

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER

المدرسة الوطنية للبيطرة - الجزائر

THESE

en vue de l'obtention

du diplôme de Doctorat en Sciences

Spécialité : Reproduction Animale

***L'INSEMINATION ARTIFICIELLE BOVINE EN
ALGERIE : ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES***

Présentée et soutenue publiquement le 19 janvier 2016

par

Samir SOUAMES

Devant le jury composé de :

Président : **Mr KHELEF Dj.** Professeur, ENSV-Alger

Directeur de thèse : **Mr KAIDI R.** Professeur, ISV-Blida

Co-Directeur de thèse : **Mr HANZEN Ch.** Professeur, FMV-Belgique

Examineur 1: **Mr LAFRI M.** Professeur, ISV-Blida

Examineur 2 : **Mr LAMARA A.** Maître de conférences, ENSV-Alger

Examineur 3 : **Mr MIROUD K.** Maître de conférences, ISV-El Tarf

REMERCIEMENTS

A Monsieur **D. KHELEF**, Professeur à l'ENSV, qui nous a fait un très grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse afin d'animer et de conduire avec la plus grande probité les délibérations grâce à quoi je m'enorgueillirai, je l'espère, d'être éventuellement titulaire d'un diplôme de Doctorat En Sciences.

A Monsieur **R. KAIDI**, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida ; Directeur de thèse, pour m'avoir soutenu et conseillé, pour sa disponibilité, ses compétences et la confiance qu'il m'a accordé pour l'élaboration de ce travail. Sincère gratitude.

A Monsieur **Ch. HANZEN**, Professeur à la Faculté de Médecine vétérinaire de Liège-Belgique, Co-Directeur de thèse ; j'aimerai profiter de cette occurrence pour lui exprimer toute ma gratitude, eu égard à l'attention aux orientations et au souci qu'il a eu durant cette longue période de me voir achever mon travail avec les meilleurs résultats possibles et probablement de nouvelles perspectives. Sincères reconnaissances.

A Monsieur **M. LAFRI**, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida ; c'est pour moi l'occasion de lui témoigner de toute ma reconnaissance pour avoir bien voulu donner son accord en vue d'apprécier la qualité de mon travail.

A Monsieur **A. LAMARA**, Maître de conférences à l'ENSV, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour toute l'aide et les précieux conseils qu'il m'a prodigué tout au long de ce travail.

A Monsieur **K. MIROUD**, Maître de conférences à l'Institut des Sciences Vétérinaires d'El Taref, qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance pour tout le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

A cette occasion, je voudrais rendre hommage aux collègues de l'ITELV, CNIAAG, praticiens vétérinaires, techniciens inséminateurs, pour leur aide précieuse, soient assurés de ma considération sincère.

Je voudrais aussi exprimer mes sentiments les plus chaleureux à toutes les personnes de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (enseignants, étudiants et employés).

Sincères remerciements

*A mon défunt père **Mohamed**, qu'il repose en paix*

*A ma mère **Djouher**, grâce à qui je dois d'être aujourd'hui ce que j'ai toujours souhaité.*

*A mon épouse **Zahra**, qui pour me soutenir dans mes efforts et dans mes ambitions, fait
preuve d'une grande patience et d'autant de conviction.*

*A mes trois chers enfants **Mohamed Anis**, **Rayhane Manel** et **Safouane***

***Youcef essedik**, plaise à Dieu que je leur apporte la preuve que le meilleur exemple est dans
ce travail.*

*A mon neveu **Mohamed Ali** et mes nièces **Narimene**, **Mounia** et **Ines**.*

*A mes deux frères **Abdelmalek** et **Chafik** et leurs épouses.*

***A** ma sœur **Nabila** et son époux.*

A** ma belle famille **Berrama

***A** tous mes proches et à tous mes amis ; le témoignage de leur attention à l'égard de tous
mes projets*

Notre travail poursuivait 3 objectifs essentiels : (1) décrire l'évolution du cheptel bovin et celle du recours à l'insémination artificielle de 2002 à 2012 en Algérie, (2) d'évaluer, durant cette même période, les performances de reproduction d'exploitations laitières situées dans la plaine de Mitidja et (3) décrire les résultats d'une enquête nationale menée auprès des inséminateurs sur les différentes pratiques utilisées avant, au moment et après l'insémination.

Le cheptel bovin laitier composé de 25% de race importée (BLM) et 75% de race améliorée (BLA) et locale (BLL) a connu une croissance annuelle moyenne de 1,2% passant de 819 516 animaux en 2003 à 952 507 animaux en 2012. Au cours de la même période, le nombre d'inséminations totales est de 1 332 301 IA et le nombre d'inséminations artificielles premières (IAP) est passé de 45 833 en 2002 à 152 047 en 2012, soit une augmentation annuelle moyenne de 13 %. L'étude descriptive multivariée (ACP) a montré que malgré la localisation importante du cheptel bovin dans le Nord Est du pays (57%), 47% du total des IA, estimées à 89 798 en 2012, est réalisé dans la région centre, grâce notamment au nombre important d'inséminateurs estimé à 179 (42%).

L'étude descriptive rétrospective a été réalisée sur 1054 lactations de vaches majoritairement de race Holstein, issues de 5 exploitations laitières situées dans 3 wilayas du bassin laitier de la plaine de Mitidja. Elle confirme la prévalence d'une importante infécondité chez les génisses et les vaches qui se traduit respectivement par un âge au premier vêlage de 32 mois et un intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante de 194 jours. Cette infécondité (allongement du VIF) dépend significativement ($P < 0,05$) du numéro de lactation (primipares), de la race (Holstein), de la saison du vêlage (Hiver) et saison de mise à la reproduction (Été). La fertilité chez la vache, exprimée par le % de gestation apparent à l'IA1 (GIA1), a révélé un taux de 52% et un index de fertilité apparent de 1,9. La régression logistique a montré que l'augmentation du GIA1 est influencée par les vêlages d'été, les IAP réalisées en automne et printemps ainsi que par l'allongement de la période d'attente (50 à 100 jrs du post partum).

Notre enquête sur les pratiques de l'IA a été réalisée auprès de 223 inséminateurs (55%). Un inséminateur sur deux a plus de cinq années de pratique et 71% réalise plus de 200 IA annuelles. Les enquêtés sont nombreux (69%) à réaliser plus de la moitié de leur IA sur chaleur naturelle, une douzaine d'heures après le début des chaleurs. Avant décongélation de la semence, la majorité des inséminateurs contrôle l'état œstral de la vache et 43% d'entre-eux met en évidence la tonicité utérine et le follicule pré-ovulatoire. De l'eau préchauffée (35-38°C) pendant 40 secondes est la procédure de décongélation la plus utilisée. La chemise sanitaire n'est utilisée que dans 36% des cas. Le corps de l'utérus est le site préférentiel de la mise en place de la semence. Après retrait du pistolet d'IA, les inséminateurs sont nombreux à réaliser un massage utérin qu'une stimulation clitoridienne (91 vs 19%). Lors de non retour en chaleur, un inséminateur sur deux (53%) effectue un constat de gestation en réalisant plutôt une palpation manuelle qu'une ultrasonographie (73 vs 27%).

Mots clés : vache laitière – insémination artificielle – fertilité – Algérie

Our work was pursuing three main objectives: (1) describe the evolution of the cattle population and that the use of artificial insemination in Algeria from 2002 to 2012, (2) evaluate, during the same period, reproductive performance of dairy farms in the plain of Mitidja and (3) describe the results of a survey of inseminators on different practices used before, during and after insemination.

Dairy herd consisting of 25% of imported breed (BLM) and 75% of improved breed (BLA) and local (BLL) has experienced an average annual growth of 1,2%, from 819,516 animals in 2003 to 952,507 animals in 2012. During the same period, the total number of inseminations was of 1,332,301 and the number of the first artificial inseminations increased from 45,833 in 2002 to 152,047 in 2012, an average annual increase of 13 %. Multivariate descriptive study (ACP) showed that despite the important location of the cattle population in the North East of the country (57%), 47% of total IA (89,798) performed in (2012) is in the central region, thanks to the number inseminators important where there are 179 (42%).

A retrospective descriptive study was performed on 1054 lactations of Holstein cows predominantly, from five dairy farms in three provinces of the dairy region of the plain of Mitidja. It confirms the prevalence of a large infertility in heifers and cows which translates respectively by age at first calving of 32 months and to the calving to conception interval of 194 days. This infertility depends significantly ($P<0.05$) of number of lactation (primiparous), breed (Holstein), season of calving (winter) and season to breeding (summer). Fertility, expressed as the % of gestation apparent to IA1 (GIA1) revealed a rate of 52% and an apparent fertility index of 1.9. Logistic regression showed that augmentation of GIA1 is influenced by the summer calving, first insemination conducted in autumn and spring as well as the elongation of the waiting period (50 to 100 days post partum).

Our survey of AI practices was conducted among 223 inseminators (55%). One in two inseminators had more than five years of experience and 71% had achieved more than 200 annual AI. Sixty nine percent had achieved more than half of AI during natural heat 12 hours after the onset of the estrus. Before thawing of semen, 43% had palpated the uterine tone and follicle. Thawing semen in warm-water (35-38°C) for 40 seconds is the most commonly used practice. Before AI, only 36% used a protective plastic sheaths. Essentially the semen is deposited in the uterine body. Once the insemination gun has been removed, inseminators were more likely to massage the uterus than to stimulate the clitoris (91 vs. 19%). In the case of non-return to heat, 53% have diagnosed pregnancy through manual palpation rather than ultrasonography (73 vs. 27%).

Keywords: dairy cows - artificial insemination - Fertility -Algeria

تطلع عملنا لثلاثة أهداف رئيسية : (1) وصف تطور قطعان الماشية و تطور استخدام التلقيح الاصطناعي في الجزائر من ٢٠٠٢ إلى ٢٠١٢م، (2) تقييم خلال نفس الفترة ، الأداء التناسلي في بعض مزارع انتاج الحليب المتواجدة بسهل متيحة و (3) عرض نتائج لصبر اراء وطني لملقحي الابقار حول مختلف الممارسات المستخدمة قبل وأثناء وبعد التلقيح .

لقد شاهد قطيع البقر الحلوب المؤلف من ٢٥% من السلالة المستوردة (BLM) و ٧٥% من السلالة المحسنة (BLA) والمحلية (BLL) معدل نمو سنوي قدره ٢.١% ، مرتفعاً من ٨١٩٥١٦ حيوان في ٢٠٠٣ الى ٩٥٢٥٠٧ حيوان في ٢٠١٢ م . خلال نفس الفترة، العدد الإجمالي للتلقيح هو ١٣٣٢٣٠١ (IA) وعدد التلقيح الاصطناعي الأولي (IPA) ارتفع من ٤٥٨٣٣ في عام ٢٠٠٢ إلى ١٥٢٠٤٧ في عام ٢٠١٢ بمتوسط زيادة سنوية قدرها ١٣%.

أظهرت الدراسة الوصفية المتعددة المتغيرات ، انه على الرغم من التوقع الكبير لقطيع البقر في شرق شمال البلاد (٥٧%) فان ٤٧% من التلقيح الاصطناعي (IA) الإجمالي المقرب ٨٩٧٩٨ عام ٢٠١٢ م قد تم انجازه بمنطقة الوسط وذلك راجع إلى العدد الكبير لملقحي الأبقار بهذه المنطقة حيث يقدر ب ١٧٩ (٤٢%) .

وقد أجريت دراسة وصفية بأثر رجعي على ١٠٥٤ موسم حليب لأبقار أغليبتها من سلالة هولشتاين مستمدة من خمس مزارع ألبان بثلاث ولايات منتجة للحليب وواقعة بسهل متيحة. أكدت الدراسة شيوع حالة عدم خصوبة كبيرة عند الأبقار الصغيرة والبالغة، التي ترجمت على التوالي بعمر عند أول ولادة يناهز ٣٢ شهرا وبفترة فاصلة مابين الولادة و التلقيح المخصب مقدرة ب ١٩٤ يوما. ترجع عدم الخصوبة هته (امتداد FIV) بشكل معني ($P < 0.05$) إلى عدد الرضاعة (بكرية)، السلالة (هولشتاين) ، موسم الولادة (الشتاء) و موسم الوضع للتكاثر (الصيف). الخصوبة عند الأبقار المعبر عنها بالنسبة المئوية للحمل الظاهر في أول تلقيح اصطناعي، أظهرت نسبة ٥٢% ومعامل خصوبة ظاهر مقدر ب ١,٩. أظهر الانحدار اللوجستي أن زيادة (GIA1) متأثر بولادات الصيف، التلقيح الأولي الذي أجري في الخريف والربيع و كذلك استتالة فترة الانتظار (50-100 يوما بعد الولادة) .

شمل استطلاعنا حول ممارسات التلقيح الاصطناعي ٢٢٣ ملقحا. اقر البحث انه كل ملقح من اثنين لديه اكثر من ٥ سنوات ممارسة في التلقيح و ٧١% من الملقحين يمارسون اكثر من ٢٠٠ تلقيح اصطناعي سنويا. العديد من المستطلعين (٦٩%) يمارسون أكثر من نصف تلقيحاتهم مستنديين على علامات الحرارة الطبيعية للأبقار وذلك ١٢ ساعة بعد ظهور الحرارة. قبل اذابة السائل المنوي المجمد اغلبية الملقحين يراقبون الحالة النزوية للأبقار و ٤٣% منهم يسلطون الضوء على مقوية الرحم وبصيلات ما قبل التبويض. الماء المسخن ٣٥-٣٨ درجة مئوية مسبقا لمدة ٤٠ دقيقة هي الطريقة الأكثر استعمال لإذابة السائل المنوي المجمد. لا يتم استعمال الغلاف الصحي للسائل المنوي إلا في ٣٦% من الحالات. جسم الرحم هو الموقع المفضل لوضع السائل المنوي ، بعد ازالة اداة التلقيح العديد من الملقحين يقومون بتدليك الرحم عوض التحفيز البطري ٩١% مقابل ١٩% . عندما لا تظهر الابقار حالة الحرارة بعد التلقيح يرجع ملقح من اثنين الى تقصي الحمل عن طريق الجس اليدوي بدلا من إجراء التصوير بلامواج فوق الصوتية ٧٣ مقابل ٢٧%.

مفاتيح البحث : الأبقار الحلوب - التلقيح الاصطناعي - الخصوبة- الجزائر

Glossaire des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction générale	

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1: L'insémination artificielle chez l'espèce bovine

1.1. Définition.....	4
1.2. Historique.....	4
1.3. Insémination artificielle dans le monde.....	5
1.3.1. Importance de l'IA en France.....	11
1.4. Insémination Artificielle en Algérie.....	13
1.4.1. Période avant l'indépendance (1962).....	13
1.4.2. Période après l'indépendance (1962 -1990).....	14
1.4.3. Situation de l'élevage bovin laitier en Algérie (1990 - 2012).....	17
1.4.4. Evolution de l'IA de 1990 à 2012.....	19
1.5. Avantages et inconvénients de l'IA.....	20
1.5.1. Avantages.....	20
1.5.2. Inconvénients.....	22

Chapitre 2 : Quantification des performances de reproduction chez le bovin laitier

2.1. Notions de fécondité	23
2.1.1. Critères de mesure de la fécondité.....	23
2.1.1.1. Paramètres primaires.....	23
2.1.1.1.1. Age du premier vêlage ou intervalle naissance - 1er vêlage (NV).....	23
2.1.1.1.2. Intervalle entre vêlages (IVV) ou l'index de vêlage.....	24
2.1.1.2. Paramètres secondaires.....	25
2.1.1.2.1. Intervalle vêlage-première chaleur.....	25
2.1.1.2.2. Intervalle vêlage-insémination fécondante.....	26
2.1.1.2.3. Intervalle entre le vêlage et la première insémination.....	27
2.1.1.2.4. Intervalle entre la première insémination et l'insémination fécondante.....	29
2.2. Notion de fertilité.....	30
2.2.1. Critères de mesure de la fertilité.....	30
2.2.1.1. Index de fertilité et le taux de gestation.....	30
2.2.1.2. Le pourcentage de vaches à plus de 2 IA.....	31

Chapitre 3 : Facteurs de risque d'infertilité chez l'espèce bovine

3.1. Facteurs liés à l'animal.....	33
3.1.1. Le numéro de lactation	33
3.1.2. La race.....	34
3.1.3. Production laitière.....	35
3.1.4. Pathologies du post-partum.....	38
3.1.5. Note d'état corporel.....	40
3.2. Facteurs liés à l'environnement.....	41
3.2.1. Détection des chaleurs.....	41
3.2.2. Stress thermique.....	44
3.2.3. Taille du troupeau et type de stabulation.....	45
3.2.4. Statut nutritionnel.....	45
3.3. Facteurs liés à l'IA.....	47
3.3.1. Numéro d'insémination artificielle en période du post-partum.....	47
3.3.2. Moment de l'IA.....	47
3.3.3. Contrôle de l'état œstral.....	49
3.3.4. Décongélation de la semence.....	50
3.3.5. Pratiques de l'IA.....	51
3.3.5.1. Impact de l'utilisation d'une chemise sanitaire.....	51
3.3.5.2. Dépôt de semence.....	52
3.3.5.3. Massage clitoridien.....	54
3.3.5.4. Technicité de l'inséminateur.....	55

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 4: Situation du cheptel bovin et l'importance de l'utilisation de l'insémination artificielle en Algérie

4.1. Introduction.....	56
4.2. Matériel et Méthodes.....	57
4.2.1. Collecte des données.....	57
4.2.1.1. L'effectif bovin.....	57
4.2.1.2. L'Insémination Artificielle (IA).....	58
4.2.1.3. Répartition géographique.....	58
4.2.2. Analyses statistiques.....	60
4.3. Résultats.....	61
4.3.1. Etude descriptive	61
4.3.1.1. Situation de l'élevage bovin en Algérie (2002-2012).....	61
4.3.1.1.1. Etat descriptif de l'effectif bovin durant la période 2002-2012.....	61
4.3.1.1.2. Répartition géographique des effectifs bovins (2012).....	62
4.3.1.2. Importance de l'utilisation de l'IA en Algérie.....	63
4.3.1.2.1. Etat descriptif de l'IA durant la période 2002-2012.....	63
4.3.1.2.2. Evolution du cheptel bovin et le nombre d'inséminations réalisées durant la période 2002-2012.....	64
4.3.1.2.3. Répartition des IA selon les régions (2012).....	64

4.3.1.2.4. Répartition régionale des femelles, du nombre total d'IA, d'inséminateurs et nombre IA/inséminateur pour l'année 2012.....	65
4.3.2. Etude descriptive multi-variée «ACP».....	65
4.4. Discussion.....	67
4.5. Conclusion.....	70

Chapitre 5 : Performances de reproduction et facteurs de risque d'infertilité des vaches laitières de la Mitidja

5.1. Introduction.....	71
5.2. Matériel et méthodes.....	72
5.2.1. Données générales.....	72
5.2.2. Paramètres d'évaluation des performances de reproduction.....	74
5.2.2.1. Paramètres de fécondité.....	74
5.2.2.2. Etude relationnelle.....	74
5.2.3. Analyses statistiques.....	76
5.3. Résultats.....	77
5.3.1. Données générales.....	77
5.3.2. Etude descriptive des paramètres de fécondité et de fertilité.....	77
5.3.2.1. Paramètres de fécondité et de fertilité des génisses.....	77
5.3.2.2. Effet des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la génisse.....	78
5.3.2.3. Paramètres de fécondité et de fertilité des vaches.....	80
5.3.2.4. Effets des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la vache.....	81
5.3.3. Etude relationnelle de la Fertilité.....	84
5.4. Discussion.....	87
5.4.1. Etude descriptive de la fécondité et de la fertilité.....	87
5.4.2. Etude relationnelle de la fertilité.....	92
5.5. Conclusion.....	95

Chapitre 6 : Enquête sur les pratiques de l'Insémination Artificielle en Algérie

6.1. Introduction.....	96
6.2. Matériel et méthodes.....	99
6.2.1. Enquête.....	99
6.2.2. Analyse statistique	100
6.3. Résultats	100
6.3.1. Données générales relatives à l'inséminateur.....	100
6.3.2. Pratiques réalisées avant l'Insémination Artificielle	102
6.3.3. Pratiques réalisées au moment de l'IA proprement dite.....	103
6.3.4. Pratiques réalisées après l'Insémination Artificielle.....	104
6.4. Discussion.....	105
6.5. Conclusion.....	109
Conclusion générale-Recommandations.....	110
Perspectives.....	112
Références bibliographiques.....	113
Annexes	

GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

ACP :	Analyse en composante principale
AN :	Année
AUT :	Automne
BCS :	Body condition score
BEN :	Balance énergétique négative
BLA :	Bovin laitier amélioré
BLL :	Bovin laitier local
BLM :	Bovin laitier moderne
EXP :	Exploitation
FV :	Fleckvieh
G :	Génisse
GIA1 :	% de gestation en première insémination
H :	Holstein
HIV :	Hiver
IA :	Insémination artificielle
IAP :	Insémination artificielle première
IC :	Intervalle de confiance
IFA :	Indice de fertilité apparent
INF :	Infertile
IVV :	Intervalle vêlage-vêlage
LH :	Luteining hormon
MB :	Montbéliarde
MEP :	Mortalité embryonnaire précoce
MET :	Mortalité embryonnaire tardive
NEC :	Note d'état corporel
NIF :	Intervalle naissance insémination fécondante
NL :	Numéro de lactation
NV1 :	Intervalle naissance premier vêlage
OR :	<i>Odds ratio</i>
PA :	Période d'attente
PG :	Période de gestation
PR :	période de reproduction
PRI :	Printemps
RC :	Race
RIA :	retour insémination artificielle
SIA1 :	Saison de première insémination
SN :	saison de naissance
SV :	Saison de vêlage
TRIA1 :	Taux de réussite en première insémination
VIA1 :	Intervalle vêlage première insémination
VIF :	intervalle vêlage insémination fécondante
VL :	Vache laitière
vs :	<i>versus</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	L'insémination artificielle dans le monde	6
Tableau 2 :	L'insémination artificielle en Europe.....	6
Tableau 3 :	Evolution du nombre d'IAP dans le Monde (1980-1998).....	7
Tableau 4 :	Nombre de femelles en âge de reproduction et le nombre d'IAP dans le Monde.....	8
Tableau 5 :	estimation de l'effectif bovin total par pays (1992-2012).....	9
Tableau 6 :	Importations et exportations de la semence congelée (1998).....	10
Tableau 7 :	Importance de l'IA selon les principales races de France.....	12
Tableau 8 :	Evolution du nombre d'IAP en semence fraîche (1947-1958).....	13
Tableau 9 :	Nombre de circuits mis en place par le CNIAAG (1989-1990).....	16
Tableau 10 :	Nombre de femelles inséminées dans différents circuits d'Algérie durant la Campagne agricole (1989-1990).....	17
Tableau 11 :	Historique de la production de semences congelées bovines (2000-2013).....	20
Tableau 12 :	Etat descriptif des différentes spéculations (2002-2012).....	62
Tableau 13 :	Distribution régionale du cheptel bovin.....	62
Tableau 14 :	Etat descriptif de l'IA (2002-2012).....	63
Tableau 15 :	Evolution du cheptel bovin et nombre des IA réalisées par année (2002-2012).....	64
Tableau 16 :	Répartition régionale de l'utilisation de l'IA (2012).....	64
Tableau 17 :	Tableau comparatif par région du cheptel bovin, du nombre d'IA total d'inséminateurs et nombre IA/inséminateur pour l'année 2012.....	65
Tableau 18 :	Résultats de l'ACP.....	66
Tableau 19 :	Températures mensuelles relevées dans la plaine de Mitidja.....	73
Tableau 20 :	Nature des variables dépendantes et indépendantes.....	75
Tableau 21 :	Distribution des races selon les exploitations.....	78
Tableau 22 :	Evaluation des paramètres de fécondité et de fertilité chez la génisse.....	78
Tableau 23 ;	Etude des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la génisse	79
Tableau 24 :	Evaluation des paramètres de fécondité et de fertilité chez la vache.....	81
Tableau 25 :	Effets des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la vache...	83
Tableau 26 :	Etude relationnelle de la fertilité chez la vache et la génisse.....	85

Tableau 27 : Paramètre de fécondité (VIF) et de fertilité (GIA1 et IF) chez la vache laitière (données bibliographiques).....	89
Tableau 28 : Caractéristiques générales des inséminateurs.....	100
Tableau 29 : Effet de la région d'exercice sur le nombre d'années de pratique.....	101
Tableau 30 : Effet du nombre d'années de pratique sur le nombre d'IA/an.....	101
Tableau 31 : Moment et méthodes du contrôle œstral.....	102
Tableau 32 : % des femelles non en chaleur à l'IA et méthode de diagnostic.....	103
Tableau 33 : Répartition des fréquences sur les méthodes de décongélation.....	103
Tableau 34 : Méthodes et périodes de diagnostic de gestation.....	104
Tableau 35 : Acquisition d'un Micro-ordinateur en fonction du nombre annuel d'IA.....	105

Figure 1:	Répartition du cheptel bovin dans le Monde.....	10
Figure 2 :	Répartition de l'insémination artificielle dans le Monde.....	11
Figure 3 :	Evolution des inséminations bovines en France (1968-2010).....	12
Figure 4 :	Evolution du cheptel bovin en Algérie (1990-2012).....	19
Figure 5 :	Carte conceptuelle du raisonnement hypothético-déductif appliqué à l'interprétation d'un problème d'infécondité individuel ou de troupeau.	29
Figure 6 :	Evolution du taux de réussite en IA1 en race prim'Holstein.....	33
Figure 7 :	Production mondiale de lait.....	35
Figure 8 :	Rendement laitier dans le Monde.....	36
Figure 9 :	Carte conceptuelle du raisonnement hypothético-déductif appliqué à l'interprétation de l'infertilité d'une vache.....	37
Figure 10 :	Moment de l'IA et qualité embryonnaire.....	48
Figure 11 :	Le dispositif « Ghent device » avec pointe flexible et télescopique.....	53
Figure 12 :	Dépôt de la semence pré de l'oviducte avec le Ghent Device.....	53
Figure 13 :	Carte géographique de l'Algérie.....	59
Figure 14 :	Représentation des corrélations des variables quantitatives sur les axes Factoriels F1xF2 défini par l'ACP.....	66
Figure 15 :	Projection des variables sur le plan principal F1XF2 défini par l'ACP.....	67
Figure 16:	Carte géographique de la plaine de Mitidja.....	73

Pour satisfaire les besoins en protéines animales d'une population en plein essor démographique, il est essentiel pour l'état algérien de promouvoir le développement d'une production laitière qui, estimée à 3 milliards de litres ne comble pas une demande évaluée à 5,5 milliards de litres (ONIL, 2012). Pour combler ce déficit, l'état algérien n'a cessé d'encourager ces trente dernières années, l'importation de produits laitiers. La facture des importations a augmenté à 1,91 milliard de dollars en 2014 contre 1,13 milliard de dollars en 2013, soit une hausse de 69% (CNIS, 2014). Des solutions alternatives à cette importation existent. On peut citer à titre d'exemples :

- l'intensification des systèmes d'élevages laitiers : l'accroissement numérique du cheptel bovin laitier est estimé à 955 000 têtes en 2012, contre 820 000 en 2003. La race importée (BLM) (Prim'Holstein, Montbéliarde, Fleckvieh et Brune des Alpes) représente 30% du cheptel bovin laitier national (MADR, 2012),
- l'amélioration génétique par le recours aux biotechnologies appliquées à la reproduction parmi lesquelles l'insémination artificielle (IA), estimée à plus d'un million d'inséminations premières durant la période 2002-2012 (CNIAAG, 2012).

Une production laitière nationale moins de 15 litres par vache et par jour reste en deçà des attentes. Hormis le problème alimentaire contraignant, présent dans la majorité de nos élevages, la dégradation des performances de reproduction reste un facteur limitant très important de la productivité et de la rentabilité des exploitations. De nombreux travaux sur la quantification des performances de reproduction, réalisés surtout à l'Est algérien, ont rapporté de l'infécondité, par allongement excessif de l'intervalle vêlage-fécondation (VIF) (plus de 140 jrs) et de l'infertilité, par de faibles taux de gestation à l'IA1 (moins de 40%) (Ghoribi et al., 2005 ; Bouzebda et al., 2008 ; Madani et al., 2008 ; Miroud et al., 2014).

Afin d'expliquer l'allongement excessif du VIF, deux hypothèses peuvent être avancées, l'augmentation de la période d'attente (PA) (vêlage-1^{ère}IA) et/ou de la période de reproduction (PR) (IA1-IAf). L'augmentation de la durée de la PA peut être inhérente soit à des causes volontaires (production laitière, saisonnalité des vêlages) ou le plus souvent à des causes involontaires (infections utérine, retard de l'involution utérine, anœstrus post-

partum et mauvaises détection de chaleur). L'allongement de la PR a pour origine une mauvaise détection de chaleur ou l'infertilité se caractérisant, soit par la non fécondation, mortalité embryonnaire précoce et tardive ou encore avortements (Hanzen 2013-2014).

Les facteurs responsables de l'infertilité, de nature diverse, peuvent être répartis en deux catégories :

- l'une liée aux facteurs individuels inhérents davantage à l'animal (rang de lactation, race et la note d'état corporel),
- l'autre de nature collective propre à l'éleveur (conduite de détection des chaleurs), au troupeau (taille du troupeau, type de stabulation, saison de vêlage et saison de première insémination) et à l'inséminateur (politique de l'IA pendant la période du post-partum, moment opportun de l'IA, lieu de dépôt de la semence, technicité et l'expérience professionnelle).

Les objectifs de notre travail sont les suivants :

- décrire l'évolution du cheptel laitier et du recours à l'insémination artificielle au cours de la période 2002 à 2012 en Algérie.
- évaluer les performances de reproduction d'exploitations laitières situées dans la plaine de Mitidja du Nord algérien et d'en caractériser les facteurs de risque d'infertilité propres à l'animal ou à son environnement.
- décrire les différentes pratiques liées à l'insémination artificielle en Algérie.

Le travail se compose de deux parties :

Une revue bibliographique qui s'articulera autour de 3 chapitres :

- Une revue bibliographique sur le contexte général de l'IA qui sera d'abord présentée dans le premier chapitre où sera abordé l'historique de l'IA, son évolution dans le monde, son importance en Algérie ainsi que ses avantages et ses inconvénients.
- Les performances de reproduction chez la vache laitière feront l'objet du deuxième chapitre. Ce chapitre traitera les paramètres primaires (intervalle naissance-vêlage, IVV et VIF) et secondaires de la fécondité (PA, PR et PG) ainsi que les paramètres de fertilité (pourcentage de gestation apparent à l'IA1, taux de retour, indice de fertilité)

- Enfin, le troisième chapitre sera réservé aux facteurs de risque d'infertilité inhérents à l'animal, l'éleveur, l'inséminateur et l'environnement.

Une partie expérimentale qui compte également 3 chapitres :

- situation du cheptel bovin et l'importance de l'utilisation de l'insémination artificielle en Algérie durant la période 2002-2012 fera l'objet du quatrième chapitre.
- le cinquième chapitre traitera les performances de reproduction et facteurs de risque d'infertilité des vaches laitières de la Mitidja.
- le sixième chapitre présentera les résultats de l'enquête sur les pratiques de l'Insémination Artificielle bovine en Algérie.

A l'issue de ce travail, une conclusion générale dressera un bilan des différents résultats et s'achèvera sur des recommandations et perspectives attendues, en termes de développement de l'insémination artificielle bovine en Algérie.

1. CHAPITRE 1 : L'Insémination Artificielle chez l'espèce bovine

1.1. Définition

L'insémination artificielle est une technique qui permet de déposer la semence par voie instrumentale dans la zone la plus indiquée de l'appareil génital féminin (corps utérin), au moment physiologique le plus adéquat (Parez et Duplan 1987).

1.2. Historique

La pratique de l'insémination artificielle (IA) ne date pas d'aujourd'hui, Heap (1897) a rapporté que les arabes, à leur tête l'hippiatre Andalou « Abu bakr Ibn Badr Eddin Ibn El Moundir Al Baitar », auraient été les premiers à s'en servir dès le 13^{ème} siècle. Ils recueillaient le sperme de leurs étalons de valeur pour féconder un grand nombre de juments.

L'IA ne fut réellement appliquée qu'en 1784 par le physiologiste italien Lazzaro Spallanzani qui obtenait du sperme de chien, après excitation mécanique du pénis et qu'il injecta dans le vagin d'une chienne en chaleur. L'animal accoucha 62 jours plus tard de 3 chiots (Foote, 2002).

Un siècle plus tard, l'IA fut reproduite avec succès par Plonnis (1876), Repiquet (1887), Albrecht (1894), Millais (1896) et Heap (1897) (Maupoumé, 1955).

C'est au début du 20^{ème} siècle que les russes ont fondé de grands espoirs sur l'IA pour reconstituer la richesse animale de leur pays. Des chercheurs russes à leurs têtes Chelchowsky, Liedeman, Enischerloff et plus particulièrement Ivanoff ont fourni de grands efforts visant à établir l'IA comme une procédure pratique. Déjà en 1907, Ivanoff étudia l'IA chez les animaux domestiques (chiens, lapins, ovins, chevaux, et volaille) (Foote, 2002).

Des travaux de recherche initiés par Spallanzani ont conduit au développement d'un premier vagin artificiel chez la chienne en 1914 par Giuseppe Amantea, qui présente les mêmes conditions d'un vagin naturel et permet la récolte du sperme par un opérateur (Foote, 1999). Ce vagin artificiel a servi de modèle pour les russes (Milovanov, 1938) avec certaines modifications selon l'espèce bovine et équine.

Dés 1930, des IA ont été effectuées en Russie pour atteindre 185 000 IA en 1931, puis 385 000 (1932), 1 000 000 (1937) et 1 500 000 (1938) soit environ 5 % de l'effectif bovin total de la Russie (Gendreau, 1940).

En 1937, des vétérinaires danois ont procédé à la fixation du col par la méthode recto-vaginale, qui permet ainsi un dépôt de semence en faible quantité dans le col ou le corps utérin. Une autre invention danoise, celle des paillettes de semence par Edouard Sorensen en 1940 qui fût ensuite développées et commercialisées par le chercheur français Robert Cassou en 1968 (Foote, 2002).

Entre 1940 et 1941, des chercheurs ont proposé des dilueurs à base de phosphate (milieu de Phillips et Lardy) ou du citrate de sodium (milieu de Salisbury) qui permettaient de conserver la semence à + 5°C pendant trois jours (Foote, 2002). En 1948, Almquist et ses collaborateurs ont additionné à la semence des antibiotiques (penicilline, streptomycine, polymyxine B) afin de contrôler toutes maladies vénériennes.

La découverte d'un cryoconservateur «glycérol» par les anglais Polge et Rowson en 1949 a permis la mise au point de la congélation du sperme bovin d'abord dans de l'anhydride carbonique à une température de -79°C puis du liquide nitrogène (azote liquide) à -196°C, afin d'augmenter la durée de conservation et la commodité d'utilisation (Polge et Rowson, 1952 ; Goffaux, 1968)

L'avènement des techniques de congélation, d'abord en pellets (Nagase et Niwa, 1964) puis en paillettes (Cassou, 1968) a permis le développement des programmes de sélection et la constitution de stocks de semence importants (Gerard et al., 2008). Depuis, l'IA a connu un développement très remarquable dans le monde chez différentes espèces d'animaux domestiques et même sauvages.

1.3. Insémination artificielle dans le monde

Selon les deux enquêtes réalisées sur l'IA dans le monde, la première au début des années soixante par le japonais Nishikawa et la seconde entre 1971-1973 par l'italien Bonadonna, le nombre de bovins inséminés a augmenté de 49 millions (1960) à 87 millions (1973) soit une évolution de 6 % /an (tableau 1).

Tableau 1 : L'IA dans le Monde (Nishikawa, 1964 ; Bonadonna, 1975)

Régions	1960	1971-1973
Europe	36 046 000	63 952 150
Asie	2 825 900	4 758 396
Amérique du Nord	8 310 000	10 876 000
Amérique (sud et centrale)	528 162	4 533 617
Australie, Nouvelle Zélande	570 000	2 034 000
Afrique	111 654	343 551
Total	48 391 716	86 497 714

Selon la même enquête effectuée en 1973 par Bonadonna (1975), 75% des IA sont réalisées en Europe dont l'union soviétique, se classant ainsi au premier rang. Cependant, le Danemark représente le pays où le taux de pénétration de l'IA (% de femelles inséminées) est le plus important (90%) (Tableau 2).

Tableau 2 : L'IA en Europe (Bonadonna, 1975)

Pays	Nbre de femelles inséminées	% de femelles inséminées
Union Soviétique	14 500 000	42,8
France	4 622 147	50
Rép. Féd. Allemande	1 863 624	30
Grande Bretagne	1 847 000	58
Danemark	1 490 000	90
Pays Bas	1 026 583	67,4
Belgique	280 000	29

Plus tard, des enquêtes effectuées sur l'utilisation de l'IA des bovins dans les pays en développement (Chupin, 1992) et dans les pays développés (Chupin et Thibier, 1994) ont montré que le nombre total des inséminations artificielles premières (IAP) a connu une baisse de 25% à celui rapporté par Bonadonna et Succi, (1980) (60 millions vs 80 millions d'IAP) sachant que, le nombre total des IA dans les pays industrialisés à l'exception de l'Ex-URSS a diminué de 50 748 000 (1980) à 44 234 000 (1991) soit -12,9%.

L'Union Européenne (UE) vient au premier rang avec 20 144 000 IA, suivie par l'Amérique du nord (11 058 000 IA), l'Europe orientale (5 820 000 IA) et l'Europe occidentale (non membre de l'UE) (3 161 000 IA).

Une autre enquête réalisée en 1998 par Thibier et Wagner (2002) a montré que l'activité de l'IA a presque doublé par rapport à l'année 1991 (110 millions vs 60 millions d'IAP) (Tableau 3) principalement du fait de la forte augmentation de l'activité observée en extrême orient (Chine, Inde et Pakistan). L'Europe, d'une manière générale, a connu une augmentation de 9 millions d'IAP entre 1991 et 1998 (29 vs 38 millions d'IAP) par contre, en Amérique du nord, le nombre d'IAP estimé à 11 millions reste inchangé durant cette même période.

Tableau 3 : Evolution du nombre d'IAP dans le monde (1980-1998)

Année	Nombre d'IAP (Million)	Références
1980	80	Bonodonna et Succi, 1980
1991	60	Chupin, 1992 ; Chupin et Thibier, 1994
1998	110	Thibier et Wagner, 2002

D'après Thibier et Wagner (2002), un taux de pénétration de 20,32% (110 millions d'IAP sur 543 millions de femelles en âge de reproduction) a été enregistré, avec plus de 60% pour l'Europe, presque 25% pour l'Amérique du nord et l'extrême orient et de 1 à 5% pour l'Amérique du sud, l'Afrique et le moyen orient (Tableau 4).

Tableau 4 : Nombre des femelles en âge de reproduction et le nombre des IAP dans le Monde (Thibier et Wagner, 2002)

Régions	A= Nombre de femelles en âge de reproduction	B= Nombre des IAP	B/A * 100: Taux de pénétration (%)
Afrique	51 577 000	870 892	1,68
Amérique du Nord	45 206 000	11 203 880	24,80
Amérique du sud	124 460 000	1 366 678	1,09
Extrême orient	236 850 000	58 181 005	24,56
Moyen orient	23 433 000	1 068 991	4,55
Europe	61 750 000	37 738 142	61,11
Total	543 276 000	110 429 588	20,32

Plus de 260 millions de doses (95% sous forme de semence congelée) sont produites dans le monde à partir de 602 centres de collecte avec principalement 136 millions de doses pour l'Europe (239 centres), 70 millions pour l'extrême orient (188 centres), 43 millions pour l'Amérique du nord (96 centres) et 5% sous forme de semence fraîche dont 9 millions de doses pour la Nouvelle Zélande et 3 millions de doses pour l'Europe (Thibier et Wagner, 2002). Ces mêmes auteurs ont rapporté 4 fois plus de doses produites que de femelles inséminées en Europe, 2 fois et demi en Amérique du nord et 1 fois et demi en extrême orient.

Cette production mondiale de semence a augmenté de 60 millions en 1998 par rapport à l'année 1995 (260 vs 200 millions) (Thibier et Wagner, 2002). L'augmentation pléthorique observée en extrême orient, particulièrement l'Inde, la Chine et le Pakistan, s'explique essentiellement par l'augmentation du nombre de femelles bovines (Tableau 5) où une demande croissante en lait a rendue cette biotechnologie économiquement rentable (Chupin et Schuh, 1993 ; Chupin et Thibier, 1995). L'augmentation de production de semence a été également observée en Amérique du nord (43 vs 35 millions de doses).

Par contre, l'Europe a connu une diminution de production de semence de 22 millions en 1998 par rapport à l'année 1995 (160 vs 138 millions de doses) dû essentiellement au déclin important de la population bovine suite au déclenchement de la crise de l'encéphalopathie spongiforme bovine qui a débuté en 1986 au Royaume-Uni et qui a fait plonger la filière bovine dans un désarroi total (Tableau 5)

Tableau 5 : estimation de l'effectif bovin total par pays de 1992 à 2012

	Pays	1992	2002	2012
EUROPE	Russie	54 676 704	27 106 902	20 133 788
	France	20 970 000	20 116 340	19 008 990
	Germany	17 133 800	14 226 600	12 477 389
	Ukraine	23 727 600	9 421 100	4 425 800
	Pologne	8 221 359	5 533 000	5 776 767
	Belgique	3 259 000	2 891 260	2 438 200
	Espagne	5 063 000	6 477 895	5 812 600
	Italie	8 004 000	6 739 000	6 091 500
	Danemark	2 190 000	1 796 118	1 606 826
	Royaume-uni	11 924 000	10 343 000	9 900 000
EXTREME	Chine	79 419 448	98 316 476	115 139 600
ORIENT	Inde	204 584 000	187 422 000	218 000 000
AMERIQUE	Canada	11 869 000	13 751 000	12 215 000
	Australie	23 879 984	27 870 000	28 418 422
	Etats unis	97 556 000	96 723 000	90 768 500
	N. Zélande	8 144 321	9 637 000	10 180 000
	Argentine	53 011 000	52 000 000	47 500 000
	Brésil	154 228 992	185 347 008	211 279 082

Concernant le mouvement international de la semence bovine enregistré en 1998, 20 millions de doses de semence congelée, soit 8% (20/260), sont exportées principalement par l'Amérique du nord et l'Europe avec respectivement 13,5 et 5 millions de doses, il est important de noter que l'Amérique du nord produit 70% de la semence globale exportée et l'Europe seulement 26%.

Quant à l'importation, 14 millions de doses sont importées avec plus particulièrement 5,4 millions pour l'Amérique du sud et 4,9 millions pour l'Europe (Tableau 6).

Tableau 6 : Importations et exportations de la semence congelée pour l'année 1998 (Thibier et Wagner, 2002).

Régions	doses importées	doses exportées
Europe	4 884 999	5 010 510
Amérique du nord	1 366 100	13 564 500
Amérique du sud	5 318 595	120 650
Extrême orient	1 467 388	658 700
Afrique	568 589	2360
Proche orient	402 640	5120
Total	14 008 311	19 361 840

D'après l'effectif moyen du cheptel bovin enregistré entre 1992 et 2012 (FAO, 2014), 77% de l'effectif bovin total se répartit dans les pays en développement (Afrique, Asie) contre seulement 23% dans les pays développés dont 11% en Europe, 8% en Amérique du nord et 4 % pour l'ensemble du japon, l'Australie et la nouvelle Zélande (Figure 1).

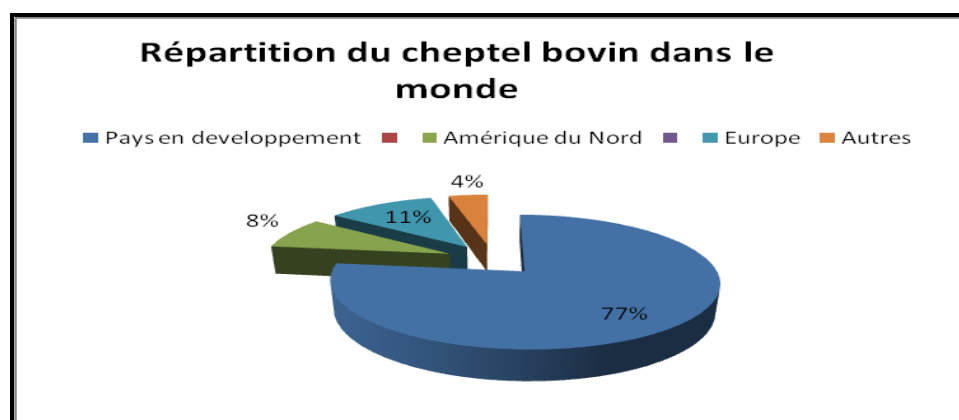


Figure 1 : Répartition du cheptel bovin dans le monde (Source : FAOSTAT, 2014)

La quasitotalité (83%) des IA effectuées dans le monde se répartie dans les pays développés et plus particulièrement l'Europe (69%) où le niveau de développement de l'IA est très important par rapport aux autres pays. Par contre, seulement 17% de l'activité de l'IA est observée pour les pays en développement (Figure 2) et ce, malgré la répartition importante du cheptel bovin.

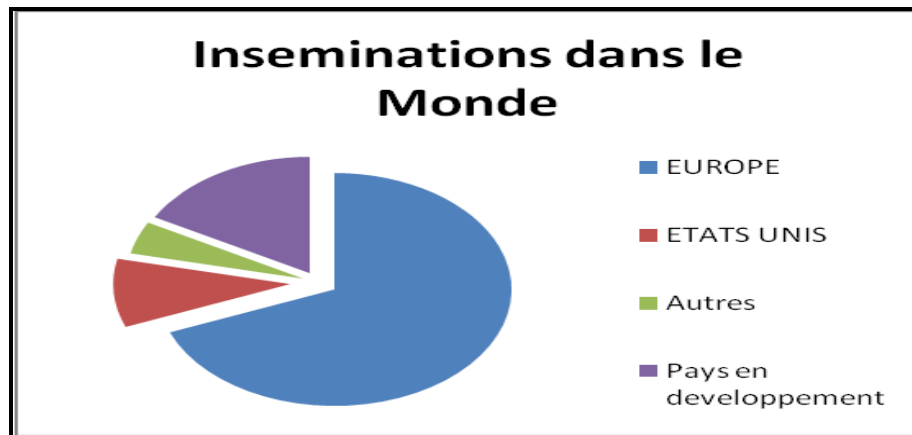


Figure 2 : Répartition des IA dans le monde

1.3.1. Importance de l'IA en France

L'IA a été utilisée, en France, dès les années 45 chez l'espèce bovine ; elle s'est rapidement développée pour être aujourd'hui l'outil principal de reproduction et d'amélioration du troupeau laitier. Dès 1970, près de sept millions d'inséminations bovines sont réalisées chaque année correspondant à environ 60% des femelles, vaches et génisses, en âge d'être fécondées. Mais depuis la mise en place des quotas laitiers en 1984, l'activité a diminué en moyenne de 1,9% par an, ce qui correspond à une chute de plus de 35% en 20 ans (Ponsart et al, 2004). Les baisses les plus importantes ont été observées à partir de 2002, expliquées essentiellement par les crises de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et de la fièvre aphteuse (Figure 3).

