



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



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

**Etude bibliographique sur les facteurs de variation de la production
laitière chez les bovins**

Présenté par
Benkherouf Assia

Devant le jury

| | | | |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|
| Président : | AIT BELKACEM A. | MCB | ISV |
| Examinatrice : | HADJ OMAR K. | MCB | ISV |
| Promotrice : | BAAZIZE-AMMI D. | MCA | ISV |
| Co-promoteur : | KEBBAL S. | MCA | ISV |

Année : 2021/2022



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



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

**Etude bibliographique sur les facteurs de variation de la production
laitière chez les bovins**

Présenté par
Benkherouf Assia

Devant le jury

| | | | |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|
| Président : | AIT BELKACEM A. | MCB | ISV |
| Examinatrice : | HADJ OMAR K. | MCB | ISV |
| Promotrice : | BAAZIZE-AMMI D. | MCA | ISV |
| Co-promoteur : | KEBBAL S. | MCA | ISV |

Année : 2021/2022

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie le Bon Dieu. Elhamdulillah, pour ce succès et cette bénédiction.

J'adresse mes sincères remerciements à ma promotrice **Madame Baazize – Ammi Djamila** et à mon Co-promoteur **Monsieur Kebbal Sedik**, qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions, je tiens à vous remercier ainsi pour le temps que vous avez consacré pour me rencontrer et pour répondre à mes questions.

Je remercie chaleureusement les membres de jury, le président de jury **Monsieur Ait Belkacem A.** et l'examinatrice de ce travail **Madame Hadj Omar K.**, je leur adresse ma profonde reconnaissance.

Je profite l'occasion pour exprimer mes sentiments de gratitude envers tous les enseignants qui ont contribué à enrichir mes connaissances.

DÉDICACES

A ma mère, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices.

A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé.

A mes frères et sœurs, Fouzy, Sara, Mahdi, Issam et Mouna, en gage de ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apporté, le soutien et la réconforte.

Aux petites Serine et Rania, qui ont apporté une immense joie à notre famille, je vous aime.

A mes grand-mères et ma tante pour leur Douas.

A mes sœurs, Ismahane et Nadia, en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A ma chère amie Nissa, a son grand cœur et sa générosité.

A toute ma famille, je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle.

Et enfin, à l'âme de mon oncle Zahir, j'espère que tu es fier de moi là où tu es.

RÉSUMÉ

L'Algérie accorde un intérêt stratégique au secteur laitier dans le but d'accroître la production laitière nationale. Cependant, la contrainte quantitative de la production laitière n'est pas facile à être surmontée car l'élevage bovin laitier est difficile à gérer vu la diversité des paramètres qui lui sont liés. La présente recherche bibliographique a rapporté une multitude de facteurs qui peuvent entraver la production laitière. Ces derniers peuvent être classés en 3 catégories. Des facteurs liés à l'animal exerçant un effet inconstant sur la production laitière, cette catégorie est représentée par des caractéristiques génétiques et des paramètres physiologiques propres à l'animal. Des facteurs liés à l'environnement et à la gestion de l'élevage comme l'alimentation qui constitue une contrainte de taille. Et pour terminer des facteurs liés à la santé de l'animal.

Il est donc nécessaire de mettre en évidence ces facteurs limitants au sein de l'élevage afin de pouvoir augmenter la production laitière.

Mots clés : Lait – Production - Vache laitière – Environnement – Gestion – Santé.

المخلص

بهدف زيادة الإنتاج الوطني للحليب تولى الجزائر اهتماما استراتيجيا لقطاع الألبان. في حين ان تعدد المعايير المتعلقة بتربية الابقار الحلوب يخلق صعوبة في إدارة هذا القطاع و يعرقل التوفير الكمي للحليب. يتضمن هذا البحث عددا من العوامل التي يمكنها ان تقيد انتاج الحليب مصنفة في 3 فئات. العوامل المرتبطة بالحيوان وهي تلك التي تمارس تأثيرا متغيرا على الإنتاج و المتمثلة في الخصائص الجينية و الفيزيولوجية للحيوان. العوامل البيئية و العوامل المتعلقة بتسيير القطيع مثل التغذية حيث تشكل عائقا رئيسيا في مجال انتاج الحليب. و أخيرا العوامل المتعلقة بالصحة الحيوانية. يعتبر تسليط الضوء على هذه المعوقات بمثابة الخطوة الأولى في تحقيق زيادة الإنتاج الوطني للحليب.

الكلمات المفتاحية: الحليب - الإنتاج - الابقار الحلوب - البيئة - تسيير - الصحة.

ABSTRACT

Algeria attaches strategic interest to the dairy sector with the aim of increasing national milk production. However, the quantitative constraint of milk production is not easily overcome as dairy farming is difficult to manage due to the diversity of parameters involved. The present bibliographical research has reported a wide range of factors that can interfere with milk production. They may be divided into 3 categories. Factors related to the animal exerting an unstable effect on milk production, which are represented by genetic characteristics and physiological parameters specific to the animal. Other factors are related to the environment and the management of the livestock, such as feeding, which constitutes a major challenge. And finally, factors related to the state of health of the cattle. Therefore, the identification of these limiting factors within the dairy farm is needed in order to improve milk production.

Key words: Milk - Production - Dairy cow – Environment – Management – Health.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

DEDICACES

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABRÉVATIONS

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| CHAPITRE 1 : Facteurs de variation de la production lies à l'animal | |
| 1. Facteurs génétiques | 2 |
| 1.1. Race..... | 2 |
| 1.2. Sélection génétique | 4 |
| 1.3. Âge au premier vêlage (APV). | 5 |
| 1.4. Stade de lactation..... | 6 |
| CHAPITRE 2 : Facteurs de variation de la production lies à l'environnement et la gestion | |
| 1. Facteurs liés à l'environnement de l'animal..... | 10 |
| 1.1. Climat..... | 10 |
| 1.2. Bâtiment..... | 10 |
| 1.2.1. Confort des logettes | 10 |
| 1.2.2. Lumière | 11 |
| 1.2.3. Qualité de l'air | 11 |
| 2. Facteurs liés à la gestion de l'élevage | 11 |
| 2.1. Alimentation | 11 |
| 2.1.1. Utilisation des aliments par la glande mammaire..... | 11 |
| 2.2. Abreuvement | 14 |
| 2.3. Gestion du tarissement | 14 |
| 2.4. Traite | 16 |
| 2.4.1. Effet de la fréquence de traite | 16 |
| 2.4.2. Effet de l'intervalle entre traites | 16 |
| 2.4.3. Effet de la pratique de traite | 17 |

| | |
|--|----|
| 2.4.4. Hygiène de la mamelle | 17 |
| CHAPITRE 3 : Facteurs de variation de la production lies aux pathologies | |
| 1. Problème métaboliques et digestifs | 18 |
| 1.1. Problèmes métaboliques | 18 |
| 1.1.1. Acidose subaiguë | 19 |
| 1.1.2. Acétonémie | 19 |
| 1.2. Problèmes digestifs..... | 20 |
| 1.2.1. Indigestion par surcharge | 20 |
| 1.2.2. Déplacement de la caillette | 20 |
| 2. Problèmes locomoteurs | 20 |
| 3. Maladies parasitaires | 21 |
| 3.1. Ectoparasites | 21 |
| 3.2. Endoparasites | 22 |
| 3.2.1. Strongyloses gastro-intestinales | 22 |
| 3.2.2. Fasciolose | 23 |
| 4. Maladies d'origine infectieuse..... | 23 |
| 5. Problèmes de reproduction | 24 |
| 5.1. Métrite puerpérale aiguë | 24 |
| 5.2. Rétention placentaire | 25 |
| 5.3. Dystocies | 25 |
| 5.4. Troubles ovariens | 25 |
| 5.5. Les mammites | 25 |
| Conclusion | 29 |
| Références bibliographiques | 30 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Bilan de l'effet de réduction de la durée de tarissement sur le niveau de production laitière..... | 15 |
| Tableau 2: Effet des différents stades de boiterie sur la production de lait..... | 21 |
| Tableau 3: Pertes de production laitière en fonction de l'expression clinique des mammites.. | 26 |
| Tableau 4: Le devenir des germes dans la glande mammaire..... | 27 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1: Race Prim'Holstein..... | 3 |
| Figure 2: Description de la courbe de lactation..... | 7 |
| Figure 3: Les différentes courbes de lactations selon la saison de vêlage..... | 8 |
| Figure 2: Influence du rang de lactation sur le niveau de production laitière..... | 9 |
| Figure 5: Présentation schématique du métabolisme des éléments permettant la synthèse du lait au sein de la mamelle..... | 13 |
| Figure 6: Relation entre le bien-être de l'animal et ses performances..... | 18 |
| Figure 7: Evolution des besoins énergétiques d'une vache laitière durant la lactation..... | 19 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

| | |
|-----------|---|
| AA : | Acides Aminés. |
| APV : | Age au premier vêlage. |
| BLV : | Bovine Leukemia Virus |
| GnRH : | Gonadotropin-releasing hormone |
| H : | Heure |
| IA : | Insémination artificielle |
| Kg : | Kilogramme |
| L : | Litre |
| PL – L1 : | Production laitière à la première lactation |
| TB : | Taux butyreux |
| TP : | Taux protéique |

INTRODUCTION

Le lait est un fluide proche du plasma sanguin comportant une émulsion de matière grasse, une suspension de matière protéique caséuse, du lactose, des sels et minéraux, des protéines solubles et des traces d'éléments divers (Enzymes, vitamines, oligo-éléments...) (Pougheon, 2001), Cette composition riche justifie alors la place du lait dans notre alimentation (Noblet, 2012).

L'Algérie est connue pour être le premier consommateur de lait au Maghreb (Mayouf, 2019), avec des niveaux de consommation qui ont excédé les 4,5 milliards de litres/an face à une production laitière (toutes espèces confondues) estimée à 2,5 milliards de litres/an dont 73% de cette production est assurée par les bovins laitiers, montrant un déficit aggravé par le taux de collecte qui n'excède pas les 34% (Kaouche-Adjlane, 2015). En conséquence, pour compenser le déficit, l'Algérie se voit obligée d'importer du lait en poudre chaque année (Kaouche-Adjlane, 2015).

Le lait constitue la matière première de l'industrie laitière (Pougheon, 2001). L'objectif des acteurs de cette industrie est de garantir une production laitière quantitativement et qualitativement satisfaisante (Perreau, 2014).

Toutefois la quantité et la qualité de lait produit par les vaches laitières sont variables en fonction de divers facteurs qui peuvent contrarier l'objectif des acteurs de la filière, des facteurs liés à l'animal et à sa santé d'autres liés à l'environnement et certains liés aux paramètres de reproduction (Najjar *et al.*, 2020).

Notre projet de fin d'étude a pour objectif une recherche bibliographique sur les différents facteurs de variations du rendement des vaches laitières afin de mettre en place une aide pour ceux qui souhaitent développer la productivité de leur élevage en connaissant les obstacles qui l'entravent.

CHAPITRE 1

FACTEURS DE VARIATION DE LA PRODUCTION LIÉS A L'ANIMAL

La production laitière est le résultat d'un rapport quantitatif et qualitatif assuré par l'activité fonctionnelle de l'organisme entier (Hutu, 2020). Divers facteurs liés à l'animal, appelés aussi facteurs intrinsèques, sont responsables d'une variation inconstante de la production laitière (Kaouche-Adjlane, 2019). Des facteurs comme la génétique, le stade de lactation ainsi que d'autres facteurs, étudiés dans ce chapitre, agissent simultanément et d'une manière directe ou indirecte sur la quantité de lait ou sur sa composition (Hutu, 2020).

1. Facteurs génétiques

1.1. Race

Une notion complexe et en constante évolution recouvrant de très divers facteurs tels que la morphologie, aptitudes, la relation avec l'environnement ou d'autres aspects biologiques, esthétiques ... (Dervillé *et al.*, 2009). La race est donc le résultat de la combinaison de différents facteurs, elle est conduite à s'adapter aux évolutions permanentes des conditions de production (Dervillé *et al.*, 2009). Chaque race définit ses objectifs de sélection, intégrant de manière équilibrée des aptitudes précises et variées comme l'augmentation de la quantité et de la qualité des produits et l'amélioration des caractères fonctionnels (résistance aux mammites, morphologie de la mamelle ...) (Anonyme, 2011)

Pour mieux observer la différence de production laitière par race voici quelques exemples de race laitière et de leur production moyenne :

➤ **Abondance**

Est une race qui s'est adaptée aux conditions d'élevage d'une zone au relief tourmenté et au climat rude pour devenir un animal particulièrement rustique et résistant (Dervillé *et al.*, 2009). Un contrôle laitier réalisé en 2020 a marqué une production moyenne de 5505 Kg de lait pour la race Abondance (Sohy, 2021).

