

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCTARIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMARI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES
AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master en science agronomique

Spécialité: transformation et conservation des produits agricoles

Thème

*Effet de quelques facteurs de production
sur la qualité du lait de vache et son
aptitude à la coagulation*

Encadré par: Mme Remane Y. Maître assistante à l'UMMTO.

Président: Mr Amrouche T. Maître de conférences A à l'UMMTO

Devant le jury: Mr Bengana M. Maître de conférences B à l'UMMTO

Mr Arkoub M. Maître assistant à l'UMMTO

Réalisé par:
Moukkes Nadine
Si tayeb Cylia

Promotion: 2016_2017

Promotion: 2016_2017

Dédicaces ...

*Je dédie ce mémoire à tous ceux et toutes celles
qui m'ont accompagné et soutenu durant cette
année de formation*

A mes chers parents

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement
et le respect que j'ai toujours eu pour vous.
Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance infinie
pour les énormes sacrifices consentis à mon éducation.*

A mes frères et sœurs

*Présent dans les bons et mauvais moments par leurs encouragements
et leurs soutien moral
J'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour
Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite.*

A mes deux neveux

*Les deux anges de la famille « Yanil » et « Ilyane » qui me comble de
bonheur avec leurs sourires je vous souhaite une meilleure vie.*

A ma binôme

*Ma sœur de cœur, ma confidente avec qui j'ai partagé les bons et
mauvais moments, l'échec et la réussite pendant tout le parcours
universitaire a qui je souhaite tout le succès.*

A tout mes amis

*En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de
tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous
dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et
de bonheur.*

Nadine

Dédicace ...

A mes très chers parents

Tous les mots du monde ne seraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tout les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien être.

A mes sœurs

A mes sœurs « Dalia » et « Ferial » je vous souhaite tout le bonheur que vous mérité et surtout, une vie plein de succès et de réussites.

A mon binôme « Nadine »

Ma meilleur amie ma confidente ma sœur de cœur pour sa patience, son soutien, son courage. Nous avons traversé un parcours ensemble dont on a eu des bons et des mauvais moments .je te souhaite plein de succès de joie et de bonheur que dieu te garde et illumine ton chemins.

A tout mes amis

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

cylia

Introduction	01
--------------------	----

Partie I : partie bibliographique

Chapitre I : la filière lait en Algérie

1. place du lait dans la consommation algérienne	03
2. L'organisation de la filière lait	03
3. Situation de l'élevage bovin en Algérie	06
4. Filière lait dans la région de TIZI OUZOU	09

Chapitre II : Généralités sur le lait

1. Définitions du lait	11
2. Caractéristiques physico-chimiques	11
3. Composition	11
4. Les constituants de la phase colloïdale	13
5. la coagulation du lait.....	17
6. Les enzymes coagulant le lait	18
7. Facteurs de la coagulation	21
8. Evaluation de la coagulation	23
9. Les cellules somatiques du lait	23

Chapitre III: Facteurs de variation de la qualité du lait et de la production du lait :

1. Facteurs liés à l'animal	25
2. Facteurs liés au milieu.....	27
3. Facteurs liés à l'alimentation	27
4. Effet du tarissement	30
5. Effet bien être	31

Partie II : partie expérimentale

Matériels et méthodes

1. Objectif d'étude	32
2. Prise d'échantillon	32
3. Présentation des sites d'étude	33
4. Caractéristiques de vaches laitières expérimentées	37
5. Matériels du laboratoire	41
6. Réactifs	42
7. Principaux tests de contrôle de la qualité du lait	43
9. Traitement statistique des résultats	49

Résultats et discussions

1. Effet de la race sur la composition physico-chimique du lait et son aptitude à la coagulation	51
2. Effet du système d'élevage sur la composition physico-chimique du lait et son aptitude à la coagulation	62
3. Test de réductase	63

Figure	Titre	Page
01	localisation des centres de collecte du lait dans la région de Tizi-Ouzou.	09
02	localisation des centres de collecte du lait dans la région de Tizi-Ouzou.	10
03	Evolution du cheptel bovin dans la région de Tizi-Ouzou (2001-2015).	10
04	représentation schématique de la micelle de caséine (QI 2007).	15
05	Structure d'une micelle de caséine stable (VIERLING, 1999).	16
06	Structure d'une micelle de caséine stable (VIERLING, 1999).	36
07	photos de vaches importées de la ferme.	39
08	photos de vache de race locale.	40
09	PH mètre.	43
10	photo de l'appareil « BETA STAR COMBO » prise a l'unité de DANONE.	45
11	photo d'un cryoscope prise a l'unité « DANONE ».	46
12	photo d'un « Fossomatic 5000 » prise à l'ETELV.	48
13	image du Milko Scan™ FT120 prise à l'unité.	49
14	Mesure du temps de coagulation par la méthode de Berridge (1945) modifié par Collin et al.,(1977).	50
15	variation de la densité du lait en fonction de la race.	00
16	Variation de la densité du lait en fonction du système d'élevage.	00
17	Variation du taux de matière grasse du lait en fonction de la race.	00
18	Variation de la matière grasse du lait en fonction du système d'élevage.	00
19	Variation de l'EST et l'ESD du lait en fonction de la race.	00
20	variation de l'EST et l'ESD du lait en fonction du système d'élevage.	00
21	variation du temps de coagulation par la présure et la pepsine ovine en fonction de la race.	00
22	Variation du temps de coagulation par la présure et la pepsine ovine en fonction du système d'élevage.	00
23	Variation des cellules somatiques du lait en fonction de la race.	00
24	Variation des cellules somatiques du lait en fonction du système d'élevage.	00

Tableau	Titre	Page
I	l'évolution de la production nationale du lait cru en Algérie.	04
II	évolution de collecte du lait en Algérie 2009-2016.	04
III	Evolution des effectifs bovins laitiers en Algérie (2001-2016).	07
IV	Composition moyenne du lait de vache (Alais et <i>al.</i>, 2008).	12
V	compositions moyenne des matières azotées de lait de vache (en% relatif) (Mietton et <i>al.</i>, 1994).	13
VI	La production laitière quotidienne moyenne des vaches expérimentales durant la période d'étude au niveau de l'exploitation de DBK (en litre/jour).	35
VII	La production laitière quotidienne moyenne des vaches locales durant la période d'étude au niveau de la ferme familiale (en litre/jour).	37
VIII	grille d'appréciation de la qualité microbienne du lait	48
IX	Analyse statistique par le test ANNOVA à un facteur des différents paramètres du lait de la race montbéliarde (M) ,Fleckveit (F) et la Prim 'Holstein (H).	51
X	Analyse statistique par le test t de STUDENT des différents paramètres du lait entre les deux systèmes (intensif).	00

Partie
Bibliographique

Introduction

Introduction

Le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérien, puisqu'il permet de suppléer à d'autres aliments coûteux, tel que la viande (**Abbas et Madani, 2005**). C'est un aliment nutritif, complet et idéal couvrant tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie. Il est consommé en grande quantité sous forme de lait de consommation, de produits laitiers variés ou sous forme cachée dans diverses préparations alimentaires (conservées, crèmes glacées, plat cuit...).

Face à l'impératif de la progression démographique et le taux d'urbanisation, ainsi que les besoins de la population qui s'élèvent rapidement, l'Algérie reste encore loin de garantir une couverture satisfaisante par la production nationale, elle figure parmi les plus grands importateurs de lait 3^{ème} importateur mondial de poudre du lait écrémé et le 2^{ème} de poudre de lait entier (**ONFAA, 2014**).

Pour combler le déficit, l'état a pris de nombreuses mesures incitatives comme le PNDA à partir de 2000 qui s'est élargi en 2002 à la dimension rurale le PNDAR (aides aux éleveurs, encouragement de la collecte à la ferme, aide à la corrélation de petites industries laitière).

D'autre part le cheptel algérien a connu une introduction des vaches modernes importées « BLM » et qui représente une partie importante de la production laitière nationale. Il est donc important de connaître les avantages relatifs de chacune de ces races outre que la race locale, pour les aptitudes fromagères des laits.

En dépit de ses faibles ressources fourragères et son relief géographique quasi-montagneux, la wilaya de Tizi Ouzou a connu ces dernières années une augmentation considérable de la production laitière. Ceci est rendu possible par l'augmentation du nombre de collecteurs. Ainsi, la wilaya de Tizi Ouzou est classée au sixième rang pour la production laitière et au premier rang en termes de collecte au niveau national. (**DSA, 2016**)

En outre des variations d'origine physiologiques (nombre de vêlages, époque de lactation, état de santé, activité de l'animal) et d'origines génétiques (race), zootechniques (mode, moment de la traite), alimentaires (foin, fourrage...etc.) et climatiques interviennent dans la fluctuation de la quantité de lait produite par l'animal et sa composition (**F.A.O., 1998**).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail dont l'objectif a été d'étudier l'effet de différents facteurs (race, alimentation, système d'élevage, état sanitaire,...)influençant la qualité du lait, sa composition et son aptitude fromagère issus de différentes vache importées (Holstein, Monbéliarde et Fléckveit) par rapport à la race locale (la Brune de l'Atlase)

Des éléments bibliographiques seront tout d'abord apportés dans une première partie pour faire le point sur la filière lait en Algérie, des généralités sur le lait et son aptitude à la coagulation, différents facteurs de variations sur la qualité du lait.

Puis dans la seconde partie nous aborderons la méthodologie mise en œuvre et la présentation du cadre d'étude, ensuite nous présenterons successivement les résultats obtenus et la discussion générale.

Enfin dans la conclusion générale nous aborderons les points essentiels de notre travail et des perspectives.

Chapitre I
La filière lait en
Algérie

Chapitre 01 : la filière lait en Algérie

1. Place du lait dans la consommation algérienne :

L'Algérie est considérée comme l'un des grands pays consommateurs de produit laitiers et dérivés du lait.

Il occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu (140 l/hab/an) (Soukhal, 2013), afin de combler le déficit en protéines d'origine animale, les populations à faibles revenus recourent généralement à la consommation de lait parce que, d'une part, en tant que produit très riche en nutriments on estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, supérieures à celles de la viande (22,4 %) et les œufs (12,1 %), le lait peut être considéré comme un bien de substitution d'autres produits coûteux tels que la viande par exemple, en effet, un gramme de protéines à partir du lait coûte huit fois moins cher que la même quantité à partir de la viande. En termes énergétiques, une calorie obtenue à partir de la viande est vingt fois plus coûteuse qu'à partir du lait et d'autre part, il est subventionné par l'Etat.

2. L'organisation de la filière lait:

En Algérie, la politique laitière adoptée après l'indépendance était liée à une stratégie d'approvisionnement alimentaire en termes d'ajustement de l'offre et de la demande.

Actuellement, la filière lait en Algérie se trouve dans une phase critique, face à une production locale insuffisante, l'augmentation de la demande du lait avec le développement démographique, aggravée par un taux de collecte très faible et une augmentation des prix de la matière première sur les marchés internationaux

2.1. La production nationale du lait :

La production laitière en Algérie n'est pas suffisante. Cette situation est due globalement au fait que la politique laitière est principalement basée sur les importations de poudre de lait. Les quelques actions menées pour accroître la production du lait cru n'ont pas eu d'impact significatif.

➤ **Tableau n° I : Evolution de la production nationale du lait cru en Algérie:**

Années	production du lait « Unité 1000L »
2009	2 394 200
2010	2 632 911
2011	2 926 959
2012	3 088 190
2013	3 368 067
2014	3 548 825
2015	3 753 766

Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche

2.2. La collecte du lait cru :

Activité clé de la filière lait, que l'Etat a mis en pratique pour combler le déficit dans cette filière, mais elle reste marginale à côté de la demande, les effectifs de collecte du lait sont montrés dans le tableau II.

Tableau n° II : évolution de collecte du lait en Algérie 2009-2016

Années	collecte du lait « unité 1000L»
2009	300 566
2010	393 305
2011	536 364
2012	700 985
2013	831 946
2014	903 599
2015	644 909

Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche

2.3. Les importations du lait et des produits laitiers:

Répertorié mondialement, comme étant le deuxième importateur du lait et produit laitiers après le Mexique et avant l'Egypte, les importations du lait sont relativement progressées durant la période 2000 à 2006, elles sont passées de 121661 à 250098 tonnes, la

moyenne annuelle de la facture de la production du lait durant cette période est estimée de 511 Millions d'unité D'USD (**Djebbara, 2001**)

La facture d'importation de lait (y compris matières premières) a reculé à 849,2 millions de dollars (usd) en 2016 contre un (1) milliard usd en 2015, soit une baisse de 18,66%, a appris l'APS auprès des Douanes. Les quantités importées de ce produit (lait en poudre, crèmes de lait et matières grasses laitières utilisées comme intrants) ont également reculé pour s'établir à 358 943 tonnes contre 372 126 t, soit une réduction de près de 3,54%, indique le Centre national de l'informatique et des statistiques des douanes (**Anonyme, 2017**).

Cette réduction de la facture d'importation s'explique non seulement par le recul des quantités importées mais aussi par la chute des prix à l'importation par l'Algérie de cette denrée alimentaire. Durant les dix premiers mois de l'année 2016, le prix moyen à l'importation par l'Algérie des poudres de lait s'est établi à 2.311 usd/t contre 2.834 usd/t à la même période de 2015, soit une baisse de 18,5%. (**Anonyme, 2017**)

2.4. Les principaux facteurs qui expliquent la faible augmentation de la production du lait sont :

- L'insuffisance des infrastructures de collecte sur tout le territoire.
- la politique des prix administrés qui fixe les prix de 24 DA/ L, alors que son coût de revient est estimé de (35-45) DA/L
- la faible production fourragère et la cherté des aliments concentrés en raison de faible pluviométrie, et les surfaces irriguées sont réservées aux cultures maraîchères jugées plus rentables que la production du lait cru.
- la marginalisation de la recherche scientifique et technique.
- la lenteur de l'exécution du programme de développement de la production laitière.
- l'insuffisance des crédits accordés aux agriculteurs.

Selon **Benyoucef, 2005**, les principaux facteurs du milieu qui freinent le développement de la filière laitière seraient :

- **Socio-économiques**: liés à l'urbanisation, à la démographie et aux programmes conjoncturels qui ont limité fortement l'extension de la superficie agricoles utile (SAU).
- **Agro climatiques**: qui se caractérisent par l'irrégularité et la faiblesse de la pluviométrie, des écarts importants des températures, l'existence de vents desséchants.

- **Sanitaires:** qui constituent des contraintes au développement des productions animales.

- **Alimentaires:** liés aux ressources fourragères qui sont attribués à la faiblesse de la sole fourragère et de la qualité des fourrages cultivés.

- **Organisationnels:** liés aux systèmes d'élevage qui sont majoritairement extensifs.

A partir 1995, le gouvernement a mis en œuvre de véritables mesures incitatives pour encourager la production de lait dans les exploitations mais les résultats sont au-delà des espérances.

3. Situation de l'élevage bovin en Algérie :

L'élevage laitier n'a pas connu de développement significatif. Dans la plupart des cas, il est mené en extensif et demeure peu productif, ce qui explique globalement sa faible contribution au fonctionnement de l'industrie laitière.

Le cheptel est localisé dans la frange Nord du pays et particulièrement dans la région Est qui dispose de 53 % des effectifs, alors que les régions de Centre et Ouest ne totalisent respectivement que 24,5 % et 22,5 % des effectifs bovins. Une plus grande disponibilité de prairies dans les wilayas de l'Est, due à une meilleure pluviométrie, y explique largement cette concentration.

Tableau n°III : Evolution des effectifs bovins laitiers en Algérie (2001-2016) :

ANNEES	VACHES LAITIÈRES		
	B.L.M	B.L.A+B.L.L	TOTAL
2001	265 650	741 580	1 007 230
2002	204 770	636 860	841 630
2003	192 364	640 860	833 224
2004	204 240	645 335	844 500
2005	199 165	624 590	828 830
2006	207 740	639 900	847 640
2007	216 340	643 630	859 970
2008	214 485	639 038	853 523
2009	229 929	652 353	882 282
2010	239 776	675 624	915 400
2011	249 990	690 700	940 690
2012	267 139	698 958	966 097
2013	293 856	714 719	1 008 575
2014	328 901	743 611	1 072 512
2015	346 657	761 143	1 107 800

Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche

Le cheptel bovin algérien est constitué de trois types distincts :

3.1. Le Bovin Laitier de race importée dit «BLM»:

Hautement productif, conduit en intensif, dans les zones de plaine et dans les périmètres irrigués où la production fourragère est assez importante, il est introduit principalement à partir d'Europe et comprend essentiellement les races Montbéliarde, Frisonne et Holstein. En 2012, le BLM représentait 28% de l'effectif total (25,7% en 2000) et assurait environ 70% de la production totale de lait de vache. Les rendements moyens de ce cheptel sont de l'ordre de 4 000 à 4 500 litres/vl/an (MADR, 2013). Ce rendement élevé n'en reste pas moins loin du potentiel génétique de ces races laitières.

3.2 Le Bovin Laitier Amélioré «BLA»:

Elles sont des races issues de multiples croisements entre la race locale «Brune de l'Atlas» et les différentes races importées pour l'amélioration de la production. Ces races importées qui ont un potentiel génétique élevé mais leur performances se diminuent par rapport à leurs pays d'origine (Nadjraoui, 2001), Le BLA est localisé dans les zones de montagne et forestières. En 2012, le BLA représentait 38% de l'effectif national et assurait

environ 30% de la production totale de lait de vache. Les rendements moyens varient entre 3000 à 3 500 litres/vl/an (**MADR, 2013**).

3.3 Le Bovin Laitier Local «BLL»:

Nommé « brune de l'Atlas » représente 34% de l'effectif total des vaches laitières, soit environ 300 mille têtes se trouvent dans les zones montagneuses et le nord de l'Algérie. Comparativement aux races importées, les races locales sont caractérisées par l'adaptation aux conditions difficiles du milieu. En effet, elles sont adaptées à la marche en terrains difficiles, aux variations des régimes alimentaires, la résistance à la sous-alimentation et aux maladies (**Yakhlef, 1989 ; Eddebbarh, 1989**).

Selon la région, la race locale comprend :

- La chélifienne, caractérisée par un pelage fauve.
- La Sétifienne, à pelage noirâtre, s'adapte bien aux conditions rustiques.
- La Guelmoise, à pelage gris foncé, vivant en zones forestières
- La Cheurfa, à robe blanchâtre, vivant en zones prés forestières (**Ministère de l'agriculture, cité par Nadjraoui, 2001**).

Le cheptel des races locales représente 48% des effectifs nationaux et n'assure que 20% de la production du lait de la vache, du cheptel national, soit 120000 à 130000 têtes, ce cheptel assure 40% de la production du lait (**Bencharif, 2001**).

Ce cheptel reste beaucoup plus orienté vers la production de viande et le lait est surtout destiné à l'alimentation des jeunes animaux (autoconsommation). De plus, ce cheptel est localisé dans les régions de collines et de montagnes. Enfin, la production laitière issue de ce cheptel n'est pas comptabilisée car elle ne fait pas l'objet de transactions laitières.

3.4 Système d'élevage :

Moufouk, (2007) rapporte que selon la disponibilité en facteurs de production, la conduite des animaux, la localisation géographique et les objectifs de production, plusieurs modes ou systèmes d'élevage bovin existant :

3.4.1. Le système intensif :

Se situe dans les zones à fort potentiel d'irrigation et autour des grandes villes. Ce système exploite des troupeaux de vaches importées a fort potentiel de production et assure plus de 40% de production totale locale du lait.

3.4.2. Le système extensif :

Concerne les étables localisées dans les zones forestières de montagne et les hautes plaines céréalières, la taille des troupeaux est réduite, et ces derniers peuvent appartenir à des multiples populations issues de croisements ou de population locales pures. Avec plus de 80% du cheptel national des vaches.

4-La filière lait dans la région de Tizi-Ouzou :

La région de Tizi-Ouzou est considérée comme l'une des régions leaders dans la production de lait au niveau national. C'est un véritable bassin laitier qui alimente l'industrie locale et même celle de la Wilaya limitrophe (Bejaia avec ses laiteries Danone et Soummam). La filière lait est constituée des acteurs classiques d'une filière, à savoir les producteurs, les collecteurs, les centres de collecte (figure 2) et les entreprises de l'industrie laitière (DSA, 2017)

4.1. Evolution de la production et de collecte du lait :

En dépit de ses faibles ressources fourragères et son relief géographique quasi-montagneux, la wilaya de Tizi-Ouzou a connu ces dernières années une augmentation considérable de la production laitière. L'écart positif de production entre 2004 et 2009 a été estimé à 27,2 millions de litre (DSA, 2010), ceci est rendu possible par l'augmentation du nombre d'éleveurs et du nombre de collecteurs. Ainsi, la wilaya de Tizi-Ouzou est classée au sixième rang pour la production laitière et au premier rang en termes de collecte au niveau national.

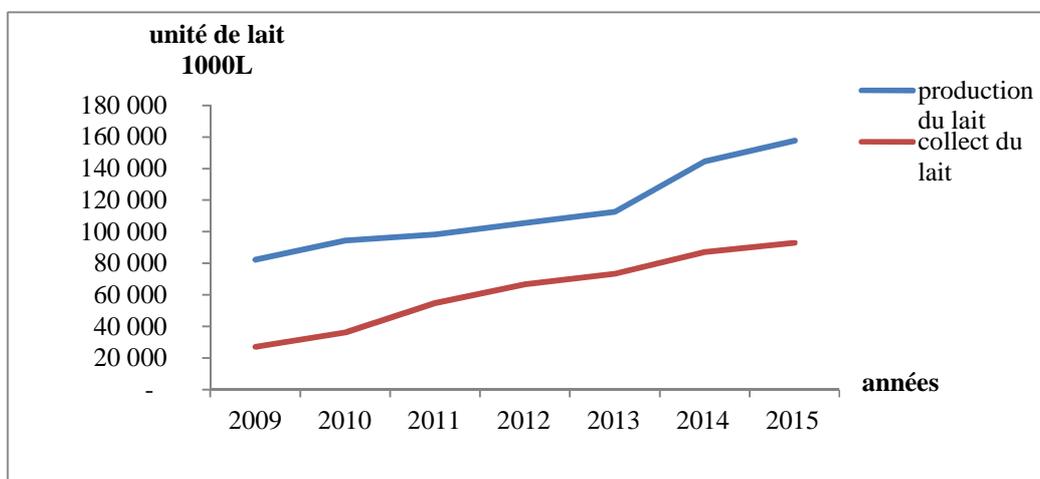


Figure n° 01 : évolution de la production et la collecte du lait dans la région de Tizi-Ouzou.



Figure n° 02: localisation des centres de collecte du lait dans la région de Tizi-Ouzou.

4.2. Evolution du cheptel bovin :

L'évolution remarquable de la production et la collecte du lait dans la wilaya de Tizi-Ouzou est due principalement à l'amélioration de l'effectif du cheptel bovin dont le total de vaches exploitées atteint 2189,00 (DSA, 2016).

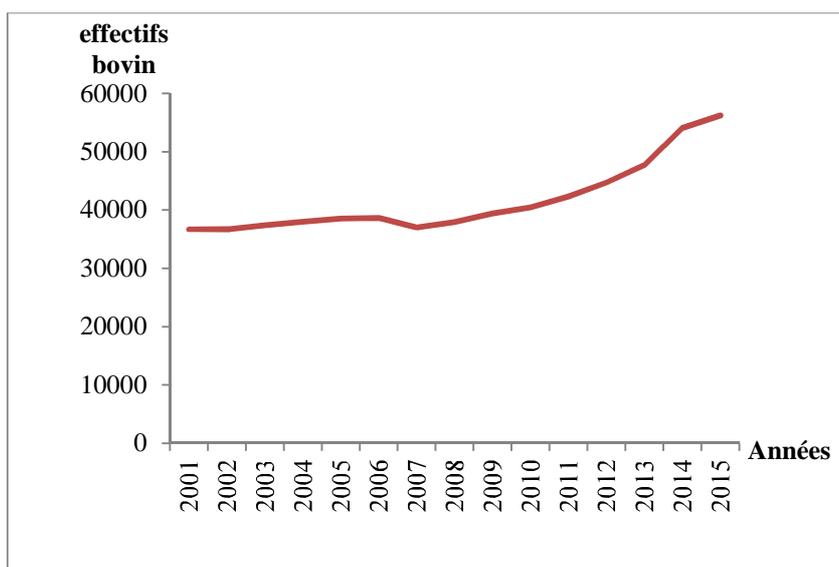


Figure n° 03 : Evolution du cheptel bovin dans la région de Tizi-Ouzou (2001-2015)

En guise de remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord notre promotrice en l'occurrence **M^e Remane Benmallem Y.** Maitre assistante chargée de cours au département sciences agronomiques de L'UMMTO, Pour le choix du thème, et de ses différentes soutiens et orientations dans la prospection de différents organismes utiles à notre travail de recherche pour notre mémoire, et sa disponibilité constante à notre coté et ses différents accompagnements dans nos différents déplacements.

Ainsi que **M^r Amrouche T.** Maitre de conférences à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO d'avoir accepté de présider notre jury. C'est avec nos profonds respects et reconnaissances à ce grand Monsieur hors du commun que nous tenons le remercier pour sa disponibilité permanente et de ses différentes recommandations et sincérités à nous aider et ses différents encouragements stimulants notre travail et notre volonté de réussir ce modeste travail.