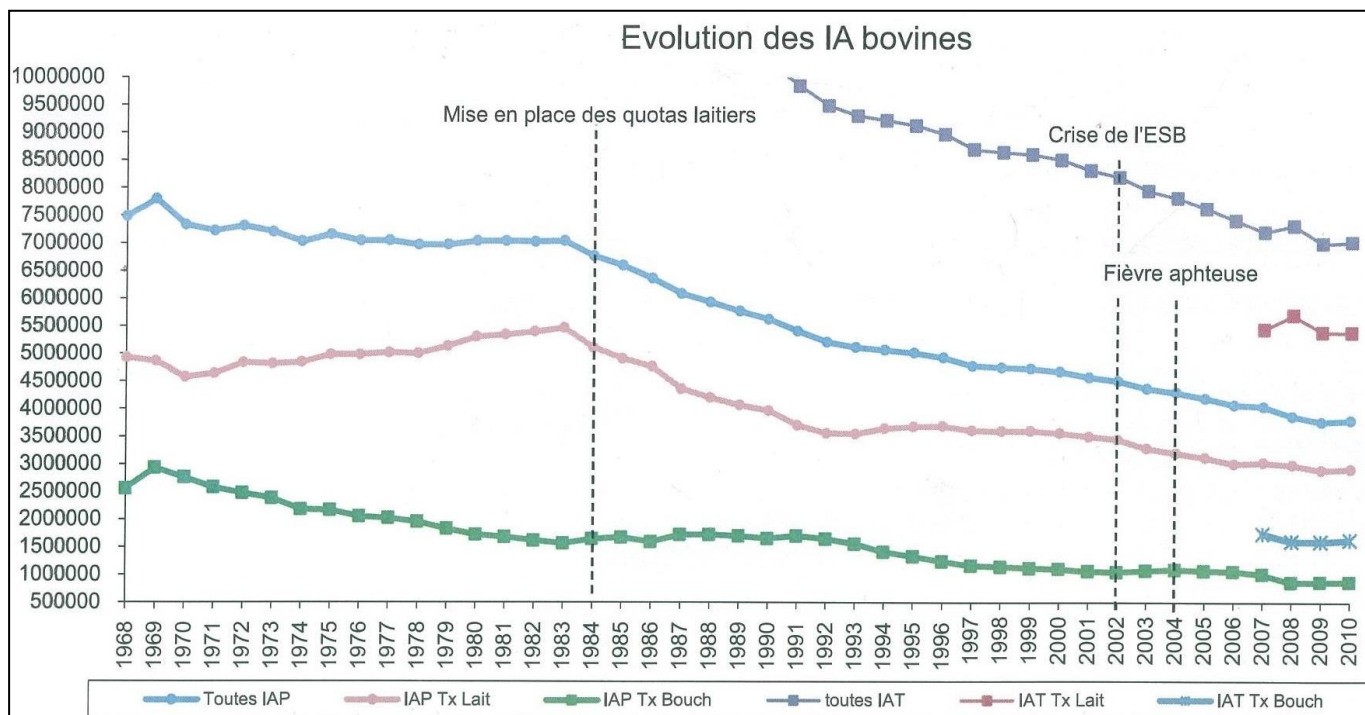


Figure 3 : Evolution des IA bovines en France (1968 à 2010)

En 2010, plus de 7 millions d'IA ont été effectuées principalement chez la race Prim'Holstein (54%) (Tableau 7).

Tableau 7 : Importance de l'IA selon les principales races de France (2010)

Races	Nbre IA Totales	%
Prim'Holstein	3.808.712	54.23%
Montbéliarde	804.253	11.45%
Charolais	722.649	10.29%
Normande	558.027	7.95%
Limousine	312.646	4.45%
Blonde d'Aquitaine	222.854	3.17%
Blanc-Bleu Belge	202.621	2.88%
Autres races	391.570	5.58%
Total	7.023.332	100

1.4. Insémination artificielle bovine en Algérie

1.4.1. Période avant l'indépendance (1962)

Les premières applications de la technique de l'IA ont débuté en 1945 au département de zootechnie de l'Institut Agricole d'Algérie (actuellement Ecole nationale supérieure d'agronomie) et le premier veau issu de l'IA sur semence fraîche est né le 11 novembre 1946 (Maupoumé, 1955).

Le premier centre d'IA fut créé en 1950 dans la wilaya de Blida suivi par ceux d'Oran, Constantine et Tiaret. Le taux de pénétration de l'IA était relativement faible et l'effectif de femelles inséminées dépassait rarement les 2%. Le nombre des IAP sur semence fraîche est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 8).

Tableau 8 : Evolution du nombre d'IAP en semence fraîche de 1947 à 1958 (Aissat, 1981)

Années	Nombre d'IAP
1947	293
1951	522
1955	1197
1958	965

Le faible développement de l'IA en Algérie durant la période 1947-1958 aurait été dû principalement au :

- Faible préoccupation des pouvoirs publics (absence de réglementation et d'encouragement de l'IA).
- Manque de dynamisme de l'organisation chargée de la mise en application de cette technique.
- Dispersion des élevages et faible implication des éleveurs à cette technique.
- Incoordination des centres d'IA qui existaient (Blida, Constantine, Oran et Tiaret)

1.4.2. Période après l'indépendance (1962 -1990)

Après un arrêt de cinq années de 1958-1962, les quatre centres d'IA reprirent leur activité en novembre 1963, en utilisant de la semence fraîche réfrigérée, mais les conditions de développement de l'IA n'étaient pas encore réunies pour réduire l'écart du progrès réalisé dans d'autres pays du monde. Afin de redynamiser ce secteur, l'état algérien a fait appel à la coopération étrangère. Une mission Russe a été mise en place au niveau des centres de Tiaret et Constantine pendant les années 1964-1966 afin d'assurer l'organisation de l'IA et la formation du personnel. En 1969, l'effectif inséminé atteint les 2000 têtes (Diakite, 1990). Les quatre centres d'IA ont continué d'exister jusqu'au 1976, année de dissolution et leur intégration dans les structures de l'institut de développement de l'élevage bovin « I.D.E.B ». Durant la campagne agricole 1984-1985, l'I.D.E.B avait distribué du matériel d'IA et 10 773 doses de semences bovines de race Prim-Holstein en provenance de la Nouvelle Zélande aux coopératives d'élevages des 12 wilayas. L'effectif inséminé était de 3550 vaches laitières. Un autre projet algéro-français a été mis en œuvre en 1984 dans la wilaya d'Ain Defla dans le cadre d'appui au développement de l'élevage bovin laitier où 3000 vaches appartenant aux éleveurs privés, domaines agricoles et fermes pilotes, ont été inséminées (Bekhouche, 2000). En attendant la création d'un centre national de production de semence, les différents départements d'IA s'approvisionnaient de l'étranger.

- Création d'un Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique « CNIAAG »

Le CNIAAG fut créé par le décret 38-04 du 05 janvier 1988 à Baba Ali pour mission :

- En matière d'insémination artificielle :
 - ✓ production de semence des espèces bovine, ovine, caprine et équine,
 - ✓ conditionnement et conservation de la semence bovine,
 - ✓ vulgarisation de l'IA et la formation des inséminateurs,
 - ✓ constitution d'un stock national de sécurité de semences animales,
 - ✓ approvisionnement en semence, matériel d'IA et produits hormonaux.

➤ En matière d'amélioration génétique :

- ✓ organisation du suivi et du contrôle des performances zootechniques des géniteurs,
- ✓ prospection, sélection des géniteurs et la mise en œuvre des moyens de conservation et d'amélioration génétique des espèces animales,
- ✓ utilisation de la semence conformément à un programme génétique dûment établi.

En juin 1988, c'est-à-dire six mois depuis sa création, le CNIAAG est entré en production de semence suite à l'importation d'une quarantaine de taureaux testés et indexés.

- Mise en place du réseau d'IA

Afin de permettre une large diffusion de l'IA dans le territoire national, le CNIAAG a ouvert, au cours du premier semestre 1989, deux circuits test dans les wilayas d'Alger et Blida avec respectivement 2 et 4 inséminateurs. Entre septembre et mars 1990, le CNIAAG a procédé à l'ouverture de 13 autres circuits dans différentes régions du pays en leur affectant 24 techniciens inséminateurs. L'ouverture des circuits d'IA s'est faite par ordre de priorité selon l'importance du cheptel bovin et la disponibilité des techniciens inséminateurs dans la région respective (Tableau 9).

Tableau 9 : Nombre de circuits mis en place par le CNIAAG de 1989-1990

	Circuits	Nombre de techniciens inséminateurs
1	ALGER	2
2	BLIDA	4
3	TIPAZA	2
4	BOUMERDES	3
5	TIZI OUZOU	3
6	BEJAIA	1
7	BOUIRA	1
8	JIJEL	2
9	AIN DEFLA	1
10	ANNABA	1
11	CONSTANTINE	2
12	TELEMEN	1
13	SIDI BEL ABBES	3
14	SETIF	3
15	RELIZANE	1
	TOTAL	30

Selon un bilan effectué par le CNIAAG durant la campagne agricole (1989-1990) dans la région centre de l'Algérie, considérée comme bassin laitier, 5725 inséminations ont été effectuées avec respectivement 31%, 30%, 21% et 18% pour les wilayas de Tizi-Ouzou, Blida, Boumerdès et Tipaza (Tableau 10).

Tableau 10 : Nombre de femelles inséminées dans différents circuits du centre d'Algérie durant la campagne agricole 1989-1990 (Bekhouche, 2000).

Circuits	Secteur	Nombre d'élevage	Femelles inséminées
BLIDA	Boufarik	145	600
	Larbaa	90	400
	El Afroune	11	430
	Ouled Aiche	108	300
	Rouiba	90	450
BOUMERDES	Bordj Ménael	100	420
	Boudouaou	100	350
	Chéraga	130	560
TIPAZA	Douéra	95	450
	Azzazga	450	720
TIZI-OUZOU	Fréha	130	700
	Draa EL Mizan	120	345
TOTAL		1569	5725

1.4.3. Situation de l'élevage bovin laitier en Algérie (1990 - 2012)

L'élevage bovin laitier est à 80% localisé au niveau des zones périurbaines telliennes, il occupe la région du nord avec une prédominance à l'Est du pays (53%), l'Ouest (24%) et le Centre (23%). Le cheptel bovin est réparti en trois catégories :

- bovin Laitier Moderne : Races d'importation à haut potentiel génétique. Il représente 28% de l'effectif total et se localise dans les zones à fort potentiel d'irrigation.
- bovin Laitier Amélioré : Races issues de multiples croisements entre la population locale et les différentes races importées. Il représente 38% du cheptel national.
- bovin Laitier Local : Population locale représentée en race Brune de l'Atlas. Elle représente 34% de l'effectif total de vaches laitières et se localise dans les zones montagneuse et forestière.

On distingue deux types de systèmes de production dans l'élevage bovin :

- le système extensif concerne les races locales (BLL) et les races croisées (BLA). Cet élevage est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaine. Le système extensif est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale), il assure également 40% de la production laitière nationale
- le système intensif concerne principalement les races améliorées (BLM). Ce type d'élevage orienté vers la production laitière est localisé essentiellement dans les zones littorales. La taille des troupeaux est relativement faible 6 à 8 vaches laitières par exploitation. Le système intensif représente 30% de l'effectif bovin et assure près de 20% de la production bovine nationale.

Jusqu'à 1995, les importations de vaches laitières, provenant principalement d'Europe, étaient plus ou moins régulières (7000 génisses pleines en 1995). Les difficultés financières du pays suite à l'application du plan d'ajustement structurel, ajoutées aux interdictions à l'importation de 2000 à 2003 dues aux crises de l'encéphalopathie spongiforme bovine « BSE » et de la fièvre aphteuse qui ont frappé le cheptel européen, ont conduit à une chute considérable du cheptel bovin de 13%. Ce n'est qu'à partir de 2004 que les importations ont repris avec 31 000 têtes en 2004, 20 000 en 2005 et 50 000 en 2006.

De 2007 à 2012, les importations cumulées de génisses gestantes ont atteint environ 70 000 têtes de différentes races hautement laitières (Makhlouf et al., 2015). Grâce à ces importations, le cheptel bovin actuel est composé, après plusieurs années de stagnation, plus de 911 000 vaches laitières (830 à 850 milles têtes entre 2003 à 2008) (Figure 4), soit 56% de l'effectif total de ruminants qui assurent en moyenne 73,2% de la production laitière totale (Soukehal, 2013).

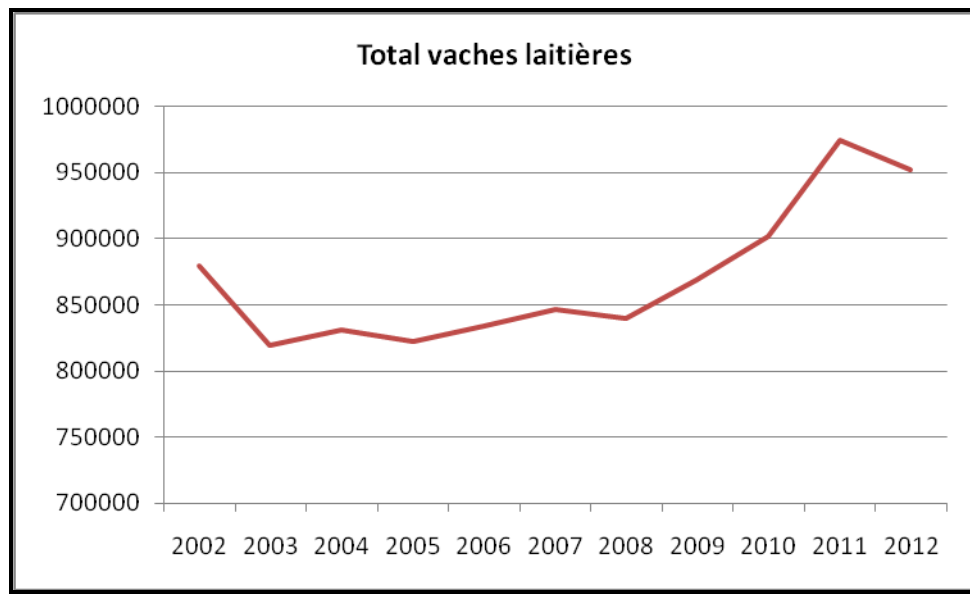


Figure 4 : Evolution du cheptel bovin laitier en Algérie (2002-2012) (MADR, 2012)

1.4.4. Evolution de l'IA de 1990 à 2012

Depuis 1994, l'activité de l'IA a été privatisée au profit des vétérinaires praticiens exerçant à titre privé et techniciens. Des docteurs vétérinaires, ingénieurs zootechniciens, techniciens supérieurs vétérinaires recevaient à ce jour une formation de 10 jours au sein des centres d'IA de différentes régions portant essentiellement sur :

- conduite alimentaire,
- moment propice de l'IA,
- décongélation de la semence,
- préparation du pistolet d'IA,
- technique de l'IA proprement dite (fixation du col, cathétérisme cervical et la mise en place de la semence dans le corps utérin),
- facteurs influençant la réussite de l'IA

Depuis la privatisation, le nombre des inséminateurs n'a cessé d'augmenter pour atteindre un nombre de 42 inséminateurs en (2000) et 424 inséminateurs en (2012). Cette nette progression observée entre 2000-2012 s'explique par le grand intérêt porté à cette pratique de la part de nos praticiens et de nos éleveurs laitiers grâce au soutien financier initié par l'état depuis 2000 dans le cadre du plan national de développement agricole (PNDA).

De même, en matière de production de semences, le CNIAAG a produit en quatorze années 2000-2013 plus de 1 570 000 doses de semences congelées (toutes races confondues) et plus de 38 000 de paillettes importées (tableau 11).

Tableau 11 : Historique de la production de semences congelées bovines 2000-2013 : (CNIAAG, 2014)

Années	paillettes produites	Total paillettes importées
2000	85 000	15 000
2001	124 169	22 000
2002	87 719	30 000
2003	135 416	20 000
2004	124 877	26 000
2005	61 527	36 000
2006	29 140	22 500
2007	9 970	32 000
2008	112 193	26 000
2009	233 000	30 000
2010	120 000	37 500
2011	121 000	30 000
2012	115 365	36 150
2013	210 681	24 000
Total	1 570 057	387 150

1.5. Avantages et inconvénients de l'IA

1.5.1. Avantages

L'IA est un accélérateur puissant de la sélection, elle permet une diffusion rapide du progrès génétique dans le temps et dans l'espace, ses avantages sont multiples et les plus importants sont résumés ci-dessous :

- **Production importante de veaux** : l'IA est une technique qui permet tout d'abord d'utiliser au maximum les facultés fécondables d'un mâle à haut potentiel génétique grâce à la dilution du sperme. En monte naturelle, on estime qu'un mâle ne peut féconder que 30 à 40 vaches par an. Une éjaculation contenant une moyenne 5 milliards de spermatozoïdes est utilisée intégralement par une seule femelle en saillie naturelle mais en IA cette même quantité de sperme, après

- dilution, peut être utilisée par 300 voire même plus de 1000 vaches et génisses. Il a été rapporté que des taureaux peuvent éjaculer quotidiennement pendant huit mois sans réduction de la qualité ou la fertilité du sperme (Hafs et al, 1959). Un taureau peut, théoriquement, engendrer dans sa vie de reproduction plus de 100 000 descendants.
- **Meilleure production laitière** : l'IA peut être considérée comme un moyen très rapide d'amélioration de la production laitière et viandeuse. Plus de 90% du lait et plus de 60% de la viande consommés sont issus de produits nés par IA.
 Au Canada, l'augmentation de la production laitière serait de 160 kg/an (soit 3,4%) et la contribution génétique à cette augmentation serait de 50%. De même, aux Etats-unis, le nombre de vaches laitières a chuté de 16 millions têtes entre 1940- 2001 (25 millions vs 9 millions) mais la production laitière totale produite par les 9 millions de vaches est largement supérieure à celle produite par les 25 millions (165 336 millions vs 109 412 millions de litres de lait). Ce progrès génétique indispensable au développement des productions s'est effectué suite à la découverte rapide de géniteurs ayant de très hautes performances génétiques grâce au testage sur descendance.
- **Réduction du nombre de taureaux dans l'exploitation** : l'IA permet de renoncer aux géniteurs dans l'exploitation notamment chez les petits éleveurs, ce qui permet d'économiser les frais d'alimentation et d'entretien et de réduire ainsi les dangers inhérents aux manipulations d'un taureau dangereux. Elle permet également la diminution du nombre de mâles à utiliser en reproduction et leur valorisation en production de viande.
- **Prolongation de la vie fertile des reproducteurs** : même après la mort du reproducteur, la semence peut être utilisée à large échelle grâce à la conservation de la semence congelée dans de l'azote liquide pendant de très longues années.
- **Lutte contre certains cas d'infécondité** : ceux dans lesquels le spermatozoïde n'arrive pas naturellement au contact de l'ovocyte lors de vaginite aigue ou chronique, cervicite, hyperacidité vaginale ou encore une hypersensibilité vaginale entraînant une résorption spermatique. On peut citer également, la salpingite, anticorps antispermiques ou trophoblastiques et l'imperméabilité tubaire

- **Lutte contre les maladies sexuellement transmissibles** : grâce au non contact physique direct entre la femelle et le géniteur, l'IA est devenue un des principaux outils d'éradication des maladies dans les élevages. L'IA a en effet joué un rôle majeur dans la lutte vis-à-vis des maladies vénériennes (campylobactériose, trichomoniose) et plus généralement dans la lutte contre les anthroponoses telles que la brucellose et la tuberculose. Grâce aux conditions d'hygiène lors d'une récolte, le nombre de bactéries appartenant à la flore non spécifique présentes dans une paillette d'IA est 100 000 à 1 million de fois plus faible que dans un éjaculat de taureau utilisé en monte naturelle (Humblot, 1999).

1.5.2. Inconvénients

- Les centres de collecte de semence nécessitent une bonne technicité et une attention particulière, une quelconque erreur lors de la préparation de la semence, peut avoir des répercussions importantes sur la qualité de la semence et par conséquent sur la fertilité du troupeau.
- L'IA est une excellente méthode de reproduction mais son emploi est extrêmement délicat et exige une formation approfondie et un personnel hautement qualifié (Foote, 1996).
- L'IA exige beaucoup d'attention et de l'expérience de la part des éleveurs pour une meilleure détection des chaleurs, une IA au mauvais moment est à l'origine soit d'une infertilité (Roelofs et al, 2010) soit d'un avortement si l'animal est gestant (vanDemark et al, 1952)
- La fécondation n'est pas sûre à 100 %, une seconde tentative génère un coût supplémentaire à l'éleveur.
- Le progrès génétique rapide du cheptel permis par l'insémination artificielle peut être à l'origine d'une augmentation de la consanguinité dans la population.
- La présence d'agents infectieux non détruits par les antibiotiques ajoutés à la semence (sperme congelé contenant le virus IBR/IPV) peut être à l'origine de pathologies.
- Le virus BVD peut être également transmis lors d'une IA (McLurkin et al, 1979).

2. CHAPITRE 2 :

QUANTIFICATION DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION CHEZ LE BOVIN LAITIER

2.1. Notions de fécondité

La fécondité, caractérise l'aptitude d'une femelle à mener à terme une gestation, dans des délais requis. La fécondité comprend donc la fertilité, le développement embryonnaire et foetal, la mise bas et la survie du nouveau né. Il s'agit d'une notion économique, plus habituellement exprimée par l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante (Hanzen, 1994).

Elle représente un facteur essentiel de rentabilité, et l'optimum économique en élevage bovin est d'obtenir un veau par vache par an, ce qui signifie que l'intervalle mise bas-nouvelle fécondation ne devrait dépasser 90 jours à 100 jours (Derivaux et al., 1984).

2.1.1. Critères de mesure de la fécondité

2.1.1.1. Paramètres primaires

2.1.1.1.1. Age du premier vêlage ou intervalle naissance - 1er vêlage (NV)

L'évaluation de cet intervalle est importante puisqu'il conditionne la productivité de l'animal au cours de son séjour dans l'exploitation. D'après Rocha et al. (2001), l'âge au premier vêlage est exprimé en mois, c'est le nombre de jours qui sépare la naissance du premier vêlage divisé par (30.25).

Un vêlage se produisant à 24 mois d'âge est considéré comme optimal puisqu'il réduit la période de non productivité des génisses, diminue le nombre nécessaire de remplacement des animaux réformés et accélère le progrès génétique par une diminution de l'intervalle entre générations (Little et kay, 1979 ; Lin et al., 1986).

D'après une enquête rétrospective réalisée en Portugal par Rocha et al. (2001) entre 1980 et 1998, l'âge moyen au premier vêlage serait de 32 ± 6 mois, relativement plus long à ceux rapportés par de nombreux auteurs (Etherington et al., 1996 ; Kinsel et Etherington, 1998).

Une autre enquête réalisée au Maroc par Boudjenane et Aissa (2008) durant la période 1997-2007 sur 1727 lactations chez la race Holstein et 1148 lactations chez la race Montbéliarde, l'âge au premier vêlage était respectivement de $28,9 \pm 3,1$ mois et $29,6 \pm 3,2$ mois.

Une étude récente, effectuée en Ethiopie par Fekadu et al. (2011), a révélé un âge au premier vêlage de 42 mois. Sur un total de 528 034 lactations recensées entre 1994 et 2008 en Iran, Atashi et ses collaborateurs (2012) ont rapporté une diminution de l'âge au premier vêlage de 27 mois en 1994 à 26 mois en 2008, soit une diminution annuelle de $3,1 \pm 0,06$ jrs.

Une autre étude, réalisée en Iran par Ansari-Lari et al. (2010) sur 1134 vêlages issus de 12 élevages laitiers, a rapporté une diminution de l'âge au premier vêlage de 30 mois en 2000 à 26 mois en 2005.

2.1.1.1.2. Intervalle entre vêlages (IVV) ou l'index de vêlage

Cet intervalle représente sur le plan technico-économique, le critère le plus intéressant au sein d'un élevage laitier dans la mesure où il traduit la réalisation de l'objectif d'un veau par vache et par an ; une valeur de 365 jrs est habituellement considérée comme l'objectif à atteindre (Esslemont, 1982). Exprimé en jours, il représente l'intervalle moyen entre les vêlages observés au cours de la période du bilan et les vêlages précédents. La division de 365 jrs par l'index de vêlage donne la valeur de l'index de fécondité, c'est-à-dire la production moyenne annuelle de veaux par vache. L'allongement de l'IVV traduit de l'infécondité.

La diminution des performances de reproduction dans le temps a été rapportée dans de nombreuses exploitations laitières de nombreux pays ex : Royaume Uni (Royal et al., 2000), Ireland (Mee, 2004), Espagne (Lopez-Gatius, 2003), Pays-Bas (Hoekstra et al., 1994), Nouvelle-Zélande (Xu et Burton, 2000), USA (Washburn et al., 2002).

Une étude rétrospective réalisée par Rocha et ses collaborateurs (2001) entre 1980-1998 a révélé un IVV de 410 jrs. Pareillement, une méta-analyse réalisée au USA par Rajala-Schultz et Frazer (2003) sur 1772 élevages durant la période 1992-1998 a rapporté un IVV de 424 jrs, relativement supérieur à la durée de 365 jrs qui représente l'objectif idéal (Withaker, 1980). Une étude similaire effectuée en Iran par Ansari-Lari et al. (2010) sur un effectif de 8204 vaches laitières a révélé un IVV de 403 ± 86 jrs.

Au Maroc, une enquête effectuée par Boudjenane et Aissa (2008) entre 1997-2007 a rapporté un IVV de $395,3 \pm 72,4$ jrs pour la race Holstein ($n=1727$ lactations) et $385,6 \pm 71,3$ jrs pour la race Montbéliarde ($n= 1148$ lactations).

De Même, une étude descriptive analytique menée dans le Nord-Est algérien sur un effectif de 1200 vaches pour une période allant de 2000-2010 a révélé un IVV de 430 ± 75 jrs (Miroud et al., 2014).

2.1.1.2. Paramètres secondaires

2.1.1.2.1. Intervalle vêlage-première chaleur

L'évaluation de ce paramètre permet de quantifier l'importance de l'anoestrus post-partum et d'apprécier la qualité de la détection des chaleurs. La durée de cet intervalle conditionne en partie la reprise de l'activité ovarienne et donc la fertilité des vaches laitières (Stevenson et al., 1983). La valeur moyenne est déterminée à partir des intervalles entre chaque première chaleur détectée par l'éleveur et le vêlage précédent. Une valeur de cet intervalle proche de la norme < 50 jrs signifie une reprise précoce de l'activité ovarienne ainsi qu'une détection des chaleurs très satisfaisante ; si au contraire, cette valeur est loin de la norme, il est impératif de différencier l'anoestrus d'une détection de chaleur mal conduite. Radostits et Blood (1985) ont considéré qu'au cours des 60 premiers jours du post partum, respectivement 85% et 95% des vaches doivent avoir présenté et avoir été détectées en chaleur dans les troupeaux laitiers non saisonniers et saisonniers. D'après Klinborg (1987) moins de 20% de l'ensemble des femelles examinées et moins de 30% des primipares peuvent présenter de l'anoestrus fonctionnel 50 à 60 jrs post partum. Etherington et ses collaborateurs (1984) ont rapporté un intervalle vêlage-première chaleur de 65,7 jrs.

En Algérie, l'étude réalisée par Miroud et al. (2014) a révélé un intervalle de $71,4 \pm 32,6$ jrs. D'après Kinsel et Etherington (1998) et Washburn (2002) la moitié des chaleurs chez les vaches modernes hautes productrices n'est pas détectée. D'après Royal et al. (2002) l'intervalle entre vêlage et l'activité ovarienne est défavorablement corrélé avec la production laitière ($r= 0.36$).

L'enquête rétrospective menée par Rocha et al. (2001) entre 1980-1998 a révélé un taux moyen de détection des chaleurs de $38,1 \pm 16,9\%$ ($P < 0,001$) avec un minimum de 14,2% et un maximum de 60,8%.

Ce taux reste relativement faible à celui rapporté par Kinsel et Etherington (1998) qui est de 48%. Un faible taux de détection de 44-45% a été également rapporté par Judge et al. (1999).

De nombreux auteurs ont rapporté l'effet de certaines pathologies sur la reprise tardive de l'activité ovarienne comme les infections mammaires (Huszenica et al., 2005), les endométrites (Sheldon et Dobson, 2004), les rétentions placentaires ainsi que les kystes ovariens (Gröhn & Rajala-Shultz, 2000).

2.1.1.2.2. Intervalle vêlage-insémination fécondante

Encore appelé «jours ouverts» ou «days open pour les anglosaxons», sa valeur moyenne, exprimée en jours, est établie à partir de chaque intervalle entre l'insémination fécondante confirmée par échographie ou par palpation manuelle et le vêlage précédent. Cet intervalle revêt une valeur essentiellement prospective car il permet de prévoir la valeur du prochain index de vêlage. Un intervalle moyen de 85 jrs est habituellement proposé comme objectif. On admet généralement que 15% des vaches laitières peuvent avoir un nombre de jours ouverts supérieur à 110 jrs sans qu'aucune répercussion économique importante ne soit enregistrée (Hanzen, 2013-2014). D'après Weaver et Goodger (1987), les troupeaux laitiers dans lesquels l'insémination fécondante de plus de 10 -15% des vaches est obtenue plus de 5 mois après le vêlage ne peuvent maintenir un niveau de production économiquement rentable. En Espagne, l'étude rétrospective réalisée par Lopez-Gatius (2003) entre 1991-2000 a révélé une hausse de l'infertilité. De nombreuses études ont révélé un allongement du nombre de jours ouverts allant de 120,4 jrs (Etherington et al., 1984) à 285 jrs (Fekadu et al., 2011) en passant par 134 jrs (Ansari-Lari et al., 2010), 148,9 jrs (Rajala-Shultz et Frazer, 2003) et 176,9 jrs (Rocha et al., 2001).

De nombreux auteurs s'accordent à dire qu'il existe une relation fortement défavorable entre la production laitière et le nombre de jours ouverts (Abdallah et Mc Daniel, 2000 ; Gröhn et Rajala-Shultz, 2000 ; Washburn et al., 2002 ; Dobson et al., 2007 ; Ansari-Lari et al., 2010). L'étude réalisée par Ansari-Lari et al. (2010) a révélé qu'une augmentation de 100 kg de lait correspond à une augmentation de 0,3 jrs sur le nombre de jours ouverts.

La même étude a rapporté que les vaches laitières produisant plus de 8926 kg ont 18 jrs de plus sur le nombre de jours ouverts que les vaches laitières dont la production laitière est inférieure à 7537 kg. Contrairement pour certains auteurs, le niveau de production laitière se révèle être sans relation avec les performances de reproduction (Laben, 1982 ; Hansen et al., 1983).

De nombreuses études ont rapporté une augmentation du nombre de jours ouverts chez les primipares par rapport aux multipares (Mac Millan et al., 1996 ; Kinsel et Etherington, 1998 ; Studer, 1998 ; Rocha et al., 2001). Cet allongement de l'intervalle vêlage-insémination fécondante chez les primipares peut être expliqué par la diminution de la période de la balance énergétique négative pendant le post partum avec l'augmentation de la parité chez la vache (Butler et Smith, 1989 ; Harisson et al., 1990).

D'après une enquête réalisée par Rocha et al. (2001) de 1980 à 1998, une diminution significative du nombre de jours ouverts a été enregistrée entre les femelles en première lactation et les femelles en quatrième lactation et plus, (respectivement 176.9 ± 4.5 jrs vs 148.1 ± 5.6 jrs, $P < 0.05$). De même, l'étude menée par Fekadu et al. (2011) a montré une diminution du nombre de jours ouverts avec augmentation de la parité.

D'après Berry et al. (2007), Roche et al. (2009) les vaches ayant un faible BCS au vêlage ou bien une perte excessive en début du post-partum ont une augmentation du nombre de jours ouverts. Il est recommandé que les vaches qui vêlent avec un état corporel de 2,75 à 3 de ne pas perdre plus de 0,5 point durant la période d'attente (Crowe, 2008).

2.1.1.2.3. Intervalle entre le vêlage et la première insémination

Cet intervalle est qualifié de période d'attente (waiting period pour les anglosaxons). Son évaluation, exprimée en jours, représente l'intervalle entre les premières IA réalisées et le vêlage précédent. C'est un paramètre important car il détermine 27% de l'intervalle vêlage-insémination fécondante et 5% seulement du taux de gestation (shanks et al., 1979). D'après Hanzen (2013-2014), il est normal de respecter une période d'attente 50 jrs environ avant de réaliser une première IA compte-tenu du faible pourcentage de gestation dont il s'accompagne si l'insémination est réalisée avant ce délai. De nombreux auteurs ont

démontré que passé le délai de la période d'attente de 50 jrs, la fertilité des animaux reste pratiquement constante (DeKruif, 1975 ; Williamson et al, 1980 ; Fulkerson, 1984).

Des valeurs moyennes comprises entre 60-80 jrs ont été rapportées par Kirk (1980) ; Radostits et Blood (1985). Par ailleurs, il est nécessaire d'avoir 90% des animaux qui soient inséminés pour la première fois au cours des trois premiers mois post-partum (Weaver, 1986 ; Klinborg, 1987). La dispersion des intervalles entre vêlage-première IA peut être imputée à des causes volontaires (très forte production laitière, femelles primipares, application d'une politique de vêlage saisonnier).

Cependant, la vache peut également présenter des causes involontaires, comme par exemple, une période d'anoestrus prolongée ou des problèmes infectieux utérins qui obligent l'éleveur à post-poser le moment de la première insémination (Hanzen, 2013-2014) (Figure 5). Rajala-Shultz et Frazer (2003) ont rapporté une période d'attente de 93 jrs. En Portugal, l'enquête rétrospective menée par Rocha et al. (2001) a révélé un intervalle vêlage-IA1 de 95,4 jrs, relativement long par rapport à l'intervalle 67-88 jrs rapporté par de nombreux auteurs (Berger et al., 1981 ; Coleman et al., 1985 ; Fagan et al., 1989 ; Armstrong et al., 1990). L'étude réalisée en Iran par Ansari-Lari et al. (2010) a rapporté également une période d'attente de 67 jrs, relativement inférieurs à celle rapportée en Algérie (72,3 jr) par Miroud et al. (2014).

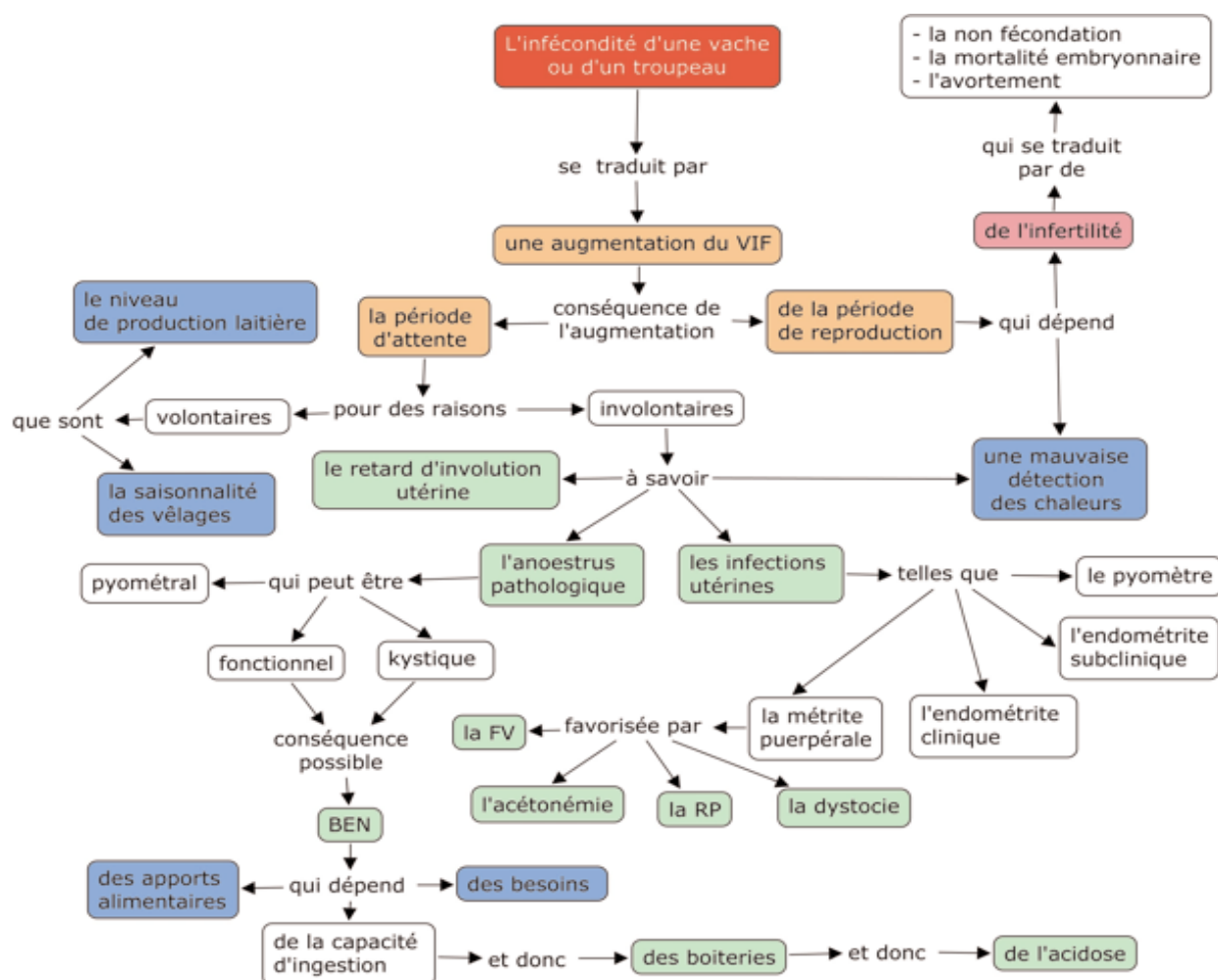


Figure 5: Carte conceptuelle du raisonnement hypothético-déductif appliqué à l'interprétation d'un problème d'infécondité individuel ou de troupeaux (Hanzen et al., 2013)

2.1.1.2.4. Intervalle entre la première insémination et l'insémination fécondante

Cet intervalle dépend essentiellement du nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation, c'est-à-dire la fertilité. Sa valeur moyenne, exprimée en jours, est établie à partir de chaque intervalle entre la première IA et l'insémination fécondante. Une période de reproduction nulle sera arbitrairement considérée pour les animaux gestants en première insémination. Une valeur inférieure à 30 jours doit être considérée comme normale (Hanzen, 2013-2014). L'étude rétrospective menée par Miroud et al. (2014) a révélé une période de reproduction de 69 jrs. Les causes de l'allongement de cet intervalle peuvent être en rapport avec la détection des chaleurs et d'autres étiologies diverses comme la mortalité embryonnaire et le Repeat-Breeding.

La détection des chaleurs constitue l'un des facteurs essentiels de fertilité puisqu'elle conditionne le choix du moment de l'IA non seulement par rapport au vêlage mais également par rapport au début des chaleurs. Elle influence à la fois la période d'attente et la période de reproduction (Figure 5). D'après Nebel et al. (1987) la détection des chaleurs représente 30% des problèmes d'élevage laitier sachant qu'au maximum 46% des femelles sont inséminées avec un taux de progestérone élevé dans le lait.

La dégradation de la fertilité s'explique sans doute par un accroissement de la mortalité embryonnaire et fœtale. L'étude des intervalles entre inséminations montre que le pourcentage de retour après 24 jours est en augmentation et traduit probablement plus de mortalité embryonnaire tardive et aussi des difficultés de détection des chaleurs (Barbat et al., 2005). D'après Walsh et al. (2011) les pertes embryonnaires les plus nombreuses surviennent généralement lors des trois premières semaines après l'IA. Diskin et ses collaborateurs (2006) ont rapporté que 60% des premières IA des vaches Holstein conduites au pâturage aboutiraient à des échecs, répartis en 10% d'échecs à la fécondation, 43% de mortalité embryonnaire précoce (MEP) et 7% de mortalité embryonnaire tardive (MET).

La prédisposition à la MET est multifactorielle. L'alimentation, la production laitière, l'état corporel des femelles, l'âge, le potentiel génétique, l'état sanitaire et la saison de reproduction représentent les principales étiologies de la mortalité embryonnaire.

2.2. Notion de fertilité

La fertilité en élevage laitier est l'aptitude de l'animal de concevoir et maintenir une gestation si l'insémination a eu lieu au bon moment par rapport à l'ovulation (Darwash et al., 1997). C'est aussi le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation (Hanzen, 1994).

2.2.1. Critères de mesure de la fertilité

2.2.1.1. Index de fertilité et le taux de gestation

L'index de fertilité est défini par le nombre d'IA nécessaires à l'obtention d'une gestation. Des valeurs inférieures à 1,5 et à 2 sont considérées comme normales respectivement chez les génisses et chez les vaches (Klingborg, 1987). L'index de gestation (conception rate) est égal à l'inverse de l'index de fertilité, il s'exprime sous la forme d'un pourcentage.

Il est calculé par le rapport (x 100) entre le nombre de gestations obtenues après la première IA et le nombre total d'animaux inséminés. D'après Klinborg (1987), un taux de conception à l'IA1 compris entre 40-50% est considéré comme une excellente fertilité et entre 20-30%, comme une fertilité moyenne.

En Portugal, l'étude rétrospective menée par Rocha et ses collaborateurs en (2001) durant la période 1980-1998 a rapporté une fertilité satisfaisante avec un index de fertilité de 1,4.

Des taux similaires ont été également rapportés par Kinsel et Etherington (1998) ; Judge et al. (1999). D'après une étude réalisée en Iran par Ansari-Lari et al. (2010) sur 8204 lactations, le taux de réussite à l'IA1 est de 41% et le nombre d'IA par conception est 2,5. D'après le même auteur, le niveau de la production laitière et le statut sanitaire (kyste ovariens, infections utérines, adhérences burso-ovariennes) ont des effets significatifs sur l'augmentation du nombre de jours ouverts et la baisse du taux de conception à l'IA1.

En Algérie, Miroud et ses collaborateurs (2014) ont révélé une infertilité avec un TRIA1 de 25%. Pareillement, l'étude de Ghoribi et al. (2005) menée à l'Est algérien a rapporté un taux similaire de réussite à l'IA1 de 28% (1995) et 26% (1996) avec augmentation respective de l'index de fertilité de 3,71 à 4,96. Washburn et al. (2002) ont rapporté un index de fertilité de 2.94 lors d'une enquête réalisée durant les années 1994-1996.

2.2.1.2. Le pourcentage de vaches à plus de 2 IA

L'infertilité se traduit par l'augmentation de l'index de fertilité au-delà de sa valeur moyenne admise soit 1,5 à 2. Elle entraîne pour l'éleveur un manque à gagner certain puisqu'elle contribue à augmenter le délai nécessaire à l'obtention d'une gestation. Le «Repeat-Breeding» en est une des manifestations cliniques fréquemment rencontrée. Sera qualifiée d'infertile ou de repeat-breeder, toute vache non gestante après 2 voire 3 IA ou saillies naturelles, qui a une activité cyclique régulière et qui ne présente aucune cause majeure cliniquement décelable susceptible d'être responsable de son infertilité. L'importance de la problématique des vaches laitières non gestantes avec multiple IA communément appelées « Repeat-breeder » repose sur deux facteurs, son incidence et son impact économique. Sa fréquence dans les exploitations bovines est comprise entre 10 et 24% (Hanzen, 2013-2014). Les pertes monétaires associées à ce problème proviennent des frais vétérinaires et d'inséminations, de la diminution de la productivité ainsi que des pertes en lien avec la réforme involontaire.

Deux situations importantes menant aux échec de conception des vaches, les problèmes potentiels de fécondation qui sont rapportés jusqu'à environ 15% (Demetrio et al., 2007) et la mortalité embryonnaire précoce, pour sa part, entre 21 et 65% (Coleman et al., 1985).

Les facteurs de risque extrinsèques comme les problèmes en période du post-partum, dystocie, rétention placentaire, métrite (Bell et Robert, 2007), le kyste ovarien (Ansari et al., 2010) et l'endométrite (LeBlanc et al., 2002) sont reconnus pour être associés à de mauvaises performances de reproduction. D'après Gröhn et rajala (2000), une réduction du taux de conception de 14%, 15% et 21% a été observée respectivement lors d'une rétention placentaire, métrite et kyste ovarien.

D'après Gilbert et al. (2005), l'endométrite clinique ou subclinique est à l'origine d'une augmentation du nombre d'IA par conception. De même, une hypocalcémie, une cétose, une acidose et un déplacement de la caillette peuvent être à l'origine d'une augmentation de l'index de fertilité (LeBlanc et al., 2002 ; Kim et kang, 2003 ; Gilbert et al., 2005). Les travaux d'Ansari-Lari et al. (2010) ont rapporté une augmentation de l'index de fertilité lors d'infections utérines, de kystes ovariens et les adhérences ovariennes.

Par ailleurs, l'étude réalisée par Garcia-Ispuerto (2007) a révélé que la rétention placentaire n'avait aucun effet significatif sur la fertilité.

3. CHAPITRE 3

Facteurs de risque d'infertilité chez l'espèce bovine

Les facteurs responsables d'infertilité ont été répartis en deux catégories, l'une rassemblant les facteurs individuels inhérents davantage à l'animal, l'autre regroupant plus les facteurs collectifs propres au troupeau et relevant de son environnement ou de l'éleveur.

