

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

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

**Facteurs influençant la réussite de l'insémination
artificielle chez les bovins**

*Factors influencing artificial insemination success
in the cow*

Présenté par :

-KOUCHAH ISLAM

&

-DJAUDENE ABDENOUR

Soutenu le &13 Juin 2020

Devant le jury :

Président(e) : LAFRI. I MCA ISV-Blida1

Examineur : BELABDI. I MCB ISV-Blida1

Promoteur : BESBACI.M MCB ISV-Blida1

Année : 2019/2020

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir efféminés et ouvert les portes du savoir en donnant la volonté, le courage et la patience.

Du terme de ce travail, nous tenons à adresser nos vifs remerciements à tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Nous témoignons notre reconnaissance et gratitude à :

Notre promoteur le **Dr BESBACI MOHAMED** l'aide l'orientation et le suivi, qui nous à apporter tout au long de notre travail.

Ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe pédagogique et les enseignants qui durant cinq ans contribuèrent à notre formation.

Enfin, nous tenons à remercier tous les inséminateurs qui ont aidé de remplir nos fiches techniques de l'insémination artificielle.

DEDICACES

ISLEM

Au nom de Dieu le tout puissant je dédie ce modeste travail à :

Les plus chères personnes dans ma vie, mon père et ma mère

qui m'ont donné le courage dans mes études et m'ont aidé

dans toute ma vie, surtout ma mère qui m'a donné le soutien,

les mots sont faibles pour exprimer la force de mes

sentiments et la reconnaissance que je porte.

À mes chers frères et sœurs

À mon binôme : Abdenour

Mes amis : Mohamed Elyes Sid ali Lounes Athman

Et tous les étudiants de la promo 2019-2020

DEDICACES

ABDENOUR

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce duquel
j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :*

Mes chers parents, mes frères et mes sœurs.

Tous mes amis.

Et surtout mon binôme : ISLAM

Et tous les étudiants de 5ème année vétérinaire 2019/2020

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES _____	1
LISTE DES TABLEAUX _____	1
LISTE DES ABREVIATIONS _____	1
RÉSUME _____	2
ملخص _____	3
ABSTRACT _____	4
I-Introduction _____	5
1-Quelques Facteurs qui influencent sur la réussite de l'IA bovine. _____	6
<i>a-La génétique :</i> _____	6
<i>b-L'âge :</i> _____	6
<i>c-L'état corporel :</i> _____	6
<i>d-L'alimentation :</i> _____	6
<i>e-Les chaleurs :</i> _____	7
<i>f-Site de dépôt du sperme :</i> _____	7
2-Objectif de l'étude expérimentale : _____	8
II-Matériel et méthodes _____	9
1-Récolte des données _____	9
2-Réalisation de l'IA _____	9
3-Diagnostic de gestation _____	9
4-Analyses statistiques _____	9
III. Résultats et discussion _____	11
1-Effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA _____	11
2-Effet du BCS (classes) sur la réussite de l'IA _____	12
3-Effet de la parité sur la réussite de l'IA _____	14
4-Effet de l'examen d'appareil génital sur la réussite de l'IA _____	16
IV-Conclusion _____	17
REFERENCES _____	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Représentation graphique de l'effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA. _____	12
Figure 2. Représentation graphique de l'effet du BCS (classe) sur la réussite de l'IA. _____	13
Figure 3. Représentation graphique de l'effet de la parité sur la réussite de l'IA. _____	15
Figure 4. Représentation graphique de l'effet de l'examen de l'appareil génital sur la réussite de l'IA. _____	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA.	11
Tableau 2. Effet du BCS (classes) sur la réussite de l'IA.	12
Tableau 3. Effet de la parité sur la réussite de l'IA.	14
Tableau 4. Effet de l'examen de l'appareil génital sur la réussite de l'IA.	16

LISTE DES ABREVIATIONS

AIC: Akaike Information Criterion

BCS: Body Score Condition

IA: insémination artificielle

IAD: insémination artificielle avec don de sperme

OR: Odds Ratio

RÉSUMÉ

L'insémination artificielle (IA) est la biotechnologie de reproduction la plus utilisée dans le monde, sa réussite nécessite la maîtrise de divers facteurs. Notre travail consiste à apprécier l'effet de quelques facteurs influençant la réussite de l'IA bovine dans les wilayas de Bejaïa et Bouira. C'est dans cette optique que nous avons utilisé des fiches techniques d'IA et nous avons effectué un suivi mensuel allant de septembre 2019 jusqu'au février 2020 sur 160 vaches. À la fin de notre étude, nous avons constaté qu'il y a eu énormément de facteurs qui influencent sur la réussite de l'IA principalement la parité et l'état corporelle.

