

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

Université IBN KHALDOUN de TIARET

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département NTAA



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en reproduction animale

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Reproduction animale

Thème

**Etude des facteurs potentiels influençant le taux de
réussite de l'insémination artificielle dans la région de
Tiaret**

Membre de jury :

Promoteur : Mr. GUEMOUR Djilali

Président : Mr. LOUACINI Ibrahim Kamal

Examineur : Mr. ACHIR Mohamad

Présenté par :

Mr : BOUMEZRAG Khaled Abdelkader

Melle : SEDDIKI Widad

Melle : HAMDY Nabila

Année universitaire 2016/2017

Hommages respectueux :

A Monsieur Guemour DJ, Monsieur Achir .M. qui ont eu l'amabilité, la gentillesse et la patience dont ils ont fait preuve pour nous aider à la réalisation de ce travail.

A la mémoire de mon grand père

A mes chers parents

A mes sœurs : Chourouk, Douaa, Afraa, Rawnak, Basmala, Khadidja

A mon cher frère Adem

A ma cher amie Salima

Sincères remerciements à :

Toute personne qui de près ou de loin nous a aidés de par leurs précieux conseils,

Leurs orientation ou leurs encouragement pour mener à bien ce travail ;

Que ce soit pour eux un témoignage de ma gratitude, ma reconnaissance et ma profonde affection.

Je dédie ce travail :

A mon Père, Mr ABD EL KADER qui représente un exemple de sagesse pour moi.

A ma très chère Mère que j'aime plus que tout au monde, BOULEGHMAN MIMOUNA, car Une mère est en réalité la terre, sur laquelle nous poussons jusqu'à maturité !

A mes sœurs FATMA ZOHRRA, MANEL, HADJER,

A mes cousins, mes Amis, et ma famille.

A ma cousine KHIERA et son mari MHEMED et ses enfants.

A toute la promotion de reproduction animale en générale.

Sans oublier mes binômes avec qui nous avons traversé tous ses obstacles jusqu'à la réalisation de ce travail qui n'est autre que DR GUEMOUR DJILALI.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mon père

A ma mère

A mon deuxième père Khaled

A mes oncles Mohamad et Naceur

A mes tantes Miriam, Halima et Fatiha

A mes frères Djelloul, Hamé et mes deux sœurs

A toute ma famille BOUMEZRAG

A Chaima Z

A mes amis de l'enfance Safa Y, Zeggou A, Zeggou W, Tameur I, Safa A.

A mes amis Oussama, Kheir eddine, Hichem, Omar et Djillali Bessaiah.

A mes amis de la promo et de spécialité reproduction animale.

A mon encadreur Mr QUEMOUR D et mes deux coéquipiers.

*A Mr ACHIR, Mr BENISSA et à l'ensemble du corps enseignant et pédagogique
de notre spécialité.*

*Que ce travail soit pour eux un témoignage de ma profonde affection et de ma
reconnaissance.*

Remerciement

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements, notre vive reconnaissance et notre sincère gratitude à Dr. GUEMOUR D., pour avoir accepté de nous encadrer et pour ses conseils et ses précieuses orientations qu'elles n'ont cessées de nous apporter tout au long de ce travail.

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury Mr. LOUACINI Ibrahim et Mr. ACHIR Mohamed d'avoir accepté L'examen de ce modeste travail.

Sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à toute l'équipe de formation de notre spécialité pour leurs aides et pour les sympathiques moments que nous avons passés ensemble.

À toute la promotion de 2^{ème} année master R.A 2016-2017.

Enfin, nous remercions gracieusement toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

I) Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : généralités sur l'insémination artificielle chez la vache

1.1. Définition de l'IA	3
1.2. Matériel de l'insémination artificielle	4
1.3. Techniques de l'insémination artificielle	4
1.3.1. Selon l'état de conservation de la semence	4
1.3.2. Selon le lieu de dépôt de la semence	5
1.4. Déroulement de l'insémination artificielle	6
1.5. Diagnostiques de réussite de l'insémination	8
1.6. Moment de l'insémination artificielle	9
1.7. Avantages de l'insémination artificielle	10
1.7.1. Génétiques	10
1.7.2. Zootechniques	10
1.7.3. Economiques	10
1.7.4. Sanitaires	10
1.7.5. Autre	10
1.8. Inconvénients de l'insémination artificielle	10
1.9. Mise au point des techniques	11

Chapitre II : Maîtrise de la reproduction

2.1. Rappels anatomiques et physiologiques sur l'appareil génital de la vache	12
2.1.1. Cycle ovarien	13
2.1.2. Cycle sexuel	13
2.1.3. Mécanismes hormonaux du cycle	13
2.2. Chaleurs	14

2.2.1. Définition	14
2.2.2. Signes de chaleur	14
2.2.3. Importance de la détection des chaleurs	15
2.2.4. Facteurs influençant l'extériorisation des chaleurs	15
2.2.5. Méthodes de détection des chaleurs	16
2.3. Synchronisation des chaleurs	18
2.3.1. Définition	18
2.3.2. Intérêts	18
2.3.3. Techniques de la synchronisation	18

Partie expérimentale

1. Matériels et Méthodes	22
1.1. Localisation de la zone d'étude	22
1.2. Caractéristiques climatiques	22
1.3. Matériels	23
1.4. Méthodes	23
2. Résultats et discussion	24
2.1. Présentation des résultats	24
2.1.1. Influence du facteur race sur le taux de réussite de l'insémination artificielle durant les années (2013 – 2016)	24
2.1.2. Influence du facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'insémination artificielle durant les années (2010 – 2016)	28
2.1.3. Influence du facteur saison sur le taux de réussite de l'insémination artificielle durant les années (2010 – 2016)	32
2.2. Discussion	36

Conclusion

Conclusion	38
Références bibliographiques	40

Liste des tableaux :

Tableau 1 : caractéristiques de la production de la semence dans les différentes espèces7

Tableau 2 : vue d'ensemble comparative des traitements de maîtrise des cycles utilisés sur les vaches : les différentes biomolécules utilisées 21

Liste des figures :

Figure 1 : Carte conceptuelle relative à l'insémination artificielle chez les bovins.....	3
Figure 2: Une coupe de pistolet français	4
Figure 3: Période d'insémination optimale	9
Figure 4 : Site anatomique de l'insémination	11
Figure 5 : L'appareil génital de la femelle	12
Figure 6 : Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine F2a	19
Figure 7 : Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F2a (Ovsynch)	20
Figure 8 : Protocoles de synchronisation à base de progestagènes	21
Figure 9 : Localisation de la wilaya de Tiaret	22
Figure.10 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2013	24
Figure. 11 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2014	25
Figure.12 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2015	25
Figure 13 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2016	26
Figure 14 : figure récapitulative de l'effet de la race sur le taux de réussite de l'IA années (2013-2016)	27
Figure 15 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de l'IA (2010)	28
Figure 16 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de l'IA (2011)	28
Figure 17 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2012)	29
Figure 18 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2013)	29
Figure 19 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2014)	30
Figure 20 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2015)	30
Figure.21 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2016)	31
Figure 22 : Effet de facteur de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2010)	32
Figure 23 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2011)	32
Figure 24 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2012)	33
Figure 25 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2013)	33
Figure 26 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2014)	34
Figure 27 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2015)	34
Figure 28 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2016)	35

LISTE DES ABREVIATIONS :

AM/PM : chaleur matin ; insémination le soir.

BLM : bovin laitier modern.

CIA : centre de l'insémination artificielle.

CN : chaleurs naturelles.

CI : chaleurs induites.

CNIAAG : centre national de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique.

eCG : hormone choriogonadotropine.

EPF : l'Early Pregnancy factor FGA : l'acétate de fluorogestone.

FAO : Food and agriculture organisation.

FSH : Follicule Stimulating Hormon.

GnRH : Gonadotrophine Releasing Hormon.

IA : insémination artificielle.

IAB : insémination artificielle bovin.

IAF : insémination artificielle fécondante.

IDEB : institut de développement des élevages bovins.

IM : intramusculaire.

INA_EL HARRACH : institut national agronomique _El Harrach.

LH : Luteinizing hormone.

MRLC : Maladies Réputés Légalement Contagieuses.

MST : maladie sexuellement transmissible.

PGF2 α : prostaglandine de type F2 α .

PM/AM : chaleur soir, insémination matin.

PMSG : pregnant mare serum gonadotrophin.

PN : la race pie noir.

PR : la race pie rouge.

PSPB : Prégance Spécifique Protéine B

R : retour en chaleurs.

IU : unité internationale

Résumé :

Dans cette étude nous avons utilisés les bilans mensuels de trois inséminateurs de la wilaya de Tiaret se situant aux communes de Sougueur, Chellala et Hamadia ; pour déterminer l'influence des trois facteurs d'étude choisis telle que la race, le type de chaleurs (chaleurs naturelles, chaleurs induites), et la saison ; sur le taux de réussite de l'IAB dans la région de Tiaret.

Les vaches inséminées sont composées de races importés (pie rouge, pie noir) et celle issues de croisement de descendance de ces derniers avec la race locale, l'étude se déroule sur 6 années de l'an 2010 à l'an 2016.

Les résultats montrent l'influence des facteurs testés sur le taux de réussite de l'IA :

- Concernant facteur type de chaleurs nous avons observé que son implication est majeure sur les résultats avec un taux de réussite élevée (65% à 85%) pour les chaleurs induites durant toute la période d'étude ; contrairement aux chaleurs naturelles ou nous avons obtenu un taux inférieur à (60%).
- Facteur race nous avons constaté qu'il existe une différence entre les races importées (pie rouge, pie noir) et la race croisée ou nous avons enregistré un taux de l'ordre de 60%.
- Facteur saison nous avons observé aussi qu'il existe une différence entre les deux périodes de l'année. 70% à 85% en jours longs et 60% à 75% en jours courts.

Ces constats énumérés ci-dessus sont montrés que nos éleveurs sont désintéressés par l'application de ces techniques biotechnologiques.

Mots clés : insémination artificielle ; facteurs potentiels ; bovin ; taux de réussite ; Tiaret.

المخلص:

استخدمنا في هذه الدراسة الكشوف الشهرية لثلاثة أخصائيين في التلقيح الاصطناعي بولاية تيارت الواقعين ببلديات السوقر، قصر الشلالة والحمادية من أجل دراسة تأثير العوامل التالية: السلالة، نمط الهيجان (هيجان طبيعي، هيجان مفتعل) وعامل الفصول على نسبة نجاح التلقيح الاصطناعي عند البقر في منطقة تيارت.

الأبقار الملقحة مشكلة من سلالات مستوردة (بقع حمراء، بقع سوداء) وأخرى ناتجة عن تصالب هذه الأخيرة مع السلالة المحلية، الدراسة تمتد على 6 سنين من سنة 2010 إلى سنة 2016.

النتائج تظهر تأثير العوامل المدروسة على نسبة نجاح التلقيح الاصطناعي:

- فيما يخص عامل نمط الهيجان: لاحظنا أن له تأثير كبير على النتائج بنسبة نجاح مرتفعة (65% إلى 85%) للهيجان المفتعل طوال فترة الدراسة عكس الهيجان الطبيعي أين سجلنا نسبة أقل (60%).

- عامل السلالة: لاحظنا وجود اختلاف بين السلالة المستوردة (بقع حمراء، بقع سوداء) والسلالة المتصالبة أين سجلنا نسبة نجاح في حدود 60%.

- عامل الفصول: لاحظنا أيضا وجود اختلاف بين فترتي السنة، 70% إلى 80% في الأيام الطويلة و 60% إلى 75% في الأيام القصيرة.

هذه النتائج المذكورة أعلاه أظهرت أن المربين غير مهتمين بتطبيق هذه التقنيات البيو تكنولوجية.

الكلمات المفتاحية: التلقيح الاصطناعي، العوامل المسيطرة، البقر، نسبة النجاح، تيارت.

Introduction

I) Introduction :

L'insémination artificielle (IA) est la "biotechnologie" de reproduction la plus largement utilisée dans le monde. Considérée comme l'un des outils de diffusion du matériel génétique performant, l'insémination artificielle est appliquée principalement pour assurer l'amélioration génétique rapide et sûre des animaux domestiques (Benlakhale et *al.*, 2000). Au niveau mondial, il se fait actuellement environ 100 millions d'inséminations par an pour les bovins, et plus de 300 millions pour les espèces avicoles. La technique est également utilisée en aquaculture (poissons et crustacés) et en apiculture (David, 2008).

En Algérie, cette technique ne trouve pas encore sa place dans les systèmes de production actuelle. Selon le centre national de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique (CNIAAG) l'IA est utilisée depuis l'année 2006 d'une manière timide et n'a touché que 0,14% du total national des brebis. Pour l'espèce bovine, selon la même source en 2008, sur 300.000 bovins laitiers recensés en Algérie, plus de la moitié, soit 160.000 têtes, ont bénéficié de cette technique lancée timidement au milieu des années 1980, puis prise en charge convenablement par (CNIAAG, 2008).

La détection de l'œstrus revêt une importance capitale dans les élevages laitiers dans la mesure où sa qualité détermine en grande partie la réussite des inséminations artificielles (Amrani et *al.*, 2011). La détection des chaleurs demeure un problème majeur dans les élevages bovins algériens. Il faut y voir plusieurs raisons telles que le manque de formation des éleveurs à l'identification des signes caractéristiques de l'œstrus, leur insuffisante appropriation de cette importante pratique de conduite d'un cheptel reproducteur, la nature des stabulations, le nombre moyen de bovins par exploitation et le manque d'utilisation de moyens complémentaires de détection (Yahimi et *al.*, 2013). La synchronisation des chaleurs permet de simplifier voire de s'affranchir de la détection des chaleurs. Il existe plusieurs protocoles dont le choix se fait en fonction de la qualité de détection des chaleurs dans l'élevage et de l'état physiologique de la vache : cyclée ou non cyclée (une vache est dite cyclée lorsqu'elle a déjà ovulé et qu'il y a donc présence d'un corps jaune) (Amrani et *al.*, 2011).

Selon les statistiques de la FAO, en 2010 le cheptel bovin algérien est de 1 747 000 de tête reste cantonné dans le Nord du pays avec quelques incursions dans les autres régions. On retrouve dans les régions Nord du pays environ 80% de l'effectif bovin avec 53% à l'Est, 24 pourcent à l'Ouest et 23 pourcent au centre. Dans la plupart des cas la structure du troupeau se présente comme suit : vaches laitières est de 56%, jeunes femelles 18%, jeunes males 15% et 11% taureaux reproducteurs. L'élevage bovin constitue une source de revenus conséquente pour les agropasteurs des régions telliennes qui compense les faibles bénéfices de l'agriculture dus aux surfaces cultivées restreintes et

qui contribue à l'extension de cet élevage sur les terres communautaires offrant des UF gratuites et entraînant un surpâturage dangereux (FAO, 2010).

D'après Bouzebda (2007) la population bovine est composée de trois races : les races laitières importées (BLM) : Prim-Holstein, Holstein, Montbéliarde, mais aussi la Tarentaise qui a constitué l'essentiel du cheptel importé avant et juste après l'indépendance ; la race bovine locale : brune de l'Atlas, élevés en consanguinité ; la race croisée avec les races importées pour l'amélioration de leur production laitière. En Algérie, la conduite des élevages est caractérisée par l'utilisation d'un potentiel génétique local peu performant. Cependant, certains élevages font exception telle la filière bovine à haut potentiel génétique (pies rouge et noire, Montbéliarde...) importée pour la production laitière (Djebbara, 2008).

L'état algérien a suivi une politique de relance de l'agriculture et le renouvellement de la richesse animalière qui consiste d'introduire des races améliorées dans la région et l'utilisation de l'insémination artificielle afin de développer la filière d'élevage bovine concernant la wilaya de Tiaret, qui occupe une grande place dans le cadre agricole avec une superficie totale de 1.610.703 ha cette dernière a un caractère agro-pastoral et dominée par le système céréale-élevage dont l'intégration constitue l'essentiel de la production agricole et de la croissance économique. Les élevages ovins et bovins représentent un volet important dans le système de production agricole de la Wilaya avec un effectif bovin de 39200 têtes dont 25750 vaches laitières, caractérisé en grande partie des races améliorées importées (Andi.dz, 2013).

L'objectif de cette étude est de procéder, dans un premier abord , à l'élaboration d'un inventaire, et ce après avoir collecter les bilans mensuels chez trois inséminateurs se situant aux communes de Sougueur, Chellala et Hamadia en vue d'apprécier l'application de la méthode d'insémination artificielle dans la région de Tiaret durant les années "2010-2016".

Dans un second abord, nous avons étudié l'influence des facteurs : race, saison et type de chaleurs sur le taux de réussite de cette technique.

Notre étude sera répartie en deux parties : une première partie bibliographique qui se compose :

- Un premier qui traite les généralités sur la technique de l'insémination artificielle bovine ;
- Un deuxième dans lequel nous abordons la maîtrise de la reproduction, notamment l'anatomie, les chaleurs et le cycle sexuel et la synchronisation des chaleurs.

Et une deuxième partie expérimentale sur l'effet des facteurs énumérés ci-dessus.

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur l'insémination
artificielle chez la vache

1.1. Définition de l'IA :

L'insémination artificielle (IA) consiste à déposer le sperme au moyen d'un instrument, au moment le plus opportun et à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle. La méthode offre donc un double avantage : celui d'une part de multiplier la capacité de reproduction des mâles et donc de contribuer à l'amélioration génétique et d'autre part celui de constituer un moyen préventif de lutte contre les maladies sexuellement transmissibles (Hanzen, 2010).

L'insémination artificielle est une technique, qui au lieu de laisser le mâle déposer sa semence dans le tractus de la femelle, consiste à récolter l'éjaculat en vue de :

- le diviser en plusieurs doses afin de servir plusieurs femelle en un seul saut ;
- séparer, dans le temps et dans l'espace, l'éjaculation de l'insémination (Caillaud *et al.*, 2009).

Différentes étapes sont nécessaires avant de pouvoir procéder à l'acte de l'insémination lui-même, c'est-à-dire à la dépose de la semence du mâle dans les voies génitales de la femelle : collecte de la semence, évaluation de sa qualité, préparation (dilution et conditionnement) et conservation. L'insémination permet de tirer parti du pouvoir fécondant de la semence des mâles. C'est ainsi que, suivant les espèces, les mâles peuvent avoir plusieurs centaines de milliers de descendants par an (taureaux), quelques milliers (boucs) ou quelques centaines (béliers). En monte naturelle, un mâle n'a généralement qu'une dizaine de descendants par an. Dans ces chiffres réside tout l'intérêt de l'insémination. (Belkasmi, 2012).