3.1. Facteurs liés à l'animal

3.1.1. Le numéro de lactation

En élevage laitier, l'effet du numéro de lactation sur la fertilité est controversé (Rhodes et al., 2003). De nombreuses études ont rapporté une réduction de la fertilité avec l'augmentation du numéro de lactation (Gwasdauskas et al., 1981a ; Hillers et al., 1984 ; Weller et Ron, 1992 ; Lucy et al., 1992 ; Pinto et al., 2000 ; Humblot, 2001). Les génisses sont habituellement plus fertiles que les vaches (Ron et al., 1984). D'après Butler (2005), le taux de conception chute de 65% (génisses) à 51% (primipare) pour atteindre 35 à 40% chez les pluripares. Boichard et ses collaborateurs (2002) ont également rapporté une diminution du TRIA1 avec l'augmentation du numéro de lactation chez la Prim'Holstein (Figure 6).

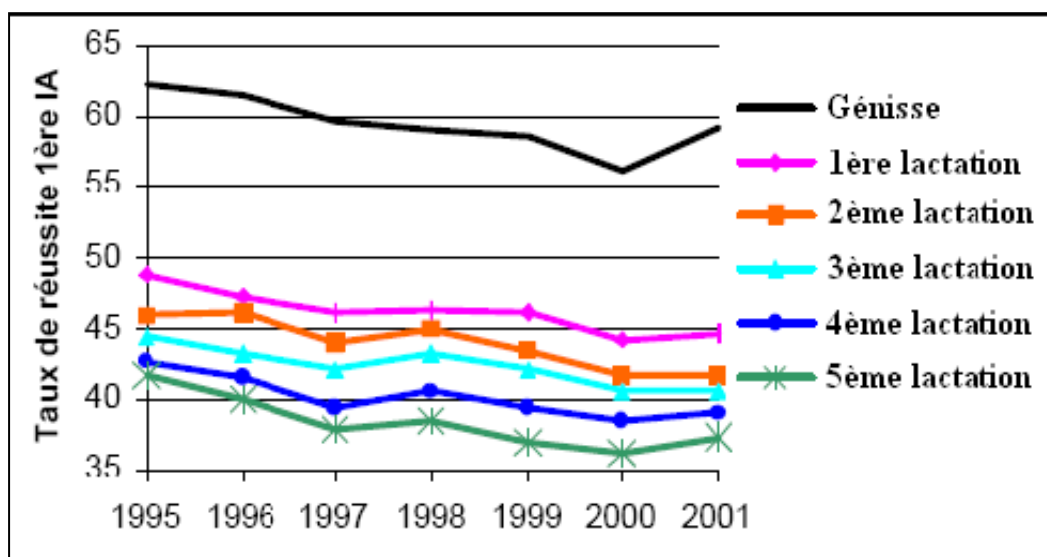


Figure 6: Evolution du taux de réussite en 1ère insémination en race Prim'Holstein

(Boichard et al., 2002)

Selon Weigel (2006) le taux de conception diminue avec l'augmentation du numéro de lactation des femelles Holstein, il est respectivement de 44, 41, 39 et 37% pour la 1^{ère} à la 5^{ème} lactation. Des augmentations significatives des taux de conception chez les primipares par rapport aux multipares ont également été enregistrées (27,4 vs 24,1% $p < 0,01$, Chebel et al., 2004) et (57,8 vs 40,9, Ferris et al., 2014).

Par ailleurs, des observations opposées ont été rapportées à l'encontre des variations de la fertilité en fonction du numéro de lactation. Certains auteurs ont observé, soit une augmentation de la fertilité (Dohoo et al., 1983; Fonseca et al., 1983; Lucy et al., 1992; Silva et al., 1992) soit absence d'effet du numéro de lactation (Steffan et Humblot, 1985 ; Villa-Godoy et al., 1988 ; Oltenacu et al., 1990 ; Bagnato et Oltenacu, 1994; Rety, 1994).

La baisse de fertilité avec le numéro de lactation serait liée à une augmentation de la fréquence de MEP et MET (Pinto et al., 2000) et à une fréquence accrue de rétentions placentaires et de kystes ovariens (Gröhn et al., 1990).

3.1.2. La race

Depuis ces trois dernières décennies, la fertilité des vaches a connue une baisse considérable, observée chez toutes les races, plus particulièrement la Prim'Holstein (Barbat et al., 2007). Chez cette même race, une baisse du taux de conception de 22% (fin année 70) à 12% (début année 2000) a été rapportée (DeVries et Risco, 2005). Barbat et ses collaborateurs (2005) ont également enregistré une chute du taux de conception de 63% (1995) à 55% (2003) chez les génisses Prim'Holstein. De même, Heins et ses collaborateurs (2006) ont rapporté des taux de conception respectifs de 22, 31 et 35% pour la race pure Prim'Holstein et les races croisées (Holstein/Montbéliarde et Holstein/Normande). Un bilan de fertilité des races Prim'Holstein et Montbéliarde réalisé en France par Le Mezec et ses collaborateurs (2010) a rapporté une baisse de fertilité, observée surtout depuis l'année 2000. L'ampleur de cette baisse était de l'ordre de 2 à 3 % pour la Montbéliarde et plus de 5% pour la Prim'Holstein. En revue de la littérature, des travaux de Royal et al. (2000) et Lucy (2001) ont indiqué des chutes annuelles de taux de conception à un rythme de 1% chez la Prim'Holstein. Plus récemment, Dezetter et ses collaborateurs (2015) rapportent également des taux de conception de 38, 46 et 51%, respectivement pour la Prim'Holstein, Normande et la Montbéliarde.

3.1.3. Production laitière

Production laitière dans le monde : *Quelques chiffres ...*

- ✓ La production laitière a connue une augmentation exponentielle ces dernières années, une production mondiale estimée à 770 millions de tonnes (2012) contre 728 millions (2011) contre 646 millions (2007).
- ✓ En 2013, on compte 269 Millions de vaches laitières dans le monde, près de 40% (Asie), 14% (Europe) et seulement un peu plus de 3% aux Etats-Unis.
- ✓ Une forte disparité de compétitivité et de rendements laitiers :
 - très faible en Inde (1400 litres/ vache/an),
 - UE (6700 litres/ vache/an)
 - Très élevée aux Etats-Unis (9900 litres/ vache/an)
 - Algérie (4000 litres/ vache/an)
- ✓ En 2014, la production laitière en Algérie est estimée à 3,5 milliards de litre
- ✓ L'Etat algérien consacre annuellement plus de 46 milliards de DA au soutien de la filière lait pour encourager la production et réduire la facture d'importation qui avait atteint en 2013, 1,13 milliard de dollars.

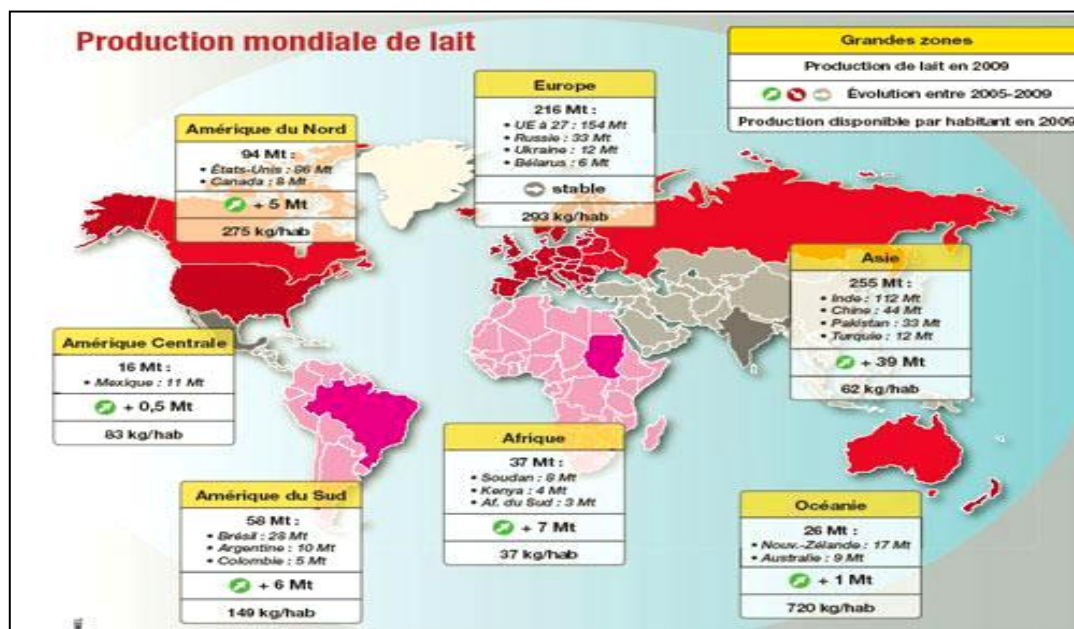


Figure 7 : Production mondiale de lait. Source : <http://www.rlf.fr/actualites/dossier-les-mille-et-un-visages-du-lait-dans-le-monde:UXC3GZNN.html> (consultation juin 2015)

► LE RENDEMENT LAITIER

kg/vache/an	2008	2009	2010	2011	2012
MONDE	2 371	2 334	2 353	2 361	2 388
Amérique du Nord et centrale	6 496	6 487	6 579	6 632	6 745
Etats-Unis	9 251	9 332	9 593	9 678	9 841
Canada	8 475	8 721	8 729	8 851	9 135
Mexique	4 659	4 655	4 691	4 652	4 732
Europe	5 195	5 301	5 425	5 523	5 566
U.E. à 27	6 216	6 292	6 511	6 687	6 705
Allemagne	6 776	7 004	7 086	7 240	7 281
France	6 290	6 232	6 468	6 849	6 781
Ukraine	3 727	3 931	3 960	4 057	4 210
Russie	3 518	3 608	3 601	3 537	3 588
Océanie	4 194	4 406	4 404	4 621	4 772
Australie	5 893	5 545	5 895	5 990	5 886
Nouvelle-Zélande	3 588	3 995	3 902	4 168	4 424
Amérique du Sud	1 843	1 865	1 920	1 984	2 005
Argentine	5 779	5 724	6 070	6 125	6 681
Colombie	1 691	2 003	2 272	2 288	2 479
Brésil	1 316	1 336	1 376	1 406	1 420
Asie	1 646	1 641	1 632	1 627	1 664
Chine	2 883	2 791	2 518	2 539	2 600
Inde	1 229	1 259	1 284	1 313	1 336
Afrique	505	471	497	511	517

Figure 8: Rendement laitier dans le Monde. Source : <http://www.produits-laitiers.com/l-economie-laitiere-dans-le-monde/> (consultation juin 2015)

La fertilité des vaches représente un enjeu majeur pour les exploitations laitières. Dans les années 50, Murray (1959) rapportait une dégradation de la fertilité des vaches laitières sur les vingt-cinq années précédentes. Aujourd'hui, la littérature révèle toujours, à l'échelle mondiale, une tendance à la diminution de la fertilité des vaches laitières. Le taux de conception a diminué de près de 1% par an en Europe depuis les années 80 et de plus de 0,5% par an aux Etats-Unis depuis les années 50. Des taux de réussite à l'IA1 variant de 39 à 52% en Irlande et Nouvelle Zélande (Dillon et al., 2006 ; MacDonald et al., 2008) et 30 à 40% aux Etats Unis et Royaume-Uni (Pryce et al., 2004 ; Norman et al., 2009) ont été rapportés.

Le déclin de la fertilité est multifactoriel : la conduite d'élevage, la nutrition, la production laitière et la génétique en sont les principales raisons (Dobson et al., 2007).

Le raisonnement hypothético-déductif des facteurs de risque influençant la fertilité peut s'organiser sous la forme d'une carte conceptuelle (figure 9).

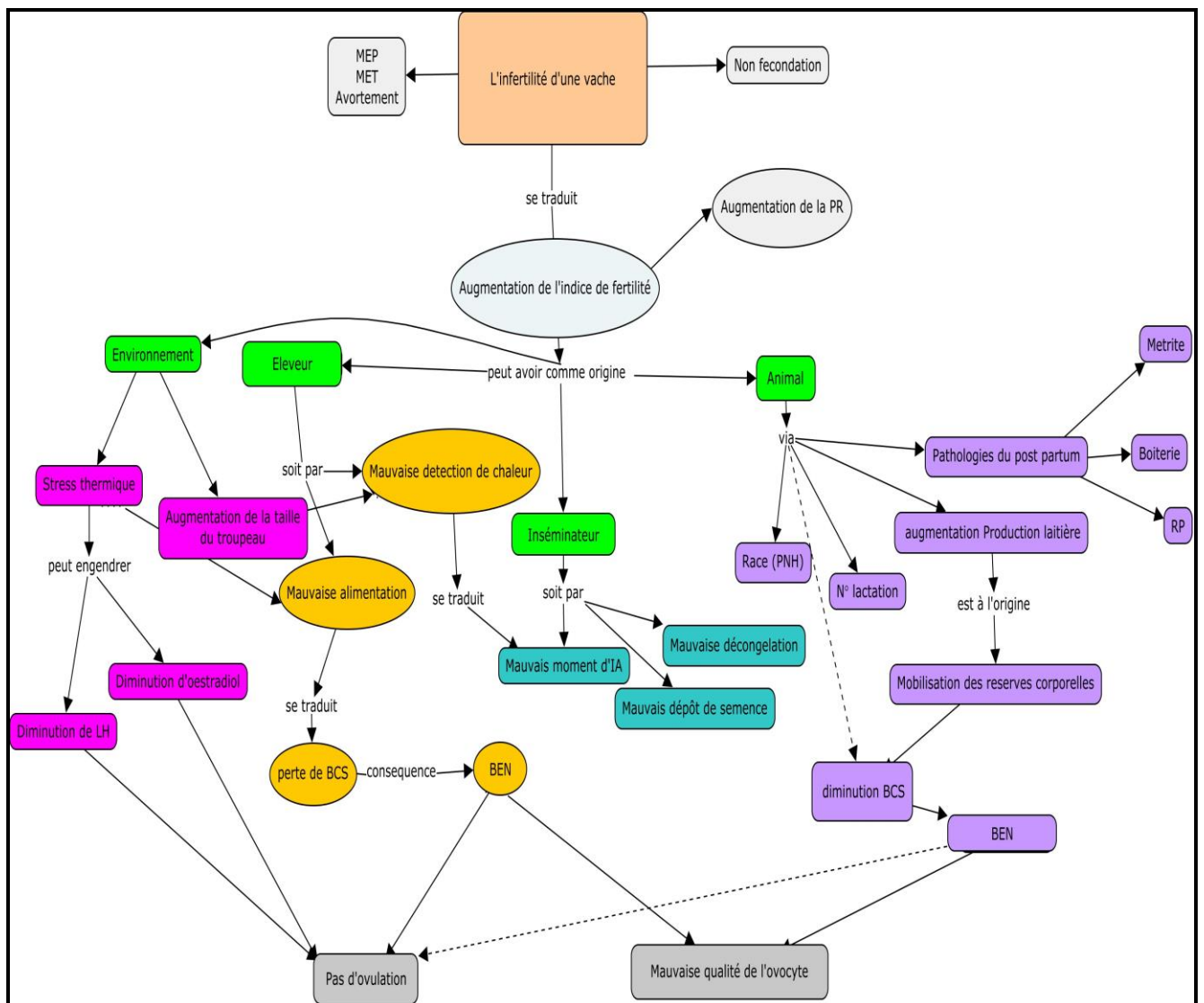


Figure 9 : Carte conceptuelle du raisonnement hypothético-déductif appliqué à l'interprétation de l'infertilité d'une vache (synthèse personnelle)

En revue de la littérature, de nombreux auteurs (Berger et al., 1981 ; Laben et al., 1982 ; Faust et al., 1988 ; Butler, 1998 ; Dematawewa et Berger, 1998 ; Gröhn et Rajala, 2000 ; Abdallah et McDaniel, 2000 ; Washburn et al, 2002 ; Pryce et al., 2004 ; Windig et al., 2005 ; Kafi et al., 2012) ont rapporté une corrélation négative entre la production laitière et la fertilité, qui selon Boichard et al. (1998) elle est de -0,3. L'accroissement de la production laitière au pic de lactation ou à l'insémination, ou l'augmentation de la production cumulée des premières semaines de lactation (3-17 premières semaines) pouvait être associée à une

diminution du taux de conception (Fonseca et al., 1983; Ferguson, 1991; Nebel et McGilliard, 1993 ; Rety, 1994 ; Ferguson, 1996; Loeffler et al., 1999 ; Humblot, 2001).

Une enquête rétrospective (1991-2000) réalisée par Lopez-Gatius (2003) a révélé une hausse d'infertilité à cause de l'augmentation du niveau de la production du lait, sachant que le gain phénotypique pour la production laitière par vache et par an est de 193 kg (Etats Unis), 131 kg (Pays Bas), 46 kg (Irlande) et 35 kg (Nouvelle Zélande) (Dillon et al., 2006).

L'enquête rétrospective réalisée par Rajala-Shultz et Frazer (2003) sur 1772 élevages laitiers durant 1992-1998 a également révélé une diminution du taux de conception de 50,2 à 47% et une augmentation de l'indice de fertilité de 1,91 à 2,07 à cause de l'amélioration du niveau de production laitière. La probabilité de gestation à la première IA est diminuée de moitié de 0,5 à 0,25 entre 30 et 50 kg de lait produit au pic de lactation (Disenhaus et al., 2005).

Le déclin de la fertilité lié à l'accroissement de la production laitière pourrait s'expliquer par les conséquences d'une balance énergétique négative. Cette dernière réduit non seulement les concentrations en progestérone sérique mais également la sécrétion hypothalamique de la GnRH retardant ainsi le moment de la première ovulation par : inhibition de la fréquence des pulses de LH, faible glycémie, faible insulïnémie et faible teneur en IGF1 (Butler, 2000). En outre, l'amélioration du potentiel laitier augmente la fréquence des chaleurs silencieuses, de métrites, de kystes ovariens (Gröhn et al. 1990), d'acétonémie (Curtis et al. 1985) et de fièvre vitulaire (Dohoo et Martin 1984).

Contrairement à de nombreux auteurs, Lopez et al. (2005) ; Garcia-Ispuerto et al. (2007) n'ont rapporté aucun effet significatif de la production laitière sur la fertilité.

3.1.4. Pathologies du post-partum

La plupart des troubles sanitaires affectent la fertilité chez la vache laitière. En revue de la littérature, la rétention placentaire (Holt et al., 1989; Lee et al., 1989 ; Gröhn et Rajala-Schultz, 2000 ; Maizon et al., 2004) les infections utérines (Erb et al., 1985; Steffan, 1987 ; Nakao et al., 1992 ; Gröhn, Rajala-Schultz, 2000 ; Leblanc et al., 2002 ; Sheldon, 2004 ; Maizon et al., 2004 ; Gilbert et al., 2005) les kystes ovariens (Erb et al., 1985; Steffan, 1987 ; Loeffler et al., 1999 ; Fourichon et al., 2000) les infections mammaires (Steffan, Humblot, 1985 ; Steffan, 1987 ; Loeffler et al., 1999) les affections podales (Hernandez et al., 2001 ; Melendez et al., 2003 ; Hultgren et al., 2004) ainsi que l'hypocalcémie, la cétose, l'acidose et

le déplacement de la caillette (LeBlanc et al., 2002 ; Kim et kang, 2003 ; Gilbert et al., 2005 ; Roche, 2006) sont des facteurs de risque d'une faible fertilité.

L'incidence des métrites chez la vache laitière varie entre 10 et 36% (Goshen et Shpigel, 2006 ; Santos et al., 2010, Chapinal et al., 2011), généralement diagnostiquées durant la première semaine après le part (Sheldon et al., 2006). Une méta-analyse réalisée par Elkjaer et al. (2012) sur 398 237 lactations issues de 282 000 vaches Holstein (2006-2010) a montré une réduction de 20% sur le TRIA1 chez les femelles présentant une métrite. Selon Gröhn et Rajala-Schultz (2000), des réductions des TRIA1 de 14, 15 et 21% ont été rapportées respectivement lors de rétention placentaire, métrite et kyste ovarien. Le Blanc et ses collaborateurs (2002) ont rapporté un effet défavorable de l'endométrite clinique sur le taux de conception à l'IA1 entre J20 et J33 post-partum. Pareillement Pour Gilbert et al. (2005), une réduction significative du TRIA1 (11 vs 36%) a également été enregistrée chez les vaches présentant une métrite sur 141 vaches Holstein prélevées entre j40 et j60. D'après l'étude réalisée par Giuliadori et al. (2013) les métrites représentent un facteur de risque sur le taux de conception, l'*odds ratio* des femelles atteintes d'infection utérine était relativement faible (OR=0,21 p<0,001). L'étude réalisée par Ansari-Lari et al. (2010) a enregistré une augmentation de l'indice de fertilité lors d'infections utérines, kystes ovariens et adhérences ovariennes. Contrairement, l'étude réalisée par Garcia-Ispuerto et al. (2007) a révélé que la rétention placentaire n'avait aucun effet significatif sur la fertilité.

Les infections mammaires ont également un effet défavorable sur la fertilité. D'après Barker et al. (1998) ; Schrick et al. (2001) ; Santos et al. (2004) des mammites sub-cliniques et cliniques survenant avant l'insémination sont à l'origine d'une augmentation de l'indice de fertilité. Pareil effet, le nombre d'IA par conception est plus élevé chez les sujets présentant des mammites cliniques par rapport aux sujets indemnes (2.1 vs 1.6) avec prolongation de la durée d'anoestrus de 60 jrs (140 vs 80 jrs) (Ahmadzadeh et al., 2009).

Les boiteries peuvent agir sur les performances de reproduction de plusieurs façon, soit en diminuant l'intensité des signes de chevauchement en raison des appuis douloureux, soit en favorisant la dissémination d'agents infectieux ou en aggravant la mobilisation des réserves corporelles et le déficit énergétique post-partum (Hultgren et al., 2004).

Leur incidence varie de 2 à 20% (Bergsten, 2001) et elles surviennent généralement dans les 2 à 3 premiers mois de lactation (Rowlands et al., 1985). Hernandez et al. (2001) ; Melendez et al. (2003) ont rapporté une augmentation de l'index de fertilité associée à une diminution du TRIA1 lors de boiterie.

3.1.5. Note d'état corporel

La note d'état corporel (NEC) a été très largement utilisée pour appréhender les bilans énergétiques chez la vache laitière. Elle représente un bon indicateur de la lipomobilisation et de la balance énergétique négative en début de lactation. De nombreux auteurs ont rapporté l'effet de la NEC sur la fertilité. L'estimation de la NEC durant la période de tarissement et le premier mois de lactation est un véritable outil pour identifier les femelles à risque pour la conception à l'IA1 (Domecq et al., 1997). Une perte d'état corporel importante entre le vêlage et la première insémination est associée à une diminution du TRIA1 (Disenhaus et al., 1985 ; Butler et Smith, 1989; Ferguson, 1991; Loeffler et al., 1999; Pryce et al., 2001). Les vaches perdant 0,4 et 0,8 points durant le 1er mois de lactation ont un TRIA1 inférieur en valeur relative de 14,5 % et de 26,5 % respectivement par rapport aux vaches ne perdant pas de NEC au cours de la même période. Pour Butler (2005), chaque demi-point de NEC perdu est associé à une baisse de 10% du taux de conception. Berry et al. (2007) ; Roche et al. (2009) ont rapporté un faible taux de réussite à l'IA pour les vaches ayant une faible NEC au vêlage ou bien une perte corporelle excessive en début de lactation. Une augmentation d'une unité de la NEC est à l'origine d'une augmentation de 13% du taux de conception (Burke et al., 1996). De même, une faible NEC est à l'origine d'un faible taux de conception à j27 et j45 post-IA (Moreira et al., 2000). D'après Lopez et al. (2005), 83% des femelles ayant une $NEC \leq 2.5$ sont anovulatoires. Les taux d'anovulations sont de 38, 34, 22 et 9% respectivement pour une NEC de 2,75 ; 3 ; 3,25, $\geq 3,5$. Une perte d'une unité de la NEC (sur une échelle de 5) en début de lactation est à l'origine d'une faible fertilité associée à un taux de conception à l'IA1 variant de 17 à 38% (Butler, 2000). D'après Loeffler et al. (1999), les vaches avec une NEC de 3 à l'IA sont plus fertiles.

De nombreux auteurs, Butler et Smith (1989) ; Ferguson et Otto (1989) ; Ferguson (1992) ont rapporté un taux de conception à l'IA1 de 53% lors d'une perte de la NEC de 0,5 à 1 point durant la période d'attente, ce taux de conception peut chuter jusqu'à 17% lors d'une perte supérieure à 1 point.

D'après Domecq et al. (1997) un gain de la NEC au tarissement est associé à une élévation du taux de conception à l'IA1 par contre, une perte de l'état corporel durant le premier mois de lactation est accompagnée d'une réduction du taux de conception à la première IA. D'autres études ont révélé qu'une augmentation d'une unité de la NEC est à l'origine d'une augmentation du taux de gestation de 13% (Moreira et al., 2000).

La perte d'une unité de NEC durant le premier mois post-partum serait à l'origine d'une diminution de 18,5% du taux de détection (Burk et al., 1997)

Par ailleurs, quelques études ont conclu à l'absence de relation entre la baisse d'état corporel et les paramètres de reproduction durant les premières semaines de lactation (Stevenson et Britt, 1979; Ducker et Morant, 1984; Ruegg et Milton, 1995 ; O'Callaghan et al., 2000 ; Snijders et al., 2001).

3.2. Facteurs liés à l'environnement

3.2.1. Détection des chaleurs

La détection des chaleurs est une étape clé de la mise à la reproduction dans les exploitations bovines où l'IA est pratiquée. Sa qualité constitue l'un des facteurs de risque d'infertilité les plus importants à l'échelle de l'éleveur puisqu'elle conditionne le choix du moment de l'insémination, non seulement par rapport au vêlage (durée de la période d'attente), mais également par rapport au début des chaleurs. Selon certaines études, 40% des ovulations post-partum a lieu sans que les 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 (King et al., 1976 ; DeKruif, 1978 ; Sreenan, 1981 ; Villa-Godoy et al., 1988, Opsomer, 1996). Au cours des 30-50 dernières années le pourcentage d'animaux en chaleur a diminué de 80 à 50%, la durée d'acceptation du chevauchement (signe spécifique de l'œstrus) de 15 à 5 heures et le TRIA1 de 70 à 40% (Dobson et al., 2008).

La détection des chaleurs résulte de deux composantes :

- le niveau d'expression des chaleurs par la vache,
- les pratiques mises en œuvre par l'éleveur pour les détecter.

Cependant, l'expression œstrale peut être influencée par de nombreux facteurs :

Facteurs individuels

Héritabilité : l'expression œstrale a une faible héritabilité (0,21), elle varie d'une femelle à une autre et d'un état œstral à un autre (Roxström et al., 2001).

Post-partum : l'élévation de la progestéronémie issue d'une ovulation silencieuse semble être favorable à l'expression œstrale du prochain cycle (Allrich, 1994).

Rang de lactation : les avis sont contradictoires. Pour certains auteurs (Van Vliet et Van Eerdenburg, 1996 ; Orihuela, 2000) l'intensité œstrale augmente avec la parité, pour d'autres, elle est plus élevée chez les primipares (Lopez-Gatius et al., 2005 ; Yaniz et al., 2006).

Production laitière : Les femelles produisant plus de 39,5 kg/j ont une faible expression œstrale que les femelles produisant moins de 39,5 kg/j. Une augmentation de 1 kg de lait est associée à une baisse de 1,6% du comportement œstral (Lopez-Gatius et al., 2005).

Pathologies : l'intensité œstrale diminue de 50% en cas de boiterie. Ces dernières sont à l'origine d'une diminution des décharges de pulses de LH (0,53 vs 0,76 pulse/heures) (Dobson et al., 2008).

Traitement hormonal : la progestérone augmente les récepteurs hypothalamiques à l'œstradiol durant la phase lutéale et donc la sensibilité à l'œstradiol (Blache et al., 1994). Par ailleurs, des auteurs ont rapporté un comportement œstral plus long lors de chaleurs naturelles que les chaleurs induites (15,3 vs 13,3hrs, Vaca et al., 1985) (21,7 vs 19,8hrs, Jaume et al., 1980).

Facteurs collectifs

Présence du mâle : la présence de taureau dans le troupeau peut avoir un effet positif sur l'expression œstrale et donc sur la fertilité (Lopez-Gatius et al., 2005).

Saison : le stress thermique réduit l'intensité œstrale (Arthur et Rahim, 1984). De même, les fortes pluies, les vents forts et l'augmentation de l'humidité

réduisent ou suppriment le comportement œstral (Kilgour et al., 1977 ; Allrich, 1993).

Nutrition : une sous-nutrition ou une perte excessive des réserves corporelles peut affecter négativement l'expression œstrale (Orihuela, 2000 ; Lucy, 2003 ; Ferguson, 2005).

Taille du troupeau : l'augmentation de l'intensité œstrale est positivement corrélée avec l'augmentation des congénères en état œstral (Roelofs et al., 2005). Les activités de monte sont multipliées par cinq quand le nombre de vache en chaleur à la même période est multiplié par quatre ou plus (49,8 vs 11,2%) (Hurnik et al., 1975).

Le moment, la durée ainsi que la fréquence d'observation ont un effet important sur la détection des chaleurs (Gwasdauskas et al., 1981 ; Roelofs et al., 2005). Malheureusement, cette dernière demeure un problème majeur dans l'élevage, puisque deux tiers des exploitations ne pratiquent qu'occasionnellement cette activité (Coleman et al., 1985), un exploitant sur quatre seulement y consacrant plus de 20 minutes par jour (Schermerhorn et al., 1986). L'étude réalisée par Roelofs et al. (2010) a montré que seulement 19% des femelles sont détectées en chaleur avec deux observations par jour d'une trentaine de minutes par observation, ce taux augmente à 30% avec trois observations par jour de trente minutes et il pourra même atteindre 60 à 90% toujours avec trois observations de trente minutes, si tout les signes spécifiques de chaleur sont observés (chevauchement des congénères et acceptation des chevauchements). Pareil effet, Van Eerdenburg et al. (1996) ont rapporté une augmentation du taux de détection de 12 à 74% avec trois observations de trente minutes. Une autre étude (Cavestany et al., 2008) a enregistré un taux de 94% avec deux observations de soixante minutes, l'une à l'aube et l'autre au crépuscule. Ce taux peut chuter à 30-40% si la durée diminue de trente minutes.

Une insuffisance de la fréquence de détection des chaleurs (Barr, 1975 ; Spalding et al., 1975 ; Foote et al., 1979) ou de l'interprétation de leurs signes (Reimers et al., 1985) est à l'origine d'animaux qui ne sont pas réellement en chaleur au moment de l'IA. Ce taux n'est pas négligeable, il peut atteindre 19% (Sturman et al., 2000) et même plus (46%) (Nebel et al., 1987).

3.2.2 Stress thermique

En revue de la littérature, la fertilité et la fécondité présentent des variations saisonnières (Thatcher, 1974 ; Gwasdauskas et al., 1975 ; Fulkerson, 1984 ; Gröhn et al., 1990 ; Hageman et al., 1991 ; Silva et al., 1992 ; Al Katanani et al., 1999 ; Roth et al., 2001 ; Lopez-Gatius et al., 2003 ; Chebel et al., 2004). Pendant les mois chauds d'été, les auteurs sont nombreux à rapporter un allongement de l'anoestrus post-partum, une diminution de l'expression œstrale (Gwasdauskas et al., 1981b ; Thatcher et al., 1984, Hansen et Arechiga, 1999) et une baisse de fertilité (Ray et al., 1992 ; Thompson et al., 1996 ; Al Katanani et al., 1999 ; Sartori et al., 2002 ; De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Lopez-Gatius, 2003 ; Garcia-Ispuerto et al. 2007 ; Huang et al., 2008 ; Flamenbaum et Galon, 2010). Des études ont rapporté une baisse significative de la fertilité en saison estivale par rapport à l'hiver (24 vs 52%, Barker et al., 1994) (33 vs 46%, De Rensis et al., 2002) (27 vs 41%, Flamenbaum et Galon, 2010).

Cependant, plusieurs causes sont à l'origine d'une baisse de fertilité en période estivale. Une réduction de la qualité ovocytaire (Gendelman et al., 2010 ; Shehab-El-Deen et al., 2010), de la qualité embryonnaire (Ealy et al., 1993 ; Sartori et al., 2002) ainsi qu'une baisse significative des sécrétions stéroïdiennes (Wilson et al., 1998 ; Wolfenson et al., 2000 ; Ozawa et al. 2005) ont été rapportées. Un stress thermique de 50 à 20j avant l'IA sera associé à une diminution de la qualité ovocytaire et du développement embryonnaire (Roth et al., 2001). De fortes températures survenant aux environs de l'IA (J-2 et J+6) semblent avoir l'effet le plus marqué sur la baisse de la fertilité (Hansen et Arechiga, 1999 ; Wolfenson et al., 2000 ; Morton et al., 2007). D'autre part, les fortes températures diminuent la concentration sanguine de LH ou sa pulsativité (Lee, 1993) qui a pour conséquence une réduction de la synthèse folliculaire d'œstradiol (Wolfenson et al., 1995) et une réduction des signes de chaleurs (Scaramuzzi, 2003). Un vieillissement ovocytaire prématuré a également été rapporté (Edwards et al., 2005 ; Vazquez et al., 2010). Par ailleurs, le stress thermique réduit la concentration d'inhibine et augmente la sécrétion gonadotrophique (Roth et al., 2000).

En plus des effets néfastes sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, le stress thermique diminue l'ingestion alimentaire, augmente le déficit énergétique, diminue les concentrations de l'insuline ainsi que celle du glucose, responsables d'une perte d'état corporel en début du post-partum (Shehab El Deen et al., 2010). Il pourrait y'avoir, par cette voie métabolique indirecte, un effet sur la fertilité (Hansen et Arechiga, 1999 ; Ronchi et al., 2001).

3.2.3. Taille du troupeau et type de stabulation

L'augmentation de la taille du troupeau est corrélée à la diminution de la fertilité (Ayalon et al., 1971 ; Mac Millan et Watson 1971 ; Spalding et al., 1975 ; De Kruif 1975 ; Laben et al., 1982 ; Taylor et al., 1985 ; Schefers et al., 2010). Des études ont rapporté une mauvaise qualité de détection des chaleurs (Gerard et al., 2008) et une augmentation du pourcentage du repeat breeders (Hewett 1968 ; De Kruif, 1975) avec la taille du troupeau.

Paccard (1981) a enregistré de bonnes performances de reproduction pour les femelles en stabulation libre, par le biais d'une plus grande facilité de détection des chaleurs et de plus d'exercice des vaches. La liberté de mouvement acquise par les animaux en stabulation libre est de nature à favoriser la manifestation de l'œstrus et sa détection, ainsi que la réapparition plus précoce d'une activité ovarienne après le vêlage (De Kruif, 1977).

Barnouin et al. (1983) ont également rapporté une meilleure fertilité chez les vaches conduites en stabulation libre paillée.

3.2.4. Statut nutritionnel

L'impact des facteurs alimentaires sur les performances de reproduction ainsi que le mécanisme de leurs effets ont fait l'objet de nombreuses études (Otterby et Linn, 1983 ; Weaver et Goodger, 1987 ; Short et Adams, 1988 ; Corah, 1988 ; Lucy et al., 1992 ; Roche et al., 2000 ; Enjalbert, 2003 ; Butler, 2005 ; Gilbert et al., 2005 ; Van Knegsel et al., 2007 ; Roche et al., 2009).

Au cours du post-partum, la vache laitière se trouve devant une situation conflictuelle maximale entre d'une part, la production laitière qui prend une allure ascendante, surtout les deux premiers mois de lactation et d'autre part, la reprise d'une activité ovarienne régulière et la fécondation. Ainsi, un état de déficit énergétique s'installe (Butler, 2000), dont la durée varie généralement entre 5 à 10 semaines, selon le niveau de production laitière et l'état des réserves corporelles au vêlage (Villa-Godoy et al., 1988 ; Grimard et al., 2002).

Il apparaît donc essentiel qu'au travers d'une alimentation adaptée au stade du post-partum de l'animal et de son niveau de production laitière, l'importance du déficit énergétique puisse être minimisée pour assurer une récupération rapide d'un état d'équilibre entre les apports et les besoins (Butler et Smith, 1989).

Une sévère balance énergétique négative (BEN) durant les deux premiers mois du post-partum supprime la sécrétion pulsatile de LH, réduit la réponse ovarienne à la LH et réduit le fonctionnement folliculaire par baisse de production d'œstradiol (Diskin et al., 2003 ; Jorritsma et al., 2003; Garnsworthy et al., 2008) aboutissant à un retard d'ovulation (Butler, 2003). De même, un déficit énergétique durant les 2 à 4 semaines de lactation est à l'origine d'un allongement de l'intervalle vêlage-première ovulation (Butler et al., 1981 ; Butler et Smith, 1989 ; Lucy et al., 1991 ; Opsomer et al., 2000). Une perte d'état supérieure à 0,5 point au cours des 30 premiers jours post-partum est associée avec une probabilité d'ovulation inférieure à 50% avant 50 jours, contre une probabilité plus de 80% pour les vaches dont la perte d'état est inférieure à 0,5 point (Butler, 2005). D'après Lopez-Gatius et al.(2003), les femelles perdant entre 0,5-1 point et plus d'un point de BCS ont respectivement 3,5 et 10,6 jrs de plus pour concevoir.

Les conséquences d'une BEN ne se limitent pas à la reprise tardive de l'activité ovarienne. Une baisse du taux de réussite à l'IA1 a été antérieurement rapportée par de nombreuses études (Butler et al., 1981; Butler et Smith, 1989; Canfield et Butler, 1990 ; Harisson et al., 1990 ; Lucy et al., 1991; Ferguson, 1991 ; Senatore et al., 1996 ; Domezq et al., 1997 ; De Vries et al., 1999 ; Opsomer et al., 2000 ; De Vries et Veerkamp, 2000; Roche et Diskin, 2000).

L'effet négatif d'un apport excessif en protéines au cours du post-partum a fait également l'objet d'études. Une augmentation plasmatique en urée ou en ammoniac serait à l'origine d'une réduction ovocytaire (Rhoads et al., 2006), d'une diminution de la progestérone plasmatique (Butler, 1998), d'une modification de l'acidité des sécrétions utérines (Hammon et al., 2005) et d'une altération de la fertilisation (Larson et al.,1997) et du développement embryonnaire (Sinclair et al., 2000). Une ration à forte teneur en azote dégradable a pour conséquence une perte de poids corporel en début de lactation, une baisse du TRIA1 et une prolongation du délais d'obtention d'une gestation (Westwood et al., 2002).

3.3. Facteurs liés à l'IA

3.3.1. Numéro d'insémination artificielle en période du post-partum

L'obtention d'une fertilité optimale dépend du choix d'une insémination première au meilleur moment du post-partum. Les auteurs sont nombreux à rapporter une augmentation du TRIA1 avec l'augmentation des jours de lactation. Pour la plupart d'entre eux, la fertilité augmente progressivement jusqu'au 60^{ème} du post-partum et se maintient au-delà (Berger et al., 1981 ; Fulkerson, 1984 ; Hillers et al., 1984 ; Ron et al., 1984 ; Thibier et Goffaux, 1986) ou elle augmente lentement de façon régulière au-delà du 40^{ème}j de lactation (Ferguson, 1996; Humblot, 2001) et pour certains, une fertilité réduite jusqu'au 80^{ème} jour du post-partum ou au-delà de 130^{ème} à 150^{ème}j de lactation (Foote, 1979 ; Loeffler et al., 1999 ; Seegers et al., 2005). En Iran, une étude réalisée par Ansai-Lari et al. (2010) a rapporté une augmentation significative du taux de conception de 47% (<100 j) à 69% (<150 j) du post-partum. De même, Hanzen (1994) a enregistré une augmentation significative du taux de conception variant de 19% (<50j) à 35% (>110j) du post-partum. Selon certaines études, des IA1 pratiquées trop tôt sont plus souvent suivies d'une mortalité embryonnaire tardive (Fournier et Humblot, 1989; Humblot, 2001). A l'inverse, d'autres travaux ont montré que la fréquence de la mortalité embryonnaire augmentait avec le rang d'IA (Humblot, 1986 ; Hanzen et al., 1999). Par ailleurs, Gwasdauskas et ses collaborateurs (1981) n'ont pas rapporté d'effet du rang de lactation sur la réussite de l'IA.

3.3.2. Moment de l'IA

Le choix du moment de l'IA par rapport à l'apparition des chaleurs est important afin de maximiser le taux de conception (Dorsay et al, 2011). Depuis longtemps les études de Trimberger et ses collaborateurs (1940) au Nebraska (Etats-Unis) sont considérées comme les travaux fondateurs à partir desquels les recommandations pour le moment de l'IA ont été établies. Un intervalle moyen de 12hrs entre la détection des chaleurs et l'IA a été recommandé (Barrett et Casida, 1946 ; Trimberger, 1948 ; Mac Millan et Watson, 1975 ; Foote 1979). En pratique, une vache vue en chaleur le matin (AM) est inséminée le soir (PM) et une vache vue en chaleur l'après-midi (PM) est inséminée le lendemain dans la matinée (AM).

La règle (AM/PM, PM/AM) est plus efficace dans les élevages ayant une meilleure conduite de détection œstrale (DeJarnette et al, 2004, Dorsay et al., 2011). Il est par ailleurs unanimement reconnu que le moment opportun de l'IA pour l'obtention d'un meilleur taux de conception se situe entre 12 et 18hrs après le début des chaleurs et chute de manière drastique au-delà de 24 heures (Gwasdauskas et al, 1986 ; Dalton et al, 2001 ; Roelofs et al, 2005) et ce, en relation avec la viabilité des ovules et des spermatozoïdes. Des inséminations pratiquées au-delà de 6heures après l'ovulation (qui en moyenne survient dans les 12 heures qui suivent la fin des chaleurs) sont associées d'une réduction du taux de réussite et d'une fréquence accrue des mortalités embryonnaires (Ayalon, 1978; De Kruif, 1978).

Des travaux similaires ont révélé de meilleurs taux de conception entre 6-24hrs (Trimberger, 1948), 4-12hrs (Dransfield et al., 1998) et même 24hrs (Saacke, 2008) après le début des manifestations œstrales. Saacke (2008) a rapporté qu'une IA précoce est à l'origine d'un faible taux de conception mais d'une bonne qualité embryonnaire. A l'inverse, une IA tardive (24hrs) réduit la qualité embryonnaire mais augmente le taux de conception (Figure 10). Selon ce même auteur, si une nouvelle stratégie de synchronisation pourra reporter l'ovulation jusqu'à 30-35hrs après le début des chaleurs, une IA tardive (24hrs) pourrait optimiser le taux de conception et la qualité embryonnaire.

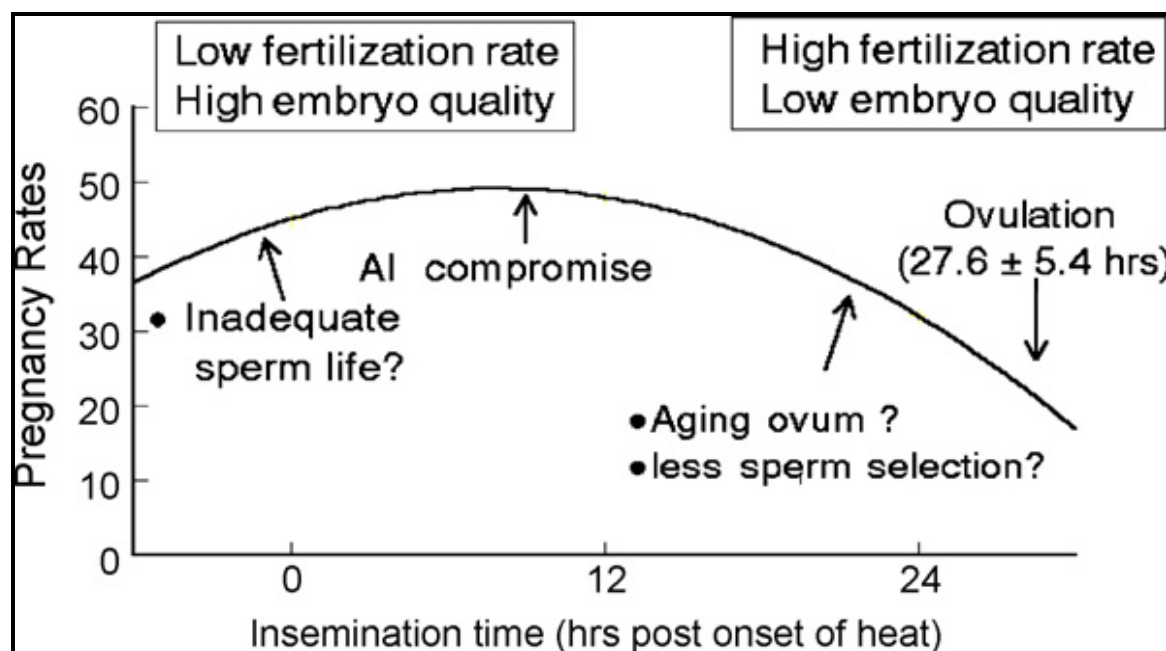


Figure 10 : Moment de l'IA et qualité embryonnaire (Saacke, 2008)

Une étude réalisée par Dorsay et al. (2011) a montré une augmentation significative des taux de conception après insémination des génisses entre 4-24hrs (63,7%, $p<0,05$) par rapport à 0-4hrs (48,1%) et plus de 24hrs (55,9%).

Par ailleurs, Foote (1978) n'a pas observé de différence significative sur le taux de non retour pour une IA pratiquée au même moment de la détection des chaleurs ou 12hrs après le début des manifestations œstrales.

