

## **Caractérisation physico chimique du lait cru dans la région de Tadla-Kelaa au Maroc: Application de l'analyse exploratoire**

### **[ Physico-chemical characterization of raw milk in the region of Tadla-Kelaa in Morocco by Application of Exploratory Analysis ]**

***M. Bassbasi, A. Hirri, and A. Oussama***

Laboratoire de Spectrochimie Appliqué et Environnement,  
Faculté des sciences et techniques de Béni Mellal, Université Moulay soulymane,  
Maroc

---

Copyright © 2013 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The present work concerns the study of the nutritional quality of the raw milk, on samples resulting from centers of collection of the milk (cooperatives) and from farms, from the region of Tadla (Kssiba and Fkih ben Saleh) and the region of Kelaa. The investigations concerned two periods of year 2011 (Period I: February-March-April and Period II: September-October-November). The analysis results show that for the three nutritional parameters, protein content (TP), fat (MG) and defatted dry matter (ESD), there are variations between samples. Assessing the nutritional quality of milk is required to highlight the variability in the nutritional quality of milk production, evaluating the quality of milk produced in those regions and determine the factors influential to improve production and profitability. This quality is demonstrated through the determination of three main parameters of milk constituents, namely fat (MG) Protein content (TP) and nonfat dry (ESD). Milk quality plays an important role in marketing milk and quantity of product plays a very important role to meet the demand of the market in terms of milk and its derivatives. The effect of time and the origin of milk (cooperative or farm) are the two parameters that influence in a significant way the nutritional quality of milk. The results of exploratory analysis by applying the principal component analysis (PCA), illustrates the importance of these two parameters.

**KEYWORDS:** Raw milk, nutritional quality, ACP, cooperatives and farms, Morocco.

**RESUME:** Le présent travail concerne l'étude de la qualité nutritionnelle du lait cru, sur des échantillons provenant des centres de collecte du lait (coopératives) et des fermes, de la région de Tadla (Kssiba et Fkih ben Saleh) et la région de Kelaa. Les investigations ont concerné deux périodes de l'année 2011 (Période I : Février-Mars-Avril et Période II : Septembre-Octobre-Novembre). Les résultats d'analyse montrent que pour les trois paramètres nutritionnels, taux protéique (TP), matière grasse (MG) et matière sèche dégraissée (ESD), existe des variations entre ces échantillons. L'effet de la période et l'origine du lait : coopératif ou ferme, sont les deux paramètres qui influencent d'une manière importante la qualité nutritionnelle du lait. Les résultats d'analyses exploratoires par application de l'analyse des composantes principales (ACP), illustre l'importance de ces deux paramètres.

**MOTS-CLEFS:** Lait cru, qualité nutritionnelle, ACP, coopératives et fermes, Maroc.

## 1 INTRODUCTION

Au Maroc, la production laitière a été intensivement encouragée depuis les années soixante-dix, suite à une demande importante du lait (M.A.D.R.P.M, 1996) [1], due à une démographie de plus en plus importante. Afin d'assurer les besoins en lait, le Maroc a mené une politique favorisant le développement de la production et de la filière laitière nationale [2]. Outre la promotion de l'élevage (des vaches laitières de race) l'un des éléments clefs de la politique nationale a été l'organisation de circuits de commercialisation du lait, par la création de coopératives laitières. Il en va sans dire que le développement de ces coopératives bien qu'elles aient contribué à augmenter la quantité de lait produit ; a déjà posé le problème de la qualité. La région de Tadla et la région de Kelaa sont les premières zones de production laitière au Maroc (M.A.D.R.P.M, 2000). Le marché du lait exige des livraisons de lait régulières sur toute l'année. Pour pouvoir atteindre cet équilibre, il faudrait combiner les productions de lait mensuelles des coopératives avec des quantités plus élevées à celle des fermes.

Plusieurs travaux sur la qualité du lait ont été réalisés dans la région. La qualité microbiologique du lait produit dans cette région a été entreprise auparavant (Reviews in Biology and Biotechnology 2008. BioAlliance Canada-Morocco) [3], également une autre étude concernant la classification du lait cru de différentes régions (Kssiba, Fkih ben Saleh et la région Kelaa) du Maroc par FTIR a été effectuée [4].

