



Projet « Renforcement des services d'appui à l'agriculture »
Volet : « Qualité des produits agricoles »

Thème

« Déterminants de la qualité du lait en Tunisie »

RAPPORT FINAL



Décembre 2011

Par

Mounir KAMOUN
kamoun.mounir@iresa.agrinet.tn

L'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur 7030 Mateur Tunisie

Table des Matières

	Page
I – Préambule	3
II - Matériels et méthodes	4
2-1- Lieu d'étude	4
2-2- Choix des éleveurs	4
2-3- Collecte des données et Analyse des échantillons	4
III- Résultats	5
3-1- Identifications des élevages	5
3-1-1- Caractéristiques générales	5
3-1-1-1- Les directeurs d'élevage	5
3-1-1-2- Taille des exploitations laitières :	5
3-1-1-3- Les cultures fourragères	5
3-1-1-4- Alimentation en eau de l'exploitation:	6
3-1-1-5- Bâtiment d'élevage :	6
3-1-2- Effectifs et races exploitées	6
3-1-3- Pratiques alimentaires	6
3-1-3-1- Conduite alimentaire	6
3-1-3-2- Ration de base	7
3-1-3-3- Ration Moyenne	7
3-1-3-4- Qualité de la ration	8
3-1-4- Production laitière	8
3-1-4-1 La production laitière permise par la ration	8
3-1-4-2- Production réelle de lait	9
3-1-5- Récolte et commercialisation du lait	9
3-1-5-1- Conduite de la traite	9
3-1-5-2- Hygiène de la traite	10
3-1-5-3- Commercialisation du lait	10
3-1-6- Conclusion	10
3-2- Etude des déterminants de la qualité du lait	11
3-2-1- Composition chimique et critères physico-chimiques des laits de mélange	11
3-2-1-1- Composition chimique des laits de mélange	11
3-2-1-2- Critères physico-chimiques des laits de mélange	12
3-2-1-2-1- Le pH du lait	13
3-2-1-2-2- L'acidité par titrage	13
3-2-1-2-3- La densité du lait	13
3-2-1-2-4- Le point de congélation	13
3-2-2- Lait individuel	14
3-2-2-1- Etude des critères chimiques du lait individuel	14
3-2-2-2- Etude des critères physico-chimiques du lait individuel	15
3-2-2-2-1- Acidité pH et Acidité par titrage	15
3-2-2-2-2- Densité	16
3-2-2-2-3- Le point de congélation	16
3-2-2-3- Composition chimique et critères physico-chimiques d'un lait de mélange normal	16
3-2-3- Etude des critères hygiéniques du lait du mélange	18
3-2-3-1- Le dénombrement des germes et l'épreuve de la réductase	18
3-2-3-1-1- Test réductase au bleu de méthylène	18
3-2-3-1-2- Dénombrement de la flore de contamination	18

3-2-3-1-2-1- Flore Aérobie Mésophile Totale « FAMT»	19
3-2-3-1-2-2- Coliformes totaux	19
3-2-3-1-2-3- Les anaérobies sulfito-réducteurs «Spores»	19
3-2-3-1-3- Conclusion	20
3-3- L'impact de la salubrité de l'eau sur les qualités hygiénique du lait produit.	21
3-3-1- Qualités hygiénique du lait produit et de l'eau utilisée	21
3-3-2- Paramètres physiques et chimiques de l'eau utilisée	22
3-3-2-1- Les résidus secs	22
3-3-2-2- La dureté de l'eau	22
3-3-2-3- Le pH de l'eau	23
3-4- Amélioration de la Qualité de l'eau en contact avec le lait	24
3-4-1- Paramètres physiques et chimiques de l'eau utilisée	24
3-4-2- Caractéristiques de l'eau qui alimente la laiterie	24
3-4-3- Traitement des eaux du bassin par un prototype de désinfection à UV	26
3-4-3-1- Effet du traitement à l'UV sur les caractéristiques de l'eau	27
3-4-3-2- Evolution de la qualité du lait en fonction du traitement des eaux	27
VI- Etude de la variance des Critères Chimiques, Physiques et hygiéniques du lait au niveau des exploitations.	28
4-1- Etude de la variance des critères chimiques du lait	28
4-2- Etude de la variance des critères chimiques du lait en fonction du mouillage	28
4-3- Etude de la variance des critères physiques du lait	28
4-4- Etude de la variance des critères hygiéniques du lait	28
4-5- Etude de la variance de la qualité du lait en fonction du rapport quantité de lait produit sur la quantité du concentré	28
V- CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS	28
5-1- L'Etat des lieux de production de lait	30
5-2- Qualité du lait produit	31
5-4- Perspectives	33
IV- Références bibliographiques	34
IIV- Publications Scientifiques	34
<i>IIIV - Liste des Travaux Projet de Fin d'Etude</i>	
XI – Questionnaire Enquête	

I - Préambule

En Tunisie l'élevage laitier a connu durant les trois dernières décennies un développement rapide et a pu malgré, les contraintes du milieu naturel et la relative inexpérience des éleveurs, adapter ses productions en les diversifiant, pour répondre au mieux aux besoins d'un marché interne en pleine évolution.

Durant la dernière décennie (2000 – 2010) l'effectif bovin a passé de 485 mille têtes à 440 mille têtes. 50% des femelles sont représentés par les bovins de type laitier spécialisé (descendants de la Frisonne pie noire, de la brune des alpes, de la Montbéliarde et de la Tarentaise) importées à partir d'Europe et de la Prime Holstein. Le reste du cheptel est constitué d'animaux de race locale faiblement laitière et de ses nombreux degrés de croisement avec les bovins importés GIVLAIT (2011).

En effet, les entraves techniques, institutionnelles et organisationnelles de l'augmentation de la production du lait en Tunisie ont été identifiées. Cette analyse a conduit à la consolidation des programmes d'amélioration génétique et des programmes d'encadrement des éleveurs (Senoussi et al, 2010) et à la mise en place d'un ensemble de mesures d'incitation touchant tous les maillons de la filière. La réaction de la filière était rapide. Malgré la diminution de l'effectif, la production laitière a connu un taux de croissance annuel moyen de 1,3%, elle a atteint 1100 millions de litre en 2010.

L'évolution quantitative de la production laitière est due à la création d'un réseau d'environ 225 centres de collecte de lait. Ainsi, le lait collecté représente plus de 59% du lait produit. Cette activité de la collecte du lait a permis la valorisation de la production laitière, mais surtout, elle a joué un effet d'entraînement sur le développement du secteur, l'autosuffisance en lait UHT est atteinte (GIVLAIT, 2011).

En revanche les aspects qualitatifs du lait à la production sont restés défectueux (PROMET, 2008). Le milieu naturel, en Tunisie présente des caractéristiques physiques et climatiques qui varient parfois considérablement d'une région à une autre. Les spécificités du contexte de l'élevage bovin où intervient des milliers d'exploitations, génère, sans doute, une diversité dans les caractéristiques de l'élaboration de la qualité globale (physique, chimique et hygiénique) du lait.

Afin d'établir l'état des lieux des caractéristiques qualitatives du lait et de leurs variations selon la zone d'élevage au niveau de la région Nord de la Tunisie, 17 prospections ont été effectuées durant les années 2007-2011 (liste ci-jointe). L'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur a mené des études ponctuelles sur les qualités physique, chimique et hygiénique du lait à la production dans le cadre du projet GIVLait /IRESA «renforcement des services d'appui à l'agriculture»-«qualité des produits agricoles». Ces travaux fragmentaires sont synthétisés dans ce rapport en vue de déterminer le lait de référence pour une exploitation ultérieure dans les programmes de développement et plus particulièrement le programme de payement du lait à la qualité.

II - Matériels et méthodes

2-1- Lieu d'étude

Dans un premier temps l'étude a touché dix gouvernorats du nord de la Tunisie, 6 situés à l'Est (Bizerte, Zaghouan, Ariana, Manouba, Ben Arous et Nabeul) et les 4 autres à l'Ouest (Béja, Jendouba, Siliana et le Kef), afin de corréliser les variations de la qualité globale du lait de mélange avec les pratiques d'élevage. Mais avec l'avancement du travail et afin de déterminer la qualité du lait telle que la vache le produit, nous avons prélevé au niveau de la salle de traite des échantillons de lait individuel. Les prélèvements au niveau du pis ont été réalisés dans des élevages représentatifs des gouvernorats de Bizerte, Nabeul et Sfax.

En effet, dans un premier temps des échantillons de lait de mélange ont été prélevés et analysés. La comparaison des résultats d'analyse avec ceux de la littérature a permis la détection de quelques défaillances. Ainsi, le recourt aux échantillons de lait individuel, prélevés au pis de la vache, fournira un support permettant l'obtention des résultats fiables.

2-2- Choix des éleveurs

Les premiers contacts avec les organismes d'appui aux niveaux des Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA), ont permis la présélection de 400 exploitations. Les exploitations ont été choisies de manière à refléter les principaux types d'élevage laitiers dans les dix principaux gouvernorats du Nord. Les contacts avec les éleveurs ont été établis au fur et à mesure de l'avancement des l'enquêtes. Le travail de terrain a été réalisé en période de haute lactation du 1^{er} Février au 30 juin.

2-3- Collecte des données et Analyse des échantillons

Les élevages ont été visités une première fois, pour prélever des échantillons de lait, d'aliment composant la ration et un second rendez-vous est pris afin de présenter les résultats d'analyses à l'éleveur. Le lait a été analysée selon des critères hygiéniques, Test Réductase "TR", Test alcool "TA", dénombrement de la Flore Aérobique Mésophile Totale «FAMT », des Coliformes Totaux «CT » et des anaérobies sulfito-réducteurs «Spores»), des critères physicochimiques (pH, Acidité Dornic "D°", Point de congélation, Densité) et par la détermination de la composition chimique (Extrait Sec Dégraissé "ESD" , Taux Butyreux "TB", et Protéique "TP" et tau d'urée). Quant aux aliments ils ont été analysés chimiquement (Matière Sèche, Cendre, Azote Total, Cellulose Brute) afin de prédire la valeur alimentaire. La seconde visite était l'occasion de remplir un questionnaire préétabli (Annexe). Ce questionnaire permet une enquête détaillée concernant à la fois la structure de l'exploitation et du troupeau, les pratiques alimentaires et les conditions de traite et d'hygiène des animaux. Ces données ont été analysées en liaison avec les variables caractérisant la composition chimique du lait et sa contamination. Les indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, les Eschérichia coli et le Listeria monocytogenes ont été dénombrés sur un nombre limité d'échantillon.

Les méthodes utilisées pour l'étude de la qualité hygiénique du lait sont celles décrites par Guiraud, 1998.

La détermination de la composition chimique et des critères physiques a été réalisée avec un automate « Ultrasonic Milk Analyzers ». A partir d'un échantillon de 30 ml de lait l'appareil affiche les résultats suivants : Fat: Matière grasse (%) - Protein: Matière protéique (%) - Lctose: Lactose (%) - Solids: Matière minérale (%) - Density: Densité du lait - SNF: Extrait Sec Dégraissé (%) - TEMP: température (°C) - Freezing Point: point de congélation (°C) - Added water: % mouillage

La détermination du taux d'urée dans le lait a été réalisée selon la méthode au 4-D.M.A.B (J.O.C.E., 2009). Les protéines du lait sont précipitées avec l'acide trichloracétique. La teneur en urée du filtrat est déterminée, après addition de 4-diméthylaminobenzaldéhyde (4-DMAB), par mesure de la densité optique à la longueur d'onde de 420 nm.

III- Résultats

Pour obtenir des données qui soient statistiquement fiables permettant de mettre en évidence les variations de la qualité du lait, différentes exploitations appartenant aux régions du Nord Ouest, Nord-est et au Centre Tunisien ont été prospectées. Au total 957 échantillons de lait, dont 229 échantillons de lait de mélange à la livraison et 728 échantillons individuel à la traite ont été prélevés et analysés. Parallèlement 133 des éleveurs proposés par les 10 CRDA, ont été correctement enquêtés et ont répondu à toutes les questions qui permettaient l'identification de l'élevage et ont donné sans détours les informations sur les pratiques d'élevage.

3-1- Identifications des élevages

Parmi les exploitations 229 proposées par les 10 CRDA et échantillonnées pour le lait de mélange et l'eau, 133 des éleveurs, ont été correctement enquêtés et ont répondu à toutes les questions qui permettaient l'identification de l'élevage et ont donné sans détours les informations sur les pratiques d'élevage. Toutes les données collectées ont été saisies sur Excel, et ont subi une analyse statistique pour déterminer les moyennes et les écarts types. Nous constatons qu'il y a une très large variabilité des résultats d'étables, tant sur le plan des variables de fonctionnement (effectif, alimentation des vaches...) que sur les résultats de lactation.

3-1-1- Caractéristiques générales

3-1-1-1- Les directeurs d'élevage

L'âge des éleveurs est très variable il va de 24 à 80 ans, soit 49 ± 13 ans en moyenne. Les exploitations dirigés par des jeunes âgés de moins de 40 ans et de moins jeunes âgés de plus de 50 ans représentent respectivement 25 et 40 % du total. Pour le reste soit 35 % des exploitants sont âgés de 40 à 50 ans. Il convient de noter, aussi, que 34 % de ces éleveurs ont suivi des études universitaires et seulement 8% sont analphabètes.

Parmi les directeurs des exploitations, 80 %, sont des agriculteurs pratiquants à plein temps, 13 % sont des salariés et les autres éleveurs sont des fonctionnaires, des commerçants, ou salariés d'une entreprise étatique. Au sein des agriculteurs pratiquants, 34 % se consacrent uniquement à l'élevage laitier alors que 46 % sont polyvalents.

Parmi les élevages laitiers, 66 % sont dirigés quotidiennement par le propriétaire des lieux, 46 % se font aider d'une main d'œuvre familiale alors que les 54 % restants prennent un ou plusieurs ouvriers pour les tâches ingrates.

3-1-1-2- Taille des exploitations laitières :

La taille des exploitations est très variable, aussi bien celles qui couvrent de 1 à 10 ha et les exploitations qui ont une superficie supérieure à 50 ha représentent respectivement 38 %. La céréaliculture, la culture fourragère et l'arboriculture semblent être les spéculations les plus dominantes chez presque tous les agriculteurs. Il s'agit de cultures pluviales dans 10% des cas et totalement irriguée dans 32 % cas. Pour les 58 % restants, une moyenne de 32 % de la surface disponible est conduite en irriguée, le reste est conduit en sec. Par Ailleurs, la presque totalité (98 %) des exploitations consacre de 2% à 100 % de la terre pour des cultures fourragères.

3-1-1-3- Les cultures fourragères

La superficie réservée aux fourrages représente 49 % de la superficie total et elle est principalement emblavée en cultures annuelles, d'hiver (orge, avoine, triticale, ray-grass et

bersim) et fourrages pérennes (luzerne essentiellement). Les graminées annuelles, orge, avoine et triticale, conduits en cultures pluviales et destinés pour l'affouragement vert existent dans 53 % des exploitations, 20 % des exploitants disposent de ray-grass. D'autre part, 52 % des exploitations cultivent du bersim et 17 % de la luzerne.

3-1-1-4- Alimentation en eau de l'exploitation:

L'eau dans l'exploitation laitière est indispensable non seulement pour l'irrigation des fourrages et pour assurer l'hygiène du lait, mais aussi pour répondre à de nombreuses autres fins, telle que l'abreuvement du cheptel, et pour satisfaire divers besoins de l'homme. Sans une quantité suffisante d'eau potable, il n'y aurait pas de ferme et pas d'animaux à traire. La plupart des éleveurs enquêtés (47 %) sont indépendants, ils puisent l'eau au niveau de la nappe souterraine profonde (puits de - 10 à - 100 m) pour l'irrigation, cette même source subvient à tous les usages. A l'opposé 21 % des exploitants n'utilisent que le réseau collectif d'irrigation, chez qui, le réservoir d'eau potable est strictement réservé aux usages domestiques. Pour le reste (32 %), se trouvent en grande majorité dans des périmètres irrigués et sont raccordés au réseau d'eau potable de la SONEDE. Mais 50 % d'entre eux déclarent, qu'ils n'utilisent que l'eau de la SONEDE et les autres 50 %, diversifient leur approvisionnement, en plus de l'eau de la SONEDE, ils accèdent à d'autres ressources hydriques, réseau d'irrigation collectif, puits et/ou sondage.

3-1-1-5- Bâtiment d'élevage :

Le bâtiment est un élément important pour la bonne conduite d'un élevage, sur le plan du travail, de la santé des animaux et vis-à-vis des aléas climatiques. Les bâtiments dans les élevages visités sont relativement anciens dans 68 % des cas, la construction date de plus de 20 ans et l'état général de l'étable est correct dans 55 % des cas. La pratique de la stabulation libre prédomine (68 %) et l'identification individuelle des vaches est quasi générale (97%). La moitié (52 %) des exploitants aménagent des salles annexes (salles de traite, salles de vêlage, salles de maternité et infirmerie).

3-1-2- Effectifs et races exploitées

La majorité des exploitations visitées sont orientées vers l'élevage bovin laitier avec des races pures, Holstein et ou des descendants des bovins importés (Pie Noire, Brune des alpes et Tarentaise), ainsi que des races présentant **nombreux degrés de croisement avec les bovins importés**. Malgré une très large variabilité les résultats laissent apparaître trois grands groupes d'élevage. En effet, la taille des exploitations varie, allant des exploitations familiales (44%) possédant un troupeau moyen de 6 ± 3 vaches (de 2 à 10 vaches), aux grandes exploitations commerciales détenant souvent plus de 50 vaches (16%). Dans cette dernière catégorie à part une méga-exploitation de 1465 vaches en lactation, la moyenne se situe au environ de 102 ± 43 vaches par élevage. Le groupe intermédiaire qui représente 40 % est formé d'éleveurs avec des effectifs en vaches très variables, allant de 11 à 50, soit un troupeau moyen de 21 ± 11 vaches. Ces éleveurs accordent à l'élevage laitier, dans leur immense majorité, une place privilégiée dans leur système de production global.

