bovines de France. Paris France: France Agricole. 269 p.
21. Meekma, A. (2025) 'Cow grazing (Semex-bred)', crédit : Alger Meekma. Semex – Facebook. Available at: <https://www.facebook.com/semexfb/posts/amazing-photo-by-alger-meekma-of-seven-semex-bred-cows-bred-and-owned-by-jan-and/1098779742287247/> (Accessed: 8 March 2025).
22. Diskin, M. G (2008) Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants - Diskin - 2008 - Reproduction in Domestic Animals - Wiley Online Library. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x?utm>(Accessed: 16 June 2025).
23. Domenech J (2014) 'Risques et opportunités de l'intensification de l'élevage à l'échelle internationale pour la santé animale et humaine', in. Perte de biodiversité et vulnérabilité sanitaire des systèmes de production, Paris France.
24. Drion P.V et al. (2000) 'LE DÉVELOPPEMENT FOLLICULAIRE CHEZ LA VACHE', les Annales de Médecine Vétérinaire, 144, pp. 385–404.
25. Dudouet Ch (2010) La production des bovins allaitants. 3rd edn. france: France Agricole.
26. Feliachi, K., Kerboua, M., Abdelfettah, M., Ouakli, K., Selheb, F., Boudjakji, A., Takoucht, A., Benani, Z., Zemour, A., Belhadj, N., Rahmani, M., Khecha, A., Haba, A. et Ghenim, H., 2003. Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. Alger : Commission nationale AnGR/MADR, 46 p.
27. Ferrah, A., 2000. L'élevage bovin laitier en Algérie : problématique, questions et hypothèses de recherche. Atelier sur les restructurations et stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie, Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Blida, 7 p.
28. Kabera, F. (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 de doctorat vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 42 p.

29. Wikimedia Commons. (2011) Dz - 42-00 Wilaya de Tipaza map - names.svg. Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dz_-_42-00_Wilaya_de_Tipaza_map_-_names.svg (Accessed: 14 April 2025)._

30. Food and Agriculture Organization (FAO). (2024) Risques de perte de diversité génétique des animaux d'élevage. Available at: <https://www.fao.org/4/a1250f/a1250f06.pdf> (Accessed: 10 may 2025).

31. Gayrard, V. (2018) Physiologie de la reproduction des mammifères domestiques. Polycopié de cours, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 198 p.

32. Gendreau, L.-A. (1940) 'Insémination artificielle', Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science, 4(2), pp. 42–44.

33. Hafez, B. et Hafez, E.S.E. (eds) (2000) Reproduction in farm animals. 7th edn. Philadelphia London: Lippincott Williams & Wilkins.

34. Hales, N. (2024) Dairy & Products Annual (Algeria 2022 et 2024). GAIN Report AG2024-0011, USDA Foreign Agricultural Service, Washington, D.C., 45 p.

35. Hanzen, C. (2015) Biotechnologies : L'insémination artificielle chez les ruminants. Polycopié de cours, Université de Liège, Service de Thériogénologie des animaux de production, ~15 p.

36. Hanzen, C. (2013) 'Etude des facteurs de risque de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du postpartum chez la vache laitière et viandeuse. Faculté de Médecine Vétérinaire. Université de Liège.'

37. Hanzen, C., Drion, P.V., Lourtie, O., Depierreux, C. et Christians, E. (1999) 'La mortalité embryonnaire. 1. Aspects cliniques et facteurs étiologiques dans l'espèce bovine', Annales de Médecine Vétérinaire, 143, pp. 91–118.

38. Hanzen, C. (2008) Rappels anatomophysiologiques relatifs à la reproduction de la vache. Polycopié de cours, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie, Université de Liège, ~30 p.

39. Haou, A., Miroud, K. et Gherissi, D.E. (2021) 'Impact des caractéristiques du troupeau et des pratiques d'élevage sur les performances de reproduction des vaches laitières dans le Nord-

Est algérien', Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 74(4), pp. 183–191. Available at: <https://doi.org/10.19182/remvt.36798>.

40. Hilliard.J (2019) About the Montbeliarde Breed. Available at: <https://montbeliardeuk.co.uk/about-the-breed/?utm> (Accessed: 19 June 2025).

41. Hopper, R.M. (ed.) (2014) Bovine Reproduction. 1st edn. Pondicherry, India: Wiley. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781118833971>.