Dans le même objectif, l'évaluation de la qualité nutritionnelle du lait s'avère nécessaire pour mettre en évidence la variabilité de la qualité nutritionnelle lors de la production du lait, évaluer la qualité du lait produit dans ces régions et déterminer les facteurs influents, afin d'améliorer la production et la rentabilité. Cette qualité est mise en évidence à travers la détermination de trois principaux paramètres constituants du lait, à savoir la matière grasse (MG), Taux protéique (TP) et l'extrait sec dégraissé (ESD), sur six coopératives et trois fermes, appartenant à ces régions sur un suivi d'une année (année 2011).

## 2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1 GESTION DES PRODUCTEURS ET L'EMPLACEMENT DE L'ETUDE

Six coopératives laitières et trois fermes, dans la région de Fkih Ben Saleh (FBS), la région de Kssiba (Kss) et la région Kelaa (Ka) ont été retenues pour cette étude. Cette étude est faite sur des échantillons provenant des centres de collecte du lait (coopératives) et des fermes. Elles ont été choisies par la variabilité de type d'alimentation, la situation géographique et le mode d'élevage (Figure 1).

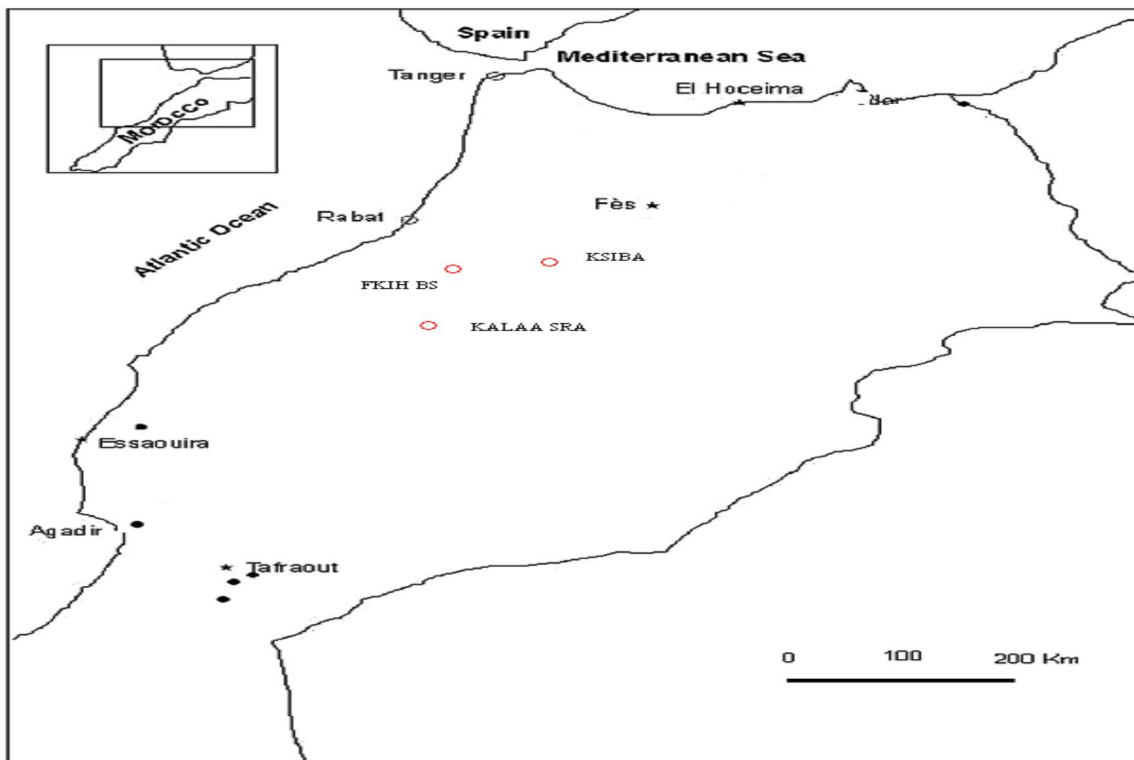


Fig. 1. Carte de zones d'études (les points d'échantillonnage sont en rouge)

## **2.2 ECHANTILLONNAGE ET ANALYSES**

Les échantillons sont prélevés à partir des coopératives et des fermes, dans des flacons stériles. L'acheminement des échantillons au laboratoire se fait directement dans une glacière. Le temps maximal entre le prélèvement et l'analyse des échantillons ne dépassait pas 3 heures. Le prélèvement des échantillons a été effectué pendant 2 périodes (la haute lactation et la basse lactation) au cours de l'année 2011. Ces périodes durant le: Période I Février-Mars-Avril et Période II Septembre-Octobre-Novembre. Les paramètres étudiés sont: Le taux protéique (TP), Matière grasse (MG) et La matière sèche (ESD). La matière grasse est déterminée selon le protocole de la méthode de référence dite méthode de Gerber, le taux protéiques est déterminé selon la méthode de référence dite méthode de Djelldahl et pour déterminer la matière sèche dégraissée on fait appel à la méthode d'étuvage du lait pendant trois heures à 102°C après évaporation d'eau sur un bain marie bouillant pendant une demi-heure.