Mots-clés : Insémination artificielle ; réussite ; facteur ; vache ; bovin

ملخص

إن التلقيح الاصطناعي هو أكثر التقنيات الحيوية الإنجابية استخداماً على نطاق واسع في العالم، ويتطلب نجاحه مضاعفة عوامل التكاثر. ويتألف عملنا من تقييم أثر بعض العوامل التي تؤثر على نجاح التلقيح الصناعي في بعض الإسطبلات ومع أخذ هذا في الاعتبار، استخدمنا صحائف بيانات التلقيح الاصطناعي، ونجري متابعة شهرية من سبتمبر 2019 إلى فبراير 2020 على 160 بقرة. في نهاية دراستنا، وجدنا أن هناك الكثير من العوامل التي تؤثر على نجاح التلقيح الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية: التلقيح الاصطناعي؛ النجاح؛ العامل؛ البقرة؛ الماشية

ABSTRACT

Artificial insemination (AI) is the most widely used reproductive biotechnology in the world, its success requires mastery of the multiplex of factors. Our work consists in assessing the effect of some factors influencing the success of bovine artificial insemination in the wilaya of Bejaïa and Bouira. It is in this perspective that we have used technical sheets of AI and we made a monthly monitoring from September 2019 to February 2020 on 160 cows. At the end of our study, we found that there were a lot of factors that influences the success of AI as parity and body condition score (BCS).

Keywords: artificial insemination; success; factor; cow; cattle

I-Introduction

L'IA est une technique de reproduction assistée consistant à placer du sperme dans l'utérus sans qu'il y ait de rapport sexuel. L'on parle d'IAD (IA avec don de sperme) lorsque le sperme provient d'une banque du sperme. Depuis le début de l'agriculture, le bétail parmi d'autres ruminants a été très apprécié parce qu'ils transforment les produits végétaux en produits très appétissants et des aliments nutritifs. En fait, l'élevage de bétail a joué un rôle important dans le développement économique depuis la néolithique (Zeuner, 1963).

L'application commerciale de l'IA (IA) de la vache entre dans sa 88e année et persiste comme une puissante méthode de dispersion des gènes.

L'IA a probablement été le plus grand progrès technologique dans le domaine de l'élevage. Les principales raisons de son succès ont été le gain génétique, le contrôle de maladies et la rentabilité de l'insémination par rapport à l'accouplement naturel (Vishwanath, 2003).

Il a également été l'exemple le plus remarquable d'une intégration réussie de la recherche et de l'application à grande échelle (Foote, 1996).

Les développements en IA ont été déclenchés par l'intensification des systèmes de traite dans les fermes laitières. L'IA présente de nombreux avantages et peu d'inconvénients au producteur laitier, tandis que les difficultés de détection de l'œstrus limitent l'utilisation de l'IA dans les troupeaux de bovins. Ainsi, elle a été l'industrie laitière qui a le mieux réussi à faire l'utilisation des progrès techniques en matière d'IA et de technologie du sperme (Vishwanath, 2003).

L'efficacité de l'insémination dépend entre autres facteurs sur le dépôt d'un nombre approprié de spermatozoïdes normaux au site approprié dans la zone de reproduction au moment approprié de l'œstrus. La clairance métabolique des hormones stéroïdiennes, telles que la 17 — l'œstradiol et la progestérone (Starbuck-Clemmer et al., 2007) faire en sorte que la vache laitière à haute production est un modèle adapté pour s'attaquer aux facteurs qui affectent la fertilité.

1-Quelques Facteurs qui influencent sur la réussite de l'IA bovine.

a-La génétique:

L'effet du niveau génétique sur la fertilité a été démontré par Le Mézec and et Barbat (2008) en France sur la race prim'holstein. Ces auteurs ont estimé que la génétique contribue à 40 % dans la dégradation du taux de réussite de la première IA observée ces dernières années.

b-L'âge :

Craplet et Thibier (1973) ont rapporté que la fécondité augmente progressivement à partir de la puberté, elle atteint un maximum vers 4-5 ans et diminue ensuite progressivement. En effet, les génisses laitières sont plus fertiles que les vaches (Hanzen, 1994).

c-L'état corporel :

Il a été prouvé que les notes de l'état corporel au vêlage et la perte de l'état corporel en début de lactation sont étroitement liées à la santé, à la fertilité et à la production laitière (Markusfeld et al., 1997). L'intervalle vêlage- vêlage est influencé par l'état corporel de la femelle, ils affirment que les jeunes vaches avec une note corporelle inférieure à 2,5 présentent une augmentation de l'intervalle entre deux mises bas, estimée à au moins 30 jours par point (Agabriel et al., 1992). L'obtention d'un état corporel optimal au moment du vêlage doit constituer un objectif prioritaire. Bosio (2006), recommande les valeurs respectivement comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 pour les vaches primipares et multipares. D'après le même auteur, l'évaluation de l'état corporel peut être réalisée lors du contrôle de l'involution utérine (de J20 à J40 postpartum) voire lors de la première IA. Il recommande les valeurs comprises entre 2,0 et 2,5 chez les primipares et entre 2,0 et 3,0 chez les multipares.

d-L'alimentation :

Parmi les causes d'infertilité chez les vaches laitières, l'alimentation occupe une place importante. En effet, la qualité et la quantité de l'alimentation ainsi que ses modalités de distribution jouent un rôle important dans le bon fonctionnement de l'appareil génital de la vache et de ses glandes endocrines, principalement à trois niveaux dans le cycle de reproduction.

e-Les chaleurs :

L'élevage des vaches laitières a pour objectif d'avoir un veau par vache et par an. Pour cela une connaissance des signes de chaleurs permettra une bonne détection des chaleurs qui est indispensable pour le choix du meilleur moment de l'insémination. L'intérêt d'une bonne détection des chaleurs est évident pour l'IA : elle a aussi son importance en monte libre pour prévoir les dates de vêlage. Une détection manquée fait perdre 3 semaines de la vie productive d'une vache. S'assurer d'une bonne détection des chaleurs est donc un préalable à toute tentative d'amélioration des performances de reproduction (Jeansoulin et al., 1988).

f-Site de dépôt du sperme :

Lors de l'accouplement, le taureau dépose plusieurs milliards de spermatozoïdes dans le vagin antérieur. Cependant, comme le col de l'utérus est un obstacle majeur pour le transport des spermatozoïdes, le nombre de spermatozoïdes qui atteignent finalement l'utérus ne dépasse généralement pas 1 % (Harper, 1982). Dans l'insémination, le sperme est généralement déposé directement dans le corps utérin, contournant ainsi le col de l'utérus et permettant l'utilisation d'un nombre considérablement réduit de spermatozoïdes (López-Gatius, 2000).

