



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Scientifique

جامعة أوبوكربلقايد - تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCCEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers



Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie

قسم الفلاحة

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour obtenir **Le diplôme de Master en**

Sciences Agronomiques

Spécialité : **Production animale et transformation laitière**

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en Sciences Agronomiques

Option : **Production animale et transformation laitière**

- THEME -

L'impact des pratiques alimentaires sur la qualité physico-chimique de lait de vache dans la région de l'ouest algérien

(La wilaya de Sidi Bel Abbès et la wilaya de Tlemcen)

Présenté Par : SLAMI Younes et SI TAYEB Djalal Eddine

Soutenu publiquement, le 26/06/2025, devant le jury composé de :

Président :	Mr. TEFIANI Chokri	Université de Tlemcen
Examineur :	Mr. AZZI Noureddine	Université de Tlemcen
Encadrant :	Mr. BENYOUB Nor eddine	Université de Tlemcen
Co-encadrant :	Mme. DICH Samira	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

Nous exprimons tout d'abord nos profonds remerciements à Allah qui nous a donné le courage et la volonté de mener à terme ce modeste travail.

On tient à remercier nos parents pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme DICH SAMIRA, on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous remercions tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie qui nous ont enseigné et honorés aujourd'hui par leur présence.

Nous remercions spécialement Mr BENYOUB Professeur à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté de présider ce travail et Mme d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de ce mémoire et aussi pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont fait preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

A toutes nos familles et nos amis, les personnes qui nous ont aidés de près et de loin, nous offrons nos profondes gratitudee.

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A mon très cher père EL Ayachi et ma source d'amour ma mère pour leur encouragements, leur soutien, surtout pour leur amour et sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A mes chères frères Omar, Abdelkader, Mohamed et mes chères sœurs ma source de joie et de bonheur.

A tous les membres de ma famille et à toute personne qui porte le nom SLAMI.

A tous mes amis, mes chers collègues sans exception.

Enfin, je remercie mon binôme Djalal Eddine, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

S.Younes

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi. A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études. A mes chères frères et sœurs, ma source de joie et de bonheur. A tous les membres de ma famille et à toute personne qui porte le nom SI TAYEB. A tous mes amis, mes chers collègues sans exception. Enfin, je remercie mon binôme Younes, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

S. Djalal Eddine

Liste d'abréviation

°D :	Degré Dornic.
pH :	Potentiel d'hydrogène.
MS :	Matière sèche.
MAT :	Matière azotés total.
MG :	Matière grasse.
MO :	Matière organique.
MM :	Matière minéral.
Hab :	Habitant.
TP :	taux de prothrombine.
TG :	Taux de gras.
ISO :	Organisation internationale de standardisation.
DEN :	Densité
Ens :	Ensilage.
Hrb :	Herbe.
Frg :	Fourrage.

Liste des Figures

figure	liste	page
Figure 01	Lait de vache	07
Figure 02	Trois races des vaches laitières.	12
Figure 03	Composition des aliments (Cuvelier et <i>al.</i> , 2021).	22
Figure 04	la carte géographique de la région étudiée (la wilaya de Sidi Bel Abbès et la wilaya de Tlemcen) (Vecteezy.com).	27
Figure 05	la carte géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès (d-maps.com).	28
Figure 06	Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.	31
Figure 07	les flacons pour la collecte de lait.	33
Figure 08	Lactoscan (Originales, Si tayeb Djalal).	34
Figure 09	La carte géographique de la wilaya de Tlemcen (d-maps.com).	35
Figure 10	Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Tlemcen.	38
Figure 11	Des appareils utilisés (Originales, Slami Younes).	42
Figure 12	la densité selon le mode d'élevage.	46
Figure 13	le taux de la matière gras selon le mode d'élevage.	47
Figure 14	le taux de protéine selon le mode d'élevage.	48
Figure 15	La densité selon la race.	50
Figure 16	le taux de la matière gras selon la race.	51
Figure 17	le taux de protéine selon la race.	52
Figure 18	la densité selon le type d'alimentation.	55
Figure 19	le taux de la matière gras selon le type d'alimentation.	56
Figure 20	le taux de protéine selon le type d'alimentation.	57
Figure 21	un graphe Scree plot de pourcentage expliqué des variances selon les dimensions.	58
Figure 22	Cercle de corrélation entre Dim1 et Dim2.	58
Figure 23	Un biplot en Dim1 et Dim2.	59
Figure 24	Graphique des individus par groupe.	60

Liste des Tableaux

Tableau	Liste	Page
Tableau 01	Ce tableau montre toutes les exploitations étudiées dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.	29
Tableau 02	Présente les différentes zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.	30
Tableau 03	Ce tableau montre toutes les exploitations étudiées dans la wilaya de Tlemcen	36
Tableau 04	présente les différentes zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Tlemcen.	37
Tableau 05	influence du mode d'élevage sur la densité du lait.	45
Tableau 06	influence du mode d'élevage sur le taux de gras dans le lait.	45
Tableau 07	influence du mode d'élevage sur le taux de protéine dans le lait.	45
Tableau 08	Influence de la race sur la densité du lait.	49
Tableau 09	Influence de la race sur le taux de gras dans le lait.	49
Tableau 10	Influence de la race sur le taux de protéine dans le lait	50
Tableau 11	influence du type d'alimentation sur la densité du lait.	53
Tableau 12	influence du type d'alimentation sur le taux de gras dans le lait.	54
Tableau 13	influence du type d'alimentation sur le taux de protéine dans le lait.	54

Table des matières

remerciement.....	I
dédicace.....	II
liste des abréviations.....	III
liste des figures.....	IV
liste des tableaux.....	V
Table des matières.....	VI
Introduction	01

Synthèse bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur le lait de vache

1. Définition du lait de vache.....	07
2. Composition du lait.....	07
3. Qualité organoleptique du lait.....	07
3.1. Couleur.....	08
3.2. Odeur.....	08
3.3. Saveur.....	08
3.4. Viscosité.....	08
4. Propriétés physico-chimique du lait de vache	09
4.1. Densité	09
4.2. Acidité	09
4.3. pH du lait.....	09
4.4. Point de congélation.....	10
4.5. Point d'ébullition.....	10
5. Importance nutritionnelle	10

Chapitre II :

Les races de vaches laitières et leurs caractéristiques

1. Introduction à la diversité des races laitières.....	12
2. Présentation des principales races laitières.....	12
3. Races européennes.....	13

3.1. Holstein Friesian.....	13
3.2. Montbéliarde.....	13
3.3. Normande.....	14
3.4. Autres races européennes importantes.....	14
4. Races locales et adaptées au contexte algérien.....	14
4.1. Description des races locales.....	14
4.2. Adaptation aux conditions environnementales et aux systèmes d'élevage.....	15

Chapitre III :

Alimentation des vaches laitières et leur modes d'élevage

I. Alimentation des vaches laitières.....	17
1. Présentation et distribution de la ration.....	17
2. Type d'alimentation.....	17
2.1 Fourrages	17
2.1.1. Fourrages verts.....	17
2.1.2. Ensilages.....	17
2.1.3. Fourrages secs.....	18
A. Foin.....	18
B. Paille.....	19
C. Luzerne.....	19
2.1.4. Racines et tubercules, et leurs dérivés.....	19
2.2. Concentrés	20
2.2.1. Aliments concentrés simples.....	21
A. Graines de protéagineux et d'oléagineux.....	21
B. Tourteaux.....	21
2.2.2. Aliments concentrés composés.....	21
3. Composition des aliments.....	21
II. Modes d'élevage.....	23
A. Mode extensif.....	23
B. Mode semi-extensif.....	23
C. Mode intensif.....	24

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Objectif.....	27
2. Enquête.....	27
2.1. Présentation de région d'étude (Sidi Bel Abbès).....	27
2.1.1. Source des échantillons.....	30
2.1.2. Lieu d'expérimentation.....	31
2.1.3. Méthodes des analyses du lait.....	32
2.1.4. Échantillonnage et prélèvement.....	32
2.1.5. Analyses physico-chimiques.....	34
I. Méthode automatique.....	34
II. Méthode manuel.....	34
A. Mesure de l'acidité du lait (°D – Dornic).....	34
B. Teneur en matière grasse (Méthode de Gerber).....	34
C. Mesure de la densité (avec un lactodensimètre).....	35
2.2. Présentation de la région d'étude (Tlemcen).....	35
2.2.1. Source des échantillons.....	37
2.2.2. Lieu d'expérimentation.....	38
2.2.3. Méthode des analyses du lait.....	38
2.2.4. Échantillonnage et prélèvement.....	39
2.2.5. Analyses physico-chimiques.....	39
A. pH.....	39
B. Acidité Titrable (Acidité Dornic ou Taux d'acidité).....	39
C. Densité (Masse volumique).....	40
D. Teneur en matière grasse(MG).....	41
3. Analyse statistique.....	42
3.1. Logiciel Rstudio.....	42
3.2 Statistiques descriptives.....	42
3.2.1. Multivariée.....	42

A. Analyses en composantes principales (ACP).....	43
3.2.2. Analyses de la variance Anova.....	43

**Chapitre II :
Résultats et discussions**

I. Discussions des résultats : influence du mode d'élevage sur la qualité physico-chimique du lait.....	45
1. Introduction et rappel de l'objectif.....	45
2. Analyse descriptive et comparaison statistiques des paramètres par mode d'élevage.....	45
A. Densité (DEN).....	45
B. Taux de gras (TG)	46
II. Discussion des résultats : Influence de la race sur la qualité physico-chimique du lait. ...	49
1. Introduction et rappel de l'objectif.....	49
2. Analyse descriptive et comparaison statistiques des paramètres par mode d'élevage.....	50
A. Densité (DEN).....	50
B. Taux de gras (TG)	51
C. Taux de protéines (TP) :	52
III. Discussion des résultats : Influence du type d'alimentation sur la qualité physico-chimique du lait.....	53
1. Introduction et rappel de l'objectif :.....	53
2. Analyse descriptive et comparaison statistique des paramètres par type d'alimentation....	54
3. Analyse multidimensionnelle par ACP	57
3.1 Synthèse et liens avec la littérature	60
3.2 Limites de l'étude	60
conclusion	63
Références Bibliographiques	65

Introduction Générale

INTRODUCTION

La production laitière bovine représente un pilier stratégique de l'agriculture mondiale et un maillon essentiel de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (**FAO, 2022**). En Algérie, pays en constante croissance démographique et confronté à des défis d'autosuffisance alimentaire, la filière lait occupe une place prépondérante dans les politiques agricoles nationales (**Mamine et al., 2021; Kheffache, 2021**). La demande croissante en produits laitiers impose une intensification de la production locale et, surtout, une amélioration qualitative du lait cru pour réduire la dépendance aux importations et garantir la santé du consommateur. Au-delà des aspects quantitatifs, la qualité physico-chimique du lait de vache est un déterminant majeur de sa valeur marchande, de son aptitude à la transformation en divers produits laitiers (fromages, yaourts, beurre, etc.) et, in fine, de la rentabilité de toute la chaîne de valeur laitière.

Cette qualité intrinsèque est le fruit d'une synergie complexe de facteurs génétiques (**Sebti et al., 2022; Coulon, 1991**), environnementaux (**Gouaidia, 2023; Sebti et al., 2022**), sanitaires, mais surtout, directement liés aux pratiques d'alimentation du cheptel (**Bütikofer & Collomb, 2002; Gouaidia, 2023**).

L'alimentation de la vache laitière est la pierre angulaire de la production laitière. Une ration équilibrée, adaptée aux besoins physiologiques de l'animal, est cruciale non seulement pour optimiser la quantité de lait produite, mais également pour en assurer une composition stable et optimale en termes de matière grasse, de protéines, de lactose et de minéraux (**Bütikofer et Collomb, 2002**). Des déséquilibres nutritionnels, qu'il s'agisse de carences, d'excès ou d'un mauvais ratio des nutriments essentiels (énergie, protéines, fibres, vitamines, oligo-éléments), peuvent entraîner des variations significatives des caractéristiques physico-chimiques du lait (**Gouaidia, 2023**). Ces variations ont des répercussions directes sur les rendements fromagers, la texture des yaourts, la durée de conservation des produits finis, et même sur leurs qualités organoleptiques, impactant ainsi directement la valorisation du lait et la satisfaction du consommateur.

Dans le contexte algérien, la région Ouest, et plus particulièrement les wilayas de Tlemcen et Sidi Bel Abbes, se distinguent comme des bassins de production laitière significatifs. Ces territoires, caractérisés par des conditions agro-climatiques diverses – allant des zones de steppe aux plaines irriguées – offrent des ressources fourragères hétérogènes et incitent à l'adoption de pratiques d'élevage variées. On y observe une coexistence de systèmes d'élevage traditionnels, où le pâturage et les fourrages grossiers dominent, et de systèmes plus

INTRODUCTION

intensifs, intégrant l'utilisation de fourrages cultivés, d'ensilage et de concentrés commerciaux. La diversité de ces approches alimentaires, combinée aux contraintes environnementales (sécheresse, disponibilité des intrants), pose des défis majeurs quant à la maîtrise de la qualité du lait produit. Une compréhension approfondie de l'interconnexion entre ces pratiques d'alimentation et la qualité physico-chimique du lait dans ces régions spécifiques devient donc indispensable pour le développement durable de la filière.

Les enjeux de cette problématique dépassent largement le cadre technique et zootechnique pour englober des dimensions socio-économiques profondes. Pour les éleveurs, la qualité du lait n'est pas qu'un simple paramètre analytique ; elle est souvent directement liée au prix de vente du lait cru aux laiteries, qui appliquent des grilles de paiement basées sur les taux de matière grasse et de protéines. Un lait de qualité supérieure assure ainsi une meilleure rémunération, contribuant à améliorer le revenu et les conditions de vie des familles paysannes. Inversement, un lait de qualité médiocre peut entraîner des pénalités financières, des refus de collecte, et une perte de motivation des éleveurs, compromettant la pérennité de leurs exploitations. Au niveau macro-économique, l'amélioration de la qualité du lait cru national est un levier puissant pour renforcer la compétitivité de l'industrie laitière algérienne, réduire les importations de poudre de lait et de produits laitiers transformés, et favoriser la création de valeur ajoutée locale (**Lazereg et al., 2020**). De plus, une alimentation saine et équilibrée des vaches est un facteur clé de leur bonne santé, ce qui diminue le risque de maladies et l'utilisation de médicaments, garantissant ainsi un lait plus sûr et plus sain pour le consommateur final, un aspect fondamental de la sécurité alimentaire.

Ce travail de mémoire s'inscrit dans cette optique de recherche d'une meilleure compréhension des interactions entre l'alimentation et la qualité du lait dans le contexte particulier de l'Ouest algérien. L'objectif est de mettre en lumière les répercussions des différentes stratégies alimentaires adoptées par les éleveurs des wilayas de Tlemcen et Sidi Bel Abbès sur les principaux indicateurs physico-chimiques du lait. Nous chercherons à identifier les liens de causalité entre les types de rations distribuées et les variations observées au niveau des taux de matière grasse, de protéines, de la densité, de pH, ainsi que de l'acidité du lait. Parallèlement, nous analyserons les implications socio-économiques de ces pratiques et des résultats de qualité obtenus, en évaluant leur impact sur la rentabilité des exploitations et la dynamique de la filière laitière locale.

INTRODUCTION

La méthodologie envisagée combinera une enquête auprès des éleveurs pour caractériser leurs pratiques d'alimentation et de gestion du troupeau, avec des analyses physico-chimiques rigoureuses d'échantillons de lait collectés sur le terrain. Les données recueillies permettront d'établir des corrélations et de dégager des tendances significatives, offrant ainsi un diagnostic précis de la situation et des pistes d'amélioration. En fin de compte, cette étude vise à fournir des informations précieuses et des recommandations concrètes aux acteurs de la filière laitière (éleveurs, techniciens agricoles, décideurs politiques) pour optimiser les pratiques alimentaires, améliorer la qualité du lait de vache dans l'Ouest algérien, et ainsi contribuer au développement socio-économique de la région et à la souveraineté alimentaire du pays.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur le lait de vache

1. Définition de lait de vache

Le lait de vache est un liquide biologique sécrété par les glandes mammaires des vaches, composé principalement d'eau, de lactose, de protéines (notamment la caséine), de lipides, de vitamines et de minéraux, destiné à la nutrition du veau et largement consommé par l'homme sous diverses formes alimentaires. (Walstra et al.,2005).



Figure 01 : Lait de vache (Site n° 01)

2. Composition du lait

Le lait de vache est un liquide composé d'environ 90 % d'eau, contenant en moyenne 3,2 g de protéines, 4,6 g de glucides (principalement du lactose), 1,58 g de lipides, ainsi que des minéraux essentiels comme le calcium (115 mg), le phosphore, le zinc, l'iode, le sélénium, et des vitamines dont la vitamine B2, ce qui en fait un aliment riche en nutriments essentiels pour la nutrition humaine. (Rousseau et Cascua, 2005).

3. Qualité organoleptique du lait

La qualité organoleptique du lait fait référence à l'ensemble des caractéristiques perçues par les sens, notamment la couleur, l'odeur, la saveur et la texture. Un lait de bonne qualité se reconnaît par une couleur blanche à blanc crème, une odeur fraîche sans notes acides ou rances, une saveur légèrement sucrée due au lactose, ainsi qu'une texture fluide et homogène sans grumeaux ni dépôts. Ces qualités peuvent être altérées par des facteurs tels que l'alimentation de la vache, les conditions de traite, de stockage ou encore la contamination microbienne. Une évaluation rigoureuse de ces paramètres est essentielle pour garantir la fraîcheur et l'acceptabilité du lait par le consommateur (Coulon et Priolo, 2002).

3.1. Couleur

La couleur du lait est généralement blanche à blanc crème, ce qui est principalement dû à la dispersion de fines particules de caséine et de globules gras dans l'eau, qui diffusent la lumière. La présence de caroténoïdes dans le lait de vache, issus de son alimentation, peut lui donner une teinte légèrement jaunâtre. Cette couleur peut varier selon l'espèce animale, le régime alimentaire, la teneur en matières grasses et les traitements technologiques comme la pasteurisation. Une modification inhabituelle de la couleur du lait peut être un indicateur de contamination, de maladie ou d'altération de la qualité (**Jenness, 1980c**).

3.2. Odeur

L'odeur du lait frais est typiquement douce et neutre, mais elle peut être rapidement altérée par divers facteurs comme l'oxydation, la contamination bactérienne ou des résidus d'aliments. Ces altérations entraînent la formation de composés volatils responsables d'odeurs indésirables telles que l'aigre, le rance ou le moisi. Ces modifications sont souvent les premiers indicateurs d'une détérioration de la qualité du lait, ce qui en fait un critère organoleptique essentiel pour le contrôle qualité (**Chandan et al., 2015**).

3.3. Saveur

La saveur du lait frais est douce, légèrement sucrée en raison de la présence du lactose, avec une sensation crémeuse apportée par la matière grasse. Elle peut être influencée par plusieurs facteurs tels que l'alimentation de l'animal, la race, les conditions de traite et de conservation. Des altérations de saveur, comme un goût amer, rance ou métallique, peuvent survenir en cas de contamination microbienne, d'oxydation lipidique ou de présence de résidus chimiques. Ces variations sont rapidement perçues par le consommateur, faisant de la saveur un critère essentiel pour évaluer la qualité du lait (**Clark et al., 2008**).

3.4. Viscosité

La viscosité du lait, qui exprime sa fluidité, est influencée par plusieurs facteurs tels que la température, la teneur en matières grasses, en protéines, ainsi que la présence de particules en suspension. À l'état normal, le lait présente une faible viscosité, ce qui lui permet de s'écouler facilement. Cependant, toute modification de sa composition ou de son état microbiologique peut entraîner une variation de cette propriété, rendant le lait plus épais ou plus liquide. La viscosité est un paramètre crucial pour les industriels laitiers, car elle

affecte les procédés de transformation, comme l'homogénéisation ou la fermentation (Tamime, 2008).

4. Propriétés physico-chimique du lait de vache

Il est crucial de comprendre les propriétés physicochimiques du lait, car cela permet d'évaluer avec précision la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et procédés technologiques adaptés (El Marnissi et al., 2013).

Les principales propriétés physicochimiques prises en compte dans l'industrie laitière comprennent la densité, le point de congélation, le point d'ébullition, l'acidité et le pH du lait.

4.1. Densité

La densité du lait se situe entre 1,028 et 1,034, devant être au minimum de 1,028 à 20°C. Pour les laits de grand mélange des laiteries, la densité est de 1,032 à 20°C, tandis que celle des laits écrémés dépasse 1,035. Un lait qui est à la fois écrémé et mouillé peut présenter une densité normale (Labioui et al., 2008).

