

Résumé

L'objectif global de ce travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique, la qualité microbiologique et la qualité hygiénique du lait cru bovin au Maroc et plus précisément dans la zone de Tadla-Azilal ou actuellement appeler zone Béni Mellal-Khénifra.

Concernant la qualité physico-chimique, nous avons réalisé une étude englobent 340 échantillons entre coopératives et fermes de différente zone géographique (zone bour , irriguée et montagneuse) et on a effectué des analyses des paramètres physico-chimiques qui concernent la matière grasse, les protéines, l'extrait sec dégraissé, l'extrait sec total, pendant les cinq ans : 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013, tandis que la deuxième étude a été focalisée sur les fermes ou les producteurs potentiels de cinq zones ou ont a effectué des analyses physico-chimiques qui englobe 14 caractéristiques (la température, densité, pH, l'acidité, stabilité, point de congélation , urée ,lactose...)

Les résultats issus de ces analyses sont mis en évidence la présence de différence considérable entre les paramètres qui sont analysés, afin d'évaluer l'effet des périodes et des saisons.

Pour les analyses microbiologique ont a réalisé une recherche sur les germes suivants : la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux (CT), les entérobactéries (Ent), les levures (L) et moisissures (M), les staphylocoques (Sta), les clostridium (CL), les salmonelles (Sal), les bactéries lactiques (Lac), les thermophiles (TR), l'Escherichia coli (Ec), brucella (Br), les bacillus cerius ... Les différentes investigations ont montré la présence d'une charge élevée pour la plus grande majorité de ces bactéries excepté les salmonelles , les clostridium, brucella, les bacillus cerius , dépassant par ceci les seuils tolérés par les législations marocaine et française. Ces données attestent par conséquence d'une qualité microbiologique amoindrie du lait cru produit par les coopératives et les fermes dans la zone de Béni Mellal-Khénifra.

Alors que pour la qualité hygiénique du lait cru a effectué des analyses sur les contaminants suivants : les antibiotiques, les pesticides les antiseptiques, les polluants organiques, les produits phytosanitaires, les métaux lourds, les mycotoxines... Ces contaminants présentent un grand risque sanitaire qui peut engendrer par la suite au consommateur des allergies et dans certains cas des maladies cancéreuses ...

Afin d'élucider les variations des paramètres physico-chimiques et hygiéniques ainsi que la variabilité des charges microbiennes qui demeurent toutefois élevées, nous avons mené une enquête sur le terrain auprès des coopératives et des fermes de la région de Béni Mellal-Khénifra.

Cette enquête met en valeur les facteurs qui influencent la quantité et la qualité globale du lait cru tel que les pratiques d'élevage, le mode d'alimentation, la race des vaches et l'hétérogénéité géographique.

Mot clé : Béni Mellal-Khénifra, la qualité, lait cru, qualité microbiologique, paramètres physico-chimiques et hygiéniques, la flore mésophile aérobie totale, les protéines.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ملخص

ترتكز هذه الدراسة بشكل أساسي على إبراز أهمية الجودة الكيميائية، الفيزيائية، الميكروبيولوجية و الصحية لمادة الحليب الطري للأبقار لجهة بني ملال - خنيفرة والتي كانت تدعى سابقا تادلة - أزيلال بالنسبة لدراسة جودة الحليب الطري الكيميائية و الفيزيائية، قمنا بدراسة ميدانية تظم ٣٤٠ عينة من مختلف التعاونيات والضيعات الخاصة من شتى المناطق المختلفة من الجهة، البورية السقوية والجبلية حيث تم العمل على إبراز تحليل جودته الكيميائية، و الفيزيائية التالية؛ نسبة المواد الدهنية، نسبة المواد لبروتينية والمستخلصات الجافة والمستخلصات الجافة غير الدهنية. هذه الدراسة تمت لمدة خمس سنوات متواصلة من ٢٠٠٩ إلى ٢٠١٣، و التي من خلالها تبين لنا انه ليس هناك تباين كبير في هذه الخصائص أما بالنسبة للدراسة الثانية فقد تم تقسم الجهة إلى خمسة مناطق تشمل فقط الضيعات الخاصة ، فقد ظمت تحليل جودة الحليب الطري الكيميائية، و الفيزيائية من بينها ١٤ خاصية، وجودة الحليب الطري الميكروبيولوجية "العصيات لإجمالية، فلورة الحية الوائية..." وجودة الحليب الطري الصحية "المضادات الحيوية، تحليل الغش..." فقد أسفرت على تباين وإختلافات من منطقة لأخرى وإنطاقا من هذه المعطيات والتحليل المخبرية تبين لنا وجود نسبة كبيرة من البكتريات تفوق الحد المرخص له من القوانين المعدة في هذا الصدد

على ضوء النتائج المحصل عليها والعلومات المستمدة من الميدان يمكننا إستنتاج ان جهة بني ملال - خنيفرة تتميز بخصائص كيميائية و فيزيائية جد هامة وبنسب و مستويات عالية وذلك لاستخدام اسس مدروس سواء التغذية والاعلاف أو على مستوى طرق التربية إلا أنها تعاني من جودة ميكروبيولوجية هشة وذلك راجع لعدم إتباع شروط النظافة أو ظروف الحلب لذا وجب بدل مجهودات هامة للنهوض بهذا لمنتوج وتحسين جودته

الكلمات المفتاحية: حليب للأبقار، جهة بني ملال - خنيفرة، جودة، الجودة الكيميائية، الفيزيائية، الميكروبيولوجية و الصحية ، البروتينات،العصيات الإجمالية

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Liste des abréviations | 10 |
| Liste des figures | 11 |
| Listes des Tableaux | 19 |
| Listes des Annexes | 20 |
| Introduction générale..... | 24 |
| PARTIE I : Contexte globale de la filière laitière | 31 |
| I. La filière laitière au niveau Mondial : | 32 |
| II. La filière laitière au niveau du Maroc | 33 |
| 1) L'élevage : les efforts d'amélioration génétiques ont fortement augmenté les volumes de productions | 34 |
| 2) Les moyens et conditions de production du lait | 35 |
| 3) Production animale | 35 |
| 4) Alimentation du bétail | 36 |
| 5) Amélioration génétique | 38 |
| 6) Santé animale..... | 40 |
| 7) Productions animales, consommation et prix | 40 |
| III. La filière laitière au niveau du Tadla Azilal « Béni Mellal- Khnifra » | 45 |
| 1. Cheptel laitier : | 45 |
| 2. Organisations professionnelles :..... | 45 |
| 3. Infrastructure d'industrie laitière :..... | 47 |
| 4. Amélioration génétique | 47 |
| 4.1. Insémination Artificielle | 47 |
| 4.2. Importation..... | 47 |
| 4.3. Contrôle laitier | 47 |
| 4.4. Plan Agricole régional | 48 |
| 4.5. Opportunités d'investissements | 49 |
| 4.6. Production animale | 49 |
| PARTIE II : Généralité sur le lait : composition et caractéristique du lait de vache | 50 |
| A. COMPOSITIONS ET PROPRIETES DU LAIT | 51 |
| I. Définition du lait | 51 |
| 1. Aspect macroscopique | 51 |

| | |
|--|----|
| a) Définition générale : | 51 |
| b) Définition légale : | 51 |
| c) Colostrum..... | 51 |
| 2. L'état physico-chimique du lait..... | 52 |
| a)La phase émulsifiable..... | 52 |
| b) La phase colloïdale . | 52 |
| c) La phase dite vraie. | 52 |
| II. Composition et structure chimique du lait : | 52 |
| 1. Principaux Composants | 52 |
| 2. Structures et propriété générales des constituants du lait | 55 |
| 2.1. Eau | 55 |
| 2.2. La matière grasse du lait | 56 |
| 2.3. Les matières azotées..... | 56 |
| 2.3.1. Les protéines | 57 |
| 2.3.2. Les caséines..... | 57 |
| 2.3.3. Les protéines solubles | 58 |
| 2.3.4. L'azote Non Protéique (ANP)..... | 58 |
| 2.4. Protéines mineures | 59 |
| 2.5. Les glucides du lait | 60 |
| 2.5.1. Le lactose..... | 60 |
| 2.5.2. Composition et propriétés physiques | 60 |
| 2.5.3. Le rôle majeur du lactose dans la quantité de lait produite | 60 |
| 2.5.4. Rôle en industrie laitière | 61 |
| 2.6. Les minéraux du lait..... | 61 |
| 2.7. Rôles physico chimiques des minéraux | 63 |
| 2.8. Les enzymes..... | 63 |
| 2.8.1. La peroxydase | 63 |
| 2.8.2. La catalase | 64 |
| 2.8.3. La phosphatase | 64 |
| 2.8.4. La lipase : Lipo-Protéine Lipase | 64 |
| 2.9. Les gaz dissous | 64 |
| 2.10. Les oligo-éléments | 65 |
| III. Propriétés physico-chimiques du lait..... | 65 |

| | | |
|------|--|----|
| 1. | L'apparence | 65 |
| 2. | La densité..... | 65 |
| 3. | La pression osmotique | 66 |
| 4. | Le point de congélation | 66 |
| 5. | Potentiel d'oxydo-réduction | 67 |
| 6. | Acidité et pH..... | 67 |
| 6.1. | L'acidité titrable..... | 67 |
| 6.2. | Le pH | 68 |
| 7. | La couleur | 69 |
| 8. | La flaveur (goût et odeur)..... | 69 |
| 8.1. | Le goût : | 69 |
| 8.2. | L'odeur : | 70 |
| 9. | Tension superficielle..... | 70 |
| 10. | Viscosité..... | 71 |
| 11. | Chaleur spécifique | 71 |
| 12. | Point d'ébullition | 72 |
| 13. | Indice de réfraction | 72 |
| 14. | Conductivité électrique | 72 |
| B. | Microbiologie du lait de la vache | 73 |
| I. | Introduction | 73 |
| II. | Sources de contamination du lait cru..... | 73 |
| 1. | Micro-organismes provenant de l'animal (intra mammaire)..... | 73 |
| 1.1. | Les mamelles | 74 |
| 1.2. | Microorganismes provenant du milieu ambiant (extramamaire)..... | 74 |
| a) | L'air | 74 |
| b) | Fumier..... | 74 |
| c) | Sources humaines | 75 |
| d) | L'équipement laitier | 75 |
| III. | Les méthodes d'appréciation de la qualité hygiénique du lait cru | 75 |
| 1. | Méthodes indirectes..... | 75 |
| 2. | Méthodes directes | 76 |
| IV. | Micro-organismes et produits laitiers | 76 |
| 1. | Micro-organismes utiles | 76 |

| | |
|--|-----|
| 2. Micro-organismes responsables d'altération | 77 |
| 3. Micro-organismes potentiellement pathogènes | 77 |
| 4. Substances indésirables et contre-indications à la consommation de lait de vache | 79 |
| Partie III : les facteurs qui influencent la variation du lait qualitativement et quantitativement. | 80 |
| I. La variation de la quantité et la qualité du lait | 81 |
| 1. Races d'élevages..... | 81 |
| 2. Le bien-être et les conditions d'élevage | 81 |
| 3. L'alimentation de la vache | 82 |
| a) les aliments essentiels de la vache | 82 |
| b) Les facteurs qui influencent la composition du lait | 83 |
| c) Le rôle de la ration pour l'alimentation des vaches..... | 83 |
| d) Impact de la ration sur les produits laitiers..... | 83 |
| e) La modification de l'alimentation des vaches | 84 |
| f) Impact de la ration sur les macronutriments..... | 84 |
| g) Le stress et les vaches | 84 |
| h) Impact de la ration de la vache sur la fabrication des produits laitiers..... | 84 |
| i) Facteurs influençant la qualité physico-chimique du lait | 85 |
| Partie IV : Matériels et Méthodes..... | 87 |
| I. I- Méthodologie de travail..... | 88 |
| II- Caractéristiques des exploitations laitières retenues pour l'étude | 89 |
| III. Analyses physico-chimiques du lait cru | 92 |
| IV. Analyses microbiologiques du lait cru | 100 |
| 1. Préparation des échantillons | 100 |
| 2. Les germes pathogènes | 101 |
| 3. Flore d'intérêt hygiénique | 101 |
| 3.1. Flore mésophile aérobie totale (FMAT) | 101 |
| 3.2. Les coliformes..... | 101 |
| 3.3. Les entérocoques..... | 102 |
| 4. Flore toxigène et pathogène..... | 102 |
| 4.1. Les staphylocoques | 102 |
| 4.2. Les clostridium Sulfito-réducteurs (CSR) | 103 |
| 4.3. Salmonelles | 104 |

| | |
|--|-----|
| a) Pré-enrichissement..... | 105 |
| b) Enrichissement..... | 105 |
| c) Isolement | 105 |
| 5. La flore d'altération | 105 |
| 5.1. Les protéolytiques | 105 |
| 5.2. Les lipolytiques | 106 |
| Partie V : Analyse empirique | 107 |
| I. Evolution annuelle de la matière grasse, protéine, extrait sec dégraissé et extrait sec total | 108 |
| 1. Evolution annuelle de la matière grasse | 108 |
| 2. Evolution annuelle de Protéine..... | 111 |
| 3. Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé | 113 |
| 4. Evolution annuelle de l'extrait sec total..... | 116 |
| II. Discussions des résultats | 119 |
| a. La matière grasse | 119 |
| b. Le taux protéique | 119 |
| c. L'extrait sec dégraissé | 119 |
| d. L'extrait sec total | 119 |
| Partie VI : Analyse des caractéristiques physico-chimiques chez des fermes au niveau des cinq zones de la région de Béni Mellal-Khénifra | 122 |
| I. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Beni-Mellal | 123 |
| II. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Fkih Ben Saleh | 130 |
| III. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Khouribga | 137 |
| IV. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Oulad ayyad- Azillal..... | 144 |
| V. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Dar Ould Zidouh | 151 |
| VI. Résultats des analyses | 158 |
| Partie VII : Comparaison intra-stations (comparaison temporelle) & comparaison entre stations (comparaison spatiale) | 171 |
| I. La comparaison intra-stations (comparaison temporelle)..... | 172 |
| 1. Matière grasse « MG »..... | 172 |
| 2. Protéines « PRT » | 173 |
| 3. Extrait sec dégraissée « ESD » | 174 |
| 4. Extrait sec totale « EST »..... | 175 |
| 5. Point de congélation « FPD » | 176 |

| | | |
|---|--|-----|
| 6. | Acidité dornic « ACI »..... | 177 |
| 7. | Lactose « LAT » | 178 |
| 8. | Caséines « CAS »..... | 179 |
| 9. | Urée « UR » | 180 |
| 10. | Acide citrique « ACC »..... | 181 |
| 11. | Acide gras libre « AGL » | 182 |
| 12. | Densité « DST » | 183 |
| 13. | Température« TEM » | 184 |
| II. | La comparaison entre stations (comparaison spatiale)..... | 185 |
| 1. | Matière grasse | 185 |
| 2. | Protéines « PRT » | 186 |
| 3. | Extrait sec dégraissée « ESD » | 187 |
| 4. | Extrait sec totale « EST »..... | 188 |
| 5. | Point de congélation « FPD » | 189 |
| 6. | Acidité dornic « ACI »..... | 190 |
| 7. | Lactose « LAT » | 191 |
| 8. | Caséines « CAS »..... | 192 |
| 9. | Urée « UR » | 193 |
| 10. | Acide citrique « ACC »..... | 194 |
| 11. | Acide gras libre « AGL » | 195 |
| 12. | Densité « DST » | 196 |
| 13. | Température « TEM » | 197 |
| III. | Discussion | 198 |
| Partie VIII : Analyse des caractéristiques microbiologiques chez des fermes au niveau des | | |
| cinq zones de la région de Béni Mellal-Khénifra | | |
| 202 | | |
| I. | Analyses microbiologique de lait cru de chaque zone de la région de Béni Mellal- | |
| | Khénifra | 203 |
| 1. | La flore mésophile aérobie totale (FMAT)..... | 203 |
| 2. | Les coliformes fécaux (CF) | 212 |
| 3. | Les coliformes totaux (CT)..... | 222 |
| 4. | Les levures (L)..... | 232 |
| 5. | Les moisissures (M)..... | 240 |
| 6. | Les entérobactéries (Ent) | 249 |
| 7. | Les thermorésistants (Th) | 259 |

| | |
|---|-----|
| II. Discussion | 269 |
| Partie IX : Analyse des caractéristiques hygiéniques chez des fermes au niveau des cinq zones de la région de Béni Mellal-Khénifra..... | 271 |
| A- Analyses hygiéniques de lait cru de chaque zone de la région de Béni Mellal-Khénifra : résultats et discussions de chaque zone | 272 |
| 1. Zone de Beni Mellal..... | 272 |
| 2. Zone de Fkih Ben Saleh | 281 |
| 3. Zone de Khouribga | 290 |
| 4. Zone de Oulad-Ayyad-Azilal..... | 299 |
| 5. Zone de Dar Oulad-Zidouh | 308 |
| B- Cartographie des résultats en pourcentages des antibiotiques et des fraudes | 308 |
| Résultats statistiques | 319 |
| Conclusion générale et perspectives | 322 |
| Annexes | 326 |
| Bibliographie..... | 390 |

Liste des abréviations

- **MG** : Matière grasse
- **PRT** : Protéine totale
- **ESD** : Extrait sec dégraissé
- **EST** : Extrait sec total
- **FPD** : Point de congélation
- **ACI** : Acidité dornic
- **LAT**: Lactose
- **CAS**: Caséines
- **UR** : Urée
- **ACC** : Acide citrique
- **AGL** : Acide gras libre
- **DST** : Densité
- **FMAT** : Flore Mésophile Aérobie Totale
- **CT** : Coliformes Totaux
- **CF** : Coliformes Fécaux
- **L** : Les levures
- **M** : Les moisissures
- **Ent** : Les entérobactéries
- **Th** : Les thermorésistants
- **EBL TN** : test négatif d'ébullition
- **EBL TP** : test positif d'ébullition
- **AL TN** : test négatif d'alcool
- **AL TP** : test positif d'alcool
- **Ra TN** : test négatif de Ramsdell
- **Ra TP** : test positif de Ramsdell
- **ATB TN** : test négatif d'antibiotique
- **ATB TP** : test positif d'antibiotique
- **FRAUD TN** : test négatif de fraude
- **FRAUD TP** : test positif de fraude
- **Coop** : Coopérative
- **ORMVAT** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole-Tadla
- **°D** : Degré Dornic
- **IR**: Infra Rouge
- **PCA** : Plate Count Agar
- **ACP** : Analyse en Composante Principale
- **TB** : Taux butyreux.

Liste des figures

- Figure 1 : Evolution de la production de lait (MML) de 2010 à 2013.
- Figure 2 : Evolution de la production de lait (MML) de 2008 à 2016.
- Figure 3 : Evolution de l'effectif du cheptel des bovins (en milliers de têtes).
- Figure 4 : Evolution de l'effectif du cheptel des bovins.
- Figure 5 : Répartition du bilan fourrager 2009-2010.
- Figure 6 : Evolution des importations de génisses en Unités.
- Figure 7 : Evolution de la production laitière et du lait usiné.
- Figure 8 : Chaîne de valeur de la filière laitière
- Figure 9 : Valeur ajoutée de la filière laitière
- Figure 10 : La consommation de la filière laitière
- Figure11 : Consommation de lait dans le monde
- Figure12 : Chronologie des mesures de soutien depuis 1975
- Figure 13 : Evolution de la production laitière et du lait usiné
- Figure 14 : Evolution de l'insémination artificielle de 2007 à 2011
- Figure 15 : Proportions des principaux constituants du lait de vache (sans l'eau).
- Figure 16: Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait.
- Figure 17 : Appareille de Milkoscan S5
- Figure 18 : Appareille de Milkoscan FT2
- Figure 19 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Beni Mellal
- Figure 20 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 21: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 22: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation μ cm dans la zone de Beni Mellal
- Figure 23 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité ° D dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 24 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 25 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 26 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 27 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 28 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 29 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 30 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 31 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 32 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de température dans la zone de Beni Mellal.
- Figure 33 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 34 : Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Fkih Ben Saleh

- Figure 35: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 36: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation μcm dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 37: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 38: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 39: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 40: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 41: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 42: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 43: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 44: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 45: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 46: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de temperature $^{\circ}$ C dans la zone de Fkih Ben Saleh
- Figure 47: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Khouribga
- Figure 48: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Khouribga
- Figure 49: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Khouribga
- Figure 50: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation μcm dans la zone de Khouribga
- Figure 51: les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Khouribga
- Figure 52: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Khouribga
- Figure 53: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Khouribga
- Figure 54: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Khouribga
- Figure 55: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Khouribga
- Figure 56: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Khouribga
- Figure 57: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Khouribga
- Figure 58: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG dans la zone de Khouribga
- Figure 59: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Khouribga
- Figure 60: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Température $^{\circ}$ C dans la zone de Khouribga
- Figure 61: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

- Figure 62: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 63: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 64: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation μ cm dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 65: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité ° D dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 66: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 67: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 68: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 69: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 70: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 71: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 72: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 73: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 74: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de température °C dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal
- Figure 75: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 76: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 77: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 78: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation μ cm dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 79: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité ° D dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 80: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 81: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 82: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 83: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 84: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 85: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 86: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 87: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Dar Oulad-Zidouh
- Figure 88: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Température °C dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

- Figure 89 : Représentation graphique de la variation temporelle de la matière grasse au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 90 : Représentation graphique de la variation temporelle des protéines au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 91 : Représentation graphique de la variation temporelle de de l'extrait sec dégraissé au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 92 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'extrait sec totale au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 93 : Représentation graphique de la variation temporelle du point de congélation au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 94 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acidité dornic au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 95 : Représentation graphique de la variation temporelle de lactose au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 96 : Représentation graphique de la variation temporelle de caséine au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 97 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'urée au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 98 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acide citrique au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 99 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acide gras libre au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 100 : Représentation graphique de la variation temporelle de la densité au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 101 : Représentation graphique de la variation temporelle de la température au niveau des zones : Zidouh (**ZH**), Beni Mellal (**BM**), Fkih Ben salah (**FBS**), Oulad Ayad (**OA**) et Khouribga (**KHR**).
- Figure 102 : Représentation graphique de la variation spatiale de la matière grasse pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 103 : Représentation graphique de la variation spatiale de des protéines pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 104 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'extrait sec dégraissé pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 105 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'extrait sec totale pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 106 : Représentation graphique de la variation spatiale du point de congélation pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 107 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acidité dornic pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 108 : Représentation graphique de la variation spatiale de lactose pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 109 : Représentation graphique de la variation spatiale de caséine pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 110 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'urée pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 111 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acide citrique pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

- Figure 112 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acide gras libre pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 113 : Représentation graphique de la variation spatiale de la la densité pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 114 : Représentation graphique de la variation spatiale de la température pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).
- Figure 115: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 116: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 117: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 118: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 119: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 120: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 121: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 122: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 123: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 124: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 125: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 126: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la l zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 127: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 128: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de La région de de Beni Mellal.
- Figure 129: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 130: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 131: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 132: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 133: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 134: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 135: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 136: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 137: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 138: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

- Figure 139: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 140: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 141: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 142: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 143: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 144: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 145: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 146: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 147: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 148: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de zone de Beni Mellal.
- Figure 149: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 150: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 151: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 152: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 153: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 154: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de zone de Khouribga.
- Figure 155: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 156: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 157: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 158: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 159: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 160: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 161: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 162: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.
- Figure 163: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 164: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 165: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

- Figure 166: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 167: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 168: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 169: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 170: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 171: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 172: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 173: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 174: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 175: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 176: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.
- Figure 177: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en Thermorésistant 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 178: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.
- Figure 179: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 180: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.
- Figure 181: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 182: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Oulad-Ayyad-Azilal.
- Figure 183: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 184: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des Thermorésistants 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.
- Figure 185: Les étapes du test de stabilité en hiver.
- Figure 186: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver
- Figure 187: Le pourcentage du test de fraude en hiver
- Figure 188: Les étapes du test de stabilité en printemps
- Figure 189: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps
- Figure 190: Le pourcentage du test de fraude en printemps
- Figure 191: Les étapes du test de stabilité en été.
- Figure 192: Le pourcentage du test d'antibiotique en été
- Figure 193: Le pourcentage du test de fraude en été.
- Figure 194: Les étapes du test de stabilité en automne.
- Figure 195: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne
- Figure 196: Le pourcentage du test de fraude en automne
- Figure 197: Les étapes du test de stabilité en hiver.
- Figure 198: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.
- Figure 199: Le pourcentage du test de fraude en hiver.
- Figure 200: Les étapes du test de stabilité en printemps
- Figure 201: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.