L'une des plus importantes contributions à l'application commerciale réussie de l'IA dans l'élevage de bovins laitiers a été attribuée à l'inséminateur hautement qualifié (Foote, 1996) toutefois, on a eu tendance à adopter des techniques d'insémination de routine et d'ignorer les facteurs liés à l'inséminateur qui peuvent affecter de manière spectaculaire la fécondité (Roelofs et al., 2010).

Bien que les inséminateurs professionnels palpent l'appareil reproducteur de nombreuse vache tout jour, la plupart ne sont pas formés pour examiner l'utérus et ovaires. Cela pose une sérieuse limitation pratique au succès de l'IA. Actuellement, le taux de gestation après un seul service d'IA est rarement supérieur à 40 %, ce qui est loin des 60 % ou plus couramment enregistrés dans les années 1960 (Salisbury et al., 1978) cette baisse de l'efficacité de l'IA a suscité la suggestion de modifier le site de dépôt de la semence chez les bovins, en se basant sur l'idée que l'insémination utérine profonde devrait assurer le dépôt de spermatozoïdes plus proches de la jonction utéro-tubienne, qui est considérée comme le principal réservoir de sperme avant l'ovulation (López-Gatius, 2000).

2-Objectif de l'étude expérimentale :

Dans notre partie, expérimentale, nous avons mené une enquête sur terrain dont l'objectif est d'étudier les principaux facteurs qui influencent sur la réussite de l'IA chez les bovins, nous sommes basés sur les objectifs suivants : (i) Taux de réussite de l'IA. (ii) Facteurs liés à la pratique de l'IA. (iii) Facteurs liés aux vaches. (iv) Facteurs liés ou taureaux.

II-Matériel et méthodes

1-Récolte des données

Les données ont été récoltées à partir des bilans de l'IA de deux vétérinaires inséminateurs, le premier dans la wilaya de Bouira et le second dans la wilaya de Bejaia. Nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective en population de vache sur toutes les inséminations artificielles ayant eu lieu dans de septembre 2019 jusqu'au février 2020.

2-Réalisation de l'IA

Nous avons exploité tous les facteurs qui peuvent affecter la réussite de 160 IA. Toutes les vaches ont été inséminées par un seul vétérinaire. La confirmation de l'œstrus a été effectuée par palpation rectale et aucune vache présentant des troubles cliniques n'a été inséminée. Des écoulements génitaux anormaux, des anomalies pathologiques du tractus génital détectables par palpation rectale et des kystes ovariens ont été considérés comme des troubles cliniques lors de l'insémination.

3-Diagnostic de gestation

Une palpation attentive par le rectum de l'utérus pour la fluctuation des fluides et des ovaires pour un corps jaune a été effectuée pour diagnostiquer une gestation entre 60 et 90 jours après l'insémination, avec une moyenne de 75 jours. Toutes les palpations ont été effectuées par le même praticien.

4-Analyses statistiques

Une régression logistique a été utilisée pour modéliser les probabilités qu'une vache soit gestante ou non en fonction des facteurs associés à un risque augmenté ou diminué. L'identification initiale des facteurs associés à un risque augmenté ou diminué de réussite de l'IA a été effectuée dans un premier temps au moyen d'une régression univariée. Dans un second temps, une régression logistique multivariée incluant toutes les variables ayant une valeur de $P < 0,20$ à l'analyse univariée a été utilisée. Nous avons opté pour faire une analyse de variance via une régression logistique binaire par la méthode de sélection descendante pas à pas, avec l'utilisation de AIC (*Akaike Information Criterion*) comme indicateur pour prédire le modèle le plus explicatif

de la variable binomiale, le taux de gestation avec deux entrées (positive, négative), plus l'AIC sera faible, meilleure sera le modèle. Les résultats de cette régression logistique binaire sont présentés avec les valeurs ; intercepte, des Odds Ratio (OR également appelés rapports des cotes) et leurs intervalles de confiance ainsi que la signification de chaque modalité des variables explicatifs concernés.

III. Résultats et discussion

1-Effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA

Les vaches qui ont présenté un BCS de 3 et 3.5 ont eu un taux de gestation significativement supérieure aux vaches avec un BCS de 2 (Tableau 1 ; Figure 1) ; (odds ratio =3.03 ; P=0.16 et odds ratio=4.60 ; P=0.04 respectivement).

Tableau 2. Effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA.

