

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ابن خلدون تيارت

UNIVERSITE IBN KHALDOUN – TIARET

معهد علوم البيطرة

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

قسم الصحة الحيوانية

DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire.

Présenté par : KERROUMI Khedidja

KHADER Fatiha

Thème

**Effet d'un supplément alimentaire naturel sur la qualité
du lait de vache**

Soutenu le 06/07/2023

Jury:

Grade

Président : ABDELHADI Fatima Zohra

MCB

Encadrant: BOUMEZAG Assia

MCA

Co-encadrant : SMAIL Fadhéla

MCA

Examineur: HEMIDA Houari

MCA

Année universitaire 2022-2023

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout Puissant pour nous avoir accordés le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail. C'est avec un réel plaisir qu'on réserve ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

*Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude à notre Promotrice **Dr. BOUMEZRAGE Assia** et notre Co-promotrice **Dr. SMAIL Fadhéla** d'avoir accepté de diriger ce travail et de nous avoir aidé à rédiger ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent au **Dr. ABDELHADI Fatima Zahra** pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider ce jury.*

*Nous remercions également **Dr. Hmida Houari** qui a accepté d'examiner ce travail.*

Et qu'il nous soit donné l'opportunité d'exprimer nos sincères respects pour tous les enseignants qui nous ont formés et tous les travailleurs de la ferme expérimentale et le personnel de la laiterie Sidi Khaled –Tiaret.



DEDICACE

A ma très chère mère

*Quoi que je fasse ou que je dise ; je ne serai point te remercier comme il se doit .
Ton affection me couvre ; ta bienveillance me guide et à mes côtés a toujours été
ma source de force pour affronter les différents obstacles .*

A mon très cher père

*Tu as toujours été à mes cotes pour me soutenir et m'encourager .
Que ce travail traduit mes gratitudees et mon affection .*

*A mes très chers frères : Mohammed ; Yacine ; Anes ; mon petit ange
Mouad et mes sœurs : Naila ; ma princesse Meriem .*

*Je dédie ce travail spécialement à mon oncle Dr. Kerroumi Djamel
Eddine (رحمه الله)*

Et à tous les membres de ma famille.

*A mes meilleures amies : Amani ; Marwa ; Souad ; Karima ; Khadra et
Maram .*

A Fatiha chère amie avant d'être binôme.

Khadidja

☞ *DEDICACE*

Ce projet fin d'étude est dédié à ma chère mère et ; qui m'a toujours poussée
et motivée dans mes études .

*Et à mon père L'Haj Mohammed, récemment décédé. Puisse Dieu, le
tout puissant, l'accueillir en son vaste paradis !*

*A mon support de ma vie ; qui m'a supporté et ma dirigé vers la gloire ; source
d'espoir et motivation; mon mari .*

A mes chers enfants source de joie et de bonheur : Hanadi et Mohamed (Mémo)

A mes chers frères ; ma sœur et ses enfants .

A toutes les personnes de ma grande famille .

A tous les amis de la DSA de Béchar.

A Khadija ; chère amie avant d'être binôme .

Fatiha

Table des matières

TABLE DE MATIERES

Liste des abréviations	i
Liste des illustrations.....	ii
Introduction.....	1

PARTIE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Physiologie de la lactation

I.1. Anatomie de la glande mammaire	2
I.1.1. Morphologie externe.....	2
I.1.2. Morphologie interne	2
I.1.3. Vaisseaux et nerfs	2
I.1.4. Anatomie du trayon	3
I.1.5. Mammogénèse	3
I.1.5.1. Période foetale.....	3
I.1.5.2. Période post natale.....	4
I. 2. Rappel physiologique de la lactation.....	4
I. 2.1. Contrôle hormonal de la mammogénèse	4
I. 2.2. Lactogénèse.....	5
I. 2. 3.Galactopoïèse	5
I.3. Production laitière	6
I.3.1. Courbe de la lactation	6
I.3.2. Le lait de la vache.....	7
I.3.2.1. Composition du lait.....	7
I.3.2.2. Propriétés physico-chimiques du lait	7
I.3.2.2.1. Densité	7
I.3.2.2.2. Acidité.....	8
I.3.2.2.3.pH.....	8
I.3.2.2.4. Point de congélation	8
I.3.2.2.5. Point d'ébullition.....	8
I.3.2.3.Importance Nutritionnelle.....	8

I.1.4. Facteurs influençant la production laitière.....	8
I.1.4.1. Facteurs génétiques	8
I.1.4.2. Facteurs physiologiques	8
I.1.4.2.1. Stade et durée de lactation	8
I.1.4.2.2.1. Age de l’animal	9
I.1.4.2.2.2 Numéro d’ordre de la lactation.....	9
I.1.4.2.2.3. Intervalle vêlage-saille	9
I.1.4.2.2.4. Race.....	9
I.1.4.2.2.5 Etat de santé	9
I.1.4.3. Facteurs environnementaux	10
I.1.4.4. Facteurs liés à la conduite d’élevage.....	10

Chapitre II : Généralités sur *Moringa oleifera*

II.1. Définition	11
II. 2. Taxonomie	11
II. 3. Noms vernaculaires.....	11
II.4. Répartition géographique.....	11
II. 5. Description botanique.....	12
II. 6. Composition chimique.....	13
II.7. Propriétés de <i>Moringa oléifera</i>	15
II.7. 1. Propriétés thérapeutiques.....	15
II. 7. 2. Propriétés industrielles.....	15
II. 7. 3 .Propriétés pharmacologiques.....	16
II. 7. 4 .Supplément alimentaire	16

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Objectif du travail.....	17
III.2. Lieu et durée de l’étude.....	17
III.3. Recueil des données.....	18
III.4. Matériel.....	18
III.4.1. Matériel végétal.....	18
III.4.2. Matériel biologique.....	18

III. 5. Méthodes.....	18
III.5.1. Evaluation de la supplémentation alimentaire sur la production laitière	18
III.5.2. Analyse physico-chimique du lait.....	18
III.5.3. Analyse statistique.....	19

Chapitre III: Résultats et Discussion

IV.1. Résultats.....	20
IV.1.1. Analyses physico-chimiques du lait.....	20
IV.1.1.1. Effet de la supplémentation au <i>Moringa oleifera</i> sur la qualité du lait des vaches au début de la lactation.....	20
IV.1.1.2. Effet de la supplémentation au <i>Moringa oleifera</i> sur la qualité du lait des vaches au milieu de la lactation.....	20
IV.1.1.3. Effet du <i>Moringa oleifera</i> sur la qualité du lait en fonction de la durée de supplémentation et le stade de lactation	21
IV.2. Discussion.....	22
Conclusion	25
Références bibliographiques	26

LISTE DES ABREVIATIONS

ACTH : Adenocorticotrope hormone.

EGF : Epidermal Growth Factor.

ESD : Extrait Sec Dégraissé.

EST : Extrait Sec Total.

GH : Hormone de croissance.

HPL : Hormone placentaire lactogène.

IGF : Insulin-like Growth Factor.

J : jour.

Kg : kilogramme .

L : litre .

MG : Matière grasse .

PIH : Prolactin Inhibiting hormone.

SNF : Solides non gras.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Anatomie de la mamelle de la vache	2
Figure 02 : Anatomie du trayon	3
Figure 03 :Contrôle hormonal de la mammogénèse	5
Figure 04 :Courbe de la lactation chez la vache laitière	6
Figure 05 : Carte de répartition de <i>Moringa oleifera</i>	12
Figure 06 : <i>Moringa oleifera</i> (Arbre, feuilles, fleurs, graines)	13
Figure 07 : Localisation de la wilaya de Tiaret.....	17
Figure 08 : Etapes de l'analyse du lait de vache par le lactoscan.....	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Noms vernaculaires de <i>Moringa oleifera</i>	11
Tableau 02 : Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> pour 100 grammes de matière sèche.....	14
Tableau 03 : Paramètres physico-chimiques du lait de vaches supplémentées au <i>Moringa oleifera</i> au début de la lactation	20
Tableau 04 : Effet de la supplémentation alimentaire sur la variation de la composition du lait de vaches au début de la lactation.....	20
Tableau 05 : Paramètres physico-chimiques du lait de vaches supplémentées au <i>Moringa oleifera</i> au milieu de la lactation.....	21
Tableau 06 : Effet de la supplémentation alimentaire sur la variation de la composition du lait des vaches au milieu de la lactation.....	21
Tableau 07 : Effet de la supplémentation alimentaire au <i>M.oleifera</i> pendant 15 jours sur la composition chimique du lait de vaches au début et au milieu de la lactation.....	22
Tableau 08 : Effet de la supplémentation au <i>M.oleifera</i> pendant 30 jours sur la composition chimique du lait de vaches au début et au milieu de la lactation.....	22

Introduction

Introduction

Le déficit constant de la production laitière nationale, conjugué à une demande importante et une augmentation de consommation de la part de la population, fait de l'Algérie un pays qui dépend structurellement des importations (**Chemma, 2017**).

La filière laitière en Algérie occupe une position cruciale dans les débats socio-économiques, notamment en ce qui concerne les questions liées à l'approvisionnement du marché national en matières premières (lait non transformé ou poudre de lait) ainsi qu'en produits finis destinés à la consommation (qualité du lait et des produits laitiers, prix de production et de consommation) (**Kebane et Naili, 2017**).

Afin de faire face à cette pénurie, l'Algérie est contrainte d'acheter des quantités importantes sous forme de lait en poudre, estimées à plus d'un milliard de litres, et aujourd'hui elle est classée au deuxième rang des plus grands pays importateurs au monde après la Chine, ce qui explique la consommation annuelle des Algériens d'environ 5 milliards de litres de lait, ce qui correspond à une moyenne comprise entre 145 et 150 litres/hab/an. Étant donné que la production locale est proche de 3,5 milliards de litres, cela signifie que près de 2,5 milliards de litres de lait sont importés sous forme de poudre de lait, l'Algérie a importé plus de 43% de sa consommation de lait en poudre. Cependant, une série de politiques étatiques ont été mises en place, dans le but d'augmenter la production laitière locale (**Benghida, 2021**).