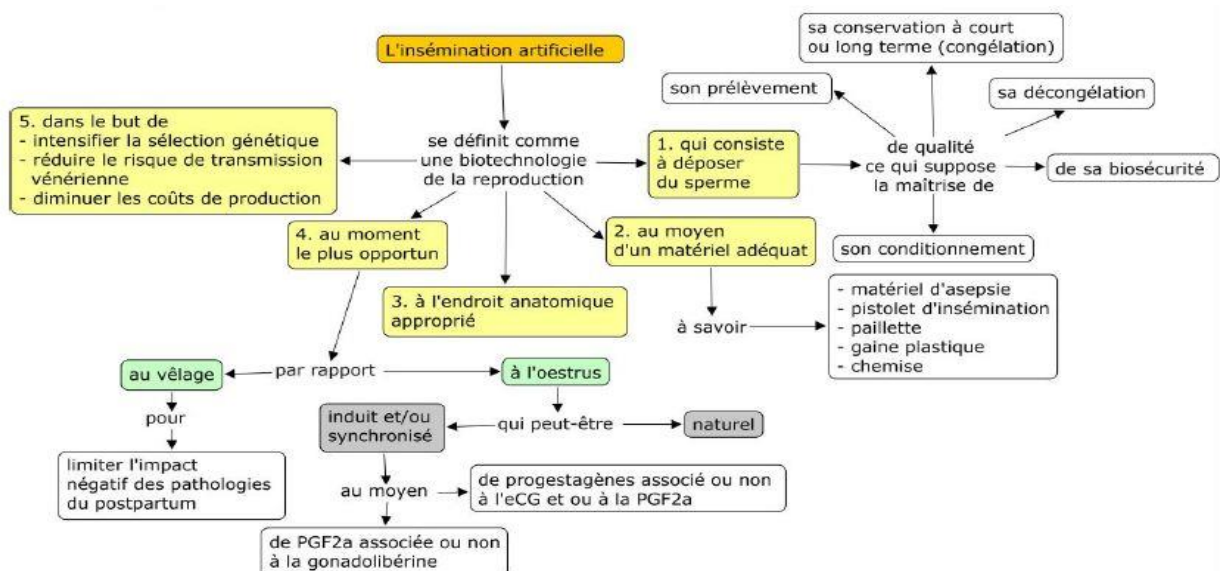
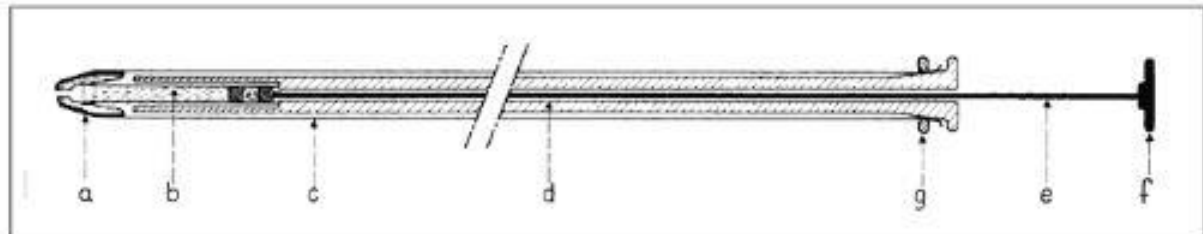


Figure 10 : Carte conceptuelle relative à l'insémination artificielle chez les bovins (Hanzen., 2015)

1.2. Matériel de l'insémination artificielle :

Le matériel se compose d'un pistolet d'insémination d'une longueur de 40 à 45 cm et d'un diamètre de 5 à 6mm comportant un corps externe et un mandrin interne. Il se complète d'une gaine en matière plastique externe fixée au pistolet d'insémination au moyen d'une petite rondelle (Hanzen, 2015).



- a : embout destiné à assurer l'étanchéité
 b : paillette
 c : gaine
 d : corps du pistolet
 e : piston
 f : poussoir
 g : bague de fixation de la gaine

Figure 11: Une coupe de pistolet français (source Dudouet, 2010)

1.3. Techniques de l'insémination artificielle :

1.3.1. Selon l'état de conservation de la semence, il existe trois types de techniques d'insémination :

- a) **Insémination avec de la semence fraîche :** cette technique est mise en œuvre en cas d'incompatibilité d'humeur entre reproducteurs, ou pour prévenir les maladies sexuellement transmissibles (MST). Elle est utilisée surtout pour les étalons (Belkasmî, 2012).

Après la récolte, les juments sont inséminées

- Soit dans les 30 minutes qui suivent : IAF immédiate,
 - Soit entre 30 minutes et 12 heures : IAF réfrigérée, la semence étant refroidie à 4°C pour être conservée sur place ou transportée dans un réfrigérateur de voiture,
 - Soit entre 12 heures et 24 heures : pour l'IA 24 heures, la semence refroidit dans son enceinte de transport, (Caillaud et *al.*, 2009).
- b) **Insémination avec semence congelée :** elle consiste à conserver le patrimoine génétique des mâles de valeur, à améliorer les races et de faciliter les échanges internationaux (éviter la quarantaine).

L'IA avec semence congelée permette une conservation presque indéfiniment de la semence.

Cette dernière peut donc être distribuée n'importe où à travers le monde sans contrainte de temps ou de transport. De plus, elle rend l'utilisation de la semence d'un mâle qui n'est plus en service ou qui serait décédé, possible. Mais contrairement à la semence réfrigérée, le taux de gestation obtenu avec le sperme congelé est plus variable à cause du stress de congélation et décongélation (longévité réduite) ce qui constitue le problème majeur de cette technique. Aussi, il existe certains mâles dont la semence ne résiste pas du tout à la congélation comme la semence du bélier (Druart *et al.* 2009). De plus, le processus de congélation et décongélation du sperme implique des installations (réservoir de nitrogène liquide, etc.) entraînant des coûts importants. En conclusion, les trois types d'insémination sont utilisés étant donné leurs avantages (Belkasmi, 2012).

1.3.2. Selon le lieu de dépôt de la semence : il existe deux méthodes d'insémination peuvent être utilisées chez les bovins.

- a) La première ou *voie vaginale* repose sur l'emploi d'un spéculum et d'une source lumineuse permettant le dépôt du sperme dans la partie postérieure du canal cervical. Elle est pratiquement abandonnée voire réservée à des cas individuels.
- b) La seconde ou *voie rectale* est classiquement utilisée parce que plus rapide et plus hygiénique mais aussi parce qu'elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état œstral de l'animal (présence de follicule, tonicité des cornes...) mais aussi favorable à la libération d'ocytocine et donc à la remontée des spermatozoïdes à la jonction utéro-tubaire. Le col est saisi manuellement au travers de la paroi rectale. Sa tension vers l'avant permet d'éviter la formation de replis vaginaux, susceptibles d'entraver la progression du pistolet d'insémination dans la cavité vaginale. L'introduction de l'extrémité du pistolet d'insémination dans le col peut être facilitée en plaçant le pouce dans l'ouverture postérieure du col tout en maintenant ce dernier au moyen de l'index et du majeur. La traversée du col sera facilitée en imprimant à ce dernier des mouvements latéraux et verticaux. Une fois le col franchi, le pistolet sera aisément le cas échéant guidé vers l'une ou l'autre corne. Classiquement, le dépôt de la semence se fait au niveau du corps utérin. Les auteurs ne sont pas unanimes pour reconnaître le bénéfice d'une insémination dans une voire les deux cornes utérines. Quel que soit l'endroit anatomique d'insémination, il en résulte un reflux de sperme vers la cavité vaginale, celui-ci étant moindre si l'insémination a été réalisée au niveau du corps ou des cornes utérines que si elle a été faite au niveau du col (Hanzen, 2016).

1.4. Déroulement de l'insémination artificielle :

Quatre grandes étapes sont nécessaires à la réalisation de l'IA : la récolte du sperme, la préparation et la conservation de la semence, la préparation de la femelle et l'insémination au sens stricte.

- a) **Récolte du sperme** : La récolte du sperme consiste à récupérer, au CIA, la semence de l'animal dans un tube de collecte via un vagin artificiel. L'érection et l'éjaculation, phénomènes réflexes, sont généralement stimulés par la présence d'un boute-en-train (mâle ou femelle). Plus rarement, il est possible d'avoir recours à l'électro éjaculation. Le rythme de collecte des mâles est variable en fonction des espèces. Après la collecte, la semence est rapidement contrôlée (mesure de la motilité massale, du volume et de la concentration) afin d'éliminer les éjaculats de qualité (fécondance) jugée insuffisante et de déterminer le taux de dilution du sperme en vue de la préparation des paillettes (David, 2008).
- b) **Préparation et conservation de la semence** : Après la collecte, la semence est diluée afin de multiplier le pouvoir de reproduction des mâles et d'allonger la durée de vie des spermatozoïdes. Le taux de dilution est variable en fonction des espèces et de la température de conservation de la semence (fraîche, réfrigérée, congelée) (tableau 1).
- c) **Préparation de la femelle** : L'insémination des femelles se déroule en ferme, excepté pour les équidés (au Haras). L'organisation du chantier d'insémination se fait au lot de femelles (ovin, caprin, porcin), ou à l'individu (bovin, équin). L'insémination artificielle peut se faire préférentiellement sur chaleur naturelle (bovin lait, équin, porcin) ou induite (bovin viande, ovin, caprin, porcin). Dans ce dernier cas, en plus des mesures courantes de préparation de la femelle (flushing alimentaire. . .), celle-ci reçoit un traitement hormonal de synchronisation afin que l'ovulation soit concomitante de l'insémination. Cette synchronisation est particulièrement intéressante pour les espèces sur lesquelles la détection des chaleurs est difficile, lorsque les accouplements se font au lot et/ou lorsque la reproduction est réalisée à contre-saison. Le principe de la synchronisation consiste à mimer les mécanismes endocriniens qui contrôlent le cycle sexuel. Le progestagène a pour but de bloquer la décharge de LH (déclencheur de l'ovulation), la PMSG provoque un pic d'œstradiol qui déclenche le pic pré-ovulatoire de LH et l'ovulation dans les deux jours (David, 2008).
- d) **Insémination au sens stricte** : L'insémination consiste à la dépose de la semence le plus en avant possible dans les voies génitales femelles. L'optimum est un dépôt en avant du col de l'utérus mais les particularités anatomiques de cet organe le rendent plus ou moins franchissable en fonction des espèces. Le passage du col est aisé en bovin, porcin, équin ; mais ce dernier est pratiquement infranchissable chez les ovins et les caprins. Une dépose

intra-utérine est possible pour ces espèces par coelioscopie (Evans et Maxwell, 1987). Cette méthode est utilisée en ovin pour la semence congelée. L'organisation de l'insémination varie selon les espèces. Il peut y avoir une ou plusieurs inséminations à chaque cycle et renouvellement ou non de l'IA sur les cycles suivants en fonction du résultat de la fécondation sur le cycle précédent (David, 2008).

Tableau 1 : caractéristiques de la production de la semence dans les différentes espèces (Leborgren et *al.*, 2013).

	Bovins	Ovins	Equins
Fréquence des récoltes	2 à 3 fois par semaine	1 par jour	Tous les 2 à 3 jours
Volume moyen d'un éjaculat (ml)	5 (1 à 12)	0,9 (0,5 à 1,5)	100
Concentration en spermatozoïdes (milliards par ml)	1,2 (0,5 à 2,5)	3,5 à 4	0,15
Nombre de spermatozoïdes vivants par dose (millions)	15 à 20	350 à 400	200 (semence fraîche) à 400 (semence congelée)
Nombre de dose par éjaculat	200 à 400	8 à 12	12 à 15
Volume d'une dose (ml)	0,25	0,25	Variable selon la technique
Température de conservation de la semence fraîche	+ 4 ° C	+ 15° C	+ 4°C
Durée de conservation de la semence fraîche	2 à 3 jours	10 heures	12 heures
Possibilité de congélation	++++	-	+

1.5. Diagnostics de réussite de l'insémination :

Il existe de nombreux diagnostics de réussite de l'insémination, mais ils ne sont pas tous utilisés en routine. Ces derniers diffèrent sur la méthode utilisée et le stade de gestation où ils sont réalisés.

- a) Le diagnostic de gestation le plus précoce connu jusqu'à présent est la mise en évidence d'un facteur sérique : l'Early Pregnancy factor (EPF) par le test d'inhibition de rosette. L'EPF peut être détecté dans la circulation sanguine dès 24h post-insémination chez la brebis et la vache et dès 48h chez la jument. Ce test n'est pas utilisé en routine car très peu spécifique (4%) et onéreux.
- b) Le dosage de progestérone peut être réalisé dès le 17^{ème} jour après IA chez la brebis et dès le 18^{ème} chez la vache et la jument. Mais ce diagnostic précoce manque de spécificité (El Amiri et al., 2003). L'observation du retour en chaleur est le diagnostic le moins onéreux mais il est peu sensible et peut être difficile à mettre en œuvre. La précocité du test est fonction de la durée du cycle ovarien de chaque espèce.
- c) Le diagnostic de gestation par échographie est largement répandu. C'est un examen peu invasif et fiable. L'échographie peut être réalisée dès le 14^{ème} jour après ovulation chez la jument et constitue le diagnostic de gestation de choix dans cette espèce. Il est réalisable théoriquement à partir du 26^{ème} jour après IA chez la vache et du 30^{ème} jour chez la brebis. Le diagnostic de gestation par palpation transrectale ou abdominale est un peu plus tardif et dépend de la technicité de l'opérateur. Avec l'observation de la réapparition des chaleurs, il s'agit des tests les plus fréquemment utilisés en routine chez les bovins.
- d) Le dosage des hormones fœtales (PSPB) est réalisable dès le 30^{ème} jour après IA en bovin et dès le 20^{ème} jour en ovin. – Le dosage d'œstrogène est un test tardif réalisable à partir du 90^{ème} jour chez la jument et du 100^{ème} chez la brebis.
- e) Enfin le diagnostic le plus tardif est celui de la mise bas. S'il y a naissance d'un petit avec un intervalle de temps insémination-mise bas correspondant à la durée de gestation de l'espèce, alors l'insémination est considérée comme réussie ; sinon c'est un échec. Cette mesure est la plus fréquemment utilisée en routine chez les petits ruminants (Matos et al., 1997), les lapins (Piles et al., 2005) et les porcins (Varona et Noguera, 2001). N'étant pas effectués au même stade de gestation, les différents tests n'ont pas la même interprétation. Le test d'inhibition de rosette est un test de réussite de la fécondation tandis que l'observation de la mise basse signifie qu'il y a eu réussite de la fécondation, de la nidification, de la survie du fœtus. . . Multiplier les tests à différents moments de la gestation permet d'identifier les causes d'échec

de l'insémination (résorption embryonnaire précoce ou avortement. . .) (Bodin et *al.* 1999) (David, 2008).

1.6. Moment de l'insémination :

Classiquement dans l'espèce bovine, l'insémination artificielle est réalisée 12 heures environ après le début des chaleurs. Elle obéit ce faisant à la règle classique AM/PM, PM/AM : chaleurs le matin, insémination le soir, chaleurs le soir, insémination le matin. Des modalités plus spécifiques peuvent être adoptées si l'insémination fait suite à un traitement hormonal.

Selon la vache, l'ovulation peut avoir lieu entre 24 à 30 heures après le début des chaleurs marqué par la libération d'œstrogènes et doit être fécondé le plus rapidement possible : l'ovule reste fécondable 8 à 12 heures.

Les spermatozoïdes mettent 6 à 10 heures pour remonter jusqu'à l'ampoule de l'oviducte, lieu de fécondation, et leur pouvoir fécondant diminue au-delà de 24 heures.

Eliacoop (2013) recommande de procéder à l'insémination entre 6 heures et 24 heures (jusqu'à 28 heures) après le début des chaleurs.

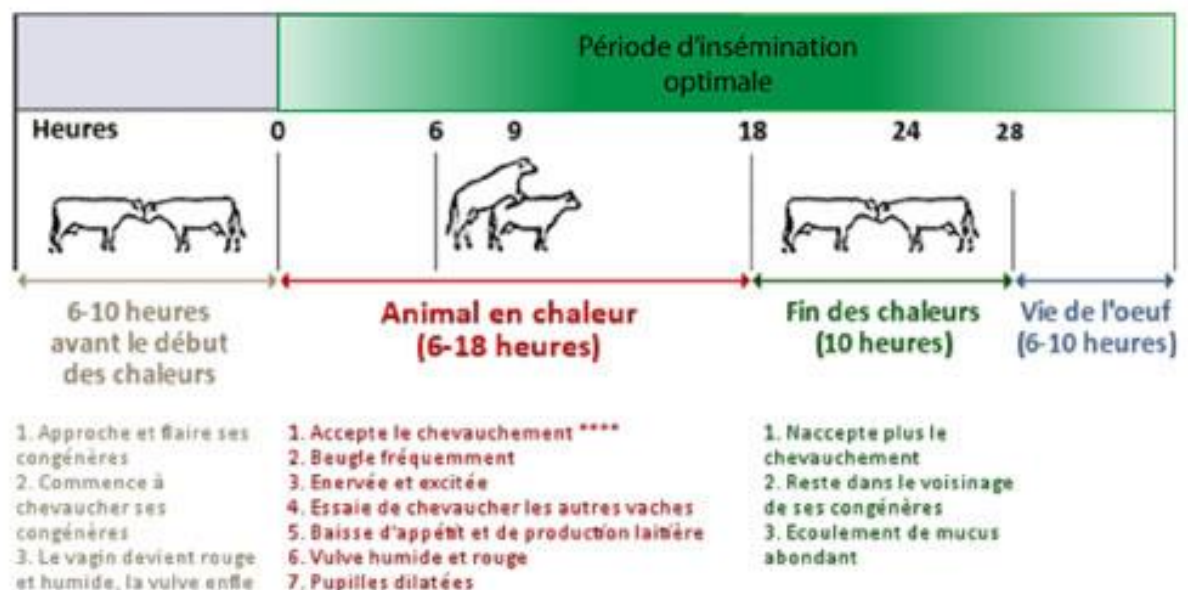


Figure 12: Période d'insémination optimale (Eliacoop, 2013)

1.7. Avantages de l'insémination artificielle :

- 1.7.1. Génétiques :** l'IA permet à l'éleveur d'accéder à des géniteurs de haut niveau, de diversifier ses géniteurs mâles, et d'adapter leurs caractéristiques (race, nature et niveau des performances...) à celles des femelles de son troupeau et à ses objectifs de production. Par les « connexions » qu'elle instaure entre les troupeaux (Thibault et Levasseur., 2001), l'IA permet l'obtention d'un grand nombre de descendants des meilleurs géniteurs.
- 1.7.2. Zootechniques :** l'IA assure l'amélioration de la gestion intra troupeaux avec l'assurance d'un contrôle de paternité, le choix des dates de mises bas et la possibilité de reproduction à contre saison en tirant plein les avantages des techniques de synchronisation de l'œstrus. L'IA permet l'amélioration des fécondations chez certaines espèces. Chez les mammifères, les taux de fécondation enregistrés après IA sont égaux ou légèrement inférieurs à ceux obtenus par accouplement nature (Thibault et Levasseur., 2001).
- 1.7.3. Economiques :** l'IA a plus des avantages économiques pour l'éleveur. Il n'aura plus le souci de nourrir un taureau (qui représente parfois un danger) ; pourra remplacer un taureau par une femelle ; il pourra également prévenir les accidents lors de l'accouplement (en particulier les césariennes), lutter contre la stérilité, réaliser le croisement industriel et bénéficier ainsi de phénomène d'hétérosis. (Dudouet, 2010).
- 1.7.4. Sanitaires :** L'insémination artificielle réduit fortement la propagation des maladies de l'appareil génitale et contribue à éviter la dissémination de la brucellose (M.R.L.C) en supprimant l'accouplement (Dudouet, 2010).
- 1.7.5. Autres :**

Préserver le patrimoine génétique des espèces domestiques : vu les conditions de production et les besoins des éleveurs, beaucoup de races ne sont plus adaptées à la majorité des élevages. L'IA, utilisée comme moyen privilégié de reproduction, permet de continuer d'exploiter ces races in situ et de préserver le patrimoine génétique de toutes les races, par la constitution systématique de stocks de semence ou d'embryons (Belkasmî, 2012).

1.8. Inconvénients de l'insémination artificielle :

Cette technique demande beaucoup de main-d'œuvre pour rentrer les animaux et nécessite l'aménagement de parcs pour les parcelles éloignées, mais elle sous-entend aussi de bien détecter les chaleurs. L'utilisation de l'IA nécessite de la part de l'éleveur l'observation des règles suivantes : fixer les objectifs ; établir les priorités dans ses objectifs ; tenir compte de la morphologie des vaches ; connaître la destination des produits (Dudouet, 2010).

