République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Chadli Ben Djedid –El-Tarf
Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département des Sciences Vétérinaires

Thèse :

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat **Ès-sciences** en Sciences Vétérinaires

Option : Maîtrise des facteurs de la reproduction chez les herbivores.

Spécialité : Reproduction des animaux domestiques

Titre :

Impact des caractéristiques du troupeau et des pratiques d'élevage sur les performances de reproduction des vaches laitières dans le Nord-est algérien

Soutenue publiquement par : Mme Abir HAOU, épouse Gherissi

Devant les membres de Jury :

1	MERDACI Latifa	MCA	Université Chadli Ben Djedid El-Tarf.	Présidente du jury
2	SAIDI Radwan	Professeur	Université Amar Telidji - Laghouat.	Examinateur de thèse
3	SAFSAF Boubakeur	Professeur	Université Hadj Lakhdar- Batna 1.	Examinateur de thèse
4	KAIDI Rachid	Professeur	Université Saad Dehlab - Blida - Alger.	Examinateur de thèse
5	HADEF Ahmed	Professeur	Université Chadli Ben Djedid El-Tarf.	Examinateur de thèse
6	MIROUD Kamel	Professeur	Université Chadli Ben Djedid El-Tarf.	Directeur de la thèse

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Au nom de Dieu le miséricordieux, Louange à Allah, le Seigneur des mondes.

Je voudrais, en premier lieu, remercier le Professeur Kamel MIROUD pour avoir accepté de diriger le présent travail. Ses conseils et sa constante disponibilité m'ont été d'une aide inestimable. À ses côtés j'ai beaucoup appris.

Je tiens également à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon humble travail.

Je commencerai par le Dr MERDACI Latifa pour avoir bien voulu accepter de présider notre jury ;

Mes profonds respects vont aux Professeurs examinateurs externes et internes:

- M. R. SAIDI;
- M. B. SAFSAF.
- M. R. KAIDI.
- M. A. Hadef

Pour avoir accepté de juger notre modeste contribution à la science

Je remercie tous les ingénieurs, techniciens et administratifs des DSA qui ont bien voulu accepter de nous aider à réaliser notre travail de recherche.

Merci à mes collègues docteurs vétérinaires inséminateurs pour leur aide matérielle, spirituelle, patience et gentillesse.
Je n'oublierai pas, bien sûr, de particulièrement remercier les éleveurs pour leur accueil et l'échange d'informations.
Je remercie touts mes collègues et mes enseignants (es) ainsi que le corps professoral et administratif de l'Université Chadli Ben Djedid d'El-Tarf.

Et enfin, je tiens vivement à remercier toute personne qui de près ou de loin m'a soutenue durant mon parcours de recherche.

Dédicaces

بسم الله الرحمن الرحيم

Tous les mots et toute l'encre ne suffiront pas, pour exprimer les sentiments d'amour, de respect et de gratitude que j'éprouve à l'égard des êtres que je chéris le plus au monde :

Ma Mère, Mon Père

Je vous aime.

À

Atef, mon frère et à sa petite famille ;

Mes sœurettes Afef, Linda et sa petite famille.

Mohamed Ali mon petit frère.

Salim mon cher époux et ma belle famille,

Mes adorables enfants Lina Djihane, Islam, Aya Sophia mes sourires et mon bonheur dans la vie.

À la mémoire de mes grands-parents.

À tous ceux qui sont chers à mon cœur.

Résumé

L'étude a porté sur les effets des caractéristiques du troupeau (race, taille, parité et zone d'étude), les pratiques d'élevage (pratique du flushing, nature de l'œstrus, protocoles hormonaux et durée du tarissement) et les pathologies (la rétention placentaire, l'avortement, les boiteries et les dystocies) sur les taux de fécondité et de fertilité, dans la région du Nord-est algérien, de 721 vaches laitières (VL) en races Montbéliarde (n=379) et Prim'Holstein (n=343) réparties sur 23 troupeaux, nées et mises à la reproduction en Algérie. Les paramètres de fécondité calculés en moyenne ont révélé un intervalle entre le vêlage et la 1ère chaleur de 86,8±48,1 jours, une période d'attente IV-IA1 de 108 ±80,4 jours, une période de reproduction IAI-IAf de 42,9±85,2 jours, un intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante (IV-IAf) de 152± 116 jours et un intervalle entre vêlages de 427 ±122,8 jours. Un taux de réussite en 1ère insémination de 54,8%, un index de fertilité apparent de 1,83 et un pourcentage de VL inséminées 3 fois et plus pour être fécondées de 19,3% ont été enregistrés. La fécondité plus que la fertilité est loin des objectifs recherchés. La race n'a eu aucun effet significatif sur la fertilité (*p>0,05*), mais les performances de reproduction variaient significativement en fonction de la taille du troupeau (*p<0,05*), de la parité (*p<0,05),* de la région d'étude (*p<0,05),* de la pratique du flushing *(p<0,05)*. La fécondité était moindre chez les animaux dont la durée du tarissement dépassait 60 jours (*p< 0,05*) et tous les paramètres de fertilité étaient significativement meilleurs (p<0,05) lorsque l'IA se faisait sur chaleur naturelle que sur chaleur induite (p< 0,05). Des pourcentages globaux moyens des TRIA1 de 32,18±18, 48%, 28,29±17,64% et 54,19±23,98% ont été enregistrés dans les troupeaux traités. Le taux de gestation (TG) était meilleur lorsque les VL étaient induites par la PGF2α (72,22%) et le TRIA3 et + était moindre lorsque le traitement se faisait à base de PRID DELTA (14,54%). Ce sont les boiteries et les avortements qui ont affecté le plus la fertilité (*p<0,05*). La baisse de fécondité était significative chez les vaches ayant eu une période sèche supérieure à 60 j (*p< 0.05*), Une mise tardive à la reproduction était le paramètre qui a affecté le plus les performances de reproduction ; les traitements hormonaux néanmoins ont favorisé la fécondité, mais n'ont pas affecté le niveau de fertilité des troupeaux.

Mots clés :

Vache laitière –fécondité –fertilité – taille du troupeau – type d'œstrus –Algérie.

Abstract

This study focused on the effects of herd characteristics (breed, size, parity and study area) and breeding practices (flushing, drying off period, type of estrus and hormonal treatments) and pathologies (retained placenta, abortion, lameness and dystocia) on the fecundity and fertility levels of 721 dairy cows (379 of the Montbéliarde breed and 342 of the Prim'Holstein breed) raised in north-eastern Algeria. The fecundity parameters showed an interval between calving and 1st heat (IV-C1) of 86,8 ± 48 days (d), a waiting period (PA) of 108 ± 80,4 d, a reproductive period (PR) of 42,9 ± 85,2 d, an interval between calving and conception (IV-IF) of 152 ± 116 d and a calving interval (IVV) of 427 ± 122 d whereas fertility parameters showed a first insemination-conception rate of 54, 8% (TRIA1), a total fertility index (IFT) of 2, 26, an apparent fertility index (IFA) of 1, 83, a percentage of dairy cows inseminated more than twice of 19, 3 (% >2 IA) and a total mean conception rate following the first artificial insemination (TGT-IA1) of 44, 3%. Both fecundity and fertility parameters were far from standard values. The breed had no significant effect on fertility ($p> 0.05$) but the reproductive performances varied significantly according to the mean size of the herd [16-50] vs. [51-500] ($p <0.001$), parity ($p <0.000$), study region ($p<0.000$), flushing practice ($p<0.000$) and type of estrus ($p<0.05$). Mean overall TRIA1 percentages of 32.18±18.48%, 28.29±17.64% and 54.19±23.98% were recorded in the herds followed up. The pregnancy index (TG) was better when dairy cows were induced by PGF2α (72.22%) and the rate of AI success after 3 inseminations (TRIA3 and+) was lower when the treatment was based on PRID DELTA (14.54%). Lameness and abortion affected fertility (p<0.05).The fecundity was significantly decreased in animals that had a drying-off period longer than 60 d ($p< 0.05$). An extended period to the first insemination was the parameter that affected most the reproduction performances. The hormonal treatment favored fecundity but did not improve the fertility level of herds.

Keywords:

Fertility –fertility –herd size –type of estrus –milk cows –Algeria.

الملخـــــص

ركزت الدراسة على آثار خصائص القطيع (السلالة ، الحجم ، التكافؤ ومنطقة الدراسة) وممارسات التربية (ممارسة الفلوشنق، مدة فترة الجفاف طبيعة الشبق والبروتوكولات الهرمونية) وكذا الأمراض (المشيمة المحتبسة ، الإجهاض ، العرج وعسر الولادة) على معدلات الخصوبة من 721 بقرة (LV) في مونبيليارد (العدد = 379) وبريم هولشتاين (العدد = 343) موزعة على 23 قطيعًا ولدت وترعرعت في الجزائر. كشفت معلمات الخصوبة المحسوبة في المتوسط عن فاصل زمني بين الولادة والحرارة الأولى 86.8 ± 48 يومًا ، وفترة انتظار IV-IA1 تبلغ 108 ± 80.4 يومًا ، وفترة تكاثر IAI-IAf تبلغ 42.9 ± 85.2 يومًا ، وهي الفترة الفاصلة بين الولادة و التلقيح خلال IV- IAf 152 ± 116 يوم وفترة بين الولادة 427 ± 122.8 يوم. بلغ معدل نجاح التلقيح الأول 54.8٪ ، ومؤشر الخصوبة الظاهر 1.83 ، نسبة الأبقار الحلوب الملقحة 3 مرات أو أكثر للتخصيب 19.3٪. الخصوبة أكثر من الخصوبة بعيدة كل البعد عن الأهداف المرجوة. لم يكن للتكاثر تأثير معنوي على الخصوبة ($p> 0.05$) ، لكن الأداء التناسلي اختلف بشكل كبير مع حجم القطيع ($p <0.05$) ،منطقة الدراسة($p <0.05$) و لقد كانت الخصوبة أقل في الحيوانات ذات فترة الجفاف لأكثر من 60 يومً ($p <0.05$) . كانت جميع مؤشرات الخصوبة أفضل بشكل ملحوظ ($p<0.05$) عندما تم إجراء الذكاء الاصطناعي على الحرارة الطبيعية عن المستحثة ($p<0.05$). تم تسجيل متوسط النسب المئوية الإجمالية منTRIA1 32.18 ± 18.48٪ ؛ 28.29 ± 17.64٪ و 54.19 ± 23.98٪ للقطعان بواسطة المعالجة. كان TG أفضل عندما تم تحفيز الابقار الحلوب بواسطة PGF2α 72.22٪) لكن TRIA3et + كان منخفضًا عندما كان العلاج يعتمد على PRID DELTA 14.54٪) ، أثر العرج والإجهاض على الخصوبة ($p<0.05$).

كان التكاثر المتأخر هو العامل الأكثر تأثيرًا على الأداء الإنجابي ، عدلت العلاجات الهرمونية الخصوبة و لم تعمل على تحسين مستوى الخصوبة للقطعان.

الكلمات المفتاحية

الخصوبة - حجم القطيع - نوع الشبق - الأبقار الحلوب - الجزائر.

Sommaire

Remerciements	***i***
Dédicaces	***ii***
Résumés français/anglais/arabe	***iii-v***
Liste des figures	***vi-viii***
Liste des tableaux	***ix***
Liste des schémas	***x***
Liste des signes et abréviations	***xi***

Introduction générale

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Caractéristiques de l'élevage bovin laitier en Algérie…….……..5

Introduction ……..……..……..……5

1.1. Rappel des différents systèmes d'élevage……..……6

1.2. Le cheptel bovin : dans le monde et en Algérie…….……7

1.3. Typologie de l'élevage bovin laitier en Algérie……8

1.4. Systèmes d'élevage bovin en Algérie……8

1.5. Situation du cheptel bovin national et contraintes……9

1.5.1. Contraintes……10

Chapitre II : Physiologie du postpartum chez la vache laitière……..12

2.1. Physiologie de la reproduction du postpartum……12

2.1.1. L'involution utérine……...12

2.1.1.1. Les modifications anatomiques aboutissant à la réduction de la taille de l'utérus……..…13

2.1.1.2. Les modifications histologiques ……14

2.1.1.2.1. L'élimination des tissus et des liquides (lochies)…….……...14

2.1.1.2.2. La résorption de l'œdème tissulaire……14

2.1.1.2.3. Le processus de régénérescence tissulaire……...…14

2.1.1.3. Les modifications bactériologiques et immunologiques……...14

2.1.2. Le contrôle hormonal de l'involution utérine……..……..15

2.1.3. L'identification du comportement de chaleur…….…...15

1.3.1. La reprise du cycle sexuel et manifestations comportementales d'œstrus……15

1.3.2. L'importance de la physiologie de l'activité ovarienne postpartum chez la vache laitière.....……16

1.3.3. Le contrôle de la reprise d'activité ovarienne ……..17
2.2. Les anomalies de reprise de cyclicité après vêlage ……19
2.2.1. Les chaleurs non observées ……20
2.2.1.1. L'anœstrus vrai ……..…20
2.2.1.2. Les chaleurs silencieuses (suboestrus)…… ….21
2.2.1.3. La persistance du corps jaune ou phase lutéale prolongée ……21
2.2.1.4. L'œstrus non détecté……..22
2.2.1.4.1. La méconnaissance des vrais signes des chaleurs ……...…22
2.2.1.4.2. La taille du troupeau…….. ……23
2.2.1.4.3. La durée de l'œstrus ……..23
2.2.1.4.4. La stabulation ……24
2.2.1.4.5. Les boiteries……...…24
2.2.2. Les défauts d'ovulation ……24
2.2.1. L'ovulation retardée……..24
2.2.2. L'anovulation……24
2.2.3. Les kystes ovariens ……...25
2. 2.2.4. L'insuffisance lutéale……....25
2. 3. Le déséquilibre hormonal……...25
2.3. Les facteurs de risque de la reprise de l'activité ovarienne postpartum ……26
2.3.1. L'impact sur les performances de la reproduction ……..26
2.3.2. Les facteurs liés à l'animal ……...…26
2.3.2 .1. La race et la génétique ……26
2.3.2 .2. L'âge et la parité……...27
2.3.2 .3. La production laitière……...…..28
2.3.3. Les facteurs liés à l'environnement et à la conduite d'élevage ……28
2.3.3.1. La saison……..…..…28
2.3.3.2. La durée du tarissement ……..…..…..29
2.3.3.3. L'allaitement ……...29
2.3.3.4. La taille de troupeau ……30
2.3.4. Les facteurs liés à l'alimentation……..……31
Chapitre III : L'insémination artificielle …… 32
3.1. Les facteurs de risque limitant la réussite de l'IA ……...…34
3.1.1. La fertilité du sperme utilisé……34
3.1.2. L'expérience de l'inséminateur ……..…….35
3.1.2.1. L'inséminateur……...…35
3.1.2.2 L'éleveur……..……..…...35
3.1.3. Le niveau de fertilité général du troupeau……36
3.1.3.1. Le mode de conduite des troupeaux ……..36
3.1.3.2. La conduite de la reproduction ……36

3.1.3.3. Les pratiques d'élevage……..37
3.1.3.3 .1. La qualité de la détection des chaleurs ……..37
3.1.3.3 .2 . La pratique du Flushing……37
3.1.3.3 .3. La nature d'œstrus ……37
3.1.3.3 .4. La période de transition…….40
3.2. Les paramètres de reproduction ……..…40
3.2.1. La mesure objective de la fertilité et de la fécondité d'un troupeau laitier……..….. 40
3.2.2. Les critères du bilan de reproduction…….. 41
3.2.2.1. Les paramètres de fécondité……...41
3.2.2.1.1. L'Intervalle entre vêlages et la première chaleur……41
3.2.2.1.2. L'Intervalle entre vêlages et la première insémination……...…41
3.2.2.1.3. L'Intervalle entre première l'insémination et insémination fécondante……42
3.2.2.1.4. L'Intervalle entre vêlages et l'insémination fécondante……..…….…..42
3.2.2.1.5. L'Intervalle entre vêlages……42
3.2.2.2. L'appréciation de la fertilité ……..43
3.3. Les pathologies du postpartum……44
3.3.1. Les dystocies……44
3.3 .1.1. L'impact des dystocies sur les performances de reproduction ……44
3.3.2. La rétention placentaire …….....45
3.3.2.1. L'impact de la rétention placentaire sur les performances de reproduction …….……45
3.3.3. Les avortements…….....46
3.3.4. Les affections podales (boiteries)……..…46

ÉTUDE EXPERIMENTALE

1. Introduction ……...……..…49
2. Matériel et méthodes……...……...……..….51
2.1. Lieu et animaux……..……51
2.2. Le mode d'élevage et la période d'étude…… ……53
2.3. Le mode de la reproduction ……...…….……54
2.4. Le contrôle hormonal de l'œstrus ……...……54
2.4.1. Les protocoles de synchronisation ou d'induction d'œstrus……...……54
2.5. Les paramètres de la fécondité et de la fertilité……..…….……57
2.6. La collecte et l'analyse statistique…….....58
3. Résultats……..……61
3.1. Performances individuelles de la reproduction des vaches laitières et des troupeaux laitiers……....62
3.1.1. Paramètres de fécondité et de fertilité à l'échelle des vaches laitières et à l'échelle troupeau……62
3.1.2. Effet des facteurs fixes sur le niveau de la fertilité…….....66
3.1.2.1.. L'index de fertilité apparent et total des troupeaux laitiers……..66

3.1.2.2. Taux de réussite moyen d'IA (TRIA1, TRIA3et plus, TG) par troupeau et par vache laitière……68
3.2. Facteurs limitant la réussite de l'insémination artificielle ……..……..……..……..70
3.2.1. Caractéristiques d'élevage…….……..……...70
3.2.2. Pratiques d'élevage…….……...72
3.3. Paramètres de fécondité et de fertilité des exploitations utilisant les protocoles de synchronisation et d'induction d'œstrus (zone d'El-Tarf et Constantine)…….....75
3.3.1. Paramètres de fécondité (VIf- IVV) et de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et + et TG) globaux par troupeau……...75
3.3.2. Facteurs limitant ……..……78
3.4. L'analyse factorielle en correspondance multiple (AFCM) des variables étudiées……..83
3.5. Les pathologies du postpartum …….……...87
4. Discussion……..……89
5. Conclusion générale et recommandations…….104
Références bibliographiques…….108
Annexes

Liste des figures

Figure 1:Graphique représentant l'évolution du cheptel mondial des vaches laitières (10^6 de têtes). Source : CNIEL, 2013G 7
Figure 2: Importations algériennes agricoles en valeur et quantité 2001-2017 (source : Trademap FAO). 9
Figure 3 : Evolution de l'utérus de la vache après le vêlage (TECHNA, 2020)..... 13
Figure 4 : Régulation neuro-endocrinienne de la vache lors de son cycle sexuel (d'après UNCEIA Groupe Fertilité Femelle, 2006) cité dans Ledoux, 2011). 17
Figure 5 : Évolution des concentrations sanguines en LH/FSH et œstradiol 17B (E2)/ progestérone (P4) au cours du temps pendant l'œstrus chez la vache (Sumiyoshi et al., 2014). 18
Figure 6 : Anomalies de reprise de la cyclicité ; les différents profils de reprise d'activité et leur fréquence (Saint Dizie, 2008). 19
Figure 7: Illustration de la notion d'anœstrus pathologique (Courtheix ,2016). 20
Figure 8: Durée des chaleurs et place de l'IA par rapport au début des chaleurs (Fournier et al., 2014a) cité dans (Courtheix, 2016). 23
Figure 9 : Effet des anomalies de la reprise d'activité ovarienne après vêlage sur le taux de réussite en première insémination artificielle (TRIA1) chez la vache laitière cité dans (Grimard et Disenhaus, 2005). 26
Figure 10: Fréquence des retours après la première insémination artificielle (IA1) chez les vaches de race Holstein, Montbéliarde et Normande (toutes lactations confondues, campagne 2003 ; modifié de Barbat et al., 2005)(cité dans Ledoux,2011). 27
Figure 11 : Variabilité des paramètres de fertilité des fermes selon la saison de vêlage (Mouffok et al., 2007). 28
Figure 12: Détection et expression discrète des chaleurs (Saint-Dizier, 2008)..... 30
Figure 13 : Dépôt de la semence près de l'oviducte avec le Ghent device (Van Soom et al., 2004)..... 35
Figure 14 : Carte conceptuelle des mécanismes potentiels de la maturation placentaire (Hanzen, 2015). 45
Figure 15: Profils hormonaux chez des vaches fortement boiteuses, modérément boiteuses ou saines, d'après (Walker et al ., 2008). 47
Figure 16: Carte géographique présentant la zone d'étude (Google earth modifié). 51
Figure 17 : Répartition des deux races des vaches laitières au sein des troupeaux étudiés. (Prim'Holstein et Montbéliard). 52
Figure 18 : Un Bâtiment d'élevage / Élevage semi-intensif de bovin laitier de race MO au niveau de la ferme de Séraidi (Annaba, Constantine). 53
Figure 19 : Tableaux des suivis des élevages laitiers de VL et des protocoles menés dans les exploitations à Constantine. 59
Figure 20 : Valeurs descriptives de l'IV-IC1par troupeau (n= 23 ; A). 63

Figure 21 : Valeurs descriptives de l'IV-IA1 par troupeau (n= 23 ; A) et pourcentage des élevages avec IV-IA1 moyen supérieur ou inférieur au seuil de 80 jours post-partum (B). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage. La différence entre la moyenne de l'IV-IA1 est très hautement significative, p<0,001). 64
Figure 22 : Valeurs descriptives de l'IA1-IAf par troupeau (n= 23). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (30j pp). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (100 jr pp) .La différence entre la moyenne de l'IA1-IAf est très hautement significative, p<0,001). 64
Figure 23 : Valeurs descriptives de l'IV-V par troupeau (n=23). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (400 j pp). La différence entre la moyenne de l'IV-V est très hautement significative, p<0,001). 65
Figure 24 : Valeurs descriptives du nombre moyen d'IA par vache dans les troupeaux étudiés (n= 23 ; A) et distribution des élevages selon le numéro de l'IA de réussite (B). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage. La différence entre les troupeaux est hautement significative, p<0,01. 66
Figure 25 : Index de fertilité apparent (IFA) des deux races étudiées. (95% CI Nombre total des inséminations par animal : Intervalle de confiance du résultat de comparaison de moyenne entre les deux races Montbéliard et Prim'Holstein quant à la différence entre le nombre d'IA par animal). 67
Figure 26 : Index de fertilité des vaches laitières Montbéliardes (M) et Prim'Holstein (PH) par troupeau. 67
Figure 27 : Taux de réussite moyen (TRIA1) des vaches laitières Montbéliardes (M) et Prim'Holstein (PH) par troupeau. 68
Figure 28 : Pourcentage moyen de vaches laitières (Repeat breeder) Montbéliardes et Prim'Holstein à 3 inséminations artificielles et plus pour être fécondées par troupeau. 68
Figure 29 : Taux de gestation moyen des VL en IA1 (TGIA1) en troupeau laitier étudié. 69
Figure 30:Valeurs descriptive de VIF (A) et de l'IV-V (B) par troupeau (n= 11). La ligne réfère au seuil objectif par élevage. 75
Figure 31: Taux de réussite global moyen (TRIA1, TRIA3 et +, TG) des vaches laitières Montbéliarde et Prim'Holstein par traitement hormonal. 76
Figure 32: Taux de réussite moyen global (TRIA1, TRIA3 et +, TG) des vaches laitières Montbéliarde et Prim'Holstein traitées par troupeau (n=11). 77
Figure 33 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par parité. 79
Figure 34 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par race. 80
Figure 35 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par site d'étude. 81
Figure 36 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par taille du troupeau. 82
Figure 37 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) par inséminateurs. 83

Figure 38 : Diagramme des mesures de discrimination des variables étudiées par l'AFCM des troupeaux laitiers d'El-Tarf et Constantine. 84
Figure 39: Diagramme du tracé double des variables et des modalités analysées et étiquetées par les troupeaux d'El-Tarf et Constantine. 86

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evolution des principaux ratios au sein de la filière lait en Algérie (Lazreg et al ., 2020)..... 7
Tableau 2 : Fréquence de l'expression des chaleurs en fonction du rang d'ovulation en post-partum (pp) observée dans 4 études chez la vache laitière (Cornu, 2012)..... 15
Tableau 3 : Taux de réussite en IA 1 en fonction de la durée du cycle précédant l'insémination (Grimard et Disenhaus, 2005 basé sur Royal et al., 2000b)..... 22
Tableau 4: Évolution des taux d'IA en Algérie et dans le monde..... 33
Tableau 5: Influence du nombre d'observations sur la qualité de la détection des chaleurs (Chastant-Maillard, 2008)..... 37
Tableau 6 : Taux de réussite et de gestation chez les vaches laitières ayant eu un traitement-hormonal..... 38
Tableau 7 : Valeurs moyennes différentes de la période d'attente dans le monde. 41
Tableau 8 : Valeurs moyennes différentes de l'intervalle vêlage-vêlage dans le monde..... 42
Tableau 9 : Critères de performances de reproduction (Vallet et al ., 1998). 43
Tableau 10: Zones d'étude (Classification de Köppen) et pourcentage de vaches laitières détenues dans chaque wilaya..... 52
Tableau 11: Description des facteurs étudiés. 55
Tableau 12 : Valeurs des performances de reproduction des vaches laitières. 62
Tableau 13:Matrice de corrélation de Persan entre les paramètres de reproduction étudiés. .. 65
Tableau 14: Paramètres de fécondité et de fertilité selon la race. 70
Tableau 15:Paramètres de fécondité et de fertilité selon la taille du troupeau..... 70
Tableau 16:Paramètres de fécondité et de fertilité selon la parité..... 71
Tableau 17: Paramètres de fécondité et de fertilité selon la zone d'étude. 71
Tableau 18 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon la pratique du flushing..... 72
Tableau 19 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon la durée du tarissement..... 73
Tableau 20: Paramètres de fécondité et de fertilité selon le type des chaleurs. 74
Tableau 21: Paramètres de la fécondité et de la fertilité globaux selon la parité, la race, le site d'étude, la technicité des inséminateurs, la taille du troupeau, la saison d'IAf et la saison des vêlages des troupeaux traités par les différents protocoles (n=11). 78
Tableau 22 : Tableau des variables transformées des corrélations après normalisation des variables principales..... 85
Tableau 23 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon les pathologies enregistrées durant la période d'étude..... 87

Liste des schémas

Schéma 1 : Les différents systèmes d'élevage (Lhoste Ph., 1984)……22

Schéma 2: Schéma fonctionnel du système d'élevage (Lhoste Ph., 1984)……22

Liste des signes et des abréviations

CIDR : Controlled internal drug release.
E2 : Œstrogèn e.
eCG : Gonadotrophine chorionique équine
IA : Insémination artificielle.
IA1–IAf : Intervalle 1ére insémination - Insémination fécondante.
IAf : Insémination artificielle fécondante.
IC : Index de conception
IFA : Index de fertilité apparent
IFT : Index de fertilité totale
IV–C1 : Intervalle vêlage - 1ére chaleur
IV–IA1 : Intervalle vêlage- 1ére Insémination artificielle
IV–IAf : Intervalle vêlage- Insémination artificielle fécondante.
IV–V : Intervalle vêlage-vêlage
J : Jour
L : Litre
MB : Montbéliarde.
Onab : Office national des aliments du bétail et de l'élevage avicole
Ovsynch = Protocole GPG (GnRH-prostaglandines F2α-GnRH) (synchronisation des ovulations).
P4 : Progestérone
PA : Période d'attente
PGF2α : Prostaglandine F2α
PH : Prim'Holstein
PL : Production laitière
PLP : Phase lutéale prolongée
PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin.
pp : Postpartum
PR : Période de reproduction
RC : Retard de cyclicité.
TG : Taux de gestation
TRIA1 : Taux de réussite en première insémination artificielle.
TRIA à 3 et + : Taux de réussite en insémination artificielle nécessitant 3 inséminations et plus.
VIf : Vêlage insémination fécondante.
VL : Vache laitière.

Introduction générale

Introduction générale

L'économie mondiale subit un ralentissement généralisé et plus marqué qu'attendu, avec une inflation qui atteint des niveaux jamais vus depuis plusieurs décennies ; l'invasion de l'Ukraine par la Russie et la persistance de la pandémie de COVID-19 sont autant de facteurs qui pèsent lourdement sur les perspectives (FMI , 2022).

La crise sanitaire due à la pandémie de Covid-19 a impacté actuellement la sécurité alimentaire, la nutrition et les moyens de subsistance dans le monde en perturbant la production, la transformation, le transport, la vente et la consommation des produits animaux (FAO, 2020). En 2020, entre 720 et 811 millions de personnes dans le monde souffraient de la faim, soit 118 millions de plus qu'en 2019 ; même si la disponibilité alimentaire mondiale moyenne par personne devrait croître de 4 % d'ici à 2030, il sera difficile d'éradiquer la faim (FAO, OCDE, 2020).

C'est pourquoi les pays doivent assurer leur sécurité alimentaire afin de faire face aux crises qui peuvent perturber les cours mondiaux des produits agricoles de base (IFPRI, 2020 ; Martin et al ., 2020).

L'Algérie est un grand importateur de lait sous toutes ses formes. Elle a un besoin crucial en cette denrée animale d'une part pour couvrir les besoins d'une population majoritairement juvénile et d'autre part pour pallier au manque flagrant des productivités de ses vaches, chèvres, brebis et chamelles.

Pour pouvoir couvrir ses besoins en lait, estimés à 4,5 milliards de litres/an, et de là réduire ses niveaux d'importation qui avoisinent les 500.000 tonnes /an pour un montant de 1,2 milliard de dollars (ONIL, 2019), la quantité totale de lait frais issue des vaches, chèvres et chamelles) devrait augmenter considérablement (L'Econews , L'info économique et Financière en continu , 2022).

Il est à préciser que la quantité de lait produite à l'échelle nationale est estimée à 3,5 milliards de litres par an, dont 814 millions sont destinés aux produits laitiers et plus de 750 millions sont destinés aux ménages, tandis que le reste est orienté vers la transformation domestique ou vers de petites activités non déclarées (ONIL ,2019).

La situation des élevages bovins laitiers nationaux est particulière, du fait que notre pays a besoin de deux millions de vaches laitières contre 932.875 têtes actuellement (pour repeupler les bâtiments d'élevage qui et développer davantage l'élevage laitier à travers la promotion des pépinières de génisse au niveau national (MDAR ,2019).

De plus, la majeure partie des élevages est située dans des zones semi-arides souvent affectées par la sécheresse. Élever des vaches laitières, grandes consommatrices d'herbe verte, demeure ainsi une gageure pour le secteur laitier (Yozmane et al ., 2019).

La fertilité est un facteur majeur dans la détermination de la rentabilité et de l'efficacité globales d'un troupeau laitier (Plaizier et al., 1998 ; Inchaisri et al ., 2010 ; Cabrera , 2014) et notamment chez les vaches laitières chez qui les performances de reproduction sont facilement altérées (Picard – Hagenn , 2016) et tout retard dans la conception lié à une mauvaise gestion de la fonction de reproduction ou à un dysfonctionnement de cette fonction chez l'animal entraine nécessairement une perte de production qui augmente avec l'allongement de la période postpartum (Singh et al., 2017).

La baisse des performances de fertilité entraîne l'augmentation des coûts d'insémination et vétérinaire, des taux de réforme et la modification du calendrier des futures lactations (Boichard , 1990 ; Ribeiro et al., 2012).

En parallèle, les éleveurs sont de plus en plus en attente d'animaux faciles à élever « fonctionnels » pour réduire les coûts, interventions et astreintes dans des élevages de taille croissante (Bronchard et al., 2013) sans oublier que le problème de l'absence de chaleur ou des intervalles irréguliers entre les chaleurs leurs compliquent la décision de la mise à la reproduction de la vache (Ledoux et al.,2011). Les facteurs de risque de l'interruption de la gestation sont multiples on cite ceux liés à l'animal, à l'environnement et à la conduite de l'élevage (Ledoux, 2011) et la connaissance de ces facteurs est essentielle pour une gestion efficace et une estimation précise des valeurs d'élevage (Nyamushamba et al., 2014).

Toutefois, il existe une variabilité des élevages et selon Vallet et al (1998) la méthode du suivi est basée sur une approche de l'infécondité du troupeau, et non sur l'approche de l'infécondité de quelques individus, c'est-à-dire qu'elle vise à mettre en évidence la ou les causes communes à l'infécondité du plus grand nombre de vache (Vallet et al., 1998).

Ceci signifie que ces animaux doivent accomplir leur cycle productif dans un délai en conformité avec une rentabilité optimale d'un veau par vache et par an. Si la conduite d'élevage en Algérie continue telle qu'elle est pratiquée, il est peu probable que les performances animales s'améliorent (Miroud et al., 2014).

C'est dans ce sens que les pratiques de gestion de la fertilité sous forme de nouveaux outils et technologies ont été développées et adoptés dans les fermes laitières commerciales au cours des décennies précédentes (Moore et Thatcher, 2006 ; Moore et Hasler , 2017).

Le recours à l'insémination artificielle (IA) est considéré comme l'un des outils les plus performants et les plus économiques de diffusion du matériel génétique à l'effet d'améliorer les productivités animales et notamment au niveau de la filière laitière. L'Algérie a eu recours à cette technique de reproduction depuis les années 80 sans que les productions connaissent une quelconque amélioration.

Dans cette optique la présente thèse a consisté, en un premier lieu, à évaluer le bilan de la reproduction des performances de reproduction en fonction des différentes caractéristiques et pratiques liées aux élevages laitiers pour le situer par apport aux valeurs « objectif » recherchées (Hanzen , 1994 ;Vallet et al.,1998).L'objectif visait à identifier les facteurs de risque qui limitent la réussite de l'insémination artificielle de la vache laitière élevée au Nord-est algérien puis de déterminer leurs impacts respectifs sur le niveau de la fécondité et de la fertilité totale et apparente à l'échelle individu et à l'échelle des troupeaux.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Caractéristiques de l'élevage bovin laitier en Algérie.

Introduction

Depuis les années 60, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) offre son assistance à différents pays afin de caractériser leurs ressources zoo- génétiques pour l'alimentation et l'agriculture et pour développer des stratégies de conservation (FAO, 1984).

Objectiver la fécondité d'un troupeau laitier et ainsi le maintenir rentable en termes de production et de reproduction n'est pas anodin. D'autant que la période de transition est l'étape physiologique la plus critique pour les bovins laitiers (Grummer, 1995 ; Van Saun, 2016), la fertilité est un facteur majeur dans la détermination de l'efficacité globale d'un troupeau laitier (Plaizier et al., 1998 ; Inchaisri et al ., 2010 ; Cabrera , 2014).

Il est difficile de rentabiliser les élevages laitiers si les vaches ne sont pas fécondes dans un délai (IV-IAf 100 j pp) « Objectif » raisonnable après mise bas ; l'allongement de l'intervalle vêlage –vêlage est inévitable (Vallet et al., 1998).

En races laitières, les vaches Prim'Holstein cumulent les handicaps : difficulté de reprise de cyclicité des primipares, nombreux profils anormaux et durée des cycles allongée. La race Montbéliarde semble présenter une situation intermédiaire, avec de fréquents retards et interruptions de cyclicité (Disenhaus et al., 2008). Ces deux races représentent l'essentiel de la population bovine productrice de lait en Algérie.

1.1. Rappel des différents systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage (schéma 1 et 2) résultent des relations entre un troupeau, un éleveur, l'espace et les ressources pastorales, une fois le cheptel est caractérisé et afin de pouvoir gérer la reproduction il est impératif de mettre en place un suivi de reproduction nécessaire à l'établissement d'un bilan de reproduction ((Bensaha ,2015 ; Hanzen ,2009) (Annexe 02).

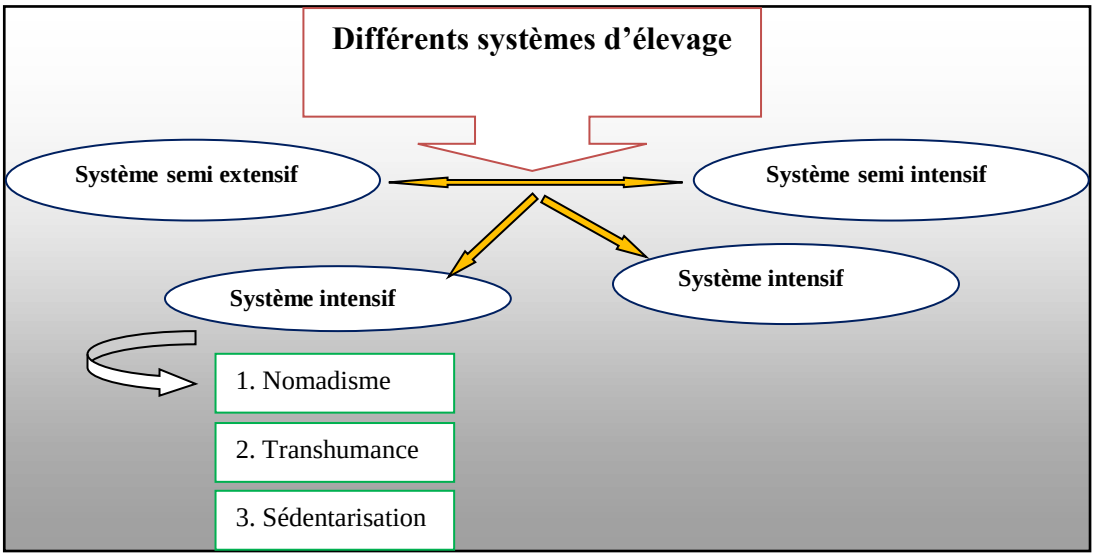


Schéma 1 : Les différents systèmes d'élevage (Lhoste, 1984).

Un suivi qui concernera :

Les modes de la reproduction des troupeaux.
Leurs alimentations au cours du temps et en fonction des âges des animaux.
La couverture sanitaire des animaux.
Leurs exploitations et leurs performances zootechniques.

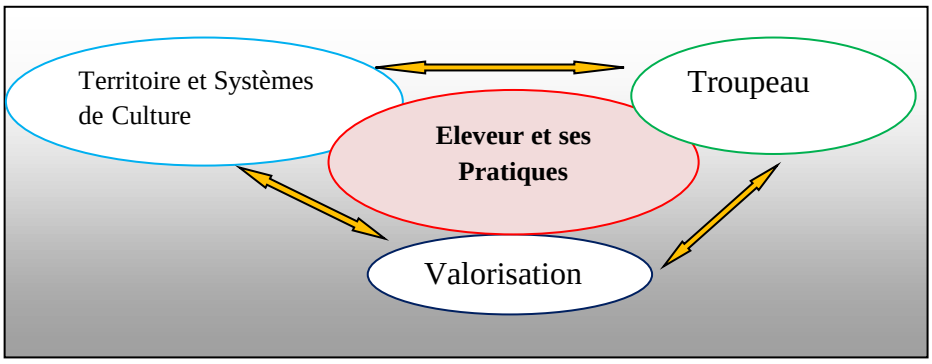


Schéma 2: Schéma fonctionnel du système d'élevage (Lhoste ,1984).

1.2. Le cheptel bovin dans le monde et son évolution en Algérie

Dans le monde où le cheptel des vaches laitières connaît une croissance positive depuis ces dernières années (Makhlouf, 2015) composant environ 245,6 millions de vaches laitières en 2006 pour atteindre 264,5 millions en 2010 et enfin pour fléchir ensuite à 253,4 millions de têtes en 2011 CNIEL (2013), l'augmentation cumulée mondiale de 1,3 % sur la période 2006-2011 était d'environ 08 millions de vaches laitières (figure 1).

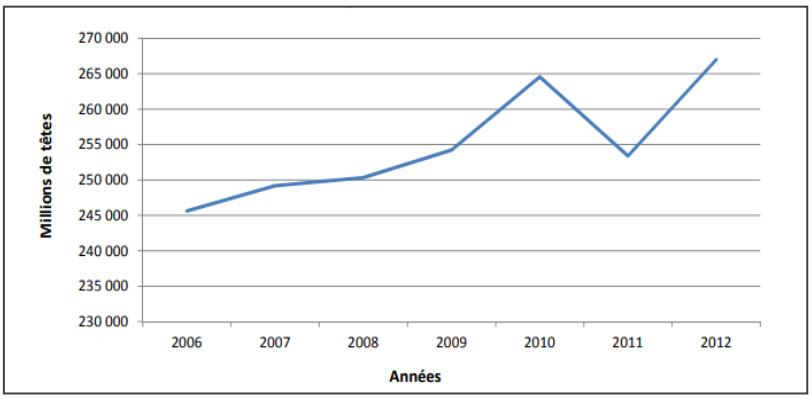


Figure 1:Graphique représentant l'évolution du cheptel mondial des vaches laitières (10^6 de têtes). Source : CNIEL, 2013G

En Algérie, en 2018 l'effectif bovin total était d'environ 1 813 192 têtes (FAOSTAT, MDAR , 2018).Comparativement à 2017, ce chiffre a reculé de 4% soit une réduction de 78 846 têtes, dont 52% de vaches laitières, 12% de génisses et près de 23% de veaux mâles et femelles (ONIL, 2019).

Le tableau 1, ci-dessous, montre un recentrage sur les éleveurs potentiels ayant un cheptel important dans le dispositif de collecte (12,5 vaches/éleveur en 2018 contre 6 Vaches/éleveur en 2009) (Lazreg et al., 2020). (Annexe 03,04)

Tableau 1 : Evolution des principaux ratios au sein de la filière lait en Algérie (Lazreg et al ., 2020).

Année	Bovins/laiterie	Eleveurs/laiterie	Eleveurs/laiterie	Collecteurs/laiterie
	951,13	155,89	155,89	7,49
2011	1372,45	187,41	187,41	7,49
2012	1473,61	210,55	210,55	7,92
2013	1462,16	195,59	195,59	8,28
2014	1537,96	197,36	197,36	9,09
2015	1455,33	179,77	179,77	9,39
2016	1441,12	160,21	160,21	8,69
2017	1379,36	143,32	143,32	9,44
2018	1524,93	121,26	121,26	10,22

1.3. Typologie de l'élevage bovin laitier en Algérie

Il existe trois types de bovins élevés en Algérie :

- Population autochtone dénommée bovins locaux (BL) : elle représente environ 78% du cheptel total.
- 22% du cheptel regroupe les bovins des races importées des génisses de race mixte (laitière et bouchère) de haute potentialité génétique dénommées bovins laitiers modernes (BLM) et les bovins locaux améliorés (BLA) issus des croisements entre les races importées et les bovins autochtones (Feliachi, 2003).

1.4. Systèmes d'élevage bovin en Algérie

Le cheptel bovin est réparti en trois types définis dont deux systèmes sont orientés vers la production laitière ONIL (2019).

- **Système « extensif »**
  Il concerne uniquement les bovins de la population locale autochtone qui sont en pâturage pendant plusieurs mois de l'année (Attia et al., 2019).
- **Système extensif à semi-intensif**
  Ce système est fondé sur des modèles intégrant les ressources pastorales et /ou agricoles de l'exploitation avec un usage modéré de fourrages secs produits ou achetés et de concentré acheté (Djermoun et al ., 2017). Le matériel animal exploité est très hétérogène et diversifié constitués par des Bovin Laitier Local et de croisées. Essentiellement à tendance viande, le système semi- extensif fournit également une production laitière non négligeable destinée à l'autoconsommation et parfois, un surplus est dégagé pour la vente aux riverains (Feliachi, 2003).

- **Le système semi-intensif à intensif**

  Ce système est inspiré du modèle d'intensification pratiqué dans les pays tempérés (Madani et al., 2008), constitué par les Bovins laitiers modernes ou améliorés; il est géré par les professionnels de la filière lait (Feliachi, 2003).

Une très faible productivité des élevages et des performances zootechniques sont enregistrées malgré l'importance du potentiel génétique du cheptel généralement de taille moyenne (Ferrah, 2000 ; Kali et al., 2011 ; Yozmane et al., 2019).

1.5. Situation du cheptel bovin national et contraintes

L'élevage bovin en Algérie a toujours eu un rôle stratégique pour la sécurité alimentaire du pays, il est caractérisé par la production mixte (lait, viande) qui domine les systèmes de production et qui favorise la diversité des revenus, et par conséquent la durabilité des systèmes de production (Mouffok, 2007). Mais même avec un cheptel numériquement important la production du lait et les produits laitiers (figure 2) (Annexe 04) reste médiocre (Kerbache et al., 2019).