Facteurs de risque	Catégories	Odds ratio	95% IC	P
BCS (Valeurs continues)	Intercepte	0.75	0.14-3.4	0.70642
	2	Reference		
	2.5	1.33	0.25-7.76	0.73
	3	3.03	0.61-16.48	0.16
	3.5	4.60	0.89-26.51	0.04
	4	1.33	0.04-44.44	0.85

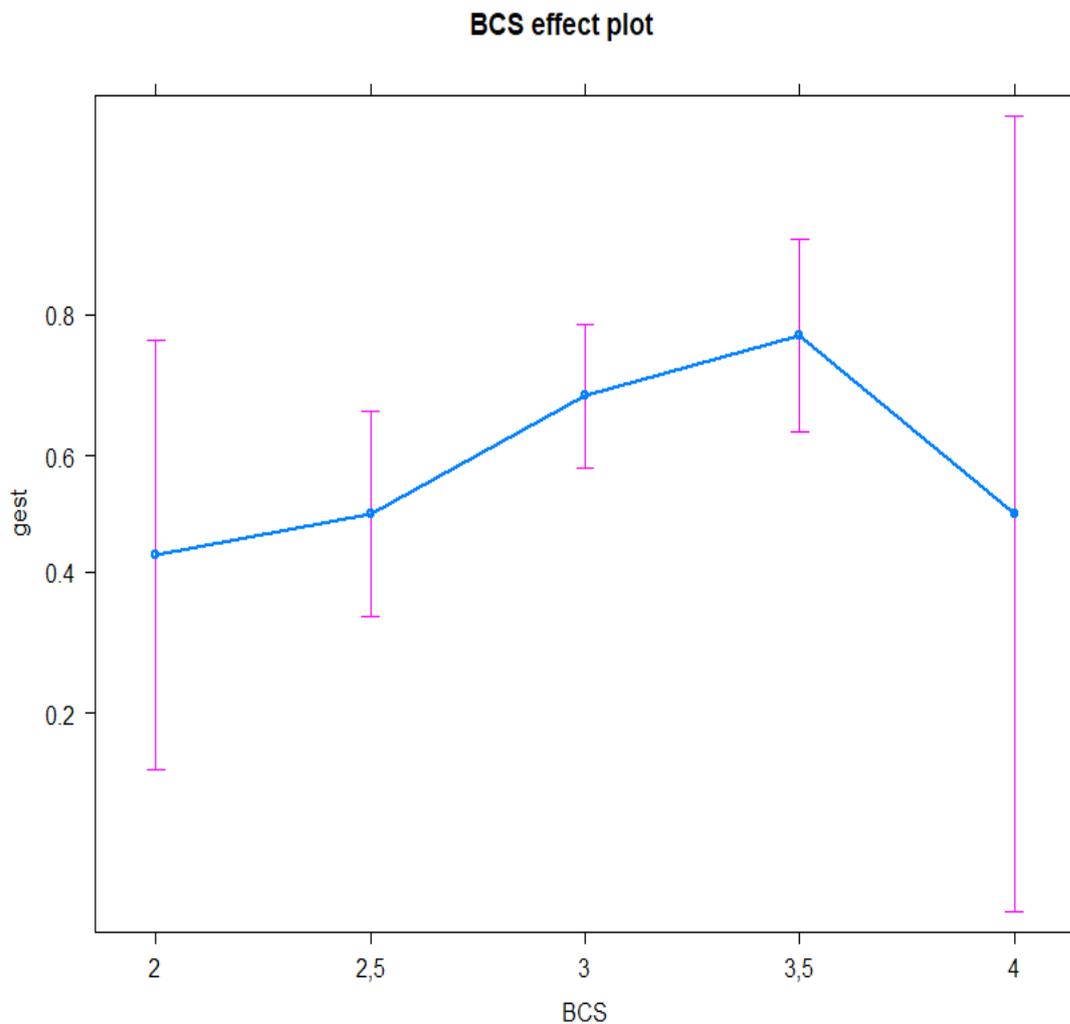


Figure 1. Représentation graphique de l'effet du BCS (valeurs continues) sur la réussite de l'IA.

2-Effet du BCS (classes) sur la réussite de l'IA

Les vaches qui ont présenté un bon BCS ont eu un taux de gestation significativement supérieure aux vaches avec un mauvais BCS (Tableau 2 ; Figure 2) ; (odds ration =2.76; P=0.008).

Tableau 3. Effet du BCS (classes) sur la réussite de l'IA.

Facteurs de risque	Catégories	Odds ratio	95% IC	P
BCS (classes)	Intercepte	0.94	0.49-1.81	0.86
	Mauvais (a)	Reference		
	Bon(b)	2.76	1.29-5.93	0.008 **