3-1-3- Pratiques alimentaires

3-1-3-1- Conduite alimentaire

L'alimentation représente une part importante du temps passé à s'occuper du troupeau. L'enquête sur la conduite alimentaire a révélé que la distribution manuelle reste largement, pratiquée (87 % des cas), il y a 58 % des éleveurs qui ajustent la ration au niveau de production des vaches et que 54 % des élevages pratiquent le rationnement par lot. Les vaches reçoivent un ou plusieurs repas par jour, dans notre cas, la distribution quotidienne de

la ration à raison d' 1 fois, 2 fois et 3 fois/jour est pratiquée dans 6 %, 56 % et 36 % des élevages respectivement.

3-1-3-2- Ration de base

Le Nord Tunisien est favorable à l'agriculture pluviale (plus de 400 mm de pluie par an), les fourrages sont cultivés en sec, ou en irrigué. Ainsi une part importante du fourrage est autoproduite, tandis que les concentrés sont achetés. On achète aussi un peu de foin et de paille. La verdure et l'ensilage constituent toutefois la plus grande part des fourrages dans la ration des vaches (Tableau 1), en effet, la majorité des éleveurs (88 %) ne distribue que de la verdure, 3 % se limitent à l'ensilage et les 9 % restant associent la verdure et l'ensilage. Dans 56 % des cas les éleveurs distribuent un mélange de verdure composée de graminée et de légumineuse. Les autres éleveurs qui se limitent à une seule famille botanique, graminée ou légumineuse représentent 21 et 23 % du total. Dans 95 % des élevages la verdure et/ou l'ensilage sont associés avec du foin d'avoine et/ou de la paille de blé. Mais 5 % des éleveurs ne respectent pas cette règle puisqu'ils ne distribuent ni foin ni paille. De la sorte sur $36,68 \pm 13,11$ kg de fourrage distribués en moyenne par vache et par jour il y a $32,37 \pm 13,45$ kg de verdure et/ou d'ensilage. La différence de $4,27 \pm 2,35$ kg représente le fourrage sec distribué par animal (Foin et/ou Paille).

Tableau 1 : Ration Moyenne de Fourrages distribuées dans les élevages enquêtés

Type	Kg / Vache laitière/ jour				Total	
	Verdure	Ensilage	Foin	Paille	Brut	Matière Sèche (kg)
Moyenne	29,37	3,01	2,38	1,89	36,68	9,79
Ecart Type	14,75	8,94	2,38	1,75	13,11	2,88
Extrêmes	0 - 80	0 - 50	0 - 10	0 - 6	12 - 82	3,52 - 18,41

3-1-3-3- Ration Moyenne

La ration moyenne distribuée par les élevages est présentée au niveau du Tableau (2). Le taux de fourrage dans la ration est variable entre exploitations enquêtées, exprimé en matière sèche (MS), il représente une valeur moyenne $59,95 \pm 11,14$ % de la Matière Sèche Totale (MST) distribuée aux vaches avec des extrêmes de 30% et de 100 %. Le ratio MS fourrage /MST était rarement inférieur à 40 % (4% des cas) et était supérieur ou égal à 60 % chez la moitié des éleveurs enquêtés ce qui est conforme à la norme.

Les aliments concentrés représentent une source d'énergie et de protéine qui permet d'ajuster la ration au niveau de production de la vache. Comme c'est indiqué au niveau du Tableau (2) l'apport quotidien moyen en aliment concentré est $7,47 \pm 2,21$ kg par vache et par jour (de 0 à 12 kg), il représente ainsi $40,05 \pm 11,14$ % de la Matière sèche Totale (MST) distribuée (de 0 à 70). On remarque toutefois que 2% des éleveurs ne distribue pas d'aliments concentrés mais ils compensent avec la distribution de 64 à 82 kg de fourrage (de 15 à 18,5 kg de MS), ces derniers restent très performants. Pour le reste (98 % des cas) les quantités de concentrés distribués se situent entre 4 et 12 kg brut soit de 3,28 à 10,23 kg de MS concentré par vache et par jour.

Il existe trois types d'aliments concentrés utilisés : le concentré commercial (F7) distribué par 52 % des éleveurs. Pour les autres fermiers, 31% distribuent un mélange composé, essentiellement, d'orge et de son de blé et 17 % distribuent le son de blé seul. La ration est complétée par CMV pour 56 % des exploitants. Par ailleurs, l'eau est distribuée à volonté et/ou à accès libre, pour les vaches dans 80 % des élevages.

Tableau 2 : Ration Moyenne Totale distribuées dans la Zone d'enquête

Type	Distribué (kg)			Apport Matière Sèche (kg)			Cc/MS (%)
	Fourrage	Concentré	Total	Fourrage	Concentré	Total	
Moyenne	36,68	7,47	44,11	9,79	6,39	16,18	40,05
Ecart Type	13,11	2,21	12,69	2,88	1,84	3,08	11,14
Extrêmes	12 – 82	0 – 12	19 - 82	3,52 – 18,41	0 – 10,23	9,88 – 26,38	0,00 - 70,00

3-1-3-4- Qualité de la ration

Avant tout il faut rappeler que le travail a été réalisé en période de haute lactation (du 1^{er} Février au 30 juin) de plus les zones d'études sont très favorables à l'agriculture pluviale (plus de 400 mm de pluie par an, ce qui est suffisant pour une production fourragère). Dans cette partie Nord de la Tunisie, les fourrages sont cultivés en sec, ou en irrigué. Une part importante du fourrage est cultivée, tandis que les concentrés sont achetés. On achète aussi un peu de foin et de paille. Afin de saisir, les éléments essentiels sur les vaches et leur conduite alimentaire, de préciser la place de l'alimentation dans la construction de la qualité du lait, mais aussi, pour juger de la bonne gestion de l'alimentation des vaches laitières par les éleveurs, les aliments qui compose la ration de ces vaches ont été répertoriés et des échantillons ont été prélevés et analysés au laboratoire de l'ESA Mateur. Nous avons déterminé la composition chimique (MS, Centre, Cellulose Brute, et Azote total) des fourrages distribués ainsi que des matières premières utilisées dans les rations. Les valeurs UFL sont ensuite calculées à partir des équations permettant d'estimer l'énergie nette et la valeur azotée des aliments est exprimée dans le système PDI (protéines digestibles dans l'intestin), (Baumont et al, 2007a ,b). La valeur PDIN représente la valeur PDI de l'aliment s'il est inclus dans une ration déficitaire en azote dégradable, et la valeur PDIE représente la valeur PDI s'il est inclus dans une ration où l'énergie est le facteur limitant des synthèses microbiennes. L'analyse des échantillons qui entrent dans la composition des rations distribuées a permis la prédiction de sa qualité (Tableau 3).

Tableau 3 : Valeur de la ration distribuée

Variable	Apport Total De la Ration Moyenne				Lait/concentré
	MST (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	
Moyenne	16,18	13,0	1327	1401	2,77
Ecart Type	3,08	2,3	265	246	0,76
Extrêmes	9,88 – 26,38	8,5 – 19,2	669-1915	901-2078	1,12-5,72

3-1-4- Production laitière

3-1-4-1 La production laitière permise par la ration

Les rations distribuées durant notre passage, c'est-à-dire en période favorable à la production laitière, permettraient la production d'environ 18,5 litres de lait (Tableau 4). Le lait permis par la ration de base = (Lait total produit – Lait théorique produit par les concentrés), c'est à dire la part de lait théorique qui est produite par la ration de base dans la production totale, permet de voir la part de la production qui revient aux fourrages, et donc l'autonomie vis à vis du concentré. Le fourrage couvre la production de 4,79±4,41 litres de lait/j, l'écart type important n'explique pas tout à fait les observations de terrains (de -5,9 l/j à + 20,0 l/j) puisque le rapport lait sur concentré est supérieur à 2 (2,77±0,76), l'élevage est bien intégré dans 86 % des exploitations, le rapport lait/concentré est compris entre 2,1 et 5,7 (2,94±0,67), sans oublier bien sûr les 2% qui n'utilisent pas de concentré. Dans le Nord de la

Tunisie le lait est produit à base de fourrage, avec très peu d'aliment concentré. En effet les élevages où la ration de base, fourrage, ne permet pas de couvrir les besoins d'entretien ne représentent que 13,5 %, dans ce cas, une partie de ces besoins est couverte par l'apport de 1 à 2 kg de concentré. A l'opposée dans 30 % des exploitations les fourrage de la ration couvrent la production de 7 à 20 litres de lait soit $10,0 \pm 3,0$ litres en moyenne par vache et par jour.

Tableau 4 : Niveau de production laitière par exploitation

Variable	Production litre/jour				Indice (3) De production	
	Théorique permise par			Réelle		Ration de base
	UFL	PDIN	PDIE			
Moyenne	18,2	18,5	20,0	17,56	4,79	1,00
Ecart Type	5,1	5,3	4,9	5,06	4,41	0,12
Extrêmes	8,0 – 32,2	5,4 – 30,3	10,0-33,6	7,5 – 28,0	-5,9 – 20,0	0,69 – 1,54

(3) Indice (Productions permises par les UFL/Productions permises par les PDIN)

L'équilibre des rations a été testé. Ainsi les rations ont été triées selon un indice de production (Productions permises par les UFL/Productions permises par les PDIN). L'indice calculé oscillait entre 0,69 et 1,54 avec une moyenne de $1,00 \pm 0,12$. Dans 71 % des cas l'indice est compris entre 0,9 et 1,1, ceci indique que les rations distribuées sont sensiblement équilibrées en énergie et en PDI. Les valeurs de l'indice en deçà et au-delà de cet intervalle représentent 15 et 14 % respectivement. Pour les plus faibles, les rations sont déficitaires en énergie, 53 % des éleveurs dans ce cas distribuent du son de blé à la place de concentré. Alors pour les élevées, ça serait plutôt un déficit azoté, 53 % des éleveurs dans ce cas confectionne leur propre concentré avec du son de blé, de l'orge et ou du pain rassis. Les indices les plus élevées (1,5) appartiennent à des éleveurs qui distribuent une ration particulière, composée essentiellement, d'un mélange de verdure fauchée au bord des faussées, de paille et de pain rassis, l'apport en PDIN de ces rations ne permettrait que des productions comprise entre 5,4 et 10 litres par vache et par jour.

3-1-4-2- Production réelle de lait

Mais la production laitière réelle, est la résultante des facteurs internes, externes et l'interaction entre eux. Dans notre cas nous avons observé des productions très variables de 7,5 à 28 litres de lait par jour et par vache en lactation selon les exploitations (Tableau 4). La production moyenne enregistrée $17,6 \pm 5,1$ litres, cadre bien avec les rations distribuées. Les élevages qui ont des performances de production en deçà de la moyenne représente 48 % dont 12 % ne dépasse pas les 10 litres et 36 % produisent $14,6 \pm 1,7$ litres / vache en moyenne. Pour les 52 % restants la production est au-delà de la moyenne de 18 à 28 litres. Parmi les élevages enquêtés dans le Nord Tunisien 38 % produisent entre 20 et 28 litres de lait par vache et par jour soit $22,8 \pm 2,4$ litres en moyenne.

3-1-5- Récolte et commercialisation du lait

3-1-5-1- Conduite de la traite

La grande majorité des éleveurs optent pour la traite mécanique (74 %), 54 % utilisent des pots trayeur et 20 % optent pour la salle de traite, pour le reste la traite est manuelle. La salle de traite est présente dans 66 % des élevages ayant 20 vache et plus. Dans cette catégorie on ne pratique pas la traite manuelle. L'entretien de matériel de traite et la toilette des vaches laissent à désirer. En se basant sur des caractères visuels et/ou organoleptiques, on a constaté que l'eau utilisée pour le lavage du pis de la vache et le rinçage des surfaces en contact avec le lait ne serait pas potable car son aspect est douteux. Ce constat a été validé par des critères analytiques. La majorité des étables (93 %), sont caractérisés par deux traites

systematiques par jour, 2 % pratique une seule traite quotidienne, entièrement manuelle et les 5% restant optent pour 3 traites par jour.

3-1-5-2- Hygiène de la traite

Pour assurer l'hygiène de la traite quatre opérations essentielles s'imposent : lavage, essuyage, élimination des premiers jets et trempage (Tableau 5). En début de traite le lavage des mains et du pis est pratiqué par le quasi majorité (98 %) des éleveurs enquêtés, pour accomplir cette opération 17 % n'utilisent pas de lavette, pour le reste (83%) utilisent des lavettes. Ceux qui respectent les règles d'hygiènes par l'utilisation de lavettes individuelles ne représentent que 10 % alors que 73 % utilisent des lavettes collectives. L'opération d'essuyage est souvent négligée (37 %). Pratiquement tous les éleveurs éliminent les premiers jets, mais ne font pas toujours attention à l'aspect du lait éliminé. Dans l'ensemble 75 % des éleveurs contrôlent les premiers jets en début de la traite, mais une fois la traite est achevée 56 % négligent la désinfection des trayons par trempage, ceci augmente la probabilité d'apparition des mammites dans ces élevages.

Tableau 5: Hygiène de la traite

Réponse (en %)	OUI	NON
Lavage du pis	98	2
Utilisation de lingette	83	17
Essuyage des trayons	63	37
Contrôle de l'aspect des premiers jets de lait	75	25
Trempage des trayons	44	56

3-1-5-3- Commercialisation du lait

L'essentiel du lait produit est transformé et pour arriver à l'usine il emprunte plusieurs circuits. Il y a 25 % des éleveurs qui livrent directement pour l'industrie et 75 % qui transitent par les centres de collecte. Pour les éleveurs qui passent par les centres de collecte, 60 % livrent par des colporteurs et les autres 15 % livrent avec leurs propres moyens.

3-1-6- Conclusion

Ces résultats de l'enquête permettront de corrélérer les variations de la qualité globale du lait de mélange avec les pratiques d'élevage mises en œuvre. Mais les pratiques d'élevage et d'hygiène dans les étables ont été renseignées au printemps, c'est-à-dire en période favorable à la production laitière. Dans le Nord de la Tunisie, en cette période de l'année, où les fourrages sont cultivés en sec, ou en irrigué, l'élevage est bien intégré, le lait est produit à base de fourrage. Ces conditions sont favorables à la construction d'un lait de qualités chimique et physico-chimique indéniables. Par contre les pratiques d'hygiènes liées au logement et à la traite présageraient un lait de qualités hygiéniques médiocres. Le lavage serait inefficace, pratiqué avec des lingettes ou des chiffons sales et une eau dont la qualité hygiénique est douteuse.

3-2- Etude des déterminants de la qualité du lait

3-2-1- Composition chimique et critères physico-chimiques des laits de mélange

Les résultats d'analyses de la composition chimique et des critères physico-chimiques des laits de mélange à la livraison sont regroupés dans le Tableau 6.

3-2-1-1- Composition chimique des laits de mélange

Le protocole d'enquête et de l'échantillonnage est élaboré de manière à permettre l'évaluation des critères chimiques des échantillons du lait. Au total 229 échantillons de lait de mélange ont été prélevés et analysés au Laboratoire à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur (ESA Mateur). Principalement le tau de matière grasse (MG), l'extrait sec dégraissait (ESD), le tau protéique (MP), lactose, cendres et l'urée ont été analysés. Les principaux critères chimiques (tableau 6) montrent une assez grande variabilité entre fermes. Mais dans l'ensemble ces valeurs illustreraient la qualité de la ration en cette période de l'année. En effet l'enquête a révélé le caractère intégré de l'élevage laitier dans la zone d'étude en l'occurrence le Nord Tunisien. Les vaches produisent 18 ± 4 litres de lait par jour. Ce lait est produit à base de fourrage, $36,68 \pm 13,11$ kg dont $32,37 \pm 13,45$ kg de verdure et/ou d'ensilage /j et par vache. Le fourrage, autoproduit, représente $59,95 \pm 11,14$ % de la Matière sèche Totale (MST) distribuée aux vaches, les $40,05 \pm 11,14$ % qui restent, représentent les aliments concentrés généralement achetés. On utilise ainsi peu d'aliment concentré, le rapport lait sur concentré est supérieur à 2, il représente une valeur moyenne de $2,77 \pm 0,76$.

Tableau 6 : Composition chimique et critères physico-chimiques du lait de mélange

Variable	Nombre	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Production litre/vache	229	17,79	4,41	7,5	28,0
<u>Composant/ litre de lait</u>					
Matières Grasses (g)	229	39,65	6,59	20,1	64,5
Extrait Sec Dégraissée (g)	229	84,77	4,46	71,3	98,2
Matières Protéiques (g)	229	33,13	1,71	28,6	38,4
Lactose (g)	229	44,75	2,48	36,6	51,8
Cendres (g)	229	6,74	0,36	5,7	7,8
Urée (mg)	229	304,69	96,06	140	616
<u>Constantes physico-chimiques</u>					
Température °C	229	20,57	1,98	15	28
pH à 20°C	229	6,66	0,10	6,28	6,95
Acidité Titrable °D	229	15,60	1,67	12	23
Densité à 20°C	229	1029	2	1022	1034
Point de congélation °C	229	-0,522	0,031	-0,620	-0,440
Mouillage (%)	229	2,19	3,45	0,00	15,17

Le taux de MG, l'ESD et le taux Protéique moyens en g /litre du lait de mélange sont respectivement $39,65 \pm 6,59$ g $84,77 \pm 4,46$ g et $33,13 \pm 1,71$ g. Quant aux autres composants, lactose, cendres et urée, ils avaient respectivement des valeurs moyennes de $44,75 \pm 2,48$ g/l ; $6,74 \pm 0,36$ g/l et $304,69 \pm 96,06$ mg/l (Tableau 6).