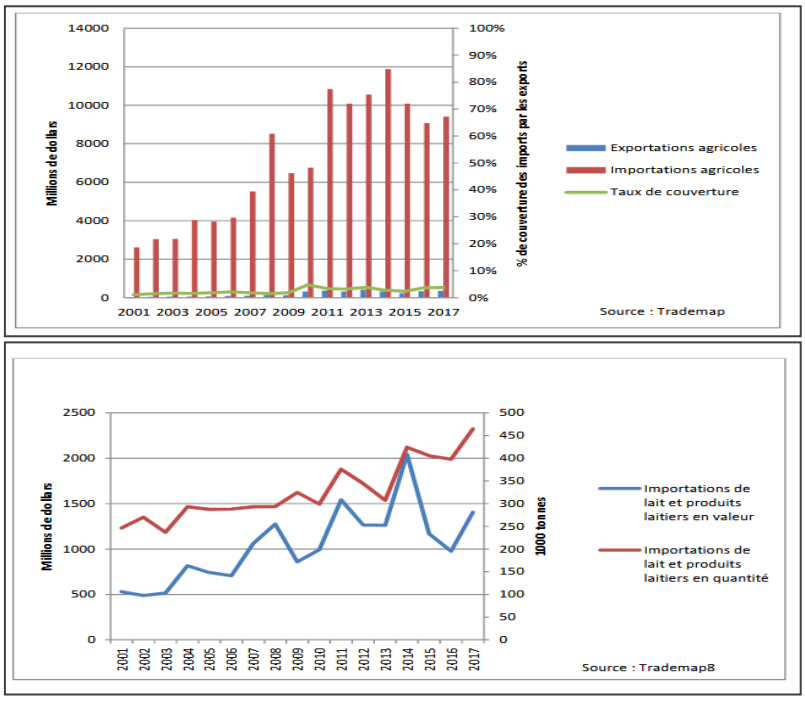


Figure 2: Importations algériennes agricoles en valeur et quantité 2001-2017 ***(source : Trademap FAO).***

1.5. 1. Contraintes

- **L’alimentation**

L’interruption dans l’approvisionnement d’aliment de bétail dans notre pays est un problème qui se pose depuis longtemps et qui pèse lourd sur l’économie et la productivité des élevages. Cette dépendance aux importations selon L’ONAB s'élève à l'équivalent de 4 millions de tonnes de maïs et 1,25 million de tonnes de soja pour une facture oscillant autour de 1,2 milliard de dollars annuellement (Algérie eco, 2021).

Parallèlement, sur le marché national le coût des rations à base de concentré (plus de 3 000 DA le quintal) et de fourrage étant élevé, en période de pénurie la majorité des éleveurs cherchent à limiter la consommation de ces aliments chers (Attia et al., 2019).

- **L’insuffisance des fourrages et des ressources en eau d’irrigation**

On admet que ce sont les ressources alimentaires qui déterminent l’orientation productive mixte ou laitière des troupeaux et la taille des exploitations qui affecte la diversification des cultures et des productions animales au détriment des cultures fourragères , de plus, l’inaptitude de nos éleveurs à développer la sole fourragère ce qui impose une hétérogénéité dans les choix et les pratiques d’élevage (Mouffock et al., 2007 ; Djebbara, 2008 ; Djermoun et al., 2017).

- **La marginalisation du secteur privé en négligeant la population bovine locale et la politique du prix du lait à la consommation**

Le problème majeur rencontré lors de la commercialisation du lait au niveau des exploitations enquêtées réside d'une part dans le prix de vente de lait qui est fixé par l'état (30 DA/litre) et d'autres part par le retard de paiement des primes de lait (7 DA/litre) suite à la lenteur administrative des services agricoles et des organismes financières (CRMA, BADR).

Donc le choix d'une politique laitière basée sur des prix à la consommation fixés par l'état à un niveau bas s'est traduit par l'orientation des éleveurs vers la production de viande ou la production mixte (viande/lait), en consacrant la production laitière des premiers mois aux veaux, ce qui a limité l'expansion de la production laitière locale (Khelili, 2012).

L’ONIL ,2019 a rajouté que la croissance de la production locale de lait cru qui n’a pas suivi celle des capacités de transformation dans l’industrie a contribué à l’absence d’une dynamique d’intégration entre cette dernière et les élevages laitiers ce qui a entraîné une totale extraversion de la filière.

De ce fait, des politiques d'intensification de la production nationale par l'amélioration des conditions d'élevage et du potentiel génétique des bovins locales ont été mises en œuvre **(**Kerbache et al., 2019).

À ceux-là s’additionnent certaines insuffisances purement techniques de gestion zootechnique liées à la maîtrise de la conduite d’élevage, les problèmes sanitaires , de gestion financière et management de l’exploitation et d’autres contraintes d’ordre organisationnelles (ONIL,2019).

Chapitre II : Physiologie du postpartum de la vache laitière.

2.1. Physiologie de la reproduction du postpartum

La reprise de cyclicité est très variable (Disenhaus et al., 2008) ; considérée comme «normale» si la première ovulation après le vêlage a lieu au cours des 45 premiers jours de lactation (Royal et al., 2000) dépendamment d'une récupération par l'hypophyse d'une sensibilité à l'action de la GnRH (Hanzen et al., 1994). Dans le cas contraire, il s'agit d'anœstrus postpartum et par conséquent, a un impact sur l'intervalle vêlage 1ère insémination (IV-IA1)(Hanzen et al., 1994 ; Vallet et al.,1998).

Les événements physiologiques qui déterminent le rétablissement de l'activité de la cyclicité postpartum des vaches laitières passent d'abord par :

- L'involution utérine et la reprise de l'activité ovarienne post partum (Miroud ,2009)
- Le démarrage d'un nouveau cycle hormonal et l'expression du comportement d'œstrus (Fleurquin, 2013).

2.1.1. L'involution utérine

C'est le retour de l'utérus après la mise bas (figure 3) à un état prégravidique autorisant à nouveau l'implantation d'un œuf à l'origine d'une nouvelle gestation (Badinand ,1981 ; Franck ,1991).

C'est tout à la fois un processus dynamique et complexe qui implique diverses modifications qui concerne tout à la fois l'endomètre, le stroma utérin, le myomètre, mais également l'ovaire (Hanzen, 2009).

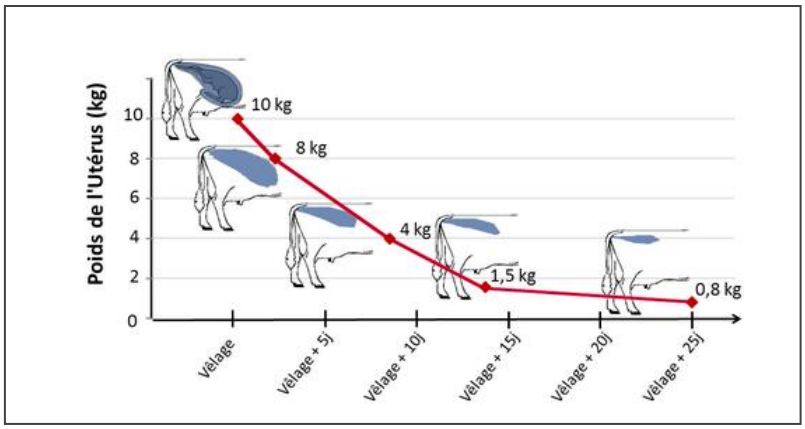


Figure 3 : Evolution de l'utérus de la vache après le vêlage (TECHNA, 2020).

Le degré d'involution utérine et cervicale pourrait conditionner le degré de contamination de l'utérus, mais aussi celui de l'élimination de cette infection (cité dans Borowski, 2006) ; de ce fait, la PGF2α en post-partum favorise l'involution utérine et réduit le risque d'infection de l'utérus (Slama et al., 1991 ; Slama et al., 1993 ; Bencharif et al., 2000 ; Meziane et al ., 2016).

Selon Hussain (1989) l'activité ovarienne pp précoce entraine des taux circulants de Eostradiole17B qui contribue à hâter l'involution utérine à travers :

2.1.1.1. Les modifications anatomiques aboutissant à la réduction de la taille de l'utérus

Conséquence des effets conjugués des contractions utérines qui persistent pendant les 24 à 48 heures après la mise bas ; il en résulte :

- Une diminution de la taille des cellules myométriales ;
- Une vasoconstriction et une diminution du débit sanguin qui se traduisent au bout de 35 à 42 jours pp par une réduction de la taille et du poids de l'utérus (Hanzen, 2009 ; Hussain,1989). L'involution est très rapide, elle est de 40 jours (Okano et al 1987) de 20 à 50 jours avec une moyenne de 30 jours (Fosgate et al., 1962 ; Morrow et al. , 1966 ; Marion et al., 1968 ; Hanzen, 1994).

2.1.1.2. Les modifications histologiques

Le phénomène de l'infiltration leucocytaire associé à la vasoconstriction et la persistance des contractions utérines aboutissent à :

2.1.1.2.1. L'élimination des tissus et des liquides (lochies)

Chez la vache, l'involution histologique sera complète entre 15 à 30 jours et 50 jours (Chastant et Aguer ,1998 ; Borowski ,2006).

La portion superficielle du cotylédon qui comporte les cryptes, desquame et sera éliminée par les lochies (Borowski, 2006) passant d'un volume de 0,5 à 2 L ; ce sont les écoulements d'origine utérine faisant suite naturellement au vêlage (Bencharif et al., 2000 ; Hanzen ,2009). Ils passent de 1,5 L à 300 à 400 ml au 4ème jour (Badinand ,1981 ; Morrow et al., 1966).

2.1.1.2.2. La résorption de l'œdème tissulaire

La plus grande quantité des lochies s'écoule pendant les 2 à 3 jours pp ; de couleur jaune brun puis vers le 10ème à 14ème jours pp, les écoulements sont plus rougeâtres et disparaissent totalement vers le 9^{éme} jour pp, pour cesser à la fin de la 2^{éme} semaine pp ; elles ne sont pas malodorantes et ont une couleur plus claire ressemblant à la lymphe (Arthur et al.,1982 ; Hanzen ,2009).

2.1.1.2.3. Le processus de régénérescence tissulaire

L'apparition de nouvelles cellules épithéliales recouvrant entièrement la zone inter-caronculaire se produit vers 25 à 30 jours pp.

2.1.1.3.Les modifications bactériologiques et immunologiques

La contamination de l'utérus est presque ubiquitaire chez la vache (Scheldon , 2002a) au cours des 15 premiers jours du post-partum. Entre les jours 16 et 30, 31 et 45 et 45 et 60, respectivement 93, 78, 50 et 9 % des utérus sont infectés (Kask et al ., 1999 ; Hanzen, 2009) .

Grace aux contractions utérines et les secrétions qui renferment des facteurs antibactériens (Hanzen , 2009) l'utérus s'autostérilise en 15 j et 3 semaines pp (Bonnett et al.,1991 ; Bencharif et al ., 2000).

2.1.2. Le contrôle hormonal de l'involution utérine

L'intervalle qui s'étale du vêlage à la fin de l'involution utérine est significativement corrélé avec la 1ére ovulation postpartum donc à une fertilité élevée (Madej et al .,1984).

Ce sont les rapports prostaglandines (PGE2 /PGF2α) et (PGF2α/ PGFM métabolites) qui sont utilisés comme marqueurs chimiques de l'involution utérine ; cette dernière est plus rapide d'autant que la synthèse de prostaglandines est prolongée (Sheldon et al., 2000b ; Madej et al .,1984).

2.1.3. L'identification du comportement de chaleurs

Hanzen en 2000, caractérisait l'apparition de l'activité sexuelle par des expressions périodiques d'œstrus appelées aussi chaleurs, qui reviennent en moyenne tous les 21 jours ; ce phénomène passe par :

2.1.3.1. La reprise d'un nouveau cycle sexuel et manifestation comportementale d'œstrus

Le tableau 2, ci-dessous, montre qu'en moyenne 66% des vaches expriment des manifestations œstrales lors de la 3ème ovulation, en outre les études s'accordent sur le fait que moins de la moitié des vaches (seul 23%) expriment un comportement de chaleur suite à la première ovulation (Cornu, 2012).

Tableau 2 : Fréquence de l'expression des chaleurs en fonction du rang d'ovulation en post-partum (pp) observée dans 4 études chez la vache laitière (Cornu, 2012).

Références	**1ére ovulation pp**	**2éme ovulation pp**	**3éme ovulation pp**
Morrow et al (1966)	23 %	46 %	64 %
Kyle et al (1992)	13 %	71 %	60 %
Ranasinghe et al (2010)	44,8 %	76,2 %	78,7 %
Sakagushi et al (2011)	10 %	41 %	61 %
Moyenne	23 %	59 %	66 %

Le 1ére cycle ovarien survient invariablement sans chaleurs on parle alors d'ovulation silencieuse, et le retour en chaleur est le premier signe visible par l'éleveur de la reprise d'activité sexuelle (Savio et al., 1990 ; Cornu, 2012).

Le deuxième cycle présente les plus souvent deux ou trois vagues folliculaires, la deuxième ovulation est généralement observée entre le 30ème et 35ème jour après vêlage. Le troisième cycle et les cycles ultérieurs présentent trois vagues (Lucy et al., 1990).

2.1.3.2. L'importance de la physiologie d'activité ovarienne post-partum chez la vache laitière

La réalisation des performances optimales de reproduction du troupeau (IV-V de 12 ou 13 mois avec le premier veau né à 24 mois d'âge) nécessite une gestion concentrée des activités, surtout pendant les 100 premiers jours suivant le vêlage (Britt, 1975 ; Szenci et al., 2018).

Plus l'intervalle entre la mise bas et le premier œstrus était court, plus les chances de gestation étaient élevées (Savio et al.,1990). Cependant, et selon la littérature récente, 50 à 70 % des vaches seulement présentent des profils de reprise d'activité lutéale après le vêlage jugé "normal" (Grimard et al., 2005).

En moyenne, la première ovulation a lieu entre 15 et 45 jours post-partum (Forde et al., 2011) même si, dans la plupart des cas, les femelles laitières ne sont pas mises à la reproduction lors des premières chaleurs détectées après vêlage, cet événement constitue un repère pour mieux détecter les chaleurs suivantes (Grimard, 2005).

Le premier follicule dominant n'ovule donc que dans 30 à 80 % des cas, s'atrésie dans 15 à 60 % des cas et devient kystique dans 1 à 5 % des cas (Crowe, 2008).

L'intervalle vêlage-première ovulation est plutôt court, et très variable généralement entre 15 à 30 ± 15 à 20 jours pp (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Grimard et Disenhaus,2005).

2.1.3.3. Le contrôle de la reprise d'activité ovarienne chez la vache laitière

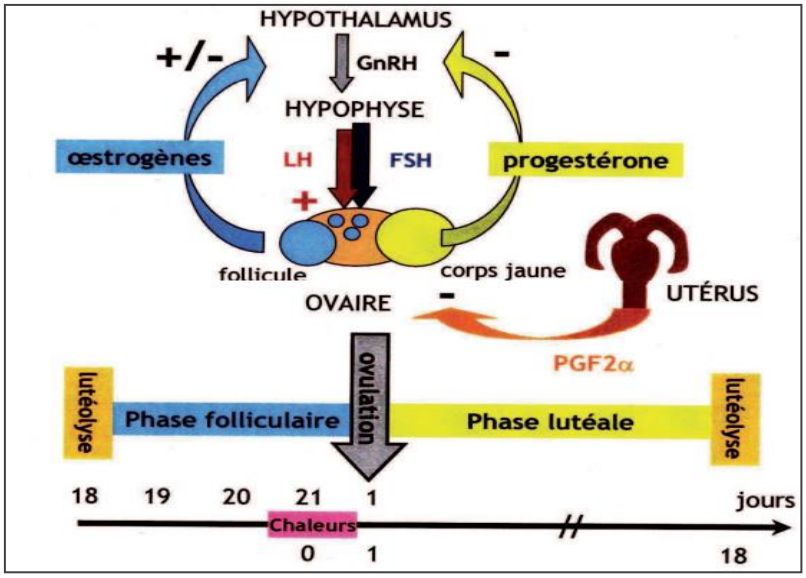


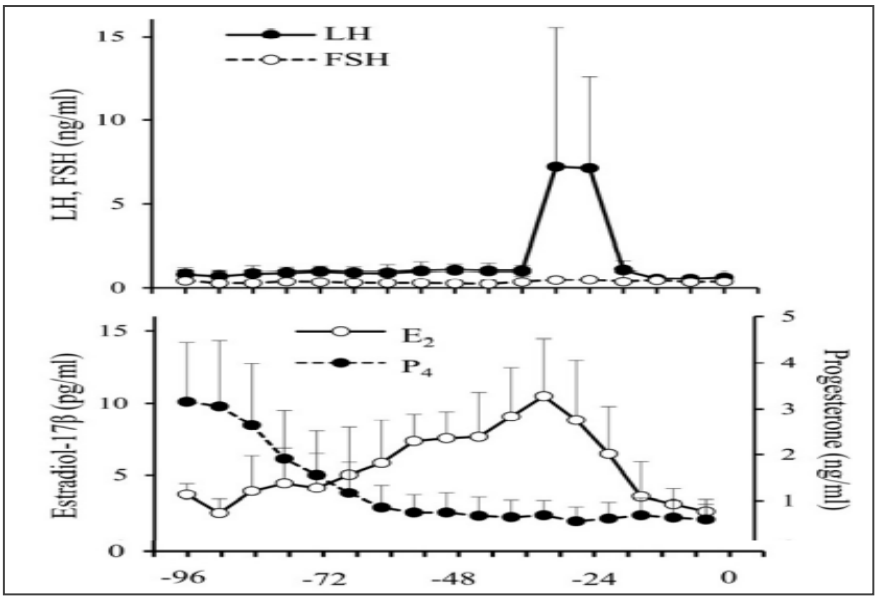
Figure 4 : Régulation neuro-endocrinienne de la vache lors de son cycle sexuel (d'après UNCEIA Groupe Fertilité Femelle, 2006) cité dans Ledoux, 2011).

La cinétique hormonale du pp illustré dans la figure ci-dessus (figure 4) permet de distinguer deux périodes (Miroud, 2009):

- -La première phase folliculaire s'étend de la parturition jusqu'à la libération préovulatoire de l'hormone LH, d'où un rétablissement de la 1^{ére} ovulation pp.
- La seconde phase lutéale est comprise entre le moment de cette libération et le retour à une cyclicité normale.

Après le part, la vache entre en période d'anœstrus pp, la fin de l'anœstrus est marquée par la 1^{ére} ovulation pp ; cependant, l'incidence de cette dernière sans signes de chaleurs est relativement élevée (50% à 95%) (Hafez et Hafez, 2000).

Pour un bon suivi du retour à l'activité sexuelle cyclique après vêlage (figure 5), la mesure de la progestérone sérique ou dans le lait 2 à 3 fois par semaine permet de suivre le profil de reprise de la cyclicité après vêlage (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Friggens et al., 2005; Wiltbank et Pursley ,2014).



Délai en heure par rapport à l'ovulation

Figure 5 : Évolution des concentrations sanguines en LH/FSH et œstradiol 17B (E2)/ progestérone (P4) au cours du temps pendant l'œstrus chez la vache (Sumiyoshi et al., 2014).

Le niveau de progestérone est surveillé fréquemment à partir de 15 jours après le vêlage jusqu'à 60 jours après le dernier vêlage (Asmussen , 2010). Ainsi, l'augmentation de la concentration circulante en œstrogènes entraîne une vasodilatation vaginale (Ahmed et al., 2018) ; le volume du mucus augmente et sa composition ionique ainsi que son aspect sont modifiés (Doucet , 2004 ; Ahmed et al., 2018).

Ce contrôle peut également se réaliser par palpation transrectale, complétée éventuellement par une échographie à partir de 6 à 8 jours pp (Sheldon et Dobson , 2004), afin de confirmer la présence d'un corps jaune, témoin d'un fonctionnement ou d'objectiver son absence avec une bonne exactitude ovarien. (pour revue : Hanzen et al., 2000 ; Stevenson et al., 2008).

2.2. Les anomalies de reprise de cyclicité après vêlage chez la vache laitière.

Une fois la cyclicité a redémarré des anomalies liées à la durée anormale de la phase lutéale et à celle de la phase folliculaire peuvent apparaitre (Opsomer et al., 2000 ; Saby-Chaban ,2017).

Chez la vache laitière Holstein les études ont identifié 5 types d'anomalies de reprise de la cyclicité (figure 6) selon Grimard et Disenhaus (2005) ; Grimard et al (2005) ; Disenhaus et al (2005) ; Kerbrat et Disenhaus (2000) on note:

1- Une reprise d'activité différée lorsque le premier signe d'activité lutéale est postérieur à 45 ou 50 jours et la fréquence de l'inactivité prolongée est de 10 à 20 %.
2- Un arrêt d'activité ovarienne après une première ovulation (rare 1 à 13 %). C'est l'interruption de la sécrétion de P4 pendant 12 à 14 jours ;
3- Une phase lutéale courte (faible inférieure à 5 %). Elle est relative à la sécrétion de P4 pendant moins de dix jours.
4- Une phase lutéale prolongée ou corps jaune persistant (fréquence : 12 à 35 %) la sécrétion de P4 dans ce cas dépasse les 19 à 28 jours.
5- Des profils irréguliers ou profils non classables dans les catégories précédentes.

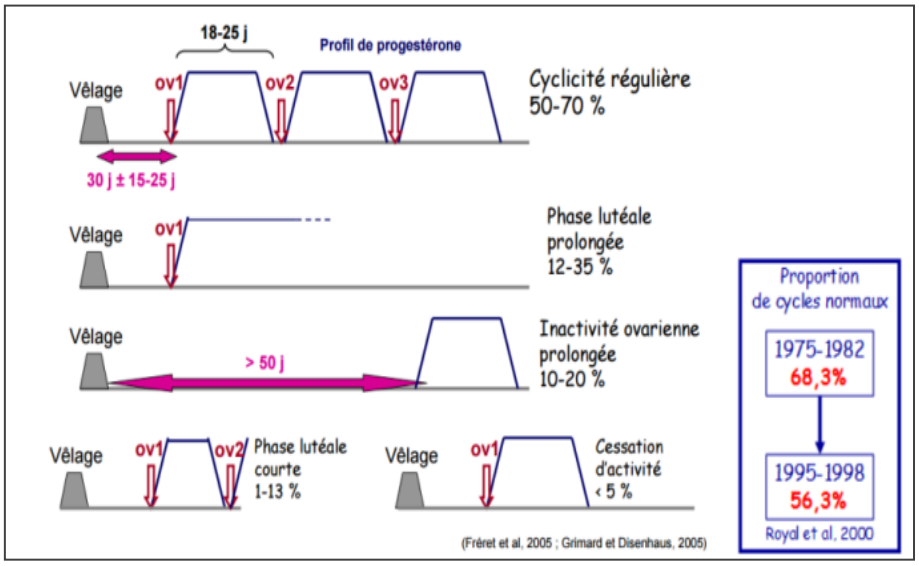


Figure 6 : Anomalies de reprise de la cyclicité ; les différents profils de reprise d'activité et leur fréquence (Saint Dizier et al., 2008).

Selon les auteurs (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Royal et al., 2000 ; Grimard et al., 2005 ; Miroud ,2009) une estimation de 30 à 50 % des vaches présente des profils de reprise d'activité ovarienne anormaux après vêlage (Annexe 05), un certain nombre d'anomalies de la reprise de la cyclicité ont été identifiées comme suit :

2.2.1. Les chaleurs non observées

L'anœstrus est l'absence de visualisation des manifestations des chaleurs par défaut de surveillance de l'éleveur et la détection d'œstrus tous les 2 et 3 à 4 fois /jour en moyenne est le seul moyen évident pour que l'éleveur puisse identifier la ou les vaches en chaleurs (Miroud, 2009).

Cet anœstrus peut être normal à certains stades physiologiques avant la puberté, VL haute productrice, génisse en croissance ou lors d'une gestation, ou pathologique lors d'atteintes ovariennes ou de subœstrus (Courtheix ,2016) on retrouve parmi ceux :

2.2.1.1 L'anœstrus vrai -

Il se traduit (figure 7) par une absence d'activité sexuelle, il peut être dû à une absence de sécrétion ou à une insuffisance de la production d'hormone gonadotrophines, à des troubles de la folliculogenèse ou à une incapacité des ovaires à réagir aux stimuli hormonaux relatifs à des ovaires lisses et inactifs à la palpation (Hanzen , 2006).

- Il est considéré comme physiologique tant que sa durée n'excède pas 50-60 jours.
- IL est considéré comme anormal après 50-60 jours post-partum.

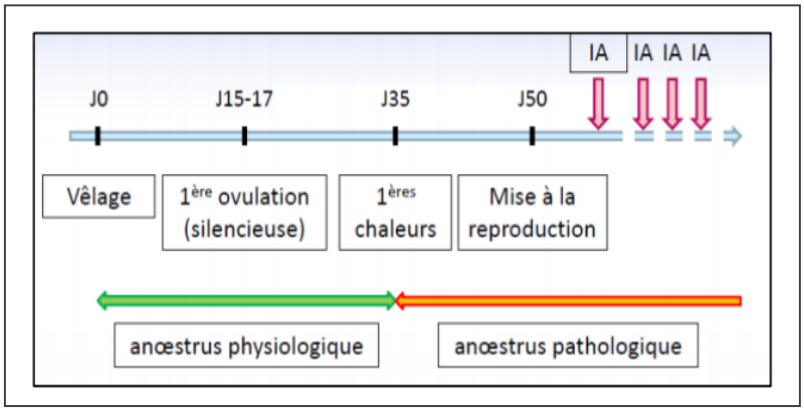


Figure 7: Illustration de la notion d'anœstrus pathologique (Courtheix ,2016).

Deux examens transrectaux doivent être faits à 10 jours d'intervalle jours: si les ovaires demeurent inchangés l'anœstrus est vrai, si au contraire il ya un corps jaune il n'ya pas d'anœstrus. Un dosage P4 de deux prélèvements à 10 j d'intervalle au niveau du sang ou du lait aide à diagnostiquer l'anœstrus vrai (Miroud, 2009).

2.2.1.2 Les chaleurs silencieuses

Le nombre de montures qu'une vache reçoit augmente avec le nombre de vaches en chaleur simultanément jusqu'à environ 3-4 vaches en chaleur (Diskin et Sreenan , 2000).
Dans l'étude de Endo et al en (2012), 20% des vaches en chaleurs n'expriment pas un comportement et des signes d'œstrus au delà des deux premières ovulations pp (king et al., 1976).

En revanche, le subœstrus est l'absence des chaleurs détectées chez un animal correctement cyclé, c'est-à-dire présentant à la palpation transrectale au moins un corps jaune mature (Picard-Hagen et al., 2008) , 80-90 % est le taux de subœstrus lors d'anœstrus automnal ou hivernal chez la vache laitière (Mialot et al.,1999).

Le subœstrus peut être influencé par différents facteurs liés à l'individu : la production laitière, la parité, l'état de santé de l'animal, le délai de reprise de la cyclicité et l'héritabilité, et liés à l'environnement : la nutrition, le logement, la saison et la taille du troupeau (Roelofs et al., 2010).

2.2.1.3. La persistance de corps jaune ou phase lutéale prolongée

L'absence de chaleur détectée en début de période de mise à la reproduction pour les femelles présentant une reprise d'activité différée ou un corps jaune persistant implique une augmentation de l'intervalle VIf qui est à l'origine d'une baisse significative de la fertilité à la première insémination fécondante (tableau 3) (Royal et al., 2000b). Les phases lutéales prolongées auraient un effet néfaste sur le TRIA1 en augmentant l'incidence de mortalité embryonnaire tardive ou fœtale (Ledoux et al., 2011).

Tableau 3 : Taux de réussite en IA 1 en fonction de la durée du cycle précédant l'insémination (Grimard et Disenhaus, 2005 basé sur Royal et al., 2000b).

Durée du cycle avant l'IA (en jours)	Nombre de vaches concernées	TRIA1 (%)
5-16	46	21,7[a]
17-18	48	41,7[a]
19-20	84	58,3[b]
21-22	150	55,3[b]
32-24	110	50,0[c]
25-26	43	32,6[c]
≥ 27	84	26,2[c]

a, b, c : Il existe une différence significative entre les classes dotées d'indice (a, b, c) différent. IA : insémination artificielle ; IA1 : première insémination artificielle.

De ce fait, la sécrétion de la PGF2α est altérée et par défaut il ya persistance de sécrétion de P4 pendant plus de 19 à 28 jours. Chez la race Holstein la fréquence est de 12 à 35 % selon les auteurs (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Kerbrat et Disenhaus, 2004 ; Grimard et al., 2005) ou suite à des troubles puerpéraux (métrite) (Vercouteren et al., 2015).

2.2.1.4. L'œstrus non détectées

L'œstrus non détecté se réfère à un animal qui manifeste des chaleurs, mais qui n'est pas détecté par l'éleveur ou le personnel (Miroud ,2009), Il est parfois possible que certains comportements ne soient pas observés et que d'autres soient exacerbés (Van Eerdenburg et al., 1996), et ce à cause de:

2.2.1.4.1. Une méconnaissance des vrais signes des chaleurs

On parle alors principalement de l'acceptation du chevauchement qui indique que la vache est en chaleurs. Parallèlement, la moindre détection des chaleurs des vaches dont la cyclicité est rétablie après 50 jours est cohérente avec l'expression de l'œstrus plus faible au cours de la première ovulation à la fois en termes de nombre d'acceptation du chevauchement (Villa-Godoy et al., 1988) et de durée de ces acceptations (Shipka, 2000).

2.2.1.4.2. La taille du troupeau

Les études montrent que les troupeaux de grande taille influencent négativement l'efficacité de la détection des chaleurs par l'éleveur (Hanzen, 2009) ; le nombre de montes que subit une vache augmente avec le nombre de femelles en chaleurs simultanément, jusqu'à 3-4 vaches (Diskin et Sreenan ,2000 ; Hanzen ,2009).

2.2.1.4.3. La durée de l'œstrus

Dobson et al (2008) rapportent une réduction du temps de l'acceptation du chevauchement de 15 à 5 heures en 50 ans (figure 8). Alors qu'une à trois vagues folliculaires est généralement observée avant la première ovulation postpartum ; Ceci influence la durée du premier cycle, mais celui-ci dépend également du niveau d'imprégnation du follicule dominant par la progestérone (Savio et al., 1990).

D'autre part les chaleurs peuvent être discrètes où leur expression est fruste ou alors nocturnes difficilement détectables par l'éleveur avec une durée courte inférieure à 12 heures en moyenne (Van Eedenburg et al., 1996 ; Endo et al., 2012).

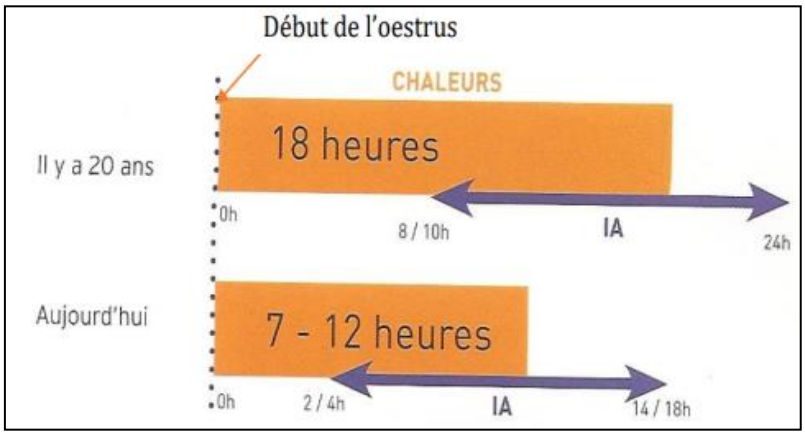


Figure 8*: *Durée des chaleurs et place de l'IA par rapport au début des chaleurs (Fournier et al., 2014a) cité dans (Courtheix, 2016).

L'augmentation de fréquence des corps jaunes persistants pourrait expliquer en partie la moindre expression des chaleurs ; en effet, la détection des chaleurs est plus difficile, l'éleveur n'ayant aucun repère durant la période précédant la mise à la reproduction pour détecter les chaleurs après 50 jours (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Kerbrat et Disenhaus, 2004).

2.2.1.4.4. La stabulation

La nature du sol revêt une importance certaine. La durée des chaleurs est plus longue sur un sol boueux (13,8 heures) que sur un sol dur (9,4 heures) ; le nombre de chevauchements y est également plus élevé (7 vs 3,2) (Hanzen, 2009).

2.2.1.4.5. Les boiteries

Les boiteries, les lésions de la sole, une mauvaise conformation ont été rendues responsables d'un allongement de l'intervalle entre vêlage et la première insémination.

Cette observation est d'autant plus vraie que les lésions apparaissent au cours du 2^{éme} mois du postpartum, moment où se manifestent les premières chaleurs chez la vache laitière (Hanzen, 2009).

2.2. 2. Les défauts d'ovulation

L'état du follicule périovulatoire à l'insémination était clairement lié à la fertilité (López-Gatius , 2011) .Une à trois vagues folliculaires sont observées avant la 1ére ovulation qui a lieu environ entre 15 et 25 jours post-partum. Le 2^{éme} cycle post-partum présente deux ou trois vagues folliculaires et la 2^{éme} ovulation aura lieu entre 30 et 35 jours post-partum. Enfin, les cycles ultérieurs seront, eux, réguliers et les ovulations seront associées à un comportement œstral normal (Kamimura et al., 1993).

2.2.2.1. L'ovulation retardée

Selon Miroud (2009) diagnostiquer une ovulation retardée n'est pas chose aisée, un diagnostic peut être fait si un même follicule est palpé sur un même ovaire une première fois durant les chaleurs et une deuxième fois 24 à 36 h après.

2.2. 2.2. L'anovulation (absence d'ovulation)

Dénomée encore reprise différée d'activité ovarienne (Grimard et al., 2005), l'absence d'ovulation est un trouble dont les causes sont liées à celles qui prédisposent à l'anœstrus vrai, parfois ce dernier est observé suite à une anovulation du follicule qui finit par régresser et s'atrophier. Si le follicule d'anovulation est lutéinisé il dure environ 17 à 18 jours avant de subir une lyse (Miroud, 2009). Ce retard de cyclicité se caractérisait non seulement par une

absence d'ovulation, mais aussi par un retard de la formation du follicule dominant (Ledoux et al., 2007).

2.2 2.3. Les kystes ovariens

Les kystes ovariens chez les bovins sont considérés comme une cause majeure d'infertilité ; ce trouble est devenu commun. Cependant, plus de 50 % de ces kystes diagnostiqués disparaissent spontanément et ne perturbent pas la cyclicité ultérieure. Ils peuvent disparaître spontanément alors que de nouveaux kystes apparaissent ce qui mime une persistance sur le même ovaire (Mialot et al., 2003 ; Hanzen ,2009 ; Droui et Dornier, 2013).

On distingue les kystes folliculaires souvent multiples, sécrétant rarement de la progestérone ainsi les vaches nymphomanes, les signes œstraux sont continuels, mais avec des périodes courtes, et les kystes lutéaux souvent uniques, qui sont associés à une production plutôt élevée de progestérone (Mialot et al., 2003) .Ce dernier provoque un arrêt de la l'activité sexuelle (Hanzen, 2009).

Le recours au dosage de la P4 sérique ou du lait est utilisé pour confirmer le diagnostic : si le taux de P4 est bas le kyste ovarien est folliculaire et s'il est élevé à 2 ng/ml le kyste ovarien est lutéal.

2.2. 2.4. L'insuffisance lutéale

Ce trouble a été toujours incriminé comme cause d'infertilité quoique non prouvée, les vaches « repeat breeders » sont souvent traitées sur la base de cette insuffisance et le diagnostic est très difficile (Miroud, 2009) :

- Phase lutéale courte de fréquence faible inférieure à 5 %.

- Cessation d'activité après une première ovulation rare (1 à 13 %).

2.2. 3. Le déséquilibre hormonal

Si un déséquilibre quelconque des hormones de la reproduction se produit, ou bien tout retard dans la conception lié à une mauvaise gestion de la fonction de reproduction entraine nécessairement une perte de production qui augmente avec l'allongement de la période post-partum (Singh et al., 2017).

2.3. Les facteurs de risque de la reprise de l'activité ovarienne postpartum

2.3.1. L'impact sur les performances de la reproduction chez la vache laitière

Les anomalies avant la mise à la reproduction sont associées à une dégradation des performances (Disenhaus et al., 2005) ; cette baisse des performances de reproduction est liée à la fécondité (augmentation des intervalles VI-A1 et VIF) et à la fertilité, exprimée par un TRIA1 plus faible (Ledoux et al., 2011).

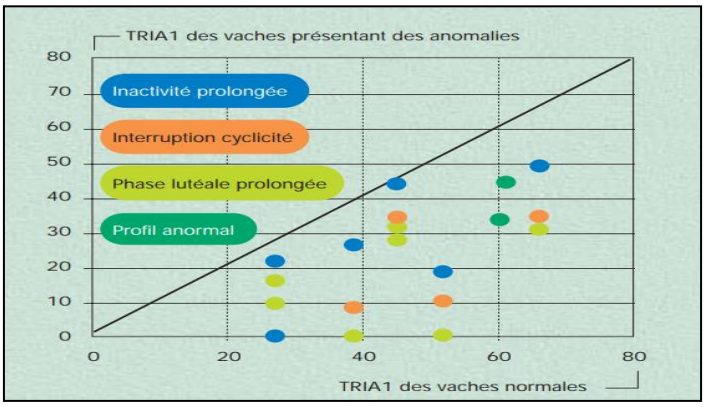


Figure 9 : Effet des anomalies de la reprise d'activité ovarienne après vêlage sur le taux de réussite en première insémination artificielle (TRIA1) chez la vache laitière cité dans (Grimard et Disenhaus, 2005).

Les points situés au-dessous de la bissectrice (figure 9) traduisent une fertilité plus faible chez les vaches à profil anormal que chez les vaches à profil normal (cité dans Grimard et Disenhaus, 2005).

2.3.2. Les facteurs liés à l'animal

2.3.2. 1.La race et la génétique

Compte tenu de la corrélation génétique négative presque systématique, le progrès génétique sur la production laitière a eu des répercussions indirectes négatives avec une baisse de la fertilité des femelles Montbéliarde, Normande et Prim'Holstein (Brochard et al., 2013 ; Le Mezec et al., 2014 ; Butler et Moore, 2018 ; Corbrion,2018).

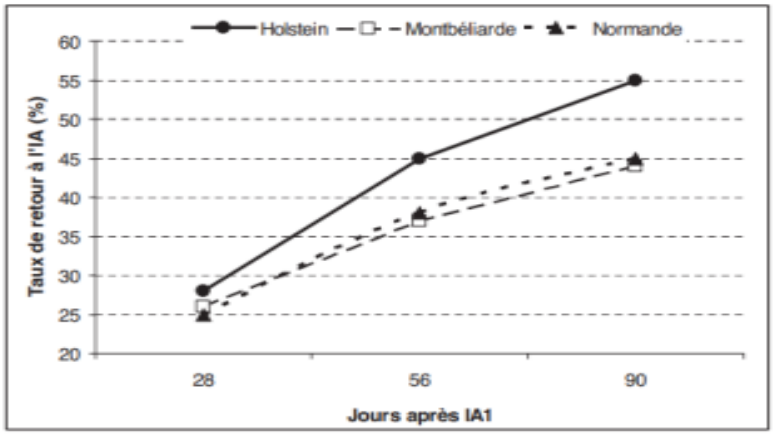


Figure 10: Fréquence des retours après la première insémination artificielle (IA1) chez les vaches de race Holstein, Montbéliarde et Normande (toutes lactations confondues, campagne 2003 ; modifié de Barbat et al., 2005)(cité dans Ledoux,2011).

Si on estimait la part de la génétique dans la dégradation des performances reproductrices à 35-40%, sur les dernières générations de vaches Prim'Holstein, le redressement génétique pourrait représenter néanmoins 60% de l'amélioration du taux de réussite (Le Mezec,2017).

En races laitières (figure 10) les vaches Prim'Holstein cumulent les handicaps : difficulté de reprise de cyclicité des primipares, nombreux profils anormaux et durée des cycles allongée. La race Montbéliarde semble présenter une situation intermédiaire, avec de fréquents retards et interruptions de cyclicité (Disenhaus et al., 2008).

2.3.2 .2. L'âge et parité

L'effet de la parité sur les performances de la reproduction est variable. Drennan et Berry (2006) ; Roelofs et al (2006a) ; Zuhri et al (2019) ont rapporté que la parité n'avait aucun effet sur l'intervalle entre vêlages. La période d'attente et le nombre de services par conception (Sasaki et al.,2016) et même s'il y avait influence la durée de manifestation des chaleurs serait plus longue pour les primipares, mais d'intensité moindre (Roelofs et al., 2005a).

Mufti et al (2010) , Löf et al (2014) ont rapporté que la parité n'exerce aucune influence sur la fertilité jusqu'au rang 3 ; au-delà et jusqu'à rang 7 la parité intervient (Buckley et al., 2003a ; Lane et al.,2013).

Par contre Inshairi et al (2010), Pinto et al (2000) ont montré qu'il existe une différence de réussite à l'IA entre les primipares et les multipares, mais qu'au-delà aucune différence n'est observée.

2.3.2 .3. La production laitière

Les objectifs de sélection ont progressivement pris en compte la productivité laitière, la richesse du lait, la morphologie, et les caractères fonctionnels, de plus en plus nombreux (Verrier et al., 2010). Alors que la production laitière augmente avec le rang de lactation un retard de la reprise de l'activité ovarienne pp due aux effets du bilan énergétique négatif (Butler, 2000) est enregistré.

On note un allongement de l'intervalle vêlage 1^{ére} ovulation pp chez la VL (De Vries,2000 ; Veerkamp, 2000) ; et par conséquent la diminution du taux de conception: de plus de 65% chez la génisse, il diminue à 51 % chez les primipares et chute à 35-40% chez les multipares (Butler, 2005).

2.3.3. Les facteurs liés à l'environnement et la conduite d'élevage

2.3.3.1. La saison

Mouffok et al (2007) ont enregistré une évolution remarquable des paramètres de fertilité sous l'effet de la saison de vêlage observée dans les fermes qu'ils ont suivies (figure 11).

La littérature a montré que les températures élevées auraient un effet négatif sur l'expression des chaleurs ; les manifestations œstrales sont d'autant plus frustes que les animaux sont soumis à des températures élevées (Bolocan, 2009) par ailleurs, de fortes pluies entraînent également une diminution d'intensité de l'activité sexuelle (Hanzen, 2009).

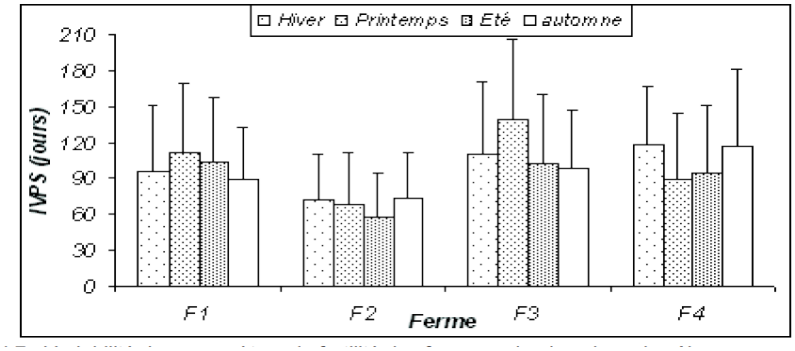


Figure 11 : Variabilité des paramètres de fertilité des fermes selon la saison de vêlage (Mouffok et al., 2007).

La saison de l'année, influence la durée de l'intervalle vêlage – 1ére ovulation pp chez aussi bien la vache laitière que celle allaitante. Sous les climats tempérés , les vaches mettant bas avant le solstice d'été ont des intervalles vêlage – 1ére ovulation pp significativement plus longs que celles qui mettent bas plus tard (Opsomer et al., 2000 ;cité dans Miroud, 2009).