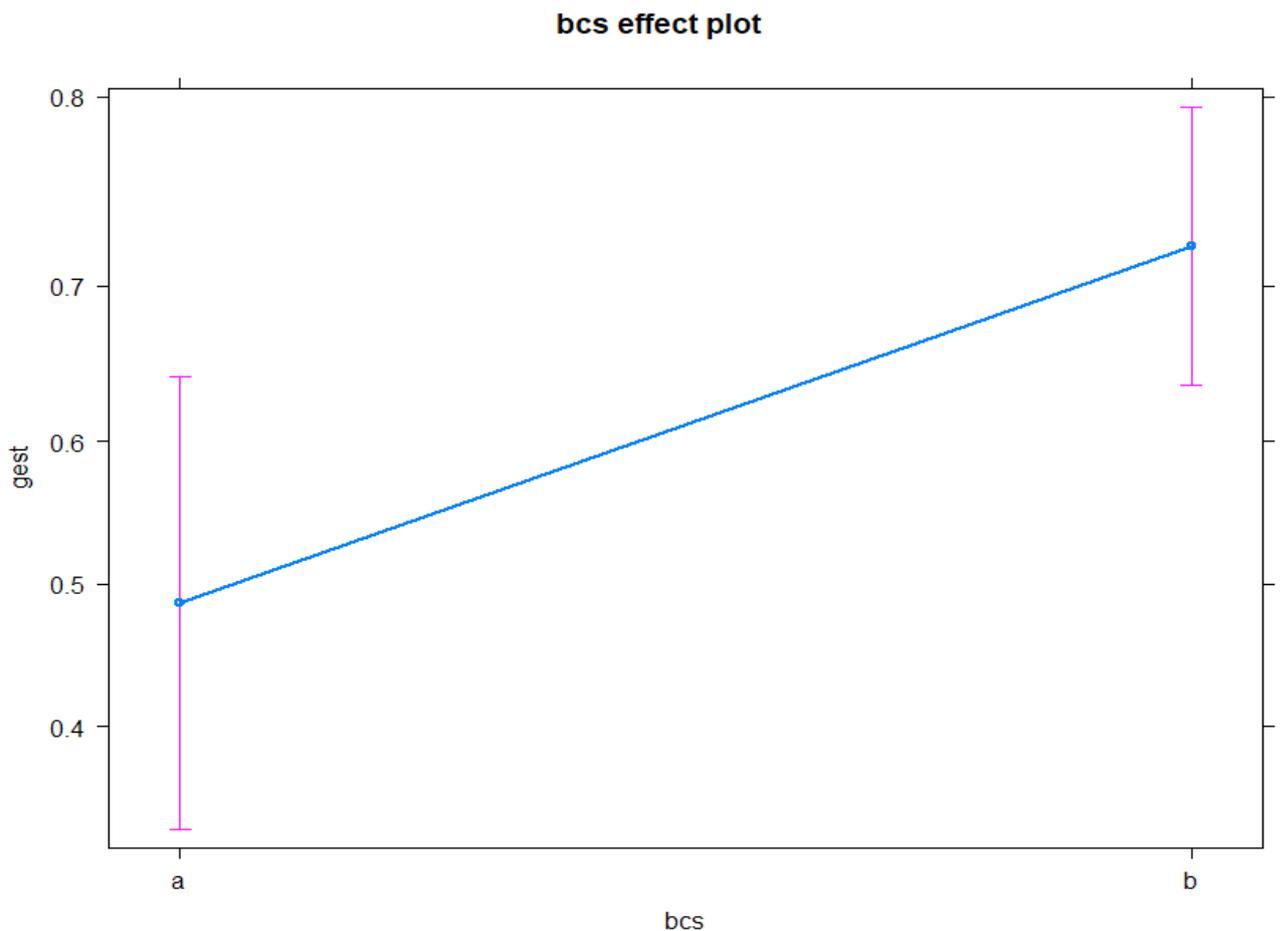


Figure 2. Représentation graphique de l'effet du BCS (classe) sur la réussite de l'IA.

La performance de reproduction est significativement affectée par le poids et l'état d'embonpoint à des points clés et par des changements de l'état corporel et du poids au cours de la vie reproductive. Toutes les performances de reproduction ont été négativement affectées lorsque les mesures de l'état d'embonpoint et le poids indiquent une augmentation de la gravité et la durée du bilan énergétique négatif du postpartum. Les résultats mettent en évidence le rôle important de la perte de l'état d'embonpoint et le poids vif sur la reproduction et la réussite de l'IA (Roche et al., 2007, 2009). La reproduction est compromise par l'équilibre énergétique négatif ; si la sévérité de ce déséquilibre augmente, la probabilité de succès de gestation devient faible (Pryce et al., 2004).

Otz (2006) montre qu'une note inférieure à 2, au 2^{ème} mois après le vêlage, risque de provoquer des troubles de fertilité, mais il préconise une note de 2,5 à 3 au moment de la mise à l'insémination.

Cependant, la plupart des auteurs estiment que l'état d'embonpoint des animaux diminue au pic

de lactation à cause de la lipomobilisation, afin de répondre aux besoins de la production laitière (Domecq et al., 1997). Pour les vaches présentant des notes d'état hors des normes (inférieure à 3 pour les primipares et inférieure à 2,5 pour les multipares), nous préconisons de retarder leur mise à la reproduction. Cette approche est recommandée par plusieurs auteurs. Dans le même contexte, Grimard et al (2003) préconise de retarder la mise en place du traitement de quelques jours et pratiquer en même temps un flushing qui sera arrêté trois semaines après l'insémination. Cependant, selon certains auteurs, l'apport alimentaire semble avoir plus d'influence avant qu'après le vêlage (Peters and Riley, 1982; Paccard, 1995). Le flushing est surtout pratiqué chez les petits ruminants. Chez les bovins, c'est surtout pendant le tarissement qu'il convient d'agir. Le flushing peut aussi être utile si l'apport alimentaire est faible au moment de la fécondation.

3-Effet de la parité sur la réussite de l'IA

Les vaches nullipares ont eu un taux de gestation significativement inférieure aux vaches primipares (Tableau 3 ; Figure 3) ; (odds ration =0.20 ; P=0.01).