L'étude a montré que le taux de MG (de 20,1 à 64,5 g/l) et le taux d'urée (de 140 à 616 mg/l) du lait étaient beaucoup plus variables que les restants des composants chimiques (Tableau 6), dévoilant une conduite alimentaire des vaches différente entre producteurs (le

rapport lait sur concentré de 1,12 à 5,72), et aussi des niveaux de productivité par vache très variable (de 7,5 à 28 litres/jour).

En effet, la différence entre « le Lait total produit et le Lait théorique permis par les concentrés », permet de voir la part de la production qui revient aux fourrages, et donc l'autonomie vis à vis du concentré. Or les rations distribuées durant notre passage, c'est-à-dire en période favorable à la production laitière, permettraient la production d'environ 18,5 litres de lait par jour dont 4,79±4,41 litre de lait/j sont couverts par le fourrage. L'écart type important rappelle la disparité d'apport des rations de base, de -5,9 l/j, ceux qui distribuent le concentré pour compléter la couverture des besoins d'entretien, à + 20,0 l/j, ceux qui produisent du lait avec du fourrage. La ration de base, fourrage, ne permet pas de couvrir les besoins d'entretien chez 13,5 % des producteurs. A l'opposée dans 30 % des exploitations les fourrage couvrent la production de 7 à 20 litres de lait soit 10,0±3,0 litres en moyenne par vache et par jour.

Par ailleurs, sur l'ensemble des données, l'importante variation du taux d'urée du lait (de 140 à 616 mg/l) serait liée à l'équilibre de la ration (énergie/protéine). La concentration d'urée dans le lait doit se situer dans une fourchette bien déterminée. En dehors de cette fourchette, le taux d'urée trop haut ou trop bas signifie clairement que quelque chose ne va pas (Kamoun et all., 2011, 2012). L'équilibre des rations a été testé par le rapport « Productions permises par les UFL/Productions permises par les PDIN » (Tableau 7). L'indice calculé oscillait entre 0,69 et 1,54 avec une moyenne de 1,00±0,12 ce qui correspond au taux moyen d'Urée 304,69± 96,06 mg/l. Dans 50 % des cas, pratiquement, l'indice est compris entre 0,95 et 1,05 avec une moyenne de 1,00±0,03 et ça correspond à un taux d'Urée moyen de 296±88 mg/l, ceci indiquerait, que les rations correspondantes, sont proches de l'équilibre en énergie et en PDI. Les valeurs de l'indice en deçà et au-delà de cet intervalle représentent 25 % chacune et ont des indice de 0,87±0,07 et 1,13±0,11 respectivement. Pour les plus faibles, les rations sont déficitaires en énergie, le taux d'Urée moyen est 370±88 mg/l, 53 % des éleveurs dans ce cas distribuent du son de blé à la place de concentré. Alors pour les élevées, ça serait plutôt un déficit azoté, le taux d'Urée moyen est 257±85 mg/l 53 % des éleveurs dans ce cas confectionne leur propre concentré avec du son de blé, de l'orge et ou du pain rassis. Les indices les plus élevées (1,5) appartiennent à des éleveurs qui distribuent une ration particulière, composée essentiellement, d'un mélange de verdure fauchée au bord des faussées, de paille et de pain rassis, l'apport en PDIN de ces rations ne permettrait que des productions comprise entre 5,4 et 10 litres par vache.

Tableau 7 : Estimation de l'équilibre des rations distribuées à travers l'Urée du lait

Répartition %		957 Echantillons de Lait		229 Echantillons Lait de Mélange	
		Urée	Indice (lait :UFL/PDIN)	Urée	Indice (lait :UFL/PDIN)
100	Moyenne	318,26	0,97	304,50	1,00
	E. Type	87,19	0,10	95,89	0,12
25	Moyenne	407,86	0,84	369,95	0,87
	E. Type	87,70	0,08	88,59	0,07
50	Moyenne	299,89	0,99	295,99	1,00
	E. Type	48,24	0,02	87,52	0,03
25	Moyenne	264,45	1,06	256,90	1,13
	E. Type	80,91	0,07	84,56	0,11

3-2-1-2- Critères physico-chimiques des laits de mélange

Les critères physiques du lait de mélange sont regroupés au niveau du Tableau 6. L'analyse de ces critères a montré une certaine conformité du lait à la NT 14-141(2004).

3-2-1-2-1- Le pH du lait

Le pH présente l'acidité du lait à un moment donnée. Le pH d'un lait normal varie entre 6,6 et 6,8 ; on considère anormale les valeurs de pH inférieure à 6,5 et supérieures à 6,9. Mesuré au niveau des 229 échantillons de lait frais de mélange le pH varie de 6,28 à 6,95 et représente une valeur moyenne de $6,66 \pm 0,10$. La majorité des échantillons (78 %) avaient un pH acceptable, compris entre 6,60 et 6,85. Les échantillons dont le pH est faible, en deçà 6,60 représentent 21 %, mais 53 % d'entre eux appartiennent à des laits jugés douteux à travers la mesure du point de congélation.

3-2-1-2-2- L'acidité titrable

Le dosage de l'acidité par titrage à la soude (N/9) est une des mesures analytiques les plus courantes utilisées pour trier les laits au moment de la livraison car elle permet d'apprécier l'état de fraîcheur ou les éventuelles fraudes. L'acidité naturelle du lait frais est attribuable à la présence de caséine de substances minérales, de traces d'acide organique et de réaction secondaire due aux phosphates. A la sortie du pis de la vache, le **lait frais** ne contient qu'environ 0,002% d'acide lactique. L'acidité développée est due à l'acide lactique provenant de la dégradation microbienne du lactose dans les laits non frais. Pour les laits frais, la norme nationale étant entre 15 et 18°D; la plupart des échantillons (71%) sont conformes mais 24 % des échantillons sont en deçà de la norme. Les faibles acidités dans ces échantillons (de 12 à 14,5 °D) coïncident, souvent, avec de faible Extrait Sec Dégraissé (80 % des cas) et sont concomitante (83 % des cas) à des points de congélations supérieurs à -0,520. Ceci confirme que ces échantillons de lait ont été dilués par mouillage.

3-2-1-2-3- La densité du lait

La densité normale du lait de vache se situe autour de 1029 à 1034. Elle varie selon la richesse en matière sèche et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. C'est ainsi qu'un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1035 tandis que l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1. D'après nos résultats, la densité du lait de mélange varie de 1022 à 1034 et représente 1029 ± 2 en moyenne. Cependant nous trouvons que la densité du lait de mélange est supérieure ou égale à 1029 dans 63 % des échantillons. Pour les 37 % restant la densité est inférieure à 1029, les faibles densités sont dues soit à la richesse du lait en MG (47 g/l) dans 8 % des cas, soit, principalement (92 % des cas), à un taux de mouillage moyen de $5,7 \pm 3,7$ %.

3-2-1-2-4- Le point de congélation

Avec l'addition, volontaire ou involontaire d'eau dans le lait, la densité se rapproche de 1, la température de congélation devient supérieure à - 0,520°C ($-0,489 \pm 0,019$ °C) et l'Extrait Sec Dégraissé diminue ($80,1 \pm 2,9$ g/l).

De toutes les constantes chimiques ou physiques, c'est le point de congélation qui présente la marge de variation la moins grande. Ce critère est donc déterminant lorsqu'il s'agit de déceler si le lait a été mouillé. En effet, il permet d'établir la comparaison entre échantillons suspects et échantillons de référence. Le lait normal a un point de congélation de -0,520°C. Plus on ajoute de l'eau au lait plus celui-ci se rapproche de 0°C (exemple -0,500°C). La valeur moyenne de point de congélation ($-0,522 \pm 0,031$ °C) est bien conforme à la norme mais cette valeur ne reflète nullement la réalité, 104 des 229 éleveurs suivis avaient des valeurs de point de congélation supérieures à -0,520 ces valeurs de point de congélation hors normes coïncident dans 95 % des cas avec la détection de mouillage. En effet, ***une falsification par mouillage est soupçonnée dans 48 % des échantillons de lait de mélange,***

soit 110 échantillons sur les 229 analysés. La mesure du point de congélation du lait de troupeau est couramment utilisée pour contrôler l'absence de mouillage lors de la traite, de la conservation ou de la collecte. La majeure partie des apports d'eau involontaires dans le lait est due à des anomalies relatives à l'utilisation ou aux procédures de nettoyage des équipements. Dans ce cas, ces apports peuvent être sensiblement réduits lorsque les anomalies constatées sont corrigées.

Ainsi, les tendances de la variation des critères chimiques et physique du lait de mélange doivent être vérifiées par l'analyse des échantillons de lait individuels prélevés au niveau du pis de vache.

Comme nous venons de voir, le point de congélation est corrélé négativement avec l'Extrait Sec Dégraissé (ESD) élevé correspond à un point de congélation bas et inversement. *Ainsi, le mouillage du lait peut également être mis en évidence en évaluant la teneur en matière sèche dégraissée. La précision analytique de ce critère est semblable à celle du point de congélation.*

Le milieu naturel, en Tunisie présente des caractéristiques physiques et climatiques qui varient d'une région à une autre ce qui génère une diversité dans les caractéristiques de l'élaboration de la qualité globale (physique, chimique et hygiénique) du lait. Ainsi il est très important de fixer la limite minima et maxima des composants chimiques ESD, MG et MP est des critères **physico-chimiques des laits** selon le lieu et la saison de production. Nous sommes persuadés que ces résultats peuvent servir comme base de standardisation *des déterminants de la qualité du lait* en Tunisie, cela d'autant plus que chacun sait qu'existent de grandes discordances, dans la littérature, à ce point de vue.

3-2-2- Lait individuel

La composition chimique moyenne et les critères physico-chimiques des 728 échantillons de laits individuels prélevés au moment de la traite sont regroupés au niveau du Tableau 8.

3-2-2-1- Etude des critères chimiques du lait individuel

Tableau 8 : Composition chimique et critères physico-chimiques du lait individuel

Variable	Nombre	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Production litre /vache	728	21,78	5,68	5,20	38,80
<u>Composant/ litre de lait</u>					
Matières Grasses (g)	728	42,24	8,86	16,40	102,30
Extrait Sec Dégraissée (g)	728	88,31	3,70	67,90	101,00
Matières Protéiques (g)	728	34,48	1,42	27,70	39,50
Lactose (g)	728	46,63	2,02	34,40	53,90
Cendres (g)	728	7,03	0,29	5,50	8,00
Urée (mg)	728	322,61	83,93	119,70	628,74
<u>Constantes physico-chimiques</u>					
Température °C	728	20,17	0,86	19,00	21,00
pH à 20°C	728	6,64	0,08	5,70	6,87
Acidité Titrable °D	728	16,07	0,84	11,00	21,00
Densité à 20°C	728	1031	2	1020	1036
Point de congélation °C	728	-0,547	0,026	-0,642	-0,422
Mouillage (%)	728	0,31	1,26	0,00	18,83

L'analyse chimique fait apparaître les grandes catégories de constituants du lait : La Matière Grasse (MG), les Matières Protéiques (MP), le Lactose et les cendres ; les quatre constituent, l'extrait sec total (E.S.T.) et les trois derniers, l'extrait sec dégraissé (E.S.D.). Le lait individuel a montré une importante différence concernant les critères chimiques (Tableau 8). Ces différences sont toutefois plus étendues que celles observées dans le lait de mélange. Dans le cas des laits de mélange, plus le nombre de vaches est grand, plus ces variations ont tendance à s'égaliser.

Dans l'ensemble *le lait individuel prélevé au moment de la traite est moins dilué que le lait de mélange à la livraison*. En effet, les taux moyens de MG, de l'ESD, des Protéines, du lactose, des cendres et de l'urée par litre de lait individuel représentent respectivement $42,24 \pm 8,26$ g, $88,31 \pm 3,70$ g, $34,48 \pm 1,42$ g, $46,63 \pm 2,02$ g, $7,03 \pm 0,29$ g et $322,6 \pm 83,9$ mg contre $39,65 \pm 6,59$ g, $84,77 \pm 4,46$ g, $33,13 \pm 1,71$ g, $44,75 \pm 2,48$ g, $6,74 \pm 0,36$ g et $304,69 \pm 96,06$ mg respectivement dans le lait de mélange. Les différences de concentration en composant chimique entre lait individuel et lait de mélange sont très significative pour l'Urée ($p < 0,01$) et hautement significative pour le reste ($p < 0,001$).

Comme c'est le cas dans le lait de mélange, la matière grasse (de 16,4 à 102,3 g/l) et l'Urée (de 119,7 à 628,7 mg/l) sont les constituants du lait individuel les plus variable en proportion. Le taux butyreux et le taux d'urée sont de loin les éléments les plus sensibles à l'alimentation (Tableau 8). On constate dans notre cas que les variations des taux d'une exploitation à l'autre sont principalement attribuables à des facteurs du milieu (alimentation, traite). Et que les différences génétiques entre troupeaux voisins sont en général faibles, car la majorité des éleveurs échantillonnés exploite la vache Holstein.

La teneur en ESD, qui correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses, est très stable dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations en comparaison avec le taux butyreux et le taux d'Urée. Dans notre cas, 83% des échantillons ont un ESD compris entre 85 et 95 g/l. Mais les 13 % d'échantillons dont l'ESD est inférieur à 85 g/l sont à 95 % soupçonnés de mouillage. Bien que ce lait fût à l'abri de fraude, 13 % des échantillons de lait individuel laissent apparaître des traces de mouillage de la sorte 50 % de ces échantillons dilués à l'eau ont un taux de mouillage compris entre 1 et 3 %. Les 50 % restants sont également réparties entre lait à peine mouillé (inférieur à 1%) et lait nettement mouillé (5,9 % en moyenne). Ces apports d'eau involontaires dans les laits individuels sont dus à des anomalies relatives à l'utilisation ou aux procédures de nettoyage des équipements. Dans certain cas, ces apports ont été réduits et/ou effacés par la correction des anomalies constatées. Mais en gros, ces résultats indiquent que *la qualité du lait de mélange à la livraison n'est plus celle du lait telle que la vache le produit.*

3-2-2-2- Etude des critères physico-chimiques du lait individuel

Les critères physiques du lait individuel sont regroupés au niveau du Tableau 8. La mesure des constantes physico-chimiques aux niveaux des 728 échantillons de lait individuel a donnée les valeurs moyennes de $6,64 \pm 0,08$; de $16,1 \pm 0,8$; de 1031 ± 2 et de $-0,547 \pm 0,026$ respectivement pour le pH, l'acidité par titrage, la densité et le point de congélation. Ces valeurs sont conformes à la norme (NT 14-141, 2004). Comparés aux laits de mélanges les laits individuels ont pratiquement les mêmes valeurs pour les constantes pH et acidité par titrage ($p > 0,05$). Par contre, pour les deux autres constantes, densité et point de congélation la différence est très hautement significatives ($p < 0,001$). Elles représentent en moyenne 1031 ± 2 et $-0,547 \pm 0,026$ contre 1029 ± 2 et de $-0,522 \pm 0,031$ dans le lait de mélange.

3-2-2-2-1- Acidité pH et Acidité par titrage

Le pH du lait est légèrement acide entre 6,6 et 6,8 ; on considère anormales les valeurs de pH inférieure à 6,5 et supérieures à 6,9. En dehors d'un seul échantillon de lait frais individuel qui

a une valeur anormalement basse de pH (5,70), les 727 autres échantillons avaient un pH compris entre 6,47 et 6,87. Quant aux valeurs de l'acidité mesurées par titrage à la soude (N/9), elles ont oscillé entre 11 et 21 °D ; la norme nationale étant entre 15 et 18°D; la plupart des échantillons (96%) sont conformes et les deux extrêmes sont deux valeurs uniques dont la plus faible (11) est celle d'un lait accidentellement mouillé.

3-2-2-2-2- Densité

La densité varie selon la richesse en matière sèche et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse tandis que l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1. D'après nos résultats, la densité des laits individuels varie de 1020 à 1036. Ces valeurs sont conformes à la norme (NT 14-141, 2004), supérieures ou égales à 1028, dans 98 % des échantillons. Les 2 % dont la densité est inférieure à 1028, sont des échantillons mouillés anormalement riche en matière grasse (plus de 80 g / litre).

3-2-2-2-3- Le point de congélation

En général le point de congélation présente une faible marge de variation et il est donc déterminant lorsqu'il s'agit de déceler si le lait a été mouillé. Les 728 échantillons avaient des points de congélation compris entre -0,642 et -0,422. Dans un lait normal ce paramètre varie entre -0,520 et -0,560 ce qu'est le cas de 60 % des échantillons. Les 27 % des valeurs en deçà de -0,560 appartiennent à des échantillons de lait relativement riche en ESD (93 ± 2 g), chose constaté plus haut, en effet, le point de congélation est corrélé négativement avec l'Extrait Sec Dégraissé (ESD élevé correspond à un point de congélation bas et inversement). Par contre les 13 % de valeurs au-delà de -0,520 appartiennent dans la totalité à des échantillons de lait individuels accidentellement dilués. Nous rappelons que dans ce cas, la majeure partie des apports d'eau involontaires sont dues à des anomalies relatives à l'utilisation ou aux procédures de nettoyage des équipements.

3-2-2-3- Composition chimique et critères physico-chimiques d'un lait de mélange normal

Le lait de mélange livré par les exploitations représente la matière première destinée principalement à être utilisée par les différents transformateurs. La qualité de cette matière première détermine la valeur marchande et la qualité des produits finis. Dans notre travail, les caractéristiques chimiques et physico-chimiques des laits de mélanges (229 échantillons) ont été comparées à celles des laits individuels prélevés au niveau de la salle de traite (728 échantillons). Cette comparaison a indiqué que le lait de mélange serait dilué avant sa livraison et qu'il ne correspond pas à celui produit par la vache. En effet, 48 % des échantillons de lait de mélange analysé sont soupçonnés d'une falsification par mouillage. Ceci nous empêche de fixer la limite minima et maxima des composants chimiques et des constantes physico-chimiques des laits de mélange.