Ce manque de production laitière est principalement dû à une mauvaise alimentation du bétail, en plus les éleveurs donnent ce qu'ils ont et non ce qu'il faut, en particulier en raison d'un climat peu favorable causé par l'irrégularité des précipitations, une offre insuffisante de ressources fourragères (**Moumen et Chettah, 2011**).

Actuellement, il y a un intérêt croissant pour l'étude de ces plantes et leurs utilisations traditionnelles dans différentes parties du monde, parmi lesquelles *Moringa oleifera* est utilisée pour ses différentes propriétés médicinales et nutritionnelles.

Cet arbre tropical d'origine asiatique est aujourd'hui largement répandu sur le continent africain. Les nombreuses propriétés valorisables de cette plante en font un sujet d'étude très intéressant (**Arab et Baz, 2021**).

De plus, cette plante est réputée pour ses feuilles riches en nutriments (protéines, bêta-carotène, acides aminés, calcium, vitamine A et C).

L'objectif principal de notre étude est d'explorer les effets d'une supplémentation alimentaire à base de feuilles de *Moringa oleifera* sur la production et la composition du lait de vache.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I:
Physiologie de la lactation

I.1. Anatomie de la glande mammaire

La glande mammaire est une glande exocrine qui caractérise les mammifères, sa structure particulière lui permet d'assurer simultanément la synthèse et la sécrétion du lait (**Charton, 2017**).

I.1.1. Morphologie externe

La vache laitière a une glande mammaire qui comprend quatre quartiers localisés entre les membres postérieurs, protégés de poils sauf au niveau des trayons (**Bouichou, 2009**). Chaque quartier comporte un tissu sécréteur entouré de stroma, une citerne et un trayon (**Fig.01**). Le lait est drainé via les canaux galactophores, des alvéoles mammaires où sont localisées les cellules sécrétrices du lait, jusqu'à la citerne et le trayon (**Charton , 2017**).

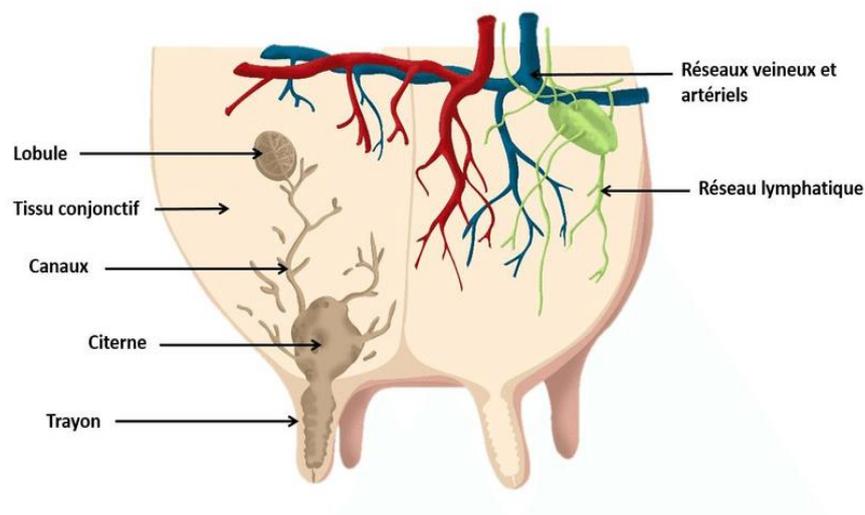


Figure 01. Anatomie de la mamelle de la vache (**Charton , 2017**).

I.1.2. Morphologie interne

Le parenchyme mammaire est le principal constituant de la mamelle. Il est simplement cloisonné et divisé en petits amas glandulaires par un tissu conjonctif riche en fibres collagènes élastiques et fibres nerveuses (**Josine 2008**).

La glande mammaire constituée d'un tissu épithélial tubulo-alvéolaire qui correspond à une structure épithéliale en grappe, organisée en alvéoles qui sont entourés d'un tissu adipeux et conjonctif très vascularisé (**Kellali, 2016**).

I.1.3. Vaisseaux et nerfs

La vascularisation de la mamelle est dense, les deux quartiers d'un même côté reçoivent quasiment la totalité de leur sang par l'artère honteuse externe (**Josine 2008**). L'artère pudique externe et l'artère périnéale se subdivisent en un réseau de plus en plus fin d'artérioles puis de capillaires, qui irriguent abondamment le tissu sécréteur (**Charton , 2017**).

La mamelle possède une importante vascularisation lymphatique, les fentes lymphatiques présentent dans le stroma conjonctif et sont drainées par les vaisseaux lymphatiques rétro-mammaires et inguinaux. Les nerfs de la glande mammaire proviennent des rameaux ventraux des quatre premières paires lombaires et accessoirement des nerfs honteux (**Josine 2008**).

I.1.4. Anatomie du trayon

Le trayon est une structure qui contient une citerne appelée sinus lactifère pleine de lait. La paroi du trayon est fibro-élastique avec des faisceaux musculaires et vasculaires longitudinaux, la peau glabre est un élément majeur et dépourvue de glandes sudoripares et sébacées (**Fig.02**).

La muqueuse de ce sinus est constituée de plis longitudinaux qui permettent une certaine distension et la capacité du trayon à s'adapter aux pressions exercées par le faisceau trayeur.

La partie la plus importante du trayon est le canal du trayon, qui permet la communication avec l'extérieur et l'éjection du lait, Autour de ce canal papillaire les fibres musculaires lisses forment un sphincter assurant l'étanchéité par rétrécissement du canal papillaire (**Christophe, 2018**).

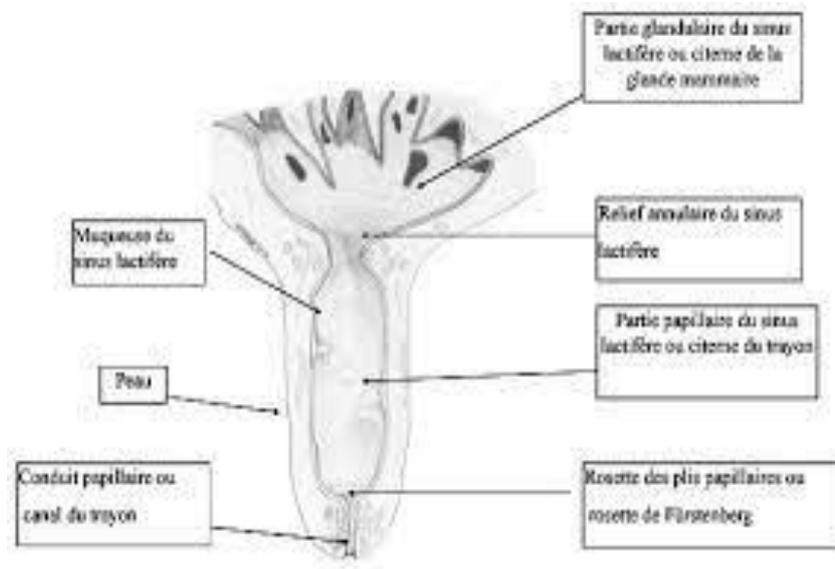


Figure 02. Anatomie du trayon (**Babkini, 2008**) .

I.1.5. Mammogénèse

I.1.5.1. Période fœtale

Pendant la vie fœtale, vers le 30^{ème} jour apparaît à la surface de la peau ventrale des ébauches mammaires sous formes des petits épaissements longitudinaux laissant ensuite la place aux quatre bourgeon mammaires primitifs .

Une série très rapide de modifications morphologiques effectuée entre le 32^{ème} et le 50^{ème} jour de gestation. La prolifération des cellules donne naissance à un cordon cellulaire appelé canal primaire qui s'arborise rapidement en canaux secondaires qui sont les futurs canaux lobulaires. La partie distale du canal primaire se creuse en lumière formant l'ébauche de la citerne (**Hélène et Djiane, 1988**).

Ces différentes phases de développement des cellules épithéliales dérivent de l'ectoderme. Simultanément, le mésoderme donne naissance aux vaisseaux sanguins, au tissu adipeux et au tissu conjonctif (**Bouichou, 2009**).

I.1.5.2. Période post natale

Après la naissance, la glande mammaire se développe à la même vitesse que l'ensemble de l'individu avant de subir une croissance allométrique positive avant la puberté. Chez ces espèces, le parenchyme mammaire se développe dans le tissu adipeux (**Kellali, 2016**).

Au moment de la puberté, sous l'action des stéroïdes sexuels, survient une phase de croissance importante des canaux mammaires et du stroma durant la première gestation. Au cours de la 2^{ème} moitié de la gestation, l'extrémité des canaux bourgeonne formant des lobules qui se substituent au tissu adipeux.

A la fin de la lactation, le tissu alvéolaire est détruit et il est donc nécessaire de tarir pendant la fin de la gestation pour obtenir une lactation optimale sinon la disparition des alvéoles existantes est incomplète et favorise à la formation optimale de nouvelles alvéoles (**Kellali, 2016**).

I. 2. Rappel physiologique de la lactation

La lactation comprend l'ensemble des phénomènes physiologiques aboutissant à l'élaboration puis l'excrétion des constituants du lait (**Kellali, 2016**).

Chez la vache, le développement de la glande mammaire est pratiquement complet au moment de la mise bas les concentrations plasmatiques des œstrogéniques augmentent, celles de l'hormone lactogène placentaire sont très importantes (**Boukit, 2020**).

I. 2.1. Contrôle hormonal de la mammogénèse

Pendant la gestation, les hormones stéroïdes, progestérone et œstrogènes d'origine ovarienne ou placentaire, sont alors responsables de la mise en place des canaux mammaires et des acini.

L'hormone placentaire lactogène (HPL) participe à la croissance de la mamelle. L'antéhypophyse agit directement grâce à la prolactine, l'hormone de croissance (GH) et indirectement grâce à l'ACTH qui déclenche la production par les surrénales de cortisol. La progestérone ovarienne ou placentaire stimule la production par l'hypothalamus de la PIH

(prolactin-inhibiting hormone) ; celle-ci, hormone de même nature que GnRH en agissant sur l'antéhypophyse, freine la production de prolactine dont le taux reste faible pendant toute la gestation (Boukit, 2020).