Egalement **M^r Bengana M.** Maitre de conférence à la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail mais aussi pour la pertinence de ses connaissances dans le domaine et ses différentes recommandations et disponibilité à tout moment.

Et en enfin sans oublier **M^r Arkoub M.** Maitre assistant au département sciences agronomiques de L'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail, et de porter sa touche scientifique dans la qualité nutritive de ce modeste mémoire qui mérite un développement de recherche approfondie .

Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail en l'occurrence : Madame **BENTAYEB C.** La responsable du laboratoire de contrôle de qualité au niveau de l'ORAC TABOUKIRT et Madame **KARIMA** collaboratrice de nous avoir accueillies chaleureusement et de mettre à notre disposition tout les moyens nécessaires.

Nous remercions **le Ministère de l'agriculture (service des statistiques)** de nous avoir facilité la tache en mettant à notre disposition toutes les données nécessaires à notre travail.

Nous remercions **la direction des services agricoles (DSA)** de la wilaya de mettre à notre disposition les statistiques nécessaires à notre travail et de leur orientation vers **la subdivision agricoles d'azazga** qui nous a permis de rencontrer **M^r BERECHÉ M.** représentant des services agricoles de la commune de YAKOUREN et de son orientation vers les éleveurs de race locale qui se trouve dans le village **ALMA GHECHTHOUM** Commune **D'AKEROU** et l'éleveur visité .

Ainsi nous remercions tout le personnel de la ferme pilote de **Draa ben kheda** , et le personnel de l'institut technique des élevages (**ITELV**) à **Bab Ali ,Alger** ,sans oublier bien sur tout le personnel de la maison **DANONE d'AKBOU** de leur accueil et d'avoir accepté

d'analyser nos échantillons ainsi que l'unité de fabrication de camembert (FERMIER) de tizi ouzou de leur disponibilité à notre égard .

Enfin, nous présentons nos remerciements à toute personne qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Chapitre II
Généralités sur le
lait

Chapitre II : Généralités sur le lait

1. Définitions du lait :

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. Le lait sécrété dans les premiers jours après la parturition s'appelle le colostrum. Quelle que soit l'espèce, la fonction première du lait est de nourrir la progéniture jusqu'à ce qu'elle soit sevrée. Selon les espèces, la lactation dure plus ou moins longtemps ; pour les vaches, la lactation dure dix mois. Elle est entretenue par la tétée du veau ou la traite. Selon les races, elle peut atteindre à certaines périodes plus de 30 litres par jour. Dans la plupart des civilisations humaines, le lait des animaux domestiques (vache, brebis, chèvre, jument, yak, chamelle, dromadaire, bufflonne, renne) est couramment consommé, mais l'industrialisation concerne principalement le lait de vache, et à plus petite échelle, le lait de brebis et de chèvre. (**Vilain, 2010**).

2. Caractéristiques physico-chimiques :

Selon **Mahaut et al., (2003)**, les principales caractéristiques physico-chimiques du lait sont:

Masse volumique à 20 °C	1028 – 1034 kg/m ³ .
Point de congélation	- 0,555 °C.
pH.....	6,6 à 6,8.
Acidité titrable	15 à 18 °D.
Point d'ébullition	100,5 °C.

3. Composition

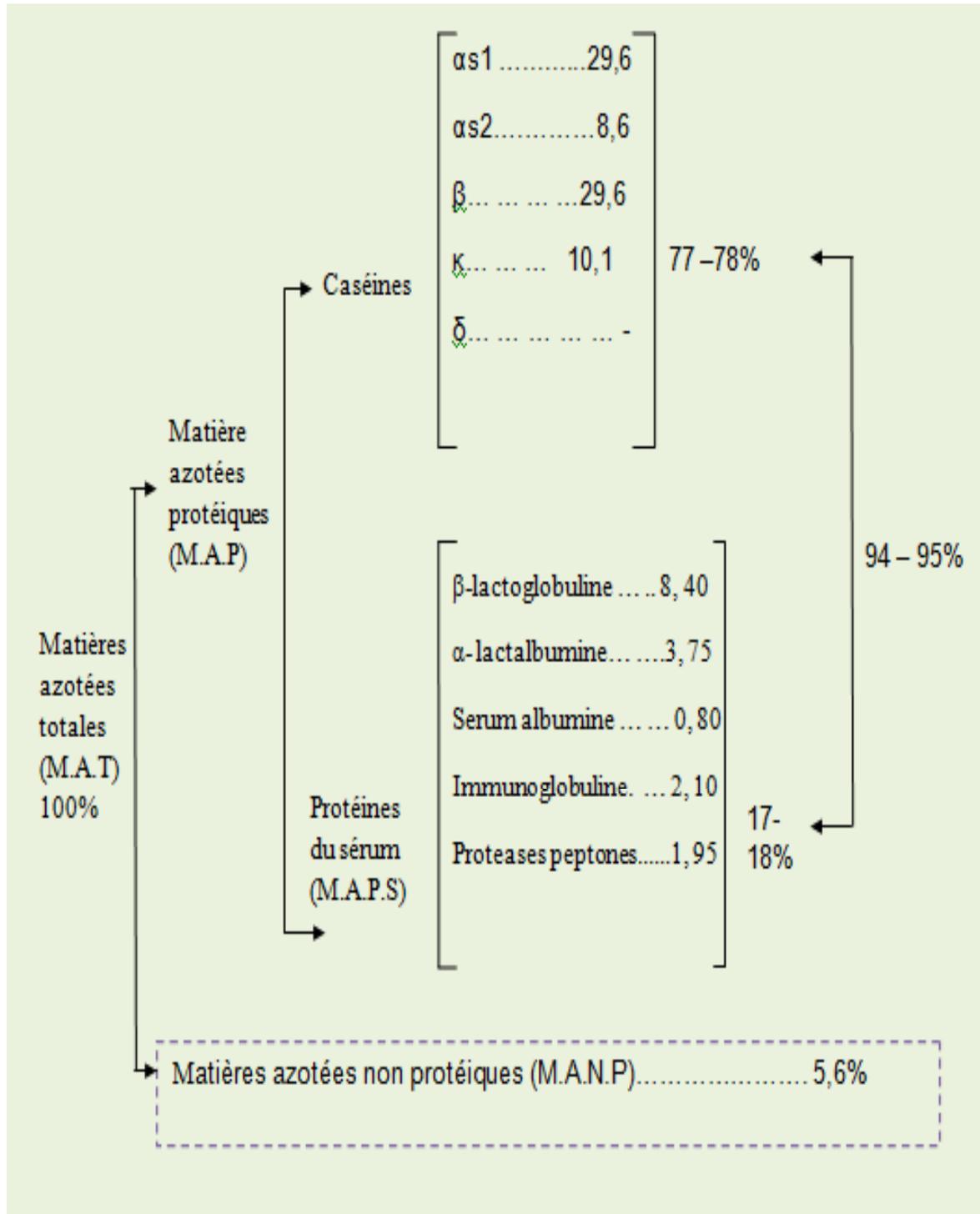
Le lait est un produit d'origine biologique fortement altérable par voie microbienne et par voie enzymatique. C'est un milieu multiphasique : une phase aqueuse contenant essentiellement le lactose, les minéraux ; une phase dispersée de nature lipidique (globules gras) et une phase de nature protéique (micelles de caséines). Cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux. Les principaux étant la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge (**Vignola, 2002**). Ces éléments majeurs sont présentés dans le tableau n° IV.

Tableau n° IV : Composition moyenne du lait de vache (Alais et *al.*, 2008).

	Composition (g/L)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 μm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Insaponifiable (stéroïdes, carotènes, tocophérol)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 μm) Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Caséine	27	
Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5 1,5	
Substances azotées non protéiques		
Sels	9	Solution ou état colloïdale
De l'acide citrique (en acide)	2	
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2,6 1,7	
Du chlorure de sodium (NaCl)		
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Trace	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

4. LES CONSTITUANTS DE LA PHASE COLLOIDALE :

Tableau n° V : compositions moyenne des matières azotées de lait de vache
(en% relatif) (Mietton et al, 1994)



4.1. Les matières azotées totales (MAT)

La dénomination « matières azotées totales » regroupe les protéines (Taux Protéique), ainsi que l'azote non protéique (dont l'urée). Le TP est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le TP conditionne la valeur marchande du lait, plus le TP sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur. En effet plus le taux protéique (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon. La teneur totale avoisine 34 à 35g/L.

4.2. L'azote protéique :

Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait. On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité (*Amiot et al.2002*).

En fonction de leur solubilité à pH 4,6, les protéines du lait peuvent être réparties en deux catégories:

Les caséines (insolubles à ce pH) et les protéines du lactosérum (solubles à pH 4,6).

4.2.1. Les caséines :

Les caséines forment près de 80 % de toutes les protéines présentes dans le lait. Elles sont en suspension colloïdale, se regroupent sous forme de micelles et précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à pH d'environ 4,6 (*Alait et al., 2003*).

Les caséines sont classées en quatre espèces principales :

Caséine α s

Cette caséine, présente en quantité modeste (8 à 11%), possède 207 acides aminés la fraction α s'est révélée hétérogène. L'ensemble des fractions α s2, α s3, α s4, α s5 et α s6 est maintenant nommé caséine α s2. Le poids moléculaire est situé entre 24000 et 30000Daltons. Elle est fortement sensible au calcium à toute température et est la plus hydrophile de toutes les caséines vu sa richesse en groupements phosphorylés et en résidus cationiques.

Caséine β

Elle est présente en quantité importante (25 – 35%), et possède 209 acides aminés, pour une masse molaire d'environ 24000 Daltons. Elle est sensible au Ca^{2+} à température ambiante. A basse température, en dessous de 10°C, elle reste soluble en présence de calcium. C'est la plus hydrophobe des caséines. La molécule présente un caractère amphipolaire très

marqué : partie N terminale très polaire (1/3 de la molécule) et partie C terminale hydrophobe comprenant les 2/3 restants de la molécule.

Caséine κ

Sa structure primaire comporte 169 résidus d'acide aminés, son poids moléculaire est de 19000 Daltons. Lors de l'hydrolyse de la liaison Phe 105- Met106 par la chymosine, il y a libération du caséinomacropeptide (CMP) ou s'il est fortement glycosylé, glycomacropeptide (GMP) et la para caséine κ . La fraction CMP ou GMP confère à cette protéine son caractère hydrophile et la para caséine κ son caractère très hydrophobe. Ceci explique la perte de la solubilité des micelles de caséines.

Caséine γ

La connaissance de la structure de la caséine β permet de montrer que la fraction γ est constituée de 3 fragments appelés γ_1 (20500 Daltons), γ_2 (11800 Daltons), γ_3 (11500 Daltons) qui proviennent de l'hydrolyse de la caséine β par la plasmine, une protéase endogène alcaline du lait.

Micelle de caséine

La micelle de caséine est une particule de taille variant de 100 à 500 nm avec un diamètre moyen de 180 nm, elle est formée par l'association des caséines α_1 , α_2 , β , κ et de quelques fragments peptidiques les caséines γ (issus de la protéolyse de la caséine β) et de composants salins dont le calcium et le phosphate. Son poids moléculaire moyen est de l'ordre de 108 Da et renferme entre 20 000 et 150 000 molécules de caséine (Amiot *et al.*, 2002; Alais, 1974).

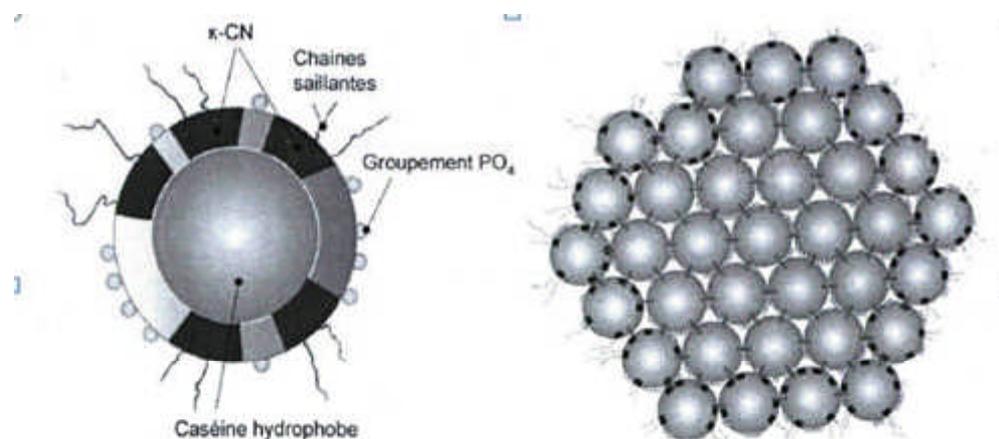


Figure n° 04 : représentation schématique de la micelle de caséine (Amiot *et al.*, 2002)

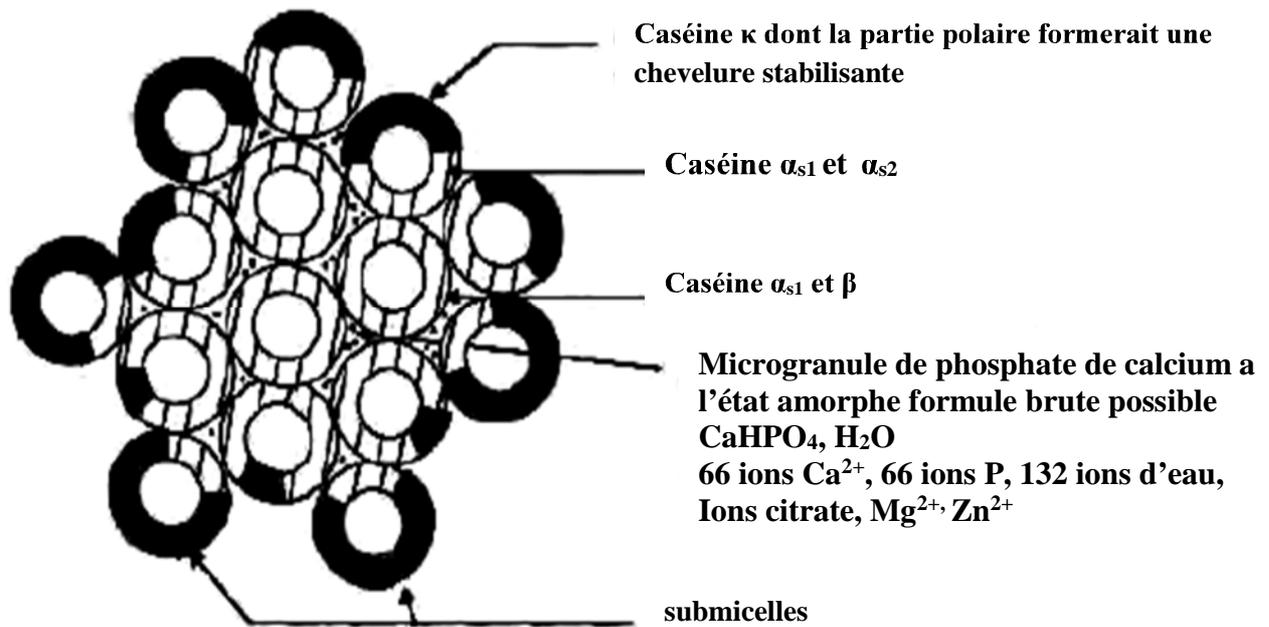


Figure n° 05 : Structure d'une micelle de caséine stable (VIERLING, 1999).

Les submicelles à faible teneur en caséine κ sont localisées à l'intérieur de la micelle ; celles, riches en caséines κ sont présentes à l'extérieur. Les submicelles périphériques riches en caséines κ (figure 05) comporteraient des chaînes flexibles. Ces chaînes correspondant aux fragments COOH terminal des caséines κ auraient un rôle déterminant dans la stabilité des micelles (Dalglish, 1998 et Dalglish, 2007).

4.2.2. Les protéines solubles :

Dites protéines du lactosérum, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la α -lactoglobuline (environ 55 %) et l' α -lactalbumine (environ 22 %) ; les autres protéines sont les immunoglobulines (environ 13 %), le sérum albumine bovine (SAB) (environ 7 %) et la lactoferrine (environ 4 %). En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (Amiot *et al.*, 2002).

A leur pH isoélectrique, les protéines du lactosérum restent solubles contrairement à la plupart des protéines ; elles vont donc migrer avec le lactosérum lors de la coagulation du lait (Vierling, 1999), elles précipitent sous l'action de la chaleur (Amiot *et al.*, 2002).

4.3. L'azote non protéique

La fraction de l'azote non protéique (ANP), qui est un des reflets de l'activité métabolique, est constituée de composés divers (acides aminés libres, urée, acide urique, créatine, créatinine, ammoniacque...) qui n'ont pas pour la majorité d'entre-eux une valeur nutritionnelle (*Journet et al., 1975*). Cette fraction, du fait qu'elle existe à des teneurs variables entre les espèces laitières, doit être prise en compte dans les dosages pour la détermination de la teneur en protéines (*Grappin, 1992 ; Mehaia et al., 1995*)

5. La coagulation du lait :

La coagulation du lait, qui se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physicochimiques intervenant au niveau des micelles de caséines **Brule et Lenoir, (1987)**. On peut provoquer la coagulation par acidification, par l'action d'une enzyme ou encore par l'action combinée des deux (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

5.1. La coagulation par acidification

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique (à $pH_i=4,6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique ou par acidification chimique ou encore par ajout de protéines sériques à pH acide (**Dalgleish et Corredig 2012**).

Elle est consécutive à l'abaissement du pH, qui a pour effet de réduire l'ionisation des caséines. Il en résulte une réduction de la charge des molécules protéique avec solubilisation du phosphate de calcium micellaire conduisant à la précipitation des caséines à leur pH isoélectrique (**Fredot, 2006**).

Lors d'une acidification du lait de pH 6,7 à un pH=5, la structure de la micelle de caséine change, sa taille diminue et elle perd sa surface hétérogène, ce qui indique que cette structure est fortement sensible aux variations des constituants minéraux et à la charge de la caséine (**Ouanezar et al., 2012**). En effet, à un pH=5,3 la micelle perd la majorité des ions de calcium, de phosphate et du magnésium (**Marchin et al., 2007**) ; tout le phosphate inorganique sera perdu lorsqu'on atteint un pH=5,2 ; quant aux ions de calcium ils seront complètement perdus à un pH= 4,6 (**Gaucheron et al., 1997**)

5.2. La coagulation enzymatique

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques (**Dalgleish et Corredig, 2012**).

La coagulation enzymatique du lait peut se décomposer en trois étapes (**Eck et Gillis, 1997 ; Mahaut et al., 2000**) :

- **5.2.1. La phase primaire ou enzymatique** déclenche la coagulation par hydrolyse de la caséine κ au niveau de la liaison phénylalanine (105) et méthionine (106). Il y a libération du caséinomacropéptide (CMP 106-169) et diminution des répulsions électrostatiques qui, à l'état initial, contribuent à la stabilité du système colloïdal.

- **5.2.2. La phase secondaire** : correspond à la coagulation proprement dite ; elle commence lorsque, à pH 6,6, 80 à 90% de la caséine κ est hydrolysée. La chaîne peptidique de la caséine κ est ainsi coupée en 2 segments de caractéristiques différentes. Le segment 1-105 ou para caséine κ est hydrophobe, basique et reste intégré à la micelle, le segment 106-169 ou caséinomacropéptide est très hydrophile, acide et passe dans le lactosérum. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent alors entre les micelles modifiées et vont entraîner la formation du gel.

- **5.2.3. La phase tertiaire** : durant laquelle les micelles agrégées subissent de profondes réorganisations par la mise en place de liaisons phosphocalciques et peut être de ponts disulfures entre les para caséines.

5.3. Coagulation mixte :

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de la grande diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite (**Mahaut et al., 2003**).

6. Les enzymes coagulants le lait :

6.1. La présure :

La dénomination présure est réservée à l'extrait soit liquide ou pâteux, soit pulvérisé ou comprimé après dessiccation provenant de la macération de caillettes de jeunes ruminants non sevrés. Les enzymes gastriques ainsi extraites appartiennent à la catégorie des endopeptidases actives à pH acide appelées protéases à aspartate ou encore protéases acides.

La présure contient essentiellement deux protéases, l'une majeure constituée de chymosine (EC 3.4.23.3) et l'autre mineure constituée de pepsine bovine appelée pepsine A ou pepsine-II (EC 3.4.23.1). La présure contient aussi une autre protéase synthétisée au niveau de la caillette en faible quantité ayant des propriétés intermédiaire entre la chymosine et la pepsine, elle est appelée gastricine (EC 3.4.23.4) ou encore pepsine B ou pepsine-I. L'extrait des caillettes est donc un mélange des trois enzymes précédentes (Alais, 1984, Choisy et al., 1997 ; in Benyahya 2013).

6.2. La pepsine

La pepsine est une protéase acide présente dans le suc gastrique de tous les mammifères et les oiseaux. L'une de ses remarquables caractéristiques est sa grande activité dans cet environnement acide ; elle est active même à pH 1 où plusieurs enzymes et protéines subissent une rapide dénaturation (Isselnane, 2014).

L'activité protéolytique de la pepsine est assez voisine de celle de la chymosine, mais son action est fortement dépendante du pH du milieu (Ramet, 2006). En milieu acide, la pepsine bovine est plus active que la chymosine (Ramet, 1993) ; Par contre à pH 6,8, la chymosine a une vitesse de protéolyse supérieure (Goursaud, 1992). L'activité coagulante décroît fortement au-dessus de pH 6,3; au pH du lait frais (6,65– 6,75), la coagulation n'apparaît pas

6.3. Les succédanés de la présure :

6.2.1. La pepsine bovine

C'est un des constituants mineurs normaux de la présure, (Alais, 1974 ; Fox, 1969 ; cité par Ernstrom, 1983). Elle est extraite des caillettes de bovidés adultes, et son poids moléculaire est de 33400 Da.

L'activité coagulante de la pepsine bovine n'est pas aussi dépendante du pH que celle de la pepsine porcine, et peut coaguler le lait à des pH supérieurs à 6.9, son activité protéolytique est proche de celle de la présure. Elle est utilisée en fromagerie en mélange 50:50 avec la présure (Ramet, 1997).

6.2.2. La Pepsine de poulet

La pepsine du poulet est extraite du proventricule ou ventricule succenturié qui est un renflement fusiforme de 3 cm de long en moyenne, situé au dessus du gésier, il est revêtu d'un épithélium de cellules cylindriques. Des glandes de type tubulaire ont des orifices formant des

rangées de mamelons visibles à l'œil nu ; les alvéoles de ces glandes sont bordées de cellules spécialisées oxyntic-peptiques sécrétant à la fois de l'acide chlorhydrique et une proenzyme protéolytique : le pepsinogène.

6.3.1. Coagulants végétaux

De nombreuses protéases aspartiques extraites de plantes supérieures présentent un bon potentiel comme agents coagulants dans l'industrie fromagère (**Simoès et Faro, 2004**).

On retrouve :

La papaine (feuilles de papaye), *la broméline* (tige de l'ananas) et *la ficine* (suc du figuier) (**Cattaneo et al, 1994 ; Llorent et al, 2004 ; Low et al, 2006 ; Egito et al, 2007**).

Ces protéases sont caractérisées par une activité coagulante assez forte mais leur utilisation industrielle est limitée par leur fort pouvoir protéolytique (**Claverie-Martin et Vega-Hernandes, 2007**).

Bien que de nombreux coagulants d'origine végétale ont été expérimentés il faut, toutefois, noter qu'ils sont peu utilisés en technologie laitière. Selon **Green(1977)** et **Lopez et al., (1996)**, le pouvoir coagulant très variable de ces extraits ainsi que leurs activité protéolytique très élevée confèrent un goût d'amertume pour le fromage.

Ainsi, une utilisation efficace des préparations enzymatiques oblige à les purifier au préalable, ce qui augmente leur prix de revient.

6.3.2. Coagulants microbienne

Plusieurs bactéries et moisissures sont utilisées pour produire des enzymes coagulantes. Leur aptitude à la fromagerie est meilleure que celles des enzymes d'origine végétale ou animale. Les bactéries les plus utilisées sont *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* et *Bacillus sphaericus* (**El- Bendary et coll., 2007**). Elles sécrètent des protéases, des amylases et des saccharases. Le *Carnobacterium maltaromaticum* possède des aptitudes en technologie fromagère (**Edima, 2007**).

Les enzymes fongiques les plus connues sont celles issues de *Cryphonectriaparasitica* (**Trujillo et coll., 2000; Kim et coll., 2004**), *Endothiaparasitica* ou moisissure parasite du châtaignier, *Mucor miehei* ou moisissure banale thermophile du sol ou *Rhizomucormiehei* (**Trujillo et coll., 2000; Reps et coll., 2006**). Les caillés obtenus par ces enzymes d'origine microbienne manquent de cohésion (**Desmazeand et Spinnler, 1998**).