42. J Mallard, JC Mocquot - (1998) 'Insémination artificielle et production laitière bovine : répercussions d'une biotechnologie sur une filière de production'.

43. Jacques.D (2007) Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 37 p.

44. Jeyakumar, S. et al. (2022) 'Advances in Estrous Synchronization and Timed Breeding Programs for Fertility Enhancement in Cattle and Buffaloes', in A. Kumaresan and A.K. Srivastava (eds) Current Concepts in Bovine Reproduction. Singapore: Springer Nature, pp. 119–167. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-19-0116-4_9.

45. Johnson, M.H. et Everitt, B.J., 2000. Essential Reproduction. 5th ed. Blackwell Science, Malden, MA, 285 p.

46. Jondet, R. (1955) 'Essai de détermination du moment optimum pour l'insémination de la Vache', Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 108(2), pp. 73–75.

47. Kali, S., Benidir, M., Ait Kaci, K., Belkheir, B. and Benyoucef, M.T., 2011. Situation de la filière lait en Algérie : approche analytique d'amont en aval. Livestock Research for Rural Development, 23(8), pp. 1–12.

48. Kouamo, J., Zoli, P.A., Bah, G.S., Ngo Ongla, A. and Kamga, P. (2009) 'Étude comparative de deux stratégies d'insémination artificielle, l'une basée sur les chaleurs naturelles et l'autre sur les chaleurs synchronisées, des vaches locales et métisses en milieu traditionnel au Sénégal', Revue Africaine de Santé et de Productions Animales, 7, pp. 89–95. Available at: <https://revues-ufhb-ci.net/revue-afrique-sante-prod-animales/article/view/65> (Accessed: 4 June 2025).

49. Council on Dairy Cattle Breeding (2023). Holstein cow with calf in pasture. Available at: <https://uscdcb.com/recumbency-in-holstein-calves> (Accessed: 9 March 2025).

50. Lacerte, G. et al. (2003) 'La détection des chaleurs et le moment de l'insémination', Symposium sur les bovins laitiers, p. 13.

51. Lacerte, G. (2003) 'La détection des chaleurs et le moment de l'insémination'.

52. Lafri, M., 2021. La fonction ovarienne. Polycopié de cours, Université Saad Dahlab – Blida 1. Octobre 2021.'p 10.

53. Leborgne, M.-C. et Tanguy, J.-M. (2014) Reproduction des animaux d'élevage (édition 2013). Educagri Editions.

54. Lucy, M.C. (2001) 'Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?', Journal of Dairy Science, 84(6), pp. 1277–1293. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0).

55. Madalena, F. E (2008) Sustainable genetic improvement of animal production and breeding efficiency in developing countries. Available at: <https://www.fao.org/4/T0582E/T0582E10.htm?utm> (Accessed: 16 June 2025).

56. Madani, T. et Mouffok, C. (2008) 'Production laitière et performances de reproduction des vaches Montbéliardes en région semi-aride algérienne', Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 61(2), p. 97. Available at: <https://doi.org/10.19182/remvt.10005>.

57. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR). (2019) Site officiel du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Available at: <https://fr.madr.gov.dz> (Accessed: 12 June 2025).

58. Maignan, M., Boudeele, E., Dubois, E. and Michel, G., 2020. Croisement de races. Atelier Doppio, France, n° 26, 4 p. Available at: <https://www.studocu.com/.../zootechnie/web-26-croisement/109373163> (Accessed: 10 June 2025).

59. Manafi, M. (ed.) (2011) Artificial Insemination in Farm Animals. Rijeka, Croatia: IntechOpen, 316 p.

60. Mandon, A. (1948) 'L'élevage des bovins et l'insémination artificielle en Adamaua (Cameroon français)', *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2(3), p. 129. Available at: <https://doi.org/10.19182/remvt.6821>.

61. Marichatou, H. (2004) L'insémination artificielle : conditions pour une bonne réussite. Fiche technique, CIRDES, Bobo-Dioulasso, 4 p. Available at: mashamba.org (Accessed: 10 June 2025).

62. Martínez, J., Reyes, A., Herrera, M., Romero, J., Bernal, R. and Gallego, J., (2023) 'Comparative productive performance of cows born through embryo transfer, artificial insemination and natural mating in dairy and dual-purpose herds raised in tropical conditions', *Reproduction in Domestic Animals*, 58(6), pp. 716–722. Available at: <https://doi.org/10.1111/rda.14409> (Accessed: 10 June 2025).