4.2. Acidité

L'acidité du lait constitue un paramètre essentiel pour le secteur laitier, car elle permet d'évaluer la qualité de conservation du lait. Elle se mesure en « degré Dornic » (°D), qui indique la concentration en acide lactique : 1°D = 0,1 g d'acide lactique. L'acidité titrable se situe entre 15°D et 18°D, correspondant à une plage de 0,15 % à 0,18 % d'équivalent d'acide lactique (Hogan, 1999).

4.3. pH du lait

Le pH du lait varie d'une espèce à l'autre en raison des différences dans la composition chimique, notamment en ce qui concerne la caséine et les phosphates, ainsi qu'en fonction des conditions environnementales (Alais, 1984).

À une température de 20°C, le pH du lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Il est généralement proche de 6,6 juste après la traite, puis augmente légèrement dans les heures qui suivent en raison de la diminution de la concentration de dioxyde de carbone dissous dans la phase aqueuse (CROGUENNEC et al. 2008).

4.4. Point du congélation

Mathieu (1999) et **Vignola (2002)** ont démontré que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, en raison de la présence de solides dissous qui abaisse ce point. Cette caractéristique physique est utilisée pour vérifier l'éventuelle addition d'eau au lait. La valeur moyenne de ce point de congélation se situe entre $-0,54$ et $-0,55^{\circ}\text{C}$, qui correspond également à la température de congélation du sérum sanguin.

4.4. Point d'ébullition

Selon **Amiot et al. (2002)**, le point d'ébullition est défini comme la température à laquelle la pression de vapeur d'une substance ou d'une solution égale la pression ambiante. De manière similaire au point de congélation, le point d'ébullition est affecté par la présence de solides dissous, et il est légèrement supérieur à celui de l'eau, atteignant $100,5^{\circ}\text{C}$.

5. Importance nutritionnelle

Le lait représente une source essentielle d'énergie, de protéines et de lipides, contribuant en moyenne à 134 kcal d'énergie/habitant(hab)/jour(j), ainsi qu'à 8 g de protéines et $7,3$ g de matières grasses/hab/j (**Benyahia-Mostefaoui, 2020**).

En tant qu'aliment naturel, le lait a nourri l'humanité pendant des siècles, offrant une protection immunitaire et des nutriments tels que des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines et des minéraux, dans une forme facilement assimilable, surpassant ainsi d'autres aliments (**Kakati et al, 2021**).

Chapitre II :
Les races des vaches laitières
et leurs caractéristiques

. Introduction à la diversité des races laitières.

La diversité des races laitières constitue un élément fondamental de la production laitière mondiale, car chaque race possède des caractéristiques spécifiques en matière de rendement, de composition du lait, d'adaptabilité au climat et de résistance aux maladies. Par exemple, la Holstein est reconnue pour sa production élevée, tandis que la Jersey offre un lait plus riche en matières grasses. Cette variabilité génétique permet d'optimiser la production selon les contextes géographiques, économiques et environnementaux, tout en contribuant à la résilience des systèmes d'élevage face aux défis climatiques et sanitaires. (Boettcher et al., 2013)



Figure 02: Trois races des vaches laitières (Site n° 02).

2. Présentation des principales races laitières.

Les principales races laitières bovines mondiales se distinguent par leurs caractéristiques et performances distinctes : la **Holstein-Friesian**, originaire des Pays-Bas, domine la production mondiale avec ses rendements exceptionnels pouvant dépasser 10 000 kg par lactation ; la **Jersey**, originaire de l'île britannique éponyme, produit un lait particulièrement riche en matière grasse (5-6%) idéal pour la transformation fromagère ; la **Montbéliarde** française allie bonne production laitière et qualité de viande ; la **Normande**, reconnue pour son lait équilibré destiné aux AOC normandes ; la **Brune Suisse** (ou Brown Swiss), race rustique adaptée aux zones montagneuses produisant un lait riche en protéines ; l'**Ayrshire écossaise**, appréciée pour sa robustesse et son efficacité alimentaire ; la **Simmental**, race mixte d'origine suisse offrant un bon compromis lait-viande ; et la

Guernsey, produisant un lait naturellement riche en bêta-carotène lui conférant une teinte dorée caractéristique. (Mulchandani et al., 2023).

3. Races européennes;

Les principales races laitières européennes comprennent la **Holstein**, très répandue pour sa production élevée de lait, la **Jersey**, reconnue pour la richesse en matières grasses de son lait, la **Montbéliarde**, appréciée pour la qualité de son lait et sa rusticité, ainsi que la **Normande**, qui produit un lait riche en protéines et en matières grasses, idéal pour la transformation fromagère. Ces races sont adaptées aux différents climats et systèmes d'élevage européens, contribuant à la diversité et à la qualité de la production laitière sur le continent. (Queval et al. (1998).

3.1. Holstein Friesian:

La **Holstein Friesian** est une race bovine laitière d'origine néerlandaise et allemande, largement reconnue comme la race laitière la plus productive au monde. Elle se distingue par sa grande taille, sa robe noire et blanche caractéristique, et sa capacité à produire de très grands volumes de lait avec une teneur modérée en matières grasses. Cette race est particulièrement prisée dans les systèmes d'élevage intensifs grâce à son rendement élevé, bien qu'elle nécessite une alimentation et des soins adaptés pour maintenir sa performance. La Holstein Friesian joue un rôle clé dans l'industrie laitière mondiale, contribuant significativement à l'approvisionnement en lait. (Cole et al., 2006).

3.2. Montbéliarde:

La **Montbéliarde** est une race bovine laitière française reconnue pour la qualité de son lait, particulièrement adapté à la transformation fromagère grâce à sa richesse en protéines et matières grasses. Elle présente une bonne rusticité, ce qui lui permet de s'adapter à divers systèmes d'élevage, notamment semi-intensifs. Cette race est souvent utilisée dans des programmes de croisement pour améliorer les performances laitières des troupeaux tropicaux, comme le montrent des études menées au Cameroun où les croisements avec la Montbéliarde ont permis d'augmenter significativement la production laitière par rapport aux races locales. (Nsangou et al., 2021).

3.3. Normande:

La **Normande** est une race bovine française réputée pour la qualité de son lait, particulièrement riche en matières grasses et en protéines, ce qui la rend très adaptée à la production fromagère. Cette race combine une bonne production laitière avec des aptitudes à la production de viande, ce qui en fait une race polyvalente. Des études génétiques montrent que la sélection sur la production laitière chez la Normande influence également certains caractères liés à la production de viande, soulignant son intérêt dans des systèmes d'élevage mixtes. Par ailleurs, la composition du lait de la Normande, notamment les variants des caséines, affecte son aptitude à la fabrication de fromages, avec des haplotypes spécifiques favorisant un meilleur rendement fromager.

3.4. Autres races Européennes importantes :

les autres races laitières européennes importantes, on peut citer la **Tarentaise**, une race originaire des Alpes françaises, reconnue pour sa rusticité et son adaptation aux conditions difficiles, notamment au stress thermique, ce qui en fait une race intéressante pour les élevages en zones de climat contraignant. La Tarentaise produit un lait de bonne qualité, utilisé principalement pour la fabrication de fromages régionaux. Cette race illustre la diversité génétique des bovins laitiers européens et leur capacité d'adaptation à différents environnements. (Bellagi, 2017).

4. Races locales et adaptées au contexte algérien :

4.1. Description des races locales :

Les races bovines locales algériennes se caractérisent principalement par leur rusticité et leur adaptation aux conditions climatiques et pastorales du pays. Parmi elles, la race **Blonde de l'Atlas** est une des plus représentatives, appréciée pour sa résistance aux conditions arides et sa double aptitude viande-lait. La race **Brune de l'Atlas** est également présente, reconnue pour sa production laitière modérée et sa robustesse. Ces races locales sont souvent élevées en systèmes extensifs ou semi-extensifs, avec une gestion traditionnelle, et jouent un rôle essentiel dans l'économie rurale algérienne malgré des performances inférieures aux races exotiques. Leur conservation et valorisation sont importantes pour maintenir la biodiversité génétique et assurer la durabilité des élevages dans les zones difficiles. (Benyoucef et Abdelmoutaleb, 2009).

4.2. Adaptation aux conditions environnementales et aux systèmes d'élevage :

L'adaptation des races bovines aux conditions environnementales et aux systèmes d'élevage repose sur des mécanismes biologiques et comportementaux qui permettent aux animaux de faire face aux stress climatiques, alimentaires et sanitaires. Ces adaptations sont essentielles pour maintenir la productivité et la santé des troupeaux dans des environnements variés, notamment dans les systèmes extensifs où les ressources sont limitées. La diversité génétique joue un rôle clé dans cette capacité d'adaptation, favorisant la résilience face aux changements environnementaux et aux pressions anthropiques. **(Bourguet, 2010).**

Chapitre III :
Alimentation des vaches
laitières

1. Présentation et distribution de la ration

Les méthodes de distribution des rations adoptées par certains éleveurs (mélange de concentrés avec des fourrages, fractionnement des apports, utilisation de substances tampons) aident à prévenir des baisses significatives du taux butyreux souvent constatées avec des rations très riches en concentrés. C'est en alliant les pratiques de culture, de récolte et de conservation que l'agriculteur peut atteindre le meilleur équilibre entre la quantité de fourrage récolté et sa valeur nutritive (Kaouche, 2019).

2. Types d'alimentation

2.1. Fourrages

Traditionnellement, on identifie trois types de fourrages selon leur méthode de conservation et leur teneur en matière sèche : les fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs. Une quatrième catégorie d'aliments peut être considérée comme des fourrages : il s'agit des racines, tubercules et de leurs dérivés (Cuvelier et al., 2021).

2.1.1. Fourrages verts

la qualité de l'herbe varie en fonction de plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci, on peut mentionner le stade de croissance (l'âge de l'herbe), la composition botanique de la prairie, la saison (le cycle de croissance), ainsi que le type de sol, le climat et les pratiques de fertilisation (Cuvelier et al., 2021).

2.1.2. Ensilages

L'ensilage constitue un procédé de conservation des fourrages par fermentation anaérobie dans un silo, où des bactéries transforment les sucres solubles en acides organiques, principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique, entraînant une diminution du pH et assurant la stabilité de l'ensilage. En raison de la consommation des sucres solubles par les bactéries, l'ensilage présente une teneur en sucres solubles presque nulle. Les principaux aliments pouvant être ensilés incluent l'herbe, le maïs entier (ou grain humide), les sous-produits de betteraves (tels que les pulpes humides et les pulpes surpressées) ainsi que les céréales immatures. Il est également possible de rencontrer de l'ensilage de protéagineux, notamment de pois entiers.

L'ensilage peut être effectué dans divers types de silos, tels que les silos horizontaux (silo taupinière et silo tranché) ou le silo tour, ou encore par enrubannage de balles rondes ou

carrées. Il est à noter que le choix du type de silo par l'exploitant peut influencer la qualité de l'ensilage (Cuvelier et al., 2021).

2.1.3. Fourrages secs

Les fourrages secs englobent les foins et les pailles. La luzerne, qui peut être exploitée sous forme de foin, est également mentionnée ici. Ces aliments partagent une teneur en matière sèche (MS) élevée, supérieur ou égal à 85 %, et sont riches en fibres, provenant de l'exploitation des herbes à des stades avancés, c'est-à-dire soit à l'épiaison/floraison pour les foins, soit à la maturation pour les pailles. Pour la production de foin, on utilise les tiges et les feuilles des graminées et des légumineuses, tandis que la paille est un coproduit de la culture des céréales (Cuvelier et al., 2021).

A. Foin

Le foin est un aliment obtenu par la déshydratation de produits herbacés, dont la teneur en eau diminue de 80 % à 15 %. Un foin de qualité se distingue par une teneur en matière sèche élevée, se situant entre 85 % et 90 %. La période de récolte du foin varie selon la région : début juin pour le centre du pays et plutôt mi-juin en Ardenne, en raison d'une évolution plus tardive des stades de végétation. Quelle que soit la région, la récolte doit impérativement se faire par temps sec. La qualité du foin peut varier, influencée par des facteurs similaires à ceux de l'herbe, tels que les conditions climatiques au moment de la récolte, le stade de récolte et la composition botanique de la prairie. Les foins de légumineuses (comme la luzerne et le trèfle) sont généralement plus riches en matières azotées (MAT) et en calcium que ceux de graminées. Étant donné la variabilité de la qualité du foin, une analyse en laboratoire peut s'avérer utile. Toutefois, il est important de noter que l'obtention d'un échantillon représentatif de l'ensemble du foin est une tâche délicate. En tout état de cause, il est à retenir que la qualité du foin est souvent médiocre lorsqu'il est récolté tardivement ou dans de mauvaises conditions (pluie). En ce qui concerne la composition chimique et la valeur nutritionnelle, le foin présente une teneur en MAT variable, généralement plus élevée pour un foin de légumineuses ou de bonne qualité, mais inférieure aux teneurs élevées observées dans l'ensilage d'herbe, en raison d'un stade de récolte plus tardif. La teneur en énergie du foin est généralement plus faible que celle de l'ensilage d'herbe, pour les mêmes raisons que celles évoquées pour les MAT. Il convient de souligner la présence de sucres solubles et de vitamine A, deux nutriments absents dans les ensilages d'herbe (Cuvelier et al., 2021).

B. Paille

La paille est composée des tiges et des rafles des épis de céréales égrainés. Sa valeur nutritionnelle est généralement faible, ce qui justifie son emploi en tant que litière ou aliment de lest. En effet, la paille se distingue par sa haute teneur en fibres, un taux élevé de lignification de la cellulose et de l'hémicellulose, ainsi qu'une faible concentration en sucres solubles et en protéines, et une faible valeur énergétique. Néanmoins, la paille présente un certain intérêt en tant qu'aliment : elle favorise la mastication, la rumination et le nettoyage des papilles. De plus, elle ralentit les fermentations, contribuant ainsi à prévenir l'acidose du rumen lors de l'administration de rations riches en glucides fermentescibles. Par ailleurs, chez les animaux à haute performance, elle est parfois intégrée à raison de 1 à 2 kg de paille fraîche par jour dans une ration mélangée (Cuvelier et al., 2021).

C. Luzerne

La luzerne est une légumineuse fourragère réputée pour sa richesse en protéines, en fibres de haute qualité, en vitamines et en pigments. Elle est principalement utilisée sous forme de foin ou de granulés déshydratés. Bien qu'elle ne contienne pas de facteurs antinutritionnels pour les ruminants, son pâturage peut nécessiter une certaine prudence en raison du risque de météorisation. La luzerne joue un rôle crucial dans l'alimentation des ruminants, notamment pour les vaches laitières, mais elle est également bénéfique pour les petits ruminants et les chevaux (Rita, Melis et al., 2017).

Sa valeur nutritionnelle élevée, son rendement végétatif et sa capacité à fixer l'azote de l'air et à capturer le nitrate expliquent l'intérêt croissant qu'elle suscite dans certains pays (Hadj-Omar et al., 2018).

2.1.4. Racines et tubercules, et leurs dérivés

Les racines et tubercules proviennent de l'accumulation de réserves glucidiques dans les parties souterraines des plantes, telles que les racines de betterave sucrière et fourragère, de chicorée, de navet, de carotte et de manioc, ainsi que les tubercules de pomme de terre et de topinambour. Ces aliments se distinguent par une teneur en eau très élevée ($\geq 75\%$) et des niveaux faibles en matières azotées et en fibres de type cellulose. Cependant, les betteraves sont particulièrement riches en fibres de type pectines. Les réserves nutritives se composent principalement d'amidon pour la pomme de terre et de sucres solubles pour les betteraves, les carottes, les navets, la chicorée et le topinambour. Ce sont des aliments savoureux,

généralement très digestes, qui ont également l'avantage de se conserver frais pendant une longue période, presque jusqu'à la fin de l'hiver, à condition d'être protégés du froid. Nous proposons ci-après un aperçu succinct des aliments les plus couramment rencontrés (**Cuvelier et al., 2021**).

2.2. Concentrés

Les aliments concentrés se distinguent par leur haute teneur en MS et en énergie. Parmi eux, certains sont également riches en protéines, notamment les graines de protéagineux et d'oléagineux.

On distingue deux catégories d'aliments concentrés :

- Les aliments concentrés simples incluent des éléments tels que les graines de céréales et leurs co-produits, les graines de protéagineux, les graines oléagineuses et leurs co-produits, ainsi que les tourteaux et les pulpes séchées. Ces aliments concentrés simples constituent donc les matières premières.
- Les aliments concentrés composés proviennent d'un mélange d'aliments concentrés simples. Ces concentrés, qu'ils soient simples ou composés, ont pour fonction d'équilibrer la ration de base en azote et en énergie, qui est élaborée à partir des fourrages. Dans ce cadre, ils sont souvent désignés sous le terme de « correcteurs ».

Après avoir équilibré la ration de base, des concentrés appelés « de production » peuvent être ajoutés pour favoriser la production laitière. La quantité administrée dépend alors du niveau de production laitière. Ces concentrés de production, qui sont des aliments concentrés composés, peuvent être achetés dans le commerce ou fabriqués à la ferme, et sont généralement distribués par l'éleveur lors de la traite ou, plus fréquemment, à l'aide d'un distributeur automatique d'aliments (DAC).

Ces concentrés affichent généralement une teneur en MS de 88 % et une teneur en MAT variant de 16 à 18 % dans l'aliment frais. L'efficacité de ces concentrés varie considérablement. Par exemple, un apport de 0,7 à 1,5 kg de concentré peut engendrer la production de 2 litres de lait supplémentaires durant les rations hivernales. En pâturage, l'efficacité est très variable, avec une moyenne de 1 kg de concentré produisant 1,5 litre de lait (**Cuvelier et al., 2021**).

2.2.1 Aliments concentrés simples

A. Graines de protéagineux et d'oléagineux

Les graines de protéagineux et d'oléagineux constituent des aliments concentrés, riches en énergie et en matières azotées. En Belgique, les graines les plus couramment intégrées dans les rations des vaches laitières incluent le pois, la féverole et le lupin (bleu et blanc) pour les protéagineux, ainsi que le lin, le soja et le colza pour les oléagineux (Cuvelier et al., 2021).

B. Tourteaux

Dans les rations laitières, les principaux tourteaux employés incluent le tourteau de soja, de colza, de tournesol et le tourteau de lin. Il est à noter que la dénomination commerciale de certains tourteaux peut parfois inclure un chiffre (comme le tourteau de soja 48). Ce chiffre représente la somme des taux de MAT et de Matières Grasses (MG) (Cuvelier et al., 2021).

2.2.2 Aliments concentrés composés

Les aliments concentrés composés sont le résultat de l'association d'aliments concentrés simples. Ils se présentent sous forme de poudre, de granulés ou de miettes, et peuvent être achetés dans le commerce. De nombreuses entreprises proposent des mélanges dont la composition varie selon le choix des matières premières, influençant ainsi leur composition chimique et leur valeur nutritionnelle. En général, ces aliments se distinguent par une teneur énergétique élevée, avoisinant 1000 VEM, et une teneur en MS proche de 90 %. Cependant, la teneur en MAT peut varier considérablement, allant de 14 à 40 %. L'exemple d'aliment concentré composé ci-dessous est un produit commercial, spécifiquement formulé pour un éleveur, avec une teneur en MAT de 28 %. Il est important de noter que les valeurs indiquées sur l'étiquette se réfèrent à l'aliment frais, et non à la MS. L'étiquette mentionne 27,97 % de protéines brutes, ce qui correspond à environ 28 % de MAT. Ce principe s'applique généralement à tous les aliments commerciaux. La teneur énergétique de ce mélange est de 954 VEM/kg d'aliment, équivalente à 1 060 VEM/kg de matière sèche (Cuvelier et al., 2021).

3. Composition des aliments

Les aliments fournis aux bovins se composent d'eau et de divers nutriments, notamment des glucides, des lipides, des matières azotées, des vitamines et des minéraux,

ainsi que de substances sans valeur nutritive, comme la lignine. Lorsqu'un aliment est soumis à une chaleur contrôlée, l'eau qu'il contient s'évapore, laissant place à une matière sèche (MS). Tous les aliments possèdent une certaine proportion de MS, avec une teneur d'environ 20 % pour l'herbe, tandis que le foin affiche des valeurs comprises entre 85 et 90 %. La MS se divise en matière organique (MO), qui contient des atomes de carbone, et en matière minérale (MM). La matière organique inclut les glucides, les lipides, les matières azotées et les vitamines, tandis que la matière minérale est constituée de minéraux (Cuvelier et al., 2021).