1.9. Mise au point des techniques :

L'IA nécessite, pour son développement, de nombreuses connaissances scientifiques et techniques dans des domaines variés : manipulations du sperme et insémination proprement dite, mais aussi, plus globalement, maîtrise de la reproduction (Belkasm, 2012). Elle consiste à déposer la semence dans les voies génitales au fond du vagin, l'entrée du col ou au-delà à l'aide d'un pistolet CASSOU (Dudouet, 2010).

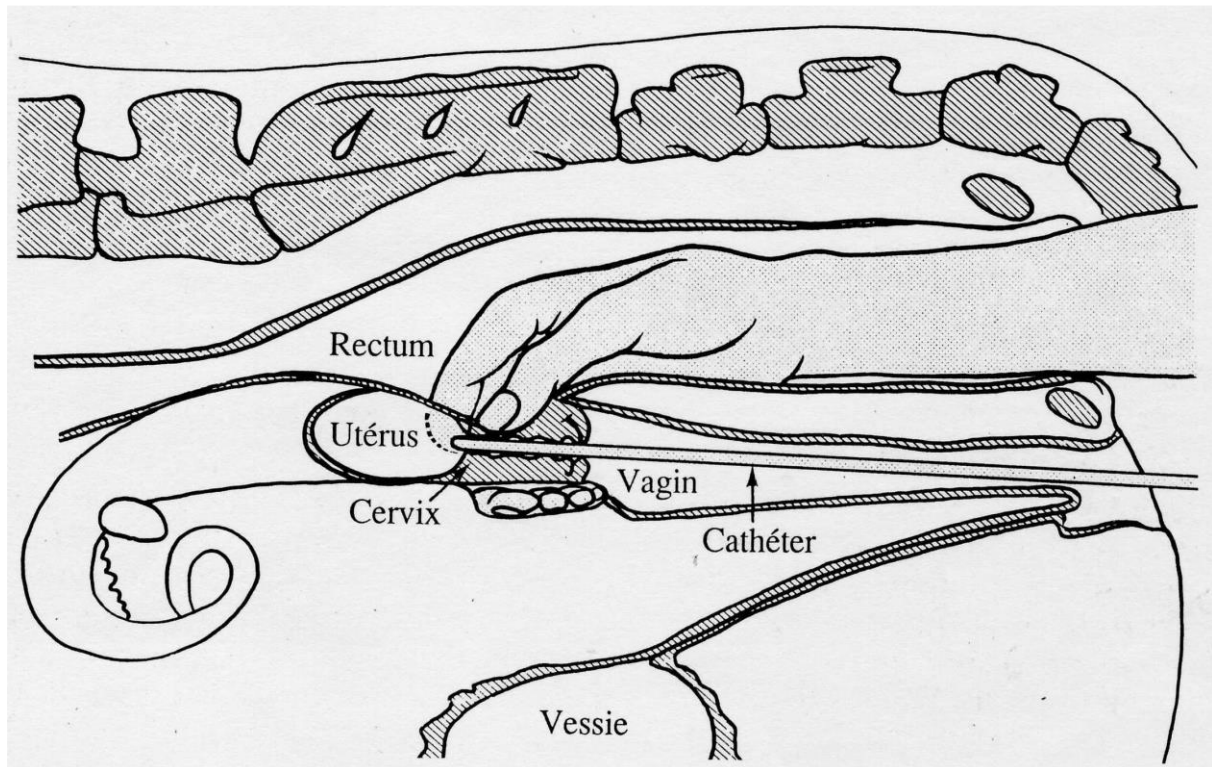


Figure 13 : Site anatomique de l'insémination (Hanzen, 2009)

Chapitre II

Maîtrise de la reproduction

2.1. Rappels anatomiques et physiologiques sur l'appareil génital de la vache :

L'appareil génital de la vache se situe entièrement dans la cavité générale. Il a pour rôles : de produire des gamètes femelles ou ovocytes II ; de permettre le développement puis l'expulsion du fœtus. Cet appareil comprend :

a) Ovaires : au nombre de deux, suspendus près de l'entrée du bassin, ce qui permet de les atteindre par voie rectale. Chaque ovaire a la forme d'une amande de 4 cm de longueur sur 2,5 cm de largeur et 1,5 cm d'épaisseur. Ils élaborent les gamètes femelles et produisent des hormones (Dudouet, 2004).

b) Voies génitales ou tractus génital : on trouve de l'extérieur vers l'intérieur : **la vulve et le vagin** (organes d'accouplement), **le col** de l'utérus ou cervix (il mesure environ 10 cm) qui reste fermé, assurant ainsi une étanchéité pendant la gestation grâce au bouchon muqueux. Ce col s'entrouvre au moment des chaleurs et de la mise bas. Puis on trouve **le corps** de l'utérus (1 à 5 cm) et **les cornes** utérines. Elles sont tapissées intérieurement de cotylédons qui s'hypertrophient pendant la gestation. A son extrémité se trouve **l'oviducte** qui se prolonge par **un pavillon** en forme d'entonnoir qui recueillera les follicules (Dudouet, 2004).

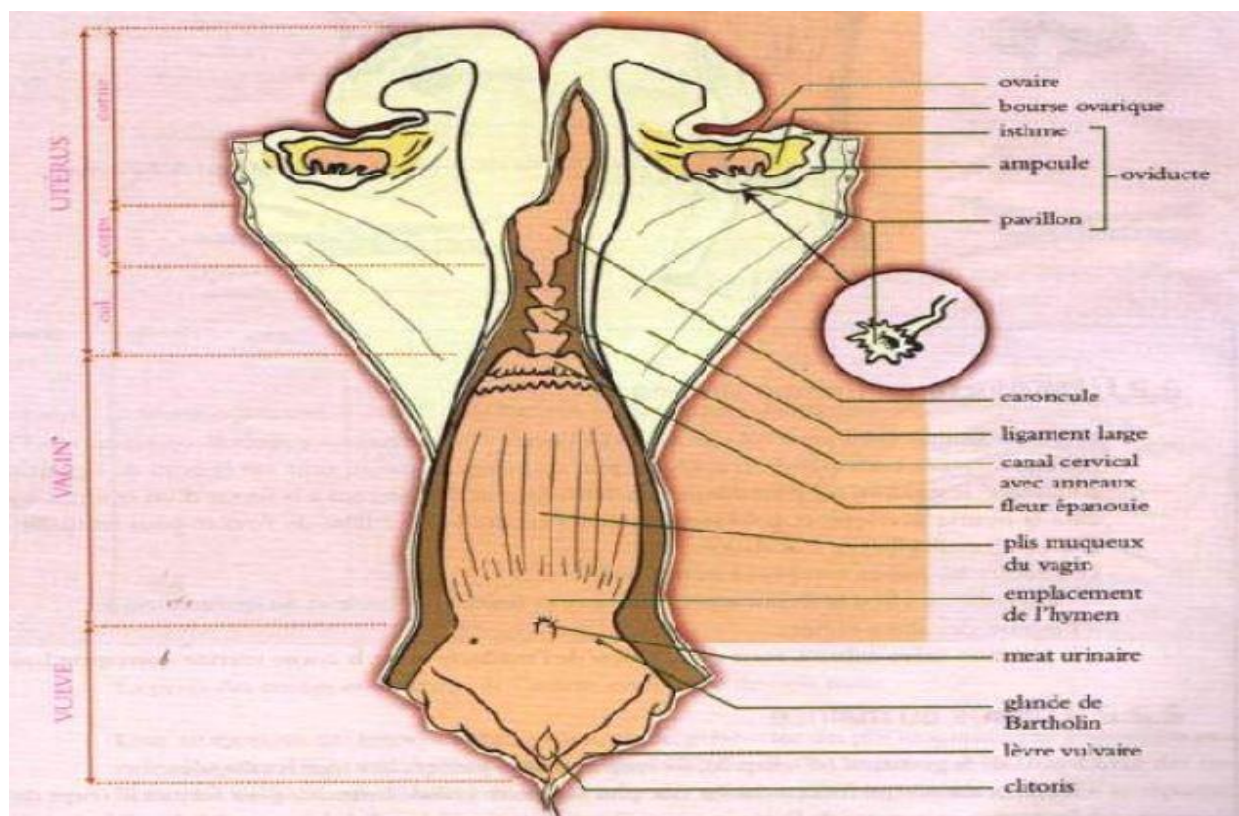


Figure 14 : L'appareil génital de la femelle. (Hanzen., 2009)

2.1.1. Cycle ovarien :

Pendant le cycle ovarien, on constate une succession de deux phases caractéristiques, une phase de prédominance du ou des corps jaunes, dite phase lutéale, et une phase de régression des corps jaunes, mais surtout de croissance folliculaire, dite phase folliculaire ou préovulatoire (Leborgne et *al* 2013).

a) Phase lutéale :

Elle correspond à la lutéogenèse et à la lutéotrophie et occupe la plus partie du cycle .Elle prend fin quand débutent la lutéolyse et le recrutement des follicules cavitaires qui ovuleront au début du cycle suivant.

b) Phase folliculaire ou phase préovulatoire :

Cette période, au cours de laquelle on assiste à la croissance terminale d'un ou plusieurs follicules préovulatoire destinés à ovuler, est beaucoup plus courte .Elle correspond en outre à la lutéolyse.

2.1.2. Cycle sexuel :

En reproduction animale, ensemble des modifications structurales, fonctionnelles, hormonales et comportementales de l'appareil génital des mammifères femelles, revenant à intervalles réguliers au cours de la période d'activité sexuelle si la fécondation n'a pas eu lieu. Ce cycle correspond à l'intervalle qui sépare deux périodes d'œstrus, et par extension deux ovulations successives. Il est d'environ 21 jours chez la vache (Larousse, 2012).Le cycle sexuel peut s'apprécier selon trois composantes (THIBIER, 1976) : comportementale (cycle sexuel), ovarienne (phases folliculaire et lutéale) et hormonale (phase ostrogénique et phase progestéronique) (Benoit, 1993).

2.1.3. Mécanismes hormonaux du cycle sexuel :

Les mécanismes hormonaux du cycle sexuel sont complexes ; les hormones concernées sont d'origine ovarienne et hypophysaire, sous le contrôle de l'hypothalamus.

Au cours de la phase lutéale, le taux d'œstrogènes est faible, et le taux élevé de progestérone maintient l'ovaire et l'appareil génital au repos .Pendant la phase folliculaire, le taux de progestérone chute brutalement des chaleurs.

Les hormones hypophysaires gonadotropes, FSH et le LH, sont produits en quantité constante pendant la plus grande partie du cycle. Une décharge simultanée de FSH et LH au moment des chaleurs permet la croissance folliculaire ; le pic bref et brutal de LH provoque l'ovulation.

La connaissance de ces mécanismes de régulation permet l'utilisation de traitements adaptés pour une meilleure maîtrise de la reproduction. (Leborgne et *al.*, 2013).

2.2. chaleurs

2.2.1. Définition :

Selon Larousse agricole (2012) : la chaleur est le comportement particulier d'une femelle correspondant à la période appelée œstrus, pendant laquelle cette femelle accepte l'accouplement avec un male et peut être fécondée. Afin de déterminer le moment le plus propice à l'insémination, il importe de bien connaître les signes de chaleur et surtout de reconnaître les trois stades du développement de la chaleur, soit pré-chaleur ou pro-œstrus, chaleur ou œstrus et après-chaleur. De plus, un quatrième stade complète le cycle soit la période entre les chaleurs ou di-œstrus.

2.2.2. Signes de chaleur :

Selon Hanzen (1981) la vocation naturelle de l'œstrus est le rapprochement de deux partenaires sexuels, la femelle présentera donc un ensemble de signes comportementaux envisagés dans trois périodes :

a) Début des chaleurs (6 à 10h) :

Renifle les autres vaches et recherche la présence d'autres animaux ;

Chevauche ses compagnes et une augmentation de l'activité générale ;

La vulve est moitié rouge et légèrement gonflée et un mucus filant, transparent apparaît entre les lèvres vulvaires ;

Une baisse d'appétée.

b) Chaleurs proprement dites (16 à 18h) :

La femelle tendre le cou vers le haut et retrousser en même temps sa lèvre supérieure ;

Rentre dans un état d'excitation sexuelle dépose et frotte son menton sur la croupe d'un partenaire ;

Accepte le chevauchement ;

Beugle et nerveuse ;

Diminution de la production laitière ;

Monte les autres ;

Tuméfaction vulvaire ;

Décharge du mucus clair ;

Pupille dilate.

c) Fin des chaleurs :

Ne se laisse plus monter ;

Flaire encore les autres ;

Décharge du mucus ;

Mucus toujours clair.

2.2.3. Importance de la détection des chaleurs :

Avec l'agrandissement des structures et la diminution de la main-d'œuvre, le temps consacré à la surveillance des chaleurs devient un facteur de plus en plus limitant.

L'intérêt d'une bonne détection de chaleurs est évident pour l'insémination artificielle ; elle a aussi son importance en monte libre pour prévoir les dates de vêlage ou pour détecter les anomalies chez les reproducteurs mâles et femelles. Une détection manquée fait perdre trois semaines (la durée d'un cycle sexuel étant de 21 jours) de la vie productive d'une vache. S'assurer d'une bonne détection des chaleurs est donc un préalable à toute tentative d'amélioration des performances de reproduction. Pourtant, de nombreuses erreurs accompagnent la détection des chaleurs ; un taux de 10 à 15% de chaleurs non détectées apparaît comme un optimum, il peut aller jusqu'à 40% dans des élevages à problèmes (Leborgne et *al.*, 2013).

2.2.4. Facteurs influençant l'extériorisation des chaleurs :

Le comportement sexuel de la femelle est soumis à de multiples influences. Leur connaissance permet d'obtenir une meilleure interprétation des signes comportementaux observés (Hanzen, 1981).

Le male :

Le male modifie le déroulement temporel de l'oestrus (Hanzen, 1981). Selon certains auteurs sa présence continue avec la femelle la durée de l'oestrus est moindre même dans l'absence des contacts physiques et provoque une ovulation plus précoce au cours de cette période.

Le climat :

D'après des auteurs cités par Hanzen (1981) une hausse de la température externe peut réduire non seulement la durée mais aussi l'intensité de l'oestrus, elle peut également augmenter la fréquence de l'anoestrus et des chaleurs silencieuses, des modifications endocriniennes étaient associées aux modifications thermiques externes et de fortes pluies entraînent également une diminution d'intensité de l'activité sexuelles.

Plus de ces deux facteurs l'oestrus est aussi influencé par la puberté, le rythme circadien, la stabulation, le post-partum et le troupeau s'il est suffisamment important.

2.2.5. Méthodes de détection des chaleurs :

La détection précise des chaleurs est essentielle pour obtenir de bons résultats de reproduction. De plus, l'enregistrement des données concernant les chaleurs et les services est nécessaire pour prédire les dates de chaleurs ou les dates de vêlages futurs et prendre soin des vaches en fonction de leur statut reproductif.

a) Méthode d'observation directe

Lorsqu'elle est continue, l'éleveur doit suivre continuellement son troupeau et ceci pose un problème de temps. Néanmoins c'est la méthode de choix permettant de détecter 90 à 100 % de vaches en chaleurs (**Diop, 1995**). Quant à l'observation directe discontinuée, les chaleurs sont détectées à des moments précis comme au moment de la traite, au moment du repos à l'étable, pendant l'alimentation, etc. Cette observation permet de détecter 88% de vaches en chaleurs (**Diadhiou, 2001**). L'efficacité de l'observation directe est fonction du lieu, moment et fréquence d'observation (Kouadri, 2014)

b) Méthode d'observation indirecte

Détection par une femelle androgénisée munie d'un licol marqueur :

Selon Soltner (1993), ce sont des vaches du troupeau auxquelles quelques injections d'hormones masculinisantes ont donné un comportement de mâle. Il s'agit d'une méthode pratiquée dans les élevages où les animaux sont en stabulation libre et qui consiste à choisir une vache de préférence destinée à la réforme. Sur cette dernière, on pratique des injections répétées de testostérone pour induire le comportement mâle et qu'on équipe d'un licol marqueur permanent ; ce qui permettra de marquer toutes les vaches en chaleurs. L'avantage par rapport aux taureaux vasectomisés est le moindre coût, le caractère temporaire (après traitement, la vache androgénisée redevient normale) et l'absence de risques de contamination des vaches par un taureau (Kouadri, 2014)

Les procédés "Kamer" et "Tel-Tail" :

Selon Mialot (2003), ces deux procédés sont surtout utilisés dans les élevages où les animaux sont menés en stabulation libre.

Le procédé "Kamer" : Il se réalise par l'application d'une pochette en matière plastique transparente au-dessus de l'attache de la queue des vaches, contenant un liquide qui change de couleur sous la pression du chevauchement.

Les vaches chevauchées présentent alors un "Kamer" de couleur différente.

Le procédé "Tel-Tail" : Il est semblable au précédent, mais il utilise une pâte colorée spéciale au lieu de la pochette. Ainsi, après chevauchements les frottements font disparaître cette pâte (Kouadri, 2014)

c) Autres méthodes de détection des chaleurs :**Détection électronique des chaleurs :**

C'est un dispositif électronique collé sur croupe de la vache, sa grande particularité réside dans sa capacité à indiquer le moment où se produit le premier chevauchement, lorsque le dispositif clignote une fois, l'éleveur sait que sa vache est venue en chaleur entre 2 à 4 heures plutôt, puis chaque clignotement supplémentaire correspond à une tranche de 2 heures.

Il est conseillé de l'utiliser en dehors des périodes de mu ; c'est un dispositif assez onéreux (Kouadri, 2014)

Podomètre et caméra :

Encore très utilisé, ici l'augmentation de l'activité de la vache au moment des chaleurs qui sert de signal d'alarme, la cellule électronique est intégrée dans un collier ou dans un bracelet posé sur la patte de l'animal, l'information est transmise à l'ordinateur. Les circuits vidéo fermés sont un autre moyen de détecter les chaleurs notamment la nuit lorsque les animaux sont en stabulation et que l'on surveille une vache prête à vêler.

Crayon marqueur pour bétail :

Utilisé en stabulation libre quand le bétail est en exercice pour marquer des vaches susceptibles de venir en chaleur.

Le Mate master :

C'est un dispositif comprenant une poche de matière plastique contenant un liquide coloré, cette pochette est déterminée par une extension de 2 x 8 cm la pression appliquée au niveau de la poche lors du chevauchement fait passer le liquide dans l'extension ; seules Les extensions montrant un déplacement de liquide dépassant 4cm sont à prendre en considération (Kouadri, 2014)

2.3. Synchronisation des chaleurs

2.3.1. Définition :

C'est une méthode permettant de grouper les chaleurs chez les animaux domestiques pour faciliter la conduite du troupeau. Le groupage des chaleurs peut s'effectuer par l'administration de progestagènes pendant environ 12 jours (ce qui correspond à la durée de vie du corps jaune) par voie générale (implants chez les bovins), parfois associée à une injection d'œstrogènes au début du traitement ou de prostaglandines en fin de traitement pour induire la lutéolyse (destruction du corps jaune). Ce traitement bloque la sécrétion de LH et en partie de FSH au niveau de l'hypophyse. À l'arrêt du traitement, la croissance folliculaire reprend et les chaleurs apparaissent au bout de quelques jours (temps variable selon les espèces). Pour une synchronisation des animaux en dehors de la saison de reproduction (désaisonnement), sur des races très saisonnées, on traite avec de la PMSG au moment de la fin du traitement pour augmenter la croissance folliculaire et induire l'ovulation. En élevages équin et bovin, on utilise aussi 2 injections de prostaglandines espacées d'environ 14 jours pour synchroniser les chaleurs (Larousse, 2012).