3.3.3. Contrôle de l'état œstral

En revue de la littérature, de nombreuses études ont porté l'intérêt d'examiner l'appareil génital au moment de l'IA afin d'inséminer uniquement les vaches en état œstral (Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1991 ; Sturman et al., 2000 ; Roelofs et al., 2005 ; Roelofs et al., 2010 ; Lopez-Gatius, 2012). La palpation manuelle du tractus génital ainsi que l'examen de l'écoulement vaginal favorisent l'amélioration du taux de conception, réduisent les avortements et l'utilisation inutile de la semence (Lopez-Gatius, 2012). Il est à rappeler qu'une proportion non négligeable (6-20%) (Appleyard et al., 1976 ; Hoffmann et al., 1976 ; Oltner et Edqvist, 1981 ; Claus et al., 1983 ; Reimers et al., 1985 ; Pinto et al., 2000 ; Sturman et al., 2000) et même 40% (Nebel et al., 1987) des IA sont réalisées sur des animaux qui ne sont pas réellement en chaleur lors de leurs IA compte tenu des concentrations élevées de progestérone dans le plasma ou le lait. Une palpation manuelle transrectale (Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1991) ou échographique (Roelofs et al., 2005) de l'appareil génital permet un diagnostic précis d'un état œstral. La palpation manuelle d'une structure folliculaire fluctuante et la mise en évidence d'une tonicité utérine sont des indicateurs significatifs d'une réussite de l'IA (Loeffler et al., 1999). Une estimation manuelle ou échographique d'une structure lutéale moins de 10 mm, folliculaire de 12 à 25 mm de diamètre, d'un utérus tonique et contractile au toucher, des écoulements vaginaux abondants, fluides et transparents sont des éléments de diagnostics d'un état œstral (Hanzen et al., 2000).

Selon le même auteur, la palpation des follicules moins de 10 mm de diamètre peut être imprécise et dépendre de la taille globale de l'ovaire, du relâchement de la paroi rectale, de l'état corporel et de la compétence de l'inséminateur. Cependant, de nombreux auteurs s'appuient d'une manière irréfutable quant à l'utilisation de l'échographie comme méthode de diagnostic des structures folliculaires (Kahn et Liedl, 1986 ; Pieterse et al., 1990 ; Ribadu et al., 1994 ; Hanzen et al., 2000).

Il est à noter que de nombreux inséminateurs sont insuffisamment formés pour examiner les tractus génitaux et les ovaires, malgré le nombre important de palpations transrectales effectuées quotidiennement (Lopez-Gatius, 2000).

3.3.4. Décongélation de la semence

Le processus de décongélation de la semence a fait objet de nombreux travaux. En revue de la littérature, les auteurs ont unanimement rapporté qu'une décongélation dans de l'eau préchauffée de 33 à 35°C pendant au moins 40 secondes permet d'avoir une meilleure survie des spermatozoïdes (Bean, 1972 ; Berndston et al., 1976 ; Senger, 1980 ; Brown et al., 1982 ; Chandler et al., 1984 ; Herman et al., 1994 ; DeJarnette et al., 2000 ; Kaproth et al., 2005). DeJarnette et ses collaborateurs (2004) ont également rapporté une décongélation de 34 à 38°C pendant un minimum de 20 secondes pour la paillette fine et de 40 secondes pour la paillette moyenne. Almquist et al. (1979) ont rapporté un taux de non retour (66 jrs post-partum) significativement élevé suite à une décongélation de 35°C pendant 30 secondes plutôt que 35°C pendant 12 secondes (72 vs 70,1% $p < 0,05$). Le réchauffement de la semence à 35-40°C doit être aussi rapide que possible afin de maintenir une bonne intégrité acrosomiale et un pourcentage de motilité élevé (Brown et al., 1982). L'exposition de la semence, avant réchauffement, à une agression thermique (22°C pendant 2 minutes) réduit significativement l'intégrité acrosomiale, relativement plus sensible que la motilité spermatique (DeJarnette et al., 2000).

Cependant, si la température ambiante est inférieure à 20°C, il est préférable de maintenir la paillette dans l'eau de réchauffement jusqu'à son utilisation pour éviter tout choc thermique au sperme. L'intervalle décongélation-insémination peut être prolongé jusqu'à 60 minutes, si la paillette peut être maintenue à une température de 35°C. De même, le réchauffement du pistolet d'IA par frottement ou en le gardant à l'intérieur de la combinaison (blouse) a été également rapporté (Brown et al., 1982).

Une autre méthode alternative de décongélation, autre que l'eau préchauffée, est l'aire. Elle consiste à retirer la paillette du liquide nitrogène et la placer immédiatement dans une serviette de papier pour la protéger puis la mettre dans une poche à protection thermique (pocket-thaw) pendant (2-3 minutes) avant le chargement du pistolet d'IA.

Cette méthode a l'avantage de minimiser les risques du stress thermique et éviter les problèmes liés à la température de l'eau qui peuvent compromettre la qualité de décongélation, sans pour autant d'augmenter la fertilité (Kaproth et al., 2005). Des auteurs ont contesté cette méthode. Une mauvaise conductivité thermique à l'air est à l'origine d'une décongélation lente et d'une réduction du taux de conception (Dejarnette et Marschall, 2005).

La décongélation simultanée de plusieurs paillettes a été rapportée. Classiquement, il est recommandé de décongeler au maximum deux paillettes simultanément, au-delà, une réduction du taux de conception à la 3 et 4^{ème} IA a été rapportée (Lee et al., 1997 ; Goodell, 2000).

En revanche, certaines études (Sprenger et al., 2001 ; Kaproth et al., 2002 ; Dalton et al., 2004) n'ont rapporté aucune différence significative sur le taux de conception entre la première et quatrième IA. Pareil effet, d'après 7 études réalisées par Dejarnette et al. (2002) sur un total de 19 000 IA, la décongélation simultanée de plusieurs paillettes n'a aucun effet significatif sur la réduction du taux de conception tant que les conditions de manutention de la semence soient bien respectées. Cependant, il est déconseillé de procéder à une décongélation simultanée de plusieurs paillettes si le dépôt n'est pas réalisé dans un délai de 10 à 15 minutes avec maintien de la température ambiante et une hygiène stricte tout au long du processus d'IA (Dejarnette et al., 2004 ; Dalton et al., 2004).

3.3.5. Pratiques de l'IA

3.3.5.1. Impact de l'utilisation d'une chemise sanitaire

Une étude réalisée par Bas et al. (2010) sur 996 IA issues de 773 vaches laitières a montré que l'utilisation de chemise protectrice serait à l'origine d'une augmentation significative du taux de gestation total (42,7% vs 36,1%, $p < 0,05$) et d'une réduction de contamination du pistolet d'IA de 40% (61,53% vs 100%) par rapport au lot témoin. Par ailleurs, certains auteurs (King et al., 1984 ; Richards et al., 1984) n'ont rapporté aucun effet.

3.3.5.2. Dépôt de semence

En revue de la littérature, le corps utérin était longtemps considéré comme un lieu de dépôt conventionnel de la semence (Senger et al., 1988 ; Lopez-Gatius, 2000 ; Noakes et al, 2001). Il permet d'obtenir des taux de gestation acceptables avec une dose d'insémination diminuée par rapport au nombre total de spermatozoïdes déposés dans le vagin lors de saillie naturelle (10-15 millions de spermatozoïdes décongelés), soit 300 fois moins (Uwland, 1984 ; Den Daas et al., 1998).

La baisse de réussite de l'IA et la bonne maîtrise de la technicité ont incité le changement du site de dépôt de la semence pour une insémination cornuale profonde pré de la jonction utéro-tubaire, qui représente non seulement un principal réservoir spermatique avant l'ovulation (Hunter et Greve, 1998 ; Lopez-Gatius, 2000) mais qui permet également de diminuer les pertes de spermatozoïdes par flux rétrograde dans les pertes cervicales muqueuses, estimées à 60% (Mitchell et al., 1985 ; Nelson et al., 1987 ; Gallagher et Senger, 1989) et réduire la phagocytose pendant la migration dans l'utérus (Hawk, 1983), améliorant ainsi la survie des spermatozoïdes dans l'oviducte (Suarez, 2001). Une différence de fertilité selon un dépôt de semence au niveau du col, corps et corne utérine a été antérieurement rapportée par de nombreux travaux (Salisbury et Van Demark, 1951 ; Stewart et Melrose, 1952 ; Olds et al., 1953 ; Macpherson, 1968). En revue de la littérature, de nombreuses études ont rapporté (Zavos et al., 1985 ; Pallares et al., 1986 ; Senger et al., 1988 ; Lopez-Gatius et al., 1988 ; Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1990) ou non (Hawk et Tanabe, 1986 ; Hawk et al., 1988) une amélioration de la fertilité lors d'IA profonde. Cependant, des différences significatives du taux de conception ont été enregistrées entre une insémination profonde et un dépôt au niveau du corps utérin (65 vs 45%, Senger et al., 1988), (30 vs 19%, Mc Kenna et al., 1990).

À la faculté de médecine vétérinaire de Gand (Belgique), une nouvelle Pipette flexible (Ghent device) (Figure 11) a été mise au point en 2004 (Van Soom et Verberckmoes, 2004) pour l'insémination profonde chez la vache et d'autres mammifères domestiques (Figure 12).



Figure 11 : Le dispositif « Ghent device » avec pointe flexible et télescopique (Van Soom et Verberckmoes, 2004)

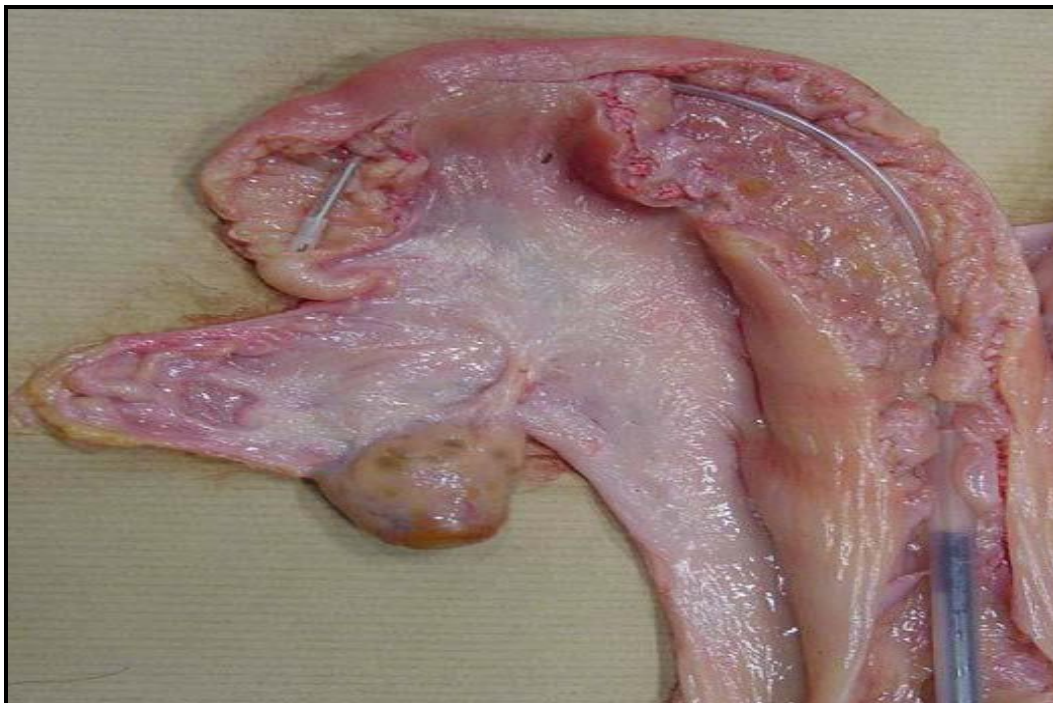


Figure 12 : Dépôt de la semence près de l'oviducte avec le « Ghent device » (Van Soom et Verberckmoes, 2004)

L'étude réalisée par Van Soom et Verberckmoes (2004) sur 3428 vaches a révélé des résultats significativement meilleurs avec une insémination profonde à l'aide du Ghent device par rapport à l'IA réalisée dans le corps utérin (pistolet classique) (54 vs 53%, $p < 0,01$). Toute fois, l'insémination cornuale profonde ipsilatérale exige une palpation préalable du follicule préovulatoire (Andersson et al., 2004). En effet, certains travaux ont rapporté (Zavos et al., 1985 ; Fernandez-Van Cleve et al., 1986, Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1988 ; Lopez-Gatius, 1996) ou non (Hawk et Tanabe, 1986 ; Momont et al., 1989 ; Andersson et al., 2004) des taux de gestation meilleurs, suite à une mise en place de la semence dans la corne ipsilatérale (lieu de l'ovulation) par rapport au corps de l'utérus ou la corne controlatérale (lieu opposé de l'ovulation).

3.3.5.3. *Massage clitoridien*

Pour de nombreux auteurs, le massage clitoridien au moment de l'IA améliore la fertilité. Cette pratique, consiste à masser le clitoris pendant 15 à 30 secondes après l'IA (Bozkurt et al, 1987) afin de libérer l'ocytocine et augmenter ainsi, les contractions utérines vers l'oviducte (Coyan et Tekeli, 1996). Elle permet également l'ouverture du col et le passage facile du pistolet d'IA (Pointer, 1986). En effet, de nombreuses études ont rapporté des augmentations significatives des taux de gestation suite aux massages clitoridiens (59 vs 74%, Lunstra et al., 1985), (51 vs 65%, Glauber, 1989), (45 vs 57%, Segura et Rodriguez, 1994). Ces augmentations des taux de gestation sont plus marquées chez les vaches que les génisses (Randel et al., 1975 ; Short et al., 1979 ; Lunstra et al, 1985 ; Segura et Rodriguez, 1994). Par ailleurs, certains auteurs n'ont pas rapporté cet effet (Cooper et Foote, 1986 ; Karaka et al, 2001 ; Bozkurt et al, 2007).

3.3.5.4. *Technicité de l'inséminateur*

La technicité de l'inséminateur participe aux écarts de fertilité observés entre troupeaux (Gwazdauskas et al., 1975a; Humblot, 1986 ; Russi et al., 2010). Une formation continue des inséminateurs est l'une des contributions les plus importantes à la réussite de l'IA chez le bovin laitier (King et Macpherson, 1965 ; Foote, 1996 ; Lopez-Gatius, 2000).

Une enquête menée par Garcia-Ispuerto et al. (2007) sur 10 965 IA réalisées par 13 techniciens inséminateurs, de différents niveaux professionnels, a enregistré une baisse du taux de gestation (25%) chez le groupe le moins expérimenté.

De même, de nombreux essais réalisés sur le cathétérisme du col ont révélé que, 37% (Swain et al., 1986), 39% (Peters et al., 1984) et 53% (Senger et al., 1988) ont pu traverser le col. Le recyclage des inséminateurs contribuerait à une meilleure technicité. En effet, la réussite de la mise en place de la semence dans le corps utérins variait de 54% (avant recyclage) à 95% (après recyclage). Pareil effet, la réussite d'une IA profonde atteignait 96% après recyclage des inséminateurs (Senger et al., 1988).

ETUDE EXPERIMENTALE

4. CHAPITRE 4 : SITUATION DU CHEPTEL BOVIN ET L'IMPORTANCE DE L'UTILISATION DE L'INSEMINATION ARTIFICIELLE BOVINE EN ALGERIE

4.1. Introduction

L'élevage en général et celui des bovins en particulier a connu au cours des dernières décennies un important développement en Algérie. En 1962, la production laitière était de 24 à 50 millions de litres/an et le cheptel bovin laitier était constitué de races locales aux faibles potentialités génétiques. Le nombre de vaches laitières aura été doublé en un peu moins de 50 ans (950 000 vaches en 2011 vs 418 000 en 1965) grâce surtout à l'importation de génisses pleines.

Malgré les divers efforts consentis par l'Etat, l'Algérie produit 3,1 milliards litres de lait par an, contre un besoin de 5,5 milliards de litres, soit un taux de couverture par la production locale estimé à 56 % (Office National Interprofessionnel Lait, 2012), ce qui la mène à importer près de 8 milliards de dinars en poudre de lait (2013), occupant ainsi, le deuxième rang mondial (après la Chine) en matière d'importation de lait et produits laitiers. Ces niveaux d'importations en lait ont été plus de 8 fois supérieures à ceux du Maroc, pour des populations humaines sensiblement égales (Srairi, 2004).

Près des 2/3 de la production laitière (2 Milliards de litres) sont assurées par un cheptel de race moderne «BLM» (bovin laitier moderne) constitué de 300 000 têtes à haut potentiel génétique (5000 litres/an), localisé dans les zones généralement à fort potentiel d'irrigation.

Le tiers de la production (1 milliard de litres) est assuré par:

- la race croisée «BLA» (Bovin laitier amélioré) composée de 320 000 têtes et produisant une moyenne 3000 litres/an, localisée dans les zones à couvert végétal pauvre (montagnes et forêts),
- la race locale «BLL» (Bovin laitier local) composée de 330 000 têtes et produisant 1000 litres par an, localisée dans les zones montagneuses humides et boisées du nord (MADR, 2013).

Ainsi, l'Etat a mis l'accent sur la nécessité de faire baisser la facture des importations de poudre de lait et d'accroître la production laitière nationale par l'intensification d'élevages laitiers et l'amélioration génétique du cheptel bovin, par le recours à l'insémination artificielle (IA). Cette technique d'élevage, lancée timidement au milieu des années 1980, a davantage été développée suite à la création du Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'amélioration Génétique (CNIAAG) en janvier 1988. Depuis, l'IA est devenue la biotechnologie liée à la reproduction la plus utilisée à l'échelle nationale, surtout avec l'instauration du Plan National de Développement Agricole (PNDA), comme dispositif de soutien financier aux éleveurs laitiers, initié par l'Etat depuis 2000.

Ce présent travail a pour objectif général de décrire l'évolution du cheptel laitier et du recours à l'insémination artificielle au cours de la période 2002 à 2012 en Algérie et de répartir selon les régions, le cheptel bovin et l'importance de l'utilisation de l'IA.

4.2. Matériel et Méthodes

4.2.1. Collecte des données

4.2.1.1. L'effectif bovin

Des données relatives au cheptel bovin ont été collectées par année et par wilaya au niveau du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information (DSASI) durant la période (2002-2012). Ces informations concernent les spéculations suivantes :

- Bovin laitier moderne « BLM »
- Bovin laitier amélioré « BLA » et bovin laitier local « BLL »
- Génisses en âge de reproduction (plus de 12 mois d'âge)
- Total vaches laitières (BLM + BLA/BLL)
- Effectif total (Total vaches laitières + génisses)

4.2.1.2. L'Insémination Artificielle (IA) bovine

Au niveau du Centre National d'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique (CNIAAG), Département de l'Insémination Artificielle, des données relatives à l'IA ont été collectées par année et par wilaya durant la période comprise entre 2002 et 2012. Ces informations concernent:

- Le nombre d'inséminations artificielles premières (IAP)
- Le nombre de retour (RIA) : toutes inséminations réalisées après l'IAP et dépassant 5 jrs d'intervalle
- Le total des IA réalisées (IAP + RIA)
- Le nombre d'inséminateurs par wilaya durant l'année 2012.

4.2.1.3. Répartition géographique

Pour la localisation du cheptel bovin et l'importance de l'utilisation de l'IA dans le territoire algérien, les différentes wilayas ont été réparties en trois régions (Centre, Est et l'Ouest) (Figure 13):

- **Centre** : ou « le Tell Central » est constitué par une chaîne de massifs prolongeant le Tell Occidental et qui se compose du Dahra oriental, de l'Atlas blidéen et les massifs du Djurdjura. La bordure littorale est dominée par une grande dépression formant la plaine de la Mitidja et le Sahel algérois.
- **Est** : constitué du Bassin de l'oued Sahel et de deux chaînes montagneuses: la chaîne des Babor et la chaîne des Bibans. Les deux chaînes se prolongent, par les monts d'El Kantour, les monts des ouled Kebab, et les monts de Constantine qui côtoient les bassins de Constantine et de Guelma.
- **Ouest** : se caractérise par trois grands ensembles naturels :
 - La zone littorale, s'ouvre sur la mer Méditerranée et regroupe les espaces montagneux des monts des Trara, les monts de Sebaâ Chioukh, les monts du Tessala et le Murdjajo ainsi que les plaines littorales d'El Malah,

de Aïn ElTurk, d'Oran Est, Habra-Sig, de Achaacha et Sidi Lakhdar et les plaines sub-littorales de Mleta et de Bas Chélif.

- Les montagnes et les bassins intérieurs de l'Atlas Tellien : les monts de Tlemcen, les monts des Beni-Chougrane, les monts de Daya ainsi que les plaines intérieurs de Maghnia, Hennaya, Sidi Bel-Abbès et de Ghriss et les plaines sub-steppiques de Sebdou et de Telagh.
- Les espaces Sub-steppiques, se situe au sud de la région, au sud des wilayas de Tlemcen et de Sidi Bel Abbès, cette partie est le domaine du pastoralisme et de l'agriculture céréalière.

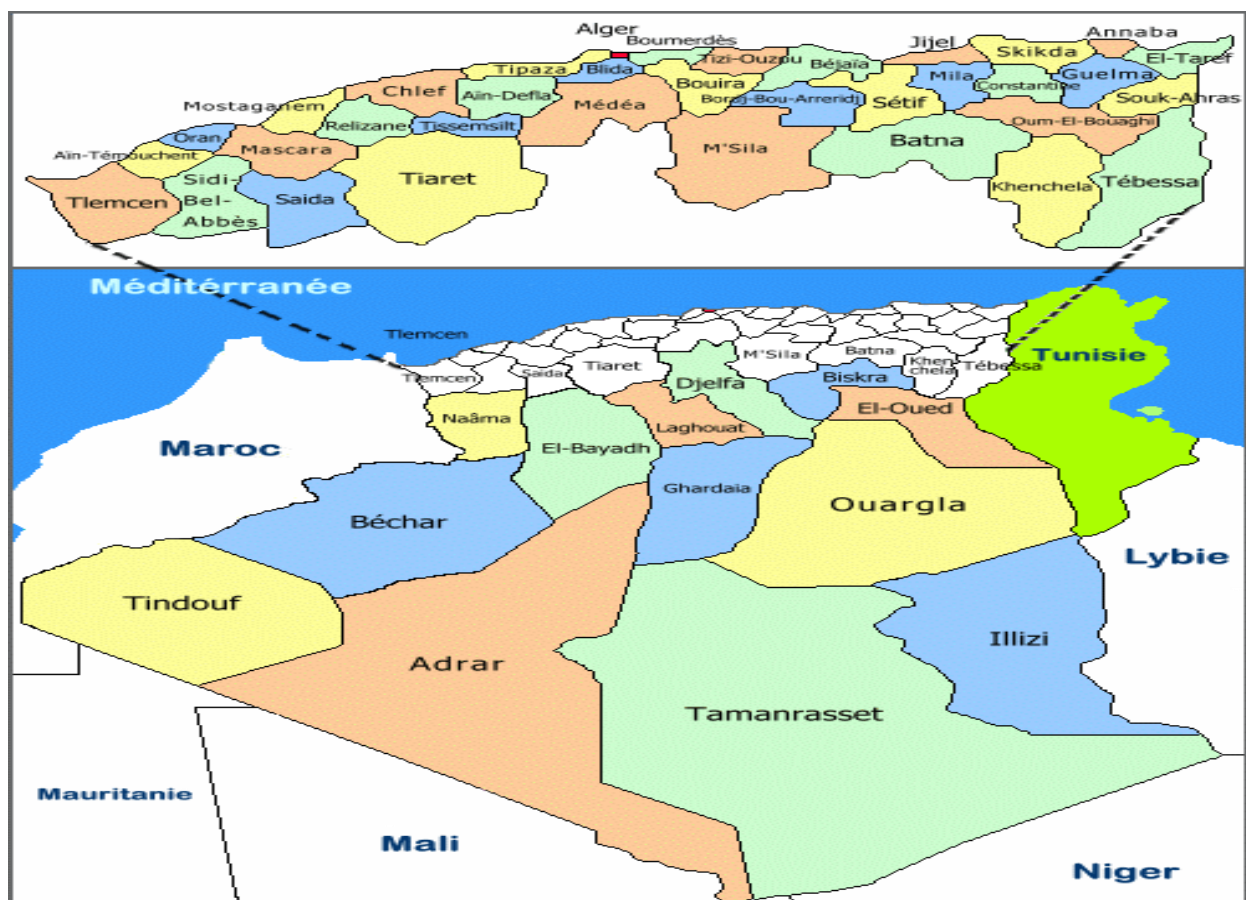


Figure 13 : Carte géographique de l'Algérie

4.2.2. Analyses statistiques

Une analyse statistique descriptive (calcul de fréquences, moyennes et écart-types, minimum et maximum) des différentes variables relatives au cheptel bovin (BLM, BLA/BLL, Génisse) et l'IA (IAP et RIA) est réalisée dans un premier temps. Par la suite, une analyse descriptive multivariée, utilisant l'Analyse en Composantes Principales «A.C.P» à l'aide du logiciel XLSTAT, a été réalisée. Elle avait pour objectif principal d'identifier les liens entre les variables descriptives caractérisant le cheptel laitier, le recours à l'IA et leurs répartitions dans les différentes régions du pays.

- Description de l'Analyse en Composantes Principales

L'A.C.P. permet d'explorer les liaisons entre variables et les ressemblances entre individus (Foucart, 1985). De manière schématique, le principe de l'A.C.P consiste à créer n (n = nombre de variables initiales) nouvelles variables appelées **composantes principales**, qui résultent d'une combinaison linéaire des variables initiales et dont la caractéristique est d'être indépendante. Les axes que ces composantes principales déterminent sont appelés **axes principaux** et les formes linéaires associées **facteurs principaux**.

Ainsi, chaque variable et chaque individu est caractérisé par n valeurs de composantes principales. La numérotation des composantes principales reflète leur importance dans la description de la variabilité totale. Les 2 premières composantes (axes factoriels F1 et F2) constituent donc le couple qui explique la plus grande part de la variation totale.

Il s'ensuit que les résultats de l'A.C.P. peuvent être représentés graphiquement par la projection des variables ou des individus dans le plan défini par les 2 premières composantes. Ce plan regroupe la plus grande part de l'information et est le plus souvent suffisant pour décrire les résultats. Pour exposer les résultats nous nous appuierons sur les règles d'interprétation suivantes des représentations graphiques :

- plus des variable ou des individus son éloignés de l'origine des axes, mieux ils sont représentés dans le plan considéré
- deux variables sont corrélées positivement ou 2 individus se ressemblent, pour autant qu'ils sont proches l'un de l'autre dans l'espace

- deux variables sont corrélées négativement ou 2 individus sont très différents l'un de l'autre, pour autant qu'ils sont diamétralement opposés par rapport à l'origine des axes.

Afin d'analyser la situation de l'élevage bovin et l'insémination artificielle en Algérie on a retenu 5 variables quantitatives : **BLM** (Bovin laitier moderne), **BLA/BLL** (bovin laitier amélioré et local), **G** (génisses), **IAP** (insémination artificielle première), **RIA** (retour insémination).

Les différentes étapes de réalisation de l'A.C.P. sont :

- **Etape 1** : une matrice de corrélation doit être réalisée au préalable afin de déterminer les variables fortement corrélées entre elles.
- **Etape 2** : un test statistique permet de vérifier l'hypothèse (nulle) selon laquelle la matrice des corrélations est déterminée, c'est le test de sphéricité de Bartlett.
- **Etape 3** : la mesure d'adéquacité de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (K.M.O) afin d'écarter de l'analyse les variables qui n'ont pas de corrélation. Une variable pertinente pour l'analyse devrait obtenir un K.M.O supérieur à 0,5.

4.3. Résultats

4.3.1. Etude descriptive

4.3.1.1. Situation de l'élevage bovin en Algérie (2002-2012)

4.3.1.1.1. Etat descriptif de l'effectif bovin durant la période 2002-2012

D'après le tableau ci-dessous, l'effectif moyen des bovins laitiers modernes est de 218 173 têtes ce qui correspond à 25% de l'effectif total, avec des valeurs extrêmes variant de 188 253 à 262 906 têtes. Pour le bovin laitier amélioré et local, l'effectif moyen est trois fois supérieures à celui des BLM (651 953 têtes), soit 75% de l'effectif total, avec une valeur minimale et maximale, respectivement de 614 496 et 722 913 têtes. Les génisses en âge de reproduction sont en moyenne 200 347 têtes avec des valeurs allant de 177 323 à 225 877 têtes.

Tableau 12 : Etat descriptif des différentes spéculations de (2002-2012)

Année	Vaches laitières (VL)		Total VL (1)	Génisse (2)	Effectif total (1+2)	BLM/VL (%)	BLA+BLL/VL (%)
	BLM	BLA+BLL					
2002	207 114	672 813	879 927	204 345	1 084 272	24	76
2003	188 253	631 263	819 516	177 323	996 839	23	77
2004	195 034	635 934	830 968	192 315	1 023 283	23	77
2005	207 642	614 496	822 138	186 674	1 008 812	25	75
2006	203 610	630 761	834 371	191 503	1 025 874	24	76
2007	212 173	634 458	846 631	196 295	1 042 926	25	75
2008	210 364	629 875	840 239	198 585	1 038 824	25	75
2009	225 818	643 094	868 912	202 903	1 071 815	26	74
2010	235 560	666 270	901 830	209 921	1 111 751	26	74
2011	251 427	722 913	974 340	225 877	1 200 217	26	74
2012	262 906	689 601	952 507	218 073	1 170 580	28	72
Moy	218 173	651 953	859 704	200 347	1 070 472		
SD	23 335	32 406	42064	13 998	66 296		
Min	188 253	614 496	819 516	177 323	996 839		
Max	262 906	722 913	952 507	225 877	1 200 217		

L'effectif total des vaches de spéculation laitière évolue progressivement de 819 516 têtes en 2003 pour atteindre 952 507 têtes en 2012, soit un taux de croissance annuelle de 1,2% correspondant à une progression annuelle de 13 000 têtes.

Les vaches laitières modernes sont passées de 188 253 (2003) à 263 000 (2012). Pareil effet pour les races croisées et locales, l'effectif est passé de 631 263 (2003) à 689 601 (2012).

Une légère augmentation des génisses de 177 323 (2002) à 218 073 (2012) est également observée, soit une croissance annuelle moyenne de 4000 têtes.

4.3.1.1.2. Répartition géographique des effectifs bovins (2012)

Tableau 13 : Distribution régionale du cheptel bovin

Région	BLM (%)	BLA+BLL (%)	Génisse (%)	Effectif total (%)
Centre	27	16	22	20
Est	46	61	58	57
Ouest	27	23	20	23
Total	100	100	100	100

Le tableau 13 montre l'inégalité de la répartition régionale du cheptel bovin. Plus de la moitié de l'effectif total du cheptel bovin (57%) est localisée dans la région Est du pays contre 20% au Centre et 23% à l'Ouest.

Selon la spéculation, 46% des vaches à haut rendement laitier (BLM) et 61% des vaches croisées (BLA) et locales (BLL) se localisent dans cette même région orientale.

4.3.1.2. Importance de l'utilisation de l'IA en Algérie

4.3.1.2.1. Etat descriptif de l'IA durant la période 2002-2012

Tableau 14 : Etat descriptif de l'IA durant la période (2002-2012)

Année	Nombre IAP	Nombre retour	Total IA
2002	45 833	10 244	56 077
2003	53 357	13 186	66 543
2004	65 780	15 353	81 133
2005	79 393	18 885	98 278
2006	88 074	20 817	108 891
2007	90 895	20 910	111 805
2008	102 822	23 323	126 145
2009	118 929	28 109	147 038
2010	131 077	32 603	163 680
2011	146 295	36 177	182 472
2012	152 047	38 192	190 239
Somme	1 074 502	257 799	1 332 301
Moy	97 682	23 436	121 118
SD	36 132	9297	45 405
Min	48 833	10 244	56 077
Max	152 047	38 192	190 239

Le nombre total d'inséminations réalisées durant la période 2002-2012 est de 1 332 301 IA avec une moyenne annuelle de 121 118 IA (56 077-190 239 IA). Le total des inséminations premières réalisées durant cette même période est de 1 074 502 IAP ainsi qu'une moyenne de 97 682 IAP/an avec un minimum de 48 833 IAP et un maximum de 152 047 IAP et le nombre total de retour réalisé est de 257 799 inséminations avec une moyenne annuelle de 23 436 IA (10 244 -38 192 IA).

Une nette progression de l'utilisation de l'insémination en Algérie pour la période allant de 2002 à 2012 est observée. Le nombre total des IA a augmenté de 56 077 IA en 2002 à plus de 190 000 IA en 2012, soit une progression annuelle de 13% correspondant à une moyenne de

plus 12 000 IA par an. Les inséminations premières sont passées de 45 833 IAP en 2002 à 152 047 IAP en 2012, soit une augmentation moyenne presque de 10 000 IAP par an et le nombre des retours de 10 244 (2002) à 38 192 IA (2012).

4.3.1.2.2. Evolution du cheptel bovin et le nombre d'inséminations réalisées durant la période 2002-2012

Tableau 15 : Evolution du cheptel bovin et du nombre total d'IA réalisées de 2002 à 2012

Année	Cheptel total (A)	Total IA (B)	B/A (%)
2002	1 084 272	56 077	5
2003	996 839	66 543	7
2004	1 023 283	81 133	8
2005	1 008 812	98 278	10
2006	1 025 874	108 891	11
2007	1 042 926	111 805	11
2008	1 038 824	126 145	12
2009	1 071 815	147 038	14
2010	1 111 751	163 680	15
2011	1 200 217	182 472	15
2012	1 170 580	190 239	16
TOTAL	11 775 193	1 332 301	

Le tableau 15 montre clairement que le recours à l'insémination artificielle est en adéquation positive avec l'évolution numérique du cheptel bovin durant la période d'étude (2002-2012). Le taux des femelles concernées par l'IA est passé de 5% en 2002 à 16% en 2012.

4.3.1.2.3. Répartition des IA réalisées selon les régions (2012)

Tableau 16 : Répartition régionale de l'utilisation de l'IA (2012)

Région	% IAP réalisées	% IA retour	% Total IA
Centre (n)	(69 282) 46	(20 516) 54	47 (89 798)
Est (n)	(51 270) 34	(11 369) 30	33 (62 639)
Ouest (n)	(31 495) 20	(6 307) 16	20 (37 802)
Total	(152 047) 100	(38 192) 100	100 (190 239)

Le tableau 16 montre l'importance de l'utilisation de l'IA dans la région centre du pays avec presque 90 000 IA réalisées (47%) contre 33% (62 639 IA) à l'Est et 20% (37 802 IA) à l'Ouest

du pays. Le pourcentage des IAP pour les trois régions sont respectivement de 46, 34 et 20% pour la région Centre, Est et Ouest.

4.3.1.2.4. Répartition régionale des femelles, du nombre total d'IA, d'inséminateurs et nombre IA/inséminateur pour l'année 2012

Tableau 17 : Tableau comparatif par région du cheptel bovin, du nombre d'IA total, d'inséminateurs et nombre IA/inséminateur pour l'année 2012

Région	Nombre de femelles	Total IA	Nombre d'inséminateurs	Nombre IA / inséminateur
Centre	230 000 (20%)	89 798 (47%)	179 (42%)	503
Est	670 000 (57%)	62 639 (33%)	151 (36%)	411
Ouest	273 000 (23%)	37 802 (20%)	94 (22%)	404
Total	1 173 000	190 239	424	448

Le tableau ci-dessus montre que malgré que 57% du cheptel bovin (vaches et génisses) se localise dans la région Est du pays, presque la moitié des IA (47%) est réalisée au Centre par rapport à l'Est (33%) et l'Ouest du pays (20%), ceci peut s'expliquer par le nombre d'inséminateurs. En effet, sur un total de 424 inséminateurs recensés en 2012, 42% (179) exercent dans la région centre, 36% (151) à l'Est et 22% (94) à l'Ouest du pays. Le nombre moyen d'inséminations effectuées annuellement et de 448 IA, avec respectivement 503, 411 et 404 IA par an et par inséminateur dans la région Centre, Est et l'Ouest du pays.

4.3.2. Etude descriptive multivariée «ACP»

Les résultats de l'ACP (tableau 18) montrent que les deux premiers axes factoriels (F1 et F2) expliquent 98,52% de la variabilité totale. Le premier axe F1 explique 61,25% de la variation totale et il est corrélé positivement aux variables BLM ($r = 0,78$), BLA/BLL ($r = 0,96$) et G ($r = 0,90$). Ce premier axe peut ainsi **représenter le cheptel bovin**.

Le deuxième axe F2 de l'ACP explique 37,26 % de la variation totale et il est corrélé positivement à la variable IAP ($r = 0,80$) et RIA ($r = 0,77$). Il représente ainsi, **la réalisation des inséminations artificielles**.

Tableau 18 : Résultats de l'ACP

Axe	Définition de l'axe		Proportion %	Proportion Cumulée %	Indice K.M.O	Test de Bartlett
	Variables	Corrélation à l'axe				
F1	BLM	0,784	61,25	98,52	0,61	< 0,0001
	BLA/BLL	0,966				
	G	0,905				
F2	IAP	0,808	37,26	98,52	0,61	< 0,0001
	RIA	0,770				

BLM : Bovin laitier moderne, **BLA/BLL** : Bovin laitier amélioré / Bovin laitier local, **G** : Génisse

IAP : insémination artificielle première, **RIA** : retour insémination artificielle

K.M.O : Kaiser-Meyer-Olkin

La représentation des corrélations des variables quantitatives sur le plan principal (défini par les axes F1 et F2) est reportée dans la figure 14.

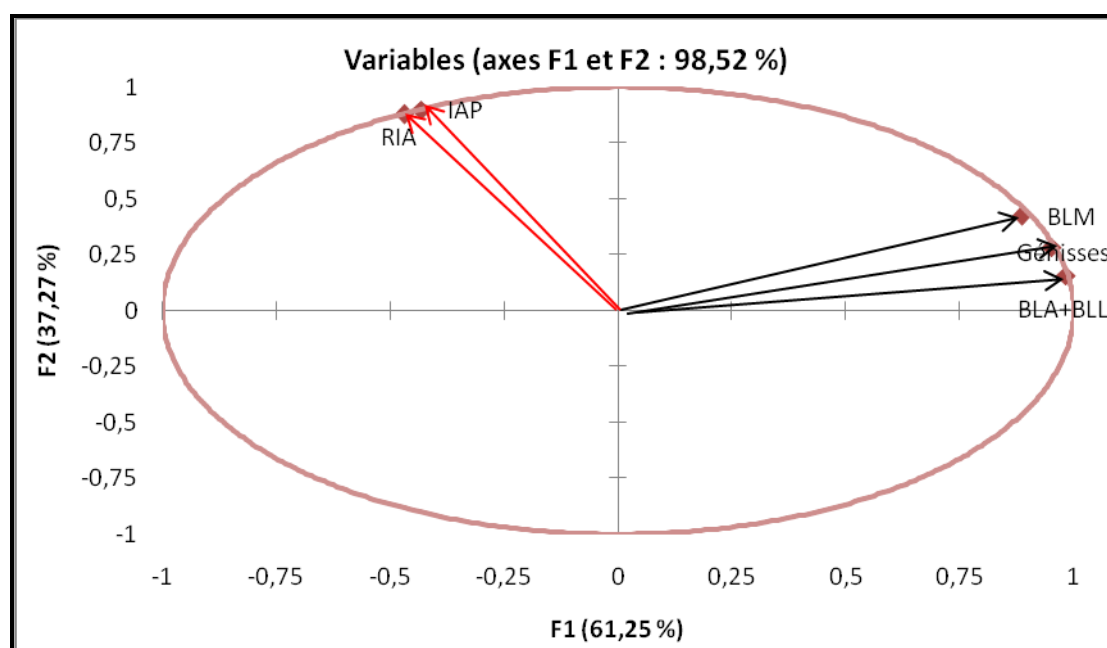


Figure 14 : Représentation des corrélations des variables quantitatives sur les axes factoriels F1xF2 définis par l'ACP.

La représentation graphique de l'ACP (Figure 15) montre deux groupes bien distincts, la région Est (E) qui se caractérise par la présence d'un cheptel bovin important (toutes spéculations confondues), les variables (BLM, BLA/BLL, G) sont projetées positivement sur l'axe 1 et 2 et s'éloignent de l'axe 1.

La région centre du pays (C) se caractérise par une utilisation importante de l'insémination artificielle, les variables (IAP, RIA) sont également projetées positivement sur les deux axes du plan et s'éloignent de l'axe 2.

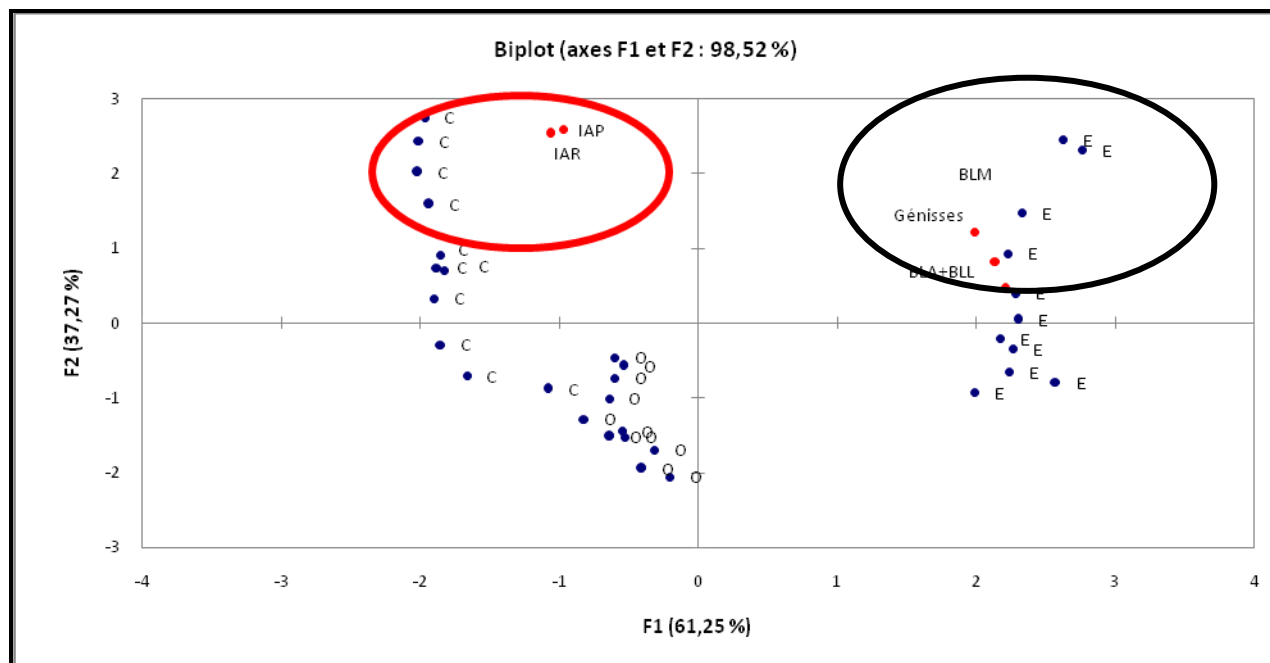


Figure 15 : Projection des variables sur le plan principal F1xF2 défini par l'ACP.

4.4. Discussion

En Algérie, le cheptel bovin, par rapport à l'effectif global, reste faible (6%) avec 1,6 à 1,7 millions de têtes (dont 58% de vaches laitières) occupant ainsi, la troisième place après le cheptel ovin (78%) suivi par les caprins (14%). D'après notre étude, 75% du cheptel national est constitué de race croisée (BLA) et locale (BLL) et 25% de race importée à haut rendement laitier (BLM). Amellal (1995) a également rapporté des taux de 80 et 20% respectivement, pour les races locale et améliorée ainsi que les races modernes.

Il est toutefois important de noter que la part des vaches laitières dans l'effectif bovin n'a cessé de croître, elle est passée de 820 000 têtes en 2003 à 953 000 têtes en 2012, ce qui se traduit par un taux moyen de croissance annuelle d'environ 1,2%. Un taux de 6% a été rapporté par Yakhlef, en 1989. Comme le bovin laitier, le nombre de génisse a également progressé, allant de 177 000 (2003) à 218 000 (2012) soit un taux de croissance annuelle de 4%. De nombreux auteurs ont rapporté que l'évolution numérique du cheptel bovin était due principalement à l'importation de génisses à haut potentiel génétique.

Après une interdiction des importations de bétail de (2000-2003) à cause des crises de l'encéphalopathie spongiforme bovine « BSE » et de la fièvre aphteuse qui ont frappé le cheptel européen, principale source d'approvisionnement, les importations des génisses pleines et vêles étaient devenues beaucoup plus importantes à partir 2004. Durant la période 2004-2012, les importations cumulées de génisses gestantes ont atteint environ 170 000 têtes de différentes races hautement laitières (MADR, 2013). Toutes ces importations rentraient dans le cadre d'une mise en œuvre d'une politique de développement et de régulation de la filière lait.

En dépit de ces taux de croissance enregistrés, le rythme d'évolution numérique du cheptel bovin par rapport au nombre d'habitant s'avère lent. Ainsi, le taux moyen de croissance du nombre de têtes bovines par 100 habitants n'est que de 0,5% par an seulement. Cependant, de nombreuses entraves écologiques, techniques et socio-économiques, limitant le développement de l'élevage bovin, ont été énumérées (Kherzat, 2007):

- insuffisance des mesures de soutien à l'élevage et au développement des fourrages,
- insuffisance des ressources en eau et faiblesse du développement des périmètres irrigués,
- inefficacité de la politique des prix du lait induisant le désintéressement des éleveurs pour la production laitière,
- insuffisances dans la maîtrise de la conduite technique des élevages (mauvaise gestion de reproduction) causant de l'infécondité et l'infertilité.

Comme le cheptel bovin laitier, l'insémination artificielle bovine a progressé en Algérie. L'étude réalisée durant la période 2002-2012 révèle une nette évolution de cette activité, allant de 56 000 IA (2002) à plus de 190 000 IA (2012), soit une progression annuelle de 13%. Le nombre d'IAP total réalisé est de 1 100 000, soit une moyenne annuelle de 98 000 IAP sur un cheptel laitier estimé en moyenne à 860 000 têtes, en toutes spéculations confondues.

En France, quatre millions d'IAP sont réalisées chaque année sur un cheptel de huit millions de vaches, soit un taux de pénétration de 50% (Gerard et al., 2008). Une autre étude réalisée au Maroc en 2006 (MAPM, 2006) a révélé un taux de pénétration de 20% soit 291 000 IAP réalisées sur 1 500 000 têtes.

La nette progression du nombre d'IA enregistrée durant notre étude, s'explique par l'organisation et l'intensification des circuits d'inséminations. A partir de l'année 2000, le nombre d'inséminateurs s'est multiplié par 10, allant de 42 en 2000 à 424 inséminateurs en 2012, sans tenir compte des éleveurs qui pratiquent eux-mêmes l'IA.