Il est probable que les changements dans la qualité et la quantité des pâturages aient une relation avec effets de la saison sur l'intervalle vêlage – 1ére ovulation pp (Rhodes et al .,2003 ; Butler et Moore, 2018.).

Toutefois, certains auteurs ont montré que les températures élevées n'avaient pas d'effet négatif sur l'intensité des chaleurs à l'échelle individuelle, mais qu'elles diminueraient seulement la durée de l'activité de chevauchement à l'échelle du troupeau (At-Taras et Spahr, 2001).

2.3.3.2. La durée du tarissement

L'intervalle vêlage-1ére chaleur reste le seul paramètre sensible à la pratique du tarissement, un déficit énergétique précoce antérieur au vêlage ou un défaut de reconstitution des réserves pendant la phase de tarissement pourrait être le reflet d'une sous alimentation globale, susceptible de pénaliser les fonctions de reproduction et de production (Thillard, 2007 cité dans Thillard 2010).

Il apparaît aussi que l'optimisation de la fonction immunitaire peri-partum via l'alimentation des vaches taries est une des principales préventions des affections utérines (complémentation vitaminique et minérale) (Leblanc, 2008).

2.3.3.3. L'allaitement

L'effet négatif du niveau de production laitière sur la durée et l'intensité des chaleurs a été couramment observé (Lopez et al., 2004). L'hyperprolactinémie consécutive aux nombreuses tétées ou à la traite est responsable de cette période d'infertilité « lactationnelle » chez les primates (Drion et al., 2002).

2.3.3.4. La taille de troupeau

L'évolution de la taille des troupeaux et des conditions de logement des vaches laitières ces dernières décennies a probablement fait évoluer les conditions de vêlage sans que l'on puisse aujourd'hui en mesurer les conséquences ceci, représentent 30% et 15% des causes d'infécondité (Vagneur, 2003 ; Ledoux, 2011).

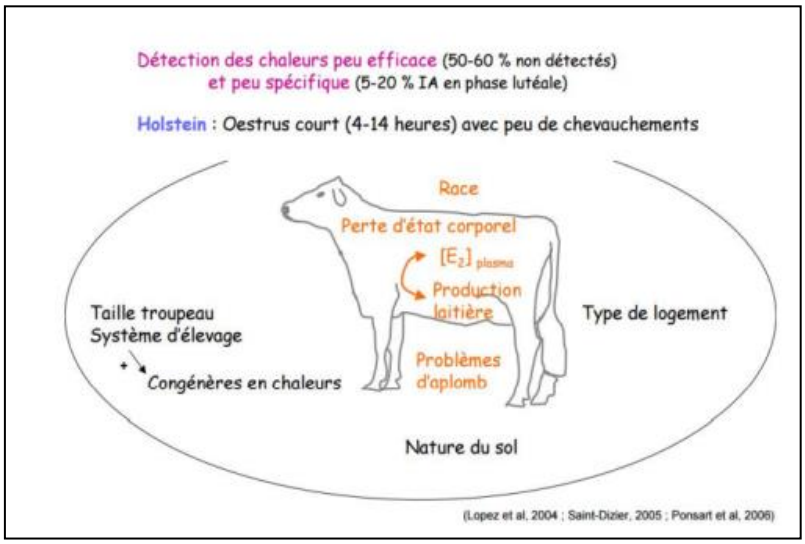


Figure 12: Détection et expression discrète des chaleurs (Saint-Dizier et al., 2008).

La présence dans le troupeau d'une ou plusieurs autres vaches (figure12) en chaleurs au même moment est le premier facteur de variation de l'expression des chaleurs, tous facteurs environnementaux et animaux confondu (Disenhaus et al., 2010).

Palmer et al (2010) ont montré que 35% des vaches élevées en stabulation présentent des chaleurs silencieuses contre seulement 17% en pâture. En outre, même avec la pratique de l'IA, la présence d'animaux qui ne se reproduisent pas augmente les charges de l'éleveur et empêche le renouvellement du troupeau de manière correcte (Belhadia et al., 2009).

C'est pourquoi le personnel peut fournir des informations spécifiques sur l'échec de reproduction de ces vaches (Ghoribi et al., 2012).

2.3.4. Les facteurs liés à l'alimentation

Chez la VL recevant une ration totale mélangée, la relation entre la durée de l'intervalle vêlage -1^{ére} ovulation pp et le degré du bilan énergétique négatif pp a fait l'objet d'une attention particulière (Rhodes et al., 2003).

Par ailleurs, le choix d'un système alimentaire restrictif diminue la production laitière et peut augmenter la perte d'état d'engraissement, mais ne dégrade pas les performances de reproduction (Disenhaus et al., 2005).

Chapitre III : L'insémination artificielle.

L'insémination artificielle du bétail à grande échelle a été mise au point par E. I. Ivanoff à la fin du 19^{éme} et au début 20^{éme} siècles en Russie (Perry et al.,1945). Elle représente l'un des outils de diffusion rapide du progrès génétique (Thibier, 1994 ; Lofti et al., 1996).

En Algérie, l'IA des vaches et des petits ruminants est prise en charge par le le CNIAAG sous l'égide du ministère de l'Agriculture (décret n° 88-04 du 05 janvier 1988 portant création du Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique (CNIAAG)), p.4.

L'IA consiste à déposer à l'aide d'un instrument approprié la semence d'un mâle (Thiam , 1996) dans les voies génitales d'une femelle en période de rut en vue de la fécondation (Benlakhal, 1993 ; Hanzen, 2015). Elle doit avoir lieu au moment le plus propice pour la fécondation alors que l'ovulation se déroule 10 à 12 heures après la fin des chaleurs (Saint-Dizier, 2005 ; Ledoux, 2011)

Deux méthodes d'insémination peuvent être utilisées chez les bovins (Hanzen, 2015-2016) :

- **La voie vaginale** (réservée) repose sur l'emploi d'un spéculum et d'une source lumineuse permettant le dépôt du sperme dans la partie postérieure du canal cervical.
- **La voie rectale** rapide et hygiénique ; elle est classiquement utilisée parce qu'elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état œstral de l'animal, aussi favorable à la libération d'ocytocine et donc à la remontée des spermatozoïdes à la jonction utéro-tubaire.

Le tableau ci-dessous (tableau 4) démontre les taux de réussite (TRIA1 et TRIA à 3 et plus) compilés par des auteurs en Algérie et dans le monde attribuable à l'élevage laitier bovin durant les dernières décennies.

Tableau 4: Évolution des taux d'IA en Algérie et dans le monde.

Pays	**TRIA1**	**TRIA3 et plus Repeat breeder**	**Périodes d'étude**	**Références**
Algérie	78%	4%	Compagne 2012	Kaouche-Adjlane (2016)
Algérie	77,9%		2012	Allouche L et al (2018)
Algérie	25%	43,5 %	2000 à 2010	Miroud et al (2014)
Algérie	42%	35%	2016 à 2017.	Mimoune et al (2017)
Algérie	Entre 43 et 79%			Aggoun (2021)
Algérie	MB: 35% et PH: 20%	MB: 13% et PH: 26%.	2011-2012 à 2014-2015	Merdaci et al (2016)
Algérie	28%			Belhadia et al (2013)
Algérie	67,4%	9,3%		Bouamra et al (2016)
Algérie	64%	7%	trois années	Mouffok et al (2019)
Algérie	28,95% 31,43% 15,38		1994 1995 1996	Bouzebda et al (2008)
Algérie	47,16% et 23,05%	20,46% et 42,96%	1994 à1996	Bouzebda et al (2006)
Algérie	34 %,	33 %		Darej (2010)
Algérie	40 %,	31,5 %		Ben Salem et al (2007)
Maroc	27 ,7% 53,2 %	 18,2 %		Sraïri et Baqasse (2000) Haddada et al (2005)
Tunisie	Taux moyen 66 %. TRIA1 40 %	31,5 %.	1993 à 2005	Ben Salem et al (2007)
France	- 38% en 2012 40% en 2015 42,3% en 2018	9,5% 22%		Poncet (2002) Bronchard et al (2013) Le Mezec et al (2017) Corbrion (2018)
Viêtnam	12%			Nguyen-Kien (2016).
Tchad	80,77%,	86,28		Tellah et al (2015)
Japon		87,3 %		Yusuf et al (2010)
Brésil	35,83%			Knob (2019)
Espagne	de 42,3 à 33,1%		1991 à 2000	López-Gatius (2003)
Irlande	64,9 à 57,1%		1990 à 2000	Mee et al (2004)
Pakistan		7,27%	2016	Khan et al (2016)
Québec	44 à 39%		1990 à 2000	Bousquet et al (2004)
Pays Bas	55,5 à 45,5%		1990 à 2000	Bousquet et al (2004)

3.1. Les facteurs de risque limitant la réussite de l'IA

La multiplicité des facteurs limitant la réussite potentielle d'IA au niveau des troupeaux laitiers et son évaluation exigent une mesure objectivée sur certains paramètres pivot qui réfère à des notions relatives à la fécondité et à la fertilité des VL individuellement et à l'échèle du troupeau (Annexes 06, 07).

Ces facteurs indépendants ou dépendants peuvent interférer ; actuellement en France et aux États-Unis, seuls 30 à 35 % des IA1 chez la vache Holstein aboutissent à un vêlage (Ledoux, 2011).

Confrontés au diagnostic d'infertilité, plusieurs facteurs, tels que l'âge, le stade de l'œstrus au début du protocole, la parité et la race influencent l'IA (Sá Filho et al., 2010).

Il s'agit surtout de facteur de risque (Vallet et al., 1998), les causes recherchées ne sont pas les phénomènes physiopathologiques liés aux organes des animaux inféconds, mais les facteurs d'élevage à l'origine des troubles .

Selon Hanzen (2015-2016) quatre facteurs principaux conditionnent la fertilité d'un troupeau recourant à l'insémination artificielle :

1. La fertilité du sperme utilisé ;
2. L'expérience de l'inséminateur;
3. Le niveau de fertilité général du troupeau ;
4. Le pourcentage de vaches nulli- ou multipares détectées en chaleurs et inséminées sur chaleurs naturelles ou induites (Van Soom et Verberckmoes ,2004) ; ceci, revêt un impact majeur.

3.1.1. La fertilité du sperme utilisé

Selon les études effectuées par PENTA (2000) les tests utilisés pour évaluer la qualité biologique de la semence sont très subjectifs et n'ont pas une forte corrélation avec la fertilité réelle du taureau surtout, quand les géniteurs seront plus âgés d'autan plus, parfois l'éloignement entre le centre et les points d'intervention implique la détérioration de la qualité de la semence et du matériel à cause des manipulations répétées.

3.1.2. L'expérience de l'inséminateur

Le facteur humain joue un rôle primordial tenant à la maitrise et technicité de l'inséminateur, d'une part, et d'autre à la conduite de l'élevage par l'éleveur.

3.1.2.1 L'inséminateur

Avec son savoir faire l'inséminateur influence fortement la réussite de l'IA ; il intervient à tous les niveaux depuis la manipulation de la semence lors du stockage jusqu'à sa mise en place finale (figure 13), en passant par l'organisation des tournées, la détection des chaleurs.

Le technicien inséminateur à ce titre est l'agent développeur, vulgarisateur et le conseiller détenteur en valorisant son travail et le motivant pour en tirer le meilleur profit dans le domaine (PENTA ,2000).

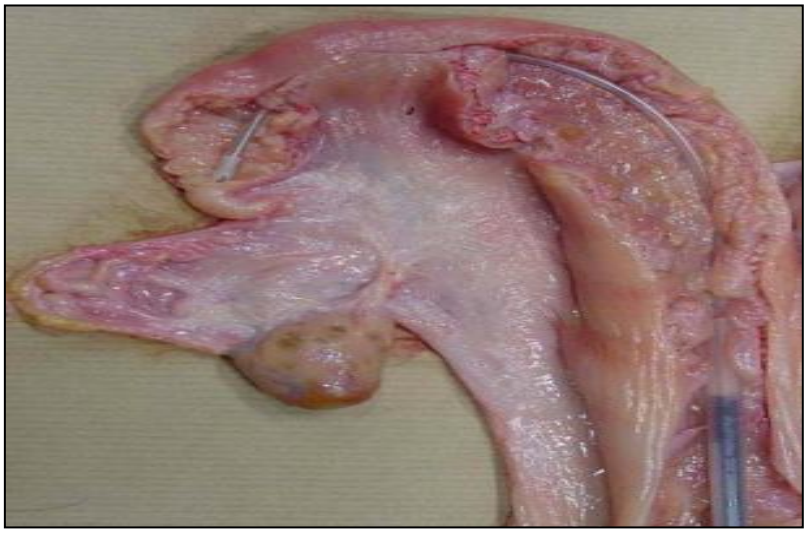


Figure 13 : Dépôt de la semence près de l'oviducte avec le Ghent device (Van Soom et Van Soom et Verberckmoes ,2004).

3.1.2.2 L'éleveur

L'éleveur est l'acteur principal qui conditionne la réussite ou l'échec de l'IA par son comportement et ses pratiques d'élevages notamment la détection d'œstrus (PNTTA, 2000).

Chez les animaux présentant des anomalies de cyclicité, la détection des chaleurs est plus difficile, l'éleveur n'ayant aucun repère durant la période précédent la mise à la reproduction pour détecter les chaleurs après 50 jours d'où l'importance d'intervention du technicien

inséminateur (Kerbrat et Disenhaus, 2000 ; Kerbrat et Disenhaus, 2004) ; les chaleurs discrètes ou défaut d'observation d'œstrus par méconnaissance des signes ou par disponibilité selon Picard-Hagen et Berthelot (2008) ces situations ne sont pas distinguables les unes des autres.

3.1.3. Le niveau de fertilité général du troupeau

La médecine de troupeau représente l'avenir de notre profession en milieu rural, car le troupeau est abordé comme une entité à part entière ; les actions proposées sont essentiellement basées sur la conduite de troupeau (Calldwel, 2003).

3.1.3.1. Le mode de conduite de troupeaux

Le bilan de reproduction sert à analyser et à interpréter les performances ; il vient compléter le suivi de la reproduction dans la mesure où il servira à paramétrer les performances de reproduction des troupeaux et à les comparer à des valeurs « objectif » (Vallet et al .,1998 ; Hanzen, 2009).

3.1.3.2. La conduite de la reproduction

Dans le monde et depuis plusieurs années, le Québec, les Pays-Bas ont déjà développé des suivis de troupeaux comme le modèle bernois en Suisse (Eicher, 2002 ; Noordhuinzen , 2002 ; Bouchard ,2002). En France, c'est encore un domaine en cours de développement en pratique libérale (Ferre,2003).

Face aux changements de la gestion, aux augmentations de taille du troupeau et des changements des laiteries pastorales ou sèches, la gestion de la reproduction et les pratiques d'élevage doivent évoluer et s'adapter aux nouvelles technologies (Stevenson et Britt, 2017). C'est pourquoi il faut investir dans des appareils connectés afin d'optimiser les performances de reproduction du troupeau, réduire le travail à la ferme et améliorer le bien-être animal (Saint-Dizier et Chastant-Maillard, 2018).

3.1.3.3. Les pratiques d'élevage

Moore et Thatcher (2006) et Moore et Hasler (2017) ont rapporté qu'au cours des décennies précédentes, des pratiques de gestion de la fertilité sous la forme de nouveaux outils et technologies ont été développées et adoptées dans les fermes laitières commerciales.

3.1.3.3 .1. La qualité de la détection des chaleurs

Cette pratique constitue l'un des facteurs de risque d'infertilité et d'infécondité les plus importants à l'échelle de l'éleveur (tableau 5). On admet aujourd'hui qu'une forte proportion (40%) des ovulations postpartum a lieu sans que des signes de chaleurs ne soient détectés, pour des raisons liées davantage à la qualité de la détection des signes de chaleurs par l'éleveur qu'aux animaux eux mêmes (cité dans Tillard, 2010).

Tableau 5: Influence du nombre d'observations sur la qualité de la détection des chaleurs (Chastant-Maillard, 2008).

Fréquence des observations (15 min / obs.)	**% des vaches détectées en chaleurs**
3 : aube, midi, soir	86
2 : aube, soir	81
1 : aube	50
Soir	42
Midi	24

3.1.3.3 .2 La pratique du Flushing

La gestion de la transition alimentaire entre la fin du tarissement et le début de la lactation, phase délicate (Tuder, 1998), est un élément majeur de la réussite de la lactation. .

La correction doit débuter environ 3 semaines avant la mise bas et elle n'aura d'impact que sur les prochaines vaches à vêler (Tuder, 1998 ; Calldwel, 2003 ; Cauty et Perreau , 2003).

3.1.3.3 .3. La nature d'œstrus

Les traitements de synchronisation dépendent bien des facteurs à la fois individuels et élevages (Ponsart et al., 1996) et le contrôle de la durée du cycle sexuel s'appuie sur deux principes :

Le contrôle de la croissance folliculaire et le contrôle de la durée de vie du corps jaune ou de la phase d'imprégnation progestéronique (Grimard et al., 2003).

25,4% des vaches inséminées sur chaleurs induites sont subfertiles, l'échec de la gestation résulte principalement de la mortalité embryonnaire qui peut ou non entraîner une prolongation de la fonction lutéale (Diskin et Sreenan,1980) ou du déficit énergétique dans la ration (Roelofs et al., 2010).

Spears et Weiss (2014) et Omur et al (2016) l'ont expliqué par le déficit des minéraux et des vitamines du fait que les vaches sans vitamines ni oligo-éléments présentaient un taux de FSH post-partum inférieur de 31,5% comparé à des vaches traitées.

Trois types (tableau 6) de traitements hormonaux permettent de synchroniser les chaleurs chez la vache laitière:

Tableau 6 : Taux de réussite et de gestation chez les vaches laitières ayant eu un traitement-hormonal.

Traitement hormonal	**TRIA1 TRIA3et +**	**TG**	**Référence**
GnRH	52% 32%		Silper et al (2017)
		46,3%	Mialot et al (2002) cité dans Grimard et al (2003)
	-	38,9%	Jemmeson (2000)
	-	37,3%	Pereira et al (2014)
	-	31%	Pereira et al (2014)
	-	79%	Mohammadi et al (2019)
PGF2α	-	28,0%	Pereira et al (2014)
	-	84,42%	Mohammadi A et al (2019)
PRID/CIDR	-	51%	Beggs et al (2000)
	-	28[a]% 49[b]%	Lucy et al (2001)
	-	37,5 a% 75,0 [b]% 64,7%	Martinez et al (2002)

- Les traitements à base de prostaglandine F2α ou de ses analogues (2 injections à 11-14 jours d'intervalle) :

La prostaglandine F 2α et ses analogues provoquent la lutéolyse et les chaleurs qui suivent la deuxième injection s'étalent sur plusieurs jours (notamment, si le corps jaune a plus de 5 jours, il est sensible à la lutéolyse (Hanzen et al., 2003), l'insémination sur chaleur observée après ce traitement améliore les résultats de fertilité (Cheballah et Boudjenah , 2004).

- Les traitements associant GnRH et PGF2α, communément appelés Ovsynch:

En général, ces associations GnRH et prostaglandine et progestagéne/ œstrogène agissent à la fois sur la croissance folliculaire et sur la lutéolyse, les chaleurs qui apparaissent après traitement sont bien groupées et il est possible d'inséminer en aveugle (Cheballah et Boudjenah , 2004).

Cela consiste en des traitements hormonaux de l'hormone de libération de la gonadotropine (GnRH) (jour 0), de la prostaglandine F2α (jour 7) et de la GnRH (jour 9) et l'insémination artificielle est effectuée 16-20 h après la deuxième injection de la GnRH (Ambrose et al .,2010 ; Bisinotto et al.,2015 ; Stevenson, 2016).

Selon Giordano et al (2013) et Wiltbank et al (2015) l'utilisation d'Ovsynch a augmenté la lutéolyse de 83 à 97 %, mais n'a pas augmenté le pourcentage de vaches qui ovulent ou le pourcentage de vaches inséminées devenues gravides.

Ces programmes de fertilité sont conçus pour présynchroniser les vaches au jour 6 ou 7 du cycle œstral pour augmenter les chances d'ovulation d'une première vague de follicule dominant à la 1ère injection de GnRH.

Des études récentes ont ajouté une deuxième dose de PGF2α dans le programme 7 jours (PGF2α à j7 et 8 j) par rapport à un programme en 5 jours (PGF2α à j 5 et 6) et ont signalé une lutéolyse inadéquate chez les vaches recevant seulement 1 dose de PGF2α au jour 7 (Santos et al., 2016).

- Les traitements à base de progestatifs (dispositif libérant de la progestérone ou du norgestomet associé à un œstrogène et/ou à des PGF2α et de l'eCG).

En Algérie l'étude de Safsaf et al (2013) a montré qu'aucune différence significative n'a été relevée entre le protocole des deux dispositifs vaginaux PRID® et PRID®-Delta en rapport avec le taux d'induction des chaleurs, mais à l'exception de la parité ; le PRID®Delta a permis l'obtention de meilleurs résultats chez la vache laitière.

3.1.3.3 .4. La période de transition

La période de transition de 3 semaines ante et 3 semaines post-partum, est l'étape physiologique la plus critique pour les bovins laitiers (Grummer,1995 ; Van Saun, 2016), dans l'idéal, prévoir le maximum de vêlages devrait être réalisé par un vétérinaire, car seul celui-ci peut mettre en place un traitement précoce (Borowski, 2006).

3.2. Les paramètres de reproduction

La fécondité et la fertilité sont deux notions différentes, mais complémentaires voir subordonnées.

La fécondité d'un troupeau traduit une notion technico-économique et temporelle. Elle se définit par le nombre de veaux produits par un individu ou par troupeau par an et l'index de fécondité doit être égal à 1. Une valeur inférieure traduit la présence d'infécondité, elle est la première cause de réforme involontaire (Disenhaus et al., 2005 ; Souames, 2018).

La fertilité est quant à elle un paramètre physiologique ; c'est la capacité à se reproduire qui se traduit par le nombre des inséminations nécessaire à l'obtention d'une gestation.

Une vache est considérée infertile lorsqu'elle nécessite une 3ème insémination ou plus pour être fécondée, de plus les animaux infertiles sont toujours inféconds, mais les troupeaux avec de bons critères de fertilité n'ont pas toujours de bons critères de fécondité (Vallet et al.,1998 ; Seegers et Grimard, 2003 ; Hanzen, 2009).

3.2.1. Les mesure objective de la fertilité et de la fécondité d'un troupeau laitier

L'objectif global en matière de reproduction est généralement de rentabiliser l'élevage de VL et de génisses par le maintien d'une production équilibrée tout au long de l'année répartie sur au moins 3 lactations et donc ayant besoin d'intervalles de vêlage stables (Vallet et al., 1998 ; Kalantari et Cabrera, 2012).

Compte tenu de la disponibilité des ressources alimentaires et leurs coûts, prix de la vente du lait et contraintes d'organisation de travail (Vallet et al.,1998). (Annexe 08)

Par ailleurs, ceci serait difficile à réaliser si les vaches ne sont pas fécondes dans un délai (IV-IAf 100 j pp) « Objectif » raisonnable après mise bas ; l'allongement de l'intervalle vêlage - vêlage est inévitable.

3.2.2. Les critères du bilan de reproduction

3.2.2.1. Les paramètres de fécondité

3.2.2.1.1 L'intervalle entre vêlage et première chaleur

Cet intervalle est fort intéressant notamment du point de vue étiologique. La détection des chaleurs constitue un facteur de risque considérable dans l'allongement de la période d'attente et de là donc de l'IV-V (MacMillan, 2002 ; Mwaanga et Janowski, 2000).

Son évaluation permet de déterminer le niveau moyen de l'anœstrus postpartum, car sa durée conditionne en partie la reprise de l'activité ovarienne pp et donc la fertilité des VL.

3.2.2.1.2 L'intervalle entre vêlage et première insémination

Cet intervalle est qualifié de période d'attente. Idéalement aucune insémination ne devrait être réalisée avant 50^{éme} jour pp compte tenu du faible pourcentage de gestation dont-il s'accompagne (Hanzen, 2009), par ailleurs 80 à 90 % des VL devraient être inséminées pour la 1^{ére} fois au cours de 90 premiers jours du postpartum (tableau 7).

Tableau 7 : Valeurs moyennes différentes de la période d'attente dans le monde.

Références	Période d'attente	Pays
Aggoun (2021)	de 50 à 164 jours	Algérie
Allouche et al (2018)	130 ± 64 jours pp	Algérie
Mimoune et al (2017)	60% >70 jours pp	Algérie
Bouraoui et al (2009)	100 jours pp	Tunisie
Le Mezec et al (2017)	100 jours pp (Prim' Holstein) 82 ± 47jours pp (Holstein frisonne)	France
Knob et al (2019)	87,0±0,9 jours pp	Brésil
Inchaisri et al (2013)	41 et 114 jours pp	Thaïlande
Uchida et al (2002)	102 jours pp	Japon
Suyadi et al (2014)	138 jours pp	Indonésie
Nguyen-Kien et al (2016)	109±52 jours pp	Vietnam

L'allongement de la PA s'explique soit par la politique volontaire d'organiser des vêlages par le personnel (Cauty et Perreau, 2003) ou une méconnaissance des signes réels des chaleurs et de leur importance par les éleveurs du fait que la plupart d'entre eux n'avaient jamais bénéficié d'une quelconque formation agricole, ou elle ne se fait qu'occasionnellement (Miroud, 2014).

3.2.2.1.3 L'intervalle entre première insémination et insémination fécondante

Cet intervalle représente la période de reproduction proprement dite.

La longueur de cette dernière dépend du nombre des inséminations qu'il faut pour obtenir une gestation.

3.2.2.1.4. Intervalle entre vêlage et insémination fécondante

Cet intervalle possède une valeur essentiellement prospective du fait qu'il intéresse les animaux dont l'insémination a été suivie de fécondation, confirmés gestantes et qui n'ont pas encore mis bas (tableau 8). Si on tarde à poser le diagnostic de gestation, sa valeur augmentera compte tenu du risque de mortalité embryonnaire tardive ou d'avortement.

Il ne tient pas compte d'animaux reformés avant ou après une insémination fécondante.

3.2.2.1.5. L'intervalle entre vêlages

L'impact économique de l'allongement de ce paramètre de l'V-V est différent d'un animal à un autre, car il est en fonction de la rentabilité présente et ultérieure de la vache .Une vache à fort potentiel de production sera moins affectée qu'une vache peu productive. Plus ce paramètre est grand moins de veaux sont produits (Hanzen, 2009).

Tableau 8 : Valeurs moyennes différentes de l'intervalle vêlage-vêlage dans le monde.

Références	IV-V	Pays
Mimoune et al (2017)	11% > 500 jours pp	Algérie
Allouche et al (2018)	404 ± 62 jours pp	Algérie
Aggoun (2021)	de 367 et 456 jours	Algérie
Bouraoui et al (2009) Ben Salem M (2006)	460 jours pp dépasse 390 jours pp	Tunisie
Gates (2013)	394 jours pp	Royaume unis
Le Mezec et al (2017) Corbrion (2018)	420 jours stables 421 jours pp	France
Doko et al (2012)	468,32 ± 13,86 jours	Bénin

3.2.2.2. L'appréciation de la fertilité

Selon Royal (2000) la fertilité ces dernières décennies est une source de grave préoccupation pour l'industrie laitière du fait qu'environ 10 à 30% des lactations peuvent être affectées par l'infertilité et troubles de la reproduction (Yusuf et al., 2010). Dans les mois qui suivent les vêlages, les principaux facteurs de risque de la reproduction sont liés à des phases lutéales prolongées ; ainsi le bilan économique associé à un choix de première IA proche du vêlage est alors assez compliqué à quantifier (Ledoux, 2011).

La baisse des performances de fertilité conduit à l'augmentation des coûts d'insémination et des frais des vétérinaires, aux modifications de la durée et de la persistance de la lactation, à l'augmentation des taux de réforme et enfin aux modifications du calendrier des futures lactations (Boichard, 1990; Ribeiro et al., 2012).
Les méthodes de calcul sont très différentes suivant les organismes et les régions (Cosson, 1998) et les valeurs « Objectif » sont portées dans le (tableau 9).

Tableau 9 : Critères de performances de reproduction (Vallet et al ., 1998).

Critères	**Paramètres**	**Valeurs « Objectif**	**Valeurs alertes**
Individuels			
Fertilité Fécondité	**IA/If** **VIF**	≤2 <95 jours	≥ 3 >110 jours pp
Troupeau			
Fertilité	**TRIA1**	>55% >60% (Seegers et Malher ,1996) > 45 (Hanzen, 1994)	<50%
	% IA3	<20% <15% (Seegers et Malher,1996)	>20% >1,8
	IA/If≤ **Taux de gestation ***	>1,8 ≥92%	<90% >100 jours pp
Fécondité	**VIF moyen** **%VIF>110 jours**	<95 jours pp <20%	>20%

* Rapport en % du nombre de vaches effectivement pleines au nombre de vaches mises à la reproduction (c'est à dire ayant eu au moins une IA ou saillie).

Par différence, on peut également considérer le taux de vaches vides ou taux de reformes involontaires pour infécondité défectueuse si > 6 %.

La fertilité des troupeaux est évaluée par le taux de réussite en IA1 exprimé en pour cent des femelles mises à la reproduction (TRIA1) et par le pourcentage de vaches qui ont eu ou qui auraient dû avoir 3 IA ou plus pour être fécondées (% IA3).

Un troupeau est considéré comme (Vallet et al., 1998)

- Ayant une bonne fertilité si le TRIA1 est supérieur à 55% et le % IA 3 est inférieur à 20% et 15% selon Hanzen (1994)

- En état d'alerte d'infertilité si le TRIA1 est inférieur à 50 % ou le % IA 3 est supérieur à 20%.

La reproduction répétée (repeat breeding syndrome) est l'un des principaux problèmes affectant l'efficacité de la reproduction. Ce syndrome est une source majeure de gaspillage économique et de mauvaises performances de reproduction dans les troupeaux laitiers (Bartlett et al., 1986 ; Yusuf, 2010).

3.3. Les pathologies postpartum

3.3. Les pathologies postpartum

En élevage laitier les anomalies qui touchent l'ensemble des vaches laitières et des troupeaux semblent plus difficiles à diagnostiquer de l'intérieur des exploitations (Calldwel, 2003).

3.3.1 Les dystocies

C'est la difficulté ou le prolongement du part suite à un excès de volume du veau par rapport à la filière pelvienne de la mère et/ou par des présentations anormales du fœtus ou encore par des troubles chez la parturiente nécessitant une extraction forcée. Ces vêlages difficiles peuvent se conclure par une césarienne ou une embryotomie dans le cas échéant (Institut de l'Élevage, 1994 ; cité dans Borowski, 2006).

3.3.1.1. L'impact des dystocies sur les performances de reproduction ultérieures

Fourichon et al (2000) rapportent que le degré de sévérité des dystocies a comme conséquences des effets variables et hétérogènes sur le TRIA1 (p =0,02) et l'IV-IAf (p=0,005) , mais homogènes sur l'IV-IC , la période d'attente et le nombre d'inséminations par vache.

Lors de vêlage extrêmement difficile, le décalage de la PA est de 20 à 33 jours (Fourichon et al., 2000).

Le défaut d'hygiène au vêlage selon l'étude Ponsart et al (2007) et Ledoux (2011) était considéré comme un facteur de risque présent dans 309 élevages audités pour des problèmes de reproduction.

3.3.2. La rétention placentaire

La rétention placentaire est un défaut d'expulsion des annexes fœtales après l'expulsion du fœtus au-delà d'un délai considéré comme physiologique (Arthur et al., 2001) dans les 12 heures post-partum (Van Werven et al.,1992) (figure 14).

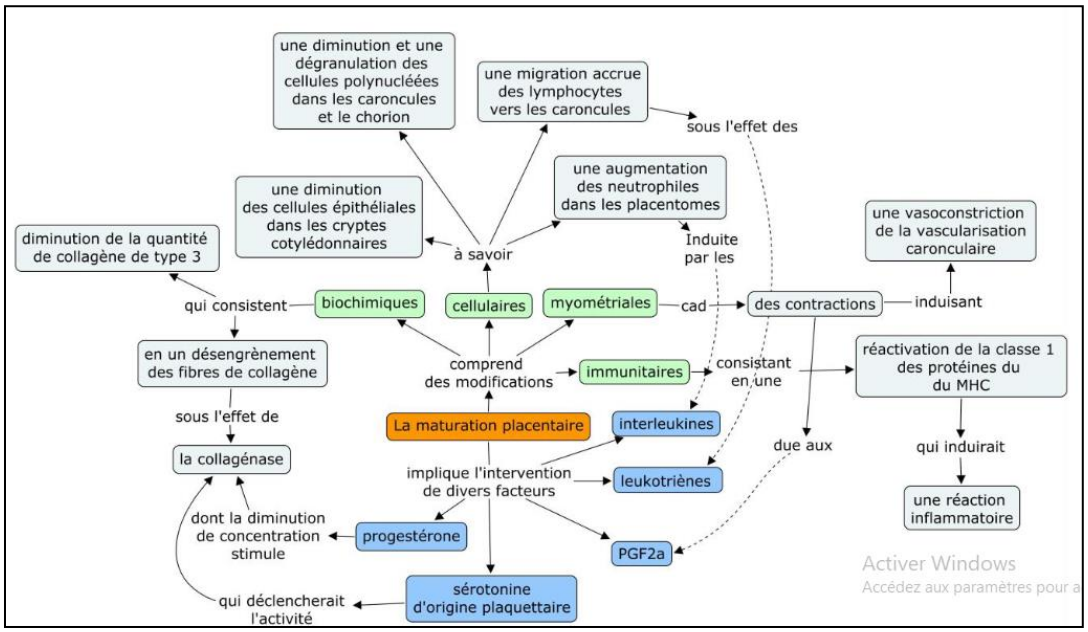


Figure 14 : Carte conceptuelle des mécanismes potentiels de la maturation placentaire (Hanzen, 2015).

En début du 21^{éme} siècle, les retentions placentaires et les métrites sont encore des événements fréquents (Youngquist et al.,1997 ; Leblanc et al., 2002 ; DS@HR, 2003) ; leurs fréquences se situent respectivement à environ 3,9 à 6,4% (en moyenne 5%) des vêlages et d'environ 12,5

à16,9% (en moyenne 15%) en Amérique du Nord (Youngquist et al.,1997 ; Leblanc et al., 2002 ; DS@HR, 2003).

3.3.2.1. L'impact de la rétention placentaire sur les performances de reproduction

En présence de métrite et suite à un retard d'involution la conséquence est souvent une baisse des performances de la reproduction notamment un allongement de l'IV-IAf (Courtheix, 2016). Au Royaume-Uni en 2006, 6 % des vaches ont été soignées pour une pathologie utérine postpartum (Williams et al., 2008). Mais, en l'absence de métrites, il ne semble pas qu'un retard d'involution réduise la fertilité ultérieure de la vache (Tennant et Peddicord,1968 ; Hanzen,1994).

3.3.3. Les avortements

Au niveau du troupeau, plus l'échec de gestation sera mis en évidence précocement, moins la fécondité sera dégradée puisque l'éleveur peut alors rapidement prendre la décision de remettre la femelle à la reproduction (Ledoux, 2011). L'observation des chaleurs après insémination est l'outil le plus couramment utilisé pour suspecter une mortalité embryonnaire ou fœtale.

Le critère global analysé est le taux de retour en chaleurs régulières (vers trois semaines) ou irrégulier (Seegers et al., 2001 ; Picard-Hagen et al., 2001).En revanche la sensibilité de la détection des retours est très faible, de l'ordre de 55% en moyenne avec de grands écarts entre élevages (Grimard et al., 2004a ;Grimard et al.,2005). Il est donc difficile de prendre ces données comme base d'étude sauf sur de très grands effectifs.

3.3.4. Les affections podales

L'effet des boiteries sur l'infertilité, le TRIA1 ou sur les intervalles vêlage 1^{ére} ovulation, l'IV-IA1, le VIf ou l'IV-V est décrit dans plusieurs travaux (cité dans Tillard, 2010).

Morris et al en 2011 ont rapporté que 50 % des vaches boiteuses ont des performances de reproduction normales par rapport aux autres animaux du troupeau (Morris et al ., 2011).

En Algérie des différences allant jusqu'à 50% pour l'IA1 –IAf et de plus de 30% pour l'IV-IAf ont été enregistrées soit un pourcentage de boiteries de 4,6% (Ghozlane et al ., 2010).

L’effet des boiteries varie selon le moment où elles surviennent durant la lactation et selon le type de lésions. Celles survenant tôt dans la lactation semblent montrer les effets les plus marqués sur l’intervalle VIf (Ghozlane et al ., 2010).

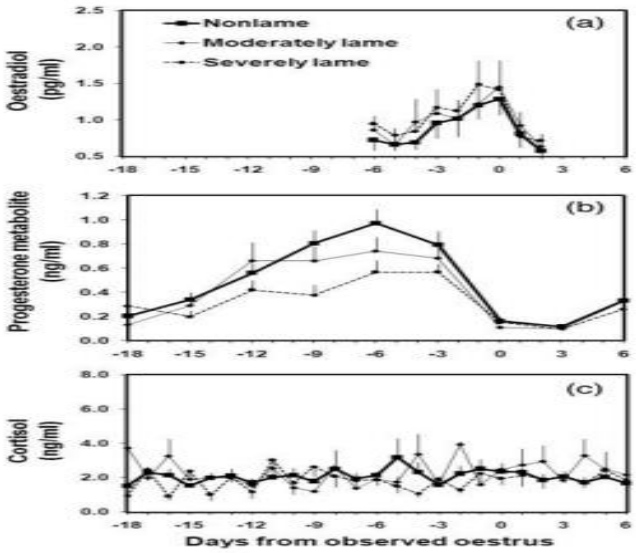


Figure 15: Profils hormonaux chez des vaches fortement boiteuses, modérément boiteuses ou saines, d’après (Walker et al ., 2008).

Walker (2008) a rapporté dans son étude que la boiterie n'affecte pas l'incidence de l'œstrus comportemental, mais réduit l'intensité des chaleurs (figure 15) en raison des appuis douloureux (chevauchement) une fois que la cyclicité ovarienne a repris après le vêlage (Walker, 2008 ; cité dans Tillard, 2010).

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

1. Introduction

La fertilité des vaches laitières enregistrée ces dernières décennies constitue une préoccupation grave pour l'industrie laitière (Royal et al., 2000) au vu du fait qu'environ 10 à 30% des lactations peuvent être affectées par l'infertilité et les troubles de la reproduction (Yusuf et al,.2010).

Au Québec (DS@HR., 2003) à titre d'exemple, et à travers le monde (Lucy, 1977 ; Dobson et al., 2001 ; Jorritsma et al .,2000) le succès à la 1ère saillie tend à descendre sous la barre des 40% , l'intervalle vêlage –vêlage moyen augmente et les vaches tardent de plus en plus à concevoir après le vêlage.

D'une population qui a atteint plus de 41 millions d'habitants en 2017, elle atteindra plus de 50 millions en 2030 et 70 millions en 2050 (Bessaoud et al., 2019) ; l'Algérie, pour combler ses besoins considérables en lait, fait à la fois appel à l'importation massive de cette denrée de première nécessité sous toutes ses formes et à l'importation de vaches et génisses laitières gravides, elle aurait besoin de 200.000 vaches laitières (VL) produisant en moyenne de 6000 kg/an pour atteindre ses besoins en lait (ONIL, 2019).

Les niveaux de production des troupeaux laitiers en Algérie, essentiellement peuplées de vaches laitières importées d'Europe, ne permettent pas de contribuer de manière sensible à la réduction des quantités colossales de lait importées. Plusieurs études ont montré que ces exploitations produisent moins de 15 litres par vache et par an (Souames et al., 2018) et que leurs performances de reproduction sont très loin des objectifs recherchés (Miroud et al., 2014).

L'évolution vers des vaches plus productives et des troupeaux plus grands est associée à une diminution de l'efficacité de la reproduction (Lucy,2001). Tout retard dans l'obtention d'une fécondation liée à une mauvaise gestion de la fonction de reproduction, ou à un dysfonctionnement de cette dernière entraine obligatoirement chez l'animal une perte de production qui augmente avec le délai écoulé depuis le vêlage (Singh et al., 2017).

Bien que la performance de fertilité soit un facteur majeur dans la détermination de la rentabilité et de l'efficacité globale d'un troupeau laitier (Plaizier et al., 1998 ; Inchaisri et al., 2010 ; Cabrera, 2014) les causes à l'origine d'un problème de reproduction sont nombreuses et leurs manifestations ne sont pas spécifiques. De ce fait, leurs connaissances sont essentielles pour une gestion efficace et une estimation précise des valeurs d'élevage (Nyamushamba et al., 2014), comme réduire autant que possible l'IVV et rentabiliser économiquement les exploitations laitières.

Cette complexité justifie l'utilisation d'une méthode rigoureuse et précise dans l'interprétation du bilan de reproduction comme dans l'analyse des causes de l'infécondité lorsque celle-ci est mise en évidence (Vallet et al., 1998).

Ce travail s'est intéressé, après établissement d'un bilan de reproduction en vue d'un état des lieux des cheptels bovins laitiers, aux effets des caractéristiques du troupeau (race, taille, parité et zone d'étude), aux pratiques d'élevage (flushing ,durée du tarissement , nature de l'œstrus et impacts des traitements hormonaux) et les pathologies (la rétention placentaire, l'avortement, les boiteries et les dystocies) sur les performances de fécondité et de fertilité des vaches laitières (VL) en races Montbéliarde et Prim'Holstein nées et mises à la reproduction (IA) en Algérie.

2. Matériel et méthodes

2.1. Lieu et animaux

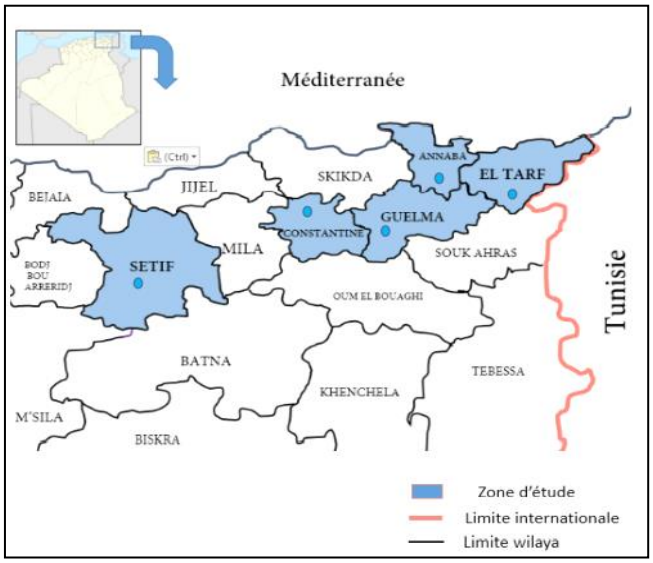


Figure 16: Carte géographique présentant la zone d'étude (Google earth modifié).

Nous avons visé différents sites d'élevage bovin laitier réparti sur cinq wilayas du Nord –est algérien : El-Tarf, Annaba, Guelma, Constantine et Sétif, selon la disponibilité des informations et l'accessibilité (figure 16). L'étude a été menée dans 23 troupeaux de bovins laitiers totalisant 721 vaches laitières (figure18), dont 50,6% primipares et 49,4 % multipares. Les vaches étaient âgées de 2 à 8 ans, originaires d'Europe et importées en tant que génisses pleines de race Prim'Holstein (47,3%) et Montbéliarde (52,4%) (Figure 17).