2.3.2. Intérêts :

Selon Dudouet (2004) Cette technique permet de grouper les mise bas ;

D'organiser le travail ;

D'utiliser de façon judicieuse l'insémination artificielle, sans surveiller ;

D'utiliser la technique de la transplantation embryonnaire ;

D'induire les chaleurs en toute saison ;

De provoquer la rupture de l'anoestrus ;

2.3.3. Techniques de la synchronisation :

a) Les prostaglandines F2a :

La PGF2a administrée entre J5 et J17 du cycle sexuel provoque la régression du corps jaune. La fréquence des pulses de LH augmente alors, provoquant une élévation significative de la sécrétion d'oestradiol par le follicule dominant, l'apparition de l'oestrus et l'ovulation. Malgré la lutéolyse rapide (24 heures), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable et dépend du stade de croissance du follicule au moment du traitement.

Les animaux qui possèdent un follicule dominant au moment de l'injection présentent des chaleurs dans les 2 à 3 jours. Si l'injection a lieu pendant la phase de recrutement, le follicule dominant se forme en 2 à 4 jours et l'intervalle entre l'injection et l'oestrus est plus long et plus

variable. La prostaglandine F2a ou ses analogues n'étant efficaces qu'entre J5 et J17 (Grimard *et al.*, 2003).

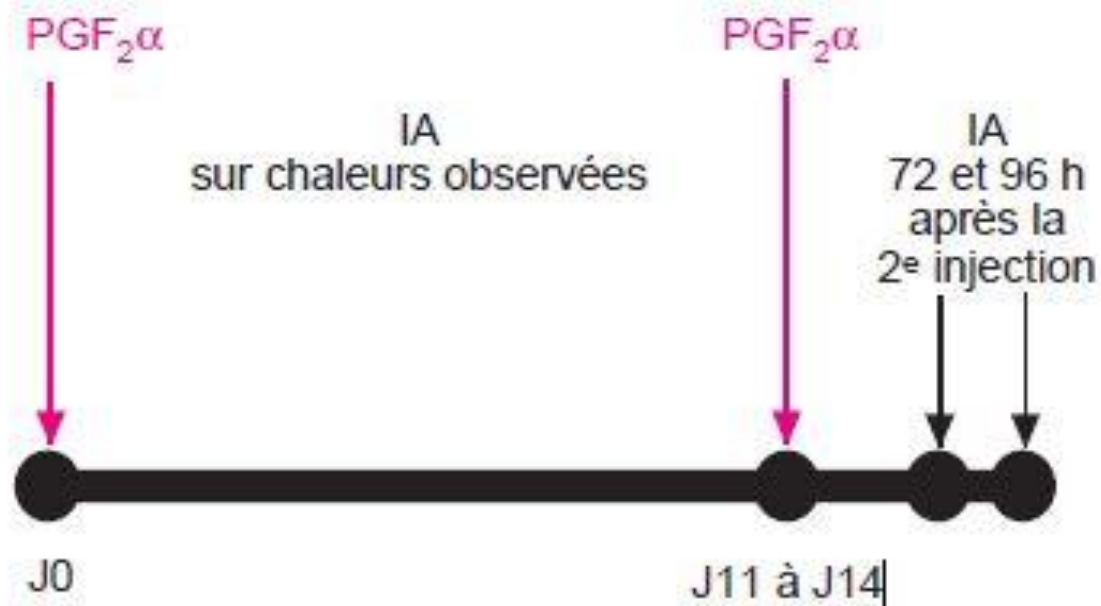


Figure 15 : Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine F2a (Grimard *et al.*, 2003)

b) Associations GnRH/ PGF2a :

L'idée de synchroniser la folliculogénèse avant l'administration de PGF2a a amené à utiliser le GnRH. Le protocole, maintenant classique, est le suivant : injection de GnRH à

J0, PGF2a 7 jours plus tard, GnRH 48 h après l'injection de PGF2a (Twagiramunguet *al* 1994 et 1995, Pursleyet *al* 1995). En fonction du stade de croissance du follicule dominant, le GnRH provoque soit l'atrésie soit l'ovulation ou la lutéinisation des gros follicules présents dans l'ovaire au moment du traitement et une nouvelle vague de croissance folliculaire émerge dans les 3-4 jours. Une injection de PGF2a pratiquée 7 jours après la première injection de GnRH entraîne la lutéolyse au moment où un follicule dominant est présent et celui-ci devient préovulatoire. L'injection de GnRH réalisée 48 h après l'injection de PGF2a provoque un pic de LH et l'ovulation 24 à 32 h plus tard pour 87 à 100 % des vaches (Pursleyet *al* 1995 et 1998, Thatcher *et al* 2001). L'insémination peut être pratiquée entre 12 et 24 h après la seconde injection de GnRH (12-18 h, Chastant-Maillard *et al* 2002) (Grimard *et al.*, 2003).

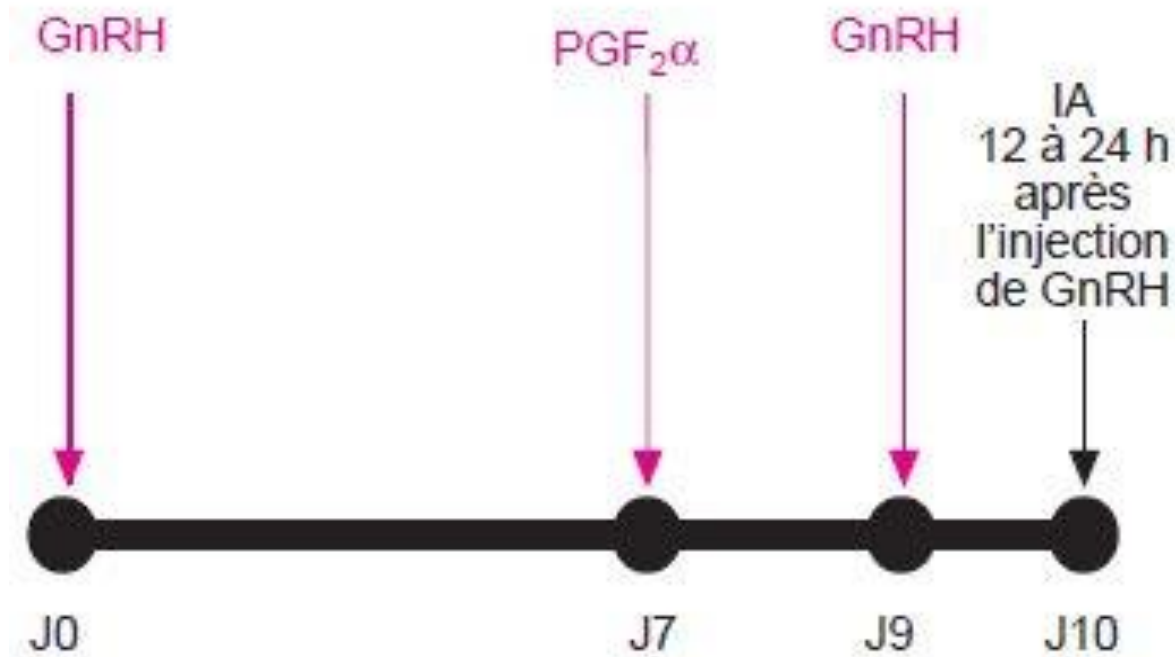


Figure 16 : Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F2a (Ovsynch) (Grimard *et al.*, 2003).

c) Associations œstrogènes/progestagènes/eCG :

Elle est effectuée à l'aide de deux dispositifs l'implant Crestar® (Intervet, 3 mg de norgestomet), la spirale vaginale PRID® (ProgesteroneIntravaginalDevice, Ceva, 1,55 g de progestérone). Ces dispositifs sont mis en place pendant 9 à 12 jours. Le traitement est complété par l'administration d'un œstrogène en début de traitement (injection de 5 mg de valérate d'œstradiol par voie intra-musculaire (IM) dans le cas du Crestar®, capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol associée au dispositif intravaginal pour le PRID® ; figure 8 et d'une surcharge de progestagène dans le cas du Crestar (3 mg de norgestomet par voie IM). L'association œstrogène + progestagène agit à la fois sur la croissance folliculaire et sur la durée de vie du corps jaune (Chupin *et al.* 1974, Driancourt 2001). Administrés en début de cycle, les œstrogènes ont une activité antilutéotrope, ils provoquent la disparition d'un corps jaune en début de formation qui pourrait persister après le retrait du dispositif et ainsi diminuer le taux de synchronisation des chaleurs. Administrés en présence d'un corps jaune fonctionnel, les œstrogènes ont une activité lutéolytique (Grimard *et al.*, 2003).

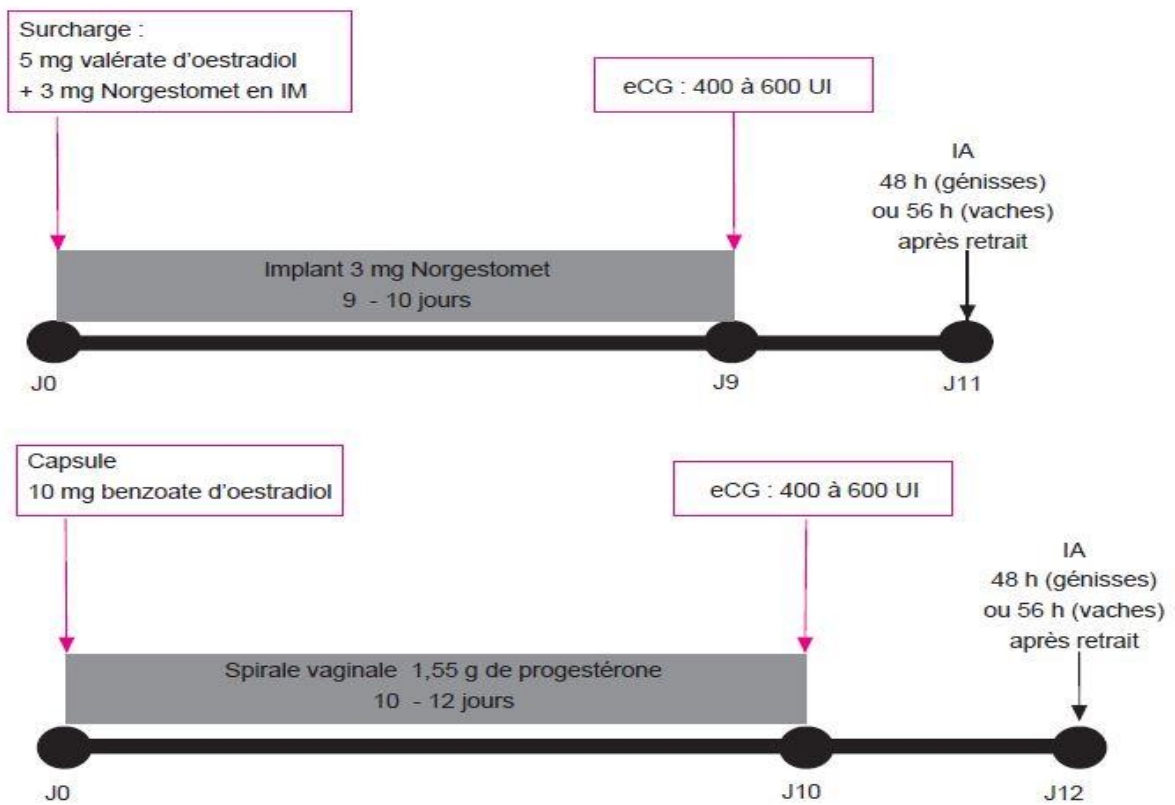


Figure 17 : Protocoles de synchronisation à base de progestagènes (Grimard et al., 2003)

Tableau 2 : vue d'ensemble comparative des traitements de maîtrise des cycles utilisés sur les vaches : les différentes biomolécules utilisées. (Leborgne et al., 2013)

Statut des vaches à traiter	Type de traitement	Progestagènes et voie d'administration	GnRH	PGF2α	eCG	Moment de l'insémination
Non cyclées	Progestagènes associé à GnRH	OUI avec implant auriculaire	OUI à J0 de la pose de l'implant	A J7	A J9 lors du retrait de l'implant	J11
	Progestagènes seul	OUI avec delta vaginal	NON	A J6 ou J7	A J7 ou J8	J7 ou J8+56 heures
cyclées	Prostaglandines seul	NON	NON	A J0 et J12	NON	80heurs après injection de PGF2α
	Deux injections de GnRH	NON	2 injections : à J0 et à J9	A J7	NON	16heurs après 2eme injection GnRH

Partie expérimentale

1. Matériels et méthodes :

1.1. Localisation de la zone d'étude :

Notre étude a été réalisée dans la région de Tiaret, située à l'ouest du pays dans la région des hautes plateaux et distante de 340 Km d'Alger, elle est délimitée au nord par les wilayas de Tissemsilt et Relizane, au sud par Laghouat et Elbayadh, à l'ouest par Mascara et Saïda et à l'est par la wilaya de Djelfa (**fig. 9**).

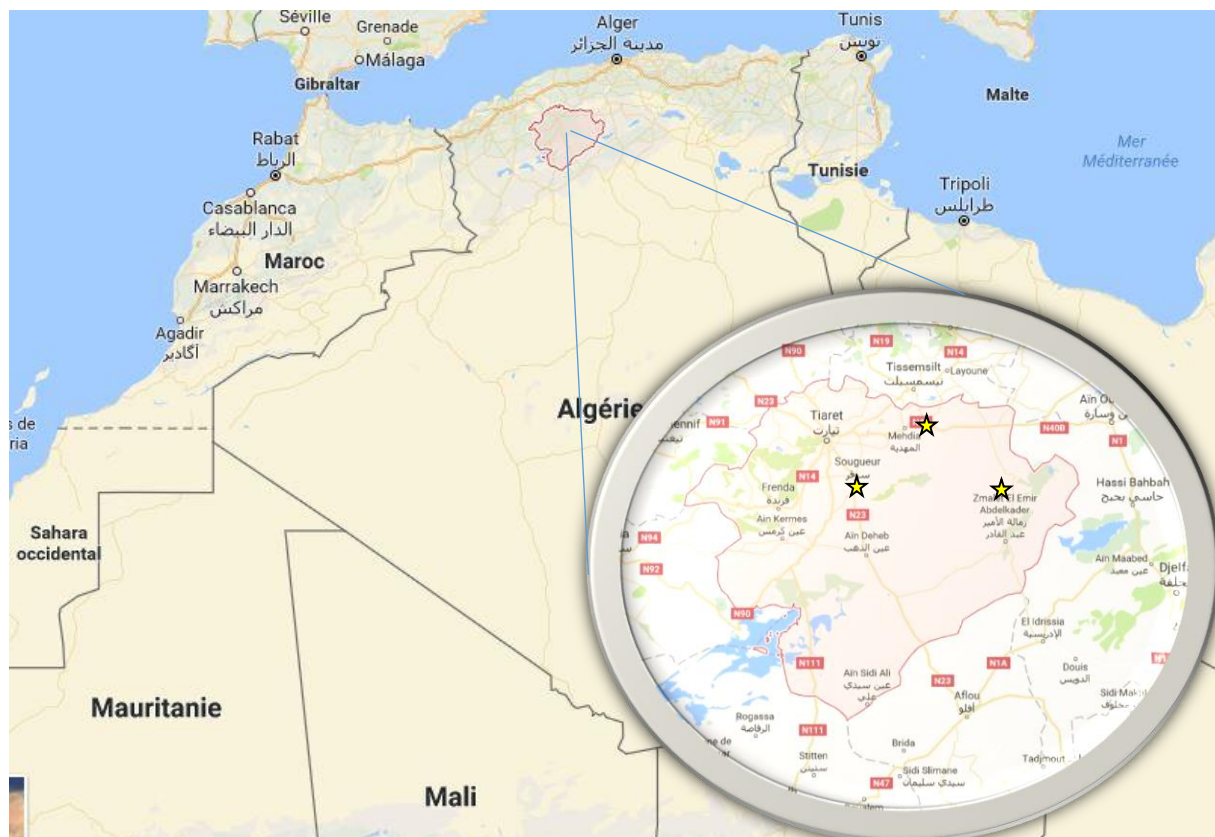


Figure 9 : Localisation de la wilaya de Tiaret (Image Google maps, Edit 2017).

1.2. Caractéristiques climatiques :

Un climat tempéré chaud est présent à Tiaret. L'hiver à Tiaret se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type continental semi-aride. Sur l'année, la température moyenne à Tiaret est de 14.7 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 529 mm. Les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en Juillet avec 4 mm seulement. En Janvier, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 73 mm. Avec une température moyenne de 25.9 °C, le mois d'Aout est le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le

plus froid de l'année. La température moyenne est de 6.0 °C à cette période. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 69 mm. 19.9 °C de variation sont affichés sur l'ensemble de l'année.

1.3.Matériels :

-Bilans mensuels de l'insémination artificielle des années 2010 au 2016 récupérés auprès des vétérinaires inséminateurs conventionnés avec le CNIAAG.

1.4.Méthodes :

-Récolte des bilans des années 2010 – 2016.

-Trie des bilans pas année.

-Calcul du taux de réussite de l'insémination artificielle.

2. Résultats et discussion :

2.1. Présentation des résultats :

L'étude des résultats se fait selon trois facteurs : la race, la saison (jours courts et jours longs) et la nature des chaleurs (chaleurs induites et chaleurs naturelles).

2.1.1. Influence du facteur de la race sur le taux de réussite de l'insémination artificielle durant les années 2013-2016 :

Les figures suivantes montrent l'effet de facteur de la race sur le taux de réussite à la première insémination des années 2013-2016.

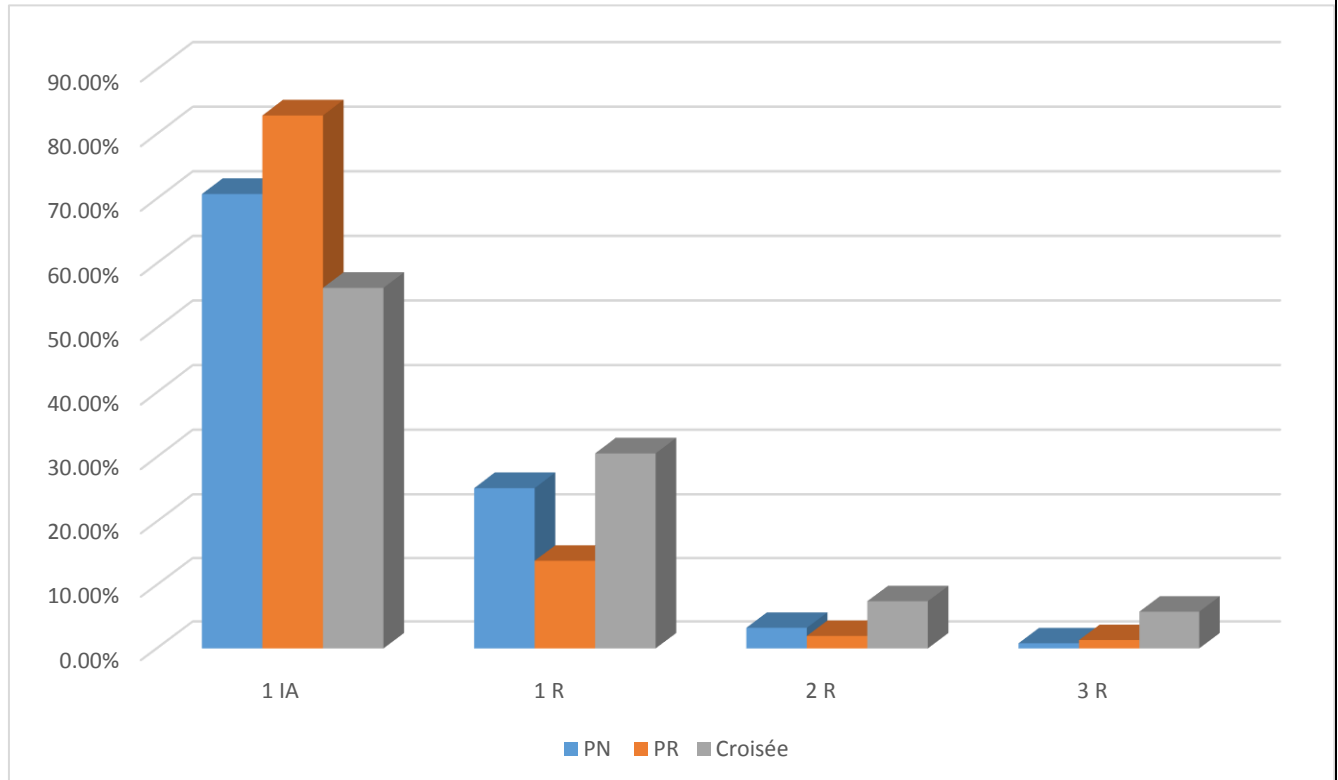


Figure 10 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2013.