7. Facteurs de la coagulation

De Nombreux facteurs sont susceptibles de modifier la coagulation du lait et les caractéristiques physiques des coagulums. Ces facteurs sont principalement liés à la concentration en enzyme, à la température, au pH, à la teneur en calcium, à la teneur en caséines et à la dimension des micelles (**Mahaut *et al.*, 2000, Li et Dalglish, 2006**).

7.1. Concentration en enzyme :

La concentration en enzyme est inversement proportionnelle au temps de coagulation. Cependant, elle est proportionnelle à la vitesse d'hydrolyse de la caséine κ (phase enzymatique) et à la vitesse d'agrégation des micelles (phase physique).

Le taux de raffermissement et la fermeté du gel augmentent quant à eux avec la concentration emprésure (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

7.1.Température :

L'activité enzymatique est influencée par la température. L'activité de la présure est donc reliée à la température à laquelle les étapes d'emprésurage et de coagulation sont conduites (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**). La présure montre une activité maximale entre 30 et 42 °C et est inhibée à des températures supérieures à 55 °C (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

7.2. pH :

L'influence du pH est double. Tout d'abord, le pH optimal de la chymosine se situe entre 5,3 et 5,5 (**Lenoir *et al.*, 1997; Fox, 1993**). L'acidification du lait à pH de 6,3 améliore les propriétés de coagulation à la présure (**Renault *et al.*, 2000**). Il y a augmentation de la vitesse d'hydrolyse enzymatique, réduction du RCT et formation d'un gel plus ferme (**Roupas, 2001**).

Ensuite, l'acidification mène à la neutralisation des charges de répulsion puisque le nombre de charges positives augmente, ce qui déstabilise la micelle et permet davantage d'attraction électrostatique entre les micelles (**Renault *et al.*, 2000**). La diminution du pH mène également à la solubilisation du phosphate de calcium micellaire et fait augmenter le calcium soluble. Le calcium qui se lie à la surface des micelles contribue à modifier leur charge nette en plus d'accroître l'efficacité des collisions entre l'enzyme et le substrat (**Roupas, 2001**). En passant de pH 6,7 à 5,6, la vitesse de coagulation est accrue. Ceci résulte

d'un accroissement de la vitesse d'hydrolyse et par suite une augmentation de la vitesse de raffermissement du gel.

La fermeté est significativement importante de pH 6,6 à pH 6,0 due à une plus grande disponibilité du calcium ionisé. Au-dessous de pH 6,0, la caséine se déminéralise et la désagrégation de la structure micellaire est accentuée jusqu'à devenir totale à pH 5,2. Il en résulte un affaiblissement du réseau.

7.3. Concentrations en sels:

La composition minérale du lait va affecter la coagulation et tout particulièrement la quantité de calcium ajouté au lait. En effet, le temps de prise diminue tandis que le taux de raffermissement et la fermeté du gel vont augmenter jusqu'à des concentrations de CaCl_2 d'environ 0,01 M. On attribue cet effet à l'augmentation d'ions calcium. Cependant, à des concentrations supérieures, on observe un phénomène inverse pour chacun des paramètres de coagulation (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

Le calcium n'est pas requis dans la phase initiale d'hydrolyse enzymatique mais est essentiel à l'agrégation des micelles. L'ajout de CaCl_2 en technologie fromagère stimule la coagulation, le raffermissement du caillé et permet de réduire les pertes dans le lactosérum, tout en diminuant le pH et réduisant la charge de la micelle (**Roupas, 2001**).

La réticulation du gel lors de la coagulation du lait par la présure, impliquant des liaisons phosphocalciques, est particulièrement influencée par la teneur et la nature du calcium présent. L'addition du CaCl_2 entraîne une augmentation du calcium ionisé et du calcium colloïdal ayant pour conséquence un temps de coagulation plus court et une fermeté du gel plus élevée.

7.5. Dimension et Teneur en caséines :

La coagulation enzymatique est un phénomène de surface et elle est influencée par le diamètre des micelles de caséine. En général, plus le diamètre est grand, plus le temps de prise est long et plus le taux de raffermissement et la fermeté finale sont faibles (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**). En fromagerie, de petites micelles seront donc recherchées puisqu'elles sont associées à un temps de prise plus court et un taux de raffermissement plus rapide (**Park et al., 1999**). De plus, les micelles de petites tailles fusionnent plus étroitement entre elles et sont donc caractérisées par la formation d'un réseau protéique plus dense, plus cohérent et plus ferme que celles de grande taille (**Roupas, 2001**)

La vitesse d'hydrolyse enzymatique est proportionnelle à la teneur en protéines. Ainsi, la vitesse d'agrégation et la fermeté des gels augmentent avec la teneur des caséines.

La relation entre les dimensions des micelles et le temps de coagulation est proportionnelle. Pour les micelles de faible diamètre, riches en caséine κ , la vitesse d'hydrolyse est plus rapide.

8. Evaluation de la coagulation

8.1. Activité coagulante et temps de coagulation

8.2. Temps de coagulation :

Le temps de coagulation correspondant au temps entre l'addition d'enzyme coagulante et le début de tranchage du gel (**Ramet, 1997**).

8.3. Temps de prise :

le temps de prise ou durée de prise est le temps qui s'écoule entre l'emprésurage et le début de la floculation, c'est-à-dire, gélification apparente du lait (**Mahiaut et al., 2000**).

8.4. Activité coagulante :

L'activité coagulante est définie par l'unité présure (UP). Selon Berridge, cette unité correspond à la quantité d'enzyme contenue dans 1 centimètre cube, qui peut coaguler 10 centimètres cubes de substrat standard en 100 secondes à 30°C.

8.5. Force coagulante :

Les méthodes anciennes et les plus répandues ont été proposées par Soxhlet et Berridge. L'unité Soxhlet correspond au nombre d'unité de poids ou de volume de lait qui peuvent être coagulés par une unité de poids ou de volume de préparation coagulante en 40 min et à 35°C (**Alais, 1984 ; Ramet, 1997**).

9. Les cellules somatiques du lait :

9.1. Qu'est-ce qu'une cellule somatique ?

Les cellules somatiques sont composées entre autres de globules blancs, mais également de cellules épithéliales. Elles sont naturellement présentes dans le pis où leur rôle est d'assurer sa défense contre une éventuelle infection. Ainsi, elles détruisent les bactéries causant la mammite et servent également à régénérer les tissus endommagés. Lors d'une

infestation bactérienne, les cellules somatiques se multiplient en très grand nombre et c'est ainsi que l'on peut savoir qu'il y a un problème.

9.2. Le comptage des cellules somatiques (SCC) :

C'est un marqueur largement utilisé dans l'étude de la santé de la mamelle et la qualité du lait, le SCC étant un indicateur fiable de mammite considéré comme l'indicateur de référence (gold standard) pour évaluer l'inflammation mammaire (**Rehbein *et al.*, 2013, Pyörälä 2003**). Il inclut tous les types cellulaires du lait dont le nombre et la distribution varieront en fonction du statut immunologique de l'animal.

Les cellules présentes dans le lait d'un quartier sain sont principalement des macrophages (66-88%), et, secondairement, on trouve des neutrophiles, des cellules épithéliales et des cellules mononuclées (**Pyorala, 2003**). La proportion de polynucléaires neutrophiles est de 1 à 11% dans un quartier sain et peut aller jusqu'à 90% ou plus dans le lait d'un quartier infecté (**Pyorala, (2003), Sarikaya *et al.* 2006**) ; ce sera la population cellulaire la plus augmentée en cas de mammites (**INRA, 1987**). Le diagnostic de mammite repose ainsi sur le SCC et le statut microbiologique du quartier concerné (**Pyorala, 2003**).

De nombreux facteurs peuvent entraîner une augmentation de la concentration en cellule du lait, par exemple une inflammation, des agressions mécaniques ou infectieuses. Une mammite subclinique peut être associée à des concentrations cellulaires de 0,5-1 à 7-10 millions de cellules/mL. La limite moyenne entre lait sain et lait anormal peut être fixée à 200 000 cellules/mL de lait. Cependant, une numération élevée ne suffit pas à elle seule à affirmer un diagnostic de mammite et un taux bas peut accompagner la présence de germes pathogènes. Dès 150 000 cellules/mL, il a été constaté une baisse de production laitière et des troubles fonctionnels.

Actuellement, il est admis d'utiliser un seuil de 100 000 cellules/mL pour définir un quartier sain ; et si le comptage dépasse 200 000 cellules/ml, la suspicion d'infection est très forte (**Pyorala, 2003**).

L'état inflammatoire de la mamelle se traduit par une augmentation de la perméabilité vasculaire et une réduction de la capacité de synthèse protéique (α et béta-caséines, alpha-lactalbumines, béta-lactoglobulines) de la cellule mammaire.

9.3. Influence de la teneur en cellules sur les protéines du lait :

Les protéines plasmatiques (BSA : bovine sérumalbumine, antitrypsine, immunoglobulines) passent dans le lait. Il en résulte que la composition protéique du lait se trouve modifiée et tend à être semblable à celle du plasma lors de mammites. Il est clairement démontré, au travers de divers essais, que la fromageabilité du lait de mammites diminue et que le rendement fromager en subit les conséquences. Dans le lait de mammites, la teneur en caséine diminue et la teneur en protéines sériques augmente.

Chapitre III

*Facteurs de variation de la
qualité du lait et de la
production du lait*

Chapitre III : Facteurs de variation de la qualité du lait et de la production du lait

La composition du lait est variable : elle dépend bien entendu du génotype de la femelle (race, espèce), mais l'âge, la saison, le stade de lactation et l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur le lait (**Pougheon et Gourssaud., 2007**).

1. Facteurs liés à l'animal

1.1. Effet génétique (La race) :

La génétique des vaches influence la production laitière sur plusieurs caractères : la quantité, la qualité et la durée de lactation (**Cauty et Perreau, 2003**).

Ainsi, **Martin et al. (2000)**, ont rapporté que les vaches de race Montbéliarde ont un lait plus riche en matières protéiques que celui de la race Holstein, et il est de ce fait caractérisé par une meilleure aptitude à la coagulation et au rendement fromager. De même que les taux de caséines et de calcium ont été supérieurs chez la Montbéliarde et chez la tarentaise comparativement aux pie noirs (**Macheboeuf et al., 1993**).

Selon les mêmes auteurs, le lait produit par la vache Montbéliarde est plus riche en matières grasses que celui produit par les vaches Holstein. Par ailleurs **Pougheon et Gourssaud (2007)**, affirment que la sélection sur la quantité de lait lui réduit sa richesse, alors que la sélection sur les quantités de matières grasses permet de maintenir les taux à un niveau génétique plus constant.

1.2. Effet de l'âge et nombre de vêlage :

Plusieurs auteurs ont confirmé que la quantité de lait et la quantité de matière grasse, augmentent avec l'âge au premier vêlage jusqu'à un maximum puis diminuent (**Cooper et al. 1982**). En effet les vaches atteignent leur maximum de production vers la 4^{ème} et la 5^{ème} lactation (**Ray et al. 1992**). En outre, **Barash et al. (2001)**, ont noté que l'effet du n° de lactation est plus important sur la quantité de lait que sur la production des protéines.

Le rapport caséine / protéine diminue significativement avec l'âge, en particulier pour les lactations de rang élevé, en effet cette diminution est attribuée selon **Coulon et al. (1998)**, à l'altération des capacités de synthèse du tissu sécréteur et l'augmentation de la perméabilité tissulaire en particulier sous l'effet des mammites subies au cours des lactations précédentes.

1.3. Effet du stade de lactation :

Le stade de lactation a lui aussi une influence sur la composition du lait (**Cauty et Perreau, 2003**). C'est au pic de lactation que le taux butyreux est plus faible, celui-ci s'accroît ensuite jusqu'à la fin de la lactation, cette évolution est due en partie à l'avancement du stade de gestation qui diminue la persistance de la production laitière (**Alais, 1984 ; Coulon et al., 1991**)

Le taux protéique est très élevé au vêlage (taux important d'immunoglobulines), ensuite il diminue pour atteindre son plus bas niveau au pic de lactation, après il recommence à augmenter jusqu'à la fin de lactation et cela de façon plus accentuée que la sécrétion de lait est plus faible (**Coulon et al., 1998**).

1.4. Effet de l'état sanitaire :

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait.

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers. Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation des laits et du rendement fromager (**Toureau et al., 2004**).

1.5 Effet rang de mise bas :

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire mamelle. Chez les vaches convenablement exploitées, la faculté productive s'élève progressivement. Le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année. Elle régresse au cours des lactations suivantes (**Zelter, 1953**). Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu. **Craplet et Thibier (1973)** rapportent que le TB décroît lentement mais régulièrement dès la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième; alors que le TP reste assez stable au cours des lactations successives. Selon **Agabriel et Coulon (1990)**, les primipares ont des taux butyreux supérieurs (+ 0,8 g/kg en

moyenne) et des taux protéiques inférieurs à ceux des multipares (- 0,6 g/kg après le 4ème mois de lactation).

2. Facteurs liés au milieu

2.1. Effet de la saison de vêlage

De nombreux travaux réalisés dans différents pays et sur différentes races, ont montré que la saison de vêlage a un effet significatif sur les quantités de lait, du taux butyreux, et du taux protéique (**Bereskin et Freeman, 1965 ; Barash et al., 1996**).

Par ailleurs deux grandes saisons de vêlage ont été définies pour les vaches pie noirs : la saison favorable où on enregistre une production maximale située en novembre et décembre, respectivement pour les vaches primipares et multipares et la saison défavorable située en mars pour les primipares et en juillet pour les multipares (**Goodall, 1983**). Les résultats étaient similaires pour les taux butyreux et protéiques (**Barash et al., 1996 ; Tekerli et Gündogan, 2005**).

2.2. Nombre de traites :

L'augmentation du nombre de traites par jour, entraîne une élévation de la quantité de lait accompagnée d'une diminution du taux butyreux et de protéines (**Kerst et kristopher, 1997 ; Bernadette et al., 2002 ; Dahl et al., 2004**). Par ailleurs les vaches traites trois fois par jour produisent 19,6% de lait de plus que celles traites une fois par jour (**Patton et al., 2006**).

La traite des vaches une seule fois par jour est à l'origine d'une diminution de la production laitière de l'ordre de 20 à 30% et d'une augmentation des taux butyreux (plus de 2,8 g/l) et protéique (plus de 1,5 g/l) (**Coulon et al., 2005**).

2.1.Facteurs liés à l'alimentation

Le niveau d'alimentation est un des facteurs d'élevage qui affecte la production et la composition du lait chez la vache laitière.

3. Influence sur le taux protéique

3.1. Effet du niveau et de la nature des apports énergétiques

Le niveau d'apport énergétique reste le principal facteur de variation du taux protéique (**Peyraud ,2000 ; Bocquier et Caja, 2001 ; Stoll, 2002**).De même qu'un apport supplémentaire d'énergie entraîne :

- Une élévation de l'acide propionique(C3) au détriment de l'acide acétique ;
- Une augmentation de la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne (PDIM) grâce à une amélioration des synthèses d'acides aminés dans le rumen. Cette synthèse est stimulée par la sécrétion d'insuline qui inhibe également l'utilisation des acides aminés dans la néoglucogenèse (**Coulon ,1991 ; Enjalbert, 1993**).

Par ailleurs les rations constituées uniquement d'herbe sont souvent à l'origine de la diminution du taux protéique, compte tenu de leur carence en énergie fermentescible d'une part et de leur excès en matières azotées d'autre part.(**Chatelier et al.,2000**).

Agabriel et al. (2001) ont rapporté aussi qu'un régime à base d'herbe pâturée entraîne l'augmentation de la teneur en urée dans le lait.

3.2.Effet du niveau et de la nature des apports protéiques

Un déficit des apports protéiques dans la ration de la vache laitière peut entraîner une forte baisse du taux protéique dans le lait, en effet **Stoll, (2003)**, explique cette baisse par le manque de matières azotées pour les microorganismes du rumen, tout en réduisant leur activité, avec pour conséquence une baisse de la digestibilité de la ration et ainsi une diminution des apports énergétiques, de ce fait la synthèse des protéines microbiennes est ralenti , produisant moins de protéines pour le lait.

A l'inverse une meilleure disponibilité de l'azote dégradable accroît l'activité cellulolytique et améliore la digestibilité de la ration ainsi que la prise alimentaire, ce qui accroît la production laitière et le taux protéique (**Faverdin et al. 2003**).

Il est toutefois intéressant de noter que selon **Araba (2006)**, l'amélioration du profil en acides aminés limitant, en particulier en méthionine et en lysine, digestible dans l'intestin permet d'augmenter la teneur du lait en protéines et en caséines sans avoir d'effet significatif sur le volume du lait produit ou sur le taux butyreux.

3.2. Apport de matières grasses :

L'apport des lipides à la ration a un effet dépresseur sur le taux protéique (lié notamment à une baisse de sécrétion de caséines) (**Enjalbert, 1993 ; Wolter, 1997**).

3.3. Influence sur le taux butyreux :

Le taux butyreux est de loin l'élément le plus sensible à l'alimentation, une grande partie de cette variation peut être attribuée aux modifications survenues dans les acides gras produits par la fermentation du rumen. Afin d'obtenir un taux butyreux élevé il faut amener un rapport acétate (C2)/propionate (C3) dans le rumen élevé.

3.4. Effet de la nature et du niveau des apports énergétiques :

La sous-alimentation entraîne un accroissement du taux butyreux et une diminution de la quantité de lait produite, avec une élévation des acides gras à chaîne longue et une diminution des acides gras à chaîne courte, ce taux élevé est maintenu tant que la vache compense le niveau d'alimentation par une mobilisation de ses lipides corporels (**Remond, 1987 ; Enjalbert, 1993**).

Parallèlement, une ration riche en concentré (au-delà de 40%) provoque une baisse du taux butyreux dans le lait, cela est expliqué selon **Sauvant(2003)**, par une diminution de la salivation due au manque de fibrosité, et par la suite la diminution du pouvoir tampon, et la baisse du Ph du rumen entraînant ainsi une perturbation de la flore microbienne, une élévation de l'acide propionique favorable à la formation de tissus corporels et une chute dans les proportions d'acide acétique favorable aux taux de matière grasse.

Selon **Araba, (2006)** le taux butyreux est plus influencé par l'orge ou l'avoine dont l'amidon est rapidement dégradé par la microflore du rumen que le maïs dont l'amidon est dégradé plus lentement.

Agabriel et al.,(1991), ont rapporté que la mise à l'herbe précoce et brusque sur des pâturages très jeunes, peut entraîner des diminutions du taux butyreux, contrairement aux régimes hivernaux (ensilages de maïs) qui provoquent des teneurs élevées en matières grasses.

3.5. Effet du niveau et de la nature des apports protéiques :

Le tourteau de colza représente une bonne source en acides aminés et notamment en méthionine : l'introduction de ce tourteau dans une ration à base d'ensilage de maïs fortement déficitaire en matières azotées fermentescibles a permis une légère augmentation de la production laitière, le maintien du taux protéique et la réduction du taux butyreux.

3.6. Effet de l'apport en matières grasses :

L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du taux butyreux, elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en acides gras de la matière grasse du lait (**Debry, 2007**).

Selon **Stoll, (2003)** l'adjonction des graisses dans la ration peut avoir un effet bénéfique sur le taux de matière grasse du lait, dans le cas des rations pauvres en graisses composées de foin , de betteraves ou d'ensilage d'herbe, mais peut avoir un effet négatif avec des rations riches en graisses (comme l'ensilage de maïs). Par ailleurs le même auteur signale que des graisses sous forme d'huile sont à éviter sous peine d'entraver la digestion de la cellulose et ainsi d'induire une baisse du taux butyreux du lait.

4. Effet du tarissement :

Le tarissement autrement dit la période sèche désigne la régression finale de la lactation, qu'elle soit naturelle ou provoquée, c'est la période de repos physiologique allant de l'arrêt de la traite jusqu'au vêlage. Son raccourcissement ou son omission a des effets considérables sur la qualité et la quantité du lait produit. La durée du tarissement doit être d'environ deux mois. En dessous de 40 jours, la future lactation est diminuée. Au-delà de 100 jours, l'improductivité de la vache constitue un handicap économique. **Rémond et al (1997)** rapportent que la réduction de la durée de la période sèche à partir de la durée de 6 à 8 semaines diminue d'environ 10%, la quantité de lait sécrétée au cours de la lactation suivante pour une période sèche de 1 mois et d'un peu plus de 20% lorsque la période sèche est omise, cités par **Rémond et al (1997)** ajoutent que l'omission complète de la période sèche entraîne une diminution de la quantité produite au cours de la lactation ultérieure comprise entre 18% et 29%.

La durée du tarissement modifie considérablement la composition du lait.

Sérieys (1997) note que le non-tarissement ou le tarissement court (moins de 40 jours) entraînent une amélioration du taux protéique particulièrement sur les deux premières lactations.

Ce même auteur explique qu'outre l'effet de moindre dilution, l'amélioration du TP, correspond aussi à un métabolisme mammaire plus efficace pour la synthèse des protéines du lait associé à une balance en énergie plus équilibrée au début de lactation suite à un tarissement raccourci.

5. Effet bien être :

L'animal est un être sensible, doté d'une certaine perception et compréhension de son environnement. Il ne faut plus le considérer comme un simple moyen pour produire, il doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de l'espèce « La loi du 10 juillet 1976 fixe ainsi la nécessité de respecter le bien-être des animaux qui vivent sous la dépendance de l'Homme » (**Veissier et al., 1999**).

Les animaux qui subissent des comportements brusques de la part des éleveurs, présentent des réactions de peur, telles que l'évitement (**Lensink et al., 2001**). Ces réactions représentent un danger pour l'éleveur et pour l'animal. Le nombre de coups de pieds donnés aux vaches au cours de la traite est, par exemple, corrélé à leur peur de l'homme (**Rousing et al., 2004**). Ces réponses de peur peuvent également avoir des répercussions sur les réponses classiques de stress ou sur la productivité, comme la production laitière chez les vaches (**Breuer et al., 2000**) rapportés par **Mounier et al (2007)**.

Partie
expérimentale

*Matériels et
méthodes*

1. Objectif d'étude :

Notre objectif d'étude consiste à évaluer l'influence de la race et du système d'élevage sur la qualité du lait et son aptitude à la coagulation dans les différents échantillons du lait issus de différentes races dont 3 races importées (Montbéliarde, Fleckveih et Holstein) conduites dans un système d'élevage dit « intensif » au niveau de la société d'exploitation agricole (SEA) de Draa Ben Khedda dans la wilaya de Tizi-Ouzou et dont 1 race locale (Brune de l'Atlas) conduite dans un système d'élevage traditionnel dit « extensif » au niveau d'une ferme familiale dans la commune d'Akerou, wilaya de Tizi-ouzou.

2. Prise d'échantillon :

La collecte des échantillons se sont déroulées du mois d'avril au mois de mai, deux exploitations ont fait l'objet de notre étude été choisies, pour leur représentativité (disponibilité des races, taille de l'effectif, localisation, disponibilité de l'information, bon état de santé des vaches), l'étude a été menée dans des conditions d'élevage intensifs et extensif, le tri est porté sur les vaches laitières appartenant à des races différentes à savoir :

- au niveau de la ferme pilote de Draa ben khedda (système intensif) on a exploité :
 - 1- 03 vaches issues de la race Holstein
 - 2- 03 vaches issues de la race Montbéliard
 - 3- 03 vaches issues de la race fleckvieh
- Au niveau d'une ferme familiale dans le village « Alma Gechtoum » (système extensif) :
 - 1- 03 vaches issues de la race locale « La brune de l'atlas »

Le lait est traité manuellement dans le système extensif et au chariot trayeur dans le système intensif à partir des vaches saines au stade de lactation, puis il est recueilli proprement dans des flacons de 250ml stérilisé, étiquetés, un conservateur est ensuite additionné, et placés dans une glacière froide et sont acheminés aux différents laboratoires d'analyses :

- Laboratoire physicochimique de la faculté.
- Laboratoire de l'unité « fermier ».
- Laboratoire de l'unité ORAC de Taboukirt
- Laboratoire de l'unité « DANONE ».
- Laboratoire de l'ETELV.

3. Présentation des sites d'étude :

3.1. La ferme de Draa Ben Khedda :

La ferme EURL SEA de Draa Ben Khedda "ex ferme pilote" est créée en 1969 dans le cadre de développement national de production animale, fonctionnelle à partir de l'année 1970. Le 13 octobre 1989 est devenue une société d'exploitation agricole «SEA » munie d'un registre de commerce.

La ferme est située au centre de la ville de Draa Ben Khedda à 10km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, sa vocation principale est la production laitière ainsi que la production des veaux, génisses et secondairement la production d'agrumes et de pomme de terre.

La ferme EURL SEA de Draa Ben Khedda est dotée d'une superficie totale (SAT) de 219 ha dont :

- 206 ha en superficie agricole utile (SAU) avec 100 ha en irriguée (SI) ;
- Le reste soit 13 ha environ sont occupés par les différentes infrastructures et parcours.

La superficie agricole utile est répartie comme suit :

- 60 ha destinés aux céréales (blé dur)
- 30,5 ha destinés pour les cultures pérennes soit :
 - 22,8 pour les orangers
 - 1 ha pour les citronniers
 - 1 ha pour les oliviers
- 116 ha sont réservés pour les cultures fourragères.