L'effet lactogène de la prolactine est direct au niveau de la cellule et il est toujours amplifié par d'autres hormones comme les corticoïdes, l'insuline et l'hormone de croissance (Boukit, 2020). Lors de la mise bas, l'ocytocine responsable avec les prostaglandines des contractions utérines, contribue également au déclenchement de la montée laiteuse. Parmi les facteurs de croissance impliqués dans la différenciation de la glande mammaire, les IGF (Insulin-like Growth Factor) et l'EGF (Epidermal Growth Factor) jouent un rôle très important (Lakhdara, 2021).

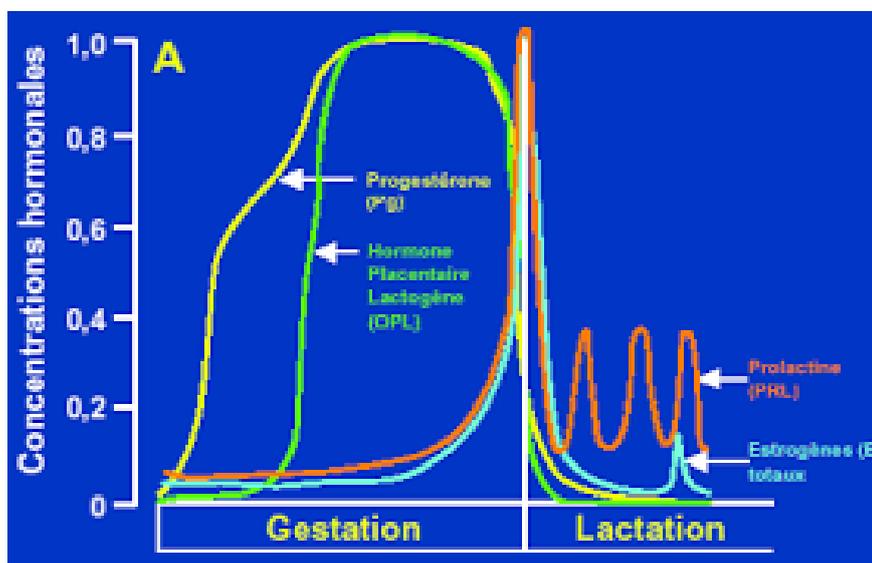


Figure 03 : Contrôle hormonal de la mammogénèse (Lakhdara, 2021).

I. 2.2. Lactogénèse

C'est la phase de différenciation et d'acquisition des activités de synthèse et de sécrétion responsables de la production du lait. Elle est courte chez la vache (environ une dizaine de jours). Au fur et à mesure que les alvéoles mammaires apparaissent pendant la gestation, les cellules épithéliales qui les forment acquièrent la capacité de synthétiser les éléments du lait. Cette activité synthétique spécifique reste de très faible amplitude jusqu'au moment de la parturition (Houari et Zenati, 2010).

I. 2.3. Galactopoïèse

L'excitation extérieure du mamelon est transmise par la voie nerveuse au niveau hypothalamo-hypophysaire qui réponds par la sécrétion de la prolactine, l'ACTH et l'ocytocine qui agissent sur la glande mammaire.

L'ocytocine déversée dans le sang agit au niveau des cellules myoépithéliales des acini qui se contractent et poussent le lait dans les canaux galactophores (Yahiaoui, 2013).

I.3. Production laitière

La lactation chez la vache laitière est une période pendant laquelle la vache produit du lait. L'évolution de la production laitière au cours de la lactation est physiologique, elle est attribuée, pendant sa phase ascendante, à l'augmentation du taux de sécrétion de lait par les cellules de la glande mammaire et pendant la phase décroissante, à la mort des cellules sécrétoires les unes après les autres (chaire-bea.vetagro-sup.fr).

I.3.1. Courbe de lactation

La production laitière d'une vache augmente progressivement du vêlage jusqu'au pic de lactation, puis diminue lentement jusqu'au tarissement (Fig.04).

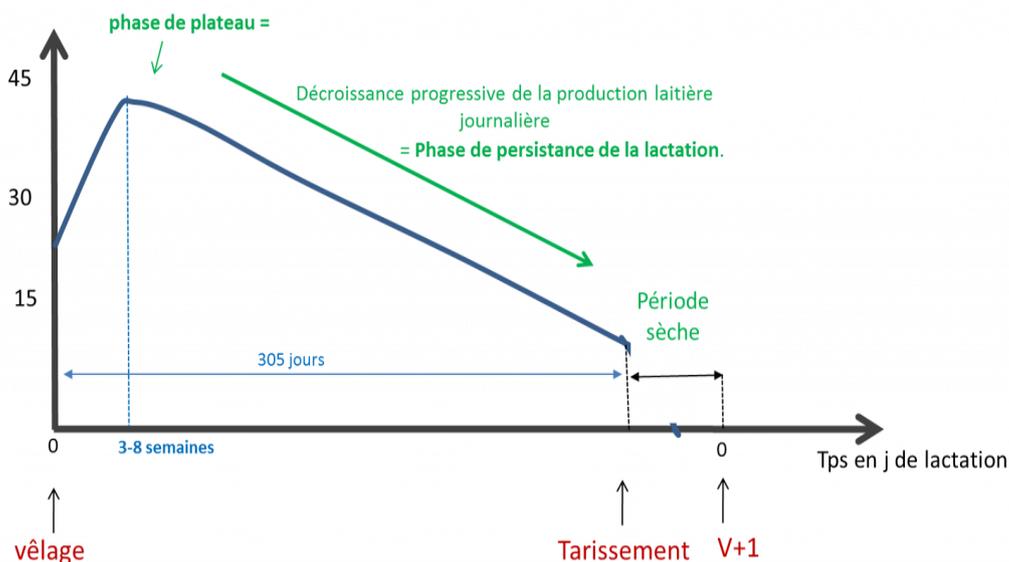


Figure 04. Courbe de la lactation chez la vache laitière (chaire-bea.vetagro-sup.fr).

La courbe de lactation représente trois phases : une phase ascendante, une phase plateau et une phase descendante ou phase de décroissance suivie d'une phase de tarissement (Maatallah, 2018).

- 1. Phase ascendante :** elle va du vêlage jusqu'au pic de lactation et dure en moyenne de 3 à 8 semaines.
- 2. Phase plateau :** c'est la phase durant laquelle la production maximale est maintenue, elle dure en moyenne 4 semaines (Hanzen, 2008).
- 3. Pic de lactation :** c'est le point où la vache produit le maximum du lait durant sa lactation. IL est minimal en été, puis augmente en automne et en hiver pour atteindre son maximum en printemps (Benahmed et Boukhalfa , 2018).

4. **Phase décroissante** : elle va du pic de lactation au tarissement qui a lieu vers 300 jours après le vêlage.
5. **Phase de tarissement** : elle correspond aux deux derniers mois de lactation et se caractérise par une chute plus importante de la production laitière sous l'effet des hormones de gestation (**Hanzen, 2008**).

I.3.2. Le lait de la vache

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douce, il est sécrété par les glandes mammaires après la naissance du jeune (**Kizi et Makdoud , 2013**).

I.3.2.1. Composition

La composition chimique du lait varie en fonction de la race de la vache, de son âge et de son alimentation. L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait selon la race et se trouve sous deux formes: libre (96 % de la totalité) et liée à la matière sèche (4 % de la totalité) (**Beddif et Belghazi , 2021**).

- **Les glucides** : le lactose constitue la majeure partie de la matière sèche du lait (50 g/l) en moyenne. Le taux de glucide varie en fonction de l'alimentation, de la race, de la saison, du stade de lactation et de la génétique (**Bensizerara, 2020**).
- **Les minéraux** : le lait contient des quantités importantes de différents minéraux dont les principaux sont le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium et le phosphate.
- **La matière grasse**: elle est présente sous forme de traces dans les aliments végétaux, elle est de l'ordre de 2% à 5% dans la matière sèche.
- **Les protéines**: elles représentent 95% des matières azotées et sont constituées soit des Acides aminés (β -lactoglobuline et α -lactalbumine), soit des acides aminés et d'acide phosphorique (la caséine α et β), les peptones et l'urée constituent 5% de la proportion restante (**Beddif et Belghazi, 2021**).
- **Les vitamines**: les vitamines du lait sont prélevées directement du sang. On trouve en abondance les vitamines A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C (**Bensizerara, 2020**).

I.3.2.2. Propriétés physico-chimiques

Les principales caractéristiques physico-chimiques du lait de vache sont les suivantes :

I.3.2.2.1. Densité

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C, la densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. Celle des laits écrémés est supérieure à 1,035.

I.3.2.2.2. Acidité

L'acidité du lait est une notion importante pour l'industrie laitière, elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle est exprimée en « degré Dornic » (°D) et l'acidité titrable est comprise entre 15°D et 18°D et elle varie entre 0,15% et 0,18% d'équivalent d'acide lactique.

I.3.2.2.3. pH

Le pH du lait donne une idée sur l'état de fraîcheur du lait. En effet, un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7.

I.3.2.2.4. Point de congélation

Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait, sa valeur moyenne se situe entre - 0,54 et - 0,55°C.

I.3.2.2.5. Point d'ébullition

Il subit l'influence de la présence des solides solubilisés, il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C (**Bensizerara,2020**).

I.3.2.3. Importance Nutritionnelle

La composition du lait varie en fonction de l'espèce animale. C'est une source majeure en vitamine D, vitamine A, vitamine C et Calcium (**Tremolieres, 1963**). Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes, il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (**Beddif et Belghazi, 2021**).

I.1.4. Facteurs influençant la production laitière

La production laitière varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la génétique ou la race, la physiologie de l'animal et le milieu (**Ousseina et Saidou, 2004**).

I.1.4.1. Facteurs génétiques

C'est un facteur primordial et déterminant pour l'expression du potentiel de production des vaches laitières. On distingue ainsi des races spécialisées dans la production de lait (Holstein, Prim Holstein, ...); celles qui sont à production mixte (Normande, Montbéliarde, ...) ou bien des races allaitantes (**Ousseina et Saidou, 2004**).

I.1.4.2. Facteurs physiologiques**I.1.4.2.1. Stade et durée de lactation**

La production laitière des vaches augmente d'une façon importante (de 6 à 12kg selon l'âge et le niveau de production) à partir du vêlage pour atteindre son pic à la fin du 1^{er} mois (**Khellaf et Chennouf, 2006**).