➤ **La Brune**

Originaire de l'est de Suisse, élevée sur les 5 continents, elle occupe une place de choix parmi les races laitières à haut potentiel, une race dont la rusticité est appréciée face aux conditions d'élevages difficiles (Dervillé *et al.*, 2009). Le contrôle laitier réalisé en 2020 révèle une production moyenne de 7692 Kg de lait (Sohy, 2021).

➤ **Jersiaire**

En tête de toutes les races laitières pour la richesse de son lait en protéine. Une race capable de s'adapter à de différents climats raison pour laquelle elle est élevée sur les 5 continents (Dervillé *et al.*, 2009). Sa performance laitière issue du contrôle laitier réalisé en 2020 est de 5215 Kg (Schohy, 2021).

➤ **Monbéliard**

Une race sélectionnée pour ses qualités laitières : représente le meilleur équilibre Taux butyreux/ Taux protéique, ainsi que pour ses performances bouchère : une puissance musculaire et une qualité de viande (Anonyme, 2015). Sa performance laitière issue du contrôle laitier réalisé en 2020 est de 7503 Kg (Schohy, 2021).

➤ **Prim'Holstein**

Une race internationale facilement reconnaissable par sa grande taille et sa robe pie noire (Cf. figure 1). Elle est connue pour être la race la plus répandue dans le monde et cela est grâce à ses performances laitières ainsi que sa faculté d'adaptation à toutes sortes de systèmes de production (Dervillé *et al.*, 2009). Sa performance laitière issue du contrôle laitier réalisé en 2020 est de 9495 Kg (Schohy, 2021).



Figure 1 : Race Prim'Holstein (Anonyme, 2015)

1.2. Sélection génétique

Les objectifs de sélection des animaux domestiques s'adaptent constamment aux grandes évolutions de la production, ces objectifs ont été orientés vers l'augmentation des productions, de la qualité des produits, des caractères «fonctionnels» (ex : morphologie mammaire) ainsi que des objectifs qui doivent satisfaire à des contraintes ou à des besoins «environnementaux» ou de «bien-être animal»... (Bodin *et al.*, 2010).

Parmi ces caractères, plusieurs concernant la relation de l'animal avec son milieu. Citant les notions de robustesse, flexibilité, plasticité, rusticité, ou d'adaptation à des milieux difficiles qui sont souvent avancées comme nouveaux objectifs de sélection des populations animales (Bodin *et al.*, 2010).

➤ **Notion de robustesse**

Le concept de robustesse est employé dans plusieurs disciplines et possède plusieurs définitions (Bodin *et al.*, 2010). En production animale la robustesse peut être définie comme l'aptitude à combiner un haut potentiel de production avec la capacité à endurer des stress, ce qui permet l'expression d'un haut potentiel de production dans une grande variété de conditions environnementales (Bodin *et al.*, 2010). Un caractère dépendant du fonctionnement de l'axe corticotrope qui est l'élément essentiel et privilégié du contrôle de la réponse au stress (Bodin *et al.*, 2010). Nombreuses expériences ont visé l'étude de la relation entre le fonctionnement de l'axe corticotrope et des caractères associés à la robustesse (résistance au stress, la survie et la résistance aux maladies) et ont réussi à démontrer qu'il est envisageable d'améliorer la tolérance au stress liés aux conditions d'élevage pour diminuer la sensibilité des productions aux variations de facteurs environnementaux (Bodin *et al.*, 2010). Parmi les caractères de robustesse :

a. Résistance aux mammites

Bien que les effets environnementaux sur l'incidence des mammites soient prépondérants mais la variabilité génétique de ce caractère n'est pas à négliger, les vaches résistantes aux mammites présentent moins de risques d'endommagement tissulaire néfastes pour la production laitière (Lefebvre *et al.*, 2020).

b. Longévité fonctionnelle

Caractérise les qualités d'élevage d'une vache. Dans pratiquement toutes les espèces d'animaux domestiques ce n'est pas la mort naturelle qui met un point final à la vie de l'animal mais plus souvent sa réforme qui peut être soit volontaire quand la vache n'est plus

considérée comme économiquement intéressante par rapport à ses remplaçantes, soit involontaire quand la vache n'est plus rentable parce qu'elle est malade ou infertile (Ducrocq, 1992).

On ne peut passer sous silence l'importance de la génétique dans l'amélioration de la longévité, faire des croisements dans le but d'obtenir des vaches fonctionnelles dotées de bons pieds et membres et d'un pis solide consiste un excellent point de départ (Blais *et al.*, 2008).

c. Caractères morphologiques

Plusieurs études ont démontré que la morphologie de la mamelle présente un impact favorable sur la résistance aux mammites, la vitesse de traite et la longévité et sur la commodité du travail (Brochard *et al.*, 2013).

1.3. Âge au premier vêlage (APV)

La carrière d'une vache laitière débute par la phase d'élevage de la génisse qui dure généralement entre 2 et 3 ans pour une durée de vie productive d'environ 4 ans, au cours de cette période les génisses acquièrent leur maturité sexuelle et une grande part de leur développement corporel (Troccon *et al.*, 1994). Cette période exige un investissement économique important (Mohd Nor *et al.*, 2013) et pour en réduire les coûts, un premier vêlage à 24 mois est préconisé (Froidmont *et al.*, 2010) dont les éleveurs tentent de réduire (Mohd Nor *et al.*, 2013). L'impact de cette décision sur le niveau de production laitière à la première lactation (PL -L1) est considérable (Mohd Nor *et al.*, 2013).

De précédentes études sur le terrain ont montré qu'une diminution de l'âge au premier vêlage (APV) d'un mois peut réduire la PL -L1 de 56 à 60 Kg (Mohd Nor *et al.*, 2013), une diminution de l'APV de moins de 700 j peut créer une perte de rendement de 310 Kg (Mohd Nor *et al.*, 2013) et une diminution de l'APV en dessous de 2 ans (< 24 mois) induit une perte journalière de 0,6 L (Mohd Nor *et al.*, 2013). L'APV est influencé par divers facteurs :

➤ Acquisition de la puberté

Une génisse pubère plus jeune peut potentiellement être mise à la reproduction plus jeune et vêler plus jeune (Corre, 2019). Un facteur lié au niveau du développement corporel de l'animal et dépendant en grande partie du profil de croissance des génisses qui peut varier selon les races et les pratiques d'élevage (Corre, 2019).

➤ Première mise à la reproduction

Une insémination en bonnes conditions fait appel à une génisse pubère qui a atteint 50 % de son poids adulte (Corre, 2019). Donc l'APV dépend de la fertilité des génisses estimée par le taux de réussite de la première insémination artificielle (IA) (Corre, 2019).

La diminution de la PL – L1 par la diminution de l'APV peut donc être expliquée par :

1. La production laitière en première lactation est largement déterminée par le poids au premier vêlage (Troccon *et al.*, 1994). Un poids au vêlage insuffisant se traduisant par un rumen peu volumineux se traduisant par une capacité d'ingestion faible chez la vache laitière qui ne pourra satisfaire ses besoins nutritionnels en première lactation et la PL est donc affecté (Corre, 2019). Le poids insuffisant au vêlage peut être associé à des problèmes lors de la parturition influençant de manière directe ou indirecte les performances laitières (Corre, 2019).
2. Les pratiques d'élevage liées à la gestion de l'alimentation durant la période d'élevage des génisses et en période de début de la vie productive influencent la qualité de la glande mammaire et de la satisfaction des besoins physiologique de la vache laitière en première lactation (Corre, 2019).

1.4. Stade de lactation

Les variations de la production et de la composition du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de nombreuses études, il en ressort que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent inversement à la quantité de lait produite (Coulon *et al.*, 1991). Ces variations de production sont déterminées par le nombre de cellules sécrétrices mammaires et par l'activité sécrétoire par cellule (Capuco *et al.*, 2001). La croissance mammaire a lieu majoritairement pendant la gestation, la glande se développe lorsque le taux de prolifération dépasse le taux de mort cellulaire, et elle régresse lorsque le taux de mort cellulaire dépasse le taux de prolifération cellulaire (Capuco *et al.*, 2001).

L'évolution de la production laitière d'une vache depuis son vêlage jusqu'au tarissement est décrite par une courbe dite la courbe de lactation (Figure 2) (Boujenane, 2010), elle est composée de deux phases inégales :

- Phase ascendante : du vêlage au pic de de lactation, elle est d'une durée moyenne de 3 à 8 semaines (Boujenane, 2010).
- Phase décroissante (descendante) : elle va du pic de lactation jusqu'au tarissement (Boujenane, 2010).

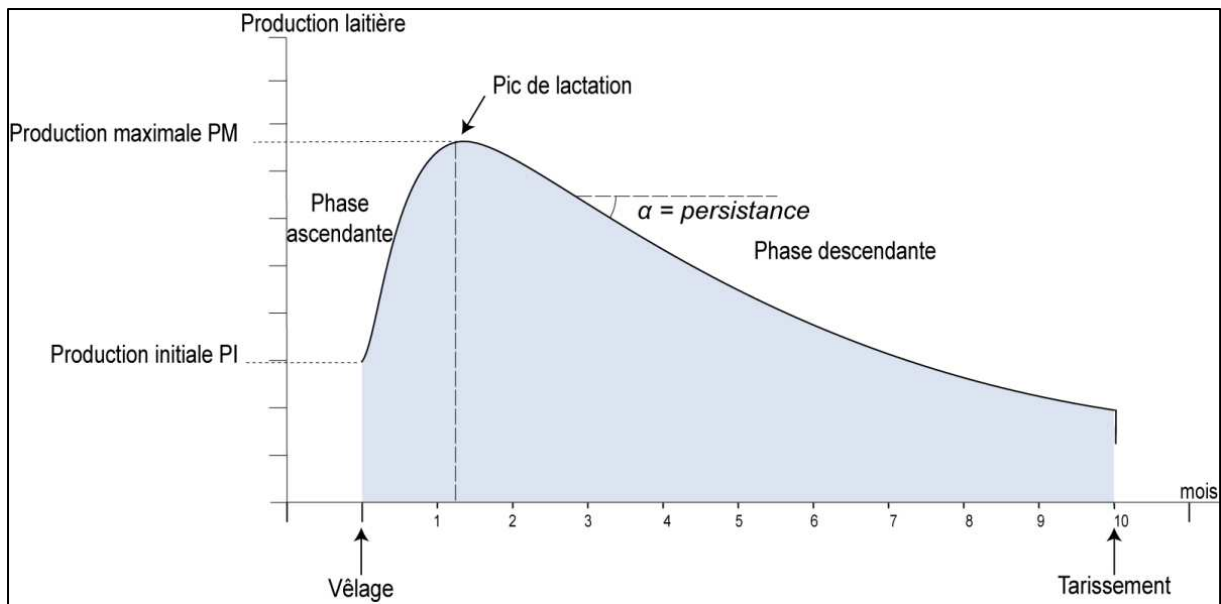


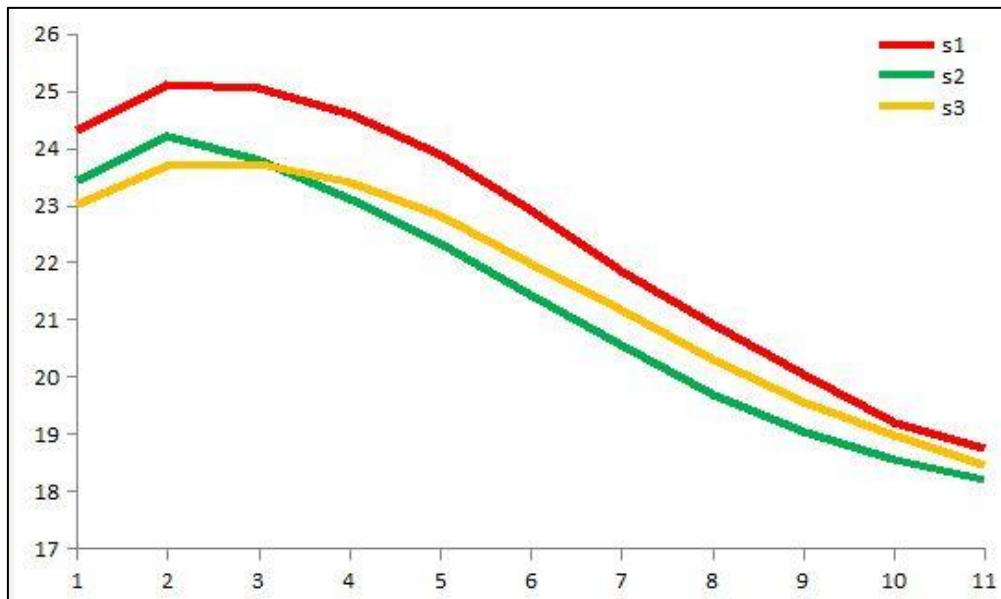
Figure 2 : Description de la courbe de lactation (Chapelle *et al.*, 2012)

Au départ de la lactation, l'augmentation de la sécrétion de lait jusqu'au pic est expliquée par la différenciation continue des cellules sécrétrices mammaires et de l'augmentation de l'activité sécrétoire par cellule en absence de croissance mammaire nette. Après le pic la mort cellulaire apoptotique induit la régression de la glande mammaire (Capuco *et al.*, 2001). Il est probable que la capacité de sécrétion par cellule mammaire diminue à mesure que la gestation avance, en raison des exigences métaboliques contradictoires de la gestation et de la lactation (Capuco *et al.*, 2001).