3.1.1. Bâtiment d'élevage et infrastructures :

La ferme est constituée de plusieurs bâtiments qui sont répartis comme suit :

- L'étable principale pour les vaches laitières d'une capacité de 200 têtes ;
- Une étable d'une capacité de 20 têtes pour les vaches en instance de vêlage ;
- Deux étables, une pour les génisses d'une capacité de 500 têtes et une pour les tourillons d'une capacité de 200 têtes ;
- La dernière étable est réservée pour les taureaux d'une capacité de 30 têtes.
- une nurserie pour les veaux (d'un jour à 4 mois), comportant 20 petits boxes d'une capacité allant de 1 à 4 têtes pour chacun (selon l'âge des veaux).

- une salle de traite qui est en rénovation possédant une cuve de réfrigération et une salle de mise bas.

La ferme pratique l'élevage bovin de races importées d'un effectif de 131 têtes dont 73 vaches laitières et le reste réparti entre veaux, vêles, génisses, taurillons.

3.1.2. Mode d'alimentation et d'abreuvement :

Le mode d'alimentation et d'abreuvement est basé essentiellement sur le concentré à base de

- maïs /sang de blé avec une quantité de 6kg /Jrs / vache réparties en 2 reprises.
- ray gras d'Italie 50kg /Jrs /vache réparties en 2 reprises.
- Trèfle 20kg le matin
- Le foin d'avoine 2kg/Jrs /vache
- Pierre à léché (riche en sels minéraux)

Pour l'abreuvement le cheptel est abreuvé à volonté.

3.1.3. Mode de traite :

La traite des vaches est pratiquée 2 fois par jour (matin et soir) à l'aide d'un chariot trayeur. Une désinfection des mamelles est pratiquée avant et après chaque traite afin d'éviter toute sorte de contamination microbienne.

La désinfection se fait à l'aide d'un produit anti septique à base d'iode puis le lavage des mamelles à l'eau courante, après la traite une deuxième désinfection se fait avec un gel visqueux teinté toujours à base d'iode afin d'éviter toute contamination.

3.1.4. Production laitière

La production journalière moyenne pour chacune des vaches choisies est donnée dans le tableau n°VI :

Tableau n° VI : La production laitière quotidienne moyenne des vaches expérimentales durant la période d'étude au niveau de l'exploitation de DBK (en litre/jour)

La race	Code de la vache	Mois d'avril	Mois de mai
Montbéliarde	11002/06	16	18
	11008/12	21.5	20
	11016/20	22	15
Quantité moyenne (l/j)		19.83	17.66
Prim'Holstein	10003/02	32.5	26
	11001/05	21	20.5
	12001/73	23	20.5
Quantité moyenne (l/j)		25.5	22.33
Fleckvieh	11020/24	27	23.5
	11028/32	19	20
	11022/26	19	20
Quantité moyenne (l/j)		21.66	31.75

La ferme familiale :

Pour l'étude de la race de vache locale nous nous sommes rendu à la subdivision agricole d'Azazga qui nous ont orienté vers le village nommé « ALMA GUECHTOUM » situé dans la commune d'Akerou, दौरa d'Azeffoun, wilaya de TiziOuzou.

Ce village est caractérisé essentiellement par un élevage traditionnel de type familial, dont la majorité des familles en possède leur propre cheptel composé au moins d'une seule tête femelle, dominé par l'élevage de vaches de race locale qui s'adaptent aux reliefs de ce village, dépourvu des espaces suffisants de pâturage, constitué de montagnes rocheuses avec une maigre végétation

Après la description rapide de cette région pauvre avec un climat rude on comprend mieux la faiblesse de la production laitière périodique de ces vaches vu leur environnement.



Figure n° 06: village de Kabylie « ALMA GUECHTOUM »

La ferme est constitué d'un étable regroupant un effectif de 9 têtes dont : 3 vaches laitières, 3taureaux et 3 veaux.

Les animaux évoluent en montagne (l'état sauvage) et leurs alimentations est en fonction de la disponibilité dans le milieu qu'elles occupent et se différent selon la saison,

composent de prairies naturelles, et de feuillages et d'arbustes ; une complémentation alimentaire pendant les périodes difficiles est fonction des moyens de l'éleveur.

Les locaux hébergeant les animaux sont des abris très vétustes.

La traite des vaches locale est pratiquée manuellement par le propriétaire une seule fois par jour.

Production laitière :

Tableau n° VII : La production laitière quotidienne moyenne des vaches locales durant la période d'étude au niveau de la ferme familiale (en litre/jour)

La race	vache	Mois d'avril	Mois de mai
Brune de l'Atlas	grise	3	2.5
	noir	4.5	3
	marron	3	3.5
Quantité moyenne L/J		3.63	3

4. Caractéristiques de vaches laitières expérimentées :

Les vaches laitières importées :

➤ La race Holstein

La race Holstein n'est que le fruit de l'amélioration génétique de la production laitière de la race mère la frisonne Pie Noire hollandaise.

La Holstein est une race de grande taille, facilement reconnaissable à la couleur de sa robe pie noire, parfois pie rouge, race très précoce, elle bénéficie d'une vitesse de croissance rapide, les génisses vèlent facilement à deux ans. Race laitière spécialisée, elle affiche les

meilleures productions en lait mais également en matière protéique, car l'amélioration du taux protéique a été intégrée comme objectif de sélection dans la filière.

La production atteint 9 330 kg de moyenne par lactation avec un taux de matière grasse de 39.7 g/l et un taux protéique de 31,9 g/l. son succès est dû à sa croissance rapide et à sa grande adaptation à l'élevage intensif. Elle est peu adaptée à la fabrication de fromage part rapporta sa composition de son lait (moins riche en caséines nécessaire à la fabrication de fromage (INRA, 2006)

➤ La race Montbéliarde

Située actuellement en seconde position parmi les races importées, originaire de France la race Montbéliarde est appelée communément «Pie Rouge ».

Elle est reconnue par une tête blanche d'une longueur moyenne avec des cornes courtes, en croissant ainsi que le front et mufler larges, profil droit, encolure fine, son corps est muni d'une poitrine profonde et la mamelle est ample.

D'après Charlet et Bouglet (1978) cité par Akli et Nait Mouloud (2002) Elle se caractérise par une grande taille (hauteur au garrot 1,35 à 1,40 m), un poids de 600 à 650 kg. La production laitière est plus importante que celle des autres races du même rameau pie rouge, elle est de 4400 kg de lait avec un taux butyreux de 37 g/l et un taux protéique de 32g/l

➤ La race Fleckvieh

La race Fleckvieh fait partie du rameau des races pie rouge des montagnes dont l'archétype originel est la Simmenthal suisse. Elle est présente en Allemagne, en Autriche, en Italie et en Suisse d'où elle est originaire. Elle a été infusée de sang Red Holstein et Simmental. Elle compte en son sein une large gamme d'animaux tantôt viandeux, tantôt mixtes, tantôt spécialisé en lait. Dans le rameau mixte, le programme de sélection accorde une grande importance à la préservation des qualités fonctionnelles. Taille (vaches: 142m, taureaux: 155m), poids (vaches: 750kg, taureaux: 1200 kg). Moyenne des vaches sous contrôle laitier en Allemagne en 2008: 6.852 kg de lait à 4,14% de MG et 3,49% de protéines.



Figure n° 07 : photos de vaches importées de la ferme « DBK »

➤ **La race locale « Brune de l'Atlas »**

la Brune de l'Atlas avec ses variétés, types ou sous races, selon l'appellation qu'on lui attribue en rapport avec sa région (Cheurfa, Guelmoise ,Sétifienne , Chélifienne , Kabyle)

Cette population concerne l'élevage extensif traditionnel détenu par les agropasteurs qui utilisent les parcours d'altitude et de plaine. Ce système est orienté vers la production de viande et couvre 80 % de la production bovine nationale , il contribue aussi à 40% de la production nationale.

Reconnue par sa robe de couleur gris souris unie, mais elle peut varier entre le gris foncé et le gris argenté. Son mufle ardoisé est entouré de brun et ses onglons noirs et durs, lui permettent de résister aux terrains accidentés et rudes.

La Brune à une pigmentation de la peau, des paupières et des muqueuses qui la protège des rayons solaires dans des zones où d'autres races pourraient présenter des problèmes oculaires .

La rusticité de la Brune lui permet de s'adapter à tous les climats: aux hivers froids et rigoureux ainsi qu'aux climats chauds, plusieurs études scientifiques sont mises en évidence cette aptitude.



Figure n° 08: photos de vache de race locale

5. MATERIELS

- PH mètre
- un thermo lacto-densimètre
- éprouvette
- Fide
- béchers
- burettes
- balance de précision
- agitateur magnétique
- barreau magnétique
- bain marie
- thermomètre
- tube à essai
- capsule de pesé
- spatule
- flacon bouché
- burette - et porte burette
- pipette graduée
- poire
- pro pipette
- support (portoir)
- pissette
- platines chauffantes
- papier filtre - wattman

6. REACTIFS

- chlorure de calcium (CaCl_2)
- solution (HCl)
- acide sulfurique 0.02M
- acide sulfurique concentrée
- acide borique
- indicateur coloré Tachiro
- sulfate de cuivre
- sulfate de potassium
- solution trichloracétique 12%
- lessive de soude 33%
- acide borique 4%
- acide acétique

7. Principaux tests de contrôle de la qualité du lait :

7.1. Mesure du pH

Le pH correspond au logarithme de la concentration molaire d'ion hydronium (H_3O^+). Il renseigne sur l'état de fraîcheur du lait.

Après que le pH mètre soit étalonné (solution étalons), l'électrode est plongée dans le bécher contenant l'échantillon (lait de vache), puis la valeur du pH est donnée par lecture directe sur l'écran du pH mètre.



Figure n°09: photo d'un PH mètre prise a l'unité de Danone

7.2. Détermination de l'acidité (AFNOR, 1986) :

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique par l'hydroxyde de sodium à 0,1N. La présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré indique la limite de neutralisation par changement de couleur (Annexe n°02), l'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : **1°D = 0,1g/L d'acide lactique**, équivaut alors au nombre de ml de soude versé.

La mesure de l'acidité d'un lait permet d'évaluer sa fraîcheur, ainsi sa charge microbienne.

7.3. Densité (AFNOR, 1986)

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (**Pointurier, 2003**).

La densité est déterminée par aréométrie à l'aide d'un lactodensimètre gradué comportant un thermomètre. Si la température n'est pas exactement de 20°C, il faudra corriger la densité lue. Si la température est différente de 20°C, la densité réelle est calculée à partir de la densité lue en introduisant un facteur de correction de 0,2 comme suite :

- Si la température est inférieure à 20°C $DR = DL - 0,2(20 - TL)$.
- Si la température est supérieure à 20°C $DR = DL + 0,2(20 - TL)$.

AVEC : DR: densité réelle.

DL: densité lue.

TL: température lue

Le contrôle de la densité au niveau des laiteries a pour but de détecter le cas des fraudes par le mouillage. (Annexe n° 03)

7.4. Test d'antibiotique :

Le test d'antibiotique a été réalisé avec l'appareil « BETA STAR COMBO », afin de déterminer la présence ou absence de résidu d'antibiotique du au traitement des vaches malades. Leurs présences dans le lait causent un double risque :

- **Antibioresistances** : la consommation du lait et des produits laitiers qui contiennent des résidus d'antibiotique constituent un risque pour la santé du consommateur suite au développement d'une antibiorésistance.
- **Risque technologique** : la présence d'une antibiotique empêche ou ralentie le développement des bactéries lactiques utilisées dans la fabrication des différents produits laitiers.



Figure n° 10 : photo de l'appareil « BETA STAR COMBO » prise a l'unité de DANONE

7.5. Test d'alcool :

Il existe une corrélation directe entre la stabilité des protéines du lait aux traitements Thermiques et leur stabilité à des concentrations plus ou moins élevées d'alcool (68° ; 72°) Le test d'alcool provoque parfois une floculation des protéines (Annexe n°05).

7.6. Détermination du taux de mouillage (cryoscopie) :

Le taux de mouillage permet de connaître le pourcentage de l'eau ajouté au lait, mesuré au moyen d'un cryoscope, cet appareil permet également de détecter le point de congélation du lait. Le point de congélation représente la température de passage de l'état liquide à l'état solide. C'est l'une des constantes les plus stables, son abaissement est en relation directe avec la concentration en soluté d'une solution(Annexe n°04)



Figure n° 11 : photo d'un cryoscope prise a l'unité « DANONE »

7.7. Détermination de l'extrait sec total :

EST permet de mettre en évidence la présence d'une éventuelle fraude (mouillage du lait), elle se fait par étuvage du produit pendant 15 heures à 110°C puis on pèse le résidu.

7.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé:

ESD sert à déterminer la quantité de poudre nécessaire à ajouter pour fabrication du Yaourt, elle est déduite à partir de la matière grasse et l'extrait sec par la relation suivante:

$$\boxed{ESD=EST-MG}$$

7.9. Détermination de la teneur en matière grasse par méthode à l'acidobutyromètre (AFNOR, 1986) :

La détermination de la teneur en matière grasse est basée sur la dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique concentré. La matière grasse, résistant à l'action de celui-ci, est séparée par centrifugation à chaud, dans le butyromètre. Cette séparation est favorisée par l'addition de petite quantité d'alcool isoamylique. Les gouttelettes de graisses se réunissent en une couche claire et sont évaluées quantitativement grâce à une échelle adéquate Le résultat, donné en pourcentage ou en gamme de matière grasse par litre, s'obtient par lecture directe sur le butyromètre.

7.10. Dosage de l'azote :

La composition des matières azotées a été obtenue après mesure des teneurs en azote total (NT), en azote soluble à pH 4,6 (NST) et en azote soluble dans le TCA 12 % ou en azote non protéique (NNP) par la méthode Kjeldahl (AFNOR 1986, norme NF V04-211) (Annexe n° 06).

Après dosage de ces différentes fractions azotées, on peut calculer les composants suivants :

- Taux de matières azotées totales (MAT) = $NT \times 6,38$;
- Taux protéique (TP) = $(NT - NNP) \times 6,38$;
- Taux de caséines (C) = $(NT - NST) \times 6,38$;
- Taux de protéines solubles (PS) = $(NST - NNP) \times 6,38$;
- Taux d'azote non protéique (NNP) = $NNP \times 6,38$.

7.11. Evaluation de l'activité coagulante

Mesure du temps de floculation:

Préparation de la solution de Berridge

L'aptitude à la coagulation par la présure et par la pepsine, par rapport aux différents laits, a été appréciée par la mesure du temps de coagulation, selon la technique de BERRIDGE (1952) (Annexe n°01). Cette détermination a été effectuée à pH initial des laits dont la température est préalablement équilibrée à 30 °C pendant 15min, avec une dose de présure et de pepsine ovine chaque une est diluée jusqu'à obtention de temps de coagulation compris entre 12 et 15min puis appliqué sur les différents échantillons. Le temps de coagulation du lait est apprécié par l'observation visuelle de l'apparition des premiers flocons après emprésurage du lait.

7.12. Test de la réductase :

L'appréciation de la qualité microbienne du lait de vache collecté est réalisée par le test de réductase. Il s'agit de la mesure du temps de décoloration du lait additionné du bleu de méthylène et incubé au bain marie à 37°C. La rapidité de cette décoloration est directement proportionnelle au nombre de germes présents. (Annexe n°07)

Tableau n° VIII : grille d'appréciation de la qualité microbienne du lait (Jofin, 1992)

Durée de décoloration (Heures)	Nombre de germes (germes/ML)	Qualité microbienne du lait
Inferieure a 1h	20^6	Fortement contaminé
De 1 à 3 heures	20^5 _ 20^6	Peu contaminé
supérieure à 3 heures	20^5	Qualité satisfaisante
Supérieure à 5h	$<10^5$	Bonne qualité

7.13. Détermination de taux de cellules somatique :

Méthode

La méthode utilisée est le Fossomatic 5000 (Cytométrie de flux Foss – Denmark) à une cadence de 500 échantillons par heure. Aux termes de cette méthode, les cellules somatiques (globules blancs et cellules épithéliales) sont des particules qui ont une intensité de fluorescence minimale due à la coloration de l'ADN cellulaire. (Annexe n° 08)



Figure n° 12 : photo d'un « Fossomatic 5000 » prise à l'ETELV

7.15. Détermination de paramètres physicochimiques avec le MilkoScanFT120 :

Le « MilkoScan FT120 »

Avec la configuration de base, il est possible d'analyser avec précision les paramètres suivants : matières grasses, protéines, lactose, extrait sec total et extrait sec dégraissé. Les résultats sont enregistrés et affichés sur l'écran. (Annexe n°09)



Figure n° 13 : image du MilkoScan™ FT120 prise à l'unité

9. Traitement statistique des résultats:

Deux analyses statistiques ont fait l'objet de notre étude :

- L'analyse statistique par le test ANOVA à un facteur, nous a permis d'étudier l'effet de la race sur la composition du lait et son aptitude à la coagulation tout en choisissant des lots de vaches multipares et ayant aussi le même stade de lactation, ainsi qu'elles sont conduites dans les mêmes conditions d'élevage.
- L'analyse statistique par le test STUDENT nous a permis de comparer les deux systèmes d'élevages.

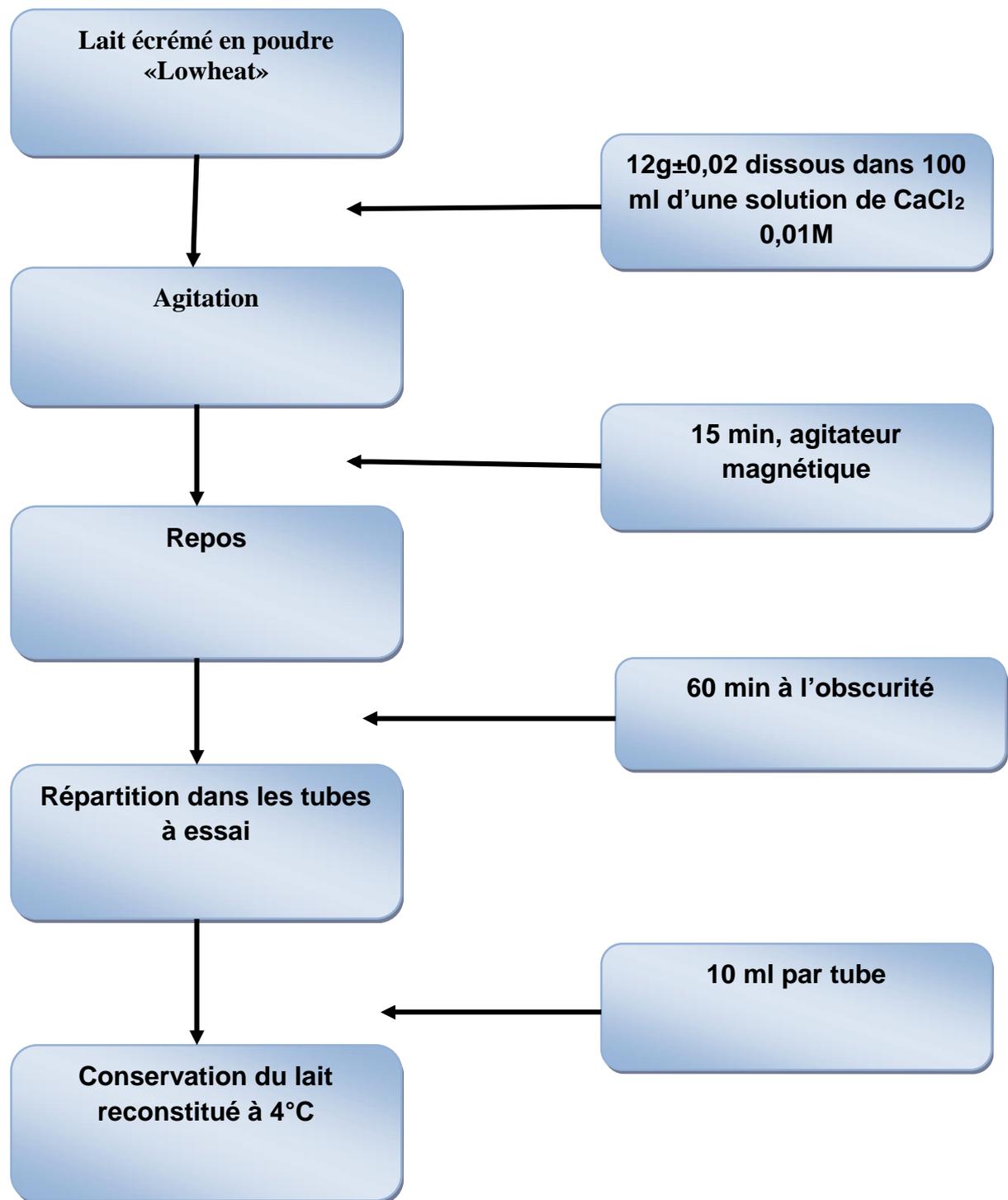


Figure n°09: Mesure du temps de coagulation par la méthode de Berridge (1945) modifié par Collin et *al.*, (1977).

Résultats et discussion

1. Effet de la race sur la composition physico-chimique du lait et son aptitude à la coagulation :

L'analyse statistique par le test ANOVA à un facteur , nous a permis d'étudier l'effet de la race sur la composition du lait et son aptitude à la coagulation tout en choisissant des lots de vaches multipares et dans le même stade de lactation, ainsi qu'elles sont conduites dans les mêmes conditions d'élevage. Le tableau n°9 illustre les résultats du test.

Tableau X : Analyse statistique par le test ANNOVA à un facteur des différents paramètres du lait de la race montbéliarde (M) ,Fleckveit (F) et la Holstein(H)

Variable	Moy montbéliarde ± Ec type	Moy fleckveit ± Ec type	Moy Hostein ± Ec type	ddl	P
Acidité(°D)	16,00±1,00	18,00±0,00	17,00±1,00	2	0,064000
pH	6,50±0,10	6,53±0,11	6,40±0,00	2	0,235625
Densité	1028,66±1,15	1029,33±0,57	1029,36±2,00	2	0,545868
MG (g/l)	38,53±2,80	43,66±2,69	36,10±3,85	2	0,064752
ESD (g/l)	71,20±3,77	77,70±1,11	71,90±4,47	2	0,111707
EST(g/l)	109,73±5,77	121,36±1,68	108,00±7,71	2	0,053312
MAT	31,77±0,94	33,40±0,79	32,69±1,08	2	0,187773
Protéine (g/l)	29,70±0,86	31,00±0,43	30,46±1,02	2	0,224264
caséines	27,45 ±1.06	28,25± 0.52	28,26 ±0.98	2	0,484064
NNP	2,07±0,09	2,40±0,37	2,23±0,42	2	0,511375
NST	2.24±0.20	2.74±0.11	2.20±0.04	2	0,004791
CSS x1000	263,66±110,61	149,00±19,28	109,33±46,60	2	0,232887
P .congélation	-0,478±0,016	-0,512±0,006	-0,475±0,027	2	0,097479
Lactose	44,76±1,32	46,70±0,70	45,93±1,51	2	0,081789
TC Présure (s)	11,37±0,82	19,89±3,19	25,07±2,01	2	0,000831
TC Pepsine(s)	23,17±1,99	29,11±2,57	42,15±2,84	2	0,000240

(En rouge les paramètres correspondant aux valeurs de probabilité significatives $p < 0,05$) ; P : probabilité ; ddl : degré de liberté ; Ec-type : Ecart-type ; Moy : moyenne. ; (en rouge les paramètres correspondant aux valeurs de probabilité significatives $p < 0,05$).

La comparaison entre les trois races présentées dans le tableau n°X nous indique que l'effet de la race est significatif ($p < 0,05$) sur taux NST et sur le temps de coagulation par la présure de même pour la pepsine ovine.

1.1. Effet de la race sur le pH et l'acidité du lait :

Selon **Luquet (1985)** et **Thapon (2005)**, un lait normal a un pH légèrement acide. Ceci est dû aux caséines ainsi qu'aux groupements phosphates et citrates présents naturellement dans le lait cru.

D'après les valeurs obtenues des analyses effectuées les moyennes du pH des laits des différentes races sont comprises entre 6,50 et 6,8 et elles sont au voisinage de la neutralité. Ces dernières sont presque toutes dans l'intervalle de conformité par rapport à la norme **AFNOR, (1986)**, (6,6-6,8).

D'après **Alais (1984)**, l'acidité dépend de la teneur en caséines, en sels minéraux et en ions. Selon **Mathieu (1998)**, les variations de l'acidité titrable sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions hygiéniques lors de la traite. Selon ces mêmes auteurs l'acidité dépend aussi de la flore microbienne totale et de son activité métabolique, ainsi que de la manutention du lait.

Toutefois, **Kim et al., (1982)**, ont rapporté que l'acidité titrable est la somme de l'acidité naturelle et l'acidité développée. Les constituants du lait qui contribuent à l'acidité naturelle sont les phosphates, les caséines, des autres protéines, les citrates et le dioxyde de carbone.

A cette acidité naturelle s'ajoute l'acidité développée qu'est le résultat d'un développement des bactéries lactiques qui forment de l'acide lactique par fermentation du lactose.