Tableau 4. Effet de la parité sur la réussite de l'IA.

Facteurs de risque	Catégories	Odds ratio	95% IC	P
Parité	Intercepte	3.2	1.25-9.78	0.02
	prim	Référence		
	nul	0.20	0.05-0.70	0.01
	mul	0.75	0.23-2.09	0.60

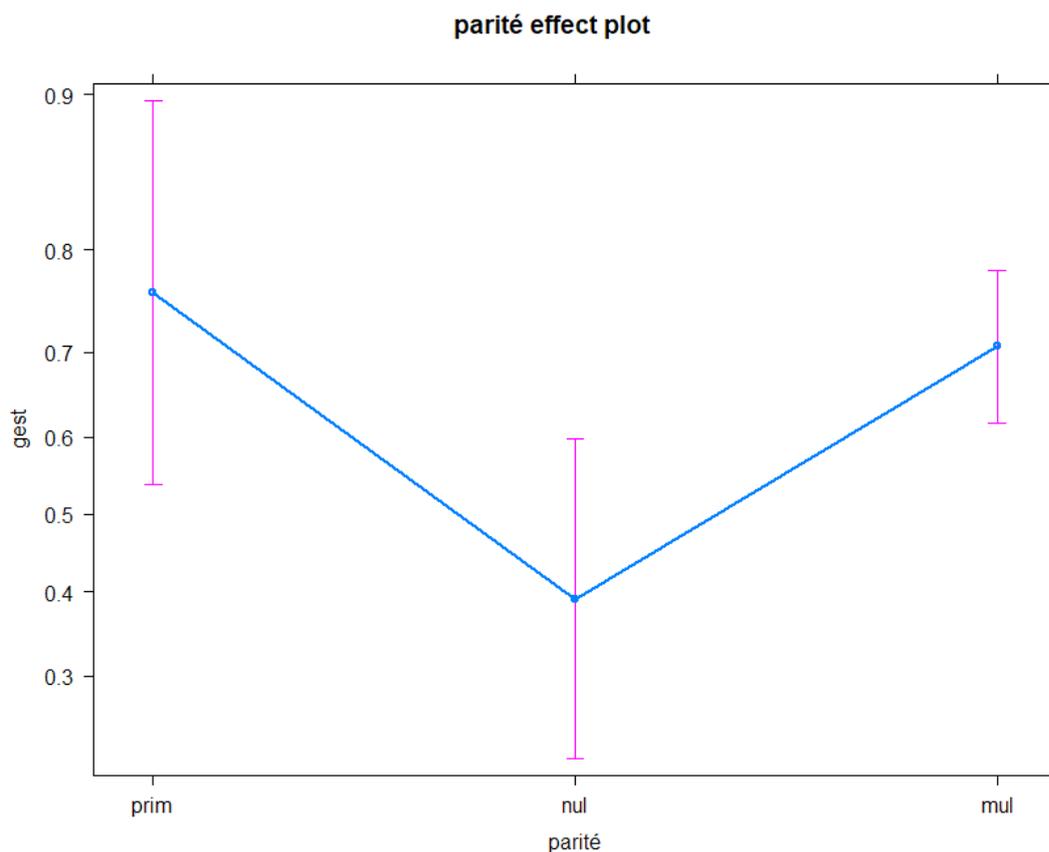


Figure 3. Représentation graphique de l'effet de la parité sur la réussite de l'IA.

Les données de la littérature sont contrastées sur ce point. Certaines rapportent des résultats similaires Lucy et al (1992), d'autres constatent que les paramètres de fertilité sont significativement plus élevés chez les primipares que les multipares chez des vaches de race Holstein(Humblot, 2001), tandis que d'autres trouvent un résultat contradictoire (Osei et al., 1991). Des intervalles vêlage-insémination fécondante (V-I.A.F.) plus longs et parfois excessifs chez les primipares ont été enregistrés par Coutard and Fortin (2014). Cet allongement est expliqué par la fréquence d'accouchement dystocique (Erb et al., 1985), le risque de mortalité périnatale (Gregory et al., 1990) et l'anoestrus du post-partum caractérisant davantage les primipares ainsi que la non maîtrise de l'alimentation de ces dernières. Coutard and Fortin (2014)enregistrent par contre des intervalles V-IAf plus longs et parfois excessifs chez les primipares. Cet allongement est expliqué par ces auteurs par une fréquence plus grande des mises bas difficiles et une maitrise insuffisante de l'alimentation des vaches primipares. Ce même constat a été relevé par Ben Salem et al (2007) en Tunisie sur 184 vaches Holsteins alors qu'en Guadeloupe(Bidanel et al (1989) sur une étude portant sur 2015 vaches de race Frisonne ne mettent pas en évidence l'effet de la parité.

4-Effet de l'examen d'appareil génital sur la réussite de l'IA

Les vaches qui ont subi un examen de l'appareil génital avant l'IA ont eu un taux de gestation significativement inférieure aux vaches qui n'ont pas subi un examen de l'appareil génital avant l'IA (Tableau 4 ; Figure 4) ; (odds ratio =0.30 ; P=0.0008).

Tableau 5. Effet de l'examen de l'appareil génital sur la réussite de l'IA.