Ainsi nous avons triés les 229 échantillons de laits de mélange en 110 échantillons suspects et 119 non suspects de mouillage (Tableau 9). Le tableau 9 fait apparaître un net phénomène de dilution du lait avec la diminution du taux moyen des composants chimiques dans le lait suspect (taux de mouillage $4,6 \pm 3,7\%$). Les différences de concentration en composants chimiques entre lait suspect et lait non suspect sont non significative pour l'Urée ($p > 0,05$), très significative pour la MG ($p < 0,01$) et hautement significative pour le reste ($p < 0,001$). Quant aux constantes physico-chimiques, avec l'addition, volontaire ou involontaire de $4,6 \pm 3,7\%$ d'eau dans le lait, le pH n'évolue pas ($p > 0,05$), par contre on observe une évolution très hautement significative ($p < 0,001$) pour les autres constantes. La densité se rapproche de 1, la température de congélation se rapproche de zéro et l'acidité par titrage diminue.

Tableau 9 : Composition chimique et critères physico-chimiques du lait de mélange suspect et non suspect de mouillage

Type de lait	Echantillon Non Suspect				Echantillon Suspect de Mouillage			
Nombre d'échantillon	119				110			
Variable	Moy.	Ét-type	Min	Max	Moy.	Ét-type	Min	Max
Production litre /vache	18,51	4,34	8,00	26,00	17,01	4,38	7,50	28,00
<u>Composant/ litre de lait</u>								
Matières Grasses (g)	40,76	6,60	20,10	64,20	38,46	6,40	24,50	64,50
Extrait Sec Dégraissée (g)	87,97	2,78	83,50	98,20	81,31	3,15	71,30	86,96
Matières Protéiques (g)	34,36	1,08	32,90	38,40	31,80	1,20	28,60	34,15
Lactose (g)	46,49	1,54	43,20	51,80	42,86	1,85	36,60	45,88
Cendres (g)	7,00	0,22	6,70	7,80	6,47	0,25	5,70	6,95
Urée (mg)	311,17	85,77	170,81	616,00	297,75	105,95	140,10	561,00
<u>Constantes physico-chimiques</u>								
Température °C	20,55	1,91	17,00	27,00	20,58	2,05	15,00	28,00
pH à 20°C	6,67	0,09	6,42	6,87	6,65	0,11	6,28	6,95
Acidité Titrable °D	16,1	1,5	13,0	23,0	15,0	1,6	12,0	20,0
Densité à 20°C	1030,7	1,3	1027,8	1033,9	1028,1	1,5	1022,4	1030,6
Point de congélation °C	-0,544	0,019	-0,620	-0,520	-0,497	0,021	-0,542	-0,440
Mouillage (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	3,7	0,2	15,2

De toutes les constantes chimiques ou physiques, c'est le point de congélation qui présente la marge de variation la moins grande. Ce critère est donc déterminant lorsqu'il s'agit de déceler si le lait a été mouillé ($R^2=0,65$). Il est suivi de l'ESD ($R^2=0,55$) et de la densité ($R^2=0,48$). En effet, ces trois constantes permettent d'établir la comparaison entre échantillons suspects et échantillons de référence.

La Composition chimique et les critères physico-chimiques des 119 échantillons de laits de mélange non soupçonné de falsification par mouillage ont été comparés aux 728 échantillons de lait individuel. Les résultats ne relate aucune différence significative ($p>0,05$) entre les deux types de lait. Ce qui renforce l'idée qu'une part non négligeable (43 %) des laits de mélanges à la livraison ne correspondent pas aux laits tels que la vache les produit mais il s'agit bien de lait qui a été dilué par addition d'eau. Les caractéristiques des 119 échantillons non suspects peuvent être retenues comme références (Tableau 9).

3-2-3- Etude des critères hygiéniques du lait du mélange

Tableau 10. Critères hygiéniques des échantillons de lait de mélange

Variable	Nombre	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Flore Aérobie Mésophile Totale x 10 ⁶ (UFC/ml)	229	239	985	0,01	8000
Coliformes Totaux x 10 ⁵ (UFC/ml)	229	6	14	0	100
Spore x 10 ⁵ /litre	229	4	20	0	200
Test Réductase (minutes)	229	149	108	5	400

Les 229 échantillons de lait de mélange ont été analysés selon des critères hygiéniques, Test Réductase "TR", dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT», des Coliformes Totaux «CT» et des anaérobies sulfite-réducteurs «Spores». Le résultat de dénombrement par échantillon analysé représente la moyenne de trois dilutions successives. Les résultats de ces analyses sont regroupés au niveau du Tableau 10. Quant aux indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, les *Escherichia coli* et le *Pseudomonas aeruginosa* «Pseud-aeru» ont été dénombrés sur un nombre limité d'échantillon que nous verrons plus tard.

3-2-3-1- Le dénombrement des germes et l'épreuve de la réductase

Le tableau 10 est relatif critères hygiénique des échantillons de lait de mélange. Il regroupe les tests de réduction au bleu de méthylène et montre la variation des différentes flores étudiées.

Les temps de réduction du bleu de méthylène et les résultats de numérations des contaminants dans les échantillons de lait ont révélé une importante variation des écarts de qualités hygiéniques entre exploitations.

3-2-3-1-1- Test réductase au bleu de méthylène

L'épreuve de la réductase au moyen du bleu de méthylène est probablement la plus largement utilisée des épreuves de contrôle hygiénique du lait cru. Elle renseigne sur la charge initiale en microorganismes du lait cru servant de matière première. Plus la charge initiale en microorganismes est élevée, plus la décoloration est rapide. Elle permet ainsi une classification pratique des laits en bons, moyens et mauvais au point de vue de leur qualité hygiénique. Dans notre cas l'analyse a eu lieu le jour même, au plutôt, 5 h après la récolte du lait. La solution indicatrice renferme 5 mg de bleu de méthylène /100 ml d'eau distillée. Le temps de réduction moyen est de 149±108 minutes (Tableau 10). A travers cette épreuve on constate que les écarts de qualités hygiéniques, observés d'une exploitation à l'autre sont profond (de 5 à 400 minutes). Ainsi les laits triés en bons, moyens et mauvais, au point de vue de leur qualité hygiénique, représentent 44 % (≥ à 3 heures), 29 % (de 1 à 3 heure) et 27% (inférieur à 1 heure) respectivement.

3-2-3-1-2- Dénombrement de la flore de contamination

Ce dénombrement reflète la qualité microbiologique générale du produit et donne une idée sur pratiques générales d'hygiène au niveau de l'exploitation.

3-2-3-1-2-1- Flore Aérobic Mésophile Totale « FAMT »

Le dénombrement de la FAMT révèle que les écarts de qualités hygiéniques, observés d'une exploitation à l'autre sont importants de 10^4 à 8×10^9 UFC/ml soit $239 \times 10^6 \pm 985 \times 10^6$ UFC/ml en moyenne (Tableau 10). 72 % des échantillons de lait collectés peuvent être qualifiés de mauvais car ils dépassent de loin la norme nationale 5×10^5 UFC/ml, soit une moyenne de 3×10^8 UFC/ml. Cette forte contamination témoigne d'une insuffisante maîtrise de l'hygiène, que ce soit lors de la traite principalement, mais aussi dans l'environnement global des bâtiments d'élevage. En plus, nous avons constaté au niveau de la plupart de ces exploitations un lavage inefficace du pis des vaches, pratiqué avec des lingettes ou des chiffons sales et une eau dont la qualité hygiénique est douteuse. Les autres 28 % ont les taux de FAMT les plus bas par rapport au reste, 5×10^5 UFC/ml au maximum, soit $2,2 \times 10^5 \pm 1,5 \times 10^5$ UFC/ml en moyenne. Ces échantillons relativement propres proviennent de **Grands Troupeaux Laitiers** (49 vaches en lactation en moyenne) et *ce résultat peut être expliqué par la présence des conditions de réfrigération du lait après la traite, par le respect des recommandations pour la préparation à la traite et par le nettoyage des ustensiles de lait et des machines à traire.*

3-2-3-1-2-2- Coliformes totaux

Les bouses des bovins sont fortement contaminées par les coliformes. Quelques milligrammes suffisent à contaminer le lait à la récolte. Mais aussi l'eau peut être une source de coliformes avec une possibilité de multiplication si sa charge en matière organique est importante. La contamination du lait en coliformes est spécifiquement liée à l'hygiène de la traite (lavage des mains et des mamelles, lavage de la vaisselle, filtration du lait) et aussi un très bon indicateur dans la procédure de nettoyage des installations de traite.

La même variabilité a été observée pour les coliformes totaux avec une valeur moyenne de $6 \times 10^5 \pm 14 \times 10^5$ UFC/ml. Plus de la moitié des échantillons (56 %) ne dépassaient pas 10^5 UFC/ml, soit $3,9 \times 10^4 \pm 2,9 \times 10^4$ UFC/ml, tandis que 28 % présentent des résultats dégradés ($4,7 \times 10^5 \pm 2,8 \times 10^5$ UFC/ml) et le reste (16 %) sont très dégradés où les populations de coliformes représentent $2,9 \times 10^6 \pm 2,6 \times 10^6$ UFC/ml en moyenne.

Il peut être conclu de ces chiffres que même des conditions avantageuses d'entreposage du lait dans certaines fermes (réfrigération), jusqu'à sa livraison, ne peuvent en aucun cas masquer *des pratiques générales d'hygiène fort décevantes, surtout lors de la traite, même pour les fermes les plus intensives.*

3-2-3-1-2-3- Les anaérobies sulfite-réducteurs « Spores »

La présence de spores butyriques dans le lait est problématique pour l'industrie laitière, car ces agents résistent à la pasteurisation, limite la durée de vie des produits et entraîne de nombreuses contraintes technologiques pour l'industrie fromagère. Ainsi le nombre de spores par litre de lait doit rentrer dans les critères qui seront retenus dans le paiement du lait par les laiteries.

Les butyriques sont des germes hôtes naturels de la terre qui prolifèrent dans les ensilages mal conservés et se retrouvent dans les bouses qui souillent le lait de la traite. Ce sont des indicateurs d'hygiène de la traite et de l'environnement. La contamination du lait en spores butyriques a lieu à l'étable, essentiellement par les particules de bouses passant dans le lait lors de la traite. Son importance dépend donc :

- des soins apportés à la traite et de la propreté des animaux, notamment des trayons ;
- du nombre de spores dans les bouses, lui-même fonction du nombre de spores dans l'alimentation.

Ainsi, comme c'est le cas des coliformes, *la numération des spores butyrique dans les échantillons de lait de mélange peut aussi donner des renseignements précieux sur les soins apportés à la production du lait.*

Le nombre de spores au niveau des 229 échantillons de lait de mélange varie de 0 à 2×10^7 soit $4 \times 10^5 \pm 20 \times 10^5$ spores / litres en moyenne, ce qui démontre une forte variabilité. Toutefois 18,5 % des échantillons de lait étaient exempt de spore butyrique et 20 % autres échantillons ne renferment que 490 ± 320 spores par litre en moyenne. Pour les 61,5 % échantillons de lait restant on dénombre aux environ 7×10^5 spores par litre et ces laits peuvent conduire de sérieux déboires dans les fabrications de fromage et seraient impropres à la transformation (Demarquilly, 1998).

3-2-3-1-3- Conclusion

A travers l'épreuve de la réductase et le dénombrement de la flore de contamination du lait, on constate que, plus des deux tiers des échantillons de lait collectés peuvent être qualifiés de mauvaise qualité hygiénique. Les pratiques de lavage antérieures à la traite auraient une incidence sur la contamination globale du lait (FMAT, coliformes totaux ou même spore). Lors du prélèvement des échantillons on a constaté que *les personnes préposées aux soins à donner aux vaches laitières négligent d'utiliser l'eau en abondance, le lavage est inefficace, pratiqué avec des lingettes ou des chiffons sales et que l'eau utilisée pour accomplir ces tâches est douteuse.*

Si la composition du lait est satisfaisante, la forte contamination bactériologique du lait reste un facteur préoccupant. Pourtant, le cycle de la contamination du lait par les bactéries dans l'exploitation est supposé bien connu. Qu'en est-il pour l'eau en contact avec le lait ?

3-3- L'impact de la salubrité de l'eau sur les qualités hygiénique du lait produit.

L'eau est utile non seulement pour faire la toilette du local, mais aussi pour assurer celle des vaches et des vachers et pour le nettoyage du matériel. L'eau utilisée pour nettoyer les surfaces venant en contact avec le lait doit répondre aux mêmes normes que celles qui s'appliquent à l'eau potable. La salle de traite doit être équipée d'un réseau d'alimentation en eau adéquat, sûr et salubre. L'objectif est d'obtenir une eau exempte de microorganisme et ayant de bonnes propriétés nettoyantes. Parmi les problèmes généraux de qualité de l'eau figurent les particules, les minéraux dissous et les bactéries. Cette partie de l'étude tentera de mettre en évidence une relation entre la qualité de l'eau de nettoyage du matériel de traite et des mamelles et la qualité du lait afin de savoir si les qualités nettoyante et bactériologique de l'eau sont réellement un problème fréquent en élevage laitier et le cas échéant s'il existe des conséquences sur la qualité du lait.

Des échantillons de lait de mélange produit et d'eau utilisée ont été soigneusement prélevés au niveau de 103 élevages. L'échantillonnage a ciblé deux catégories d'élevage, 61 de type familiaux avec 10 vaches laitières en moyenne et 42 grandes exploitations qui disposent de plus de 50 vaches en moyenne. Les échantillons de lait et d'eau, ont été analysés selon des critères hygiéniques, dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT », des Coliformes Totaux «CT » et des anaérobies sulfite-réducteurs «Spores». Par ailleurs les critères physicochimiques (pH, dureté et extrait sec) ont été déterminés dans l'eau. Les résultats de ces analyses sont regroupés au niveau du Tableau 11.

Tableau 11 : Salubrité de l'eau et qualités hygiénique du lait produit.

Variable	Nombre	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Critères Hygiéniques du lait					
Flore Aérobie Mésophile Totale 10 ⁶ (UFC/ml)	103	7,6	16,6	0,01	129,6
Coliformes Totaux x 10 ⁵ (UFC/ml)	103	5,6	11,6	0,01	85,6
Spore x 10 ³ /litre	103	25,8	104,6	0	1000
Test Réductase (minutes)	103	157	94	5	378
Critères Chiques et Hygiéniques de l'eau					
Flore Aérobie Mésophile Totale 10 ³ (UFC/ml)	103	13	36	0	250
Coliformes Totaux x 10 ³ (UFC/ml)	103	0,87	4	0	38
Spores /litre	103	596	1459	0	10000
pH d'eau	103	7,14	0,56	6,32	8,45
EST g/l	103	1,53	1,23	0,4	6,11
Dureté °F	103	54	40	7	250

3-3-1- Qualités hygiénique du lait produit et de l'eau utilisée

Une eau riche en bactéries peut, directement ou non, contaminer le lait lors du rinçage des circuits du lait, du matériel de traite et le lavage des mamelles et des mains du trayeur. Pour une bonne hygiène du lait on doit utiliser de l'eau potable pour le nettoyage des surfaces en contacts avec le lait.

Les résultats de numérations des contaminants dans les échantillons de lait et d'eau ont révélé une importante variation des écarts de qualités hygiéniques entre les 103 exploitations (Tableau 11). On a dénombré respectivement dans les échantillon de lait provenant des petites et grandes exploitations 11,8x10⁶ et 1,5x10⁶ UFC/ml soit une moyenne de 7,6x10⁶ UFC/ml

pour la FAMT et $90,9 \times 10^4$ et $4,7 \times 10^4$ UFC/ml soit une moyenne de $5,6 \times 10^5$ UFC/ml pour les CT alors qu'on a dénombré 41×10^3 et $3,7 \times 10^3$ spores par litre soit une moyenne de $25,8 \times 10^3$.

Quant à l'eau on a dénombré respectivement dans les échantillons provenant des petites et grandes exploitations $17,8 \times 10^3$ et $5,8 \times 10^3$ UFC/ml soit une moyenne de 13×10^3 UFC/ml pour la FAMT et 1277 et 258 UFC/ml soit une moyenne de 870 UFC/ml pour les CT. Pour les spores on a dénombré 863 et 207 spores par litre d'eau soit une moyenne de 596 spores par litre d'eau. L'analyse statistique a révélé des différences hautement significative du degré de contamination du lait ($p < 0,001$), 10 % de la variation est liée à la taille des exploitations. La salubrité de l'eau est aussi influencée par la taille des exploitations ($p < 0,05$). Globalement l'analyse donne un faible taux de bactéries dans l'eau, mais ce taux est cependant suffisant pour déclasser cette eau. A ces paramètres microbiologiques de l'eau, s'ajoutent des paramètres physico-chimiques souvent déterminants dans l'efficacité des nettoyages (résidus secs, dureté et pH).

3-3-2- Paramètres physiques et chimiques de l'eau utilisée

L'eau est utile non seulement pour faire la toilette du local, mais aussi pour assurer celle des vaches et des vachers et pour le nettoyage du matériel. La qualité d'une eau de lavage est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques (résidus secs, dureté, pH). Une teneur trop élevée d'un ou plusieurs composants chimiques cause des désagréments au consommateur (saveur, risques sanitaires) et aux canalisations (corrosion, entartrage).