- Figure 202: Le pourcentage du test de fraude en printemps.
- Figure 203: Les étapes du test de stabilité en été.
- Figure 204: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.
- Figure 205: Le pourcentage du test de fraude en été.
- Figure 206: Les étapes du test de stabilité en automne
- Figure 207: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne.
- Figure 208: Le pourcentage du test de fraude en automne.
- Figure 209: Les étapes du test de stabilité en hiver
- Figure 210: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.
- Figure 211: Le pourcentage du test de fraude en hiver.
- Figure 212: Les étapes du test de stabilité en printemps.
- Figure 213: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.
- Figure 214: Le pourcentage du test de fraude en printemps.
- Figure 215: Les étapes du test de stabilité en été.
- Figure 216: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.
- Figure 217: Le pourcentage du test de fraude en été.
- Figure 218: Les étapes du test de stabilité en automne.
- Figure 219: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne
- Figure 220: Le pourcentage du test de fraude en automne.
- Figure 221: Les étapes du test de stabilité en hiver.
- Figure 222: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.
- Figure 223: Le pourcentage du test de fraude en hiver.
- Figure 224: Les étapes du test de stabilité en printemps.
- Figure 225: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.
- Figure 226: Le pourcentage du test de fraude en printemps.
- Figure 227: Les étapes du test de stabilité en été.
- Figure 228: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.
- Figure 229: Le pourcentage du test de fraude en été.
- Figure 230: Les étapes du test de stabilité en automne.
- Figure 231: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne.
- Figure 232: Le pourcentage du test de fraude en automne.
- Figure 233: Les étapes du test de stabilité en hiver.
- Figure 234: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.
- Figure 235: Le pourcentage du test de fraude en hiver.
- Figure 236: Les étapes du test de stabilité en printemps.
- Figure 237: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.
- Figure 238: Le pourcentage du test de fraude en printemps.
- Figure 239: Les étapes du test de stabilité en été.
- Figure 240: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.
- Figure 241: Le pourcentage du test de fraude en été.
- Figure 242: Les étapes du test de stabilité en automne.
- Figure 243: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne
- Figure 244: Le pourcentage du test de fraude en automne.
- Figure 245: Cartographie des pourcentages des antibiotiques et des fraudes aux niveaux des fermes étudiées au niveau des cinq zones de la région de Béni Méllal- Khénifra

Listes des Tableaux

- Tableau 1 : La production de lait de 2007 à 2011.
- Tableau 2 : La consommation du lait et produits laitiers des habitants du monde en 2011.
- Tableau 3 : Effectifs et structure du cheptel.
- Tableau 4 : Prix des aliments de bétail.
- Tableau 5 : Répartition de 122 coopératives laitières sur la zone d'action de l'ORMVAT.
- Tableau 6 : Répartition du chiffre d'affaires industriel selon les provinces
- Tableau 7 : Effectif du cheptel selon la province
- Tableau 8 : Grandeurs industrielles par province
- Tableau 9 : Trois opérateurs, avec une capacité de traitement actuelle de 1500 T/an.
- Tableau 10: Lactation standard en fonction de la race de la vache.
- Tableau 11 : Etat physico-chimique de lait de vache.
- Tableau 12 : Composition générale de lait de vache.
- Tableau 13 : composition moyenne du lait de différentes espèces animales.
- Tableau 14 : Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait.
- Tableau 15 : Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/litre).
- Tableau 16 : composition minérale du lait de certaines espèces (en g/l).
- Tableau 17 : Densité des constituants laitiers à 30°C.
- Tableau 18 : Constantes physiques usuelles du lait de vache.
- Tableau 19 : Tensions superficielle de différents laits.
- Tableau 20 : la Viscosité selon le type de lait.
- Tableau 21 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2009
- Tableau 22 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2010
- Tableau 23 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2011
- Tableau 24 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2012
- Tableau 25 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2013
- Tableau 26 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2009
- Tableau 27 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2010
- Tableau 28 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2011
- Tableau 29 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2012
- Tableau 30 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2013
- Tableau 31 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2009
- Tableau 32 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2010
- Tableau 33 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2011
- Tableau 34 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2012
- Tableau 35 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2013
- Tableau 36 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2009
- Tableau 37 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2010
- Tableau 38 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2011
- Tableau 39 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2012
- Tableau 40 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2013

Listes des Annexes

- Annexe 1: Les résultats de mois Janvier 2009
- Annexe 2: Les résultats de mois Février 2009
- Annexe 3: Les résultats de mois Mars 2009
- Annexe 4: Les résultats de mois Avril 2009
- Annexe 5: Les résultats de mois Mai 2009
- Annexe 6: Les résultats de mois Juin 2009
- Annexe 7 Les résultats de mois Juillet 2009
- Annexe 8: Les résultats de mois Aout 2009
- Annexe 9: Les résultats de mois Septembre 2009
- Annexe 10: Les résultats de mois Octobre 2009
- Annexe 11: Les résultats de mois Novembre 2009
- Annexe 12: Les résultats de mois Décembre 2009
- Annexe 13: Les résultats de mois Janvier 2010
- Annexe 14: Les résultats de mois 2010
- Annexe 15: Les résultats de mois Mars 2010
- Annexe 16: Les résultats de mois Avril 2010
- Annexe 17: Les résultats de mois Mai 2010
- Annexe 18: Les résultats de mois Juin 2010
- Annexe 19: Les résultats de mois Juillet 2010
- Annexe 20: Les résultats de mois Aout 2010
- Annexe 21: Les résultats de mois Septembre 2010
- Annexe 22: Les résultats de mois Octobre 2010
- Annexe 23: Les résultats de mois Novembre 2010
- Annexe 24: Les résultats de mois Décembre 2010
- Annexe 25: Les résultats de mois Janvier 2011
- Annexe 26: Les résultats de mois Février 2011
- Annexe 27: Les résultats de mois Mars 2011
- Annexe 28: Les résultats de mois Avril 2011
- Annexe 29: Les résultats de mois Mai 2011
- Annexe 30: Les résultats de mois Juin 2011
- Annexe 31: Les résultats de mois Juillet 2011
- Annexe 32: Les résultats de mois Aout 2011
- Annexe 33: Les résultats de mois Septembre 2011
- Annexe 34: Les résultats de mois Octobre 2011
- Annexe 35: Les résultats de mois Novembre 2011
- Annexe 36: Les résultats de mois Décembre 2011
- Annexe 37: Les résultats de mois Janvier 2012
- Annexe 38: Les résultats de mois Février 2012
- Annexe 39: Les résultats de mois Mars 2012
- Annexe 40: Les résultats de mois Avril 2012
- Annexe 41: Les résultats de mois Mai 2012
- Annexe 42: Les résultats de mois Juin 2012
- Annexe 43: Les résultats de mois Juillet 2012
- Annexe 44: Les résultats de mois Aout 2012
- Annexe 45: Les résultats de mois Septembre 2012
- Annexe 46: Les résultats de mois Octobre 2012
- Annexe 47: Les résultats de mois Novembre 2012

- Annexe 48: Les résultats de mois Décembre 2012
- Annexe 49: Les résultats de mois Janvier 2013
- Annexe 50: Les résultats de mois Février 2013
- Annexe 51: Les résultats de mois Mars 2013
- Annexe 52: Les résultats de mois Avril 2013
- Annexe 53: Les résultats de mois Mai 2013
- Annexe 54: Les résultats de mois Juin 2013
- Annexe 55: Les résultats de mois Juillet 2013
- Annexe 56: Les résultats de mois Aout 2013
- Annexe 57: Les résultats de mois Septembre 2013
- Annexe 58: Les résultats de mois Octobre 2013
- Annexe 59: Les résultats de mois Novembre 2013
- Annexe 60: Les résultats de mois Décembre 2013
- Annexe 61: Les milieux de culture

Dédicaces

A ma très chère grand-mère K̄halidi Moubaraka, qui m'a inculqué à un âge très sensible la recherche de la perfection et dont la sagesse n'a d'égale que la gentillesse. Puisse Allah exaucer toutes tes prières et t'accorder santé, prospérité et longue vie.

A mes très chers oncles Halhal Mohammed et Aberrahmane pour tous les efforts que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes très chers parents

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A mes chers amis

A ceux qui m'ont permis de parachever ce travail sans jamais me décourager. Les citer exhaustivement serait trop long. Ils se reconnaîtront.

Merci du fond du cœur

Remerciements

Cette thèse doctorale est un fruit d'intenses collaborations, En premier lieu, je me dois d'exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur Najimi Mohamed, responsable de l'Unité de Laboratoire Génie de Biologie de la Faculté des Sciences et techniques de Beni Mellal, promoteur de cette thèse, pour m'avoir accepté dans son laboratoire et pour la confiance qu'il m'a accordée.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour ses conseils précieux, ses remarques pertinentes et constructives et son encadrement continu. Qu'il trouve ici l'expression de mon estime et ma profonde gratitude. Son soutien, tant moral que matériel, continu, même aux moments difficile et de doutes, ses lectures critiques des travaux réalisés et ses qualités humaines ont largement contribué à l'aboutissement de ce type de projet de thèse. Par ses conseils éclairés et le temps qu'il leur a consacrés, trouvent ici l'expression de mon profond respect pour leurs remarques constructives et leurs critiques judicieuses de mes travaux et pour l'aide qu'il ma prodiguée.

A cet égard, je voudrais remercier plus particulièrement Madame Chigr Fatiha, pour ses encouragements et je serai toujours reconnaissante pour les efforts qu'elle m'accordée.

Un grand merci aussi à Messieurs Ahmed AHAMI et Youssef ABOUSSALEH d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, ainsi que Monsieur Lhoucine BAHY d'avoir accepté d'être l'examineur, qu'ils trouvent tous mes respects et gratitude et qu'ils soient assurés de ma considération sincère.

Que Messieurs Marzouki Mohamed et Qaffo Aziz, trouvent mes sincère remerciements pour leurs efforts ainsi que je tiens à leurs témoigner toute ma reconnaissance pour l'initiation approfondie aux méthodes d'analyses multidimensionnelles, et à leur exploitation dans mes travaux et mes résultats d'enquêtes. Trouvent ici une vraie reconnaissance pour leur collaboration.

A cette occasion, je voudrais rendre hommage aux personnes de la Centrale Laitière, qui m'ont permis de mener à bien les nombreux et nécessaires déplacements sur le terrain ainsi que les enquêtes et les analyses d'échantillons de lait cru de la région de Beni Mellal-Khénifra.

Sans oublier de remercier les éleveurs de bovins laitiers dans différentes zones de la région de Beni Mellal-Khénifra pour leurs qualité de l'accueil et de patience, car j'ai le plus souvent éprouvé une réelle satisfaction à leur faire partager les joies du dialogue au sujet de leurs considérations pour les vaches et leurs productions laitières

Je voudrais aussi exprimer mes sentiments les plus chaleureux à tous les membres Laboratoire Génie de Biologie de la Faculté des Sciences et techniques de Beni Mellal (enseignants, assistants de recherche, étudiants et employés) pour l'accueil et pour les moments qu'ils ont bien voulu partager en ma compagnie.

Enfin, je ne pourrais clore cette page sans remercier mes collègues et les professeurs chercheurs de diverses universités nationales et internationales qu'ils ont accordé à mes travaux et pour les informations fructueuses que nous avons développées.

Enfin, je voudrais rendre hommage à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Introduction générale

Au Maroc, l'élevage bovin laitier constitue un secteur d'activité agricole de grande importance économique. Il a bénéficié d'actions de développement soutenues, grâce à son rôle de fourniture de protéines animales et de création d'emplois et de richesses dans le monde rural. Jusqu'ici, les mesures adoptées concernant ce secteur se sont surtout focalisées sur les volumes de lait produits et ont fortement négligé la composante « qualité ». Or, celle-ci devient cruciale pour toute la filière, en raison de ses rôles majeurs dans l'amélioration de la plus-value pour tous les acteurs qui y interviennent (éleveurs, coopératives de collecte, transformateurs industriels et mêmes consommateurs). Malheureusement, la qualité globale du lait et ses évolutions tout le long du circuit (de l'exploitation à l'usine de transformation) demeurent encore mal appréhendées en raison du niveau technique limité des éleveurs et des contraintes organisationnelles au sein de la filière. Par ailleurs, les industriels de transformation du lait sont conscients de l'importance de la qualité de la matière première qu'ils collectent comme levier principal d'amélioration des produits qu'ils commercialisent, pour satisfaire les exigences des consommateurs et s'imposer sur le marché.

Dans le secteur laitier, la principale clé de réussite consiste à produire du lait dans de bonnes conditions d'hygiène. L'alimentation insuffisante, le faible potentiel génétique des animaux et le niveau élevé de contamination bactérienne qui altère le lait avant qu'il n'arrive sur le marché sont les principales difficultés auxquelles se confrontent principalement les petits producteurs. Ceci est d'autant plus probant dans le cas de coopératives non structurées appartenant aux pays non avancés économiquement. En effet le manque de politique étatique claire dans le domaine, conjuguée aux faiblesses structurelles de l'économie engendre un environnement non adéquat pour le développement du secteur laitier. Ceci pâtit et sur la productivité d'une part et sur la qualité d'autre part. Cette situation a prévalu et prévaut encore au Maroc, en dépit d'efforts significatifs entrepris dans ce secteur, jugé comme étant vital. Il n'est pas sans dire que ce secteur est fortement dépendant d'autres facteurs et plus particulièrement de pratique d'élevage.

L'Etat marocain a concentré ses efforts sur la satisfaction des besoins de la population en protéines animales d'origine laitière. En effet, juste après la décennie 1960, les autorités agricoles se sont penchées sur l'élaboration d'un plan laitier, outil de base pour la promotion de la production bovine au Maroc. A la clef, se profilait un projet d'envergure puisque concernant la quasi-totalité des exploitations agricoles du pays, étant donné qu'elles possèdent dans leur immense majorité quelques vaches. L'objectif principal visé était d'assurer pour chaque Marocain un apport quotidien de 1/3 de litre de lait à l'horizon 2000, à partir d'une situation initiale de 100 ml, soit une augmentation de la production totale annuelle de 400 à

plus de 2 000 millions de litres de lait [MADRPM, 1998b]. Il s'agissait, en fait, de réaliser des objectifs directs d'accroissement de la production laitière à un rythme de 6 % par an, et indirectement de contribuer à l'amélioration des performances viandeuses du cheptel, en favorisant les croisements avec les races à lait plus efficaces en termes de croissance que les races locales. Pour la concrétisation de ces objectifs, le plan laitier, dont le lancement officiel a eu lieu en 1975, était intensément soutenu par plusieurs mesures d'accompagnement, toutes fortement financées par les bailleurs de fonds internationaux, à l'instar de nombreux autres projets laitiers à travers le monde (opération Flood en Inde, opération Milk Collecting Centres, MCC, en Malaisie...) [NESTEL, 1984]. Ainsi, en aval de la filière, l'Etat marocain, dans un souci de fournir un débouché fiable au lait produit, a encouragé la constitution d'un réseau de collecte très dense, et a accompagné la construction d'usines laitières, tout comme il a fortement taxé les importations de poudre de lait [BOURBOUZE, 2002]. Il a aussi instauré le contrôle du prix du lait à la production et à la consommation, en s'assurant d'éviter toute distorsion des termes de l'échange qui serait fatale aux éleveurs. Par ailleurs, en amont, tout un ensemble de décrets pour l'aide aux producteurs a été adopté. L'importation de génisses laitières gravides, la vulgarisation de l'Insémination Artificielle (IA), la mise en place d'unités d'élevage pépinières et l'ébauche du contrôle laitier ont été autant d'opérations destinées à créer rapidement un matériel génétique bovin amélioré pour ses caractères laitiers (du moins, en comparaison avec les populations bovines de type local), adapté aux conditions d'élevage prévalant dans le pays. De plus, de nombreuses interventions des services agricoles de l'Etat ont été planifiées au niveau des étables, pour garantir la diffusion dans le monde rural des techniques d'élevage laitier intensif. Ainsi, l'ensilage de maïs, la vulgarisation de nouvelles cultures fourragères (le sorgho, le ray-grass, la betterave...) et des techniques culturales nécessaires à leur réussite, l'initiation à la traite mécanique, la propagation de sous-produits agro - industriels non conventionnels (pulpes d'agrumes, pulpes de caroube, tourteaux de tournesol, urée...) ont été testés. Il est vrai que l'ensemble de ces aides et interventions étatiques a rapidement créé un engouement pour l'élevage laitier. Celui-ci s'est fait ressentir non seulement dans les zones irriguées où les autorités agricoles, au travers de coûteux investissements en équipements hydrauliques (barrages, adductions d'eau, stations de pompage), ont largement milité pour l'implantation d'étables performantes, mais aussi dans les zones d'agriculture pluviale favorables (plus de 400 mm de pluviosité par an, ce qui est suffisant pour une production fourragère) et dans les abords des grandes agglomérations urbaines. Ceci a engendré un accroissement notable de la production laitière marocaine, dans des proportions nettement supérieures aux résultats obtenus dans des pays limitrophes

[BOURBOUZE et al, 1988]. Toutefois, cet élan vers la spéculation bovine a commencé à régresser de manière notable à partir des années 1990, pour diverses raisons, dont le désengagement de l'état et la diminution de la protection de la filière laitière ne sont pas des moindres [AKESBI, 1997]. En effet, plusieurs subventions à la production (notamment pour l'importation de génisses, l'acquisition de matériel de traite) ont été progressivement supprimées. Par ailleurs, les termes mêmes de la commercialisation du lait se sont détériorés, avec une augmentation de la plus-value dégagée par les usines de transformation, au détriment des éleveurs. De plus, l'avènement de nombreux épisodes de sécheresse à partir des années 1980 [BARAKAT et HANDOUFE, 1998], a fortement pesé sur les capacités de production fourragère. Un décalage perceptible des performances du cheptel bovin par rapport aux prévisions du plan laitier alors commencé à se faire sentir. En effet, en l'an 1998, les réalisations ne représentaient même pas 50 % du volume projeté par les initiateurs de ce projet [MADRPM, 1998b].

Néanmoins, en raison des nombreux rôles, autres que productifs (restitution de fertilité aux sols, emplois de main-d'œuvre, affirmation de statut social...), assumés par le cheptel bovin, l'activité de production laitière avec des vaches de type pie noir, autrefois cantonnées aux seuls domaines de la colonisation et chez les notables locaux, s'est définitivement ancrée dans le paysage rural du Maroc. Ce constat de diffusion de bovins de races Frisonne et Holstein directement issues de l'importation, auxquelles se mêlent les populations locales et leurs nombreux croisements, contribue à créer une réelle diversité génétique, dans les nombreux agro - écosystèmes du pays. C'est ce qui nous a interpellés, dans un contexte général de la filière laitière mouvementé et en pleine évolution.

De plus, comme l'agriculture marocaine est officiellement exonérée d'impôts sur la plus-value qu'elle dégagne depuis 1984, par une décision royale visant à se rapprocher des masses paysannes, les agriculteurs, en grande partie illettrés, ne sont pas contraints de tenir à jour des documents comptables dûment certifiés. Aussi, les évaluations de rentabilité de leurs activités demeurent-elles fort sommaires, souvent basées sur des approximations.

Le secteur agricole contribue à raison de 15 à 20 % au PIB global. Cette variabilité est due essentiellement aux fluctuations des conditions climatiques. L'emploi agricole représente 40 % de l'emploi total et 80 % de l'emploi rural. Par ailleurs, la contribution de l'irrigation au PIB agricole se situe en moyenne autour de 45 % avec une variabilité selon les conditions climatiques. Le secteur irrigué contribue avec 35 % au PIB agricole en bonne année agricole, contre 70 % en mauvaise année. En matière de sécurité alimentaire, l'agriculture joue un rôle prépondérant dans la couverture d'une grande part de la demande alimentaire du pays en

produits de base. Les taux de couverture de cette demande sont de 72 % pour les céréales, 52 % pour le sucre, 25 % pour les huiles, 87 % pour le lait et 100 % pour les viandes et les fruits et légumes.

Concernant les échanges commerciaux, la contribution du secteur dans le commerce extérieur national représente entre 14 et 24 % de la valeur des importations globales. Les produits agricoles représentent près de 18 % en moyenne de la valeur des exportations globales avec une fluctuation allant de 15 à 21 %. Le taux de couverture des importations agricoles par les exportations agricoles varie d'une année à l'autre. Cette variabilité est aussi enregistrée pour le taux de couverture des importations agroalimentaires par les exportations agroalimentaires qui se situe selon les années entre 45 et 100 %. Ceci étant, les problèmes du monde agricole pour de nombreux spécialistes en agriculture marocaine sont d'ordre structurel. En excluant la pêche, la balance alimentaire est largement négative. 70 % des exploitations marocaines ont une surface inférieure à 2,1 ha. Le morcellement et l'urbanisation sont les pires ennemis de la terre. Chaque année, près de 20 000 ha sont grignotés sur la campagne pour assurer l'extension des villes. [PAGE 37MARS-AVRIL 2010 AFRIQUE AGRICULTURE]

Jusqu'ici, rares sont les études actualisées qui ont essayé de préciser, à l'échelle du Maroc, les relations entre les pratiques et structures d'élevage et la qualité du lait, ainsi que les évolutions de cette dernière de l'exploitation bovine à l'usine de transformation.

Les objectifs globaux de ce travail consisteront à cerner globalement la variabilité de la qualité globale (physique, chimique, microbiologique et hygiénique) du lait cru de vaches au niveau de la région Béni Mellal-Khénifra et ses relations aux caractéristiques des exploitations où les échantillons ont été prélevés. Puis, cette étude essaiera d'identifier les relations entre les pratiques d'élevage et de traite et la qualité du lait, pour aboutir à une classification de la qualité du lait de cette région et pour la proposition d'actions adaptées au contexte de l'élevage qui permettront d'améliorer les conditions d'élevage pour une meilleure qualité du lait. Aussi, pour étudier l'insertion des troupeaux de vaches dans différents types de situations d'élevage au Maroc (zones irriguées, zones bourre, zone montagneuse), et en vue d'analyser les performances tant techniques (valorisation des aliments concentrés, productivité en lait par vache par an...), avons-nous songé à appliquer une enquête auprès des éleveurs sur l'hygiène des exploitations étudiées selon un code d'usage en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers.

Dans la région de Béni Mellal-Khénifra, les pratiques d'élevage de plus en plus modernes, ont permis de contribuer pleinement à l'amélioration de la production laitière. Si

des données quantitatives révèlent uniquement le taux de production global dans la région, d'autres plus précises concernant le rendement et la composition des laits des différentes zones hétérogènes constituant la région ne sont pas disponibles, et ce, en dépit du nombre croissant d'implantations de nouvelles unités spécialisées dans l'industrie laitière. En effet, l'hétérogénéité géographique, additionnée à celle des pratiques d'élevage et de l'alimentation, aurait inmanquablement des répercussions sur la quantité et la qualité du lait à la traite. L'analyse des caractéristiques de lait de chaque zone permettra ainsi de classer ces laits suivant leur composition, et de leur conférer par conséquent une valeur marchande, voire biotechnologique. La connaissance de la réalité du terrain associée à une analyse fine des voies de production du lait et de leur déterminisme demeure un outil nécessaire pour l'amélioration de la rentabilité, ainsi que la qualité physico- chimique et hygiénique du lait produit dans la région de Béni Mellal-Khénifra.