Dans le cadre du fond national de développement agricole (FNDA), instauré par l'Etat algérien depuis 2002 (à ce jour) et qui, parmi ses objectifs, la protection et le développement des patrimoines génétiques des espèces animales, des incitations financières sont octroyées aux inséminateurs et aux éleveurs afin de développer l'activité de l'IA. Un soutien de 1800 DA par insémination artificielle fécondante est accordé aux inséminateurs et aux éleveurs disposant des vaches laitières améliorées (BLA), modernes (BLM) et/ou de races locales (BLL) dépistées. De même, la production ou l'acquisition de reproducteurs issus de l'IA est soutenue à hauteur de :

- 10 000 DA par vèle âgée entre 3 et 6 mois,
- 50 000 DA pour une génisse gestante par l'IA âgée entre 18-24 mois,
- 30 000 DA pour un taurillon de testage à l'âge de 8 mois.

Généralement conduit en mode extensif, l'élevage bovin est réparti inégalement à travers le territoire national, 80% de l'effectif total est cantonné dans la frange Nord du pays et plus particulièrement la région Est qui dispose 53% de l'effectif, alors que les régions du Centre et l'Ouest ne totalisent respectivement que 24 et 23% des effectifs bovins (Nedjraoui, 2003). Notre analyse multidimensionnelle (A.C.P.) a montré également que le cheptel bovin est beaucoup plus concentré dans la région Est (57%) par rapport au Centre (20%) et l'Ouest du pays (23%), où il est composé de 46% de vaches à haut rendement laitier (BLM), 61% de vaches croisées (BLA) et locales (BLL) et 58% de génisses. La plus grande disponibilité de pâturage de montagne et de pâturage des plaines côtières dans les wilayas du Nord Est du pays (Tarf, Annaba, Skikda, Jijel, Souk Ahras, Guelma, Mila et Sétif) à cause d'une meilleure pluviométrie (800 mm), explique largement la concentration du cheptel, en comparaison avec la pluviométrie de la région Ouest (300-400 mm) ou celle du centre du pays (600 mm). Dans cette région orientale, les pouvoirs publics doivent entreprendre un sérieux programme d'amélioration et de développement de l'élevage bovin de la race locale brune de l'Atlas et de ses dérivées (Soukehal, 2013).

Bien que la région centre vienne en deuxième position dans la répartition du cheptel bovin, elle est au premier rang dans l'utilisation de l'IA. Pour l'année 2012, 90 000 IA (47%) sont recensées au Centre, contre 62 000 IA à l'Est (33%) et 38 000 IA à l'Ouest du pays (20%).

Ce recours important à l'IA dans le centre du pays est lié au nombre élevé d'inséminateurs (179, 42%). La plupart d'entre-eux exerce dans la plaine de la Mitidja (Alger, Blida, Tipasa, Boumerdes) en réalisant annuellement une moyenne de 500 inséminations par inséminateur.

4.5. Conclusion

A l'issue de cette étude, il ressort un accroissement du cheptel bovin laitier durant la période (2003-2012) avec un taux de progression annuelle estimée à 1,2%. Les femelles à haut rendement laitier ne représente que le quart du cheptel laitier national, les $\frac{3}{4}$ sont représentés par les bovins croisés et autochtones. Plus de la moitié de l'effectif national est cantonné dans la frange Nord-Est du pays, de part, sa richesse en pluviométrie et sa disponibilité en pâturage.

L'insémination artificielle reste la seule biotechnologie, liée à la reproduction, la plus utilisée en Algérie. Plus de 1 300 000 IA sont réalisées durant la période (2002-2012) avec un taux de croissance annuelle de 13%. Son utilisation reste beaucoup plus importante dans la région centre du pays (90 000 IA) et plus particulièrement la plaine de la Mitidja, à elle seule, plus de 37 000 IA (40%) sont réalisées en 2012.

En perspective, il serait intéressant d'entreprendre une analyse des performances de reproduction des vaches laitières et génisses élevées dans la plaine de la Mitidja, considérée comme l'un des principaux bassins laitiers du pays.

5. CHAPITRE 5: PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET FACTEURS DE RISQUE D'INFERTILITÉ DES VACHES LAITIÈRES DE LA MITIDJA

5.1. Introduction

De manière récurrente, l'Algérie se trouve confrontée à un important problème d'adéquation entre la demande en produits laitiers estimée à 110 litres par personne et par an et l'offre qui n'assure que 40 % des besoins (ONIL, 2012). Il en résulte depuis de nombreuses années une importation massive de produits laitiers à concurrence de 500 millions de dollars par an et de nombreuses vaches de races laitières (Holstein, Montbéliarde, Brune des Alpes et la Fleckvieh) qui malheureusement et malgré les efforts consentis ne produisent en moyenne que 15 litres par vache et par jour et ne représentent que 30 % du cheptel laitier national estimé à 1 million de têtes (vaches et génisses).

Le contraste entre le potentiel génétique laitier des animaux importés et leur production résulte vraisemblablement non seulement d'apports alimentaires inadéquats mais également de la dégradation des performances de reproduction des vaches concernées. Diverses études menées pour la plupart dans les élevages de l'Est algérien ont en effet confirmé l'augmentation de l'intervalle entre le vêlage et la gestation (148j Miroud et al., 2014 ; 160j Bouzebda et al., 2008 ; 172j Madani et Mouffok 2008) et la diminution du pourcentage de gestation en première insémination (20-28% Ghoribi et al., 2005 ; 29-31% Bouzebda et al., 2006 et 25% Miroud et al., 2014). Durant ces 25 dernières années, une augmentation du nombre de jours ouverts (VIF) et du nombre d'IA par conception ont été rapportées (Washburn et al., 2002). De même, une chute annuelle du taux de conception de 0,45% a été enregistrée aux Etats-Unis (Butler et Smith, 1989 ; Beam et Butler, 1999) et de 1% en Grande Bretagne (Royal et al., 2000). Cette dégradation des performances de reproduction a été observée dans divers pays comme le Royaume-Uni (Royal et al., 2000), l'Irlande (Mee, 2004), l'Espagne (Lopez-Gatius, 2003), les Pays-Bas (Hoekstra et al., 1994), la Nouvelle-Zélande (Xu et Burton, 2000) ou encore les Etats-Unis (Lucy, 2001 ; washburn et al., 2002 ; De Vries et Risco, 2005 ; Hare et al., 2006). Selon certains auteurs, cette dégradation des performances de reproduction n'est pas étrangère à l'augmentation de la production laitière (Butler, 1998 ; Abdallah et Mc Daniel, 2000 ; Washburn et al., 2002 ; Rajala-Schultz et

Frazer, 2003) mais aussi au manque de contrôle des facteurs responsables de la durée des périodes d'attente (intervalle entre le vêlage et la première insémination) et de reproduction (intervalle entre la première et la dernière insémination fécondante).

Ces facteurs peuvent être individuels inhérents davantage à la femelle (race, rang de lactation, production laitière, infections utérines) et collectifs relevant de son environnement (nutrition, saison, détection des chaleurs, moment et technique de l'IA). Les effets de ces facteurs ont fait l'objet de diverses publications. Il concernent le numéro de lactation (Lucy et al., 1992 ; Mac Millan et al., 1996 ; Kinsel et Etherington, 1998 ; Pinto et al., 2000 ; Walters et al., 2002), la race (Le Mezec et al., 2010), la production laitière (Demetawewa et Berger, 1998 ; Hansen, 2000 ; Abdallah et Mac Daniel, 2000 ; Gröhn et Rajala Schultz, 2000, Lopez-Gatius, 2003), les infections utérines (Le Blanc et al., 2002 ; Sheldon et Dobson, 2004 ; Maizon et al., 2004), la saison (Cavestany et al., 1985 ; Gröhn et Rajala Schultz, 2000 ; De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Lopez-Gatius, 2003 ; Chebel et al., 2004 ; Kang et al., 2012), le score corporel (Roche, 2006 ; Berry et al., 2007 ; Roche et al., 2009) et la qualité de la détection des chaleurs (Barr, 1974 ; De Kruif, 1978).

Le présent travail a pour objectifs d'évaluer les performances de reproduction d'exploitations laitières situées dans la plaine de Mitidja du Nord algérien et d'en caractériser les facteurs de risque d'infertilité propres à l'animal ou à son environnement.

5.2. Matériel et méthodes

5.2.1. Données générales

L'étude concerne 1054 lactations de vaches majoritairement de race Holstein (n=700), âgées de 3 à 12 ans, produisant en moyenne 4500 kg de lait en 305 jrs, provenant de 5 exploitations laitières. Ces dernières sont conduites en stabulation semi entravée et situées dans trois wilayas (Alger, Tipaza, Boumerdes) du bassin laitier de la plaine de la Mitidja (figure 16).

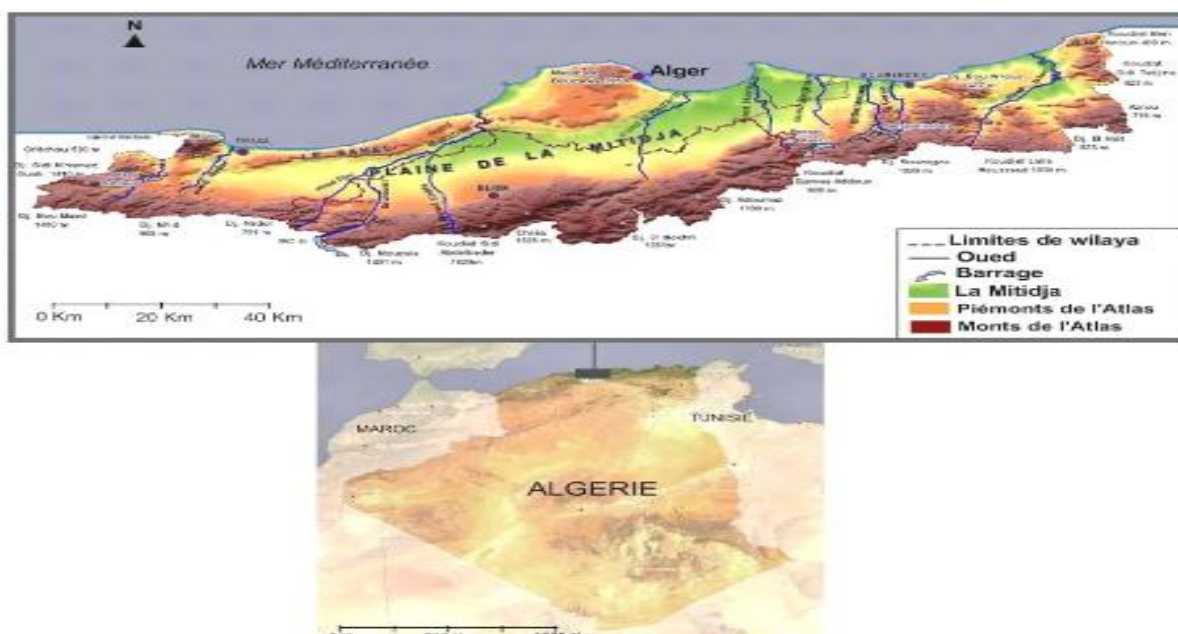


Figure 16 : carte géographique de la plaine de Mitidja

Cette région se caractérise par un climat tempéré de type méditerranéen à savoir un été chaud et sec et un hiver relativement froid et humide (Tableau 19) qui bénéficie d'une pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm/an. La ration des animaux se compose habituellement de foin (naturel, vesce avoine, trèfle) de fourrage vert (luzerne, sorgho, orge en vert, bersim), de concentrés (maïs, soja, son) de sels minéraux et d'un complexe minéralo-vitaminique.

Tableau 19 : Températures mensuelles relevées dans la plaine de Mitidja (ANRH, 2008)

T°C	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Max	14.8	12.6	19.2	21	19.8	28.3	31	29.2	33	28.2	19	14.5
Min	8.5	7.5	7.7	13	14	18	25.5	24	15	15	11	7.3
Moy	12.1	13.1	13.8	16.2	17.6	23	27.9	26.6	23	21.1	14.5	11.4

Les données relatives à l'identification, race, rang de lactation, date de naissance, dates des inséminations et vêlages ont été collectées rétrospectivement de 2001 à 2012 à partir des registres d'élevage, des fiches individuelles des vaches, des plannings d'étables ainsi que des fiches d'inséminations artificielles (IA). Les vaches reformées et les inséminations non suivies de gestation n'ont pas été considérées dans l'étude. Par ailleurs, seuls les intervalles de vêlage compris entre 300 et 900 jours ont été comptabilisés. Les durées de gestation inférieures à 260 jours n'ont pas été prises en considération.

5.2.2. Paramètres d'évaluation des performances de reproduction

5.2.2.1. Paramètres de fécondité

Par fécondité, on entend le temps nécessaire à l'obtention d'une gestation ou d'un vêlage. Elle s'exprime chez la génisse et chez la vache par respectivement, l'intervalle entre la naissance et le premier vêlage (NV1) et l'intervalle entre vêlages (IVV) ou encore par l'intervalle entre la naissance ou le vêlage et l'insémination fécondante, considérés comme des paramètres primaires de fécondité. Ces deux périodes se composent respectivement des périodes d'attente (PA : intervalle entre la naissance ou le vêlage et la première insémination), de reproduction (PR : intervalle entre la première insémination et l'insémination fécondante) et de gestation (PG : intervalle entre l'insémination fécondante et le vêlage suivant), considérés comme des paramètres secondaires de fécondité.

Par fertilité, on entend le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation. Dans le cas présent, elle est dite apparente puisque calculée sur les seuls animaux gestants, les vaches réformées n'ayant pas été prises en considération. La fertilité a été évaluée par l'index de fertilité apparent (IFA : nombre d'IA réalisées sur les animaux gestants divisé par leur nombre) et par le pourcentage de gestation apparent en première insémination exprimé par le rapport du nombre d'animaux gestants suite à la 1^{ère} IA et le nombre d'animaux inséminés au moins une fois, ce rapport étant multiplié par cent (GIA1). La fertilité a également été décrite par le pourcentage d'animaux infertiles (INF) c'est à dire inséminés plus de deux fois.

5.2.2.2. Etude relationnelle

Détermination des variables dépendantes et indépendantes

L'étude des facteurs de risque responsables d'infertilité présuppose la détermination précise de la variable dépendante liée à la fertilité. La fertilité a été décrite par le pourcentage de gestation apparent en première insémination (GIA1). Ont donc été sélectionnées pour cette étude, toutes les génisses et vaches pluripares inséminées au moins une fois et confirmées gestantes.

L'effet de 5 (génisses) et 7 (vaches) variables indépendantes sur la variable dépendante suscitée a été étudié (tableau 20). Des données relatives aux performances de reproduction ont été collectées sur 12 années (AN) de 2001 à 2012. Cinq exploitations laitières (EXP) (A,B,C,D,E) ont été retenues. Les vaches ont été réparties en 4 groupes de lactation (L) comprenant respectivement les primipares (1^{ère} lactation) et les vaches en 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} lactation. Trois groupes de race (RC) ont fait l'objet de cette étude : Holstein (H), Montbéliarde (MB) et la Fleckvieh (FV). Les naissances/vêlages enregistrés ainsi que les premières inséminations réalisées ont été repartis respectivement en saison de naissance (SN), saison de vêlage (SV) et saison de 1^{ère} IA (SIA1). Selon les variations climatiques de la zone d'étude (tableau 19), indépendamment des disponibilités fourragères, les femelles ont été regroupées en 4 saisons : Automne (AUT) (du 21 septembre au 20 décembre), Hiver (HIV) (du 21 décembre au 20 mars), Printemps (PRI) (du 21 mars au 20 juin) et l'Été (ÉTÉ) (du 21 juin au 20 septembre). Les intervalles entre le vêlage et la première insémination (PA) ont été répartis en 3 classes : <50 jours, 50 à 100 jours et >100 jours.

Tableau 20 : Nature des variables dépendantes et indépendantes étudiées chez la génisse (n=5) et la vache (n=7).

Variable dépendante		GIA1	
		Génisse (5)	Vache (7)
Variables indépendantes			
AN	Année	X	X
EXP	Exploitations	X	X
NL	Numéro de lactation		X
RC	Race	X	X
SN	Saison de naissance	X	
SV	Saison de vêlage		X
SIA1	Saison de la 1 ^{ère} insémination	X	X
PA	Intervalle vêlage-IA1		X

5.2.3. Analyses statistiques

Une étude statistique descriptive (calcul de fréquences, moyennes et écart-types) des paramètres de fécondité chez la génisse (PA, PR, PG, NV1) et la vache (PA, PR, PG, VIF) et de fertilité (GIA1) est réalisée dans un premier temps. Par la suite, l'analyse de variance (ANOVA) est réalisée pour comparer, selon les variables indépendantes, les moyennes des différents paramètres de fécondité (génisse et vache) à l'aide du test du Chi-deux et le test exact de Fisher au seuil de signification ($p < 0,05$), au moyen du programme statistique SAS avec la procédure PROC FREQ (SAS, 2001).

Une étude relationnelle de la fertilité (GIA1) chez la génisse et la vache est réalisée par le Model de régression logistique (méthode de Hosmer et Lemeshow, 1989) (IBM SPSS statistics 20). Une analyse binaire (*Odds Ratio*, OR) est effectuée entre une variable dichotomique Y (GIA1) (dépendante) qui prend 2 valeurs : 0 (non réussite à l'IA1) et 1 (réussite à l'IA1) avec différentes variables explicatives (indépendantes) X : Année (AN), exploitation (EXP), Race (RC), numéro de lactation (NL), saison de naissance (SN), saison de vêlage (SV), saison d'IA1 (SIA1) et période d'attente (PA). La comparaison est effectuée avec la valeur de référence (OR=1). Ont donc été sélectionnées comme valeur de référence (Réf.) toute variable ayant le plus faible pourcentage de GIA1. Les interprétations des $OR > 1$ ou $OR < 1$ (par rapport à la valeur de référence) signifie respectivement une augmentation ou une diminution de la probabilité de la réussite à l'IA1. La significativité des OR est testée par la valeur de P au seuil de 5%.

Après élimination des variables non significatives, un modèle de régression logistique multivarié est appliqué :

$$\text{Logit}(p) = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

a : constante

b : le logarithme de l'odds ratio mesurant la relation entre la fertilité (GIA1) et les variables explicatives X.

La significativité est testée par la valeur du test de Wald.

5.3. Résultats

5.3.1. Données générales

Les cinq exploitations laitières totalisent en moyenne 1054 lactations avec respectivement 36% (380), 22% (231), 18% (192), 11% (113) et 13% (138) pour l'exploitation A, B, C, D et E. La distribution des races par exploitation est présentée dans le tableau 21. Un faible caractère saisonnier des vêlages a été observé pour les 5 exploitations, avec respectivement 23%, 24%, 24% et 29% pour l'automne, été, printemps et l'hiver. Par ailleurs, la distribution saisonnière de la 1^{ère}IA réalisée a montré une fréquence élevée au printemps (32%) par rapport à l'automne (24%), l'hiver (22%) et l'été (22%).

Tableau 21 : Distribution des races selon les exploitations

Races-Exploitations	A (380)	B (231)	C (192)	D (113)	E(138)
% H (656)	36	27	15	13	9
% MB (284)	37	12	30	7	14
% FL (114)	30	15	11	9	35

5.3.2. Etude descriptive des paramètres de fécondité et de fertilité

5.3.2.1. Paramètres de fécondité et de fertilité des génisses

Sur un total de 298 génisses (tableau 22), l'âge moyen au premier vêlage est 32 ± 6 mois avec des valeurs extrêmes variant de 20 à 51 mois et une médiane de 31 mois. La répartition des intervalles révèle que 14% (41) des femelles ont un âge au premier vêlage inférieur ou égal à la valeur seuil de 26 mois contre 32% (97) entre 27-30 mois et 54 % (160) au-delà de 30 mois. Les périodes d'attente et de reproduction ont une durée moyenne respectivement égale à 22 ± 6 mois (11-39 mois) et 11 ± 35 j (0-288j).

La durée moyenne de gestation est de 279 ± 7 jrs (260-296jrs) avec respectivement, 278, 279 et 280j pour la Montbéliarde, la Holstein et la Fleckvieh. La distribution des intervalles d'IA montre 20% de retours réguliers en chaleur (19-24j) contre 13% de retours tardifs (25-38j) et 67% de retours longs (>39j).

Par ailleurs, 87% des génisses (259) sont gestantes après la première insémination. L'index de fertilité apparent est de 1,2. Le pourcentage de génisses infertiles est de 3 %.

Tableau 22 : Evaluation des paramètres de fécondité et de fertilité chez la génisse (298)

Paramètres de Fécondité (298)							
NV1 (mois)	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	≤26	27-30	>30
	32±6	20-51	31	298	41 (14%)	97 (32%)	160 (54%)
PA (mois)	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	≤16	17-24	>24
	22±6	11-39	21	N	31 (10%)	180 (61%)	87 (29%)
PR (jrs)	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classe	% intervalle=0		
	11±35	0-288	0	N	259 (87%)		
PG (jrs)	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	260-279	280-299	
	279±7	260-296	279	N	160 (54%)	138 (46%)	
Distribution(%)des intervalles entre IA (jrs)		≤18	19-24	25-38	39-48	>48	
Paramètres de Fertilité		0	9(20%)	6(13%)	7(15%)	24(52%)	
IFA			1,2				
% d'infertilité			3				
% de gestation apparent IA1 (GIA1)			87				

5.3.2.2. Effet des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la génisse

D'après le tableau 23, l'année a un effet hautement significatif sur la PA, la mise en reproduction est plus tardive en 2011 qu'en 2012 (26 vs 18 mois). De même, en comparaison avec les autres années, une courte période d'obtention d'une gestation est enregistrée en 2012 (18 mois). L'exploitation influence significativement la PR. Les plus courtes PR sont observées pour les exploitations A et D, respectivement, de 2±10 et 4±22j (p<0,05). La race a un effet significatif sur la PA. La mise à la reproduction la plus tardive est observée pour la Fleckvieh (27 mois). De même, une diminution significative de la PA est observée pour la Holstein par rapport à la montbéliarde (22 vs 23 p<0,05). Par ailleurs, les délais d'obtention de gestation (NIF) sont plus précoces pour la race Holstein par rapport à la Fleckvieh (22 vs 27mois,p<0,05).

Tableau 23 : Etude des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la genisse

Facteurs	Variables (N)	Paramètres de fécondité (Moy±SD) (298)			
		PA (mois)	PR (j)	NIF (mois)	PG (j)
Exploitations	A (43)	22±5	2±10 ^a	22±5	279±6
	C (81)	22±5	19±38 ^b	22±6	279±7
	B (104)	23±6	14±45 ^{ab}	23±6	278±7
	D (70)	23±6	4±22 ^a	23±6	279±7
	P	NS	<0,05	NS	NS
Année	2001 (37)	22±5	0	22±5	281±7
	2002 (10)	23±3	15±48	23±3	274±6
	2003 (9)	28±7	0	28±7	279±7
	2004 (22)	21±6	16±49	22±6	281±8
	2005 (31)	23±4	3±16	23±4	278±7
	2006 (10)	21±4	0	21±4	284±4
	2007 (12)	24±6	9±21	24,5±6	276±8
	2008 (19)	25±4	19±48	26±4,5	280±6
	2009 (50)	23±6	11±45	23±6	277±7
	2010 (52)	21±6	24±44	22±6	279±7
	2011 (12)	26±5	28±42	27±6	278±7
	2012 (22)	18±3	3±14	18±3	277±5
	P	<0,0001	NS	<0,0001	NS
Race	FL (20)	27±7 ^c	16±45	27±7 ^b	280±8
	H (205)	22±5 ^a	13±39	22±5 ^a	279±7
	MB (73)	23±6 ^b	4±14	23±6 ^a	278±7
	P	0,0002	NS	0,0005	NS
Saison/ Naissance	PRI (52)	24±5 ^a	24±60 ^a	25±5 ^a	278±7
	ETE (72)	24±7 ^a	7±25 ^b	24±7 ^a	279±8
	AUT (80)	21±5 ^b	7±30 ^b	21±5 ^b	279±6
	HIV (94)	22±5 ^b	10±26 ^b	22±5 ^b	278±7
	P	0,0003	0,023	0,0001	NS
Saison d'IA1	AUT (65)	23±5	11±37 ^{ac}	23±6	279±7
	PRI (100)	22±6	20±47 ^c	23±6	279±6
	ETE (68)	23±5	3±17 ^a	23±6	277±7
	HIV (65)	22±5	7±21 ^a	22±6	278±7
	P	NS	<0,05	NS	NS

Cependant, aucune différence significative n'est enregistrée entre la Montbéliarde et la Holstein.

La saison de naissance a un effet spécifique sur les paramètres de fécondité. En comparaison avec le printemps et l'été, une naissance en automne ou en hiver s'accompagne d'une mise en reproduction plus précoce (24 vs 22 mois, $p < 0,05$).

Par rapport aux autres saisons, la PR la plus longue est observée pour les naissances de printemps (24j). De même, les délais d'obtention de gestation les plus tardifs (24 et 25 mois) sont observés, respectivement, pour les naissances d'été et de printemps. Contrairement à la saison de naissance, la saison de mise à la reproduction n'a aucune influence sur la PA et NIF. Par ailleurs, les premières inséminations réalisées en printemps s'accompagnent de PR plus longue (20j).

5.3.2.3. Paramètres de fécondité et de fertilité des vaches

L'analyse de 1054 VIF montre une moyenne et une médiane respectivement égale à $194 \pm 135j$ (15-740j) et 155j. La distribution des VIF montre que 26% des femelles sont fécondées avant 3 mois, 22% entre 3 et 5 mois et plus de la moitié au-delà du 5^{ème} mois post-partum (Tableau 24).

La moyenne et la médiane enregistrées pour la PA sont respectivement égales à $133 \pm 105j$ (15-740 jrs) et 98 jrs. La distribution des intervalles montre que 45% (475) sont inséminées pour la première fois au cours des trois premiers mois suivant le vêlage. La PR moyenne est de $60 \pm 94j$ (0-603 jrs). La répartition des intervalles montre que 52% (551) expriment une période d'attente nulle, c'est-à-dire fécondées à leurs 1^{ères} IA, 15% ont une PR comprise entre (17-59 jrs) et 33% dépassent les 60 jours.

L'analyse de 1037 PG (17 cas d'avortements enregistrés) révèle une moyenne et une médiane de $278 \pm 7j$ (260-297j) avec respectivement, 278, 279 et 280 pour la Montbéliarde, la Holstein et la Fleckvieh. La dispersion des intervalles montre que 60% ont une durée de gestation comprise entre 260-279 j et 40% entre 280-299j.

La distribution des intervalles entre inséminations révèle 5% de retours précoces ($\leq 18j$), 24% de retours réguliers (19-24j), 13% de retours tardifs (25-38 j) contre 58% de retours longs ($> 38 j$). La fertilité exprimée par le pourcentage de gestation apparent à l'IA1 (GIA1) est de

52% (549). L'index de fertilité apparent, est de 1,9 et le pourcentage moyen de femelles inséminées plus de deux fois est de 24% (Tableau 24).

Tableau 24 : Evaluation des paramètres de fécondité et de fertilité chez la vache

Paramètres de Fécondité (j)									
PA	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	<60	60-89	90-119	120-149	>149
	133±105	15-740	98	1054	242(23 %)	233(22%)	172(16%)	96(9%)	311(30%)
PR	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	% intervalle =0		<60	60-120	>120
	60±94	0-603	0	1054	551(52%)		154(15%)	141(13%)	208(20%)
VIF	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	<90	90-149	150-209	210-269	>269
(1054)	194±135	15-740	155	1054	270(26 %)	236(22%)	171(16%)	112(11%)	265(25%)
PG	MOY±SD	Min-Max	Médiane	Classes	260-279		280-299		
(1037)	278±7	260-297	278	1037	625(60%)		412(40%)		
Distribution(%)des intervalles entre IA (jrs)		≤18	19-24	25-38	39-48	>48			
Paramètres de Fertilité		42(5%)	217(24%)	117(13%)	108(12%)	421(46 %)			
IFA		1,9							
% d'infertilité		24							
% de gestation apparent IA1		52							

5.3.2.4. Effets des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la vache

En ce qui concerne les vaches (Tableau 25), l'année influence significativement la fécondité. Par rapport à l'année 2011, un allongement significatif de la PA est observé en 2012 (105 vs 157j, $p<0,05$). Pareil effet pour la PR et le VIF, des augmentations significatives sont rapportées de 2011 à 2012, respectivement de (31 vs 75j, $p<0,05$) et (144 vs 232j, $p<0,05$). Par rapport aux autres années, une courte PG (273j) est rapportée pour l'année 2012.

L'exploitation a également un effet significatif sur les paramètres de fécondité. Les vaches sont mises à la reproduction 4 mois plutôt pour l'exploitation D par rapport à B (70 vs 193j). Contrairement aux autres exploitations, une courte PR (40j) est observée pour

l'exploitation B. Les femelles de l'exploitation A sont fécondées presque 2 mois plutôt que les femelles de l'exploitation B (180 vs 233j). Cependant, une courte PG est rapportée pour l'exploitation D (275j).

La race influence significativement la PA et le VIF. Un allongement hautement significatif de la PA est enregistré pour la Holstein (149j). Les Montbéliardes sont fécondées 30j plutôt que les Holstein (174 vs 205j, $p<0,05$).

Le numéro de lactation a un effet spécifique sur les paramètres de fécondité. Une diminution hautement significative de la PA est rapportée de la première à la troisième lactation, respectivement de 155 à 95j ($p<0,05$). Le VIF diminue avec l'augmentation de l'âge de l'animal tout au moins jusqu'à la 3^{ème} lactation. Les primipares sont gestantes 30 à 70 jours plus tard que les vaches en 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} lactation. Les moyennes enregistrées sont respectivement de 225, 186 et 153j pour la L1, L2 et L3. De même, une diminution de la PG est rapportée avec l'augmentation de la parité de la femelle de 278j (L1 et L2) à 276j (L3 et L4).

Par rapport au vêlage d'automne, les vêlages d'hiver, d'été et de printemps s'accompagnent d'un allongement hautement significatif du nombre de jours ouverts. Les femelles sont gestantes 40 jours plus tard lors d'un vêlage d'hiver qu'un vêlage d'automne (210 vs 169j, $p<0,001$) et 20 à 30 jours plus tard lors d'un vêlage d'été (193 vs 169j) et de printemps (200 vs 169j).

Par rapport à l'automne, les premières inséminations réalisées en saison estivale s'accompagnent d'un allongement significatif de la PR (46 vs 78j $p<0,05$). Pareil effet, la saison de mise en reproduction a un effet significatif sur le délai d'obtention d'une gestation. À celles réalisées en automne, les premières inséminations d'été et de printemps sont à l'origine d'un allongement significatif du VIF, respectivement de 211 vs 170j ($p<0,05$) et 204 vs 170j ($p<0,05$). Par rapport à l'hiver, les IA1 réalisées en été se traduisent par un allongement du VIF de 23j (211 vs 188j, $p<0,05$).

Tableau 25: Effets des variables indépendantes sur les paramètres de fécondité chez la vache

Facteurs	Variables (N)	Paramètres de fécondité (Moy±SD) (jrs)			
		PA (1054)	PR (1054)	VIF (1054)	PG (1037)
	2001 (56)	147±127	53±96	200±138	279±7
	2002 (39)	116±74	81±125	197±146	278±7
	2003 (41)	136±76	30±55	165±88	277±6
	2004 (51)	132±96	52±82	184±118	281±6
	2005 (77)	144±126	44±88	188±147	275±6
	2006 (74)	152±120	71±107	223±149	274±7
	2007 (86)	130±91	35±76	165±117	281±7
	2008 (118)	118±80	34±69	156±112	279±6
	2009 (173)	120±87	81±100	201±127	279±7
	2010 (127)	135±103	83±121	214±153	276±5
	2011 (66)	105±82	31±49	144±99	276±5
	2012 (145)	157±138	75±91	232±153	273±5
	P	<0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Exploitations	D (113)	70±40 ^a	51±62 ^{abc}	121±78 ^a	279±6 ^b
	B (231)	193±117 ^e	40±86 ^a	233±144 ^e	279±8 ^b
	C (192)	119±83 ^{bc}	75±115 ^d	199±142 ^{bcd}	278±7 ^{ab}
	A (380)	115±87 ^b	65±96 ^{bcd}	180±125 ^b	277±6 ^a
	E (138)	153±137 ^d	67±91 ^{cd}	221±109 ^{de}	275±6 ^d
	P	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001
Race	FL (109)	104±93 ^b	75±98	180±122 ^{ab}	277±8
	MB (285)	108±81 ^b	66±100	174±125 ^b	278±7
	H (660)	149±113 ^a	55±91	205±141 ^a	278±6
	P	<0,0001	NS	0,002	NS
N° Lactation	L3 (231)	95±59 ^a	57±93	153±100 ^c	276±7 ^b
	L1 (427)	155±126 ^d	68±105	225±152 ^a	278±7 ^a
	L2 (303)	131±90 ^{bc}	56±94	186±123 ^b	279±6 ^a
	L4 (93)	137±110 ^{cd}	43±65	179±139 ^{cb}	275±6 ^b
	P	<0,0001	NS	<0,0001	<0,0001

	PR (254)	130±108	68±95	200±140 ^{bc}	278±6
Saison/vêlage	ETE (249)	137±101	56±96	193±133 ^{abc}	277±7
	AUT (244)	116±81	53±90	169±119 ^a	278±7
	HIV (307)	147±121	62±96	210±143 ^c	278±7
	P	NS	NS	0,005	NS
Saison/IA1	ETE (234)	134±107	78±110 ^c	211±148 ^c	277±7 ^a
	AUT (246)	124±93	46±77 ^{ab}	170±113 ^a	276±7 ^a
	HIV (235)	137±104	52±83 ^{bc}	188±122 ^{ab}	279±7 ^b
	PR (339)	137±113	64±100 ^a	204±147 ^{bc}	279±7 ^{bc}
	P	NS	0,0012	0,0023	<0,0001

NS: non significatif au seuil de 5%

5.3.3. Etude relationnelle de la Fertilité

Chez la génisse, l'étude relationnelle a identifié trois facteurs de risque (Tableau 26) : L'année, saison de naissance et saison de mise en reproduction (SIA1). Par rapport aux autres années, le risque de ne pas obtenir une gestation est plus élevé en 2008 (OR=0,1 p=0,04). De même, une naissance en saison hivernale réduit les chances d'obtention de gestation (OR=0,3 p=0,06). Par ailleurs, les premières inséminations réalisées en été ont plus de chance d'aboutir à une gestation (OR= 3,3 p=0,05).

Le modèle de régression logistique multivarié (génisse), après élimination des variables non significatives, est :

$$\text{GIA1} = 2,395 + (-2,28 \text{ An08}) + (-1,11 \text{ SNHiv}) + (-0,95 \text{ SIA1été})$$

Valeur de Wald : 4,21 3,33 2,46

Chez la vache, 5 facteurs de risque ont été identifiés (Tableau 26): l'année (An), l'exploitation (EXP), saison de vêlage (SV), saison de première insémination (SIA1) ainsi que la période d'attente (PA). Par rapport à l'année 2009 où le plus faible pourcentage de GIA1 (Réf., OR=1) est rapportée, les autres années n'ont aucune influence sur la fertilité sauf pour l'année 2003 où on enregistre une tendance de signification, les inséminations réalisées durant cette année avaient plus de chance d'être fertiles (OR=2,33, p=0,08).

Contrairement aux autres exploitations, les chances d'obtenir une gestation à la première insémination sont multipliées par 2,5 pour les femelles de l'exploitation B (OR=2,57, p<0,001).

La race de l'animal ainsi que le rang de lactation n'ont aucun effet significatif sur la fertilité. Comme la saison de vêlage, la saison de mise en reproduction augmente significativement les chances de gestation à la première insémination. Par rapport au vêlage de printemps, les femelles accouchant en saison estivale ont plus de chance d'être fécondées à leur première insémination (OR=1,49 p=0,07) plutôt qu'en saison automnale (OR=1,30 p>0,05) ou hivernale (OR=1,15 p>0,05). En comparaison avec la mise à la reproduction en période estivale, les premières inséminations réalisées en printemps et automne ont de forte chance qu'elles aboutissent à une gestation, respectivement (OR=1,67 p=0,01) et (OR=1,65 p= 0,02). Par ailleurs, les IA réalisées en hiver n'ont aucun effet significatif sur le taux de gestation apparent à l'IA1 (OR=1,31 p>0,05).

L'allongement de la période d'attente a un effet significatif sur la fertilité. Par rapport aux périodes comprises entre le vêlage et le 49^{ème} jour, les chances d'obtenir une gestation à l'IA1 augmentent significativement entre 50-100 j post-partum (OR=1,64 p=0,03). Au-delà de 100 j post-partum, la période d'attente n'a aucune influence sur la fertilité.

Modèle de régression logistique multivarié (vache):

$$\text{GIA1} = 19,24 + 0,84 \text{ An03} + 0,94 \text{ EXPB} + 0,45 \text{ SVété} + 0,51 \text{ SIA1Pr} + 0,5 \text{ SIA1Aut} + 0,49 \text{ PA50}$$

Valeur du Wald: (3,03) (10,6) (3,23) (6,19) (4,95) (4,4)

Tableau 26 : Etude relationnelle de la fertilité chez la vache et la génisse

Facteurs	Variables	Fertilité chez la vache (1054)				Fertilité chez la génisse(298)			
		GIA1% (N)	OR	IC (95%)	p	GIA1% (N)	OR	IC (95%)	p
	2001	48% (56)	1,4		NS	95%(37)	2,8	0,3-30	NS
	2002	54%(39)	1,1		NS	50%(10)	Réf.		
	2003	73%(41)	2,3	0,89-6,08	0,08	82%(9)	0,4	0,03-5,2	NS
	2004	53%(51)	0,9		NS	83%(22)	0,9	0,1-7,6	NS
	2005	64%(77)	1,4		NS	94%(31)	3,0	0,3-31	NS

Année	2006	47%(74)	0,7		NS	95%(10)	0,1	0,01-1,3	NS
	2007	64%(86)	1,5		NS	100%(12)	2,2	0	NS
	2008	69%(118)	1,6		NS	57%(19)	0,1	0,01-0,9	0,04
	2009	34%(173)	Réf.		-	86%(50)	0,7	0,09-5,6	NS
	2010	48%(127)	1,1		NS	88%(52)	0,5	0,05-4,1	NS
	2011	53%(66)	1,1		NS	100%(12)	2,2	0	NS
	2012	44%(145)	0,6		NS	100%(22)	2,6	0	NS
Exploitations	A	47%(380)	1,1		NS	73%(43)	Réf.		
	B	70%(231)	2,6	1,45-4,55	0,001	87%(104)	0,6	0,2-2,1	NS
	C	49%(192)	0,9		NS	95%(81)	1,4	0,3-5,5	NS
	D	39%(113)	Réf.			97%(70)	2,1	0,5-8,3	NS
	E	48%(138)	1,83	0,92-3,64	0,08				
Race	FL	44%(109)	Réf.			85%(20)	Réf.		
	MB	51%(285)	1,1		NS	90%(73)	0,7	0,1-3,8	NS
	H	54%(660)	1,1		NS	86%(205)	1,3	0,3-5,9	NS
N° Lactation	L1	52%(427)	1,1		NS				
	L2	53%(303)	0,9		NS				
	L3	49%(231)	Réf.						
	L4	54%(93)	0,8		NS				
	PR	45%(254)	Réf.			81%(52)	Réf.		
Saison- vêlage/ Naissance	ETE	57%(249)	1,5	0,96-2,32	0,07	87%(72)	0,5	0,1-1,7	NS
	AUT	54%(244)	1,3		NS	92%(80)	1,9	0,5-7,6	NS
	HIV	51%(307)	1,2		NS	84%(94)	0,3	0,1-1,1	0,06
	ETE	44%(234)	Réf.			96%(68)	3,3	1-11	0,05
Saison/IA1	AUT	54%(246)	1,7	1,06-2,57	0,02	79%(65)	Réf.		
	HIV	56%(235)	1,3		NS	86%(65)	1,2	0,4-3,8	NS
	PR	54%(339)	1,7	1,11-2,51	0,01	89%(100)	0,4	0,1-1,3	NS
	<50	36%(157)	Réf.						
PA (jrs)	50-100	50%(391)	1,6	1,03-2,60	0,03				
	>100	58%(506)	1,4		NS				

IC : Intervalle de confiance à 95% **NS** : non significatif au seuil 0,05

Test Hosmer et Lemshow Chi-square = 3, 92 (p=0, 86)

5.4. Discussion

5.4.1. *Etude descriptive de la fécondité et de la fertilité*

Chez la génisse, l'évaluation de l'âge au premier vêlage est importante puisqu'il conditionne la productivité de l'animal au cours de son séjour dans l'exploitation, un intervalle de 24 mois est considéré comme optimal, sachant qu'il réduit la période d'improductivité des génisses. Selon notre étude, un premier vêlage à 32 mois est comparable à celui rapporté par Rocha et ses collaborateurs (2001) en Portugal (32 mois) mais sensiblement plus long que ceux obtenus au Maroc (29 mois, Boujenane et Aissa, 2008), en Algérie (26 mois, Ghoribi et al., 2005) ou en Belgique (26 mois variant de 22 à 35 mois) (Hanzen et al., 1990). L'âge tardif au premier vêlage (32 mois) s'explique essentiellement par l'allongement excessif de la période d'attente (22 mois), qui elle même supérieure à l'objectif attendu de 15 mois, reflétant ainsi, une mauvaise gestion de la mise à la reproduction des génisses.

Pour la fécondité chez la vache, le VIF moyen enregistré est de 194j. Cette valeur s'éloigne significativement de 85j, objectif retenu dans le cadre d'une gestion efficace de la reproduction et d'une productivité optimale (Eddy, 1980 ; Radostits et Blood, 1985). Des troupeaux laitiers, dans lesquels l'insémination fécondante de plus de 10-15% des vaches est obtenue plus de 5 mois après le vêlage, ne peuvent maintenir un niveau de production économiquement rentable (Weaver et Goodger, 1987). En revue de la littérature, diverses études ont révélé une augmentation de la durée du VIF (Tableau 27).

L'allongement du VIF peut avoir comme origine soit un allongement de la PA ou PR ou les deux en même temps. L'évaluation de la PA est importante car elle détermine 27% du VIF et 5% du taux de gestation (Shanks et al., 1979). Dans notre étude, une valeur moyenne de 133j est rapportée. Il est important d'avoir 90% des animaux qui soient inséminés pour la première fois au cours des trois premiers mois du post-partum (Weaver, 1986 ; Klinborg, 1987), des PA comprises entre 60 à 90j ont été également rapportées antérieurement par de nombreux auteurs (Kirk, 1980 ; Radostits et Blood, 1985 ; Coleman et al., 1985 ; Fagan et al., 1989 et Armstrong et al., 1990). Plus tard, des auteurs ont enregistré des valeurs de 95j (Rocha et al., 2001), 93j (Rajala-Schultz et Frazer, 2003), 67j (Ansari-Lari et al., 2010) et 72j (Miroud et al., 2014). L'allongement excessif de la PA renseigné dans cette étude peut être imputé à des causes involontaires comme une mauvaise conduite de détection des chaleurs,

période d'anœstrus prolongée ou encore des problèmes infectieux post-puerpéraux qui obligent l'éleveur de remettre au plus tard le moment de la mise à la reproduction.

La PR dépend essentiellement du nombre d'IA nécessaires à l'obtention d'une fécondation, une valeur inférieure à 30j doit être considérée comme normale (Hanzen, 2013-2014). Dans notre cas, une valeur moyenne de 60j est rapportée. En revue de la littérature, certains travaux ont enregistré des moyennes similaires, 69j (Miroud et al., 2014), 67j (Ansari-Lari et al., 2010), 56j (Rajala-Schultz et Frazer, 2003) et d'autres, beaucoup moins, 28j (Etherington et al., 1984) et 30j (Dohoo, 1983). Selon certaines études, l'allongement de cet intervalle peut être attribué à des mortalités embryonnaires (Barbat et al., 2005) ou encore à des facteurs inhérents à l'échec de l'IA responsables d'infertilité (non fécondation) comme: mauvais moment de l'IA (Sturman et al., 2000), mauvais emplacement de la semence (Lopez-Gatius, 2000) ou encore une mauvaise technicité de l'inséminateur (Gwasdauskas et al., 1975a ; Humblot, 1986).

En ce qui concerne la fertilité, notre étude retrospective a rapporté un pourcentage de gestation apparent à l'IA1 de 52%. Pour certains auteurs, elle est considérée comme une bonne fertilité (Klinborg, 1987). De nombreux travaux ont rapporté des taux de conception similaires (Etherington et al., 1996 ; Son et al., 1996 ; Burke et al., 1997, Kinsel et Etherington, 1998 ; Judge et al., 1999, Rocha et al., 2001). L'index de fertilité apparent (IFA) enregistré durant notre étude est en moyenne 1,9. Klinborg (1987) a estimé qu'un IFA < 2 (idéalement 1,5) doit être considéré comme satisfaisant. Cependant, en revue de la littérature, divers auteurs de nombreux pays ont enregistré des variations du taux de conception et d'index de fertilité (Tableau 27).

Le VIF est un paramètre très souvent utilisé dans l'étude des causes de l'infécondité. Selon l'étude, le délai d'obtention de gestation est fortement influencé par le numéro de lactation, les valeurs enregistrées diminuent significativement de la 1^{ère} à la 3^{ème} lactation, respectivement de 225, 186 à 153j ($p < 0.0001$). Cette diminution du nombre de jours ouverts avec l'augmentation l'âge de l'animal a été antérieurement reconnue par différents auteurs (Mac Millan et al., 1996 ; Kinsel et Etherington, 1998 ; Studer, 1998 ; Walters et al., 2002 ; Avendaño- Reyes et al., 2010). Rocha et ses collaborateurs (2001) ont également rapporté une diminution significative du nombre de jours ouverts de 177j (1^{ère} lactation) à 148j (4^{ème} lactation).