La forme d'une courbe de lactation se décrit à partir de deux variables : le niveau de production au pic et la persistance qui est définie par la capacité d'une vache à maintenir sa production après le pic (Roumeas *et al.*, 2014), c'est à travers ces deux variables que des facteurs liés à l'animal (race, rang de lactation, âge...) et aux pratiques de gestion d'élevage (alimentation ...) affectent la quantité de lait produite (Boujenane, 2010). Citant comme exemple :

- **Effet du rang de lactation :** Les primipares ont un pic de lactation plus faible et une meilleure persistance que les multipares (Figure 4) et cela s'explique avant tout par des différences de niveau d'ingestion, de mobilisation des réserves corporelles et des besoins métaboliques en lien avec les besoins de croissance chez les primipares (Roumeas *et al.*, 2014). Physiologiquement parlant en début de lactation, le nombre de cellules sécrétrices dans la glande mammaire est plus faible chez les primipares en comparaison aux multipares (Roumeas *et al.*, 2014).

- **Effet de la saison de vêlage** : la saison de vêlage aussi a un effet sur la forme de la courbe de lactation (Figure 3), un effet expliqué par la succession des séquences alimentaires au cours d'une année (Roumeas *et al*, 2014).



S1: Automne +Hiver; S2 : Printemps; S3 : Eté

Figure 3: Les différentes courbes de lactations selon la saison de vêlage (Khalifa *et al.*, 2017)

1.5. Nombre de lactation

Les vaches en première lactation présentent les productions laitières les plus basses, elles acquièrent leurs plus haut potentiel de production vers la quatrième ou la cinquième lactation (Figure 4) (Ray *et al*, 1992).

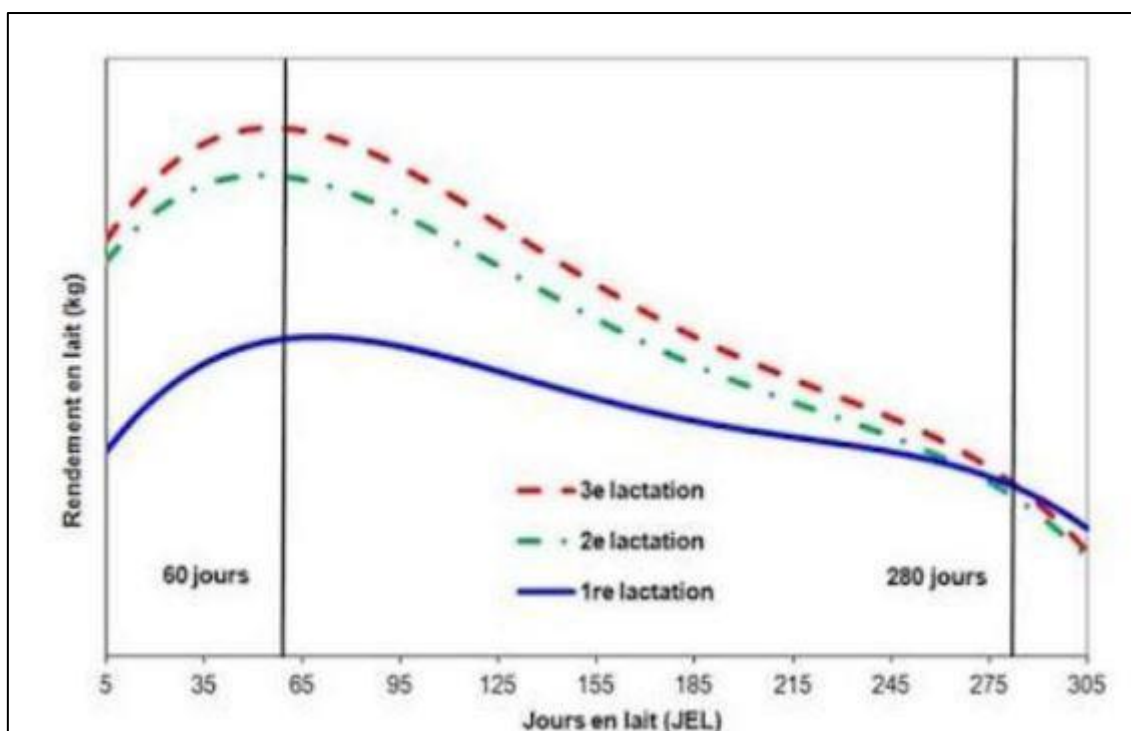


Figure 2 : Influence du rang de lactation sur le niveau de production laitière (Mayouf, 2019)

Ce phénomène a été expliqué chez les primipares par le fait que les vaches en début de lactation ne sont pas encore productrices mais sont toujours en stade de croissance, leur glande mammaire et leur veine mammaire n'étant pas encore bien développées à ce stade (Vijayakumar *et al*, 2017) alors que chez les multipares c'est le développement de la taille de la mamelle entraînant l'augmentation du nombre de cellules sécrétrices qui explique l'augmentation de la production laitière (Mellado *et al*, 2011).

D'autres éléments expliquent l'augmentation du rendement laitier avec l'augmentation de nombre de lactation :

- L'augmentation de la parité qui joue un rôle important dans le contrôle de la mobilisation des tissus entre les vaches primipares et multipares (Mellado *et al*, 2011).
- La différence du milieu endocrinien au moment de la parturition chez les vaches moins matures limite la répartition des nutriments dans le lait (Mellado *et al*, 2011).
- Le niveau de consommation d'aliments journalier plus faible chez les vaches primipares que chez les vaches multipares, et l'augmentation de la taille corporelle des vaches plus âgées par rapport à celle en première lactation (Mellado *et al*, 2011).

CHAPITRE 2

FACTEURS DE VARIATION DE LA PRODUCTION LIÉS A L'ENVIRONNEMENT ET LA GÉSTION

La production de lait cru et sa qualité au niveau de l'exploitation sont soumises à une multitude de facteurs, certains liés aux variations environnementales (Tančin *et al.*, 2020) d'autres liés à la variation du bien-être de l'animal affecté par les considérations techniques et économiques de l'éleveur (Younes et Houari, 2020).

1. Facteurs liés à l'environnement de l'animal

1.1. Climat

La température et l'humidité de l'air produisent un effet direct sur le bien-être animal et ses performances, la hausse des températures secondée par des paramètres hygrométriques élevés se traduit par une baisse de la consommation d'aliment, une chute de production et par une qualité de lait altérée (Fuhrer et Calanca, 2012).

Le stress thermique peut provoquer des pertes de production allant de 0.2 à 2.2 kg de lait/vache/jour, un effet négatif qui n'est pas uniquement due à la diminution de la prise alimentaire mais aussi à la modification du métabolisme des lipides, des protéines et des glucides chez l'animal (Gilles *et al.*, 2016). En cas de stress thermique le taux d'insuline plasmatique augmente empêchant la vache de mobiliser les tissus adipeux et ainsi d'utiliser les acides gras non estérifiés comme source d'énergie, de ce fait une faible portion de glucose est acheminée vers la mamelle et ainsi moins de lactose est synthétisé ce qui entraîne une diminution de la production de lait (Gilles *et al.*, 2016).

Le climat chaud intervient dans la baisse de production d'une manière indirecte également par son effet sur :

- Le système circulatoire en diminuant le nombre de pulsation et par suite l'apport d'éléments constitutifs du lait par le sang circulant (Curasson, 1949).
- Les glandes endocriniennes génératrices d'hormones (ex : rôle de la thyroïde par action des thyro-protéines dans l'enrichissement du lait en matière grasse) (Curasson, 1949).

1.2. Bâtiment

1.2.1. Confort des logettes

Les vaches produisent leur lait en étant couchées, une logette confortable attribuée à la vache assure une meilleure irrigation de la mamelle, le débit sanguin vers le pis augmente d'environ 25%, en effet des études réalisées dans ce contexte ont démontré qu'une heure de couchage en plus permet une augmentation de la production de l'ordre de 1.7 kg/jour (Younes et Houari, 2020).

La qualité des logettes peut aussi avoir un impact sur la santé des pieds, de la mamelle, sur la façon dont l'animal s'alimente... etc. (Younes et Houari, 2020).

1.2.2. Lumière

La clarté est importante dans les bâtiments d'élevage, elle influence le comportement des animaux (mouvement, alimentation et couchage), donc la durée d'éclairage influence positivement la croissance des génisses et la production laitière des vaches. Une expérimentation qui consiste à exposer les vaches laitières à un éclairage artificiel pour une durée de 16h a permis d'accroître la production de lait de 7 à 15 % en comparaison avec l'absence de supplément lumineux (Flaba *et al*, 2014).

1.2.3. Qualité de l'air

L'air du bâtiment est contaminé par les poussières minérales, les spores, les champignons, les bactéries, les virus, les gaz et d'autres polluants qui sont à l'origine de plusieurs affections du tractus et des muqueuses respiratoires ainsi que des dommages des alvéoles pulmonaires raison pour laquelle les performances de l'animal sont altérées (Flaba *et al*, 2014).

2. Facteurs liés à la gestion de l'élevage

2.1. Alimentation

Le rationnement constitue la clé de la réussite dans un élevage (Kassa *et al*, 2016), son objectif est de fournir les éléments nutritifs nécessaires pour satisfaire au mieux l'ensemble des besoins de l'animal (Jurquet, 2016).

Les besoins d'une vache sont représentés par des besoins d'entretien, de production, de gestation et dans le cas d'une primipare des besoins de croissance (Cuvelier *et al*, 2020). Une ration adéquate doit satisfaire tous ces besoins, sans les excéder (Rodenburg, 1987). Si les exigences de l'animal ne sont pas comblées c'est sa production et son état de santé qui en souffrent (Rodenburg, 1987). D'un autre côté, quand on excède les besoins, on augmente le coût des aliments et, dans certains cas, on peut voir apparaître également des problèmes de santé (Rodenburg, 1987).