L'objectif primordial du travail que nous présentons dans ce mémoire, est de pallier à cette déficience inhérente au phénotypage et à la caractérisation du lait produit dans la région de Béni Mellal-Khénifra. Dans la première partie, nous avons entrepris une caractérisation physico- chimique du lait cru. Cette caractérisation concerne les principales composantes telles que la matière grasse ou encore le taux protéique qui est devenu un critère de paiement du lait, outre l'analyse du pH et l'acidité qui donnent une idée sur l'état de fraîcheur du lait. Nous nous sommes intéressés dans la deuxième partie aux conditions de traite pendant la production laitière. Dans cette optique, nous avons effectué des analyses microbiologiques qui rendent compte de l'état hygiénique du lait cru.

Dans un souci de rigueur, nous avons décidé de compléter les deux approches mentionnées ci-dessus afin de pouvoir disposer d'un certain nombre d'éléments de réponse. Enfin, nous avons entrepris de mener une enquête auprès des éleveurs, portant sur les principaux facteurs pouvant influencer l'aspect productif et la composition chimique du lait cru bovin d'une part et la qualité hygiénique d'autre part. Il s'agit notamment, comme pour les autres ruminants laitiers, des facteurs génétiques (race animale), de l'alimentation, de l'effet de la saison et de la conduite d'élevage.

Si l'objectif principal de la présente étude est de caractériser les différents types de laits bovins produits dans la région de Béni Mellal-Khénifra, il n'en demeure pas moins que les résultats qui en découleront constitueront une base scientifique pour améliorer leur qualité et promouvoir par la suite leur aptitude à être transformés éventuellement et pour la constitution de références qui puissent éclairer la recherche sur la situation du secteur de l'élevage laitier

au Maroc, sur les niveaux de performances réalisées et sur la qualité du lait cru des exploitations.

Un autre objectif majeur est de comprendre la diversité des fermes sur le plan temporel (comparaison intra-sites) d'une part et sur le plan spatiale (comparaison entre les sites « fermes ») d'autre part. Une autre perspective dégagée par ce travail serait de construire des références sur les modes de fonctionnement et les performances techniques auxquelles aboutissent les exploitations laitières.

PARTIE I : Contexte globale de la filière laitière

I. La filière laitière au niveau Mondial :

L'Asie est de loin le continent qui comporte le plus d'effectifs de vaches laitières, il est suivi par l'Afrique qui comporte un nombre de 51 299 000 de têtes de vaches laitières en 2011, s'ensuivent après l'Europe et l'Amérique.

La production mondiale de lait a connu une augmentation de 573,9 millions de tonnes en 2007 et 606,7 millions de tonnes en 2011 (Tableau 1).

| Millions de tonnes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lait de vache | 573,9 | 585,1 | 586,3 | 597,6 | 606,7 |
| Lait de bufflonne | 84,3 | 85,5 | 88,3 | 92,2 | 93 |
| Lait de chèvre | 16 | 16,2 | 16,4 | 17,3 | 15,9 |
| Lait de brebis | 9,1 | 9 | 9,4 | 9,9 | 9,3 |
| Lait de chamelle | 1,9 | 2 | 1,9 | 2,2 | 2,3 |
| Total | 685,2 | 697,8 | 702,3 | 719,2 | 727,1 |

Tableau 1 : La production de lait de 2007 à 2011 (Source : F.A.O)

Selon les statistiques mondiales de 2011, l'Europe est le premier producteur de lait de vache avec 209,4 millions de tonnes suivi par l'Asie avec 163,3 millions de tonnes, alors que l'Amérique du nord et centrale produisent près de 111,7 millions de tonnes et l'Amérique du sud 66 millions de tonnes et en dernier rang l'Afrique et l'Océanie avec 27,5 millions de tonnes et 27,1 millions de tonnes respectivement (Source : F.A.O).

La même tendance géographique est observée pour ce qui est du rendement laitier et du volume de collecté du lait, sachant qu'en 2011 le rendement laitier mondial connaît une augmentation relative de 2 394 Kg / vache / an, contre 2 294 Kg / vache / an en 2007 et qu'également l'Afrique produise 536Kg / vache / an en 2011 contre 509 Kg / vache / an en 2007 (Source : F.A.O). Pour ce qui est de la collecte de lait de vache a connu elle aussi une augmentation progressive allant de 2007 jusqu'au 2011 (Source : F.I.L.)

Le marché laitier au monde est un véritable enjeu économique. En effet, la consommation humaine par habitant des principaux produits laitiers dans le monde est importante (Tableau 2).

| | 2011 | | | |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | Millions d'habitants | laits liquides Kg/habitant | Beurre Kg/habitant | Fromages Kg/habitant |
| Chine | 1346 | 9,4 | 0,1 | 0,2 |
| Inde | 1241 | 40,8 | 3,5 | - |
| Etats-Unis | 312 | 78,2 | 2,5 | 15,1 |
| Brésil | 197 | 57,5 | 0,4 | 3,6 |
| Russie | 143 | 35,4 | 2,4 | 5,8 |
| Japon | 128 | 31,8 | 0,7 | 1,9 |
| Mexique | 115 | 38 | 0,3 | 3,1 |
| Egypte | 83 | 22,6 | 0,8 | 10,1 |
| Allemagne | 82 | 53,5 | 5,9 | 22,9 |
| Iran | 78 | 19,9 | 2,9 | 4,6 |
| Turquie | 74 | 15,6 | 0,6 | 6,7 |
| France | 63 | 57,3 | 7,5 | 26,3 |
| Royaume-Uni | 63 | 109,3 | 3 | 10,9 |
| Italie | 61 | 55,9 | 2,3 | 21,8 |
| Afrique du sud | 50 | 31 | 0,3 | 1 |
| Corée du sud | 49 | 33,2 | 0,2 | 2 |
| Espagne | 46 | 86,9 | 0,5 | 9,6 |
| Ukraine | 46 | - | 1,7 | 4,1 |
| Argentine | 40 | 44,5 | 0,7 | 11,5 |
| Pologne | 38 | 42,4 | 4,2 | 11,4 |
| Canada | 35 | 80,9 | 2,8 | 12,3 |
| Australie | 23 | 108,7 | 4 | 11,7 |
| Pays-Bas | 17 | 49 | 3,3 | 19,4 |
| Belgique | 11 | 51,6 | 2,4 | 15,3 |
| Grèce | 11 | 50,7 | 0,7 | 23,4 |

Tableau 2 : La consommation du lait et produits laitiers des habitants du monde en 2011.
(Source : F.I.L.).

II. La filière laitière au niveau du Maroc

L'évolution de production laitière dépend des conditions climatiques favorables, des efforts déployés par les agriculteurs et l'engagement permanent et constant du département de l'agriculture, vis-à-vis du secteur agricole ont permis de réaliser une bonne campagne agricole 2013. Les disponibilités fourragères en nette amélioration par rapport à 2012 vont permettre une amélioration significative de la production animale. La croissance attendue de la production laitière est de 10 %, celle de la viande +5 %. (Source : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime - Direction de la Stratégie et des Statistiques. L'année Agricole Septembre 2013).

1) L'élevage : les efforts d'amélioration génétiques ont fortement augmenté les volumes de productions

Le secteur de l'élevage a bénéficié de conditions climatiques très favorables, de la bonne production céréalière et d'un couvert végétal satisfaisant au niveau des principales zones de parcours. En effet, l'offre alimentaire se chiffre à près de 18 milliards d'Unité Fourragères ce qui s'est traduit par une baisse des prix des aliments allant jusqu'à 10% (Figure 1).

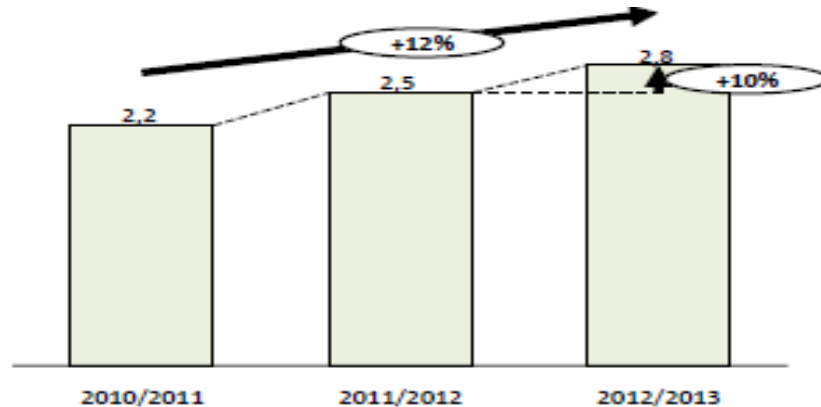


Figure 1 : Evolution de la production de lait (MML) de 2010 à 2013.

La croissance de la production laitière a été aussi le résultat des efforts d'amélioration génétiques du cheptel bovin par l'insémination artificielle et les importations des vaches de race pure dont l'effectif total importé depuis 2008 est de près de 90 000 vaches. La demande des agriculteurs est soutenue grâce aux subventions à l'acquisition des races pures et des exonérations à l'importation. L'importation de génisses a permis aussi d'augmenter l'effectif du cheptel de reproducteurs améliorés de plus de 200 000 femelles. En plus de la contribution des importations des races pures, l'importation des semences animales de race améliorée permet de contribuer à cet effort d'augmentation de la productivité (Figure 2).

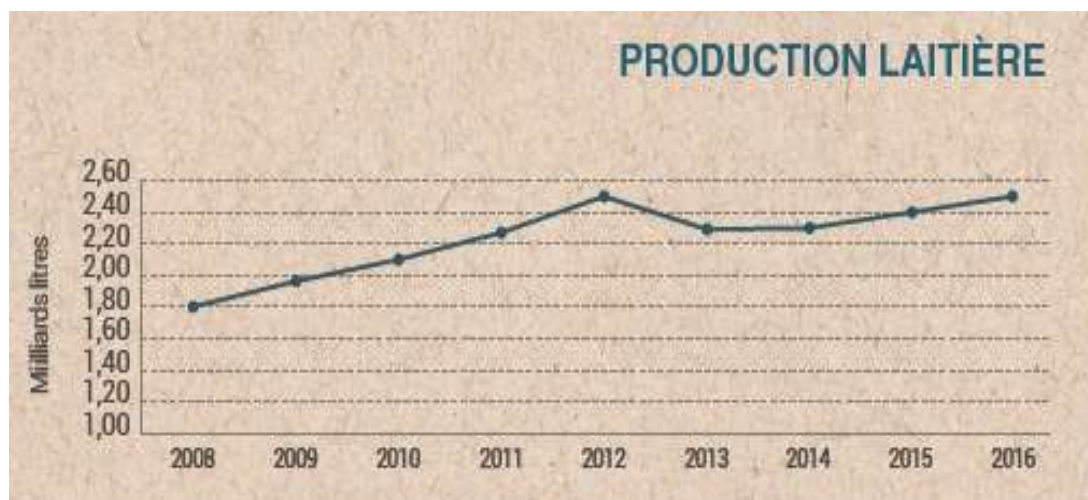


Figure 2 : Evolution de la production de lait (MML) de 2008 à 2016.
(Source : MAPMDREF / DSS)

Aujourd'hui, le secteur laitier marocain constitue un succès incontesté de développement d'une filière nationale du lait en lien étroit avec :

- L'avènement de la filière lait autour d'agrégateurs, centres de collecte assurant l'intégration avec l'industrie nationale de transformation des produits laitiers ;
- La modernisation des modes de production et obtention de rendements laitiers équivalents pour certaines à ceux des grandes exploitations européennes (25 litres/jour/vache).

2) Les moyens et conditions de production du lait

Parmi les plus importants facteurs influant la production du lait, la pluie, les réserves de barrages, l'utilisation des engrais et la situation des superficies, la disponibilité des aliments de bétail, l'encadrement des éleveurs, l'utilisation des inséminations artificielles. La bonne campagne agricole se caractérise par un pourcentage plus au moins élevé par rapport à une année normale comme les années de 2008-09 et 2009-10 respectivement des pourcentages 50% et 74%, alors que les années de 2004-05 et 2006-07 qui présentent un déficit pluviométrique par rapport à une année normale allant de -34 % à -36 %.

3) Production animale

Effectifs et structure du cheptel

Les effectifs du cheptel national selon l'enquête élevage mars-avril 2010 s'élèvent respectivement pour les bovins à 2.900 milliers de têtes. Comparés à ceux de la campagne précédente. Ces effectifs sont en augmentation de 1% (Figure 3).

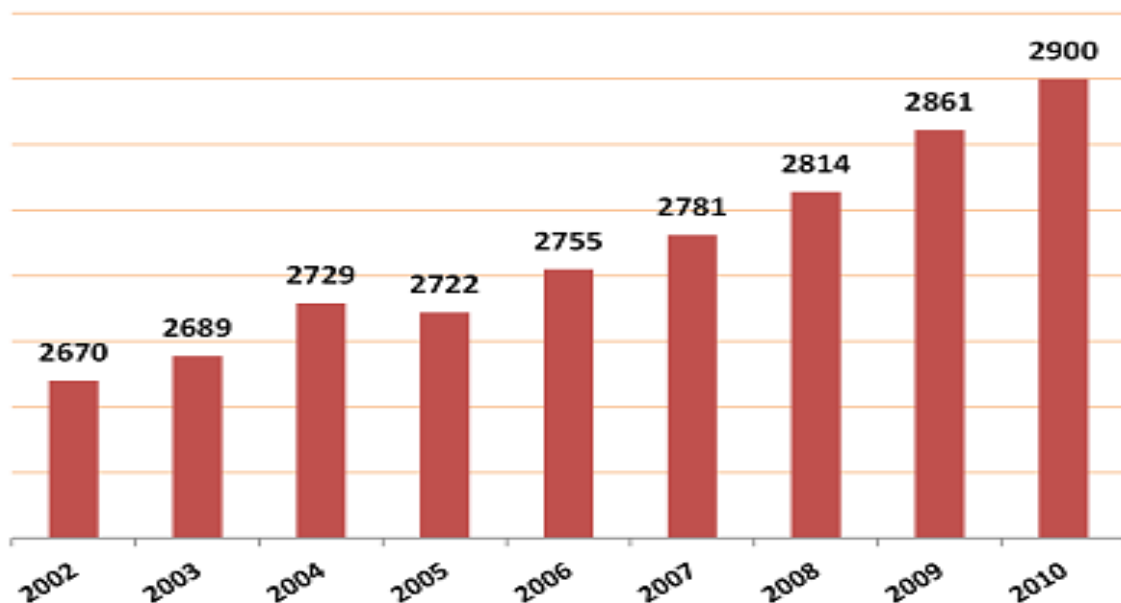


Figure 3 : Evolution de l'effectif du cheptel des bovins (en milliers de têtes).
(Recensement général de l'agriculture de 2010)

La répartition des effectifs du cheptel bovin par race et par sexe (enquête élevage Mars-Avril 2010) se présente comme suit (Tableau 3)

| | Répartition par race | | Répartition par sexe | |
|---------|----------------------|-----------|----------------------|----------|
| | Locale | Améliorée | Mâles | Femelles |
| Bovins | 45% | 55% | 21% | 79% |
| Ovins | ND | ND | 24% | 76% |
| Caprins | ND | ND | 24% | 76% |

Tableau 3 : Effectifs et structure du cheptel

La répartition du cheptel par région ou zone d'intervention des structures du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime montre que 33% des effectifs du cheptel bovins sont répartis dans les zones d'action des ORMVAT qui totalisent 50% du cheptel amélioré orienté vers la production laitière (Figure 4).

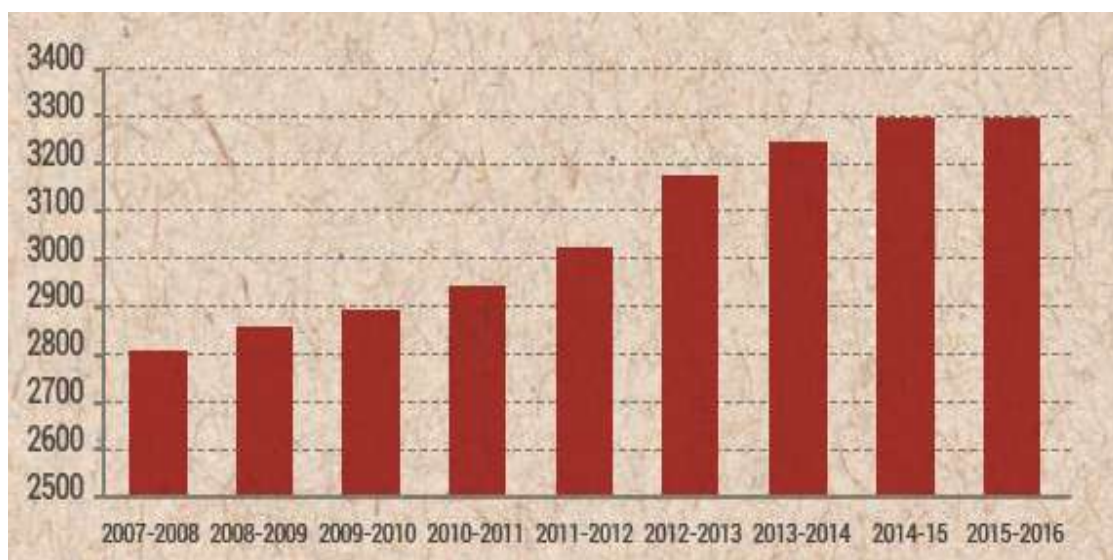


Figure 4 : Evolution de l'effectif du cheptel des bovins (Source : MAPMDREF)

Cette croissance est à la base de la couverture des besoins de consommation en viande rouge. L'importance des efforts de développement de la filière bovine se traduit par un taux de race améliorée au niveau des grands périmètres irrigués qui avoisine les 85% actuellement. Au niveau national, ce taux est de près de 60%.

4) Alimentation du bétail

Disponibilités alimentaires

Les disponibilités alimentaires pour le cheptel sont essentiellement basées sur les apports des sous-produits de cultures, des parcours naturels, des grains de céréales, des cultures fourragères et des sous-produits de l'agro-industrie.

La contribution de chaque ressource alimentaire dans la couverture des besoins du cheptel varie d'une année à l'autre selon les conditions climatiques. Ainsi, en année favorable le disponible fourrager est en moyenne d'environ 14 milliards d'unités fourragères (UF) alors qu'en année défavorable ce disponible n'est que de 10 milliards d'U.F.

Les disponibilités fourragères au titre de la campagne 2009-2010 étaient estimées à 17.5 milliards d'UF, répartis comme le montre le schéma ci-dessus (Figure 5).

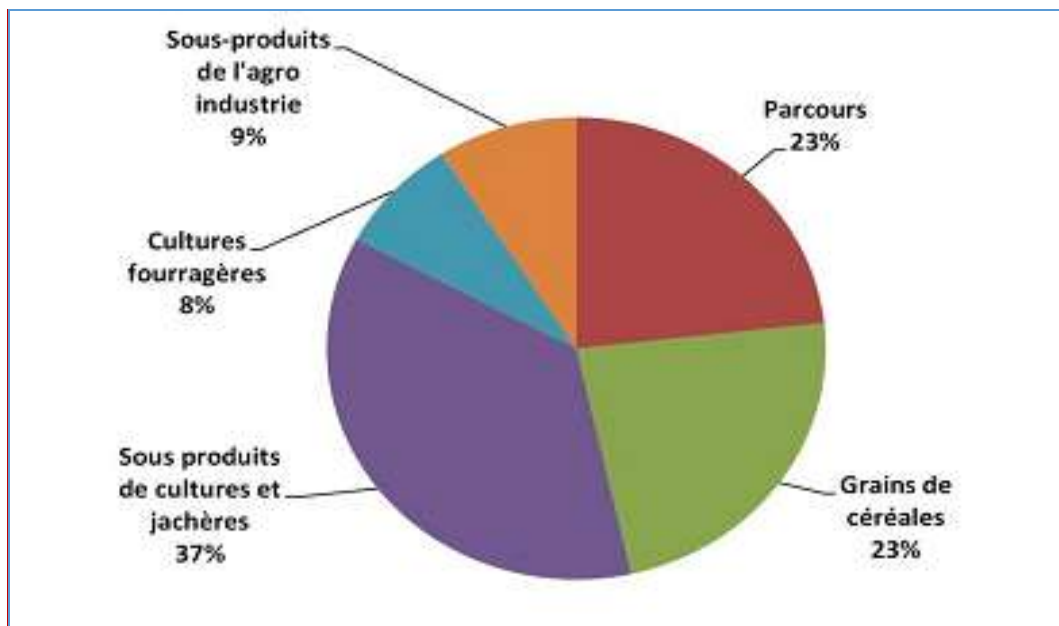


Figure5 : Répartition du bilan fourrager 2009-2010 (18 Milliards d'UF)

- Les sous-produits des cultures, constitués essentiellement des sous-produits de la céréaliculture (pailles et chaumes), ont assuré un apport fourrager de l'ordre de 6.3 milliards d'UF, soit près de 36% de l'ensemble des ressources disponibles dans le pays.
 - Les parcours ont contribué par un apport de 4 milliards d'UF, soit 23% des disponibilités fourragères.
 - La contribution des grains de céréales dans le bilan fourrager était de 4 milliards d'UF, ce qui représente 23% du disponible fourrager.
 - La consommation des céréales concerne particulièrement l'orge et le maïs, qui constituent 90% des céréales consommées par les animaux.
 - Les cultures fourragères ont assuré un apport de 1.44 milliards d'UF, soit environ 8% du bilan fourrager. En irrigué, la production fourragère est dominée par la luzerne, le bersim et le maïs fourrager.
- Alors qu'en zone bourre, les espèces fourragères dominantes sont l'orge fourragère et l'avoine.

- Les sous-produits de l'agro-industrie, ont fourni 1,64 milliards d'UF, ce qui représente environ 9% des besoins du cheptel. Le son, la pulpe de betterave et les tourteaux constituent les sous-produits les plus importants de cette catégorie d'aliment.

Prix des aliments du bétail

Compte tenu des bons résultats de la campagne agricole 2009-2010, les prix des aliments du bétail concentrés ont enregistré une baisse de près de 5% par rapport à l'année précédente. Les baisses les plus importantes ont concerné l'orge locale (-29 %), ainsi que l'ensilage maïs (-10%) (Tableau 4) :

| Aliments | Prix moyen en DH/Kg | | |
|--------------------------|---------------------|------|---------------|
| | 2010 | 2009 | Variation (%) |
| Paille | 1,22 | 1,32 | -8% |
| Orge locale | 1,96 | 2,78 | -29% |
| Orge importée | 2,23 | 2,00 | 11% |
| Pulpe sèche de betterave | 1,97 | 2,15 | -8% |
| Son local | 2,26 | 2,00 | 13% |
| Ensilage maïs | 0,90 | 1,00 | -10% |

Tableau 4 : Prix des aliments de bétail.

5) Amélioration génétique

Les réalisations de l'année 2010 en matière d'amélioration génétique ont porté sur huit programmes appuyés par les incitations financières prévues dans le cadre du Fond de Développement Agricole (FDA).

i. L'amélioration des bovins de races locales dans les régions bours.

L'année 2010 a connu la poursuite du programme de développement de la race bovine «Blonde Oulmès-Zaer » dans le cadre de la convention entre la DPA de Khemisset et l'Association des Eleveurs de Bovins de la race « Blonde Oulmès-Zaer ».

ii. L'insémination artificielle

Les principales réalisations ont porté sur la poursuite de l'équipement des centres régionaux d'insémination artificielle (Casablanca et Kenitra), la formation de 70 techniciens inséminateurs et l'appui à la mise en application de l'insémination artificielle chez les éleveurs. Les réalisations ont atteint 349 226 inséminations ayant touché 187 117 exploitations d'élevage laitier, soit une progression de 17 % par rapport à l'année précédente.

iii. Le contrôle laitier et la production des reproducteurs

Le contrôle laitier est l'un des outils essentiels d'amélioration des niveaux de performances de l'élevage laitier. Il présente deux intérêts majeurs :

- Gestion rationnelle des troupeaux;
- Sélection des animaux et accroissement du progrès génétique.