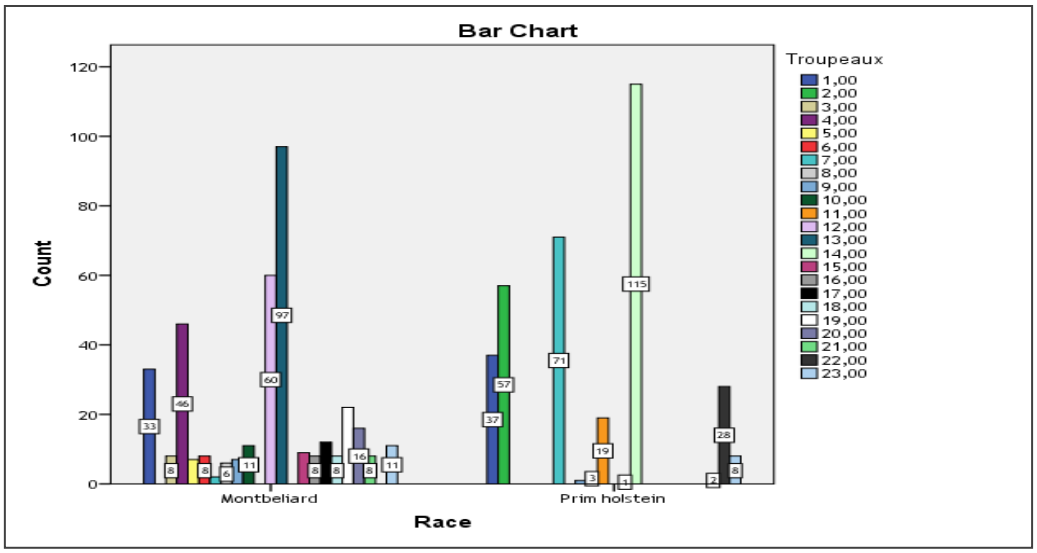


Figure 17 : Répartition des deux races des vaches laitières au sein des troupeaux étudiés. (Prim'Holstein et Montbéliard).

Selon la classification de Köppen-Geiger 1900, le climat de la région est de type Csa (tableau 10): climat tempéré chaud : une saison humide et fraîche en hiver avec été sec méditerranéen saison chaude et sèche. Une température moyenne annuelle de 16,5 °C et des précipitations de 617 mm/an en moyenne.

Tableau 10: Zones d'étude (Classification de Köppen) et pourcentage de vaches laitières détenues dans chaque wilaya.

Site d'étude (wilayas)	Altitude	Climat	**% VL**	**% Troupeau**
El-Tarf		méditerranéen.	17%	26 %
Annaba	1 008 m	méditerranéen.	10 %	4,4%
Guelma	290 m	sub-humide	22,2%	21,7%
Constantine	694 m	méditerranéen	48,6 %	43,4%
Sétif	1 100 m	semi-aride	3 %	4,4 %



Figure 18 : Un Bâtiment d'élevage / Élevage semi-intensif de bovin laitier de race MO au niveau de la ferme de Séraidi (Annaba, Constantine).

Le nombre d'individus par troupeau variait entre 8 et 300. Selon le nombre des vaches, les troupeaux ont été classés en trois groupes : troupeaux de petite taille [1-15] (43,7%), troupeaux de taille moyenne [16-50] (30,4%) et grands troupeaux [51-300] (26%). Seuls les troupeaux composés de VL de races Prim'Holstein et / ou Montbéliarde ont été considérés.

2.2. Le mode d'élevage et la période d'étude

Les vaches sont élevées dans un système semi-extensif, en stabulation libre et semi-entravée. Le mode d'élevage variait en fonction des troupeaux, moyens de l'éleveur et la superficie disponible.

Pour les éleveurs disposant de prairies, les vaches pâturaient pendant une période assez courte au printemps (Avril) et assez longue après fauchage des blés (Juillet-Août). Certains éleveurs

disposaient d'étables avec cornadis et d'autres entravaient leurs bêtes la plupart du temps. Le nombre d'individus variait entre 8 et 300.

L'alimentation des vaches différait d'une exploitation à une autre ; elle dépendait de la disponibilité plus ou moins régulière des ingrédients alimentaires, pour la majorité importée, et de leur prix (orge, soja, foin, ensilage, pâturage, autre…). Ils allaient de l'alimentation rationnelle élaborée par un nutritionniste à la distribution dictée par la disponibilité alimentaire, variable au long de l'année suite à de nombreuses ruptures de stock. L'abreuvement était en général ad libitum.

Les troupeaux pratiquant le flushing ont été identifiés 17,3% (4 /23). Les durées moyennes du tarissement allant de 45 à 60 jours et supérieures à 60 jours ont été calculées sur l'ensemble des VL des 23 troupeaux. Les VL ont été regroupées en primipares et multipares.

2.3. Le mode de la reproduction

Le mode de reproduction utilisé consistait en l'insémination artificielle (IA) sur chaleurs naturelles, induites ou synchronisées.

2.4. Le contrôle hormonal de l'œstrus

2.4.1. Les protocoles de synchronisation ou d'induction d'œstrus

Trois protocoles ont été suivis et appliqués durant la même période d'étude dont l'objectif était de quantifier les deux principaux paramètres de fécondité (VIf et IV-V) et le niveau de fertilité (TRIA1, TRIA3 et +, TG) des VL (n= 267) par troupeau (n=11) (tableau 11).

68 VL étaient traitées par la GnRH (25,5%), 36 VL étaient traitées par la PGF2α (13,5%), 56 VL l'étaient par PRID DELTA (21%) et 107 VL étaient inséminées sur chaleurs naturelles.

Les exploitations étaient choisies au hasard pour démontrer l'efficacité des traitements hormonaux de synchronisation ou d'induction des chaleurs dans uniquement deux zones d'étude (El -Tarf et Constantine).

Tableau 11: Description des facteurs étudiés.

Facteurs		**% / Fréquence**
Race	Prim' Holstein	32,6 %
	Montbéliarde	67,4%
Parité	Primipares	84,6%
	Multipares	15,4%
Taille du troupeau	Petite	[1-8]
	Moyenne	[8-15]
	Grande	[15-50]
Technicité des inséminateurs (n=8)	-	-
Site d'étude	El-Tarf	-
	Constantine	-
Saison d'IAf et de vêlage	Eté	-
	Hiver	-
	Printemps	-
	Automne	-

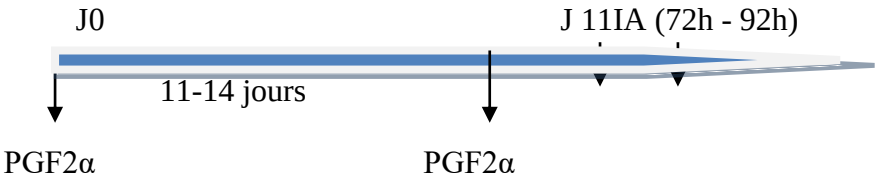
Ces traitements différaient d'un troupeau à l'autre selon le niveau de cyclicité des vaches traitées, c'est-à-dire, l'existence du corps jaune par palpation transrectale ou via échographie, selon la technicité des inséminateurs, le choix du protocole à utiliser et les moyens des éleveurs.

Protocoles :

- Induction des chaleurs par les prostaglandines PGF2α (Dalmazin® FATRO, Animal Health) substance active (+) - Cloprosténol dextrogyre forme efficace de cet analogue de prostaglandine; par voie intramusculaire et selon la technicité de l'inséminateur.

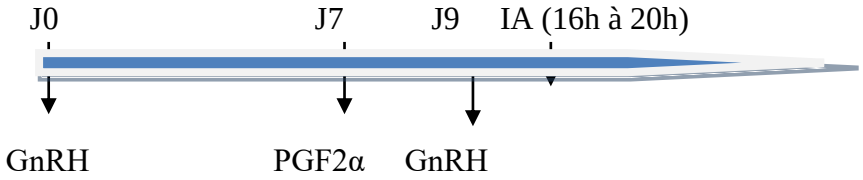
En absence des chaleurs, on a procédé à 02 injections de PGF2α (75microgrammes/ml) à 11 jours d'intervalle, et pour la synchronisation de l'œstrus on a injecté la PGF2α à J0 et à J11, puis 02 IA ont été faites, la 2ème étant une insémination de secours (Cette dernière IA n'est pas comptabilisée dans la présente étude) :

- La 1^{ére} à 72h après la 2^{éme} injection de la PGF2α.
- La 2^{éme} à 96h après la 2^{éme} injection de la PGF2α.



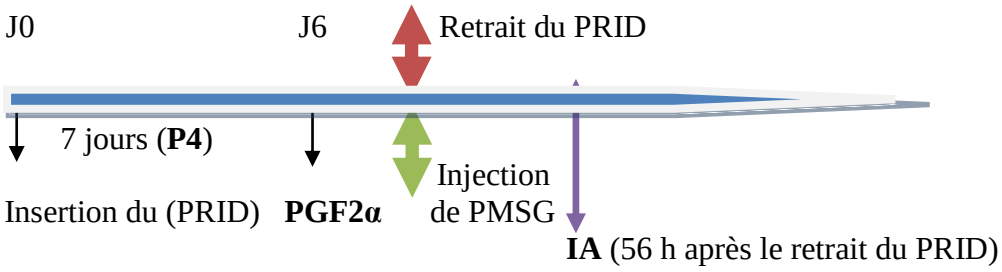
- GnRH (Dalmarelin® FATRO, Animal Health) substance active Léciréline forme efficace de cet analogue GnRH modifié (Nonapeptide à place de décapeptide) plus PGF2α (Dalmazin® FATRO, Animal Health) (GPG, Ovsynch).

2 injections de GnRH (25microgrammes/ml) à 9 jours d'intervalle plus une injection de PGF2α à J7 (72h -93h avant la 2^{éme} injection de la GnRH, l'IA est faite de 16 à 20h après l'administration de la GnRH.



La mise en place du dispositif PRID® Delta (1,55 g système de diffusion vaginal pour bovins) pendant 7 jours, ensuite on a injecté une dose de PGF2α ou analogue 24 h avant le retrait du dispositif.

L'injection d'eCG (500 unités) (PMSG) au moment du retrait du PRID pour améliorer la synchronisation des ovulations. L'insémination artificielle est effectuée 56 h après le retrait du dispositif (certains inséminateurs réalisent une 2^{éme} IA de sécurité 24h après la 1^{ére} IA).



La détection des chaleurs se faisait différemment d'un élevage à un autre : dans la plupart des troupeaux, cette activité était pratiquée par n'importe quelle personne de la ferme. Une exploitation utilisait un moyen électronique de détection des chaleurs (activitémètre).

Le diagnostic de gestation, quand il se faisait, était réalisé par palpation transrectale au-delà du 60^{ém}e jour post-insémination ou par échographie entre 40 et 60 jours de gestation.

2.5. Les paramètres de la fécondité et de la fertilité

Ces paramètres ont été calculés selon la méthodologie proposée par (Hanzen et al., 1994).

À l'échelle VL, les paramètres de fécondité et de fertilité suivants des deux races laitières réunies ont été estimés :

- L'intervalle moyen entre le vêlage et la 1^{ére} chaleur observée par l'éleveur et consignée (IV-C1) s'obtient en divisant la somme des jours depuis le vêlage jusqu'à la détection de la première chaleur des VL par le nombre de VL ayant manifesté les chaleurs.

Cet intervalle est révélateur du niveau de fécondité ; il détermine la durée de l'anœstrus PP ; il n'a été calculé que sur un nombre de 274 intervalles, soit 37,95% seulement des intervalles enregistrés, et ce au vu d'un manque important de données qui lui étaient apparentées.

- L'intervalle moyen entre le vêlage et la 1ère insémination (IV-IA1) encore appelé période d'attente s'obtient par la division de la somme des jours entre le vêlage et l'IA1 des VL par le nombre de VL inséminées.
- L'intervalle moyen entre la première insémination et l'insémination fécondante (IA1-IAf) encore dénommé période de reproduction s'obtient par la division de la somme des jours entre la première insémination et l'insémination fécondante des VL par le nombre de VL ayant conçu.

L'intervalle moyen entre le vêlage et l'insémination fécondante (IV-IAf) s'obtient par la division de la somme des jours entre le vêlage et l'insémination fécondante des VL par le nombre de VL ayant conçu.

- L'intervalle entre vêlages (IV-V) s'obtient par la division de la somme des jours entre vêlages par le nombre de VL ayant vêlé au moins une fois.

Les paramètres de fertilité des deux races laitières réunies suivantes ont été déterminés.

- Le taux de réussite en première IA (TRIA1) s'obtient par le rapport entre le nombre de VL diagnostiquée gravide en première IA et le nombre de VL inséminée. IL s'exprime en pourcentage.
- L'indice de fertilité apparent (IFA) est égal au rapport entre le nombre total d'IA des VL diagnostiquées gravides et le nombre de VL gravide.
- Le pourcentage de VL à 3IA et plus pour être fécondées s'obtient par le rapport entre le nombre de VL ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondée et le nombre total de VL gravide.

À l'échelle troupeau seul l'IV-IAf moyen de chaque troupeau et le TRIA1 par race par troupeau ont été calculés. Le pourcentage des troupeaux dont l'IV-IAf moyen dépassait 100 jours postpartum a été déterminé.

2.6. La collecte et l'analyse statistique

Cette étude s'est déroulée sur une période de quatre ans (de 2017 jusqu'à 2020). La collecte des données a été réalisée à partir des registres d'élevage, des fiches individuelles des VL, des plannings d'étable, des fiches d'identification des veaux, des bulletins d'IA et des bilans mensuels des inséminateurs du Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique. Deux grandes exploitations disposaient d'un logiciel de suivi d'élevage (figure 19).

Les fréquences des pathologies enregistrées (la rétention placentaire, l'avortement, les boiteries et les dystocies) ont fait l'objet d'un questionnaire (Annexe 1).

N° D	N°IT	Date de Naissanc	Date d'inséminati	Date de vêlage	Age au 1er vêlage	Age IA	V -IA1	V - IA	IA1 - IA	Date 1ère IA	Date 2ème IA	Date 3ème IA	Date 4ème IA	Date5ème IA	Date6ème IA	Date7ème IA	contrôle gestatio	Av
01	IT 020990972121	01-04-2015	19-09-2016	23-06-2017	27.1	18	72	111	39	05-09-2017	14-10-2017						14-11-2017	
02	IT 020990927197	17-02-2015	17-08-2016	27-07-2017	29.7	21	60	79	20	26-09-2017	16-10-2017						14-11-2017	

Ferme .....

Unité d'elevage de bovin laitier

Rapport de suivie de la reproduction

LA VACHE				INSEMINATIONS							LE VELAGE		
N° D'ORDRE	N° DE BOUCLE	DATE DE NAISSANCE	N IA1	DATE DU VELAGE	IA1	DATE DE CONSTAT	IA2	DATE DE CONSTAT	IA3	DATE DE CONSTAT	IA4	DATE DE CONSTAT	DATE DE TARISSEMENT	DATE PREVUE DU VELAGE
501	6037	15/09/2015		18/09/2018	20/10/2018	25/11/2018								
502	6078	25/12/2015		01/06/2018	18/10/2018	23/11/2018								

DATE	NUMERO	D MB	OBS	CHALEUR	1ere	2eme	3eme	DIC	DEPENSE
30-03-2019	428	19-02-2019		30/03/2019 + 4/4/2019	30-03-2019			POSITIF	1,500.00
19-06-2019	435	12-03-2019	pgf 29/5 GPG 13/6						
08-06-2019	452							POSITIF	
01-04-2019	461	22-02-2019	pride delta 21/5		31-05-2019				
02-04-2019	471	20-02-2019	pgf 21/5 + PGF 31/5 GPG13/6	25/03/2019 05/05/2019	أفريل-14			neg 21/5	1,500.00
13-06-2019	475				12-06-2019				
03-04-2019	777	31-01-2019	pgf 29/5	03-04-2019	03-04-2019	أفريل-24			1,500.00
04-04-2019	1607	13-04-2019		05-05-2019					
06-04-2019	1623	10-02-2019	pride delta 21/5	01/05/2019 08/5	31-05-2019				
08-04-2019	1655	20-03-2019			24-05-2019				
09-04-2019	1661	11-02-2019	PGF2 12/5 GNRH 13/6						
10-04-2019	1965	08-03-2019		12/04/2019 + 4/5/2019	04-05-2019				

Figure 19 : Tableaux des suivis des élevages laitiers de VL et des protocoles menés dans les exploitations à Constantine.

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel « SPSS ».La normalité des variables quantitatives expliquées (IV-C1, IV-IA1, IV-IAf, IA1-IAf, IV-V) a été analysée à l'intérieur de chaque variable explicative (race, taille du troupeau, parité, zone d'étude, nature d'œstrus, flushing et durée du tarissement) en utilisant le test Shapiro-Wilk.

La régression non paramétrique par l'analyse de variance à un facteur (*Kruskal-Wallis test*) a été appliquée pour chercher la relation des variables dépendantes et de chaque variable explicative. Les différences entre modalités de chaque variable indépendante sont étudiées selon le post-hoc test (U de Mann-Whitney Test). Le modèle suivant de la régression simple à un facteur a été retenu : $Yi, j = \mu + \alpha i + \in i, j$, où i est le nombre de modalités de la variable explicative X, j est le nombre de mesures pour chaque modalité , Yi,j est la valeur prise par la -réponse Y dans la condition Ai lors de la j ^{éme} répétition , e est le terme résiduel.

Le tableau de contingence et le test du chi carré ont été appliqués pour déterminer l'association entre les paramètres de fertilité (taux de réussite en IA1, pourcentage des animaux ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé) et les facteurs de risque. Le niveau de signification statistique a été fixé à $p< 0,05$.

L’analyse des variables qualitatives (la race, la parité, la zone d’étude, la taille du troupeau, la technicité des inséminateurs, la saison d’IAf et la saison des vêlages) après normalisation centré réduite a était réalisée par AFCM (analyse factorielle en correspondance multiple) , sur l’ensemble des variables analysées deux dimensions ont été retenues avec une moyenne totale du coefficient Alpha de Cronbach de 90,3%, l’information était exprimée par la 1^{ére} dimension à 84,8% et à 80,1% pour la 2^{éme} dimension.

Résultats

3. Résultats

3.1. Performances individuelles de reproduction des vaches laitières et des troupeaux laitiers

3.1.1. Paramètres de fécondité et de fertilité à l'échelle des vaches laitières et à l'échelle troupeau

Le tableau1 présente les paramètres de fécondité et de fertilité des 722 vaches laitières réparties sur les 23 troupeaux suivis dont 52,1% étaient constitués de Montbéliardes uniquement et 17,3% de Prim'Holstein uniquement. Le reste des troupeaux soit 30,4% se composait des deux races réunies.

Un IV-C1 moyen de (86,8 ± 48) jours vs 50-60 jours, un IV-IA1 moyen de 108,8 ± 80,4 jours vs 60 - 80 jours, un intervalle moyen IA1-IAf de 42,9 ± 85,2 jours vs 23-30 jours, un IV-IAf moyen de 152 ± 116 jours vs 85-100 jours et un IV-V moyen de 427 ± 122 jours vs 365-380 jours ont été obtenus (tableau 12).

Tous les paramètres de fécondité calculés par vaches laitières s'éloignaient sensiblement des valeurs « objectif » habituellement compatibles avec la rentabilité économique des troupeaux. Les paramètres de fertilité obtenus étaient proches des valeurs « objectif » (TRIA1 = 50,5% ; IFA=1,83% ; pourcentage de VL à 3 IA et plus=19,3%).

Tableau 12 : Valeurs des performances de reproduction des vaches laitières.

Paramètres de fécondité						**Paramètres de fertilité**		
Intervalle (jours)	$\overline{X}$ ± SD (n)	Médiane	Classes (Jours)	Pourcentage par classe (n)	Objectif (Jours)	TRIA1 vs Objectif	IFA	% VL 3IA et + vs Objectif
IV-C1	86,8±48,1 (274)	72,5	≤50 51-60 > 60	8,8 (24) 25,5 (70) 65,0 (180)	<50 50-60	54,5 > 45	1,83 < 2	19,3 < 20%
IV-IA1	108 ± 80,4 (649)	90	≤60 61-80 > 80	13,7 (89) 32,4 (210) 53,8 (349)	60 60-80			
IIA1-IAf	42,9 ± 85,2 (569)	120	< 0 20-30 >30	54,1 (307) 13,4 (76) 32,5 (184)	23-30			
IV- IAf	152 ± 116 (567)	37	≤ 80 81-100 >100	20,1 (114) 21,5 (122) 58,4 (331)	85 85-100			
3. IV-V	427 ±122 (570)	390	≤ 365 366-400 > 400	33,2 (189) 27,0 (154) 39,8 (227)	365-380			

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent, %VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé.

- **À l'échelle troupeau**

L'étude a montré une grande variabilité des moyennes des différents paramètres de reproduction étudiées par élevage (n=23) de même un écart type important et des valeurs maximales et minimales plus ou moins élevées sont notés par élevage (figure 11) : 56,5% des troupeaux présentaient un IV-IAf moyen dépassant les 100 jours post-partum

Le TRIA1 moyen variait d'une race à une autre à l'intérieur du troupeau et entre troupeaux. En race Montbéliarde le TRIA1variait de 81,8% à 0,0% et en race Prim'Holstein, il variait de 81,1% à 0,0%.

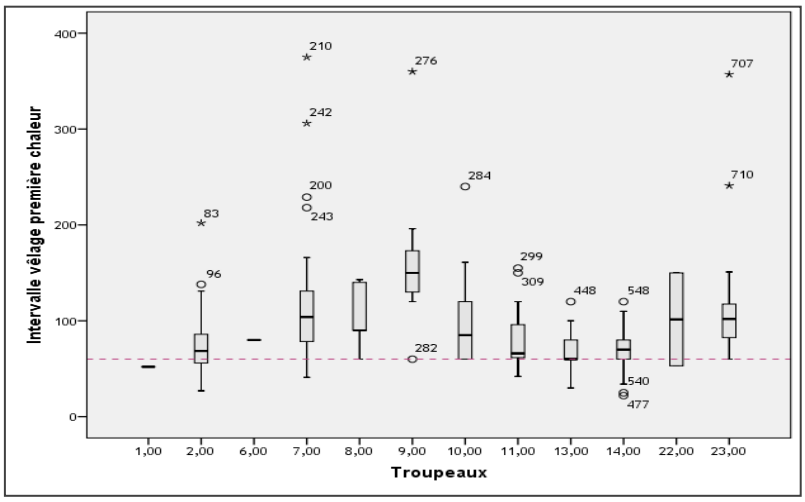


Figure 20 : Valeurs descriptives de l'IV-IC1par troupeau (n= 23 ; A).

La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (60 jr pp) Barres au-dessus des diagrammes en boîte : écarts types ; étoiles et cercles : valeurs extrêmes dans les troupeaux ; lignes noires : moyennes par troupeau.

La différence entre la moyenne de l'IV-IC1est très hautement significative, p<0,001).

Concernant l'IV-C1 calculé sur 12 troupeaux ; seuls 34,31% étaient inférieurs au seuil moyen d'anœstrus post-partum de 60 jours (figure 20). Par ailleurs, la plupart des élevages étudiés présentaient une moyenne de période d'attente (figure 21)et une de reproduction, un IV-IAf et IV-V supérieurs aux seuils admis en élevage bovin laitier (figure 22). Ainsi, seulement 41,14% des troupeaux présentaient une moyenne de première insémination après mise bas inférieure à 80 jours, 32,51% dépassaient 30 jours d'intervalle IA1-IAf.

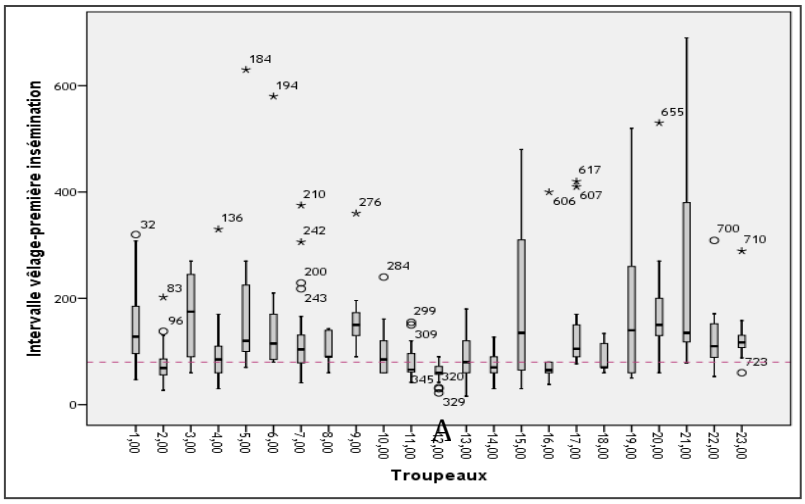


Figure 21 : Valeurs descriptives de l'IV-IA1 par troupeau (n= 23 ; A) et pourcentage des élevages avec IV-IA1 moyen supérieur ou inférieur au seuil de 80 jours post-partum (B). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage. La différence entre la moyenne de l'IV-IA1 est très hautement significative, p<0,001).

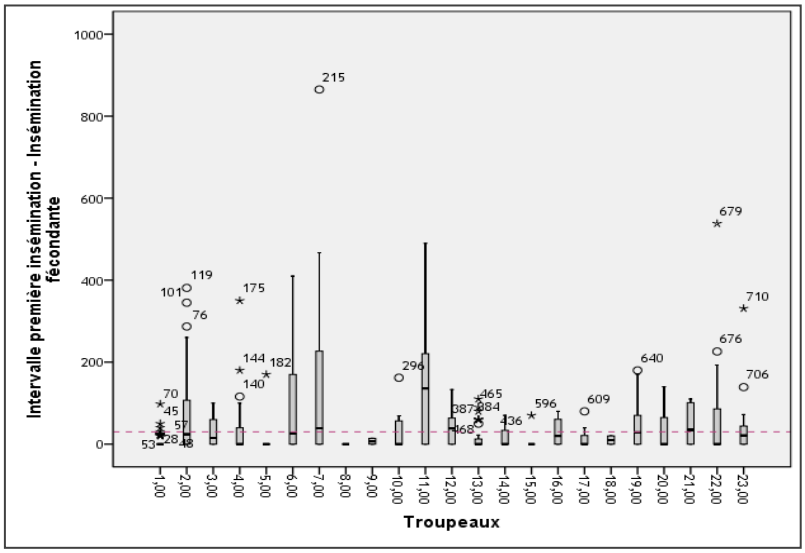


Figure 22 : Valeurs descriptives de l'IA1-IAf par troupeau (n= 23). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (30j pp). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (100 jr pp) .La différence entre la moyenne de l'IA1-IAf est très hautement significative, p<0,001).

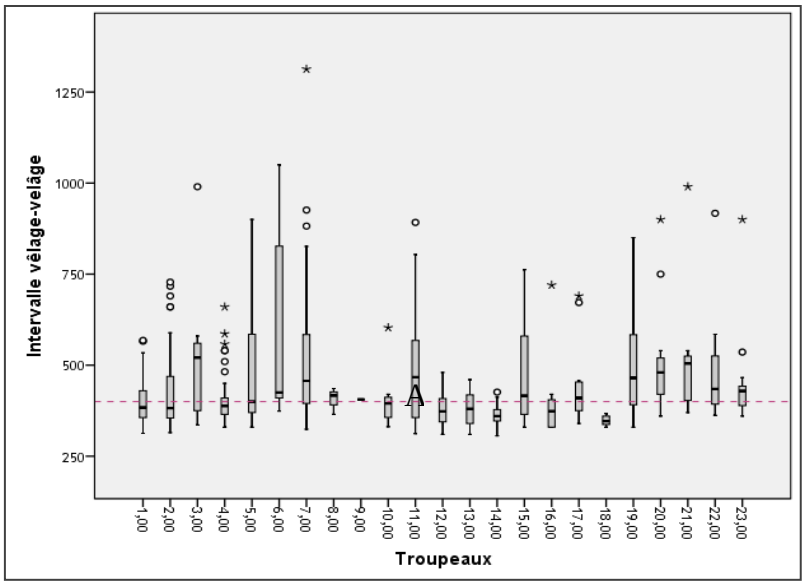


Figure 23 : Valeurs descriptives de l'IV-V par troupeau (n=23). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage (400 j pp). La différence entre la moyenne de l'IV-V est très hautement significative, p<0,001).

En ce qui concerne l'IV-V 58,3 % (13/23) et 39,7 % (9/23) des élevages ont présenté un IV–IAf et un IV–V moyen dépassant respectivement 100 jours et 400 jours (figures 21 ,23) ; la différence était très significative (p < 0,001) entre les IV–IAf moyens et il en était de même entre les IV–V moyens (tableau 13).

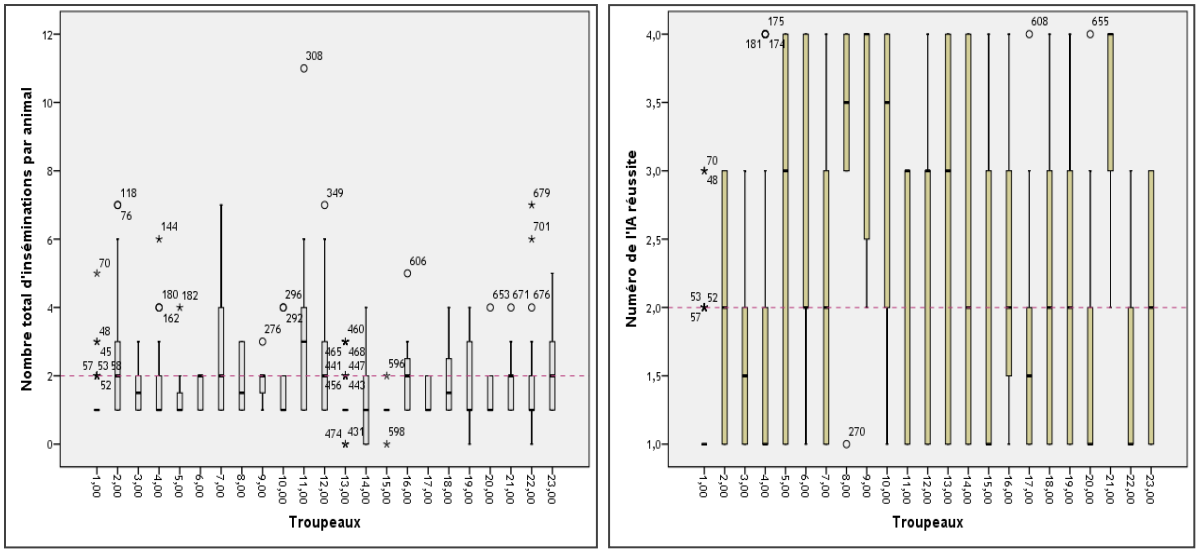
Tableau 13:Matrice de corrélation de Persan entre les paramètres de reproduction étudiés.

Paramètres	**IV-C1**	**IV-IA1**	**IV-IF**	**IA1-IF**	**IVV**
IV-C1	1				
IV-IA1	0,929***	1			
IV-IF	0,462***	0,681***	1		
IA1-IF	0,167**	-0,019	0,719***	1	
IVV	0,445***	0,626***	0,954***	0,706***	1
** p < 0,01 ; *** p < 0,001					

L'observation du tableau de la matrice de corrélation de Persan (tableau 13) entre les différents paramètres de reproduction étudiés à montré une corrélation fortement négative entre la période d'anœstrus pp et la période d'attente ainsi que le VIf et l'IV-V.

3.1.2. Effet des facteurs fixes sur le niveau de la fertilité

3.1.2.1. L'index de fertilité apparent et total des troupeaux laitiers



A B

Figure 24 : Valeurs descriptives du nombre moyen d'IA par vache dans les troupeaux étudiés (n= 23 ; A) et distribution des élevages selon le numéro de l'IA de réussite (B). La ligne pointillée réfère au seuil objectif par élevage. La différence entre les troupeaux est hautement significative, p<0,01.

Les figures (24 A et 24 B) montrent le nombre moyen d'IA par troupeaux (n=23) et la distribution des élevages selon le numéro de l'IA réussie. Il en ressort que le nombre moyen d'inséminations par élevage est significativement variable (p<0,01), toutefois la plupart des élevages ont un nombre moyen des inséminations par animal aux alentours de deux (figure 24 A) en occurrence, le nombre d'élevages dont le numéro moyen de l'insémination réussite est supérieur de 2 était 5 élevages soit un pourcentage de 21,73 % (figure 24 B).

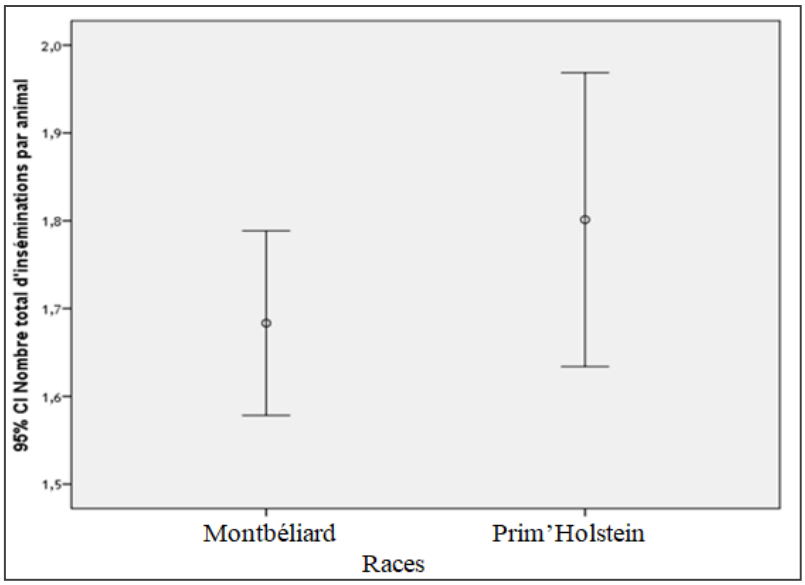


Figure 25 : Index de fertilité apparent (IFA) des deux races étudiées. ***(95% CI Nombre total des inséminations par animal : Intervalle de confiance du résultat de comparaison de moyenne entre les deux races Montbéliard et Prim'Holstein quant à la différence entre le nombre d'IA par animal)*.**

Le résultat a révélé une différence très hautement significative (p<0,001) avec une moyenne de 1,68±1,04 pour la Montbéliarde et 1,80±1,51 pour Prim'Holstein (figure25).

L'IFT = 2,26 indique que le nombre de VL en retard de fécondation nécessitaient au moins 2 IA c'est-à-dire une période de reproduction supérieure au moins à 2 cycles, pour autant les vaches gestantes l'IFA 1,83 témoigne d'un niveau de fertilité aussi réduit.

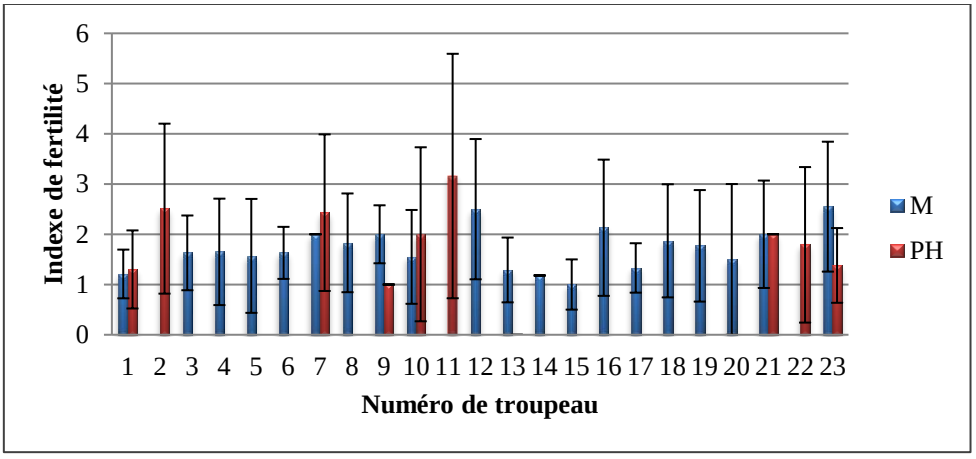


Figure 26 : Index de fertilité des vaches laitières Montbéliardes (M) et Prim'Holstein (PH) par troupeau.

L'IFA a varié aussi en fonction des troupeaux (1,7 ± 1,3) et des races (1 ± 0,5 à 2,5 ± 1,3 chez la Montbéliarde et 1 ± 0,57 à 3,16 ± 2,43 chez la Prim'Holstein)(figure26).

3.1.2.2. Taux de réussite moyen d'IA (TRIA1, TRIA3 et plus, TG) par troupeau et par vache laitière.

Des valeurs moyennes de 38,8 ± 20 % pour le TRIA1, et de 16,2 ± 11 % chez les VL à 3IA+ ont été calculées pour l'ensemble des troupeaux, avec une différence très significative entre les troupeaux ($p<0,001$) (figure 27). Elles ont été en moyenne respectivement de 34,5 ± 23,2 et 16,3 ± 14,7 chez la Montbéliarde, et de 39,5 ± 27,1 et 16,5 ± 12,8 chez la Prim'Holstein (figure 28).

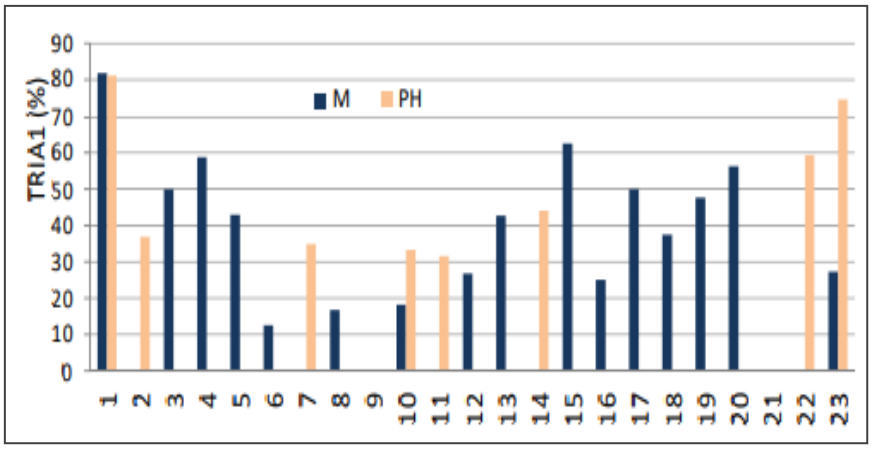


Figure 27 : Taux de réussite moyen (TRIA1) des vaches laitières Montbéliardes (M) et Prim'Holstein (PH) par troupeau.

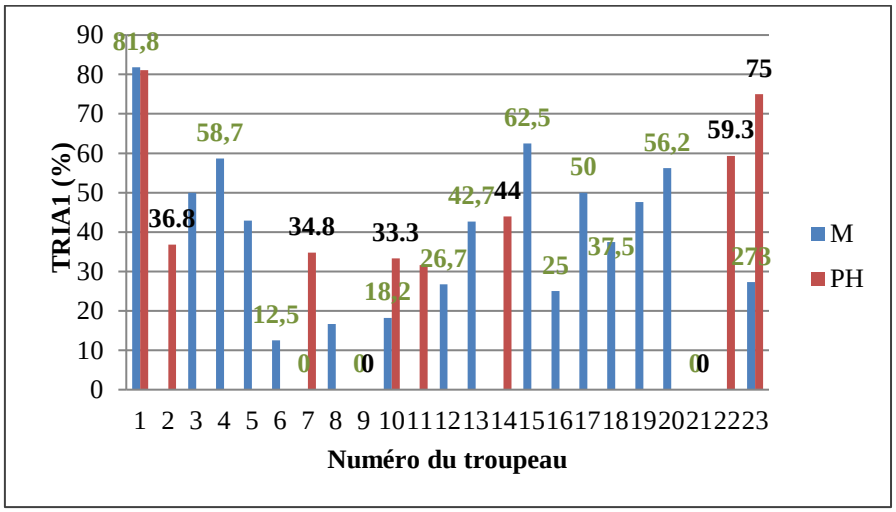


Figure 28 : Pourcentage moyen de vaches laitières (Repeat breeder) Montbéliardes et Prim'Holstein à 3 inséminations artificielles et plus pour être fécondées par troupeau.

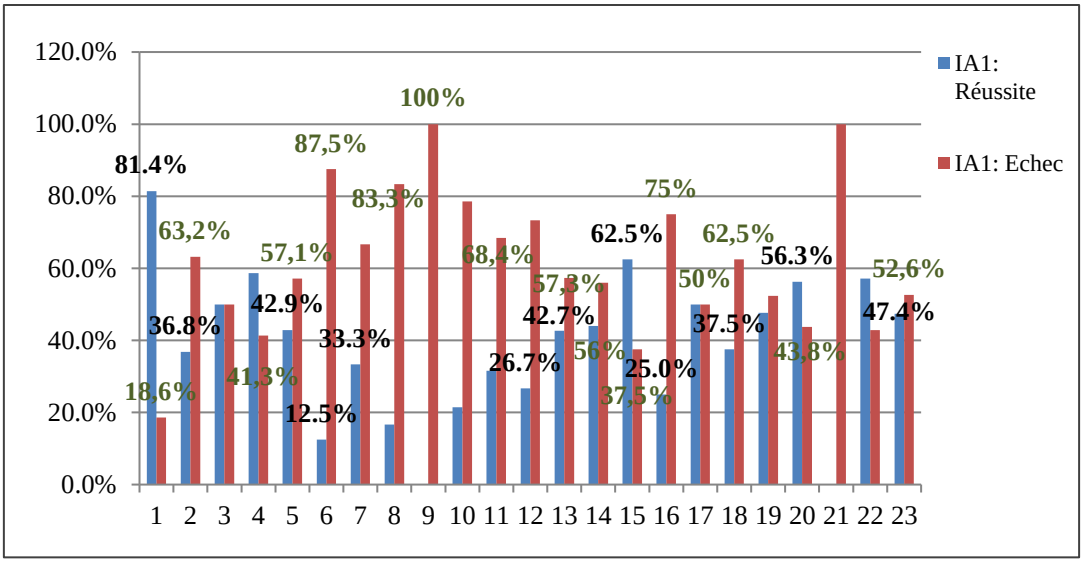


Figure 29 : Taux de gestation moyen des VL en IA1 (TGIA1) en troupeau laitier étudié.

Le taux de gravidité en IA1 (TGIA) des troupeaux a été en moyenne de 42,1 ± 16,2 % (figure 29) il variait d'un troupeau à un autre et plus de 70% des troupeaux avait un taux d'échec en IA1 supérieur à 50%.

3.2. Facteurs limitant la réussite de l'insémination artificielle

3.2.1. Caractéristiques d'élevage

Tableau 14: Paramètres de fécondité et de fertilité selon la race.

Paramètres de fécondité						**Paramètres de fertilité**		
Intervalle (jours) Caractéristiques du troupeau	***IV-C1***	***IV-IA1***	***IIA1- IAf***	***IV-IAf***	***IV-V***	***IFA***	***TR1A1 (n)***	***% VL à 3IA et +***
Race			**X±SD (n)**					
Prim'Holstein	6,2 ±47,6 (189)	96,1±50 ,5 (270)	59,9 ±110[a] (259)	157 ±122 (258)	429 ±125 (264)	1,80 ±1,51 (317)	46,8 (284)	24,6
Montbéliarde	87,4 ±49,1 (84)	117 ±95,3 (377)	28,8±51,9[c] (308)	148 ±112 (307)	425 ±121 (304)	1,68± 1,51 (379)	42,5 (376)	15,4
p valeurs	0,914	0,065	0,014	0,468	0,982	0,723	0,273	0,003

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne plus Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

Seuls l'IA1–IAf (p<0,05) et le pourcentage des VL à 3IA+ (p <0,01) ont différé significativement entre les deux races (tableau 14). Les autres intervalles ne se sont pas révélés être des facteurs de variation de ces deux paramètres.

Tableau 15:Paramètres de fécondité et de fertilité selon la taille du troupeau.

Paramètres de fécondité						**Paramètres de fertilité**		
Intervalle (jours Caractéristiques du troupeau	***IV-C1***	***IV-IA1***	***IIA1- IAf***	***IV-IAf***	***IV-V***	***IFA***	***TR1A1 (n)***	***% VL à 3IA et +***
Taille du troupeau X±SD (n)								
[1-15]	118±66 [c] (28)	119 ±65,1 [a,c] (28)	22,2 ± 47,1[a] (13)	131 ±70,4 [a,d] (13)	407 ±69,1[a] (12)	1,75 ±0,92 (28)	14,2 (28)	17,8
[16-50]	83,8 ±45,1[a] (95)	129 ±108 [a] (168)	69,8±104,5[d] (166)	196,3±139,6 [d] (166)	479,2±152,[d] (167)	2,16±1,6 (180)	39,3 (178)	29,2
[51-300]	82,7 ±44,5[a] (147)	100 ±66,7[c] 448)	32 ±74,1[c] (385)	134 ±102 [a] (383)	405 ±102 [a] (386)	1,57±1,3 (486)	48,3 (451)	15,5
P valeurs	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

Le tableau ci-dessus (tableau 15) montre que la taille du troupeau a affecté significativement tous les paramètres de fécondité et de fertilité (p < 0,05) et ce sont les grands troupeaux qui

ont eu l'IV–IA1 le moins long (100 ± 66,7 jours) et les troupeaux moyens qui ont eu l'IV–IAf le plus long (196,3 ± 139,6 jours).