2.1.1. Utilisation des aliments par la glande mammaire

Pour assurer la composition chimique du lait représentée comme suit : \pm 83% d'eau, 5% de lactose, \pm 4% de matières grasses, + 3% de protéines et 1% de minéraux. La mamelle synthétise ces composantes à partir de précurseurs prélevés dans le sang «figure 5» dont: le glucose, acide acétique, corps cétonique, acide gras à longue chaîne et les acides aminés (Cuvelier *et al.*, 2020).

a. Glucides

Les besoins de la vache en glucose sont assurés par la ration (en général moins de 5%) et par la néoglucogénèse (50 à 60% des besoins) (Cuvelier *et al.*, 2020). Le glucose contribue à la synthèse du constituant glucidique principale du lait «le lactose», raison pour laquelle une importance particulière est attribuée au glucose chez les vaches en lactation car la quantité de lait sécrété dépend de la quantité de glucose fournis à la glande mammaire (pour produire 30 L de lait la glande mammaire utilise 2 Kg de glucose et 500 g en plus pour la couverture des besoins d'entretien) (Cuvelier *et al.*, 2020). La diminution de la teneur en lactose et des rendements pourrait probablement être induite par une glycémie plus faible et une diminution de l'absorption du glucose par la glande mammaire (Leduc *et al.*, 2021). Prouvé par plusieurs recherches, la restriction alimentaire peut induire une diminution de la teneur en lactose influencée par le type de régime alimentaire (Leduc *et al.*, 2021).

b. Acides Gras Volatils

L'acide propionique, l'acide acétique et l'acide butyrique sont issues de la dégradation microbiennes des glucides dont :

- L'acide propionique est utilisé dans la néoglucogénèse (Cuvelier *et al.*, 2020).
- L'acide acétique : utilisé comme fournisseur d'énergie avant d'être introduit par la mamelle dans la production des acides gras à courte et moyenne chaîne du lait (Cuvelier *et al.*, 2020).
- L'acide butyrique : transformé en corps cétoniques fournissant l'énergie, ils sont aussi intégrés dans la synthèse des acides gras à courte et moyenne chaîne du lait dans la mamelle (Cuvelier *et al.*, 2020).

c. Protéines

Les acides aminés sont destinés à la synthèse des protéines ainsi qu'à la synthèse du glucose quand cela est nécessaire, cette double fonctionnalité crée une sorte de compétition

réputée pour être l'une des causes de chute du taux protéique du lait lors d'un déficit énergétique (Cuvelier *et al.*, 2020).

Une carence importante en AA peut également être responsable d'une diminution de la production de protéines dans le lait (Cuvelier *et al.*, 2020).

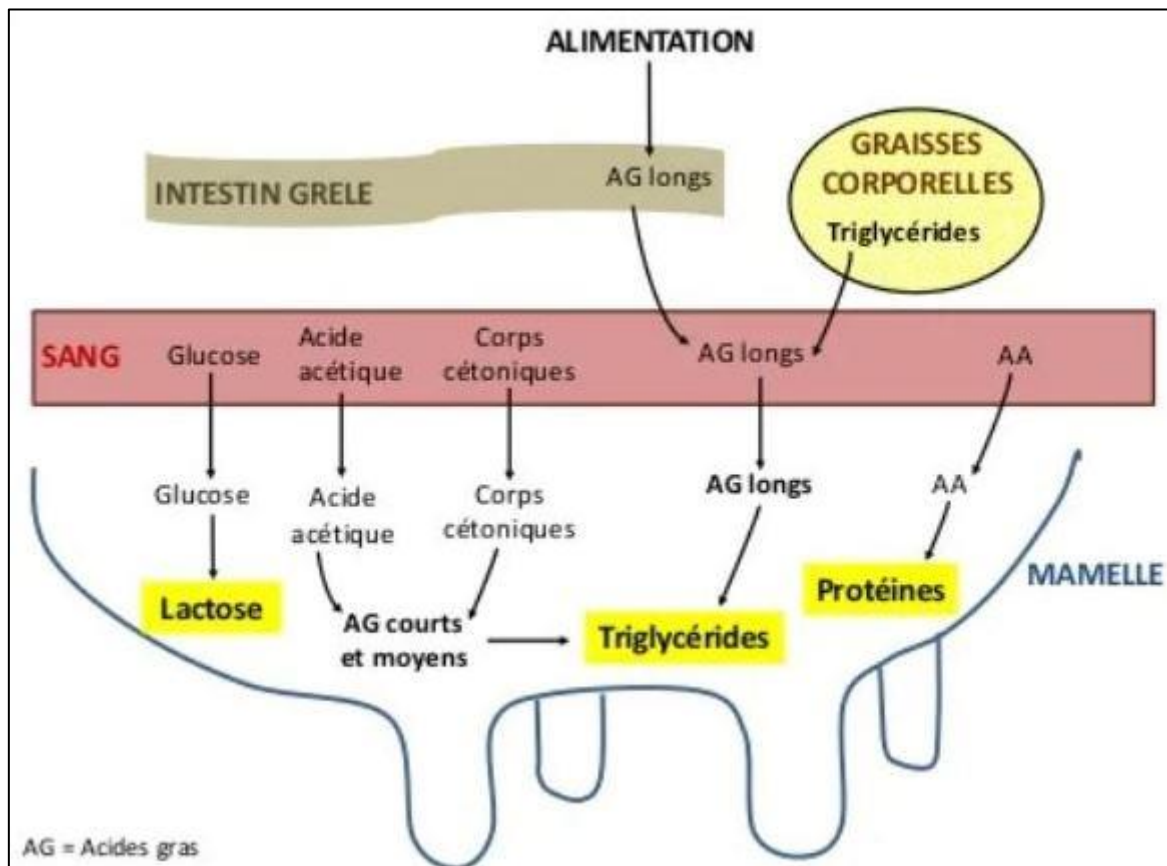


Figure 5 : Présentation schématique du métabolisme des éléments permettant la synthèse du lait au sein de la mamelle (Cuvelier *et al.*, 2020).

La conduite de l'alimentation de la vache laitière comporte une succession de phases (Wolter, 1997) :

- 1) **En début de lactation :** une augmentation des besoins énergétiques liée à l'augmentation rapide du rendement en lait est signalée, cette augmentation se traduit par un bilan énergétique négatif, une mobilisation des réserves corporelles et une modification de la composition du lait (Leduc *et al.*, 2021). Sur le plan alimentaire la vache et durant cette phase doit passer d'un régime riche en lipides et pauvre en énergie vers un régime très énergétique (Hanzen, 2010).
- 2) **En période de tarissement :** c'est la période de préparation de la vache au vêlage, une phase cruciale pour le bon démarrage de la lactation et la prévention des troubles entourant le vêlage. Cette période se distingue par des besoins quantitatifs

bas mais des exigences qualitatives particulières en relation avec la gestation (Wolter, 1997). L'ajustement de la ration de la vache en période de tarissement permet de prévenir les maladies métaboliques et la fièvre vitulaire dans la lactation suivante (Ghoribi, 2011).

2.2. Abreuvement

Comme le lait contient environ 83% d'eau, il est indispensable pour une vache laitière de s'abreuver suffisamment (Younes et Houari, 2020), en effet un sous-abreuvement réduit la consommation alimentaire et la production laitière (Wolter, 1997). Les besoins en eau d'une vache en lactation sont étroitement liés à sa production laitière, à la teneur en eau des aliments consommés et à certains facteurs environnementaux (température, humidité de l'air) (Younes et Houari, 2020).

Pour assurer une consommation maximale et sans risque, l'eau doit être :

- **Propre** : indemne de contamination fécale ou urinaire ou de développement d'algues (Wolter, 1997).
- **Saine** : sans excès de parasites, de germes, de pesticides, de nitrates, de fer ou de métaux lourds (exemple du Pb) (Wolter, 1997).
- **Appétente** : suffisamment renouvelée, peu minéralisée, avec un pH voisin de la neutralité, inodore et sans goût désagréable et à température adaptée à la saison (hiver ou été) (Wolter, 1997).

2.3. Gestion du tarissement

La pratique des éleveurs laitiers les a conduits à rechercher une durée de tarissement proche de 2 mois car c'est celle qui assurait la production laitière la plus élevée, un choix dont des études effectuées depuis plusieurs décennies ont confirmé la justesse (Rémond *et al.*, 1997).

Durant cette phase la glande mammaire passe par 3 stades distincts :

1. **Involution** : débute avec l'arrêt de la traite, durant cette phase la structure de la mamelle n'est pas modifiée contrairement à la production des composants du lait qui diminue rapidement avec un nombre de cellule préservé (Lefebvre *et al.*, 2009).
2. **Période de repos** : caractérisée par une involution de la glande mammaire (Lefebvre *et al.*, 2009).
3. **Phase de régénérescence** : durant laquelle la vache se prépare pour la nouvelle lactation. La formation de colostrum et la synthèse des constituants de lait particularisent ce stade (Lefebvre *et al.*, 2009)..

Pendant la période sèche normale estimée de 6 à 8 semaines, le tissu mammaire est le siège d'un remodelage : le tarissement accélère la disparition des «vieilles» cellules sécrétrices commencée dès le pic de lactation, tandis que l'avancement de la gestation accélère la prolifération des nouvelles cellules en préparation de la lactation suivante (Rémond *et al.*, 1997).

Dans l'objectif de simplifier la conduite d'élevage certains éleveurs procèdent à réduire ou même à omettre la période de tarissement, une pratique qui a pour conséquence la diminution de la production laitière des lactations suivantes et un changement de la composition de lait produit car la réduction de la durée de tarissement ou sa suppression induit l'augmentation des taux butyreux et des taux protéiques ainsi que certains constituants (acides gras libres, lipase sensible aux sels biliaires, plasmine et plasminogène, immunoglobulines) altérant la qualité de lait «Tableau 1» (Rémond *et al.*, 1997).

Tableau 1 : Bilan de l'effet de réduction de la durée de tarissement sur le niveau de production laitière (Rémond *et al.*, 1997).

| | Lait produit en plus en fin de lactation | | Lait produit en moins pendant la lactation suivante | | Bilan | |
|---|--|------------------|---|------------------|-------|------------------|
| | Kg | % ⁽¹⁾ | Kg | % ⁽²⁾ | Kg | % ⁽²⁾ |
| Période sèche omise : | | | | | | |
| - 2 ^{ème} lactation désigné (1966) Rémond <i>et al.</i> , 1997 b. | 700 | 46 | 1525 | 21 | -825 | 11 |
| - 3 ^{ème} lactation désigné (1966) | 505 | 33 | 1540 | 22 | -1035 | 15 |
| - 3 ^{ème} lactation désigné (1966) | 570 | 42 | 1342 | 18 | -772 | 10 |
| Période sèche réduite : | | | | | | |
| - 2 ^{ème} lactation désigné (1966) | 458 | 75 | 610 | 8 | -152 | 2 |
| - 3 ^{ème} lactation désigné (1966) | 336 | 44 | 763 | 10 | -427 | 6 |

⁽¹⁾ Exprimé en fonction de la quantité de lait produite en moins au cours de la lactation suivante.

⁽²⁾ Exprimé en fonction de la production des vaches témoins (7435 Kg pour désigné 1996 ; 7080 Kg pour Rémond *et al.*, 1997 b).

La gestion alimentaire de la période de tarissement s'avère cruciale pour le bon démarrage de la prochaine lactation (Wolter, 1997), les animaux qui arrive maigre à la reproduction n'arriveront pas à atteindre leur potentiel de production, ont un faible pic de production et une production totale diminuée (Ghoribi, 2011).

D'une autre part le prolongement de la période de tarissement aura ses répercussions sur la santé de la vache, les animaux avec une période de tarissement longue ont souvent des gains de poids excessifs qui sont à l'origine des surcharges graisseuses, des déplacements de la caillette, des métrites, des mammites... (Ghoribi, 2011).

2.4. Traite

2.4.1. Effet de la fréquence de traite

La fréquence de traite est l'un des facteurs influençant le rendement laitier et la composition de lait. Il a été montré que la réduction de la fréquence de traite abaisse de manière significative la sécrétion de lait par les cellules mammaires, ce phénomène s'explique par l'effet de la prolactine (Taylor, 2006). La prolactine est une hormone libérée durant la traite son rôle est de stimuler la croissance des cellules sécrétrices actives dans la mamelle, lors de l'augmentation de fréquence de traite ces cellules se multiplient sous l'influence de la prolactine aboutissant à l'augmentation des performances laitières (Taylor, 2006). Pour assurer un rendement meilleur étalé sur toute la durée de lactation il est préconisé d'effectuer la modification de la fréquence de traite durant les 21 premiers jours de lactation (Taylor, 2006).

2.4.2. Effet de l'intervalle entre traites

L'intervalle entre 2 traites influence également la production, un accroissement de cet intervalle aboutit à la diminution de la production laitière (Remond *et al.*, 2006).

L'intervalle entre les traites a fait l'objet de plusieurs études qui ont montré que la vitesse de sécrétion du lait par des mamelles préalablement vidangées diminuait de façon progressive au-delà d'une durée de 12h ou de 18h. La vitesse de sécrétion affectée par un intervalle long montre une plus grande sensibilité pendant le début de lactation que pendant la phase ascendante de la lactation, bien que cette conduite influence le niveau de production, elle ne semble pas modifier le TB et le TP du lait de la journée mais elle accroît son rapport TB/TP (Remond *et al.*, 2006).