3-3-2-1- Les résidus secs

Le résidu sec à 105°C totalise toutes les matières solubles dans l'eau. La détermination du résidu sec des 103 échantillons d'eau a donné un tau moyen de $1,53 \pm 1,23$ g/litre. L'eau utilisée dans les grandes exploitations renferme moins de matière dissoute que celle des exploitations familiales, $1,18 \pm 0,85$ g/litre contre $1,78 \pm 1,39$ g/litre, la différence est non significative ($p > 0,05$). Parmi ces échantillons il y a 42% qui renferment à peine 1 g de solide/litre et 48 % ont un dépôt solide qui est compris entre 2 et 6 g/litre soit 3,4 g/litre en moyenne. Le résidu sec à lui seul ne permet pas de juger les propriétés nettoyantes d'une eau on doit l'associer à la détermination de la dureté.

3-3-2-2- La dureté de l'eau

La dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau, elle se mesure en degré français et 1 degré français correspond à 10^{-4} mol/L soit 4 milligrammes de calcium ou 2,4 milligrammes de magnésium et correspond à une concentration de 10 milligrammes de carbonate de calcium (tartre) par litre d'eau. Une bonne eau de nettoyage est exempte de métaux dissous et n'est pas entartrante en plus ces piqûres réduisent la durée de vie du matériel et constituent des points d'attache pour les bactéries, lesquelles peuvent proliférer dans le lait.

La dureté de l'eau était très variable selon les exploitations de 7 à 250°F . Dans l'ensemble l'eau est considérée dure ($54 \pm 40^\circ\text{F}$), mais à moindre degré dans les grandes exploitations, 44°F contre 60°F pour les petites exploitations ($p < 0,05$). Toutefois pour le tiers des exploitations la dureté moyenne ne représente que $23 \pm 7^\circ\text{F}$ (de 7 à 30°F), alors que 37 % d'exploitations extrêmes utilisent une eau de dureté supérieure à 50°F , soit $90 \pm 43^\circ\text{F}$. Plus une eau est dure, moins elle fait mousser le savon. Le nettoyage avec une eau dure est plus difficile qu'avec une eau douce, de plus l'eau dure entartre les canalisations et les réservoirs et favorise la formation de bio film. L'enregistrement d'une eau dure est concomitant à la détection d'un pH élevé et un résidu sec important.

3-3-2-3- Le pH de l'eau

Le pH d'une eau naturelle est directement influencé par la concentration en dioxyde de carbone, en ions hydrogénocarbonates et en ions carbonates. On a enregistré un pH moyen de $7,14 \pm 0,56$ (de 6,32 à 8,45). Dans la majorité des eaux (54 %) le pH est supérieur à 7 avec une moyenne de $7,57 \pm 0,41$. Le pH de l'eau conditionne les équilibre physico-chimiques, en particulier l'équilibre calco-carbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (attaque ou dépôt). Les eaux à pH élevé sont généralement dures, moyennement à fortement minéralisées en sels de calcium et magnésium; elles entartrent les conduites. ***Lors des lavages des installations de traite, la fréquence d'utilisation de l'acide est à adapter avec la dureté de l'eau. L'élimination des salissures organiques, minérales (pierre de lait) et bactériologiques demande une alternance dans l'utilisation des produits Alcalin chloré et Acide. Dans le cas d'une eau douce, l'acide est utilisé 1 à 2 fois/semaine, mais pour une eau dure l'alternance, d'un Alcalin chloré et d'un Acide, est quasi quotidienne.***

Les contaminants présents dans le lait sous forme de FAMT et de spores sont étroitement liées à la salubrité de l'eau ($p < 0,001$). L'amélioration de la qualité hygiénique du lait à la production passe par l'amélioration de la qualité d'eau au niveau de l'exploitation laitière. Cette constatation est alarmante car l'intérêt de la qualité de l'eau en élevage n'est pas seulement zootechnique (performances, qualité des produits) et vétérinaire (santé animale) mais l'eau en production animale représente également un grand intérêt en santé publique par son impact sur les produits d'origine animale comme par exemple le lait.

3-4- Amélioration de la Qualité de l'eau en contact avec le lait

Quand on se pose la question de savoir si une eau peut être utilisée dans une ferme, il faut considérer deux éléments de la qualité. Le premier a trait aux facteurs qui affectent la santé : présence dans l'eau d'organismes infectieux ou quantité excessives de poisons ou de substance chimiques dangereuses. Le second porte sur les substances qui nuisent aux propriétés utiles de l'eau, par exemple quantité excessives de calcium et de magnésium, qui provoquent la formation de tartre dans les conduites, présence de fer et de manganèse qui diminuent les qualités dissolvantes de l'eau.

Cette étude fait partie de la mise en évidence des relations entre la qualité de l'eau de nettoyage du matériel de traite et des mamelles et la qualité du lait et a pour objectif la prospection des voies d'amélioration de la qualité hygiénique du lait via l'amélioration de celle de l'eau utilisé. Mais aussi, en plus du dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT», des Coliformes Totaux «CT» et des anaérobies sulfite-réducteurs «Spores» on a dénombré les indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes fécaux «CF» et les streptocoques fécaux «SF», les Escherichia coli «EC» et le Pseudomonas aeruginosa «Pseud-aeru». Pour ce fait des échantillons de lait et d'eau ont été prélevés dans la région de Bir M'cherga (eau de robinet, de barrage, de bassin et de salle de traite). Par ailleurs un traitement UV des eaux utilisées au niveau d'une exploitation a été fait afin d'améliorer la qualité d'eau ainsi que la qualité de lait.

3-4-1- Paramètres physiques et chimiques de l'eau utilisée

L'eau est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques les résidus secs, la dureté et le pH. Aux niveaux de chacune des exploitations étudiées on trouve généralement 2 sources d'alimentations. L'eau de robinet branchée sur le réseau de la SONEDE et l'eau des réservoirs alimentés par un pompage régulier aux niveaux des retenus d'eau (barrage ou lac). Ainsi les résidus secs, la dureté et le pH ont été déterminé pour l'eau de robinet, de barrage ou lac, de bassin et de la salle de traite. Ces paramètres permettent de situer l'origine de l'eau ($R^2=0,94$). Les valeurs moyennes des trois paramètres, résidus secs, dureté et pH, étaient respectivement $0,3\pm 0,2$ g/l, 18 ± 1 °F et $7,83\pm 0,19$ pour l'eau de robinet, $3,3\pm 0,8$ g/l, 68 ± 2 °F et $8,31\pm 0,16$ dans les retenus d'eaux, $2,9\pm 0,4$ g/l, 69 ± 7 °F et $8,17\pm 0,40$ pour les réservoirs à ciel ouvert et finalement $3,1\pm 0,8$ g/l, 68 ± 7 °F et $8,04\pm 0,25$ dans les salles de traite. La comparaison des valeurs moyennes des trois paramètres indique que l'eau de robinet se distingue d'une manière très hautement significatives ($p<0.001$) par rapport aux autres sources d'eaux. L'eau du robinet est douce, mais exclusivement, réservée à l'usage domestique. Par ailleurs il n'y a strictement aucune différence entre les eaux de retenus, de réservoir et de la salle de traite ($p>0.05$). Les salles de traites sont approvisionnées des réservoirs, eux mêmes alimentés des retenus d'eau. A ce niveau, l'eau est dure à pH élevé ce qui nuisent aux propriétés nettoyantes et favorise la formation de tartre dans les conduites. Le tartre réduit la durée de vie du matériel et constituent des points d'attache pour les bactéries, lesquelles peuvent proliférer dans le lait. Cette eau est utilisée non seulement pour faire la toilette du local, mais aussi pour assurer celle des vaches et des vachers et pour le nettoyage du matériel en contact avec le lait. Ainsi à ces paramètres physico-chimiques (résidus secs, dureté et pH) de l'eau, s'ajoutent des paramètres microbiologiques souvent déterminants pour la qualité hygiénique du lait à la production.

3-4-2- Caractéristiques de l'eau qui alimente la laiterie

Afin de déterminer les paramètres microbiologiques, des échantillons d'eau ont été prélevés au niveau de la salle de traite et un peu plus en amont au niveau du bassin qui alimente l'élevage en eau. Ces prélèvement ont servi pour le dénombrement des germes

indésirables (FAMT, CT et Spores) et indicateurs de pollution fécale (CF, SF, EC et « Pseud-aeru »). Les critères physico-chimiques et les paramètres microbiologiques de l'eau du bassin et de la salle de traite sont regroupés au niveau du Tableau 12.

Tableau 12 : Caractéristiques de l'eau aux niveaux du bassin et de la salle de traite

Type	Eau du bassin				Eau Salle de traite			
Nombre d'échantillon	6				6			
Variable	Moy.	Ét-type	Min	Max	Moy.	Ét-type	Min	Max
Critères Hygiéniques								
Flore Aérobie Mésophile Totale (UFC/ml)	980	683	50	1800	5972	7183	530	20200
Coliformes Totaux (UFC/ml)	157	173	23	500	107	193	15	500
Spores /litre	500	410	0	900	320	380	0	900
Coliformes fécaux UFC/100 ml	670	529	90	1500	273	342	3	900
Streptocoque fécaux UFC/100 ml	48	90	3	230	115	121	9	300
Escherichia coli UFC/100 ml	337	437	3	900	115	119	3	230
Pseudomonas aeruginosa UFC/100ml	889	2014	3	5000	89	78	3	210
Critères physico-chimiques								
pH d'eau	8,17	0,40	7,57	8,52	8,04	0,25	7,67	8,32
Résidus Secs g/l	2,7	0,4	2,3	3,6	3,1	0,8	2,1	4,3
Dureté °F	69,8	7,2	59,8	79,6	68,6	7,1	58,3	76,4

L'analyse statistique des critères microbiologiques ne dégage aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'eau du bassin et celui de la salle de traite. Toutefois on remarque des tendances révélatrices de la situation. En effet, les numérations des contaminants dans les échantillons montrent que l'eau prélevée au niveau du bassin, en comparaison avec l'eau de la salle de traite, est plus contaminée en Coliformes Totaux, Spores, Coliformes fécaux, Escherichia coli et Pseudomonas aeruginosa où ils représentent respectivement 157 UFC/ml, 500 spores / litre, 670 UFC/100 ml, 337 UFC/ 100 ml et 889 UFC/100 ml contre 107 UFC/ml, 320 spores / litre, 273 UFC/100 ml, 115 UFC/ 100 ml et 89 UFC/100 ml respectivement de CT, Spores, CF, EC et « Pseud-aeru » dans l'eau prélevée au niveau de la salle de traite. Par contre l'eau s'enrichi en FAMT et en Streptocoques fécaux, entre le bassin et la salle de traite où ces deux contaminants représentent 5972 UFC/ml et 115 UFC/100 ml respectivement contre 980 UFC/ml et 48 UFC/100 ml dénombrées dans l'eau du bassin. La faible teneur en microflore aérobies mésophile et en SF du bassin par comparaison à l'eau de la salle de traite peut avoir deux explications plausibles. L'eau en question est dure et a un pH élevé, elle favorise le dépôt de tartre dans les conduites, ce tartre constitue des points d'attache pour les bactéries (biofilm), lesquelles peuvent proliférer. En effet, l'eau qui sert la salle de traite arrive du bassin à travers d'anciennes conduites en polyéthylène (Bergater Ø 30). L'enrichissement des eaux en micro-organismes proviendraient essentiellement des bactéries adsorbées par le tartre formé à l'intérieur de ces conduites d'eau. Mais aussi il y a l'effet germicide des radiations ultraviolettes (ensoleillement) particulièrement important par rapport aux autres sites, le bassin est peu profond à ciel ouvert. Les indicateurs de contamination fécale sont connus pour être sensibles aux UV. D'ailleurs parmi les nouvelles technologies disponibles pour la désinfection des eaux, les rayons ultra-violets (UV) semblent être une technique prometteuse par rapport à des techniques moins récentes, empruntées à la gestion de l'eau potable, comme l'ozone ou le chlore.

La détermination des paramètres physico-chimiques (résidus secs, dureté et pH) et des paramètres microbiologiques de l'eau qui alimente la salle de traite révèle que cette eau est insalubre, dure à pH élevé ce qui nuit aux propriétés nettoyantes et favorise la formation de tartre dans les conduites. Un prototype de désinfection de l'eau aux rayonnements

ultraviolets a été utilisé en vue d'améliorer la qualité bactériologique de l'eau qui serve pour la toilette des vachers et des surfaces en contact avec le lait.

3-4-3- Traitement des eaux du bassin par un prototype de désinfection à UV

Il s'agit d'un prototype de désinfection UV_{253,7} mono lampe (une seule lampe germicide à décharge basse pression) a un volume utile de 1,6 litres et un débit de 0.2 l/s. La dose UV émise est de 44mw/cm². L'eau à traiter circule dans l'espace annulaire compris entre la gaine de quartz et la paroi interne de la chambre d'irradiation en flux ascendant. En effet l'eau utilisée pour l'abreuvement des vaches ainsi que pour le lavage des mamelles et le matériel de la salle de traite provient du barrage de Zaghouen 'oued Melienne' situé à 2 Km de la ferme. Le transport de l'eau se fait à l'aide d'une canalisation qui amène l'eau de la station de pompage vers un bassin situé à 200 m de l'étable.

L'eau du bassin a été véhiculée dans de nouvelles conduites en polyéthylène (Bergater) et traversait le prototype de désinfection avant de servir la salle de traite. Le prototype de désinfection est équipé à l'admission, par un filtre céramique ayant une porosité inférieure à 1 micron. Des échantillons d'eau et de lait ont été prélevés pour analyses durant la période du traitement. L'eau a été échantillonnée en amont et en aval du prototype de désinfection. Quant au lait il représente la production en période de traitement des eaux et pour situer l'évolution sa qualité a été comparé avec celles des laits produit ante-traitement des eaux.

Donc des prélèvements de l'eau et du lait ont été effectué avant l'installation du prototype ainsi qu'après la mise en place du système afin de réaliser le dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT », des Coliformes Totaux «CT » et des anaérobies sulfito-réducteurs «Spores » et des indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes fécaux « CF » et les streptocoques fécaux « SF », les Escherichia coli « EC » et le Pseudomonas aeruginosa « Pseud-aeru ».

Tableau 13 : Effet du traitement à l'UV sur les caractéristiques de l'eau qui alimente la salle de traite

Type d'eau	Avant traitement des eaux à l'UV				Après traitement des eaux à l'UV			
	18				18			
Nombre d'échantillon	Moy.	Ét-type	Min	Max	Moy.	Ét-type	Min	Max
Variable								
Critères Hygiéniques								
Flore Aérobie Mésophile Totale (UFC/ml)	980	683	50	1800	594	471	11	1200
Coliformes Totaux (UFC/ml)	157	17 3	23	500	31	32	4	90
Spores /litre	500	410	0	900	20	40	0	100
Coliformes fécaux UFC/100 ml	670	529	90	1500	94	82	3	230
Streptocoque fécaux UFC/100 ml	48	90	3	230	30	35	3	90
Escherichia coli UFC/100 ml	337	437	3	900	96	94	2	230
Pseudomonas aeruginosa UFC/100ml	889	2014	3	5000	102	101	3	230
Critères physico-chiques								
pH d'eau	8,17	0,40	7,57	8,52	7,83	0,33	7,53	8,28
Résidus Secs g/l	2,7	0,4	2,3	3,6	1,7	0,3	1,3	2,1
Dureté °F	69,8	7,2	59,8	79,6	69,4	2,2	66,0	72,7

3-4-3-1- Effet du traitement à l'UV sur les caractéristiques de l'eau

Les résultats relatifs à l'effet du traitement à l'UV des eaux qui alimentent la salle de traite sont regroupés au niveau du Tableau 13. La numération des contaminants dans les échantillons d'eau du bassin (avant traitement avec les UV) et après traitement avec les UV (eau qui alimente la salle de traite) faisaient apparaître une nette diminution des indicateurs de la contamination fécale en l'occurrence les spores et les coliformes fécaux ($p < 0.03$), le traitement UV y est pour 40% dans l'amélioration de la qualité hygiénique de l'eau. Pour le reste des contaminants, on observe une légère diminution qui reste toutefois non significative ($p > 0.05$). Quant aux critères physico-chimiques, le traitement UV n'a eu aucun effet sur la dureté et a réduit le pH mais de manière non significative ($P > 0.05$, $R^2 = 0,20$). Par contre il y a une très nette réduction du résidu sec ($p < 0.001$) qui est passé de $2,7 \pm 0,4$ g/l à $1,7 \pm 0,3$ g/l, cette évolution serait plutôt due au filtre céramique qui équipe le prototype de désinfection au niveau de l'admission d'eau qu'au traitement UV.

3-4-3-2- Evolution de la qualité du lait en fonction du traitement des eaux

L'utilisation des eaux traitées aux UV n'a eu strictement aucun effet sur la composition chimique et sur les critères physico-chimiques du lait produit (Tableau 14).