Tableau 16:Paramètres de fécondité et de fertilité selon la parité.

Paramètres de fécondité						**Paramètres de fertilité**		
Intervalle (jours) / ***Caractéristiques du troupeau***	***IV-C1***	***IV-IA1***	***IIA1- IAf***	***IV-IAf***	***IV-V***	***IFA***	***TR1A1 (n)***	***% VL à 3IA et +***
Parité X±SD (n)								
Primipares	92 ±53 (99)	116 ±77 [a] (236)	51,7±104 (236)	169 ±126 [a] (234)	444 ±139 [a] (236)	1,65±1,25 (415)	39,2 (380)	18,4
Multipares	83,5±44,8 (174)	91,1±56,4 [d] (372)	36,1±69,4 (295)	125 ±89,9[d] (294)	400 ±89,2[d] (296)	1,88 ±1,33 (241)	53,5 (241)	
p valeurs	0,234	0,000	0,549	0,000	0,000	0,041	0,000	0,401

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

Les VL primipares ont eu un IV–IA1 et un IV–IAf significativement plus longs (p < 0,05) que les multipares ainsi qu'un TRIA1 plus faible (39,2 % vs 53,5 %) (Tableau 16).

Tableau 17: Paramètres de fécondité et de fertilité selon la zone d'étude.

Paramètres de fécondité						**Paramètres de fertilité**		
Intervalle (jours) / ***Caractéristiques du troupeau***	***IV-C1***	***IV-IA1***	***IIA1- IAf***	***IV-IAf***	***IV-V***	***IFA***	***TR1A1 (n)***	***% VL à 3IA et +***
Zone d'étude X±SD (n)								
El-Tarf	119 ±66,4[d] (66)	121 ±64,4[d] (51)	98,1 ±156[a] (68)	221 ±170,9[d] (67)	500 ±168,5[d] (70)	2,05 ±1,45 [d] (98)	34,3 (96)	22,9
Annaba	52 [d] (1)	144 ±64,6 d (70)	05,9 ±15,5d (70)	149 ±60,6 d (70)	397 ±60,9 [a,c] (70)	1,26 ±0,65 [a] (70)	81,4 (70)	4,2
Guelma	97,3 ±39,5[d] (10)	147 ±127 [d] (158)	36,9±65,7[c] (152)	183,5 ±139,8[d] (151)	466 ±15,5[d] (149)	1,69 ±1 [b] (160)	45,5 (158)	44,8
Constantine	71,1 ±24,2 [a] (178)	77,6 ±32,1 [a] 320)	42,4±37,4[c] (260)	117 ±78,4 [a] (260)	393 ±81,1 [a] (262)	1,75 ±1,41 [b] (351)	38,3 (318)	22
Sétif	102 ±43,4 [c,d] (20)	124 ±51,5 [c,d] (20)	43 ±83,81[c] (20)	163 ±132 [b] (20)	445 ±130 [a,c,d] (20)	2,00 ±1,06 [a,b,d] (15)	46,6 (7)	60
p valeurs	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

L'étude statistique a révélé une différence entre les zones étudiées aussi bien sur tous les paramètres de fécondité ($p < 0,001$) et de fertilité ($p < 0,05$) des VL. La wilaya de Constantine a présenté l'IV–IAf le moins long (117 ± 78,4 jours), celle d'Annaba le meilleur TRIA1 (81,4 %), et celles de Guelma et Sétif les pourcentages de VL à 3IA+ les plus élevés (respectivement 44,8 % et 60 %) (Tableau 17).

3.2.2. Pratiques d'élevage

Le tableau 18 ci-dessous présente les paramètres de fécondité et fertilité moyens selon la pratique du flushing ou non avant l'IA.

Tableau 18 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon la pratique du flushing.

Facteurs	**Paramètres de Fécondité (jours)**					**Paramètres de Fertilité**		
Paramètres	**IV-C1**	**IV- IAI**	**IIA1-IAf**	**IV- IAf**	**IV-V**	**IFA**	**TRIA1**	**%VL à 3 IA et+**
Pratique du flushing X±SD(n)								
Oui	52	146 ±66,5 (78)	08,5 ±20,7 (78)	155 ±64,9 (78)	410 ±94,1 (78)	1,29 ±1,66 (78)	78,2 (78)	37,8
Non	92,6 ±53,4 (97)	92,9 ±53,3 (98)	94,9 ±136 (98)	189 ±154 (98)	472 ±156 (100)	2,48 ±1,62 (103)	35,9 (103)	5,1
p valeurs	0,229	0,000	0,000	0,845	0,007	0,000	0,000	0,000

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

L'IV-IA1, l'IIA1-IAf et l'IV-V étaient significativement moins allongés lorsque le flushing était pratiqué ($p<0,05$) que lorsqu'il ne l'était pas. Tous les paramètres de fertilité étaient significativement ($p<0,05$) meilleurs quand le flushing se pratiquait.

Le tableau 19 présente les paramètres de fécondité et fertilité moyens selon la durée du tarissement.

Tableau 19 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon la durée du tarissement.

Facteurs	**Paramètres de Fécondité (jours)**					**Paramètres de Fertilité**		
Paramètres	**IV-C1**	**IV- IAI**	**IIA1-IAf**	**IV- IAf**	**IV-V**	**IFA**	**TRIA1**	**%VL à 3 IA et+**
Durée du tarissement X±SD(n)								
45-60 jours	85,4 ±44,8 [a] (68)	87,7 ±35,2 (89)	21,5 ±42,1 (86)	108 ±67,3 (86)	380 ±67,2 a (89)	1,66 ±0, 90 (91)	45,5 (90)	18,8
> 60jours	60,7 ±16 b (30)	90,5 ±44,1 (68)	31 ±76,9 (60)	123 ±86,3 (67)	401 ±85,5b (69)	1,60 ±1,1 (72)	41,6 (72)	8,3
p valeurs	0,000	0,346	0,171	0,622	0,045	0,433	0,486	0,146

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

L'IV-C1 moyen était significativement (p<0,05) moins allongé lorsque la durée de tarissement dépassait 60 jours (60,7 ± 16 jours vs 85,4 ± 44,8 jours) et l'IV-V moyen était significativement (p<0,05) moins allongé lorsque la durée du tarissement était de moins de 60 jours (380 ± 67,2 jours vs 401 ±85 jours).

Tous les paramètres de fertilité étaient significativement meilleurs sur chaleur naturelle que sur chaleur induite (p <0,05) et quand le flushing se pratiquait que lorsqu'il ne se pratiquait pas (p=0,000). La durée de tarissement n'a pas influencé ces paramètres.

Le tableau 20 présente les paramètres de fécondité et fertilité moyenne globale des 23 troupeaux dans les cinq zones d'étude selon la nature de l'œstrus qu'elles soient chaleurs induites ou naturelles.

Tableau 20: Paramètres de fécondité et de fertilité selon le type des chaleurs.

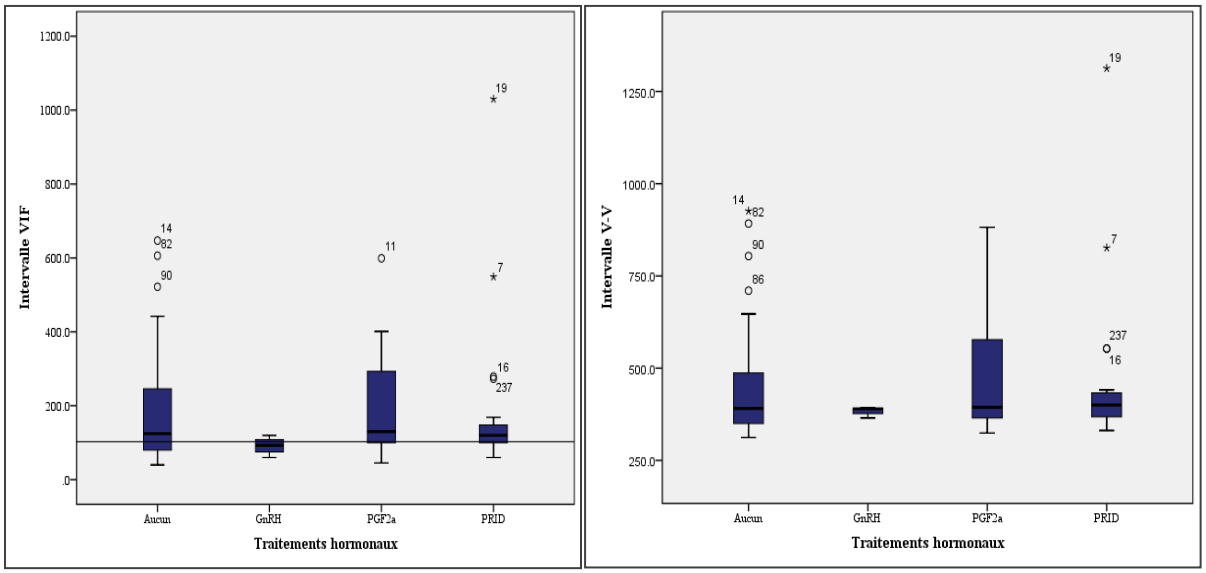
Facteurs	**Paramètres de Fécondité (jours)**					**Paramètres de Fertilité**		
Paramètres	**IV-C1**	**IV- IAI**	**IIA1-IAf**	**IV- IAf**	**IV-V**	**IFA**	**TRIA1**	**%VL à 3 IA et+**
Type des chaleurs			**$\overline{X}$±SD(n)**					
Induites	101 ±56,6 (103)	92,8 ±48,7 (194)	56,2 ±15,6 (179)	148 ±122 (178)	424 ±123 (429)	2,04 ±1,34 (214)	36 (208)	25,4
Naturelles	77,3 ±39,7 (167)	100 ±56,9 (304)	37,7 ±73,8 (246)	140 ±88,2 (246)	411 ±97,1 (429)	1,69 ±1,18 (306)	49,1 (303)	17,4
p valeurs	0,000	0,468	0,020	0,785	0,256	0,001	0,003	0,029

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

L'IV-C1 et l'IIA1-IAf moyens ayant fait suite à une chaleur naturelle ont été significativement moins allongés ($p<0,05$) que sur chaleur induite (77,3 ± 39,7 jours vs 101 ±56,6 jours ; 37,7 ± 73,8 jours vs 56,2 ± 15,6 jours respectivement). Tous les paramètres de fertilité étaient significativement meilleurs ($p<0,05$) lorsque l'IA se faisait sur chaleur naturelle qu'induite.

3.3. Paramètre de fécondité et de fertilité des exploitations utilisant les protocoles de synchronisation et d'induction d'œstrus (zone d'El-Tarf et Constantine).

3.3.1. Paramètres de fécondité (VIf- IVV) et de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et + et TG) globaux par troupeau.



(A) (B)

Figure 30:Valeurs descriptive de VIF (A) et de l'IV-V (B) par troupeau (n= 11). La ligne réfère au seuil objectif par élevage.

La différence entre la moyenne de l'IV-V est très hautement significative (p<0,001).

43,75% ; 68,75% ; 67,44% étaient les pourcentages de l'intervalle VIf >100 jours pp et 25% ; 39,39% ; 39,53% pour l'IV-V >400 jours pp obtenus dans les troupeaux ayant reçu les traitements à base de GnRH ; PGF2α et PRID respectivement figure 30(A,B).

L'intervalle VIf et l'IV-V moyens ayant fait suite au traitement à base de PGF2α ont été significativement (p=0,003) plus allongés (182,2±142,33 jours ; 458,85±152,08 jours pp qu'à base de GnRH et PRID (91,66±24,67 jours ; 384,83±167, 58 jours) ; (173,5±184,98 jours ; 449,29±186,81jours) pp respectivement.

Le protocole à base de GnRH parait même meilleur que lorsque l'IA se faisait sur chaleurs naturelles soit en moyenne un intervalle V-If de 170,85±131,07 (53,33% >100 jours) et un intervalle V-V de 424, 94±132 (37,36% >400 j pp).

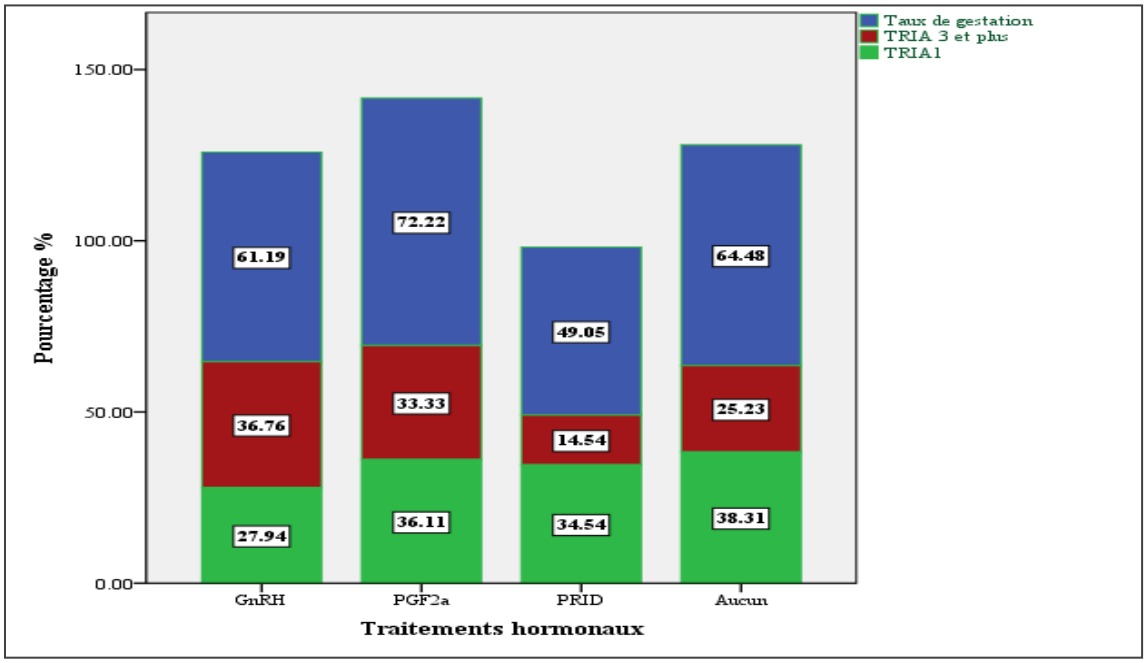


Figure 31: Taux de réussite global moyen (TRIA1, TRIA3 et +, TG) des vaches laitières Montbéliarde et Prim'Holstein par traitement hormonal.

Des pourcentages globaux moyens de TRIA1 de 27,94% ; 36,11% et 34,54% ont été enregistrés en traitement à base de GnRH, à base de PGF2α et à base de PRID DELTA respectivement (figure 31). Le TG était meilleur lorsque les VL ont été induites par la PGF2α (72,22%), mais, le TRIA3et + était faible lorsque le traitement se faisait à base de PRID DELTA (14,54%).

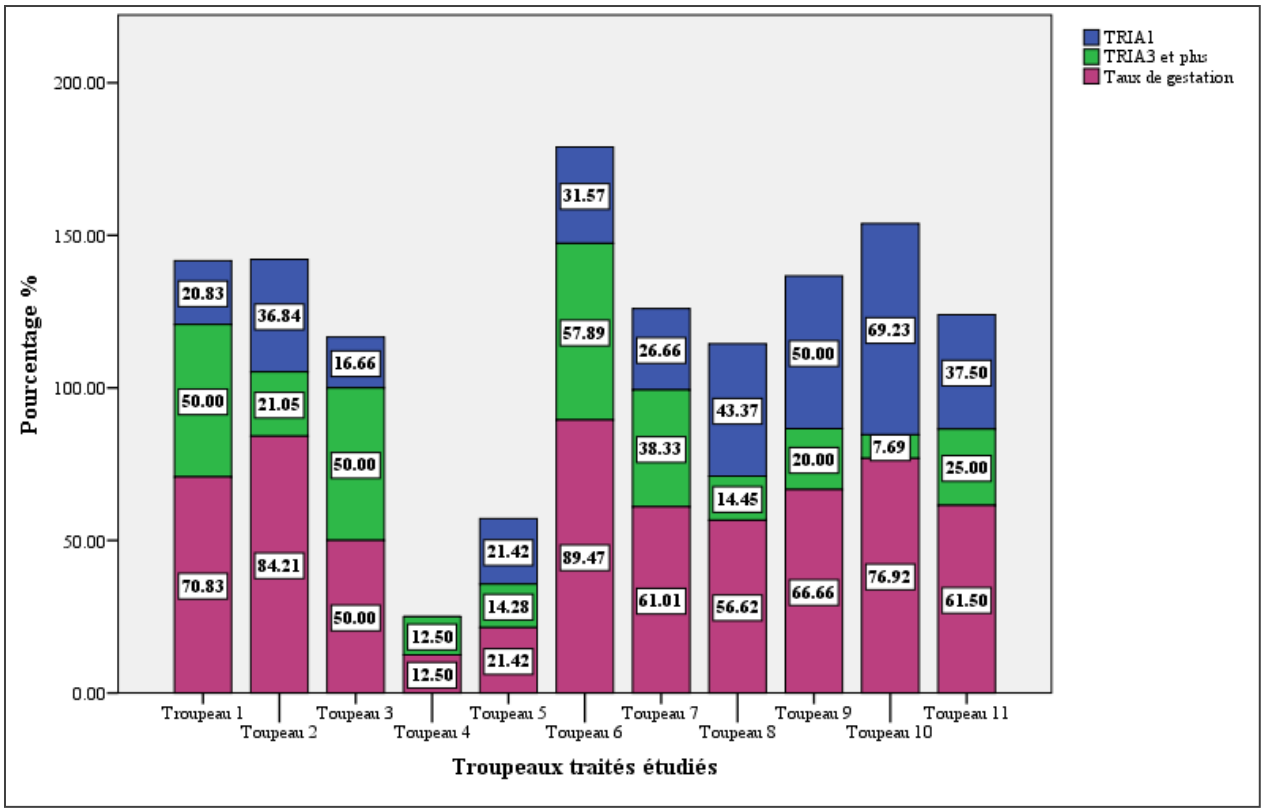


Figure 32: Taux de réussite moyen global (TRIA1, TRIA3 et +, TG) des vaches laitières Montbéliarde et Prim'Holstein traitées par troupeau (n=11).

À l'échelle troupeau (figure 32) il y avait une hétérogénéité des résultats des niveaux de fertilité entre les troupeaux traités avec une différence hautement significative (p<0,000); un taux global moyen de 32,18% ± 18,48 en TRIA1, 28,29±17,64 % en TRIA3 et + et 59,19±23,98% en TG ont été enregistré.

3.3.2. Facteurs limitant

Tableau 21: Paramètres de la fécondité et de la fertilité globaux selon la parité, la race, le site d'étude, la technicité des inséminateurs, la taille du troupeau, la saison d'IAf et la saison des vêlages des troupeaux traités par les différents protocoles (n=11).

Facteurs	Modalité	Paramètres de fertilité (%)			Paramètres de fécondité X±SD (n)	
		TRIA1	TRIA3 et +	TG	VIf (jour)	IV-V (jour)
Parité	**Primipare**	35 ,55	24,88	58,03	108,16±84,93	380,72±84,29
	Multipare	57,14	39,02	80,48	239,77±99,43	522,45±200,77
	p valeurs	**0,146**	**0,139**	**0,102**	**0,000**	**0,099**
Race	**PH**	21,83	32,18	48,83	93,88±38,2	372,24±39,17
	MB	40,78	24,53	67,59	145,06±142,82	417,36±145,49
	p valeurs	**0,187**	**0,085**	**0,102**	**0,134**	**0,036**
Site d'étude	**El-Tarf**	36,95	26,53	38,65	199,86±169,31	481,81±169,72
	Constantine	63	27,38	61,34	103,4±76,69	375,31±75,78
	p valeurs	**0,028**	**0,499**	**0,014**	**0,196**	**0,079**
Inséminateurs	A	16,66	33,33	50	96±30,19	389,33±15,14
	B	33,33	57,14	90,47	204,16±146,5	464,611±48,16
	C	12,5	12,5	12,5	108,29±29,96	385,13±32,78
	D	36,36	27,27	70,12	218,76±182,08	500 ,93±182,62
	G	16,66	00	00	-	-
	H	26,66	38,33	61,10	88,09±31,64	365,47±32,28
	K	43,37	14,45	56,62	93,15±27,38	362,05±25,45
	M	40	20	60	161,27±64,71	441,83±64,61
	p valeurs	**0,000**	**0,005**	**0,002**	**0,001**	**0,001**
Taille du troupeau	**[1-8]**	18,18	22,72	40,9	170,16±83,61	425,55±77,54
	[8-15]	46,15	12,82	53,84	147,57±129,27	428,42±128,98
	[15-50]	34,14	30,24	65,19	122,06±127,51	394,71±129,36
	p valeurs	**0,056**	**0,049**	**0,017**	**0,009**	**0,001**
Saison d'IAf	**Eté**	43,58	30,76	76,9	174,8±157	453,74±158,53
	Hiver	21,42	39,28	60,70	166,6±94,61	442,5±99,6
	Printemps	43,43	20,2	63,63	100,7±60,78	371,40±62,38
	Automne	30,35	25	50,9	127,91±172,87	402,81±172,80
	p valeurs	**0,008**	**0,006**	**0,001**	**0,004**	**0,000**
Saison de vêlage	**Eté**	25,97	38,96	61,84	141,52±181,85	418,623±182,98
	Hiver	39,81	20,37	60,18	102,43±57,97	374,273±60,09
	Printemps	40,62	28,12	75	165,90±125,20	441,159±122,96
	Automne	24	40	64	174,78±111,58	448,674±117,28
	p valeurs	**0,005**	**0,006**	**0,000**	**0,003**	**0,003**

(n): nombre d'animaux, $\overline{X}$ ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement ($p < 0,05$).

Tous les paramètres de fécondité ainsi que de fertilité illustrés dans le tableau 21 ci-dessus étaient significativement influencés par l'inséminateur, la taille du troupeau, la saison d'IAf et la saison de vêlage ($p<0,05$).

En outre selon le site d'étude, la difference significative était observée seulement entre le TRIA1, le TG et l'IV-V des élevages de Constantite et d'El-Tarf ; alors la race et la parité n'ont eu aucun effet significatif sur le niveau de fertilité des troupeaux.

Cependant la fecondité représentée par l'intervalle VIf , soit 239,77±99,43 jours pp chez les mutipares (p<0,001) et l'IV-Vsoit 417,36±145,49 jours pp (p<0,05) des vaches laitiéres Monbélirde étaient remarquablement et significativement long.

Selon nos résultats obtenus la fécondité était meilleure chez la VL primipare de race Prim' Holstein issue des grands élevages situés à Constantine et quand l'IAf et le vêlage étaient au Printemps (p<0,01).

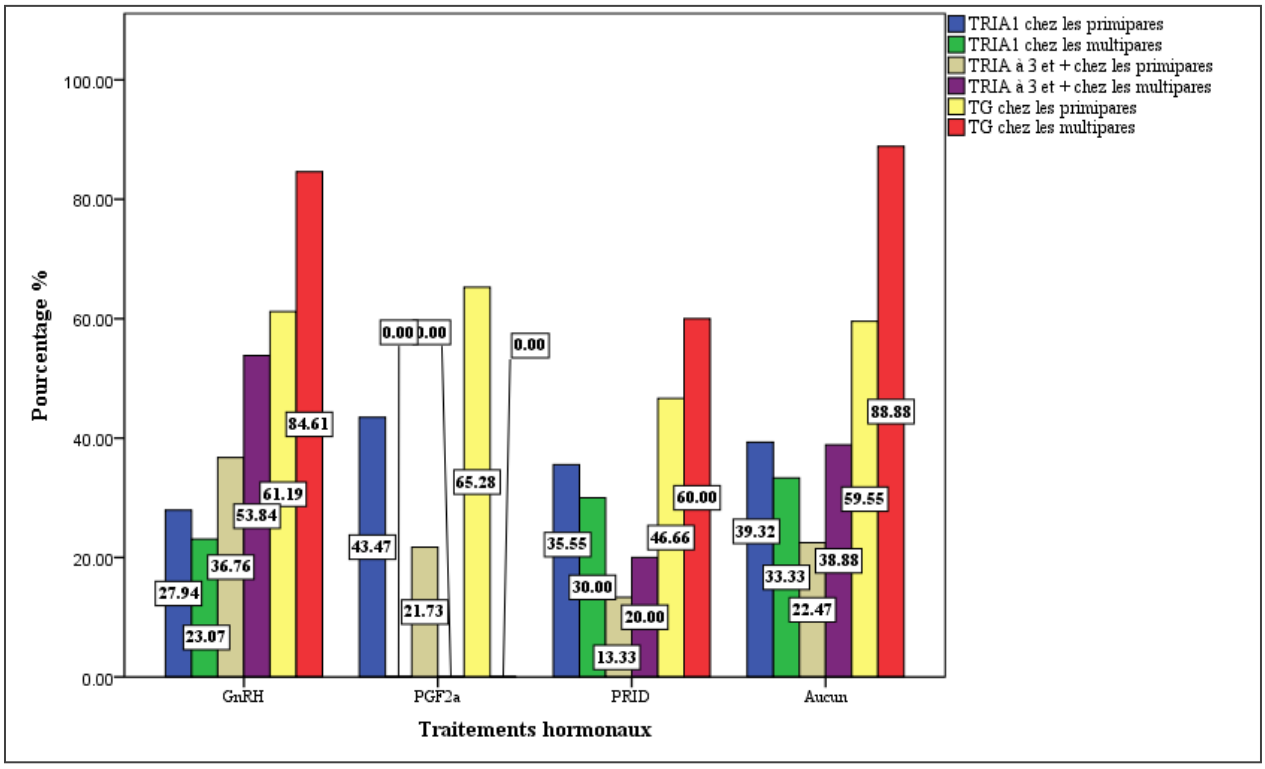


Figure 33 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par parité.

Les résultats obtenus ne révèlent aucune différence significative (p> 0,05) des taux moyen de la fertilité n'était observée entre les primipares (p=0,400) et multipares (p=0,821) étudiées selon les protocoles hormonaux utilisés (figure 33).

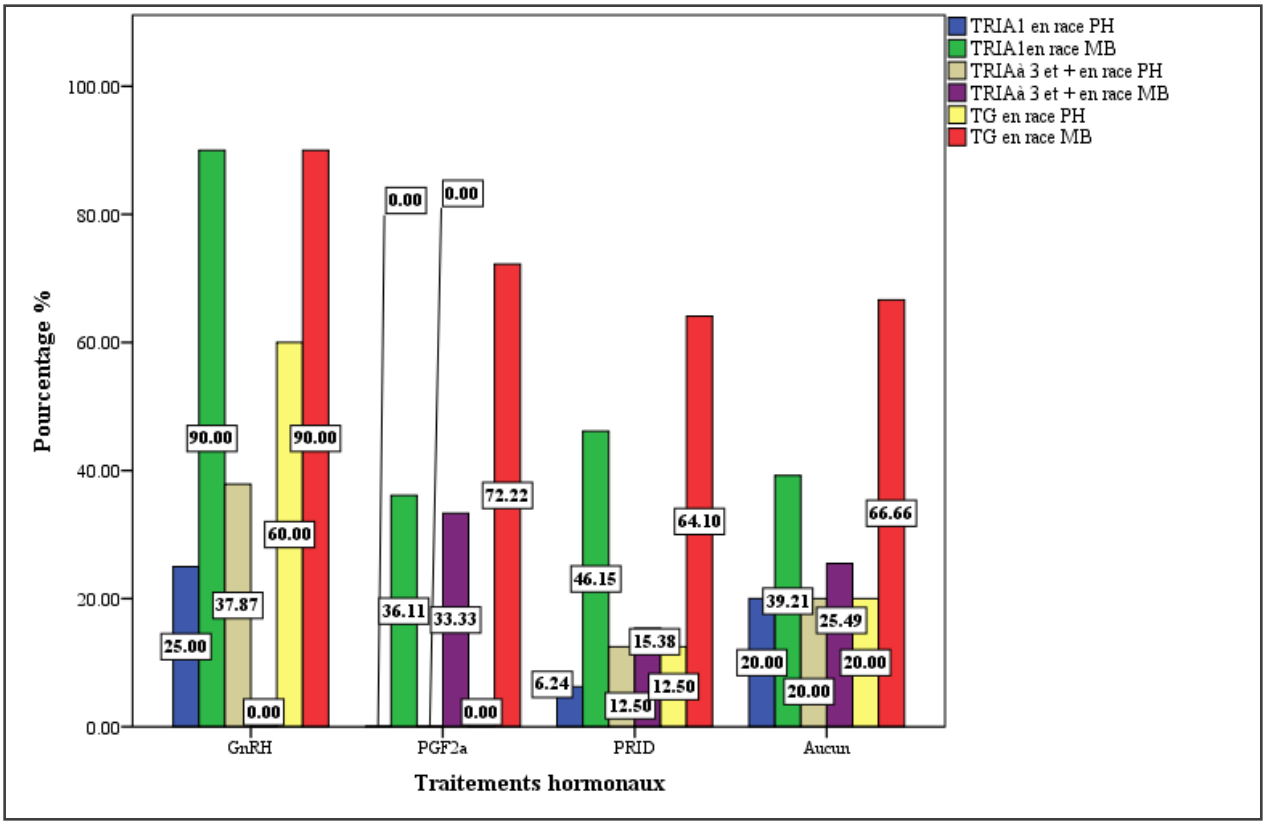


Figure 34 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par race.

Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les taux moyens de fertilité en TRIA1 et TRIA à 3 et + selon les protocoles hormonaux utilisés ($p > 0,05$) (figure34) ; en revanche, un TG moyen de 60% en race Prim'Holstein était significativement supérieur dans les élevages traités à base de GPG comparé aux autres protocoles et en race Montbéliarde ($p < 0,01$).

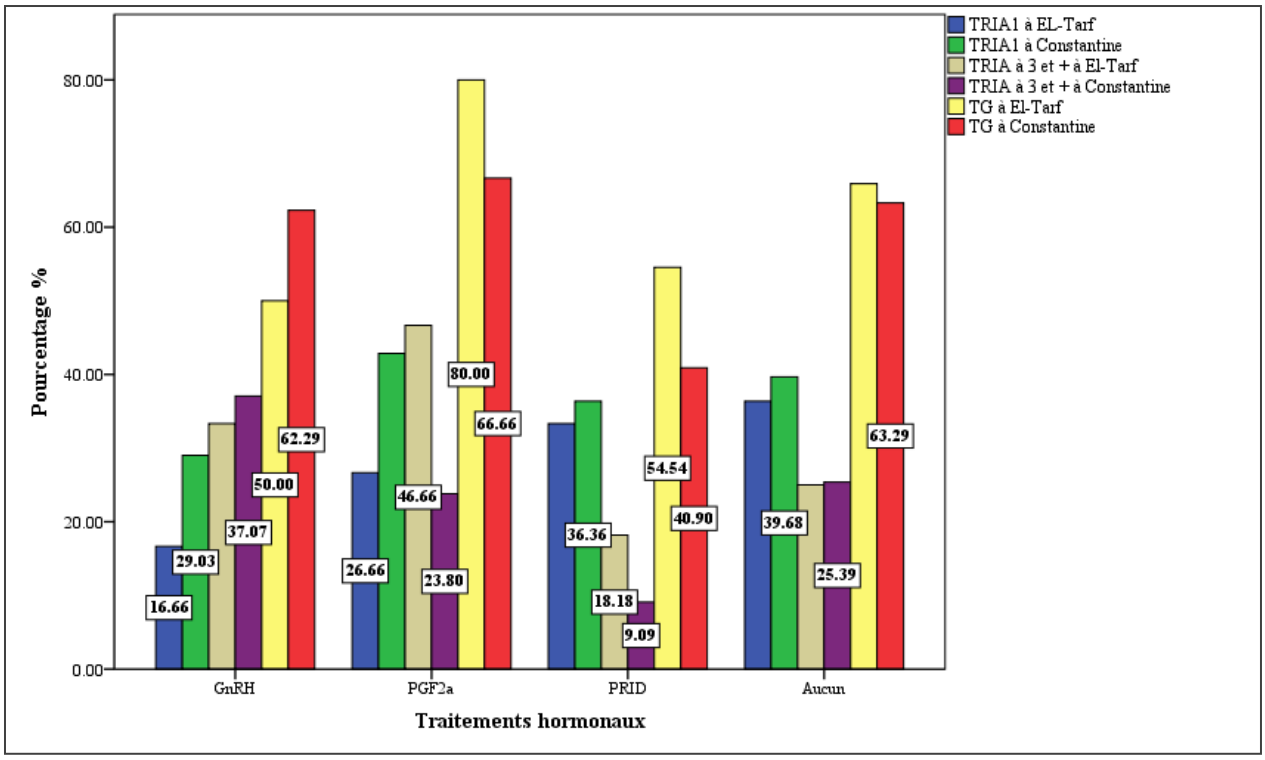


Figure 35 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par site d'étude.

Selon le site d'étude un TRIA1 moyen de 46,66% en utilisant le protocole GPG est observé à Constantine, mais sans différence significative entre les sous groupes des autres protocoles utilisés et même du groupe témoin ($p > 0,05$). Un TG maximal moyen est enregistré dans les deux zones d'étude soit 80% et 66,66% aux élevages à El-Tarf et à Constantine respectivement (figure 35).

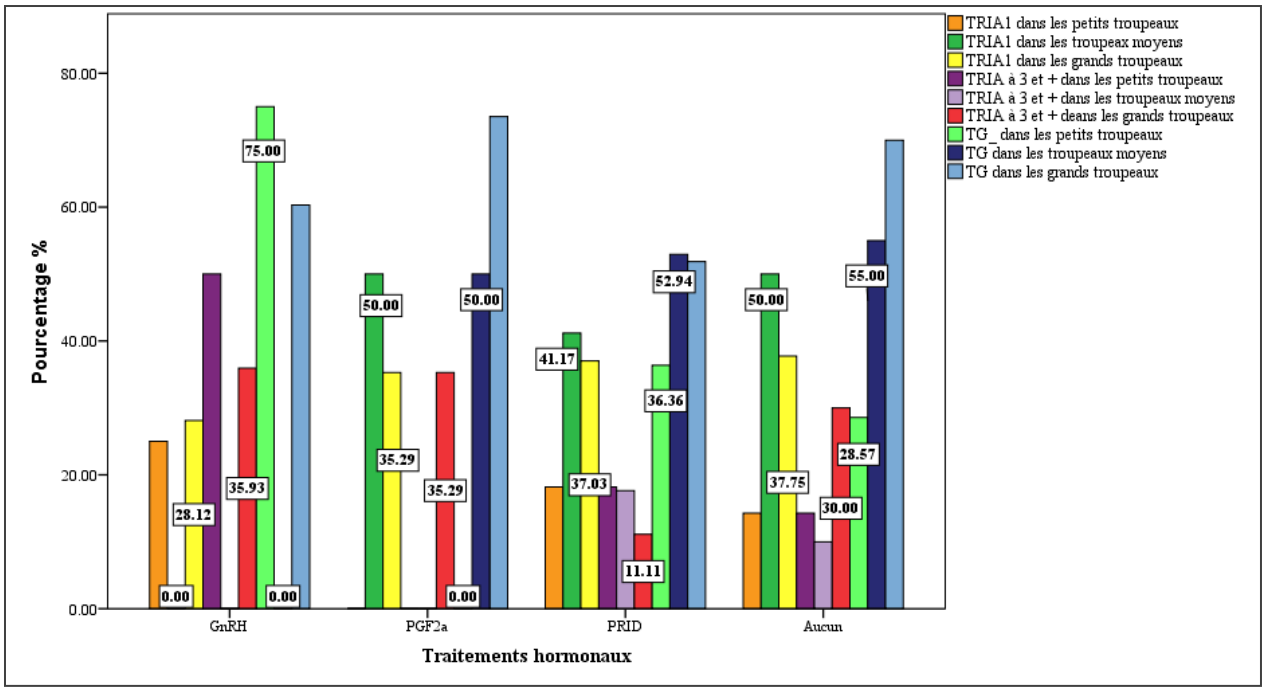


Figure 36 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) des vaches laitières soumises à une synchronisation ou induction des chaleurs par taille du troupeau.

Les meilleurs TRIA1et TG moyens ont été enregistrés dans les troupeaux moyens avec les vaches soumises à un traitement à base de PGF2α soit 50% parallèlement enregistré avec le groupe témoins sans différence significative ($p > 0,05$) entre tous les différents protocoles. Cependant le TG moyen maximal était observée au niveau des petites exploitations qui ont recours au traitement à base de GPG ou GnRH (figure36).

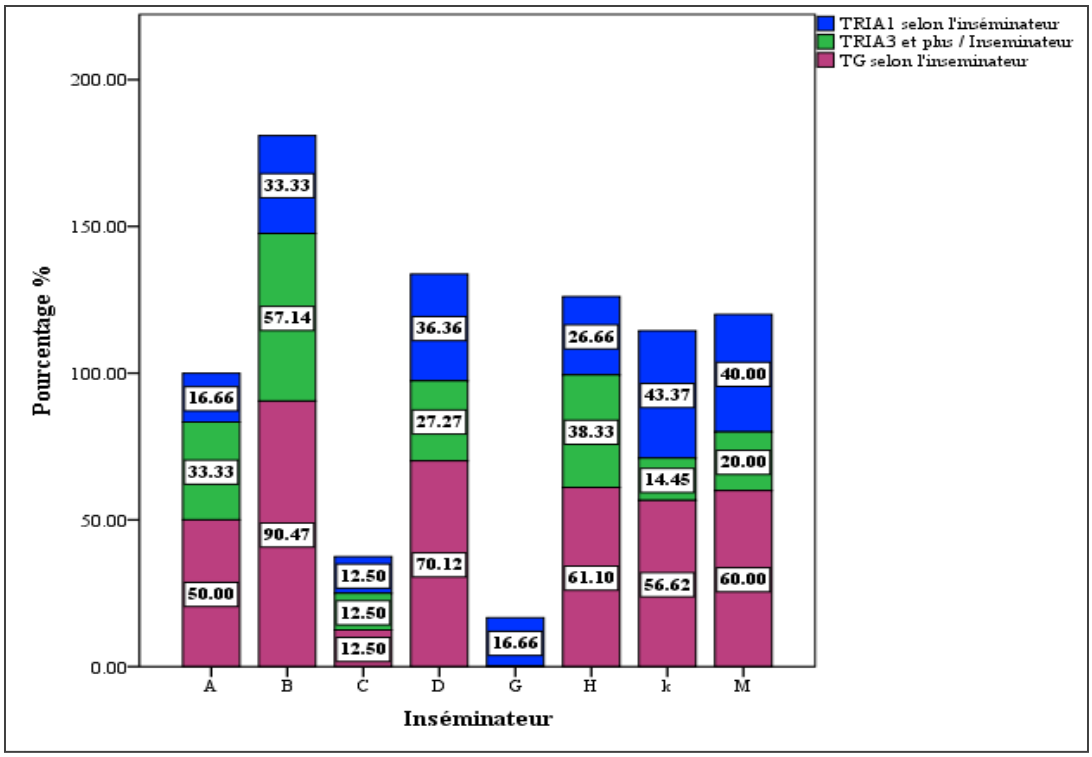


Figure 37 : Taux de fertilité (TRIA1, TRIA à 3 et +, TG) par inséminateurs.

On distingue une variabilité des résultats des taux de fertilité des vaches laitières traitées selon l'inséminateur entre les différents troupeaux (figure 37). On a enregistré un TRIA1 moyen au minimum de 12,5% et une valeur maximale en moyenne de 43,37%. Alors que le taux des vaches repeat breeders (TRI3 et plus) a put atteindre en moyenne 57,14%.

3.4. Analyse factorielle en correspondance multiple (AFCM) des variables étudiées

L'analyse factorielle en correspondance multiple (AFCM) a porté sur deux troupeaux laitiers de vache laitière décrits par 8 facteurs comprenant 28 modalités, deux dimensions ont été retenues par réduction en générant les nouvelles variables non corrélées d'une inertie totale de 90,3% et un coefficient de Cronbach de 84,8%.

La 1^{ére} dimension représentait 48,5% et la 2^{éme} dimension représentait 41,8% de l'inertie totale.

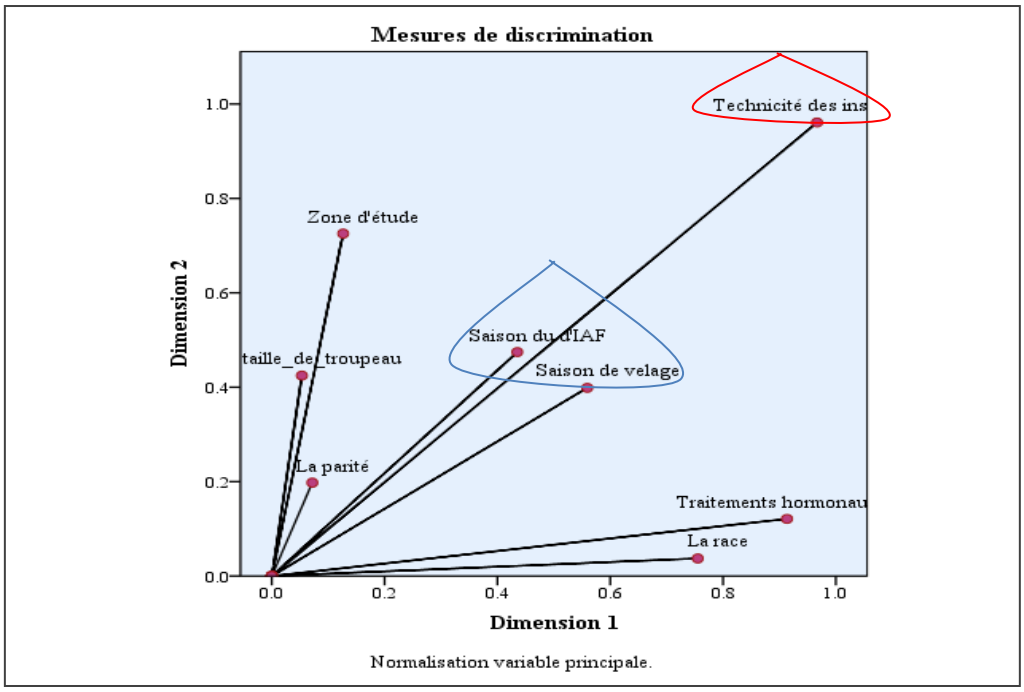


Figure 38 : Diagramme des mesures de discrimination des variables étudiées par l'AFCM des troupeaux laitiers d'El-Tarf et Constantine.

Suite à une contribution de forte et moyenne corrélation d'occurrence est positive, la visualisation des tracés du diagramme des mesures de discrimination de l'AFCM a contribué à l'émergence de trois groupes de variables (figure 38) :

Groupe1: il renfermait la technicité de l'inséminateur qui était le facteur le plus pertinent associé à la saison de d'IAf et de vêlage.

Groupe 2 renfermait la zone d'étude, la taille du troupeau et la parité.

Groupe 3 renfermait le facteur traitements hormonaux et la race.

Le tableau ci-dessous (tableau 22) illustre une forte corrélation après normalisation centrée réduite des valeurs propres d'expression de chaque variable entre:

Une forte corrélation entre les valeurs de la variable de la saison d'IAf vs la saison des vêlages (r=0,734) ; taille du troupeau vs zone d'étude (r=0,463) ; la parité vs zone (r= 0,559) ; entre autre la technicité des inséminateurs émergents comme le facteur le plus discriminé de l'ensemble des variables suivit des traitements hormonaux. La corrélation des valeurs était positivement très forte et continuellement ascendante avec la majorité des variables retenues soit : la technicité des inséminateurs vs saison des vêlages (r = 0,666) ; la technicité des inséminateurs vs la race (r= 0,848) ; la race vs les traitements hormonaux (r= 0,821) et la technicité des inséminateurs vs les traitements hormonaux (r = 0,951).