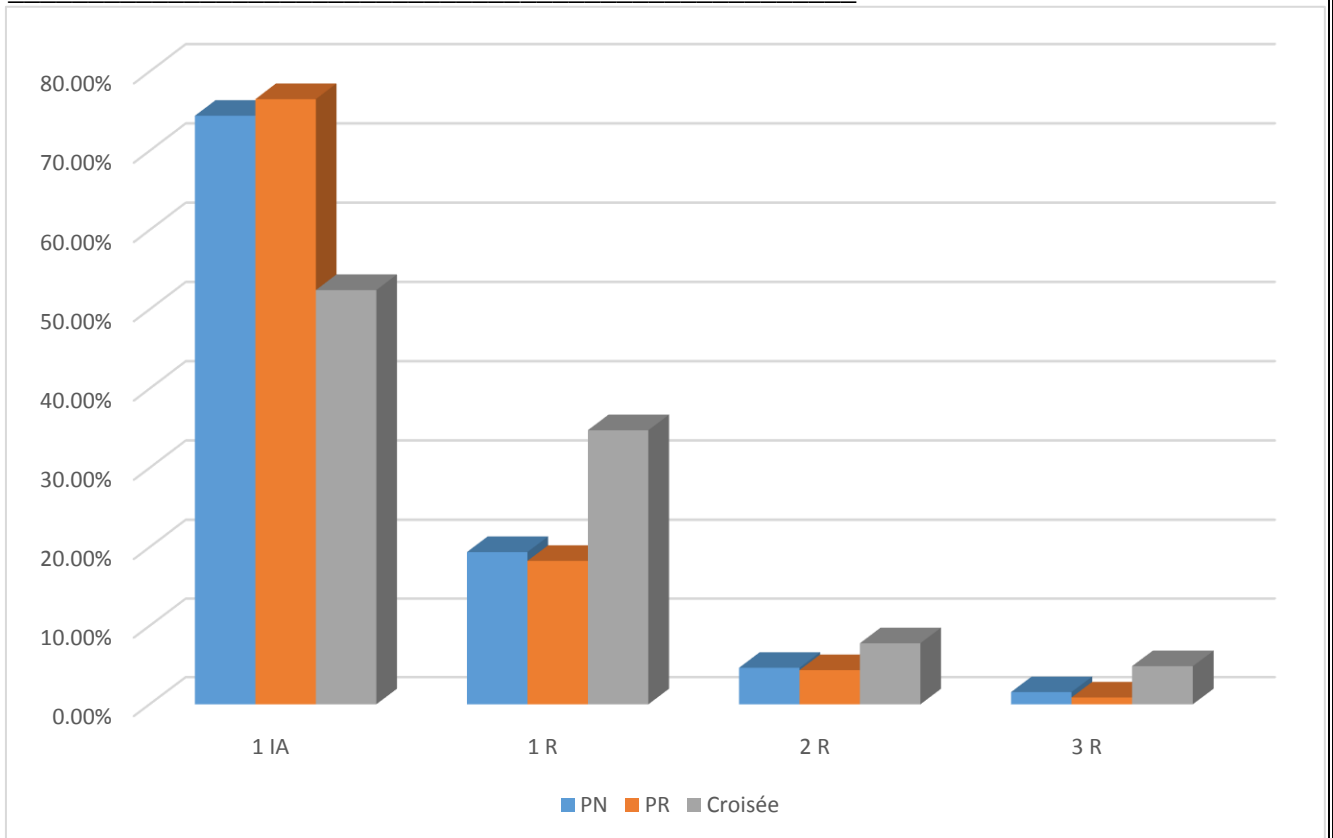


Figure 11 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2014

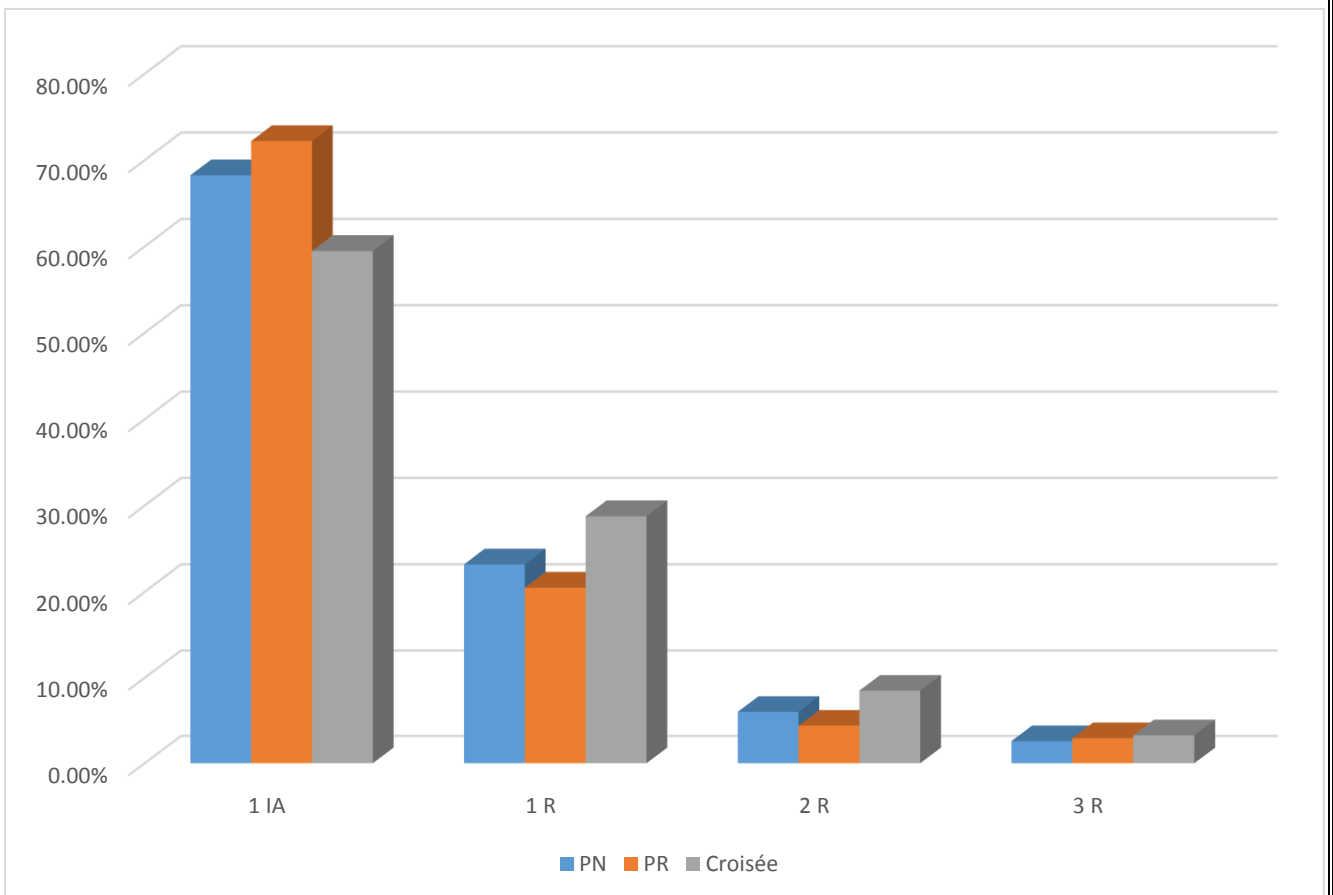


Figure 12 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2015

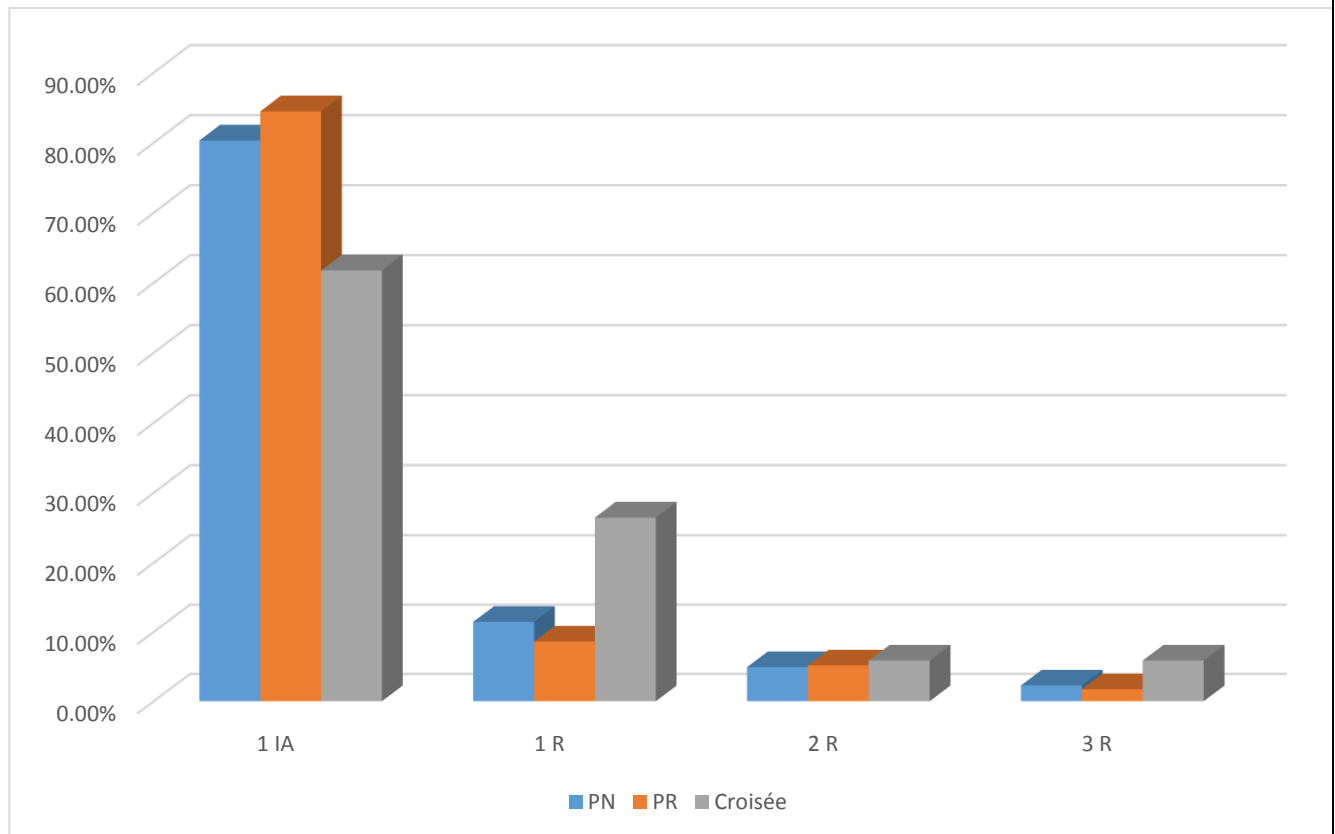


Figure 13 : Effet de la race sur le taux de réussite de l'IA année 2016

Ces histogrammes représentent le taux de réussite de l'IAB durant les années 2013-2016 dans la région de Tiaret chez trois races bovines (pie rouge, pie noire et la race croisée), le choix se justifie par l'effectif importants de ces derniers par rapport aux autres races plus la race croisée qui est issue d'un croisement entre les races améliorées et la race locale afin d'améliorer la productivité de cette dernière.

La race pie rouge :

Le nombre de vaches inséminées est de 152 en 2013, 115 en 2014, 205 en 2015 et 58 en 2016 avec une moyenne de 132,5 vaches inséminées par an.

La race pie noire :

Le nombre de vaches inséminées est de 246 en 2013, 129 en 2014, 233 en 2015 et 61 en 2016 avec une moyenne de 167,25 vaches inséminées par an.

La race croisée :

Le nombre de vaches inséminées est de 121 en 2013, 103 en 2014, 153 en 2015 et 34 en 2016 avec une moyenne de 102,75 vaches inséminées par an.

Selon la figure on remarque que le taux de réussite en première insémination artificielle est toujours élevé pour la race pie rouge qui est plus de 70% dans les quatre ans suivi par la race pie noire

en deuxième position avec une petite infériorité et la race croisée reste toujours en dernière position avec le taux de réussite le plus faible. Contrairement au taux de retour cette dernière prend la tête avec des valeurs plus élevées, les deux autres races restent en deuxième position avec des valeurs inférieures.

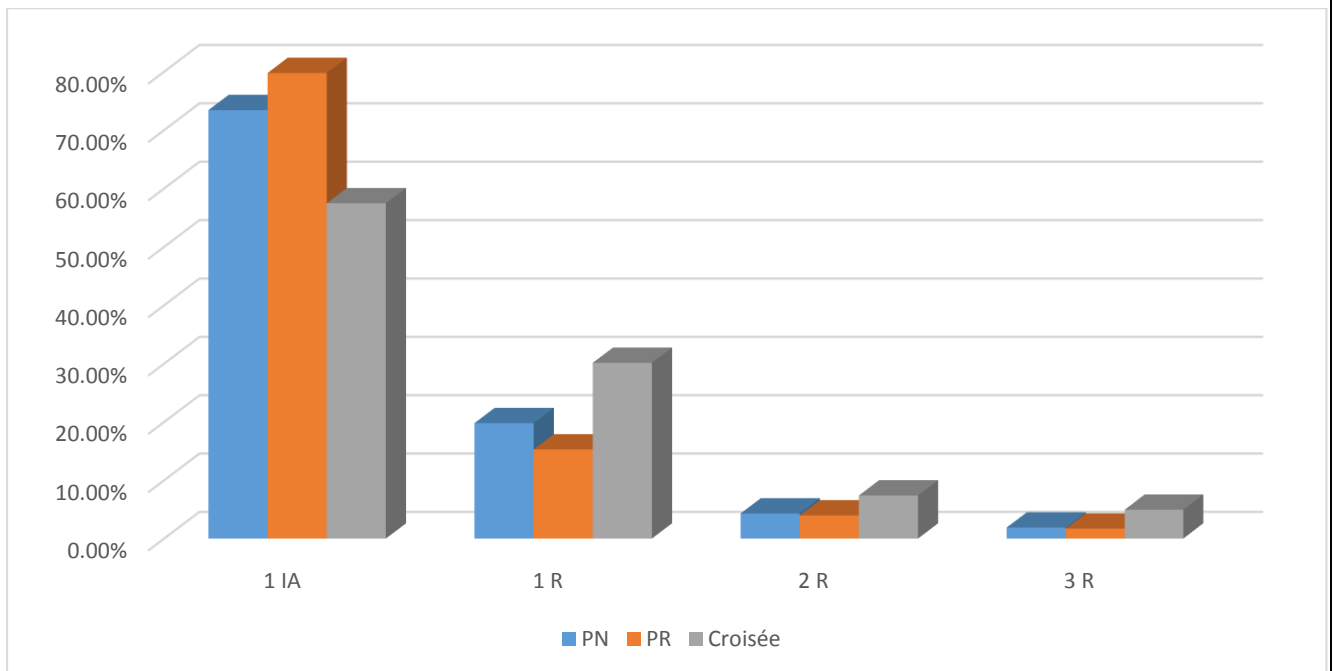


Figure 14 : figure récapitulative de l'effet de la race sur le taux de réussite de l'IA années (2013-2016)

Cette figure récapitulative confirme la remarque sur la figure précédente et montre que les deux races pie rouge et pie noire ont un taux de réussite important et reste plus de 70% et un taux de retour moins de 20% dans les pires des cas. Pour la race croisée le taux de retour est proche de 30% avec un taux de réussite en première insémination de moins de 60%.

2.1.2. L'influence du facteur de type de chaleurs sur le taux de réussite en première insémination artificielle durant les années (2010-2016) :

Les figures suivantes montrent l'effet de facteur de type de chaleurs (induites ou naturelles) sur le taux de réussite à la première insémination des années 2010-2016.

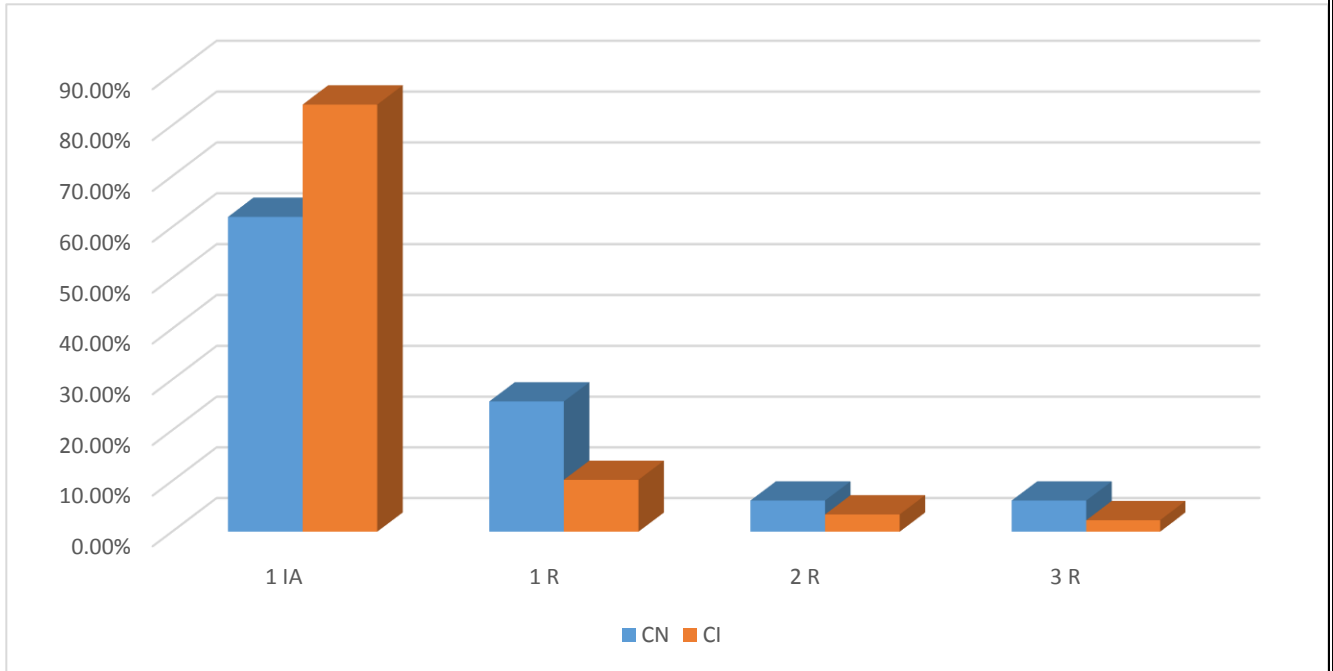


Figure 15 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de l'IA (2010).