Tableau 14: Evolution des caractéristiques chimiques et physicochimiques du lait en fonction du traitement des eaux

Type de lait	Avant traitement des eaux à l'UV				Après traitement des eaux à l'UV			
	18				18			
Nombre d'échantillon								
Variable	Moy.	Ét-type	Min	Max	Moy.	Ét-type	Min	Max
Nombre de vache	86	6	76	90	86	6	76	90
Production litre/vache								
Composant/ litre de lait	23	1	21	25	23	1	21	25
Matières Grasses (g)	40,7	1,6	38,5	42,7	40,5	2,3	36,7	42,4
Extrait Sec Dégraissée (g)	91,1	1,3	89,7	93,0	91,6	1,1	90,5	93,0
Matières Protéiques (g)	35,5	0,5	34,9	36,2	35,7	0,4	35,3	36,2
Lactose (g)	48,2	0,7	47,5	49,2	48,4	0,6	47,8	49,2
Cendres (g)	7,2	0,1	7,1	7,4	7,3	0,1	7,2	7,4
Urée (mg)	281	41	220	389	281	41	220	389
Constantes physico-chimiques								
Température °C	20	1	19	21	20	1	19	21
pH à 20°C	6,69	0,04	6,64	6,81	6,68	0,05	6,65	6,80
Acidité Titrable °D	16	1	15	17	16	1	15	17
Densité à 20°C	1031,9	0,5	1031,4	1032,6	1032,1	0,4	1031,5	1032,5
Point de congélation °C	-0,566	0,009	-0,580	-0,560	-0,570	0,010	-0,580	-0,560
Mouillage (%)	0	0	0	0	0	0	0	0

Par contre les résultats de numérations des contaminants dans les échantillons de lait avant et après désinfection des eaux (Tableau 15) faisaient apparaître une légère amélioration de la qualité hygiénique du lait qui reste non significative ($p > 0.05$). Le nombre de contaminant du lait à l'exception des *Escherichia coli* a régressé suite à la désinfection de l'eau, la FAMT est passée de 41×10^5 à $3,6 \times 10^5$ UFC/ml, les «CT» de 6×10^5 à 3×10^5 UFC/ml, «CF» 4×10^4 à 1×10^4 UFC/100 ml, «SF» 14×10^3 à 8×10^3 UFC/100 ml, *Pseudomonas aeruginosa* $14,5 \times 10^3$ à 8×10^3 UFC/100 ml et les «Spores» de 1800 à 340 /litre. Quant aux *Escherichia coli*, contre toute attente, ils sont passés de $3,5 \times 10^3$ à 9×10^3 UFC/100 ml, mais on ne trouve pas d'explication à cette évolution. La détermination de l'effet origine et de l'effet traitement UV sur la qualité hygiénique a été faite selon la procédure GLM du logiciel SAS

(SAS System for Windows 9.0). Le traitement UV n'a pas un effet significatif sur les caractéristiques physico-chimique de l'eau ($P > 0.05$). La qualité hygiénique de l'eau dépend du traitement UV ($P < 0.04$), ce dernier contribué de 4 % de la variation. L'origine de l'eau (robinet, barrage, bassin ou salle de traite) n'a pas d'effet significatif sur la variation de la qualité hygiénique ($P > 0.05$). L'assainissement de l'eau avec UV n'a pas un effet significatif ni sur les caractéristiques physico-chimique ni la qualité hygiénique du lait ($P > 0.05$). La part de variation de la qualité hygiénique de l'eau suite à l'assainissement avec UV (4 %) ne se manifeste pas au niveau de la qualité hygiénique du lait. L'amélioration de la qualité hygiénique du lait nécessite le développement de nouvelles technologies. Parmi ces nouvelles technologies l'utilisation d'un filtre zéolite serait la solution.

Tableau 15: Evolution de la qualité hygiénique du lait en fonction du traitement des eaux

Type de lait	Avant traitement des eaux à l'UV				Après traitement des eaux à l'UV			
	6				6			
Nombre d'échantillon								
Variable	Moy.	Ét-type	Min	Max	Moy.	Ét-type	Min	Max
Flore Aérobie Mésophile Totale 10^5 (UFC/ml)	41	48	4	100	3,6	1,7	1,7	5,2
Coliformes Totaux $\times 10^5$ (UFC/ml)	6,2	4,6	1,5	11	2,9	4,6	0,02	11
Spore litre	1800	2930	0	7000	340	330	0	700
Test Réductase (min)	196	75	90	300	220	60	120	240
Coliformes fécaux UFC/100 ml	37401	63571	3	150000	11200	4266	7000	16000
Streptocoque fécaux UFC/ 100 ml	14200	9935	4000	28000	8600	4722	4000	15000
Escherichia coli UFC/ 100 ml	3527	5983	3	14000	9600	7503	3000	20000
Pseudomonas aeruginosa UFC/100 ml	145180	215100	900	500000	8247	9474	3	23000

VI- Etude de la variance des Critères Chimiques, Physiques et hygiéniques du lait au niveau des exploitations.

Les résultats obtenus ont été analysés à l'aide du logiciel SAS (SAS System for Windows 9.0). La source de variation a été étudiée entre les 957 échantillons de lait prélevés et analysés (229 laits de mélange et 728 laits individuels) pour observer l'influence de l'origine des échantillons et de l'effet du mouillage sur la qualité du lait analysé. Une deuxième analyse a été faite pour déterminer l'influence de la qualité de l'eau au niveau de la ferme sur les caractéristiques hygiénique du lait produit. Une analyse de la variance fut faite pour chacun des prélèvements en fonction des paramètres étudiés. Si la probabilité P est inférieure à 5 % les variables explicatives ont un effet significatif sur les variables dépendant. Dans le cas ou la valeur de P est supérieure à 5 % on n'a pas d'effet significatif.

4-1- Etude de la variance des critères chimiques du lait

L'analyse de la variance de la qualité du lait en fonction du type du lait (lait de mélange ou lait individuel), la région, la date de prélèvement des échantillons et le mouillage a montré que ce dernier facteur a l'effet le plus important sur la variation des critères chimiques du lait ($P < 0.0001$). La part la plus élevé de la variation de ces propriétés et due au mouillage essentiellement.

4-2- Etude de la variance des critères chimiques du lait en fonction du mouillage

Le tableau 17 montre l'effet du mouillage sur la variation des caractéristiques chimiques du lait. En tenant compte du mouillage des échantillons de lait, l'origine du lait a un effet hautement significatif sur les caractéristiques chimiques du lait. Le lait produit par la vache

est fortement modifié de point de vue qualitatif durant son circuit commercial. Les variables présentant en exposant la même lettre ne sont pas significativement différents.

Tableau 16. Analyse de la variance de la qualité du lait

	MG	MP	ESD	Lactose	Cendre	Urée
Type de lait	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Région	Ns	****	****	****	**	****
Date	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	****
Mouillage	Ns	****	****	****	****	**

** : effet significatif ; **** : effet hautement significatif ; Ns : effet non significatif

Tableau 17. Analyse de la variance de la qualité du lait en fonction du mouillage

	Critère chimique					
	MG ^a	MP ^a	ESD ^a	Lactose ^a	Cendre ^a	Urée ^a
Lait individuel	MG ^a	MP ^a	ESD ^a	Lactose ^a	Cendre ^a	Urée ^a
Lait de mélange non mouillée	MG ^a	MP ^a	ESD ^a	Lactose ^a	Cendre ^a	Urée ^a
Lait de mélange mouillée	MG ^b	MP ^b	ESD ^b	Lactose ^b	Cendre ^b	Urée ^b

4-3- Etude de la variance des critères physiques du lait

L'analyse statistique a montré que les caractéristiques physiques à savoir la densité, la température, le pH et le point de congélation sont influencées par l'origine de l'échantillon du lait, son mouillage ainsi que la région ($P < 0.05$).

4-4- Etude de la variance des critères hygiéniques du lait

L'origine de l'eau (barrage, puits, robinet) explique la variation de la qualité ainsi que la quantité du lait produit ($P < 0.05$). Par ailleurs, une eau de mauvaise qualité hygiénique a des répercussions sur la quantité du lait produit. Cette eau affecte la qualité du lait soit par contact au niveau de la salle de traite soit lors du lavage du matériel de traite.

4-5- Etude de la variance de la qualité du lait en fonction du rapport quantité de lait produit sur la quantité du concentré

Le rapport production de lait par concentré distribué explique en grande partie ($P < 0.001$) la variation de la qualité de lait.

V- CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS

La production laitière annuelle moyenne de la Tunisie avoisine le milliard de litres et ce depuis des années déjà. Cette production permet à la Tunisie d'assurer son autosuffisance en cette matière stratégique, voire vitale. C'est le côté jardin du secteur. Côté cour, plusieurs problèmes subsistent notamment au stade de la production :

- d'un côté, l'élevage laitier traditionnel est contraignant et quelque peu hors du temps
- d'un autre côté le secteur laitier ne favorise pas le maintien des éleveurs sur leur exploitation en leur assurant un revenu régulier.

Les problèmes ont été détectés lors de l'établissement de l'état des lieux, des caractéristiques qualitatives du lait et de leurs variations selon la zone d'élevage au niveau de la région Nord de la Tunisie.

De toute évidence, le Nord représente le plus grand bassin laitier du pays. Cette région est capable de développer davantage ce secteur, eu égard aux potentialités considérables qu'elle recèle en matière de production fourragère. Certaines conclusions doivent être relativisées car le travail a été réalisé en période de haute lactation (du 1^{er} Février au 30 juin)

de plus les zones d'études sont très favorables à l'agriculture pluviale (plus de 400 mm de pluie par an, ce qui est suffisant pour une production fourragère).

5-1- L'Etat des lieux de production de lait

En gros, l'élevage est bien intégré. La mécanisation n'apporte que des solutions partielles. Le déficit de main d'œuvre est réel, cela ne permet plus d'exploiter de manière optimum le potentiel de production. De surcroît, au cours des cinq dernières années, les variations de prix des matières premières et de l'énergie ont perturbé le paysage. Sur les périmètres irrigués, les cultures fourragères sont retournées au profit des cultures de ventes. Les éleveurs ne cessent pas de se lamenter face à leur incapacité de rentrer dans leurs frais. Ils sont également mécontents face à l'attitude instable des centrales laitières dont les critères de réception du lait varient selon la demande et les saisons. Cette situation montre que le secteur butte sur des problèmes entre les divers intervenants qui ne poursuivent, semble-t-il, pas les mêmes objectifs. Les éleveurs ont tendance à gérer leur troupeau dans une logique d'entretien en attendant une amélioration de la situation ou une bonne offre de liquidation de l'activité.

Les exploitations dirigées par des jeunes âgés de moins de 40 ans et de moins jeunes âgés de plus de 50 ans représentent respectivement 25 et 40 % du total. L'installation de jeunes ne compense pas les départs en retraite et il n'y a pas suffisamment de relève des générations avec des éleveurs jeunes, innovants et proactifs. Mais une question se pose, ces jeunes veulent-ils reprendre des activités au sein de l'exploitation familiale ? Ou rêvent-ils de s'enrôler dans le business ? Les difficultés rencontrées par les jeunes des zones rurales auraient une incidence directe sur l'abandon de l'agriculture et le départ vers la ville. Cet exode rural est la première étape qui mène à la migration clandestine vers le Nord.

L'élevage laitier est très prenant, les directeurs des exploitations, sont à 80 %, des agriculteurs pratiquants à plein temps, 34 % ne produisent que du lait et 66 % des producteurs de lait sont en permanences sur les lieux. En leur grande majorité (60%) les exploitants sont d'âges mures (âges \leq à 50 ans), bien instruits, 34 % ont suivi des études universitaires et les analphabètes ne représentent que 8%. Donc très réceptifs.

L'aspect social ressort également à travers la structure des exploitations, en effet sur les 133 exploitations pratiquant l'élevage laitier, 38 % des exploitations couvrent de 1 à 10 ha ($62\% \leq$ à 50 ha) avec des effectifs relativement réduits, allant des exploitations familiales (44%) possédant un troupeau moyen de 6 ± 3 vaches (de 2 à 10 vaches), aux grandes exploitations commerciales détenant souvent plus de 50 vaches (16%). Pas d'investissement apparent, la construction date de plus de 20 ans (68 % des cas), mais l'état général reste correct dans 55 % des cas.

Au niveau de ces exploitations, les fourrages sont cultivés en sec, ou en irrigué et la presque totalité (98 %) des exploitations consacre de 2% à 100 % de la terre pour des cultures fourragères. La superficie réservée aux fourrages est emblavée en cultures annuelles, d'hiver (orge, avoine, triticale, ray-grass et bersim) et fourrages pérennes (luzerne essentiellement). Les graminées annuelles, conduites en cultures pluviales et destinées pour l'affouragement vert existent dans 53 % des exploitations, 52 % des exploitations cultivent le bersim et 17 % la luzerne. Ce qui permet de distribuer $36,68\pm 13,11$ kg de fourrage par vache et par jour, $32,37\pm 13,45$ kg de verdure et/ou d'ensilage et $4,27\pm 2,35$ kg de fourrage sec (Foin et/ou Paille). Le fourrage couvre la production de $4,79\pm 4,41$ litres de lait/j (de -5,9 l/j à + 20,0 l/j), *dans 30 % des exploitations les fourrages de la ration couvrent la production de 7 à 20 litres*

de lait soit $10,0 \pm 3,0$ litres en moyenne par vache et par jour, l'élevage est bien intégré dans 86 % des exploitations, le rapport lait/concentré est compris entre 2,1 et 5,7 ($2,94 \pm 0,67$).

Les vaches produisent en moyenne $17,6 \pm 5,1$ litres de lait par jour, 52 % ont une production au-delà de la moyenne (de 18 à 28 litres). La traite mécanique est bien répandue (74 % des cas), 54 % utilisent des pots trayeur et 20 % ont opté pour la salle de traite.

L'entretien de matériel de traite et la toilette des vaches laissent à désirer, l'eau utilisée est d'aspect douteux. Lors du prélèvement des échantillons on a constaté que les personnes préposées aux soins à donner aux vaches laitières négligent d'utiliser l'eau en abondance, le lavage est inefficace, pratiqué avec des lingettes ou des chiffons sales, l'eau utilisée pour accomplir ces tâches est douteuse. Les opérations essentielles pour l'hygiène de la traite (lavage, essuyage, élimination des premiers jets et trempage) sont plus ou moins respectées. Le lavage est pratiqué par le quasi majorité (98 %), 10 % utilisent des lavettes individuelles, 73 % utilisent des lavettes collectives. 75 % des éleveurs contrôlent les premiers jets, mais 56 % négligent la désinfection des trayons par trempage.

Une fois récolté, 25 % des éleveurs livrent le lait à l'industrie et 75 % transitent par les centres de collecte. Parmi ceux qui transitent par les centres de collecte (60 %) livre à travers un colporteur et 15 % le font directement.

Dans l'ensemble les conditions sont favorables à la construction d'un lait de qualités chimique et physico-chimique indéniables. Par contre les pratiques d'hygiènes liées au logement et à la traite présageraient un lait de qualités hygiéniques médiocres.

5-2- Qualité du lait produit

Le lait est produit à base de fourrage, qui représente $59,95 \pm 11,14$ % de la Matière sèche distribuée avec des rations proches de l'équilibre en énergie et en PDI. La conduite alimentaire est favorable à la construction d'un lait de qualités chimique et physico-chimique indéniables.

En effet, le taux de MG, l'ESD et le taux Protéique moyens en g /litre du lait de mélange sont respectivement $39,65 \pm 6,59$ g $84,77 \pm 4,46$ g et $33,13 \pm 1,71$ g. Quant aux autres composants, lactose, cendres et urée, ils avaient respectivement des valeurs moyennes de $44,75 \pm 2,48$ g/l ; $6,74 \pm 0,36$ g/l et $304,69 \pm 96,06$ mg/l. L'analyse de ces critères chimiques montrent que les valeurs retenues par la norme tunisienne NT 14-141-1992 sont inférieures aux moyennes enregistrées dans le Nord. Cette norme qui définit le seuil minimal d'acceptation du lait ne peut pas être considérée comme celle correspondant au lait de référence dont les valeurs des taux de MG et de MP s'avèrent être beaucoup plus élevés.

Malgré les apparences, **la qualité du lait de mélange à la livraison n'est plus celle du lait telle que la vache le produit.** En effet, l'analyse des critères physico-chimique a détecté, une dilution par mouillage dans 48 % des échantillons de lait de mélange, soit 110 échantillons sur les 229 analysés. Quand il ne s'agit pas de falsification, la majeure partie des apports d'eau involontaires dans le lait est due à des anomalies relatives à l'utilisation ou aux procédures de nettoyage des équipements. **De toutes les constantes chimiques ou physiques, c'est le point de congélation qui est le plus sensible à la dilution du lait. Ce critère est donc déterminant lorsqu'il s'agit de déceler si le lait a été mouillé ($R^2=0,65$). Il est suivi de l'ESD ($R^2=0,55$) et de la densité ($R^2=0,48$). En effet, ces trois constantes permettent d'établir la comparaison entre échantillons suspects et échantillons de référence.**

La Composition chimique et les critères physico-chimiques des laits de mélange non soupçonné de falsification par mouillage ont été comparés aux laits individuels prélevés au niveau de la traite. Les résultats ne relate aucune différence significative ($p>0.05$) entre les deux types de lait. **Les caractéristiques moyennes des échantillons non suspects regroupés au niveau du tableau ci-dessous peuvent être retenues comme références.**

Composition chimique et Critères physico-chimiques à retenir pour les laits de mélange

Variable	Moyenne	Écart-type
<u>Composant/ litre de lait</u>		
Matières Grasses (g)	40,76	6,60
Extrait Sec Dégraissée (g)	87,97	2,78
Matières Protéiques (g)	34,36	1,08
Lactose (g)	46,49	1,54
Cendres (g)	7,00	0,22
Urée (mg)	311,17	85,77
<u>Constantes physico-chimiques</u>		
pH à 20°C	6,67	0,09
Acidité Titrable °D	16,1	1,5
Densité à 20°C	1030,7	1,3
Point de congélation °C	-0,544	0,019
Mouillage (%)	0,0	0,0

Quant aux critères hygiéniques du lait, plus des deux tiers des échantillons collectés sont qualifiés de mauvaise qualité hygiénique (une FMAT moyenne de 3×10^8 UFC/ml). Cette forte contamination témoigne d'une insuffisante maîtrise de l'hygiène, que ce soit lors de la traite principalement, mais aussi dans l'environnement global des bâtiments d'élevage. En plus, nous avons constaté au niveau de la plupart de ces exploitations un lavage inefficace du pis des vaches, pratiqué avec des lingettes ou des chiffons sales et une eau dont la qualité hygiénique est douteuse. Pour le tiers restant on observe des taux de FMAT nettement plus bas, 5×10^5 UFC/ml au maximum, soit $2,2 \times 10^5 \pm 1,5 \times 10^5$ UFC/ml en moyenne. Ces échantillons relativement propres proviennent de Grands Troupeaux Laitiers (49 vaches en lactation en moyenne) et ce résultat peut être expliqué par la présence des conditions de réfrigération du lait après la traite, par le respect des recommandations pour la préparation à la traite et par le nettoyage des ustensiles de lait et des machines à traire. Une même tendance a été observée pour les indicateurs de contamination, Coliformes Totaux et Spores.