Une corrélation négative a été enregistré ente la taille du troupeau et la parité (-0,201) est ceci pouvait exprimer la composition du cheptel et le mode de renouvellement des femelles et de remplacement des génisses et/ou de réforme des vaches laitières repeat breeders ou ayant autres problème.

Tableau 22 : Tableau des variables transformées des corrélations après normalisation des variables principales.

Dimension	Parité	Race	Saison de vêlage	Saison du d'IAF	Taille du troupeau	Technicité des inséminateurs	Traitements hormonaux	Site d'étude
La parité	1							
La race	0,296*	1						
Saison de vêlage [a]	-0,124	0,476**	1					
Saison du d'IAF [a]	-0,165	0,337**	0,734**	1				
Taille du troupeau	-0,201*	0,003	0,187	0,064	1			
Technicité des inséminateurs [b]	0,263*	0,848**	0,666**	0,461**	0,194	1		
Traitements hormonaux	0,259*	0,821**	0,598**	0,407**	0,226*	0,952**	1	
Zone d'étude	0,559**	0,165	0,051	-0,085**	0,463**	0,352**	0,323**	1

a. Les valeurs manquantes ont été prises en compte avec le mode de la variable quantifiée.
b. Variable supplémentaire.

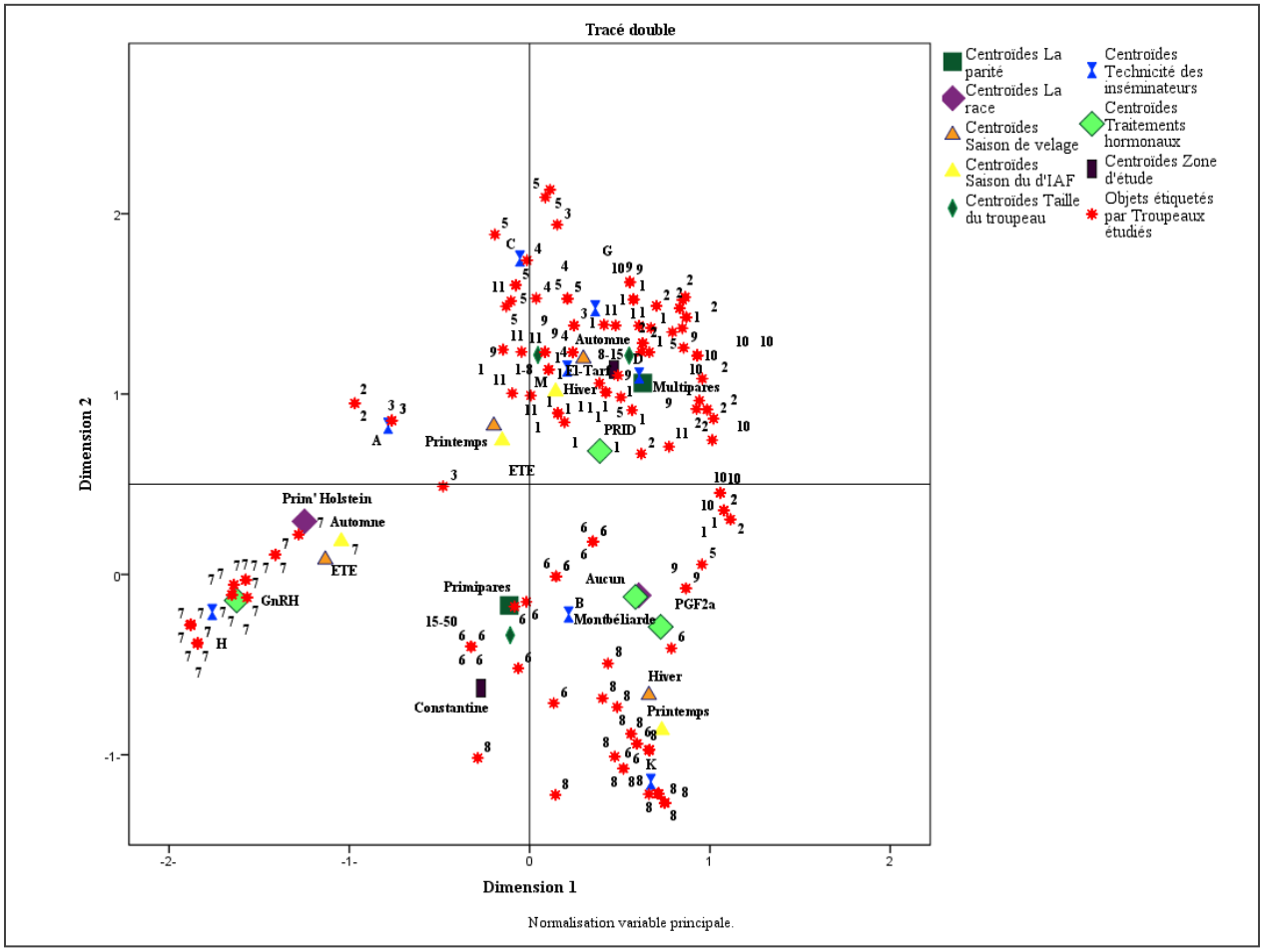


Figure 39: Diagramme du tracé double des variables et des modalités analysées et étiquetées par les troupeaux d'El-Tarf et Constantine.

Chaque axe représente une dimension de l'ensemble des variables étudiées, il correspond aux valeurs propres d'expression des variables et de leurs modalités étudiées (figure 39).

L'observation des valeurs projetées en deux dimensions avec leurs modalités sur la carte factorielle de AFCM étiqueté par les élevages laitiers des VL a caractérisé les trois groupes distingués par :

Le 1er groupe a caractérisé l'ensemble des petits et les moyens troupeaux situés dans la zone d'El-Tarf et influencés par les facteurs de la technicité des inséminateurs, le rang multipare, la saison de vêlage en Automne et la saison d'IAf en Hiver et qui ont été traités à base de PRID DELTA, comparé avec le 2éme groupe de la zone de Constantine, ces derniers sont caractérisés par l'influence de la race Montbéliarde du rang primipare ayant eu une saison d' IAf au Printemps et des vêlages dans la saison hivernale au niveau des grandes exploitations laitières .La technicité des inséminateurs ne semble pas affecter ces troupeaux.

Au sein du même groupe on a observé que les caractéristiques des troupeaux des vaches témoins qui n'ont subi aucun traitement hormonal suivaient les mêmes effets des élevages traités à base de PGF2α, alors que le 3^{éme} groupe isolé caractérisait uniquement la race Prim'Holstein traitée à base de GnRH et ayant eu une insémination fécondante (IAf) en automne et des vêlages en été.

3.5. Les pathologies du post partum

Tableau 23 : Paramètres de fécondité et de fertilité selon les pathologies enregistrées durant la période d'étude.

Facteurs	**Paramètres de Fécondité (jours)**					**Paramètres de Fertilité**	
Paramètres	**IV-C1**	**IV- IAI**	**IIA1-IAf**	**IV- IAf**	**IV-V**	**TRIA1**	**%VL à 3 IA et+**
Rétention placentaire X±SD (n)							
Oui	92,9±53,9 (95)	117,3±66,20 (168)	58,3±113,02 (168)	176,3±126,07 (168)	448,5±138,4 (170)	53,1	24,2
Non	69,3±19,2 (3)	101,1±34,9 (7)	24,2±43,3 (7)	125,4±28,5 (7)	385,4±30,9 (7)	71,4	14,2
p valeurs	0,415	0,840	0,427	0,474	0,360	0,342	0,543
Avortement							
Oui	103,5±68,8 (6)	103±58,4 (8)	75,2±75,3 (8)	178,2±119,3 (8)	447,3±124,7 (8)	22,2	44,4
Non	91,4±52,5 (92)	117,4±65,4 (168)	55,7±112,4 (168)	173,8±127,2 (168)	445,6±136,8 (170)	55,8	22,6
p valeurs	0,641	0,622	0,031	0,914	0,952	0,04	0,136
Boiterie							
Oui	116,3±41,1 (3)	155,8±62,2 (5)	125,6±121,3a (5)	281,4±77,7 (5)	559,8±78,9 a (5)	55,8	20
Non	91,4±53,6 (95)	115,6±64,9 (171)	54,6±110,4 (171)	170,9±123,5 (171)	442,4±136 (170)	55,1	23,8
p valeurs	0,177	0,109	0,052	0,010	0,009	0,120	0,841
Dystocie							
Oui	83,3±19,9 (6)	108,5±39,8 (13)	46,2±70,9 (13)	154,7±66 (13)	418,6±71,8 (13)	53,8	38,4
Non	92,7±54,8 (92)	117,4±66,7 (163)	57,5±113,6 (163)	175,6± 127,2 (163)	447,9±139,7 (165)	54,1	22,6
p valeurs	0,888	0,946	0,950	0,991	0,865	0,982	0,169

(n): nombre d'animaux, X ±SD : moyenne ± Écart-type ; TRIA1 : (%) taux de réussite en première IA, IFA : indice de fertilité apparent,%VL à 3 IA et + : pourcentage de vaches laitières ayant nécessité 3 IA et plus pour être fécondé. Les moyennes pour le même caractère suivi de la même lettre ne diffèrent pas significativement (*p <0,05*).

Le tableau ci-dessus (tableau 23) montre que l'IIA1-IAf, l'V-IAf et l'IV-V étaient significativement plus allongés lorsque la vache avait des boiteries ($p<0,05$) que lorsqu'elle

ne l’avait pas, mais cela n’interfère pas avec son niveau de fertilité, seul l’avortement influait significativement ($p<0,05$) la fertilité.

Les performances de la reproduction ne semblaient pas être affectées par les différentes pathologies enregistrées dans nos troupeaux laitiers ($p > 0,05$).

Discussion

Discussion

Les technologies associées à la gestion ont grandement contribué à l'évolution de la reproduction (Stevenson, 2017). Ce qui ressort principalement de notre étude est que les facteurs étudiés et les pratiques d'élevage au sein des exploitations suivies affectent les paramètres de reproduction traduisant une dégradation des performances.

Le bilan de reproduction des VL par troupeaux suivis (tableau 12) fait ressortir que tous les paramètres de fécondité et à un degré moindre de fertilité des troupeaux des VL du Nord-est algérien suivis, s'éloignent sensiblement des « objectif » généralement recherchés (Hanzen et al., 1994 ;Vallet et al.,1998 ; Wattiaux , 2006). L'infécondité est attestée par à un anœstrus post partum et une période d'attente trop allongée dont les causes sont très souvent multiples : une absence /insuffisance de détection des chaleurs par défaut de surveillance ou subœstrus due à leur nature discrète (Miroud et al., 2014 ; Roelofs et al., 2010), un anœstrus vrai lié à une inactivité ovarienne au sens d'une absence d'ovulation , une phase lutéale prolongée qui représente 12 à 35% des profils postpartum , des corps jaunes persistants et des kystes lutéaux (Grimard et Disenhaus, 2005 ; Mialot et al., 2003), des infections utérines suite à des troubles puerpéraux , une rétention placentaire et des métrites (Opsomer et al., 2000 ; Meziane et al. ; 2013 ; Vercouteren et al., 2015).
Les boiteries et les lésions de la sole d'autant plus vraies qu'elles apparaissent au cours du 2^{éme} mois du post-partum ont été aussi rendues responsables d'un allongement de l'intervalle entre vêlages et la première insémination (Hanzen , 2009) ou encore en raison de la dénutrition et d'une longue période de bilan énergétique négatif (Enjalbert , 2000), la nature du sol stabulation entravée (Hanzen, 2009) (causes involontaires) et parfois, quoique très rare dans les élevages suivis (causes volontaires) refus de l'éleveur à des fins de programmation des élevages, VL trop maigre… (Cauty et Perreau, 2003).

Nos résultats montrent que 53,8 % des VL sont inséminées pour la première fois bien au-delà des valeurs « objectif » et que 32,4%, seulement le sont dans les délais recherchés (Hanzen et al., 1994 ; Vallet et al., 1998). Cet allongement de la période d'attente (tableau 12) incompatible avec la rentabilité économique des exploitations, aggravé par une période de reproduction trop longue est à l'origine de l'allongement des intervalles entre vêlages et donc de l'infécondité des troupeaux (tableau 12). Par ailleurs, 13,7% des VL étaient inséminées à moins de 60 jours postpartum, période connue pour être propice à des taux d'échecs de conception élevés ; la viabilité de l'embryon est plus faible lorsque l'insémination est réalisée

à un moment trop proche de l'ovulation ou après (Cauty et Perreau, 2003 ; Dalton et al., 2001 ; Roelofs et al .,2006b ; Sales et al., 2011).Quoiqu'une mise à la reproduction avant 50 jours postpartum est recherchée, et ce, suite à une meilleure maitrise de ce délai (Britt, 1975 ; Le Mezec et al., 2005).

Ces résultats se rapprochent moins des valeurs « objectif » que ceux de Balandraud et al (2018) qui ont rapporté un IV-IA1et un IV-IAf moyen moins allongé de 17 et 22 jours respectivement, mais un index de fertilité légèrement plus élevé que le nôtre (1,91 vs 1,83) calculés dans des cheptels laitiers mixtes (Montbéliard et Prim'Holstein) ;

Dans la même zone d'étude Kaouche-Adjlane (2016) en 2012 a enregistré un intervalle moins allongé de 38 jours soit 31,5%.

Bouamra et al (2016) ont rapporté dans une étude menée en cheptels mixtes (Prim'Holstein et Montbéliarde) un IV-IA1 et un IV-IAf plus long de 24 jours que les nôtres en zone semi-aride des plaines du haut Cheliff algérien.

L'IV-V moyen dépasse dans 39,8% les 400 jours (tableau 12, figure 23) ; il a été estimé à 11% pour les VL ayant dépassé les 500 jours par Mouffock et al (2019) pour des cheptels mixtes (Montbéliarde, Prim'Holstein, Brune des Alpes) et à 422 ± 88,7 jours par Bouamra et al (2016) encore pour des cheptels mixtes. Bidan et al (2020) rapportent qu'en dépit d'un léger rebond sur la campagne 2018-2019, l'IV–V tendait à diminuer depuis six ans pour atteindre 422 jours (www.reproscope.fr).

Les taux de réussite en IA1, l'IFA des deux races de VL et le pourcentage de VL nécessitant 3IA et plus (repeat-breeders), quoique supérieures à la valeur « objective », ne compensent pas l'infécondité des troupeaux, car l'IA se fait bien au-delà des périodes recommandées.

Le TRIA1, l'IFA et le pourcentage de VL à 3IA et plus rapportés par Bouamra et al (2016) , Mouffock et al (2019) et Kaouche-Adjlane (2016) sont meilleurs que les nôtres soit, un TRIA1 de 78% et VL à 3IA 4% (Kaouche-Adjlane, 2016) alors qu'il est moins bon à ceux de Darej en 2010 soit un TRIA1 34 % et un taux de réussite à 3IA et plus de 33 % avec un IC (index de conception) moyen de 2,27.

Au-delà de nos conditions d'élevages un TRIA1 de 12% était enregistré au Viêtnam (Nguyen-Kien, 2017).

Ceci conforte l'idée que c'est plus le délai de mise à la reproduction que la fertilité qui est à l'origine des faibles performances de la reproduction des VL élevées en Algérie.

L'IV-IA1 moyen et le TRIA1 calculés se sont révélés, à l'échelle troupeau, significativement différents ($p<0,001$) ce qui indique un effet « troupeau ».

La diminution de la fertilité à la suite de l'insémination artificielle est une réalité préoccupante et de nombreux facteurs sont susceptibles d'expliquer cette détérioration (Saidi et al., 2013).

- **Race**

La race n'a affecté que l'IA1-IAf, lequel était significativement meilleur chez la Montbéliarde que chez la Prim'Holstein ($p=0,014$) même si l'IV-IA1 de la Montbéliarde était plus long (tableau14).

Les résultats obtenus (PA) pour la race Montbéliarde sont supérieurs à ceux de (Allouche et al., 2018) (130 ± 64 jours) ,(58 ± 21jours) (Belhadia et al.,2013) et (73±30 jours) en Tunisie (Bouraoui ,2009). De nombreuses études précédentes concordent avec cette reprise tardive de la reproduction pp chez les vaches Montbéliardes en Algérie (Boujenane et Aissa, 2008 ; Merdaci et al., 2016).

Une détection des chaleurs pouvait en être partiellement la cause du fait qu'une meilleure expression des chaleurs en race Montbéliarde qu'en race Prim'Holstein a été rapportée (Balaondraud et al., 2018).

Un IV-IA1 moyen similaire au nôtre (Ben Salem et al., 2007), mais plus allongé que le nôtre de 55 jours en race Prim'Holstein a été rapporté par Bouamra et al (2016).

Un IV-IAf moins allongé que le nôtre de 18 jours et 65 jours ont été obtenus par Allouche et al (2018) en Algérie, Boudjenane et Aissa (2008) au Maroc en race Montbéliarde et plus allongé de 8 jours et 54 jours en race Prim'Holstein par Ben Salem et al (2007) en Tunisie et Boudjenane et Aissa (2008).

La race n'a pas affecté l'IV-V dans la présente étude alors que dans des conditions similaires au Maroc, Boujenane et Aissa (2008) enregistrent un intervalle entre vêlages plus long chez la race Holstein comparativement à la race Montbéliarde, et Le Mezec et al (2017) 420 jours stables pour la Prim'Holstein et 373 ± 68 (Holstein frisonne).

Le pourcentage de VL à 3 IA et plus est significativement plus élevé en race Prim'Holstein qu'en race Montbéliarde (p=0,003) (tableau 14). Ceci n'a cependant pas influé sur leurs fécondités respectives (IV-V moyens similaires).

Bouamra et al (2016), Mimoune et al (2017) et Ben Salem et al (2007) ont rapporté un TRIA1 de 72,2 % , 42% et 40% et un pourcentage de vaches nécessitant 3IA et plus de 7,41 %, 35% et 31,5% en race Prim'Holstein respectivement. Un TRIA1 de 66,6% et 77,9%, et un pourcentage de VL à 3IA et plus de 9,5 et 2,9 en race Montbéliarde bien meilleure que les nôtres ont été rapportés par Bouamra et al (2016) et Allouche et al (2018).

Cependant, Merdaci et al (2016), ont enregistré un TRIA1de 35% chez la Montbéliarde et de 20% chez la Prim'Holstein et un TR>2IA de 13% (MB) et de 26% (PH). En 2013, Belhadia et al ont rapporté un TRIA1 de 28% et en 2019, Mouffok, a quant à lui enregistré un TG de 64% et un TR>2IA de 7%.

En France et aux Etats-Unis la sélection orientée dans la race Prim'Holstein est responsable de 42,6 % de la diminution de la fertilité Lucy (2001) ; Royal et al (2000) ; El-Tarabany et Nasr (2015) ont également indiqué des chutes de taux de conception à un rythme de 1% par an. Un indice faible (0,21) d'héritabilité de l'expression des chaleurs a, en outre, aussi été rapporté (Roelofs et al., 2006a).

En 2017 Le Mezek et al (2017) rapportent qu'une amélioration de performances de reproduction des Prim'Holstein a cependant été observée avec un TRIA1 qui est passé de 38% en 2012 à 40% en 2015 et à 46% en 2016 (www.reproscope.fr) ce qui n'est pas loin de nos résultats en race Prim'Holstein.

Cependant, Belhadia et al (2013) ont obtenu un intervalle (V-V) numériquement et significativement plus court chez les multipares.

- **Taille du troupeau**

La répartition des tailles des exploitations dans les zones d'étude est semblable à l'échelle nationale et même proche de celle de nos voisins tunisiens (Darej et al., 2019) à Manouba 40% des fermes ne dépassent pas les 10 vaches et 27% les 5 vaches. Cette taille est au contraire, légèrement plus petite (5 bovins / ménage) dans les zones à fort potentiel (Muia et al., 2011).

La taille du troupeau s'est montrée être un facteur de risque pour l'ensemble des paramètres de fécondité et de fertilité (*p<0,05*). L'IV-IAf est plus allongé dans les troupeaux de taille moyenne du fait d'un plus grand IV-IA1 pouvant être inhérent à une insuffisance de détection des chaleurs ou à une reprise tardive de la cyclicité. Ce sont les troupeaux de grande taille qui ont montré une meilleure fécondité, un meilleur TRIA1 et un meilleur IFA. Ceci a aussi été rapporté par Pham Duy Khanh et al (2017).

Nos résultats (tableau 15) étaient supérieurs à ceux rapportés par Miroud et al (2014) soit une période d'attente en moyenne de 72,41 ± 25,05 jours dans les grandes fermes (>50VL) et de72,26 ± 24,85 jours dans les fermes de moins de 15 VL.

Le manque ou absence de pâturage comme c'est le cas de la plupart de nos exploitations, a été rapporté être à l'origine des chaleurs silencieuses (Palmer et al., 2010). Disenhaus et al (2005) rapportent que l'expression des chaleurs peut être limitée en bâtiment et ceci complique encore la perception des cycles ovariens par l'éleveur.

- **Parité**

La parité a eu un effet sur la fécondité (tableau 16) qui s'est montrée plus dégradée chez les primipares que chez les multipares (*p<0,05*). Stevenson (2007) rapporte que la durée de l'anœstrus est plus longue d'environ 3 semaines chez les primipares avec un taux de 10 à 30% plus élevé en particulier si l'âge au premier vêlage est précoce et Folnožić et al (2016) rapportent que les primipares sont inséminées plus tard que les multipares.

Vercouteren et al (2015) déclarent que la primiparité est positivement corrélée aux problèmes de vêlage et les troubles puerpéraux (métrite), plus fréquents chez les primipares, ce qui peut expliquer l'allongement marqué de l'intervalle entre vêlages des primipares par rapport aux multipares (tableau 16). La parité s'est révélée être un facteur de risque de l'IA.

Un TRIA1 beaucoup plus faible chez les primipares (*p=0,000*) a été enregistré dans la présente étude (tableau 16). Ceci est proche de ce qui a été rapporté par Mimoune et al (2017) qui ont obtenu en Prim'Holstein seulement, un TRIA1 de 35,6% et 43,6% chez les primipares et les multipares respectivement, mais ils sont inférieurs à ceux de Bouamra et al (2016) qui ont obtenu un TRIA1 de 72,4% et 68,5% et un pourcentage de VL à 3IA et plus de 3,4 % et 12,9% chez les primipares et les multipares respectivement, mais en cheptels mixtes (Montbéliarde, Prim'Holstein et Brune des Alpes).

La parité a été rapportée en tant que facteur affectant les niveaux de fertilité (Goshen et Shpigel, 2006), augmentant le risque de retard de la première ovulation de 6,6 fois (Souames et al., 2018) et écourtant et rendant frustres les chaleurs (inférieure à 12 heures en moyenne) chez les VL primipares souffrant de troubles puerpéraux (Vercouteren et al., 2015).D'autres auteurs cependant, ont trouvé que la parité n'exerce aucune influence sur la fertilité jusqu'au rang 3, néanmoins elle diminue au-delà du quatrième rang (Mufti et al., 2010 ; Löf et al., 2014).

- **Zone d'étude**

Le TRIA1 était proche de la valeur « objectif » dans quatre wilayas sur cinq et le pourcentage d'animaux à 3IA et plus était significativement loin de la valeur « objectif » dans deux wilayas sur cinq. Il est donc difficile d'incriminer le bioclimat comme facteur de risque d'autant plus qu'une wilaya sur cinq (Sétif) ne comportait qu'un seul troupeau (tableau 17).

À l'instar des études récentes sur les exploitations de la région d'Annaba ont montré des scores de durabilité totale et agroenvironnementale supérieurs en particulier la gestion des ressources fourragères et la diversification des cultures (Bekhouche-Guendouz, 2018) en 2002 Ghozlane et al (2003) ont enregistré une PA à El-Tarf de 84,13jours, Annaba de 98,22 jours, Guelma de 116,84 jours et Sétif de 95,15 jours.

Plusieurs autres facteurs influencent l'élevage laitier bovin dans ces zones: le maintien d'une activité agricole relativement secondaire, mais utile pour la trésorerie de l'exploitation et valorisant la main d'ouvre féminine familiale ; le coût élevé de génisses et des faibles incitations financières accordées par l'État **(**Hammami et al., 2013), l'exiguïté de la superficie agricole utile (0,28Ha/Hab.) , le morcellement accentué des terres ainsi que des exploitations agricoles privées et l'aridité du climat marqué (Ferrah, 2000) ce qui explique la grande variabilité des paramètres observés entres les différentes fermes et wilayas étudiées .

- **La pratique du flushing**

Le flushing, dans les exploitations où il a été est pratiqué, a influencé significativement la fécondité et la fertilité (tableau 18). Ce sont les VL bénéficiant du flushing qui ont l'IV-V le moins allongé et de meilleurs TRIA1. Ce constat est en accord avec ceux rapportés par Poncet (2002) et Bouamra et al. (2016) ; ces auteurs attribuent cela à la composition de la ration du

fait qu'une meilleure fertilité est observée chez les vaches recevant une ration contenant plus de 50 % de concentrés (TRIA1 =85 %) ce qui est significativement plus élevé par rapport aux vaches recevant une ration contenant entre 40 et 50 % de concentré (TRIA1=66,6 %).

Par ailleurs, Omur et al (2016) rapportaient qu'une carence en vitamines et oligo-éléments affecte aussi les niveaux postpartum de FSH.

- **La durée du tarissement**

Le tarissement a influé sensiblement sur l'IV-C1 moyen (*p=0,000*) et l'IV-V moyen (p<0,05) (tableau 19) ; le premier intervalle était moins étendu lorsque les VL étaient taries à plus de 60 jours alors que le deuxième intervalle suivait une tendance contraire ce qui laisse supposer que c'est l'anœstrus postpartum qui est partiellement responsable de l'infécondité. Ceci est contraire à ce que Gobikrushanth et al (2014) ont rapporté. Ces derniers ont montré que la période d'attente s'allongeait de 42 jours lorsque la période de tarissement dépassait 76 jours. Le tarissement a été aussi identifié comme un facteur de risque de cyclicité retardée. Vercouteren et al (2015) et Opsomer et al (2000) ont observé que les vaches avec une période sèche > 77 jours avaient une cyclicité retardée de 50 jours postpartum.

- **Type des chaleurs**

Le type des chaleurs s'est révélé être un facteur de risque de la période d'attente et de reproduction ainsi que du TRIA1, IFA et le pourcentage de VL à 3IA et plus. Ces derniers étaient significativement meilleurs sur chaleur naturelle qu'induites (p<0,05) (tableau 20). Une difficulté à détecter les chaleurs plus prononcées chez la primipare a été rapportée (Lopez et al., 2004). Ce pendant, Roelofs et al (2005a) ont rapportaient que l'immobilisation n'est présente que chez 58% des animaux en œstrus alors que hors œstrus, 87% des animaux reniflent et 46% reposent leurs mufles sur leurs congénères (Van Eerdenburg et al.,1996).

Ceci n'a cependant pas significativement influencé la durée de l'IV-V et donc la fécondité, et ce, quelle que soit la parité (*p>0,05*).

- **Protocoles et nature d'œstrus induits**

Y a-t-il vraiment une différence entre les niveaux de fécondité et de fertilité lorsqu'on utilise les traitements hormonaux ou pas ? Ces facteurs peuvent-ils influencer la réussite de l'IA chez les VL traitées en élevage nord-est algérien ?

Les traitements hormonaux ont été développés pour synchroniser le moment de l'ovulation, permettant ainsi l'utilisation de l'IA à temps fixe qui ne nécessite pas la détection de l'œstrus (Dash et al., 2016).

Dans la présente étude, l'utilisation du protocole à base de PGF2α dans notre cheptel pourrait améliorer la fertilité par synchronisation des œstrus dans la mesure où les problèmes liés à la détection des chaleurs sont réduits (figure31) ; la PGF2α pouvait offrir également une alternative chez les primipares en races Prim'Holstein dans les petites fermes durant la saison d'automne où les performances de la reproduction étaient médiocres et loin des valeurs « objectif » et ce compte tenu des effets bénéfiques de la PGF2α sur un jeune corps jaune et sur les ovulations multiples dans un protocole d'insémination à temps fixe (López-Gatius , 2021).
Selon nos résultats ceci n'a pas amélioré le problème de la mise tardive et involontaire à la reproduction dans nos élevages (figure 30) (tableau 21). Selon Norman (2009) l'IA chronométrée après l'œstrus synchronisé semble augmenter le nombre de la reproduction par lactation tout en réduisant la période d'attente et en abaissant le taux de conception (Norman, 2009) par ailleurs, López-Gatius (2021) a rapporté aussi que jusqu'à 60 % des vaches ont un jeune corps lutéal lors d'un traitement de PGF2α , réduisant ainsi la fertilité (López-Gatius , 2021).

Comparé aux 2 autres protocoles utilisés (GPG et PRID DELTA) la PGF2α a augmenté significativement ($p<0,05$) le taux de gestation lorsqu'elle est associée avec une IA à l'aveugle et une 2^{éme} IA de sécurité 24 heures suite à la 1^{ére} (figure 31).

Jeong et al (2012) ont constaté que l'administration de GnRH au début de la période post-partum améliorait les performances de reproduction chez la vache laitière. En revanche, l'effet bénéfique de la PGF2α 48 h après le vêlage sur la reprise précoce de l'activité ovarienne post partum a été démontré par Meziane R et al (2016) ; en occurrence, ce qui a réduit l'intervalle vêlage -1 ^{ères} chaleurs et donc l'intervalle vêlage-vêlage (366,0 ± 34,0 au

lieu de 430,5 ±102,0 jours) ; de plus les auteurs précisaient que la 3cc de PGF2α en double injection a un meilleur effet sur les paramètres de fertilité par rapport à la dose de 2 cc (Meziane et al .,2013 ; Meziane R et al.,2016).

C'est le protocole à base de GnRH qui a été efficace pour la fécondité de nos troupeaux laitiers avec un écart de moins de 11,4 jours pp pour l'intervalle VIf soit 43,75% > 110 jours pp (figure 30) comparé à l'étude de Sharawy et al (2015) en Égypte de l'effet des différents traitements au début de la période post partum sur la fécondité et la fertilité ultérieures chez 64 VL à El-Salhya . En revanche, nos résultats étaient inférieurs à ceux de Fleurquin (2013) sur l'intérêt du traitement individuel du subœstrus par la PGF2α , l'auteur rapportait que 63,1 % des femelles non traitées contre 80 % des femelles traitées avait un VIf supérieur à 120 jours ($p < 0,05$) et un TRIA à 3 et + supérieur significativement ($p < 0,01$) à le nôtre soit (62,8 % , 39,4 % vs 33,33%) (Fleurquin, 2013).

De plus, les TG moyens (figure 31) étaient moins bons que ceux de Sharawy et al (2015) soit (61,19 % vs 92,3%) pour la GnRH et (72,22 % vs 94%) pour la PGF2α ; par contre ils étaient supérieurs à ceux de Salasel et Mokhtari (2011) soit (72,22 % vs 47,1%) pour la PGF2α et Ayad et al (2015) pour le PRID soit (49,05% vs 28%) dans l'étude des effets de Norgestom et Crestar® implantés pendant 9 à 10 jours sur la détection de l'œstrus et les performances de reproduction effectuée chez des VL Holstein-Frisonnes à Tizi-Ouzou en Algérie ; de même en Égypte en utilisant le CID Rsynch et le Presynch soit les taux de conception et de gestation de (37,5 % et 33,9 % ; 29,5 et 29,6 %) respectivement (El-Tarabany, El-Tarabany , 2015).

Selon Sharawy et al (2015) l'administration de PGF2α et de GnRH au début de la période post-partum n'a pas amélioré significativement les performances de reproduction ($p>0,05$) alors que, Al-Dahash et Bensassi (2009) ont rapportaient que 85,7% des vaches qui ont été traitées une fois au GnRH (Dalmarelin®) suite à un dysfonctionnement ovarien sont entrées en chaleurs dans la première semaine, avec un taux de gestation de 91,66% après l'insémination pendant l'œstrus ; et les vaches qui ont été traitées par la PGF2α (Dalmazin®) environ une semaine après une injection de GnRH ont montré un taux de gestation de 96,15% (Al-Dahash et Bensassi , 2009 ; Rizzo et al.,2011).

Diop et al (1994) ont rapporté une bonne réponse à l'œstrus avec environ 90 % des animaux présentant des chaleurs peu de temps après la fin du traitement avec PRID ou Crestar®.

De même El-Tarabany et El-Tarabany (2015) ont indiqué que l'utilisation du protocole CIDR synch pouvait fournir des taux de conception et de gestation cohérents et satisfaisants chez les vaches Holstein ; cependant dans des conditions environnementales subtropicales.

L'étude des facteurs de risque reportés dans le tableau (21) demeure difficile à expliquer au vu de la multiplicité des facteurs liés à la vache laitière et/ou les différentes caractéristiques et pratiques dans chaque élevage. Selon Ponsart et al (1996) ces différences suggèrent que la parité pourrait affecter l'efficacité d'un protocole de synchronisation (Ponsart et al., 1996).

La parité et la race dans nos troupeaux n'ont pas affecté la fertilité et l'efficacité des différents traitements hormonaux proposés (figure 33 et 34); selon la parité nos résultats étaient supérieurs mais sans différence significative ($p>0,05$) à ceux de Ayad et al (2015).

Les TG moyens globaux étaient respectivement de 28 % et 42 % pour le groupe traité et non traité sans aucune différence significative ($p>0,05$) et entre les primipares (23%) et les multipares (29%), mais ils étaient bien inférieurs à ceux de Safsaf et al (2013) qui ont rapporté que le PRID Delta a amélioré légèrement le taux de gestation chez les primipares (83,3%) par rapport aux multipares (79,3%) ($p<0,05$).

Néanmoins Fleurquin (2013) a rapporté que le TG était significativement élevé ($p < 0,05$) chez les génisses (69,2 %) que chez les primipares (25,6 %) et les multipares (29,0 %). Seul le TG différait significativement entre les deux races ($p<0,05$) comme l'a été rapporté dans l'étude de Safsaf et al (2013).

Selon Öztürk et al (2010) on pratiquant le protocole doublesynch, chez les primipares et chez les vaches en anœstrus, l'insémination artificielle effectuée 16h à 20h après la 2^{éme} injection de GnRH permet d'atteindre un taux de gestation de 72%.

Le contrôle de l'œstrus et de l'ovulation par l'utilisation de prostaglandines, d'hormone de libération des gonadotrophines ou de progestatifs peut améliorer certains problèmes de détection de l'œstrus en aidant l'éleveur à détecter l'œstrus dans une période définie (Amanuel

et Tekalign, 2020), (tableau 21) quel que soit la saison d'IAf ou de vêlage nos résultats étaient significativement ($p < 0,05$) supérieurs à ceux de Allouche et al (2018).

Selon les auteurs le VIf était inférieur de 35jours et 62 jours par apport au nôtre lorsque l'IAf était en été et le vêlage en automne respectivement, en revanche, il était similaire lorsque la saison de vêlage était en été (+2jr).

De même pour l'IVV moyen soit 38 jours et 64 jours de plus lorsque IAf était en été et le vêlage en automne respectivement ; en revanche, il y avait une similarité des résultats lorsque le vêlage était en automne (+3j).

En Tunisie, Bouraoui et al (2013) rapportent que les saisons affectaient et dégradaient les paramètres de fécondité puisque l'IVV dépassait les valeurs recommandées et particulièrement pour les vêlages pendant le printemps et le début de l'été (500 jours en mois d'avril) et en race Holstein.

L'étude de la fertilité a marqué un TRIA1 et un TG significativement meilleurs lorsque la saison d'IAf et la saison de vêlage étaient en été et au printemps ($p<0,01$). Le pourcentage des vaches subfertiles était de 40% durant l'automne ($p<0,01$).

Par contre , Ghanem et Nishibori (2015) ont rapporté l'effet non significatif de la saison sur le succès des IA réalisées respectivement chez les vaches croisées dans la région du Kashmir et en race Holstein, alors que Pereira et al (2014) rapportaient que la fertilité et les effets positifs du traitement à la GnRH sur la fertilité n'ont été détectés que pendant la saison hivernale (GnRH = 50,9 % ; PGF2α = 44,2 %) (Pereira et al.,2014).

En Algérie Allouche et al (2018) ont indiqué une similarité des TRIA1, TRIA3 et + et un TG (79,5% ; 2,3% ; 74 ,6 %) entre l'été et l'automne (75% ; 4,2% ; 61,5%) ($p= 0,17$) ; nos résultats sont inférieurs à ceux d'Allouche et al (2018) sauf pour le TRIA à 3et + qui était moyennement au nôtre; ils sont par ailleurs, proches à ceux de Bouraoui et al (2013) qui ont constaté que la fertilité était mauvaise avec un faible TG moyen de 43,5% enregistré pendant la saison estivale (Bouraoui et al., 2013) .

En fait, Mouffok et al (2019) ont expliqué ces variations par les températures élevées et la moindre disponibilité des ressources alimentaires qui sont à l'origine de la dégradation de la

fonction reproductrice d'autant que ce sont les Montbéliardes qui étaient plus sensibles en saison d'été et d'automne.

La saison allant du mois d'octobre à mars est favorable à des performances de reproduction optimales, tandis que la fertilité est réduite d'avril à septembre et critique durant mai et juin (Dash et al., 2016).

Selon la technicité des inséminateurs une variabilité des résultats entre les 8 inséminateurs était enregistrée durant la période d'étude avec une différence significative ($p<0,01$) (figure37).
Selon Mouffok et al (2019) le niveau de maîtrise de la pratique par les inséminateurs et leur disponibilité, le choix du moment de l'insémination, la distance (figure 35) parcourue et le mode de dépôt de la semence sont des caractéristiques liées aux inséminateurs.

Néanmoins, les traitements ont été réalisé par des vétérinaires qui ont beaucoup d'expérience dans la mesure où ils ont subit un stage à l'examen échographique et palpation manuelle ayant au minimum 10 ans d'expérience. López-Gatius (2021) rapportait que le recours à l'échographie pouvait aider à identifier les différentes structures lutéales, les résultats décidant ainsi la dose la plus appropriée de la PGF2α et l'amélioration des résultats chez les vaches laitières (López-Gatius, 2021 ; López-Gatius 2022).

A l'instar de l'analyse des variables qualitatives (la race, la parité, la zone d'étude, la taille du troupeau, la technicité des inséminateurs, la saison d'IAf et la saison des vêlages) par l'AFCM a caractérisé les troupeaux laitiers suivis à El-Tarf et Constantine (figure 38) par l'impact de la technicité des inséminateurs en premier lieu suivis de l'effet de la saison et la race , ceux - ci soit par le choix du protocole à effectuer dont l'inséminateur était responsable selon les races, la parité des VL et la taille du troupeau sans oublier l'efficacité dans l'application des étapes de l'IA par ces techniciens (figure 39).

Pereira et al (2014) rapportaient que la fertilité peut être améliorée en induisant l'ovulation au début d'un protocole basé sur E2/P4 en utilisant un traitement à la GnRH, en particulier pendant la saison hivernale de l'année ; cependant et dans les mêmes conditions météorologiques froides et tempérées, cette induction à base de GnRH + PGF2α ou PGF2α

seul après l'IA n'a pas affecté les taux de survie à la gestation chez les primipares et multipares (Mohammadi et al.,2019).

Il est admis que des nouvelles technologies ont augmenté les performances de fertilité grâce à des méthodes d'identification de l'œstrus, telles que des moniteurs d'activité automatisés (AAM) et niveaux de progestérone (P4) dans le lait, et par des méthodes de contrôle de l'œstrus, sous la forme de protocoles de synchronisation également connus sous le nom d'insémination artificielle chronométrée (TAI) (Lovendahl et Chagunda, 2010 ; Denis-Robichaud et al., 2016). De plus étant donné l'incidence élevée des vaches avec un jeune corps lutéal et la présence des vaches avec plusieurs corps jaunes dans les protocoles d'insémination artificielle à temps fixe, deux traitements PGF2α doivent être administrés à 24 heures d'intervalle dans de tels programmes (López-Gatius ,2022).
Ainsi, le taux de fertilité à l'œstrus induit variait grandement entre les élevages (figure 32), mais aussi au sein d'un même élevage d'un lot à l'autre, d'une année à l'autre (Odde, 1990 ; Diskin et al., 2001 ; Thatcher et al., 2001). Selon la gestion des élevages Djermoun et al (2017) affirment que la taille des exploitations affectait la diversification des cultures et des productions animales au détriment des cultures fourragères, ce qui explique l'hétérogénéité dans les choix et les pratiques des éleveurs et par voie de conséquence, des performances très disparates.

- **Les pathologies enregistrées durant la période de l'étude (rétention placentaire, avortement, boiteries et dystocies)**

L'un des objectifs des élevages les plus importants est de réduire le besoin d'aide au vêlage (Szenci ,1983; Bleul et Got, 2013 ; Vannucchi et al., 2015). Dans la présente étude (tableau 23), seules les vaches avortées ont enregistré significativement une baisse du taux de fertilité avec TRIA1 moyen d'environ ($p=0,04$). Les boiteries avaient des effets sur la fécondité des vaches laitières et ceci était relatif à un allongement significatif de l'IV-V ($p<0,01$) et de l'IV-IAf ($p<0,05$). Selon Fourichon et al (2000) un jour de plus au-delà de la première d'IA, pour cause de dystocie, conduit à une diminution de 3 % du taux de réussite à l'IA1 et à 5 jours de plus pour l'insémination fécondante.

En général, l'évaluation de l'effet de rétention placentaire (RP) et des dystocies dans la présente étude ne constituait pas un problème majeur dans nos élevages laitiers ($p>0,05$)

pourtant, Meziane et al (2013)ont rapporté qu'en cas des RP et de métrite il y a un allongement de l'intervalle vêlage – premières chaleurs ; et une reprise d'activité lutéale plus tardive (Opsomer et al., 2000 ; Meziane et al., 2013) ; de plus l'étude des dystocies de Fourichon et al (2000) a montré qu'en moyenne la première IA a été réalisée avec 3 à 6 jours de retard, le TRIA1 est diminué de 5 à 25 %, l'IV-IAf supérieur de plus de 6 à 22 jours. Il faut noter que les valeurs les plus importantes ont été trouvées lorsque les inséminations étaient réalisées tôt (avant 79 jours post-partum).

Allouche et al (2018) a montré que des vêlages faciles ont été notés chez la plupart des vaches montbéliardes (93,8 %) ; alors que El-Tarabany et Nasr (2015) en Égypte rapportent que les vaches Holstein pures a niveau très difficile de vêlage avaient significativement ($p < 0,05$) un intervalle de vêlage (474 jours) et des jours d'attente (198 jours) plus longue, par rapport à celles ayant vêlé sans difficulté. Ils rajoutent qu'elles ont des paramètres de fertilité inférieurs et ne pouvaient pas faire face aux niveaux difficiles de vêlage.

Toutefois, l'éleveur était libre de refuser la déclaration d'un éventuel avortement, les troubles sanitaires représentent 30% et 15% des causes d'infécondité (Vagneur, 2003) ; il faut marquer que les résultats du suivi montraient que les connaissances des éleveurs vis-à-vis de l'avortement étaient médiocres bien qu'il passe souvent inaperçu, isolé et non déclaré notamment dans les petites exploitations. C'est pourquoi le personnel peut fournir des informations spécifiques sur l'échec de reproduction de ces vaches (Ghoribi et al., 2012).

Conclusion générale et Recommandations

Conclusion générale et recommandations

Les performances de reproduction des troupeaux des deux principales races de vaches laitières importées, élevées et reproduites dans l'Est algérien, s'éloignent sensiblement des objectifs habituellement compatibles avec une rentabilité économique des élevages et ce, en dépit de traitements hormonaux qui ont ajusté la fécondité, mais n'ont pas amélioré le faible niveau de fertilité des troupeaux.

Dans la présente étude, il a été montré que ce sont surtout les pratiques et la gestion d'élevage qui influent sur la fécondité des vaches. Par ailleurs, l'existence d'une diversité de facteurs de risque comme la saison influence probablement de manière directe le taux de réussite en IA1. La pratique de détection des chaleurs, absente ou inadéquate, est à l'origine d'allongements de la période d'attente. L'état sanitaire des animaux et leur condition de chair ne sont pas en reste.