Considéré comme une opération d'intérêt public, le contrôle laitier était réalisé par les services de l'Etat (DPA, ORMVA) depuis longtemps, et plus particulièrement depuis le lancement du programme d'élevage des bovins en pépinières à la fin des années quatre-vingt. Cette opération a connu un démarrage satisfaisant, puisque le nombre d'étables encadrées est passé de 260 en 1988 à 650 en 2001 pour un effectif de 15.000 vaches laitières sous contrôle, et une production de près de 1.500 génisses sélectionnées par an.

Cependant, depuis le début des années 2000, cette activité a connu une régression inquiétante voire un arrêt dans certaines zones (zones DPA en particulier), pour diverses raisons (manque d'intérêt accordé à cette opération par les éleveurs et les services régionaux, manque de moyens logistiques spécialement affectés à cette opération, départs volontaires du personnel...).

Après une analyse approfondie de la situation du contrôle laitier et des facteurs de son extension, la Direction du Développement des Filières de Production en concertation avec les organisations professionnelles concernées notamment l'Association Nationale des Eleveurs de Bovins (ANEB), a mis en place une nouvelle organisation du contrôle laitier conforme aux normes standards internationales arrêtées par le Comité International du Contrôle des Performances ICAR, organe de la FAO, et avec l'appui de l'Institut de l'Élevage (France). Les modalités d'organisation du contrôle laitier ont été définies par le cahier des charges opérationnel N° 4685 DE/DPA/SAG du 29/06/2006.

La nouvelle organisation du contrôle laitier s'appuie sur le principe d'implication des organisations professionnelles d'éleveurs de bovins (association ou coopérative) pour une meilleure responsabilisation des éleveurs intégrés à ce programme tout en veillant sur le caractère officiel des données du contrôle laitier en conformité avec les règles internationales et les normes de l'ICAR. En 2010, cette activité a connu un épanouissement au niveau de toutes les zones à vocation laitières, avec la relance du contrôle laitier au niveau de 350 unités pépinières portant un effectif de 10 000 vaches laitières encadrées. Le nombre de reproducteurs bovins produits et sélectionnés s'élève à 2 000 têtes.

iv. Importation de reproducteurs de races pures

L'évaluation de l'opération d'importation du bétail reproducteur de races pures, fait ressortir qu'un effectif de 26 737 génisses reproductrices a été importé pendant l'exercice 2010 dont 64 % en provenance d'Allemagne, 16 % de Hollande, 13 % en provenance de France et 7 % d'Autriche (Figure 6).

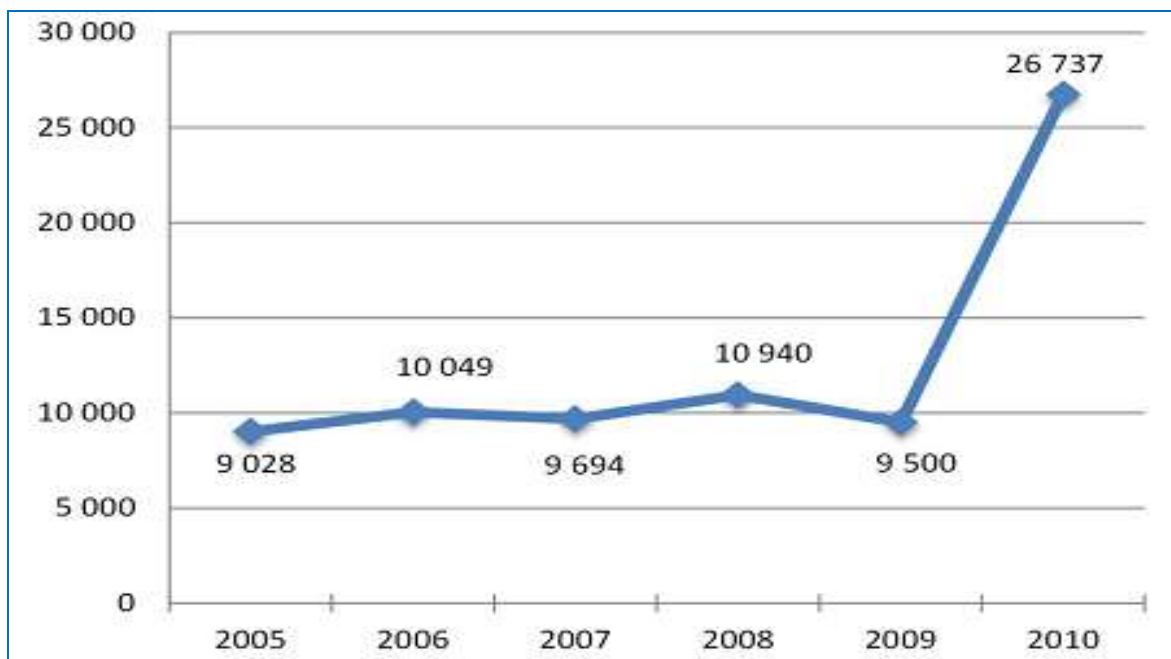


Figure 6 : Evolution des importations de génisses en Unités.

6) Santé animale

Les actions sanitaires menées au cours de l'année 2010 ont concerné la poursuite et le renforcement des principaux objectifs stratégiques en matière de sécurisation sanitaire du cheptel national, notamment le traitement contre les parasitoses externes et internes et entérotoxémies, le dépistage de la tuberculose et la vaccination contre la brucellose et l'IBR/IPV.

7) Productions animales, consommation et prix

La production laitière évaluée à 2.1 milliards de litres en 2010 soit une hausse de 7% par rapport à 2009. Ce niveau permet de couvrir 89% de la demande en lait et produits laitiers (lait frais, UHT, ...), le reste est couvert par les importations, notamment la poudre de lait et le beurre destinée essentiellement aux industries laitières et biscuiteries. En 2010, le lait a été collecté par plus de 1.450 centres de collecte avant d'être usiné au niveau des unités de transformation laitières (sociétés privées et coopératives) sous forme pasteurisée et UHT La quantité de lait usiné en 2010 est de l'ordre de 1470 millions de litres représentant 70% de la production totale et enregistrant une augmentation de 8% par rapport à l'année 2008.

La consommation du lait est évaluée à 64 équivalents litres par habitant et par an en 2010.

Le développement de la production constatée en 2010 a été largement suffisant pour couvrir la demande de consommation eu égard à l'accroissement démographique. La consommation

du beurre en 2010 s'élève à 1,5 kg par habitant et par an, soit un taux de couverture de 40% (Figure 7).

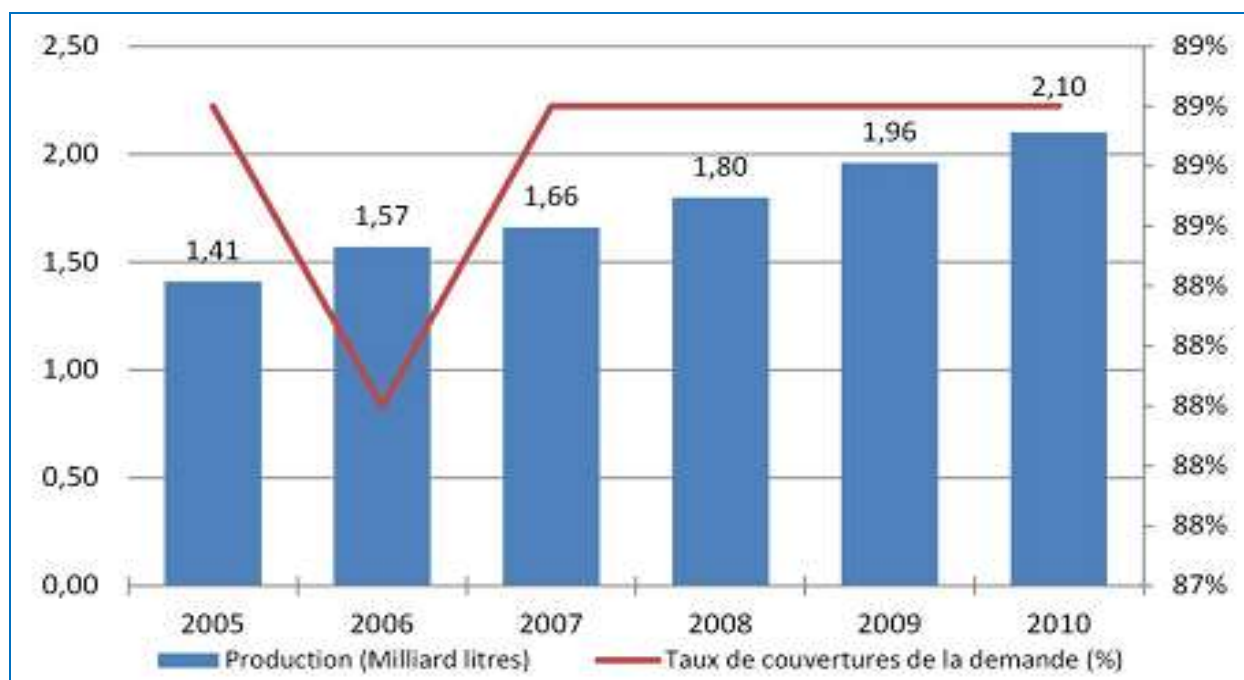


Figure 7 : Evolution de la production laitière (en milliards litres)

Le prix d'achat du lait à l'éleveur et le prix de vente du lait conditionné aux consommateurs ont subi une variation, respectivement de 3,38 à 4,00 DH/litre en période de basse lactation, de 2,97 à 3,70 DH/litre en période de haute lactation et 3,30 DH le demi-litre à la consommation en 2010 et 3,50 DH en 2014.

Toutefois, certaines usines accordent, à la ferme, des prix allant jusqu'à 4,20 DH/L à la production en basse lactation.

Les importations des produits laitiers en 2009, ont atteint 10.481 tonnes de lait en poudre, 26.146 tonnes de beurre, 11.709 tonnes de fromage et 1.181 tonnes de lait UHT. Soit une baisse de 38% pour les importations relatives au lait en poudre effectuées en 2008 et un accroissement de 7% des importations de lait UHT, de 20% des importations du beurre et de 34% des importations du fromage.

La filière laitière agrège la production de 400 000 producteurs autour de 82 industriels laitiers en 2015 (Figure 8).

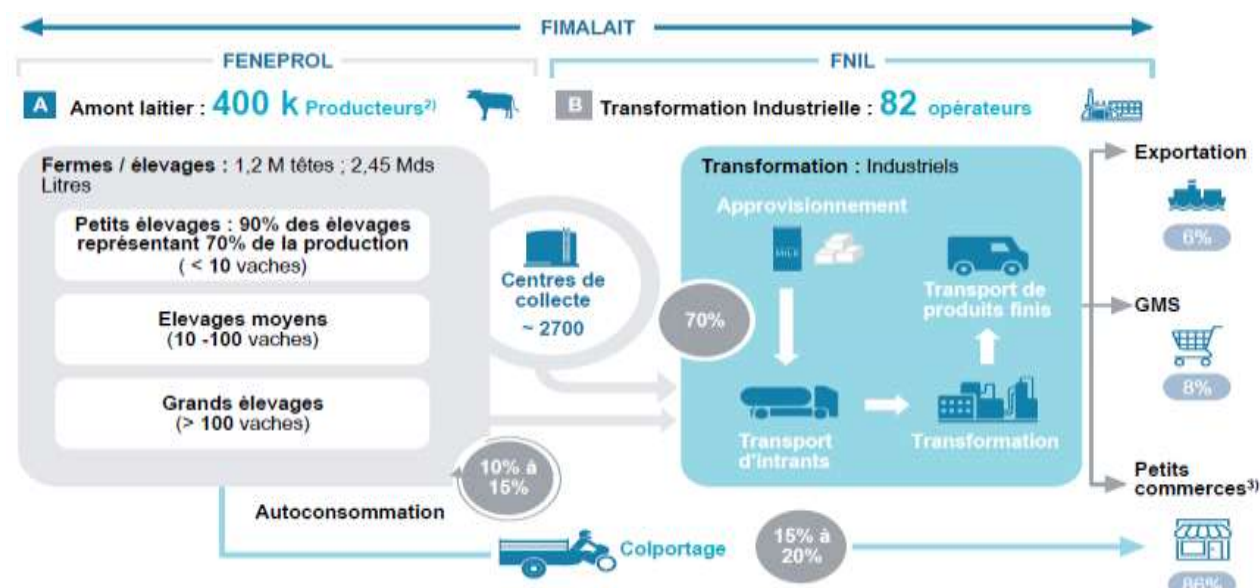


Figure 8 : Chaîne de valeur de la filière laitière [2015]

- > Amont dominé par des élevages extensifs (~3 vaches par élevage)
- > Structuration de l'amont à travers la mise en place de centres de collecte agréant la production de lait et fournissant des services aux Agriculteurs
- > Concentration de l'industrie: 5 entreprises génèrent plus de 75% du CA total de l'industrie
- > Coûts importants de la chaîne logistique supportés par les industriels afin de garantir la qualité du lait et sa salubrité (Source : Fimalait, Analyse Roland Berger)

La filière laitière contribue à la création de ~7 Mds MAD de richesses au Maroc, équitablement réparties entre l'amont agricole et l'aval (Figure 9).

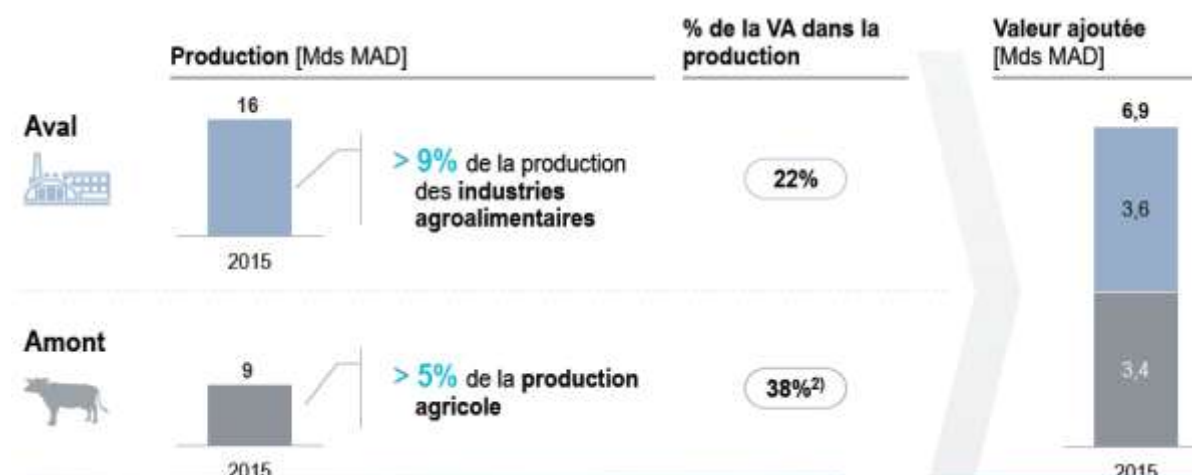


Figure 9 : Valeur ajoutée de la filière laitière [Mds MAD ; 2015]

Alors que la part de la consommation assurée par la production nationale a évoluée de 69% en 1975 à 94% en 2010 avec un objectif de 113% en 2020 (Figure 10).



Figure 10 : La consommation de la filière laitière [2015]

- > Doublement de la consommation de produits laitiers par habitant entre 1975 et 2014
- > Objectif de consommation de 90 L / hab / an dans le contrat programme à horizon 2020, permettant d'atteindre les recommandations de l'OMS en 2020
- > Surproduction observée en 2017, en raison de la hausse de la production couplée à une baisse de la Consommation
- > Objectif de production en 2020 permettant de dépasser les besoins en consommation de la population marocaine, ouvrant la voie à l'exportation de produits laitiers (Figure 11).

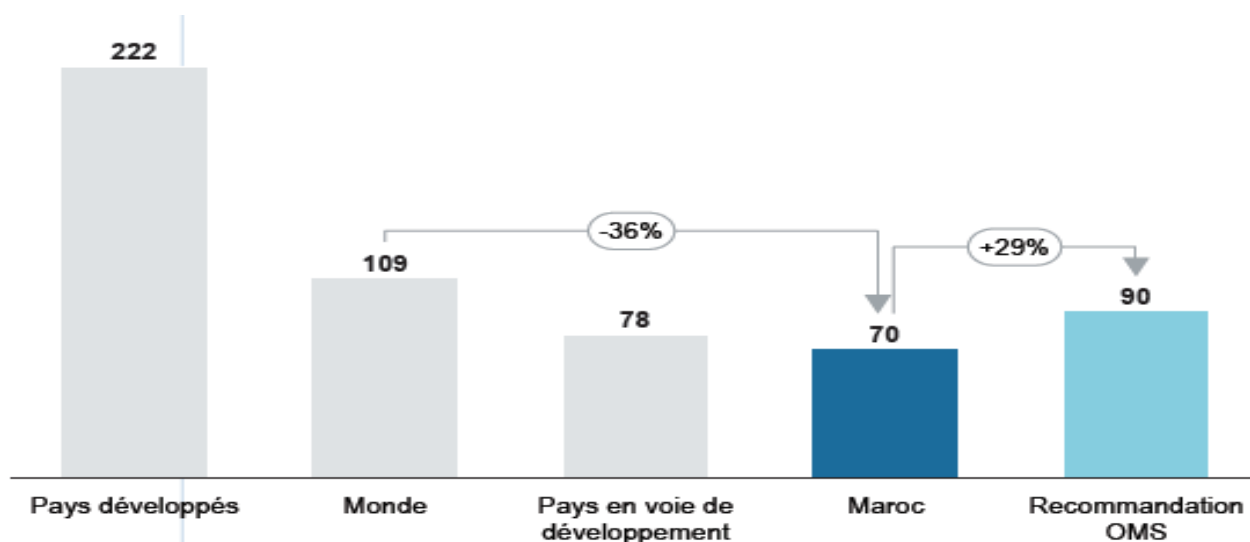


Figure 11 : Consommation de lait dans le monde [Equivalent Litres / hab / an ; 2014] Source : FNIL

- > Consommation inférieure de 36% à la moyenne mondiale, malgré la croissance importante de la consommation au Maroc au cours des 40 dernières années
- > Nécessité d'accroître la consommation par habitant de 29% au cours des prochaines années pour atteindre les recommandations de l'OMS

Avec une chronologie des mesures de soutien à l'industrie laitière du Maroc :

> Présence forte et continue de l'Etat en termes de politique de soutien principalement pour l'amont de la filière

> Soutien à l'industrie principalement à travers des subventions à l'investissement

(Figure 12).

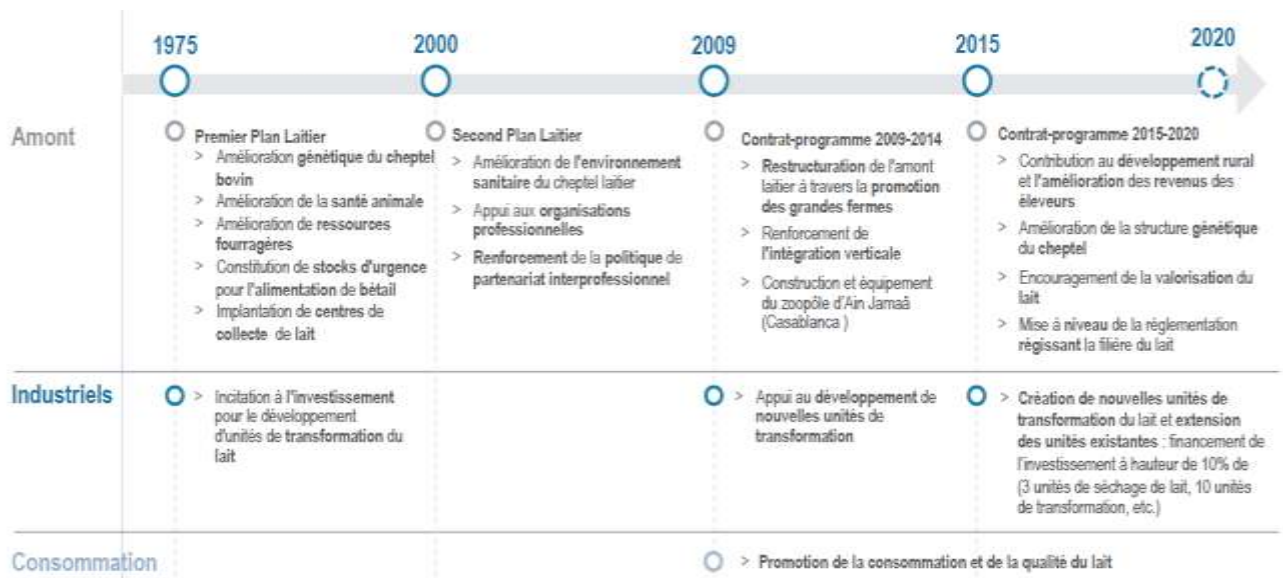


Figure 12 : Chronologie des mesures de soutien depuis 1975 Source : FNIL

Alors que la répartition du lait industrialisé est représentée par un pourcentage de 29% de la zone de Souss suivi par la zone de doukkala avec 23% et la zone tadla « Béni mellal-khénifra » avec 21% (Figure 13).

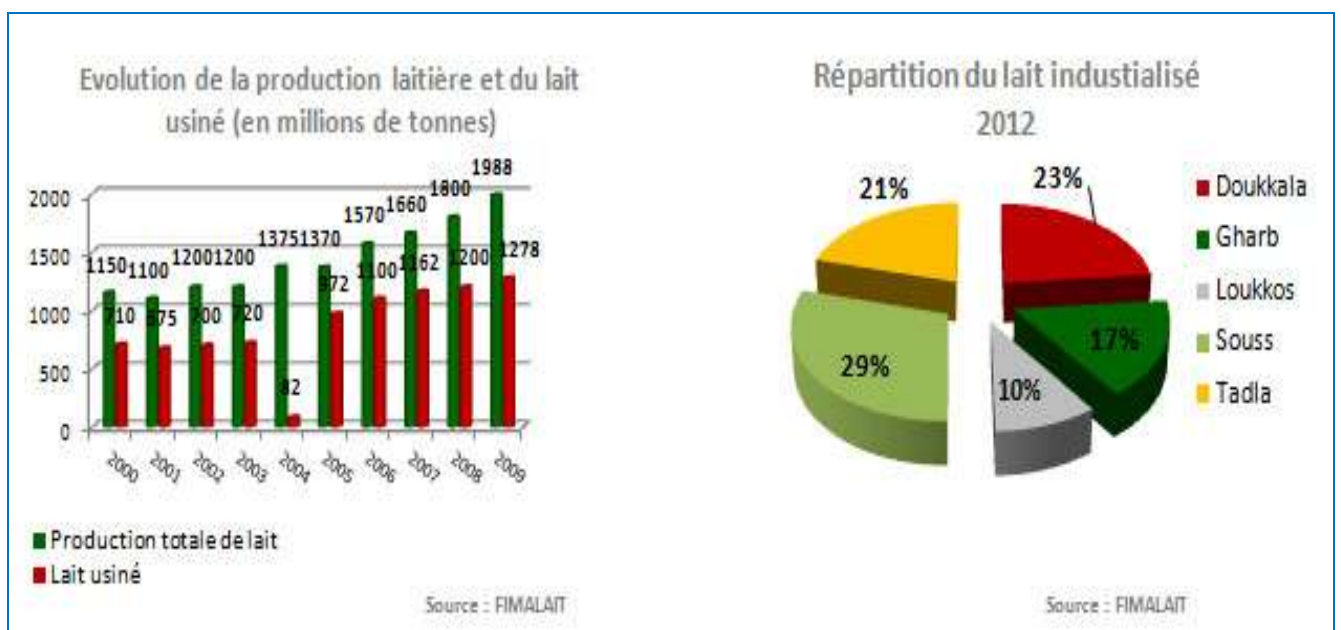


Figure 13 : Evolution de la production laitière et du lait usiné.