Les compositions des aliments sont illustrées dans la figure 03 suivante:

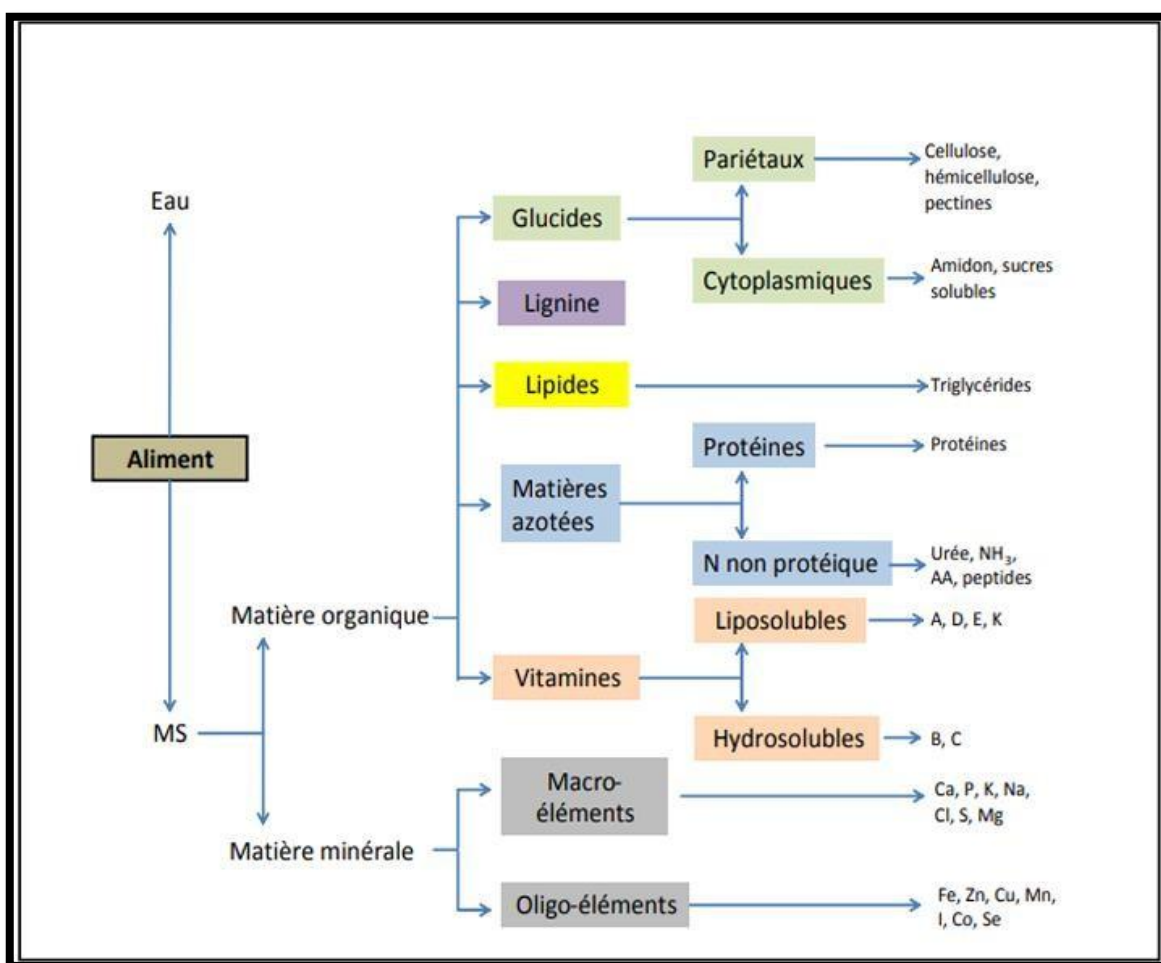


Figure 03 : Composition des aliments (Cuvelier et al., 2021).

II. Modes d'élevage :

Les modes d'élevage se divisent classiquement en trois grands types : extensif, intensif et semi-intensif. L'élevage extensif s'appuie sur l'utilisation de vastes espaces naturels avec une faible densité animale, souvent adapté aux régions arides ou peu fertiles. Il est peu gourmand en intrants mais offre une productivité limitée. L'élevage intensif, quant à lui, vise une production élevée par unité de surface ou par animal, grâce à l'apport d'aliments concentrés, l'utilisation de technologies modernes et une gestion sanitaire stricte. Enfin, l'élevage semi-intensif combine ces deux approches en tirant parti des pâturages tout en intégrant des apports alimentaires et techniques extérieurs, dans un souci de compromis entre rendement et durabilité. (Dedieu et al., 2008).

A. Mode extensif :

Le mode d'élevage extensif se caractérise par l'utilisation de vastes pâturages naturels où les animaux se nourrissent principalement d'herbe, avec peu ou pas d'apports alimentaires complémentaires. Ce système est généralement pratiqué dans des zones à faible densité de population et à ressources limitées, favorisant la rusticité des races locales capables de s'adapter aux conditions climatiques difficiles et aux variations saisonnières de la disponibilité alimentaire. L'élevage extensif privilégie une gestion durable des ressources naturelles, mais présente souvent une productivité plus faible comparée aux systèmes intensifs. Ce mode d'élevage est important pour la conservation de la biodiversité et le maintien des paysages ruraux. (Notter, 1999).

B. Mode semi-extensif:

Le mode d'élevage semi-extensif se caractérise par une combinaison entre pâturage et apport alimentaire complémentaire, permettant d'optimiser la productivité animale tout en maintenant une certaine autonomie vis-à-vis des ressources naturelles. Ce système est souvent sédentaire et associe la production de fourrages à l'élevage, ce qui permet de réduire la pression sur les pâturages naturels tout en améliorant la résilience des exploitations face aux variations climatiques. Il favorise une gestion équilibrée des ressources et contribue à la durabilité environnementale, économique et sociale des systèmes d'élevage, notamment dans les zones de steppe ou semi-arides (Ouali et al., 2023).

C. Mode intensif :

Le mode d'élevage intensif se caractérise par une production animale à haute densité sur des surfaces réduites, utilisant des intrants importants tels que des aliments concentrés, des soins vétérinaires réguliers et des infrastructures modernes pour maximiser la productivité. Ce système vise à optimiser la production de lait ou de viande par animal grâce à une gestion rigoureuse de l'alimentation, de la reproduction et de la santé, souvent au détriment de la rusticité et de la diversité génétique. Bien que très efficace en termes de rendement, l'élevage intensif soulève des questions environnementales, notamment en termes d'émissions de gaz à effet de serre, de gestion des déchets et de bien-être animal, ce qui conduit à des recherches sur des pratiques plus durables. **(Thornton, 2010).**

Partie Expérimentale

CHAPITRE I :

Matériel et méthodes

1. Objectif

L'objectif de notre recherche de fin d'études est d'analyser l'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique du lait de vache dans la région d'ouest algérien exactement la wilaya de Tlemcen et Sidi Bel Abbès.

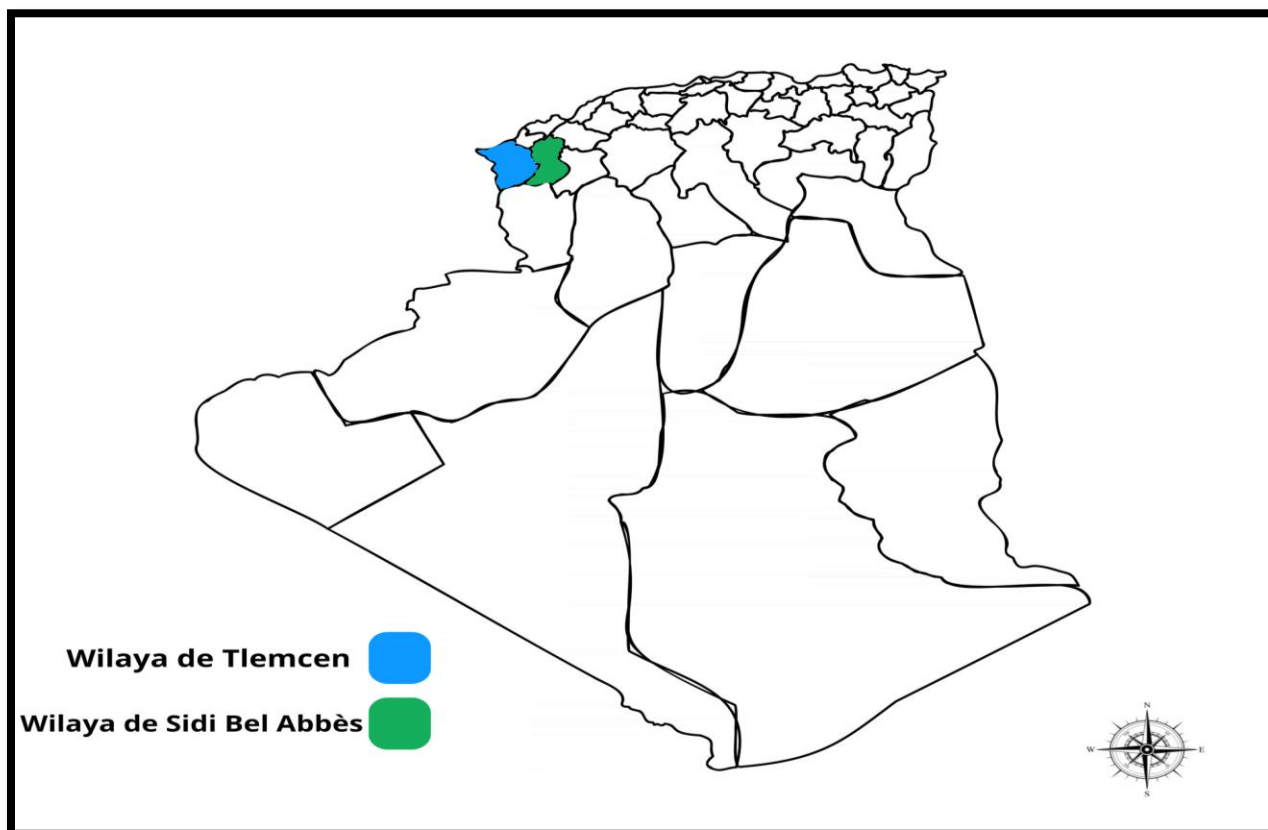


Figure 04 : la carte géographique de la région étudiée (la wilaya de Sidi Bel Abbès et la wilaya de Tlemcen) (**Vecteezy.com**).

Le travail effectué repose sur un suivi de la qualité physico-chimique du lait de vache dans 25 exploitations distinctes situées dans la région de Tlemcen et Sidi Bel Abbès, en Algérie.

2. Enquête

2.1 Présentation de la région d'étude (Sidi Bel Abbès)

La Wilaya de Sidi Bel Abbès, à la fin de l'année 2019, une population d'environ 713 377 habitants, avec une densité de 78Hab./Km², et couvre une superficie de 9150,6 Km². Elle est localisée :

□ À l'est de Sidi Bel Abbès se trouve la wilaya de **Mascara**.

- Au sud de Sidi Bel Abbès se situe la wilaya de **Naâma**.
- À l'ouest de Sidi Bel Abbès se trouve la wilaya de **Tlemcen**.
- Au nord, elle est bordée par la wilaya de **Oran**.

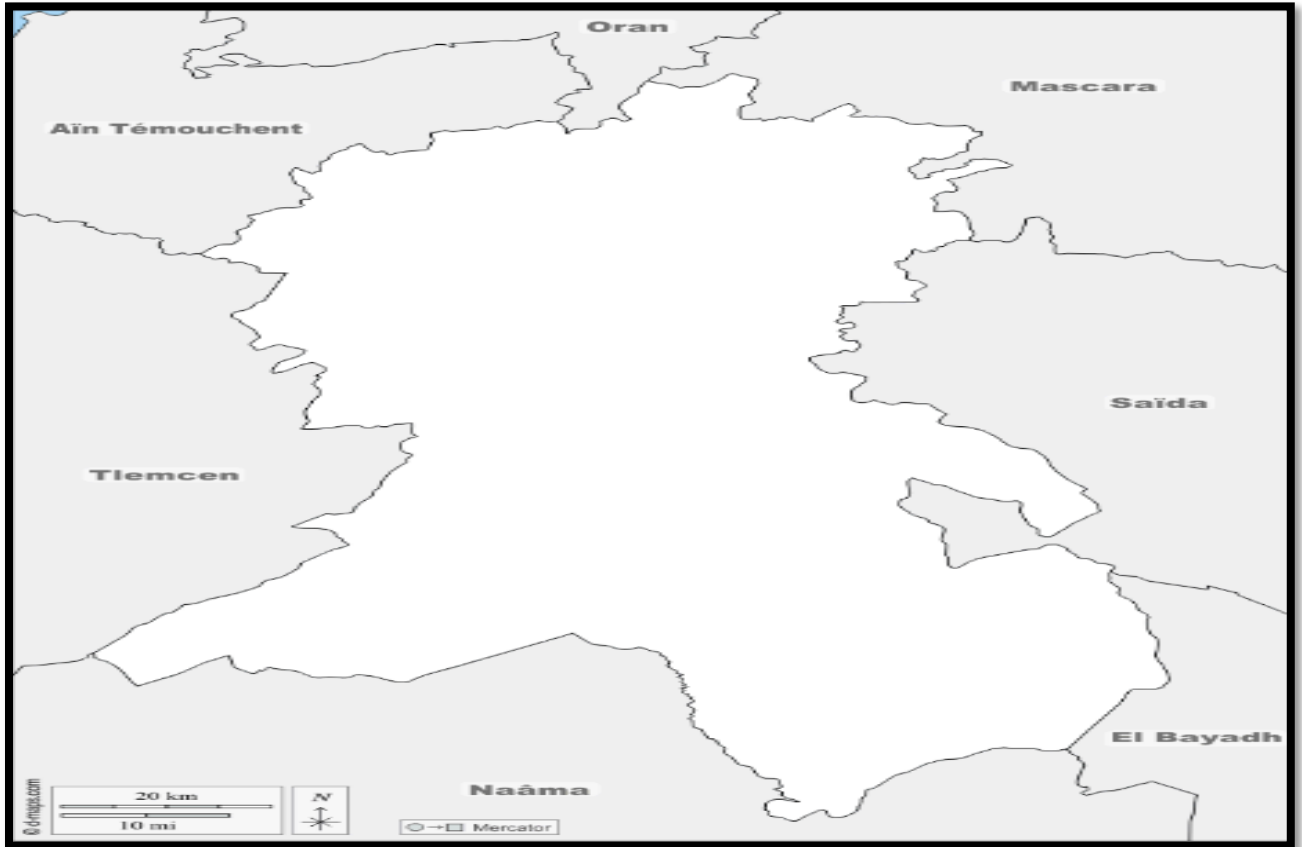


Figure 05 : la carte géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès (d-maps.com).

Le climat est méditerranéen à été très chaud (Csa), avec des influences semi-arides en périphérie avec température moyenne annuelle $\approx 17,3$ °C, et une précipitations annuelles entre 420 et 450 mm, pluie concentrée entre octobre et avril, été très sec.

Tableau 01 : Ce tableau montre toutes les exploitations étudiées dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Chaque exploitation adopte un régime alimentaire distinct des autres, de plus, elles dépendent de l'achat de nourriture auprès de divers fournisseurs.

Exploitation	1	2	3	4	5	6
Nom et âge	ZOUDJI	BELARBI	BENDOUMA	BOUGARN	SIRAT	MHADJI
Wilaya	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi-Bel-Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès
Commune	Amarna	Amarna	Telmouni	Telmouni	Tenira	Tenira
Village	Belweladi	Belweladi	Salay Tayeb	Wled Kada	Sidi Youb	Sidi Youb
Années dans le métier (ans)	30	40	30	50	35	5
Races	Holstein Français Montbéliard	Holstein	Holstein Français Montbéliard	Holstein	Holstein	Français Croisé Montbéliard
Individus étudiant	4	3	4	4	3	3
Mode d'élevage	intensif	Semi-extensif	Semi-extensif	intensif	Semi-extensif	Semi-extensif
Alimentation	VL Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage Son	VL Herbe Ensilage Fourrage Son	VL Herbe son	VL Herbe Ensilage Fourrage Son
Maladies	/	/	/	/	/	/
Vacciné	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Exploitation	7	8	9	10	11	12
Nom et âge	WEZDAD	MEZIAN	MEBTOL	KIDIR	TIGNI	HAGOG
Wilaya	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès
Commune	Tenira	Sidi Ali Ben Youb	Tenira	Tenira	Tenira	Tabia
Village	Sidi Youb	Sidi Dahou	Sidi Youb	Nouawra	Sidi Youb	Tabia
Année dans le métier (ans)	25	20	40	20	30	20
Races	Français	Holstein Montbéliard	Holstein Français	Holstein	Français Holstein Croiser	Holstein Montbéliard
Individus étudiant	3	4	3	3	5	5

Mode d'élevage	Semi-extensif	Semi-extensif	intensif	Semi-extensif	intensif	intensif
Alimentation	VL herbe Fourrage	VL herbe Fourrage	VL herbe Ensilage Fourrage	VL herbe son	VL herbe son	VL Fourrage son
Maladies	/	/	/	/	/	/
Vacciné	oui	oui	oui	oui	oui	oui

2.1.1 Source des échantillons :

Tableau 02 : Présente les différentes zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Échantillon	Nom d'éleveur	Adresse
E 01 ,E 02 , E03 , E04	ZOUDJI	Amarna, Belweladi
E 05 , E 06 , E07	BELARBI	Amarna , Belweladi
E 08 , E 09 , E10 , E11	BENDOUMA	Telmouni,Salay Tayeb
E 12 , E 13 , E14 , E15	BOUGARN	Telmouni,Wled Kada
E 16 , E 17 , E18	SIRAT	Tenira,Sidi Youb
E 19 , E 20 , E21	MHADJI	Tanira,Sidi Youb
E 22 , E 23 , E24	WEZDAD	Tenira,Sidi Youb
E 25 , E 26 , E27 , E28	MEZIAN	Sidi Ali ben Youb, Sidi Dahou
E 29 , E 30 , E31	MEBTOL	Tenira,Sidi Youb
E 32 , E 33 , E34	KIDIR	Tenira, Nouawra
E 35 , E 36 , E37 , E38 ,E39	TIGNI	Tenira, Sidi Youb
E 40 , E 41 , E42 , E43,E44	HAGOG	Tabia, Tabia

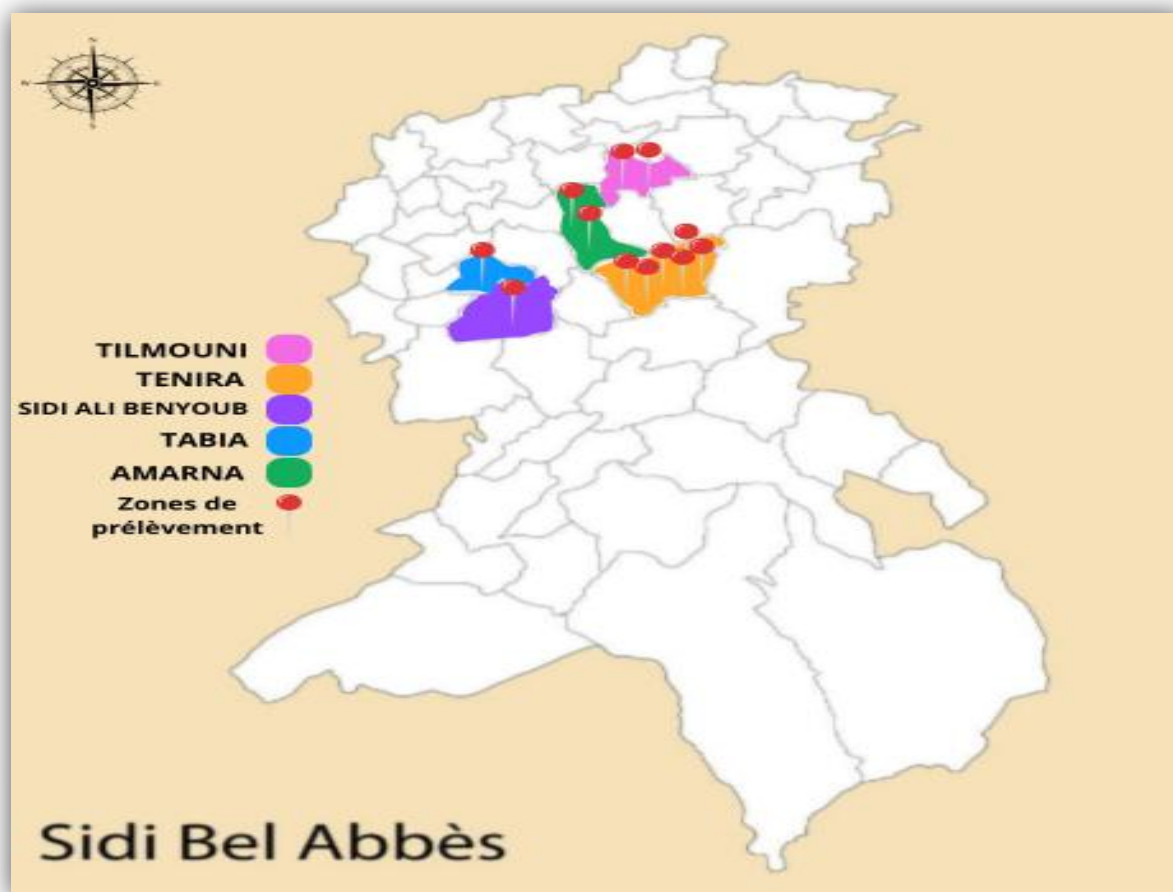


Figure 06: Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Sidi Bel Abbès (Vecteezy.com).