I.1.4.2.2. Age de l'animal

La production augmente de façon significative avec l'âge des animaux, surtout entre les deux premières lactations, la production initiale augmente respectivement de 5,8 et 9,1 kg de lait et la production maximum de 6,1 et 10,8 kg (**Benahmed et Boukhalfa , 2019**).

I.1.4.2.3. Numéro d'ordre de la lactation

Il y a imbrication avec l'âge de l'animal et il est difficile de séparer ces deux facteurs toujours liés, la production augmente de la première à la quatrième lactation (**Hanzen, 2000**).

I.1.4.2.4. Intervalle vêlage-saillie

La production laitière diminue environ 120 jours après la saillie (**Hanzen, 2000**).

I.1.4.2.5. La race

Il existe clairement une relation génétique négative entre la production laitière et la reproduction (**Hanzen, 2000**).

I.1.4.2.6. Etat de santé

Les maladies ont des effets néfastes sur la production et le bien-être des animaux. Les coûts qu'elles engendrent sont estimés à 17 % du revenu total des productions.

- ❖ **Les mammites** : les facteurs de risque des mammites sont non seulement multiples mais se situent aussi à différentes échelles de perceptions (cellules immunitaires, vaches laitières, élevages). Les conséquences des mammites sont, elles aussi, multiples : physiologiques (modifications de la production et de la qualité laitière) ou économiques (soins vétérinaires, tarissement et réformes) (**Boukit, 2020**).
- ❖ **Les boiteries** : la boiterie constitue vraisemblablement le plus important problème de bien être des vaches laitières. Ainsi, pour un troupeau de 100 vaches, entre 12 et 25 cas de boiterie se développent à chaque lactation.

Dans le même sens, la perte de rendement peut commencer jusqu'à 4 mois avant que le producteur n'observe la boiterie et persister jusqu'à cinq mois après le traitement (**Boukit, 2020**).

I.1.4.3. Facteurs environnementaux**1. Température**

Le stress thermique a une influence sur la production laitière et sur le gain de poids. Il indique qu'au-delà du seuil du confort thermique (+18°C), la production laitière diminue d'une manière significative et s'aggrave au fur et à mesure que la température augmente et dépasse (27°C), de même pour les températures inférieures à la température critique basse (<4°C). La diminution de production est d'abord légère puis s'accroît pour les températures de plus en plus basses (**Boukit, 2020**).

2. Mois et saison de vêlage

Selon une étude réalisée dans la région de Sétif, il ressort que les vaches laitières peuvent produire jusqu'à 30 litres de lait au printemps avec une moyenne de 19.03 ± 6.50 litres, par contre la quantité moyenne en hiver et en automne est estimée de 12.14 ± 4.87 litres et 12.91 ± 6.26 litres avec une différence de 2 litres par rapport à la période estivale (14.31 ± 6.53 litres) (**Bendiab et Dekhili, 2011**).

3. Climat: la production et la composition du lait sont influencées par la saison et le climat (température hygrométrie et rayonnement solaire) (**Moumene et Chettah, 2012**).

I.1.4.4. Facteurs liés à la conduite d'élevage

1. Durée du tarissement

Chez les vaches traitées jusqu'au vêlage, la quantité journalière de lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de lactation et de la gestation. La production laitière après tarissement est généralement maximale pour une période de tarissement de 60 à 65 jours quel que soit la parité.

2. Fréquence de traite

La traite une fois par jour pendant 7 semaines, chez des vaches Prime Holstein et Montbéliardes en milieu de lactation, n'a pas entraîné de problèmes sanitaires et la baisse de production laitière était de 23 % pour les Prime Holstein et 15 % pour les Montbéliardes (**Boukit, 2020**).

3. Alimentation

L'alimentation assure le développement de la mamelle pendant la période post pubérale notamment la deuxième moitié de la gestation ; elle couvre les besoins d'entretien et de production. Ainsi, elle permet la reconstitution des réserves grâce à un volet surtout énergétique et minéral. La quantité de lait produite est hautement liée au statut nutritionnel des animaux. En effet, une sous-alimentation sévère ou de trop longue durée s'accompagne d'une diminution rapide de la production laitière (**Chilliard et al., 1998**).

Chapitre II:

Généralités sur *Moringa oleifera*

II.1. Définition

Moringa oleifera est un arbre tropical de la famille des *Moringaceae*, à croissance très rapide. Il résiste bien à la sécheresse grâce à ses racines tubéreuses et peut pousser dans une variété d'environnements et de sols (Anzano et al., 2021).

II. 2. Taxonomie

La classification taxonomique est donnée ci-dessous (Kumar et al., 2021) :

- **Règne:** *Plantae*
- **Sous-règne:** *Tracheobionta*
- **Division:** *Magnoliophyta*
- **Classe :** *Magnoliopsida*
- **Sous Classe:** *Dilleniidae*
- **Ordre:** *Capparales*
- **Famille:** *Moringaceae*
- **Genre :** *Moringa*
- **Espèce :** *Moringa oleifera*

II. 3. Noms vernaculaires

Les noms vernaculaires de *Moringa* dans différentes régions du monde sont récapitulés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 01 : Noms vernaculaires de *Moringa oleifera* (Mazaoui, 2020).

Régions	Noms
Pays arabes	Shagara, Al Ruwag, Habbah Ghaliah, El ben
Pays anglophones	Drumstick tree , Ben oil tree , Never die tree
France	Mouroungue, ben ailé, moringa ailé, pois quénique, néverdié
Inde	Shajnah
Afrique	Patima, Argentiga, Gagawandalahai, Kag n'dongue, Haleko, Yevu-ti

II. 4. Répartition géographique

Moringa oleifera est originaire du Nord de l'Inde et il est maintenant acclimaté dans presque toutes les régions tropicales (Madi et al., 2012).

Aujourd'hui, le *Moringa* a une extension géographique très développée et se retrouve dans la plupart des pays subtropicaux ou tropicaux à saison sèche où il pousse dans une variété de sols y compris les sols semi-secs, désertiques et les très durs (Mazaoui, 2020; Anzano et al., 2021).

Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20^{ème} siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes. Cette espèce se trouve maintenant dans trois continents et dans plus de cinquante pays tropicaux et subtropicaux (Afrique, Arabie Saoudite, Sud-est asiatique, îles du pacifique et Amérique du sud) (Benkaddour, 2015).

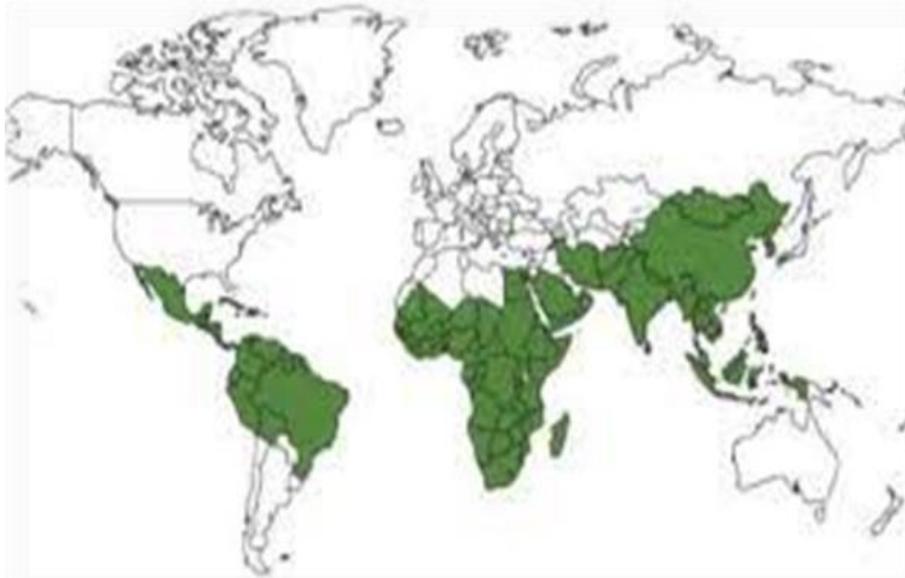


Figure 03. Carte de répartition de *Moringa oleifera* (Boukellal, 2021)

II. 5. Description botanique

Moringa oleifera est un arbuste caduc atteignant 10 m de haut avec un tronc de 45 cm de diamètre et une écorce blanchâtre, grise ou chamois pâle, lisse et liégeuse (Anzano et al., 2021).

Les feuilles sont plumeuses, vert pâle, composées, tripennées (30 à 60 cm de long), avec de nombreuses petites folioles, de 1,3 à 2 cm de long et 0,3 à 0,6 cm de large, les latérales légèrement elliptiques, les terminales obovales et légèrement plus grandes (1 à 4 cm de long).

Les fleurs sont parfumées, blanches ou blanc crème, de 2,5 cm de diamètre et portées en pulvérisations. Les étamines sont jaunes et les gousses sont pendantes, brunes, triangulaires, se divisant longitudinalement en trois parties lorsqu'elles sont sèches et contenant environ 20 graines enfoncé dans la moelle (Anzano et al., 2021).

Le Fruit se présente sous forme d'une capsule allongée à 3 valves, de 10 à 50 cm de long, à 9 côtes, brune à maturité, et contenant de nombreuses graines globuleuses, de 1 à 1,5 cm de diamètre, pourvues de 3 ailes minces de 0,5 à 2,5 cm de long (Olson, 2001).



Figure 04. *Moringa oleifera* (Arbre, feuilles, fleurs, graines)

<https://uses.plantnet-project.org>

II. 6. Composition nutritionnelle

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle. Elles sont riches en protéines, vitamines et certains minéraux (Tableau 02). Elles contiennent en quantité les acides aminés et les acides gras essentiels (Broin, 2005).