Facteurs de risque	Catégories	Odds ratio	95% IC	P
Examen de l'appareil génital	Intercepte	3.93	2.33-7.05	9.79
	non	Référence		
	oui	0.30	0.14-0.60	0.0008

genexam effect plot

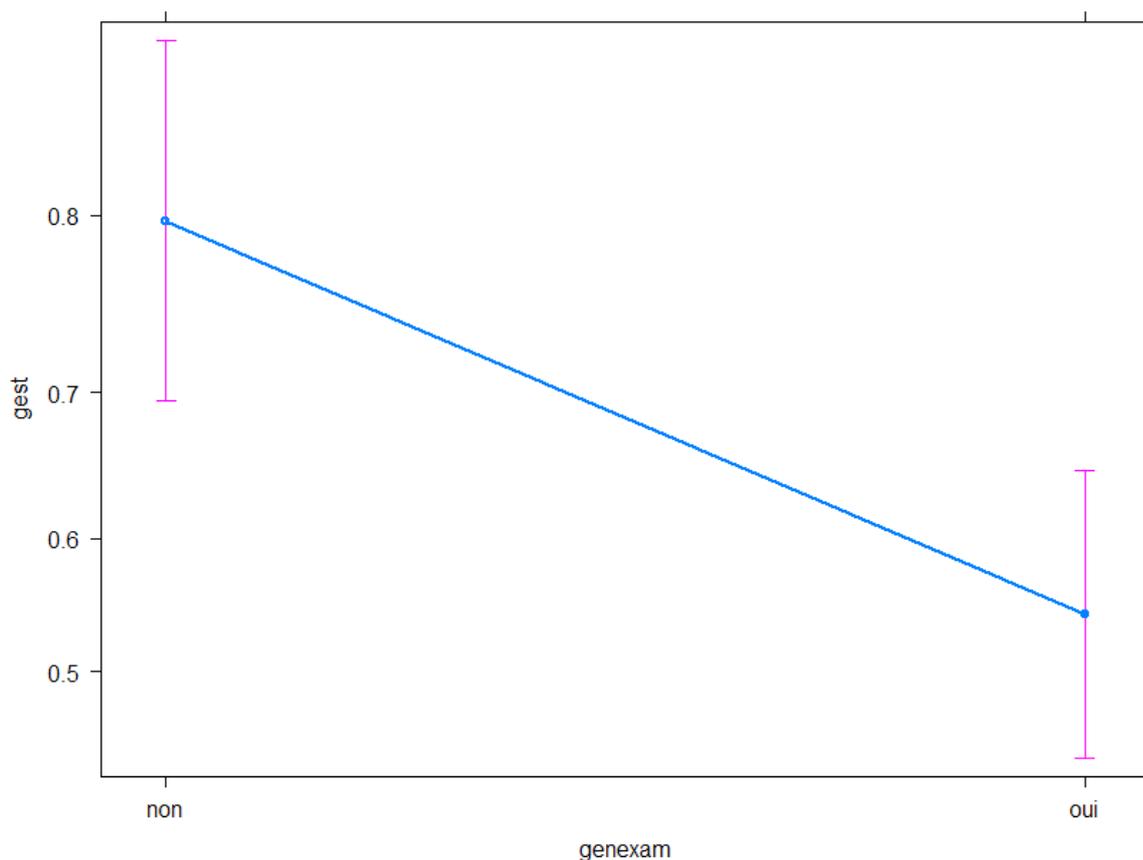


Figure 4. Représentation graphique de l'effet de l'examen de l'appareil génital sur la réussite de l'IA.

IV-Conclusion

La fertilité des bovins laitiers a diminué dans le passé décennies à côté d'une augmentation de la production laitière. Les raisons pour la baisse de la fécondité sont multifactorielles et ne peuvent être uniquement attribuées à l'augmentation de la production laitière. Un faible score de condition corporelle (BCS) et une perte de condition corporelle importante (BC) ont été identifiés comme facteurs de risque. Cependant, ces effets sont souvent confondus, car il existe une corrélation entre un taux élevé du rendement laitier et la mobilisation des réserves lipidiques de l'organisme. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets respectifs du BCS, de la parité et de l'examen génital sur la cyclicité ovarienne post-partum, et la fertilité des vaches. Cette étude fournit des informations inédites. Ces facteurs ont eu des effets différents à différents stades du processus de reproduction. La cyclicité ainsi que la non-fécondation et la mortalité embryonnaire précoce étaient principalement dues aux réserves lipidiques de l'organisme. La fertilité diminue avec l'âge du fait de l'augmentation de mortalité embryonnaire tardive des échecs précoces de gestation, le respect strict de protocole de l'insémination artificielle peut également contribuer à ce taux de réussite amélioré. Les primipares ont un taux de réussite élevé que les multipares. Les examens rectaux effectués en post-partum nous ont permis de détecter certaines pathologies, de savoir s'il y a eu œstrus, une activité ovarienne ou de prévoir approximativement les prochaines chaleurs.

Enfin, la connaissance des facteurs qui sont à l'origine de la variation et/ou de la dégradation des performances de la reproduction permettra, par l'analyse des critères adéquats, de mettre au point des schémas et des protocoles afin d'améliorer ces dernières. De plus, l'analyse de tous ces paramètres permet de dégager des sous-populations de vaches concernées par le problème sélectionné. On recherche alors les caractéristiques communes à toutes les "pathologies". Le numéro de lactation permet de distinguer les primipares des adultes. Il est alors plus facile de mettre en évidence les facteurs de risques des troubles observés, et ensuite de proposer des mesures correctives.