Tableau 27 : Paramètre de fécondité (VIF) et de fertilité (GIA1 et IF) chez la vache laitière
(données bibliographiques)

N	Race	PL (kg)	VIF (j)	GIA1 (%)	IF	Région	Références
1772 L	PH	8500	149	45,6	2,07	Ohio (USA)	Rajala-Shultz et al., 2003
3961 L	PH	6941	177	51,4	1,4	Portugal	Rocha et al., 2001
8204 L	PH	7537-8925	134	42	2,5	Iran	Ansari-Lari et al., 2010
72187 L	PH	ND	135-148			Californie	Berger et al., 1981
1145 L	PH	ND	131			Floride	Cavestany et Foot, 1985
305 L	PH	ND	120		1,7	Ontario	Etherington et al., 1984
1104 L	PH	ND	285		1,69	Ethiopie	Fekadu et al., 2011
2756 L	PH	11720		36		Espagne	Lopez-Gatius et al., 2006
218 VL	PH	3660	99-225 158-196	29-31		Annaba El Tarf	Bouzebda et al., 2008
2300 L	PH-MB	ND	148	25		Nord-Est algérien	Miroud et al., 2014
1010 L	PH	4346	165			Est algérien	Ghozlane et al., 1998
542 L	MB	2300-3350	153			Sétif	Madani et Mouffok 2008
10965 IA	PH	10550		21-43		Espagne	Garcia-Ispuerto et al., 2007
227 VL	PH-FV	ND	115 146		4,96 5,06	Ferme A Ferme B (El Taref)	Ghoribi et al., 2005
96 VL	PH	3433- 3819(120j)		45-51	1,8-2,1	Irlande	Snijders et al., 2000
96 VL	PH	6855-7841		47-57	1,8-1,9	Irlande	Kennedy et al., 2003
234 VL	PH	6141-6958		40-62	1,8-2	Irlande	Horan et al., 2005
8Millions L	PH-J	-	133-144 119-129	27-34 32-42	2,1-2,5 2—2,3	USA	Norman et al., 2009
165 VL	PH	ND		39-52		N. Zélande	Mac Donald et al., 2008
1173 VL	PH	ND	106	42		Irlande	Lane et al., 2013

L : Lactation, **VL** : Vache laitière, **IA** : Insémination Artificielle **H** : Holstein, **MB** : Montbéliarde, **FV** : Fleckvieh, **J** : Jersey, **ND** : Non déterminée

Plus tard, Fekadu et ses collaborateurs (2011) ont rapporté une diminution significative de la durée du VIF avec l'augmentation de l'âge des femelles, respectivement de 307, 272, 276 à 226j de la 1^{ère} à la 4^{ème} lactation. En 2010, Ansari-Lari a également enregistré une diminution (non significative) du VIF de la 1^{ère} à la 3^{ème} lactation, respectivement de 147, 132 à 129j ($p>0.05$), suivie d'une légère augmentation à partir de la 4^{ème} lactation. Cette diminution du VIF avec l'augmentation du numéro de lactation pourrait être liée au bilan énergétique négatif (Butler et Smith, 1989 ; Harisson et al., 1990) à l'accouchement dystocique (Thompson et al., 1983, Erb et al., 1985, Saloniemi et al., 1986) et l'anœstrus du post-partum (Gröhn et al., 1990) qui caractérisent davantage les primipares. Par ailleurs, certains travaux n'ont observé aucune différence significative sur le VIF des primipares et ceux des vaches en 2^{ème} et 3^{ème} lactation (Gwasdauskas et al., 1975b ; Lucy et al., 1992).

La race a un effet significatif sur le VIF, le délai d'obtention de gestation est augmenté de 30 jrs chez la Holstein par rapport à la Montbéliarde (205 vs 174j, $p<0.01$). Pareil effet, de nombreux auteurs ont rapporté une dégradation rapide et sévère de la fertilité chez la Holstein, surtout ces trente dernières années (Royal et al., 2000 ; Lucy, 2001 ; Lopez-Gatius, 2003 ; Rajala-Schultz et Frazer, 2003 ; Barbat et al., 2005 ; Norman et al., 2009). Une étude réalisée sur la fertilité des vaches laitières en France, Le Mezec et al. (2010) a rapporté un allongement du VIF de 30 jrs chez la race Holstein en comparaison avec la Montbéliarde (139 vs 108j). Au Maroc, Boujenane et Aissa (2008) ont enregistré également un allongement du VIF de 113 contre 87j respectivement pour la Holstein (1727 lactations) et la Montbéliarde (1148 lactations). Une méta-analyse (1991-2000) réalisée sur 12711 lactations chez la Holstein a révélé une hausse de l'infertilité à cause de l'augmentation de la production laitière (Lopez-Gatius, 2003).

Pareil effet, Abdallah et Mc Daniel (2000) et Gröhn et Rajala-Shultz (2000) ont constaté une relation fortement défavorable entre la production laitière et la longueur du VIF. Une étude réalisée sur la Holstein a montré qu'une augmentation de 100 kg de lait correspond à une augmentation de 0,3j sur le VIF, les fortes productrices (> 8900 kg) ont 18 jrs de plus sur le nombre de jours ouverts que les faibles productrices (< 7500 kg) (Ansari-Lari et al., 2010). De nombreuses études sont venues confirmer la relation existante entre la fertilité et le niveau de production laitière chez la Holstein. Le rôle prépondérant du déficit énergétique en début de lactation dans la reprise de l'activité ovarienne et la fécondation ultérieure des

femelles a fait objet de nombreux travaux (Butler, Smith, 1989; Lucy et al., 1992 ; Heuer et al., 1999 ; Gong, 2002). Il semble qu'une réduction des apports alimentaires affecte davantage la libération hypothalamique de la GnRH que celle hypophysaire de la LH (Randel 1990). Dans notre cas, l'allongement du VIF chez la Holstein pourrait avoir comme origine des causes involontaires (mauvaise conduite de détection des chaleurs, anœstrus post-partum) responsables d'une prolongation de la période d'attente (149j). D'autres travaux ont rapporté également l'existence d'une relation entre le niveau de production laitière et la fréquence des mortalités embryonnaires précoce ou tardive (Humblot, 2001; Sreenan et al., 2001), en évoquant la nutrition énergétique.

La saison de vêlage a un effet spécifique sur le VIF. Selon l'étude, les femelles vêlant en automne sont gestantes 30 et 40j plutôt qu'un vêlage de printemps (169 vs 200, $p<0.05$) ou d'hiver (169 vs 210j, $p<0.05$). Diverses études ont rapporté l'effet significatif de la saisonnalité sur les performances de reproduction (Al Katanami et al., 1999 ; Washburn et al., 2002 ; DeVries et Risco, 2005 ; Ansari-Lari et Abassi, 2008). En Belgique, les vêlages d'hiver s'accompagnent d'un allongement significatif du VIF (Hanzen, 1994). De même, Kang et al. (2012) ont enregistré des VIF plus longs lors d'un vêlage d'hiver qu'un vêlage d'automne (197 vs 119j, $p<0.05$) ou de printemps (194 vs 119, $p<0.05$). L'enquête réalisée par Gröhn et Rajala-Schultz (2000) a montré que la saison de vêlage la plus défavorable étant l'hiver à cause de l'intensification des pathologies post-puerpérales (kystes ovariens, métrites) et chaleurs silencieuses, qui peuvent compromettre l'allongement du VIF. Par ailleurs, certains travaux ont rapporté un allongement du VIF lors d'un vêlage d'automne (De Kruif, 1975) ou d'été (Mc Dowell et al., 1975) et d'autres n'ont observé aucun effet spécifique de la saison de vêlage sur l'allongement du VIF (Ansari-Lari et al., 2010). Les résultats souvent contradictoires observés à l'encontre des variations saisonnières des performances de reproduction pourraient s'expliquer par les changements rencontrés au cours de l'année dans la gestion du troupeau, l'alimentation, la température, l'humidité et la photopériode.

Comme pour la saison de vêlage, la longueur du VIF est influencée par la saison de mise à la reproduction, les IA1 réalisées en saison estivale se traduisent par un retard significatif d'environ 40 jours du délai d'obtention de gestation par rapport à la saison automnale (211 vs 170j, $p<0.05$).

Hanzen (1994) a rapporté un allongement du VIF lors d'IA1 réalisée en saison hivernale. En effet, les fortes températures en saison d'été (40,7°C) diminuent la concentration sanguine de LH (Roth et al., 2001b) qui a pour conséquence une réduction de la synthèse folliculaire d'œstradiol (Wolfenson et al., 1995) et une réduction concomitante des signes de chaleurs (De Rensis et Scaramuzzi, 2003). Pareil effet, les mois chauds d'été sont à l'origine d'une prolongation de l'anoestrus post-partum, diminution de la durée de l'expression œstrale (Gwasdauskas et al., 1981 ; Thatcher et al., 1984 ; Hansen et Arechiga, 1999) et une baisse de fertilité (De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Lopez-Gatius, 2003). De fortes températures survenant aux environs de l'insémination (J-2 et J+6) semblent avoir l'effet le plus marqué sur la fertilité (Hansen et Arechiga, 1999 ; Wolfenson et al., 2000 ; Morton et al., 2007). De même, un stress thermique pendant la période estivale (29-33°C) entre 50 à 20j avant l'IA sera associé à une diminution de la qualité ovocytaire et du développement embryonnaire (Roth et al., 2001a). D'autres auteurs ont également rapporté un vieillissement ovocytaire prématuré lors d'un stress thermique (Edwards et al., 2005 ; Andreu-Vázquez et al., 2010). En plus des effets néfastes sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, le stress thermique réduit l'appétit et augmente la perte de l'état corporel en début du post-partum, responsable d'un déficit énergétique (Schehab El Deen et al., 2010).

5.4.2. Etude relationnelle de la fertilité

En ce qui concerne la fertilité des vaches, notre étude n'a révélé aucun effet spécifique du numéro de lactation, un taux de conception moyen de 52% est enregistré pour les quatre lactations. En revue de la littérature, l'effet de l'âge sur la fertilité est controversé (Rhodes et al., 2003), certains auteurs ont rapporté une baisse de fertilité avec augmentation de l'âge de l'animal (Lucy et al., 1992 ; Pinto et al., 2000 ; Humblot, 2001) et d'autres, soit une augmentation (Dohoo et al., 1983 ; Fonseca et al., 1983 ; Silva et al., 1992) soit absence d'effet du numéro de lactation (Villa Godoy et al., 1988 ; Bagnato et Oltenacu, 1994 ; Rety, 1994). De nombreux auteurs s'accordent à dire que la baisse de fertilité avec l'augmentation du nombre de lactation serait liée à l'augmentation des mortalités embryonnaires (Pinto et al., 2000) et des troubles de reproduction (Gröhn et al., 1990). Dans notre étude l'absence de variation de la fertilité selon le numéro de lactation pourrait s'expliquer par la mise tardive à la reproduction (PA>100j), sachant que de nombreux

auteurs ont montré que, passer un délai de 50 jours sur la période d'attente, la fertilité des animaux reste pratiquement constante (Britt, 1975 ; Dekruif, 1975 ; Williamson et al., 1980 ; Fulkerson, 1984).

La saison de vêlage représente un facteur d'influence sur la fertilité, les chances d'obtention de gestation à l'IA1 sont élevées lors d'un vêlage estival qu'un vêlage printanier (OR=1,49 $p=0,07$), les vêlages d'automne et d'hiver n'ont aucune influence. D'après Ruegg (2001), un vêlage en saison sèche semble avoir un effet positif sur la fertilité, car les femelles puissent profiter des conditions nutritionnelles et satisfaire leur besoins d'entretien durant la prochaine saison humide. Par ailleurs, certains auteurs ont rapporté de faibles taux de conception (35%) lors d'un vêlage automnal par rapport aux autres saisons (Farin et al., 1994 ; Hanzen, 1994).

Contrairement à la période d'été, les fortes chances des gestations sont observées lorsque les premières inséminations sont réalisées au printemps (OR=1,67 $p<0,05$) ou en automne (OR=1,65 $p<0,05$). Pareil effet, Cavestany et ses collaborateurs (1985) ont enregistré une baisse significative de fertilité de 25 à 7% lors d'une augmentation de la température de 29,7°C (avril) à 33,9°C (juillet). Une exposition de femelles à un stress thermique de 14 à 34°C 50 à 20 jours avant IA est à l'origine d'une baisse significative du taux de conception de 31 à 23% (Chebel et al., 2004).

De même, Roth et al. (2001b) ont rapporté une baisse du taux de conception durant la saison estivale (16% en juillet) et la saison automnale (20% en octobre). Les périodes chaudes d'été sont à l'origine non seulement d'une faible qualité ovocytaire (Roth et al., 2001a) mais également d'une forte dégénérescence de cellules de granulosa et de cellules thécales réduisant ainsi, la stéroïdogénèse et la production progestéronique par le corps jaune, aboutissant à une mauvaise qualité et développement embryonnaire (Hansen et Archiga, 1999 ; Wolfenson et al., 2000 ; Roth et al., 2001b). Contrairement à certaines études (Hanzen, 1994 ; Harman et al., 1996), de meilleurs taux de fertilité sont obtenus en saison hivernale (Le Mezec et al. 2010).

Notre analyse statistique n'a révélé aucun effet significatif de la race sur la fertilité. Une étude similaire réalisée dans le Nord algérien a montré une augmentation significative de 7% sur le taux de conception chez la Holstein par rapport à la Montbéliarde (35 vs 28% $p<0,05$) (Belhadia et Yakhlef, 2013). Par ailleurs, de nombreux travaux ont rapporté une baisse de fertilité chez la Holstein. En France et aux Etats-Unis, seules 30 à 35% des

premières inséminations aboutissent à un vêlage chez la Holstein. Des taux de conception de 35, 45 et 50% ont été enregistrés respectivement chez la Holstein, Normande et la Montbéliarde (Le Mezec et al., 2010). Cette baisse de fertilité chez la race Holstein est étroitement liée à l'augmentation de la production laitière, une corrélation négative entre le taux de conception et la production laitière a été rapportée (Gröhn et Rajala-Schultz, 2000 ; Lucy, 2001 ; Rajala-Shultz et Frazer, 2003 ; Lopez-Gatius, 2003). Une enquête rétrospective menée par Butler (1998) entre 1951-1996 a rapporté une diminution du taux de conception de 65 à 40% à cause de l'augmentation du niveau de production de lait. Surtout ces trois dernières décennies, de nombreux auteurs ont montré une augmentation des index de fertilité concomitante à une augmentation de la production laitière (Gröhn et Rajala-Schultz, 2000 ; Washburn et al., 2002 ; Rajala-Schultz et Frazer, 2003). L'étude rétrospective réalisée en Irlande durant la période 1990-2000 a rapporté une augmentation de l'IF de 1,54 à 1,75 associée d'une réduction du taux de conception de 65 à 57% à cause de l'augmentation des niveaux de production laitière (Mee, 2004).

L'analyse relationnelle de la fertilité révèle que l'allongement de la période d'attente augmente les chances de gestation. Ainsi, le taux de gestation apparent à l'IA1 varie de 36% (<50j post-partum) à 50% (50-100j pp) (OR= 1,64 p<0,05). Au-delà de 100j pp, la PA n'a aucune influence sur la fertilité. De même, certaines études (Fulkerson, 1984 ; Thibier et Goffaux, 1986) ont montré que le taux de conception augmente progressivement jusqu'aux environs 60^{ème}j de lactation et se maintient au-delà. D'autres études rapportent une fertilité réduite jusqu'au 80^{ème}j de lactation ou au-delà de 130 à 150^{ème}j de lactation (Loeffler et al., 1999; Seegers et al., 2005). L'étude réalisée par Hanzen (1994) a rapporté une augmentation du taux de conception de 18,7% (< 50j pp) à 35,1% (> 110j pp). Pareillement, une élévation du taux de gestation de 47% (<100j pp) à 69% (<150j pp) a été rapportée par Ansari-Lari et ses collaborateurs (2010). De nombreux auteurs s'appuient d'une manière irréfutable des conséquences d'un déficit énergétique sur la conception en période du post partum (Harrison et al., 1989 ; Ferguson, 1991 ; De Vries et al., 1999). Une perte d'état corporel supérieure à 1,5 point entre le vêlage et le 30^{ème}j de lactation (Tillard, 2007) ou bien un retard d'involution utérine (Tennant et Peddicord 1968) ou encore une endométrite survenant entre J20 et J33 post-partum (LeBlanc et al., 2002) affectent significativement le taux de conception.

5.5. Conclusion

A l'issue de notre enquête, la quantification des paramètres de reproduction des exploitations laitières suivies dans le Nord algérien révèle une infécondité, les moyennes enregistrées dépassent largement les normes habituellement admises. Les génisses accusent un âge trop tardif au premier vêlage (32 mois), une meilleure gestion pour la mise en reproduction doit être envisagée.

L'allongement excessif de la période d'attente (133j) et la période de reproduction (60j) est une conséquence des imperfections dans la maîtrise de la gestion de la reproduction, il est difficile, voire impossible de rentabiliser des élevages laitiers avec de tels paramètres. Il semble raisonnable de recommander une gestion plus rationnelle du post-partum par un bon suivi sanitaire, une alimentation adéquate et une meilleure conduite de détection des chaleurs, afin de lutter contre les troubles d'infertilité.

Le délai d'obtention d'une gestation conditionne la rentabilité de tout élevage laitier, les facteurs de risque inhérents à ce paramètre sont de nature individuelle et surtout collective. L'augmentation d'âge au vêlage réduit significativement le VIF, la Holstein semble être plus sensible à l'allongement du VIF. La saison du vêlage comme la saison de la première insémination influencent le VIF. Les saisons les plus défavorables étant l'été et le printemps.

Contrairement à l'infécondité, la fertilité, évaluée par le pourcentage de gestation apparent à l'IA1 est satisfaisante. Sans effet significatif sur la race et le rang de lactation, la fertilité est augmentée lors d'un vêlage d'été, d'une mise en reproduction en saison printanière et automnale ainsi que le rang de l'IA en période du post-partum. Il serait intéressant de mieux maîtriser la période d'attente à moins de 50 jrs post-partum sans pour autant augmenter la durée de l'anoestrus post-partum à plus de 60 jrs post-partum.

En perspective, une méta-analyse associée à une meilleure investigation dans la collecte d'informations relatives à la production laitière, statut sanitaire ainsi que la note d'état corporel des femelles seraient nécessaires pour mieux caractériser et lutter contre les facteurs de risque responsables d'infécondité et d'infertilité, préjudiciable à une rentabilité économique rationnelle des élevages laitiers.

6. CHAPITRE 6 : ENQUETE SUR LES PRATIQUES DE L'INSEMINATION ARTIFICIELLE BOVINE EN ALGERIE

6.1. Introduction

La production laitière algérienne (3,1 milliards de litres) ne permet d'assurer que 56% des besoins de la population (5,5 milliards de litres/an équivalent lait) (Office National Interprofessionnel Lait, 2012). Aussi, l'élevage bovin laitier constitue-t-il un des axes prioritaires de l'état algérien dans le domaine agricole. L'état algérien a depuis 1969, organiser l'importation de génisses laitières gravides, assurer l'importation de poudre de lait (la valeur globale des importations de l'Algérie en produits laitiers est estimée à 1,91 milliard dollars, en 2014, contre 1,13 milliard de dollars en 2013, en hausse de 69,4%) et intensifier l'amélioration génétique du cheptel bovin en encourageant le recours à l'insémination artificielle (IA) par la création en 1988 d'un Centre National d'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique (CNIAAG) pour assurer la production, le conditionnement, la conservation de la semence bovine, la vulgarisation de l'IA et la formation des inséminateurs. Le CNIAAG gère l'activité de 406 inséminateurs, qui exercent dans plus de 150 circuits répartis sur le territoire national (CNIAAG, 2012).

Le nombre d'IA effectuées est passé de 50 000 en 2002 à plus de 190 000 en 2012. Les taux de pénétration de l'IA ont été respectivement de 47% au Centre, 33% à l'Est et 20% à l'Ouest. L'IA concerne essentiellement les races étrangères importées (Holstein, Montbéliarde, Fleckvieh et Brune des alpes). A elles seules, ces races représentent 30% du cheptel bovin laitier national, estimé à 966.000 vaches et génisses (CNIAAG, 2012).

Malgré les divers efforts consentis, la production laitière moyenne (< 15 litres par jour) reste inférieure aux attentes. Une des raisons en est l'infécondité, c'est-à-dire l'allongement de l'intervalle entre vêlages, dont les valeurs moyennes calculées sur plus de 1200 lactations sont comprises selon les auteurs entre 430 et 435 jours (Bouzebda, 2007 ; Miroud, 2009). On peut y voir la conséquence de l'infertilité qui selon les mêmes auteurs se traduit par des taux de gestation à la première insémination compris entre 25 et 31 % (Bouzebda, 2007, Miroud, 2009).

Les facteurs responsables de cette infertilité sont de nature diverse et concernent tout à la fois l'animal, l'éleveur et l'inséminateur. De nombreuses études ont rapporté un faible taux de réussite à l'IA après une rétention placentaire ou une infection puerpérale (Gröhn et Rajala-Schultz, 2000 ; Lopez-Gatius et al, 2005). L'état corporel de la femelle doit être pris en considération afin de déterminer le moment de l'IA en post-partum. Une note d'état corporel (NEC) insuffisante ($<2,5$) au moment de l'insémination serait à l'origine d'une baisse du taux de réussite à l'IA1 (Loeffler, 1999). Des taux de conception de (53% vs 17%) ont été rapportés respectivement chez des femelles ayant perdu entre 0,5 à 1 point et plus d'un point de l'état corporel entre le vêlage et la première IA (Butler et Smith, 1989).

Les pratiques de l'IA concernent la détection des chaleurs, le choix du moment opportun, l'endroit anatomique du dépôt de la semence et la technicité propre de l'inséminateur. Ces divers aspects ont fait l'objet de nombreuses publications (Senger et al., 1988 ; Lopez-Gatius 2000 ; Sturman et al., 2000; Saacke, 2008 ; Roelofs et al., 2010 ; Lopez-Gatius, 2012).

La détection des chaleurs demeure un problème majeur et l'importance de la confirmation de l'état œstral avant l'insémination a été rapportée (Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1991). Selon Sturman et al. (2000), le pourcentage de femelles inséminées avec un taux élevé de progestérone dans le lait serait de 19%. Le choix du moment de l'insémination par rapport au début des chaleurs est également essentiel. Une différence significative des taux de gestation de 48,1%, 63,7% et 55,9% a été rapportée lorsque les inséminations sont réalisées respectivement entre 0 et 4 hrs, 4 et 24 hrs et plus de 24hrs des débuts des chaleurs (Dorsay et al., 2011). Ainsi, 12 à 18 hrs après le début des chaleurs seraient le moment opportun de l'IA pour l'obtention d'un meilleur taux de conception (Gwasdauskas et al., 1986 ; Dalton et al., 2001 ; Roelofs et al., 2005).

Le processus de décongélation de la semence bovine peut avoir également un effet significatif sur le taux de fertilité. Une augmentation significative du taux de conception (35 vs 27%) a été rapportée lors d'une décongélation à l'eau chaude (33-35°C) par rapport à l'air (Dejarnette et Marshall, 2005). Pour Dejarnette et al. (2004), la décongélation doit se faire à une température de 34°-38°C pendant un minimum de 20 secondes pour la paillette fine (0,25 ml) et 40 secondes pour la paillette moyenne (0,5 ml). La décongélation de la paillette dans l'air, la poche du vêtement ou encore le pistolet d'IA sont malheureusement encore utilisées (Dejarnette et al, 2000).

La fertilité dépend de l'inséminateur. Une différence hautement significative du taux de conception (45% vs 27%) a été observée entre techniciens professionnels et éleveurs inséminateurs (Dalton et al., 2004). L'utilisation de chemise sanitaire spéciale qui recouvre le pistolet d'IA peut contribuer à l'amélioration du taux de conception, une augmentation significative du taux de gestation (42,7% vs 36,1%) a été rapportée (Bas et al., 2010).

Classiquement, on recommande d'inséminer la femelle au niveau du corps utérin. Le taux de gestation diminue de 22 % lorsque l'IA est réalisée au niveau du col utérin (Gwasdauskas et al. 1986). Senger et ses collaborateurs (1988) ont enregistré une augmentation hautement significative du taux de conception quand la semence est déposée dans la corne utérine par rapport au corps utérin (64,6 vs 44,7%). Toutefois, l'IA unicornale profonde implique la palpation préalable des ovaires pour identifier celui porteur du follicule (Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1988).

Une étude effectuée par Loeffler et al. (1999) a rapporté que la présence d'une glaire transparente sur le bout du pistolet après l'insémination était positivement associée à l'augmentation du taux de gestation. Une réduction de taux de conception de 50% a été rapportée pour les IA suivies d'un écoulement anormal (sang, pus) sur le pistolet. De nombreux auteurs ont souligné l'effet bénéfique d'un léger massage utérin et clitoridien au moment de l'IA sur le taux de gestation. Une augmentation du taux de réussite à l'IA1 de 18% (62% vs 44%) a été observée après 2 minutes de massage utérin (Hall et Plasto, 1970). Une stimulation clitoridienne pendant 3 secondes au moment de l'IA fait augmenter le taux de gestation de 15% à l'IA1 (74% vs 59%) (Lunstra et al, 1985). La stimulation du clitoris a un effet positif sur la sécrétion d'ocytocine et LH (Randel et al, 1975).

Le manque d'expérience contribue à augmenter le temps entre la décongélation de la paillette et sa mise en place au niveau du corps utérin. Ainsi, ce temps est respectivement de 4.2 ± 0.17 mn et de 5.8 ± 0.22 mn pour les techniciens et les éleveurs inséminateurs (Dalton et al, 2004). L'intervalle décongélation-insémination peut être prolongé jusqu'à 15 minutes, si la paillette peut être maintenue à une température ambiante et une hygiène stricte (Dejarnette et al, 2004).

Cette présente enquête a pour objectif de décrire le contexte et les différentes pratiques de réalisation de l'IA et d'en discuter les résultats afin de dégager des recommandations aux inséminateurs algériens.

6.2. Matériel et méthodes

6.2.1. Enquête

L'enquête comporte 66 questions réparties en 4 groupes (Annexe 1):

Le premier groupe (24 questions) concerne des données générales relatives à l'inséminateur (la fonction, l'âge, le sexe, l'année et la faculté d'obtention du diplôme de docteur en médecine vétérinaire, le type d'activité clinique, le nombre d'années de pratique de l'IA, le nombre d'IA effectuées annuellement, la région d'exercice). Le contexte de l'activité des inséminateurs a été caractérisé par les types et les races de bovins concernés, la taille des troupeaux, le nombre d'éleveurs de leur clientèle, le pourcentage d'éleveurs qui ont recours à l'IA, le pourcentage d'IA réalisées sur chaleur naturelle ainsi que le matériel dont dispose l'inséminateur (le nombre de pistolets d'IA, de biostats, de thermomètres, de thermos pour décongélation, la chemise sanitaire, le vaginoscope, l'échographe et le type de sonde utilisée).

Le second groupe (12 questions) concerne les diverses pratiques utilisées avant la réalisation de l'IA (l'anamnèse, la méthode du contrôle vaginal, les paramètres de confirmation de l'état œstral, le pourcentage d'IA le jour des chaleurs, l'évaluation de l'état corporel, la NEC non recommandée pour l'IA, l'estimation du pourcentage de vaches qui ne sont pas réellement en chaleur le jour de l'IA ainsi que la méthode utilisée pour ce constat).

Le troisième groupe (17 questions) concerne les pratiques mises en place lors de l'IA (contrôle du niveau d'azote dans le canister, les méthodes de décongélation de la semence, l'essuyage de la paillette, la vérification de la présence de sperme, l'utilisation de la chemise sanitaire, la méthode de nettoyage vulvaire, l'endroit anatomique de l'IA, la pression exercée sur le pistolet, la vitesse de retrait du pistolet, la vérification du bout de la gaine, la durée de l'IA, la stimulation de l'utérus et le massage clitoridien).

Le quatrième et le dernier groupe (13 questions) concerne les diverses pratiques utilisées après l'IA (le remplissage du certificat d'IA, l'enregistrement des dates de l'IA, le contrôle des retours en chaleur, le pourcentage de constats de gestation réalisés et la méthode utilisée, le stade de gestation du diagnostic manuel et/ou échographique, la confirmation du stade de

gestation, l'encodage des données, les avis des inséminateurs et leurs besoins en formation continue).

L'enquête a été menée de janvier à septembre 2012. La diffusion des questionnaires a été faite par le Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique *via* ses trois directions régionales (Centre : **Alger** ; Est : **Sétif** ; Ouest : **Oran**) et par les praticiens et délégués médicaux des régions concernées par l'enquête. Nous avons insisté auprès des inséminateurs de ne mentionner que les pratiques d'inséminations habituellement utilisées sur le terrain.

6.2.2. Analyse statistique

L'étude effectuée est essentiellement descriptive. Une analyse relationnelle de certains paramètres (région, nombre d'années de pratique de l'inséminateur et le nombre d'IA réalisées annuellement) a été effectuée au moyen du logiciel SAS (SAS, 2001) en utilisant le Chi deux et le Test exact de Fisher au seuil de signification ($P < 0,05$).

6.3. Résultats

6.3.1. Données générales relatives à l'inséminateur

Le taux de réponse à l'enquête a été de 55 %. Les inséminateurs qui ont participé à l'enquête sont majoritairement des docteurs vétérinaires praticiens (92%), respectivement âgés de moins de 31 ans (23 %), de 31 à 40 ans (42 %) ou de plus de 40 ans (35 %). Ils ont respectivement moins de 6 ans (48 %) ou plus de 5 ans (52 %) de pratique. 42% des enquêtés ont exclusivement une activité rurale et 58% une activité mixte (rurale et canine). Ils réalisent majoritairement (71%) plus de 200 inséminations par an (200 à 400, 36 % et > 400, 35 %) (Tableau 28).

Tableau 28 : Caractéristiques générales des inséminateurs

Fonction	DMV	Technicien	
%	92	8	
Age	20-30	31-40	>40
%	23	42	35
Années de pratique	≤ 5	>5	
%	48	52	
Nombre IA/an	≤200	201-400	>400
%	29	36	35

Le nombre d'années de pratique des enquêtés est significativement différent selon la région d'exercice, 27,9% exerçant dans le centre du pays ont plus de 5 années d'expérience et 24,7% pratiquant dans la région orientale ont moins de 6 années d'expérience ($p<0,001$) (Tableau 29).

Tableau 29 : Effet de la région d'exercice sur le nombre d'années de pratique

Région /Année pratique	≤ 5	>5	Total
Centre % (n=91)	13,7 ^a	27,9 ^b	41,6
Est % (n=80)	24,7 ^a	11,9 ^b	36,5
Ouest % (n=48)	9,6 ^a	12,3 ^b	21,9
Total (n=219)	48	52	100

Par ligne, les taux suivis des lettres a, b, sont significativement différents ($p<0,001$)

Le nombre d'inséminations annuelles est significativement plus élevé lorsque le nombre d'années de pratique est plus élevé. En effet, 27,5 % des inséminateurs ayant plus de 5 années de pratique réalisent plus de 400 inséminations par an. A l'inverse, 21,9 % des inséminateurs ayant moins de 6 années de pratiques effectuent moins de 200 inséminations par an (Tableau 30).

Tableau 30 : Effet du nombre d'années de pratique sur le nombre d'IA/an

Année pratique / Nbre IA/an	≤ 200	201-400	>400	Total
≤ 5 ans % (n= 105)	21.9 ^a	19.5 ^b	7.4 ^c	48.8
>5 ans % (n=110)	7.4 ^a	16.3 ^b	27.5 ^c	51.2
Total (n=215)	29.3	35.8	34.9	100

Par ligne, les taux suivis des lettres a, b, c, sont significativement différents ($p<0,001$)

Un inséminateur sur deux dispose d'un seul pistolet d'IA, 44% (2 pistolets) et 6% (3 pistolets). La majorité ne possède ni vaginoscope (59%) ni thermos (68%) pour la décongélation de la semence, mais la plupart (68%) possède un à deux thermomètres. Ils sont nombreux (78%) à avoir deux biostats (un grand pour le stockage d'azote et un petit pour les paillettes). Seulement une minorité (27%) dispose d'un échographe.

La clientèle de 70 % des inséminateurs enquêtés comporte plus de 50 élevages dont en moyenne 52 % ont exclusivement recours à l'IA (Annexe 2.1). La majorité (69 %) des inséminateurs réalisent plus de la moitié de leurs inséminations sur chaleurs naturelles, une douzaine d'heures après leur détection par l'éleveur (Annexe 2.2). Ces IA concernent dans 2/3 des cas le cheptel importé (Holstein et Montbéliarde) ou résultant d'un croisement local (Annexe 2.3).

6.3.2. *Pratiques réalisées avant l'Insémination Artificielle*

La majorité des inséminateurs réalisent systématiquement une anamnèse avant l'IA. Elle concerne la date du dernier vêlage et le type, les dates d'inséminations antérieures, la date et les signes des chaleurs ainsi que la présence éventuelle de pathologies du postpartum.

Ils contrôlent pour 89 % d'entre eux l'état œstral des femelles, la plupart du temps (85 %) avant la décongélation de la semence. Ils réalisent pour ce faire, une palpation manuelle du tractus génital et un examen vaginal. Ils confirment l'état œstral par l'identification de la tonicité utérine (44 %), de la tonicité utérine et d'un follicule ovarien (43 %) ou encore par la tonicité utérine, la présence d'un follicule et celle d'un écoulement muqueux (13 %). Ces différentes approches de constat de l'œstrus sont sans relation significative avec le nombre d'années de pratique ou d'inséminations (Tableau 31).

Tableau 31 : Moment et méthodes du contrôle œstral

Moment du contrôle	Avant décongélation		Pendant l'IA
%	85		15
Méthode du contrôle	Tonicité	Tonicité+Follicule	Tonicité+Follicule+glair
%	44	43	13
Moyen contrôle vaginal	Manuel	Spéculum	Les deux
%	78	13	9

Pour 65 % des enquêtés, moins de 11 % des femelles destinées à être inséminées ne seraient pas en chaleurs et par conséquent pas prêtes pour l'IA. Pour 25 % d'entre eux ce pourcentage serait compris entre 11 et 20 %. Ils sont peu nombreux (10 %) à reconnaître que plus de 20 % des femelles ne seraient pas en chaleurs. 44% des inséminateurs ont recours à la palpation transrectale pour reconnaître une femelle non en chaleur, 35% sur l'anamnèse et la palpation transrectale et 21% seulement sur l'anamnèse (Tableau 32).

Tableau 32 : % des femelles non en chaleur à l'IA et méthode de diagnostic

% vaches non en chaleur à l'IA	<5	5-10	11-20	21-50	>50
%	33	32	25	8	2
Méthode de diagnostic	Fouiller rectal	Absence de chaleur	Les deux		
%	44	21	35		

La présente enquête montre que les inséminateurs sont nombreux (92%) à évaluer l'état corporel de l'animal avant son insémination. Ils sont 74% à estimer qu'une note d'état corporel inférieure ou égale à 2 a un effet négatif sur la fertilité (Annexe 2.4).

6.3.3. *Pratiques réalisées au moment de l'IA proprement dite*

La majorité des inséminateurs (92%) contrôlent le niveau de l'azote liquide dans le biostat avant de prendre la paillette. Celle-ci est décongelée par 80 % d'entre eux dans de l'eau préchauffée de 35-38°C pendant 40 secondes, les autres décongelant la paillette à l'air, dans leurs mains, dans de l'eau ou encore entre les lèvres de la bouche (Tableau 33).

Tableau 33 : Répartition des fréquences sur les méthodes de décongélation

Méthode décongélation	Aire	Eau	Eau 35-38°	Mains	Lèvres
%	2	10	80	3	5

Une fois la paillette décongelée, celle-ci est essuyée (92 %) et la présence de sperme est vérifiée (98 %).

Ils sont peu nombreux (36%) à utiliser une chemise sanitaire pour éviter une contamination éventuelle de la paillette dans le tractus génital. La majorité des enquêtés pratiquent le nettoyage vulvaire avant l'IA afin d'éviter la pénétration accidentelle de matières fécales dans le vagin ou l'utérus *via* la gaine du pistolet. Pour ce faire, ils sont 54% à utiliser du papier, 28% du tissu, 13% de l'eau et seulement 5% de l'eau avec un antiseptique.

Lors de l'insémination proprement dite réalisée par 72 % des inséminateurs au niveau du corps utérin (Annexe 2.5), la majorité d'entre eux (92 %) exerce une pression légère sur le mandrin du pistolet au moment de l'IA et le retire lentement (89 %) pour éviter de léser le tractus génital. Ils sont plus nombreux à réaliser un léger massage utérin qu'une stimulation

du clitoris (91 vs 19 %). Pour 90 % d'entre eux, l'insémination est réalisée en moins de 5 minutes.

6.3.4. Pratiques réalisées après l'Insémination Artificielle

Après l'IA, les confrères sont nombreux à remplir le certificat d'IA (73%), enregistrer la date d'IA (68%) sur le carnet ou le planning d'étable et à faire surveiller le retour des chaleurs (100%). En cas de non retour en chaleurs, un inséminateur sur deux (53%) effectue un constat de gestation sur 50 à 75% des femelles inséminées, 25% et 4% l'effectuent respectivement sur 25 à 50% et moins de 25 des femelles inséminées. Cependant, ils sont peu nombreux (17%) à le réaliser sur plus de 75% des femelles inséminées. Ce constat de gestation est réalisé respectivement dans 73 %, 5 % et 22 % des cas par palpation manuelle, par échographie ou par l'une ou l'autre méthode. Le constat manuel est majoritairement (65 %) réalisé au cours du 3ème mois suivant l'insémination et plus rarement avant (9 %) ou après ce stade (26 %). Le constat échographique est davantage réalisé 30 à 40 jours après l'insémination (55 %) que 41 à 60 jours plus tard (45 %). Le stade de gestation est confirmé dans 95% (Tableau 34).

Tableau 34 : Méthodes et périodes de diagnostic de gestation

Diagnostic gestation %	< 25	25-50	51-75	76-100
%	4	25	53	18
Méthode de diagnostic	Palpation	Echo	Les deux	
%	73	5	22	
diagnostic manuel	40-60jrs	60-90 jrs	>90 jrs	
%	10	65	25	
diagnostic échographique	30-40	40-60	>60 jrs	
%	55	45	/	

La fréquence du constat de gestation est plus élevée dans les élevages qui ont davantage recours à l'IA que dans ceux qui ont moins recours. Cependant, 23,98% des inséminateurs ayant plus de 51% d'éleveurs qui ont recours à l'IA réalisent des constats de gestation sur plus de 51 % des femelles inséminées. A l'inverse, 10,71% ayant moins de 50% d'éleveurs qui ont recours à l'IA réalisent des constats de gestation sur moins de 50% des femelles inséminées. Ce constat est sans relation avec le nombre d'IA annuelles.

L'ordinateur est davantage utilisé (58%) pour l'introduction des données par les inséminateurs qui réalisent plus de 200 inséminations par an. Ils sont nombreux (75%) à saisir des informations relatives aux paramètres et pathologies liés à la reproduction (Tableau 35).

Tableau 35 : Acquisition d'un Micro-ordinateur en fonction du nombre annuel d'IA ($P < 0,05$)

Nbre IA/an-Ordinateur	Non	Oui	Total
≤ 200 (n=63)	8.41 ^a	21.03 ^b	29.44
200-400 (n= 76)	4.21 ^a	31.31 ^b	35.52
>400 (n= 75)	8.41 ^a	26.64 ^b	35.05
Total (n= 214)	21.03	78.98	100

Par ligne, les taux suivis des lettres a, b, sont significativement différents ($p < 0,05$)

Afin de savoir si ce questionnaire a incité les confrères à réfléchir à leurs pratiques d'inséminateurs, un enquêté sur deux (50%) est tout à fait d'accord. Ils sont respectivement 13%, 25% et 12% à être moyennement d'accord, moyennement pas d'accord et entièrement pas d'accord. Les enquêtés souhaiteraient faire une formation continue dans différents domaines (suivi de reproduction 26%, pathologies du post-partum 18%, échographie 22%, nutrition 18%, santé mammaire 13% et autres 3%).

6.4. Discussion

L'enquête réalisée sur 223 inséminateurs a révélé que 69% des confrères inséminent sur chaleur naturelle, une douzaine d'heures après le début des chaleurs, qui devrait être normalement observée par l'éleveur. Le taux de gestation peut être maximisé par le choix du moment de l'insémination par rapport à l'apparition des chaleurs. Ainsi, une douzaine d'heures après le début des manifestations œstrales représente le moment optimal pour l'insémination artificielle (Saacke, 2008). La règle classique AM/PM, PM/AM : chaleurs le matin, insémination le soir, chaleurs le soir, insémination le matin reste le moyen le plus efficace dans les élevages ayant une meilleure conduite de détection œstrale (DeJarnette et al, 2004). Pareillement, de nombreux auteurs ont rapporté que le moment opportun de l'IA pour l'obtention d'un meilleur taux de conception se situe entre 12 et 18hrs après le début des chaleurs (Gwasdauskas et al, 1986 ; Dalton et al, 2001 ; Roelofs et al, 2005).

L'estimation de la NEC au moment de l'IA est prise en considération par la majorité des enquêtés. Les trois quart des inséminateurs (74%) estiment qu'une NEC inférieure ou égale à 2 a un effet négatif sur la fertilité. De nombreux auteurs ont rapporté l'effet négatif d'un état corporel insuffisant (<2.5) au moment de l'IA sur taux de réussite à l'IA1 ou le taux de gestation (Stevenson et al, 1999 ; Pryce et al, 2001). D'après (Loeffler et al, 1999) une NEC de 3 à l'IA serait à l'origine de meilleur taux de gestation.

Les inséminateurs enquêtés sont nombreux (89%) à examiner l'appareil génital au moment de l'IA afin d'inséminer les vaches réellement en chaleur et d'exclure celles qui ne sont pas prêtes à l'IA. Un diagnostic précis de l'état œstral peut être effectué manuellement par un examen transrectal de l'appareil génital (Lopez-Gatius et Camon-Urgel, 1991).

Selon Lopez-Gatius (2011) la palpation folliculaire est étroitement liée à la réussite de l'IA. Les inséminateurs enquêtés sont peu nombreux (43%) à confirmer l'état œstral en palpant la tonicité utérine et le follicule, considérés comme indicateurs significatifs d'une réussite de l'IA (Loeffler et al, 1999). Pour Pieterse et al. (1990) le diagnostic des follicules supérieurs à 10 mm est plus précis par une ultrasonographie qu'une palpation manuelle. La palpation manuelle de certains follicules peut être imprécise et peut dépendre de la taille globale de l'ovaire, du relâchement de la paroi rectale, de l'état corporel et de la compétence de l'examineur (Hanzen et al, 2000). Il est important de signaler que de nombreux inséminateurs sont insuffisamment formés pour examiner les tractus génitaux et les ovaires malgré le nombre important de palpations transrectales effectuées quotidiennement (Lopez-Gatius, 2000). A l'examen de l'état œstral, effectué par palpation transrectale, 65% des inséminateurs estime que moins de 11 % des femelles ne serait pas en chaleurs et le quart d'entre eux (25%) ce pourcentage serait compris entre 11 et 20 %. Différents taux de femelles inséminées avec un taux élevé de progestérone dans le lait ont été rapportés (40% Nebel et al 1987 ; 19% Sturman et al, 2000).

De l'eau préchauffée de 35°-38°C pendant 40 secondes représente le processus de décongélation le plus utilisé par nos inséminateurs (80%). Ils sont peu nombreux à utiliser l'eau non chauffée (10%) ou encore l'air et les mains. Une augmentation significative du taux de conception (35 vs 27% $p<0,05$) a été rapportée lors d'une décongélation à l'eau chaude (33-35°C) par rapport à l'air (Dejarnette et Marshall, 2005). Kaproth et al. (2005) ont rapporté également une augmentation significative 66,1% vs 62,4% ($p<0,05$) du taux de

fertilité lors d'une décongélation à l'eau préchauffée 35°C pendant 30 secondes par rapport à une décongélation dans la poche du vêtement.

Les enquêtés sont peu nombreux (36%) à utiliser la chemise sanitaire comme moyen préventif d'une éventuelle contamination du tractus génital. Une étude réalisée par Bas et ses collaborateurs (2010) a montré que l'utilisation de chemise protectrice serait à l'origine d'une augmentation significative du taux de gestation de 42,7% vs 36,1% ($p < 0,05$) et d'une réduction de contamination du pistolet d'IA de 40% (61,53% vs 100%) par rapport au lot témoin. D'autre part, King et al. (1984) ; Richards et al. (1984) n'ont pas constaté, avec l'utilisation de chemise sanitaire, une amélioration du taux de conception à l'IA1.

D'après l'enquête, le corps utérin, contrairement aux cornes utérines, représente un site préférentiel de mise en place de la semence 74% vs 15%. Cette pratique s'explique généralement par la formation dispensée au CNIAAG où nos inséminateurs apprennent généralement à déposer la semence dans le corps utérin, qui était longtemps considéré comme un lieu conventionnel de dépôt de la semence (Lopez-Gatius, 2000 ; Noakes et al, 2001). La baisse de réussite de l'IA, la réduction du nombre de spermatozoïdes par paillette ou l'utilisation de paillettes de semences sexées ont incité le changement du site de la mise en place de la semence et la pratique d'une IA cornuale profonde près de la jonction utéro-tubaire, qui représente le principal réservoir spermatique avant l'ovulation (Hunter et Greve, 1998 ; Hunter, 2003 ; Lopez-Gatius, 2000) et qui permet également de réduire les pertes de spermatozoïdes par flux rétrograde dans le vagin (Nelson et al, 1987). Les inséminations cornuales ont un avantage potentiel par rapport au dépôt dans le corps utérin (Hunter, 2003). Des augmentations significatives ($p < 0,05$) des taux de conception de 19,9% (64,6% vs 44,7%) (Senger et al, 1988) et de 11% (30 vs 19%) (Mc Kenna et al, 1990) ont été rapportées. Contrairement, aucune différence significative n'a été observée pour le taux de fertilité et le taux de gestation entre les IA profondes et celles effectuées dans le corps utérin (Hawk et Tanabe, 1986 ; Momont et al, 1989). Toute fois, une formation spécialisée pour la technique d'IA profonde est nécessaire (Hunter et Greve, 1998 ; Lopez-Gatius, 2000).

Les inséminateurs sont nombreux à réaliser un massage utérin après l'IA qu'une stimulation utérine (91% vs 19%) afin de stimuler les contractions utérines et augmenter l'ascension spermatique en amont du tractus génital. Cette pratique a pour effet de stimuler la motilité utérine et le pic de LH (Randel et al, 1973 ; Lunstra et al, 1985). Une augmentation significative de 18% du taux de conception à l'IA1 (62% vs 44 % $p < 0,05$) a été obtenue après

deux minutes de massage utérin (Hall et Plasto, 1970). Une stimulation du clitoris après l'IA1 augmente le taux de gestation de 12% (57% vs 45%) (Segura et Rodriguez, 1994) à 15% (74% vs 59%) (Lunstra et al, 1985). Cette augmentation du taux de gestation à l'IA1 est plus marquée chez les vaches que les génisses (74% vs 53%) (Lunstra et al, 1985). Pour certains auteurs, la stimulation du clitoris n'a aucun effet sur le taux de gestation (Cooper et Foote, 1986 ; Karaka et al, 2001 ; Bozkurt et al, 2007).