Tableau 02 : Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera* pour 100grammes de matière sèche (D'après Broin, 2005)

Composition globale		Acides aminés (mg)	
Calories (Kcal)	300	Arginine	1600
Proteines (g)	25	Histidine	530
Minéraux (g)	12	Isoleucine	1140
Glucides (g)	40	Leucine	2050
Lipides (g)	8	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau	75%	Phenylalanine	1400
Minéraux (mg)		Thréonine	1080
		Tryptophane	580
Calcium	2100	Valine	1400
Cuivre	1	Acide asparatique	1670
Fer	27	Acide glutamique	2470
Potassium	1300	Sérine	840
Magnésium	405	Glycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260
Manganèse	8	Proline	1230
Soufre	740	Tyrosine	910
Selenium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	Acides gras	
Molibdène	0,5		
Sodium	100	C16: 0	530
Vitamines		C18: 0	70
		C18: 1	60
		C18: 2	170
Vitamine A (UI)	14300	C18: 3	1140
Vitamine C (mg)	850		

II.7. Propriétés de *Moringa oleifera*

II.7. 1. Propriétés thérapeutiques

Les feuilles de *Moringa* sont riches en vitamine C sept fois plus que l'orange, en vitamine A quatre fois plus que la carotte, en protéines 2 fois plus que le yogurt, en potassium 3 fois plus que la banane et en vitamine E 3 fois plus que les épinards.

Elles sont utilisées pour traiter les douleurs d'estomac, les ulcérations, l'hypertension, de l'anémie, le diabète, les douleurs articulaires et la mauvaise vue. Elles sont ainsi utilisées pour traiter les troubles utérins, les hémorroïdes et les douleurs dentaires.

Elles sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter la diarrhée, la dysenterie, les infections gastriques et les infections de la peau comme les mycoses et la gale (**Boudjendia et Oudina ,2020**).

Par ailleurs, une nouvelle approche thérapeutique a été mise en évidence pour la prévention des cancers colorectaux et mammaires, par la nano-micelle de l'huile des graines de *Moringa oleifera* qui déclenche la cytotoxicité du cancer et l'apoptose mitochondriale tout en épargnant les cellules normales avec un effet cytotoxique minime (**Boukellal , 2021**).

II. 7. 2. Propriétés industrielles

Les graines de *Moringa* contiennent 42% d'huile. Cette dernière est équivalente sous tous ses aspects à une huile de qualité supérieure telle que l'huile d'olive et présente les mêmes avantages que celle-ci pour la santé (**Boukellal, 2021**).

▪ Fabrication de biodiesel

Le biodiesel est une alternative renouvelable au carburant à base de pétrole, qui peut être mélangé avec de l'essence-diesel. Il peut être fabriqué à partir d'huile végétale, comme les huiles de *Moringa oleifera* par transestérification, qui est un processus dans lequel les triglycérides réagissent avec l'alcool (méthanol ou éthanol), en présence d'un catalyseur pour produire des esters alkyliques d'acides gras (**Mazaoui, 2020**).

▪ Dépollution des eaux par les graines de *Moringa oleifera*

Les graines entières ou pilées sont utilisées depuis longtemps pour purifier l'eau. En effet, les graines broyées, qui deviennent un flocculant naturel qui peut clarifier les eaux troubles, dissipant de ce fait 90 à 99% des bactéries (**Boudraa,2020**).

▪ Utilisation cosmétique

Le savon bio de *Moringa* riche en antioxydants, et la poudre de *Moringa* aide à lutter contre les dommages liés aux radicaux libres, ce qui en fait un atout pour prévenir et atténuer les signes du vieillissement cutané.

Il améliore l'hydratation des couches supérieures de l'épiderme, lutte contre la déshydratation et renforce l'action de la barrière cutanée (**Boudraa, 2020**).

L'huile de *Moringa oleifera* est nourrissante et rajeunissante pour les peaux matures eintègre la lutte contre les vergetures. Elle est riche en acide oléique qu'est le même que contient le sébum de notre peau la rendant ainsi élastique et plus souple. Elle dispose aussi de propriétés antirides, hydratantes et réparatrices (**Boudraa, 2020**).

- **Conservation des aliments**

La poudre des feuilles de *Moringa oleifera* peut être considérée comme un agent conservateur très prometteur pour l'industrie alimentaire capable d'empêcher l'oxydation des aliments et de réduire la croissance micro-organismes responsable d'altération des aliments (**Mansouri et Arabi, 2020**).

II. 7. 3 . Propriétés pharmacologiques

Moringa oleifera possède une activité antiinflammatoire très intéressante pour soulager les inflammations de la muqueuse digestive comme les colites sévères induites par des substances acides et les ulcères provoqués par des médicaments.

Les extraits aqueux de feuilles régulent l'hormone thyroïdienne et peuvent être utilisés pour traiter l'hyperthyroïdie et présenter un effet antioxydant

Grace à ses propriétés hypoglycémiantes, le *Moringa* régule en effet le taux de glucose sanguin et il permet aussi de réduire la pression artérielle grâce à son action antihypertensive (**Boudraa, 2020**).

II. 7. 4. Supplémentation alimentaire

En Afrique de l'Ouest, des projets d'aide médicale combattent la malnutrition avec un certain succès par la mise en place de mesures comme l'usage de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des enfants et des femmes enceintes et allaitantes. Le cœur des racines tubérisées peut être un substitut du raifort (**Bosch, 2004**).

Les feuilles fraîches de *Moringa* sont utilisées comme aliments pour le bétail (bovins, caprins, ovins, équins, porcins), les lapins et les volailles pour leur fournir des protéines pouvant favoriser leur développement et améliorer leur santé (**Kaki et Mimouni, 2018**).

Des expériences réalisées en Amérique centrale montrent que les performances techniques des bovins sont beaucoup plus intéressantes avec une alimentation contenant du *Moringa* que sans ce produit.

Les graines de *Moringa oleifera* sont un complément alimentaire très important pour les crevettes en aquarium car elles sont très riches en calcium, fer, protéine, potassium, vitamine A, C, B1, B2, carotène, fibres, acides aminés et acides gras insaturés.

PARTIE EXPERIMENTALE

III.1. Objectif du travail

L'objectif principal de la présente étude est d'explorer les effets d'une supplémentation alimentaire à base des feuilles de *Moringa oleifera* sur la composition chimique du lait de vache.

III.2. Lieu et durée de l'étude

Notre étude a été réalisée au niveau la ferme expérimentale de la wilaya de Tiaret et à Laiterie de Sidi Khaled (Giplait) pendant la période s'étalant du 07 Mars au 16 Avril 2023

- **Zone d'étude**

La wilaya de Tiaret est une wilaya d'Algérie située au centre ouest de la région des hauts plateaux du pays et distante de 340 km d'Alger. Elle est composée de 14 Daïras et de 42 communes sur une superficie de 20.050,50 Km².

La wilaya de Tiaret est délimitée par Tissemsilt et Relizane au Nord, Laghouat et El Bayedh au Sud, Mascara et Saida à l'Ouest et Djelfa à l'Est. Son espace est hétérogène composé par une zone montagneuse au Nord, des hauts plateaux au Centre et par des espaces semi-arides au Sud (<https://info-algerie.com/>).

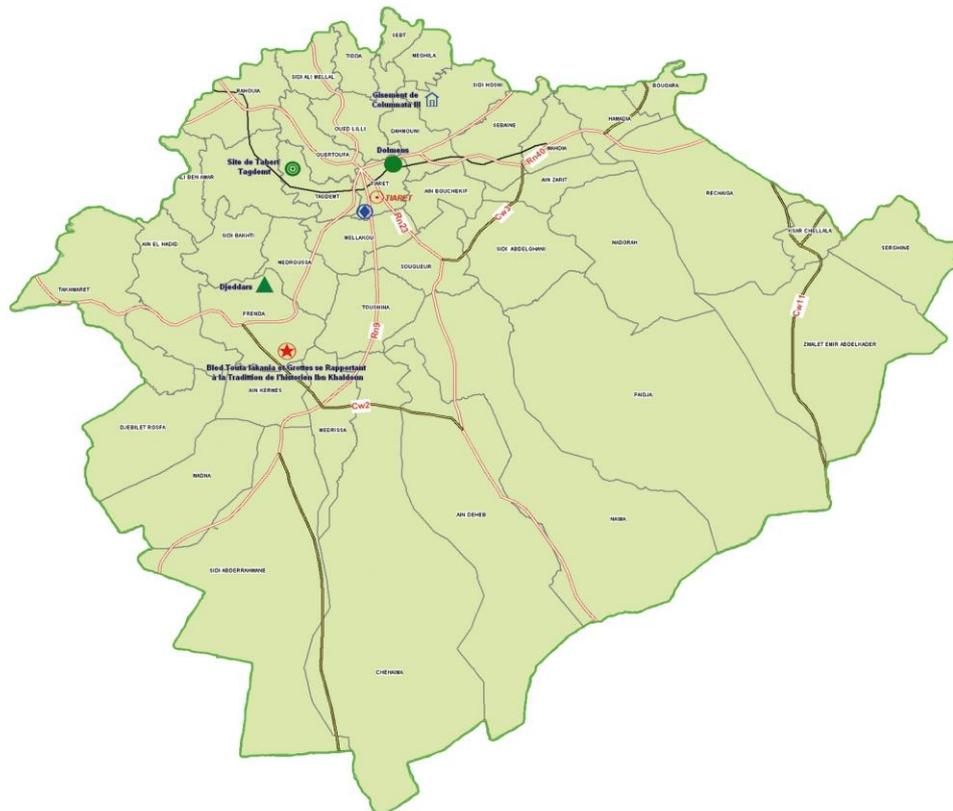


Figure 05. Localisation de wilaya de Tiaret (www.vitamedz.com).

III.3. Recueil des données

Les données concernant les vaches laitières de la ferme expérimentale ont été fournies par le directeur de la ferme.

L'exploitation distribue environ (03) kg de concentré /Jour/vache en mélange avec (1/4) de paille deux fois par jour ; le matin à 8h et le soir à 15h. La collecte du lait se fait une fois par jour (le matin).

III.4. Matériel

III.4.1. Matériel végétal

Moringa oleifera a été récoltée dans la région de Tabelbala, wilaya de Bechar. Les feuilles ont été nettoyées puis séchées à l'air libre ; à l'abri de la lumière et de l'humidité puis conservées dans des sacs en papiers jusqu'à utilisation.