2.1.2 Lieu d' experimentation

Les analyses physico-chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de physico-chimie et microbiologie de GIPLAIT de sidi bel abbés (laiterie et fromagerie de TESSALA) situé sur la route de Tenira, Wilaya de sidi bel abbés. **GIPLAIT** est un groupe d'entreprises publiques activant dans le secteur agro-alimentaire est l'un des plus importants producteurs de laits et produits laitiers en Algérie avec une capacité de production de plus de 1,6 million de litres/jour.

L'histoire du groupe **GIPLAIT** remonte à la création de l'Office national du lait (**ONALAIT**) en 1969, qui a été restructuré par la suite en trois offices régionaux : **Orelait** (est), **Orlac** (centre) et **Orolait** (ouest). Ces trois offices ont été fusionnés en mai 1998 pour créer le Groupe Industriel des Productions Laitières (**GIPLAIT**).

Après avoir été rattaché successivement au Fonds de participation et au Holding public agro-alimentaire de base, le groupe a rejoint le ministère de l'Agriculture et du développement rural en mars 2010 sur résolution du Conseil des participations de l'État (**CPE**), qui avait

aussi statué sur son assainissement.

Cette entreprise comporte plusieurs services avec des sous directeurs qui sont :

- Service du contrôle de gestion et informatique
- Service d'administration générale
- Service de production
- Service du laboratoire
- Service agro-élevage
- Service du transport
- Service de sécurité
- Service du commercial
- Service de la maintenance

Des différents produits laitiers sont fabriqués au sein de cette entreprise :

- Lait recombinaé (en sachet 1 litre)
- Lait de vache (en sachet 1 litre)
- Lben (en carton 1 litre)
- Crème fraîche (500 gr)
- Crème fraîche (250 gr)
- Beurre
- Fromage fondu (petit MOKSI)
- Fromage en portions (16 portions)
- Camembert (grand modèle 250 gr)
- Camembert (petit modèle 150 gr)
- Camembert (caprice 200 gr)
- Camembert Brie (en tarte)
- Pâte pressée (en tranche)

2.1.3 Méthodes des analyses du lait

Les analyses sont réalisées conformément aux méthodes énoncées par:

- Les normes algériennes (Ministère du commerce).
- Institute Pasteur d'Alger.
- Les normes de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO).

2.1.4 Échantillonnages et prélèvement

Matière première :

Pour la réalisation de cette étude, un échantillonnage de lait a été effectué dans plusieurs fermes laitières sélectionnées en fonction de leur accessibilité, de leur disponibilité à participer à l'étude et de la diversité de leurs modes d'élevage. Un total de 12 fermes a été

inclus dans l'échantillon. Les prélèvements ont été réalisés tôt le matin, au moment de la traite, afin de garantir la représentativité et la fraîcheur des échantillons, Durant la période s'étalant du mois de Mars au mois d'Avril 2025. Le lait a été recueilli directement dans des flacons stériles de 50 ml, étiquetés avec les informations nécessaires (date, lieu, nom de la ferme, mode d'élevage). Chaque échantillon a été conservé dans une glacière à une température de 4 °C, puis transporté au laboratoire pour les analyses physico-chimiques. Ce protocole a été appliqué de manière homogène sur toutes les fermes afin d'assurer la comparabilité des résultats.

Techniques de prélèvement:

- On utilise des flacons stériles fournis par le laboratoire.

L'échantillon a été prélevé:

- À la main directement de la mamelle.
- Sur la ligne de lait pendant la traite .
- Le flacon est ensuite étiqueté et conservé au frais (4 °C max) jusqu'à l'analyse.



Figure 07 : les flacons pour la collecte de lait Références les votres (Originale).

2.1.5 Analyses physicochimiques

I. Méthode automatique :

Lactoscan : C'est un appareil **automatisé** utilisé pour l'analyse rapide du lait. Il permet de déterminer plusieurs **paramètres physico-chimiques** du lait en quelques secondes, sans préparation complexe. C'est un outil très utilisé dans les **centres de collecte laitière**, les **laboratoires**.



Figure 08 : Lactoscan. (Originales, Si tayeb Djalal)

II. Méthode manuel :

A. Mesure de l'acidité du lait (°D – Dornic) :

L'acidité est déterminée par une **titration** du lait avec une solution de soude (NaOH) en présence d'un indicateur (phénolphtaléine).

Norme : Le lait cru a une acidité normale entre **15 et 18 °D**. Au-delà de 18 °D : début de fermentation ou altération.

B. Teneur en matière grasse (Méthode de Gerber) :

La méthode Gerber utilise de l'acide sulfurique pour dissoudre les protéines du lait et libérer la matière grasse, qui est ensuite séparée par centrifugation et mesurée dans un **butyromètre** gradué.

Norme : Lait de vache : **environ 3 à 4 %** de MG.

C. Mesure de la densité (avec un lactodensimètre) :

La densité du lait est mesurée avec un **lactodensimètre**, qui flotte plus ou moins selon la concentration en matière sèche du lait.

Norme : Densité normale du lait = **1,028 à 1,034 g/mL**

2.2 Présentation de la région d'étude (Tlemcen)

La Wilaya de Tlemcen, à la fin de l'année 2008, une population d'environ 1,5 million d'habitants, avec une densité de 166,33 Hab./Km², et couvre une superficie de 9017,69 Km². Elle est localisée :

- À l'est de Tlemcen se trouve la wilaya de **Sidi Bel Abbès** et la wilaya de **Ain Témouchent**.
- Au sud de Tlemcen se situe la wilaya de **Naâma**.
- À l'ouest Tlemcen est bordée par le **Maroc**.
- Au nord, elle est bordée par la **Méditerranée**.

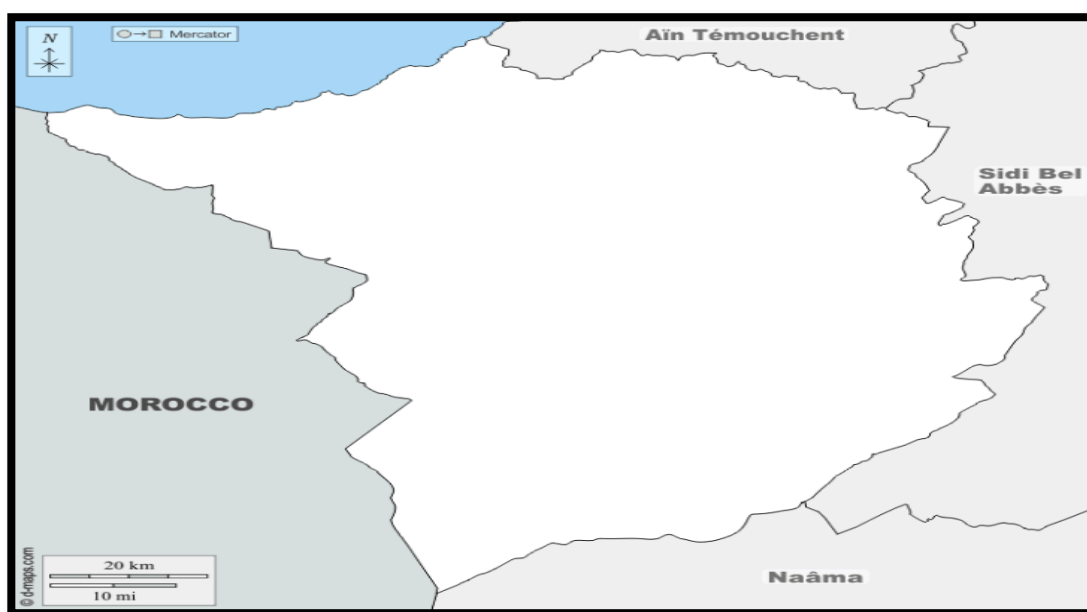


Figure 09 : : la carte géographique de la wilaya de Tlemcen (**d-maps.com**).

La Wilaya de Tlemcen est caractérisée par un climat méditerranéen, avec un hiver froid et un été chaud et sec, La pluviométrie demeure très irrégulière et varie entre 200 à 500 mm/an.

Tableau 03 : Ce tableau montre toutes les exploitations étudiées dans la wilaya de Tlemcen.

Chaque exploitation adopte un régime alimentaire distinct des autres, de plus, elles dépendent de l'achat de nourriture auprès de divers fournisseurs.

Exploitation	1	2	3	4	5	6
Nom et âge	Aina Ali (71ans)	Aina Kader (65ans)	Belhadj (35ans)	Kaddouri (24ans)	Boudjelal (55ans)	Houari (77ans)
Wilaya	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen
Commune	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur
Village	Ghouliames	Ghouliames	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina
Années dans le métier (ans)	50	50	15	13	20	49
Races	Holstein Montbéliard	Holstein	Holstein Montbéliard	Holstein	Croiser Montbéliard	Holstein Montbéliard
Individus étudiant	3	3	3	3	3	3
Mode d'élevage	intensif	extensif	Semi-extensif	extensif	Semi-extensif	extensif
Alimentation	VL Herbe Ensilage Fourrage Son	VL Herbe Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage Son	VL Herbe Ensilage Fourrage	VL Herbe Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage Son
Maladies	/	/	/	/	/	/
Vacciné	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Exploitation	7	8	9	10	11	12
Nom et âge	Nehari (60ans)	Mesmoudi (53ans)	Ghoumari (73ans)	Belalia (41ans)	Belhadj Dahou (45ans)	Boudaoud (75ans)
Wilaya	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen	Tlemcen
Commune	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur	Amieur
Village	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina	Ghenaina
Année dans le métier (ans)	45	40	48	19	25	51
Races	Croiser	Holstein Montbéliard	Holstein	Holstein Montbéliard	Holstein	Holstein
Individus étudiant	3	3	3	3	5	5
Mode d'élevage	Semi-extensif	Semi-extensif	intensif	Semi-extensif	intensif	Semi-extensif

Alimentation	VL Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage Son	VL Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage	VL Ensilage Fourrage	VL Herbe Ensilage Fourrage Son
Maladies	/	/	/	/	/	/
Vacciné	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

2.2.1 Source des échantillons :

Tableau 04 : présente les différentes zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Tlemcen.

Échantillon	Nom d'éleveur	Adresse
E 45 , E 46 , E 47	AINA ALI	Amieur, Ghouliames
E 48 , E 49 , E 50	AINA KADER	Amieur, Ghouliames
E 51 , E 52 , E53	BELHADJ	Amieur, Ghenaina
E 54 , E 55 , E56	KADDOURI	Amieur, Ghenaina
E 57 , E 58 , E59	BOUDJELAL	Amieur, Ghenaina
E 60 , E 61 , E 62	HOUARI	Amieur, Ghenaina
E 63 , E 64 , E 65	NEHARI	Amieur, Ghenaina
E 66 , E 67 , E 68	MESMOUDI	Amieur, Ghenaina
E 69 , E 70 , E 71	GHOUMARI	Amieur, Ghenaina
E 72 , E 73 , E 74	BELALIA	Amieur, Ghenaina
E 75 , E 76 , E77 , E78 ,E79	BELHADJ DAHOU	Amieur, Ghenaina
E 80 , E 81 , E82 , E 83, E84	BOUDAUD	Amieur, Ghenaina

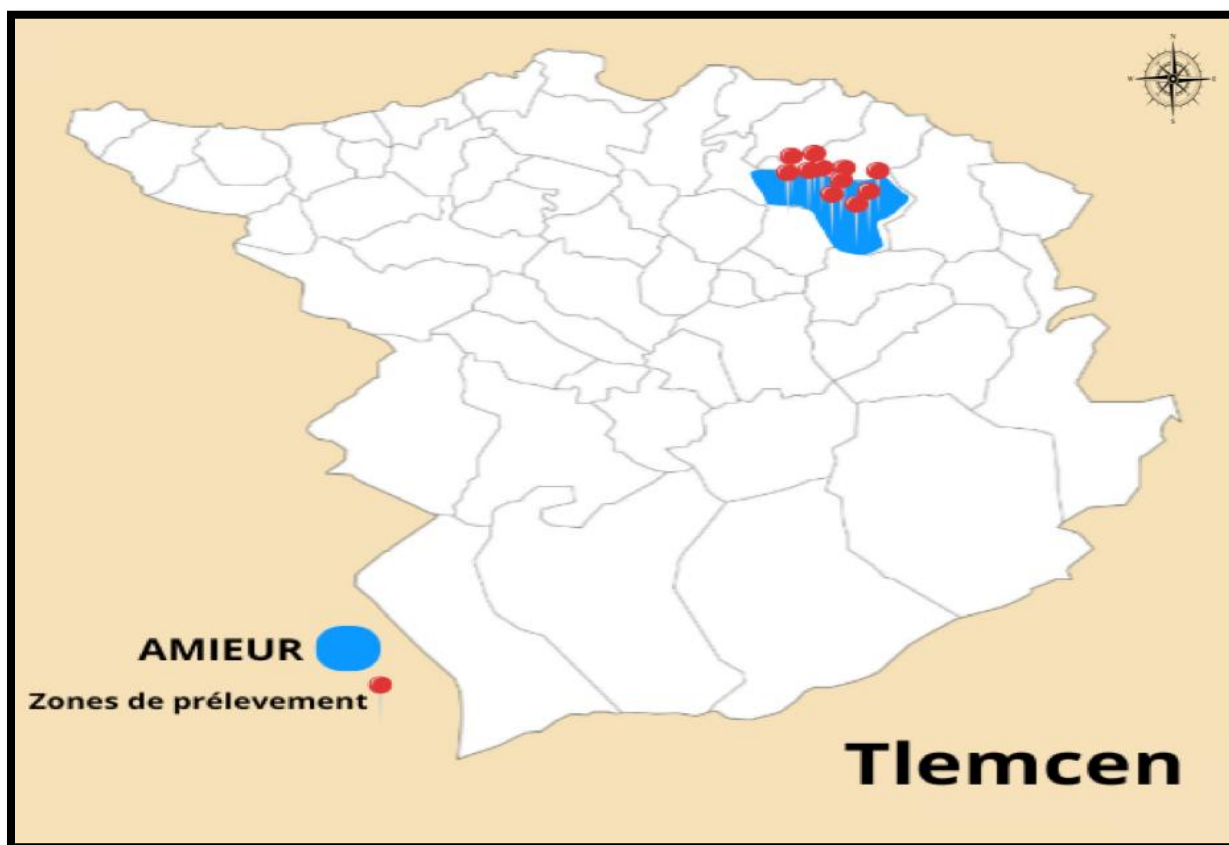


Figure 10 : Répartition géographique des zones de prélèvement du lait de vache dans la wilaya de Tlemcen (Vecteezy.com).

2.2.2 Lieu d' experimentation

Les analyses physico-chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire physico-chimie et microbiologie de Laiterie El Mansourah GIPLAIT.

2.2.3 Méthodes des analyses du lait

Les analyses sont réalisées conformément aux méthodes énoncées par:

- Les normes algériennes (Ministère du commerce).
- Institute Pasteur d'Alger.
- Les normes de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO).

2.2.4 Échantillonnages et prélèvement

L'étude concerne les analyses physico-chimiques du lait cru, qui a eu lieu le 16 avril 2025, durant laquelle (40) échantillons ont été prélevés pour les analyses physico-chimiques.

- La collecte du lait cru a été réalisée selon les règles d'hygiène.
- Avant le prélèvement, le lait de mélange est bien agité pour une bonne homogénéisation.
- Le prélèvement pour les analyses a été effectué à partir du robinet des tanks réfrigérés, dans des bouteilles de 500 ml stériles bouchés. Ces derniers sont rapidement transportés au laboratoire dans des glacières réfrigérées, puis conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse.

2.2.5 Analyses physicochimiques

A. pH

Le pH évalue l'acidité ou la basicité du lait. Un lait frais provenant de vache présente un pH légèrement acide, généralement compris entre 6,6 et 6,8. Une baisse du pH signale une augmentation de l'acidité, souvent causée par la prolifération bactérienne et la production d'acide lactique.

Méthode Manuelle:

- **Papiers pH / Bandelettes indicatrices:** Moins précis, ils fournissent une indication rapide.
- **Indicateurs colorés liquides:** Par exemple, le bleu de bromothymol peut être utilisé, mais cela reste une estimation visuelle.

B. Acidité Titrable (Acidité Dornic ou Taux d'Acidité)

Signification: Mesure la quantité d'acide lactique (ou d'autres acides) présente dans le lait. Elle est exprimée en degrés Dornic (°D) ou en gramme d'acide lactique par litre (g/L). L'acidité augmente avec la dégradation bactérienne du lactose en acide lactique.

Méthode Manuelle:

Titration Dornic: C'est la méthode classique.

- 1) Prélever un volume précis de lait (généralement 10 mL) avec une pipette.
- 2) Ajouter quelques gouttes d'un indicateur coloré (**Phénolphtaléine**).
- 3) Titrer avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration connue (généralement 0,111 mol/L pour une lecture directe en °D) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistante pendant quelques secondes.

Le volume de NaOH utilisé en millilitres correspond directement à l'acidité en °D.

Appareils utilisés:

- Burette graduée (pour le NaOH)
- Pipette volumétrique (pour le lait)
- Fiole conique (Erlenmeyer)
- Support et pince de burette

Le lait frais a une acidité d'environ 16-18 °D (soit 1,6-1,8 g/L d'acide lactique). Un lait de qualité commerciale ne doit généralement pas dépasser 20-22 °D (2,0-2,2 g/L). Une acidité élevée indique une altération microbienne.

C. Densité (Masse Volumique)

La densité du lait constitue un indicateur de sa composition générale et permet d'identifier un éventuel ajout d'eau (mouillage) ou un processus d'écémage. La densité du lait est légèrement plus élevée que celle de l'eau.

Méthode Manuelle:

- **Lactodensimètre (ou aréomètre pour le lait):** L'appareil est plongé dans un échantillon de lait à une température standard (généralement 20°C). La lecture est effectuée directement sur l'échelle graduée du lactodensimètre au niveau du ménisque inférieur. Il faut souvent corriger la lecture si la température n'est pas exactement 20°C.

Appareils Utilisés:

- Lactodensimètre (avec un thermomètre intégré ou séparé)
- Cylindre gradué (pour le lactodensimètre)

La densité du lait de vache varie généralement entre 1,028 et 1,034 g/mL à 20°C.

- Une densité inférieure à 1,028 suggère un mouillage.
- Une densité supérieure à 1,034 peut indiquer un écrémage (car la matière grasse est moins dense que le reste du lait) ou l'ajout de substances solides.

D. Teneur en Matière Grasse (MG)

La matière grasse est un composant majeur du lait et un critère économique important. Sa mesure permet de contrôler la qualité du lait, de détecter l'écrémage et d'évaluer l'aptitude à la transformation (ex: fabrication du beurre, fromage).

Méthode Manuelle (Méthode de Gerber): C'est une méthode acido-butyrométrique largement utilisée.

- 1) Dans un butyromètre de Gerber, introduire un volume précis de lait (10,94 mL) avec une pipette.
- 2) Ajouter un volume précis d'acide sulfurique (H₂SO₄, 90-91%) qui dissout les protéines et libère les graisses.
- 3) Ajouter un petit volume d'alcool amylique pour empêcher la formation de mousse et améliorer la séparation.
- 4) Boucher le butyromètre et mélanger par retournement jusqu'à dissolution complète.
- 5) Centrifuger le butyromètre dans une centrifugeuse de Gerber chauffée. La force centrifuge sépare la matière grasse en une couche distincte.
- 6) Placer le butyromètre dans un bain-marie (65°C) pendant quelques minutes pour stabiliser la colonne de graisse.
- 7) Lire directement le pourcentage de matière grasse sur l'échelle graduée du butyromètre.

Appareils Utilisés:

- Butyromètres de Gerber
- Pipettes à lait (10,94 mL)
- Pipettes à acide (10 mL)
- Distributeur d'alcool amylique (1 mL)
- Centrifugeuse de Gerber chauffante
- Bain-marie

La teneur en matière grasse du lait de vache entier est généralement de 30-40 g/L (3-4%). Les normes algériennes spécifient des teneurs minimales pour les différents types de lait (entier, demi-écrémé, écrémé).



Figure 11 : Des appareils utilisés. (Originales, Slami Younes)

3. Analyse statistique

3.1 Le logiciel Rstudio

RStudio est un environnement de développement gratuit, libre et multiplateforme pour R, un langage de programmation utilisé pour le traitement de données et l'analyse statistique.