L'analyse des données est effectuée par le logiciel Unscrambler version X.2 (Camo, Norway) spécialisé dans ce type de traitement.

## **2.3 ANALYSES EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)**

L'analyse en composantes principales (PCA) [5] est à la base de la plupart des méthodes de l'analyse multivariée. C'est une méthode qui vise à trouver les directions de plus grande dispersion des individus dans cet espace, l'idée étant que les directions de plus grande dispersion sont les directions les plus intéressantes. Si les variables ne contiennent que du bruit, les individus seront dispersés de façon homogène et uniforme dans toutes les directions.

Mathématiquement, la PCA calcule des combinaisons linéaires des variables de départ donnant de nouveaux axes qui contiennent la plus grande partie de la variabilité de la matrice de données de départ. La PCA est une méthode non-supervisée, où aucune hypothèse n'est faite concernant des relations éventuelles entre les individus et entre les variables. Elle fait simplement l'hypothèse optimiste, mais raisonnable, que les directions (Composantes Principales) de plus grandes dispersions des échantillons sont les directions les plus intéressantes et que la variabilité associée avec ces directions correspond à de l'information. De plus, pour éviter la redondance dans plusieurs Composantes Principales, elles doivent toutes être orthogonales. La décomposition matricielle de la PCA permet d'obtenir des matrices des coordonnées factorielles (ou «scores») et des contributions factorielles (ou «loadings») [6], selon l'équation (1):

$$X = T \cdot PT + E \quad (1)$$

Avec  $X$  ( $n$ ,  $p$ ) la matrice de données originale,  $T$  ( $n$ ,  $k$ ) les coordonnées factorielles des individus sur les Composantes Principales,  $PT$  ( $k$ ,  $p$ ) les contributions factorielles des variables du départ aux Composantes Principales. Si l'on calcule  $k$  Composantes Principales (PC), on n'obtient qu'une approximation de la matrice de départ  $X$  où  $E$  ( $n$ ,  $p$ ) est la matrice des écarts entre les valeurs originales et cette approximation.

## **3 RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1 EVALUATION DES PARAMETRES NUTRITIONNELS DU LAIT DANS LES DEUX PERIODES**

Les paramètres étudiés dans ce travail, sont les plus utilisés pour l'évaluation de la qualité du lait à savoir la matière grasse (MG), Taux protéique (TP) et l'extrait sec dégraissé (ESD). Sachant que le litrage mettant la différence entre les deux périodes. Les résultats de cette étude, sont représentés sur le tableau 1.

Tableau 1. Moyennes des paramètres nutritionnels et du litrage des deux périodes

Origine	Période I				Période II			
	Litrage P1(x 1000 litres)	MG P1 (g/l)	TP P1(g/kg)	ESD P1 (g/l)	Litrage P2 (x 1000 litres)	MG P2 (g/l)	TP P2 (g/kg)	ESD P2 (g/l)
FBS 1	184.88	36.50	30.96	90.96	174.218	37.67	31.15	92.15
FBS 2	254.361	36.92	30.82	90.89	186.031	37.11	31.24	91.78
Kss 1	185.713	37.85	30.41	90.72	108.055	38.61	30.92	91.02
Kss 2	117.558	37.21	30.61	90.52	97.442	39.32	31.29	91.66
Ka 1	177.532	32.30	29.56	89.92	58.865	33.19	30.12	90.56
Ka 2	204.814	33.68	29.76	89.88	90.351	34.60	30.45	90.74
FBS F	93.423	41.05	33.78	96.81	93.921	41.84	33.87	97.01
Kss F	83.068	41.16	33.02	96.67	83.621	41.40	33.09	96.73
Ka F	82.508	38.28	32.94	95.36	82.136	38.97	33.02	95.48

FBS 1 et FBS 2 : Deux coopératives de la région Fkih Ben Saleh ; Kss 1et Kss 2: Deux coopératives de la région de Kssiba ; Ka 1 et Ka 2: Deux coopératives de la région Kelaa ;MG: matière grasse ;TP : taux protéique; ESD: Extrait Sec Dégraissé; P1 : période 1; P2 : période 2;

Pour bien explorer les données du tableau (1), nous avons les représentés sous forme de graphes, les résultats sont schématisés sur le figure 2.