2.4.3. Effet de la pratique de traite

La traite constitue un moment essentiel de la contamination des mamelles par les germes pathogènes responsables de mammites (Remy *et al.*, 2010) ayant une répercussion négatif sur le temps et les conditions de travaux et ainsi sur le niveau de production (Gervais *et al.*, 2017), la prévention des affections mammaires se déroule en très grande partie durant la traite avec un bon fonctionnement de la machine à traite, une bonne hygiène et une bonne maîtrise de technique du trayeur (Remy *et al.*, 2010), afin d'éviter toute source de douleur ou de détresse (Younes et Houari, 2020).

Hygiène de la mamelle :

La propreté des vaches constitue un véritable point critique dans la filière laitière car elle influence d'une part sur le confort des vaches et d'une autre part sur la qualité hygiénique du lait (Belkheir *et al.*, 2016).

la propreté influence sur la santé mammaire engendrant une baisse de production laitière d'environ 50%, cette chute de production est expliquée par le fait que la glande est très sensibles aux salissures riches en germes (Bouraoui *et al.*, 2014) qui pénètrent le quartier à travers le canal du trayon (Remy *et al.*, 2010), donc tout défaut d'hygiène de la mamelle augmente le risque des infections mammaires (Bouraoui *et al.*, 2014).

CHAPITRE 3

FACTEURS DE VARIATION DE LA PRODUCTION LIÉS AUX PATHOLOGIES

La santé des animaux doit constituer la préoccupation quotidienne de l'éleveur car elle impacte directement le bien-être de l'animal (Gervais *et al.*, 2017) qui conditionne l'expression de ses performances laitière «Figure 6» (Younes et Houari, 2020).

Les maladies ont différents types d'effets biologiques sur les animaux qui se manifestent par des pertes de production et affectent également la capacité d'un animal à survivre, à croître et à se reproduire (Sharma *et al.*, 2016)

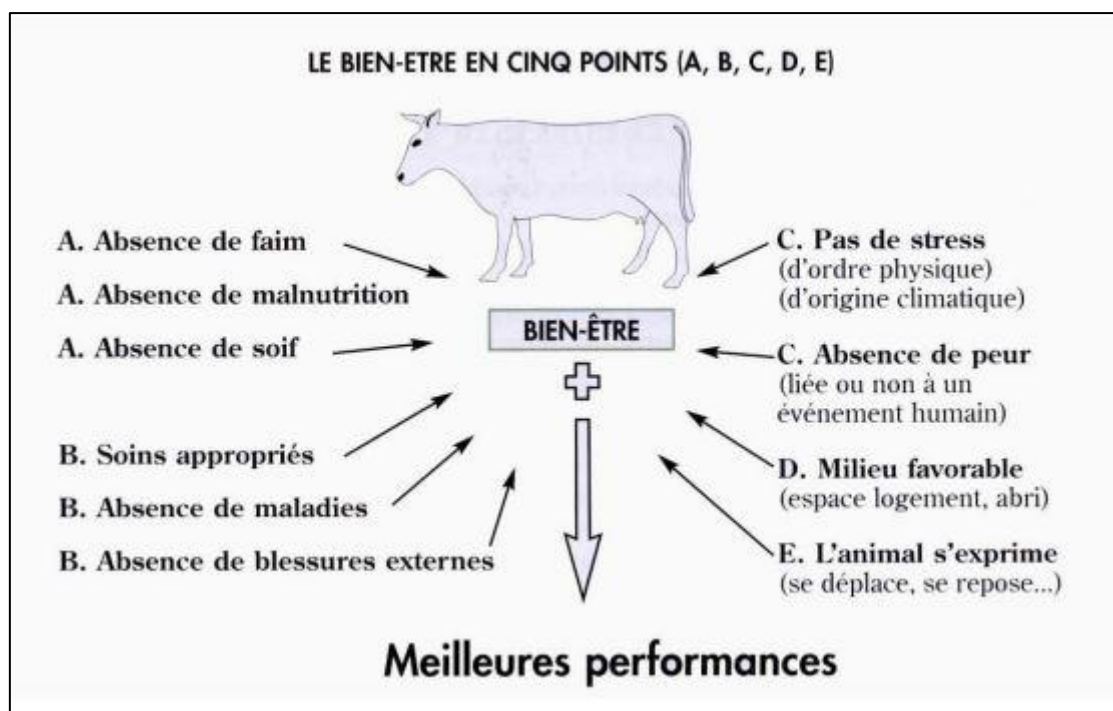


Figure 6 : Relation entre le bien-être de l'animal et ses performances (Younes et Houari, 2020).

1. Problèmes métaboliques et digestifs

1.1. Problèmes métaboliques

Pour couvrir ses besoins, la vache en production doit consommer des quantités d'aliments 3 à 4 fois supérieures à celles consommées en période de tarissement (Loiselle, 2009). Cependant, en fin de gestation et au vêlage, l'appétit de la vache est faible et n'augmente pas aussi rapidement que ses besoins, un bilan énergétique négatif est donc observé (Loiselle, 2009).

L'incidence des maladies métaboliques varie fortement au cours du cycle de lactation (Lacasse *et al.*, 2018), elles sont plus fréquentes durant les premières semaines de lactation au même moment où le déficit énergétique est à son plus haut (Loiselle, 2009).

1.1.1. Acidose subaiguë

Une pathologie qui concerne les vaches haute productrice ayant un potentiel de production supérieur à 9000 litres de lait par lactation (Cuvelier *et al.*, 2020) Caractérisé par la chute du taux butyreux du lait suite à la diminution d'absorption des AGV impliqués dans la synthèse de la matière grasse du lait (Chefaoui et Mezaza, 2018).

1.1.2. Acétonémie

Acétonémie ou cétose, maladie des hautes productrices (Gourreau *et al.*, 2011), survient en début de lactation en raison de l'augmentation brutale des besoins énergétiques de la vache (Cuvelier *et al.*, 2020).

En début de lactation, les besoins de la vache en glucose, destiné à la synthèse de lactose et à la production de lait, sont très importants. Ces besoins atteignent leur maximum durant le pic de lactation mais ne sont pas comblés suite à l'appétit insuffisant de la vache «Figure 7» (Gourreau *et al.*, 2011). Dans 80 % des cas, les vaches atteintes d'acétonémie guérissent spontanément mais après un amaigrissement intense qui induit une chute de production forte et durable qui peut persister pour le reste de sa lactation (Gourreau *et al.*, 2011).

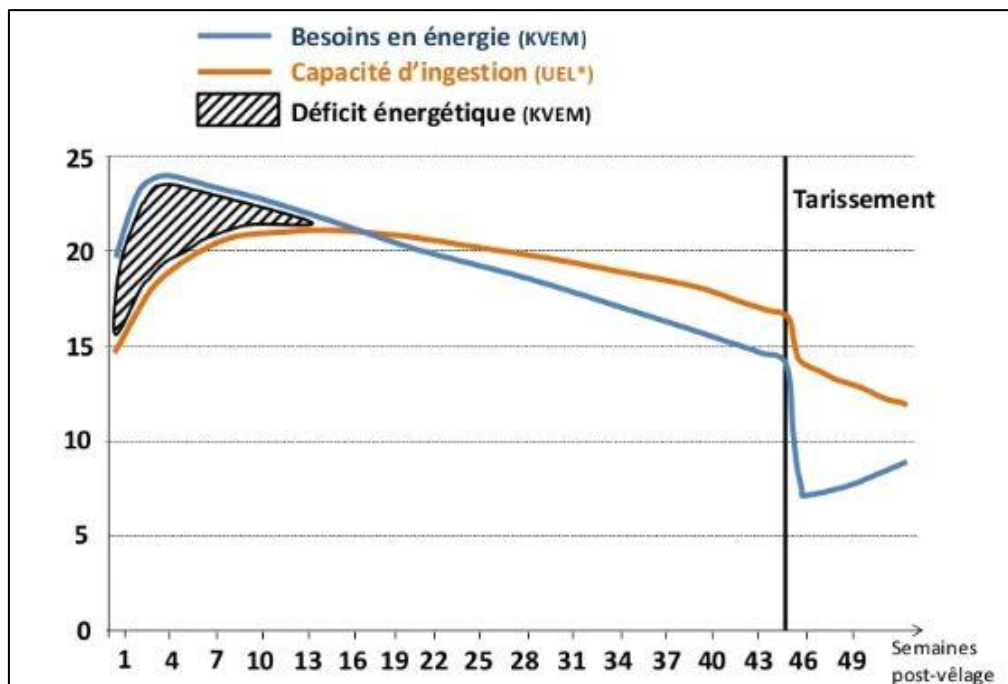


Figure 7 : Evolution des besoins énergétiques d'une vache laitière durant la lactation (Cuvelier *et al.*, 2020).

1.2. Problème digestifs

Plusieurs études ont démontré l'association entre les modifications de la production laitière et l'apparition de troubles digestifs (Edwards et Tozer, 2004). Les symptômes spécifiques des troubles comprennent la perte d'appétit et la restriction des mouvements (Edwards et Tozer, 2004) et pour certains troubles digestifs il a été possible d'observer un stress métabolique accru des micro-organismes du système digestif associé à une diminution de la digestion des fibres, ainsi qu'à une perturbation des fonctions de barrière de l'épithélium digestif (Zebeli et Metzler-Zebeli, 2012).

1.2.1. Indigestion par surcharge

Affection aigüe consécutive à des défauts de fermentation ruminale, caractérisée par une atteinte modérée de l'état général (abattement, diminution légère de la production laitière) et une augmentation du pH du contenu ruminal (Guatteo, 2014).

1.2.2. Déplacement de la caillette

Affection qui concerne principalement les vaches laitières hautes productrices en début de lactation, elle est relative à plusieurs facteurs liés à l'alimentation, à la régie et au logement (Roy et Francoz, 2014).

Les symptômes des déplacements de la caillette débutent par perte d'appétit accompagnée ou précédée par une chute de production laitière (Gourreau *et al.*, 2011).

Lors d'un déplacement à gauche, il a été montré que la perte de production est plus sévère que lors d'atteinte avec d'autres troubles, l'une des raisons justifiant cette différence est la méthode de traitement qui est la plus couramment chirurgicale (Edwards et Tozer, 2004).

2. Problèmes locomoteurs

Les boiteries et les affections podales constituent par leur fréquence et leur importance économique la troisième maladie en élevage bovin laitier, leurs conséquences sont multiples (pertes économiques, travail supplémentaire lié aux soins et une principale atteinte du bien-être animal), un animal boiteux éprouvant plus de difficulté à se déplacer suite à la douleur, va moins s'alimenter et s'abreuver et donc va produire moins de lait «Tableau 2» (Bareille et Roussel, 2014) et dans les cas d'atteintes prolongées c'est ses performances de reproduction qui seront altérées (Blowey et Weaver, 2006). De nombreux auteurs ont mis l'accent sur les pertes en production laitière causées par les problèmes locomoteurs et estiment une perte d'environ 80 à 350 kg de lait par lactation (Bouraoui *et al.*, 2018).

Une augmentation de la fréquence des boiteries est marquée ces dernières années, elle tient à l'évolution des modes de logements et des systèmes alimentaires, à la charge de travail qui réduit la qualité des soins des animaux boiteux et aux regroupements des troupeaux qui favorisent l'introduction et la dissémination des maladies d'origine infectieuse (Bareille et Roussel, 2014).

Par définition, les boiteries correspondent au signe clinique présenté par les animaux manifestant une suppression ou un allègement de l'appui sur un membre douloureux (Bareille et Roussel, 2014). Chez la vache laitière 3 pathologies principales sévissent dans les troupeaux : la fourbure subaiguë, le fourchet et la maladie de Mortellaro (Gervais *et al.*, 2017).

Tableau 2 : Effet des différents stades de boiterie sur la production de lait (Roussel *et al.*, 2009)

| Type d'expression clinique | Baisse de production laitière (Kg/ an) |
|--|--|
| Affections modérées (La boiterie ne peut être formellement établie ; les vaches ont des lésions podales qui se manifeste par des signes cliniques frustrés). | 100 |
| Boiteries légères (durée d'expression clinique < 8j) | 50 |
| Boiteries modérées (durée d'expression clinique de 8 à un mois) | 250 |
| Boiteries sévère (durée d'expression clinique > 1 mois et incite à la réforme) | 800 |

3. Maladies parasitaires

Les parasites sont des êtres vivants qui se développent aux dépens d'un autre organisme, ils agissent par divers actions pathogènes pouvant avoir des conséquences graves pour la santé, voir pour la survie de l'animal infesté (Beugnet, 2008).