RStudio est développé par *RStudio, Inc.*, une entreprise commerciale fondée par Joseph J. Allaire, créateur du langage de programmation ColdFusion.

3.2. Statistiques descriptifs

3.2.1 Multivariée

L'analyse multivariée permet de passer à un niveau d'analyse par la confrontation des différentes distributions pour analyser de façon précise les interactions entre les variables sélectionnées et d'essayer de mettre en évidence des combinaisons plus ou moins systématiques de variables et de dégager les composantes qui structurent les populations

étudiées. Les méthodes d'étude de l'ensemble des caractères reposent sur les principes de l'analyse statistique multidimensionnelle (**Jivotovski, 1985**).

A. Analyse en composantes principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode d'analyse de données. Elle cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé et d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence une typologie d'individus.

Quant aux variables c'est mettre en évidence des bilans de liaisons entre elles, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de variables. L'ACP cherche d'une façon générale à établir des liaisons entre ces deux typologies (**Kouani et al., 2007**).

3.2.2. Analyse de la variance ANOVA

L'Analyse de la variance et l'analyse factorielle sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (variables à expliquer) sont en relation avec un ou plusieurs variables dites indépendantes (variables explicatives). Sur l'ensemble des variables quantitatives nous devons déterminer s'il existe une différence significative entre les individus par leur emplacement (localités), par les types qui les constituent et par les races existantes dans la région c'est-à-dire l'influence du milieu, de la population et des races sur ces variables quantitatives (**Ramousse R, 1996**).

Chapitre II :

Résultats et discussion

I. Discussion des résultats : Influence du mode d'élevage sur la qualité physicochimique du lait.

1. Introduction et rappel de l'objectif :

Cette étude visait à évaluer l'impact de différents modes d'élevage (extensif, intensif, semi-extensif) sur les caractéristiques physico-chimiques majeures du lait de vache : la densité (DEN), le taux de matière grasse (TG) et le taux de protéines (TP). L'analyse a porté sur un échantillon de 84 observations. L'approche a combiné une analyse descriptive, des comparaisons visuelles (boxplots), des tests statistiques formels (ANOVA ou Kruskal-Wallis) pour évaluer la significativité des différences entre groupes, et une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour explorer la structure multidimensionnelle des données.

Tableau 05 : influence du mode d'élevage sur la densité du lait.

Mode d'élevage	DEN_n	DEN_mean	DEN_sd	DEN_median	DEN_min	DEN_max
extensif	11	1029.909	1.814066	1030	1026	1032
intensif	32	1028.938	2.816283	1029	1017	1032
semi extensif	41	1029.634	2.763658	1030	1021	1035

Tableau 06 : influence du mode d'élevage sur le taux de gras dans le lait.

Mode d'élevage	TG_n	TG_mean	TG_sd	TG_median	TG_min	TG_max
extensif	11	31.18182	1.990888	31.0	28	36
intensif	32	33.28125	5.341465	31.5	25	44
semi extensif	41	31.34146	5.434196	32.0	21	40

Tableau 07 : influence du mode d'élevage sur le taux de protéine dans le lait.

Mode d'élevage	TP_n	TP_mean	TP_sd	TP_median	TP_min	TP_max
extensif	0	NaN	NA	NA	inf	-inf
intensif	21	2.706667	0.4049979	2.80	1.2	3.11
Semi extensif	23	2.967391	0.1907930	2.98	2.5	3.45

2. Analyse descriptive et comparaison statistique des paramètres par mode d'élevage

L'examen des statistiques descriptives et des tests statistiques a permis d'évaluer l'influence du mode d'élevage sur chaque paramètre :

A. Densité (DEN) :

◦ **Analyse descriptive** : La densité moyenne était très similaire entre les trois modes d'élevage : 1029.9 (extensif, n=11), 1028.9 (intensif, n=32) et 1029.6 (semi-extensif, n=41). La dispersion était également faible et comparable (SD \approx 1.8-2.8).

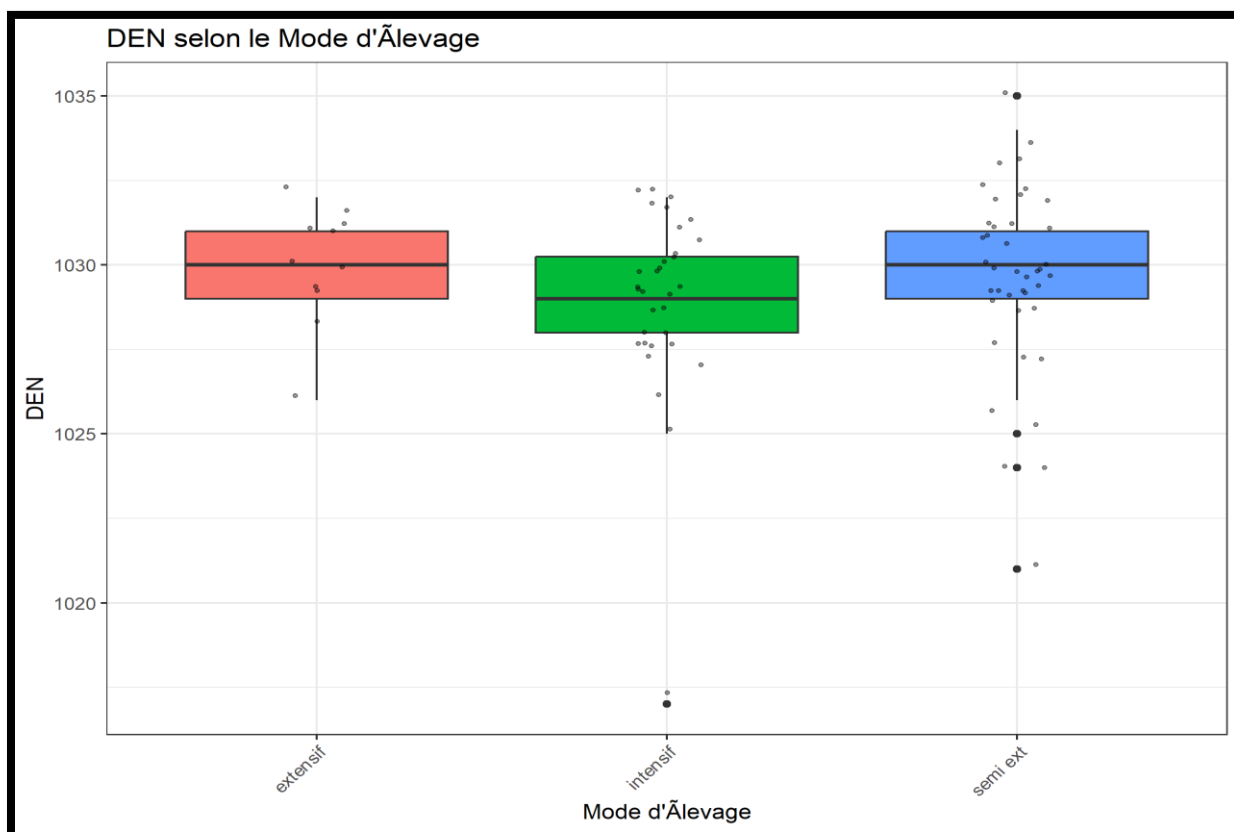


Figure 12 : la densité selon le mode d'élevage

◦ **Test statistique** : Les conditions d'application de l'ANOVA n'étaient pas remplies (homogénéité des variances respectée, $p=0.701$, mais normalité des résidus rejetée, $W=0.886$, $p < 0.001$). Le test de Kruskal-Wallis n'a pas montré de différence statistiquement significative de la densité du lait entre les trois modes d'élevage ($\chi^2(2) = 2.28$, $p = 0.319$).

◦ **Conclusion partielle DEN** : Le mode d'élevage ne semble pas avoir d'impact statistiquement significatif sur la densité du lait dans cet échantillon. Ces résultats sont en accord avec certaines études qui suggèrent que la densité du lait est relativement stable et moins influencée par les pratiques d'élevage que d'autres paramètres (Djebbari, 2018).

B. Taux de gras (TG) :

◦ **Analyse descriptive** : Le mode intensif présentait la moyenne de taux de gras la plus élevée (33.3, n=32), suivi du mode semi-extensif (31.3, n=41) et du mode extensif (31.2, n=11). La variabilité était plus importante dans les modes intensif (SD=5.3) et semi-extensif (SD=5.4) que dans le mode extensif (SD=2.0).

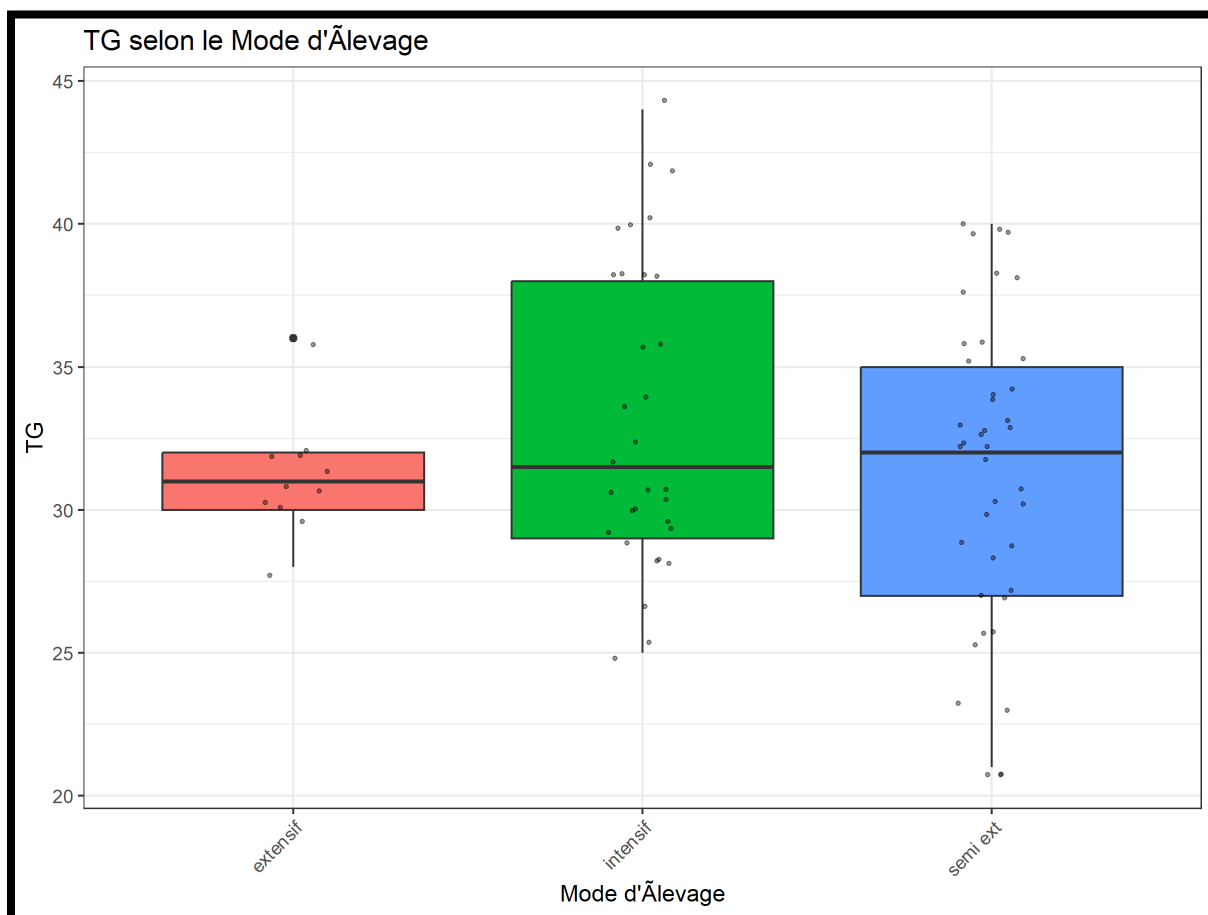


Figure 13 : le taux de la matière gras selon le mode d'élevage.

◦ **Test statistique** : Les conditions de l'ANOVA n'étaient pas remplies (hétérogénéité des variances détectée par le test de Levene, $F(2, 81)=4.68, p=0.012$; normalité des résidus non rejetée, $W=0.981, p=0.248$). Le test de Kruskal-Wallis n'a pas montré de différence statistiquement significative du taux de gras entre les trois modes d'élevage ($\chi^2(2) = 1.31, p = 0.519$).

◦ **Conclusion partielle TG** : Malgré une moyenne légèrement plus élevée en mode intensif, les différences observées dans le taux de matière grasse ne sont pas statistiquement significatives entre les modes d'élevage. Ces observations contrastent avec certaines études qui ont montré une influence significative du mode d'élevage sur le taux de matière grasse,

avec des systèmes extensifs produisant parfois un lait plus riche en matière grasse (Arroum et al., 2015). Cependant, d'autres recherches indiquent que l'alimentation est un facteur plus déterminant que le mode d'élevage général (Benboudriou & Ghezlane, 2009).

C. Taux de protéines (TP) :

- **Analyse descriptive** : Des données manquantes importantes ont été notées : aucune valeur de TP n'était disponible pour le mode extensif (n=0). La comparaison s'est donc limitée aux modes intensif (n=21, moyenne=2.71, SD=0.40) et semi-extensif (n=23, moyenne=2.97, SD=0.19).

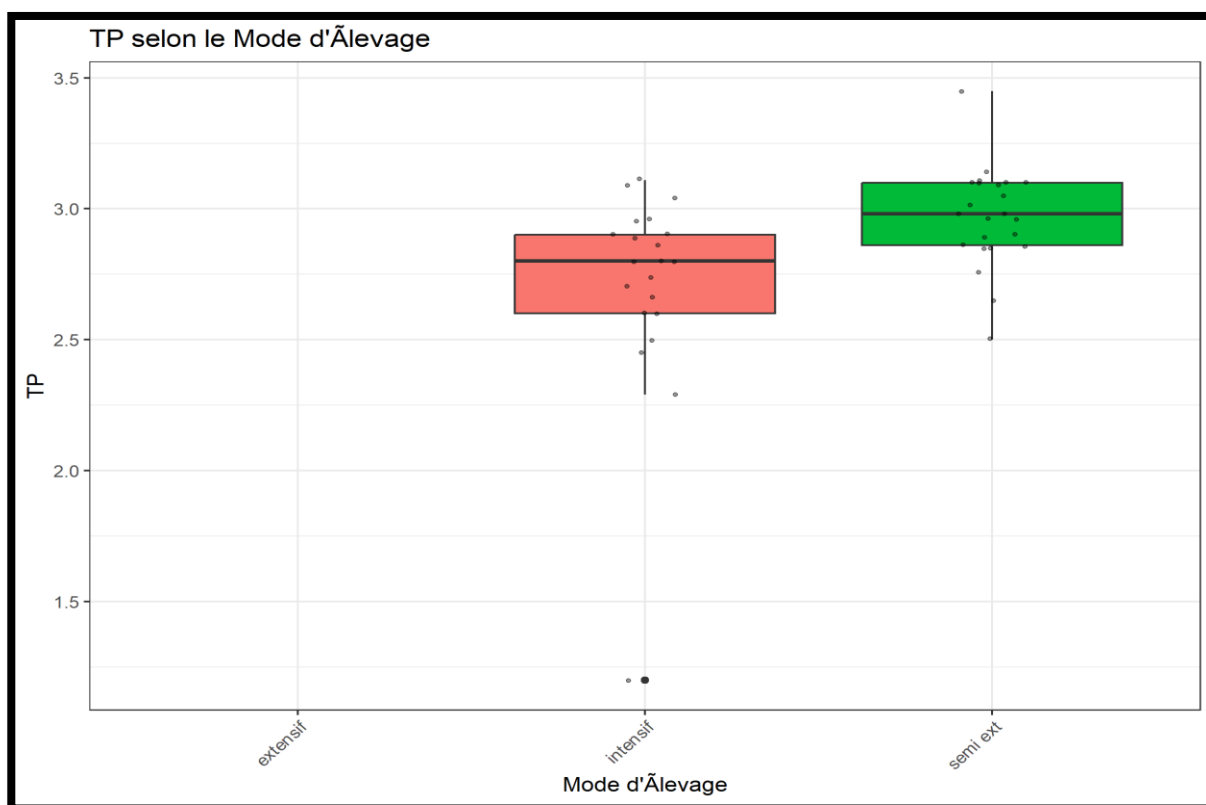


Figure 14 : le taux de protéine selon le mode d'élevage.

- **Test statistique** : La comparaison ne portant que sur deux groupes, les tests de Levene ($p=0.206$) et de Shapiro-Wilk ($W=0.775$, $p < 0.001$) ont été effectués sur les données de ces deux groupes. La normalité étant rejetée, le test de Kruskal-Wallis (équivalent ici à un test de Wilcoxon-Mann-Whitney) a été utilisé. Ce test a montré une différence statistiquement significative du taux de protéines entre les modes intensif et semi-extensif ($\chi^2(1) = 8.58$, $p = 0.0034$). Ces résultats sont cohérents avec la littérature qui souligne l'influence de l'alimentation et des pratiques d'élevage sur la teneur en protéines du lait (Benboudriou & Ghezlane, 2009; Gouaidia, 2023.). Le mode semi-extensif, souvent associé à une meilleure valorisation des pâturages et à une alimentation plus diversifiée, pourrait expliquer ce taux de protéines plus élevé.

- **Conclusion partielle TP** : Le mode d'élevage a un impact statistiquement significatif sur le taux de protéines, le mode semi-extensif présentant un taux moyen significativement plus élevé (2.97) que le mode intensif (2.71).

L'absence de données pour le mode extensif empêche une comparaison complète.

II. Discussion des résultats : Influence de la race sur la qualité physico-chimique du lait.

1. Introduction et rappel de l'objectif

Cette analyse visait à déterminer si la race des vaches (Croisé, Français, Holstein, Montbéliard) a un impact sur les caractéristiques physico-chimiques principales de leur lait : la densité (DEN), le taux de matière grasse (TG) et le taux de protéines (TP). L'étude s'appuie sur un échantillon de 84 observations, bien que le nombre d'observations pour le TP soit réduit à 43 en raison de données manquantes. L'approche méthodologique a inclus une analyse descriptive, des comparaisons visuelles via boxplots, des tests statistiques (ANOVA ou Kruskal-Wallis) pour évaluer la significativité des différences entre les races, et une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour explorer la structure globale des données.

Tableau 08 : Influence de la race sur la densité du lait.

RACE	DEN_n	DEN_mean	DEN_sd	DEN_median	DEN_min	DEN_max
Croisé	7	1027.00	3.785939	1029	1021	1032
Français	9	1029.889	1.900292	1029	1027	1032
Holstein	55	1029.473	2.727464	1030	1017	1035
Montbéliard	13	1030.154	1.625123	1030	1028	1034

Tableau 09 : Influence de la race sur le taux de gras dans le lait.

RACE	TG_n	TG_mean	TG_sd	TG_median	TG_min	TG_max
Croisé	7	30.28571	6.473389	29	21	42
Français	9	32.88889	7.149204	30	25	44
Holstein	55	31.72727	4.539761	32	21	42
Montbéliard	13	34.30769	4.871424	35	27	40

Tableau 10 : Influence de la race sur le taux de protéine dans le lait.

RACE	TP_n	TP_mean	TP_sd	TP_median	TP_min	TP_max
Croisé	2	2.650000	0.2828427	2.650	2.45	2.85
Français	9	2.902222	0.2680381	2.980	2.29	3.11
Holstein	26	2.829615	0.3895585	2.875	1.20	3.45
Montbéliard	6	2.866667	0.2287065	2.875	2.50	3.10

2. Analyse descriptive et comparaison statistique des paramètres par la race

L'examen des statistiques descriptives et des tests différentiels a fourni les informations suivantes pour chaque paramètre en fonction de la race :

A. Densité (DEN) :

- **Analyse descriptive** : Les densités moyennes étaient très proches entre les races : 1027.0 (Croisé, n=7), 1029.9 (Français, n=9), 1029.5 (Holstien, n=55) et 1030.2 (Montbéliard, n=13). La dispersion était également faible dans tous les groupes (SD \approx 1.6-3.8).