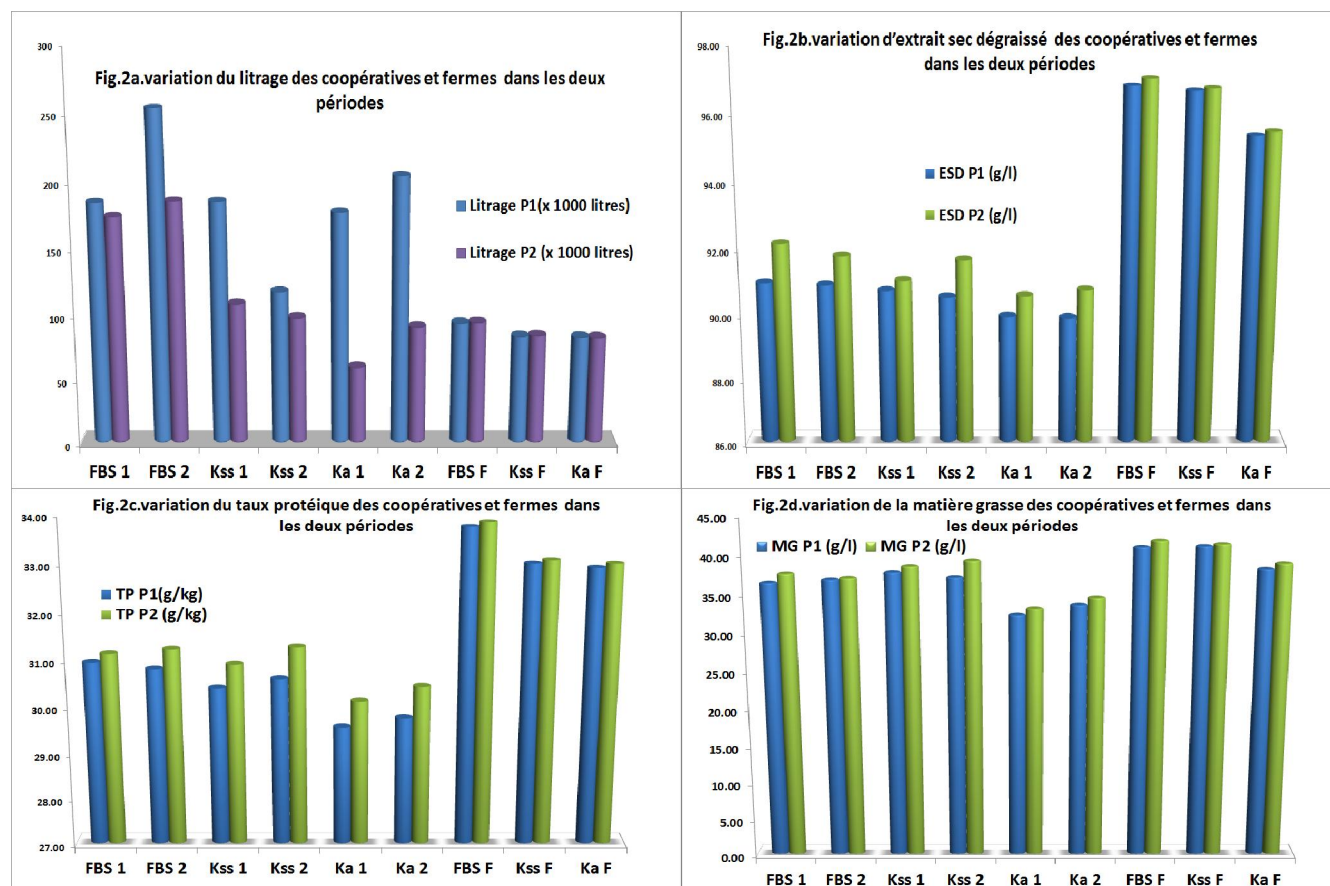


Fig. 2. variation du litrage (Fig.2a), d'extrait sec dégraissé (Fig.2b), du taux protéique (Fig.2c) et de la matière grasse (Fig.2d) des coopératives et fermes dans les deux périodes