Le parasitisme désigne le mode de vie des parasites, son importance chez les animaux de rente est surtout économique car il se traduit par des pertes de production (viande ou lait) (Beugnet, 2008). Les bovins sont essentiellement infestés par des strongles digestifs ou pulmonaires, des paramphistomes et des douves (Cabaret, 2017), les ectoparasites eux aussi peuvent provoquer des dommages directs ou indirects se traduisant par la perturbation des performances du bétail (Bouchama, 2021).

3.1. Ectoparasites

Les parasitoses externes sont régulièrement rencontrées en élevage de bovin, leur fréquence dépend de la région concernée, la saison, le type de production et la conduite d'élevage (Bouchama, 2021). Selon les parasites, les répercussions des parasitoses sur la santé animale sont très variables, elles peuvent aller de la simple gêne à la mort de l'hôte (Bouchama, 2021).

Le comportement des ectoparasites se traduit par :

- Un stress perturbant les comportements de l'animal (animal excité), entraînant une dépense supplémentaire d'énergie, un moindre temps de pâture et de repos et par conséquent une diminution du gain du poids et de la production laitière (Bouchama, 2021).
- Un prurit et une douleur responsables d'une perte d'appétit et donc d'une baisse des productions (Bouchama, 2021).

Les ectoparasites justifient également leur importance médicale et économique par leur rôle dans la transmission de plusieurs pathologies (rôle de vecteur) ayant une importance à l'égard de la santé publique et vétérinaire et représentant une contrainte majeure au développement de l'élevage (Bouchama, 2021).

3.2. Endoparasites

Plusieurs genres de vers et d'helminthes sont capables d'infester les bovins, plus essentiellement au cours du pâturage (Beugnet et Guillot, 2008). Ils sont majoritairement ingérés sous forme de larves qui continueront leur cycle évolutif dans un ou plusieurs organes du bovin (Beugnet et Guillot, 2008).

3.2.1. Strongyloses gastro-intestinales

Les parasites se développent du stade larvaire vers le stade adulte au niveau de la caillette, de l'intestin grêle ou du gros intestin (Gourreau *et al.*, 2011).

À partir d'un certain degré d'infestation, les parasites génèrent des lésions ou des désordres fonctionnels plus ou moins importants (Gourreau *et al.*, 2011) et donc une mal digestion et une mal absorption des nutriments (Miraton, 2008). Les animaux infestés peuvent aussi présenter une baisse d'appétit progressive plus prononcée en cas d'atteinte de la caillette et peut aller jusqu'à l'anorexie (Miraton, 2008).

Les infestations subcliniques manifestent leurs effets chez les adultes par des chutes de performance laitière et de reproduction, alors que chez les jeunes elles se manifestent par

un allongement de la phase d'élevage ou par des baisses de performance laitière en première lactation (Ravinet, 2014).

3.2.2. Fasciolose

La fasciolose est une maladie parasitaire due à des trématodes du genre *Fasciola* se développant dans les canaux biliaires (Chauvin *et al.*, 2007).

Les effets de la douve sur les performances du bétail sont expliqués par la dégradation du tissu hépatique et par l'altération de ses fonctions faisant suite à la migration du parasite et à sa présence dans les canaux biliaires (Donnadieu, 2001). Le foie intervient dans les processus d'élimination des déchets de l'organisme, une perturbation de cette fonction ne peut que nuire au bon état et à la production animale (Donnadieu, 2001).

La perturbation de la productivité est aussi expliquée par l'altération du métabolisme glucidique, lipidique et protéique assuré par le foie, par la perturbation de la digestion dont les sécrétions biliaires sont impliquée et par des défauts de la synthèse des protéines et des lipides induisant une chute des taux butyreux et protéiques dans le lait de vache infestée (Donnadieu, 2001).

4. Maladies d'origine infectieuse

Le terme infection implique un hôte qui héberge un micro-organisme (virus ou bactérie) capable de s'y multiplier exponentiellement et de provoquer des lésions et des troubles fonctionnels (Gourreau et Haddad, 2008) pouvant être liés à une chute de l'état général (faiblesse, amaigrissement), à une régression des performances ajoutée à une baisse de la qualité des produits (Bouzebda, 2007). Ces entités pathologiques exercent un impact préjudiciable lorsqu'elles sévissent de manière discrète voire asymptomatique (c'est les pathologies sub-cliniques qui pénalisent souvent les productions) (Brugère-Picoux et Brugère, 2001).

Les maladies virales sub-cliniques peuvent être la conséquence d'une affection associée à une longue période d'incubation, ou d'un effet immunodépresseur non spécifique ou encore être dues à un agent présentant un effet pathogène limité à un syndrome "baisse de production". Il peut s'agir aussi d'une affection touchant l'appareil reproducteur et provoquant des avortements ou une mortalité embryonnaire précoce laissant penser à une infertilité d'origine non infectieuse (Brugère-Picoux et Brugère, 2001).

Prenant l'exemple de la leucose bovine, une maladie virale provoquée par le BLV (Virus de la Leucémie Bovine) sévissant généralement sous forme sub-cliniques (Norby *et al.*, 2016), Il

n'a pas été possible de déterminer exactement le rôle des BLV dans la baisse de production laitière, mais, cela peut, dans une certaine mesure, s'expliquer par l'infection des cellules épithéliales mammaires affectant leurs proliférations et pouvant initier une trajectoire des vaches vers une transformation maligne des cellules épithéliales mammaires, ou par la suppression immunitaire déclenchée par le virus affectant la santé générale (Norby *et al.*, 2016).

D'autres maladies infectieuses graves comme la tuberculose, salmonellose, la pneumonie... représentent une source majeure de perte, elles affectent la production de manière directe (les affections mammaires) ou indirectes provoquant une diminution la consommation alimentaire et donc la production laitière (Dinsmore, 2021).

5. Problèmes de reproduction

La reproduction constitue également un témoin de la santé générale de l'élevage car dans le cas d'affection les performances de reproduction sont souvent les premières à être altérées (Chastant, 2008).

En matière de production laitière le vêlage déclenche la lactation (Chastant, 2008) et le maintien d'une fertilité optimale assure un rendement laitier optimal (Blowey et Weaver, 2006).

Le critère le plus intéressant pour la mesure de la fertilité d'un troupeau est l'intervalle entre les vêlages (nombre de jours entre deux mises bas), tout prolongement dans la période entre les vêlages se traduit par des pertes de production laitière (Bouzebda, 2007).

Il existe une multitude de facteurs influençant la fertilité des vaches laitières dont les métrites, les kystes ovariens et d'autres causes qui peuvent être inapparentes (Brugère-Picoux et Brugère, 2001).

5.1. Métrite puerpérale aiguë

Plusieurs termes définissent cette affection comme la métrite aiguë, la métrite toxique ou l'infection utérine (Bareille et Roussel, 2014). Elle est caractérisée par un gros utérus avec des écoulements génitaux fétides rougeâtres et brunâtres et des signes systémiques évidents (Bareille et Roussel, 2014). Cette pathologie se présente généralement les 2 premières semaines après le vêlage, affectant environ 40 – 50% des vaches laitières, sa gravité se déclare par son effet négatif sur la fertilité des vaches laitières (perturbations des fonctions ovariennes et utérines), sur les futures performances de reproduction (l'intervalle vêlage-conception augmente) et ainsi sur le niveau de production laitière de l'animal

(Bareille et Roussel, 2014) qui s'explique par l'influence des symptômes systémiques qu'elle engendre tel qu'une hyperthermie et une inappétence (Rajala et Grohn, 1998).

5.2. Rétention placentaire

L'absence d'expulsion des enveloppes fœtales dans les 24 h suivant le vêlage est appelée rétention placentaire ou non-délivrance (Gourreau *et al.*, 2011). Elle survient lorsque la motricité utérine est insuffisante pour expulser le placenta. D'autres causes sont incriminées dans la pathologie dont on cite : la suralimentation au tarissement, la carence en vit E, les vêlages longs et dystociques (Bouzebda, 2007). La RP multiplie le risque de métrite, raison pour laquelle elle constitue un risque majeur d'infertilité (Gourreau *et al.*, 2011).

5.3. Dystocies

Les difficultés de vêlage sont désignées par le terme "Dystocie" (Chastant et Badinand, 2008). Les dystocies affectent l'entreprise laitière sur plusieurs niveaux, ses conséquences vont de la nécessité du producteur de porter une attention supplémentaire à la vache jusqu'à la mortalité de celle-ci, du veau ou des deux (Ouellet, 2015).

Nombreuses sont les études qui ont démontrés l'impact négatif qu'exerce les difficultés de vêlage sur la production laitière des vaches. Les chercheurs ont observé que les niveaux de pertes quantitatives et qualitatives (matières grasses et protéiques) de lait augmentent graduellement avec le degré de sévérité de la dystocie (Ouellet, 2015). Ces pertes sont attribuées à la douleur, la dystocie a été nommée comme la condition la plus douloureuse que peut subir une vache durant sa carrière, aux lésions faisant suite aux dystocies et à la durée du vêlage qui affecte la fonction du système adrèno-cortical (Ouellet, 2015).

5.4. Troubles ovariens

La reprise d'une activité ovarienne après le vêlage dépend physiologiquement de la réapparition d'une libération pulsatile de la GnRH et d'une récupération par l'hypophyse d'une sensibilité à l'action de cette hormone (Hamdani, 2018). La modalité de reprise de cyclicité influence sur la fertilité de la femelle (Gourreau *et al.*, 2011).

Plusieurs situations d'anoestrus peuvent induire un retard de mise à la reproduction et systématiquement une perte économique majeure (Chastant, 2008).

5.5. Mammites

Les mammites par définition sont l'état inflammatoire d'un ou de plusieurs quartiers de la mamelle (Hanzen, 2016). C'est une affection multifactorielle (Deng *et al.*, 2019), dont l'origine la plus fréquente est la pénétration de bactérie dans un quartier à travers la canal

du trayon (Remy *et al.*, 2010). Chez la vache, les mammites se manifestent sous deux aspects (formes) (Roussel et Bendali, 2008) :

- a. **Mammites cliniques** : définies par la présence de symptômes fonctionnels, elles entraînent systématiquement une modification du lait dans son aspect, sa texture et sa quantité produite. Les mammites cliniques peuvent être associées à des signes locaux (douleur, chaleur, œdème, rougeur, etc.) et/ou généraux (hyperthermie, abattement, anorexie, etc.) (Angoujard, 2015)
- b. **Mammites sub-cliniques** : c'est la forme inapparente dont les symptômes ne sont pas visibles (Roussel et Bendali, 2008). Cette forme de mammité se traduit uniquement par une réaction immunitaire mise en évidence indirectement par un afflux de cellules somatiques dans le lait (Angoujard, 2015).

Le risque des mammites s'élève avec le nombre de germes présent dans le trayon qui se différencie par leurs caractéristiques pathogéniques (durée et sévérité de l'infection) et leurs caractéristiques écologiques (réservoirs et transfert) (Roussel et Bendali, 2008). Il a été prouvé que la variation de l'agent pathogène, impliqué dans l'infection mammaire, induit une variation dans le niveau de perte de production (Grohn *et al.*, 2004) ainsi qu'une variation dans la teneur des composants du lait produit (Pacheco, 2016). L'infection mammaire constitue certainement la première cause de perte de productivité laitière (Hunter *et al.*, 2006) manifestée à long terme par une baisse de production « Tableau 3 » (Hanzen, 2016).

Tableau 3 : Pertes de production laitière en fonction de l'expression clinique des mammites (Roussel *et al.*, 2009).

| Type d'expression clinique | Baisse de production laitière (kg/an) |
|---|---------------------------------------|
| Mammites avec signes locaux simples non durables (sans séquelle et sans rechute) | 80 |
| Mammites avec signes locaux modérés durables (avec séquelles et / ou rechutes) | 150 |
| Mammites avec signes sévères ou généraux non durables (sans séquelle et sans rechute) | 250 |
| Mammites avec signes sévères ou généraux durables (avec séquelles et / ou rechutes) | 800 |

Les conséquences néfastes observées suivant l'introduction des agents pathogènes dans la mamelle sont en bonne partie attribuables à une réponse inflammatoire excessive de la

vache (Lacasse *et al.*, 2001). La présence des bactéries dans la glande mammaire provoque l'activation des cellules immunitaires de la mamelle qui relâchent une gamme de médiateurs inflammatoires stimulant la migration des cellules immunitaires du sang vers la glande «Tableau 4» (Lacasse *et al.*, 2001). Plusieurs données suggèrent que c'est la présence des radicaux libres et des protéases libérés en excès par les cellules immunitaires qui affecte la fonction mammaire (Lacasse *et al.*, 2001).