Les valeurs moyennes de l'acidité titrable, comme le montre le tableau n°X sont de 16,00 pour la Montbéliarde, 18,00 pour la Fleckveih et de 17,00 pour la Holstein. Ces valeurs sont

en accord avec les normes **AFNOR, (1986)** (16-18) et ne présentent pas de différence significative entre les différents lots de races bovines étudiées.

1.2. Effet de la race sur la variation du point de congélation du lait :

Ce paramètre nous renseigne sur la proportion du mouillage, c'est -à-dire le pourcentage d'eau éventuellement additionné au lait.

Le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments constitutifs du lait et par conséquent, une diminution de la matière sèche, de la constante moléculaire du lait et une élévation du point de congélation. Il modifie donc les constantes physico-chimiques du lait.

D'après les résultats de notre travail figurant au tableau n°X montrent que les valeurs de point de congélation sont conformes aux normes **AFNOR, (1986)** : inférieures à $-0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$, et montrent une certaine variation entre les trois races de notre expérimentation mais cette différence n'est pas significative ($p > 0,05$). Selon **Amariglio, (1986)**, le point de congélation n'est pas une valeur constante, la moyenne se situe à $-0,55^{\circ}\text{C}$, mais il faut tenir compte des légères fluctuations dues aux variations saisonnières, à la race de la vache, à la région de production, etc .

Aussi selon **Alais, (1984)** l'acidification du lait ou l'addition de sels minéraux abaisse le point de congélation.

1.3. Effet de la race sur la teneur en lactose du lait :

Le lait normal contient de 44 à 45 gramme de lactose hydraté par litre avec une teneur moyenne de 49g/l, c'est le constituant le plus abondant du lait de vache (**Mahaut et al.,2003**).

Dans le tableau n°X, nous constatons que nos résultats montrent une teneur en lactose conforme aux normes AFNOR 1986, de même que le test ANOVA donne une différence non significative entre les trois races mais qui est en faveur de celle de la Fleckveit,

Selon **Gautier, (1961)**, le lactose est le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides contrairement à la

matière grasse qui s'altère plus lentement. Mais le plus important facteur de variation est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose dans le lait.

1.4. Effet de la race sur la densité :

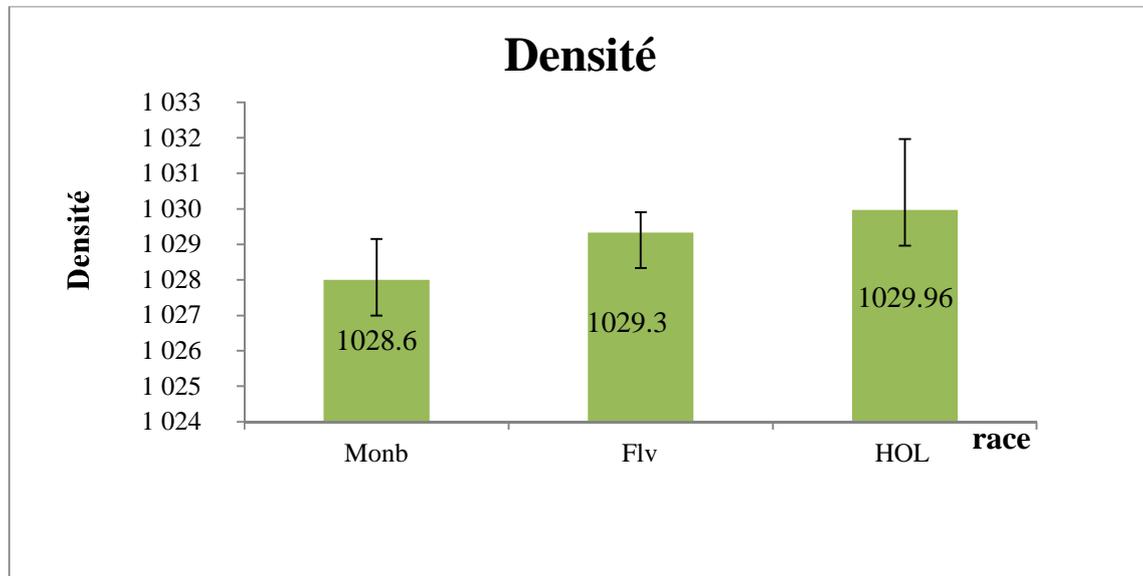


Figure n°15 : variation de la densité du lait en fonction de la race

D'après les résultats obtenus indiqués dans la figure n°15, nous constatons une différence entre les densités du lait des races étudiées, avec des valeurs de la densité plus élevées de 1029,96 et 1029,30 respectivement pour la Holstein et pour la Fleckvieh, et d'une valeur moins importante de 1028,6 pour la Montbéliarde, néanmoins le test ANOVA montre que la différence n'est pas significative entre les races étudiées.

D'après **Mathieu (1998)**, la densité dépend de la teneur en matière sèche et en matière grasse. La densité du lait varie selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension, et elle est inversement proportionnelle au taux de matières grasses (**Pirisi, 1994**). C'est ainsi qu'un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1035 (lait de vache). De même l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1 (densité de l'eau), mais un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale (**Pirisi, 1994**).

D'après (**Alais 1984**), une faible densité reflète la richesse en matières grasses des laits mis en œuvre, ceci peut expliquer la différence de la densité du lait de la race Montbéliarde qui est moindre par rapport aux laits des deux autres races (Holstein et Fleckvieh).

Néanmoins les valeurs moyennes de la densité pour les différents laits issus des trois races sont en conformité avec les normes **AFNOR (1986)**, et les valeurs indiquées par **Amiot et al., (2002)** qui sont de 1028 à 1035.

1.5. Effet de la race sur les matières grasses :

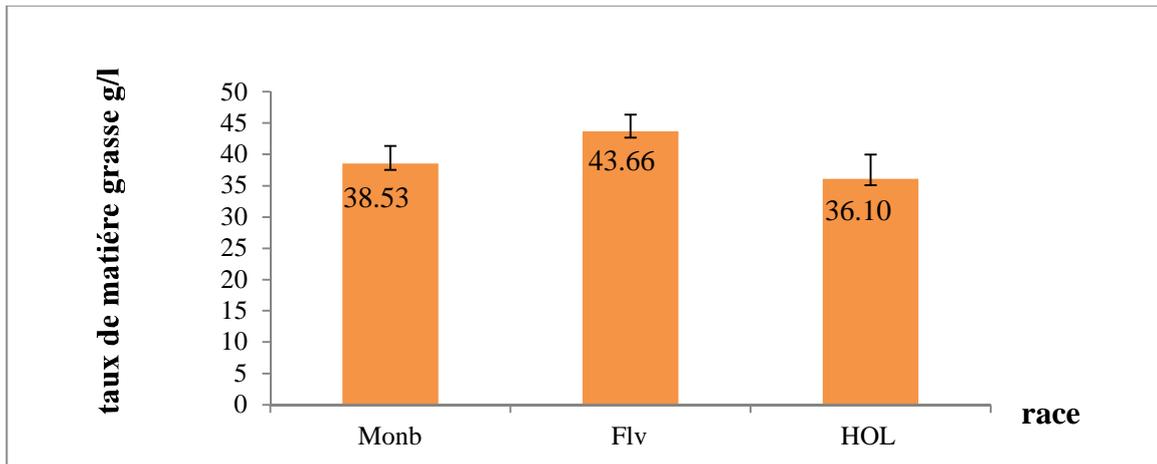


Figure n°16 : Variation du taux de matière grasse du lait en fonction de la race

D'après la figure n°16, on constate que la race Fleckveit présente une teneur en matière grasse plus élevée que celles de la race Montbéliarde et celle de la race Holstein.

Le taux butyreux est un critère relativement variable d'un jour à l'autre car il est fortement lié à la traite et il est parmi les solides du lait le plus rapidement modifiable par l'alimentation (**Coulon, 2005**). Aussi des facteurs intrinsèques (race, niveau de production, stade de lactation) et des facteurs extrinsèques (saison, température, techniques d'alimentation) peuvent engendrer des variations du taux butyreux (**Wolter, 1994**).

Selon **Sebedio (2008)**, le lait de vache contient entre 30 g/l et 50 g/l de matières grasses. A partir de la figure n°16, nous remarquons que la teneur en matière grasse chez la race Fleckveit est plus importante avec 43,66 g/l que les deux autres races soit, 38,53g/l et 36,10 g/l respectivement pour la Montbéliarde et la Holstein.

Ces résultats sont en contradiction avec les travaux de **Cauty et Perreau (2003)**, qui ont trouvé que les vaches de race Holstein produisent un lait plus riche en matières grasses que celles de la race Montbéliarde.

Par ailleurs ces valeurs sont supérieures à celles citées par **Alais (2003)**, qui est de 34g/l. Elles sont aussi supérieures à l'intervalle donné par **Vierling (1999)**, qui est de 34-42 g/l, sauf pour la Holstein et la Montbéliarde qui est dans cet intervalle.

Il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de la matière grasse (**FAO, 1998**). La race des vaches présente un facteur important de variation des teneurs en matières grasses, cela est confirmé par plusieurs auteurs (**Jensen et al., 1999 ; Chilliard et al., 2000 ; Sollberger et al., 2004**).

Ces taux élevés de matière grasse pour les trois races est dû probablement à l'alimentation, il est peut être favorisé par la mise à l'ensilage de maïs et sorgho et la richesse de la ration en fourrages verts (luzerne) ainsi que le concentré de vaches laitières qui ont permis d'augmenter la fibrosité de la ration et l'augmentation des quantités ingérées liées à la stimulation de l'appétit et par conséquent l'augmentation du taux butyreux du lait (**Labarre, 1994**), surtout pendant la période fin avril et début mai qui correspond à la période de notre étude.

1.6. Effet de la race sur le taux de matières azotées totales (Mat), de protéines, et caséines :

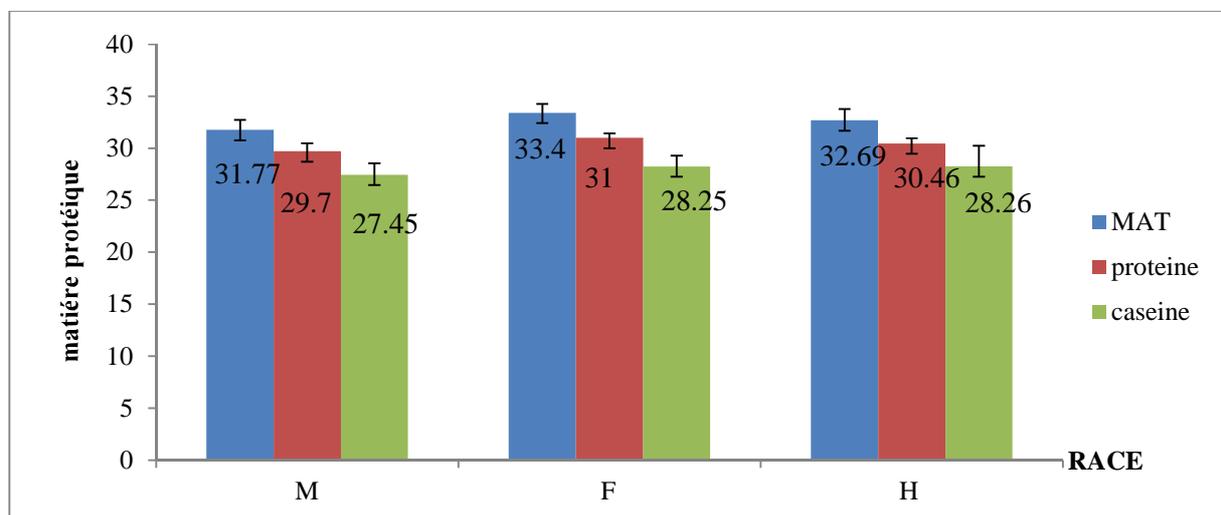


Figure n°17 : variation du taux de protéines, taux de matières azotées totales (MAT) et caséines du lait en fonction de la race .

Les résultats illustrés dans la figure n°17 indiquent une teneur moyenne en protéine totales égale à 31 g/l pour la Flechveih qui est plus important que les deux autres races avec 30,4g/l pour la Holstein et de 29,7g/l pour la Montbéliarde.

Il est important de noter que la quantité du lait produite durant notre étude est plus élevée chez la Flechveih par rapport aux deux autres races la Holstein et la Montbéliarde (voir tableau n°06).

Ces résultats sont en désaccord avec les travaux de **Benaïcha et Sahi (2009)** ; et **Lerari et Idiri (2011)**, qui ont trouvé le taux de protéines en faveur de la race Montbéliarde par rapport à la Holstein. Cette différence des taux protéiques peut être expliquée par la différence de race des vaches, selon (**Froc et al., 1988** ; **Machboeuf et al., 1993** ; **Malossini et al., 1996** ; **Auldish et al., 2002** ; **Mistry et al., 2002**) les vaches de race Normande, Montbéliarde ou Brune des Alpes produisent un lait plus riche en protéines que celui des vaches Holstein conduites dans les mêmes conditions d'élevage.

Ce désaccord peut être expliqué par le taux élevés de cellules somatiques présentes chez les races Montbéliarde ce qui affecte le taux de matière sèche y compris les protéines

Les valeurs obtenues de la race Montbéliarde sont inférieures à ceux trouvée par **Cauty et Perreau (2003)** qui ont rapporté que les teneurs en protéines du lait de vache Montbéliarde sont de 32,4 g/l.

Selon **Vierling (1999)**, la teneur en protéines dans un litre du lait de vache est comprise entre 31,8 et 38,2g/l. tandis que, **Fredot (2006)**, estime la teneur moyenne des protéines à 34,4g/l et **Vignola (2002)**, évalue la concentration moyenne des protéines à 32g/l. en effet le taux protéiques est une composante du lait qui varie selon trois grandes catégories de facteurs génétiques, physiologique et alimentaire (**Agabriel et al., 1990**).

1.7. Effet de la race sur l'extrait sec total (EST) et l'extrait sec dégraissé (ESD) :

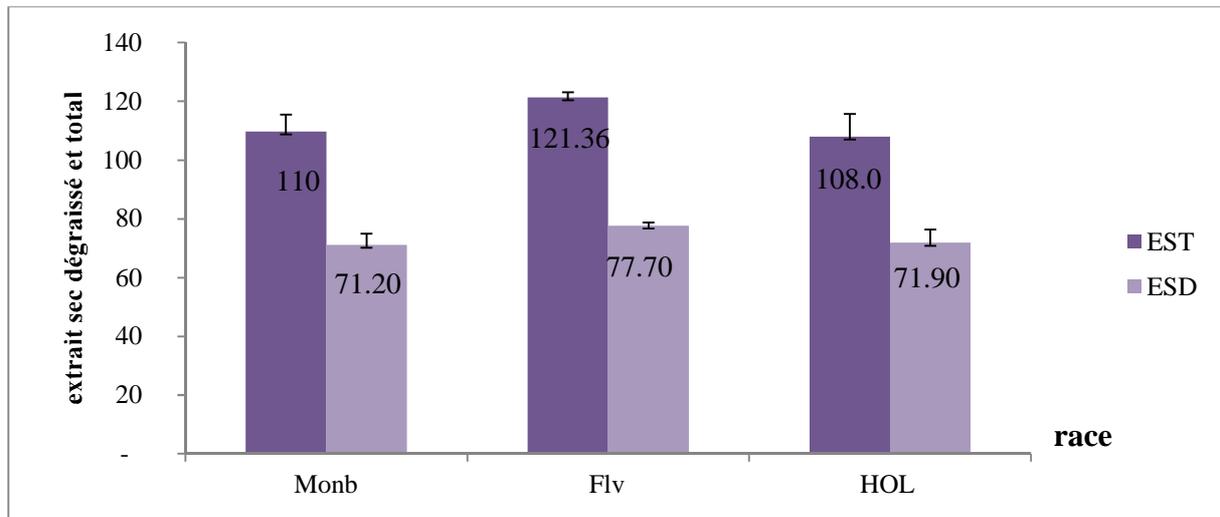


Figure n°18: Variation de l'EST et l'ESD du lait en fonction de la race.

D'après les résultats du tableau n°X représentés par la figure n°18 , nous remarquons que la teneur en extrait sec total des laits est importante chez la Fleckvieh avec 121,36 g/l par rapport à la Montbéliarde et la Holstein qui ont respectivement un extrait sec total de l'ordre de 109, 7 g/l et 108,0 g/l et que la teneur en extrait sec dégraissé est importante aussi chez la Fleckvieh avec 77,70 g/l par rapport à la Holstein avec 71,90g/l et la Montbéliardes avec 71,20g/l, cela est en relation directe avec les teneurs en matières grasses et en protéines qui sont élevées dans le lait des vaches de la race Fleckvieh à des taux moindres chez les vaches des deux autres races : Montbéliardes et Holstein.

Dans ce sens **Croguennec et al.,(2008)**, ont indiqué que l'augmentation ou la diminution de l'extrait sec total est en relation directe avec la variation notamment du taux protéique et du taux butyreux.

La matière sèche totale ou extrait sec total peut nous renseigner sur la valeur nutritive du lait, c'est le produit résultant de la dessiccation du lait. Sa teneur varie entre 125 g/l à 135 g/l (**Alais et al., 2003**), les résultats obtenus sont en contradiction et cela peut s'expliquer par les variations des taux protéiques et butyreux qui sont en relation directe avec l'EST et l'ESD.

Selon **Hassainya et al., (2007)**, la race Holstein se caractérise par la production d'un lait dilué ceci explique la faible teneur en extrait sec total chez cette dernière par rapport aux deux autres races.

1.8. Effet de la race sur l'aptitude à la coagulation :

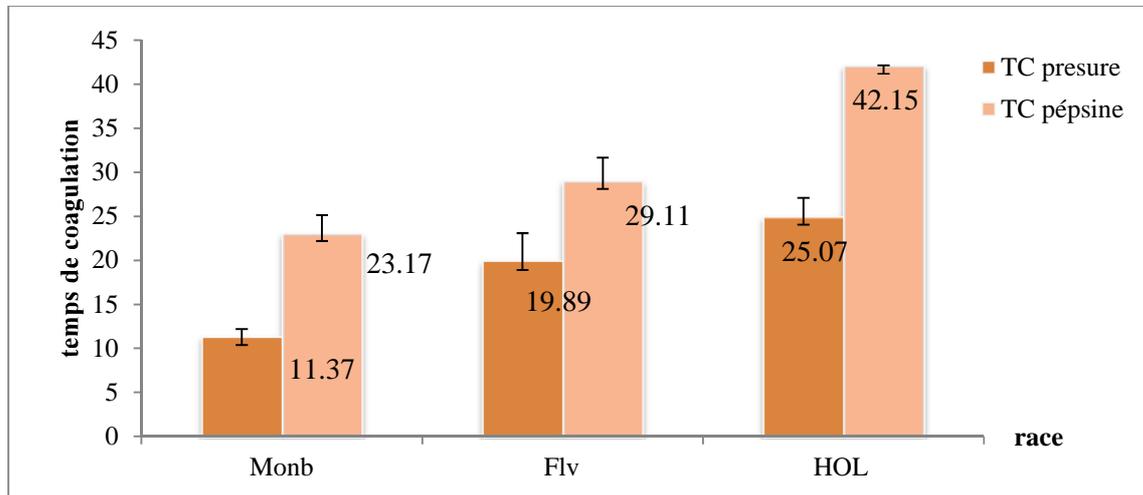


Figure n° 19: variation du temps de coagulation par la présure et la pépsine ovine en fonction de la race.

D'après la figure n°18, on constate que le temps de coagulation par la présure ainsi que par la pépsine est plus court chez la race Montbéliarde, donc il est mieux apprécié pour cette race, malgré ses teneurs plus faibles en protéines et caséines par rapport aux deux autres races, ceci est dû vraisemblablement à la teneur en sels de calcium et de phosphores qui peuvent avoir un effet direct sur l'aptitude à la coagulation.

Les travaux réalisés pour évaluer l'effet des caractéristiques génétiques sur l'aptitude à la transformation fromagère du lait ont aussi montré que l'aptitude à la coagulation du lait (temps de raffermissement et fermeté du gel mesurés à l'aide d'un Formagraphe) des vaches Holstein était inférieure à celle du lait des vaches Montbéliardes (**Macheboeuf et al., 1993** ; **Malossini et al., 1996** ; **Auld et al., 2002** ; **Mistry et al., 2002**).

Contrairement **Martin et al., (2000)**, ont rapporté que les vaches de la race Montbéliarde ont un lait plus riche en matières protéiques que celui de la race Holstein et il est de ce fait caractérisé par une meilleure aptitude à la coagulation que celui de la race Holstein et au rendement fromager. Ceci peut expliquer la variation observé dans nos échantillons.

1.9. Taux de cellules somatiques en fonction de la race :

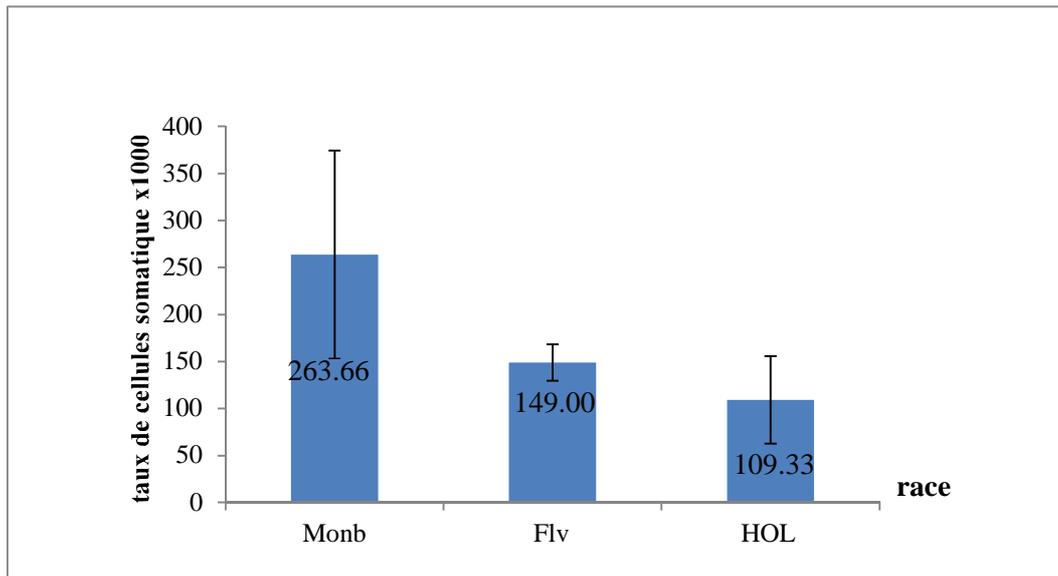


Figure n°19 : Variation des cellules somatiques du lait en fonction de la race.

D'après la figure n°19, on constate que la race Montbéliarde présente un taux de cellules somatiques plus important par rapport à celle de la race Fleckveit et la Holstein.

Le comptage cellulaire, autrement dit le nombre de cellules leucocytaires présentes dans le lait, reflète l'état de santé de la mamelle d'une vache.

D'une manière générale, plus la mammite est grave et plus la composition du lait se rapproche du plasma sanguin. La mamelle lésée se comporte comme un organe d'élimination : il y a donc une diminution des molécules élaborées (lactose, caséines, lipides) et une augmentation des molécules filtrées (protéines solubles : immunoglobulines et albumines sériques, matières minérales).

La contamination du lait par ces bactéries est souvent due à une mauvaise hygiène de la traite (contamination de la mamelle par l'environnement ou par un matériel de traite mal entretenu) ou par contamination externe par l'intermédiaire d'aliments ou eau souillés.

Selon (PYÖRÄLÄ, 2003), il est admis d'utiliser un seuil de 100 000 cellules/ml pour définir un quartier sain ; et si le comptage dépasse 200 000 cellules/ml, la suspicion d'infection est très forte.

Le nombre de cellules dans la majorité des résultats obtenus, ne dépassent pas les 200 000 cellules/ml sauf pour la Montbéliarde qui prennent des valeurs supérieures et cela peut être expliqué par la prolifération des microorganismes lors de la traite avec le chariot trayeur, le non-respect des conditions d'hygiène.

De nombreux facteurs influencent le nombre de cellules dans le sang, même si la principale cause de variation reste le statut infectieux de la mamelle, (**Serieys. 1997**) a constaté que la numération cellulaire varie en fonction :

- de l'âge et du numéro de lactation : les concentrations cellulaires sont plus faibles chez les primipares que chez les multipares,
- du stade de lactation : les concentrations sont multipliées par 2 ou 3 entre le début et la fin de la lactation et elles sont les plus faibles entre le 15^e et le 75^e jour après le vêlage,
- du niveau de production laitière : plus la production laitière est importante, plus la concentration cellulaire est basse, ceci s'explique par un effet de dilution et également par le fait qu'une réaction inflammatoire entraîne une baisse de production laitière,
- de la saison : les numérations les plus faibles apparaissent en hiver et les plus fortes en été

Il existe également des variations mensuelles, quotidiennes (**Badinand,1994**). En ce qui concerne l'environnement et les conditions de traite, ces facteurs ne semblent jouer qu'un rôle mineur dans les variations cellulaires.

2. Effet du système d'élevage sur la composition physico-chimique du lait et son aptitude à la coagulation :

Tableau n°XI : Analyse statistique par le test t de STUDENT des différents paramètres du lait entre les deux systèmes (intensif et extensif).