REFERENCES

- Agabriel, J., N. Grenet, and M. Petit. 1992. Etat corporel et intervalle entre vêlages chez la vache allaitante. Bilan de deux années d'enquêtes en exploitation.
- Bidanel, J.P., G. Matheron, and A. Xande. 1989. Production laitière et performances de reproduction d'un troupeau bovin laitier en Guadeloupe.
- Bosio, L. 2006. Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière: le point sur la bibliographie.
- Coutard, J.P., and J. Fortin. 2014. Les associations céréales protéagineux récoltées immatures: assemblages, valeurs nutritives et valorisation par les vaches allaitantes. Renc. Rech. Ruminants (21) 93–96.
- Craplet, C., and M. Thibier. 1973. Traite d'élevage Moderne Tome V La Vache Laitière. Vigot frères.
- Domecq, J.J., A.L. Skidmore, J.W. Lloyd, and J.B. Kaneene. 1997. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. Journal of dairy science 80:101–112.
- Erb, H.N., R.D. Smith, P.A. Oltenacu, C.L. Guard, R.B. Hillman, P.A. Powers, M.C. Smith, and M.E. White. 1985. Path Model of Reproductive Disorders and Performance, Milk Fever, Mastitis, Milk Yield, and Culling in Holstein Cows¹. Journal of dairy science 68:3337–3349.
- Foote, R.H. 1996. Dairy cattle reproductive physiology research and management—Past progress and future prospects. Journal of dairy science 79:980–990.
- Gregory, K.E., S.E. Echterkamp, G.E. Dickerson, L. V Cundiff, R.M. Koch, and L.D. Van Vleck. 1990. Twinning in cattle: III. Effects of twinning on dystocia, reproductive traits, calf survival, calf growth and cow productivity. Journal of animal science 68:3133–3144.

- Grimard, B., P. Humblot, A. Ponter, S. Chastant-Maillard, F. Constant, and J.P. Mialot. 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *Productions animales* 16:211–227.
- Hanzen, C. 1994. Etude des facteurs de risque de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du postpartum chez la vache laitière et chez la vache viandeuse.
- Harper, M.J.K. 1982. Sperm and egg transport. *Reproduction in Mammals. I. Germ Cells and Fertilization* 102–127.
- Humblot, P. 2001. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* 56:1417–1433.
- Jeansoulin, R., A. de Lettres Modernes, and C.P. à l'INRAP-Bangui. 1988. AFRIQUE: République Centrafricaine. Espace francophone.
- López-Gatius, F. 2000. Site of semen deposition in cattle: a review. *Theriogenology* 53:1407–1414.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, W.W. Thatcher, P.S. Erickson, R.M. Cleale, J.L. Firkins, J.H. Clark, M.R. Murphy, and B.O. Brodie. 1992. Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Animal Science* 54:323–331.
- Markusfeld, O., N. Galon, and E. Ezra. 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record* 141:67–72.
- Le Mézec, P., and A. Barbat. 2008. La fertilité des femelles laitières en France: regard sur 10 années et 37 millions d'IA. Journée de formation CSAGAD/IDELE, Paris 15.

- Osei, S.A., K. Effah-Baah, and P. Karikari. 1991. The reproductive performance of Friesian cattle bred in the hot humid forest zone of Ghana. *Revista Mundial de Zootecnia* 68:52–59.
- Otz, P. 2006. Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier: approche pratique. mémoire pour l'obtention du grade de docteur vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon 1.
- Paccard, P. 1995. L'alimentation et ses répercussions sur la fécondité. *UNCUIA* 1:124–135.
- Peters, A.R., and G.M. Riley. 1982. Milk progesterone profiles and factors affecting post partum ovarian activity in beef cows. *Animal Science* 34:145–153.
- Pryce, J.E., M.D. Royal, P.C. Garnsworthy, and I.L. Mao. 2004. Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock production science* 86:125–135.
- Roche, J.R., D.E. Dalley, and F.P. O'Mara. 2007. Effect of a metabolically created systemic acidosis on calcium homeostasis and the diurnal variation in urine pH in the non-lactating pregnant dairy cow. *Journal of dairy research* 74:34–39.
- Roche, J.R., N.C. Friggens, J.K. Kay, M.W. Fisher, K.J. Stafford, and D.P. Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of dairy science* 92:5769–5801.
- Roelofs, J., F. López-Gatius, R.H.F. Hunter, F. Van Eerdenburg, and C. Hanzen. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology* 74:327–344.
- Ben Salem, M., R. Bouraoui, and I. Chebbi. 2007. Tendances et identification des facteurs de variation des paramètres de reproduction chez la vache laitière en Tunisie. *Rencontres Recherches Ruminants* 14.
- Salisbury, G.W., N.L. VanDemark, and J.R. Lodge. 1978. *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. WH Freeman and Company.

Starbuck-Clemmer, M.J., H. Hernandez-Fonseca, N. Ahmad, G. Seidel, and E.K. Inskeep. 2007. Association of fertility with numbers of antral follicles within a follicular wave during the oestrous cycle in beef cattle. *Reproduction in domestic animals* 42:337–342.

Vishwanath, R. 2003. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology* 59:571–584.

Zeuner, F.E. 1963. The history of the domestication of cattle. *Man and Cattle*, Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, London 18:9–20.