Tableau 4 : Le devenir des germes dans la glande mammaire (Baillet, 2009)

| Phases du processus infectieux | Que se passe-t-il du point de vue microscopique ? |
|---|--|
| Adhésion à l'épithélium du sinus lactifère | Permet d'éviter l'élimination des germes par le flux de traite. La pathogénie de cette phase reste encore floue : aucun facteur d'attachement n'a pu être mis en évidence pour <i>E. coli</i> tandis que 95 % des souches de <i>S. aureus</i> possèdent des adhésines de surface qui reconnaissent et lient la fibronectine (glycoprotéine présente dans la matrice extracellulaire du tissu mammaire). |
| Lésions de cellules épithéliales | Gonflement puis une dégénérescence vacuolaire des cellules. Apparition de zones d'érosions des canaux lactifères contemporaines de la prolifération des germes |
| Réponse inflammatoire | L'agression bactérienne et les lésions cellulaires induisent un afflux de PNN d'origine sanguine. L'afflux est plus ou moins important selon la bactérie considérée et l'importance de la contamination. Il n'y a pas de modification histo-pathologique particulière excepté pour <i>S. aureus</i> qui entraîne une mammite de type gangréneuse. |

La perte de fonction mammaire peut aussi être expliquée par la perturbation de l'intégrité des cellules alvéolaires, à la desquamation des cellules, à l'apoptose induite et à l'apparition accrue de cellules peu différenciées (Akers et Nickerson, 2011). Plusieurs chercheurs ont étudié l'histopathologie de la mammite bovine et ont résumé la pathogénie comme suit : après la pénétration des bactéries dans le quartier, les neutrophiles migrent du sang vers le tissu inter-alvéolaire (Akers et Nickerson, 2011). L'épithélium sécrétoire se vacuolise en raison de l'accumulation de composants du lait, puis se détache de la membrane basale tandis que le stroma s'épaissit en raison de la multiplication des fibroblastes. Au fur et à mesure de l'involution, des leucocytes mononucléaires s'infiltrent dans le tissu pour nettoyer

les débris tissulaires, puis disparaissent lorsque le tissu glandulaire prend un état non sécrétoire ou indifférencié (Akers et Nickerson, 2011).

CONCLUSION

Pour assurer l'augmentation de la production laitière quantitativement et qualitativement, il s'est avéré nécessaire de connaître les facteurs qui influencent la productivité des vaches.

Le choix des animaux producteurs joue un rôle déterminant dans l'amélioration de leur productivité. Un choix basé sur la sélection des races hautes productrices ainsi que la sélection génétique portant sur des caractères fonctionnels et morphologiques sont deux facteurs qui influencent d'une façon directe la production laitière du bovin laitier. Il existe d'autres facteurs liés à l'animal qui sont à l'origine de la variation de production d'une vache à l'autre, des facteurs en relation avec l'âge, le vêlage et la lactation.

La relation de l'animal avec son environnement intervient aussi dans la variabilité de la production. Un environnement inadéquat se présente par une température inadéquate et de mauvais paramètres hygrométriques affectant d'une manière directe le bien être de l'animal et donc son niveau de production. Les paramètres du logement (le confort des logettes, la luminosité et la qualité de l'air du bâtiment) sont ainsi inclus dans la modification de la productivité.

La gestion de l'élevage conditionne la production laitière. Une bonne gestion d'élevage fait appel à une bonne alimentation qui répond aux besoins quantitatifs et qualitatifs de l'animal, une bonne gestion de la période du tarissement qui constitue la phase qui permet à l'organisme de la vache de se préparer pour une longue période de production, et une bonne gestion de traite qui doit se faire d'une fréquence étudiée et d'un intervalle déterminé dans des conditions favorables.

Enfin, la santé de l'animal est le facteur majeur influençant la productivité des vaches. Chez la vache laitière et pour un grand nombre de pathologie, la chute de production laitière se présente comme signe clinique. Cette chute de production peut être liée à plusieurs causes, elle peut être le résultat d'une atteinte de l'état général modifiant la prise alimentaire de l'animal, elle peut aussi être le résultat d'une modification de la cyclicité de la vache et donc la modification de sa courbe de lactation (cas des pathologies de reproduction), comme elle peut être à l'origine d'une atteinte directe de l'organe sécréteur de lait « la glande mammaire » modifiant sa fonctionnalité et donc la productivité de la vache.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKERS, R. M., NICKERSON, S.C. 2011. Mastitis and its Impact on Structure and Function in the Ruminant Mammary Gland. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 16, 275-289.

ANGOJJARD, P.L., 2015. Enquête sur le diagnostic et le traitement des mammites de la vache laitière par les vétérinaire de terrain en France en 2015. Thèse de Doctorat: vétérinaire, Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort, La faculté de médecine de créteil, 121p.

ANONYME. 2011. Des programmes de sélection efficaces: Sélection des races bovines laitières: [Online]. France génétique Elevage. valable: fr.france-genetique-elevage.org/Selection-des-races-bovines.html [consulté le 03-06-2022].

ANONYME., 2015. Races bovines laitières Prim'Holstein [Online]. France Génétique Elevage valable: <http://fr.france-genetique-elevage.org/Prim-Holstein.html> [consulté le: 03-06 2022].

BAILLET, M., 2009. Les peincipales urgences médicales chez les bovins. Thèse de Doctorat: Vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Faculté de Médecine de CRETEIL, 222p.

BAREILLE, N., & ROUSSEL, P., 2014. Maitrise des Boiteries dans les Troupeaux laitiers: Méthode d'intervention. 2ème éd. Institut de l'Elevage, Paris, France, 179p.

BEUGNET, F., 2008. Maladie parasitaires générales. *In: Manuel pratique maladies des bovins* 4ème ed.: France Agricole, France, pp 94-97.

BEUGNET, F., GUILLOT, J., 2008. Maladies Parasitaires Générales. *In: Manuel pratique maladies des bovins* 4ème ed. France Agricole, France, pp 98-105.

BLAIS, C., ROY, R., LAFONTAINE, S., 2008. Améliorer la longévité des vaches, est-ce vraiment payant. *VALACTA*, 17-18.

BLOWEY, R.W., WEAVER, A.D., 2006. Guide Pratique de Médecine Bovine. 2ème ed. MED'COM, Oxford, Royaume-Uni, 229 p.

BODIN, L., BOLET, G., GARCIA, M., GARREAU, H., LARZUL, C., DAVID, I., 2010. Robustesse et canalisation : vision de généticiens. *INRA Productions Animales* 23, 11-22.

BOUCHAMA, B., 2021. Composition et structure des ectoparasites des bovins dans la zone méridionale de la région de Sétif et leur impact sur le stress et la production laitière. Thèse de Doctorat: Ecologie Animale, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 151 p.

BOUJENANE, I., 2010. La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations. *L'Espace Vétérinaire*, 1-5.

BOURAOU, R., MAAOUI, W., TOUMI, J., BAKKARI, G., 2018. Incidence et impact des pathologies digitées sur la production laitière d'un élevage bovin laitier dans l'étage bioclimatique aride supérieur en Tunisie. *Journal of new sciences* 50, 3054-3070.

- Bouraoui R., Selmi H., Mekni A., Chebbi I., Rouissi H., 2014. Impact des conditions de logement et des pratiques de traite sur la santé mammaire et la qualité du lait de la vache laitière en Tunisie. *Livestock Research for Rural Development* 26 (3), Article 55.
- BOUZEZBDA, Z., 2007. Gestion zootechnique de la reproduction dans des élevages bovins laitiers dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat: Sciences Vétérinaire, Faculté des sciences et de la vie, Université Mentouri Constantine, 234 p.
- BROCHARD, M., BOICHARD, D., DUCROCQ, V., FRITZ, S., 2013. La sélection pour des vaches et une production laitière plus durables: acquis de la génétique et opportunités offertes par la sélection génomique. *INRA Productions Animales* 26, 145-156.
- BRUGÈRE-PICOUX, J., BRUGÈRE, H., 2001. La pathologie subclinique, facteur limitant des productions animales. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 154 (2), 207-216.
- CABARET, J., 2017. Parasitisme interne des ruminants (strongles) et utilisation du pâturage: comment faire durablement bon ménage?, *Fourrages*, 59-69.
- CAPUCO, A.V., WOOD, D.L., BALDWIN, R., MCLEOD, K., PAAPE, M.J., 2001. Mammary Cell Number, Proliferation, and Apoptosis During a Bovine Lactation: Relation to Milk Production and Effect of bST. *Journal of Dairy Science* 84 (10), 2177-2187.
- CHAPELLE, H., WYZEN, B. & VANWARBECK, O., Du tarissement au pic de lactation. A.W.E. – Service Technico-Economique. valable: <https://docplayer.fr/44535146-Du-tarissement-au-pic-de-lactation.html> [Consulté le: 20-5-2022].
- CHASTANT, S., 2008. Troubles de la reproduction. *In: Manuel pratique maladies des bovins*, 4^{ème} Ed. France Agricole, France, pp. 458-461.
- CHASTANT, S., BADINDAND, F., 2008. Troubles de la reproduction. *In: Manuel pratique maladies des bovins*, 4^{ème} Ed. France Agricole, France, pp. 500-503.
- CHAUVIN, A., ZHANG, W., MOREAU, E., 2007. La fasciolose des ruminants: Immunité, immunomodulation et stratégie de prévention. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 160(2), 85-92.
- CHERFAOUI, H., MEZAZA, A., 2018. Alimentation, pathologie, reproduction et productivité de la vache laitière Interrelations à l'échelle de la lactation et de la carrière. Mémoire: Docteur vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaire, Université Saad Dahleb -Blida 1, 66p.
- CORRE, C., 2019. Etude de l'âge au premier vêlage des vaches laitières en Ile-Et-Vilaine à l'échelle de l'animal et des élevages. Mémoire Master: Biologie, Agrosociétés. Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, Université de Rennes, 79p.
- COULON, J. B., CHILLIARD, Y., RÉMOND, B., 1991. Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). *INRA Productions Animales*, 4 (3), 219-228.
- CURASSON, M.G., 1949. Les climats chauds et la production laitière. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 3(2), 77-92.

CUVELIER, C., HORNICK, J. L., BECKERS, Y., FROIDMONT, E., KNAPP, E., ISTASSE, L., DUFRASNE, I., 2020. Les livrets de l'agriculture N° 22 - L'alimentation de la vache laitière Wallonie, Belgique, 193p.

DENG, Z., KOOP, G., LAM, T.J.G.M., VAN DER LANS, I.A., VERNOOIJ, J.C.M., HOGVEEN, H. 2019. Farm-level risk factors for bovine mastitis in Dutch automatic milking dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 102 (5), 4522-4535.

DERVILLÉ, M., PATIN, S., AVON, L., 2009. Races bovines de France, France Agricole, Paris, France, 269p.

DINSMORE, P., 2021. Interactions Between Health and Production in Dairy Cattle, MSD Veterinary Manual. [<https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/health-management-interaction-dairy-cattle/interactions-between-health-and-production-in-dairy-cattle#v3312448>]. [Consulté le: 01-06 2022].

DONNADIEU, D. J. 2001. Traitement et prévention de la fasciolose à *Fasciola hepatica* en élevage bovin laitier: Essai d'un protocole utilisant le closantel et l'oxyclozanide. Thèse: Docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, Université de Paul-Sabatier de Toulouse, 67p.

DUCROCQ, V., 1992. L'évaluation des reproducteurs: L'analyse de la longévité. INRA Productions Animales, 205-207.

EDWARDS, J.L., TOZER, P.R., 2004. Using Activity and Milk Yield as Predictors of Fresh Cow Disorders. *Journal of Dairy Science*, 87 (2), 524-531.

FLABA, J., GEORG, H., GRAVES, R. E., LENSINK, J., LOYNES, J., OFNER-SCHRÖCK, E., RYAN, T., VAN CAENEGEM, L., VENTORP, M., ZAPPAVIGNA, P., 2014. Recommendations internationales pour le logement de la vache laitière et de la génisse de remplacement, Wallonie, Belgique, 78p.

FROIDMONT, E., MAYERES, P., BERTOZZI, C., PICRON, P., TURLLOT, A., BARTIAUX-THILL, N., 2010. Influence de l'âge et de la saison au premier vêlage sur la production des vaches laitières. *Rencontres Recherches Ruminants*, 17, 253.