Pour l'ensemble des enquêtés, l'IA est réalisée en moins de 5 mn. Cette durée est sans relation significative avec le nombre d'IA annuelles ($p>0.05$). Une durée entre la décongélation et la mise en place de la semence de $4,2\pm 0,17$ mn vs $5,8\pm 0,22$ mn a été rapportée respectivement pour les techniciens et éleveurs inséminateurs (Dalton et al, 2004). Un délai maximum de 10 à 15 mn entre la décongélation et le dépôt de semence serait acceptable du point de vue fertilité à condition de maintenir la paillette à une température ambiante de 35°C et assurer une hygiène stricte pendant l'IA (Dejarnette et al, 2004 ; Dalton et al., 2004).

Kaproth et al. (2005) ont observé une diminution de motilité spermatique progressive dans les 5 à 20 mn après décongélation des paillettes à 35°C mais maintenues à 22°C.

Les inséminateurs enquêtés sont nombreux à réaliser, sur plus de la moitié du cheptel inséminé, un constat de gestation. Celui-ci est le plus souvent réalisé par palpation manuelle. Cette méthode peu coûteuse ne peut cependant être utilisée qu'à partir de la 6^{ème} voire 9^{ème} semaine de gestation (Hanzen et Laurent, 1991). Le constat échographique revêt une grande importance économique en reproduction animale mais son coût élevé entrave son utilisation courante chez les bovins. Il est à la fois précoce puisqu'applicable en pratique dès le 25^{ème} jour de gestation et fiable car il permet de dépister les animaux gestants (sensibilité moyenne 90%) et non gestants (spécificité moyenne 80%) avec un degré d'exactitude de 87% (Hanzen et al., 1993).

Une fréquence élevée du constat de gestation a été enregistrée chez les éleveurs qui ont davantage recours à l'IA ($p<0.05$), sans doute à cause de l'aide financière octroyée par l'état algérien, lors d'une gestation confirmée issue exclusivement de l'IA. C'est un soutien financier aux éleveurs laitiers rentrant dans le cadre du plan national de développement agricole (PNDA), initié depuis 2000, afin de promouvoir l'IA en Algérie.

6.5. Conclusion

Les différentes pratiques de l'IA peuvent considérablement affecter la fertilité de la femelle. Les inséminateurs semblent respecter la deuxième moitié des chaleurs qui représente le moment le plus opportun pour une IA. L'examen de l'état œstral demeure une importante pratique utilisée habituellement par nos inséminateurs avant chaque IA mais la bonne pratique d'une palpation transrectale pour confirmation (mise en évidence de la tonicité utérine, palpation folliculaire) n'est pas bien prise en compte. La procédure de décongélation, la mise en place de la semence, le massage utérin ainsi que la durée de l'IA sont largement respectées. Malgré leurs nombreux avantages, la chemise sanitaire, l'insémination cornuale profonde et la stimulation du clitoris après l'IA ne sont que faiblement utilisées. Malheureusement, en dépit de la précocité d'un diagnostic de gestation par échographie, les inséminateurs sont nombreux à réaliser un constat manuel de gestation.

CONCLUSION GENERALE & RECOMMANDATIONS

Notre étude descriptive sur l'évolution du cheptel laitier et le recours à l'insémination artificielle durant la période (2002-2012) nous a permis de faire ressortir un net accroissement qui malheureusement, cette progression du cheptel, estimée à 1,2%, est surtout due à l'importation, par l'état, de vaches à haut rendement laitier ; le croît interne du troupeau n'ayant que très faiblement contribué à cette croissance. Il est toute fois intéressant :

- ✓ d'accorder un intérêt particulier à l'amélioration génétique et reproductive des génisses nées et élevées en Algérie,
- ✓ d'entreprendre dans la région Nord Est du pays un sérieux programme d'amélioration génétique (par l'intensification de l'IA) et de développement de l'élevage bovin en général et celui de la race locale en particulier (Brune de l'Atlas), de par sa richesse en pluviométrie et en paturage.

La quantification des paramètres de reproduction des exploitations laitières suivies dans le Nord algérien (région de la Mitidja) a permis de noter de l'infécondité des génisses et vaches, traduite respectivement, par un âge tardif au premier vêlage et l'allongement excessif du délai nécessaire à l'obtention d'une gestation (VIF). Les facteurs inhérents à ce trouble de reproduction sont de nature individuelle (numéro de lactation, race) et surtout collective (saison de vêlage et saison de la première insémination). Il semble raisonnable de recommander un suivi de reproduction plus rigoureux par :

- ✓ la mise en place d'un système de collecte et d'analyse de données (système informatisé) qui s'inscrit dans un contexte visant à rendre la gestion de l'élevage plus économique,
- ✓ la mise en place des schémas thérapeutiques (progestagènes, gonadolibérines...) afin de lutter contre l'allongement anormal de la période d'attente et réduire ainsi les périodes improductives,

- ✓ une démarche diagnostique approfondie des infertilités à chaleur normale (Repeat Breeding) afin de lutter contre l'allongement de la période de reproduction
- ✓ un rationnement alimentaire approprié et une évaluation régulière de la note d'état corporel
- ✓ meilleure conduite de détection des chaleurs en intensifiant les fréquences et les durées d'observations,
- ✓ bonne politique de l'IA.

Enfin, l'enquête menée sur les pratiques de l'IA bovine en Algérie auprès des inséminateurs a montré que certaines pratiques (confirmation de l'état œstral, processus de décongélation, durée de l'IA...) semblent respectées. Néanmoins, nous recommandons à nos confrères inséminateurs:

- ✓ des formations de recyclage afin de se perfectionner dans la palpation transrectale, qui présente un avantage inestimable non seulement dans la démarche diagnostique d'une femelle en état œstral mais également dans le diagnostic de gestation, sans pour autant négliger l'importance de l'ultrasonographie dans la reproduction bovine,
- ✓ une formation aux éleveurs laitiers sur la conduite de détection et l'identification des signes caractéristiques de chaleurs,
- ✓ utilisation de chemises protectrices comme moyen préventif,
- ✓ la pratique d'un léger massage clitoridien après chaque IA,
- ✓ recours aux constats précoces de gestation par échographie afin d'obtenir une meilleure fécondité.

A l'issue de notre travail, nos perspectives sont les suivantes :

- Doter les centres d'élevages y compris la recherche, de moyens financiers et matériels pour répondre aux exigences de l'élevage moderne.
- organisation des inséminateurs dans un cadre associatif pour mieux défendre et développer l'activité.
- Développer un cadre de concertation entre les opérateurs de filières laitières, éleveurs, inséminateurs et chercheurs au tour de l'amélioration de la productivité de l'élevage laitier.
- Implication de tous les acteurs (l'Etat, les partenaires au développement, les éleveurs, chercheurs) dans l'élaboration d'un plan d'action national d'amélioration génétique.

A

- **Abdallah JM., McDaniel BT. (2000).** Genetic parameters and trends of milk, fat, days open and body weight after calving in North Carolina experimental herds. *J. Dairy Sci.* 83: 1364–1370.
- **Ahmadzadeh A., Frago F., Shafii B., Dalton JC., Price WJ., McGuire MA. (2009).** Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. *Anim. Reprod. Sci.* 112: 273–282.
- **Aissat MI. (1981).** Pratique et devenir de l'IA en Algérie : cas des troupeaux laitiers de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut National Agronomique. 74 pages.
- **Al-Katanani YM., Webb DW., Hansen PJ. (1999).** Factors affecting seasonal variation in 90-day non return rate to first service in lactating Holsteins cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.* 82: 2611–16.
- **Allrich RD. (1993).** Oestrus behaviour and detection in cattle. *Vet. Clin. North Am.* 9: 249–62.
- **Allrich RD. (1994).** Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2738–44.
- **Almquist JO., Rosenberger JL., Branas RJ. (1979).** Effect of thawing time in warm water on fertility of bovine spermatozoa in plastic straws. *J. Dairy Sci.* 62:722.
- **Amellal R. (1995).** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Allaya M.(ed.). *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000.* Montpellier : CIHEAM, p. 229 -238.
- **Andersson M., Taponen J., Koskinen E., Dahlbom M. (2004).** Effect of insemination with doses of 2 or 15 million frozen-thawed spermatozoa and semen deposition site on pregnancy rate in dairy cows. *Theriogenology* 61 : 1583–1588.
- **Andreu-Vazquez C., Lopez-Gatius F., Garcia-Ispuerto I., Maya-Soriano MJ., Hunter RHF., Lopez-Béjar M. (2010).** Does heat stress provoke the loss of a continuous layer of cortical granules beneath the plasma membrane during oocyte maturation? *Zygote*, 18: 293–299.
- **Ansari-Lari M., Abbasi S. (2008).** Study of reproductive performance and related factors in four dairy herds in Fars province (southern Iran) by Cox proportional-hazard model. *Preventive Veterinary Medicine* 85, 158–165.
- **Ansari-Lari M., Kafi M., Sokhtanlo M., Nategh Ahmadi H. (2010).** Reproductive performance of Holstein dairy cows in Iran. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 1277–1283.
- **Appleyard WT., Cook B. (1976).** The detection of oestrus in dairy cattle. *Vet Rec.* 99: 253-256.
- **Armstrong JD., Goodall EA., Gordon FJ., Rice DA., Mc Caughey WJ. (1990).** The effects of levels of concentrate offer and inclusion of maize gluten or fish meal in the

concentrate on reproductive performance and blood parameter of dairy cows. *Anim. Prod.* 50, 1-10.

- **Arthur GH., Rahim ATA. (1984).** Temporal features of oestrus in Saudi Arabian imported cattle. In: 10th International Congress on Animal Reproduction and A.I., Urbana, Illinois, USA, 3:304.
- **Atashi H. ; Zamiri M J., Sayyadnejad MB., Akhlaghi A. (2012) :** Trends in the reproductive performance of Holstein dairy cows in Iran. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:2001–2006.
- **Avendano-Reyes L., Fuquay JW., Moore RB., Liu Z., Clark BL. Vierhout C. (2010).** Relationship between accumulated heat stress during the dry period, body condition score, and reproduction parameters of Holstein cows in tropical conditions. *Trop. Anim. Health and Prod.* 42, 265–273.
- **Ayalon N., Harrari HH., Lewis J., Pasener LN., Cohen Y. (1971).** Relation of the calving to service interval to fertility in dairy cows with different reproductive histories, production levels and management practices. *Refuah Vet.* 28: 155-165.
- **Ayalon N. (1978).** A review of embryonic mortality in cattle. *J. Reprod. Fert.* 54:483-493.

B

-
- **Bagnato A., Oltenacu PA. (1994).** Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of Italian Friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 874-882.
 - **Barbat A., Druet T., Bonaiti B., Guillaume F., Colleau JJ., Boichard D. (2005).** Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. In : XIIème Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, INRA – IE, Paris, 137-140.
 - **Barbat A., Gion A., Bonaiti B., Ducrocq V. (2007).** L'évaluation génétique de la fertilité en France. *BTIA*, 126, 19-22.
 - **Barrett GR., Casida LE. (1946).** Time of insemination and conception rate in artificial breeding. *J. Dairy Sci.* 29: 556.
 - **Barker AR., Schrick FN., Lewis MJ., Dowlen HH., Oliver SP. (1998).** Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1285-1290.
 - **Barnouin J., Fayet JC., Brochart M., Bouvier A., Paccard P. (1983).** Enquête éco-pathologique continue. 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. Vét.* 14: 247-252.
 - **Barr HL. (1974).** Influence of estrus detection on days open in dairy herds. *J. Dairy Sci.* 58: 246-256.
 - **Bas S., Hoet A., Rajala-Schultz P., Sanders D., Schuenemann GM. (2010).** The use of plastic cover sheaths at the time of artificial insemination improved fertility of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94(2): 793-79

Bekhouché NSS. 2000. La pratique de l'insémination artificielle bovine en Mitidja : Bilan et perspective. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut National Agronomique. 85 pages.

- **Beam S.W., Butler W.R. (1999).** Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in post-partum dairy cows. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 54, pp 411–424.
- **Bean B. (1972).** Laboratory procedures and field trial results with straws. Pages 77–81 in *Proc. 4th NAAB Tech. Conf. Artif. Insem. Reprod.* NAAB, Columbia, MO.
- **Belhadia MA., Yakhlef H. (2013).** Performances de production laitière et de reproduction des élevages bovins laitiers, en zone semi-aride: les plaines du haut Chelif, Nord de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 25 (6).
- **Bell MJ., Roberts DJ. (2007).** The impact of uterine infection on a dairy cow's performance. *Theriogenology* 68 (7): 1074-1079.
- **Berger PJ., Shanks RD., Freeman AE., Laben RC. (1981):** Genetic aspects of milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 64, 114-122.
- **Bergsten C. (2001).** Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *Vet. Clin. N. Am.* 17,1-23.
- **Berndston WE., Pickett BW., Rugg CD. (1976).** Procedures for field handling of bovine semen in plastic straws. Pages 51– 60 in *Proc. 6th NAAB Tech. Conf. Artif. Insem. Reprod.* NAAB, Columbia, MO.
- **Berry DP., Roche JR., Coffey MP. (2007).** Body Condition Score and Fertility More Than Just a Feeling. *Fertility in Dairy Cows – Bridging the gaps* Liverpool Hope University, Liverpool, UK, 107–118.
- **Blache D., Batailler M., Fabre-Nys C. (1994).** Oestrogen receptors in the preoptico-hypothalamic continuum : immune-histochemical study of the distribution and cell density during estrus cycle in the ovariectomized ewe. *J Neuro-endocrinol.* 6: 329 –339.
- **Boichard D., Barbat A., Briand M. (1998).** Evaluation génétique des caractères de fertilité femelle chez les bovins laitiers. In : *Vème Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, INRA – IE, Paris, 103-106.
- **Boichard D., Barbat A., Briand M. (2002).** Bilan phénotypique de la fertilité chez les bovins laitiers– AERA; Reproduction, génétique et fertilité, Paris 6 Décembre, 5-9.
- **Bonadonna T. 1975.** 6th International enquiry into artificial insemination in the world (1971-1973). *Zootec. Vet.*, 30: pp : 2-108.
- **Bonadonna T., Succi G. 1980.** Artificial insemination in the world. *Proceedings of the 9th International Congress on Animal Artificial Insemination*, Vol. 5, Madrid, Spain, pp.655–667.
- **Boujenane I., Aïssa H. (2008) :** Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 61 (3-4) 191-196.

- **Bouzebda Z. (2007).** Gestion zootechnique de la reproduction dans des élevages bovins laitiers dans l'Est Algérien. Thèse de Doctorat Es-Sciences 234 pages : Centre universitaire d'El Taref.
- **Bouzebda Z., Bouzebda-Afri F., Guellati M.A., Meharzi M.N. (2008) :** Enquête sur la gestion de la reproduction dans des élevages laitiers bovins de l'Est algérien. Sciences § Technologie C N°27 pp : 29-36.
- **Bozkurt T., Türk G., Gür S. (2007).** Effect of clitoral massage on levels of estradiol, testosterone, dehydroepiandrosterone sulphate and pregnancy rate in cows. Veterinarski Arhiv 77 (1) : 59-67.
- **Britt JH. (1975).** Early postpartum breeding in dairy cows. A review. J. Dairy Sci. 58: 266-271.
- **Brown JL., Senger PL., Hillers JK. (1982).** influence of thawing time and post-thaw temperature on acrosomal maintenance and motility of bovine spermatozoa frozen in 5-ml french straws. J. Anim Sci. 54: 938-944.
- **Burke JM., De La Sota RL., Risco CA., Staples CR., Schmitt EJ-P., Thatcher WW. (1996)** Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. J. Dairy sci. 79: 1385-1393.
- **Burke JM., Staples CR., Risco CA., De La Sota RL., Thatcher WW. (1997).** Effect of ruminant grade menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 80, 3386-3398.
- **Butler WR., Everett RW., Coppock CE. (1981).** The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum holstein cows. J. Anim. Sci. 53: 743-748.
- **Butler WR., Smith RD. (1989).** Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy Science 72, 767-783.
- **Butler WR. (1998).** Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. J. Dairy Sci. 81: 2533–2539.
- **Butler WR. (2000):** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim. Reprod Sci. 60–61, 449–457.
- **Butler WR. (2003).** Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. Livest. Prod. Sci. 83, 211–218.
- **Butler WR. (2005).** Relationships of negative energy balance with fertility. Advances in Dairy Technology, 17: 35-46.

C

-
- **Canfield RW., Butler WR. (1990).** Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. Domestis Animal Endocrinology, 7: 323-330.
 - **Cassou R. (1968):** *6th Inter. Congr. Animal Reprod and Artif. Insem.* Paris. II: 1009-1012
 - **Cavestany D., Foote RH. (1985).** The use of milk progesterone and electronic vaginal probes as aids in large dairy herd reproductive management. Corn. Vet. 75:441-453.

- **Cavestany D., El Wishy AB., Foote RH. (1985).** Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 68: 1471-1478.
- **Cavestany D., Fernandez M., Perez M., Tort G., Sanchez A., Siena R. (2008).** Oestrus behavior in heifers and lactating dairy cows under a pasture-based production system. *Vet. Quart.* 30(suppl. 1):10-34.
- **Chapinal, N., Carson M., Duffield TF., Capel M., Godden S., Overton M., Santos JEP., LeBlanc SJ. (2011).** The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J. Dairy Sci.* 94: 4897–4903.
- **Chandler JE., Adkinson RW., Nebel RL. (1984).** Thawing optimums for bovine spermatozoa processed by three methods and packaged in Continental and French straws. *J. Dairy Sci.* 67: 398–404.
- **Chebel RC., Santos JEP., Reynolds JP., Cerri RLA., Juchem SO., Overton M. (2004).** Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 84, 239–255.
- **Chupin D. 1992.** Résultats d'une enquête sur l'état de l'insémination artificielle dans les pays en développement. *Elevage et Insémination* N° 252 pp : 1-26.
- **Chupin D., Schuh H. 1993:** Survey of the present status of the use of artificial insemination in developing countries. *World Anim. Rev.* 74/7. pp : 20–35.
- **Chupin D., Thibier M. 1994.** Résultats d'une enquête sur l'état de l'insémination artificielle dans les pays développés. *Elevage et Insémination.* N° 263. Pp : 1–18.
- **Chupin D., Thibier M. 1995.** Survey of the present status of the use of artificial insemination in developed countries. *World Anim. Rev.* 82. Pp : 58–68.
- **Claus R., Karg H., Zwiauer D., Von Butler I., Pirchner F., Rattenburger E. (1983).** Analysis of factors influencing reproductive performance of the dairy cow by progesterone assay in milk fat. *Br. Vet. J.* 139: 29-37.
- **Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique (2012):** rapport annuel.
- **Centre Nationale de l'Informatique et des Statistiques (2014) :** Bilan des statistiques des douanes.
- **Coleman DA., Thayne WV., Dailey RA. (1985):** Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 68, 1793-1803.
- **Corah LR. (1988).** Nutrition of beef cows for optimizing reproductive efficiency. *Compend. Contin. Educat.* 10: 659-664.
- **Cooper MD., Foote RH. (1986).** Effect of oxytocin, prostaglandin F_{2α} and reproductive tract manipulations on uterine contractility in holstein cows on days 0 and 7 of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 63, 151-161.
- **Çoyan K., Tekeli T. (1996).** İneklerde Suni Tohumlama. *Konya-Türkiye, Birinci Basım, Bahçivanlar Basım Şirketi.* pp. 46-51.
- **Crowe MA. (2008).** Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reprod. Domest. Anim.* 43 (Suppl. 5), 20–28.

- **Curtis CR., Erb HN., Sniffen CJ., Smith RD., Kronfeld DS. (1985).** Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *J Dairy Sci.* 68: 2347-2360.

D

-
- **Dalton JC., Nadir S., Bame JH., Noftsinger M., Nebel RL., Saacke RG. (2001).** Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate and embryo quality in nonlactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84: 2413– 2418.
 - **Dalton JC., Ahmadzadeh A., Shafii B., Price WJ., DeJarnette JM. (2004).** Effect of simultaneous thawing of multiple 0.5-ml straws of semen and sequence of insemination on Conception Rate in Dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87: 972–975.
 - **Darwash AO., Lamming GE; Williams JA. (1997).** Estimation of genetic variation in the interval from calving to post-partum ovulation of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 80: 1227-1234.
 - **DeJarnette JM., Barnes DA., Marshall CE. (2000).** Effects of pre- and post-thaw thermal insults on viability characteristics of cryo-preserved bovine semen. *Theriogenology* 53: 1225–1238.
 - **DeJarnette JM., Shephard RW., Kaproth MT., Michael NA., Dalton JC, Goodell GM., Lee CN. (2002).** Effects of sequential insemination number after batch-thawing on conception rates of cryopreserved bovine semen: a review. Pages 102–110 in *Proc. XIX Tech. Conf. Artif. Insem. Reprod. Natl. Assoc. Anim. Breeders.*
 - **DeJarnette JM., Marshall CE., Lenz RW., Monke DR., Ayars WH., Sattler CG. (2004).** Sustaining the Fertility of Artificially Inseminated Dairy Cattle: The Role of the Artificial Insemination Industry. *J. Dairy, Sci.* 87: (E.Suppl.): E93–E104.
 - **DeJarnette JM., Marshall CE. (2005).** Straw-Thawing Method Interacts with Sire and Extender to Influence Sperm Motility and Conception Rates of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 88: 3868–3875.
 - **De Kruif A. (1975).** An investigation of the parameters which determines the fertility of a cattle population and some factors which influence these parameters. *Tijdschr. Diergeneesk* 100, 1089-1098.
 - **De Kruif A. (1977).** Een onderzoek van runderen in anoestrus. *Tijdschr.Diergeneesk.* 102:247-253.
 - **De Kruif A. (1978).** Factors influencing the fertility of a cattle population. *J Reprod. Fert.* 54: 507-518.
 - **Den Daas JH., De Jong G., Lansbergen LM., Van Wagtedonk-De Leeuw AM. (1998).** The relationship between the numbers of spermatozoa inseminated and the reproductive efficiency of individual dairy bulls. *J. Dairy Sci.* 81: 1714–23.
 - **Dematawewa CM., Berger PJ. (1998).** Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81: 2700–2709.

- **Demetrio DG., Santos RM., Demetrio CG., Vasconcelos JL. (2007).** Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. *J Dairy Science* 90 (11): 5073-5082.
- **De Rensis F., Marconi P., Capelli T., Gatti F., Facciolongo F., Franzini S. (2002).** Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrous synchronization and fixed time A.I. after the induction of an LH surge with Gonadotropin releasing hormone (GnRH) or human chorionic gonadotropin (hCG). *Theriogenology*, 58: 1675–1687.
- **De Rensis F., Scaramuzzi RJ. (2003).** Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. *Theriogenology* 60, 1139–1151.
- **Derivaux J., Beckers JF., Ectors F. (1984).** L'anoestrus du post-partum. *Viaams diergeneeskundig Tudschrift. Jg .53-Nr.3* : 215-229.
- **De Vries MJ., Van der Beek S., Kaal-Lansbergen LMTE., Ouweltjes W., Wilmink JBM. (1999).** Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1927-1934.
- **De Vries MJ., Veerkamp RF. (2000).** Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Res.* 83: 62-69.
- **De Vries A., Risco C.A. (2005).** Trends and seasonality of reproductive performance in Florida and Georgia dairy herds from 1976 to 2002. *J. Dairy Sci.* 88, 3155–3165.
- **Diakite T.Y. 1990.** Diagnostic du réseau insémination artificielle dans la région centre. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut National Agronomique. 129 pages.
- **Dillon P., Berry DP., Evans RD., Buckley F., Horan B. (2006).** Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livest. Sci.* 99, 141–158.
- **Disenhaus C., Augeard P., Bazin S., Philippeau G. (1985).** Nous, les vaches tarées. technique. EDE, Rennes, 65 p.
- **Disenhaus C., Grimard B., Trou G., Delaby L. (2005).** De la vache au système : s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier? *Renc. Rech. Ruminants*, 12: 125-136.
- **Diskin MG., Mackey DR., Roche JF., Sreenan JM. (2003).** Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 345–370.
- **Diskin MG., Murphy JJ., Sreenan JM. (2006).** Embryos survival in dairy cows managed under pastoral conditions. *Animal Reproduction Science* 96, 297-311.
- **Dobson H., Smith R., Royal M., Knight Ch., Sheldon I. (2007).** The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals* 2, 17–23.

- **Dobson H., Walkera SL., Morris MJ., Routly JE., Smith RF. (2008).** Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal* 2:8, 1104–1111.
- **Dohoo IR. (1983).** The effects of calving to first service interval on reproductive performance in normal cows and cows with postpartal disease. *Can.Vet.J.*24:343-346.
- **Dohoo IR., Martin SW. (1984).** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. IV. Effects of disease on production. *Preventive Veterinary Medicine*, 2:755-770.
- **Dohoo IR., Martin SW., Meek AH., Sandals WCD. (1983).** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. I. The data. *Preventive Veterinary Medicine*, 1: 321-334.
- **Domecq JJ., Skidmore AL., Lloyd JW., Kaneene JB. (1997).** Relationship Between Body Condition Scores and Conception at First Artificial Insemination in a Large Dairy Herd of High Yielding Holstein Cows. *J. Dairy Science* 80:113–120.
- **Dorsey BR., Kasimanickamb R., Whittier WD., Nebel RL., Wahlberga ML., Halla JB. (2011).** Effect of time from estrus to AI on pregnancy rates in estrous synchronized beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 127: 1– 6.
- **Dransfield MBG., Nebel RL., Pearson RE., Warnick LD. (1998).** Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81, 1874–1882.
- **Ducker MJ., Morant SV. (1984).** Observations on the relationships between the nutrition, milk yield, live weight and reproductive performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 38: 9-14.
- **Dezetter C., Leclerc H., Mattalia S.,Barbat A., Boichard D., Ducrocq V. (2015).** Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows. *J. Dairy Sci.* 98: 1–10.

E

-
- **Ealy AD., Drost M, Hansen PJ. (1993).** Developmental Changes in Embryonic Resistance to Adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2899-2905.
 - **Eddy RG. (1980).** Analysing dairy herd fertility. *In Practice*, 2, 3: 25-30.
 - **Edwards JL., Saxton AM., Lawrence JL., Payton RR., Dunlap JR. (2005).** Exposure to a physiologically relevant elevated temperature hastens in vitro maturation in bovine oocytes. *J. Dairy Sci.* 88: 4326 –33.
 - **Elkjær K., Labouriau R., Ancker ML., Gustafsson H., Callesen H. (2013).** Short communication: Large-scale study on effects of metritis on reproduction in Danish Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 96, Issue 1, 372–377.
 - **Enjalbert F. (2003).** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. *Point. Vet.* 34 (236) : 40-44.

- **Erb HN., Smith RD., Oltenacu PA., Guard CL., Hillman RB., Powers IPA., Smith MC., White ME. (1985).** Path-model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. J. Dairy Sci., 68: 3337-3349.
- **Esslemont RJ. (1982)** : Economics aspects related to cattle infertility and the post partum interval. Pp 422-485 In « Factors influencing the fertility in post partum cow ». Eds H. Karg et E. Schallenberger. Martinus Nijhoff, The Hague.
- **Etherington WG., Bosu WTK., Martin SW., Cote JF., Doig PA., Leslie KE. (1984).** Reproductive Performance in Dairy Cows Following Postpartum Treatment with Gonadotrophin Releasing Hormone and/ or Prostaglandin: A Field Trial. Can. J. Comp. Med. 48, 245-250.
- **Etherington WG., Kinsel ML., Marsh WE. (1996).** Relationship of production to reproductive performance in Ontario dairy cows: herd level and individual animal descriptive statistics. Theriogenology 46, 935-959.

F

-
- **Fagan JG., Bourke S., Roche JF. (1989).** The reproductive performance of dairy cows in five herds. Irish Vet. J. 6, 40-44.
 - **Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014):** Base de données statistiques
 - **Farin PW., Slenning BD., Correa MT., Britt JH. (1994).** Effect of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North Carolina holstein cows. J. Dairy Sci. 77: 1848-1855.
 - **Faust MA., McDaniel BT., Robison OW., Britt JH. (1988).** Environmental and yield effects on reproduction in primiparous Holsteins. J Dairy Sci. 71: 3092-3099.
 - **Fekadu A., Kassa T., Belehu K. (2011).** Study on reproductive performance of Holstein–Friesian dairy cows at Al age Dairy Farm, Rift Valley of Ethiopia. Trop. Anim. Health Prod. 43,581–586.
 - **Ferguson JD., Otto KA. (1989).** Managing body condition in dairy cows. Page 75 in Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.
 - **Ferguson JD. (1991).** Nutrition and reproduction in dairy cows. Veterinary clinics of north America : food animal practice, 7: 483-507.
 - **Ferguson JD. (1992).** Body condition scoring. Advanced Dairy Cattle. Nutr. Sem. Am. Assoc. Bovine Pract. Conf., Minneapolis,MN.
 - **Ferguson JD. (1996).** Diet, production, and reproduction in dairy cows. Animal feed Science Technology, 59: 173-184.
 - **Ferguson JD. (2005).** Nutrition and reproduction in dairy herds. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 21: 325-347.
 - **Fernandez-VanCleve J., Zavos PM., Salim B., Hemken RW. (1986).** Effect of intracornual depth of semen deposition on conception rate and embryonic retardation in superovulated cows. J. Anim. Sci. 63 (Supp1):65 abstr

- **Ferris CP., Patterson DC., Gordon FJ., Watson S., Kilpatrick DJ. (2014).** Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations. *J. Dairy Sci.* (97), Issue 8: 5206–5218.
- **Flamenbaum I., Galon N. (2010).** Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *J. Reprod. Dev.* 56 Suppl: S36-41.
- **Fonseca FA., Britt JH., McDaniel BT., Wilk JC., Rakes AH. (1983).** Reproductive traits of holsteins and jersey. Effect of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days Open. *J. Dairy Sci.* 66: 1128- 1147.
- **Foucart T. (1985).** Analyse factorielle : programmation sur micro-ordinateurs. Coll. «Méthodes Programme», Masson, Paris.
- **Fourichon C., Seegers H., Malher X. (2000).** Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology*, 53: 1729-1759.
- **Foote RH. (1978).** Extenders and extension of unfrozen semen. Page 442–493 in *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. 2nd ed. G. W. Salisbury, ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, CA.
- **Foote RH. (1979).** Time of artificial insemination and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62: 355-358.
- **Foote RH., Oltenacu EAB., Kulmmerfeld H.L, Smith RD., Riek PM., Braun RK. (1979).** Milk progesterone as a diagnostic aid. *Br.Vet.J.* 135: 550-558.
- **Foote RH. (1996):** Review: dairy cattle reproductive physiology research and management-past progress and future prospects. *J. dairy sci.* 76, 980-990.
- **Foote RH. 1999.** Artificial insemination from the origins up to today. *In* « From the first Artificial insemination to the modern reproduction biotechnologies : traditionnal ways and new frontiers of animal production. Proceeding of the international symposium, Reggio Emilia (Italy) october 8-9. pp : 23-67.
- **Foote RH. 2002.** The history of artificial insémination : Selected notes and notables. *Journal of Animal science* N° 8 pp : 1-10.
- **Foucart T. 1985.** Analyse factorielle : programmation sur micro-ordinateurs. Coll. «Méthodes Programme», Masson, Paris
- **Fournier JL., Humblot P. (1989).** Fréquence et facteurs de variations de la mortalité embryonnaire tardive chez la vache laitière. *Elevage et Insémination*, 229: 3-10.
- **Fulkerson WJ. (1984).** Reproduction in dairy cattle: effect of age, cow condition, production level, calving to first service interval and the male. *Anim. Reprod. Sci.* 7, 305-314.

G

- **Gallagher GR., Senger PL. (1989).** Concentrations of spermatozoa in the vagina of heifers after deposition of semen in the uterine horns, uterine body nor cervix. J. Reprod. Fert. 86: 19-25.
- **Garcia-Ispuerto I., Lopez-Gatius F., Santolaria P., Yaniz JL., Nogareda C., Lopez-Bejar M. (2007).** Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain. Theriogenology 67, 632–638.
- **Garnsworthy PC., Sinclair KD., Webb R. (2008).** Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. Animal 2, 1144–1152.
- **Gendelman M., Aroyo A., Yavin S., Roth Z. (2010).** Seasonal effects on gene expression, cleavage timing, and developmental competence of bovine preimplantation embryos. Reproduction 140, 73–82.
- **Gendreau LA. (1940).** Insémination Artificielle. Canadian journal of comparative Medicine. Volume 4 N° 02 pp : 42-44.
- **Gerard O., Ponsart C., Petit M., Humblot P. (2008).** Evolution des techniques de préparation de la semence et d'insémination artificielle chez les bovins. Renc. Rech. Ruminants, 15 pp: 351-354.
- **Ghoribi L., Bouaziz O., Tahar A. (2005).** Etude de la fertilité et de la fécondité dans deux élevages bovins laitiers. Sciences & Technologie C N°23 pp : 46-50.
- **Ghozlane F., Hafiane S., Larfaoui MC. (1998).** Etude des paramètres zootechniques de quelques troupeaux bovins laitiers dans l'est algérien (annaba, Guelma, El Taref). Annales de l'Institut National Agronomique, El Harrach. Vol 19 N° 1 et 2, 54-61.
- **Gilbert RO., Shin ST., Guard CL., Erb HN., Frajblat M. (2005).** Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. Theriogenology, 64, 1879–1888.
- **Giuliodori MJ., Magnasco RP., Becu-Villalobos D., Lacau-Mengido IM., Risco CA., de la sota RL. (2013).** Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. J. Dairy Sci. 96: 3621–3631.
- **Glauber CE. (1989).** Effect of clitoral massage after artificial insemination on conception rate in beef cows. Veterinaria Argentina 6, 438-439.
- **Goffaux M. (1968).** Tests du pouvoir fécondant du sperme congelé de taureau. Elevage et Insémination, UNCEIA Ed. 103 pp : 3–6.
- **Gong GJ. (2002).** Influence of metabolic hormones and nutrition on ovarian follicle development in cattle: practical implications. Domestis Animal Endocrinology, 23: 229-241.
- **Goodell G. (2000).** Comparison of AI pregnancy rates in dairy cattle by order of preparation of insemination straws. J. Anim. Sci. 78(Suppl. 1): 229(Abstr.).
- **Goshen T., Shpigel NY. (2006).** Evaluation of intrauterine antibiotic treatment of clinical metritis and retained fetal membranes in dairy cows. Theriogenology 66: 2210–2218.

- **Grimard B., Sauvant D., Chilliard Y. (2002).** Les relations nutrition-reproduction dans l'espèce bovine. In : La journée de printemps de l'association française de zootechnie. INA-PG, Fédération européenne de zootechnie, 18 p.
- **Gröhn YT., Erb HN., McCulloch CE., Saloniemi H. (1990).** Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle: Associations among host characteristics, disease and production. *Preventive Veterinary Medicine*, 8:25-39.
- **Gröhn YT., Rajala-Schultz PJ. (2000).** Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60/61: 605–614.
- **Grosshans T., Xu ZZ., Burton LJ., Johnson DL., Macmillan KL. (1997).** Performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand, *Livestock Production Science*, 51, 41–51.
- **Gwazdauskas FC., Lineweaver JA., Vinson WE. (1975a).** Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 358-362.
- **Gwazdauskas FC., Wilcox CJ., Thatcher WW. (1975b).** Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58: 88-92.
- **Gwazdauskas FC., Lineweaver JA., Vinson WE. (1981a).** Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 358-362.
- **Gwazdauskas FC., Thatcher WW., Kiddy CA., Paape MJ., Wilcox CJ. (1981b).** Hormonal patterns during heat stress following PGF2a tam salt induced luteal regression in heifers. *Theriogenology*, 16: 271-285.
- **Gwazdauskas FC., Whitter WD., Vinson WE., Pearson RE. (1986).** Evaluation of reproductive efficiency of dairy cattle with emphasis on timing of breeding. *J. Dairy Sci.* 69: 290–297.

H

-
- **Hafs HD., Hoyt RS., Bratton RW. (1959).** Libido, sperm characteristics, sperm output and fertility of mature dairy bulls ejaculated daily or weekly for thirty-two weeks. *J. Dairy Sci.* N°42: pp : 626-636.
 - **Hageman WH., Shook GE., Tyler WJ. (1991).** Reproductive performance in genetic lines selected for high or average milk yield. *J. Dairy Sci.* 74: 4366-4376.
 - **Hammon DS., Holyoak GR., Dhiman TR. (2005).** Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 86: 195-204.
 - **Hansen LB., Freeman AE., Berger PJ. (1983).** Yield and fertility relationships in dairy cattle. *J. Dairy Science* 66: 293.
 - **Hansen PJ., Arechiga CF. (1999).** Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77: 36-50.
 - **Hansen LB. (2000).** Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83, 1145–1150.

- **Hanzen CH., Laurent Y., Ectors F. (1990).** Etude épidémiologique de l'infécondité bovine : 2. L'évaluation des performances de reproduction. Ann. Méd. Vét. 134, 105-114.
- **Hanzen CH., Laurent Y. (1991).** Application de l'Echographie bidimensionnelle au diagnostic de gestation et à l'évaluation de l'incidence de la mortalité embryonnaire dans l'espèce bovine. Ann. Med.Vét. 135 : 481-487.
- **Hanzen CH., Laurent Y., Jakovljevic S. (1993).** Application de l'échographie en reproduction bovine : 2. L'utérus gestant et non gestant. Ann. Med. Vét., 137 : 93-101.
- **Hanzen CH. (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 présentée en vue de l'obtention du grade d'Agrégé de l'Enseignement Supérieur, Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogenologie des animaux de production, 172pp.
- **Hanzen CH, Lourtie O, Drion PV, Depierreux C, Christians E. (1999).** La mortalité embryonnaire: 1. aspects cliniques et facteurs étiologiques dans l'espèce bovine. Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Liège, 91-118.
- **Hanzen CH., 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 159 : 161–170.
- **Hanzen CH. (2013-2014).** Approche épidémiologique de la reproduction bovine. La gestion de la reproduction. Université de Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire. Service de Thériogenologie des animaux de production. 1-34.
- **Hare E., Norman HD., Wright JR. (2006).** Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breed in the United States. J. Dairy Sci. 89, 365–370.
- **Harman JL., Gröhn YT., Erb HN., Casella G. (1996).** Event-time analysis of the effect of season of parturition, parity, and concurrent disease on parturition-to-conception interval in dairy cows. Am. J. Vet. Res. 57: 640-645.
- **Harrison RO., Young JW., Freeman AE., Ford SP. (1989).** Effect of lactational level on reactivation of ovarian function and interval from parturition to first visual oestrus and conception in high producing Holstein cows. Anim Prod, 49:23-28.
- **Harrison RO., Ford SP., Young JW., Conley AJ., Freeman AE. (1990).** Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. J. Dairy Science 73, 2749-2758.
- **Hawk HW. (1983).** Sperm survival and transport in the female reproductive tract. J. Dairy Sci.66: 2645–2660.
- **Hawk HW., Tanabe TY. (1986).** Effect of unilateral cornual insemination upon fertilization rate in superovulating and single-ovulating cattle. J. Anim. Sci. 63: 551–560.

- **Hays RL., Van Demark NL. (1953).** Effect of stimulation of the reproductive organs of the cow on the release of an oxytocin-like substance. *Endocrinology* 52: 634-637.
- **Heape W. 1897.** The artificial insemination of mammals and subsequent possible fertilization or impregnation of their ova *Proc. Roy. Soc. London*, 61: 52-63.
- **Heins BJ., Hansen LB., Seykora AJ. (2006).** Fertility and survival of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89: 4944–4951.
- **Herman HA., Mitchell JR., Doak GA. (1994).** The Artificial Insemination and Embryo Transfer of Dairy and Beef Cattle, A Handbook and Laboratory Manual. Danville, IL: Interstate Publishers, 117-136. Linford E, Glover FA, Bishop
- **Hernandez J., Shearer JK., Webb DW. (2001).** Effect of lameness on the calving-to-conception interval in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 218, 1611–1614.
- **Heuer C., Schukken YH., Dobbelaar P. (1999).** Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82: 295-304.
- **Hewett CD. (1968).** A survey of the incidence of the repeat breeder cow in sweden with reference to herd size, season, âge, and milk yield. *Br. Vet. J.* 124: 342-352.
- **Hillers JK., Senger PL., Darlington RL., Fleming WN. (1984).** Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 67: 961-967.
- **Hoekstra J. ; Van der Lugt AW. ; Van der Werf, JHJ. ; Ouweltjes W. (1994).** Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. *Livestock Production Science.* 40, 225–232.
- **Hoffman B., Gunzler O., Hamburger R., Schmidt W. (1976).** Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle. Methodological approaches and present status of application in Germany. *Br.Vet.J.* 132: 469-476.
- **Holt LC., Whittier WD., Gwazdauskas FC., Vinson WE. (1989).** Early postpartum reproductive profiles in Holstein cows with retained placenta and uterine discharges. *J. Dairy Sci.* 72: 533-539.
- **Horan B., Dillon P., Berry DP., O'Connor P., Rath M. (2005).** The effect of strain of Holstein–Friesian, feeding system and parity on lactation curves characteristics of spring-calving dairy cows. *Livestock Production Science* 95, 231–241.
- **Hosmer DW., Lemeshow S.(1989).** Applied logistic regression. Ed.Wiley Intersciences Publications.
- **Huang C., Tsuruta S., Bertrand JK., Misztal I., Lawlor TJ., Clay JS. (2008).** Environmental effects on conception rates of holsteins in New York and Georgia. *J. Dairy Sci.* 91, 818–825.
- **Hultgren J., Manske T., Bergsten C. (2004).** Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield and culling in swedish dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, 62: 233-251.

- **Humblot P. (1986).** La mortalité embryonnaire chez les bovins. In: Recherches récentes sur l'épidémiologie de la fertilité, Masson, 213-242.
- **Humblot P. (1999).** Utilisation de l'insémination artificielle et du transfert embryonnaire en France, leur impact sur la limitation des problèmes sanitaires. In « Biotechnologies de la reproduction animale et sécurité sanitaire des aliments » colloque scientifique, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments « AFSSA » Paris, le 29 septembre 1999 : pp 9-11.
- **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.
- **Hunter RHF., Greve T. (1998).** Deep uterine insemination of cattle: a fruitful way forward with smaller numbers of spermatozoa. *Acta. Vet. Scand.* 39: 149–163.
- **Hurnik JF., King GJ., Robertson HA. (1975).** Estrus and related behavior in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.* 2: 55-68.
- **Huszenicza G., Janosi S., Kulcsar M., Korodi P., Reiczigel J., Katai L., Peters AR., De Rensis F. (2005).** Effects of clinical mastitis on ovarian function in post-partum dairy cows. *Reprod. Domest. Anim.* 40, 199–204.

J

- **Jaume CM., Leal JA., Deresz F., Bruzhi JH., Carvalho MR., Villasand JC., Megale F. (1980).** Duration of oestrus and time of ovulation in crossbred Friesian x Zebu heifers with or without synchronisation of oestrus. In 9th International Congress of Animal Reproduction and A.I., Madrid, Spain. 3:37.
- **Jorritsma R., Wensing T., Kruip TAM., Vos PLAM., Noordhuizen JP. (2003).** Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performances in dairy cows. *Vet. Res.* 34: 11-26.
- **Judge LJ., Bartlett PC., Lloyd JW.; Erskine RJ. (1999):** Recombinant bovine somatotropin: association with reproductive performance in dairy cows. *Theriogenology* 52, 481-496.

K

- **Kafi M., Mirzaei A., Tamadon A., Saeb M. (2012).** Factors affecting the occurrence of postpartum prolonged luteal activity in clinically healthy high-producing dairy cows. *Theriogenology* 77: 421–429.
- **Kahn W., Leidl W. (1986).** Diagnosis of ovarian function in the cow by sonography. *Tierärztliche Umschau* 41, 3–12.
- **Kang HG., Kim IH., Choi WJ. (2012).** Reproductive Performance according to Ovarian Status, Postpartum Uterine Treatment, and Calving Season in Estrus Synchronized Dairy Cows. *J. Emb. Trans.* 27, No. 2, pp. 87-92.

- **Kaproth MT., Rycroft HE., Gilbert GR., Abdel-Azim G., Putnam BF., Schnell SA., Everett RW., Parks JE. (2005).** Effect of semen thaw method on conception rate in four large commercial dairy heifer herds. *Theriogenology* 63 : 2535–2549.
- **Karaca F., Gülyüz F., Alan M., Tasal I. (2001).** İneklerde sun’i tohumlama sonrası klitorise masaj ve kas içi oksitosin uygulamalarının gebelik oranına etkisi. *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.* 12, 50-52.
- **Kennedy J., Dillon P., Delaby L., Faverdin P., Stakelum G., Rath M. (2003).** Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2, 610-621.
- **Kherzat B. (2007).** Essai d’évaluation de la politique laitière en perspective de l’adhésion de l’Algérie à l’Organisation Mondiale du Commerce et à la Zone de Libre-Echange avec l’Union Européenne. Thèse de Magister, INA-Alger.
- **Kilgour R., Skarsholt BH., Smith JF., Bremner KJ., Morrison MCL. (1977).** Observations on the behaviour and factors influencing the sexually active group in cattle. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.* 37: 128-135.
- **Kim IH., Kang HG. (2003).** Risk factors for postpartum endometritis and the effect of endometritis on reproductive performance in dairy cows in Korea. *J. Reprod. Dev.* 49, 485–491.
- **King GJ., Macpherson JW. (1965).** Observations on retraining of artificial insemination technicians and its importance in maintaining efficiency. *Canadian Veterinary Journal*, v.6, p.83-87.
- **King GJ., Hurnik JF., Robertson HA. (1976).** Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. *J. Anim. Sci.* 42: 688-692.
- **King GJ., Bellissimo DJ., Penner WJ. (1984).** Routine use of protective sheaths in cattle inseminations did not improve fertility. *Can. Vet. J.* 25(8): 327-328.
- **Kinsel ML. ; Etherington WG. (1998).** Factors affecting reproductive performance in Ontario dairy herds. *Theriogenology* 50, 1221-1238.
- **Kirk JH. (1980).** Reproductive analysis and recommendation for dairy reproductive programs. *California Vet.* 5, 26-29.
- **Klingborg DJ. (1987).** Normal reproductive parameters in large California style dairies. *Vet. Clin. North Americ. Food Anim. Pract.* 3, 483-499.