Variable	Moy S .intensif ± EC	Moy S. extensif ± EC	ddl	P
Acidité(°D)	17,00±1,00	17,00±1,00	4	1,000000
Ph	6,47±0,06	6,4±0,00	4	0,124170
Densité	1029,32±0,65	1031,3±1,15	4	0,058265
MG(g/l)	39,43±3,86	40,00±6,18	4	0,899409
ESD(g/l)	73,60±3,56	80,23±2,96	4	0,068510
EST(g/l)	113,03±7,26	120,23±3,47	4	0,196642
MAT	32,62±0.81	35,42±1,39	4	0,040040
Protéine (g/l)	30,38±0,65	32,80±1,15	4	0,034496
caséines	27.99±0.46	30.92±1.24	4	0,018652
NNP	2,23±0,16	2,62±0,35	4	0,155150
NST	1.87±0.30	2.39±0.09	4	0,046645
CSS x1000	174,00±80,14	22,00±4,58	4	0,030514
P .congélation	-0 ,489±0,02	-0,536±0,02	4	0,055224
Lactose	45,80±0,97	48,10±3,95	4	0,383783
TCPrésure (s)	18,78±6,92	11,57±1,01	4	0,146555
TCPepsine (s)	31,48±9,71	24 ,51±1,09	4	0,284524

(En rouge les paramètres correspondant aux valeurs de probabilité significatives p<0,05) ; P :probabilité ;ddl :degré de liberté ;Ec-type :Ecart-type ;Moy :moyenne. ;(en rouge les paramètres correspondant aux valeurs de probabilité significatives p<0,05).

Le tableau n °XI nous indique que l'effet du système d'élevage est significatif (p<0,05) sur le taux de matière azotées totales (**MAT**), taux de protéine, caséines, NST ainsi que le taux des cellules somatiques.

L'effet de l'élevage implique un ensemble d'aspects de la conduite d'élevage dans les différentes exploitations. Il comprend l'alimentation qui est le facteur prédominant dans la variation de la production et la composition du lait, l'abreuvement, la maîtrise de la traite, le tarissement, et l'hygiène.

L'effet élevage est le second facteur important dans cette étude. Il est significatif ($p < 0,05$) sur les facteurs suivant : MAT, protéines cellules somatiques (**tableau n° XI**).

2.1. Influence du système d'élevage sur le taux protéique :

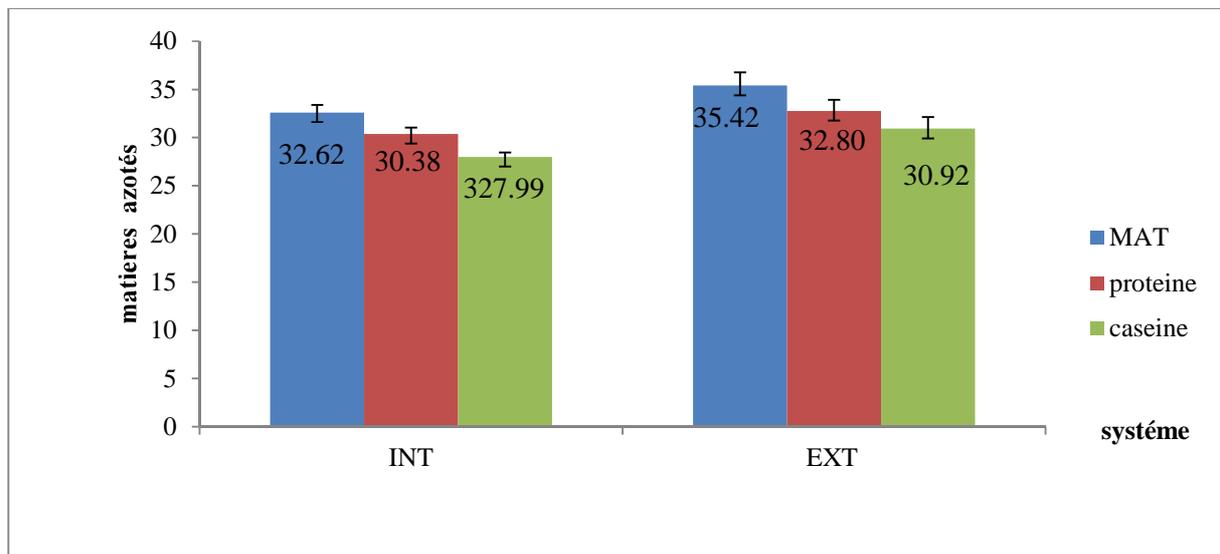


Figure 20 : variation du taux protéique, MAT et caséine en fonction du système d'élevage

L'effet d'élevage a été important sur la variation de la composition chimique du lait analysé dans les différents échantillons. C'est au niveau des élevages extensifs que l'on retrouve le meilleur taux de protéines (35.42 ± 1.15 g/L), par rapport au système intensif. Ces valeurs se trouvent cependant dans l'intervalle des normes attendus par **Vierling (1999)**, qui estime la teneur en protéine dans un litre de lait de vache entre 31.8 et 38.2g/l.

Les résultats trouvés peuvent être expliqués par la conduite d'élevage semblable et la pratique du pâturage sur de longues périodes (la nuit en été et le jour au printemps) qui ont eu un effet significatif sur la richesse du lait en protéines. Selon **Coulon (1991)** la mise à l'herbe s'accompagne d'une augmentation considérable du taux protéique (+ 3 g/l en moyenne entre le mois d'avril et de mai), témoin d'une alimentation hivernale déficiente, en particulier du point de vue énergétique. L'augmentation du taux protéique à la mise à l'herbe est, en effet, un bon indicateur de la conduite alimentaire hivernale.

D'après **Cayotet Lorient (1998)**, la teneur en protéines totales du lait de vache varie entre 32 à 35g/l. Vue cette figure, la valeur de MAT du lait entre dans l'intervalle des valeurs données par cet auteur. Cette légère diminution protéique dans le système intensif par rapport au système extensif, pourrait être expliquée par l'état sanitaire des animaux et/ou la présence des cellules somatiques dans le lait. Selon **Amiot *et al.* (2002)**, l'inflammation de la mamelle affecte la synthèse de la protéine « caséine », les protéines solubles et le pH augmentent en raison de leur passage du sang vers le lait. Dans le fromage, on aura donc une baisse de rendement fromager et dans le lait de consommation une baisse de la durée de vie.

2.2. Effet du système d'élevage sur le taux de la matière grasse :

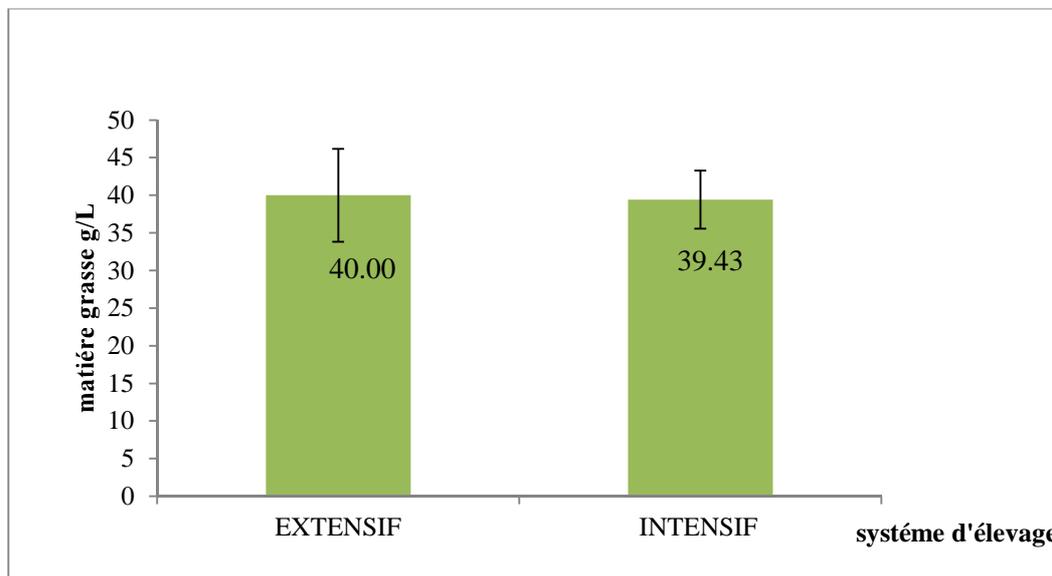


Figure n° 21: Variation de la matière grasse du lait en fonction du système d'élevage

La figure n°21 montre qu'il existe une légère variation entre les deux systèmes (intensif et extensif) dans la composition en matière grasse et cela est dû à de différents paramètres dont on cite : la race, l'alimentation, la traite.

Le taux de matière grasse est supérieur dans le système extensif (40g/l) comparé au système intensif avec une valeur de (39.4g /l)

Le bovin conduit par le système extensif, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage (**Adamou *et al.*, 2005**). Et dans le système intensif sur les concentré, ray gras, ensilage. **Pomies *et al.*, (2000)** ont montré que le taux butyreux du lait est plus important chez les vaches qui pâturent pendant l'été que chez celles qui sont gardées

dans des abris (+3,4g /kg).

Agabriel et Coulon (1991) rapportent que la plupart des travaux expérimentaux dont **Demarquilly et Journet 1962 ; Decaen et Ghadaki 1970 ; Coulon et al., (1986)** mettent en évidence une augmentation du taux butyreux à la mise à l'herbe sauf lorsque l'herbe offerte est très jeune et de transition rapide.

Les taux butyreux élevés, dans le système extensif peut aussi être expliqués par la concentration de la matière grasse dans le lait, car la stimulation de l'éjection du lait se fait par la tété du veau ; c'est-à-dire le veau consomme environ 2 à 3 litre du premier lait, le moins riche en matière grasse, d'après **Hoden et Coulon (1991)** rapporté par **Rulquin et al., (2007)**, le taux butyreux est un critère relativement variable d'un jour à l'autre, il est fortement lié à la traite, son niveau augmente de 1 à 10g/l entre le début et la fin de traite.

2.3. Effet du système d'élevage sur la densité :

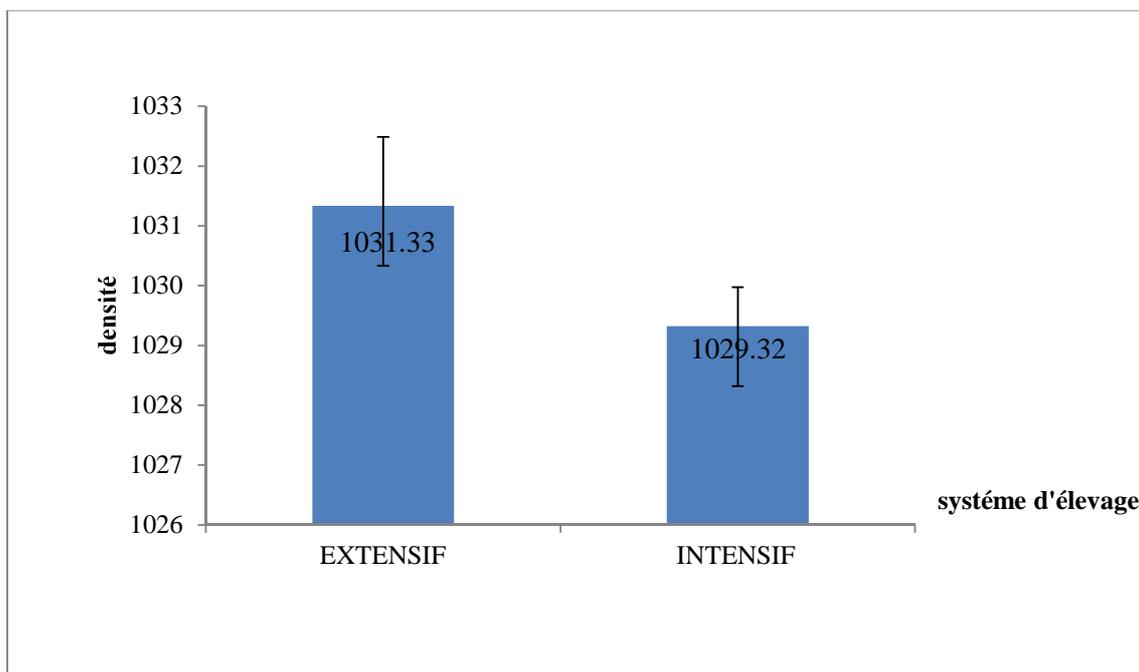


Figure n°22 : Variation de la densité du lait en fonction du système d'élevage

La figure n°22 montre une variation de la densité dans les deux systèmes (intensifs et extensifs) et indique une densité plus élevée en faveur de la race locale conduite dans le système extensif avec une valeur 1031.33.

D'après **Mathieu (1998)**, la densité dépend de la teneur en matière sèche et en matière grasse. La densité du lait varie selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension, et elle est inversement proportionnelle au taux de matières grasses (**Pirisi, 1994**). C'est ainsi qu'un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1035 (lait de vache). De même l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1 (densité de l'eau), mais un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale (**Pirisi, 1994**).

La densité du lait collecté sont dans les normes, par rapport à la valeur indiquée par **Vignola, 2002** qui est de 1028 à 1032, selon **Mathieu (1998)**, la masse volumique du lait est fonction de sa composition, elle varie avec la teneur en matières sèches dégraissées, certains laits riches en matière grasse ont une masse volumique égale ou inférieure à 1,027.

2.4. Effet du système d'élevage sur l'EST et l'ESD :

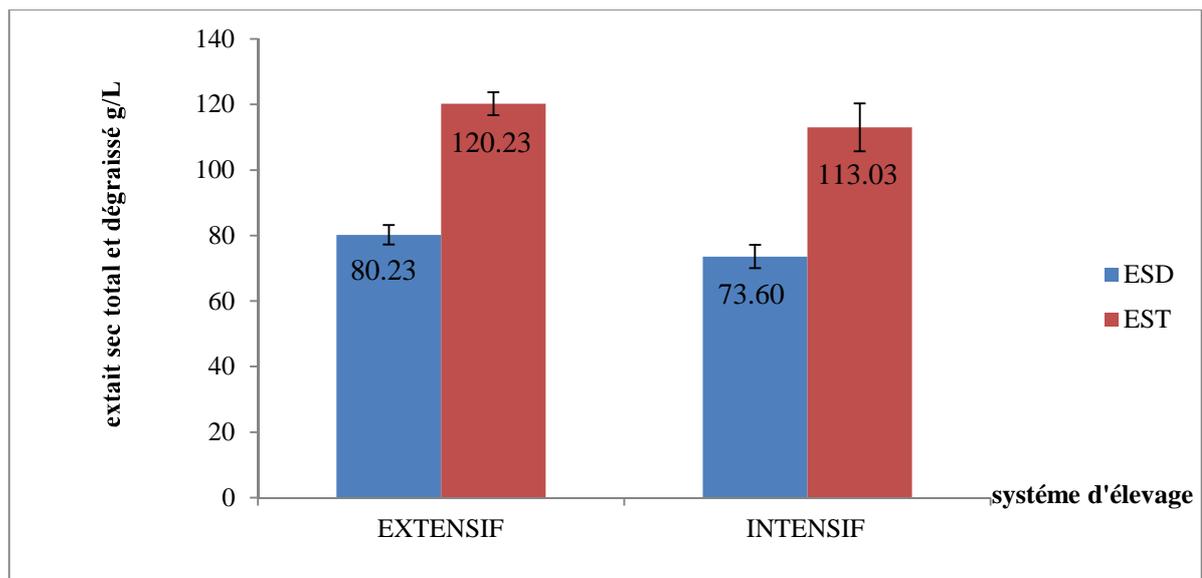


Figure n° 23: variation de l'EST et l'ESD du lait en fonction du système d'élevage

La figure n°23 montre une différence du taux d'EST et d'ESD dans les deux systèmes avec des valeurs plus importantes respectivement de 120,23g/l et de 80,32g/l dans le système extensif par rapport à celles du système intensif avec des valeurs de 113,03 g/l et de 73,60g/l.

La variation de l'ESD et L'EST dans les deux systèmes (intensif et extensif) est en relation directe avec l'alimentation des vaches, cela est confirmé par **Coulon et al., (1991)**,

l'augmentation de l'ESD est en relation direct avec le TP et le TB qui sont eux-mêmes en fonction de l'alimentation.

2.5. Influence du système d'élevage sur le temps de coagulation :

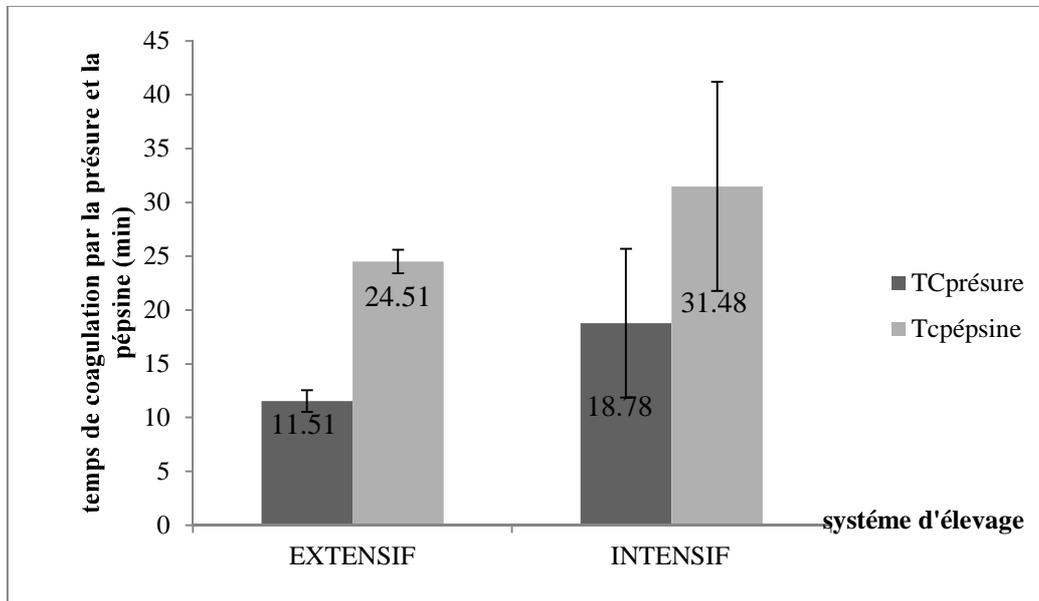


Figure n°24: Variation du temps de coagulation par la présure et la pepsine ovine en fonction du système d'élevage.

La figure n°24 illustre les variations entre les temps de coagulation avec la présure et la pepsine ovine dans les deux systèmes (intensif et extensif).

Le temps de coagulation est plus court donc plus apprécié par la présure ainsi que par la pepsine ovine dans le système extensif, cela est dû essentiellement à la richesse du lait de la race locale en protéine et en caséine.

2.6. Effet des cellules somatiques sur la qualité du lait de vache :

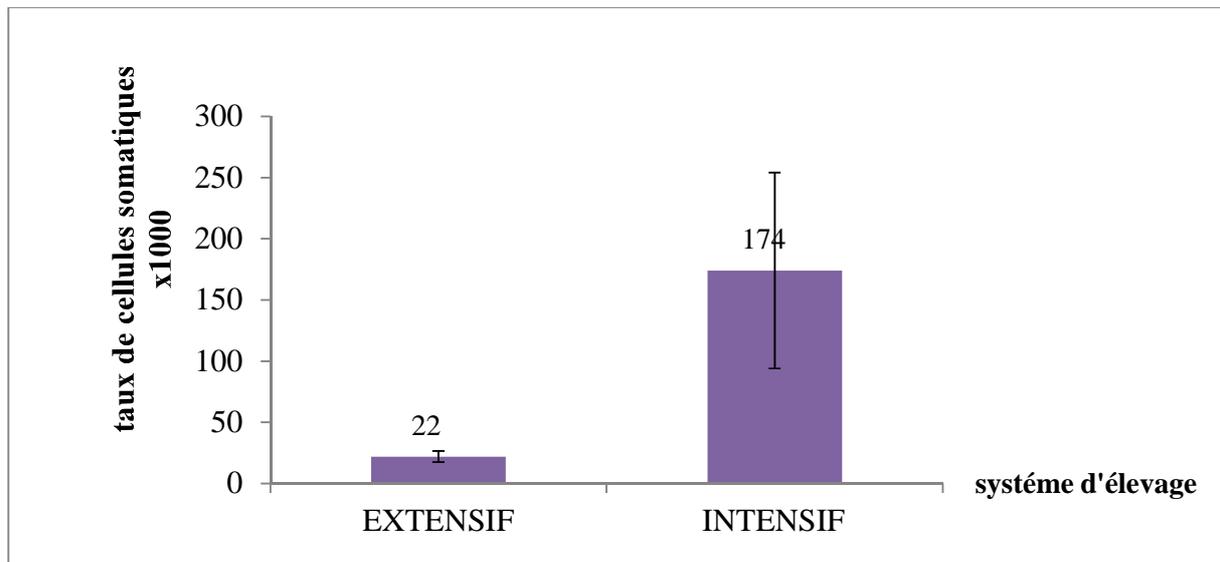


Figure n°25 : Variation des cellules somatiques du lait en fonction du système d'élevage

D'après la figure n°25 on constate le système d'élevage influence aussi le taux de cellules somatiques dans le lait.

Les résultats obtenus ne dépassent pas le seuil de 100 000 ce qui confirme le bon état de ces vaches malgré les conditions d'élevages difficiles cela est du principalement à la rusticité de la race et sa résistance aux infections, aussi peut être lié à la traite (traite manuelle)

La contamination du lait par ces bactéries est souvent due à une mauvaise hygiène de la traite (contamination de la mamelle par l'environnement) ou par contamination externe par l'intermédiaire d'aliments ou eau souillés.

En plus de ces paramètres on constate aussi que le facteur génétique influence aussi sur le taux de cellules somatique dans le lait et cela est démontré dans la comparaison des deux systèmes d'élevages. On remarque que dans le système extensif (conditions d'élevages difficiles) qui comprend la race Brune de l'Atlas connue pour sa rusticité résiste mieux aux infections que les races conduites dans le système intensif où les conditions d'élevage sont favorables.

D'après **Yakhlef (1989)**, à l'inverse des races importées les troupeaux de races locales sont particulièrement rustiques, s'adaptent bien aux conditions difficiles du milieu et

possèdent des qualités d'élevage indiscutables.

3. Test de réductase :

Ce test donne une idée de la quantité de germes présents dans le lait, de leur activité et de leur vitesse de multiplication. Il permet d'identifier des différences de niveau de contamination du lait et de mettre en évidence des problèmes éventuels d'hygiène notamment du matériel et de la traite.

Les germes présents dans le lait et actifs à 37 °C (température du bain-marie pendant le test) consomment l'oxygène dissout dans le lait. Le bleu de méthylène se décolore quand le milieu s'appauvrit en oxygène. Le temps de décoloration du bleu de méthylène donne ainsi une mesure du niveau de contamination du lait:

Décoloration rapide = beaucoup de germes dans le lait à activité élevée.

Quelques repères selon **Joffin, 1992**:

- Lait très contaminé = moins de 2 heures
- Lait contaminé = entre 2 et 4 heures
- Lait faiblement contaminé = plus de 4 heures

Une décoloration trop rapide du bleu par rapport à un temps de réduction normal moyen établi sur l'exploitation doit déclencher un contrôle de l'hygiène notamment du matériel et de la traite.

Les résultats obtenus lors du test de réductase au bleu de méthylène indique un temps de décoloration supérieure à 4 heures alors on constate que le lait de vache est de bonne qualité microbiologique et riche en flore lactique.

Cela est confirmé par **Larpen, 1970; Guiraud, 1998**) : La décoloration du bleu de méthylène par le lait de vache analysé a eu lieu après une durée supérieure à 4 heures. Ce lait est par conséquent de bonne qualité bactériologique. Il renferme moins de $2 \cdot 10^6$ germes /ml. La décoloration du bleu de méthylène est due au métabolisme bactérien et sa rapidité est directement proportionnelle au nombre de germes.

Conclusion

générale

Conclusion

Le cheptel local occupe 40 % de la production laitière nationale .La quantité de lait étant un caractère mesuré par plusieurs travaux, face au jugement négatif porté envers cette Population et face à la méconnaissance de ses aptitudes à la coagulation, nous avons jugé utile de porter notre contribution par le biais de ce travail.

L'objectif visé par cette étude est d'une part de déterminer les facteurs de variations dans la composition physicochimique et la qualité du lait et d'autre part son aptitude à la coagulation, dans deux systèmes d'élevage intensif et traditionnel (extensif).

L'étude a été effectuée dans l'exploitation de Draa Ben Khedda représentant le système intensif sur trois races importées (Montbéliarde, Holstein et Fleckvieh) comparé à un système traditionnel qui comprend la race locale (la Brune de l'Atlas) dit extensif.

Nous nous sommes intéressés à la détermination de sa qualité nutritionnelle qui représente un grand intérêt pour sa consommation et repose essentiellement sur sa teneur en matières utiles ; matière grasse et de matière protéique, ces deux critères étant directement liés à la densité et à la matière sèche, mais aussi à l'état sanitaire de l'animal, ainsi déterminer son aptitude fromagère en calculant son temps de coagulation avec la présure commerciale et l'un de ses succédané :la pepsine ovine.