Les résultats confirment que le manque de maitrise de la gestion des élevages laitiers et notamment les aspects liés à la reproduction constituent des obstacles de taille aux productivités et donc aux objectifs économiques recherchés

Il est à noter, cependant, qu'une grande variabilité des résultats inter exploitations existe.

Un état des lieux objectif, tenant compte des conditions réelles des élevages, se basant sur des données fiables clairement consignées, doit être régulièrement établi pour situer les objectifs à atteindre dans le cadre de l'amélioration des performances des vaches laitières élevées en Algérie.

L'amélioration de l'efficacité reproductive du cheptel bovin et particulièrement laitier passe nécessairement par des actions coordonnées entre éleveurs, zootechniciens et vétérinaires. La démarche que nous proposons s'appuie principalement sur le facteur humain :

- D'abord revenir sur la meilleure méthode de détection des périodes d'œstrus par le suivi et l'observation des comportements de la vache de manière régulière.
- Planification et mise en place de programmes de synchronisation des chaleurs afin de diminuer la période d'attente à travers une meilleure détection des chaleurs et donc de la mise à la reproduction. Ces actions se résument en :
    - Un enregistrement régulier de toutes les observations liées à la reproduction.
    - Un contrôle systématique et précoce de la gestation.

- Une hygiène particulière des locaux et du matériel de traite.
- Un dépistage précoce et rapide des différentes affections notamment les boiteries et les mammites.
- Le traitement des pathologies du partum et postpartum.
- Un rationnement alimentaire adapté au stade physiologique des vaches,
- Le respect des conditions d'insémination (femelles en bon état, sans stress, à plus de 50 jours après vêlage),
- Le respect de la technique d'insémination (éviter les chocs thermiques, etc.)
- Le bon choix de la semence de taureau utilisé.

- La sensibilisation et la formation des éleveurs laitiers pour l'adoption de techniques modernes d'élevage et notamment en matière d'alimentation et de suivi d'élevage.
- Enfin favoriser le système intensif d'élevage de troupeaux de de grande taille et de type ferme intégrée.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aggoun N.,Ghoribi L., 2021.**Facteurs de variation des performances de la reproduction chez la vache laitière. Thèse Doct .Universite freres Mentouri Constantine 1. http://depot.umc.edu.dz/handle/123456789/1554
2. **Ahmed M., Chowdhury M.K., Rahman M.M., Bhattacharjee J., Bhuiyan M.M.U., 2018.** Relationship of electrical resistance of vaginal mucus during oestrus with post-AI pregnancy in cows. Bangladesh Journal of Veterinary Medicine 15:113-117.
3. **Al-Dahash S.Y et Bensassi M.F., 2009.** Treatment of some infertility problems in cows using Dalmarelin and Dalmazin. Iraqi Journal of Veterinary Sciences; vol .23;supplementII;2009;255-257)
4. **Allouche L, Madani T, Mechmeche M and Bouchemal A., 2018.** Reproductive performance of Montbeliard cows reared under subtropical environment: effets of heat stress and acclimatization duration Livestock Research for Rural Development 30 (7) 2018.
5. **Ambrose D.J., Colazo M.G., Kastelic J.P., 2010.** The applications of timed artificial insemination and timed embryo transfer in reproductive management of dairy cattle. R. Bras. Zootec., 39: 383-392.
6. **Amanuel B., Tekalign T., 2020.** Anoestrus and Repeat Breeding in Dairy Cattle: Causes and Methods of Improvement. DOI: 10.46998/IJCMCR.2020.03.000062
7. **Arthur G.H., Noakes D.E., Pearson H., 1982.** Veterinary reproduction and obstetrics.5th edition, 1982,501 pages, Bailliére Tindall, England.
8. **Arthur G.H., Noakes D.E., Pearson H., Parkinson T.J., 2001.** In: Veterinary reproduction and obstetrics. 8th ed. London: WB Saunders Company Ltd, 868 p.
9. **Asmussen T., 2010.**Herd Navigator or "How to benefit from frequent measurements", Proceeding ICAR 37th Annual Meeting – Riga, Latvia, 31 mai au 4 juin 2010, 291/293.
10. **Attia K., Bouzid R., Rezig F., Hocine A., Aggad H., 2019.** Etude critique de la pratique d'élevage des bovins de race locale dans la région d'El Tarf (Nord-est algérien).Revue Algérienne des Sciences A, Vol. 2 (Janvier 2019) 16-24. ISSN : 2661-7064.http://univ-eltarf.dz/fr/
11. **At-Taras E.E., Spahr S.L., 2001.** Detection and Characterization of Estrus in Dairy Cattle with an Electronic Heatmount Detector and an Electronic Activity Tag. J. Dairy Sci. 84, 792–798.
12. **Ayad A., Salaheddine M., Touati K., Iguer-Ouada M., Benbarek M., 2015.** Evaluation of norgestomet Crestar® on oestrus synchronization and reproductive performance of dairy cows in Algeria. Asian Pacific Journal of Reproduction.Doi: 10.1016/S2305-0500(14)60059-2
13. **Badinand F., 1981.** Involution utérine. L'utérus de la vache. Journées de la Société Française de Buiatrie, Constantin & Meissonnier Editeurs, 201-211.
14. **Balandraud N., Mosnier C., Delaby L., Dubief F., Goron J.P., Martin B., Pomies D., et al., 2018.** Holstein ou Montbéliarde: des différences phénotypiques aux conséquences économiques à l'échelle de l'exploitation. Prod. Anim., 31 (4) : 337-352, doi : 10.20870/productions-animales.2018.31.4.2394
15. **Bartlett PC, Kirk JH, Mather EC.1986.** Repeated insemination in Michigan Holstein Friesian cattle: incidence, descriptive epidemiology and estimated economic impact. Therio 1986; 26: 309 -322.

16. **Beggs D.S., Hamblin M.C., Wraight M.D., Macmillan K.L., 2000**. Comparison of a whole herd synchrony programme using two prostaglandin injections given 14 days apart with a programme using oestradiol benzoate, progesterone and prostaglandin in seasonal calving dairy herds. In : Proceedings of the World Buiatric Congress, [CD Rom], Sidney, World Buiatric Society Ed.
17. **Bencharif D., Tainturier D., Slama H., Bruyas JF.,Battut I., Fieni F. 2000.** Prostaglandine et postpartum chez la vache. Revue de Méd. Vét., 2000, Vol.151 No.5 pp.401-408 ref.66
18. **Benlekhal A., 1993.** L'insémination artificielle: Bilan et perspectives (38- 42).-In: Gestion de la reproduction et amélioration.- Kenitra: ANVSP.-120p.
19. **Bensaha H., 2015.** Elevage du bovin laitier dans les régions sahariennes cas de la région de Ghardaia.2015.Thése de doctorat. Thèse Doct., Faculté des sciences de la nature et de la vie , université Chadli Ben Djedid El-Tarf , Algerie.
20. **Bekhouche-Guendouz N., 2018.** Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba. URAFPA - Unité de Recherches Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux
21. **Belhadia M.A., Yakhlef H., 2013** .Performances de production laitière et de reproduction des élevages bovins laitiers, en zone semi-aride: les plaines du haut Cheliff, Nord de l'Algérie. Livestock Research for Rural Development 25 (6) 2013
22. **Belhadia M., Saadoud M., Yakhlef H., Bourbouze A., 2009.** La production laitière bovine en Algérie: Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff. Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009. Pages 54 à 62.
23. **Ben Salem M., Djemali M., Kayouli C and Majdoub A., 2006.** A review of environmental and management factors affecting the reproductive performance of Holstein-Friesian dairy herds in Tunisia. Livestock Research for Rural Development 18(4) . http://www.lrrd.org/lrrd18/4/sale18053.htm
24. **Ben Salem M., Bouraoui R., Chebbi I., 2007.** Tendances et identification des facteurs de variation des paramètres de reproduction chez la vache laitière en Tunisie Renc. Rech. Ruminants, 2007, 14
25. **Bessaoud O., Pellissier J.P., Rolland J.P., Khechimi W., 2019.** Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. hal-02137632
26. **Bidan F., Le Mezec P, DimonP., Salvetti P., Lejard A ., Bareille N., 2019.** REPROSCOPE : l'observatoire de la reproduction des bovins en France. Innovations Agronomiques, 2019, 71,pp.1-13. 10. 15454/xhaduh. hal-02161573
27. **Bisinotto R. S., Lean I. J., Thatcher W. W., Santos J. E., 2015.** Meta-analysis of progesterone supplementation during timed artificial insemination programs in dairy cows. J. Dairy Sci. 98:2472–2487.
28. **Bleul U et Götz E., 2013.** The effect of lactic acidosis on the generation and compensation of mixed respiratoty-metabolic acidosis in neonatal calves. Vet. Rec. 172, 528. doi: 10.1136/vr.101192.
29. **Boichard D., 1990.** Estimation of the Economic value of conception rate in dairy cattle. Livestock Production Science 24:187-204.
30. **Bolocan E., 2009.** Effects of heat stress on sexual behavior in heifers. Lucrari stiintifice zootehnie si biotehnologii 41, 141–148.

31. **Bonnett B.N., Martin S.W., Gannon V.P., Miller R.B., Etherington W.G., 1991.** Endometrial biobpssy in Holstein-Friesian dairy cows.III Bacteriological analysis and correlations with histological findings.Canadian Journal of Veterinarry Research 55,168-173.

32. **Bouamra M., Ghozlane F., Ghozlane M.K., 2016 .**Facteurs influençant les performances de reproduction de vaches laitières en Algérie.2016. Livestock Research for Rural Development 28 (4) 2016
33. **Bouchard E., 2002.** La médecine de troupeau au Québec. In : Journées nationales des GTV, Conduite à tenir : de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal, Tours, France, 29-31 mai 2002, 17-26.
34. **Boujenane I et Aïssa H., 2008.** Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Volume 6 (3-4), Article 556170, http://remvt.cirad.fr/revue/notice_fr.php?dk=556170
35. **Bouraoui R., Rekik B ., Ben Gara A.,2009 .**Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. Livestock Research for Rural Development 21 (12) 2009
36. **Bouraoui R., Ben Salem M., Rekik B., Jbira H.,2013.** Impact du stress thermique sur les performances des vaches laitières de race Holstein au centre de la Tunisie.Livestock Research for Rural Development 25 (4) 2013
37. **Bousquet D., Bouchard E., Tremblay D,. 2004.** Decreasing fertility in dairy cows : myth or reality ? Proc: 23ème Congrès Mondial de Buiatrie, 11-16 juillet 2004, Québec, Canada http://www.ivis.org/proceedings/wbc/wbc2004/WBC2004- Bousquet-ang-simple1.pdf, consulté le 8 mai 2011
38. **Britt, J. H., 1975.** Early post partum breeding in dairy cows. A review. J. Dairy Sci. 58, 266-271.

39. **Bronchard M., Boichard D., Ducroq V., Fritz S., 2013.** La sélection pour des vaches et une production laitière plus durables: acquis de la génétique et opportunités offertes par la sélection génomique. INRAE Productions Animales, 26(2): 145–146. doi.org/10.20870/productions-animales.2013.26.2.3144
40. **Borowski O., 2006.** Troubles de la reproduction lors du peripartum chez la vache laitiere. Thèse n° 80 Ecole nationale veterinaire de Lyon. Lyon, (13 octobre 2006).
41. **Bousquet D., Bouchard E., DuTremblay D., 2004.** Decreasing fertility in dairy cows: myth or reality ? 23ème Congrès mondial de buiatrie. Québec, Canada.
42. **Bouzebda Z., Bouzebda-Afri F., Guellati M.A., Meharzi M.N., 2006.** Enquête sur la gestion de la reproduction dans des élevages laitiers bovins de l'est algérien. Sciences et Technologie, C (27) : 2936 (Décembre (2006), pp.13-16.
43. **Bouzebda F., Guellati M.A., Grain F., 2008.** Evaluation des paramétres de la gestion de la reproduction dans un élevage du nord-est algérien. Sciences et technologie c– n°24, 13-16.

44. **Buckley F., Mee J., O'sullivan K., Evans R., Berry D., Dillo P., 2003a.** Insemination factors affecting the conception rate in seasonal calving holstein-friesian cows. Reproduction nutrition developpement 43:543–555.
45. **Butler W.R., 2000**.Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Animal Reproduction Science .https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2
46. **Butler W.R., 2005.** Relationships of negative energy balance with fertility. Advances in dairy technology, 17, 35-46.
47. **Butler S.T et Moore S.G., 2018.** Genetic control of reproduction in dairy cows under grazing conditions. Anim. Reprod. 15:933–939. Doi: 10.21451/1984-3143-AR2018-0054.
48. **Britt J.H., 1975.** Early post partum breeding in dairy cows. A review. J. Dairy Sci. 58, 266-271. 9.
49. **Cabrera V.E., 2014.** Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. Animal 8:211–221. Doi: 10.1017/S1751731114000512.
50. **Cauty I et Perreau J.M., 2003.** La conduite de troupeau laitier. Editions France Agricole, p 79-97.
51. **Calldwel V., 2003.** La reproduction sans censure: la vision d'un vétérinaire de champ.Centre de reference en agriculture et agroalimentaire au Québec.
52. **Chastant-Maillard S., Aguer D., 1998.** Pharmacologie de l'utérus infecté: facteurs de choix d'une thérapeutique. Nouveaux peripartum. Société française de buiatrie. Paris, 1998, 167-187.
53. **Chastant-Maillard S., 2008.** Détection des chaleurs chez la vache. Cours ENV Alfort. P56.
54. **Cheballah H., Boudjenah H., 2004.** Maîtrise du cycle sexuel chez les vaches laitières en vue de l'insémination artificielle, (Thèse de doct.Vét.), Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger., P4.22011.00;
55. **Corbrion Mouret L., 2018.** L'influence du moment de l'insémination artificielle sur le taux de réussite chez la vache laitiere. These pour obtenir le grade de docteur vétérinaire.
56. **Cornu P., 2012.** Les pathologies ovariennes de la vache (Doctorat Vétérinaire). Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Toulouse, 2012, n°18, 159p.
57. **Cosson J.L., 1998.** Ecoplaning: Un outil de gestion .Bulletin des GTV sep/oct 1998N°3,3B 593:5-20.
58. **Crowe M.A., 2008 .**Reprise de la cyclicité ovarienne chez le bœuf post-partum et les vaches laitières. Reprod Domest Anim, 43 (5): 20-28. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0531.2008.01210.x/epdf.
59. **Courtheix P., 2016.** Influence de la production laitière sur les performances de reproduction des vaches laitières. Vetagro Sup Campus Vétérinaire de Lyon année 2016 - thèse n°100.
60. **Dalton J.C., Nadir S., Bame J.H., Noftsinger M., Nebel R.L. Saacke R.G., 2001.** Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate, and embryo quality in nonlactating dairy cattle. Journal of dairy science 84:2413–2418.
61. **Darej C., M'hamdi N., Attika K., Hamzaoui S., M'hamdi H., Mrabet K., Bouraoui R., 2019.** Effets des pratiques d'élevage sur le bien-être animal et la qualité du lait chez la vache Holstein en Tunisie. Volume 65(2). Published september, 01, 2019 www.jnsciences.org E-ISSN 2286-5314
62. **Darej C., Moujahed N., Kayouli C., 2010.**Effets des systèmes d'alimentation sur les performances des bovins dans les fermes laitières du secteur organisé dans le nord de la Tunisie: 1. Effets sur la production laitière .Livestock Research for Rural Development 22 (5) 2010

63. **Dash S., Chakravarty A. K., Singh A., Upadhyay A., Singh M., Yousuf S.,2016.** Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes. Veterinary World, www.veterinaryworld.org/Vol.9/March-2016/3.pdf
64. **Denis-Robichaud J., Cerri R. L.A., Jones-Bitton A., LeBlanc S.J., 2016.**Survey of reproduction management on Canadian dairy farms .DOI: 10.3168/jds.2016-11445
65. **De Vries M.J., Veerkamp R.F., 2000.** Energy Balance of Dairy Cattle in Relation to Milk Production Variables and Fertility. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74856-9
66. **Disenhaus C., Grimard B., Trou G et Delaby L., 2005.** De la vache au système: s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier. Renc, Rech, Rum. PP 125-136.
67. **Disenhaus C., Cutullic E., Blanc F., Gaten J., Agabriel J., Hetreau T., Michel G., Paccard P., Badinand F., Egal D., Ponsart C., 2008** .Caractéristiques comparées de la cyclicité après vêlage de différentes races bovines. Renc. Rech. Ruminants. 15, 383-386.
68. **Disenhaus C., Cutullic E., Freret S., Paccard P., Ponsart C.,2010.** Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs: intégrer la vache, l'´eleveur et le système d'élevage. 17 émes Rencontres Recherches Ruminants, Dec 2010, Paris (FR), France. Institut de l'Elevage, pp.113-120.
69. **Diop P.E., Faye L., Fall R., Ly O.K., Mbaye M., Boye C., 1994.** Control of reproduction in the female Ndama cow by Norgestomet (CRESTAR). Dakar Medical 1994; 39(2): 129-134
70. **Diskin M.G., Sreenan J.M., 1980.**Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers artificialinsemination. J.Reprod.Fertil. 1980, 59.463-468.
71. **Diskin M.G., Sreenan J.M., 2000**. Expression and détection of eostrus in cattle. Reproduction nutrition developpement 40:481–491.
72. **Diskin M.G., Sreenan J.M., Roche J.F., 2001.** Controlled Breeding systems for dairy cows. In : M.G. Diskin (ed), Fertility in the high producing dairy cow, Occasionnal publication n°26, British Society of Animal Science, Edinburgh. PP175-193.
73. **Djebbara M., 2008.** Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier .Colloque international « Développement durable des productions animales: enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 Avril.
74. **Djermoun A., Chehat F., Bencharif A., 2017.** Stratégies des éleveurs laitiers du Cheliff (Algérie). http://newmedit.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/1109_19djermoun.pdf.
75. **Dobson H., Walker S.L., Morris M.J., Routly J.E., Smith, R.F., 2008.** Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows?. Animal: An International Journal of Animal Bioscience 2 (8): 1104–11.
76. **Doko A.S., Gbégo Tossa I., Tobada P., Mama Yari H., Lokossou R., Tchobo A., Alkoiret T.I., 2012.** Performances de reproduction et de production laitière des bovins Girolando à la ferme de Kpinnou au Sud-Ouest du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB).Numéro spécial Elevage & Faune, 36-47.
77. **Doucet M., 2004.** Techniques de détection de l'œstrus chez les vaches laitières, Thèse pour le doctorat vétérinaire, Alfort.

78. **Drennan M.J et Berry D.P., 2006** .Facteurs affectant le score de condition corporelle, le poids vif et les performances de reproduction des vaches allaitantes au vêlage de printemps. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 45 (1): 25-38.
79. **Drion P.V., Beckers J F., Derivaux J., Ectors, FJ.,2002.** Physiologie de la reproduction .Tom 2 , 2002, Chapitre VIII:8-12.
80. **Droui X et Dornier., 2013.** Les kystes folliculaires chez la vache laitière : évaluation échographique de l'efficacité d'un traitement par les progestagènes et relation avec l'inflammation génitale. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2013, 218 p.
81. **Eicher R., 2002.** Médecine de troupeau intégrée - le modèle bernois. In : Journées nationales des GTV, Conduite à tenir : de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal, Tours, France, 29-31 mai 2002, 33-35.,
82. **El-Tarabany M.S., Nasr M.A.F., 2015.** Performances reproductives des Brown Swiss, Holstein et leurs croisements dans des conditions environnementales subtropicales. Theriogenology 84, 559-565.
83. **El-Tarabany M.S., El-Tarabany A.A., 2015**. Impact of thermal stress on the efficiency of ovulation synchronization protocols in Holstein cows. Anim. Reprod. Sci., 160: 138-145
84. **Endo N., Nagai K., Tanaka T., Kamomae H., 2012.** Profiles of Ovarian Steroids, Luteinizing Hormone and Estrous Signs from Luteolysis to Ovulation in Lactating and Non-lactating Dairy Cows. Journal of Reproduction and Development 58:685–690.
85. **Enjalbert F., 2000.** Alimentation et reproduction chez la vache laitière, les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. Point vétérinaire. n° 2336 :40-44.
86. **Feliachi, K., 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. INRA. Octobre 2003.
87. **Ferrah A., 2000**. L'élevage bovin laitier en Algérie: Problématique, questions et hypothèses pour la recherche. https://www.researchgate.net/publication/315614770.
88. **Ferre D., 2003.** Méthodologie du diagnostic à l'échelle du troupeau, application en élevage bovin laitier. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 164p.
89. **Folnožić I., Turk R., Đuričić D., Vince S., Meštrić ZF., Sobiech P., Lojkić M., Valpotić H., Samardžija ., 2016.** L'effet de la parité sur le profil métabolique et la reprise de la cyclicité ovarienne chez les vaches laitières. Vet Arh, 86 (5): 641-653. https://hrcak.srce.hr/file/247097
90. **Fleurquin F.I.F., 2013**. Intérêt d'un traitement individuel du subœstrus par la prostaglandine F2α : Etude rétrospective dans deux élevages. Thèse Doct., Faculté de médecine, Créteil, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, France.
91. **Forde N., Beltman M.E., Lonergan P., Diskin M., Roche J.F., Crowe M.A., 2011.** Oestrous cycles in Bos taurus cattle. Anim. Reprod. Sci. 124, 163–169.
92. **Fourichon C., Seegers H., Malher X., 2000.** Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis Theriogenology, 53 (9), 1729-1759.
93. **Fournier R., et al. 2014a.** Quel est le moment optimal pour inséminer? Partenaire Repromag, best of 2014, 52-53.
94. **Fosgate O.T., Cameron N.W., McLeod R.J. 1962.**Influence of 17-alpha-hydroxy-progesterone-m-caproate upon postpartum reproductive activity in the bovine. J.Anim.Sci.,1962,21:791-793.

95. **Franck M., 1991.** Le contrôle de l'involution utérine en période post-partum. Rev. Fr. Echogr. Anim., 5, 10-11.
96. **Friggens N.C., Chagunda M.G.G., 2005.** Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. Theriogenology 64:155–190.
97. **Ghanem M.E., Nishibori M., 2015.** Effects of season on plasma progesterone profiles in repeat breeding cows. Veterinarni Medicina, 60, (5): 227–234. http://doi.org/10.17221/8174-vetmed
98. **Gates M.C., 2013.** Évaluation de la performance de reproduction des troupeaux de bovins et laitiers britanniques à l'aide des registres nationaux des mouvements de bétail. Dossier vétérinaire, 173 (20): 499-511.
99. **Giordano J. O., Wiltbank M. C., Fricke P. M., Bas S., Pawlisch R., Guenther J. N., Nascimento A. B., 2013.** Effect of increasing GnRH and PGF2α dose during Double-Ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. Theriogenology 80:773–783.
100. **Gobikrushanth M., De Vries A., Santos J.-E., Risco C.-A., Galvão K.-N., 2014.** Effect of delayed breeding during the summer on profitability of dairy cows. J. Dairy Sci.,97: 4236-4246.
101. **Ghoribi L, Hireche S., Chibat M.H. 2012.** Etude de certains paramètres de reproduction dans les exploitations laitières bovines de l'est de l'Algérie .2012 Recherche sur l'élevage pour le développement rural 24 (2) 2012
102. **Ghozlane F., Yakhlef H., Yaici S., 2003.** Performances de reproduction et de production laitiere des bovins laitiers en algerie. annales ina, volume 24 n°1 et 2. http://www.webreview.dz/img/pdf/ghozlane.pdf
103. **Ghozlane M.K., Atia A., Miles D., Khellef D., 2010.** Insémination artificielle en Algérie: Etude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. Livestock Research for Rural Development 22 (2) 2010.
104. **Grimard B., Humblot P.,Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P.,2003.** Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA Prod. Anim., 2003, 16 (3), 211-227
105. **Grimard B., Fréret S., Seegers H., Ponsart C., Chevallier A., Pinto A., Humblot P., 2004a.** Qualité de la détection des chaleurs lors de la surveillance des retours à 3 semaines en troupeaux bovins laitiers à faible fertilité. In H. Seegers Ed, Journée bovine nantaise, Nantes, 7 octobre 2004, 144-145, Poster
106. **Grimard B., 2005.** Les anomalies de reprise de la cyclicité après le vêlage. Le Point Vétérinaire, numéro spécial "Reproduction des Ruminants: Maîtrise des cycles et pathologie" 28, 16–21.
107. **Grimard B., Disenhaus C., 2005**. Les anomalies de la reprise de la cyclicité après vêlage. *Le point vétérinaire*, Numéro spécial Reproduction des Ruminants: maîtrise des cycles et pathologie, 36: 16 - 21.
108. **Grimard B., Fréret S., Seegers H., Ponsart C., Chevallier A., Humblot P., 2005.** Sensitivity and specificity of visual oestrus detection 3 weeks after first AI in low fertility dairy herds in France. 9th Annual Conference of The European Society for Domestic Animal Reproduction. 1-3 September, Murcia, Reproduction in Domestic Animals, 40, (4), p 358, Poster.
109. **Goshen T., Shpigel N.Y., 2006.** Evaluation of intrauterine antibiotic treatment of clinical metritis and retained fetal membranes in dairy cows.,Theriogenology., 66: 2210–2218

110. **Grummer R.R., 1995.** Impact des modifications du métabolisme des nutriments organiques sur l'alimentation de la vache laitière en transition. J. Anim. Sci. 1995 ; 73 :2820–2833. doi : 10.2527/1995.7392820x.
111. **Haddada B., Grimard B., El Aloui hachimi A., Najdi J., LakhdissI H., Ponter A.A., Mialot J.P., 2005.** Performances de reproduction des vaches laitières natives et importées dans la région du Tadla (Maroc) Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12.
112. **Hagen N .,Gayrard V., 2005.** Memento des criters numeriques de reproduction des mammiferes domestique physiologie envt.fr/spip/IMG/doc/Memento-reproduction.doc Đ .Cité dans **Ponsart C.,Guyader-Joly C., Le Guienne B.,N.,Nationa F.,2014.** Biotechnologies des gamètes et de l'embryon.September 2014.In book: La reproduction animale et humaine (pp.800). Chapitre 30.Editors: Quae.Project: Embryo genotyping.
113. **Hafez E S E., Hafez B., 2000.**Reproduction in farm Animals, 7th ed, 2000, Page 164, Lippincott W illiams and Wilkins, USA.
114. **Hammami M., Bouraoui R., Lahmar M., Selmi H., 2013.** L'élevage bovin laitier hors sol dans le sahel tunisien (Cas de la région de Sousse Livestock Research for Rural Development 25 (4) 2013www.lrrd.org/lrrd25/4/hamm25055.htm
115. **Hanzen C., 1994.** Etude des facteurs de risque de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du postpartum chez la vache laitière et la vache viandeuse. Thèse Doct., Fac. Méd. Vét. Liège Belgique.
116. **Hanzen C., Boudry B.,Drion P. V.,2003.** Induction et synchronization de l'œstrus par la PgF2α. Le Point Vétérinaire / N° 236 / Juin 2003 /
117. **Hanzen C., 2006.** Les infections utérines chez la vache. Cours de reproduction bovine. Belgique
118. **Hanzen, C., 2009.** Les pathologies de la gestation chez les ruminants », Cours, Faculté de Médecine Vétérinaire Service de Thériogénologie des animaux de production.
119. **Hanzen, C., 2009-2010.**La détection de l'oestrus chez les ruminants.
120. **Hanzen, C., 2015.** L'infertilité bovine: un syndrome », Cours, Faculté de Médecine Vétérinaire Service de Thériogénologie des animaux de production.
121. **Hanzen C., Pieterse M.,Scenczi O., Drost M., 2000.** Relative Accuracy of the Identification of Ovarian Structures in the Cow by Ultrasonography and Palpation Per Rectum. The Veterinary Journal https://doi.org/10.1053/tvjl.1999.0398
122. **Hussain A.M., 1989.** Bovine Uterine Defense Mechanisms: A Review.Journal of Veterinary Medicine, Series B First published: January-December 1989.https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1989.tb00657.x
123. **Inchaisri C., Hogeveen H., Vos P. L. A. M., Van Der Weijden G. C., Jorritsma R., 2010.** Effect of milk yield characteristics, breed, and parity on success of the first insemination in dutch dairy cows. Journal of dairy science 93:5179–5187.
124. **Inchaisri C., Chanpongsang S., Noordhuizen J., Hogeveen H., 2013.**The association of ruminal pH and some metabolic parameters with conception rate at first artificial insemination in Thai dairy cows.Tropical Animal Health and Production volume 45, pages 1183–1190 (2013)

125. **Institut de l'Elevage. 2010.** Résultats du contrôle laitier, espèce bovine.2009. Ed Institut de l'Elevage, Paris, 105 p,http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf_Partie_bovine_CL_2009.pdf, consulté le 15 novembre 2010.

126. **Jemmeson A., 2000.** Synchronising ovulation in dairy cows with either two treatments of gonadotropin-releasing hormone and one of prostaglandin, or two treatments of prostaglandins. Aust. Vet. J., 78, 108-111.

127. **Jeong J. K. Kang H. G., Hur T. Y., Kim I. H., 2012.** The administration of gonadotropin-releasing hormone around the first postpartum month increases subsequent reproductive performance in dairy cows. Reproduction, Fertility and Development, 25(1): 154-155.

128. **Jorritsma R.h., Jorritsma. Schukken Y.H. ., Wentink G.H. ,2000.** Relationship among blood metabolites and lipid content in the liver in transitional dairy cows Theriogenology. Biotechnology in Animal Husbandry 28(4):705-714 DOI:10.2298/BAH1204705D

129. **Kalantari A.S., Cabrera V.E., 2012.** The effect of reproductive performance on the dairy cattle herd value assessed by integrating a daily dynamic programming model with a daily Markov chain model. J. Dairy Sci.. doi:10.3168/jds.2012-5587

130. **Kali S., Benidir M., Ait Kaci K., Belkheir B., et Benyoucef MT., 2011. Situation** de la filière lait en Algérie: Approche analytique d'amont en aval**.** Livestock Research for Rural Development 23 (8) 2011.

131. **Kamimura S., Tsutomu O H G I., Takahashi M., Tsukamoto T.,1993.**Postpartum Resumption of Ovarian Activity and Uterine Involution Monitored by Ultrasonography in Holstein Cows**.** Doi :https://doi.org/10.1292/jvms.55.643

132. **Kaouche-Adjlane S., Habi F., Benhacine R., Ait El Hadi A., 2016**. Study of some zootechnical parameters of reproduction and lactation in dairy herds of the Eastern region of Algeria; Livestock Research for Rural Development, Volume 28, Number 4, April 2016**.**

133. **Kask K., Gustafsson H., Magnusson U., Bertilsson 1., Gunnarsson A., Kindahl H.,1999.** Uterine bacteriology, histology, resumption of ovarian activity and granulocyte function of the postpartum cow in different milking frequencies .Acta vet. scand . 1999,40,287-297.

134. **Khelili A., 2012.** Impact du rapport fourrage-concentré sur le niveau de production laitière des exploitations bovines de la plaine du haut Chéliff. Meùoire Magister Université Hassiba Benbouali de Chlef .106.p

135. **Kerbache I., Tennah S., Kafidi N., 2019.** Etude socio-economique de l'elevage bovin à l'est algérien .review of economic papers. Vol 03/n° 01 june 2019.

136. **Kerbrat S, Disenhaus C. 2000.**Profils d'activité lutéale et performances de reproduction du vêlage à la première insémination. Rencontres Recherches Ruminants. 2000;7:227-230**.**

137. **Kerbrat S et Disenhaus C., 2004.** A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. Appl-. Anim. Behav. Sci. 87, 223–238.

138. **Khan M.A., Mushtaq M.H., Khan M.A., Ahmad N., Nawazd M., 2016.** Incidence des reproductions répétées chez les bovins et les buffles du Pakistan. Veterinaria, 4 (1), 18-20. https://pdfs.semanticscholar.org/06c1/85ca1d43985ea57bd2472f17a3ee7b8339ba.pdf

139. **King G.J., Hurnik J.F., Robertson H. A., 1976.** Ovarian Function and Estrus in Dairy Cows during Early Lactation. *Journal of Animal Science*, Volume 42, Issue 3, March 1976, Pages 688–692, https://doi.org/10.2527/jas1976.423688x.

140. **Knob D.A., Scholz A.M., Moro Alessio D.R., Bergamaschi Mendes B.P., Perazzolil L. , Kappes R, Neto A T., 2019.** Reproductifs and productifs performance, udder health, and conformation traits of purebred Holstein, F1, and R1 crossbred Holstein × Simmental cows. Tropical Animal Health and Production (2019).

141. **Lane E.A., Crowe M.A., Beltman M.E., More S.J., 2013.** The influence of cow and management factors on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. Animal reproduction science 141:34–41.

142. **Lazreg M., Bellil K., Djediane M., Zaidi Z. 2020.** La filière lait algérienne face aux conséquences de la pandémie de la covid-19 .Les Cahiers du Cread -Vol. 36 - n° 03 - 2020 227.

143. **LeBlanc S.J., Duffield T F., Leslie K E., Bateman K G., Keefe G P., Walton ,Johnson W H., 2002.**Defining an diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows.J.Dairy Sci.85:2223-2236.

144. **LeBlanc S.J., 2008.** Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: a review. The veterinary Journal, 176, 102-114

145. **Ledoux D., Touze J-L., Laigre P., Grimard B., 2007.** Anomalies de reprise de cyclicité post partum chez la vache laitière Prim'Holstein: facteurs de risque et relation avec les structures ovariennes vues par échographie.

146. **Ledoux D., 2011.** Echecs précoces de gestation chez la vache laitière de race Holstein: incidences, implication dans la baisse de fertilité et facteurs de risque. Sciences agricoles. AgroParisTech, 2011.Français. NNT: 2011AGPT0044. pastel-00777964v2

147. **Ledoux D., Touze J-L., Richard C., Ponter A.-A., Bosc M.-J., Grimard B., 2011**. Schémas anormaux de reprise de la cyclicité après le vêlage chez les vaches Holstein: facteurs de risque, relations avec l'aspect échographique des ovaires et avec l'échec de la gestation après l'IA. Rev. Méd. Vét., 162, (2) : 98-106

148. **Le Mezec P., Barbat A., Duclos D., 2005.** Fertilité des vaches laitières: la situation dans 4 coopératives d'insémination de l'Ouest .Renc. Rech. Ruminants, 12

149. **Le Mezec P., Chanvallon A., Barbat-Leteterrier A., Gion A., Barbier S., 2014.** La fertilité des vaches laitières en 2012 : la semence sexée met son grain de sel Fertilité des principales races laitières, Bilan 1999 – 2012, Institut de l'élevage, Compte rendu n°0014203038, N° Technipel : L0070

150. **Le Mezec, P. 2017.** Fertilite des vaches laitieres#: c'est mieux - bilan 1999 - 2015. institut de l'elevage n° technipel#: l0070.

151. **Lhoste Ph., 1984.** Le diagnostic sur le système d'élevage. Cahiers de la Recherche-Développement, (3-4), p. 84-88. ISSN 0760-579X.

152. **López-Gatius F., 2003.**Is fertility declining in dairy cattle?: A retrospective study in northeastern Spain Theriogenology. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-6

153. **Lopez H., Satter L.D., Wiltbank M.C., 2004.**Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. Anim. Repro. Sci.,81: 209–223.

154. **López-Gatius F., 2011.** Feeling the ovaries prior to insemination. Clinical implications for improving the fertility of the dairy cow. Theriogenology 76:177–183.
155. **López-Gatius F .2021.**Clinical prospects proposing an increase in the luteolytic dose of prostaglandin F2α in dairy cattle. Journal of Reproduction and Development, Vol. 67, No 1, 2021
156. **López-Gatius F .2022.** Ovarian response to prostaglandin F2α in lactating dairy cows: A clinical update. Journal of Reproduction and Development, Vol. 68, No 2, 2022.
157. **Lovendahl P., Chagunda M.G.G., 2010.** On the use of physical activity monitoring for estrus detection in dairy cows. Journal of Dairy Science, 93, 249-259. doi:10.3168/jds.2008-1721
158. **Lucy, M.C. 1977.** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end ? J. Dairy Sci., 2001, Jun.; 84(6): 1277-93
159. **Lucy M.C., 2001.** Reproductive loss in high producing dairy cattle: where it will end? Journal of Dairy Science 84, 1277-1293.
160. **Lucy M.C., Thatcher W.W., Mac Millan K.L., 1990.** Ultrasonic identification of follicular populations and return to estrus in early post-partum dairy cows given intravaginal progestérone for 15 days. Theriogenology, 34, 325-340.
161. **Löf E., Gustafsson H., Emanuelson U., 2014.** Factors influencing the chance of cows being pregnant 30 days after the herd voluntary waiting period. Journal of dairy science 97:2071–2080.
162. **Lofti N., Benlekhal A., Mazouz A., 1996.** Utilisation des techniques nouvelles de reproduction dans le programme d'amélioration génétique du cheptel bovin laitier au Maroc (263-270). -In: Reproduction et production laitière. Tunis: SERVICED.-316p. (Actualités scientifiques AUPELF-UREF)
163. **Makhlouf M., 2015.** Performance de la filière laitière locale par le renforcement de la coordination contractuelle entre les acteurs: Cas de la Wilaya de Tizi-Ouzou – Algérie.Thése de Doctorat. Universite Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
164. **MacMillan K.L., 2002**. Progrès de la thériogénologie bovine en Nouvelle-Zélande 1. Grossesse, parturition et période post-partum. New Zealand Veterinary Journal, 50 (suppl.3): 67-73.
165. **Madani T., Mouffok C., 2008.** Production laitière et performances de reproduction des vaches Montbéliardes en région semi-aride algérienne. Revue Elevage et médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2: (61-72) http://remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2008/ EMVT08_097_107.pdf.
166. **Madej A., Kindahl H., Wyono W., Edqvist L.E., Stupnicki R., 1984.** Blood levels of 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin F2α during the post-partum period in primiparous cows. Theriogenology, 21 (2), 279-287.
167. **Martinez M.F., Kastelic J.P., Adams G.P., Cook B., Olson W.O., Mapletoft R.J., 2002.** The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. Theriogenology, 57, 1049-1059.
168. **Marion GB. Gier HT. 1968**. Factors affecting bovine ovarian activity after parturition. J.Anim.Sci. 1968, 27:1621.
169. **Martin W., Glauber., Joseph W., 2020**.Trade policy and food security. In COVID-19 and trade policy: Why turning inward won't work, eds. Richard E. Baldwin and Simon J. Evenett. Chapter 6, Pp. 89-101. https://voxeu.org/content/covid-19-and-trade-policy-why-turning- inward-won-t-work.

170. **Mee, J., Ross, E., and Dillon, P. (2004) .**Is Irish dairy herd fertility declining? 23 ème Congrès mondial de buiatrie. Quebec, Canada.

171. **Merdaci L., Chemmam M., 2016**. **Evolution comparée** des performances de vaches laitieres prim'holsteins et montbeliardes au nord-est algerien.livestock research for rural development. volume 28, article #23.from http://www.lrrd.org/lrrd28/2/merd28023.html

172. **Meziane R., Niar A., Boughris F.,Meziane T., Mamache B., Smadi M A., 2016.**Effet de la prostaglandine PGF2α sur le post-partum de vaches laitières en Algérie. Livestock Research for Rural Development 28 (6) 2016.

173. **Meziane R., Niar A., Smadi M.A., Mamache B., Mezianem T.,2013 .** A clinical study of metritis in dairy cows in the region of Batna (Algeria) and their treatments using different therapeutic protocols, Vet World 6(1):45-48. doi:10.5455/vetworld.2013.45-48

174. **Mialot J.P., Houard J., Constant F., Chastant-Maillard S., 2003.** Les kystes ovariens chez la vache. Point Vét., N° spécial Reproduction des ruminants, 16-21.

175. **Mialot J.P., Radigue P.E., Houard J., Marchon D., Fabienne F. Constant., Andrew A. Ponter A., Chastant-Maillard S., 2003.** Les kystes ovariens chez la vache laitière: l'apport de l'échographie. Journées nationales des GTV, May 2003, Nantes, France. hal-02764196.

176. **Mialot J.P., Laumonnier G., Ponsart C., Fauxpoint H., Barassin E., Ponter AA., Deletang F., 1999**. Postpartum subestrus in dairy cows : comparison of treatment with prostaglandin F2! or GnRH + prostaglandin F2! + GnRH. Theriogenology, 52, 910-911

177. **Mimoune N., Messai C.R., Khelef D., Salhi O., Azzouz M.Y., Kaidi R.,** 2017. Reproductive parameters and metabolic profile of repeat breeder cows. Livestock Research for Rural Development, Volume 29, Number 8, August 2017

178. **Miroud K., 2009.** Unpublished data**.**

179. **Miroud K., Hadef A., Khelef D., S Ismail., R Kaidi., 2014.**Bilan de reproduction de la vache laitiere dans le nord-est de l'algerie http://www.lrrd.org/lrrd26/6/miro26107.htm

180. **Moore K., Thatcher W., 2006.** Major advances associated with reproduction in dairy cattle, J. Dairy Sci., 89, 1254–1266, 2006.

181. **Moore S. G., Hasler J. F., 2017.** Reproductive technologies in dairy science. J. Dairy Sci. 100:10314–10331. https:/ / doi.org/10 .3168/ jds.2017-13138.

182. **Mohammadi A, Seifi H A. Farzaneh N., 2019.** Effet de l'administration de prostaglandine F2α et de GnRH au moment de l'insémination artificielle sur les performances de reproduction des vaches laitières.Forum Vet Res . Printemps 2019; 10 (2): 153–158. doi: 10.30466 / vrf.2018.87502.2136

183. **Mouffok C., 2007.** Diversité des systems d'élevage bovin laitier et performences animals en region semi-aridede Sétif.Thése de Magistére.Option: Sciences animales INA. Alger.

184. **Mouffok C., Allouni A., Semara L., 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) 2019**.**

185. **Morris M.J., Kaneko K., Walker S.L., Jones D.N., Routly J.E., Smith R.F., Dobson H., 2011.** Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. Theriogenology 76, 658–668.
186. **Morrow A., Roberts J., McEntee K., Gray G., 1966.** Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. J.A.V.M.A., 1966, 149:1596-1609.
187. **Mufti M. M. R., Alam M. K., Sarker M. S., Bostami A.B. M. R., Das N. G.,** 2010 Study on factors affecting the conception rate in red chittagong cows, bang journal animal science, 39 (1&2) 52 : 57
188. **Muia J .M ., Kariuki J.N., Mbugua P.N., Gachuiri C.K., Lukibisi L.B., Ayako W.O., Ngunjiri W. V., 2011**.Smallholder dairy production in high altitude Nyandarua milk-shed in Kenya: Status, challenges and opportunities. Livestock Research for Rural Development, Volume 23, Article #108 Retrieved March 23, 2017, from http://www.lrrd.org/lrrd23/5/muia23108.htm
189. **Mwaanga E. S., Janowski T., 2000.** Anoestrus in dairy cows: Causes, prevalence and clinical forms. Reproduction in Domestic Animals, 35: 193-200.
190. **MADR Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, .2019.**Statistique agricole. Série B 2019. Juillet 2021.
191. **MADR Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural,.2018.** La production agricole. Campagnes 2016/2017 et 2017/2018 .N°881.
192. **MADR, 2006a.** L'emploi dans la filière lait. Direction des Statistiques et des Systèmes d'Information, Sous-direction de l'Emploi Agricole. 16p**.**
193. **MADR, 2006.** Rapport sur la situation du secteur agricole 2006, Direction des statistiques agricoles et des systèmes informations. 78p.
194. N**AHMS (National Animal Health Monitoring Service). 2014.** Dairy cattle management practices in the United States, 2014. Accessed February 24, 2017. https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/ animalhealth/monitoring-and-surveillance/nahms/nahms_dairy _studies.
195. **Noordhuinzen J. P., 2002.** L'audit d'élevage aux Pays-Bas. In : Journées nationales des GTV, Conduite à tenir : de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal, Tours, France, 29-31 mai 2002, 27-31. 8.
196. **Norman H.D., Wright J.R., Hubbard S.M., Miller R.H., Hutchison J.L., 2009.** Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. Journal of Dairy Science 92, 3517-3528
197. **Nguyen-Kien C,, Khanh N.V., Hanzen C.,2016.**Study on reproductive performance of Holstein x Lai Sind cross bred dairy heifers and cows at small holdings in HoChiMinh City, Vietnam.Trop Anim Health Prod DOI 10.1007/s11250-016-1217-0
198. **Nyamushamba G.B., Chikwanda D., Matondi G.H.M., MarandureT., Mamutse J., Tavirimirwa B., Banana N.Y.D ., Dhliwayo M., 2014.** The effect of non-genetic factors on milk yield and composition of Red Dane cattle in Zimbabwe.Livestock Research for Rural Development 26 (5) 2014**.**
199. **Odde K.G., 1990.** A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci., 68, PP817-830.
200. **Okano A., Tomizuka T., 1987.** Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. Theriogenology, 27 (2), 369-376.
201. **Omur A., Kirbas A., Aksu E., Kandemir F., Dorman E., Kaynar O et Ucar O., 2016 .Effets des** vitamines antioxydantes (A, D, E) et des oligo-éléments (Cu, Mn, Se, Zn) sur certains profils

métaboliques et reproductifs chez les vaches laitières pendant la période de transition. Journal polonais des sciences vétérinaires, 19 (4): 697-706.