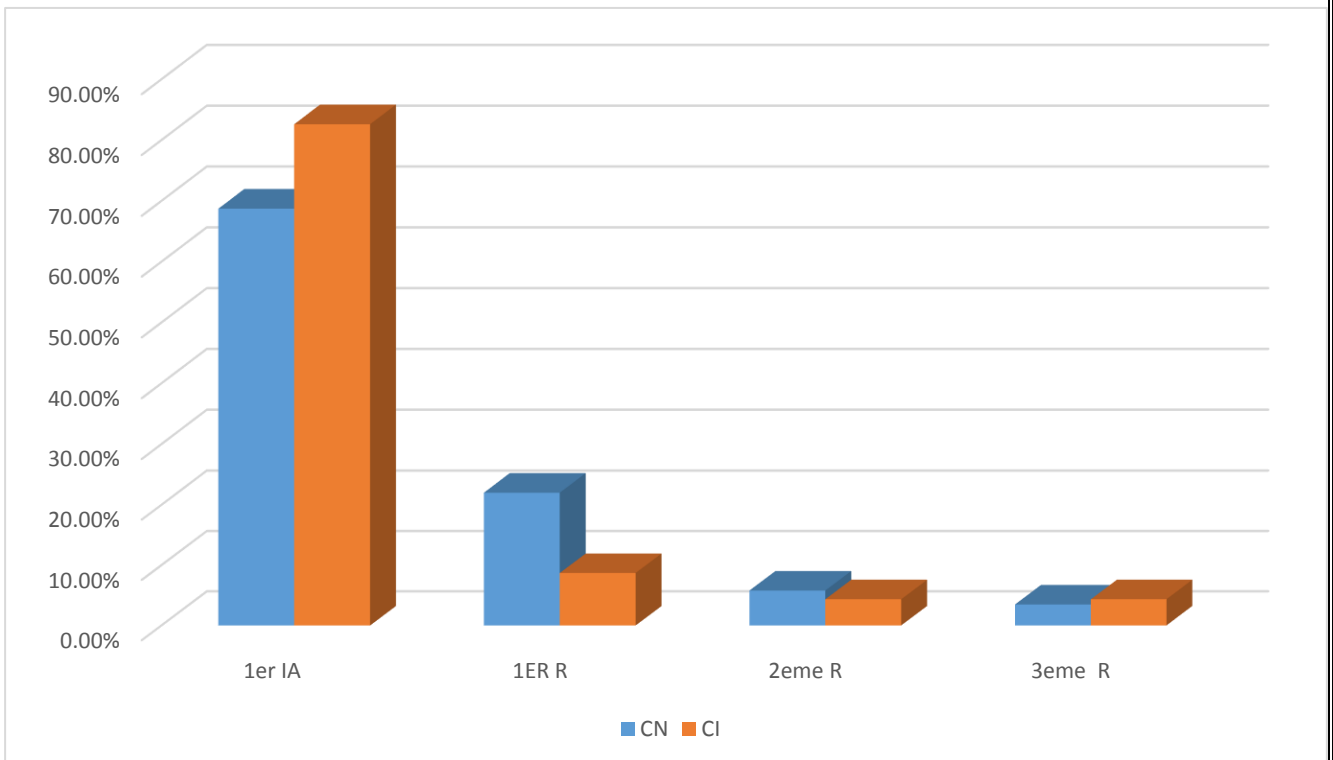


Figure 16 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de l'IA (2011)

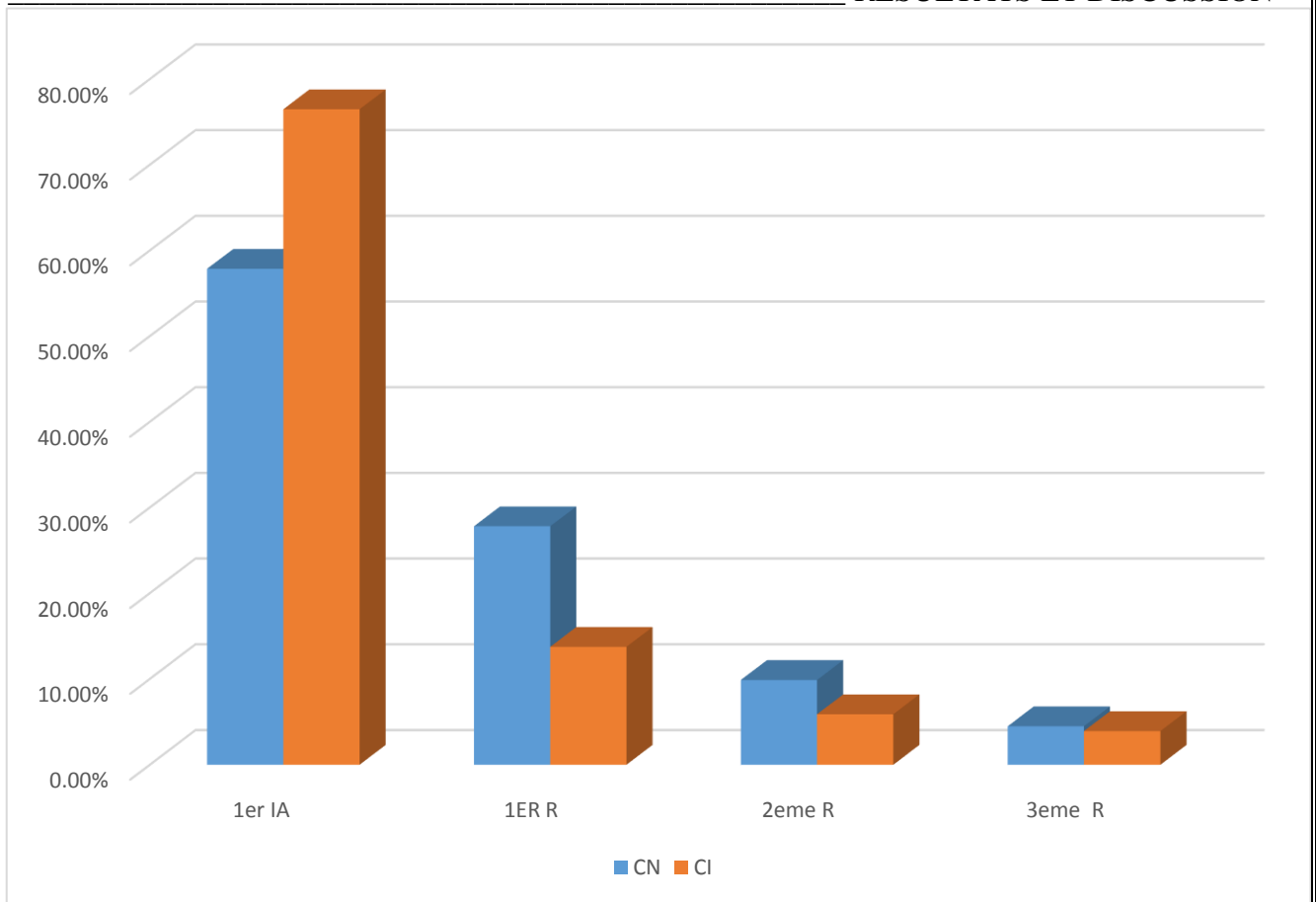


Figure 17 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2012)

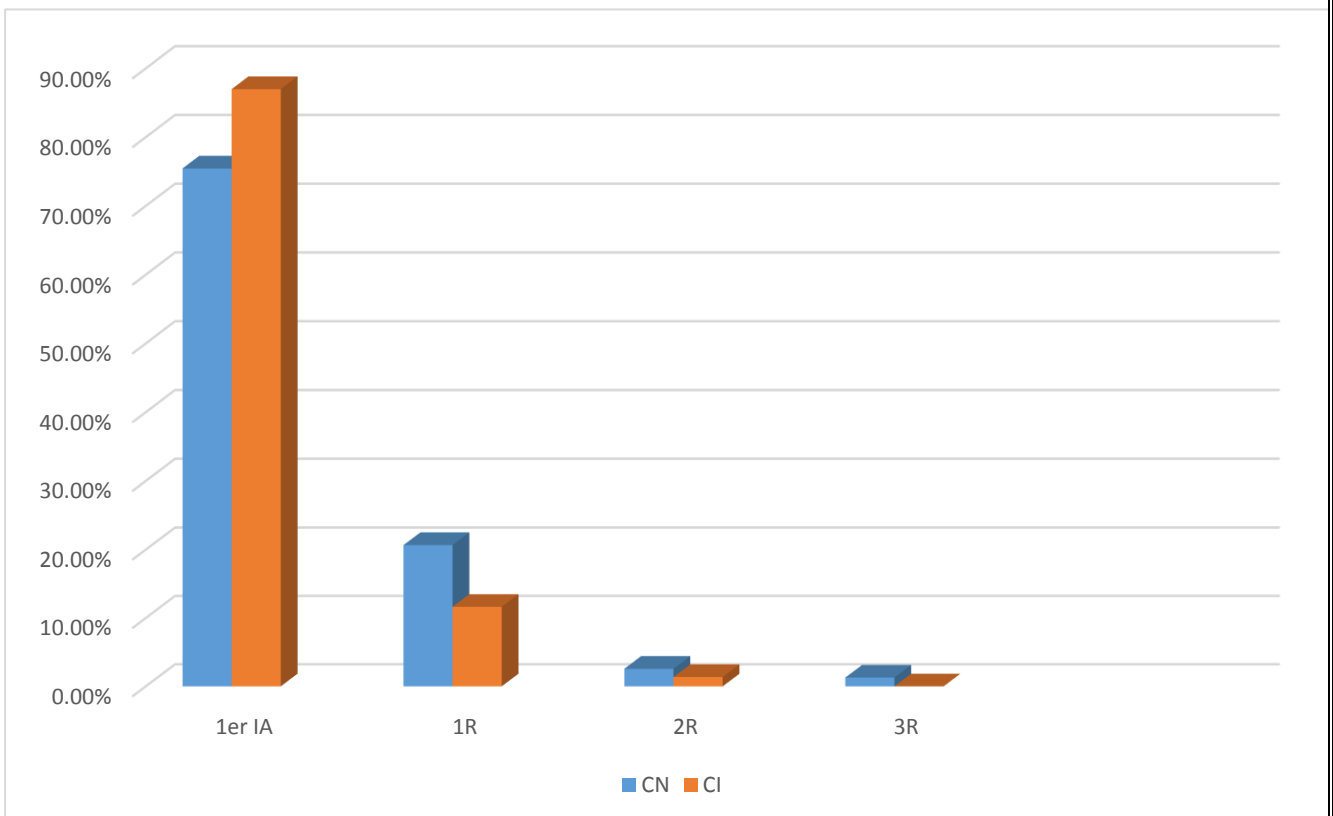


Figure 18 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2013)

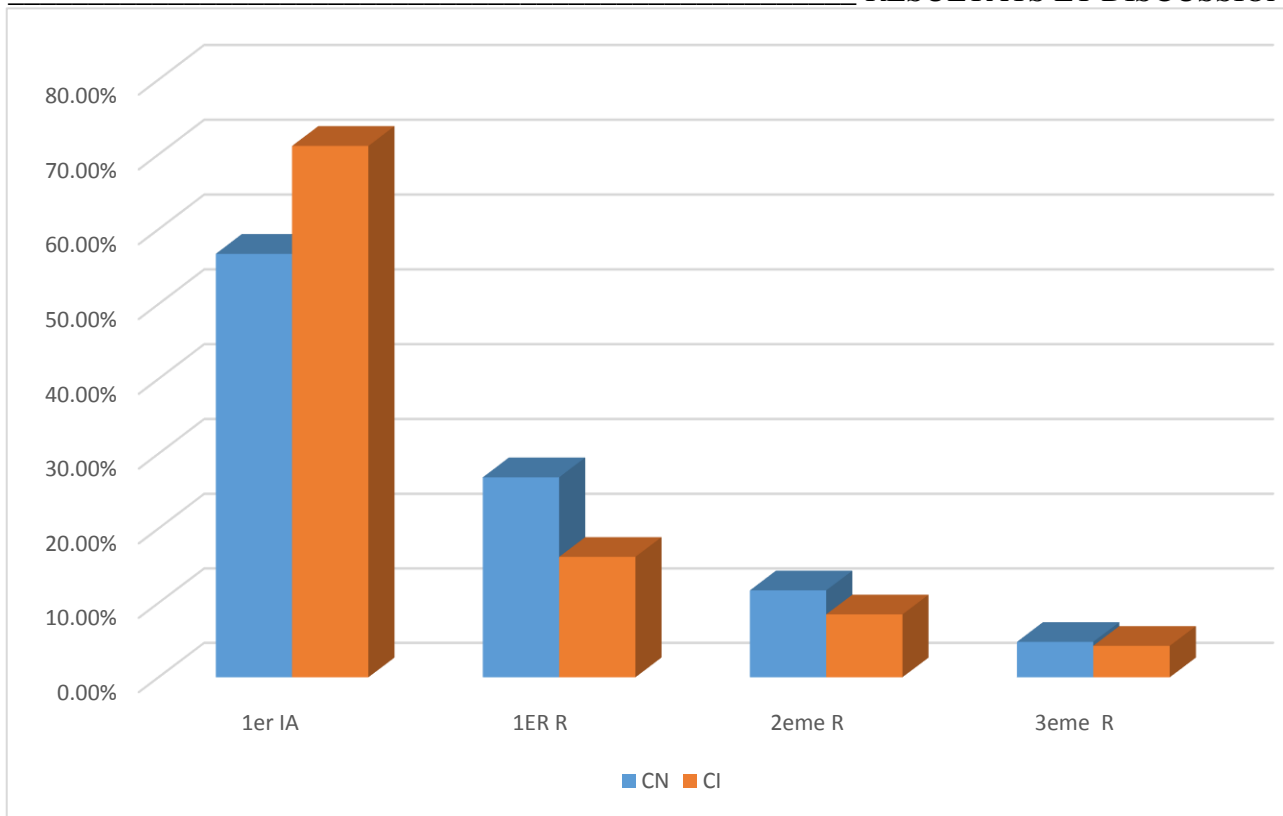


Figure 19 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2014)

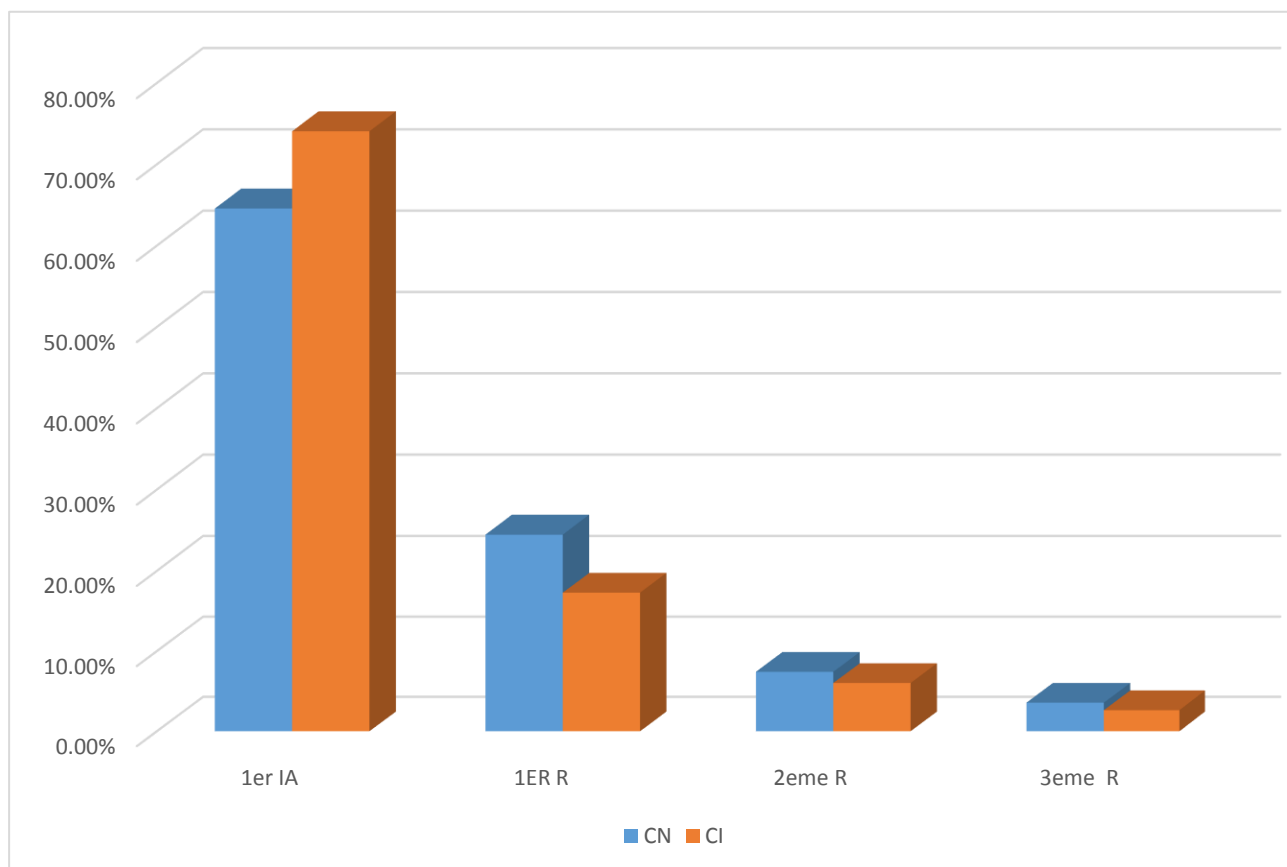


Figure 20 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2015)

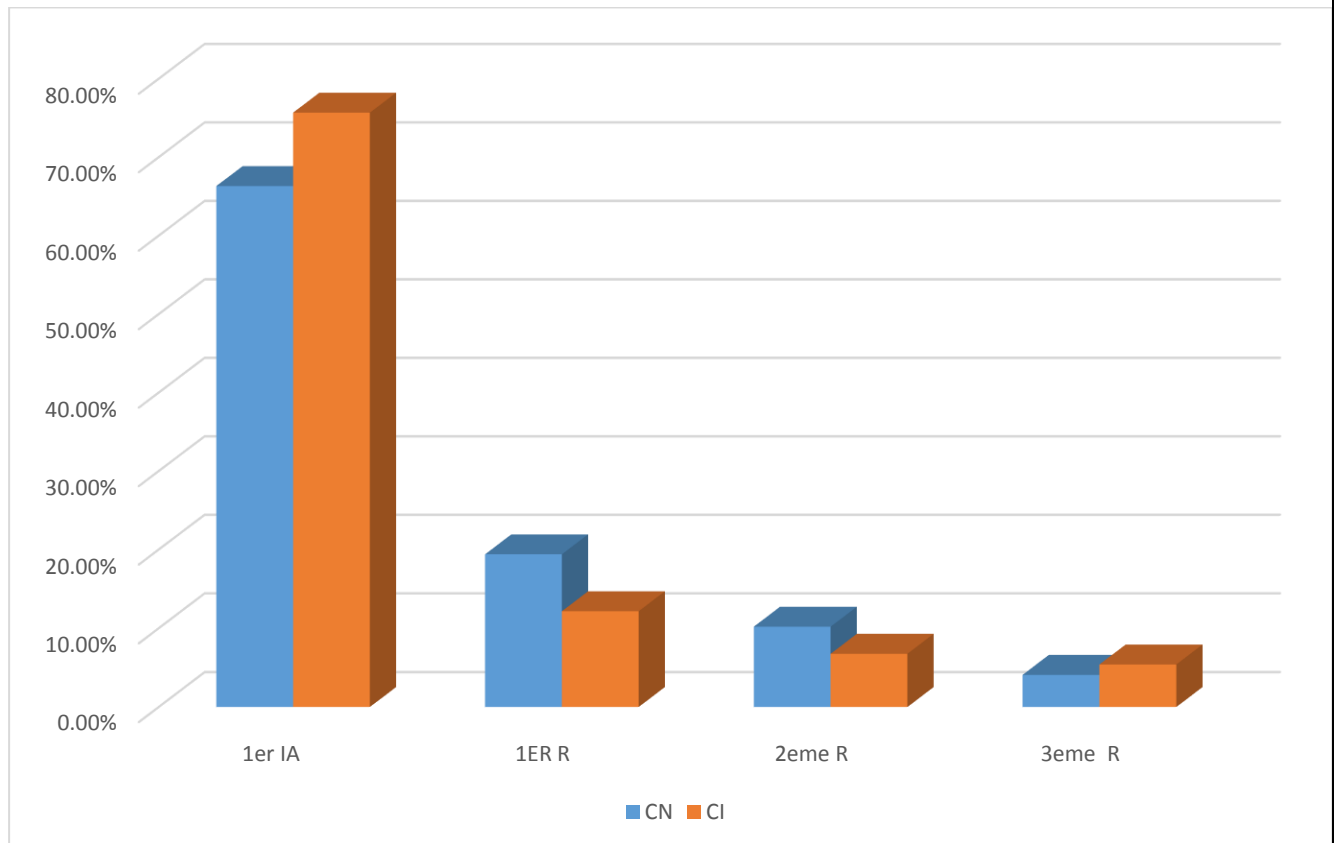


Figure 21 : Effet de facteur type de chaleurs sur le taux de réussite de l'IA (2016)

Les figures ci-dessus montrent le taux de réussite de l'IAB suite aux chaleurs induites et naturelles durant les années 2010-2016. Le taux de réussite en première insémination suite à des chaleurs induites présente un pourcentage très élevé avec une moyenne supérieur à 70 %. Pour les chaleurs normales le taux de réussite reste élevé avec une faible infériorité des chaleurs induites dont les valeurs dépassent les 60%. Le taux de retour est élevé pour les chaleurs naturelles.