III. La filière laitière au niveau du Tadla Azilal « Béni Mellal- Khénifra »

1. Cheptel laitier

La zone d'action de l'ORMVA du Tadla dispose d'un important cheptel laitier avec 57.000 vaches laitières, dont plus de 85% de races améliorées. (Source: L'ORMVAT)

Pour une augmentation de la production laitière, Les actions sont entreprises en matière de diversification des cultures fourragères, d'amélioration génétique, d'encadrement des producteurs et d'extension du réseau de la collecte laitière ont permis une évolution favorable de la production et de la collecte laitière qui ont augmenté respectivement de 7% et 8% par rapport à l'année 2010 avec une répartition de 122 coopératives laitières (Tableau 5).

2. Organisations professionnelles :

| PROVINCE | NOMBRE DE COOPERATIVES |
|-----------------|------------------------|
| Fquih Ben Salah | 106 |
| Béni Mellal | 10 |
| Azilal | 06 |
| Total | 122 |

Tableau 5 : Répartition de 122 coopératives laitières sur la zone d'action de l'ORMVAT.

L'élevage occupe une place de choix dans les activités agricoles de la région. En effet, à l'instar de l'agriculture, Béni Mellal-Khénifra recèle un potentiel de production animale englobant toutes les espèces du Maroc (bovin, ovin, caprin, camelin, équidés) et une longue tradition d'élevage (Tableau 6).

| | Béni Mellal | Fquih Ben Saleh | Azilal | Khénifra | Khouribga |
|-------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Effectif Bovins | 60.000 | 173.000 | 42.000 | 42.7000 | 46.000 |
| Effectif ovin | 485.000 | 450.000 | 455.000 | 980.500 | 520.400 |
| Effectif caprin | 85.000 | 50.000 | 450.000 | 189.200 | 42.000 |
| Lait (million L) | 45 | 260 | | - | 15 |

Tableau 6 : Répartition du chiffre d'affaires industriel selon les provinces

Le cheptel englobe un total de 4.369,7 milliers de têtes, soit 15% du total national, dont 64% d'ovins, 26% de caprins et 10% de bovins.

A l'intérieur de la région, la province de d'Azilal, avec 1.448,0 milliers de têtes de cheptel, occupe la première place (33% de la production régionale), suivie de la province Khénifra qui produit 30% du cheptel régional produits par les deux provinces. Les provinces Béni Mellal et Fquih Ben Saleh viennent en troisième place avec une part de 22% (Tableau 7).

| <i>En milliers de têtes, Année 2012</i> | Caprins | Ovins | Bovins | Total Région |
|--|----------------|-----------------|----------------|---------------------|
| Béni Mellal-Khénifra | 1 135,1 | 2 810,6 | 424,1 | 4 096,6 |
| Azilal | 784,8 | 617,9 | 45,3 | 1 448,0 |
| Khénifra | 196,3 | 1 053,5 | 42,8 | 1 292,6 |
| Béni Mellal et Fquih ben Saleh | 97,4 | 594,2 | 285,0 | 976,6 |
| Khouribga | 56,5 | 545,0 | 51,0 | 652,5 |
| National | 6 189,8 | 19 097,5 | 3 178,8 | 28 466,1 |
| <i>Source : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime ,2013</i> | | | | |

Tableau 7 : Effectif du cheptel selon la province

L'industrie dans la région de Béni Mellal-Khénifra est essentiellement axée sur la transformation des produits agricoles, elle est de ce fait liée à la mise en valeur agricole des terres aussi bien irriguées que bour, ainsi qu'aux performances des agriculteurs et autres promoteurs intervenant dans le domaine qui nécessite des investissements (Tableau 8).

| Année 2011 | Investissement 10 ³ Dh | Frais de personnel 10 ³ Dh | Exportation 10 ³ Dh | Production 10 ³ Dh | Chiffre d'affaires 10 ³ Dh | Effectifs employés permanents | Nombre d'établissements |
|---|--------------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------|
| Béni Mellal- Khénifra | 166 789 | 189 135 | 4 969 | 3 210 670 | 2 986 290 | 5 135 | 325 |
| Khouribga | 4356 | 36053 | 2300 | 687372 | 695110 | 898 | 101 |
| Azilal | - | 4363 | - | 88 155 | 88 684 | 221 | 27 |
| Béni Mellal et Fquih ben Saleh | 162 433 | 136 669 | 2 669 | 2 232 055 | 1 999 408 | 3 608 | 181 |
| Khénifra | - | 12 050 | - | 203 088 | 203 088 | 408 | 16 |
| Maroc | 26 175 680 | 35 357 596 | 108 653 441 | 387 673 369 | 419 022 039 | 550 000 | 8 018 |
| <i>Source : Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies, 2013</i> | | | | | | | |

Tableau 8 : Grandeurs industrielles par province

3. Infrastructure d'industrie laitière

La région de Béni Mellal-Khénifra dispose de trois unités industrielles de transformation du lait situé à la zone de Fquih ben Saleh (Tableau 9).

| Désignation | Nombre | Capacité (Litre/Jour) |
|--------------------------|--------|-----------------------|
| Total Laiteries | 3 | 1 485 000 |
| Centrale Laitière Danone | 1 | 1 050 000 |
| Safilait | 1 | 400 000 |
| FROLT | 1 | 35 00 |

Tableau 9 : Trois opérateurs, avec une capacité de traitement actuelle de 1500 T/an.

4. Amélioration génétique

4.1. Insémination Artificielle

Le réseau d'IA qui couvre le périmètre du Tadla est composé de 20 circuits. Les réalisations en IA durant l'année 2011 sont de 64.553 interventions contre 63.896 en 2010, soit une augmentation de 1% (Figure 14).

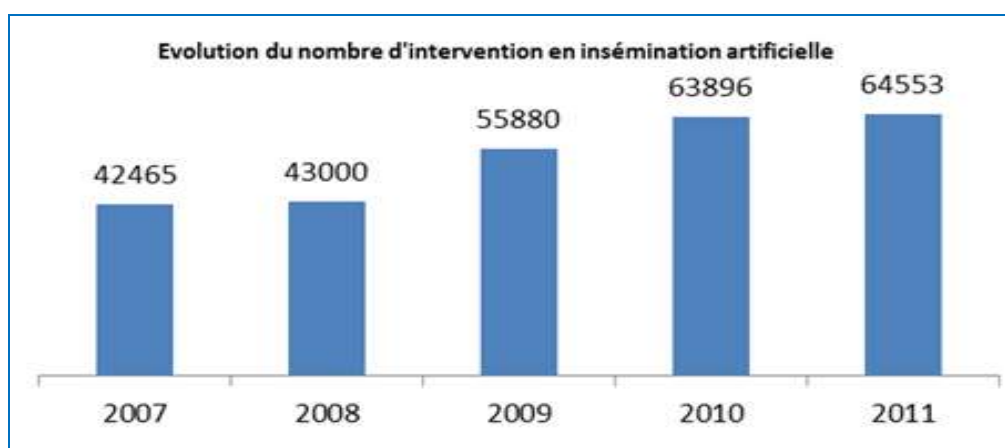


Figure 14 : Evolution de l'insémination artificielle de 2007 à 2011.

4.2. Importation

Au Total, 2069 génisses pleines de races pures laitières ont été importées en 2011 contre 3961 pendant l'année précédente.

4.3. Contrôle laitier

Au niveau de la zone d'action de l'ORMVA du Tadla, 06 unités pépinières sont soumises au contrôle laitier par 04 techniciens d'élevage, ces unités exploitent un effectif total de 3.300 vaches laitières. Le nombre d'animaux agréés par les commissions de sélection de reproducteurs bovins de race pure est de 1196 têtes (7 mâles et 1189 femelles), sur un effectif de 1332 reproducteurs présentés, soit un pourcentage de sélection de 90%.

Les performances laitières moyennes des mères des génisses sélectionnées durant l'année 2011 sont comme suit (Tableau 10):

| Race | Lactation standard (305 j) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Holstein | 6.900 Litres |
| Montbéliard | 6.090 Litres |
| Prim' Holstein | 7.740 Litres |
| Fleckvieh | 6.350 Litres |

Tableau 10: Lactation standard en fonction de la race de la vache.

4.4. Plan Agricole régional

Compte tenu de son importance socio-économique, le secteur laitier se place au cœur des programmes de développement retenus dans le cadre du Plan Agricole Régional Tadla – Azilal, qui vise l'augmentation de la production régionale en lait pour atteindre 400 Millions de litres de lait à l'horizon 2013, et ce à travers 2 projets d'intégration des filières lait et qui sont :

- ⊙ Projet de développement de la filière lait dans le cadre de l'agrégation, réalisé par la société CENTRALE LAITIERE.
- ⊙ Projet de développement de la filière lait dans le cadre de l'agrégation, réalisé par la société SAFILAIT.

Le premier projet est en cours de validation alors que le deuxième projet relatif au développement de la filière lait dans le cadre de l'agrégation, présenté par la société SAFILAIT, est en cours de réalisation, il agrégera 12 000 éleveurs, dont 2 000 au niveau de la zone d'action de l'ORMVA du Tadla, avec un coût global de 700 Millions de Dhs. Il a comme objectifs, l'amélioration de la productivité et la qualité du lait et la valorisation de ce dernier par la transformation en produits dérivés, et cela à travers l'organisation des éleveurs agrégés autour de l'unité de transformation du lait, l'approvisionnement de ces agrégés en intrant, le renforcement du réseau de collecte du lait et l'amélioration du niveau technique des agrégés par le biais d'un encadrement ciblé.

Ce projet aura un impact positif sur la valorisation et l'amélioration de la production annuelle, et sur l'emploi, avec la création de 1 100 emplois permanents.

En application à cette nouvelle stratégie, baptisée « Plan Maroc vert (PMV)», la Région Béni Mellal-Khénifra a adopté un Plan Agricole Régional (PAR) jusqu'à l'horizon 2020 qui vise, notamment, la création de richesse, à travers l'absorption du manque à gagner aussi bien en

terme de production qu'en terme de valorisation, tenant compte d'une répartition équitable de cette richesse au niveau des Unités Territoriales Agricoles (UTA) de la région.

La majorité des projets de la production animale seront financés par le privé (86%), l'Etat devant supporter le reste (14%), ainsi que l'investissement prévisionnel du plant Maroc vert du Pilier I concernant le lait repose sur 5 projet avec une évaluation financière de 1837943 KDH dont les financements des investisseurs est de l'ordre de 1574663 KDH et L'état de l'ordre de 263280 KDH.

A l'inverse des projets du pilier I, la réalisation des projets du pilier II incombe à l'Etat 80% pour la production animale.

4.5. Opportunités d'investissements

Jusqu'à nos jours, les investissements réalisés sur le secteur laitier concernent essentiellement le traitement et la transformation du lait produit. Toutefois, la région offre encore des opportunités d'investissements notamment :

La Création d'une usine de fabrication d'aliments de bétail étant donné que même si la région dispose d'un potentiel laitier important elle ne compte aucune unité de production d'aliment de bétail.

L'installation des exploitations laitières intensives à grande et moyenne échelle pour la production de reproducteurs sélectionnés avec une haute valeur génétique, adapté aux conditions climatiques de la région, à l'instar de l'unité AGROPLUS.

Le développement des unités de transformations du lait de chèvre vu que l'élevage caprin commence à se développer au niveau de la région surtout dans les zones de montagne.

4.6. Production animale

L'élevage constitue une composante clé pour la Région Béni Mellal-Khénifra, du fait qu'il permet de produire 11% de la production nationale en viandes rouges, soit 45.000 Tonnes dont 29.000 Tonnes produite au niveau de la zone d'action de l'ORMVAT, et environ 14% de la production nationale en lait, soit 225 Millions de litres dont 135 Millions produite et transformée au niveau de la zone Béni Mellal-Khénifra.

**PARTIE II : Généralité sur le lait :
composition et caractéristique du lait de
vache**

A. COMPOSITIONS ET PROPRIETES DU LAIT

I. Définition du lait

1. Aspect macroscopique

a) Définition générale:

Le lait se présente comme un liquide blanc opaque, parfois un peu jaunâtre selon sa concentration en β -carotènes. Son odeur est discrète et son goût légèrement sucré. Il peut être plus jaunâtre s'il s'agit de colostrum, mais dans ce cas il n'est pas apte à la consommation humaine. En effet, le colostrum est le produit sécrété par la mamelle pendant la première semaine post-partum, il est de couleur jaune, possède un goût salé et amer ainsi qu'une odeur marquée, critères qui le distinguent nettement du lait (Alves De Oliveira, 2006).

b) Définition légale :

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le Congrès International de la Répression des fraudes comme suit : « le lait est le produit intégral de la traite totale interrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ». Le décret du 25 mars 1924 précise : « la dénomination 'lait', sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache ». Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination 'lait' suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient ». Par exemple : lait de chèvre, lait de brebis ou encore lait de femme.

c) Colostrum

Le colostrum est le premier lait sécrété par un animal après la naissance du jeune. Il est très différent du lait normal dans sa composition et ses propriétés. Une caractéristique très distinctive du colostrum est sa forte teneur en protéines solubles: environ 11% (du poids total) contre environ 0.65% dans le lait normal. Cela a comme effet une coagulation du colostrum lorsqu'il est chauffé. Les immunoglobulines sont une partie importante des protéines du sérum de fromagerie et des anticorps protègent le veau de toutes infections jusqu'à la mise en place complète de son système immunitaire. Le colostrum a une couleur jaunâtre et un goût plutôt salé. Sa teneur en catalase et peroxydase est élevée.

2. L'état physico-chimique du lait

Le lait est un système complexe constitué de trois phases différentes:

a) La phase émulsifiable : Les graisses et les vitamines solubles dans les lipides laitiers se rencontrent sous forme d'émulsion. Cette dernière est un liquide contenant en suspension des globules gras. (Une solution d'émulsion : matières grasses.)

b) La phase colloïdale : La phase colloïdale contient des colloïdes qui sont des substances qui dissoutes dans un solvant forment des particules très fines. **La caséine, la principale protéine du lait**, est associée à des sels minéraux (calcium, phosphate de calcium, etc...) se trouve dispersée sous la forme de nombreuses particules solides en suspension, trop petites pour sédimenter. Ces particules sont appelées micelles et leur dispersion dans le lait est appelé suspension colloïdale. Sous l'action du froid, cette phase subit des modifications portant à la fois sur les caséines, les micelles et les équilibres salins, dont les conséquences essentielles sont une diminution de la valeur fromagère du lait. (Une solution colloïdale : protéines, en particulier les caséines et les PS) .

c) La phase dite vraie: Le lactose (sucre du lait), certaines protéines (protéines solubles), des sels minéraux et d'autres substances sont solubles et sont entièrement dissoutes dans l'eau du lait. (Une solution vraie: sucre + minéraux + vitamines hydrosolubles) (Tableau 11).

| Constituants | Dimension(m) | Emulsion | Solution colloïdale | Suspension colloïdale | Solution vraie |
|----------------------|--------------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|----------------|
| Matière grasse | 10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁶ | X | | | |
| Micelles de caséines | 10 ⁻⁷ à 10 ⁻⁸ | | | X | |
| Protéines de sérum | 10 ⁻⁸ à 10 ⁻⁹ | | X | | |
| Glucides | 10 ⁻⁹ à 10 ⁻¹⁰ | | | | X |
| Minéraux | 10 ⁻⁹ à 10 ⁻¹⁰ | | | | X |

Tableau 11 : Etat physico-chimique de lait de vache.

II. Composition et structure chimique du lait :

1. Principaux Composants

| Principaux Constituant | Limite des Variations | Valeur Moyenne |
|---|------------------------------|-----------------------|
| Eau | 85.5 – 89.5 | 87.5 |
| Matière Grasse | 2.4 – 5,5 | 3.7 |
| Protéines | 2.9 – 5 | 3.2 |
| Glucides | 3.6 – 5.5 | 4.6 |
| Minéraux | 0.7 – 0.9 | 0.8 |
| Constituants mineurs : enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz. | | |

Tableau 12 : Composition générale de lait de vache.

Source : Donnée tirées de Fédération des producteurs de lait du Québec, 2000 ; GREPA, Université Laval Québec, 2000 ; Conseil canadien du contrôle laitier, 2000 ; Université Guelph, Ontario; 2001.

Le tableau 12 décrit la composition générale du lait, cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge. Un autre facteur influant sur la composition du lait est l'espèce animale. On peut voir au tableau la composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Tableau 13).

| Animaux | Eau (%) | Matière grasse (%) | Protéines (%) | Glucides (%) | Minéraux (%) |
|-----------------|----------------|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Vache | 87,5 | 3,7 | 3,2 | 4,6 | 0,8 |
| Chèvre | 87,0 | 3,8 | 2,9 | 4,4 | 0,9 |
| Brebis | 81,5 | 7,4 | 5,3 | 4,8 | 1 |
| Chamelle | 87,6 | 5,4 | 3,0 | 3,3 | 0,7 |
| Jument | 88,9 | 1,9 | 2,5 | 6,2 | 0,5 |

Tableau 13 : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales.

Source : Donnée tirées de Fédération des producteurs de lait du Québec, 2000 ; GREPA, Données tirées de Université Guelph, Ontario, 2001 ; Tetra Pak Processing system, 1995. CDAQ, 1993.

- L'eau est le principal constituant du lait environ 87.5%.
- La matière sèche totale est la matière restante après avoir retiré la totalité de l'eau présente dans le lait. Le taux protéique et butyreux représentent respectivement se que l'on appelle la matière sèche utile du lait.
- La matière grasse du lait existe sous la forme de petits globules dispersés dans la phase aqueuse. Il y a quelque 15 milliards de globules par millilitre.
- Les protéines sont une partie essentielle de notre régime alimentaire. Le lait contient des centaines de types de protéines, la plupart en infimes quantités. Il est possible de classer les protéines de différentes façons, selon leurs propriétés chimiques ou physiques et leurs fonctions biologiques.
- Le lactose est un sucre présent uniquement dans le lait, il est composé de glucose et galactose, il appartient au groupe de composés chimiques organiques appelés : glucides. Les glucides sont la source d'énergie la plus importante de notre alimentation.
- Le lait contient un certain nombre de minéraux. Leur concentration totale est inférieure à 1% du poids total. Les sels les plus importants sont les sels du calcium, sodium, potassium, magnésium. Les sels de potassium et de calcium sont les plus abondants dans le lait ordinaire mais leur quantité respective n'est pas constante. La Composition globale du lait contient plus de 100 composants différents (Wattiaux, 1997 (a)), dont certains en quantités infimes. On peut regrouper ces divers éléments de telle sorte qu'un litre de lait directement issu de la mamelle se compose globalement de (Alves De Oliveira, 2006 ; Wattiaux, 1997 (a)) :
 - 900-910 g d'eau, quantité qui dépend de celle du lactose (Wattiaux, 1997 (a)) ;
 - 125-130 g de matière sèche totale qui se répartition :
 - 35-45 g de matière grasse (40g pour un lait standard)
 - 47-52 g de lactose
 - 31-38 g de matières azotées protéiques, proportion qui peut varier avec la race de vache et la quantité de lipides dans le lait (varient dans le même sens) (Wattiaux, 1997(a))
 - 0,02-1,2 g d'azote non protéique (urée surtout)
 - 7-7,5 g de cendres (Calcium : 1 à 1,4 g/L; Phosphore : 0,8 à 1,1 g/L; Magnésium : 0,12 g/L; Fer : 0,6 mg/L) (Alves De Oliveira, 2006)
 - biocatalyseurs (Luquet, 1986)
 - pigments : β carotène

- enzymes : lipase, phosphatase, protéase, xanthine-oxydase, lactoperoxydase
- vitamines : surtout A, B et D .
- gaz dissous : dioxygène, dioxyde de carbone et diazote (Figure 15).

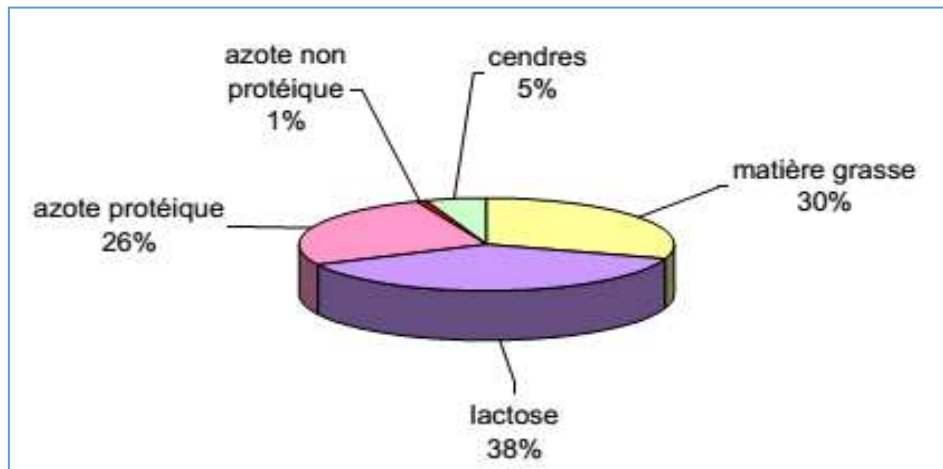


Figure 15 : Proportions des principaux constituants du lait de vache (sans l'eau).
(Alves De Oliveira, 2006) (Wattiaux, 1997 (a)).

2. Structures et propriété générales des constituants du lait

Le lait est constitué généralement par l'eau, protéines, glucides, matière grasse et les minéraux comme l'indique (Figure 16):

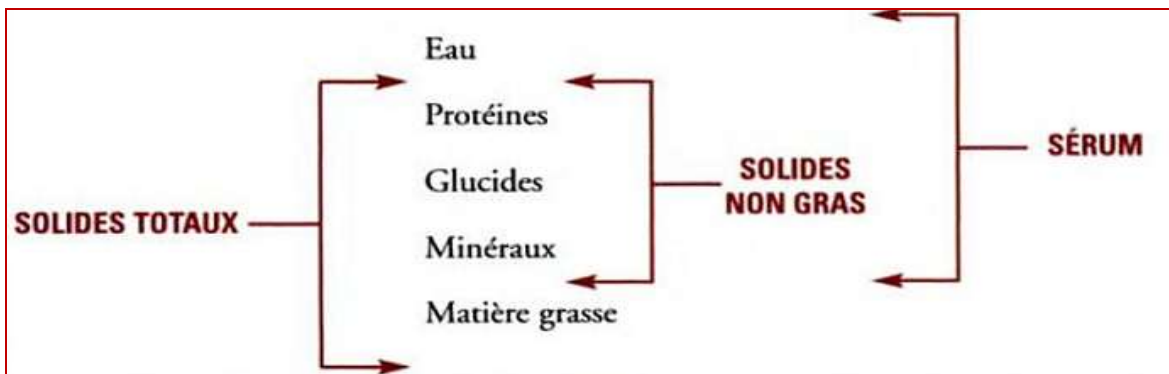


Figure 16: résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait. (Science et technologie du lait).

2.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles de sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire, elles ne pourront se dissoudre et

formeront une émulsion du type huile dans l'eau (H/E). Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

2.2. La matière grasse du lait

Les termes «matière grasse» et «lipides» ne sont pas synonymes. En effet, la matière grasse obtenue par des moyens mécaniques (produit de l'écémage obtenu par centrifugation) représente le contenu du globule gras et n'intègre pas la membrane protéique et phospholipidique globulaire.