63. Maupoume, R. (1955) 'L'insémination artificielle des femelles domestiques, son intérêt et ses possibilités en Algérie', *Algerian Annals of Agronomy*, 9(3), pp. 1–47.

64. Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Dahou, A. E., Bounaama, K. and Homrani, A. (2020) 'Characteristics and typology of dairy cattle farming systems in West Region of Algeria', *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*, 20(3), pp. 1–8. Available at: <https://managementjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/88-vol-20-issue-4/3138-characteristics-and-typology-of-dairy-cattle-farming-systems-in-west-region-of-algeria> (Accessed: 11 June 2025).

65. Metourni I, B. (2016) Insémination artificielle (Avantages et techniques). PhD Thesis. Université ibn khaldoun-Tiaret. Available at: <http://dspace.univ-tiaret.dz/handle/123456789/3177> (Accessed: 15 November 2024).

66. M'Hamed, H (2008) Production laitière à Tipaza : Un marché qui n'attire plus, vitaminedz.com. Available at: <https://www.vitaminedz.com/fr/Algerie/production-laitiere-a-tipaza-un-marche-107974-Articles-0-0-1.html> (Accessed: 14 June 2025).

67. M'hamed, H (2024) Sidi Rached (Tipaza) : Une ferme bovine aux grandes ambitions, El watan. Available at: <https://elwatan-dz.com/index.php/sidi-rached-tipaza-une-ferme-bovine-aux-grandes-ambitions> (Accessed: 14 June 2025).

68. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural (MADR). (2003) Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. Alger : MADR, 46 p.

69. MADR, (2019) Statistique agricole : superficies et productions. Série B – campagne 2018–2019. Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d’Information, Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural (Algérie), Alger, 87 p. Available at: <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf> (Accessed: 29 April 2025).

70. Montbéliarde - American Dairy Association North East (2023). Red and White Holstein Dairy Cow in a pasture. Available at: <https://www.americandairy.com/dairy-farms/dairy-cow-breeds/red-and-white-holstein/> (Accessed: 8 March 2025).

71. Mouffok, C.E., L. S. et Belkasmi, F. (2019) ‘Factors affecting the conception rate of artificial insemination in small cattle dairy farms in an Algerian semi-arid area’, Livestock Research for Rural Development, 31(4).

72. N’Diaye, M.A., Cisse, M., Ouedraogo, G.A. and Diop, M. (1990) ‘Caractéristiques du sperme chez le taureau de race Borgou’, Bulletin de l’Académie Vétérinaire de France, 143(3), pp. 283–288.

73. Nimbkar, C., Ghalsasi, P.M., Gurnani, M., Gokhale, S., Sahai, A. et Tonape, V. (2008) ‘Sustainable use and genetic improvement’, Animal Genetic Resources Information, 42, pp. 49–65. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1014233900002558> (Accessed: 16 June 2025).

74. Office National des Statistiques (ONS) (2023) La production agricole : campagne 2020/2021. Alger : Office National des Statistiques. Available at: https://www.ons.dz/IMG/pdf/ProdAgric02020_2021.pdf (Accessed: 28 April 2025).

75. Office National des Statistiques (ONS). (2024) Indice de la production agricole : campagnes agricoles 2008-2009 à 2020-2021. Alger : ONS, 52 p. Available at: https://www.ons.dz/IMG/pdf/ProdAgrico2013_2017.pdf (Accessed: 29 April 2025).

76. Peter, A. (2009) Postpartum anestrus in dairy cattle., Theriogenology. Available at: https://www.researchgate.net/publication/24196886_Postpartum_anestrus_in_dairy_cattle (Accessed: 16 June 2025).

77. Pidoux, R. (1930) *La race bovine montbéliarde*. Thèse vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Lyon, 112 p.

78. Poivey, J.-P. (2007) 'Définition d'un schéma d'amélioration génétique des bovins', Rapport de mission à Mayotte, p. 64.

79. Pond, W.G. et Bell, A.W. (2004) *Encyclopedia of Animal Science*. 1st edn. New York, NY: Marcel Dekker (Taylor & Francis), 952 p.