Les résultats obtenus montrent que l'application de l'insémination artificielle suite à des chaleurs induites dans plus à un taux de réussite plus élevé et des taux de retours moins que l'application de la technique suites a des chaleurs naturelles et sa a été enregistré dans toutes la périodes étudiée.

2.1.3. L'influence du facteur de la saison sur le taux de réussite en première insémination artificielle durant les années (2010-2016) :

Les figures suivantes montrent l'effet de facteur de la saison (jours cours et jours longs) sur le taux de réussite à la première insémination des années 2010-2016.

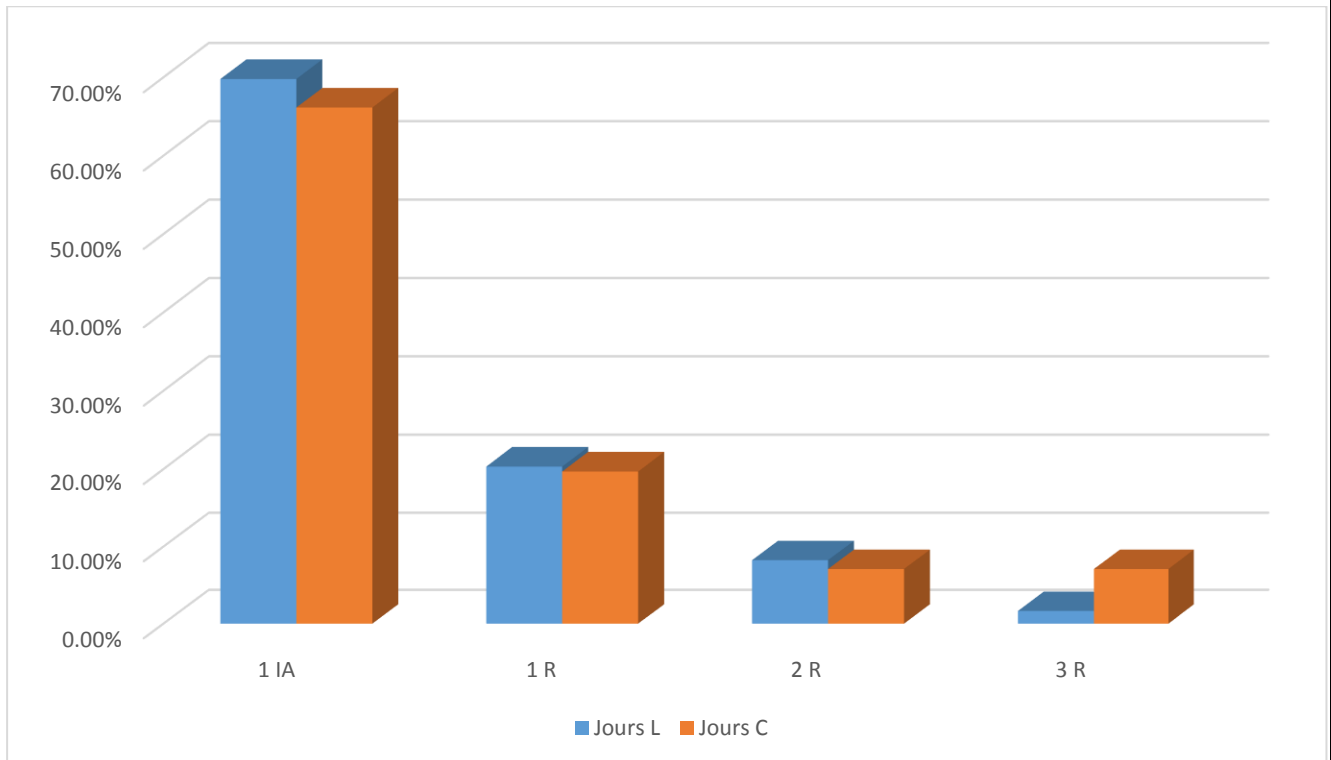


Figure 22 : Effet de facteur de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2010)

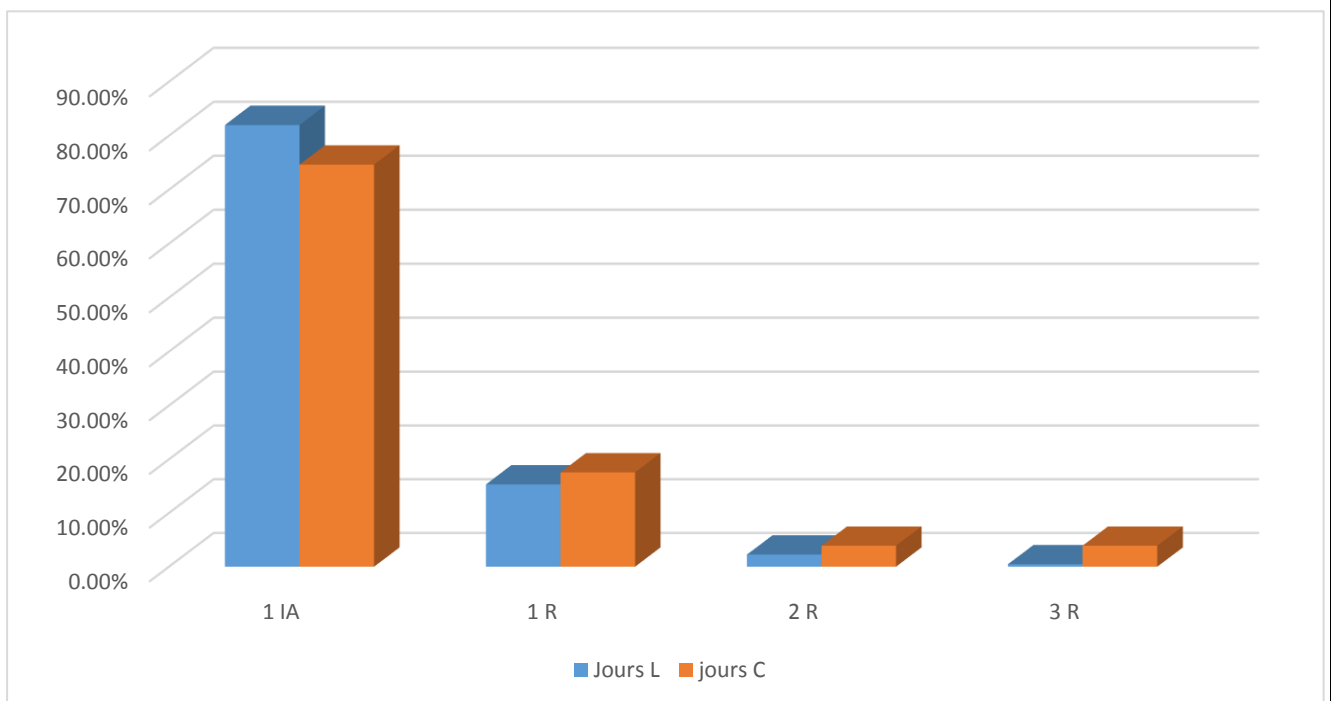


Figure 23 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2011)

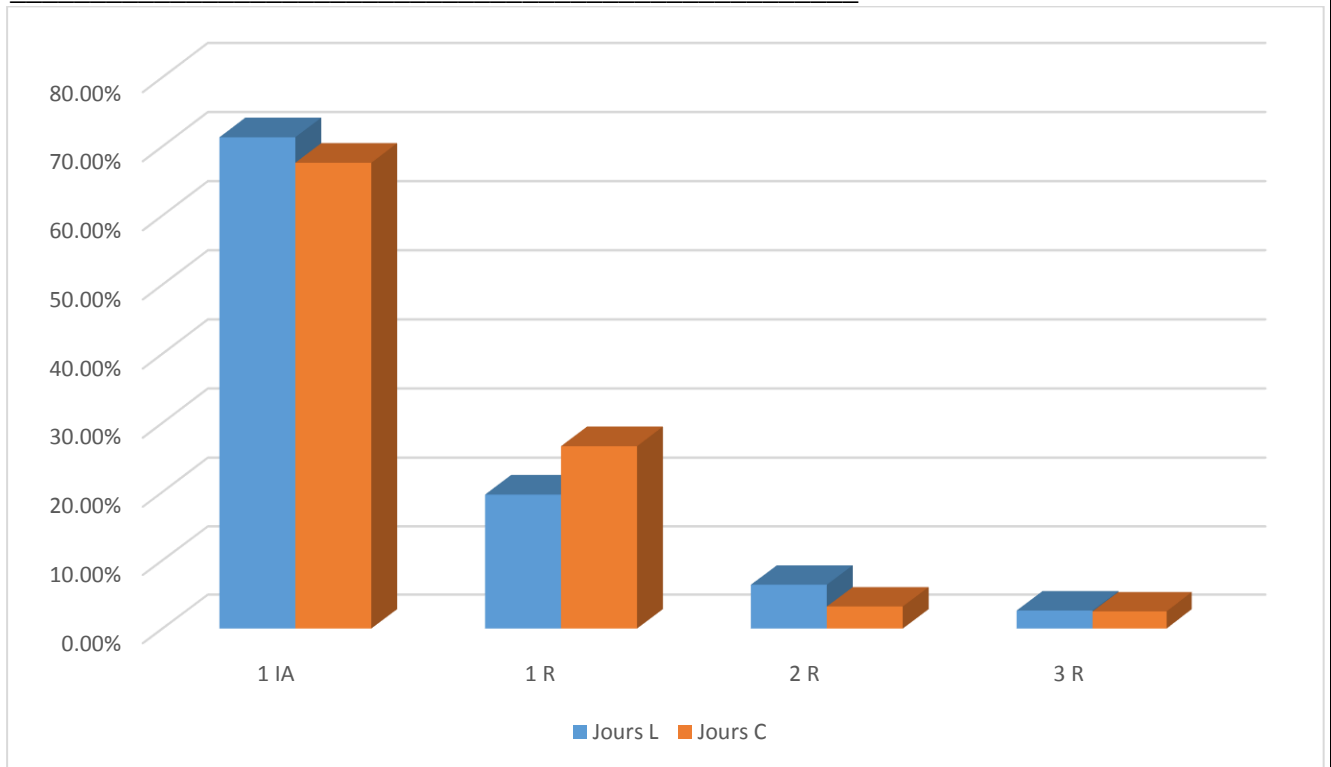


Figure 24 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2012)

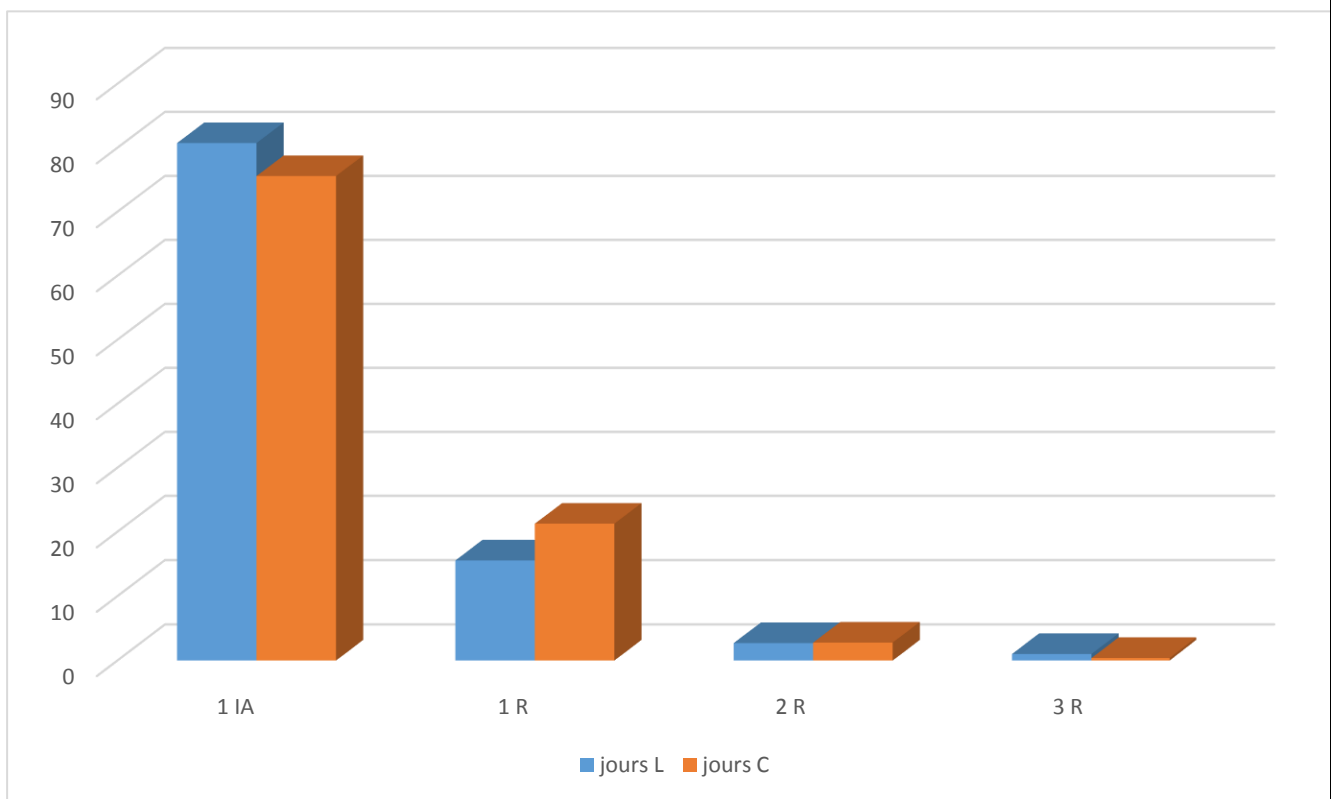


Figure 25 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2013)

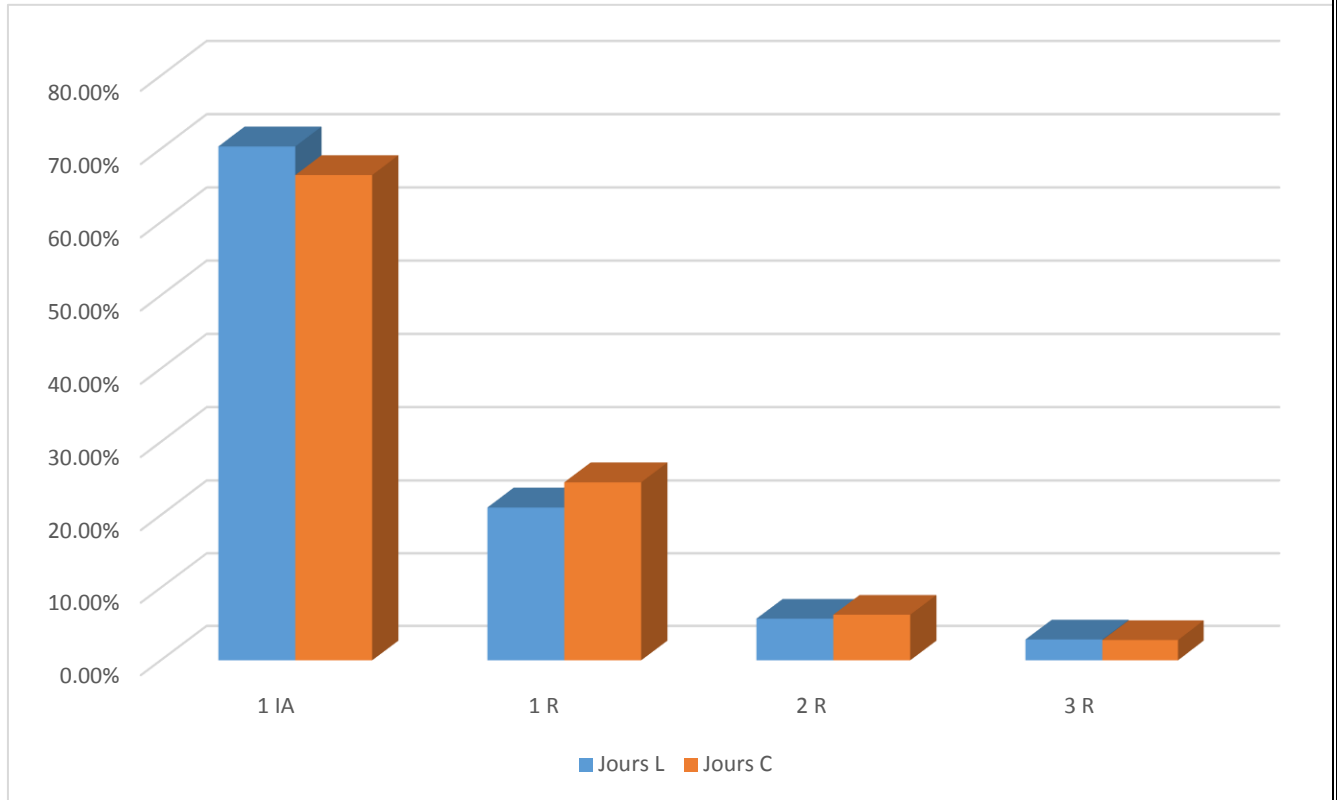


Figure 26 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2014)