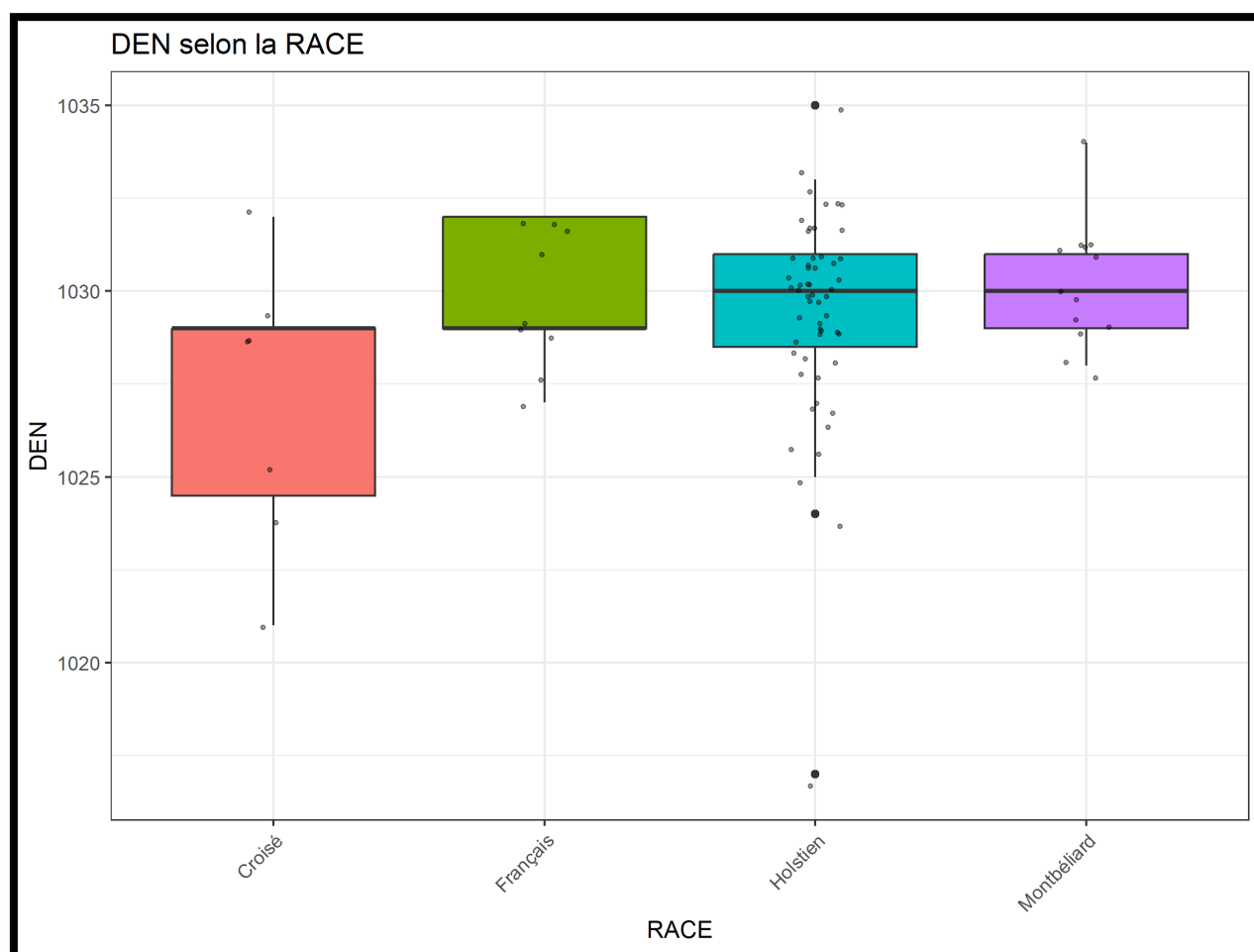


Figure 15 : La densité selon la race.

- **Test statistique :** Les conditions de l'ANOVA n'étaient pas totalement remplies (homogénéité des variances respectée, test de Levene $p=0.381$, mais normalité des résidus rejetée, test de Shapiro-Wilk $W=0.909$, $p < 0.001$). Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé et n'a révélé aucune différence statistiquement significative de la densité du lait entre les quatre races ($\chi^2(3) = 4.17$, $p = 0.243$).
- **Conclusion partielle DEN :** La race ne semble pas influencer de manière significative la densité du lait dans cet échantillon. Ce résultat est en ligne avec certaines études qui montrent que la densité du lait est un paramètre relativement stable, peu affecté par la race (Sebti et al., 2022).

B. Taux de gras (TG) :

- **Analyse descriptive :** La race Montbéliard présentait le taux de gras moyen le plus élevé (34.3, $n=13$), suivie par la race Français (32.9, $n=9$), Holstein (31.7, $n=55$) et Croisé (30.3, $n=7$). La variabilité était notable, en particulier pour les races Français ($SD=7.1$) et Croisé ($SD=6.5$).

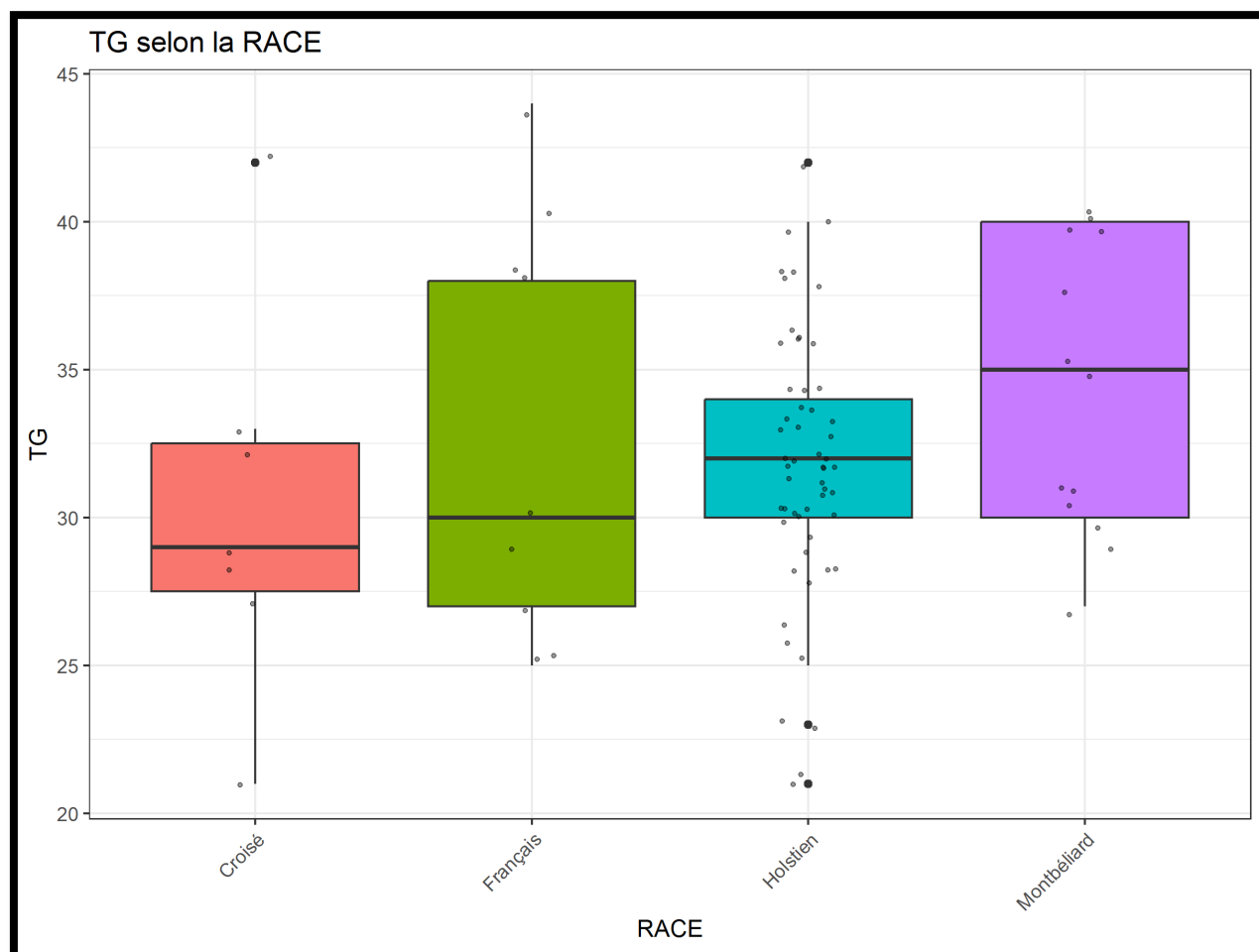


Figure 16 : le taux de la matière gras selon la race.

- **Test statistique** : Les conditions d'application de l'ANOVA étaient remplies (homogénéité des variances respectée, Levene $p=0.141$; normalité des résidus non rejetée, Shapiro-Wilk $W=0.990$, $p=0.736$). L'ANOVA n'a pas montré de différence statistiquement significative du taux de gras entre les races ($F(3, 80) = 1.29$, $p = 0.284$).
- **Conclusion partielle TG** : Bien que des différences de moyennes existent, notamment pour la race Montbéliard, elles ne sont pas statistiquement significatives dans cet échantillon. La race n'apparaît pas comme un facteur déterminant pour le taux de matière grasse ici. Ce constat peut être surprenant car la génétique est généralement reconnue comme un facteur influençant la composition du lait, y compris le taux de matière grasse (Coulon, 1991; Sebti et al., 2022.). L'absence de significativité pourrait être due à la taille de l'échantillon ou à la variabilité des pratiques d'élevage au sein de chaque race.

C. Taux de protéines (TP) :

- **Analyse descriptive** : Des données manquantes importantes ont été observées, réduisant l'échantillon analysable à 43 observations. Les moyennes étaient de 2.65 (Croisé, $n=2$), 2.90 (Français, $n=9$), 2.83 (Holstein, $n=26$) et 2.87 (Montbéliard, $n=6$). La race Croisé avait un effectif très faible ($n=2$) pour ce paramètre.

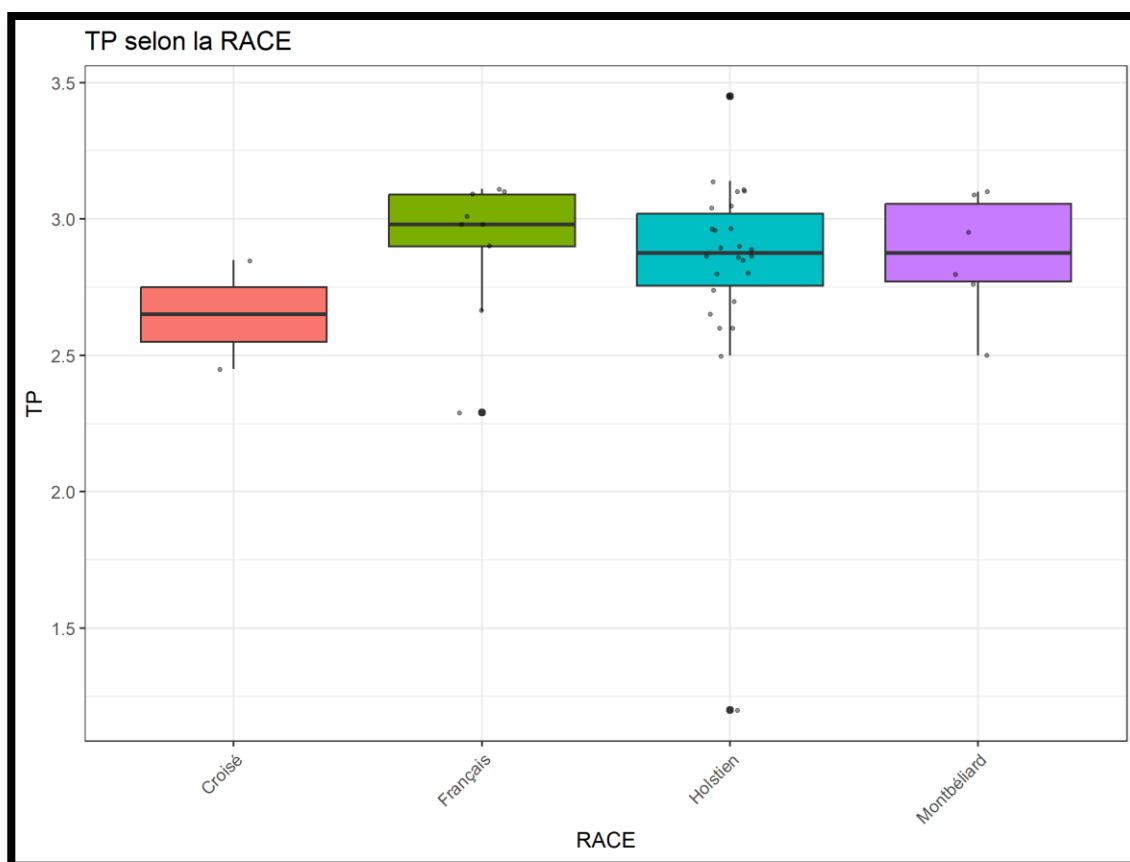


Figure 17: le taux de protéine selon la race.

- **Test statistique** : Les conditions de l'ANOVA n'étaient pas remplies (homogénéité des variances respectée, Levene $p=0.974$, mais normalité des résidus rejetée, Shapiro-Wilk $W=0.754$, $p < 0.001$). Le test de Kruskal-Wallis n'a pas montré de différence statistiquement significative du taux de protéines entre les races ($\chi^2(3) = 3.03$, $p = 0.387$).
- **Conclusion partielle TP** : Malgré les différences apparentes dans les moyennes (notamment la valeur plus basse pour Croisé), aucune différence statistiquement significative n'a été détectée pour le taux de protéines entre les races, potentiellement en raison de la taille réduite de l'échantillon et de la faible puissance statistique, surtout pour la race Croisé. La génétique est un facteur connu pour influencer le taux de protéines du lait (Coulon, 1991; Sebti et al., 2022). La faible taille de l'échantillon pour certaines races, notamment la race Croisé, a pu limiter la capacité de détecter des différences significatives.

III. Discussion des résultats : Influence du type d'alimentation sur la qualité physico-chimique du lait.

1. Introduction et rappel de l'objectif :

Cette étude visait à évaluer l'impact de différents types de régimes alimentaires sur les caractéristiques physico-chimiques majeures du lait de vache : la densité (DEN), le taux de matière grasse (TG) et le taux de protéines (TP). L'analyse a porté sur un échantillon de 84 observations réparties en six groupes alimentaires. L'approche a combiné une analyse descriptive, des comparaisons visuelles (boxplots), des tests statistiques formels (ANOVA ou Kruskal-Wallis) pour évaluer la significativité des différences entre groupes, et une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour explorer la structure multidimensionnelle des données.

Tableau 11 : influence du type d'alimentation sur la densité du lait.

Type.d.alimentation	DEN_n	DEN_mean	DEN_sd	DEN_median	DEN_min	DEN_max
Vl.ens.frg	15	1028.67	2.840188	1029.0	1021	1031
Vl.frg.son	7	1028.429	2.149197	1028.0	1026	1032
Vl.erb.ens.frg	15	1029.533	2.065591	1030.0	1024	1032
Vl.hrb.ens.frg son	26	1029.231	3.024007	1030.0	1024	1033
Vl.hrb.frg	10	1030.600	1.712698	1030.5	1029	1034
Vl.hrb.son	11	1031.000	2.529822	1032.0	1026	1035

Tableau 12 : influence du type d'alimentation sur le taux de gras dans le lait.

Type.d.alimentation	TG_n	TG_mean	TG_sd	TG_median	TG_min	TG_max
Vl.ens.frg	15	29.73333	3.369329	29	25	40
Vl.frg.son	7	35.57143	4.961759	36	28	42
Vl.erb.ens.frg	15	31.73333	3.326660	31	25	38
Vl.hrb.ens.frg son	26	34.03846	4.294003	34	21	40
Vl.hrb.frg	10	28.80000	5.411921	28	21	40
Vl.hrb.son	11	31.72727	7.862454	32	21	44

Tableau 13 : influence du type d'alimentation sur le taux de protéine dans le lait.

Type.d.alimentation	TP_n	TP_mean	TP_sd	TP_median	TP_min	TP_max
Vl.ens.frg	4	3.000000	0.09345231	2.995	2.90	3.11
Vl.frg.son	5	2.700000	0.14142136	2.800	2.50	3.80
Vl.erb.ens.frg	6	2.866667	0.13980939	2.860	2.65	3.09
Vl.hrb.ens.frg son	11	2.701818	0.53400034	2.850	1.20	3.11
Vl.hrb.frg	7	3.038571	0.06388233	3.050	2.96	3.10
Vl.hrb.son	11	2.854545	0.32478804	2.890	2.29	3.45

2. Analyse descriptive et comparaison statistique des paramètres par type d'alimentation :

L'examen des statistiques descriptives et des boxplots a mis en évidence des variations entre les groupes alimentaires pour les trois paramètres. Des tests statistiques ont été réalisés pour déterminer si ces différences étaient statistiquement significatives, en utilisant le test de Kruskal-Wallis lorsque les conditions de l'ANOVA (normalité des résidus et/ou homogénéité des variances) n'étaient pas remplies.

Densité (DEN) :

◦ **Analyse descriptive:** La densité moyenne variait peu entre les groupes (de 1028.1 pour VL ensilage fourrage à 1031.0 pour VL herbe son), avec une faible dispersion intra-groupe.

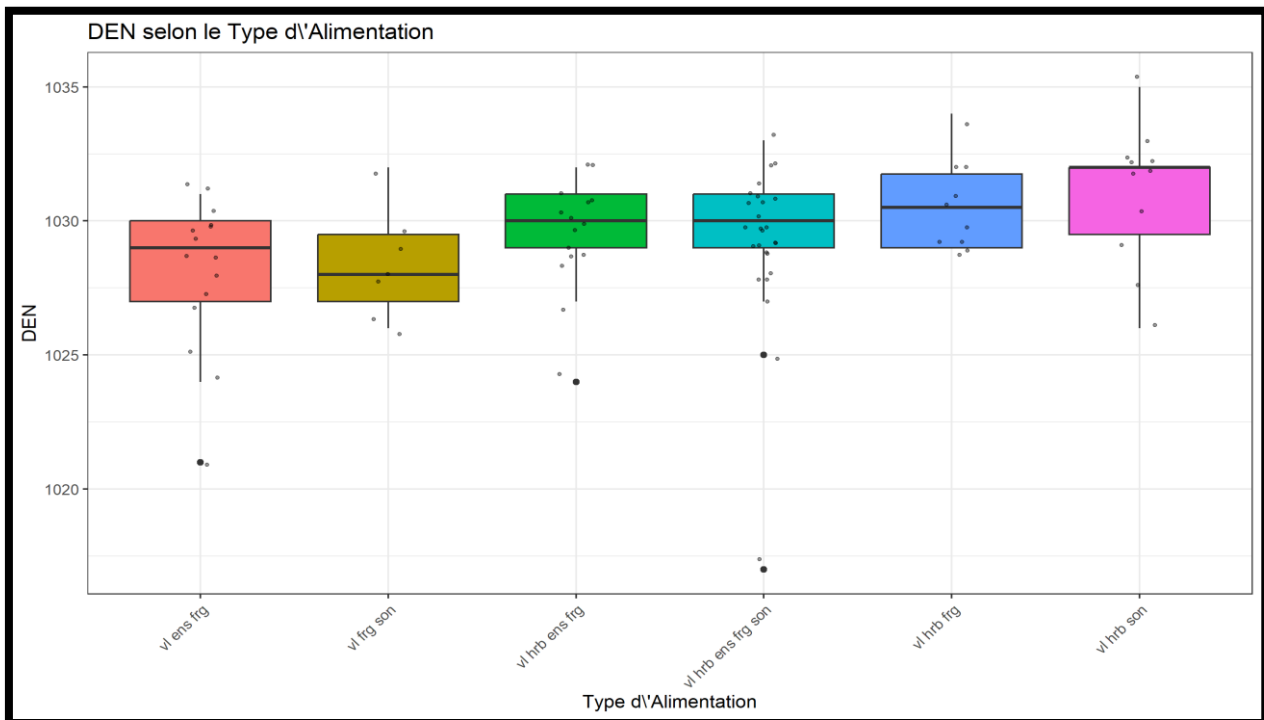


Figure 18 : la densité selon le type d'alimentation.

- **Test statistique:** Le test de Levene n'a pas indiqué d'hétérogénéité significative des variances ($p = 0.968$). Cependant, le test de Shapiro-Wilk sur les résidus d'un modèle ANOVA a montré une déviation significative par rapport à la normalité ($W = 0.875, p < 0.001$). Par conséquent, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé. Ce test a révélé une différence statistiquement significative de la densité du lait entre les différents types d'alimentation ($\chi^2(5) = 12.42, p = 0.029$). Toutefois, le test post-hoc de Dunn avec ajustement de Bonferroni n'a identifié aucune différence significative entre les paires de groupes spécifiques (toutes les p-valeurs ajustées > 0.05).
- **Conclusion partielle DEN:** Bien qu'une différence globale significative ait été détectée entre les groupes pour la densité, les comparaisons par paires n'ont pas permis d'identifier précisément quels groupes différaient après correction pour comparaisons multiples. L'impact du type d'alimentation sur la densité semble donc globalement faible ou complexe à isoler entre paires spécifiques dans cet échantillon. Ces résultats sont en accord avec des études qui montrent que la densité du lait est un paramètre relativement stable, même face à des variations alimentaires (Gouaidia, 2023).