L'ensemble des résultats obtenus confirme en effet la variabilité de la composition des laits et permet de faire les observations suivantes :

D'une part, l'effet du facteur race étudié au niveau d'une exploitation étatique sur 3 vaches importées a montré que ce facteur a effectivement un effet significatif sur l'aptitude à la coagulation qui est en faveur de la race Montbéliarde. Néanmoins, ce facteur a induit aussi des différences sur les autres paramètres physicochimiques qui ne sont pas négligeables notamment sur les taux protéiques et butyreux qui sont en faveur de la race Fleckvieh.

D'autre part l'effet du facteur système d'élevage qui englobe de nombreux critères principalement l'alimentation, l'environnement, conduit d'élevage, mode de la traite et sa fréquence etc...

Le lait issus de la race locale est de meilleure qualité physico-chimique avec un TP de 32.80g/l, et un TB de 40.00g/l, densité de 1031.3, ESD égale à 80.2g/l et EST égale à 120.3 /l

par rapport à la moyenne des races importées avec un TP de 30.38g/l et un TB de 39.4g/l et une densité de 1029.3, ESD de 73.6 g/l et EST de 113.03g/l.

le temps de coagulation par la présure et par la pepsine ovine est plus court chez la Brune de l'Atlas par rapport à d'autres races ce qui explique la richesse du lait en protéines et en caséines .

En plus des résultats des analyses physico-chimiques, l'évaluation du taux de cellules somatiques a confirmé la rusticité de la race Brune de l'atlas et son pouvoir à résister aux infections et aux conditions d'élevage difficiles. Actuellement cette race si elle ne pourrait pas concurrencer la race importée recèle des potentialités à encourager à la qualité de lait.

Les résultats obtenus sont encourageants et méritent d'être suivis, toutefois dans l'avenir cette étude pourra être reprise et complétée par d'autres analyses approfondies, ainsi on préconise comme perspective:

- Continuer les analyses en évaluant les teneurs en minéraux, surtout le Calcium et phosphore.
- Etudes approfondies sur la ration alimentaire des différentes races bovines ;
- Promouvoir l'élevage d'animaux issus de la race locale pour la préserver ;
- Multiplication des croisements entre races locales et races importées avec suivi des performances des produits de croisements par un organisme bien structuré formé de spécialistes (zootechniciens, vétérinaires, technologues etc...) qui sera suivi par la suite par une sélection bien orientée de notre cheptel local ;
- La motivation technique et économique des éleveurs, notamment ceux qui détiennent des animaux de race locale.

Références

bibliographiques

A

Agabriel, G., Coulon, J.B., Marty, G., Cheneau, N., 1990. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. INRA Prod, Anim., 3(3), 137-150.

AFNOR, 1986. Contrôle de qualité des produits laitiers, Paris, AFNOR, 220p. A margilio, 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers, analyses pSV physiques AFNOR, ITSV, 3^{ème} éd, 1030p.

Alais, 1984. science du lait : principes et techniques laitieres.

Alais C., Linden G., Mielo L., 2008 .Abrégé en biochimie alimentaire .Paris ,Dunod, 260p.

ALAIS, C. (1974) Science du lait ; principes des techniques laitières, 3^{ème} ed., Publicité Sep, 807p

Alais C., 1975. Principe des techniques laitières. *Science du lait*. La maison Rustique, Paris pp. 616-639.

ADAMOUCHE S., BOURENNANE N., HADDADI F., HAMIDOUCHE S., SADOUD S., 2005. Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie? Série de Documents de Travail N° 126 Algérie - 2005.

Auld M.J., Mullins C., O'riera., O'kenney B.T., Guine T., 2002. Effect of cow breed on milk coagulation properties, *milchwissenschaft*, Vol.57, pp.140-143.

Amiot J., Fournier S., Leboeuf Y., Paquin P. et Simpson R. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait pp, in Science et technologie du lait transformation du lait coordonnateur Vignola C.C, Fondation de technologie laitière du Québec 395P.

Amiot J., Fournier S., Leboeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H., (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait *In Vignola C.L*, Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).

Alais C. (1974) Science du lait principes des techniques laitières. 3^{ème} édition 807P.

ALAIS C., (1984). Sciences du lait, principes des techniques laitières, 4^{ème} édition, SEPAIC, 818 p.

Alais C., 1984., Science du lait, principes des techniques laitières. Ed.sepaic.paris.68P.

Alais C., Linden G., Mielo L., 2003. Biochimie alimentaire : Abrégé. Dunod, Paris, 250p.

Amiot J., Fournier S., Leboeuf Y., Paquin P., Simpson R., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, In: Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p.

Agabriel C., Coulon J.B., Marty G., 1991. Facteurs de variation du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : Etude dans les exploitations des alpes du nord. *INRA Prod. Anim.*, Vol 4, n° 2, p.p. 141- 149.

Agabriel C., Coulon J.B., Journal C., De Rancourt B., 2001. Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du massif central. *INRA Prod.Anim.*, vol. 14, n° 2, p.p. 119- 128.

Araba A., 2006. L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait : Comment augmenter les taux butyreux et protéiques du lait. Transfert de technologie en agriculture, n° 142, p.p. 1-3.

Alais C., 1984. Science du lait, principes des techniques laitières. Sepaic. Paris. 68p.

Agabriel C., Coulon J.B., Marty G., Cheneau N., 1990. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache : Etude dans des exploitations de Puy- de-Dôme. *INRA prod. Anim.*, 3 (2), p.p. 137 – 150.

Alais C ., 2003. Abrégé en biochimie alimentaire. Paris, Dunod, 250P

B

BENCHARIF A., 2001. Stratégies des acteurs de le filières lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et dernies en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B 32/ 25-45.

Bernadette O., Ryan G., Meaney W.J., Mcdonagh D., Kelly A., 2002. Effect of frequency of milking on yield, composition and processing quality of milk. *J. Dairy Res.* 69, p.p. 367-374.

Benaicha L., Sahi., influence de la race sur la composition du lait bovin. Essai de fabrication d'un fromage avec un succédané de présure (pepsine ovine).*Mem.Ing.Agro.*, institut national agronomique, El Harrach (Alger).141p.

Barash H., Silanikove N., Shamay A., Ezra E., 2001. Interrelationships among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. *J. Dairy Sci.* 84, p.p.2314-2320.

BRULE, G., LENOIR, J., et REMEUF, F. (1997) La micelle de caséine et la coagulation du lait

C

CAYOT, P., et LORIENT, D., (1998) Structures et techno-fonctions des protéines du lait. Technique et documentation Lavoisier, 363 p.

CHOISY C., DESMAZEAUD M., GRIPON J. C., LAMBERET G. et LENOIR J.

(1997). La biochimie de l'affinage in « Le fromage, Eck, A., et Gillis J.C.(coordonnateurs),

pp : 87-161, 3ème édition, Lavoisier Tec. & Doc. 891 p.

CATTANEO T.M. P., NIGRO F., MESSINA G. and GIANGIACOMO R. (1994).

Effect of an enzymatic complex from pineapple pulp on the primary clotting phase. *Milchwissenschaft*, 49, 269–272.

CORDEIRO M., JAKOB E., PUHAN Z., PAIS M.S. and BRODELIUS P. (1992). Milk clotting and proteolytic activities of purified chymosins from *Cynara cardunculus*—comparison to chymosin. *Milchwissenschaft*, 47, 683–687.

Coulon J.B., 2005. Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. INRA, Prod. Anim. Vol. 18, n°1, PP. 49-62.

Coulon J.B., Remond B., 1991. Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apport nutritifs. INRA. Prod. Anim. 4 (1) : 49-56

Cauty I., Perreau J.M., 2003. La conduite du troupeau laitier. Paris, France agricole. 288p.

Croguennec T., Jeantet R., Brule G., 2008. Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Paris, Lavoisier, 161p.

Chillard Y., Ferlay A., Doreau M., 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, Trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 49, p.p. 181-205

Christian et Jean-Noël JOFFIN 1992. Microbiologie alimentaire et Bordeaux, centre régional de documentation pédagogique 208p

CLAVERIE-MARTÍN F. and VEGA-HERNÁNDEZ M.C. (2007). Aspartic Proteases Used in Cheese Making; In « Industrial Enzymes » ed Polaina and A.P. MacCabe, Springer.

Cauty I., Perreau J. M., 2003. La conduite du troupeau laitier. Paris, France agricole. 288p.

Cooper J.B., Hargrove G.L., 1982. Age and month of calving adjustments of Holstein protein, milk and fat lactation yield. *J. Dairy Sci.* 65, p.p. 1673-1678.

Coulon J.B., 1991. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA. Prod. Anim.* Vol. 4, n° 4, p.p. 303-309.

Coulon J.B., Verdier I., Pradel P., Almendra M., 1998. Effect of lactation stage on the cheesemaking properties of milk and the quality of Saint-Nectaire type cheese. *J. Dairy Res.*, n° 65, p.p. 295-305.

Craplet C., Thibier M., 1973. La vache laitière. Deuxième édition, Vigot Frères, 720p

D

DALGLEISH D.G. (2007). The casein micelle and its reactivity. *Lait* (87): 385-387

DALGLEISH D.G. et CORREDIG M., 2012. The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*; 3:449–467

Desmazeand M., Spinnler E., 1998. Enzymes en agro-alimentaire. Lait et produits laitiers. Lavoisier, Paris, p. 336.

Debry G.,2007. Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation – Lavoisier, Paris, 566p.

E

Ernstrom C.A. (1983) Milk clotting enzymes and their action in fundamentals of dairy

chemistry. Webb B.H., AH. Johnson and J.A. Alford . The Avi Publishing company Inc. 2nd Edition. PP 663-718.

EDDEBBARH A., 1989. Systèmes extensifs d' »levage bovin laitier. Option Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéennes n° 6, 123-133.

Enjalbert F., 1993. Alimentation et composition du lait de vache. *Point Vét.* 25 (156), p.p. 769-778..

El-Bendary M. A., Moharam M. E., Ali, T. H., 2007. Purification and characterization of milk clotting enzyme produced by *Bacillus sphaericus*. *Journal of Applied Sciences Research*, 3, 695- 699.

Edima C. H., 2007 *Carnobacterium maltaromaticum*: Caractéristiques physiologiques et potentialité en technologie fromagère, Thèse de Doctorat INPL-Nancy.

EGITO A.S., GIRARDET J.M., LAGUNA L.E., POIRSON C., MOLLE D.,Faverdin P., M'Hamed D., Rico-Gomez M., Verite R., 2003. La nutrition azote influence l'ingestion chez la vache laitière. *INRA., Prod. Anim*, vol. 16, n° 1, p.p. 27-37.

F

Fadyloglu S., 2001 : Immobilization and characterisation of ficin. *Nahrung / Food*, 45(2): 143-146.

FAO, 1998 : lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Alimentation et nutrition .n.28.271P.

Froc J., Gilibert J., Daliphar T., Durand P., 1988. Composition et qualité technologique des laits des vaches Normandes et Pie- Noires : effet de la race. *Inra.Prod.Anim.*, 1, P.P.1

Fredot E., 2006. Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Paris, Lavoisier, 397p

G

GAUCHERON F., FAMELART M.H., MARIETTE F., RAULOT K., MICHEL F., LEGRAET Y., 1997. Combined effects of temperature and high-pressure treatments on physicochemical characteristics of skim milk. *Food Chem.*; 59:439–447.

Grapin 1992 . Etude des laits de chèvres teneur du lait de chèvre en matière grasse ,matières azotées ,et fractions azotées ,matières azotées du lait ,117-133

Gautier (J-A),1961. Fiche technique d'analyse bromatologique paris, société d'éd d'enseignement supérieur, 395p.

GOURSAUD J. (1992). Coagulation Enzymatique du Lait ; In « Biotechnologie ». Ed. Tec. Doc, Lavoisier, Paris.

Green M.L., 1977: Review of the progress of science : milk coagulants. *J. Dairy res.*, 44: 159 – 188.

Guéguen et Journet., 1961. In Lait, nutrition et santé. Debry G., 2006. Ed : tec et doc Lavoisier Paris . 566 P.

H

HEIMGARTNER U., PIETRZAK M., GEERTSEN R., BRODELIUS P., DASILVA FIGUEIREDO A.C. and PAIS M.S.S. (1990). Purification and partial characterization of milk clotting proteases from flowers of *Cynara cardunculus*. *Phytochemistry*, 29, 1405–1410.

Hassainyia J., Padilla M., Tozanlis., 2007. Lait et produits laitiers en méditerranée : des filières en pleine restructuration. Ed karthala. Paris. 380p

Hoden, A et Coulon, J.B., 1991. Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod, Anim.*, 4(5), 361-367.

J

Jensen S.K., Johannsen A.k.,Hermansenn J.E., 1999. Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, beta-carotene and alpha-tocopherol into cow's milk.*J.Dairy Res.*, 66, p.p. 511-522

K

Kim S. Y., Gunasekaran S., Olson N. F., 2004. Combined use of chymosin and protease from *Cryphonectria parasitica* for control of meltability and firmness of cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 87, 274-283.

Kim H., Hardy J., Novak G., Ramet J.P. ET Weber W. (1982). Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rom, ISBN, FAO 15 (50 page).

Kerst S., Christopher H.K., 1997. Effect of unilateral once or twice daily milking of cows on milk yield and udder characteristics in early and late lactation. *J. DairyRes.* 64, p.p. 487-494.**VIGNOLA C.L., (2002)**. Science et technologie du lait ; édition Montréal, 600 p.

L

- LI J. and DALGLEISH D.G., (2006).** Mixed coagulation of milk – gel formation and mechanism, *J. Agric. Food Chem.* 54, 4687–4695.
- LLORENTE B.E., BRUTTI C.B and CAFFINI N.O. (2004).** Purification and characterization of a milk-clotting aspartic proteinase from globe artichoke (*Cynara scolymus* L). *J. Agric. Food Chem.*, 52, 8182–8198.
- LOW Y.H., AGBOOLA S., ZHAO H. and LIM M.Y.(2006).** Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *Int. Dairy J.*, 16, 335–343.
- Lo Piero A.R. et Petrone G., 1999:** Purification and partial characterization of an ATP-hydrolysing serine protease from lettuce leaves. *Phytochem.*, 51 : 349 – 356.
- Lo Piero A.R., Petrone G. et Puglisi I., 2002:** Characterization of «lettucine », a serine-like protease from *Lactuca sativa* leaves, as a novel enzyme for milk-clotting. *J. Agric. Food. Chem.*, 50 (8): 2439 – 2443.
- ROSEIRO L.B., BARBOSA M., AMES J.M. and WILBEY R.A. (2003).** Cheesemaking with vegetable coagulants-the use of *Cynara* L. for the production of ovine milk cheeses. *Int. J. Dairy Tech.*, 56, 76–85.
- Ll oriente B.E., Brutti C.B., and Caffini N.O., 2004:** Purification and characterization of a milk-clotting aspartic proteinase from globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). *J. Agric. Food Chem.* 52 (26): 8182-8189.
- Lopez M.B., Jordan M.J., Hellin P. et Laencina J., 1996:** Technological suitability of different rennets and coagulant enzymes applied in Murciano-Granadina goat milk. International Dairy Federation,
- Luquet FM, 1985.** Lait et produits laitiers vache-brebis-chèvre : collection "science et technique agro-alimentaire".pp424.
- Labarre J. F., 1994.** Nutrition et variation du taux de matière grasses du lait de vache. *Rec. Méd. Vét*, 170, pp. 381-389
- Lerari N., Idiri S., 2011.** Effet de la race, de l'âge, et du numéro de lactation sur la qualité du lait et son aptitude fromagère. *Mém. Ing., ENSA.* 113p
- LARPENT-GOURGAUT M. , MICHAUX O. , LARPENT J. P. , DESMASURES N. , DESMAZEAUD M. , MANGIN I. , MASSON F. , MONTEL M.C. , TAILLIE Z P.,(1997).** Les ferments lactiques et bactéries apparentées in: in : «Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

M

- Mais C., 1975:** Les protides du lait, sciences du lait. Bd. SEPAIC, 3ème édition, 106-109.

MARCHIN, S.; PUTAUX, J. L.; PIGNON, F.; LÉONIL, J., 2007. Effects of the Environmental Factors on the Casein Micelle Structure Studied by Cryo Transmission Electron Microscopy and Small- angle X-Ray Scattering/Ultrasmall-Angle X-Ray Scattering. *J. Chem. Phys.*; 126: 045101–045110

Mouffok C 2007: Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister en sciences animales-Institut national agronomique INA Alger2007.

Martin B., Pradel P., Verdier-Metz I., 2000. Effet de la race (Holstein/Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Rum.* 307-317.

MICLO L., HUMBERT G. and GAILLARD J.L. (2007). Milk clotting activity of enzyme extracts from sunflower and albizia seeds and specific hydrolysis of bovine κ -casein. *Int. Dairy J.*, 17, 816–825.

MAHAUT M., JEANTET R., et BRULE G. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation, Lavoisier, 2ème tirage, 194 p.

Mahaut M., Jeantet R., Brule G., 2003. Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p.

Macheboeuf J.B., Coulon J.B., D'Hour P., 1993. Aptitude à la coagulation du lait de vache : influence de la race, des variant génétiques des lactoprotéines du lait, de l'alimentation et numéro de lactation. *INRA. Pro. Anim.*, Vol 4.n °5, p.p. 333-334.

Macheboeuf D., Coulon.B.,D'hour p.,1993. Effect of breed, protein genetic variants and feeding on cow's milk coagulation properties. *Journal of dairy research*, Vol. 60,pp.43-54.

Malossini F., Bovolenta S., Piras C., Dalla Rosa M., Ventura W., 1996. Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties.*Ann.Zootech.*, 45,p.p. 29-40.

Mistry V.V., Brouk M.J., Kasperson K.M., Martin E., 2002. Cheddar cheese from milk of Holsteins and brown swiss cows.*Michwissenschaft*, 57, p.p. 15-23

Martin B., Pradel P., Verdier-Metz I., 2000. Effet de la race (Holstein/ Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Rum.* 307-317.

Mounier1 L., Marie, M., Lensink, B.J., 2007. Facteurs déterminants du bien-être de

Mathieu J. 1998. Présentation des constituants du lait. In : introduction a la physico-chimie du lait, p 30-44.

Mathieu J.,1998. Initiation à la physicochimie du lait. Paris, technique & documentation, 220. (Guide technologique des IAA)

Mietton B., Desmazeaud M., De Roissart H. et Weber F. 1994. Transformation du lait en fromage. In : bactéries lactiques II. Edition Technique et documentation Lavoisier, paris, p. 317-355.

N

NADJRAOUI D., 2001. FAO Country pasture / Forage resource Profiles: Algeria <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria.htm>.

O

OUANEZAR M., GUYOMARC'H F., BOUCHOUX A., 2012. AFM Imaging of Milk Casein Micelles: Evidence for Structural Rearrangement upon Acidification. *Langmuir* ; 28: 4915–4919.

Öner M.D. et Akar B., 1993: Separation of the proteolytic enzymes from fig tree latex and its utilization in Gaziantep cheese production. *Lebensm. Wiss. U- Technol.*, 26 : 318 – 321.

P

PARK H., YAMANAKA N., MIKKONEN A., KUSAKABE I., KOBAYASHI H., 2000. Purification and characterization of aspartic proteinase from sunflower seeds. *Bioscience, Biotechnology*.

Pomies D., Gasqui P., Bony J., Coulon J.B. et Barnouin J., 2000. Effect of turning out dairy cows to pasture on on milk somatic cell count. *Ann. Zootech.*, 49, 39-44.

Peyraud J.L., 2000. Fertilisation azote des prairies et nutrition des vaches laitières. Conséquences sur les rejets d'azote. *INRA Prod. Anim.*, Vol. 13, n° 1, p.p. 61- 72.

Pirisi, 1994. Composition et coagulation du lait de brebis. *Lait*, Vol, 74, PP , 425-442.

PYORALA S., 2003. Indicators of inflammation in the diagnostic of mastitis. *Vet. Res.*

Pougheon S., Goursaud J., 2007. Le lait : caractéristiques physicochimiques. In : Debry G., *Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation – Lavoisier, Paris, 566p.*

Patton J., Kenny D. A., Mee J. F., O'Mara F. P., Wathes D. C., Cook M., Murphy J. J., 2006. Effect of milking frequency and diet on milk production, energy balance, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, p.p. 1478-148.

R

Ramet J.P., (1997). Les agents de transformation du lait *in* Le fromage, 3eme édition,

PARK S.-Y., NIKI R., SANO Y., 1999. Size effects of casein micelles on rennet gels in the presence of β -lactoglobulin. *International Dairy Journal* 9: 379-380.

RENAULT C., GASTALDI E., CUQ J. L., TARODO de la FUENTE B., 2000. Effect of temperature of milk acidification on rennet gel properties. *Journal of Food Science* 65(4): 630-634.

ROUPAS P., 2001. On-farm practices and post farmgate processing parameters affecting composition of milk for cheesemaking. *The Australian Journal of Dairy Technology* 56(3): 219-232.

RAMET J.P. (2006). Les Agents De La Transformation Du Lait ; in : « Le fromage » éd. Eck et Gillis. Technique et Documentation, 3ème éd., Lavoisier, Paris.

RAMET J.P. (1993). La Technologie des Fromages au Lait de Dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude FAO, production et santé animale, 113, Rome.

Reps A., Jedrychowski L., Wisniewska K., Jankowska A., 2006. Application of a coagulating preparation obtained with *Rhizomucor miehei* in cheesemaking. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5, 97-101.

Ray D.E., Halbach T.J., Armstrong D.V., 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *J. DairySci.* 75, p.p. 2976-2983.

Rémond B., Journet M., 1971. Alimentation des vaches laitières avec des rations à fortes proportions d'aliments concentrés. In : quantités ingérées et production laitière. *Ann. Zootch.*, n°20, p.p. 169- 184.

Rémond, B.,1997. Effects of milking three times in 2 days for 3 weeks in early lactation or in the declining phase on milk production in primiparous and multiparous dairy cows. *Ann.Zootchni.*, 46, 339-348.

Rulquin, H., Hurtaud, C., Lemosquet, S., Peyraud, J.L., 2007. Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 20 (2), 163-176. E-mail : henri.rulquin@rennes.inra.fr.

S

SIMÕES I. and FARO C. (2004). Structure and function of plant aspartic proteinases. *Eur. J. Biochem.*, 271, 2067–2075.

St - Gelais D., Tirard - Collet P., 2002. Fromage, In : Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse international polytechnique, Montréal.

Sebedio J.L., 2008. La matière grasse laitière : introduction science des aliments, Vol. N.1, pp.5-11.

Sauvant D., 2003. Physiologie comparée de la digestion et de la nutrition. Institut National Agronomique Paris- Grignon. Département des sciences animales.

Sebedio J.L., 2008. La matière grasse laitière : introduction science des aliments, Vol. N.1, pp.5-11.

Stoll W., 2003. Vaches laitières : L'alimentation influence la composition du lait, RAPPOSIEUX, *Agri.*, Vol. 09, N° 15, p. 19.

Stoll W., 2002. Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Rapacruel, Station fédérale de recherche en production animale.

Sollberger H., Scharen W., Collomb M., Badrtscher R., Butikofr U., Sieber R., 2004. Beitrag zur kenntnis der zusammensetzung von ziegenmilch schweizerischer herkunft. ALP Sci., 473, p.p. 1-16

Sérieys F., 1997. Le tarissement de la vache laitière. 2 ème Ed. France Agricole Paris 224 P (61-73, 139 -143).

T

Trujillo A. J., Buenaventura G., Laencina J., Lopez M. B., 2000. Proteolytic activities of some milk clotting enzymes on ovine casein. *Food Chemistry*, 71, 449-457.

Thapon J.L. 2005. Science et technologie du lait. Edition Agrocompus-Rennes : 6-77.

V

Vierling 1999., Aliment et boissons : filières et produits. Paris, Ed. doin, 271p. (Collection : science des aliments)

VIERLING, E., (1999). Aliments et boissons, filières et produits CRDP d'Aquitaine, édition DOIN, 270 p.

Vierling E., 1999. Aliment et boissons : filières et produits. Doin, Paris, 270 p. SOUKI H., (2009), Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en algérie portée et limite, *in* Revue scientifique trimestrielle de l'université mouloud Mammeri de tizi-ouzou N° 15, septembre 2009, pp 03-15

Vignola C., 2002. Science et technologie du lait. Montréal, Ecole polytechnique de Montréal, 600p.

Veissier, I., Sarignac, C., Capdeville, J. 1999. Les méthodes d'appréciation du bien-être des animaux d'élevage. INRA Prod. Anim., 12 (2), 113-121. Canada, 600 p.

W

Wolter R., 1994. Alimentation de la vache laitière. 2^{ème} édition France agricole. 235. 209p.

Y

YAKHLMF H., 1989. Analyse comparée de l'effet des politiques laitiers sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. In : le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires méditerranéens, n° 6 ,247-258.

Yakhlef H., 1989. La production extensive de lait en Algérie. Option Méditerranéennes Série Séminaires, (6) : 135-139.