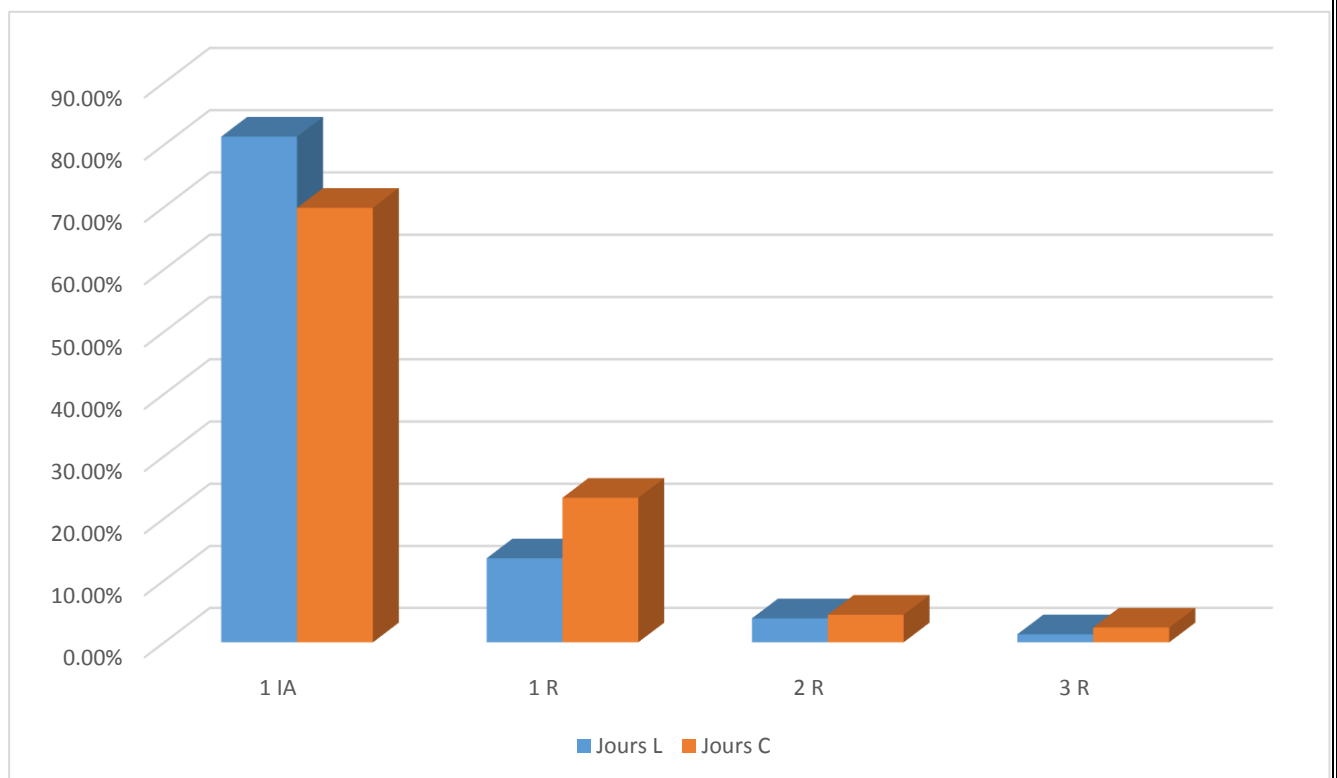


Figure 27 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2015)

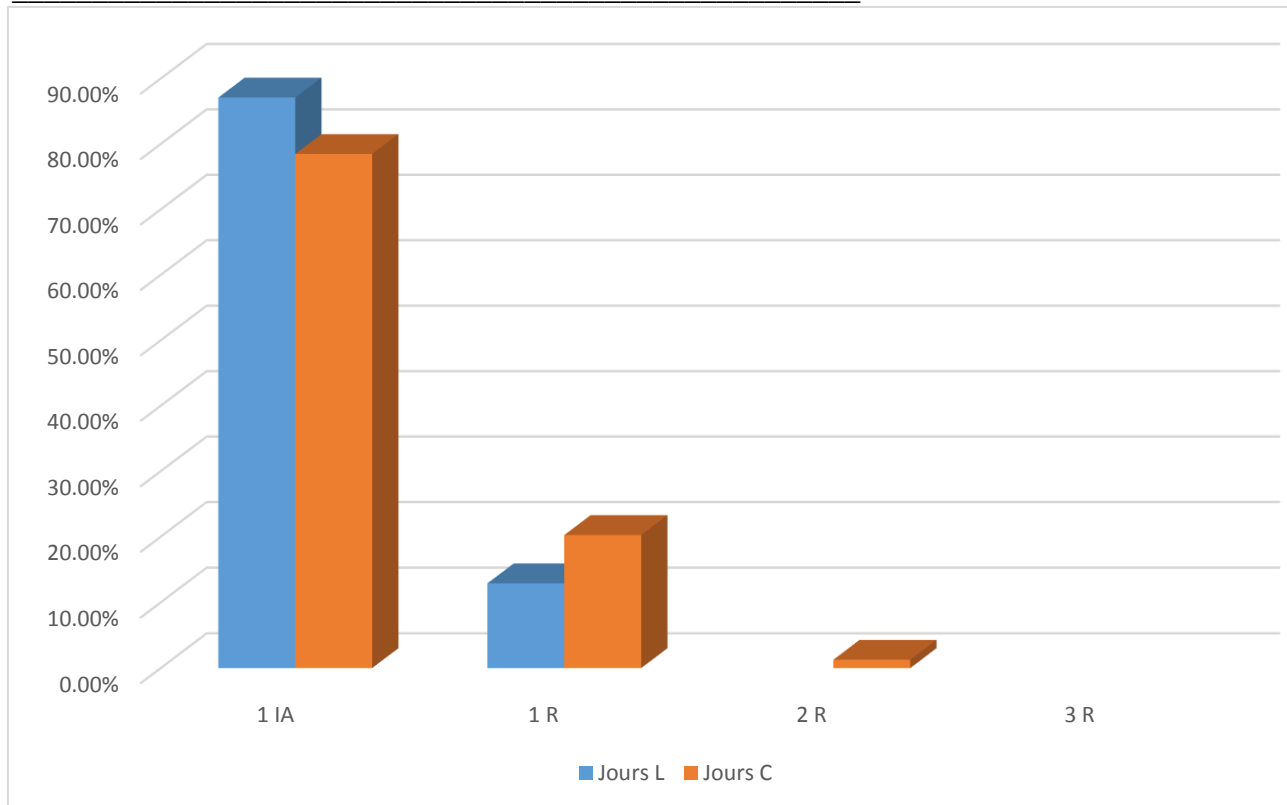


Figure 28 : Effet de facteur type de la saison sur le taux de réussite de l'IA (2016)

Selon les figures ci-dessus on remarque que le taux de réussite en première insémination est très important dans les jours long et courts avec un léger avantage pendant les jours longs, représentés avec plus de 80% et plus de 70% respectivement. Le taux de retour présente des valeurs inférieures à 30% pour les jours courts et moins de 20% pour les jours longs. Pendant l'année 2016 on remarque que le taux des deuxièmes et troisièmes retours est très faible voir indisponible.

2.2. Discussion :

Les résultats obtenus durant la période 2010 – 2016 montrent une influence directe des facteurs étudiés (la race, le type de chaleurs et la saison).

- Le facteur type de chaleurs est le plus influant sur le taux de réussite en première insémination, par rapport aux deux autres facteurs (la race et la saison).

L'application de l'insémination artificielle suite à des chaleurs induites a donné un taux de réussite plus élevé (65% - 85%) durant toute la période d'étude (2010 – 2016), avec un taux de retour faible (moins de 20%). Ces résultats sont dus à la bonne maîtrise du moment de chaleur qui est déjà prévenu, ce dernier a aidé au choix du moment de l'insémination et donne plus de chance de réussite et selon De Fontaubert (1988) l'induction des traitements hormonaux élimine les contraintes de détection de chaleurs et rend possible la programmation de reproduction sans avoir affecté la fertilité du troupeau. Contrairement aux chaleurs naturelles d'après Chanvalon et *al* (2011) la détection des chaleurs est une étape clé de la mise à la reproduction dans les troupeaux pratiquant l'IA. Cette tâche importante demande la surveillance du troupeau (deux à trois fois par jours de la part de l'éleveur), la connaissance des signes de chaleurs, mais les difficultés de détection dans le cas des chaleurs silencieuses et le déficit de formation des éleveurs limitent l'accomplissement de ce défi et agissant directement sur le bon choix du moment de l'insémination qui sera difficile et par conséquent le taux de réussite ainsi que le taux de retour seront faibles.

- Le facteur de la race et selon les résultats obtenus le taux de réussite de l'insémination artificielle est élevé pour les races pie rouge et pie noire avec une petite supériorité pour la première (plus de 70%) et un taux de retour moins de 20%.

Le faible taux enregistré pour la race croisée est dû à plusieurs facteurs liés à ce croisement qui est le moyen le plus rapide d'opérer un changement génétique des races indigènes en les croisant avec d'autres races de fortes valeurs génétiques en vue d'améliorer la productivité (Wiener et *al.*, 2009).

Parmi ces facteurs on trouve :

Le déficit de spécialistes suffisamment formés, un handicap à la conception et à la mise en œuvre des programmes d'amélioration génétique.

L'absence du suivi des performances des animaux de la race locale et l'enregistrement des données qui reste une tâche fondamentale dans l'amélioration génétique ;

Faire des croisements sans un schéma à suivre (des croisements anarchiques) ;

La méconnaissance des caractères génétiques de la race locale ;

L'influence du facteur de l'environnement et le génotype ;

La négligence des rapports entre autres caractères et le caractère ciblé (Wiener et *al.*, 2009).

- En dernier, le facteur de la saison on a marqué une petite différence entre les deux périodes de l'année jours courts et jours longs durant les années 2010 – 2016, le taux de réussite est de plus de 60% à 75% et 70% à 85% respectivement et le taux de retour est moins de 20% pour les jours longs et plus de 20% pour les jours courts. Alors l'effet de la saison sur la fécondité des vaches laitières est probablement conditionné par d'autres facteurs comme les pratiques d'élevage (importance du pâturage dans la ration de base, reports fourrages, conception des bâtiments, gestion du parasitisme et des pathologies d'incidence saisonnière...), la température ou les meilleurs résultats semblent être obtenus pendant les périodes de basses températures et de faible précipitation, et également de la zone même si ce dernier facteur apparaît constamment non significatif (Gilles *et al.*, 2000).

Conclusion

Conclusion

Cette étude a été menée en vue d'évaluer l'effet de trois facteurs (type de chaleurs, la saison et la race) sur le taux de réussite de l'insémination artificielle dans la région de Tiaret durant les années 2010-2016, après la collecte des bilans mensuelle auprès des trois inséminateurs de la région.

Les résultats obtenus ont montrés que la pratique de l'insémination artificielle est assez faible par rapport aux effectifs bovins de la région à cause du nombre limité des inséminateurs, l'absence de vulgarisation et les difficultés de l'application de la technique dans nos élevages. Ce qui les empêche de bénéficier du progrès génétique apporté par cette dernière.

De même d'après cette enquête et ces résultats on peut dire que l'effet de la saison n'est pas assez évident, mais on peut signaler que pendant les jours longs les vaches sont plus fertile et le recours à l'insémination est plus élevé par rapport aux jours courts, du fait de la disponibilité du pâturage et l'alimentation.

Pour le facteur de la race, durant les quatre ans 2013, 2014, 2015 et 2016 on a enregistré un taux de réussite plus élevé pour les deux races importées par contre le taux de retour est élevé chez la race croisée pour cela on peut dire que les deux premières sont plus fertiles que la dernière ceci est dû à la valeurs génétique, les aptitudes de reproduction, de productivité et même le mode de croisement et sa réussite.

Le facteur le plus marquant durant la période 2010 - 2016 c'est le facteur de type de chaleur ou le taux de réussite d'une insémination appliquée suite à des chaleurs induite supérieurs à celui des chaleurs naturelles, du fait de la précision de la détection des chaleurs qui reste avec l'alimentation la clé de réussite de l'insémination artificielle, sachant que la majorité des éleveurs ne savent pas ou ne donnent pas l'importance qu'elle faut pour cette étape de reproduction.

Quant aux résultats des bilans mensuels calculés ne refluent pas la réalité de l'IA en Algérie dont les chercheurs dans les meilleures conditions ont obtenus des résultats qui ne dépassent pas les 60%. Cela revient à plusieurs facteurs parmi eux : faute des diagnostics par échographie, puisque les inséminateurs de la région ne possèdent pas des échographes pour diagnostiquer la réussite de l'insémination et de se fait toute vache inséminée est considérée gestante. Deuxièmement les éleveurs restent réticents à cette technique, la saillie naturelle reste toujours en première position ou ils confirment cet acte par le taureau après l'inséminateur ; enfin aussi les intérêts économiques et les exigences des responsables de la filière poussent les inséminateurs à présenter des bilans mensuels avec des taux de réussite élevés.

Références bibliographiques

- Amrani A., Boumedien I. 2011. Détection des chaleurs et l'insémination artificielle chez la vache.
- Baril G., Chemineau P., Cognie Y., Guérin Y., Lebœuf B., Orgeur P et Vallet J.C. 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle [En ligne]. Station de la physiologie de la reproduction Institut national de la recherche agronomique (INRA) Nouzilly, 37380 Monnaie, France. <https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=GWbVhu68Zk8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=l%27ins%C3%A9mination+artificielle+chez+les+animaux+d%27%C3%A9levage&ots=uaiRE62dNI&sig=Qr8I52YtFUoBowl93qMCTeognFO#v=onepage&q=l'ins%C3%A9mination%20artificielle%20chez%20les%20animaux%20d'%C3%A9levage&f=false> consulté le 27/03/2017
- Belkasmi F. 2012. Effet de la synchronisation et de l'insémination artificielle sur les performances de reproduction et la productivité de l'élevage ovin dans la région semi-aride Algérienne
- Benlekheul A., MANAR S., EZZAHIRI A., BOUHADDANE A. 2000. L'insémination artificielle des bovins une biotechnologie au service des éleveurs. Transfert de technologie en agriculture. N65. P4.
- Bouzebda F. 2007. Performances zootechniques et structure d'élevage dans la population bovine de type local (Est algérien), Thèse de doctorat d'état en sciences vétérinaires.
- Caillaude M. 2009. Insémination artificielle équin. Présentation générale. Les haras nationaux [En ligne] https://books.google.dz/books?id=islMRvrU-XcC&printsec=frontcover&dq=l%27ins%C3%A9mination+artificielle&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=l'ins%C3%A9mination%20artificielle&f=false consulté le 19/04/2017
- Chanvallon A., Gatien J., Salvetti P., Frappat B., Paccard P., Agabriel J., Blanc F., Constant F., Grimard B., Disenhaus C., Seegers H., Ponsart C. 2008. Vers une amélioration de la détection des chaleurs dans les troupeaux bovins grâce à une nouvelle méthode de diagnostic et de conseil (DetOEstrus). (1) UMT Santé des Troupeaux Bovins. Institut de l'Élevage. UMR BioEpar. Oniris. INRA. BP40706. 44307 Nantes. France
- David I. 2008. Analyse génétique et modélisation de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin. Génétique animale Pour l'obtenir le grade de Doctorat d'AgroParis Tech. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement UFR Génétique. Elevage et Reproduction. France (Paris), p. 199 P14-P18
- De Fontaubert Y. 1988. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. INRA Productions animales. 1 (3), pp.179-185.
- Dudouet C. 2010. 3^e édition La production des bovins allaitants la reproduction. [En ligne]. https://books.google.dz/books?id=XPPLYveCQIYC&pg=PA101&dq=avantages+l%27ins%C3%A9mination+artificielle&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=avantages%20l'ins%C3%A9mination%20artificielle&f=false ; consulté le 20/03/2017.
- Dudouet C. 2004. 2^e édition La production des bovins allaitants la reproduction. [En ligne]. https://books.google.dz/books?id=KyQpBcoFwhcC&pg=PT87&dq=l%27appareil+g%C3%A9nital&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false consulté le 27/04/2017
- Djebbara M. 2008. Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier. Colloque international « développement durable des productions animales : enjeux, évaluations et perspective, Alger.

- FAOSTAT. 2010. [En ligne] <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/algeria/algerie.htm>. Consulté le 22/05/2017.
- Mandret G., Blanfort V., Hassoun Ph., Paillat J.M., Tillard E. 2000. L'élevage bovin a la Réunion, Synthèse de quinze ans de recherche. Edition CIRAD, Montpellier, France.[En ligne] https://books.google.dz/books?id=8aPeevM62vsC&pg=PA275&lpg=PA275&dq=l%27effet+de+la+saison+sur+le+taux+de+r%C3%A9ussite+de+l%27ins%C3%A9mination&source=bl&ots=QqfGbpbO8o&sig=5eZm32SWwttEsVSO_RhfYNN16c&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewiTpsaG5qvUAhWBXRQKHQBhAvwQ6AEILDAC#v=onepage&q=l'effet%20de%20la%20saison%20sur%20le%20taux%20de%20r%C3%A9ussite%20de%20l'ins%C3%A9mination&f=false Consulté le 07/06/2017.
- Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P. 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA Productions Animales, 16 (3), 211-227.
- Hanzen C. 1981. L'insémination artificielle chez les ruminants.
- Hanzen C. 2009. L'insémination artificielle chez les ruminants.
- Hanzen C. 2010. L'insémination artificielle chez les ruminants.
- Hanzen C. 2014. L'insémination artificielle chez les ruminants.
- Kouadri B.I. 2015. L'étude statistique de taux de réussite de l'insémination artificielle bovine au niveau de la Wilaya de Chlef.
- La coopération agricole. 2013. Insémination bovine. Tout connaître de la technique insémination [En ligne], <http://www.eliacoop.fr/node/728> consulté le 26/03/2017
- Larousse agricole. Édition 2012. [En ligne] <http://www.larousse.fr/archives/agricole/page/542#t4532> consulté le 27/04/2017
- Le centre de l'insémination artificielle et l'amélioration génétique <http://www.cniaag.dz/index.php/homepage/historique-de-linsemination-artificielle> consulté le 01/04/2017
- Leborgne M.C., Tauguy J.M., Foisseau J. M., Selin I., Vergonzanne G., Wimmer E. 2013. 3^e édition Reproduction des animaux d'élevage. [En ligne] https://books.google.dz/books?id=GDFsBAAAQBAJ&pg=PA101&dq=avantages+l%27ins%C3%A9mination+artificielle&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=avantages%20l'ins%C3%A9mination%20artificielle&f=false consulté le 18/04/2017
- Monographie Wilayas Tiaret[En ligne] <http://www.andi.dz/index.php/fr/monographie-des-wilayas?id=117> consulté le 12/05/2017
- Thibault C. 2001. La reproduction chez les mammifères et l'homme [En ligne] https://books.google.dz/books?id=oXDeK-aKT4IC&printsec=frontcover&dq=La+reproduction+chez+les+mammif%C3%A8res+et+l%E2%80%99homme&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=La%20reproduction%20chez%20les%20mammif%C3%A8res%20et+l%E2%80%99homme&f=false consulté le 12/04/2017
- Yahimi A., Djellata N., Hanzen C., Kaidi R. 2013. Analyse des pratiques de détection des chaleurs dans les élevages bovins laitiers algériens. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2013, 66 (1) : 31-35