Si la composition du lait est satisfaisante, la forte contamination bactériologique du lait reste un facteur préoccupant. Pourtant, le cycle de la contamination du lait par les bactéries dans l'exploitation est supposé bien connu. Qu'en est-il pour l'eau en contact avec le lait ? La salle de traite doit disposer d'une eau exempte de microorganisme et ayant de bonnes propriétés nettoyantes.

L'analyse de 103 échantillons d'eau, selon des critères hygiéniques (FMAT, CT et Spores) et des critères physicochimiques (pH, dureté et résidu sec) ont révélé une importante variation des écarts de qualités. On a dénombré des moyennes de 13×10^3 UFC/ml pour la FAMT, de 870 UFC/ml pour les CT et de 596 spores par litre d'eau. L'analyse statistique a révélé que la salubrité de l'eau est influencée par la taille des exploitations ($p<0,05$). Globalement l'analyse donne un faible taux de bactéries dans l'eau, mais ce taux est cependant suffisant pour

déclasser cette eau. A ces paramètres microbiologiques de l'eau, s'ajoutent des paramètres physico-chimiques souvent déterminants dans l'efficacité des nettoyages (résidus secs, dureté et pH). L'enregistrement d'une eau dure est concomitant à la détection d'un pH élevé et un résidu sec important. On a enregistré un pH moyen de $7,14 \pm 0,56$ (de 6,32 à 8,45). Le pH de l'eau conditionne les équilibre physico-chimiques, en particulier l'équilibre calco-carbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (attaque ou dépôt). Lors des lavages des installations de traite, la fréquence d'utilisation de l'acide est à adapter avec la dureté de l'eau. Une bonne eau de nettoyage est exempte de métaux dissous et n'est pas entartrante. La dureté de l'eau était très variable selon les exploitations de 7 à 250°F. Dans l'ensemble l'eau est considéré dure ($54 \pm 40^\circ\text{F}$), mais à moindre degré dans les grandes exploitations, 44 °F contre 60°F pour les petites exploitations ($p < 0,05$). Plus une eau est dure, moins elle fait mousser le savon. Le nettoyage avec une eau dure est plus difficile qu'avec une eau douce, de plus l'eau dure entartre les canalisations et les réservoirs et favorise la formation de bio film. Les contaminants présents dans le lait sous forme de FAMT et de spores sont étroitement liées à la salubrité de l'eau ($p < 0,001$). L'amélioration de la qualité hygiénique du lait à la production passerait par l'amélioration de la qualité d'eau au niveau de l'exploitation laitière.

En effet, la détermination des paramètres physico-chimiques (résidus secs, dureté et pH) et des paramètres microbiologiques de l'eau qui alimente la salle de traite révèle que cette eau est insalubre, dure à pH élevé ce qui nuisent aux propriétés nettoyantes et favorise la formation de tartre dans les conduites. Un prototype de désinfection de l'eau aux rayonnements ultraviolets a été utilisé en vue d'améliorer la qualité bactériologique de l'eau qui serve pour la toilette des vachers et des surfaces en contact avec le lait.

Le traitement UV n'a pas un effet significatif sur les caractéristiques physico-chimique de l'eau ($P > 0.05$). La qualité hygiénique de l'eau dépend du traitement UV ($P < 0.04$), ce dernier contribué de 4 % de la variation. L'assainissement de l'eau avec UV n'a pas eu d'effet significatif ni sur les caractéristiques physico-chimique ni la qualité hygiénique du lait ($P > 0.05$). L'amélioration de la qualité hygiénique du lait nécessite le développement de nouvelles technologies. Parmi ces nouvelles technologies l'utilisation d'un filtre zéolite serait la solution.

5-4- Perspectives

En dépit d'une excellente qualité confirmée de leur lait les éleveurs du Nord ne parviennent pas à produire un lait de bonnes qualités hygiéniques. L'encadrement des éleveurs reste un élément fondamental dans le développement de la filière lait. Les efforts doivent s'orienter vers l'amélioration de la compétitivité par la maîtrise du coût et de la qualité. Mais aussi, cet encadrement doit viser le bien être des éleveurs et améliorer sensiblement leurs technicités en matière de conduite de l'élevage sans oublier de les initier aux particularités technologiques et sanitaires du lait.

Mais avant tout on doit assurer la pérennité du secteur par la relève des générations avec des éleveurs jeunes, réceptifs, innovants et proactifs, améliorer la productivité du travail en modernisant les élevages pour rendre le travail moins pénible.

Le métier d'éleveur, c'est d'abord une passion. C'est un métier que l'on fait d'abord pour soi-même, dans l'espoir de transmettre. Malheureusement, dotés d'une expérience parentale non stimulante, la majorité des jeunes, abandonnent l'agriculture, quittent les zones rurales et s'installent en ville. Pour assurer la relève il suffit de favoriser la transmission de la passion.

IV- Références bibliographiques

- Baumont R, Dulphy J P, Sauvant D, Meschy F, Aufrère J et Peyraud J L 2007a Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières : tables et prévision. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, éditions Quæ, p. 149-179, INRA, Paris.
- Baumont R, Dulphy J P, Sauvant D, Tran G, Meschy F, Aufrère J et Peyraud J L, Champciaux P, 2007b : “Chapitre 9. Les tables de la valeur des aliments”. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, éditions Quæ, p. 181_275, INRA, Paris.
- Demarquilly C., 1998. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. INRA Prod. Anim., 1998, 11 (5), 359-364
- GIVLAIT, 2011 : Présentation de la filière lait en Tunisie. Rapport annuel du Groupement Interprofessionnel des Viandes Rouges et du Lait 2011. www.givlait.com.tn
- Guiraud J.-P., 1998 : Microbiologie alimentaire. Paris, France, Editeur Dunod, p. 652.
- J.O.C.E., 2009 : Méthodes d'échantillonnage et d'analyse destinées au Contrôle officiel des aliments pour animaux. Règlement (CE) N°152/2009 Journal officiel de l'Union Européenne du 26/02/2009
- Kamoun M., Tayachi L., Jemmali B., Zouari K., Bessadok A., Ben Ayed Z., 2011 : Variations du taux d'urée dans des échantillons de lait individuels prélevés dans des troupeaux Tunisien. Renc. Rech. Ruminants, 2011, 18, p197.
- Kamoun M., Jemmali B., Selmi H., Tayechi L., Badreddine M. and Dridi J., 2012: Monitoring Milk Urea Level and Feed Ration as a Potential Tool for Milk Quality. *J Phys Pharm Adv* 2012, 2(1): 69-76
- NT 14.141(2004) : Norme Tunisienne relative au « LAIT CRU DESTINÉ À LA TRANSFORMATION ». INNORPI Tunisie
- PROMET, 2008: Société de Promotion et d'Etudes, 2008 : Etude des déterminants de la qualité du lait RAPPORT FINAL Octobre 2008. Réalisé pour le compte de la cellule qualité à "l'APIA" Agence de Promotion des Investissements Agricoles en Tunisie
- Senoussi A, Haïli L et Maïz H A B, 2010 : Situation de l'élevage bovin laitier dans la région de Guerrara (Sahara Septentrional Algérien). *Livestock Research for rural Development* 22(12).

IIV- Publications Scientifiques

1- M Kamoun¹, H Selmi¹, R Najahi¹, B Jemmali¹, L Tayachi¹, S Ben Lassoued¹, L Hachaichi¹, B Kaouech², A Ferjani³, K Zouari¹, 2011. Relations entre pratiques d'élevage et qualité du lait dans le Nord Tunisien. 2^{ème} Congrès Maghrébin : Toxi-infections Alimentaires. 14 au 15 décembre Hôtel EL MAHARI Hammamet- Tunisie.

Résumé:

Les facteurs de variation de la qualité du lait ont été mis en relation avec les pratiques d'élevage dans 60 exploitations dans le cadre du projet GIVLait /IRESA «renforcement des services d'appui à l'agriculture»-«qualité des produits agricoles». Le travail de terrain a été réalisé en période de haute lactation du 1^{er} Février au 30 juin. Les exploitations ont été choisies de manière à refléter les principaux types d'élevage laitiers dans les huit principaux gouvernorats du Nord. Les élevages ont été visités une première fois, pour prélever des échantillons de lait, d'aliment composant la ration et un second rendez-vous est pris afin de présenter les résultats d'analyses à l'éleveur. Le lait a été analysée selon des critères hygiéniques, Test Réductase "TR", Test alcool "TA", dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT », des Coliformes Totaux «CT » et des anaérobies sulfito-réducteurs «Spores»), des critères physicochimiques (pH, Acidité Dornic "D", Point de congélation, Densité) et par la détermination de la composition chimique (Extrait Sec Dégraissé "ESD" , Taux Butyreux "TB", et Protéique "TP"). Quant aux aliments ils ont été

analysés chimiquement (Matière Sèche, Cendre, Azote Total, Cellulose Brute) afin de prédire la valeur alimentaire. La seconde visite était l'occasion de remplir un questionnaire préétabli. Ce questionnaire permet une enquête détaillée concernant à la fois la structure de l'exploitation et du troupeau, les pratiques alimentaires et les conditions de traite et d'hygiène des animaux. Ces données ont été analysées en liaison avec les variables caractérisant la composition chimique du lait et sa contamination. Les résultats montrent le caractère intégré de l'élevage laitier, le lait est produit à base de fourrage, 38 ± 9 kg /j et par vache. Le fourrage représente $60,3 \pm 8,2$ % de la matière sèche ingérée, les $39,7 \pm 8,2$ % qui restent, représentent les aliments concentrés généralement achetés. Les vaches produisent en moyenne 19 ± 4 litres de lait jour, le ratio lait/concentré est supérieur à 2 ($2,8 \pm 0,5$). Le TB, l'ESD et le TP moyens en g /litre sont respectivement $41,1 \pm 8,1$ g $85,6 \pm 3,9$ g et $33,5 \pm 1,5$ g ces valeurs illustreraient le bon équilibre de la ration. Toutefois une falsification par mouillage a été détectée dans 33% des échantillons analysés. La comparaison des 33% échantillons falsifié aux 67 % non falsifiés dégage des écarts hautement significatifs ($p < 0,001$) pour les composantes chimiques, le point de congélation et la Densité et peu ou pas significatif ($p > 0,05$) pour le reste. Un mouillage de 4,4 % (1 - 10 %) était concomitant avec la diminution des paramètres TB, ESD, TP, Densité, Acidité °D, quant au Point Congélation il s'est rapproché de zéro, ainsi les valeurs sont passés respectivement de $42,0 \pm 8,4$ à $39,1 \pm 7,5$ g, de $87,6 \pm 2,6$ à $81,1 \pm 2,1$ g, de $34,3 \pm 1,0$ à $31,7 \pm 0,8$ g, de 1030 ± 1 à 1028 ± 1 , de 17 ± 2 à 16 ± 2 et de $-0,542 \pm 0,017$ à $-0,496 \pm 0,014$ à la suite du mouillage. En revanche, les écarts de qualités hygiéniques, observés d'une exploitation à l'autre sont importants : respectivement de 4×10^4 à 8×10^9 UFC/ml - de 2000 à 9×10^6 UFC/ml et de 0 à 10^7 spores/litre pour la FAMT , les «CT » et les Spores. Dans 87 % des cas la FAMT a dépassé 5×10^5 UFC/ml, soit une moyenne de $1,2 \times 10^9$. Parallèlement, et dans ces mêmes zones, si la composition du lait est satisfaisante, la forte contamination bactériologique du lait reste un facteur préoccupant. Pourtant, le cycle de la contamination du lait par les bactéries dans l'exploitation est supposé bien connu. Qu'en est-il pour l'eau en contact avec le lait, car cette eau représente également un grand intérêt en santé publique par son impact sur les produits d'origine animale comme le lait.

Mots-clés : lait - qualité - pratiques d'élevage - hygiène - Tunisie.

2- Mounir KAMOUN, Borni JEMMALI, Manel BADREDDINE, Jihène DRIDI, Manel HAMDI, Fedia SLIMENE, Mariam IDOUDI, Marouene AMRAOUI et Lassad TAYACHI, 2011. Impact de la salubrité de l'eau sur les qualités hygiénique du lait. 2^{ème} Congrès Maghrébin : Toxi-infections Alimentaires. 14 au 15 décembre Hôtel EL MAHARI Hammamet- Tunisie.

Résumé:

L'intérêt de la qualité de l'eau en élevage n'est pas seulement zootechnique et vétérinaire, mais l'eau en production animale représente également un grand intérêt en santé publique par son impact sur les produits d'origine animale comme par exemple le lait. Cette étude tentera de mettre en évidence une relation entre la qualité de l'eau de nettoyage du matériel de traite et des mamelles et la qualité du lait. Dans le cadre du projet GIVLait /IRESA «renforcement des services d'appui à l'agriculture»-«qualité des produits agricoles». Le suivi de 131 exploitations laitières, entre les années 2007-2011 dans le Nord de la Tunisie a permis l'appréciation de la qualité hygiénique du lait à la production. Des échantillons de lait produit et d'eau utilisée ont été soigneusement prélevés. Ces échantillons ont été analysés selon des critères hygiéniques, dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale «FAMT », des Coliformes Totaux «CT » et des anaérobies sulfito-réducteurs «Spores». Par ailleurs les critères physicochimiques (dureté et extrait sec) ont été déterminés dans l'eau. . L'analyse de la variance de la qualité hygiénique du lait en fonction celle de l'eau a été faite selon la procédure GLM du logiciel SAS (SAS System for Windows 9.0).Les résultats de numérations des contaminants dans les échantillons de lait et d'eau ont révélé une importante variation des écarts de qualités hygiéniques entre exploitations. On a dénombré respectivement dans les

échantillon de lait provenant des petites et grandes exploitations 11×10^6 et 2×10^6 UFC/ml soit une moyenne de 8×10^6 UFC/ml pour la FAMT et 9×10^5 et 6×10^4 UFC/ml soit une moyenne de 6×10^5 UFC/ml pour les CT alors qu'on a dénombré 40×10^3 et 2×10^3 spores par litre soit une moyenne de 25×10^3 . Quant à l'eau on a dénombré respectivement dans les échantillons provenant des petites et grandes exploitations 19×10^3 et 2×10^3 UFC/ml soit une moyenne de 13×10^3 UFC/ml pour la FAMT et 1250 et 210 UFC/ml soit une moyenne de 850 UFC/ml pour les CT. Pour les spores on a dénombré 836 et 226 spores par litre d'eau soit une moyenne de 606. L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives du degré de contamination du lait ($p < 0,001$), 10 % de la variation est liée à la taille des exploitations. La salubrité de l'eau est aussi influencée par la taille des exploitations ($p < 0,05$). Dans l'ensemble l'eau était dure, mais à moindre degré dans les grandes exploitations, 43°F contre 60°F pour les petites exploitations ($p < 0,05$). Les contaminants présents dans le lait sous forme de FAMT et de spores sont étroitement liés à la salubrité de l'eau ($p < 0,001$). L'amélioration de la qualité hygiénique du lait à la production passe par l'amélioration de la qualité d'eau au niveau de l'exploitation laitière.

Mots clés: Eau, Lait, Laiterie, Qualité hygiénique.

3- Fatma TRABELSI¹, Mounir KAMOUN¹, Borni JEMMALI¹, Hassen ABDENNACEUR², 2011 ; Qualité hygiénique du lait à la production et possibilités d'amélioration. 2^{ème} Congrès Maghrébin : Toxi-infections Alimentaires. 14 au 15 décembre Hôtel EL MAHARI Hammamet- Tunisie.