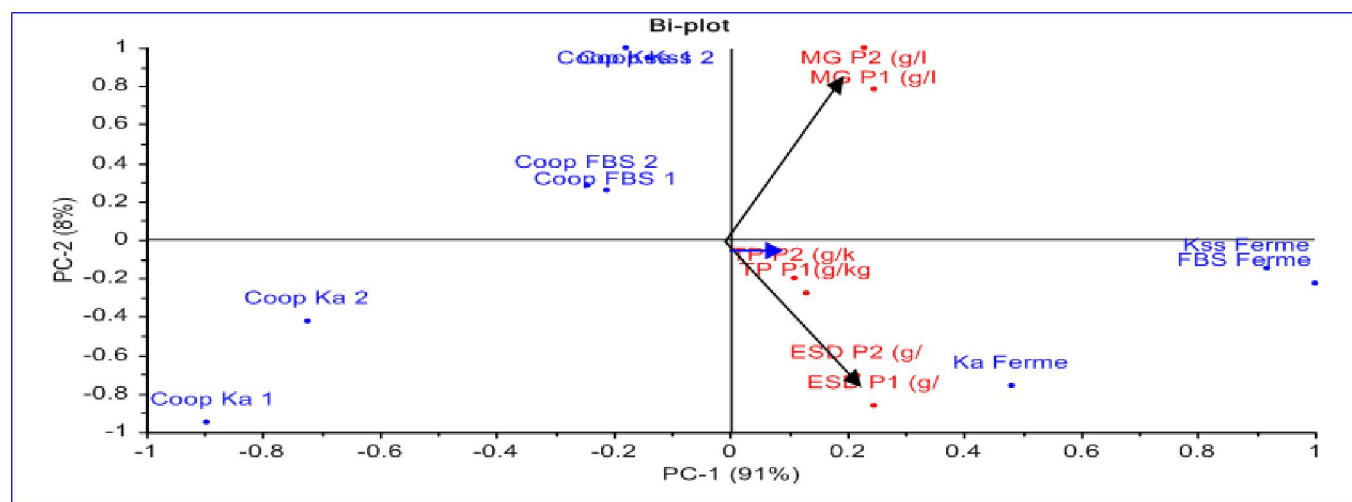
Les résultats de cette étude, montrent une variabilité de la qualité nutritionnelle du lait cru entre les coopératives, entre les fermes et également entre la ferme et la coopérative, selon les périodes. Les graphes (Figure 2) ont montré que sur la même période, il y a une différence significative des paramètres nutritionnels entre les coopératives, cette variation est due à la différence géographique qui conduit la variation des conditions climatiques et l'alimentation des vaches. Ces deux derniers facteurs, influents directement la composition du lait.

Pour les fermes, cette différence est légèrement marquée dans la même période grâce aux conditions d'élevage adoptées par les fermes qui sont presque similaires. En comparant dans la même période les coopératives et les fermes, on trouve une différence remarquable. Les fermes ont une très bonne qualité (en comparant L'ESD, MG et TP) par rapport aux coopératives.

En comparant les deux périodes, la qualité et le litrage du lait des coopératives varie considérablement de la période 1 à la période 2. Pour les fermes, l'ESD, MG, TP et le litrage ne varient pas d'une manière considérable. On note également que la qualité et la quantité du lait produit par les coopératives sont inversement proportionnelles. Ces différences entre les deux périodes sont fortement liées au climat et les conditions pluviométriques. En effet le Maroc est confronté au printemps (première période) à un net excédent de lait dû à une grande disponibilité des aliments riche en eau. Ces aliments affectent les teneurs en matière grasse, en protéines et en ESD, en diminuant la qualité du lait suite à un effet de dilution de ces matières. En été, la quantité du lait produit a connu une baisse (deuxième période) à cause de la sécheresse et l'utilisation des aliments sec.

Pour les fermes, dont les vêlages sont répartis de façon plus homogène sur toute l'année, la production du lait était plus régulière au cours de l'année, avec une légère variation.