III.4.2. Matériel biologique

Au total, huit vaches ont fait l'objet de cette étude. Les vaches ont été subdivisées en deux groupes en fonction du stade de lactation (4 vaches au début de lactation dont deux de race flekvieh et deux de race croisée et 4 vaches au milieu de lactation dont une de race flekvieh et trois de race croisée).

III. 5. Méthodes

III. 5. 1. Evaluation de la supplémentation alimentaire sur la production laitière

Après une période d'adaptation de sept jours, les feuilles de *Moringa oleifera* ont été incorporés dans l'aliment de base à raison de 50 g/ sujet/ jour. L'aliment supplémenté a été distribué aux vaches pendant une période de 30 jours.

Après une traite unique, tôt le matin à 08 h en absence des veaux, la quantité du lait produite par chaque vache était pesée et enregistrées sur une fiche de suivi pendant 30 jours.

III. 5. 2. Analyse physico-chimique du lait

Trois (03) échantillons de lait ont été prélevés immédiatement après la traite et déposés séparément dans trois flacons individuels bien étiquetés puis acheminés dans une glacière vers le laboratoire de la laiterie Sidi-Khaled de Tiaret pour réaliser les analyses physico-chimiques.

L'analyse des indices du lait a été effectuée sur trois séries de prélèvements : avant la supplémentation alimentaire à J0, deux semaines après la supplémentation à J15 et à la fin de la période expérimentale à J30.

Les analyses physico-chimiques du lait cru sont effectuées suivant les méthodes officielles décrites par les normes algériennes et ISO à l'aide d'un Lactoscan (**Fig.06**). Ce dernier est utilisé pour la détermination des matières grasses (FAT), des solides non gras (SNF),

des protéines, du lactose, des sels, de la teneur en eau, de la température (°C), du point de congélation, du pH, de la conductivité et de la densité dans un seul échantillon de lait.

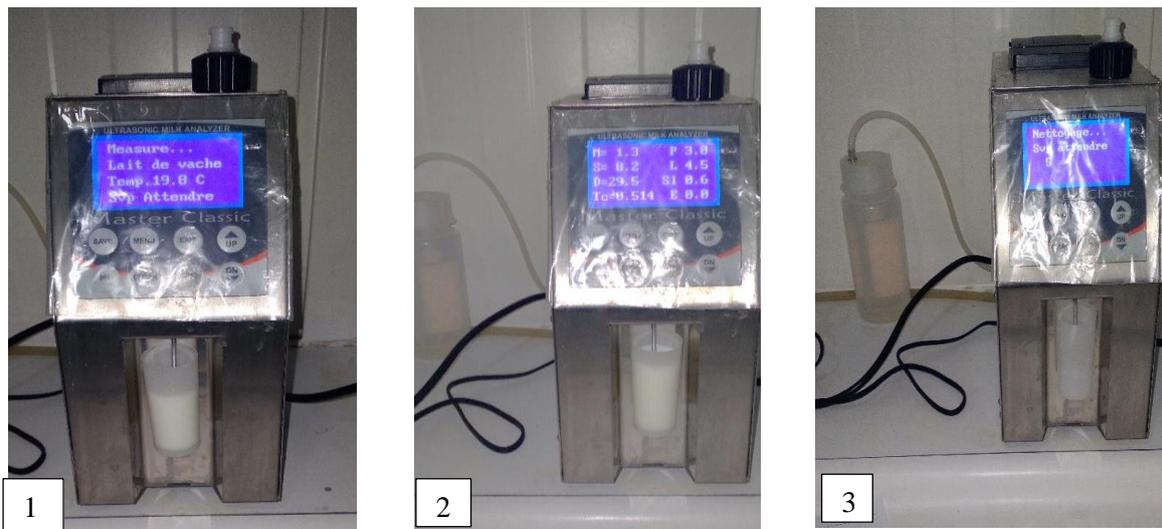


Figure 06. Etapes de l'analyse du lait de vache par le lactoscan au niveau de la laiterie Sidi-Khaled (Cliché, Khader et Kerroumi, 2023)

A partir de la densité et la quantité de matière grasse affichées sur l'écran du lactoscan, nous avons calculé l'extrait sec dégraissé (ESD) et l'extrait sec total (EST) selon les formules suivantes:

1. Extrait Sec Dégraissé :

$$\text{ESD} = [(\text{MG} \times 1,2) + (2665 \times (\text{densité} - 1))] - \text{MG} \times \text{Densité}$$

2. Extrait Sec Total :

$$\text{EST} = \text{ESD} + \text{MG}$$

III. 5. 3. Analyse statistique

Les procédures expérimentales ont été réalisées dans triple, et les données obtenues ont été analysées par un test d'ANOVA à sens unique par rangs de Kruskal-Wallis et le Test de classement de Wilcoxon. Les valeurs avec $p < 0,05$ ont été considérées statistiquement significatives.

IV.1. Résultats

IV.1.1. Analyses physico-chimiques du lait

IV.1.1.1. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* sur la qualité du lait des vaches au début de la lactation

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait avant (J1) et après la supplémentation (J15 et J30) aux feuilles de *M.oleifera* des vaches au début de la lactation sont résumés dans le tableau 03.

Tableau 03. Paramètres physico-chimiques du lait de vaches supplémentées au *Moringa oleifera* au début de la lactation

Paramètre	J1	J15	J30
MG (g/L)	6.41± 2.94	6.25±1.66	8±1.41
Densité	1.03± 0.00	1.03± 0.00	1.03± 0.00
Protéines (g/L)	33.5± 1.78	32.58±1.78	33.17±2.29
Lactose (g/L)	50.75± 2.73	49.17±2.25	51.17±2.55
Sels (g/L)	6.83± 0.39	6.67±0.49	6.75±0.45
ESD (g/L)	91.92± 4.96	90.33±4.47	89.56±5.45
EST (g/L)	106± 12.10	96.58± 4.32	97.12± 5.34

La comparaison des résultats relatifs à la composition et les caractères physico-chimiques du lait des vaches en début de lactation ayant reçus l'aliment de base uniquement et les résultats obtenus après la supplémentation alimentaire des vaches en feuilles de *Moringa oleifera* pendant 15 jours et 30 jours en utilisant le test de Kruskal Wallis n'a révélé aucune différence significative ($p > 0.05$) dans la qualité du lait (Tableau 04).

Tableau 04. Effet de la supplémentation alimentaire sur la variation de la composition du lait de vaches au début de la lactation

Composition chimique (%)	MG	Densité	Protéines_	Lactose_	sels_	ESD_	EST_
H de Kruskal-Wallis	1,34	0,00	0,35	0,00	0,11	0,75	1,33
P value	0,24	1,00	0,55	1,00	0,73	0,38	0,24

IV.1.1.2. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* sur la qualité du lait des vaches au milieu de la lactation

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait avant (J1) et après la supplémentation (J15 et J30) aux feuilles de *M.oleifera* des vaches au début de la lactation sont résumés dans le tableau 05.

Tableau 05. Paramètres physico-chimiques du lait de vaches supplémentées au *Moringa oleifera* au milieu de la lactation

Paramètre	J1	J15	J30
MG (g/L)	8.25± 4.41	9.33±5.52	9.58±2.78
Densité	1.03± 0.00	1.03± 0.01	1.03± 0.00
Protéines (g/L)	31.5± 1.68	34.83±6.39	32.33±1.56
Lactose (g/L)	47.58± 2.50	47.42±1.08	48.83±2.17
Sels (g/L)	6.33± 0.49	6.00±0.00	6.67±0.49
ESD (g/L)	86.18± 4.70	86.20±2.66	88.33±4.11
EST (g/L)	100.76± 10.77	95.20± 5.60	97.97± 3.69

La comparaison de la composition et les caractères physico-chimiques du lait des vaches en mi-lactation nourris avec un aliment de base non supplémenté et après une supplémentation alimentaire à base de *Moringa oleifera* pendant 15 jours et 30 jours en utilisant le test de Kruskal Wallis n'a révélé aucune différence significative ($p > 0.05$) dans la qualité du lait (Tableau 06).

Tableau 06. Effet de la supplémentation alimentaire sur la variation de la composition du lait des vaches au milieu de la lactation

Composition (%)	MG	Densité	Protéines_	Lactose_	sels_	ESD_	EST_
H de Kruskal-Wallis	0,61	0,54	1,43	2,20	4,88	1,86	0,99
P value	0,73	0,76	0,48	0,33	0,08	0,39	0,60

IV.1.1.3. Effet du *Moringa oleifera* sur la qualité du lait en fonction de la durée de supplémentation et le stade de lactation

La supplémentation alimentaire des vaches laitières au *M.oleifera* à raison de 50g/vache/jours pendant 30jours n'a entraîné aucune variation significative ($P < 0.05$) de la composition chimique du lait indépendamment du stade de lactation. En effet, aucune différence significative n'a été notée dans la qualité physico-chimique du lait des vaches ayant reçu le supplément alimentaire au début de la lactation ou au milieu de la lactation. De plus, l'analyse du lait à J15 et à J30 de la supplémentation alimentaire n'a montré aucune différence significative entre les vaches aux deux stades de lactation (Tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Effet de la supplémentation alimentaire au *M.oleifera* pendant 15 jours sur la composition chimique du lait de vaches au début et au milieu de la lactation.

	MG_	Densité	Protéines_	Lactose_	sels_	ESD_	EST
U de Mann-Whitney	4,500	6,000	7,000	3,000	2,000	3,000	7,000
W de Wilcoxon	14,500	16,000	17,000	13,000	12,000	13,000	17,000
Z	-1,016	-,661	-,296	-1,479	-2,000	-1,443	-,289
Sig. asymptotique (bilatérale)	,309	,508	,767	,139	,046	,149	,773

Tableau 8. Effet de la supplémentation au *M.oleifera* pendant 30 jours sur la composition chimique du lait de vaches au début et au milieu de la lactation.