80. Ponsart, C. et al. (2006) 'Description des signes de chaleurs et modalités de détection entre le vêlage et la première insémination chez la vache laitière', Rencontres autour des recherches sur les ruminants, 1, pp. 273–276.

81. Pursley, J.R., Mee, M.O. et Wiltbank, M.C. (1995) 'Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH', *Theriogenology*, 44(7), pp. 915–923. Available at: [https://doi.org/10.1016/0093-691x\(95\)00279-h](https://doi.org/10.1016/0093-691x(95)00279-h).

82. Rahal, O., Aissaoui, C., Elmokhefi, M., Sahraoui, H., Ciani, E. and Gaouar, S.B.S. (2017) 'A comprehensive characterization of Guelmoise, a native cattle breed from eastern Algeria', *Genetics & Biodiversity Journal*, 1(1), pp. 31–42. Available at: <https://doi.org/10.46325/gabj.v1i1.83> (Accessed: 12 June 2025).

83. Rege, J.E.O. et Gibson, J.P. (2003) 'Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation', *Ecological Economics*, 45(3), pp. 319–330. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00087-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00087-9).

84. Rewe, T.O. (2011) *Croisement de bovins pour une production laitière durable sous les tropiques*. International Journal of Livestock Production. Available at: <https://academicjournals.org/journal/IJLP/article-full-text/1574BAE65001> (Accessed: 16 June 2025).

85. Leborgne, M.-C. et Tanguy, J.-M. (2014) *Reproduction des animaux d'élevage*. 3^e édn. Educagri Éditions, Dijon, 466 p.

86. Roelofs, J., López-Gatius, F., Hunter, R.H.F., van Eerdenburg, F.J.C.M. et Hanzen, C. (2010) 'When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects', *Theriogenology*, 74(3), pp. 327–344. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.02.016>.

87. Souames, S., Berrama, Z. et Hanzen, C. (2020) 'Situation du cheptel bovin et l'importance de l'utilisation de l'Insémination Artificielle en Algérie', *Algerian Journal of Sciences*, 4(8), pp. 28–34. Available at: <https://asjp.cerist.dz/en/article/259710> (Accessed: 15 June 2025).

88. Sandra.D (2021) 'Statistique des insémination sur femelles laitières: le croisement viande. Bilan des insémination bovines 2021'.

89. Segarra J et al. (2014) 'Regard sur l'organisme animal: exemple d'un ruminant, la vache', in *Biologie BCPST1*. Paris France: Ellipses, pp. 383–434.

90. Semara, L., Mouffok, C., Madani, T., Radi, F. and Rezig, N. (2014) 'Environmental factors affecting reproductive traits in cows on Algerian smallholder farms', *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 2(1), pp. 85–95. Available at: <https://doi.org/> (Accessed: 15 June 2025).

91. Soltner, D. (2001) *La reproduction des animaux d'élevage*. 3^e édn. Sciences et Techniques Agricoles, Paris, 224 p.

92. Souames, S. (2015) 'Survey of Artificial Insemination Practices in Algeria', *Research Journal for Veterinary Practitioners*, 3(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.14737/journal.rjvp/2015/3.1.1.9>.

93. Sow, M. (2021) *Effets du stress thermique sur la réussite à l'insémination animale chez les bovins*. Mémoire d'ingénieur agronome, Institut Agro Montpellier/Coopérative XR REPRO, 56 p. Available at: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03719468v1> (Accessed: 13 June 2025).

94. Tannoudji, J.-C. et Counis, Y.-R. (2014) *La sécrétion des hormones gonadotropes hypophysaires*. Versailles, France: Éditions Quae, 184 p.

95. Taveau, J.C. et Julia, J. (2013) *Physiologie et pathologie de la reproduction de la vache : élaboration de ressources pédagogiques en ligne à partir d'images échographiques de l'appareil génital*. Mémoire/Dossier pédagogique, Université Ibn Khaldoun de Tiaret, 65 p.

96. Algérie. (2023) Loi n° 22-20 du 24 décembre 2023 : relative à la gestion, à la protection et au développement durable du patrimoine forestier national. *Journal Officiel de la République Algérienne*, n° 83, pp. 5–22.

97. Wright P F (2022) Maladies infectieuses chez l'animal : l'importance du diagnostic. 2022. rapport n° anses-03525435. Disponible sur : <https://anses.hal.science/anses-03525435v1>. Consulté le 20 mars 2025.