Les matières grasses du lait ont la forme de petits globules sphériques qui sont invisibles à l'œil nu. Leur dimension est d'environ 0,1 à 20 µm. il est bon de noter que la dimension des globules de matières grasses varie selon espèce (les globules sont plus petits dans le lait de chèvre) ; selon la race (les globules sont plus petits chez la race Holstein que chez les Ayrshire et les Jersey) et selon la période de lactation.

Le taux butyreux, ne prend en compte que les lipides stricts, c'est-à-dire les esters d'acides gras. Il varie beaucoup en fonction des données zootechniques telles que l'espèce et la race. La teneur en matière grasse est classiquement déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber (AFNOR, 1980). La teneur de la matière grasse est liée essentiellement à l'alimentation, au génotype de la femelle laitière et au stade de lactation. Ainsi, la teneur du lait en matière grasse suit une baisse jusqu'au mi-lactation, se stabilise puis atteint les teneurs les plus élevées vers la fin de lactation (Mayer, et al, 1995).

2.3. Les matières azotées

La proportion de matières azotées totales (MAT) est aussi nommée taux protéique car les MAT sont à 95% des protéines, les 5% restants correspondant à l'azote non protéique. Le lait possède globalement une très bonne valeur protéique (= azote retenu pour la croissance = pourcentage de l'azote absorbé retenu, c'est à dire qui n'est pas excrété dans l'urine ni dans les fèces) en raison de son équilibre remarquable en acides aminés indispensables et grâce à la bonne digestibilité de ses acides aminés (Alves De Oliveira, 2006 ; Luquet, 1986).

La protéine totale du lait comporte une importante teneur en lysine, si bien qu'elle est facilement dénaturée par la chaleur. La majeure partie des protéines est représentée par les caséines (à 80%) et le reste est représenté par les protéines du lactosérum (20%) (Wattiaux, 1997 (a)). On peut distinguer deux groupes de matière azotée dans le lait de vache : les

protéines et les matières azotées non protéiques (tableau 26) qui représentent respectivement 95 % et 5% de l'azote minéral du lait (Ribadeau - Dumas, 1992).

Ces 2 groupes sont sans aucune comparaison, ni sur le plan quantitatif ni sur le plan qualitatif. La teneur en azote de ces 2 constituants peut être appréciée par la méthode de KJELDAHL. Concernant le lait de chèvre, les protéines ne constituent que 92 % de l'azote total avec une fraction d'azote non protéique plus élevée. (Berinstain - Bailly, 1992). Pour le lait de dromadaire, les protéines et la matière azotée non protéique représentent respectivement 89,9 et 10 % de l'azote total (Mehaia et Alkanhal, 1992).

2.3.1. Les protéines

Les protéines sont les constituants les plus recherchés du lait. Les facteurs de variation de leur concentration, d'origine physiologique, génétique ou alimentaire sont bien connus et ont fait l'objet de nombreuses revues de synthèse (Rémond, 1985, Sutton 1989, Coulon et Rémond 1991, DePeters et Cant 1992, Murphy et O'Mara 1993, Rulquin et al 1994, Coulon et al 1995). Les protéines du lait sont composées de deux grandes familles. La première est constituée des caséines (alpha S1, alpha S2, bêta et kappa) qui représentent environ 80 % des protéines vraies. La seconde famille regroupe les protéines solubles, qui sont constituées essentiellement de la bêta-lactalbumine, du sérum albumine et des immunoglobulines. La plupart de ces protéines présentent plusieurs variantes génétiques (Grosclaude, 1988). Si les protéines solubles du lait ont une valeur nutritionnelle élevée (Alais, 1984), seules les caséines comptent pour le fromage puisqu'elles déterminent en grande partie le rendement de transformation du lait en fromage (Barbano et Sherbon 1984, Aleandri et al 1990, Colin et al 1992, Hurtaud et al, 1993).

2.3.2. Les caséines

Les caséines (environ 27 g/L) (Luquet, 1986), insolubles, sont une famille de molécules assez hétérogènes dont les caractères communs sont la précipitation à pH=4,6, donnant ainsi le caillé à l'origine du fromage, une masse moléculaire faible comprise entre 20 et 25 kDa, ainsi qu'une séquence primaire (enchaînement des acides aminés) riche en proline, acide aminé responsable de la faible proportion de structures secondaires (type hélices ou feuilletts β ...) dans ces molécules.

Elles sont complexées dans le lait avec le phosphate de calcium pour former des micelles, mesurant 0,08 à 0,12 μ m (Alais et Linden, 1994) . Les liaisons entre caséines et phosphore et calcium assurent la stabilité des micelles dans le lait à l'état liquide (Aimutis,

2004), mais les micelles sont facilement dégradées par toutes les enzymes protéolytiques. La Caséine est le nom de groupe de la classe dominante des protéines du lait. Les caséines forment des micelles portant des charges électro-négatives et se repoussent les unes les autres en constituant une suspension colloïdale.

2.3.3. Les protéines solubles

Les autres protéines sont dites « solubles » : ce sont celles du lactosérum (phase aqueuse qui se sépare du caillé lors de la fabrication de fromage), à savoir (Luquet, 1986) :

A la différence des caséines, ces molécules sont très riches en structures secondaires, tertiaires et quaternaires, structures dénaturées par la chaleur, d'où leur labilité. De plus, elles ne sont pas phosphorylées et peu glycosylées. Les lactoglobulines et les lactalbumines confèrent au lait sa capacité à prendre en masse et à mousser. A la différence de la protéine du lactosérum, la protéine du sérum de fromagerie contient également des fragments de molécules caséiques. Certaines des protéines du lactosérum sont également présentes dans des concentrations moins importantes dans le lait cru.

Après suppression de la caséine du lait écrémé (ultracentrifugation), il reste dans la solution un groupe de protéines appelées protéines du lactosérum.

Tant que ces protéines ne sont pas dénaturées par la chaleur, elles ne se précipitent pas à leurs points isoélectriques. Mais elles se précipitent sous l'effet de polyélectrolytes tels que la carboxyméthyl cellulose. Les procédés techniques de récupération des protéines du sérum font souvent appel à de telles substances ou à une combinaison de chaleur et d'ajustement du pH. Les protéines du sérum en général, et l' α -Lactalbumine en particulier, ont des valeurs nutritionnelles très élevées. Leur composition en aminoacides est très proche de ce qui est considéré comme un optimum biologique. Les dérivés des protéines de sérum de fromagerie sont très largement utilisés dans l'industrie alimentaire.

2.3.4. L'azote Non Protéique (ANP)

Le taux de matières azotées totales du lait est appelé Taux Protéique(TP).

| | |
|--|------------------------------|
| Matières azotées totales (MAT) Fourchette : 30 à 38 g/L Lait standard : 32/33 g/L | |
| Azote non protéique 0,01 à 1,2 g/L | Urée principalement : |
| 0,3 à 0,4 g/L | |

Tableau 14 : Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait.

(Science et technologie du lait).

Les protéines du lait représentent 95% des matières azotées totales.

Les 5% restant sont constitués :

- D'acides aminés libres et de petits peptides et d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0.3 à 0.4 g/l) mais aussi de la cératine, de l'acide urique, ...

L'azote non protéique fait partie du taux protéique, mais a qu'est-ce que le taux protéique du lait. Le taux protéique (TP) est une caractéristique importante du lait, comme le taux butyreux (la teneur en matières grasses), le taux protéique conditionne la valeur marchande du lait. En effet plus le taux protéique est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera élevé. Si les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts, il y aura une diminution du taux protéique.

Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du taux protéique (TP) associé à la chute de la production laitière chez toutes les espèces. Chez la vache laitière, si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée.

Par contre, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux protéique (TP) mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée. Ce taux d'urée du lait est identique à celui du sang de la vache, il peut être utilisé comme un indicateur d'une surnutrition protéique (Tableau 14).

2.4. Protéines mineures

Elles sont des protéines qui se trouvent en faibles quantités dans le lait. Les protéines qui adhèrent à la surface des globules gras sont constituées d'englobuline et aussi de phosphatase alcaline et de xanthine oxydase. Une mucoprotéine, une lipoprotéine et des ferroprotéines (lactoferrine (0,3 g/L), transferrine) sont tous isolés du lait. En plus de ces derniers, les lysozymes (enzyme aux propriétés antibactériennes (0,25 mg/L)) et lactoperoxydase (enzyme aux propriétés antibactériennes) sont capables de protéger le lait cru de vache malgré le manque de la réfrigération pour quelques heures, cette protection peut aller jusqu'à plusieurs jours pour le lait de dromadaire.

Ceci est dû à leur activité antimicrobienne et leur concentration qui sont plus élevées dans le lait de dromadaire que le lait de vache (Kappeler et al., 1991).

La teneur en lactoferrines du lait colostrale de dromadaire est de 5,10 g/l alors que dans le lait de vache, elle est de 0,5 g/l ; 3 jours après la mise bas cette teneur baisse à 0,3 g/l dans le lait de dromadaire, alors qu'elle baisse jusqu'à 0,06 dans le lait de vache (Abd- El - Gawad et al., 1996).

De façon bien plus mineure par leur quantité ces protéines jouent des rôles importants (Aimutis, 2004) (Luquet, 1986).

2.5. Les glucides du lait

2.5.1. Le lactose

Le lactose (C₁₂H₂₂O₁₁) représente l'immense majorité des glucides du lait, sa concentration variant très peu, entre 48 et 50 g/L (seulement 28 g/L dans le colostrum). Son taux peut varier quelque peu, augmentant avec le cycle de lactation. C'est un sucre spécifique du lait.

2.5.2. Composition et propriétés physiques

Le lactose est un disaccharide c'est de molécule du sucre. La molécule du lactose contient les monosaccharides glucose et galactose. Le lactose a un faible pouvoir sucrant (indice 17) comparé à ceux du saccharose (indice 100) et du glucose (indice 75). Le lactose est un solide blanc de formule brute molaire, de 342 g/mol⁻¹. Le lactose est moins soluble (0,216 g/mL (2,019 g/mL⁻¹ à 20 °C) ou le glucose (0,470 g/mL dans l'eau est de 18,9049 g à 25 pour 100 g de solution.

Chez les bactéries lactiques, une enzyme appelée lactase (Bêta galactosidase) hydrolyse le lactose en décomposant ses molécules le glucose et le galactose. Les autres enzymes des bactéries lactiques attaquent ensuite le glucose et le galactose, qui sont ensuite convertis principalement en acide lactique. A température élevée, le lactose participe avec les protéines à des réactions de brunissement non enzymatique pouvant altérer la couleur (mélanoidines) et le goût (goût de cuit) des laits pasteurisés et stérilisés et des fromages ; ce sont les réactions dites de Maillard.

2.5.3. Le rôle majeur du lactose dans la quantité de lait produite

La sécrétion lactée est très liée à la quantité de lactose synthétisé : chaque fois que la mamelle fabrique 50 g de lactose, 900 g d'eau sont aussi sécrétés dans le lait. Il existe donc une étroite relation entre les niveaux de production de lait et de lactose (Luquet, 1985). Ceci est dû à l'activité osmotique du lactose : de l'eau doit venir « diluer » le lactose sécrété dans le lait afin de permettre une égalisation des pressions osmotiques de part et d'autre de la membrane plasmique des cellules lactogènes. Le lactose est ainsi le mécanisme essentiel de sécrétion de l'eau par la glande mammaire (Peaker, 1977).

Lactose et minéraux sont interdépendants dans le lait : la sécrétion des ions minéraux osmotiquement actifs tout comme le lactose se produit grâce aux mouvements d'eau induits par le lactose, car ces mouvements induisent un potentiel électrique membranaire qui lui-même est responsable des migrations ioniques (surtout Na⁺ K⁺ et Cl⁻) (CFPPCIL, 1987).

Les ions Na⁺ et K⁺ traversent passivement la membrane apicale des cellules sécrétrices selon la différence de potentiel entre lait et milieu intracellulaire. Le lait apparaît chargé positivement par rapport au cytoplasme, d'où la moindre quantité de Na⁺ et K⁺ dans le lait que dans les cellules lactogènes. La concentration de lactose est inversement proportionnelle à celle des ions potassium et sodium (Peaker, 1977).

2.5.4. Rôle en industrie laitière

Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui provoque un abaissement du pH du lait pouvant entraîner sa coagulation. Il est à l'origine de plusieurs types de fermentations intervenant dans la fabrication de produits laitiers :

- Fermentation lactique: Les bactéries lactiques naturelles ou additionnées (ferments lactiques) utilisent le lactose en le transformant en acide lactique. Cette fermentation lactique est souvent accompagnée d'une production plus ou moins grande de substances secondaires (diacétyl) responsables de l'arôme des produits laitiers comme le beurre.
- Fermentation propionique: Les bactéries propioniques transforment le lactose ou plutôt ses dérivés dont le lactate de Ca, en acides propionique et acétique, responsables de la saveur des fromages à pâte cuite, associé à un dégagement de gaz carbonique responsable de l'ouverture de ces fromages.
- Fermentation butyrique: Les bactéries du genre *Clostridium tyrobutyricum* qui utilisent le lactate de Ca déjà produit en le transformant en acide butyrique, responsable d'odeurs putrides et de goûts piquants, et en gaz carbonique et hydrogène (peu soluble dans l'eau du fromage) et responsable du gonflement tardif des pâtes pressées cuites ou non cuites.
- Fermentation alcoolique: Les levures hydrolysent le lactose en glucose + galactose et le transforment en CO₂ et en alcool éthylique.

2.6. Les minéraux du lait

Le lait contient un certain nombre de minéraux. Ils représentent environ 9g de la composition du lait (1,3g de calcium, 1g de phosphore, 1,6g de potassium, 1,1g de chlore, 0,5g de sodium, 0,14g de magnésium). Les sels minéraux se rencontrent en solution dans la phase aqueuse pour les 2/3 ou dans les composés caséiques (micelles) pour le 1/3 restant.

Le lait est une très bonne source de calcium pour le squelette et les dents car il contient les proportions idéales de phosphore et de vitamine D nécessaires à l'assimilation du calcium par

le corps. Les sels minéraux les plus importants sont le calcium, sodium, magnésium et potassium. On les trouve sous la forme de phosphates, caséinates, chlorures et citrates.

Le calcium et le potassium sont très abondants dans le lait ordinaire. La quantité de ces sels varie au cours de la période de lactation ou lorsqu'un pis est infecté (mammites), la teneur en chlorure de sodium augmente ce qui donne au lait un goût salé.

Le lait contient des sels à l'état dissous (molécules et ions) et à l'état colloïdal. L'essentiel de ces sels est d'origine minérale, sous forme de phosphate de calcium par exemple, le reste étant, pour une part seulement, d'origine organique (qui contient du carbone): c'est la fraction anionique de la molécule qui peut être représentée par des citrates ou par des carbonates, le cation étant forcément d'origine minérale (Tableau 15).

| Constituants | Teneurs moyennes |
|---|-------------------------|
| Potassium (K₂O) | 1,50 |
| Sodium (Na₂O) | 0,50 |
| Calcium (CaO) | 1,25 |
| Magnésium (MgO) | 0,12 |
| Phosphore (P₂O₅) | 0,95 |
| Chlore (NaCl) | 1,00 |
| Soufre | 0,35 |
| Acide citrique | 1,80 |

Tableau 15 : Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/litre).

Source: Alais, 1984.

La composition minérale des laits varie selon les espèces. Elle est peu influencée par l'alimentation (René, 1984), cependant des fluctuations importantes sont notées au cours de la lactation (Brulé, 1987). La teneur des éléments minéraux est de 0,70 à 0,87 % pour le lait de vache contre 0,50 à 0,80 % pour le lait de chèvre (Tableau 16) (Parkash, et Jenness, 1968; Lemens, 1985, Barbosa, et Miranda, 1986).

| Espèces | Chèvres | Vache | Brebis | Femme |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Eléments minéraux | | | | |
| Ca | 1,30 | 1,20 | 1,90 | 0,31 |
| P | 0,95 | 0,90 | 1,50 | 0,15 |
| Mg | 0,12 | 0,12 | 0,16 | 0,037 |
| K | 1,60 | 1,50 | 1,25 | 0,52 |
| Na | 0,40 | 0,45 | 0,45 | 0,15 |
| Cl | 1,40 | 1,15 | 0,70 | 0,50 |

Tableau 16 : Composition minérale du lait de certaines espèces (en g/l).

Source : (Brule G., 1987).

D'une façon générale, on peut affirmer que la composition du lait de vaches malades tend à se rapprocher de celle du sang. C'est pourquoi les laits mammiteux sont plus salés (chlore, sodium) et moins riches en calcium, magnésium, phosphore et potassium que les laits normaux. Les laits de début et de fin de lactation contiennent moins d'acide citrique et de potassium mais plus de chlore, sodium, calcium et magnésium que les laits de pleine lactation. K, Na et Cl sont des électrolytes d'origine alimentaire, permettant de réaliser, avec le lactose, un équilibre de la pression osmotique du lait dans la mamelle vis-à-vis de la pression sanguine (Goursaud, 1985).

2.7. Rôles physico-chimiques des minéraux

Les minéraux du lait se classent en deux catégories : les cations (calcium, magnésium, sodium et potassium) et les anions (chlore, phosphate et citrate) selon que leur charge est positive ou négative. Leur présence pondérale dans le lait est mineure (8 à 9 g/L, dont 1,2 g/L de calcium) comparativement aux protéines (35 g/L), lipides (45 à 50 g/L) et lactose (50 g/L), mais leur rôle est essentiel dans la structuration protéique des caillés de fromagerie et en conséquence les qualités organoleptiques et fonctionnelles des produits laitiers.

2.8. Les enzymes.

2.8.1. La peroxydase

Transfert l'oxygène du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) vers d'autres substances facilement oxygénables. A 80°C pendant quelques secondes ces enzymes sont inactives. C'est une spécificité que l'on peut utiliser pour prouver la présence ou non de peroxydase dans

le lait, et par conséquent vérifier si l'on atteint ou non une température de haute pasteurisation (supérieure à 80°C).

2.8.2. La catalase

Scinde le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène libre. En mesurant, la quantité d'oxygène que l'enzyme peut libérer dans le lait il est possible d'évaluer la teneur en catalase et d'appréhender l'état sanitaire des mamelles. Le lait d'un pis malade à une forte teneur en catalase, alors que le lait frais sain n'en contient qu'une quantité insignifiante.

La catalase peut être détruite si l'on chauffe le lait à 75°C pendant 60 secondes. La mesure de son indice est une méthode indirecte d'appréciation de la qualité hygiénique du lait.

2.8.3. La phosphatase

Propriété de pouvoir scinder certains esters phosphoriques en acide phosphorique et alcools correspondants. En ajoutant un ester phosphorique et un réactif en présence d'alcools, il est possible de détecter la présence de phosphatase. Un changement de couleur est relevé. Cette enzyme est détruite par la pasteurisation donc on peut déterminer si cette étape a bien été atteinte (grâce au test de la phosphatase selon Scharer). Il est préférable de le réaliser juste après le traitement thermique.

2.8.4. La lipase : Lipo-Protéine Lipase

Décompose la matière grasse en glycérol et acide gras libre. S'il y a un excès d'acide gras libre dans le lait cela donne un goût de rance. L'effet de cet enzyme est très limité mais le lait de certaines vaches peut présenter une forte activité lipasique. Vers la fin de lactation, la quantité de lipase est en augmentation. La pasteurisation limite l'activité de cet enzyme mais ne l'inactive pas totalement il faut des températures beaucoup plus élevées.

On distingue deux types de lipolyse :

- La lipolyse spontanée, qui se développe sans actions mécaniques sur le lait cru.
- La lipolyse induite déclenchée par une agitation mécanique.

La majeure partie des lipases se trouve dans le lait écrémé, elle semble être liée aux micelles de caséines, mais on la retrouve également sur la membrane protéique des GG.

2.9. Les gaz dissous

Le lait contient des gaz, de 3 à 5% du volume de lait frais au sortir du pis, mais à l'arrivée à la laiterie, la teneur en gaz peut atteindre 10%. Les gaz sont constitués essentiellement de dioxyde de carbone (CO₂), d'azote (N₂) et d'oxygène (O₂).

2.10. Les oligo-éléments

Leurs teneurs en oligo-éléments dans le lait varient fortement mais, au-delà de certaines limites, elles sont l'indice d'une contamination du lait et présentent un caractère toxique pour la santé et/ou nuisible en technologie laitière. Les teneurs en oligo-éléments du lait données dans la littérature sont seulement indicatives, dans la mesure où elles subissent l'influence de divers facteurs (alimentation, stade de lactation, etc.) et dépendent aussi des méthodes utilisées. D'une manière générale, le lait constitue pour l'homme une mauvaise source d'oligoéléments. Ils s'y trouvent le plus souvent à des taux relativement modestes, et lorsque les taux semblent plus proches des besoins, ils sont présents sous forme inorganique (de moindre biodisponibilité). C'est le cas notamment du cuivre et du manganèse, très liés aux groupements phosphates de la caséine. Dans une certaine mesure le zinc (et le fer) font exception à cette règle.

III. Propriétés physico-chimiques du lait

1. L'apparence

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues de matière grasse, de protéines et de certains minéraux. La couleur varie du blanc au jaune en fonction de la coloration (teneur en carotène) de la matière grasse. Le lait écrémé est plus transparent, avec une teinte légèrement bleutée.

2. La densité

Cette valeur correspond au rapport de la masse d'un volume de lait à une température donnée sur celle du même volume d'eau à la même température. Celle du lait de vache est généralement comprise entre 1,028 et 1,036 (voire de 1,023 à 1,040 selon M.A.Wattiaux (Wattiaux, 1997 (a))). Elle varie dans le même sens que la richesse en matière sèche du lait, c'est à dire qu'un lait plus riche sera a priori plus lourd, même s'il faut considérer le fait que les lipides, dont la présence peut augmenter la proportion de matière sèche, sont eux moins denses que l'eau donc diminuent la densité globale du lait. C'est pourquoi on évalue d'abord la teneur en matière grasse par détermination de la masse volumique (NF V04-204 de septembre 1969). Un lait écrémé pourra donc avoir une densité supérieure aux valeurs usuelles et l'adjonction d'eau fait tendre la densité vers 1. Cependant, un lait écrémé mouillé n'aura pas une densité normale (Luquet, 1985 (a) ; Alves De Oliveira, 2006). La densité du lait à 15,5°C est en moyenne 1,032. Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la

densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible (Tableau 17).

| Densité des constituants laitiers à 30°C | |
|---|------|
| Matières grasses (MG) | 0,91 |
| Extrait sec dégraissé | 1,59 |
| Lactose (L) | 1,63 |
| Protéines (P) | 1,35 |
| Cendres (C) | 5,5 |

Tableau 17 : Densité des constituants laitiers à 30°C.

La densité du lait de vache varie généralement entre 1,028 et 1,038 g/cm³ selon la composition (Tableau 17).

On peut calculer la densité du lait à 15,5°C en utilisant la formule suivante:

$$d_{15,5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{F}{0,93} + \frac{\text{MSD}}{1,608} + \text{eau}} \quad \text{g/cm}^3$$

F = % matière grasse
 MSD = % matière sèche dégraissée
 % eau = 100 - F - MSD

Source Manuel de transformation du lait/Chapitre 2.

3. La pression osmotique

La pression osmotique dépend du nombre de molécules ou particules, et non du poids du soluté. Ainsi, 100 molécules de taille 10 auront 10 fois la pression osmotique de 10 molécules de taille 100. Il s'ensuit que pour un poids donné, plus les molécules sont petites, plus la pression osmotique n'est élevée.

Le lait est formé à partir du sang, les deux étant séparés par une membrane perméable. De ce fait, ils ont la même pression osmotique; autrement dit, le lait est isotonique avec le sang.

4. Le point de congélation

Il varie entre -0,51 et -0,55°C, selon les conditions zootechniques. Si elle tend vers 0°C, cela peut permettre de détecter une adjonction d'eau, ou mouillage, qui constitue une fraude (Luquet, 1985 (a) ; Wattiaux, 1997 a). Le point de congélation du lait est le seul paramètre fiable pour vérifier un mouillage.