	MG	Densité	Protéines_	Lactose_	sels_	ESD_	EST_
U de Mann-Whitney	4,000	6,000	6,500	4,000	6,500	7,000	6,000
W de Wilcoxon	14,000	16,000	16,500	14,000	16,500	17,000	16,000
Z	-1,162	-1,000	-,441	-1,155	-,500	-,289	-,577
Sig. asymptotique (bilatérale)	,245	,317	,659	,248	,617	,773	,564

IV.2. Discussion

L'alimentation rationnelle des vaches laitières exerce une influence prépondérante tant sur la production quantitative que sur la production qualitative du lait. La valeur ou la qualité d'un lait peut s'exprimer par l'ensemble des propriétés et des caractéristiques physico-chimiques, biologiques et organoleptiques.

En Algérie, l'herbe de pâturage est le fourrage le plus utilisé pour fournir la majorité des protéines de la ration distribuée et les aliments concentrés sont utilisés comme source d'énergie. Les résultats relatifs à la composition chimique du lait des vaches alimentées d'une ration constituée de paille et d'un concentré destiné à l'engraissement des ovins ont révélé des teneurs moyennes en matières grasses de 6.41 ± 2.94 g/L pour vaches au début de lactation et de 8.25 ± 4.41 g/L pour les vaches en milieu de lactation. Ces teneurs sont très faibles par rapport un lait de bonne qualité qui doit avoir un taux de 35g/l de matière grasse avec une limite minimale tolérée de 27g/L (Amroun et Hadjab, 2020).

La faible teneur en matières grasses obtenue dans cette étude pourrait être attribuée principalement aux conditions de la traite. En effet, les échantillons du lait que nous avons analysés étaient prélevés au début de la traite manuelle réalisée tôt le matin par les ouvriers de la ferme et d'après les données de la littérature, Le taux butyreux augmente ainsi constamment au cours de la traite (de 10 g/kg dans les premiers jets à 100 g/kg à l'égouttage alors que 20%

du lait présent dans la mamelle est un lait résiduel qui ne peut pas être extrait car il est très riche en matières grasses et les globules gras s'écoulent lentement dans les canaux. Ainsi, Le taux butyreux augmente constamment au cours de la traite de 10 g/kg dans les premiers jets à 100 g/kg à l'égouttage De plus, nous avons analysé le lait de la traite matinale uniquement alors que l'intervalle entre deux traites modifie la composition du lait et particulièrement le taux butyreux qui augmente considérablement à la traite du soir par rapport à celle du matin surtout d'autant plus que l'intervalle entre les deux traites est plus court (**Kaouche-Adjlane, 2019**).

La densité moyenne du lait enregistrée pendant le début de lactation était similaire à celle mesurée au milieu de la lactation (1.030 ± 0.00), ce qui correspond à une densité normale du lait de vache qui se situe autour de 1.030 à 1.035 et qui est liée à sa richesse en matière sèche (**Mansour, 2015**).

Nos résultats ont montré des teneurs moyennes en protéines de 33.5 ± 1.78 g/L et de 31.5 ± 1.68 g/L dans les échantillons de lait provenant des vaches au début et au milieu de la lactation, respectivement. Ces valeurs correspondent aux teneurs normales de protéines du lait de vache qui sont comprises entre 32 et 35 g/L (**Jeantet et al., 2007**). Cependant, nous avons constaté que le taux protéique moyen était légèrement plus élevé chez les vaches de race flekvieh par rapport aux races croisées (**3.39 % vs 3.15%**) mais bien que cette différence ne soit pas significative, elle laisse suggérer l'influence de la race sur la variation de la composition chimique de lait car il a été rapporté que le lait de vaches Holstein par exemple est moins riche en protéines ($32,9 \pm 1,24$ g/L) que le lait de Montbéliarde ($33,05 \pm 0,21$ g/L) (**Mekhaneg, 2020**).

Par ailleurs, nous avons constaté une diminution numérique mais non signification du taux protéique pendant la mi-lactation en comparaison avec le début de lactation; ce qui corrobore les données de la littérature qui rapportent que les teneurs du lait en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à celle de la quantité de lait sécrétée et c'est au cours de la période colostrale que l'évolution journalière de la composition du lait est la plus forte, en particulier pour les protéines (**Kaouche-Adjlane, 2019**).

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et ses teneurs moyennes dans les échantillons de lait que nous avons analysés ont diminué de 50.75 ± 2.73 g/L au début de la lactation à 47.58 ± 2.50 g/L au milieu de la lactation mais cette diminution n'est pas significative. Ces teneurs restent, cependant, dans l'intervalle des normes qui varie entre 48 et 50 g/L (**Hoden et Coulon, 1991**).

La teneur moyenne en sels que nous avons enregistrée dans le lait des vaches au début de lactation est de 6.83 ± 0.39 g/L et celle du lait des vaches au milieu de lactation est légèrement plus faible (6.33 ± 0.49 g/L) mais cette différence n'est pas significative.

Ces teneurs restent légèrement plus faibles par rapport à la teneur moyenne de minéraux (7g/L) rapportée **Jensen** en **1995**.

La teneur moyenne en extrait sec dégraissé était de 91.92 ± 4.96 g/L et de 86.18 ± 4.70 g/L pour les échantillons de lait prélevés au début de la lactation et au milieu de la lactation, respectivement. Ces teneurs sont inférieures aux normes (97,33 et 88,33g/L) et ceci pourrait être attribué à la composition de la ration car les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé.

Les feuilles de *Moringa oleifera* constituent une bonne source d'apport protéique de minéraux qui sont d'une importance capitale pour l'extériorisation des potentialités des animaux. Elles sont riches en minéraux comme le calcium, le fer, le potassium et des multivitamines, qui sont indispensables aux performances animales et à la production laitière et une bonne source de protéines. La farine de feuilles de *Moringa oleifera* riche en protéines peut être utilisée comme supplément pour augmenter la production de lait (**El-Badawi et al., 2023**). Dans la présente étude, nous avons incorporé les feuilles de *Moringa oleifera* connu sous le nom de l'arbre de vie dans l'aliment des vaches laitières au début de la lactation et au milieu de la lactation pendant une durée de 30 jours et nous avons évalué l'effet de cette supplémentation naturelle sur la composition chimique du lait.

L'observation quotidienne des vaches pendant toute la période de la supplémentation alimentaire n'a révélé aucun changement de la consistance matières fécales mais les vaches ont refusé l'aliment durant la première demi-heure de sa distribution pour la première fois en raison de l'odeur désagréable de cette plante mais elles se sont rapidement adaptées et elles ont pris toute leur ration par la suite.

L'étude de l'effet du *Moringa oleifera* sur la composition du lait et ses caractéristiques physico-chimiques après 15 jours et après 30 jours de la supplémentation n'a montré aucune différence significative dans la composition du lait durant ces deux périodes entre les vaches indépendamment du stade de lactation. Ces résultats concordent avec ceux de **Sánchez et ses collaborateurs (2006)** qui ont montré que l'inclusion de *Moringa oleifera* en tant que supplément protéique dans des régimes alimentaires de faible qualité n'affecte pas la composition du lait.

Contrairement à nos résultats, l'incorporation de poudre des feuilles de *M.oleifera* chez des bufflons en mi-lactation à raison de 50g/ animal/ jour pendant 8 semaines a entraîné une augmentation significative de la teneur du lait en protéines, matières grasses et une diminution significative du lactose (**El-Badawi et al., 2023**). De même, **Nadir et al. (2005)** ont montré que l'inclusion de *Moringa oleifera* en tant que complément protéique dans les régimes alimentaires de faible qualité entraîne amélioration de l'apport en matières sèches et de la

digestibilité de l'alimentation et une augmentation de la production et de la composition du lait. Contrairement à nos résultats, l'utilisation de *Moringa oleifera* comme régime de base chez les vaches laitières augmente la qualité du lait (Bryan et al., 2011).

Par ailleurs, la substitution d'un mélange d'aliment concentré par 5% et 10% de feuilles de *Moringa oleifera* chez les chèvres a entraîné une augmentation dose dépendante de la composition et du rendement du lait pour tous les composants (gras, protéines, lactose). En effet, une élévation importante dans le contenu des matières grasses, protéines et lactose a été notée chez le groupe substitué par 10% de *M.oleifera* et une augmentation moindre a été enregistrée chez le groupe substitué par 5%. Ces augmentations ont été attribuées à l'augmentation de la digestibilité des nutriments (El-Sanafawy et al., 2017).

L'augmentation de la composition du lait suite à l'incorporation de *Moringa oleifera* dans le régime alimentaire du bétail est liée selon les études citées précédemment à l'augmentation de la digestibilité des nutriments. Dans notre étude, la supplémentation alimentaire des vaches en feuilles de *Moringa oleifera* n'avait aucun effet significatif sur la composition du lait, ce qui pourrait être attribué à la composition de l'aliment de base qui n'a pas été analysée dans cette étude, à la période de l'expérimentation qui était courte (30 jours) en comparaison avec plusieurs études qui utilisaient le *Moringa oleifera* chez le bétail pendant une durée plus longue. Ainsi, nous n'avons pas mesuré la digestibilité des aliments afin d'étudier l'effet du *M.oleifera* sur ce paramètre et de voir sa corrélation avec la composition du lait de vache.

Conclusion

Conclusion

La recherche d'une alimentation adaptée aux besoins alimentaires des vaches, à une meilleure production laitière et un lait de bonne qualité en utilisant des suppléments alimentaires naturels est devenue actuellement très intéressante sur le plan économique.

Dans cette optique, nous avons incorporé les feuilles de *Moringa oleifera* cultivé dans le sud Algérien dans l'alimentation des vaches laitières aux différents stades de lactation.

Au terme de cette étude, il ressort que la supplémentation alimentaire des vaches au *Moringa oleifera* pendant un mois n'a entraîné aucune variation significative dans la composition chimique du lait de vaches ni au début de la lactation, ni au milieu de lactation malgré la grande richesse nutritionnelle de cette plante en protéines, acides aminés, calcium et en vitamines.

Bien que la supplémentation des vaches au *Moringa oleifera* n'a pas amélioré la composition du lait en matières grasses et en protéines, son utilisation n'a pas aussi altéré la qualité du lait.