### 3.2 EXPLORATION DES PARAMETRES NUTRITIONNELS DU LAIT DANS LES DEUX PERIODES



**Fig. 3. Biplot (PC1 vs. PC2) d'analyses des paramètres nutritionnel du lait et d'origine du lait**

*Coop FBS 1 et Coop FBS 2 : Deux coopératives de la région Fkih Ben Saleh ; Coop Kss 1 et Coop Kss 2: Deux coopératives de la région de Kssiba ; Coop Ka 1 et Coop Ka 2: Deux coopératives de la région Kelaa ; FBS F: Ferme de la région Fkih Ben Saleh ; Kss F: Ferme de la région de Kssiba ; Ka F: Ferme de la région Kelaa ; MG P1 (g/l) : matière grasse au cours de la période I ; TP P1 (g/kg) : taux protéique au cours de la période I ; ESD P1 (g/l) : Extrait Sec Dégraissé au cours de la période I ; MG P2 (g/l) : matière grasse au cours de la période II ; TP P2 (g/kg) : taux protéique au cours de la période II ; ESD P2 (g/l) : Extrait Sec Dégraissé au cours de la période II.*

L'Analyse en Composantes Principales avec validation croisée a été appliquée pour explorer les données. Dans cette étude, l'analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée comme un outil exploratoire pour étudier les grandes tendances dans l'ensemble des données collectées et de comprendre les facteurs influents.

Le modèle ACP élaboré dans ce cas, avec deux composants, expliquent 99% de la variance totale des données, PC1 91% et PC2 8% de la variance total.

La principale composante (PC1) met en évidence la différence entre les échantillons du lait selon leurs origines géographiques et la nature du producteur (coopérative ou ferme). Sur le graphe des scores, (sur Biplot). La PC1 permet de séparer les fermes du groupe des coopératives (partie gauche du plot des scores). La deuxième composante, PC2 établit une distinction entre différents niveaux de concentration des paramètres. Par ailleurs, en explorant loadings (sur Biplot) de PC1 et PC2, il est possible de conclure que PC1 explique la qualité du lait, puisque tous les paramètres sont de poids important (sont des paramètres importants). Les paramètres les plus importants pour déterminer la qualité du lait sont la MG et ESD. PC2 explique le facteur temps (périodes).

Les paramètres MG et ESD ont un poids très important par rapport au taux protéique. Ces deux paramètres MG et ESD jouent énormément sur la séparation des échantillons et sur la représentation de l'origine des produits.

#### 4 CONCLUSION

La qualité du lait joue un rôle important dans sa commercialisation et quantité du lait produit joue un rôle très important pour satisfaire la demande du marché en termes de lait et ses dérivés. Sur les échantillons étudiées, Les teneurs en matière grasse, extrait sec dégraissé et en protéines du lait des coopératives ont beaucoup variés en passant de la ferme à la coopérative. L'analyse en composante principale (ACP) a permis d'explorer la variabilité, entre régions et les effets des facteurs pouvant affecter la teneur des constituants du lait en matière, taux protéique (TP), matière grasses (MG) et la matière sèche dégraissé (ESD). Cette étude a permis de distinguer, entre les différents laits de différentes régions et des facteurs influant la qualité physico chimique du lait. La période et la nature du producteur (ferme ou coopérative) jouent des rôles très importants sur la qualité et la quantité du lait produite. Le facteur période a un effet indirect sur la composition du lait.

#### REFERENCES

- [1] Pierre-Yves Le Gal, Marcel Kuper, Charles-Henri Moulin, Laurence Puillet, Mohamed Taher Sraïri. Dispositifs de coordination entre industriel, éleveurs et périmètre irrigué dans un bassin de collecte laitier au Maroc. Cahiers Agricultures, 16 (2007) 265-271.
- [2] BOUSSELMI K, DJEMALI M, BEDHIAF S, Hamrouni A. The Factors affecting milk fat and protein of dairy cattle in Tunisia. Renc. Rech. Ruminants, 17 (2010) 399.
- [3] Afif. A, Faid. M et Najimi. M. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Reviews in Biology and Biotechnology, BioAlliance Canada-Morocco, 7 (2008) 2-7.
- [4] Elbassasi. M, Kzaiber, Ragno. G and Oussama. A. Classification of Raw Milk by Infrared Spectroscopy (FTIR) and Chemometric. Journal of Scientific Speculations and Research, 1 (2010) 28 – 33.
- [5] Eriksson L, Johansson E, Kettaneh-Wold N; Wold S.; «Multi- and Megavariate Data Analysis. Part I – basic principles and applications». Umetrics AB, Umea, Sweden. 1-527, 2001.
- [6] L. Lebart, A. Morineau et M. Pirlou, L'Analyse en Composantes Principales : Statistiques exploratoires multidimensionnelles, Dunod, Bordas, Paris, (1995) 32-33.