Taux de gras (TG) :

- **Analyse descriptive :** Des différences moyennes plus marquées ont été observées (ex: 35.6 pour (VL fourrage son) vs 28.8 pour (VL herbe fourrage), avec une variabilité intra-groupe plus importante.

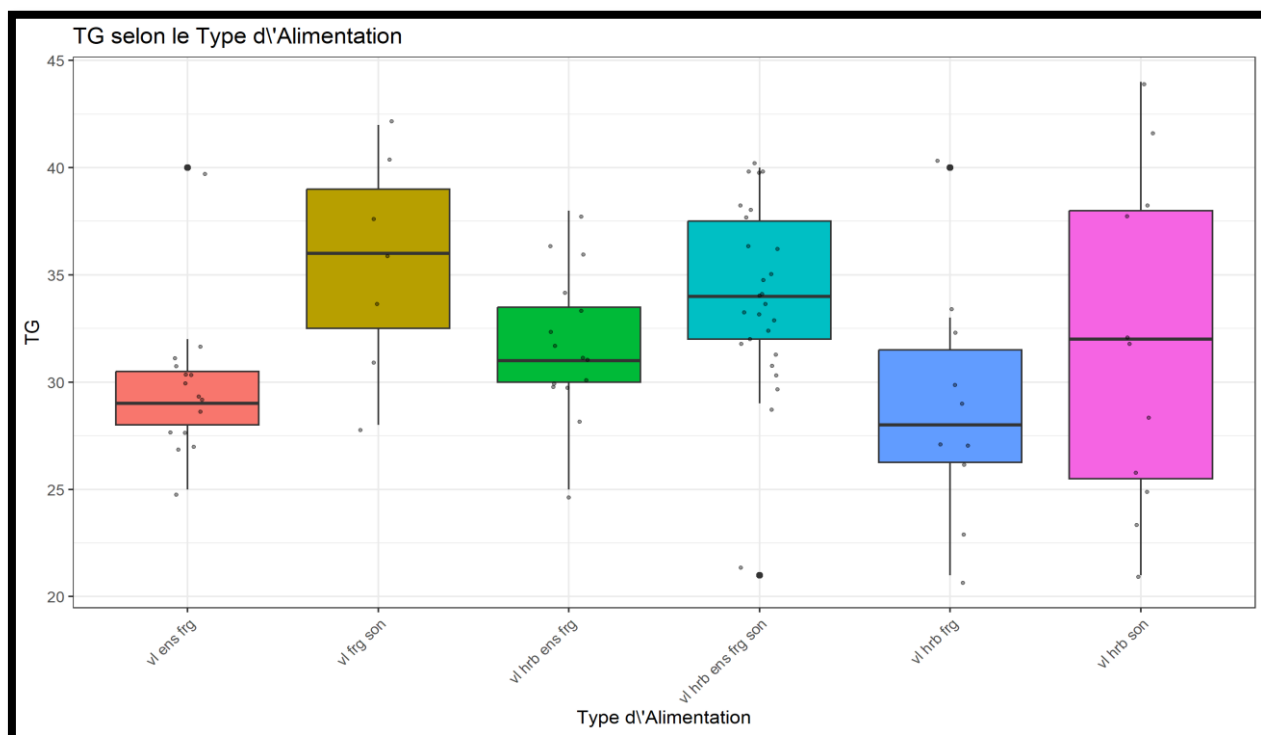


Figure 19 : le taux de la matière gras selon le type d'alimentation.

- **Test statistique :** Le test de Levene a indiqué une hétérogénéité significative des variances entre les groupes ($F(5, 78) = 3.37, p = 0.008$). Le test de Shapiro-Wilk sur les résidus n'a pas montré de déviation significative de la normalité ($W = 0.980, p = 0.226$), mais l'hétérogénéité des variances justifie l'utilisation du test de Kruskal-Wallis. Ce test a indiqué une différence statistiquement significative du taux de gras entre les types d'alimentation

($\chi^2(5) = 18.53, p = 0.002$). Le test post-hoc de Dunn (avec ajustement Bonferroni) a révélé que le groupe (VL herbe ensilage fourrage son) présentait un taux de gras significativement plus élevé que le groupe (VL ensilage fourrage) (p ajusté = 0.014) et que le groupe (VL herbe fourrage) (p ajusté = 0.040).

- **Conclusion partielle TG:** Le type d'alimentation a un impact statistiquement significatif sur le taux de matière grasse du lait. Le régime (VL herbe ensilage fourrage son) se distingue notamment par un taux de gras plus élevé comparé aux régimes (VL ensilage fourrage et (VL herbe fourrage) Ces résultats sont en ligne avec la littérature qui met en évidence l'influence majeure de l'alimentation sur le taux de matière grasse du lait (**Bütikofer & Collomb, 2002; Benboudriou & Ghezlane, 2009**).

Taux de protéines (TP) :

- **Analyse descriptive :** Affecté par des données manquantes (44 observations valides), les moyennes variaient de 2.70 à 3.04 sur les données disponibles.

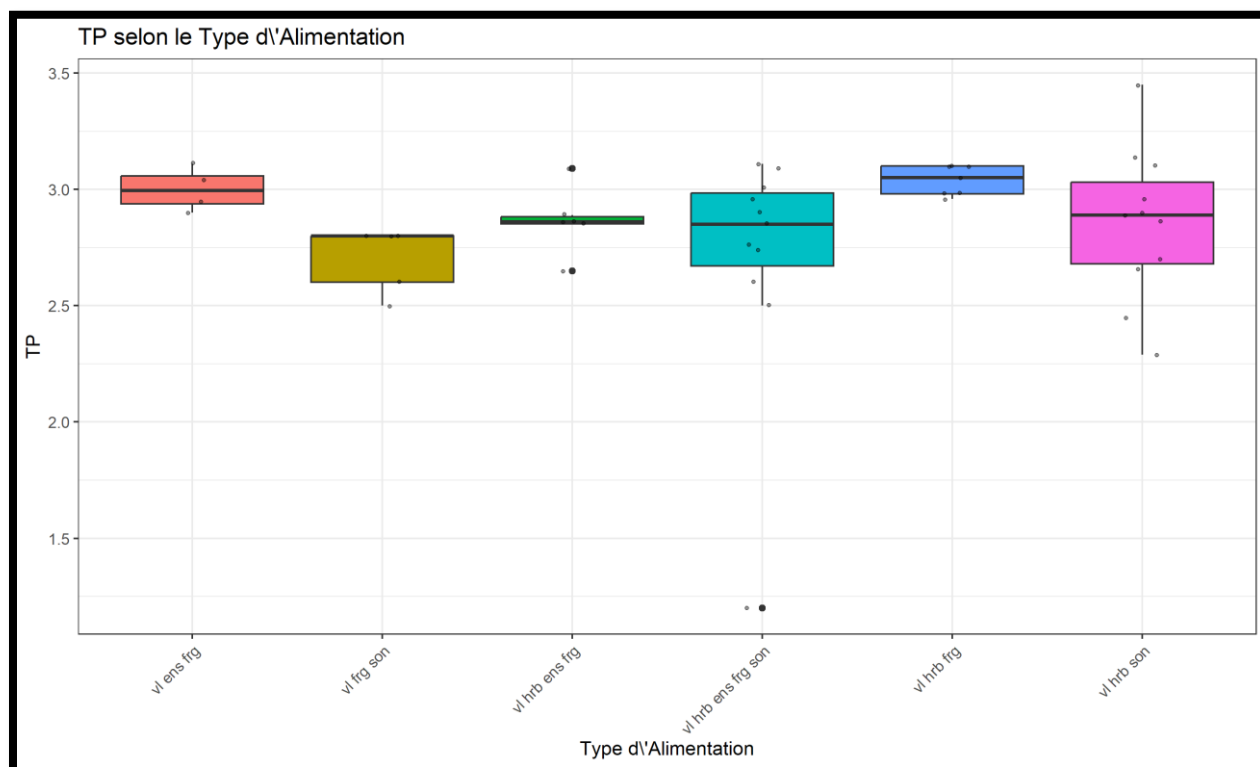


Figure 20 : le taux de protéine selon le type d'alimentation.

- **Test statistique :** Le test de Levene n'a pas montré d'hétérogénéité significative des variances ($p = 0.331$). Cependant, le test de Shapiro-Wilk sur les résidus a indiqué une forte déviation par rapport à la normalité ($W = 0.773, p < 0.001$), justifiant l'emploi du test de Kruskal-Wallis. Ce test a montré une différence statistiquement significative du taux de protéines entre les types d'alimentation ($\chi^2(5) = 12.74, p = 0.026$). Le test post-hoc de Dunn (avec ajustement Bonferroni) a identifié une seule différence significative : le groupe (VL herbe fourrage) présentait un taux de protéines significativement plus élevé que le groupe (VL fourrage son) (p ajusté = 0.027).
- **Conclusion partielle TP :** Malgré les données manquantes, les résultats suggèrent que le type d'alimentation influence significativement le taux de protéines du lait. Le régime 'vl hrb frg' semble favoriser un taux de protéines plus élevé par rapport au régime 'vl frg son'. Ces résultats confirment l'importance de l'alimentation sur la teneur en protéines du lait, comme le soulignent de nombreuses études (**Bütikofer & Collomb, 2002; Benboudriou & Ghezlane, 2009; Gouaidia, s.d.**). Les régimes riches en fourrages de bonne qualité et en protéines sont généralement associés à des taux de protéines plus élevés.

3. Analyse multidimensionnelle par ACP

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée sur les 44 observations complètes pour explorer la structure globale des relations entre DEN, TG, TP et la séparation éventuelle des groupes alimentaires. Cette approche est couramment utilisée en sciences agronomiques pour identifier les facteurs influençant la qualité du lait (**Froc et al., 1988**).

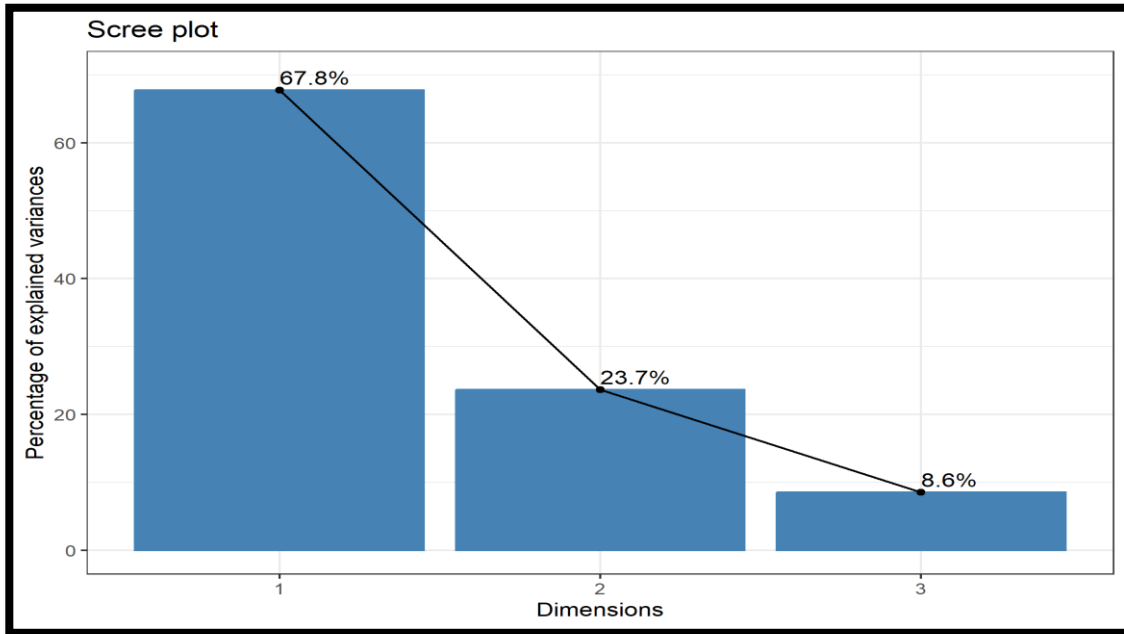


Figure 21 : un graphe Scree plot de pourcentage expliqué des variances selon les dimensions.

- **Variance expliquée** : Les deux premiers axes expliquaient 91.4% de la variance totale (Dim.1 : 67.8%, Dim.2 : 23.7%), assurant une bonne représentation des données. Cela indique que la majeure partie de la variabilité des données est capturée par ces deux dimensions, ce qui est un bon indicateur de la pertinence de l'ACP pour cette analyse.

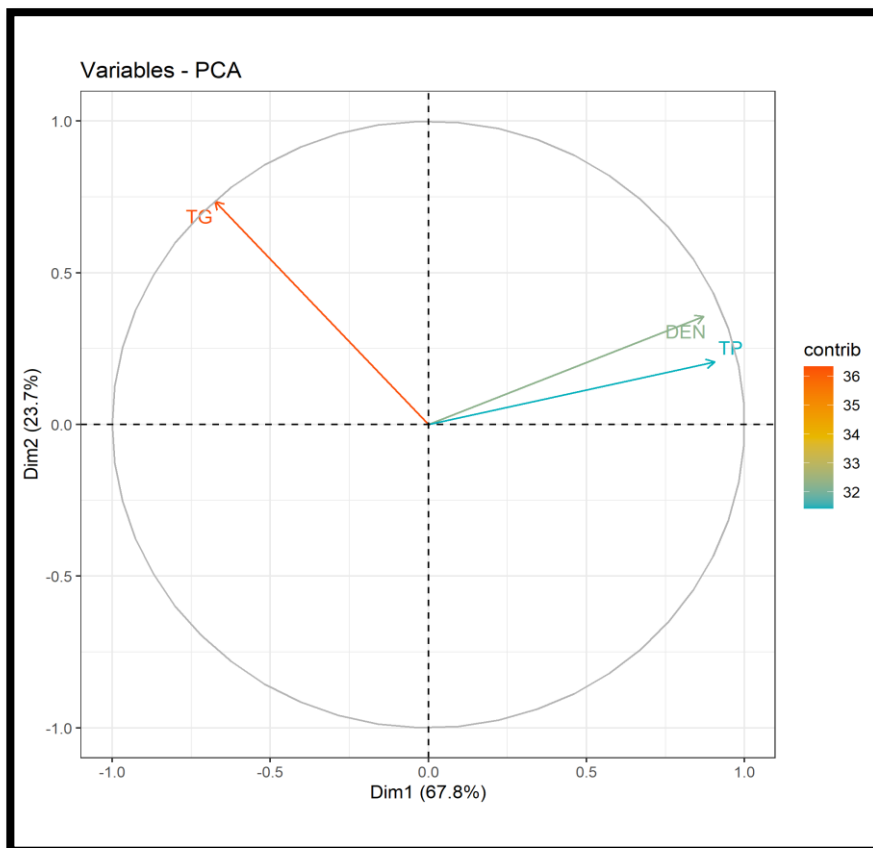


Figure 22 : Cercle de corrélation entre Dim1 et Dim2

- **Interprétation des axes (Cercle de corrélation) :** L'axe 1 opposait les laits denses et riches en protéines (TP, DEN) aux laits plus riches en matières grasses (TG). L'axe 2 représentait principalement la variation du taux de gras (TG). Cette opposition entre les taux de matière grasse et de protéines est un phénomène bien documenté dans la littérature, souvent lié à des mécanismes physiologiques et nutritionnels complexes chez la vache laitière (**Bütikofer et Collomb, 2002**).

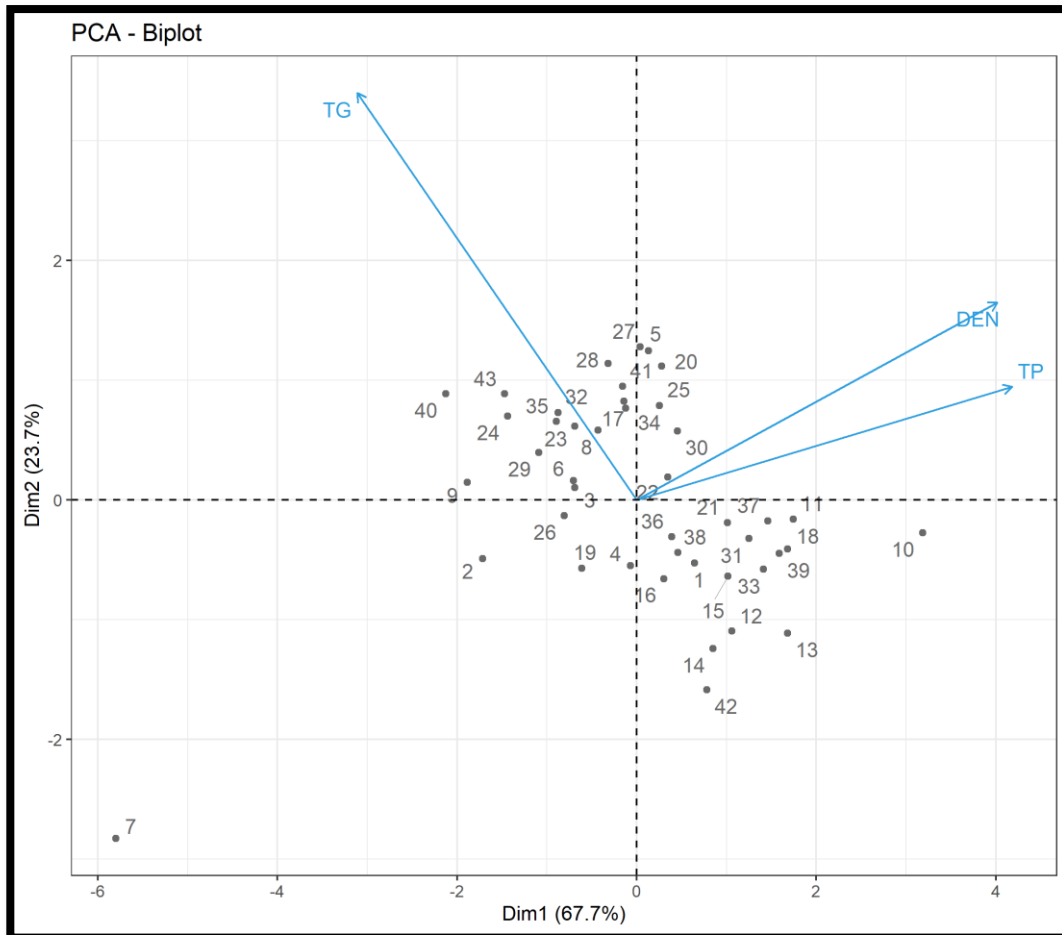


Figure 23 : Un biplot entre la Dim1 et Dim 2

- **Position des groupes (Graphique des individus par groupe) :** La projection des individus sur le plan factoriel, éclairée par les tests statistiques, permet de visualiser la séparation (ou le chevauchement) des groupes. Les différences significatives observées pour TG (impliquant (VL herbe ensilage fourrage son) et TP (impliquant (VL herbe fourrage) et (VL fourrage son))) devraient se traduire par un positionnement distinct de ces groupes sur le plan factoriel. Par exemple, on s'attend à ce que (VL herbe fourrage) (plus riche en TP) se situe davantage du côté positif de l'axe 1, tandis que (VL fourrage son) (moins riche en TP) serait du côté opposé. De même, (VL herbe ensilage fourrage son) (plus riche en TG) devrait se distinguer des groupes (VL ensilage fourrage) et (VL herbe fourrage) le long des axes 1 et/ou 2. Le graphique permet d'évaluer si ces différences se combinent pour créer des profils globaux distincts.