Il est à noter que les effets positifs d'un supplément alimentaire naturel sont conditionnés par les bonnes pratiques d'élevage en particulier les pratiques alimentaires, hygiéniques et de traite et afin de garantir la production d'un lait de bonne qualité hygiénique et nutritionnelle, il est nécessaire de connaître le degré d'influence de chaque pratique appliquée et son impact sur les caractéristiques globales du lait.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aboud, M., Boumella, S., Dib, A. L., Kellali, N., Lakhdara, N., Bererhi, E. H., ... & Bouaziz, O. (2016).** Influence of adding date pits on the daily weight gain of Ouled Djellal lambs on the Bouchabaa farm, Constantine. *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens*, (115), 687-690.
2. **Amroun, M., & Hadjab, S. (2021).** Facteurs de variabilité des taux de matières grasses et protéiques du lait en élevage bovin et impact sur les qualités marchande et industrielle dans la région de *M'Sila* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
3. **Anzano, A., Ammar, M., Papaiani, M., Grauso, L., Sabbah, M., Capparelli, R., & Lanzotti, V. (2021).** Moringa oleifera lam.: A phytochemical and pharmacological overview. *Horticulturae*, 7(10), 409.
4. **Babkine, M. (2008).** Echographie du trayon et du pis chez la vache adulte en lactation. *Bull. Soc. Vét. Prat. de France*, 92(2).
5. **Beddif, B et Belghazi, N. (2021).** Les analyses physicochimique et microbiologique du lait cru de vache.
6. **Benachour, K. E., Kizi, N., & Makdoud, S. (2014).** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de deux régions Akbou et SidiAich (Bejaia).
7. **Benahmed, Z., & Boukhalfa, N. E. I. (2019).** *EVOLUTION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE DANS LA REGION DE TIARET* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun TIARET).
8. **Bendiab, N., & Dekhili, M. (2011).** Typologie de la conduite des élevages bovins laitiers dans la région de Sétif.
9. **Benkaddour N (2015)** Contribution à l'étude de l'efficacité de la graine de Moringa oleifera dans la dépollution des eaux d'oued Safsaf. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 26p.
10. **Bensizerara, M. K. (2021).** Qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache pasteurisé au cours de la chaîne de production.
11. **Bosch, C. H. (2004).** Moringa oleifera Lam. *PROTA Foundation, Backhuys, CTA, Wageningen, The Netherlands*.
12. **BOUDJENDLIA, N.D & OUDINA, H. (2020).** Etude phytochimique et évaluation des activités biologiques du Moringa oleifera : étude théorique
13. **Bouichou, E. H. (2009).** Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception. *Mém d'ing en Zootechnie, Maroc*, 204p.

Références bibliographiques

14. **BOUKELLAL ,N & BOUKOULLA,H .(2021)**. Étude de l'activité antioxydante de *Moringa oleifera*
15. **Broin, M. (2005)**. Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. *MORINGANEWS*, sur : <http://www.moringanews.org>.
16. **Charton, C. (2017)**. *Caractérisation de l'adaptation de la glande mammaire des vaches laitières à l'allongement de l'intervalle entre traites* (Doctoral dissertation, Agrocampus Ouest).
17. **SENEGAL, B. L. A. (2008)**. *Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR).
18. **Ch, H. (2008)**. Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière. *Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège, Service de Thériogenologie des animaux de production*.
19. **Chennouf, Khellaf Et.** "Effet de l'alimentation sur la production laitière (quantité et qualité): cas de la wilaya de Blida." *Mémoire. Doc. Vét., Université de Blida, laitières. In: CRAAO, centre de référence, en agriculture et agroalimentaire du Québec, laitiers dans la région de SETIF, faculté des sciences et de la nature, département* (2006).
20. **Chilliard, Yves, et al.** "Qualité des produits: modulation par l'alimentation des animaux de la composition en acides gras du lait et de la viande." *Productions animales* 21.1 (2008): 95-106.
21. **Christophe, M. (2018)**. *Évaluation d'une grille notant les pratiques au tarissement et de leur impact sur l'incidence des maladies métaboliques du post-partum à l'aide d'une enquête en élevage* (Doctoral dissertation).
22. **DJIHANE, B. (2020)**. EVALUATION DU POTENTIEL PRODUCTIF ET REPRODUCTIF DE LA VACHE LAITIERE DANS UNE EXPLOITATION DANS LA WILAYA DE MOSTAGANEM (Doctoral dissertation, Institut des sciences vétérinaires).
23. **Djihane , B (2020)**.Essai de fabrication des produits cosmétiques naturel bio à base de *Moringa oleifera*.
24. **El-Badawi, A. E. Y., Hassan, A. A., Khalel, M. S., Yacout, M. H., & El Naggar, S. (2023)**. Effect of *Moringa oleifera* leaves powder in diets of lactating buffaloes. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1), 4.
25. **El-Sanafawy, H. A., Ashmawy, T. A. M., & Abou Elenin, E. I. (2017)**. EFFECT OF PARTIAL REPLACEMENT OF CONCENTRATE FEED MIXTURE WITH

Références bibliographiques

- MORINGA DRY LEAVES ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF ZARAIBY GOATS. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 20(3), 409-420.
26. **Ghoribi, L., Bouaziz, O., & Tahar, A. (2005).** ETUDE DE LA FERTILITE ET DE LA FECONDITE DANS DEUX ELEVAGES BOVINS LAITIERS. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 46-50.
27. **HANSEN LB. (2000).** Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint - *J Dairy Sci.* 83 : 1145-1150
28. **Hoden, A., & Coulon, J. B. (1991).** Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRAE Productions Animales*, 4(5), 361-367.
29. **HOUARI, H., & ZENATI, H. (2011).** *Etude Bibliographique des Mammites chez le Bovin Laitier* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
30. **Jammes, H., & Djiane, J. (1988).** Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. *INRA Productions animales*, 1(5), 299-310.
31. **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007).** *Les produits laitiers* (pp. 184-p). Editions Tec & Doc Lavoisier.
32. **Kaki, M., Mimouni, A., & Adamou, A. (2018).** Essai de production de moringa oleifera pour une éventuelle amélioration de la ration alimentaire. Université Kasdi Merbah OUARGLA. Mémoire de master, 78p.
33. **Kumar, N., Pratibha, & Pareek, S. (2020).** Bioactive compounds of moringa (Moringa species). *Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes*, 1-22.
34. **Lilia, M., & Merabti Sarra, D. G. (2022).** La Lactation et Ses Facteurs D'influence Chez la Vache Laitière.
35. **Maatallah CH, (2018).** Evaluation des performances de la production et de la reproduction des vaches laitières dans la région de Rellizane (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
36. **Madi, O. P., Bourou, S., & Woin, N. (2012).** Utilisations et importances socioéconomiques du Moringa oleifera Lam. en zone de savanes d'Afrique Centrale. Cas de la ville de Maroua au Nord-Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 60, 4421-4432.
37. **Mazaoui ,S.N .(2020).** Contribution à l'étude de quelques protéines du Moringa oleifera impliquées dans l'épuration des eaux usées.
38. **MANSOUR, Lynda Maya.** *Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: effet de l'alimentation.* 2018. Thèse de doctorat.

Références bibliographiques

39. MANSOURI, Y., & ARABI, N. E. H. (2020). Essai d'incorporation de la poudre des feuilles de moringa oleifera dans une crème dessert (HOUDNA-LAIT).
40. Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., & Spörndly, R. (2011). Feeding *Moringa oleifera* fresh or ensiled to dairy cows—effects on milk yield and milk flavor. *Tropical animal health and production*, 43, 1039-1047.
41. MOUMENE, A. I., & CHETTAH, K. (2012). *IMPACT DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION QUANTITATIVE DU LAIT CHEZ LA VACHE DANS LES REGIONS DE TIARET, SIDI BEL ABBES, ET RELIZANE* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
42. Olson, M.E. (2001). Wood and bark anatomy in *Moringa* (Moringaceae), *Haseltonia* 8: 85-121.
43. Saidou, O. (2004). Influence de la production laitière sur l'évolution pondérale des vaches et des veaux chez le Zébu Azawak à la station sahélienne expérimentale de Toukounous (Niger). *Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal.*
44. Tremolieres, D. J. (1963). Valeur alimentaire du lait. *Le Lait*, 43(427), 384-389.
45. Yahiaoui ,A (2013) . *Etude bibliographique sur les mammites chez les bovins laitiers* (Doctoral dissertation).

Sites internet

[https://uses.plantnet-project.org/fr/Moringa_oleifera_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Moringa_oleifera_(PROTA))

https://fac.umc.edu.dz/vet/Cours_Ligne/Cours/PHYSIOLOGIE_LACTATION.pdf.

https://fac.umc.edu.dz/vet/Cours_Ligne/cours_2.

<https://chaire-bea.vetagro-sup.fr/>.

Résumé

Résumé

Moringa oleifera est un arbre miracle, d'une valeur nutritionnelle très importante et d'intérêt médicinal élevé. La présente étude vise à évaluer de l'effet d'une supplémentation alimentaire à base de cette plante sur la qualité du lait de vache. Les feuilles de *M. oleifera* ont été incorporées dans l'alimentation des vaches en début et en mi-lactation à raison de 50g/sujet/jour pendant 30 jours. Trois échantillons de lait ont été réalisés pour chaque vache avant la supplémentation puis au milieu (J15) et à la fin de l'expérimentation (J30) et analysés à l'aide d'un lactoscan.

Les résultats obtenus ont montré une teneur faible en matières grasses avant et après la supplémentation. Aucune variation significative ($P < 0.05$) de la composition chimique du lait n'a été observée durant toute la période de la supplémentation chez les vaches au début de la lactation et au milieu de la lactation.

Mots clés: *Moringa oleifera*, supplémentation, vache, analyse, lait.

Summary

Moringa oleifera is a miracle tree, of very high nutritional value and high medicinal interest. The present study aims to evaluate the effect of dietary supplementation based on this plant on the quality of cow's milk. The leaves of *M. oleifera* were incorporated into the diet of cows at the beginning and mid-lactation at a rate of 50g/animal/day for 30 days. Three milk samples were taken for each cow before supplementation then in the middle (D15) and at the end of the experiment (D30) and analyzed using a lactoscan.

The results obtained showed a low fat content before and after supplementation. No significant variation ($P < 0.05$) in the chemical composition of milk was observed throughout the period of supplementation in cows at the beginning of lactation and in the middle of lactation.

Keywords: *Moringa oleifera*, supplementation, cow, analysis, milk.