Le point de solidification du lait de vache, mesuré individuellement, est compris entre -0,54 et -0,59°C. Dans ce contexte, il convient également de mentionner que lorsque le lait est exposé au traitement haut température (traitement UHT ou stérilisation), la précipitation de certains phosphates provoque l'augmentation du point de congélation. La pression interne ou osmotique détermine également la différence de point de congélation entre la solution et le solvant (eau), si bien que l'abaissement du point de congélation sert à évaluer cette pression osmotique.

Lorsque la composition du lait se modifie pour des raisons physiologiques ou pathologiques (pour cause, par exemple, de lactation tardive et de mastite), le lait est dit anormal, mais la pression osmotique et, partant, le point de solidification, restent constants. Le changement le plus caractéristique est la baisse de la teneur en lactose et l'augmentation de la teneur en chlorure. L'abaissement du point de congélation peut aussi être causé par la subdivision du lactose en plusieurs molécules plus petites. Il peut aussi servir à évaluer le degré d'hydratation des protéines. Le lactose et le chlorure sont les constituants majeurs du lait responsables de 70-80 % de la dépression complète dans le point de congélation du lait.

5. Potentiel d'oxydo-réduction

Il varie de +0,10 à +0,20V (Luquet, 1985 (a)).

6. Acidité et pH

6.1. L'acidité titrable

Exprimée en degrés DORNIC, elle correspond à une quantité d'acide lactique que l'on neutraliserait avec de la soude N/9 en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré, de telle sorte qu'1°D équivaldrait à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. Un tel dosage ne renseigne pas sur la quantité d'acide lactique dans le lait mais sur son acidité globale qui repose sur l'ensemble de ses constituants acides et sur sa teneur en matière sèche (Goursaud, 1985). L'acidité titrable est soumise à la norme NF-V04-206 de janvier 1969. Elle doit être comprise entre 15 et 18°D (Hamama, 2002). Si elle est nettement plus élevée, c'est que le lait a été conservé dans des mauvaises conditions (Gauthier, 1983).

Le dosage de l'acidité est sans doute la mesure analytique la plus courante en technologie laitière. L'acidité étant relativement constante dans le lait, son augmentation est indice de lait suspect. L'acidité Dornic mesure en fait le développement de l'acidité lactique du lait qui est sous l'action permanente des microorganismes (Harding, 1995).

Tous les constituants capables de se combiner à des ions basiques contribuent à l'acidité du lait, C'est l'équilibre entre les constituants basiques (sodium, potassium, magnésium, calcium et hydrogène) et les constituants acides (phosphates, citrates, chlorures,

carbonates, hydroxydes et protéines) du lait qui en détermine l'acidité, Ces deux groupes de constituants peuvent exister dans toutes les combinaisons. Il faut reconnaître aussi que ces combinaisons varient en degré d'ionisation, en constante de dissociation et en produit de solubilité. Il convient également de noter que le degré de dissociation augmente avec la neutralisation ou le pH et que les sels calciques sont moins dissociés que les sels de sodium ou de potassium. C'est pour cette raison que dans le lait, surtout en milieu acide, il y a prédominance de sels de calcium qui tendent à se combiner aux protéines.

L'acidité du lait exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%. La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%.

Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05-0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%), L'acidité du lait peut aussi être exprimée en « degré Dornic ».

6.2. Le pH

Le pH du lait de vache varie habituellement entre 6,5 et 6,7 (à 20°C) : il est donc très légèrement acide (Luquet, 1985 (a) ; Wattiaux, 1997(a)). Ce pH tend à décroître quelque peu au cours d'une lactation en raison de l'augmentation du taux de caséines et de phosphates qu'il renferme. Mais hormis ces variations mineures, qui restent dans les limites précitées, le pH du lait ne change théoriquement pas et constitue un indice de son état de fraîcheur. En effet, lors d'un manque de fraîcheur, les bactéries lactiques transforment le lactose en acide lactique qui diminue le pH du lait (par augmentation de la concentration d'ions hydronium H_3O^+ selon l'équation $pH = \log 1/[H_3O^+]$). De même, comme le colostrum est acide, un lait au pH trop faible peut aussi être le révélateur de la présence de colostrum c'est à dire d'une traite trop précoce après le part (Alves De Oliveira, 2006).

A l'inverse, en cas de mammite, le pH augmente car le lait renferme alors des substances basiques. Dans la plupart des laits des différentes espèces, le pH varie entre 6,5 et 6,8 (Lemens, 1985). Pour la vache laitière, Alais (1984) ainsi que Bayoumi (1990) ont rapporté des valeurs allant de 6,6 à 6,7 (Tableau 16).

Bayoumi a noté que le lait de vache et celui de dromadaire sont caractérisés par des valeurs de pH de 6,67 et de 6,92 respectivement, tandis que le pH du lait de brebis varie de 6,5 à 6,8 (Pirisi, 1994). Il est à noter que les valeurs du pH sont fortement influencées par l'état physiologique de l'animal. Ainsi, par exemple, le pH varie selon le stade de lactation, puisqu'il diminue vers la fin du cycle suite à l'augmentation du taux de la caséine et du phosphate (Singh, 1972). Cette diminution du pH du lait augmente la vitesse de la coagulation et la fermeté du gel dans la fabrication du fromage (Tableau 18). (Walstra, 1990)

| Constantes Valeurs | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| pH (20°C) | 6.5 à 6.7 |
| acidité titrable | 15 à 18 °D |
| Densité | 1.028 à 1.036 |
| température de congélation | - 0.51 à - 0.55°C |

Tableau 18 : Constantes physiques usuelles du lait de vache. Source: (Goursaud, 1985).

7. La couleur

Le lait est d'un blanc assez soutenu, et il peut être bleuté dans certains cas. Le lait est en majorité constitué d'eau dans laquelle sont dilués de nombreux composants (protéine, matière grasse, sels minéraux, lactose, vitamines et enzymes). Les protéines du lait, la caséine, sont très riches en calcium et en azote. Un rayon lumineux, lorsqu'il rencontre ou traverse la solution de protéine, minéraux et matière grasse, est renvoyé dans toutes les directions (on dit qu'il est diffracté). Ce sont principalement les micelles de caséine et les GG qui provoquent cet effet. Toutes les couleurs du spectre lumineux sont renvoyées ainsi comme aucune couleur n'est absorbée, le mélange de toutes les couleurs nous paraît blanc.

8. La saveur (goût et odeur)

La saveur du lait est une propriété difficile à définir, mais il n'y a aucun doute que le goût et l'arôme sont des critères à l'évaluation du lait, surtout pour les populations britanniques et leurs ex-colonies. La saveur constitue donc un critère de qualité pour le consommateur.

8.1. Le goût :

Le goût sucré (doux) du lactose est équilibré par le goût salé des chlorures et tous les deux sont modérés par des protéines. Cet équilibre est maintenu sur la vaste gamme de composition des laits, même quand le niveau d'ions de chlorures varie de 0.06 à 0.12 % (0.6 à 1.2 g/kg). La salinité peut être détectée par des tests sensoriels dans des échantillons contenant 0.15 % d'ions chlorures. La saveur riche est caractéristique des produits laitiers peut être attribuées à de nombreuses molécules comme les lactones, le diacétyl, , les méthylcétones (gout des bleus), certains aldéhydes, l'acétaldéhyde, les diméthylsulfures et certaines acides gras à courte chaîne (ac. gras caprins).

8.2. L'odeur :

L'odeur du lait est difficilement définissable. Elle se différencie très facilement du lait de chèvre qui rapidement lipolysé laisse apparaître des goûts caprins.

Un lait impropre à la consommation reconnaissable par le dégagement d'une odeur acide ou d'œuf fermenté (H₂S), ou acide acétique et formique (coliformes).

9. Tension superficielle

Les forces d'attraction entre molécules à la surface d'un liquide, ne sont pas équilibrées. Les molécules du milieu gazeux au-dessus du liquide sont trop diluées pour balancer les forces d'attraction qui ont tendance à se tourner vers les forces des autres molécules superficielles avoisinantes qui sont dans une situation analogue. C'est cet état de tension à la surface d'un liquide que l'on appelle tension superficielle. La tension superficielle pour le lait entier de vache est d'environ 50 à 53 dynes/cm (FAO, 1995). Cette valeur est comparable à celle du lait de chèvre et de brebis, cependant, elle est supérieure par rapport à la valeur du lait dromadaire (Kouniba.,1997). Des propriétés superficielles sont impliquées dans des phénomènes d'adsorption, de formation et de stabilité d'émulsions. La tension superficielle du lait se rapproche à 70 % de celle d'eau. La tension superficielle du lait entier est habituellement d'environ 50-52 mN/m (ou dyn/cm) à 20°C. La tension superficielle du lait écrémé est de 55-60 mN/m. Pour la crème, c'est environ 46-47 mN/m.

La caséine, avec les produits de protéolyse (protéose-peptones), est en grande partie responsable de l'activité superficielle. Les protéines du lactosérum ont une contribution peu importante. La MG réduit la tension de surface par un effet physique. Le lactose et la plupart des sels ont tendance à l'augmenter quand ils sont présents dans la solution vraie. La tension superficielle diminue lorsque la température du lait augmente. En faisant intervenir des traitements comme le chauffage et l'homogénéisation on tend à augmenter la tension superficielle du lait. (Tableau 19)

| Tensions superficielle de différents laits | |
|---|--|
| Type de lait | Tension superficielle en dyn/cm |
| Lait entier de vache | 50 |
| Lait écrémé | 55 |
| Lait de bufflonne | 48,7 |
| Lait de chèvre | 52 |
| Lait de brebis | 47,5 |

Tableau 19 : Tensions superficielle de différents laits.

10. Viscosité

La viscosité d'un liquide est sa résistance à l'écoulement, et qui est due à la friction entre les particules qui le composent. Dans le lait, elle est donc fonction du nombre et de la taille de ses particules et aussi de la température. Ce sont surtout les protéines grasses qui comptent ; l'effet du lactose et des matières salines est moins important (Champagne et Goulet, 1984). La viscosité du lait de vache à 30 °C est de 1,236 cp (centipoise) contre 1,186 cp pour le lait de chèvre (Parkash et Jeness, 1968 ; Lemens, 1985). En revanche, le lait de brebis présente une viscosité à 30 °C qui est plus élevée : 2,86 à 3,93 cp (Pirisi, 1994).

Le lait entier et le lait écrémé présentent des viscosités de 2,0-2,1 et 1,5-1,8 cP (ou mPa/sec) à 20°C. Le lactosérum a une viscosité de 1,2 cP. D'un point de vue organoleptique, la viscosité marquée contribue à une agréable sensation en bouche et fait ressortir les saveurs. La viscosité varie non seulement avec les changements de la nature physique (T°C) de la MG (crémosité), mais aussi avec l'hydratation des protéines. Les changements de taille de n'importe quels constituants aboutissent aux changements de viscosité. Quand des globules gras sont subdivisés par l'homogénéisation, une augmentation de la viscosité est observée.

La viscosité du lait écrémé diminue en chauffant à 62°C, après qu'elle est augmentée, en raison des changements dans l'hydratation des protéines. Une augmentation de température cause une réduction marquée de la viscosité. Par exemple, à 20°C, le lait est environ deux fois moins visqueux qu'à 0°C, et à 40°C il est environ au tiers de la valeur à 0°C (Tableau 20).

| Type de lait | Viscosité en (centipoise) |
|----------------------|---------------------------|
| Lait entier de vache | 2,1 |
| Lait écrémé | 2,2 |
| Lait chèvre | 1,85 |
| Lait de brebis | 2,86-2,93 |

Tableau 20 : la Viscosité selon le type de lait.

11. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique (ou capacité thermique massique) c'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré (°C ou °K) la température d'une unité de masse d'une substance.

$$C = DQ / mDT \text{ ou } DQ = mCDT$$

La chaleur spécifique des laitages est en fonction de leur composition.

12. Point d'ébullition

Une solution bout à une température plus haute qu'un solvant pur, selon la concentration de la substance dissoute. Les constituants du lait dans la solution vraie sont principalement responsables de l'élévation du point d'ébullition au-dessus de 100°C.

L'élévation du point d'ébullition est basée sur les mêmes principes que la dépression du point de congélation. A pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est de 100°C et celui du lait est de 100,17°C. Comme pour le point de congélation, il est fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration de lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration du lait.

13. Indice de réfraction

Les composants du lait contribuant à l'indice de réfraction du lait sont l'eau, des protéines, le lactose et des constituants secondaires. L'indice de réfraction varie avec la température de la mesure. Il augmente quand la température baisse. Pour le lait la répartition des différents acides gras dans la matière grasse affecte également la façon dont elle réfracte la lumière. Les protéines du sérum sont plus importantes que la caséine.

14. Conductivité électrique

L'aptitude du lait à conduire l'électricité est essentiellement fonction du nombre d'ions ou de particules chargées qu'il contient. Ce sont surtout les ions les plus mobiles et les plus libres (Na⁺, K⁺, Cl⁻) qui contribuent à la majeure partie de la conductivité. Comme pour les constantes de dissociation et la mobilité des ions, la conductivité augmente avec la température.

La conductivité électrique a été utilisée avec un certain succès pour dépister les cas d'infections du pis de la vache, ainsi que la forte teneur des laits marmiteux en ions sodium et chlore. Cette conductivité varie selon les auteurs de $43 \cdot 10^{-4}$ à $139 \cdot 10^{-4}$ mhos/cm (O^{-1}) à 25°C (Parkash et Jenness, 1968) avec une valeur moyenne de $45 \cdot 10^{-4} O^{-1}$ à 25 °C (FAO, 1995). Elle est plus élevée que celle du lait de brebis $38 \cdot 10^{-4} O^{-1}$ (FAO, 1995) mais plus faible que celle du lait de chèvre dont la valeur moyenne est de $62 \cdot 10^{-4} O^{-1}$ (Jenness, 1980).

Par ailleurs, la conductivité électrique est significativement corrélée à la teneur en chlorures, qui est souvent citée comme étant inférieure dans le lait de vache par rapport au lait de chèvre (Lemens, 1985; Juárez, et Ramos, 1986).

B. Microbiologie du lait de la vache

I. Introduction

Le lait peut êtreensemencé par de nombreuses espèces microbiennes. Pour certaines, il constitue un bon milieu de culture, ce qui leur permet de s'y développer. Pour d'autres germes banals ou pathogènes, il n'est qu'un véhicule occasionnel.

Le lait d'un animal parfaitement sain traité aseptiquement, est normalement dépourvu de microorganismes. A la sortie de la mamelle le nombre de germes est très faible et est généralement inférieur à 5000/ml.

Ils proviennent de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon. Dans le cas d'infection de la mamelle, le nombre de germes augmente peu (sauf dans le cas de mammites cliniques), mais ils sont en majorité constitués de bactéries pathogènes, notamment staphylocoques ou streptocoques. Ainsi, hormis les maladies de la mamelle, l'ensemencement du lait se fait pour l'essentiel au cours des diverses manipulations dont il est l'objet à partir de la traite.

II. Sources de contamination du lait cru

Trois facteurs principaux conditionnent la croissance microbienne : le nombre initial de germes, la température et la durée de conservation. A la sortie de la mamelle, le lait est à la température de l'animal (37°C). Bien que cette condition soit favorable à la multiplication de nombreux germes, ceux-ci sont inexistantes pendant les quelques heures qui suivent la traite, en raison du pouvoir bactériostatique du lait frais. Dans la mesure où l'on dispose des moyens nécessaires, il est hautement souhaitable de profiter de cette période pour refroidir le lait afin de ralentir la prolifération des micro-organismes dès la phase bactériostatique passée.

1. Micro-organismes provenant de l'animal (intra mammaire).

Diverses infections peuvent atteindre la vache, et la plus courante étant la mammite, qui est une source sérieuse de contamination du lait en plus d'affecter considérablement la rentabilité des troupeaux atteints. Il s'agit essentiellement d'une infection de la glande mammaire. Les mammites dues aux streptocoques, aux staphylocoques et aux coliformes résultent d'une infection localisée dans le pis à la suite d'une contamination exogène. Par ailleurs, il arrive, ce qui est occasionnel, que certaines bactéries pathogènes puissent trouver accès au lait via le sang. Cette voie de contamination du lait est appelée voie endogène et peut être empruntée par

exemple par le germe *Brucella abortus* (brucellose), le germe *Mycobacterium tuberculosis* (tuberculose) et probablement par *Salmonella* (FIL, 1979).

1.1. Les mamelles

Au cours de la traite, le lait des premiers jets est généralement plus contaminé que celui obtenu subséquemment ; le lait de fin de traite peut parfois contenir cinq fois moins de bactéries que celui de début. Ceci indique que le canal du trayon peut être une source de contamination. En fait, la majorité des micro-organismes se situant dans la mamelle entrent par l'apex du trayon. On détecte d'ailleurs un nombre élevé de bactéries dans le lait d'animaux ayant une déformation du trayon ou un sphincter qui se referme mal. Il existe donc une relation évidente entre l'anatomie du trayon et le nombre de microorganismes trouvés dans le lait à la sortie.

De très nombreux microorganismes peuvent provenir de l'extérieur du trayon ou du pis. Les travaux de Chatellin et Richard (1981) démontrent bien que, en effectuant une traite soignée où le trayon est bien nettoyé, on diminue considérablement la pollution du lait par les bactéries mésophiles, les psychrotrophes et les thermoresistantes. Joergensen (1980) confirme ces résultats en soulignant que le lavage et la désinfection du pis peuvent réduire par un facteur de 10 la population microbienne du lait à la traite.

1.2. Microorganismes provenant du milieu ambiant (extramammaire)

a) L'air

L'existence des poussières fines peut contribuer à la contamination du lait. Ces poussières sont porteuses de spores de moisissures, de bactéries sporulées, de microcoques et de streptocoques (Stewart, 1975). Les poussières du sol peuvent également être porteuses de *Pseudomonas* et constituer une source appréciable de contamination du lait dans la ferme. (René, 1984)

b) Fumier

C'est la source majeure de contamination du lait par les entérobactéries. Ce groupe comprend des bactéries généralement inoffensives comme les coliformes (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*). La présence de coliformes est un indice de la possibilité de pollution fécale et suggère le risque de contamination par d'autres entérobactéries telles *Salmonella* et *Shigella*, dont la pathogénecité est bien établie. La présence de coliformes dans le produit fini ne pose pas uniquement des problèmes d'ordre hygiénique. Ces bactéries peuvent aussi être à l'origine de gonflement et de mauvais goûts dans les fromages.

Le fumier porte également des entérocoques. Ce groupe comprend les espèces *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium* et *Streptococcus durans*.

c) Sources humaines

Le personnel responsable de la traite ne constitue pas sur le plan quantitatif une source importante de contamination du lait. Toutefois, sur le plan qualitatif, cette possibilité de contamination n'est pas négligeable. Plusieurs bactéries pathogènes provenant du trayeur ont été trouvées dans le lait : *Corynebacterium diphtheriae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pyogenes* et *Salmonella*. Outre les bactéries, les virus d'origine humaine peuvent aussi s'introduire dans le lait. La pasteurisation inactive complètement la plupart de ces virus (Stewart, 1975 et Kefford et al, 1979).

d) L'équipement laitier

Le contact avec l'outillage de traite, la tuyauterie et le bassin de réfrigération augmentent par un facteur de 2 à 50, selon la propreté de leurs surfaces, le nombre de bactéries dans le lait frais. L'équipement laitier constitue donc, le plus souvent, la principale source de sa population microbienne. L'équipement laitier constitue donc, le plus souvent, la principale source de la contamination microbienne. Les bactéries Gram négatif, les bactéries lactiques non thermorésistantes et les bactéries thermorésistantes proviennent toutes d'un équipement insuffisamment lavé et désinfecté (Stadhouders, 1975).

Les bactéries lactiques sont mésophiles et provoquent l'acidification du lait s'il n'est pas réfrigéré. Elles dominent les autres flores, en raison de leur courte durée de génération et de leur production d'acide lactique qui inhibe les autres espèces. Les thermorésistants ne sont pas seuls à indiquer un appareillage mal entretenu. Les coliformes et les entérocoques, qui se multiplient tout particulièrement dans les couches et les joints de tuyauteries difficilement nettoyables, peuvent fournir le même indice.

III. Les méthodes d'appréciation de la qualité hygiénique du lait cru

1. Méthodes indirectes

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer la qualité du lait cru. Les méthodes adoptées dans la réception de cette matière première par les usines, sont des méthodes indirectes et se basent sur la mise en évidence de l'activité de la population microbienne. Il y a celles basées sur la modification du potentiel d'oxydo-réduction tel que le test de réduction de bleu de méthylène, le test de réduction de la résazurine, dosage de l'acidité et le test de bleu de bromothymol dit test à l'alcool.

2. Méthodes directes

Elles permettent de donner une idée sur la charge microbienne totale des microorganismes, c'est un dénombrement qui se fait sur des milieux de cultures solides ou liquides. Cette méthode permet aussi d'évaluer la charge microbienne de certains groupes spécifiques.

IV. Micro-organismes et produits laitiers

Les microorganismes occupent une place essentielle dans le domaine des produits laitiers et leur importance se situe à trois niveaux : l'élaboration, l'altération et l'hygiène des produits.

1. Micro-organismes utiles

Dans le domaine de l'industrie laitière, de multiples microorganismes utiles sont impliqués :

- Bactéries
 - les bactéries lactiques : Ce sont des bactéries Gram + (coques ou bacilles) produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides simples ou oses (fermentation lactique), tolérant des pH acides, de niches écologiques anaérobies ou anaérobies facultatives et se montrant catalase négative. Elles ont pour rôles essentiels d'acidifier le lait et le caillé, de participer à la formation du goût (protéolyse, production d'arômes), de la texture et de l'ouverture des produits laitiers (fromage, beurre, yaourt, lait fermenté). Ces bactéries sont maintenant largement utilisées sous formes de levains sélectionnés.
 - Les bactéries propioniques. Ce sont des bactéries Gram +, fermentant les lactates pour donner de l'acide acétique et propionique, ainsi que du CO₂ (fermentation propionique). Ils participent à la formation du goût et de l'ouverture des fromages à pâte pressée cuite (Emmental, Comté, Gruyère).
 - Les microcoques, les staphylocoques non pathogènes (*Staphylococcus equorum*, *S. xylosus*, *S. lentus*), les bactéries corynéformes (*Brevibacterium*, *Arthrobacter*, etc.). Ce sont des bactéries Gram+, constituants de la flore de surface des fromages affinés. Ils jouent un rôle essentiel dans la formation du goût des fromages, notamment des fromages à croûte lavée, fleurie ou croûte mixte (Munster, Camembert, Pont l'Evêque, etc...).
- Levures: *Kluyveromyces*, *Geotrichumcandidum*, *Debaryomyces*, *Candida*, *Yarrowia* Les levures sont retrouvées de manière plus importante (en moyenne 100 fois plus) à la surface des fromages (à pâte molle notamment) qu'à l'intérieur. Elles interviennent dans la désacidification de la pâte en début d'affinage, permettant ainsi l'implantation ultérieure

d'une flore acido-sensible comme les bactéries corynéformes, et interviennent également dans la formation du goût.

- Moisissures: *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Mucor P. camemberti* est présent à la surface des fromages à pâte molle à croûte fleurie comme le Camembert ou les fromages de chèvre. *P. roqueforti* est la moisissure interne des bleus comme le Bleu d'Auvergne (lait de vache) ou le Roquefort (lait de brebis). *Mucor* est la moisissure dominante à la surface de la Tomme de Savoie et est présente également à la surface du Saint Nectaire fermier. Par leurs aptitudes biochimiques, les moisissures jouent un rôle déterminant dans la formation des caractéristiques sensorielles des fromages.