Z

Zelter, Z.,1953. Le rôle nutritionnel, chez la vache en lactation, des acides acétique et butyrique formés au cours de l'ensilage. Ann. Zootechni., (43)

Webographie

A.C Vilan, 2010. La Maison du Lait, CNIEL, Centre national interprofessionnel de l'économie laitière, <http://www.cniel.com>, janvier 2010.

Anonyme, 2017. Rédaction AE 28 janvier 2017à 18h30

<http://www.algerie-eco.com/2017/01/28/lait-baisse-de-plus-en-plus-de-18-de-facture-d'importation-2016>.

Annexes

Annexes :

Annexe 01 : préparation du Substrat de Berridge :

Introduire 0,12g de CaCl_2 dans 100ml d'eau distillé, agiter quelques minutes puis ajouter 12g de poudre de lait à MG=0% homogénéiser la solution et laisser reposer 60min.

10ml du substrat de Berridge (pH 6,6) sont introduite dans un tube à essai et maintenus au bain Marie à 30°C. Le chronomètre est déclenché lors de l'ajout de 1 ml de la dilution enzymatique. Le tube est ensuite soumis à une légère rotation. Le chronomètre est arrêté dès l'apparition des premiers flocons sur la paroi du tube et le temps de floculation est noté (ALAIS, 1984). La dilution d'enzyme retenue est celle qui donne un temps de floculation compris entre 12 et 15 min. puis effectuer la dilution retenue sur le lait cru.

NB : Diluer la solution mère jusqu'à l'obtention d'un temps de coagulation compris entre 12 à 15min.

Annexe 02 : Détermination de l'acidité

Dans un bécher, 10 ml de lait sont titrés à l'aide de la soude (N/9) en présence de deux gouttes de la phénolphthaléine ; jusqu'à virage au rose persistant, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. Le degré d'acidité correspondant au volume de soude versé dans le lait elle est exprimée en degré Dornic, un Dornic (D°) = 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait.

Annexe 03 : Détermination de la densité

Dans une éprouvette de 250 ml remplie de lait bien homogénéisé, est introduit le thermo-lactodensimètre gradué. La lecture de la densité se fait directement sur ce dernier. Il est important de signaler que le thermo-lactodensimètre donne une valeur exacte pour la température de 20 °C, une correction est nécessaire si celle-ci est différente en ajoutant ou en retranchant 0,0002 par degré au-dessus ou au-dessous de 20 °C.

Annexe 04 : Détermination de taux de mouillage

Mode opératoire :

On verse dans des cuves spécifiques une petite quantité du lait puis on met la cuve dans l'appareil de mesure qui nous affiche les résultats après une durée de 5min : le taux de mouillage et le point de congélation.

Interprétation :

- Taux de mouillage > 8%: le lait est donc mouillé.
- Point de congélation : il peut varier entre -0,52 et 0°C, toute variation supérieure à -0.500°C est un indice de mouillage.

Annexe 5 : Test d'alcool

Au moyen d'une seringue rempli d'alcool au degré voulu (68° ; 72°) on verse 2ml du lait cru et 2ml d'alcool dans un bécher, on observe l'apparition ou non des flocculants aux bords des parois après agitation. Le lait de bonne qualité doit répondre négativement au test d'alcool.

Résultats :

- _ Apparition des flocculants : test positif => lait instable.
- _ Absence des flocculants : test négatif => lait stable.

Annexe 6 : Dosage de l'azote total du lait par la méthode de Kjeldahl

Le lait contient entre 32 a 35 g/l de matière azotée et 95% de l'azote est sous forme organique dans les protéines et cet azote ne peut être dosé directement. Il doit subir une minéralisation préalable. Les 5% d'azote libre correspondent à des acides aminés libres.

Mode opératoire

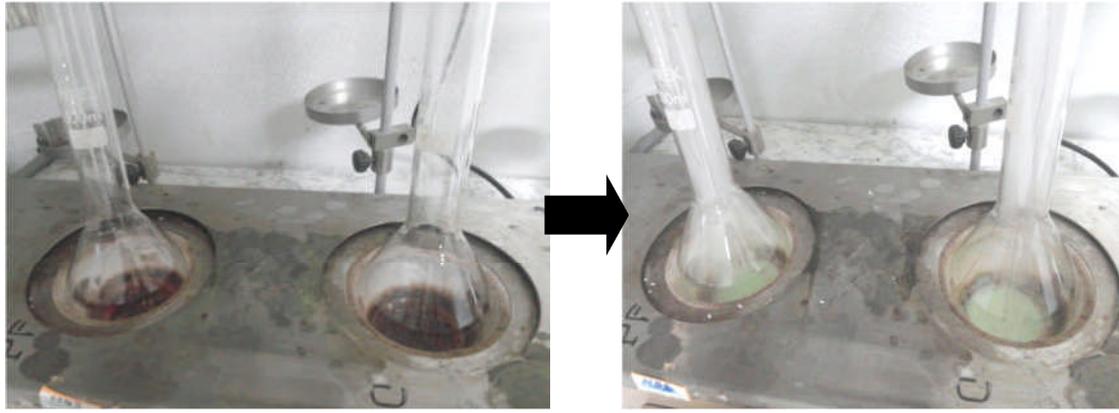
Étape 1 : Minéralisation

Si on veut doser les protéines contenues dans du lait par cette méthode, il faut procéder à une minéralisation. Pour cela il faut introduire dans un matras:

- 10 mL de l'échantillon
- 15 à 20ml d'acide sulfurique concentré
- 5g de catalyseur (100 sulfate de potassium+ 10g de sulfate de cuivre)
- quelques grains de pierre ponce

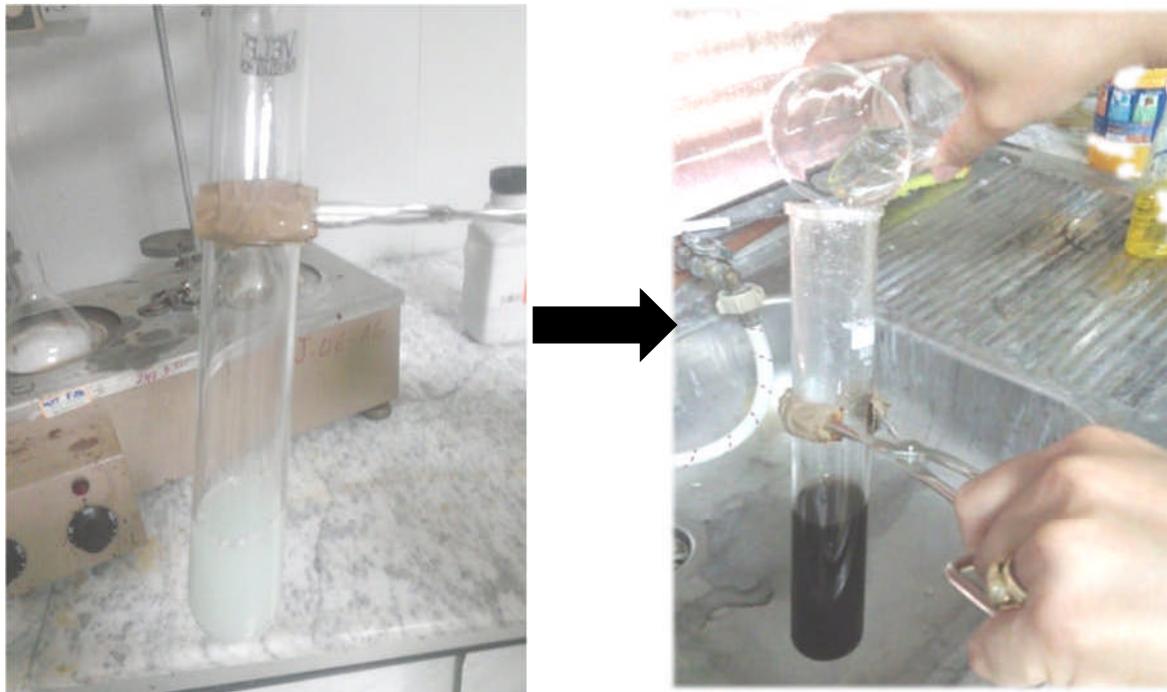
Faire chauffer sous une hotte ventilée et jusqu'à éclaircissement de la solution, maintenir l'ébullition encore une demi-heure. Laisser refroidir et introduire avec précaution 30 à 50 ml d'eau distillée.

Attention, les vapeurs de la minéralisation sont très irritantes et toxiques



Étape 2: Distillation de l'ammoniac

Avant de distiller l'ammoniac à la vapeur d'eau, on doit libérer l'ammoniac sous la forme du sel $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ par l'addition d'une solution concentrée de NaOH en excès:

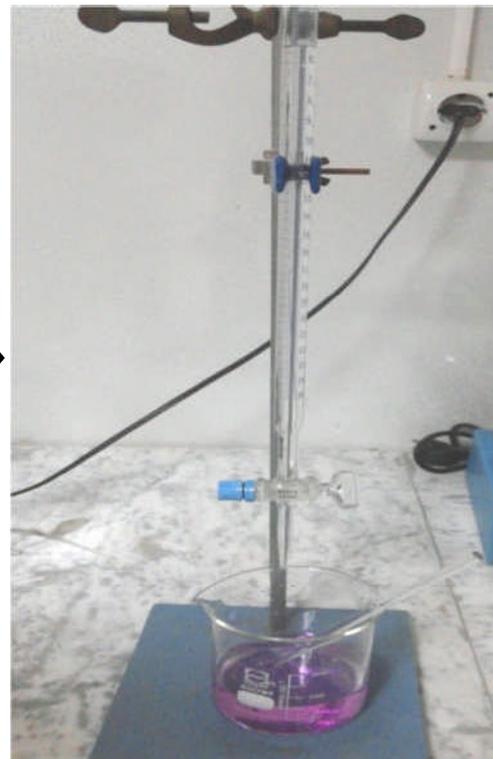
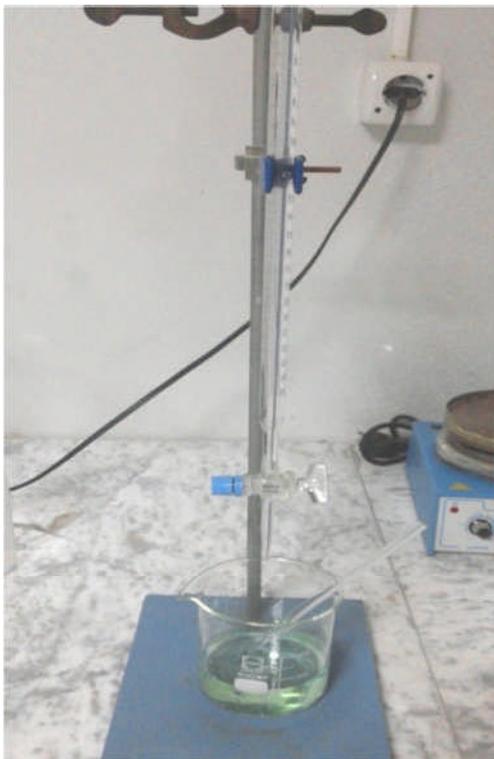


L'ammoniac est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégée dans une solution d'acide Borique et un indicateur coloré



Étape 3: Titrage de l'ammoniac

L'ammoniac sous la forme de borates d'ammonium est titré directement à l'aide d'une solution H_2SO_4 , 0.02N. La coloration doit rester stable pendant 5 minutes pour que le dosage soit terminé.



Préparation de fractions azotées :

Fractions NNP :

Dans un flacon de 50ml, 10ml de lait sont introduite et diluer jusqu'à la marque avec de l'acide trichloracétique.

Le contenu est mélangé, filtré et 20ml du filtrat sont employé pour la minéralisation.

Fractions NST :

Dans un flacon de 100ml, 10ml de lait sont introduite et dilués avec 70 à 80ml d'eau distillé. Le contenu est porté à 40°C quelques minutes puis acidifié avec 1 ml d'acide acétique à 10% et rajouté 1 ml d'acétate de sodium a 1N.

Ajuster le PH à 4.6 et filtrer avec du papier wattman. 20ml du sérum sont nécessaire pour la minéralisation en suivant la même démarche précédente pour le dosage des protéines.

Mode de calcul

La teneur en azote non protéique est donnée par la relation suivante :

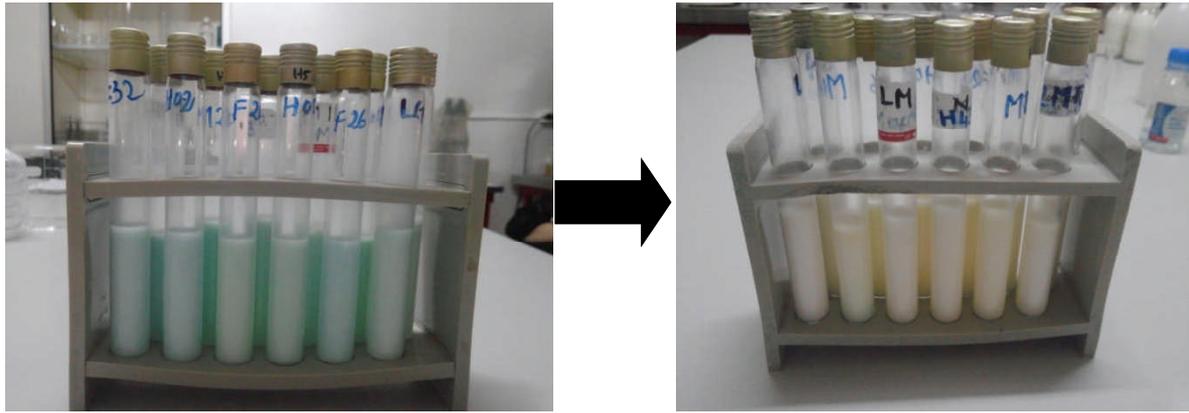
Azote non protéique en gramme par litre

$$V \times 0.00028 \times 250 \times 0.987 = 0.0691 \times V$$

Annexe 7 : Test de réductase

10ml de lait sont additionné a 1 ml de bleu de méthylène a 5% incubés à 37°C dans un bain marie réaliser un témoin avec 10 ml et 1 ml d'eau, noter le temps de décoloration.

- en moins d'1h: lait fortement contaminé (10^6 /ml)
- entre 1h à 3h : lait peu contaminé entre 10^5 et 10^6 /ml
- en plus de 3h : qualité satisfaisante (10^5 germe/ml)
- en plus de 5h : bonne qualité ($< 10^5$ /ml)



Annexe8 : comptage de cellules somatique

Principe

Le principe de mesure est la cytométrie de flux. La cytométrie de flux est basée sur le principe du passage d'un film de liquide échantillon sous une unité de comptage. Le liquide échantillon est transporté sous l'unité de comptage par un liquide de protection (sheath liquid) qui enveloppe d'une manière bien précise le fin film de liquide échantillon. Ce fin film de liquide échantillon est dû au faible diamètre de la cuvette et à la pression avec laquelle l'échantillon est pompé dans celle-ci. Le diamètre de ce film est si petit qu'il ne permet que le passage d'une cellule somatique à la fois dans la cuvette. Avant de passer dans la cuvette, un colorant est ajouté au lait et colore l'ADN des cellules. Grâce à la fluorescence développée les cellules peuvent être comptées par un photomultiplicateur.

Annexe 9 : Principe du MilkoScan™ FT120

Le MilkoScan™ FT120 est un spectrophotomètre à FTIR (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) automatique de grande capacité (120 échantillons analysés par heure). Il utilise la technologie d'absorption spectroscopique en moyen infrarouge à transformée de Fourier (capacité : 3 - 10 μm correspondant à 1000 - 5000 cm^{-1}).

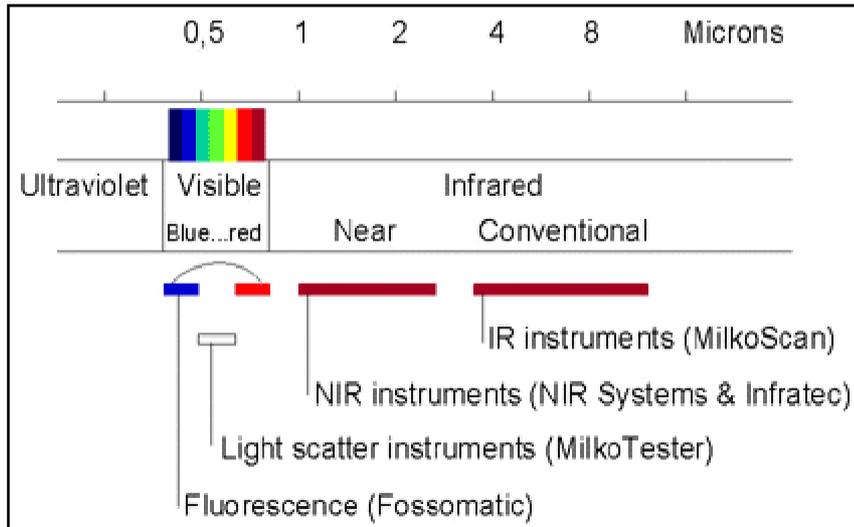


Figure: Schéma indicatif des longueurs d'ondes autour du spectre électromagnétique

Principe de mesure de l'interféromètre FTIR

L'interféromètre FTIR balaye le spectre complet du moyen infrarouge, fournissant des absorbances sur un nombre de longueurs d'ondes illimité. Les résultats sont fournis en simultané à partir du spectre complet ce qui permet de mesurer de nouveaux paramètres, et ce, même lorsqu'il s'agit d'analyser des produits laitiers complexes. L'analyse des paramètres supplémentaires devient simplement une question de calibrage.

Une fois les faisceaux divisés par le miroir semi-réfléchissant, l'appareil envoie une partie des rayons sur un miroir fixe et l'autre partie sur un miroir mobile (voir figure 9). A partir des miroirs, les rayons se réfléchissent et se recombinent avant d'atteindre le détecteur. Toutes les fréquences infrarouges passent au même moment dans l'interféromètre. Le miroir effectue de rapides et petits mouvements, ce qui permet de balayer le spectre moyen infrarouge. Le laser envoie une lumière monochromatique qui est utilisée pour déterminer avec précision la position du balayage des longueurs d'ondes

En un laps de temps court, l'interférogramme est recueilli par le spectromètre, traité par le calcul de transformation de Fourier et est converti en un spectre entier de l'échantillon.

A partir de ce stade, on retrouve à nouveau la théorie générale de la spectrométrie, de l'intensité de la lumière, de l'absorption et leurs relations avec les paramètres composants un échantillon spécifique.

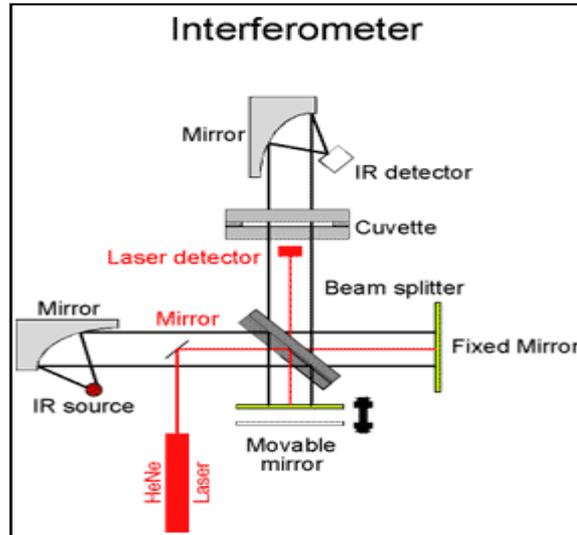


Figure 9 : L'interféromètre en image

Annexe n°10 : Caractéristique de la pepsine:

La pepsine ovine est extraite selon le protocole de **Valles et furet (1977)** elle présente une force de coagulation de 1/1714,28 et une teneur en protéine de 2ml/ml.

La présure commerciale est de marque Chy-Max de CHR Hansen Danemark.

Tableau des moyennes des paramètres physicochimiques du lait de vache :

race	N° de vache	acidité °D	Ph	densité	MG	ESD	EST	MAT	protéine	caséine	NST	NNP	lactose	P, congélation	CCS×1000	TCprésure	Tépépsine
Montbéliarde 6	M	16	6,5	1030	35,6	70,7	106,3	32,86	30,7	30.84	2.02	2,16	46,3	-0,47	136	12,15	25,23
Montbéliarde 12	M	17	6,6	1028	38,8	67,7	106,5	31,18	29,2	28.89	2.29	1,98	44	-0,468	324	10,5	21,24
Montbéliarde 20	M	15	6,4	1028	41,2	75,2	116,4	31,27	29,2	28.85	2.42	2,07	44	-0,497	331	11,46	23,04
Fleckvieh 24	F	18	6,6	1029	41,3	78,9	120,2	33,22	30,8	30.36	2.86	2,42	46,4	-0,52	157	19,1	28,22
Fleckvieh 32	F	18	6,6	1029	43,1	77,5	120,6	32,72	30,7	29.99	2.73	2,02	46,2	-0,51	163	17,18	27,1
Fleckvieh 26	F	18	6,4	1030	46,6	76,7	123,3	34,27	31,5	31.63	2.64	2,77	47,5	-0,507	127	23,41	32,02
Holstein 43	H	16	6,4	1028	34,5	67,2	101,7	31,63	29,3	29.47	2.16	2,33	44,2	-0,447	86	27,28	45,05
Holstein 5	H	17	6,4	1029,9	40,5	76,1	116,6	32,66	30,9	30.46	2.20	1,76	46,6	-0,502	163	23,34	42,06
Holstein 2	H	18	6,4	1032	33,3	72,4	105,7	33,8	31,2	31.56	2.24	2,6	47	-0,478	79	24,61	39,36
Locale G	L	16	6,4	1032	37,1	80,6	117,7	34,99	32,7	33.14	1.85	2,29	44,3	-0,551	27	10,49	25,58
Locale N	L	17	6,4	1032	35,8	83	118,8	36,99	34	35.19	1.80	2,99	52,2	-0,546	21	12,52	24,56
Locale M	L	18	6,4	1030	47,1	77,1	124,2	34,3	31,7	32.32	1.98	2,6	47,8	-0,51	18	11,54	23,4

Résumé :

L'objectif de ce présent travail est d'étudier les facteurs influençant la qualité du lait de vache et son aptitude à la coagulation issus de 12 vaches laitières, dont 9 vaches de races importées (Montbéliarde, Fleikvieh, Holstein) conduites dans les mêmes conditions d'élevage au niveau d'une exploitation publique représentant le système intensif et 3 vaches de races locales (Brun de l'Atlas) élevées dans une ferme familiale représentant le système traditionnel dit extensif. Pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à des analyses physicochimiques pour chaque échantillon, le calcul du temps de coagulation par les tests d'aptitude à la coagulation en utilisant la présure et la pepsine ovine comme agents de coagulation enzymatique, l'évaluation des cellules somatiques, et par la suite nous avons complété notre expérimentation par un test microbiologique.

Les résultats montrent que la race et le système d'élevage ont un effet significatif sur la composition du lait en matières utiles en faveur de la race Brune de l'Atlas conduite dans le système extensif avec un TP égale à 32.80 g /l, et un TB égale à 40.00g/l, par rapport à la moyenne des races importés avec un TP de 30.38g/l et un TB de 39.4 g/l .

L'effet de la race et du système d'élevage ont aussi un effet sur le temps de coagulation, il est plus court et mieux apprécié pour la race locale avec un temps de 11.5min par la présure et de 24.51min par la pepsine ovine par rapport aux races importées qui est respectivement de 18.78 min et de 31.48min .

On outre, Le nombre de cellules somatiques dans les échantillons est très faible chez la brune de l'Atlas ce qui indique son bon état sanitaire, sa rusticité et sa meilleure résistance aux infections.

Le lait analysé est de bonne qualité microbiologique, déterminé par le test de réductase.

Mots clés : lait, races importées, race locale, système d'élevage, coagulation, cellules somatiques.

Abstract :

The aim of this work is to study the factors influencing the quality of cow's milk and its ability to coagulate from 12 dairy cows, 9 imported racing cows (Montbéliarde, Fleikvieh, Holstein) conducted under the same conditions breeding at the level of a public farm representing the intensive system and 3 cows of local breeds (Brun de l'Atlas) raised in a family farm representing the traditional so-called extensive system. To achieve this objective, physicochemical analyzes were performed for each sample, calculation of clotting time by coagulation ability tests using rennet and ovine pepsin as enzymatic coagulation agents, evaluation of cells Somatic, and thereafter, we completed our experiment with a microbiological test.

The results show that the breed and the breeding system have a significant effect on the composition of the milk in materials useful for the Atlas Brown breed conducted in the extensive system with a TP of 32.80 g / l, and A TB equal to 40.00g / l, compared to the average of the imported strokes with a TP of 30.38g / l and a TB of 39.4 g / l.

The effect of the race and the breeding system also have an effect on the coagulation time, it is shorter and better appreciated for the local race with a time of 11.5min by the rennet and of 24.51min by the pepsine ovine compared to imported races which are respectively 18.78 min and 31.48min.

On the subject, the number of somatic cells in the samples is very low in the brown of the Atlas. This indicates good health, hardiness and better resistance to infections .

The analyzed milk is of good microbiological quality, determined by the reductase test.

Keywords: milk, imported races, local race, breeding system, coagulation, somatic cells.