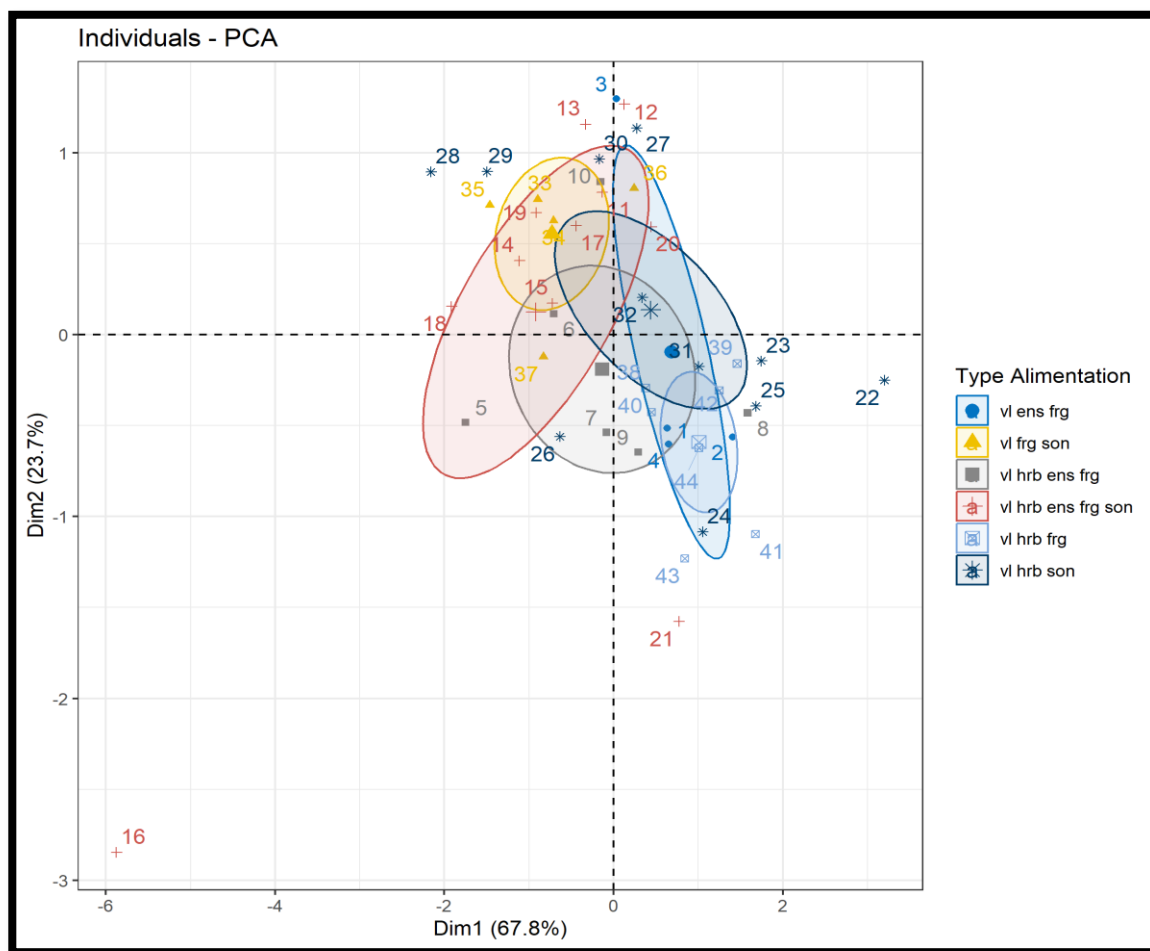


Figure 24 : Graphique des individus par groupe.

3.1 Synthèse et liens avec la littérature

Les résultats combinés des analyses descriptives, des tests statistiques et de l'ACP confirment que le type d'alimentation influence de manière statistiquement significative la composition physico-chimique du lait, en particulier le taux de matière grasse et le taux de protéines. L'opposition classique gras vs protéines/densité est confirmée par l'ACP. Les différences spécifiques mises en évidence par les tests post-hoc (taux de gras plus élevé pour (VL herbe ensilage fourrage son) comparé à (VL ensilage fourrage) et (VL herbe fourrage); taux de protéines plus élevé pour (VL herbe fourrage) comparé à (VL fourrage son) sont cohérentes avec les effets attendus des composants de ces régimes (fourrages, concentrés énergétiques/protéiques) décrits dans la littérature (**Benboudriou & Ghezlane, 2009; Bütikofer & Collomb, 2002**). Par exemple, l'ajout de tourteaux de soja ("son") pourrait influencer différemment le profil selon qu'il est combiné à de l'ensilage (ensilage) ou non. Ces résultats sont en accord avec des études antérieures qui ont démontré l'importance de l'alimentation sur la qualité du lait (**Gouaidia, 2023**).

3.2 Limites de l'étude

Les limites précédemment mentionnées demeurent : impact des données manquantes pour TP, nature exploratoire de l'ACP, nombre limité de variables physico-chimiques, et définition des groupes alimentaires. La significativité statistique observée, bien que réelle ($p <$

0.05), doit être interprétée avec prudence compte tenu de la taille parfois réduite des groupes (n=4 pour TP dans (VL ensilage fourrage) et du nombre de comparaisons effectuées (même avec ajustement). Ces limitations sont fréquentes dans les études de terrain et doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats (**Djebbari, 2018**).

CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer l'impact des pratiques alimentaires sur la qualité physico-chimique du lait de vache dans deux wilayas de l'Ouest algérien, à savoir Sidi Bel Abbès et Tlemcen. En combinant des enquêtes de terrain, des prélèvements d'échantillons et des analyses statistiques rigoureuses, notre travail a porté sur trois axes principaux : le mode d'élevage, la race bovine et le type d'alimentation.

Les résultats obtenus ont montré que le mode d'élevage n'influe pas de manière significative sur la densité ni sur le taux de matière grasse du lait. Toutefois, une différence significative a été observée concernant le taux de protéines, qui est plus élevé chez les vaches élevées en mode semi-extensif comparé au mode intensif. Il est important de noter que le mode extensif n'a pas pu être évalué en raison de l'absence de données suffisantes, limitant ainsi la portée comparative de cette variable.

En ce qui concerne la race, les analyses n'ont révélé aucune influence statistiquement significative sur les paramètres physico-chimiques étudiés. Néanmoins, des tendances descriptives intéressantes ont été relevées, notamment une légère supériorité du taux de matière grasse chez la race Montbéliarde. Ces résultats suggèrent que, dans les conditions d'élevage locales, la variabilité intra-race ou les pratiques de gestion jouent probablement un rôle plus important que le facteur génétique seul.

Le facteur le plus déterminant mis en évidence est le type d'alimentation. En effet, les régimes alimentaires ont montré une influence significative sur le taux de matière grasse et le taux de protéines du lait. L'analyse en composantes principales (ACP) a permis de confirmer la structuration des groupes selon la composition des rations. Les régimes riches et équilibrés, combinant foin, herbe, ensilage et concentrés protéiques, se sont avérés plus favorables à la production d'un lait de meilleure qualité, tant sur le plan nutritionnel que physico-chimique.

Ces résultats mettent en évidence l'importance stratégique des pratiques alimentaires dans l'amélioration de la qualité du lait de vache. Ils offrent ainsi des pistes concrètes d'optimisation aux éleveurs, techniciens et décideurs du secteur laitier, dans une optique de performance économique, de valorisation locale de la production et de satisfaction du consommateur. En misant sur une alimentation adaptée et équilibrée, il est possible non seulement de renforcer la qualité du lait, mais aussi de contribuer à la durabilité des exploitations et à la souveraineté alimentaire nationale.

Enfin, cette étude ouvre la voie à de nouvelles perspectives de recherche. Il serait pertinent d'élargir l'échantillonnage à d'autres régions et saisons, d'inclure des paramètres microbiologiques et organoleptiques, ainsi que d'évaluer les retombées économiques des ajustements alimentaires proposés. Ainsi, ce travail s'inscrit dans une dynamique de développement scientifique et technique au service d'une filière laitière algérienne plus performante et résiliente.

Références

Bibliographiques :

Alais, C. (1984). Sciences du lait : principes des techniques laitières. SEP.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeufy, P., Paquin, P., Simpson, R., & Turgeon, H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité.

Arroum, S., Zmouli, K., Gaddour, A., Fguiri, I., Ayeb, N., & Khorchani, T. (2015). Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques de lait camelin en fonction du mode d'élevage. Journal of New Sciences: Agri & BioTech. <https://www.jnsciences.org/agri-biotech/40-volume-special-journees-scientifiques-de-l-inat/185-etude-comparative-des-caracteristiques-physicochimiques-et-microbiologiques-de-l-ait-camelin-en-fonction-du-mode-d-elevage.html>

Bellagi, R. (2017). Etude de l'adaptation de la race Tarentaise aux conditions du stress thermique en Tunisie. (Thèse de doctorat). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01781295>

Benboudriou, M. I., & Ghezlane, L. (2009). L'impact de l'alimentation sur la qualité physico-chimique du lait dans les élevages bovins (étude bibliographique). Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. <https://depot.ensv.dz:8443/jspui/handle/123456789/640>

Benyahia-Mostefaoui, A., & Lamri-Senhadji, M. (2020). Lait de vache : Composition, bienfaits nutritionnels, biologiques et cardioprotecteurs. Nutr. Santé, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.30952/ns.9.1.1>

Benyoucef, M., & Abdelmoutaleb, M. (2009). INDICATEURS DE LA TECHNICITE DES ELEVEURS ET CANAUX DE VULGARISATION DANS DES ELEVAGES BOVINS LAITIERS DE LA REGION CENTRE (ALGERIE). Sciences & Technologie. C, Biotechnologies, 30, 34-42. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/57953>

Boettcher, P., Martin, J., Gandini, G., Joshi, B., & Oldenbroek, J. (2013). In vivo conservation of animal genetic resources (FAO Animal Production And Health Guidelines No. 14). <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/440925>

Bourguet, C. (2010). Stress pendant la période d'abattage chez les bovins : rôles de la réactivité émotionnelle et des facteurs environnementaux. (Thèse de doctorat). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00718786>

Bütikofer, U., & Collomb, M. (2002). Alimentation de la vache laitière et composition du lait. rapactuel, 8. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Einzelpublikation/Download?einzelpublikationId=17211>

Chandan, R. C., Kilara, A., & Shah, N. P. (2015). Dairy Processing and Quality Assurance. Wiley eBooks. <https://doi.org/10.1002/9781118810279>

Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (2008). The Sensory Evaluation of Dairy Products. Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77408-4>

Cole, J., Miller, P., & Norman, H. (2006). Genetic improvement of dairy cattle health. In *Journal of Dairy Science* (p. 309). https://doi.org/10.3920/9789086865710_102

Colleau, J., Lefebvre, J., Dupont, M., Felgines, C., & Wimitzky, M. (1983). Sélection laitière divergente en race bovine Normande. I. Effets sur la production de viande des taurillons. *Genetics Selection Evolution*, 15(1), 119. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-15-1-119>

Coulon, J. (1991). Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation : réflexions à partir de résultats d'enquêtes. *Productions Animales*, 4(4), 303-309. <https://productions-animales.org/article/view/4344?articlesBySameAuthorPage=3>

Croguennec, T., Jeanatet, R., & Brulé, G. (2008). Fondements physicochimiques de la technologie laitière.

Cuvelier, C., Hornick, J.-L., Beckers, Y., Froidmont, E., Knapp, E., Istasse, L., & Dufrasne, I. (2021). Livrets de l'agriculture : L'alimentation de la vache laitière aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. Centre wallon de recherches agronomiques. Université de Liège. Belgique. P79-123.

Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J., & Gibon, A. (2008). Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRAE Productions Animales*, 21(1), 45-58. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.1.3374>

Djebbari, G. (2018). Impact des techniques d'élevage sur la qualité physicochimique du lait des vaches laitières de la population locale. Université Mouloud Mammeri. <https://dspace.ummo.dz/items/0535d8ac-f575-4ff9-b493-d597737abc5f>

El Marnissi, B., Belkhou, R., & Bennani, L. (2013). Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire*, 8(33).

FAO. (2022, 31 mai). Que les avantages coulent à flot! Cinq façons dont le secteur laitier peut contribuer à des systèmes agroalimentaires durables. <https://www.fao.org/>

newsroom/story/Pour-on-the-benefits!/fr

Froc, J., Gilibert, J., Daliphar, T., & Durand, P. (1988). Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. *Productions Animales*, 1(3), 171-177. <https://hal.science/hal-00895829/document>

Gouaidia, J., Djaballah, Y., & Boukail, A. (2023). Les facteurs influençant la composition et la qualité du lait. Université de Guelma. https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/15469/1/GOUAIDIA_JOUMANA_F4.pdf

Hadj-Omar, K., Nabi, M., Kaidi, R., & Abdelguerfi, A. (2018, 4 juin). évaluation du rendement et de la composition chimique de plusieurs variétés de luzerne pérenne cultivées en sec et en irrigué dans la mitidja. Centre de référence et d'expérimentation de la région. P932.

Hogan, J., Gonzel, R., Oliviere, S., & Pankey, J. (1999). Etude comparative de la qualité physico chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa.

Jenness, R. (1980). Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*, 63(10), 1605-1630. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(80\)83125-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(80)83125-0)

Jivotovski. (1985). Génétique, évolution et édition Mir. Moscou.

Kakati, S., Talukdar, A., Hazariak, R.-A., Raquie, M., Laskar, S.-K., Saikia, G.-K., & Hussein, Z. (2021). Bacteriological quality of raw milk marketed in and around Guwahati city, Assam, India. *Veterinary World*, 14(3), 656-660.

Kaouche, A.-S. (2019). Revue Agriculture : Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière. 10(1), 43-54.

Kheffache, H. (2021). La politique laitière en Algérie: Qualité et stratégies de valorisation. CREAD. <https://www.cread.dz/la-politique-laitiere-en-algerie-qualite-et-strategies-de-valorisation/>

Kouani et al. (2007). Analyse en composante principale une méthode factorielle pour traiter les données didactique.

Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El yachioui, M., Berny, E., & Ouhssine, M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16.

Lazereg, M., Bellil, K., Djediane, M., & Zaidi, Z. (2020). La filière lait algérienne face aux conséquences de la pandémie de la COVID-19. *Les Cahiers du Cread*, 36(03). <https://www.ajol.info/index.php/cread/article/view/202202/190651>

Mamine, F., Fares, M., Duteurtre, G., & Madani, T. (2021). Régulation du secteur laitier en Algérie entre sécurité alimentaire et développement d'une production locale : synthèse. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 74(2). <https://revues.cirad.fr/index.php/REMVT/article/view/36362?articlesBySameAuthorPage=2>

Mathieu, J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait. Tec et Doc, Lavoisier.

Mulchandani, R., Wang, Y., Gilbert, M., & Van Boeckel, T. P. (2023). Global trends in antimicrobial use in food-producing animals: 2020 to 2030. *PLOS Global Public Health*, 3(2), e0001305. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001305>

Notter, D. R. (1999). The importance of genetic diversity in livestock populations of the future. *Journal of Animal Science*, 77(1), 61. <https://doi.org/10.2527/1999.77161x>

Nsangou, A., Mbah, D., Tawah, C., Manchang, T., Bah, G., Manjeli, Y., Njehoya, C., Mfopit, Y., & Nguetoum, C. (2021). Amélioration génétique bovine par voie de croisement et de sélection en Afrique Tropicale: Expériences du Cameroun. *The Journal of the Cameroon Academy of Sciences*, 17(1), 19-41. <https://doi.org/10.4314/jcas.v17i1.2>

Ouali, M., Belhouadjeb, F. A., Soufan, W., & Rihan, H. Z. (2023). Sustainability Evaluation of Pastoral Livestock Systems. *Animals*, 13(8), 1335. <https://doi.org/10.3390/ani13081335>

Queval, R., Moazami-Goudarzi, K., Laloë, D., Mériaux, J., & Grosclaude, F. (1998). Relations génétiques entre populations de taurins ou zébus d'Afrique de l'Ouest et taurins européens. *Genetics Selection Evolution*, 30(4), 367-383. <https://doi.org/10.1051/gse:19980404>

Ramousse, R., Le Berre, M., & Le Guelte, L. (1996). Introduction aux statistiques. *Cons Dev*.

Rita, A.-M., Melis, J., Julier, B., Pecetti, L., Thami-Alami, I., Abbas, K., Laouar, M.,

Abdelguerfi, A., Hayek, T., Aubert, G., Annicchiarico, P., & Poequeddu, C. (2017). La culture de la luzerne dans un climat méditerranéen. Hal-01594651.

Rousseau, V., & Cascua, S. (2005). Alimentation du sportif: de la santé à la performance. Editions Amphora.

Sebti, M., Khelaifia, A., & Khalfallah, F. (2022). Principaux facteurs influençant la production laitière chez les bovins. Université de Guelma. https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/13015/1/SEBTI_MEROUA_F4.pdf

Tamime, A. Y. (2008). Milk Processing and Quality Management. Wiley eBooks. <https://doi.org/10.1002/9781444301649>

Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences, 365(1554), 2853-2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>

Vignola, C. L. (2002). Science et technologie du lait transformation du lait. Ecole Polytechnique de Montréal.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005). Dairy Science and Technology (2nd ed.). CRC Press.

Webographie :

Site n° 01: <https://media.istockphoto.com>

Site n° 02: Source : <https://conseilenagriculture.fr/procross/>

تتناول هذه الدراسة تأثير الممارسات الغذائية على الجودة الفيزيائية والكيميائية لحليب الأبقار في ولايتي سيدي بلعباس وتلمسان بالغرب الجزائري. وفي ظل تزايد الطلب على منتجات الألبان والسعي نحو تحقيق الاكتفاء الذاتي الغذائي، تُعد جودة الحليب عنصراً محورياً في تطوير قطاع الألبان الجزائري. شملت الدراسة 24 مزرعة ألبان تعتمد أنظمة تربية مختلفة (مكثف، نصف مكثف، وواسع النطاق)، مع أنظمة تغذية متنوعة تضم الأعلاف الخضراء، السيلاج، المركزات، الجذور والدرنات. تم جمع عينات الحليب وتحليلها لقياس مجموعة من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحموضة (pH)، الحموضة الدورنكية، الكثافة، ونسبة الدهون والبروتينات. أظهرت النتائج أن أسلوب التغذية يؤثر بشكل مباشر على جودة الحليب، حيث أن الأنظمة المكثفة والمتوازنة غذائياً تنتج حليباً غنياً بالدهون والبروتينات، في حين تظهر الأنظمة الواسعة تبايناً أكبر نتيجة الاعتماد على الموارد الطبيعية. كما أن سلالة الأبقار لها تأثير واضح على تركيبة الحليب، إذ تنتج أبقار الهولشتاين كميات كبيرة من الحليب مع نسب معتدلة من الدهون والبروتين، بينما تنتج سلالتا المونتبليارد والنورماند حليباً أغنى مائلاً أكثر لصناعة الأجبان. تؤكد هذه الدراسة أهمية إدارة التغذية بشكل محسن لتحسين جودة الحليب وزيادة ربحية المزارع وتعزيز الأمن الغذائي الوطني.

الكلمات المفتاحية: التغذية، جودة الحليب، تربية الأبقار، سلالة الأبقار، الجزائر

Résumé

Ce mémoire traite de l'impact des pratiques alimentaires sur la qualité physico-chimique du lait de vache dans deux wilayas de l'ouest algérien : Sidi Bel Abbès et Tlemcen. Dans un contexte de forte demande en produits laitiers et de recherche de souveraineté alimentaire, l'amélioration de la qualité du lait constitue un enjeu majeur pour la filière laitière algérienne. L'étude a été réalisée sur 24 exploitations laitières présentant des systèmes d'élevage variés (intensif, semi-extensif et extensif) et utilisant des régimes alimentaires diversifiés comprenant fourrages, ensilages, concentrés, racines et tubercules. Des échantillons de lait ont été collectés et analysés selon des méthodes standardisées pour mesurer des paramètres essentiels tels que le pH, l'acidité Dornic, la densité, ainsi que les teneurs en matières grasses et en protéines. Les résultats montrent que le mode d'alimentation influence directement la qualité physico-chimique du lait. Les exploitations intensives, caractérisées par un apport équilibré en nutriments et en concentrés, produisent un lait de meilleure qualité avec des taux élevés de matières grasses et de protéines. Inversement, les systèmes extensifs, dépendant des ressources naturelles disponibles, présentent une qualité plus variable. Par ailleurs, la race bovine joue également un rôle important : les Holstein offrent un fort rendement en volume de lait mais avec des teneurs modérées en matières grasses et protéines, tandis que les races Montbéliarde et Normande produisent un lait plus riche, particulièrement adapté à la transformation fromagère. Cette étude souligne l'importance d'une gestion nutritionnelle optimisée pour améliorer la qualité du lait, assurer la rentabilité des exploitations et renforcer la sécurité alimentaire en Algérie.

Mots-clés: Alimentation, qualité du lait, élevage, race bovine,

Abstract

This study investigates the impact of feeding practices on the physico-chemical quality of cow's milk in two western Algerian regions: Sidi Bel Abbès and Tlemcen. Given the growing demand for dairy products and the importance of achieving food self-sufficiency, improving milk quality is crucial for the Algerian dairy sector. The research was conducted on 24 dairy farms adopting different farming systems (intensive, semi-extensive, and extensive) with diverse feeding regimes, including forages, silages, concentrates, roots, and tubers. Milk samples were collected and analyzed for key physico-chemical parameters such as pH, Dornic acidity, density, fat, and protein content. The results show that feeding management directly influences milk quality. Intensive systems, with balanced nutrient intake, yielded milk with higher fat and protein levels, while extensive systems displayed greater variability due to reliance on natural resources. Additionally, the cattle breed significantly affects milk composition: Holstein cows produce high volumes of milk with moderate fat and protein content, whereas Montbéliarde and Normande breeds generate richer milk, more suitable for cheese production. This study emphasizes the need for optimized nutritional management to improve milk quality, enhance farm profitability, and support national food security.

Keywords: feeding, milk quality, dairy farming, cattle breed,