FUHRER, J., CALANCA, P., 2012. Le changement climatique influence le bien-être des vaches laitières. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (3), 132-139.

GERVAIS, F., CAPDEVEILLE, J., DAVID, V., DUVAUCHELLE-WACHE, A., GAUTIER, J.-M., LE CLAINCHE, D., LE GUENIC, M., LE PAGE, P., LERUSTE, H., MENARD, J.-L., MOUNAIX, B. & ROUSSEL, P., 2017. Des vaches laitières en bonne santé: moins d'antibiotique avec de bonnes pratiques d'élevage et des bâtiments adaptés. Plan EcoAntibio 2017. Institut de l'élevage, Collection de synthèse, 88p.

GHORIBI, L., 2011. Etude de l'influence de certains facteurs limitants sur les paramètres de reproduction chez les bovins laitiers dans des élevages de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat:

Reproduction des grands animaux. Département des sciences vétérinaires, Université Mentouri Constantine, 170p.

GILLES, B., BERTRAND, A., JÉGO, G., CHARBONNEAU, É., THIVIERGE, M.-N., OUELLET, V., FOURNEL, S., TREMBLAY, G., 2016. Défis et opportunités des changements climatiques pour les fermes laitières du Québec. In: CRAAQ - 40^{ème} Symposium sur les bovins laitiers 2016, Drummondville, Canada, pp. 84-99.

GOURREAU, J.M., CHASTANT, S., MAILLARD, R., NICOL, J.M., SCHELCHER, F., 2011. Guide pratique des maladies des bovins, France Agricole, France, 726p.

GOURREAU, J.M., HADDAD, N., 2008. Généralités sur les maladies infectieuses. *In*: Manuel pratique maladies des bovins 4^{ème} Ed. France Agricole, France, pp. 12-15.

GROHN, Y.T., WILSON, D.J., GONZALEZ, R.N., HERTL, J.A., SCHULTE, H., BENNETT, G., SCHUKKEN, Y.H., 2004. Effect of Pathogen-Specific Clinical Mastitis on Milk Yield in Dairy Cows *Journal of Dairy Science* 87 (10), 3358–3374.

GUATTEO, R., 2014. Maladie du système digestif *In*: Manuel de médecine des bovins. MED'COM, Paris, France, pp. 249-267.

HAMDANI, A., 2018. Analyse des paramètres de la reproduction chez les bovins laitiers dans la daïra de Ghriss Wilaya de Mascara. Mémoire de Master: Génétique et reproduction animale. Département d'Agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 59p.

HANZEN, C. 2010. Lait et production laitière, cours universitaire, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 42p.

HANZEN, C., 2016. Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites. Cours universitaire, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 170p.

HUNTER, A., UILENBERG, G., MEYER, C., 2006. La santé animale. Quæ, 310p.

HUTU, I., 2020. La production laitière La production animalière. Cours universitaire, Université des sciences agronomiques et de médecine vétérinaire du Banat Rois Michel Ier de Roumanie ROUMANIE à TIMIȘOARA. pp. 39-67.

JURQUET, J., 2016. Alimentation des vaches laitières : bien maîtriser les fondamentaux [<https://idele.fr/detail-article/alimentation-des-vaches-laitieres-bien-maitriser-les-fondamentaux>] [Consulté le: 12-04 2022].

KAOUICHE-ADJLANE, S., 2015. La filière laitière en Algérie. Etat des lieux et focus sur quelques contraintes de développement. International center for advanced mediterranean agronomic studies, 6p.

KAOUICHE-ADJLANE, S., 2019. Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière, Revue Bibliographique. Revue Agriculture 10(1), 43-54.

KASSA, K. S., AHOUNOU, S., DAYO, G.-K., SALIFOU, C., ISSIFOU, M. T., DOTCHE, I., GANDONOU, P. S., YAPI-GNAORE, V., KOUTINHOUI, B., MENSAH, G. A., ABDOU KARIM YOUSAO, I., 2016. Performances de production laitière des races bovines de l'Afrique de l'Ouest. International Journal of Biological and Chemical Sciences 10(5), 2316.

KHALIFA, M., HAMROUNI, A., DJEMALI, M. 2017. Courbes de lactation des caractères laitiers selon la saison de vêlage chez les vaches laitières Frisonne-Holstein en Tunisie. journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology 48 (5), 2929-2938.

LACASSE, P., PETITCLERC, D., DESROSIERS, C., BOULANGER, V., ZHAO, X. & COUTURE, Y. 2001. Prévention des pertes de production et de qualité du lait par la modulation de la réponse inflammatoire lors d'une mammite. Forum Technologique Novalait, 2p.

LACASSE, P., VANACKER, N., OLLIER, S., STERA, C. 2018. Innovative dairy cow management to improve resistance to metabolic and infectious diseases during the transition period. Science Direct 116, 40-46.

LEDUC, A., SOUCHET, S., GELÉ, M., LE PROVOST, F., BOUTINAUD, M., 2021. Effect of feed restriction on dairy cow milk production: a review. Journal of Animal Science, 99 (7), 1-12.

LEFEBVRE, D., BRISSON, J., SANTSCHE, D., 2009. D'une lactation à l'autre: pour une transition réussie, In: 33e Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, Drummondville, Canada, 40p.

LEFEBVRE, R., BARBEY, S., LAUNAY, F., RAINARD, P., FOUCRAS, G., BOICHARD, D., GERMON, P., 2020. Sélection divergente sur la résistance aux mammites en races Holstein et Normande : comparaison des réponses génétique et immunitaire entre lignées. Rencontres Recherches Ruminants 25, 441-444.

LOISELLE, M.-C. 2009. Les dysfonctionnement métaboliques et immunitaires chez les vaches laitières périparturientes, Mémoire: maître ès sciences, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke-Québec-Canada, 113p.

MAYOUF, L., 2019. Effet du stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait de vache holstein dans la région de M'Sila. Mémoire de Master: Production et nutrition

animale, Département des sciences agronomiques, Université Mohamed Khider de Biskra, 74p.

MELLADO, M., ANTONIO-CHIRINO, E., MEZA-HERRERA, C., VELIZ, F. G., AREVALO, J. R., MELLADO, J., DE SANTIAGO, A., 2011. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science* 94 (9), 4524-4530.

MIRATON, A.M.J., 2008. Etude des endoparasites des bovins au sein de trois marais communaux du marais poitevin. Thèse: Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 193p.

MOHD NOR, N., STEENEVELD, W., VAN WERVEN, T., MOURITS, M.C.M., & HOGEVEEN, H., 2013. First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96 (2), 981-992.

NAJJAR, A., MIGHRI, A., NAHDI, O., BEN MUSTAPHA, E., BEN SAID, S., HAMROUNI, A., SAMTI, H., 2020. Facteurs de variation de la production laitière des vaches Tarentaises en lactation. *Journal of new sciences, Sustainable Livestock Management* 13 (1), 274-281.

NOBLET, B., 2012. Le lait : produits, composition et consommation en France. *Cahiers de Nutrition et de diététique* 3859 (5), 213-258.

NORBY, B., BARTLETT, P.C., BYREM, T.M., ERSKINE, R.J., 2016. Effect of infection with bovine leukemia virus on milk production in Michigan dairy cows. *Journal of Dairy Science* 99 (2), 2043-2052.

OUELLET, V., 2015. La détection du vêlage chez la vache laitière. Mémoire: Sciences animales, Université Laval, 127p.

PACHECO, L.F., 2016. Relations entre la composition du lait et les facteurs alimentaires dans les troupeaux laitiers québécois. Thèse de Doctorat: Sciences animales, Université Laval, 177p.

PERREAU, J.M., 2014. le lait, la mamelle et les variations de production. *In: Conduire son troupeau de vaches laitières*. Editions France Agricole, pp. 7-26.

POUGHEON, S. I. A. S. 2001. CONTRIBUTION A L'ETUDE DES VARIATIONS DE LA COMPOSITION DU LAIT ET SES CONSEQUENCES EN TECHNOLOGIE LAITIERE. Thèse: Docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse , Université Paul-Sabatier de Toulouse, 102p.

RAJALA, P.J., GROHN, Y.T., 1998. Effects of Dystocia, Retained Placenta, and Metritis on Milk Yield in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 3172-3181.

RAVINET, N., 2014. Développement de stratégies de maîtrise des strongyloses gastro-intestinales des vaches laitières rationalisant les traitements anthelminthiques. Thèse: Docteur d'Oniris, École Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique, Université Nantes Angers Le Mans, 207p.

RAY, D.E., HALBACH, T.J., ARMSTRONG, D.V., 1992. Season and Lactation Number Effects on Milk Production and Reproduction of Dairy Cattle In Arizona. *Journal of Dairy Science* 75 (11), 2976-2983.

RÉMOND, B., KÉROUANTON, J., BROCARD, V., 1997. Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. *INRA Productions Animales* 10 (4), 301-315.

RÉMOND, B., POMIÈS, D., JULIEN, C., PRADEL, P., 2006. Effets de faibles écarts de temps entre les deux traites de la journée sur la quantité de lait produite et sa composition, chez la vache laitière. *Rencontres Recherches Ruminants* 13, 365-368.

REMY, D., BOSQUET, G., GOURREAU, J.M., GUIOILLIER, L., LABBE, J.F., SALAT, O., SCHMITT-VAN DE LEEMPUT, E., VIN, H., 2010. Les Mammites. *France Agricole*, 256p.

RODENBURG, J. 1987. Comment équilibrer les rations de la vache laitière [<http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/87-090.htm>] [consulté le: 20-06 2022].

ROUMEAS, A., GAUDILLIERE, N., DUBIEF, F., ADAM, H., BELOT, P.E., DELABY, L., 2014. Pic de lactation, persistance et lien avec les performances de reproduction de vaches Montbéliarde en Franche-Comté. *Rencontres Recherches Ruminants* 21 , 277-280.

ROUSSEL, P., BAREILLE, N., SERIEYS, F., MICHENOT, B., MONNERIE, C., SEEGER, H., 2009. Evaluation a priori de la rentabilité des plans de maîtrise des mammites et des boiteries dans les interventions de conseil en exploitations laitières. *Recontres Recherches Ruminants* 16, 261-264.

ROUSSEL, P., BENDALI, F., 2008. Affections de la mamelle. *In: Manuel pratique maladies des bovins*, 4^{ème} Ed. France Agricole, France, pp. 522-535.

ROY, J.P., FRANCOZ, D., 2014. Maladie du système digestif. *In: Manuel de médecine des bovins*. MED'COM, France, pp. 268-277.

- SCOHY, D., 2021. Découvrez pour chaque race les résultats de contrôle laitier 2020 [<https://www.web-agri.fr/conseil-elevage/article/202133/les-resultats-de-contrôle-laitier-2020>]. [Consulté le: 11-03- 2022].
- SHARMA, V. B., VERMA, M. R., QURESHI, S., BHARTI, P., 2016. Effects of diseases on milk production and body weight of cattle in Uttar Pradesh. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 9 (3), 463.
- TANČIN, V.R., MIKLÁŠ, Š., ČOBIRKA, M., UHRINČAĚ, M., MAČUHOVÁ, L., 2020. Factors affecting raw milk quality of dairy cows under practical conditions. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* 14, 744-749.
- TAYLOR, V., 2006. Répercussions de la fréquence de traite et de l'alimentation sur la production laitière [<http://omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/06-052.htm>] [Consulté le: 18- 05 2022].
- TROCCON, J.L., COULON, J.B. & LESCOURRET, F., 1994. Carrière des vaches laitières: Caractérisation de la phase d'élevage et relation avec les performances en première lactation. *INRA Productions Animales* 7 (5), 359-368.
- VIJAYAKUMAR, M., PARK, J.H., KI, K.S., LIM, D.H., KIM, S.B., PARK, S.M., JEONG, H.Y., PARK, B.Y., KIM, T.I., 2017. The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 30 (8), 1093-1098.
- WOLTER, R., 1997. *Alimentation de la vache laitière*. 3^{ème} Ed. France Agricole, Paris, France, 263p .
- YOUNES, K., HOUARI, A.D., 2020. Performances laitières et bien-être animal dans l'élevage bovin laitier. Mémoire de Master: Production et nutrition animale, Département de la biotechnologie, Université de Saad Dahleb Blida -1 -, 66p.
- ZEBELI, Q., METZLER-ZEBELI, B.U., 2012. Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Science Direct* 93 (3), 1099-1108.