L

-
- **Laben RL., Shanks R., Berger PJ., Freeman AE. (1982).** Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 65: 1004-1015.
 - **Lane EA., Beltman ME., Crowe MA., More SJ. (2013).** The influence of cow and management factors on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 141, Issues 1-2, 34–41.
 - **Larson SF., Butler WR., Currie WB. (1997).** Reduced fertility associated with low progesterone post-breeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80:1288-1295.

- **LeBlanc SJ., Duffield TF., Leslie KE., Bateman KG., Keefe GP., Walton JS., Johnson WH. (2002).** Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2223–2236.
- **Lee LA., Ferguson JD., Galligan DT. (1989).** Effect of disease on days open assessed by survival analysis. *J Dairy Sci.* 72: 1020-1026.
- **Lee CN. (1993).** Environmental stress effects on bovine reproduction. *Food Animal Practice*, 9: 263-273.
- **Lee CN., Huang TZ., Sagayaga AB. (1997).** Conception rates in dairy cattle are affected by the number of semen straws thawed for breeding. *J. Dairy Sci.* 80(Suppl. 1):151. (Abstr.)
- **Le Mezec P., Barbat-Leterrier A., Barbier S., Gion A., Ponsart C. (2010).** La fertilité des vaches laitières en 2008 : des perturbations, mais des espoirs du côté génétique. *Fertilité des principales races laitières – bilan 1999-2008*, 2-33.
- **Lin CY., Mc Allister AJ., Batra TR., Lee AJ., Roy GL., Vesely JA., Wauthy JM., Witer KA. (1986).** Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. *J. Dairy Science* 69, 760-768.
- **Little W., Kay RM. (1979).** The effect of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Anim. Prod.* 29, 131-142.
- **Loeffler SH., De Vries MJ., Schukken YH., De Zeeuw AC., Dijkhuizen AA., De Graaf FM., Brand A. (1999).** Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 51, 1267–1284.
- **Lopez-Gatius F., Camon-Urgel J., Angulo-Asensio E. (1988).** Effect of single deep insemination on transferable embryo recovery rates in superovulated dairy cows. *Theriogenology*, 30: 877–885.
- **Lopez-Gatius F., Camon-Urgel J. (1988).** Increase of pregnancy rate in dairy cattle after preovulatory follicle palpation and deep corneal insemination. *Theriogenology* 29: 1099 –1103.
- **Lopez-Gatius F., Camon-Urgel J. (1990).** Effect of side of insemination on transuterine transport of spermatozoa in superovulated dairy cattle. *Theriogenology* 33: 843-849
- **Lopez-Gatius F., Camon-Urgel J. (1991).** Confirmation of estrus rates by palpation per rectum of genital organs in normal repeat dairy cows. *J. Vet. Med.* , 38: 553-556.
- **Lopez-Gatius F. (1996).** Side of gestation in dairy heifers affects subsequent sperm transport and pregnancy rates after deep insemination into one uterine horn. *Theriogenology*, 45: 417–425.
- **Lopez-Gatius F. (2000).** Site of semen deposition in cattle: A Review. *Theriogenology* 53 : 1407-1414.

- **Lopez-Gatius F. (2003).** Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*, 60, 89-99.
- **Lopez-Gatius F., Santolaria P., Mundet I., Yaniz J.L. (2005).** Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 63, 1419–1429.
- **Lopez-Gatius F., Garcia-Ispuerto I., Santolaria P., Yaniz J., Nogareda C., Lopez-Bejar M. (2006).** Screening for high-fertility in high-producing dairy cows. *Theriogenology*. 65: 1678-1689
- **Lopez H., Caraviello DZ., Satter LD., Fricke PM., Wiltbank MC. (2005).** Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 2783–2793.
- **Lopez-Gatius F. (2011).** Feeling the ovaries prior to insemination. Clinical implications for improving the fertility of the dairy cow. *Theriogenology* 76 : 177–183.
- **Lopez-Gatius F. (2012).** Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology* 77: 1029-1041.
- **Lucy MC., Staples CR., Michel FM., Thatcher WW. (1991).** Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 473-482.
- **Lucy MC., Staples CR., Thatcher WW., Erikson PS., Cleale RM., Firkins JL., Clark JH., Murphy MR., Brodie B. (1992).** Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* 54:323-331.
- **Lucy MC. (2001).** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84, 1277–1293.
- **Lucy MC. (2003).** Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod. Suppl* 61: 415–427.
- **Lunstra DD., Hays GW., Bellows RA., Laster DB. (1985)** .Increasing pregnancy rate in beef cattle by clitoral massage during artificial insemination. *Beef Research Program: Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center.* P 46-54.

M

-
- **Macmillan KL., Watson JD. (1971).** Short estrous cycles in New Zealand dairy cattle. *J.Dairy Sci.* 54: 1526-1529.
 - **Macmillan KL., Watson JD. (1975).** Fertility differences between groups of sires relative to the stage of oestrus at the time of insemination. *Anim. Prod.* 21, 243–249.
 - **Macmillan KL., Lean IJ., Westwood CT. (1996):** The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Aust. Vet. J.* 73, 141-147.
 - **Mac Donald KA., Verkerk GA., Thorrold BS., Pryce JE., Penno JW., McNaughton LR., Burton LJ., Lancaster JAS., Williamson JH., Holmes CW. (2008).** A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *J. Dairy Sci.* 91: 1693–1707.

- **Macpherson JW. (1968).** Semen placement effects on fertility in bovines. J. Dairy Sci. 51: 807–808.
- **Madani T., Mouffok C. (2008).** Production laitière et performances de reproduction des vaches laitières Montbéliardes en région semi-aride algérienne. Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop. 61(2) pp 97-107.
- **Maizon DO., Oltenacu PA., Gröhn YT., Strawderman RL., Emanuelson U.(2004).** Effects of diseases on reproductive performance in Swedish red and white dairy cattle. Preventive Vet. Med. 66, 113–126.
- **Makhlouf M., Montaigne E., Tessa A. (2015).** La politique laitière algérienne: entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation. New Medit N. 1/2015, pp 12-23.
- **MAPM (2006).** Ministère de l’Agriculture et de la Pêche Maritime. Royaume du Maroc.
- **Maupoume R. 1955.** L’insémination artificielle des femelles domestiques, son intérêt et ses possibilités en Algérie. 1. Intérêt de la méthode. Annales de l’institut national agronomique : Volume 9 N° 03 : pp 5-13.
- **Mckenna T., Lenz RW., Fenton SE., Roy L. (1990).** Non return Rates of Dairy cattle following uterine body or Cornual Insemination. J.Dairy Sci. 73: 1779-1783.
- **Mclurkin A.W, CORIA M.F, CUTLIP R.C. (1979).** Reproductive performance of apparently healthy cattle persistently infected with bovine viral diarrhea virus. J. Am. Vet. Med. Assoc. 174:1116–1119.
- **Mee JF. (2004).** Temporal trends in reproductive performance in Irish dairy herds and associated risk factors. Irish Veterinary Journal, 57, 158–166.
- **Melendez P., Bartolome J., Archbald LF., Donovan A. (2003).** The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. Theriogenology 59, 927–937.
- **Ministere de l’Agriculture et de Developpement Rural (2013).** Commerce extérieur agricole, période 2000 - 2012.
- **Miroud K. (2009).** Etude de l’anoestrus post partum de la vache laitière dans le Nord-Est Algérien. Thèse de Doctorat Es-Sciences 139 pages : Centre universitaire d’El Taref
- **Miroud K., Hadeff A., Khelef D., Ismail S., Kaidi R. (2014).** Bilan de reproduction de la vache laitière dans le nord-est de l’Algérie. Livestock Research for Rural Development 26 (6).
- **Mitchell JR., Senger P.L, Rosenberger JL. (1985).** Distribution and retention of spermatozoa with acrosomal and nuclear abnormalities in the cow genital tract. Anim. Sci. 61: 956-967.
- **Momont HW., Seguin BE., Singh G., Stasiukynas E. (1989).** Does intrauterine site of insemination in cattle really matter? Theriogenology, 32: 19-26.

- **Moreira F., Risco C., Pires MFA., Ambrose JD., Drost M., DeLorenzo M., Thatcher WW. (2000).** Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology* 53, 1305-1319.
- **Morton JM., Tranter WP., Mayer DG., Jonsson NN. (2007).** Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows. Critical periods of exposure. *J. Dairy Sci.* 90: 2271–2278.
- **Murray JG. (1959).** Infertility in the cow and heifer. *Vet. Rec.* 71: 1128-1144.

N

-
- **Nakao T., Moriyoshi M., Kawata K. (1992).** The effect of postpartum ovarian dysfunction and endometritis on subsequent reproductive performance in high and medium producing dairy cows. *Theriogenology*, 37: 341-349.
 - **Nebel RL., Whittier WD., Cassell BG., Britt JH. (1987).** Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. *J. Dairy Sci.* 70: 1471-1476.
 - **Nebel RL., McGilliard ML. (1993).** Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci.* 76: 3257-3268.
 - **Nedjraoui D. (2003).** Profil fourrager: Algérie. Rome: FAO.
<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/PDF %20files/ Algeria-French.pdf>
 - **Nelson VE., Aalseth EP., Hawman CH., Adams GD., Dawon LJ., McNew RW. (1987).** Sperm discharge and distribution within the cows reproductive tract and after A.I. *Anim. Sci.* 65: 401.
 - **Nishikawa Y. 1964.** History and development of artificial insemination in the world. 5th Internal. Congress. Animal. Reproduction. Artificial Insemination, Trento, Italy, 7: pp : 163-259.
 - **Noakes DE., Parkinson TJ., England GCW. (2001).** Artificial insemination. In: *Veterinary Reproduction and Obstetrics.* 8th edition. Philadelphia: W.B. Saunders; .p. 751–778.
 - **Norman HD., Wright JR., Hubbard SM., Miller RH., Hutchison JL. (2009).** Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 92: 3517–3528.

O

-
- **O'Callaghan D., Lozano JM., Fahey J. (2000).** Relationships between nutrition and fertility in dairy cattle. In: *Fertility in the high-producing dairy cow.* Diskin MG (Ed.). British Society of Animal Science. *Anim. Sci.* 147-159.

- **Olds D., Seath DM., Carpenter MC., Lucas HL. (1953).** Interrelationships between site of deposition, dosage, and number of spermatozoa in diluted semen and fertility of dairy cows inseminated artificially. *J. Dairy Sci.* 36: 1031–1035.
- **Oltenacu PA., Frick A., Lindhe B. (1990).** Epidemiological study of several clinical diseases, reproductive performances and culling in primiparous Swedish cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, 9: 59-74.
- **Oltner R., Edqvist LE. (1981).** Progesterone in defatted milk : its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. *Br. Vet. J.* 137, 78-87.
- **Office National Interprofessionnel Lait (2012).** Rapport annuelle.
- **Opsomer G., Mijten P., Coryn M., De Kruif A. (1996).** Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *The Veterinary Quarterly*, 18: 68-75.
- **Opsomer G., Gröhn YT., Hertl JA., Coryn M., Deluyker HA., De Kruif A. (2000).** Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology*, 53: 841-857
- **Orihuela A. (2000).** Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle. A Review. *Appl Anim Behav Sci.* 70: 1-16.
- **Otterby DE., Linn JG. (1983).** Effects of nutrition on reproduction in dairy cattle. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 5: S85-S91.
- **Ozawa M., Tabayashi D., Latief TA., Shimizu T., Oshima I., Kanai Y. (2005).** Alterations in follicular dynamics and steroidogenic abilities induced by heat stress during follicular recruitment in goats. *Reproduction* 129, 621–630.

P

-
- **Paccard P. (1981).** Milieu et reproduction chez la femelle bovine. In: *Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants*, INRA, pp. 147-163.
 - **Pallares A., Zavos PM., Hemken RW. (1986).** Fertilization rates and embryonic development in superovulated cattle inseminated in different sites within the reproductive tract. *Theriogenology* 26, 709-719.
 - **Parez M., Duplan J.M. (1987).** L'insémination artificielle bovine, reproduction, amélioration génétique (ITEB-UNCEIA,ed) Technipel, 256p.
 - **Peters JL., Senger PL., Rosenberg JL., O'Connor ML. (1984).** Radiographic evaluation of bovine artificial inseminating technique among professional and herdsman-inseminators using .5- and .25-ml french straws. *J. Anim. Sci.* 59: 1671– 1682.
 - **Pieterse MC., Taverne MAM., Kruip TAM., Willemse AH. (1990).** Detection of corpora lutea and follicles in cows: a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation. *Vet. Record* 126, 552–554.
 - **Pinto A., Bouca P., Chevallier A., Freret S., Grimard B., Humblot P. (2000).** Sources de variation de la fertilité et des fréquences de mortalité embryonnaire chez la vache

laitière. In : VIIème Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, INRA – IE, Paris, 213-216.

- **Pointner J. (1986).** Clitoral massage as a supporting measure in manipulation of the bovine uterus. Tierärztl. Praxis 14, 217-218.
- **Polge C., ROWSON LE. 1952.** Long-term storage of bull semen frozen at very low temperatures (−79°C). Proc. 2nd Int. Congr. An. Reprod. Copenhagen pp : 3-90.
- **Ponsart C., GERARD O., CAPLIN S. 2004.** L'insémination : historique, état des lieux chez l'animal. Gynécologie Obstétrique et Fertilité N° 32. pp : 880–886.
- **Pryce JE., Coffey MP., Simm G. (2001).** The relationship between body condition score and reproductive performance. J. Dairy Sci. 84: 1508-1515.
- **Pryce JE., Royal MD., Garnsworthy PC., Mao IL. (2004).** Fertility in the high-producing dairy cow. Livest. Prod. Sci. 86: 125–135.

R

- **Radostits OM., Blood DC. (1985).** Dairy cattle. General approach to a program. 46-65, In «Herd Health » WB Saunders company.
- **Rajala-Schultz PJ., Frazer GS. (2003).** Reproductive performance in Ohio dairy herds in the 1990s. Anim. Reprod. Sci. 76: 127–142.
- **Randel RD., Short RE., Christensen DS., Bellows RA. (1973).** Effects of various mating stimuli on the LH surge and ovulation time following synchronization of estrus in the bovine. J. Anim. Sci. 37 : 128-130.
- **Randel, RD., Short RE., Christensen DS., Bellows RA. (1975).** Effect of clitoral massage after artificial insemination on conception in the bovine. J. Anim. Sci. 40, 1119-1123.
- **Randel RD. (1990).** Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 68: 853-862.
- **Ray DE., Halbach TJ., Armstrong DV. (1992).** Season and lactation number effects on milk production and reproduction in dairy cattle in Arizona. J. Dairy Sci. 75: 2976-2983.
- **Reimers TJ., Smith RD., Newman SK. (1985).** Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the Northeastern United States. J. Dairy Sci. 68: 963-972.
- **Rety D. (1994).** Relations entre la fertilité et la production laitière dans les troupeaux de vaches Holstein en Loire-Atlantique. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 118 p.
- **Rhodes FM., McDougall S., Burke CR., Verkerk GA., Macmillan KL. (2003).** Invited review: treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. J. Dairy Science 86:1876-1894.

- **Rhoads ML., Rhoads RP., Gilbert RO., Toole R., Butler WR. (2006).** Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 91: 1-10.
- **Ribadu AY., Ward WR., Dobson H. (1994).** Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet. Record* 135, 452–457.
- **Richards MW., Spitzer JC., Newman SK., Thompson CE. (1984).** Bovine pregnancy and nonreturn rates following artificial insemination using a covered sheath. *Theriogenology* 21: 949–957.
- **Rocha A., Rocha S., Carvalheira J. (2001).** Reproductive Parameters and Efficiency of Inseminators in Dairy Farms in Portugal. *Reprod. Dom. Anim.* 36, 319-324.
- **Roche JF., Diskin MG. (2000).** Resumption of reproductive activity in the early postpartum period of cows. In: *Fertility in the high-producing dairy cow*. Diskin MG (Ed.). British Society of Animal Science. *Animal Science*, 31-42.
- **Roche JF., Mackey D., Diskin MG. (2000).** Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:703-712.
- **Roche JF. (2006).** The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science.* 96, 282–296.
- **Roche JR., Friggens NC., Kay JK., Fisher MW., Stafford KJ., Berry DP. (2009).** Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Science* 92, 5769–5801.
- **Roelofs J., Van Eerdenburg FJCM., Soede NM., Kemp B. (2005).** Various behavioral signs of estrus and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 63: 1366-1377.
- **Roelofs J., Lopez-Gatius F., Hunter RHF., Van Eerdenburg FJCM., Hanzen CH. (2010).** When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. A Review. *Theriogenology* 74 327-344.
- **Ron M., Bar-Anan R., Wiggans GR. (1984).** Factors affecting conception rate of israeli holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 67: 854-860.
- **Ronchi B., Stradaoli G., Verini Supplizi A., Bernabuci U., Lacetera N., Accorsi PA. (2001).** Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17beta, LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livestock Prod. Sci.* 68: 231-41.
- **Roth Z., Meidan R., Braw-Tal R., Wolfenson D. (2000).** Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, 120: 83-90.
- **Roth Z., Arav A., Bor A., Zeron Y., Braw-Tal R., Wolfenson D (2001a).** Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction*, 122, 737–744.

- **Roth Z., Meidan R., Shaham-Albalancy A., Braw-Tal R and Wolfenson D (2001b).** Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Reproduction*. 121, 745–751.
- **Rowlands GJ., Russell AM., Williams LA. (1985).** Effects of stage of lactation, month, age, origin and heart girth on lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.* 117, 576–580.
- **Roxström A., Strandberg E., Berglund B., Emanuelson U., Philipsson J. (2001).** Genetic and environmental correlations among female fertility traits, and between the ability to show oestrus and milk production in dairy cattle. *Acta. Agric. Scand.* 51: 192–199.
- **Royal MD., Darwash AO., Flint APF. ; Webb R., Woolliams JA., Lamming GE. (2000).** Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal Science*. 70, 487–501.
- **Royal MD., Flint APF., Woolliams JA. (2002).** Genetic and phenotypic relationships among endocrine and traditional fertility traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 958-967.
- **Ruegg PL., Milton RL. (1995).** Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with yield, Reproductive Performance and Disease. *J. Dairy Sci.* 78: 552-564.
- **Ruegg PL. (2001).** Health and production management in dairy herds, In: O. M. Radostits (ed), *Herd Health: Food Animal Production*, 3rd Edn., (Saunders, London), 211–254.
- **Russi LDS., Silva EVC., Zúccari CESN., Recalde CS. (2010).** Human resources in artificial insemination of beef cattle: profile of managers and inseminators. *Revista Bras. Zootec.*, v.39, n.7, p.1464-1470.

S

-
- **Saacke RG. (2008).** Insemination factors related to timed AI in cattle. *Theriogenology* 70 : 479-484.
 - **Salisbury GW., VanDemark NL. (1951).** The effect of cervical, uterine and cornual insemination on fertility of the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 34: 68–74.
 - **Saloniemi H., Gröhn Y., Syvarvi J. (1986).** An epidemiological and genetic study on registered diseases in Finnish Ayrshire cattle 2. Reproductive disorders. *Acta Vet. Scand.* 27: 196-208.
 - **Santos JEP., Cerry RLA., Ballou MA., Higginbotham GE., Kirk JH.(2004).** Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 80:31-45.
 - **Santos JEP., Bisinotto RS., Ribeiro ES., Lima FS., Greco LF., Staples CR., Thatcher WW. (2010).** Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 67: 387–403.

- **Sartori R., Sartor-Bergfelt R., Mertens SA., Guenther JN., Parrish JJ., Wiltbank MC. (2002).** Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.* 85, 2803–2812.
- **Schanks RD., Freeman AE., Berger PJ. (1979).** Relationship of reproductive factors with interval and rate of conception. *J. Dairy Sci.* 62, 74-84.
- **Schefers JM., Weigel KA., Rawson CL., Zwald NR., Cook NB. (2010).** Management practices associated with conception rate and service rate of lactating Holstein cows in large, commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93 :1459-1467.
- **Schermerhorn EC., Foote RH., Newman SK., Smith RD. (1986).** Reproductive practices and results in dairies using owner or professional inseminators. *J. Dairy Sci.* 69:1673-1685.
- **Schrack FN., Hockett ME., Saxton AM., Lewis MJ., Dowlen HH., Oliver SP. (2001).** Influence of Subclinical Mastitis during Early Lactation on Reproductive Parameters. *J. Dairy Sci.* 84: 1407-1412.
- **Seegers H., Beaudeau F., Blosse A., Ponsart C., Humblot P. (2005).** Performances de reproduction aux inséminations de rang 1 et 2 dans les troupeaux Prim'Holstein. In : XIIème Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, INRA – IE, Paris, 141-144.
- **Segura CVM., Rodriguez ROL. (1994).** Effect of clitoral stimulation after artificial insemination on conception in zebu-crossbred heifers in the tropics. *Theriogenology* 42 : 781-787.
- **Senatore E., Butler WR., Oltenacu PA. (1996).** relationship between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Animal Science*, 62: 17-23.
- **Senger PL. (1980).** Handling frozen bovine semen: Factors which influence viability and fertility. *Theriogenology* 13: 51–62.
- **Senger PL., Becker WC., Davidge J., Hillers K., Reeves JJ. (1988).** Influence of Cornual Insemination on Conception in Dairy Cattle. *J. Animal, Sci.* 66 : 3010-3016.
- **Shehab-El-Deen M.A., Leroy J.L., Fadel M.S., Saleh S.Y., Maes D., Van Soom A. (2010).** Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. *Anim. Reprod. Sci.* 117, 189–200.
- **Sheldon IM. (2004).** The postpartum uterus. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 569–591.
- **Sheldon IM., Dobson, H. (2004).** Postpartum uterine health in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82/83, 295–306.
- **Sheldon IM., Lewis GS., LeBlanc S., Gilbert RO. (2006).** Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65: 1516–1530.

- **Short RE., Carr JB., Graves NW., Milmine WL., Bellows RA. (1979).** Effect of clitoral stimulation and length of time to complete AI on pregnancy rates in beef cattle. J. Anim. Sci. 49, 647-650.
- **Short RE., Adams DC. (1988).** Nutritionnal and hormonal inter-relationships in beef cattle reproduction. Can. J. Anim. Sci. 68: 29-39.
- **Silva HW., Wilcox CJ., Thatcher WW., Becker RB., Morse D. (1992).** Factors Affecting Days Open, Gestation Length, and Calving Interval in Florida Dairy Cattle. J Dairy Science 75: 288-293.
- **Sinclair KD., Kuran M., Gebbie FE., Webb R., McEvoy TG. (2000).** Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. J. Anim. Sci. 2670-2680.
- **Son J., Grant RJ., Larson LL. (1996).** Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 79, 822±830.
- **Snijders SEM., Dillon P., O'Callaghan D., Boland MP. (2000).** Effect of genetic merit, milk yield, body condition and lactating number on in vitro oocyte development in dairy cows. Theriogenology 53, 981–989.
- **Snijders SEM., Dillon P., O'Farrell KJ. (2001).** Relationships between genetic merit, milk production, body condition, blood parameters and reproductive performance of dairy cows. In: Fertility in the high-producing dairy cow. Diskin MG (Ed.). British Society of Animal Science.
- **Soukehal A. (2013).** Communications sur la filière laitière. Colloque relatif à La sécurité alimentaire: quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Alger, 8 avril 2013.
- **Spalding RW., Everett RW., Foote RH. (1975).** Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement. J. Dairy Sci. 58: 718-723.
- **Sprenger MJ., DeJarnette JM., Marshall CE. (2001).** Conception rates of sequential inseminations after batch-thawing multiplestraws of semen: A professional technician case study. J. Anim. Sci. 79: (Suppl. 1): 253. (Abstr.)
- **Srairi MT. (2004).** Typologie des systèmes d'élevage bovin laitier au Maroc en vue d'une analyse de leurs performances. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. 244 pages.
- **Sreenan JM. (1981).** Biotechnical measures for improvement of fertility in cattle. Livestock Production Science, 8: 215-231.
- **Sreenan JM, Diskin MG. (1983).** Early embryonic mortality in the cow: Its relationship with progesterone concentration. The Vet. Record, 28: 517-521.
- **Sreenan JM., Diskin MG., Morris DG. (2001).** Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. In: Fertility in the high-producing dairy cow. Diskin MG (Ed.). British Society of Animal Science. Anim. Sci. 93-105.

- **Steffan J., Humblot P. (1985).** Relations entre pathologies du post-partum, âge, état corporel, niveau de production laitière et paramètres de reproduction. In : Mieux connaître, comprendre et maîtriser la fécondité bovine. Espinasse J (Ed.). Société Française de Buïatrie, 67-90.
- **Steffan J. (1987).** Résultats d'une enquête épidémiologique: influence de facteurs affectant la fertilité et la fécondité des vaches laitières. B T I A, 12-19.
- **Stevenson JS., Britt JH. (1979).** Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in holstein cows. J. Anim. Sci. 48: 571-577.
- **Stevenson JS. ; Schmidt MK. ; Call EP. (1983).** Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks post partum. J. Dairy Sci. 66, 1148-1154.
- **Stevenson JS., Kobayashi Y., Thompson KE. (1999).** Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including ovsynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandine F2A. J. Dairy Sci., 82: 506-515.
- **Stewart DL., Melrose DR. (1952).** The comparative efficiency of the intra cervical and intra uterine methods of insemination in the dairy cow. Vet. Rec. 64: 605–607.
- **Studer E. (1998):** A veterinary perspective of on-farm evaluation of nutrition and reproduction. J. Dairy Science 81, 872-876.
- **Sturman H., Oltenacu EAB., Foote RH. (2000).** Importance of insemination only cows in estrus. Theriogenology 53 : 1657-1667.
- **Suarez SS. (2001).** Carbohydrate-mediated formation of the oviductal sperm reservoir in mammals. Cells tissues organs. 168: 105–112.
- **Swain JB., Senger PL., Hillers JK., Tare WS. (1986).** Influence of x-ray retraining of herdsman inseminators upon conception in Washington dairy herds. J. Dairy Sci. 69(Suppl. 1):169 (Abstr.).

T

-
- **Tennant B., Peddicord RG. (1968).** The influence of delayed uterine involution and endometritis on bovine fertility. Cornell Vet. 58: 185-192.
 - **Taylor JF., Everett RW., Bean B. (1985).** Systematic environmental, direct and service sires effects on conception rate in artificially inseminated Holstein cows. J. Dairy Sci. 68: 3004-3022.
 - **Thatcher WW. (1973).** Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci. 57: 360-368.
 - **Thatcher WW., Badinga L., Collier RJ. (1984).** Thermal stress effects on the bovine conceptus: early and late pregnancy. In: Reproduction des ruminants en zone tropicale. Les colloques de l'INRA. INRA, Pointe à Pitre (Guadeloupe), 265-283.

- **Thibier M., Goffaux M. (1986).** Fécondité et fertilité dans l'espèce bovine: démarche épidémiologique. In: Recherches récentes sur l'épidémiologie de la fertilité, Masson, 101-128.
- **Thibier M., Wagner HG. (2002).** World statistics for artificial insemination in cattle. Livestock Production Science 74. pp : 203–212.
- **Thompson JR., Pollok EJ., Pelissier CL. (1983).** Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproduction and age at first calving. J. Dairy Sci. 66: 1119-1127.
- **Thompson JA., Magee DD., Tomaszewski MA., Wilks DL., Fourdraine RH. (1996)** Management of summer infertility in Texas Holstein dairy cattle. Theriogenology, 46: 547–558.
- **Tillard E. (2007).** 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. Thèse Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Montpellier II. 484 p
- **Trimberger GW. (1948).** Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. Univ. Nebraska Agr. Exp. Stn. Bull. 153, 1–26.

U

-
- **Uwland J. (1984).** Correlation between the number of inseminated spermatozoa and fertility rates in dairy cattle. Tijdschr Diergeneeskd 1984;10: 405-412.

V

-
- **Vaca LA., Galina CS., Fernandez-Baca S., Escobar FJ., Ramirez B. (1985).** Oestrus cycles, oestrus and ovulation of the Zebu in the Mexican tropics. Vet. Rec. 117: 434 – 437.
 - **Van Demark NL, Salisbury GW, Boley LE. (1952).** Pregnancy interruption and breeding techniques in the artificial insemination of cows. Journal Dairy Science N° 35: pp 219-225.
 - **Van Eerdenburg FJCM., Loeffler HSH., van Vliet JH. (1996).** Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. Vet. Quart.18: 52-54.
 - **Van Knegsel A.T., Van den Brand H., Dijkstra J., Kemp B. (2007).** Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. Theriogenology. 68 Suppl 1: S274- S280.
 - **Van Soom A., Verberckmoes S. (2004).** L'insémination intra-utérine profonde chez les bovins. Gynécologie Obstétrique & Fertilité 32 911–915
 - **Van Vliet JH., van Eerdenburg FJCM. (1996).** Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 50: 57-69.

- **Villa-Godoy A., Hughes TL., Emery MS., Chapin LT., Fogwell RL. (1988).** Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 1063-1072.

W

- **Walsh SW., Williams EJ., Evans ACO. (2011).** A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* 123, 127-13.
- **Walters AH., Bailey TL., Pearson RE., Gwazdauskas FC. (2002).** Parity-related changes in bovine follicle and oocyte populations, oocyte quality, and hormones to 90 days postpartum. *J. Dairy Sci.* 85:824-832.
- **Washburn SP., Silvia WJ., Brown CH., McDaniel BT., McAllister AJ. (2002).** Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. *J. Dairy Sci.* 85: 244–251.
- **Weaver LD (1986).** Evaluation of reproductive performance in dairy herds. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 8, S 427-S 253.
- **Weaver LD., Goodger WJ. (1987):** Design and economic evaluation of dairy reproductive health programs for large dairy herds. Part 1 *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 9 :F297-F309.
- **Weller JL., Ron M. (1992).** Genetic Analysis of Fertility Traits in Israeli Holsteins by Linear and Threshold Models. *J Dairy Sci.* 75: 2541-2548.
- **Weigel KA. (2006).** Prospects for improving reproductive performance through genetic selection. *Animal Reproduction Science* 96: 323–330.
- **Westwood CT., Lean IJ., Garvin JK. (2002).** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J. Dairy Sci.* 85: 3225-3237.
- **Whitaker DA. (1980).** A fertility control programme in dairy cows in New South Wales. *Br. Vet. J.* 136, 214-221.
- **Williamson NB., Quinton FW., Anderson GA. (1980).** The effect of variations in the interval between calving and first service on reproductive performance of normal dairy cows. *Austr. Vet. J.* 56, 477-480.
- **Wilson SJ., Marion RS., Spain JN., Spiers DE., Keisler DH., Lucy MC. (1998).** Effects of Controlled Heat Stress on Ovarian Function of Dairy Cattle. 1. Lactating Cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2124-2131.
- **Windig JJ., Calus MP., Veerkamp RF. (2005).** Influence of herd environment on health and fertility and their relationship with milk production. *J. Dairy Sci.* 88: 335–347.
- **Wolfenson D., Thatcher WW., Badinga L., Savio JD., Meidan R., Lew BJ. (1995).** The effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52: 1106–1113.
- **Wolfenson D., Roth Z., Meidan R. (2000).** Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60/61: 535–47.

- **Wolkowitsch M. 1964.** Le cheptel bovin et l'insémination artificielle en France. In: Annales de Géographie. t. 73, N° 399. pp. 585-589.

X

-
- **Xu Z. ; Burton L. (2000).** Reproductive performance of dairy cows in New Zealand. Proceedings of the Australian and New Zealand Combined Dairy Veterinarians' Conference, 15–19 May 2000, Port Vila, Vanuatu, pp 23–41.

Y

-
- **Yakhlef H. (1989).** La production extensive du lait en Algérie. In : Tisserand JL. (ed.). Le lait dans la région méditerranéenne. Paris: CIHEAM. p. 135-139. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 6).
 - **Yániz JL., Santolaria P., Giribet A., Lopez-Gatius F. (2006).** Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. Theriogenology, 66: 1943-1950.

Z

-
- **Zavos PM., Johns JT., Heersche G., Miksch DE. (1985).** Site of semen deposition and subsequent conception in synchronized and artificially inseminated (AI) beef heifers. J. Anim. Sci. 61:37.

Questionnaire d'Enquête sur les Pratiques
d'Insémination Artificielle en Algérie

Chère consœur, cher confrère

L'Insémination Artificielle représente l'une des biotechnologies de la reproduction les plus utilisées en Algérie. Cette enquête a pour objectif principal de faire un état des lieux sur les différentes pratiques de réalisation de l'insémination artificielle (IA) en Algérie. Cette enquête comporte 66 questions qui se répartissent en 4 groupes. Le premier groupe (24 questions) concerne des données générales relatives à l'inséminateur. Le second groupe (12 questions) concerne les diverses pratiques utilisées avant la réalisation de l'IA. Le troisième groupe (17 questions) concerne les préparatifs et la technique de l'IA. Le quatrième groupe (13 questions) concerne les diverses pratiques utilisées après la réalisation de l'IA.

Nous vous invitons à répondre à ce questionnaire en mentionnant les pratiques que vous utilisez **habituellement** sur le terrain.

Nous vous remercions de votre collaboration et vous prions de croire en l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Données générales relatives à l'inséminateur

1. Etes vous: Docteur Vétérinaire ☐ Technicien Vétérinaire ☐ Eleveur ☐ Autre ☐
2. Quel âge avez-vous ?
3. Sexe masculin ☐, féminin ☐
4. Si vous êtes vétérinaire ou technicien, en quelle année avez-vous obtenu votre diplôme ?
5. Dans quelle faculté ou Ecole avez-vous obtenu ce diplôme.
6. Depuis combien d'année pratiquez-vous l'insémination artificielle ?
7. Dans quelle(s) wilaya(s) pratiquez-vous l'insémination artificielle ?
8. Si vous êtes vétérinaire, exercez-vous une activité OUI ☐ NON ☐
9. Si OUI est-ce en clientèle Rurale ☐ Canine ☐ Mixte ☐
10. Combien d'inséminations artificielles avez-vous réalisé au cours des 12 derniers mois
Moins de 100 ☐ 100 à 200 ☐ 201 à 300 ☐ 301 à 400 ☐ 401 à 500 ☐ Plus de 500 ☐
11. Sur quel type de bovins avez-vous réalisé ces inséminations artificielles (% : total = 100)
Bovin Exotique ☐ Bovin croisé ☐ Bovin Autochtone ☐
12. Sur quelle race de bovins avez-vous réalisé ces inséminations (% : total = 100)
Holstein ☐ Montbéliarde ☐ Brune des Alpes ☐ Fleckvieh ☐ Autres ☐
13. Quel est le % d'inséminations que vous réalisez sur chaleurs naturelles
Moins de 25 % ☐ 25 à 50 % ☐ 51 à 75 % ☐ 76 à 100 % ☐

14. Si vous êtes vétérinaire ou technicien, à combien estimez vous le nombre de vos éleveurs ?
Moins de 25 ☐ 25 à 50 ☐ 51 à 75 ☐ 76 à 100 ☐ Plus de 100 ☐
15. Quelle est la distribution moyenne de la taille des troupeaux de votre clientèle (nombre total de bovins) (% : Total = 100)
Moins de 10 ☐ 11 à 20 ☐ 21 à 50 ☐ Plus de 51 ☐
16. Donnez une estimation du % de vos éleveurs qui ont recours à l'insémination artificielle
Moins de 25 % ☐ 25 à 50 % ☐ 51 à 75 % ☐ 76 à 100 % ☐
17. Combien de pistolets d'insémination avez-vous ? 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐
18. Utilisez-vous un vaginoscope pour réaliser des examens vaginaux OUI ☐ NON ☐
19. Avez-vous une bouteille thermos pour décongeler la paillette OUI ☐ NON ☐
20. Avez-vous un thermomètre pour mesurer la température de l'eau de décongélation ?
OUI ☐ NON ☐ Combien 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐
21. Avez-vous un échographe pour réaliser des examens utérins ou ovariens OUI ☐ NON ☐
22. Si oui, de quelle marque ?
23. Utilisez-vous une sonde linéaire ☐ ou sectorielle ☐
24. De combien de Biostats disposez-vous
○ BT 2 ☐ BT 21 ☐
○ BT 3 ☐ BT 11 ☐
○ BT 8 ☐ BT 50 ☐

Quelles sont vos pratiques avant de réaliser une insémination ?

25. Si vous êtes vétérinaire ou technicien, posez-vous systématiquement des questions à l'éleveur qui vous a appelé pour une insémination: OUI ☐ NON ☐
26. Si OUI, demandez-vous
- La date de naissance (génisse) OUI ☐ NON ☐
 - Si pas d'information, estimez-vous l'âge de l'animal OUI ☐ NON ☐
 - La date du dernier vêlage (vache) OUI ☐ NON ☐
 - Le type du dernier vêlage (normal ou dystocique) OUI ☐ NON ☐
 - Si la vache a eu une rétention placentaire OUI ☐ NON ☐
 - Si la vache a présenté depuis son vêlage une infection utérine OUI ☐ NON ☐
 - Si la vache à inséminer a subi un test de dépistage de maladies contagieuses
Brucellose : OUI ☐ NON ☐ IBR : OUI ☐ NON ☐

- Le numéro de lactation (vache) OUI ☐ NON ☐
- Le signe sur lequel l'éleveur a identifié la chaleur OUI ☐ NON ☐
- Si l'éleveur dispose d'un taureau dans son élevage OUI ☐ NON ☐
- La présence ou non d'une aire d'exercice dans l'exploitation OUI ☐ NON ☐
- La date de la dernière insémination ou dernière chaleur : OUI ☐ NON ☐
- Le nom de taureau qu'il souhaite pour sa vache ou sa génisse OUI ☐ NON ☐

27. Dans quel pourcentage de cas faites-vous l'insémination le jour même de la détection des chaleurs par l'éleveur

Moins de 25 % ☐ 25 à 50 % ☐ 51 à 75 % ☐ 76 à 100 % ☐

28. Contrôlez-vous systématiquement l'état œstral de la vache ? OUI ☐ NON ☐

29. Si OUI, réalisez-vous ce contrôle :

Avant de décongeler la paillette ☐ Pendant l'insémination ☐

30. Si OUI, contrôlez-vous manuellement l'état œstral en identifiant :

- la présence d'un follicule sur l'ovaire OUI ☐ NON ☐
- la tonicité des cornes utérines OUI ☐ NON ☐
- Autres: précisez?

31. Si OUI, réalisez-vous un examen vaginal pour vérifier la qualité et la quantité des sécrétions utérines OUI ☐ NON ☐

32. Si vous réalisez ce contrôle vaginal, le faites-vous

- manuellement OUI ☐ NON ☐
- au moyen d'un spéculum vaginal OUI ☐ NON ☐

33. Évaluez-vous systématiquement l'état corporel des vaches ou génisses que vous inséminez ? OUI ☐ NON ☐

34. Selon vous, quel est l'état corporel sous lequel il n'est pas recommandé d'inséminer une vache ou une génisse < 1 ☐, < 2 ☐, < 3 ☐, < 4 ☐ < 5 ☐

35. Selon vous, quel est le pourcentage de vaches qui ne sont pas réellement en chaleurs le jour de l'insémination ?

Moins de 5 % ☐ 5 à 10 % ☐ 11 à 20 % ☐ 21 à 50 % ☐ 51 à 100 % ☐

36. Sur quoi vous basez pour avancer un pourcentage: Fouiller rectal ☐ Absence de signes de chaleurs.

Quelles sont vos pratiques une fois que vous avez décidé d'inséminer la vache ou la génisse ?

37. Contrôlez-vous systématiquement le niveau d'azote du Biostat ? OUI ☐ NON ☐

38. Comment décongelez-vous habituellement la paillette de sperme (une seule réponse possible) ?

- En l'agitant à l'air
- Dans de l'eau
- Dans de l'eau à 38 °C
- Dans la main
- Dans le pistolet
- Sous les vêtements
- Entre les lèvres de la bouche
- Autre (préciser):

39. Si vous ne décongelez pas la paillette avec de l'eau, essuyez la paillette une fois sortie du container ? OUI ☐ NON ☐

40. Si vous décongelez la paillette dans de l'eau, essuyez-vous la paillette avant de la mettre dans le pistolet ? OUI ☐ NON ☐

41. Une fois la gaine plastique montée sur le pistolet, vérifiez-vous la présence de sperme dans la paillette ? OUI ☐ NON ☐

42. Placez-vous systématiquement une chemise sanitaire en plastique par-dessus la gaine ?
OUI ☐ NON ☐

43. Si vous n'utilisez pas systématiquement cette chemise sanitaire, dans quel cas plus spécifique l'utilisez-vous :

44. Une fois la paillette placée dans le pistolet, placez-vous ce pistolet sous vos vêtements ou dans votre botte jusqu'au moment de l'insémination ? OUI ☐ NON ☐

45. Essuyez-vous la vulve avant d'introduire le pistolet OUI ☐ NON ☐

46. Si OUI, réalisez-vous ce nettoyage (une réponse possible)

À sec au moyen d'une serviette en papier ☐

À sec au moyen d'une serviette en tissu ☐

Avec de l'eau sans antiseptique ☐

Avec de l'eau + un antiseptique ☐

47. Habituellement, déposez-vous le sperme au niveau du
Vagin ☐, col ☐, corps ☐, corne ☐

48. Sur le mandrin du pistolet, lors de l'insémination, exercez-vous une pression
Légère ☐, Forte ☐

49. Retirez-vous le pistolet Lentement ☐ Rapidement ☐
50. Vérifiez-vous la présence de sang ou de pus sur le bout de la gaine OUI ☐ NON ☐
51. Quelle est la durée moyenne entre le moment de la décongélation et le dépôt du sperme dans la vache ou la génisse : Moins de 5 min ☐ Plus de 5 min ☐
52. Procédez-vous à une stimulation manuelle de l'utérus après l'insémination OUI ☐ NON ☐
53. Procédez-vous à une stimulation manuelle du clitoris après l'insémination OUI ☐ NON ☐

Quelles sont vos pratiques après avoir inséminé la vache ou la génisse ?

54. Remplissez-vous le certificat d'insémination avant de quitter la ferme OUI ☐ NON ☐
55. L'éleveur note-t-il la date d'insémination dans un carnet ou un planning d'étable
OUI ☐ NON ☐
56. Recommandez-vous à l'éleveur de surveiller les chaleurs de l'animal inséminé 18 à 21 jours plus tard OUI ☐ NON ☐
57. Sur quel pourcentage de génisses et de vaches inséminées, réalisez-vous un constat de gestation ?
Moins de 25 % ☐ 25 à 50 % ☐ 51 à 75 % ☐ 76 à 100 % ☐
58. Réalisez-vous cet examen par:
palpation manuelle ☐ échographie ☐
59. Si vous réalisez cet examen par palpation manuelle, quel est le délai de votre examen par rapport à la dernière insémination ?
40 à 60 jours ☐ 60 à 90 jours ☐ > 90 jours ☐
60. Si vous réalisez cet examen par échographie, quel est le délai de votre examen par rapport à la dernière insémination ?
30 à 40 jours ☐ 40 à 60 jours ☐ > 60 jours ☐
61. Lors de cet examen, confirmez-vous habituellement le stade de la gestation
OUI ☐ NON ☐
62. Disposez-vous d'un ordinateur ? OUI ☐ NON ☐
63. Si tel est le cas, l'utilisez-vous pour l'introduction
des inséminations ? OUI ☐ NON ☐
des diagnostics de gestation OUI ☐ NON ☐
des autres diagnostics de reproduction OUI ☐ NON ☐
64. Classez par ordre d'importance (1 à 10) les problèmes éventuels liés à la pratique de l'insémination artificielle en Algérie.

- Manque d'information des éleveurs
- Manque de motivation des éleveurs pour l'Insémination Artificielle
- Manque de formation continue des inséminateurs
- Manque de contrôle de la qualité de la semence
- Coût de la semence
- Coût de l'Insémination artificielle
- Problème d'azote
- Considérations religieuses
- Subventions étatiques insuffisantes
- Zones enclavées

65. Ce questionnaire m'a incité à réfléchir à ma pratique d'inséminateur

- Tout à fait d'accord ☐
- Moyennement d'accord ☐
- D'accord ☐
- Moyennement pas d'accord ☐
- Entièrement pas d'accord ☐

66. Je souhaiterais que soit organisée une formation continue dans le domaine de :

- suivi de la reproduction ☐ -pathologies du post partum ☐
- échographie ☐ -nutrition ☐
- santé mammaire ☐
- autres :.....

Annexe 2.1 : éleveurs laitiers et l'IA

Estimation du nombre d'éleveurs laitiers	0-25	26-50	51-75	76-100
%	12	18	23	47
%Eleveurs qui ont recours à l'IA	0-25	26-50	51-75	76-100
%	15	33	35	17

Annexe 2.2 : Moment de l'IA

% IA sur chaleur naturelle	0-25	26-50	51-75	76-100
%	9	23	53	16
% IA le jour des chaleurs	0-25	26-50	51-75	76-100
%	10	28	43	19

Annexe 2.3 : Fréquence en % du nombre d'IA réalisées/an selon le type de bovin

	Bovin Moderne			Bovin croisé			Bovin autochtone		
Nbre IA/an	0-33	34-66	67-100	0-33	34-66	67-100	0-33	34-66	67-100
<100	-	55.6	44.4	-	29.4	70.6	100	-	-
100-200	9.1	51.5	27.3	8.3	50	30.6	28.6	14.3	-
201-300	21.9	50	6.3	2.4	48.8	31.7	52.9	5.9	-
301-400	15.4	34.6	11.5	2.9	38.2	29.4	45.5	4.5	4.5
401-500	30	40	20	16.7	41.7	33.3	66.7	16.7	-
>500	19.6	31.4	7.8	12.7	30.2	23.8	43.9	4.9	-

Annexe 2.4 : NEC non recommandées à l'IA

NEC non recommandées à IA	<1	<2	<3	<4	<5
%	28	46	25	8	3

Annexe 2.5 : Fréquence des différentes pratiques utilisées par les inséminateurs au moment de l'IA

Lieu dépôt	Vagin	Col	Corps	Cornes
%	1	11	72	16
Pression exercée	Légère		Forte	
%	92		8	
Retrait Pistolet	Lent		Rapide	
%	89		11	
Durée IA	Moins 5 mn		Plus 5 mn	
%	90		10	