Résumé:

L'étude a consisté à évaluer les facteurs de variation de la qualité hygiénique du lait de vache et à les mettre en relation avec la qualité de l'eau. Les relations entre les pratiques d'élevage et les déterminants de la qualité du lait en Tunisie sont étudiées à l'ESA de Mateur dans le cadre du projet GIVLait /IRESA «renforcement des services d'appui à l'agriculture»-«qualité des produits agricoles». Le suivi de 60 exploitations laitières, durant les années 2007-2008 dans le Nord de la Tunisie a révélé que la qualité hygiénique était mauvaise pour tous les échantillons de lait et que 33 % des laits destinés à la livraison sont falsifiés par mouillage. Dans cette défaillance hygiénique, la conduite zootechnique des animaux n'est pas la seule incriminée. L'hygiène des animaux et des surfaces en contact avec le lait est réalisée avec une eau d'origines douteuses. Cette constatation est alarmante car l'intérêt de la qualité de l'eau en élevage n'est pas seulement zootechnique (performances, qualité des produits) et vétérinaire (santé animale) mais l'eau en production animale représente également un grand intérêt en santé publique par son impact sur les produits d'origine animale comme par exemple le lait. Cette étude tentera de mettre en évidence une relation entre la qualité de l'eau de nettoyage du matériel de traite et des mamelles et la qualité du lait. Afin d'étudier la variation de la qualité hygiénique du lait en fonction de la qualité hygiénique de l'eau, des échantillons de lait et d'eau ont été prélevés dans différentes régions, 6 échantillons par région, d'eau (robinet, barrage, bassin et salle de traite) et de lait. Les échantillons ont été analysés avec un automate « Ultrasonic Milk Analyzers » pour leurs qualités physiques et chimiques. Pour les qualités hygiéniques, le degré de contamination a été apprécié par le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale «FAMT », des coliformes totaux «CT » et par l'identification des indicateurs de contamination fécale, coliformes fécaux «CF», streptocoques fécaux «SF » et anaérobies sulfite-réducteurs «Spores». Un traitement UV des eaux utilisées au niveau des exploitations a été fait afin d'améliorer la qualité d'eau ainsi que la qualité de lait. Les résultats de numérations des contaminants dans les échantillons de lait avant et après désinfection des eaux faisaient apparaître une légère amélioration de la qualité hygiénique du lait qui reste non significative ($p > 0,05$). Le nombre de contaminant par ml de lait a régressé suite à la désinfection de l'eau, la FAMT est passée de 41×10^5 à $3,6 \times 10^5$ UFC/ml, les «CT » de 6×10^5

à 3×10^5 UFC/ml, «CF» 4×10^4 à 1×10^4 UFC/ml, «SF» 14×10^3 à 8×10^3 UFC/ml et les «Spores» de 1800 à 340 /litre. La détermination de l'effet origine et de l'effet traitement UV sur la qualité hygiénique a été faite selon la procédure GLM du logiciel SAS (SAS System for Windows 9.0). Le traitement UV n'a pas un effet significatif sur les caractéristiques physico-chimique de l'eau ($P > 0.05$). La qualité hygiénique de l'eau dépend du traitement UV ($P < 0.04$), ce dernier contribué de 4 % de la variation. L'origine de l'eau (robinet, barrage, bassin ou salle de traite) n'a pas d'effet significatif sur la variation de la qualité hygiénique ($P > 0.05$). L'assainissement de l'eau avec UV n'a pas un effet significatif ni sur les caractéristiques physico-chimique ni la qualité hygiénique du lait ($P > 0.05$). La part de variation de la qualité hygiénique de l'eau suite à l'assainissement avec UV (4 %) ne se manifeste pas au niveau de la qualité hygiénique du lait. L'amélioration de la qualité hygiénique du lait nécessite le développement de nouvelles technologies. Parmi ces nouvelles technologies l'utilisation d'un filtre zéolite serait la solution.

Mots clés: Lait, Qualité hygiénique, Qualité de l'eau, Elevage laitier.

4- Kamoun Mounir, Jemmali Borni, Tayachi Lassad, Yahyaoui Afef, Kaab Lassaad, Amraoui Marouen, Chalghoumi Raja and Zouari Kamel, 2011: An evaluation on the effects of zeolite on milk characteristics in cows. Res. Opin. Anim. Vet. Sci., 2011, 1(10), 650-654

Abstract

A total of 160 Tunisian Holstein cows were divided into three groups. First and second group of cows got 100 g and 200 g of zeolite respectively through forage mixture. The control diet was based on greenery, silages, hay and concentrate and did not contain zeolite. Milk contents were studied for each animal during five weeks. Chemical composition of milk samples was studied with an automate Ultrasonic Milk Analyzers. Zeolite supplementation significantly influenced milk composition during experimental period. Milk protein, lactose and solids not fat of analyzed samples were significantly varied according to zeolite rate in diet, whereas milk fat and total solids were not affected ($P > 0.05$). The inclusion of 200 g of zeolite produced better results compared to control and 100 g zeolite supplementation.

Keywords: Cows, Milk Composition, Zeolite

5- Kamoun M., Jemmali B., Selmi H., Tayechi L., Badreddine M. and Dridi J., 2012: Monitoring Milk Urea Level and Feed Ration as a Potential Tool for Milk Quality. J Phys Pharm Adv 2012, 2(1): 69-76

Abstract

Milk quality appreciation parameters are not determined in Tunisia yet. Indeed, the variety of herds used, breeding systems and climatic conditions show a big variety of milk composition. The present study aims to quantify milk urea level from different Tunisian regions. Milk yields were recorded at each milking from the tank. In total 310 samples were analyzed. The experiment covered 29 smallholders with different farming system and herd's constancy, 08 collection centers, 13 milk peddlers and 05 typical dairy farms with an appropriate rationing. The urea level for all analyzed samples was 306 (12) mg/l. This level varied between 140 mg/l and 507 mg/l, with an average of 290 (84) mg/l, for smallholders. In dairy farms, the mean milk urea concentration was 305 (39) mg/l, urea value varied between 287 mg/l and 343 mg/l. In collection center and milk peddlers, average of milk urea was respectively 317 (81) and 313 (112). Height standard deviation value for smallholders and peddlers milk samples indicates changes in nutritional management, larger herd size and water supplementation. Milk urea level varies with production and farming systems. Monitoring milk urea values provides a practical way to control milk quality and dietary protein efficiency of dairy cows.

Key words: Urea, milk production, feeding system, Tunisia

6- KAMOUN M. (1), TAYACHI L. (1), JEMMALI B. (1), ZOUARI K. (1), BESSADOK A. (2), BEN AYED Z. (3), 2011 : Variations du taux d'urée dans des échantillons de lait individuels prélevés dans des troupeaux Tunisien. Renc. Rech. Ruminants, 2011, 18, p197

INTRODUCTION

En Tunisie l'environnement varie considérablement lorsqu'on passe du Nord au Sud. Cette diversité des milieux naturels abrite une diversité des systèmes de production laitière. Dans les grands élevages laitier du nord Est, les fourrages sont autoproduits, la ration des vaches est composée d'ensilage, de verdure (bersim et graminées) de foin et d'aliments concentrés qui représentent environ 50% de la MS totale ingérée. Quant aux producteurs de lait dans le Centre Est de la Tunisie ils pratiquent une conduite alimentaire standard, hors sol qui repose exclusivement sur les aliments achetés (concentré, foin et paille). Le foin et la paille achetés sont de qualité médiocre. Ainsi les aliments composés sont utilisés comme complément dès la ration de base. Les niveaux d'incorporation sont extrêmement élevés, la part des aliments concentrés dépasse généralement 60% de la MS totale ingérée. Dans les deux cas les éleveurs doivent distribuer des rations qui couvrent les besoins de ces vaches de la race Holstein. Mais ces rations sont elles bien équilibrées ?

On sait que le taux d'urée du lait est un outil fort utile pour évaluer l'équilibre entre les apports d'énergie et de protéine au rumen. Cet équilibre est indispensable à une alimentation efficace et à une production laitière optimale.

1. MATERIEL ET METHODES

Deux troupeaux sont composés de vaches performantes de la race Holstein appartenant à deux lots (L1 et L 2). Ces vaches pèsent en moyenne 600 kg. Le premier lot L1 (Mateur) compte 150 vaches, quant à celui de Sfax (L2) 387 vaches. L'échantillonnage de lait s'est fait dans la salle de traite vache par vache. Une fois la traite est achevée, le numéro d'identification de la vache est relevé, la quantité de lait produite est notée et un échantillon de lait individuel d'environ 100 ml est récupéré dans un pot identifié. Les échantillons sont rangés dans une caisse thermo isolée en présence de la glace fondante. L'échantillonnage s'est fait durant la traite du soir. Afin, de déterminer la quantité produite en 24 heures, un second contrôle de la quantité est effectué le lendemain matin. Les informations sur le rang de la lactation et la date de vêlage sont relevées, au niveau du bureau d'élevage. La détermination du taux d'urée dans le lait a été réalisée selon la méthode au 4-D.M.A.B. Les protéines du lait sont précipitées avec l'acide trichloracétique. La teneur en urée du filtrat est déterminée, après addition de 4-diméthylaminobenzaldéhyde (4-DMAB), par mesure de la densité optique à la longueur d'onde de 420 nm, en référence à une solution standard d'urée pure (Prolabo Rectapur Urea Harnstoff).

2. RESULTATS

L'analyse de la variance ($R^2 = 0.33$) du taux d'urée (mg/l) a montré que le lot a un effet hautement significatif sur le taux d'urée produit pour chacune des deux fermes étudiée ($P < .0001$). Cette variation est expliquée par la variation des rations alimentaires pour chaque lot. Le taux d'urée du lait ait tendance à augmenter principalement dans le cas de rations riches en azote soluble.

Tableau1. Moyenne, écart type, minimum et maximum d'urée produit (mg/l) pour les deux lots étudiés

Variable	Moyenne	écart type	minimum	maximum
L1	325,25	43,67	156,42	518,12
L2	286,54	62,91	178,36	417,83

Les résultats obtenus ont montrés que chacune des rations alimentaires est caractérisée par un taux d'urée produit. La moyenne et l'écart type ont variés d'une manière significative en fonction de chaque lot (tableau 1).

Le dosage de l'urée pourrait donc s'avérer très prometteur puisqu'il procurerait des renseignements additionnels pour l'optimisation de l'alimentation. Ce dosage aiderait à réduire les pertes économiques engendrées par une suralimentation en protéines, tout en évitant un gaspillage à la fois de protéines et d'énergie ingérées.

3. DISCUSSION

La quantité d'urée dans le lait est très significativement affectée ($p < 0,05$) par le lotissement, ce ci peut être expliqué par la variation des rations alimentaire distribuées pour chacune des deux fermes. La variation de l'azote soluble provoque une variation importante de l'urée, ce ci a été signalé par Ouachem et Nouicer (2006) qui ont montré que le taux d'urée du lait ait tendance à augmenter principalement dans le cas de rations riches en azote soluble. Le taux d'urée du lait est un outil fort utile pour évaluer l'équilibre entre les apports d'énergie et de protéine au rumen. Cet équilibre est indispensable à une alimentation efficace et à une production laitière optimale. Le dosage de l'urée pourrait donc s'avérer très prometteur puisqu'il procurerait des renseignements additionnels pour l'optimisation de l'alimentation (Block et *al.*, 1998). La concentration d'urée dans le lait doit se situer dans une fourchette bien déterminée. Selon Kamoun et *al.* (2011) un taux acceptable d'urée peut être compris entre 260 mg/l et 320 mg/l. En dehors de cette fourchette, le taux d'urée trop haut ou trop bas est un indicateur de problème nutritionnel (Gosselin et Adam, 2003).

CONCLUSION

Le dosage d'urée du lait constitue une voie permettant la réduction des pertes économiques engendrées par une suralimentation en protéines, tout en évitant un gaspillage à la fois de protéines et d'énergie ingérées.

Annexe 1 : Liste des Travaux Projet de Fin d'Etude

- 1:** **Ben Lassoued Salma, 2007.** Détermination de la qualité microbiologique et hygiénique du lait Dans les régions du nord de la Tunisie. Fin d'Etude **Ingénieur : Production animale et qualité** ESA Mograne **2006-2007**
- 2:** **Hchaichi Linda, 2007.** Etude de la qualité physico-chimique du lait bovin dans la région Nord Tunisien. **Ingénieur : Production animale et qualité** ESA Mograne **2006-2007**
- 3:** **Derbel Mohamed, 2007.** Epidémiologie des mammites et influence des conditions de traite sur la santé des vaches, la qualité du lait et les performances de l'exploitation. Projet de fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2006-2007**
- 4:** **Kaouech Béchir, 2008.** Influence des Facteurs et des Conditions de Production du lait sur la qualité du lait au niveau de l'exploitation dans la Délégation de Ras-Jebel Gouvernorat de Bizerte Projet Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2007-2008**
- 5:** **Sassi Mohamed Amine, 2008.** Qualité du lait à l'Agro-Combinat Intilaka. Projet Fin d'Etude **Technicien Supérieur** ESA Mateur **2007-2008**
- 6:** **Charfi Malek, 2008.** Etude de la Qualité du lait chez les Fournisseurs d'un Centre de Collecte dans la Région de Sfax. Projet Fin d'Etude **Technicien Supérieur** ESA Mateur **2007-2008.**
- 7:** **Trabelsi Fatma, 2009.** Impact de la qualité de l'eau potable sur la qualité hygiénique du lait produit à la ferme. Projet Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2008-2009**
- 8:** **Chebbi Rihem, 2009.** Qualité du lait dans l'Agro-Combinat El Khiem Délégation de Grombalia Gouvernorat de Nabeul. Projet Fin d'Etude **Technicien Supérieur** ESA Mateur **2008-2009**
- 9:** **BEN AJMI HASSEN 2009:** Etude de la qualité physico-chimique de lait au sein de l'Agro-Combinat El Intilaka Délégation de Banikalied Gouvernorat de Nabeul. Projet Fin d'Etude **Technicien Supérieur** ESA Mateur **2008-2009**
- 10:** **Dammak Ibtissem et El Aoud Rania, 2010.** Impact de l'incorporation de « Clinoptilolite » dans les rations vaches laitières sur la qualité du lait. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2009-2010**
- 11:** **Makni Sodki et Souissi Wafa, 2010.** Etude de la qualité du lait à la réception et l'évolution de quelques paramètres au cours de la réfrigération dans la région de Sfax. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2009-2010**
- 12:** **Badredinne Manel et Dridi Jihéne, 2010.** Impact de la qualité de l'eau dans la ferme sur la qualité du lait produit. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2009-2010**
- 13:** **Idoudi Mariem et Slimen Fadia, 2011.** Evolution de la qualité du lait au niveau des centres des collectes. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2010-2011.**

14 : Hamdi Manel, 2011. Impact de la qualité de l'eau utilisée au niveau de la ferme sur la qualité du lait produit et les performances zootechniques des vaches. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2010-2011.**

15 : Kaab Lassad et Yahyaoui Afef, 2011. Effet de l'incorporation de Zéolite « Clinoptilolite » dans la ration des vaches laitières sur la qualité et la quantité du lait produit. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2010-2011.**

16 : Yagoubi yathreb, 2011. Influence de la ration de base sur la qualité et les aptitudes fromagères du lait. Projet de Fin d'Etude **Ingénieur** ESA Mateur **2010-2011.**

17 : Abbes Firas et Ben Khelifa Imen, 2011. Influence de la ration de base sur la qualité et les aptitudes fromagères du lait. Projet de Fin d'Etude **Technicien Supérieur** ESA Mateur **2010-2011.**

Enquête

I- PRESENTATION DE L'EXPLOITATION :

1- PROPRIETAIRE

- Nom de l'exploitant :

Age :

Adresse :

-Niveau d'instruction

Aucun primaire secondaire supérieur technicien

-Activité principale

Elevage Agriculture Salarié Autre

2- EXPLOITATION

-Adresse :

-Localisation :

Zone urbaine Zone périurbaine Zone rurale Isolée

-Responsable de l'élevage :

Propriétaire Salarié

-Ressources hydriques :

Reseau SONEDE Puit Sondage Reseau collectif d'irrigation

II- PRODUCTION ANIMALE :

-Races exploitées :

-Effectif :

-Nombre des vaches par catégories d'âge :

Age (an)	2	3	4	5	6	7	8+
Nombres							

-Nombre de vaches / lactation :

Numéro de lactation	1	2	3	4 et +
Nombre des vaches				

1. Alimentation :

-Ressources alimentaires (total / an pour le troupeau)

Nature	Autoproduites		Achetées	
	Quantités	Valeurs unitaires	Quantités	Valeurs unitaires
Foin				
Verdure				
Paille				
Concentré				
Fermier				
N°5				
N°7				
Sous Produits				

-Pratique de rationnement Oui Non

-Allotement des vaches

 Selon le niveau de production

 Selon le stade physiologique

-Les vaches en début de lactation reçoivent –elles Oui Non

 les mêmes fourrages que les autres ?

 Préciser

-L'alimentation des vaches taries diffère t-elle de Oui Non

celle des autres vaches ? Comment ?

-Fourrage grossier :

-Part dans la ration totale : < 40% < 40-50% < 50-60% < 60% et+

-Nombre de repas/ jour : 1 2 3 et plus

 -Quantité distribuée / vache /jour :.....

-Concentré : Fermier Commercial

-Quantités distribuées :

Paramètres	Fourrage			
	Autoproduit	Acheté	Autoproduit	Acheté
Quantité / vache /jour				
Quantité /vache / an				
Quantité totale / an				

-Nombre de repas / jour : 1 2 3et +

-Utilisez-vous une complémentation minérale et vitaminique ? Oui Non

Mélangée au concentré Séparée

Nature : ; Quantité / vache / jour :

-Abreuvement : A volonté Limité

Quantité :L / jour / vache.

2. Hygiène et santé

-Existe-t-il un programme de vaccination ? Oui Non

-Visite régulière et soins vétérinaires ? Oui Non

*Fréquence :

-Maladies rencontrées :

Maladies liées à	Catégorie	Race				Fréquence
L'alimentation						
La reproduction						
Logements						

-Mammites :

* Causes :

*Fréquence (nombre de vaches atteintes par an) :

*Traitement : Oui Non

- Traite :

-Manuelle Mécanique : Salle de traite

Pot trayeur

-Type de salle de traite

- Nombre de postes :.....

- Nombre des trayeurs par traite : <2 >2

-Fréquence de traite / jour : 1 2 3

-Préparation à la traite : Oui Non

 Massage Lavage Autres :.....

-Utilisation des lavettes : Collectives Individuelles

-Contrôle des premiers jets : Oui Non

-Trempage des trayons après la traite : Oui Non

*Solution :

-Traite des vaches mammitesuses : Manuelle Mécanique

 Avant animaux sains Après animaux sains

-Fréquence de nettoyage de la salle de traite :.....

1. Performances du troupeau :

Races						
PLT / J						
PL / VP						
PL / VL						
Niveau de production initiale						
Durée moyenne de lactation						
Durée de tarissement						
Causes de réforme	Infertilité					
	Faible production					
	Age avancé					
	Autres					
Renouvellement	Auto renouvellement					
	Achat externe					

- Destination du lait :

Autoconsommation

Allaitement des veaux

Colporteur

Centre de collecte

Industrie

-Refroidissement et stockage :

T (°C) :

-Moyen de transport :