202. **ONIL., 2019.** Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers.

203. **ONIL., 2019.** Résumé de la stratégie ONIL pour le dévellopemnt de la filiére lait en Algérie.

204. **Opsomer G., Gröhn Y.T., Hertl J., Coryn M., Deluyker H et De Kruif A., 2000.** Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* , 53: 841-857.

205. **Öztürk Ö.A., Cirit Ü., Baran A., Ak K., 2010 .** Is Doublesynch protocol a new alternative for timed artificial insemination in anestrous dairy cows. Theriogenology.2010 Mar 15 ;73(5) :568-576

206. **Palmer M. A., Olmos G., Boyle L. A., Mee J. F., 2010.** Eostrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein–Friesian cows. Theriogenology 74:255– 264.

207. **Pham Duy Khanh K., Duteurtre G., Cournut S., Messad S., Dedieu B. et Hostiou N., 2017.** Characterization of the diversity and sustainability of family dairy farms in Vietnam: case study in the peri-urban area of Hanoi, Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 69(4) : 131-141, doi: 10.19182/remvt.31198.

208. **Pereira M H . , Wiltbank M C , Barbosa L F S P , Costa Jr W M, Carvalho M A P , Vasconcelos J L M.,2014.** Effect of adding a gonadotropin-releasing-hormone treatment at the beginning and a second prostaglandin F2α treatment at the end of an estradiol-based protocol for timed artificial insemination in lactating dairy cows during cool or hot seasons of the year. J Dairy Sci doi: 10.3168/jds.2014-8523.

209. **Perry E. J., Bartlett J. W., Taylor G. E., Edwards J., Terrill C. E., Berliner V., Jeffrey F. P., 1945.** The Artificial Insemination of Farm Animals. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.

210. **Picard-Hagen N., Gayrard V., Berthelot X., Humblot P., 2001.** Physiologie du développement embryonnaire chez les ruminants. Application au diagnostic de mortalité embryonnaire. Proc : A.E.R.A. 6-21

211. **Picard-Hagen N., Gayrard V., Berthelot X., 2008.** La physiologie ovarienne chez la vache: nouveautés et applications. Presented at the Journées Nationales des GTV, Nantes, 28-30 mai 2008, pp. 43–54.

212. **Picard-Hagen N., Berthelot X., 2008**. L'infécondité individuelles chez la vache: demarche diagnostique. Le nouveau praticien vétérinaire, élevage et santé 8, 20–21.

213. **Picard-Hagenn N., Gachet A., Garrigue M., Floch S., Saint-Baint-Blancat M., Khireddine B., Raboisson D., 2016.** Effet du stress thermique sur la fertilité des vaches et sur les paramètres séminologiques de taureaux d'insémination du Sud-Ouest de la France. Renc. Rech. Ruminants, 2016, 23.

214. **Pinto A., Bouca P., Chevallier A., Freret S., Grimard B., Humblot P., 2000.** Sources de variation de la fertilite et des frequences de mortalite embryonnaire chez la vache laitiere. renc. rech. ruminants 7:213-216

215. **Plaizier J.C.B., King G. J., Dekkers J.C.M., Lissemore K., 1998.** Modeling the relationship between reproductive performance and net-revenue in dairy herds. Agric. Syst. 56:305–322. doi:10.1016/S0308-521X(97)00044-9

216. **Poncet J., 2002**. Étude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la Réunion: influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse de doct.Vêt. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 145 p.

217. **Ponsart C., Sana M., Humblot P., Grimard B., Jeanguyot N., Ponter A.A., 1996.** Variation factors of pregnancy rates after oestrus synchronization treatment in French charolais beef cows. Vet Res 1996; 27: 227-239.

218. **Ponsart C., Frappat B., Le Mézec P., Fréret S., Seegers H., Paccard P., Humblot P., 2007.** Une palette d'outils pour améliorer la reproduction des vaches laitières. Proc : Rencontres, Recherches, Ruminants 14, 351-358

219. **Ponsart C.,Guyader-Joly C., Le Guienne B.,N.,Nationa F.,2014.** Biotechnologies des gamètes et de l'embryon.September 2014.In book: La reproduction animale et humaine (pp.800). Chapitre 30.Editors: Quae.Project: Embryo genotyping.

220. **Ribeiro E.S., Galvão K.N., Thatcher W.W., Santos J.E.P., 2012.** Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. Anim Reprod.

221. **Rizzo A., Campanile D., Mutinati M., Minoia G., Spedicato M., Sciorsci R.L., 2011.** Epidural vs intramuscular administration of lecirelin, a GnRH analogue, for the resolution of follicular cysts in dairy cows.https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.04.013

222. **Rhodes F.M., McDougall S., Burke C.R., Verkerk G.A., Macmillan K.L., 2003.** Invited review: treatment of cows with an extended postpartum anoestrus interval. Journal of Dairy Science 86, 1876-1894.

223. **Roelofs J. B., Van Eerdenburg F. J. C. M., Soede N. M., Kemp B., 2005a.** Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology 63:1366–1377.

224. **Roelofs J.B., Graat, E.A.M., Mullaart E., Soede N.M., Voskampharkema W., Kemp B., 2006a.** Effects of insemination–ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. Theriogenology 66:2173–2181.

225. **Roelofs J.B., Van Eerdenburg F.J.C.M., Hazeleger W., Soede N.M., Kemp B., 2006b.** Relationship between progesterone concentrations in milk and blood and time of ovulation in dairy cattle. Animal Reproduction Science 91:337–343.

226. **Roelofs J.B., Lopez-Gatius F., Hunter R H F., Van Eerdenburg F J C M., Hanzen C., 2010.** When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology 74, 327–344.

227. **Royal M.D., Darwash A.O., Flint A.P.F., Webb R., Woolliams J.A., Lamming G.E., 2000**. Declining fertility in dairy cattle: Changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Anim. Sci. 70:487–501.

228. **Royal M. D., Darwash A. O., Flint A. P. F., Webb R., Woolliams J. A., Lamming G. E., 2000b .** Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Animal science, 70(3), 487-501.

229. **Saby-Chaban1 C., Zhang W., Fournier R., Servien R., Villa-Vialaneix N., Corbiere F., Chastant-Maillard S.,2017** Reprise de cyclicité post partum et performances de reproduction chez la vache laitière Prim'Holstein en France.
230. **Safsaf B., Tlidjane M., Noui A.M., Ghedir W., Hammoudi T., 2013.**Efficacité comparative de deux protocoles d'induction d'œstrus par le PRID sur des vaches laitières des hauts plateaux de l'Est Algérien. Renc. Rech. Ruminants, 2013, 20
231. **Saidi R., Khelef D., Rachid Kaidi., 2013.**Apport de la note d'état corporel au suivi postpartum de la reproduction de vaches laitières dans le centre algérien. Livestock Research for Rural Development 25 (2) 2013.
232. **Salasel B., Mokhtari A., 2011.** Effect of early postpartum PGF2α treatment on reproductive performance in dairy cows with calving and puerperal traits. Theriogenology 76, 1723–1729.
233. **Bidan F., Salvetti P., Lejard A., Bareille N., Le Mezec P., Dimon P., 2020.** Reproscope n°5 – Campagne 2018-2019. Institut de l'Elevage.
234. **Sharawy S.M., Saleh N.H., Ghanem M.E., Hassan S.T.,2015.**Effect of different treatments at early postpartum period on uterine involution and subsequent reproductive performance in dairy cows. Global Animal Science Journal-GASJ 2(2):1301-1307, 2015;DOI:10.5281/zenodo.27225.
235. **Saint-Dizier M., 2005.** La détection des chaleurs chez la vache. Le Point Vétérinaire, numéro spécial : Reproduction des ruminants : 36, 22-27
236. **Saint-Dizier M., Jaffré N., Reynaud K., Remy B., Thoumire S., Chastant-Maillard S.,2008.** Expression of follicle-stimulating hormone and luteinising hormone binding sites in the bitch ovary during the follicular phase. Reprod. Fertil. Dev. 20, 925–934.
237. **Saint-Dizier M , Chastant-Maillard S., 2018.** Potential of connected devices to optimize cattle reproduction. Theriogenology 112:53–62.
238. **Sá Filho M.F, Crespilho A.M., Santos J.E.P., Perry G.A, Baruselli P.S., 2010.** Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled Bos indicus cow. Anim Reprod Sci 2010b; 120: 23-30.
239. **Sales J.N. S., Neves K. A. L., Souza A .H., Crepaldi G. A., Sala R.V., Fosado M., Filho E. P. C., De faria, M., Filho M F S., Baruselli P S., 2011.** Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. Theriogenology 76:427–435.
240. **Santos V. G., Carvalho P. D., Maia C., Carneiro B., Valenza A., Crump P. M., Fricke P. M., 2016.** Adding a second prostaglandin F2α treatment to but not reducing the duration of a PRID-Synch protocol increases fertility after resynchronization of ovulation in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 99:3869–3879.
241. **Sasaki Y., Uematsu M., Kitahara G., Osawa T., 2016**. Performances reproductives des bovins noirs japonais: association avec la taille, la saison et la parité du troupeau dans les exploitations commerciales de vaches-veaux. Theriogenology, 86 (9): 2156-2161.
242. **Savio J.D., Boland M.P., Hynes N., Roche J.F., 1990.** Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. J. Reprod. Fertil., 88, 569-579.

243. **Seegers H., Malher X.,1996.** Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier. Le point vétérinaire, 1996, 28, numéro spécial : La reproduction des ruminants, 127-135.
244. **Seegers H., Malher X.1996.** Les actions de maîtrise des performances de reproduction et leur efficacité économique en élevage bovin laitier. Le point vétérinaire, 1996, 28, numéro spécial : La reproduction des ruminants, 961-969
245. **Seegers H., Coulon R., Beaudeau F., Fouchet M., Quillet J.M., 2001.** Renc. Rech. Ruminants, 10, 135-138.
246. **Seegers H., Grimard B., 2003.** La performance de reproduction d'un troupeau laitier. BTIA, 110, 5-9.
247. **Sheldon I.M., Dobson H., 2004.** Post partum uterine health in catlle.Animal reproduction science, 2004.82/83:295-306.
248. **Sheldon I.M., Noakes D.E., Rycroft A.N., Pfeiffer D.U. , Dobson H., 2002a.** Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicule selection and follicule growth and function in cattle.Reproduction, 2002a, 123:837-845.
249. **Sheldon I.M., Noakes D.E., Dobson H., 2000b.** Effect of the regressing corpus luteum of pregnancy on ovarian folicullogenesis after parturition in cattle1.Biology of reproduction ,2002b :266-271.
250. **Shipka M.P., 2000.** Applied Animal Behaviour Science, 66, 153- 159.
251. **Silper B.F., Madureira A.M.L., Polsky L.B.,. Soriano S,. Sica A.F, JVasconcelos.L.M., Cerri R.L.A., 2017.** Daily lying behavior of lactating Holstein cows during an estrus synchronization protocol and its associations with fertility. J. Dairy Sci. 100:8484–8495. doi:10.3168/jds.2016-12160.
252. **Singh A.K., Berrocoso J.F.D., Dersjant-Li Y., Awati A., Jha R., 2017.** Effect a combination of xylanase, amylase and protease on growth performance of broilers fed low and high fiber diets. Animal Feed Science and Technology, 232, 16-20.
253. **Slama H., Vaillancourt D., Goff A.K., 1991.** Pathophysiology of puerperalperiod: relationship between prostaglandin E2 (PGE2) and uterine involution in the cow. Theriogenology, 36 (6), 1071-1090.
254. **Slama H., Vaillancourt D., Goff A K., 1993**. Leukotriene B4 in cows with normal calving, and in cows with retained fetal membranes and/or uterine subinvolution. Canadian Journal Veterinary Research ; 57:293–9. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1263643/
255. **Souames S, Abdelli A ., Berrama Z., 2018**.Facteurs associés à une reprise anormale de l'activité ovarienne après le vêlage de vaches Holstein-Friesian élevées dans le nord de l'Algérie 2018.Recherche sur l'élevage pour le développement rural 30 (3) 2018
256. **Spears J.W., Weiss W.P., 2014.** Revue invitée: Nutrition minérale et vitaminique chez les ruminants. The Professional Animal Scientist, 30 (2): 180-191.
257. **Sraïri M.T., Baqasse M., 2000.** Production and reproduction performance of imported Friesian dairy heifers in Morocco. Livestock Research for Rural Development, 2000.
258. **Sumiyoshi T., Tanaka T., Kamomae H., 2014.** Relationships between the appearances and changes of estrous signs and the estradiol-17β peak, luteinizing hormone surge and ovulation during the

periovulatory period in lactating dairy cows kept in tie-stalls. journal of reproduction and development 60:106–114.

259. **Suyadi S.,Hakim L.,Wahjuningsih S.,Nugroho.,2014.** Reproductive performance of Peranakan Ongole (PO)- and Limousin × PO crossbred (Limpo) cattle at different altitude areas in East Java, Indonesia. **:** Journal of Applied Science and Agriculture 2014 Vol.9 No.11 Special pp.81-85 ref.16

260. **Stevenson J.S., 2007.** Clinical reproductive physiology of the cow. DOI: 10.1016 / B978-072169323-1.50038-6

261. **Stevenson J.S., Tenhouse D.E., Krisher R.L., Lamb G.C., Larson J.E., Dahlen C.R., Pursley J.R., Bello N.M., Fricke P.M., Wiltbank M.C., Brusveen D.J., Burkhart M., Youngquist R.S., Garverick H.A,. 2008.** Detection of anovulation by heatmount detectors and transrectal ultrasonography before treatment with progesterone in a timed insemination protocol. Journal of Dairy Science 91, 2901-2915

262. **Stevenson J. S., 2016.** Synchronization and artificial insemination strategies in dairy herds. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 32:349–364.

263. **Stevenson J S., Britt J.H., 2017.** A 100-Year Review: Practical female reproductive management. J. Dairy Sci. 100:10292–10313 https://doi.org/10.3168/jds.2017-12959.

264. **Suyadi S., Nugroho H., 2014**. Analyse de l'efficacité de la reproduction chez Peranakan Ongole (PO) - et ses croisements avec des bovins Limousin (Limpo) à Java Est, Indonésie. Le 16 ème A sie A ustralia A nimal P roduction (AAAP) Congrès. Yogyakarta. Indonésie. 11-14 novembre 2014.

265. **Szenci O,. 1983.** Efects of type and intensity of assistance on acid-base balance of newborn calves. Acta Vet. Hung. 31, 73-79.

266. **Szenci O., Szelényi Z., Lea Buják Lénárt D., Kovács L., Han Luca Fruzsina Kézér B., Horváth A., 2018.** Importance of monitoring the peripartal period to increase reproductive performance in dairy cattle. VETERINARSKA STANICA 49 (4), 2018.

267. **Thatcher W.W., Patterson D.J., Moreira F., Pancardi M., Jordan E.R., Risco C.A., 2001.**Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. In : American Association of Bovine Practitioner, AABP Ed, Vancouver, PP95-105.

268. **Tellah M., Zeuh V. , Mopaté L.Y. , Mbaïndingatoloum F. M. , Boly H.2015.** Paramètres de reproduction des vaches Kouri au Lac Tchad. Journal of Applied Biosciences 90:8387– 8396 ISSN 1997–5902

269. **Tennant B., Peddicord R.G., 1968.** The influence of delayed uterine involution and endometritis on bovine fertility. Cornell Vet., 1968, 58:185-192.

270. **Thiam O., 1996.** Intensification de la production laitière par l'insémination artificielle dans les unités de production au Sénégal. Thèse Méd. Vét, Dakar; P42.

271. **Tillard E., 2010.** Approche globale des facteurs associés à l'infertilité et l'infécondité chez la vache laitière: importance relative des facteurs nutritionnels et des troubles sanitaires dans les élevages de l'île de la Réunion. HAL Id: tel-00501821 .https://tel.archives-ouvertes.fr.

272. **Thibier M., 1994.** Analyse critique des services d'IA dans les pays en voie de développement (231p.-246p.) -In: Animal production-Stockholm, Sweden.- 384p.

273. **Tuder E., 1998.** A veterinary perspective of on-farm evaluation of nutrition and reproduction. J. Dairy Sci., 81, 3, 872-876.

274. **Uchida H., Kobayasi J., Inoue T., Suzuki K., Oikawa T., 2002 .**Niveau actuel des performances de reproduction chez les vaches noires japonaises. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 15 (8): 1098-1102. Extrait le 22 janvier 2019 de https://www.ajas.info/upload/pdf/15_174.pdf

275. **Vagneur M., 2003.** Les bouses du vaches reflet de leur alimentation. Le point véterinaire .N°241page 46à 50.site inernet wwww.solvaybicar.com

276. **Vallet A., Paccard P., Dumonthhier Ph., 1998.** Méthode d'analyse des causes de l'infécondité d'un troupeau laitier. Institut de l'Elevage, 48p.

277. **Van Eerdenburg F.J., Loeffler H.S., Van Vliet J.H., 1996.** Détection of œstrus in dairy cows: a new approach to an old problem. Vet. Q., 1996, 18, 52-54.

278. **Vannucchi C. I., Rodrigues J. A., Silva l. C. G., Lúcio C. F. and Veiga g. A. L., 2015.**Efect of dystocia and treatment with oxytocin on neonatal calf vitality and acid-base, electrolyte and haematological status. Vet. J. 203, 228-232.

279. **Van Saun R.J., 2016.** Indicateurs des risques de transition des vaches laitières: profilage métabolique revisité. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere/Nutztiere. 2016; 44:118–126. Doi: 10.15653/TPG-150947.

280. **Van Soom A., Verberckmoes S., 2004.** L'insémination intra-utérine profonde chez les bovins Utero-tubal junction insemination in cattle. Gynécologie Obstétrique & Fertilité 32 (2004) 911–915 doi:10.1016/j.gyobfe.2004.08.016

281. **Van Werven T., Schukken Y.J., Lloyd J., Brand A., Heeringa H.T., Shea M., 1992.** The effects of duration of retained placenta on reproduction, milk production, post-partum disease and culling rate. Theriogenology, 37 (6), 1191-1203.

282. **Vercouteren M.M.A.A., Bittar J.H.J., Pinedo P.J., Risco C.A., Santos J.E.P., Vieira Neto A., Galvao K.N., 2015**. Facteurs associés à la cyclicité précoce chez les vaches laitières post-partum. J Dairy Sci, 98 (1): 229-239.

283. **Verrier E., Le Mézec P., Boichard D.,Mattalia S., 2010.** Evolution des objectifs et des méthodes de sélection des bovins laitiers. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France,163, 73-78.

284. **Veerkamp R., Oldenbroek J. K.,Van Der Gaast H. J., Van Der Werf J.H.J.,2000.** Genetic Correlation Between Days Until Start of Luteal Activity and Milk Yield, Energy Balance, and Live Weights. 2000 J Dairy Sci 83:577–583

285. **Villa-Godoy A., Hughes T.L., Emery R.S., Chapin L.T., Fogwell R.L. 1988.** Association between Energy Balance and Luteal Function in Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 71, 1063-1072. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79653-8

286. **Walker S.L., Smith R.F., Jones D.N, Routly J.E. , Dobson H., 2008.** Stress chronique, profils hormonaux et intensité de l'œstrus chez les vaches laitières. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2007.12.003 .

287. **Wattiaux M.A., 2006.** Reproduction et sélection génétique: évaluation de la condition corporelle. L'institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier F: \ mimiro \ Evaluation de la condition corporelle - Reproduction et Sélection Génétique.htm, 4 p.

288. **Williams E.J., Herath S., England G.C.W., Dobson H., Bryant C.E., Sheldon I.M., 2008.** Effect of Escherichia coli infection of the bovine uterus from the whole animal to the cell. Animal 2, 1153-1157
289. **Wiltbank M.C., Pursley J.R., 2014.** The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation. Theriogenology 81:170–185.
290. **Wiltbank M. C., Baez G. M., Cochrane F., Barletta R. V., Trayford C. R., Joseph R. T., 2015.** Effect of a second treatment with prostaglandin F2α during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. J. Dairy Sci. 98:8644–8654.
291. **Youngquist R.S., Shore M.D., 1997.** Postpartum Uterine Infection.(in) Youngquist RS.,1997.Current therapy in large animal theriogenologiy,W.B.Saunders Company, 335.
292. **Yozmane R., Mebirouk-Boudechiche L., Chaker-Houd K., Abdelmadjid S., 2019.** Typologie des élevages bovins laitiers de la région de Souk-Ahras (Algérie). Can. J. Anim. Sci. 99: 620–630 (2019) dx.doi.org/10.1139/cjas-2017-0179.
293. **Yusuf M., Nakao T., Ranasinghe BK., GautamG. , Thanh Long S., Yoshida Ch. , Koike K. , Hayashi A.,2010.**Reproductive performance of repeat breeders in dairy herds.https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.016
294. **Zuhri M.S., Ihsan M.N., Isnaini N., 2019.** Évaluation des performances de reproduction des bovins Madura élevés par de petits agriculteurs à Madura, en Indonésie. Recherche sur l'élevage pour le développement rural 31 (5) 2019

Organisation

-CNIEL, 2022 ; L'Econews, L'info économique et Financière en continu, 2022.Consulté le 17 mars 2022.

-**DS@HR.,2003.**Rapport annuel de la banque de donnée, Saint-Hyacinthe, mai 2003.

-FAO., 1984. Animal genetic resource conservation by management, databanks and training. Animal Production and Health Paper No. 44/1. Rome.

-FAO., 2020. Atténuer les effets de covid-19 sur le secteur de l'élevage. FAO, Rome, Italie, 6 p.

-FAO /OCDE., 2016.« Lait et produits laitiers », dans Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Éditions OCDE, Paris.DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-11-fr

-Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2019-2028 © OCDE/FAO 2019 Chapitre 7 : Lait et produits laitiers.

-Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO », Statistiques agricoles de l'OCDE (base de données),http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-fr.http://dx.doi.o-rg/10.1787/888933386500.

-**FMI., 2022.** Fonds monétaire international. Riposter à la crise du coût de la vie.Octobre 2022.

-**IFPRI., 2020.** Rapport 2020 sur les politiques alimentaires mondiales : Mettre en place des systèmes alimentaires inclusifs by International Food Policy Research Institute(IFPRI).global food policy report | 2020 | Pages: 12.DOI : https://doi.org/10.2499/9780896293717.Open Access | CC-BY-4.0

-**PNTTA., 2000.**L'insémination artificielle des bovins. Une biotechnologie au service des éleveurs. N°65 Février 2000.

-**TECHNA., 2020.** https://www.natual-techna.com › reproduction › ruminant. L'involution utérine chez la vache laitière après vêlage. Comment prévenir les retards d'involution utérine chez la vache laitière?

Site :

- Centre National de l'Information et des Statistiques (CNIS) : www.douane.gov.dz
- Food Agriculture Organisation (FAO) : www.fao.org
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Agricole : http://www.minagri.dz/
- Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL) : www.onil.dz
- Office National des Statistiques : www.ons.dz
- Organisation Mondiale du Commerce (OMC) : http://www.wto.org/indexfr.htm

Annexes

Annexe 01

Questionnaire proposé

Non et prénom/âge	Wilaya :	Région :
Vétérinaire …… Eleveur……	……..	……

Niveaux scolaires :

Primaire ☐ Technicien supérieur ☐

Secondaire ☐

Moyen ☐ Illettré ☐

Universitaire ☐

Dans quel but ?

Production laitière ☐

Production viande ☐

Production mixte ☐

Veaux d'engrangement ☐

-est-ce que c'est votre fonction : Primaire ☐ Secondaire ☐ Familiale ☐

Avez-vous assisté à une formation de sensibilisions :

Oui ☐

Non ☐

Mode d'élevage :

Extensif ☐ Intensif ☐

Semi-extensif ☐ Semi-intensif ☐

Observation :……
……

Bâtiment :

☐

Local superficie

……
……
…….

Nature du sol :

Béton ☐ Sable ☐

Literie ☐ Paille ☐

Tapi ☐

Abreuvoir : à volonté ☐

Nombre de fois/J ☐

Pierre à lécher : Oui ☐ ☐

Alimentation :

Rationnement ☐

Concentrer ☐ Pâturage ☐

Foin ☐ Drêche ☐

Paille ☐ Luzerne ☐

Autres ☐

Est-ce qu'il y a pratique du Flushing : Oui ☐

Non ☐

Quand :

……
……..

-Pâturage libre : Oui Non

-Concentré :……☐……. ☐

Composition des troupeaux :

Nb de génisse ☐ Vide ☐ Pleine ☐

Nb de primipare ☐ Vide ☐ Pleine ☐

Nb de multipares Vide ☐ Pleine ☐

BCS (Body condition score) :

Est- ce que les BCS sont élevés : Oui : ☐ : ☐

☐ ☐

Est-ce qu'on insémine selon le BCS : Oui : Non :

Pratique de L'IA :

-Sur chaleurs naturelles observées. ☐

-Sur chaleurs induites / synchronisées et observées ☐

-Sur chaleurs induites /synchronisées à temps fixe (à l'aveugle) ☐

Chaleurs :

Comment reconnaissez- vous les signes des chaleurs ? (Comment les détectées)

Type d'hormones utilisées :

PGF 2α : ☐ sur qu'elle base :……..

P 4 : ☐ sur qu'elle base :……

GnRH : ☐ sur qu'elle base :……

Retour en chaleur signalée : Oui : ☐ Non : ☐

Quand ?

……
……..

Qui s'en occupe :

……
……

Combien de fois/J :

……
……

Combien de temps/J :

……
……..

Durée ?

……
…….

1er retour des chaleurs post-partum ?

……
…….

1ére heure des chaleurs ?

……
……

Diagnostic de gestation :

-Moment : avant 35 jours : ☐

Après 35 jours : ☐

Autre 90 jours : ☐

-Moyen de diagnostic :

Hormonale : ☐

Écographie : ☐

Manuelle : ☐

-Production laitière est-elle :

Basse : ☐

Moyen : ☐

Haute : ☐

-System de traite :

Mécanique : ☐

Salle de traite : ☐

Chariot : ☐

-**Hygiène pratiquée et vaccination** :

Rigoureuse : ☐

Moyenne : ☐

Médiocre ☐

Les vaches avortées sont-elles vaccinées et déclarées oui n☐ ☐

NB……

Et contre : ☐R ☐ Ch☐liose Autres ☐

Pathologies enregistrées (signalées ou observées):

La rétention placentaire : Oui N☐ ☐

Les avortements sont –ils déclarés : Oui N☐ ☐

Les boiteries : Oui ☐ ☐

Les dystocies : Oui ☐ ☐

☐

Mode de renouvellement des femelles : Achat extérieur ☐ Auto renouvellement

Observation(s)……
……
……
……
……

Merci pour votre coopération Monsieur.

Annexe 02

Tableau 1:présentation des principales composantes et caractéristiques du système d'élevage. (Lhoste Ph., 1984).

Pôles	**Composants**	**Caractéristiques**	**Produits**
Territoire et système de culture	-Structuration -Production primaire -Utilisation par animal -Evolution dans le temps	-Unité des ressources fourragères. -Phytomasse -composition chimique et valeur alimentaire -Variation saisonnières -Variation interannuelles - Reproduction de l'écosystème.	-Production brute - Charges -Suivi des pâturages
Troupeau	-Structure (caractéristiques statiques) -Dynamique (caractéristiques dynamiques) -Animal (état individuel) -Conduite -Production	-Espèce, race, type, génétique. -Effectif -Composition -Reproduction (fertilité, fécondité,..) -Mortalité -Exploitation et croit -Etat sanitaire -Stade physiologique -Etat de développement -Performances individuels -Du troupeau -De l'aimantation -De la reproduction -Viandes, lait, laine, -Fumier, travail, transport,….	-Pyramides des âges -Productivité numérique -Critère de sélection -Calendriers -Produits animaux
Eleveur	-Ethnie, Famille, Histoire -Projets -Organisation de l'élevage : différents agents -fonction centre de décision		-Logique socio-économique -Budgets
Territoire			

Annexe 03 :

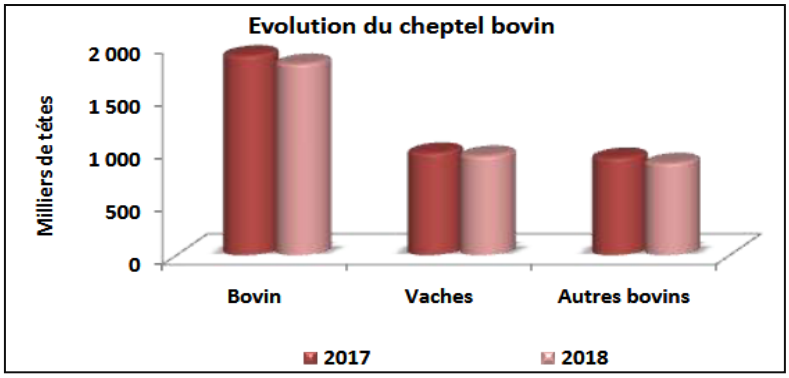


Figure 1: Evolution du cheptel bovin en Algérie. Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (2019).

Annexe 04

Tableau 2 : Effectif national des espèces bovines par type en Algérie (zones d'étude) (MDAR 2019).

Espèce Bovine Unité : tête

	Vaches laitières			Génisses	Taureaux	Taurillons	Veaux	Vêles	
Wilaya	B.L.M	BLA+BLL	Total	+12 mois		12 à 18 mois	-12 mois	-12mois	Total
SETIF	25 633	48 702	**74 335**	17 785	3 358	17 790	17 361	20 817	**151 446**
GUELMA	4 215	54 907	**59 122**	10 115	4 705	6 657	8 327	12 781	**101 707**
ANNABA	3 136	13 075	**16 211**	3 047	1 677	5 322	4 257	4 333	**34 847**
Constantine	6 811	17 511	**24 322**	4 298	1 021	3 368	4 278	4 587	**41 874**
EL-TARF	1 991	44 036	**46 027**	11 854	3 484	4 480	7 932	8 853	**82 630**
SOUK-AHRAS	15 584	25 838	**41 422**	7 079	2 098	5 430	10 877	12 899	**79 805**
TOTAL Algérie	290 190	642 685	**932 875**	210 918	72 025	165 718	194 713	210 102	**1 786 351**

Annexe 04

Tableau 3: Importation de lait et produits laitiers au niveau national en 2017. *MADR, 2018.*

Produits	**Poids (tonnes)**	**Valeur**	
		DA	**US**
Lait et crème de lait liquide	60	18 716	169
Lait et crème de lait en poudres	425 678	137 535 450	1 239 366
Yoghourt et autres dérives	426	142 555	1 285
Lactosérum	3 262	390 883	3 522
Beurre et autres matières grasses	9 526	5 460 035	49 202

Fromages	26 022	12 413 606	111 862
Total	464974	155 245	1 405 406

Annexe 05

Tableau 4 : Principales anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage (post partum) chez la vache laitière (Miroud 2008-2009).

Les causes d'origine anatomique	**Les causes d'origine fonctionnelle**	**Les causes liées à la conduite d'élevage**	**Les causes d'origine infectieuse**
Les anomalies acquises affectant : • Les ovaires • Le vagin • L'utérus • Les oviductes • Le cervix	**1Chaleurs non observées** • Anœstrus vrai • Chaleurs silencieuses = subœstrus • Persistance de corps jaune • Œstrus non détectées **2 les défauts d'ovulation** • Ovulation retardée • Anovulation =absence d'ovulation • Kystes ovariens • Insuffisance lutéale • Le déséquilibre hormonal	• La nutrition • La détection des chaleurs • Les raisons d'une détection insuffisante des chaleurs	• Métrite puerpérale • Endométrite • Pyromètre • Cervicite et vaginite

Annexe 06

Tableau 5 : Facteurs individuels et collectifs responsables de problèmes de reproduction (Hanzen C., 1994).

Facteurs individuels	**Facteurs collectifs**
Age	Politique d'IA au cours du post partum
Génétique	Détection des chaleurs
Production laitière	Moment d'IA pendant les chaleurs
Type de vêlage	Nutrition
Gémellité	Saison
Mortalité périnatale	Type de stabulation
Rétention placentaire	Taille du troupeau
Fièvre vitulaire	Qualité du sperme
Involution cervicale et utérine	Technicité d'inséminateur
Infection du tractus génitale	Aspects sociologiques
Activité ovarienne	

Annexe 07

Tableau 6 : Facteurs responsables des problèmes de reproduction liés à l'animal et non liés à l'animal (Hanzen C., 1994 ; Miroud K., 2009).

Facteurs liés à l'animal	**Facteurs non liés à l'animal**
Age et numéro de lactation	Infrastructures et voies de communication
Race, la génétique et nombre de jours post-partum	L'alimentation
le niveau de production laitière	La saison et Le stress thermique
Le taux de la progestérone	La détection des chaleurs
Etat sanitaire des vaches	Le moment de l'IA
Les troubles de l'appareil reproducteur ✓ Les dystocies ✓ Rétention placentaire ✓ Les métrites ✓ Kyste ovarien ✓ Les mammites ✓ Les boiteries	La qualité de la semence
Facteurs liés à la conduite de la reproduction ✓ Le moment de la mise à la reproduction ✓ La détection des chaleurs ✓ La pratique de l'IA ➢ Le moment de l'IA ➢ Site de dépôt de la semence ➢ La manipulation de l'IA	(Système d'élevage) La taille du troupeau Le type de stabulation

Annexe 08

Tableau7 : Objectif de reproduction dans les troupeaux laitiers (Hanzen C., 1994).

Paramètres	Définition	Objectif	Seuil d'intervention	Moyenne
Fécondité (jours)				
N-1er V	Intervalle entre la naissance et le 1er vêlage (mois).	>65	<40	*n.c.
N- IA1	Intervalle entre la naissance et la première insémination (mois).	14	16	19
N-IAf	Intervalle entre la naissance et insémination fécondante (mois).	15	17	20
IV-V	Intervalle entre vêlages (jours).	365	380	390
IV-IC1	Intervalle entre vêlage et les premières chaleurs (jours)	<50	>60	60
% IV-IC1	Nombre de vache dont l'intervalle V-IC1 > 60 jours post vêlage sur le nombre de vaches inséminées.	<15%	17.	18.
IV-IA1	Intervalle entre le vêlage et la 1ére insémination (période d'attente) (jours).	60	80(PA+20)	70
IV-IAf	Intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante.	85	100	110
		19.	20.	21.
IIA1-IAf	Intervalle entre la 1ére insémination et l'insémination fécondante (période de reproduction) (jours).	23-30	>30	*n.c.
Fertilité				
	Index de gestation total en IA1 des génisses	> 60	<50	n.c.

	Index de gestation total en IA1 des vaches	> 45	<40	40
IFA	Index de fertilité apparent (génisses)			
IFA	Index de fertilité apparent (vache)	<1,5	>1,5	n.c.
Chaleurs				
	Index de wood	>70	<70	*n.c
	% de vache en chaleurs <5 à jours pp	>70	<50	40
Vêlages				
	Vêlages normale (%)	>95	22.	70
	Césarienne (%)	<5	>10	5
Pathologies				
	Rétention placentaire	<5	>10	4,4
	Métrite chronique (20-50j pp) (%)	<20	>25	19
	Retard d'involution utérine (30-50 j pp) (%)	<10	>20	13
	Kyste ovarien (30-50 j pp) (%)	<10	>20	10
	Mortalité embryonnaire (25-59 j pp) (%)	<10	>20	11
	Avortement clinique (%)	<3	>5	n.c.
Réforme				
	Taux de réforme total (%)	25-30	>30	n.c.
	Taux de réforme pour infertilité (%)	<10	>10	n.c.

*n.c. non calculé.

Productions scientifiques

Ce travail de thèse a fait l'objet d'une publication internationale et de communications internationales :

Publications internationales :

Haou A., Miroud K., Gherissi D.E., 2021. Impact of herd characteristics and breeding practices on the reproductive performance of dairy cows in Northeastern Algeria. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 74 (4): 183-191, doi: 10.19182/remvt.36798

Communications internationales :

Théme : Impact des caractéristiques du troupeau et des pratiques d'élevage sur les performances de reproduction des vaches laitières dans le Nord-Est

-Within the 1st International Webinar of Animal Biodiversity, Protection and Environment " WIBAPE2022 ". For the Oral presentation , that has been held online from 26 to 27 May 2022. On National Higher School of Agronomy. Algiers, Algeria.

-Within the 1st International seminar on veterinary parasitology ; For the Oral presentation , that has been held online from 03-04/10/2022. On University Chadli Ben Djedid. ElTarf , Algeria.

Article publié

■ PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX

Impact des caractéristiques du troupeau et des pratiques d'élevage sur les performances de reproduction des vaches laitières dans le Nord-Est algérien

Abir Haou [1*] Kamel Miroud [1] Djallel Eddine Gherissi [2]

Mots-clés

Bovin, vache laitière, fertilité, effectif du cheptel, ovulation, Algérie

© A. Haou et al., 2021
CC BY 4.0
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Submitted: 10 November 2020
Accepted: 6 September 2021
Published: 20 December 2021
DOI: 10.19182/remvt.36798

Résumé

L'étude a porté sur les effets des caractéristiques du troupeau (race, taille, parité et zone d'étude) et des pratiques d'élevage (chaleurs induites/naturelles, pratique du flushing ou non, et durée du tarissement) sur les taux de fécondité et de fertilité de 721 vaches laitières (VL) des races Montbéliarde (n = 379) et Prim'Holstein (n = 342) réparties sur 23 troupeaux, nées et mises à la reproduction en Algérie. Les paramètres de fécondité ont révélé un intervalle entre le vêlage et les premières chaleurs de 86,8 ± 48 jours, entre le vêlage et la première insémination artificielle (IA) de 108 ± 80,4 jours, entre la première IA et l'IA fécondante de 42,9 ± 85,2 jours, entre le vêlage et l'insémination fécondante de 152 ± 116 jours, et entre vêlages de 427 ± 122,8 jours. Un taux de réussite moyen en première IA de 54,8 % (VL) et 58,8 ± 20 % (troupeau), un index de fertilité apparent de 1,83, et 19,1 % de VL inséminées trois fois et plus (dans 16,2 ± 11 des troupeaux) ont été enregistrés. La fécondité plus que la fertilité était loin des objectifs. La race n'a eu aucun effet significatif sur la fertilité ($p > 0,05$), mais les performances de reproduction ont varié significativement ($p < 0,05$) en fonction de la taille du troupeau, de la parité, de la région d'étude, des chaleurs induites ou naturelles, et de la pratique ou non du flushing. La fécondité était plus faible chez les animaux dont la durée du tarissement dépassait 60 jours ($p < 0,05$). Une mise à la reproduction tardive au-delà de 80 jours post-partum a été le paramètre qui a affecté le plus les performances de reproduction des VL dans la zone d'étude.

■ Comment citer cet article : Haou A., Miroud K., Gherissi D.E., 2021. Impact of herd characteristics and breeding practices on the reproductive performance of dairy cows in Northeastern Algeria. *Rev. Elev. Med. Vét. Pays Trop.*, 74 (4): 183-191. doi: 10.19182/remvt.36798

■ INTRODUCTION

L'Algérie, pour combler ses besoins considérables en lait, fait appel à l'importation massive de cette denrée de première nécessité. En effet, les niveaux de production des exploitations laitières, principalement peuplées de vaches laitières importées d'Europe, ne permettent pas de contribuer de manière sensible à la réduction des quantités colossales de lait importées. Par ailleurs, la crise actuelle due à la pandémie de Covid-19 a impacté la sécurité alimentaire, la nutrition et les moyens de subsistance dans le monde en perturbant la production, la transformation, le transport, la vente et la consommation des produits animaux (FAO, 2020).

L'Office national interprofessionnel du lait (ONIL, 2019) a déclaré que l'Algérie a besoin de 200 000 têtes bovines, qui produiraient en moyenne 6000 litres par an pour couvrir les besoins en lait. Plusieurs études montrent que la production est de moins de 15 litres par vache par an (Soumeur et al., 2018) et que les performances de reproduction sont très loin des objectifs (Miroud et al., 2014). Ce déficit est lié principalement à l'insuffisance d'identification des signes caractéristiques de l'œstrus et des pratiques de conduite du cheptel reproducteur, à la nature des stabulations, et au nombre moyen de bovins par exploitation (Yahimi et al., 2013). Or, tout retard ou dysfonctionnement de la fonction de reproduction entraîne une perte de production qui augmente avec l'allongement de la durée de l'anœstrus post-partum (Singh et al., 2017).

1. Épidémiosurveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages, Université Chadli Bendjedid, PO Box 73, 36000 El-Tarf, Algérie.
2. Université Mohammed Chérif Messaadia, Institut des sciences agronomiques et vétérinaires (ISAV), 41000 Taoura, Souk-Ahras, Algérie.
* Auteur pour la correspondance.
Email : haouabir85@gmail.com

Résumé

L'étude a porté sur les effets des caractéristiques du troupeau (race, taille, parité et zone d'étude), les pratiques d'élevage (pratique du flushing, nature de l'œstrus et protocoles hormonaux et durée du tarissement) et les pathologies (la rétention placentaire, l'avortement, les boiteries et les dystocies) sur les taux de fécondité et de fertilité dans la région Nord-est algérien. 721 vaches laitières (VL) en races Montbéliarde (n=379) et Prim'Holstein (n=343) réparties sur 23 troupeaux nées et mises à la reproduction en Algérie. Les paramètres de fécondité calculés en moyenne ont révélé un intervalle entre le vêlage et la 1ère chaleur de 86,8±48,1 jours, une période d'attente IV-IA1 de 108 ±80,4 jours, une période de reproduction IAI-IAf de 42,9±85,2 jours, un intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante IV-IAf de 152± 116 jours et un intervalle entre vêlages de 427 ±122,8 jours. Le taux de réussite en 1ère insémination était de 54,8%, un index de fertilité apparent de 1,83 et un pourcentage des VL inséminées 3 fois et plus pour être fécondées de 19,3%. La fécondité plus que la fertilité est loin des objectifs recherchés. La race n'a eu aucun effet significatif sur la fertilité ($p>0,05$), mais les performances de reproduction variaient significativement en fonction de la taille du troupeau ($p<0,05$), de la parité ($p<0,05$), de la région d'étude ($p<0,05$), la pratique du flushing ($p<0,05$).La fécondité était plus faible chez les animaux dont la durée du tarissement dépassait 60 jours($p< 0,05$) et tous les paramètres de fertilité étaient significativement meilleurs ($p<0,05$) lorsque l'IA se faisait sur chaleur naturelle qu'induites ($p< 0,05$). Des pourcentages globaux moyens des TRIA1 de 32,18±18,48% ; 28,29±17,64% et 54,19±23,98% ont été enregistré par troupeaux traités. Le TG était meilleur lorsque les VL ont été induites par la PGF2α (72,22%), mais, le TRIA3et + était faible lorsque le traitement se faisait à base de PRID DELTA (14,54%).Ce sont les boiteries et les avortements qui ont affectait la fertilité ($p<0,05$).Une mise tardive à la reproduction était le paramètre qui affectait le plus les performances de reproduction, les traitements hormonaux néanmoins ajustaient un contingent la fécondité, mais n'amélioraient pas le niveau de fertilité des troupeaux.

Mots clés

Vache laitière –fécondité –fertilité – taille du troupeau – type d'œstrus –Algérie.