2. Micro-organismes responsables d'altération

Du fait même de leur composition et des conditions de production, le lait et les produits laitiers peuvent être contaminés par des microorganismes qui, en se multipliant dans le milieu, provoquent des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et (ou) libération en leur sein de composés indésirables. Ces dégradations peuvent être dues à des bactéries, levures et moisissures et se traduisent par des défauts de goût, d'odeur, d'aspect et de texture.

- Bactéries

Les coliformes peuvent être responsables de gonflements précoces dans les fromages, conduisant notamment en pâte molle, à des accidents spectaculaires (fromage à aspect spongieux). Ce gonflement est dû principalement à la formation d'hydrogène très peu soluble dans le fromage. Lors de leur développement dans le lait et les produits laitiers, les bactéries psychrotrophes (genre *Pseudomonas* principalement, mais également *Bacillus*) peuvent produire des lipases et protéases extracellulaires, généralement thermostables. Ces enzymes peuvent provoquer des défauts de goût dans les fromages (goût de rance, amertume) ou être responsables (protéases) de la déstabilisation des laits UHT.

Les bactéries butyriques (*Clostridium tyrobutyricum*) peuvent se développer dans les fromages (à pâte pressée cuite et non cuite) et donner des défauts de goût et d'ouverture « gonflement tardif » par fermentation butyrique (production d'acide butyrique et d'hydrogène).

3. Micro-organismes potentiellement pathogènes

La contamination du lait et des produits laitiers peut être aussi l'œuvre de germes dangereux pour la santé du consommateur. Ainsi *Staphylococcus aureus* peut produire des entérotoxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée.

Salmonella peut provoquer les mêmes symptômes, caractéristiques d'une toxi-infection alimentaire, ainsi qu'Escherichia coli. Listeria monocytogenes peut provoquer la listériose qui atteint préférentiellement la femme enceinte (avortement), le nouveau-né et l'adulte immunodéprimé (septicémies, méningites). Outre ces quatre bactéries pathogènes classiquement recherchées en contrôle qualité, le lait est susceptible de contenir d'autres micro-organismes potentiellement pathogènes tels que Campylobacter jejuni, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus ou Aspergillus (production de mycotoxines).

Concernant les cellules somatiques, existe deux types de mammite :

- **Mammite sub-clinique:** Invisible à l'œil nu, elle correspond à une légère inflammation des quartiers et entraîne une augmentation des globules blancs dans le lait, Contrôle : Le test CMT (Californiamastitis test = test au teepool+ pourpre de bromocrésol) ou autres tests (catalase, dosage igG. ...) la détecte.
- **Mammite clinique :**Infection grave des trayons par germes pathogènes (staph aureus, strept fécaux, colibacille...); on peut retrouver des grumeaux dans le lait, des couleurs (trace de sang) et odeurs anormales.

On considère que si le lait contient environ : 200 000 Cellules -> 5% des quartiers sont infectés ; 400 000 -> 10% ; 600 000 -> 15% (valeur très élevée)

Conséquences sur la composition du lait :

- Baisse du % caséines, % MG
- Augmentation du % PS, Protéolyse par la plasmine, % AGL, Taux NaCl

Conséquences pour le consommateur:

- Risque sanitaire, certaines souches générant les mammites sont pathogènes.
- De plus le risque de retrouver des antibiotiques dans le lait augmente.

Conséquences pour le transformateur:

- Encrassement des pasteurisateurs
- Problèmes de qualité et de conservabilité des produits finis liés aux altérations enzymatiques
- Surestimation de la richesse en protéines coagulables
- Risques de traces d'antibiotiques

Conséquences pour le fermier:

- Chute de son rendement de production de 10 à 40%

- On peut atteindre plus de 40% de perte en volume à partir de 600 000 Cell / ml

Complément de la réglementation Européenne (Directive 92/46) et l'arrêté français du 18.3.1994: Le lait ne doit pas contenir plus de 400 000 Cellules somatiques/ ml (moyenne géométrique sur 3 mois, avec au minimum 1 résultat par mois) Le lait ne doit pas contenir plus de 100 000 UFC/ ml, Flore totale à 30°C (moyenne géométrique sur 3 mois, avec au minimum 2 résultats par mois), Le non-respect de ces critères deux fois consécutivement, interdit l'utilisation du lait pour la consommation humaine.

Les laiteries signalent les anomalies aux services vétérinaires qui sont habilités à inspecter les élevages.

4. Substances indésirables et contre-indications à la consommation de lait de vache

- Pesticides

Ces produits sont destinés à détruire les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes. Tous présentent un degré de toxicité pour l'homme.

- Antibiotiques

Leur usage chez l'animal en fait des constituants sporadiques du lait, et donc une source de sélection de souches résistantes et d'accidents allergiques pour le consommateur. Pour ces substances comme pour tous les médicaments vétérinaires des Limites Maximales de Résidus (LMR) sont définies pour chaque principe actif afin de définir un temps d'attente pendant lequel la commercialisation du lait est interdite.

- Nitrates et nitrosamines

La fabrication de certains produits laitiers s'accompagne d'une addition de nitrate dans le lait à cailler. Ceux-ci s'accumulent surtout dans le lactosérum. De fait, on peut trouver dans les produits secs, des nitrates en concentrations très élevées. Les nitrates peuvent former des liaisons avec divers composants du lait. Les nitrites qui découlent de la conversion des nitrates peuvent former des nitrosamines, dont certaines sont cancérigènes.

- Métaux et polychlorobiphényles

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé, on peut citer le sélénium, l'arsenic, le plomb, le mercure et le cadmium.

Certains produits chimiques, comme les phtalates, les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles (PCB), présentent une toxicité pour l'homme, d'autant plus que ces substances sont stables dans l'organisme où elles s'accumulent dans le tissu adipeux.

Partie III : les facteurs qui influencent la variation du lait qualitativement et quantitativement.

I. La variation de la quantité et la qualité du lait

La qualité du lait dépend des races d'élevages et de leur traçabilité, de bien-être, et d'alimentation, ...

1. Races d'élevages

Primholstein, montbéliarde, normande...chaque race diffère par sa taille, sa robe, sa morphologie, sa capacité d'adaptation au climat et au relief de la région d'origine. Le maintien de cette diversité est un atout garant de la biodiversité et de la richesse des produits laitiers. Il permet aussi d'adapter au mieux les vaches au territoire.

2. Le bien-être et les conditions d'élevage

Les animaux sont mis à l'abri de la mauvaise saison à l'étable où tout a été conçu pour leur santé et leur confort. Cela signifie :

- une aire de repos, alimentée en paille, où chaque vache dispose d'un espace suffisant.
- La propreté de l'étable : changement des litières et nettoyage des sols au quotidien.
- Stockage de la paille propre dans un hangar pour empêcher que s'y développent moisissures et bactéries.
- Aire de stockage du fumier et lisier en attendant leur valorisation sur les cultures.

Pour l'éleveur, une vache ne se réduit pas à son numéro d'identification. Il connaît ses qualités (elle à son veau facilement, elle produit bien) et ses défauts (une mamelle trop basse, une sensibilité aux microbes), La qualité du lait dépend aussi de la santé des troupeaux, de l'hygiène à la traite, des conditions de stockage du lait et de la propreté de l'exploitation et du matériel.

❖ La traite

Durant la période de la lactation, la traite se déroule à heures régulières, deux fois par jour, 7 jours sur 7 et rythme ainsi la vie de l'éleveur toute l'année. Les normes européennes concernant la qualité sanitaire du lait à la ferme sont sévères :

- L'éleveur doit suivre des règles d'hygiène stricte des locaux, matériels et ustensiles entrant en contact avec le lait : ils doivent être lavés et désinfectés à chaque traite.
- La température du lait au sortir du pis de la vache est de 37 à 38°C. Pour être conservé dans de bonnes conditions, il doit être réfrigéré et conservé à 4°C.
- Le lait étant un aliment fragile, il est collecté dans un délai de 48h, pour être acheminé par camion isotherme jusqu'à la laiterie où il servira aux diverses fabrications laitières.

❖ Le soin

Le lait livré à la laiterie doit provenir uniquement d'animaux sains et en bonne santé. Si la vache est malade, elle sera traitée, pour son confort, mais son lait sera récolté à part et jeté.

3. L'alimentation de la vache

a) les aliments essentiels de la vache

La vache est un ruminant herbivore. Son alimentation - composée exclusivement de végétaux - varie selon le climat, la saison, la zone géographique (plaine ou montagne) et les cultures disponibles dans la région. Lorsque les conditions climatiques le permettent, les vaches sont dans les pâturages et mangent de l'herbe. A l'étable, elles consomment essentiellement des fourrages conservés (foin et ensilage d'herbe ou de maïs) complétés par des aliments concentrés. Les aliments concentrés sont fonction de ce qui est cultivé sur l'exploitation et des besoins spécifiques des animaux (selon leur âge, la quantité de lait produite, leur état physiologique : croissance, gestation etc.).

Il s'agit essentiellement de céréales (blé, orge, maïs...), de protéagineux (pois, féveroles, lupin), de tourteaux (colza, soja) ou encore de betteraves, de luzerne ou de lin. Pour équilibrer le tout, des vitamines et des minéraux (calcium, phosphore, potassium, magnésium etc.) sont ajoutés à la ration des animaux qui ont toujours du sel à leur disposition. Pour qu'elle produise un lait de bonne qualité et en quantité, une vache doit avoir une alimentation équilibrée apportant de l'énergie, des protéines, des vitamines et des minéraux en quantités adéquates. Une vache pèse en moyenne 600 kg, consomme chaque jour environ 60 à 80 kg de fourrages et boit 50 à 100 litres d'eau.

Pendant la digestion la vache produit un certain nombre de nutriments qui vont lui permettre de produire l'énergie dont elle a besoin, notamment des acides gras volatiles (acides acétique et propionique essentiellement), des acides gras longs (provenant de la digestion des lipides alimentaires), des acides aminés et du glucose. Le foie capte la totalité de l'acide propionique et une partie des acides aminés et le transforme en glucose indispensable au fonctionnement des tissus, à la synthèse des lipides, à la croissance du fœtus et surtout à la synthèse du lactose chez les vaches en lactation.

L'acide acétique est utilisé principalement comme source d'énergie pour la plupart des tissus (muscles, tissus adipeux par exemple). Tout comme les acides gras longs, il sert aussi à la synthèse des lipides de réserve et des lipides du lait.

b) Les facteurs qui influencent la composition du lait

De nombreux facteurs influencent la composition du lait qui varie notamment selon la race et la génétique de la vache, les régions, les saisons, le stade de lactation, le moment de la traite et surtout l'alimentation. Ainsi la teneur en matière grasse du lait à la traite peut aller de 3 à 7 %.

La ration alimentaire de la vache varie en fonction des saisons :

- l'herbe fraîche des pâturages à la belle saison,
- le foin et l'ensilage, pendant l'hiver.

Toutefois, pour qu'une vache produise du lait presque toute l'année (en quantité suffisante et de bonne qualité), l'herbe ne suffit pas. L'animal a besoin d'une alimentation riche en énergie, en protéine, vitamines et minéraux. Quand elle est en pleine lactation, son alimentation est donc complétée par :

- Des céréales (blé, orge)
- Des aliments "concentrés" tels que des granulés végétaux (luzerne déshydratée) et des tourteaux (de soja, de tournesol ou de colza)

c) Le rôle de la ration pour l'alimentation des vaches

La quantité et la nature de la ration de base des animaux (pâturage et/ou fourrages conservés) ainsi que le niveau et la nature des concentrés utilisés (proportion de matières grasses ajoutées notamment) mais aussi la forme donnée aux aliments (hachés, broyés, concassés, en granulés, etc.) sont des facteurs de variation importants de la teneur en lipides du lait et de sa composition en acides gras. Les teneurs en protéines, en vitamines, et en certains minéraux peuvent également varier en fonction de l'alimentation.

Un lait collecté en été, pendant que les vaches mangent de l'herbe dans les pâturages, est ainsi globalement plus riche en AG insaturés (mono et poly) et en β -carotène.

d) Impact de la ration sur les produits laitiers

La composition nutritionnelle des produits laitiers (beurre, fromages, yaourts) est essentiellement liée à celle du lait d'origine. Ainsi par exemple le beurre d'été est généralement plus riche en AG insaturés (ce qui le rend aussi plus «mou» et plus tartinable) et plus riche en β -carotène que le beurre d'hiver (sa coloration jaune orangée est ainsi plus marquée).

e) La modification de l'alimentation des vaches

En fait, l'alimentation des vaches est variable selon les périodes de l'année. Elles s'adaptent donc naturellement à des changements de régimes alimentaires, à condition toutefois qu'ils ne soient pas trop brusques.

f) Impact de la ration sur les macronutriments

L'alimentation des vaches impacte plus les lipides du lait que les protéines ou les glucides.

- **Lipides** : La quantité de lipides du lait est très sensible à l'apport calorique de la ration mais aussi à sa composition. Une alimentation riche en sucres simples (betteraves, mélasse, ensilage de maïs) augmente le taux de lipides du lait alors qu'un excès d'amidon, un déficit en cellulose ou en fibres le font baisser... Le ratio fourrages/concentrés - qui détermine la teneur en fibres et en glucides de la ration - est donc un facteur important de la variation du taux de matière grasse du lait. Le taux de lipides diminue quand la part de concentrés augmente.

Quant aux éventuels apports supplémentaires de graisses, ils peuvent avoir des effets très variables voire opposés. L'alimentation peut aussi jouer sur la nature des lipides du lait. Ainsi avec de l'herbe, de la luzerne ou encore du lin, la quantité d'AG saturés baissera au profit des insaturés et notamment des omégas 3.

- **Glucides** : Le taux de glucides du lait varie peu et généralement dans le sens inverse des variations du taux de lipides.

- **Protéines** : Le principal facteur alimentaire pouvant jouer sur la teneur en protéines est l'apport d'énergie. Si les besoins énergétiques ne sont pas couverts, il y a diminution du taux protéique. Si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée. En revanche, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux de protéines du lait.

g) Le stress et les vaches

Tant que leur alimentation reste suffisante et équilibrée, les vaches acceptent bien les changements s'ils ne sont pas trop brusques. En revanche, au moindre déséquilibre, elles réagissent par différents symptômes traduisant des effets sur leur santé et leur bien être pouvant impacter la production de lait. Le producteur, qui connaît bien son troupeau veille sans cesse. Au moindre signe, il réajuste la ration et tout rentre généralement assez rapidement dans l'ordre.

h) Impact de la ration de la vache sur la fabrication des produits laitiers

L'alimentation de la vache a un effet sur la composition du lait qui se répercute directement sur la composition des produits laitiers et sur leur fabrication. Ainsi le beurre d'été est plus mou, plus tartinable et plus orangé que celui d'hiver du fait d'un rapport entre les AG saturés et insaturés modifié. Mais de grosses modifications de l'alimentation des vaches peuvent aussi rendre impossible la fabrication des fromages ou encore donner aux produits finis un «goût» que le consommateur n'accepte pas.

i) Facteurs influençant la qualité physico-chimique du lait

- **Le taux butyreux (TB)**

Les MG du lait ont deux origines chez les ruminants :

- ✚ la captation mammaire (environ 60 % en poids des AG sécrétés dans le lait) d'acides gras préformés soit à partir des lipides (alimentaires ou issus des synthèses ruminales), ou à partir des acides gras provenant de la mobilisation des lipides corporels ;
- ✚ la synthèse intra-mammaire (40 % en poids des AG sécrétés) à partir de l'acétate ruminal ou du β -hydroxybutyrate provenant du métabolisme du butyrate par l'épithélium ruminal (Schmidely et Sauvant, 2001).

Les MG du lait et leur composition sont sous l'effet de plusieurs facteurs intrinsèques (race, niveau de production, stade de lactation,...) et aussi extrinsèques (saison, alimentation, ...).

- Effets de la génétique

D'une race à l'autre, une variation importante dans la composition du lait est remarquée, surtout concernant les matières grasses. En effet, les races Jersey et Guernesey se distinguent par des laits à taux butyreux élevés alors que les laits des races Holstein et Ayrshire sont relativement dilués (FAO, 1998). Á cet égard, Hoden et Coulon (1991) ont montré que les taux butyreux (TB) plus élevés des animaux Prim'Holstein, par rapport aux races Montbéliardes et Salers, sont expliqués en partie par le cumul d'effets génétiques.

Dans un autre contexte de production, les vaches locales marocaines sont considérées comme de bonnes beurrières. Chez la Brune de l'Atlas le TB moyen est de 48 g/l, de 47 g/l pour la Tidili et de 44 g/l pour l'Oulmès-Zaër (Ezzahiri et al, 1984).

- L'alimentation

Les matières grasses représentent le constituant du lait le plus sensible aux variations alimentaires. En effet, plusieurs facteurs alimentaires les affectent dont le rapport fourrages/concentrés (Sutton (1989 ; Hoden et Coulon, 1991 ; Schmidely et Sauvant, 2001, Baer, 2001 ; Bocquier et Caja 2001), la nature des aliments, les fourrages (Elgersma et al.,

2004), les concentrés (Jurjanz et al, 1998, Bocquier et Caja 2001 ; Sauvant, 2005), le mode de présentation des aliments (Sutton, 1989 ; Sauvant et al, 2005 ; Labarre, 1994), l'apport énergétique, l'apport de matières grasses (Schmidely et Sauvant, 2001 ; Bocquier et Caja (2001 ; Chilliard et al., 2001), l'âge au premier vêlage (Louati, 1982 cité par El Harrane, 2003), le stade de lactation (Coulon et al, 1991 ; Coulon et al., 1998).

- **Le taux protéique (TP)**

Les protéines sont parmi les constituants les plus recherchés du lait. Les facteurs de variation de leur concentration sont d'origine génétique Rémond et Chilliard(1991), alimentaire ou physiologique (Sutton, 1989), la nature des aliments (Hoden et Coulon, 1991 ; Mustapha et al. 2000), l'apport énergétique (Coulon et al., 1998 ; Bony et al., 2005), l'apport azoté (Sutton, 1989), le rang de lactation (Coulon et al., 1998)., la période de vêlage (Coulon et Rémond , 1991)

Partie IV : Matériels et Méthodes

Au Maroc l'industrie laitière est sujette à beaucoup des problèmes qui sont en rapport avec la qualité aussi bien hygiénique, physicochimique qu'organoleptique. Ceci est dû en particulier à l'hétérogénéité des compositions de lait cru. Plusieurs facteurs contribueraient à ce phénomène tel que, les pratiques d'élevage, les pratiques d'hygiène et les facteurs nutritionnels.

I. I- Méthodologie de travail

Dans notre étude de thèse on a procédé à deux méthodes de travail :

La première méthode consiste à mettre en évidence les caractéristiques physicochimiques des laits crus issus de différentes coopératives et fermes de la région de Béni Mellal-Khénifra afin d'approfondir l'analyse de la qualité du lait cru par une extension de l'aire géographique et par multiplications des points et zones de collecte.

Le nombre total des échantillons étudiés pour des analyses physicochimiques (MG, PT, ESD, EST) est de l'ordre de 340 échantillons.

Avec un moyen de trois prélèvements pour chaque ferme ou coopérative par mois, soit 90 échantillons par mois, 12240 par an.

La durée de cette étude allant de 2009 jusqu'au 2013 avec un nombre de 61200 échantillons.

Les analyses des caractères physicochimiques (MG, PT, ESD, EST) sont effectuées à l'aide d'une technique spectrophotométrie d'infrarouge MILKOSCAN S50.

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel UNSCRAMBLER version : 9.7.exe. par la méthode de chimiométrie qui est un outil utilisé afin d'extraire de l'information pertinente et utile à partir de données physicochimiques mesurées ou connues brutes. Il est basé sur la construction, puis l'exploitation d'un modèle de comportement à l'aide d'outil statistique.

Parmi les objectifs principaux de cette discipline analytique, on trouve la description et l'exploration des données sous forme synthétique dont l'ACP (Analyse en composantes principales) utilisée dans cette étude est l'une des méthodes descriptives exploratoires.

L'ACP est une technique exploratoire très populaire. Il s'agit de résumer l'information contenue dans un fichier en un certain nombre de variables synthétiques, combinaisons linéaires des variables originelles. On les appelle « Composantes Principales »

ou « Axes Factoriels » ou tout simplement « Facteurs ». Nous devons les interpréter pour comprendre les principales idées que recèlent les données.

La deuxième méthode consiste à mettre en évidence les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et hygiéniques des laits crus issus de différentes fermes de la région de Béni Mellal-Khénifra qui est subdivisée en cinq zones :

- **Zone de Béni Mellal**
- **Zone de Fkih Ben Saleh**
- **Zone d'Azilal-O.ayyad**
- **Zone de Dar Ouled Zidouh**
- **Zone de Khouribga**

Cette étude a pour but d'approfondir les différentes caractéristiques déterminants la qualité globale du lait cru et aussi afin de faire des comparaisons intra et inter station de cette région de de Béni Mellal-Khénifra .

43 fermes ou exploitations bovines de la région du Tadla ont été concernées avec un moyen d'un prélèvement pour chaque ferme par mois, soit 129 échantillons par saisons et 516 échantillons par an. Le suivi de ces exploitations a été planifié en vue d'atteindre les objectifs de notre projet.

Les analyses des 14 caractères physicochimiques sont effectuées à l'aide d'une technique spectrophotométrie d'infrarouge MILKOSCAN FT2.

Alors pour notre étude on a utilisé l'ACP pour mettre en valeur les différentes caractéristiques du lait cru issus de 43 fermes ou producteurs potentiels, afin de faire une classification de la qualité du lait.

Afin de classer les caractéristiques de qualité du lait, on se focalise sur l'étude des facteurs influençant cette qualité, cette approche est réalisée au niveau des cinq zones de cette région de de Béni Mellal-Khénifra vue leur importance économique et leur richesse en bétails et en cheptels d'une part, et d'autre part par leur contexte climatique et géographique.

II- Caractéristiques des exploitations laitières retenues pour l'étude

Nous avons étudié la région de de Béni Mellal-Khénifra ou la situation géographique a été respectée dans le choix des fermes puisqu'elles appartiennent à différentes zones présentant des pratiques d'élevages différentes l'une de l'autre.

Dans le souci d'acquérir l'information auprès des éleveurs et de pouvoir mener les suivis des analyses, le choix des exploitations ou fermes s'est fait en concertation avec les responsables des exploitations bovines de collecte du lait et de l'unité industrielle. Ainsi le choix s'est porté sur 43 producteurs particuliers (fermes) livrant directement à l'unité industrielle ;

Au sein de chaque ferme, le choix s'est fait en tenant compte de la quantité du lait livré ainsi que du nombre de vaches détenues pour avoir une diversité d'étables ainsi que sur les pratiques d'élevage et d'hygiène en mesure de renseigner sur la réalité de l'élevage bovin dans la région.

1. Collecte d'informations et d'échantillons de lait

Après l'identification des exploitations constituant l'échantillon, un suivi mensuel a été réalisé. Le prélèvement des échantillons a été effectué chaque mois au cours de l'année.

Ce suivi se base sur la collecte d'informations relatives aux pratiques d'élevage et de traitements aux antibiotiques.

À la fin de la traite, un échantillon de lait de mélange de l'ensemble des vaches traitées est prélevé pour la détermination de sa qualité microbiologique, hygiénique et physico-chimique au laboratoire de l'unité industrielle laitière.

1.1- Fiche enquête

La fiche enquête établie a surtout mis l'accent sur les pratiques en vigueur pour l'élevage bovin laitier, et ce à l'occasion de chaque prélèvement d'échantillons de lait, à savoir :

- Les caractéristiques du troupeau, comme la race, l'effectif de vaches traitées, la structure du cheptel et le stade physiologique des vaches laitières (Mois Moyen de Lactation)
- Les équipements d'élevage, renseignés par le type de stabulation et le mode de traite (mécanique ou manuelle) ;
- La conduite du troupeau, qui a consisté à caractériser l'alimentation du cheptel laitier (valorisation de l'énergie des concentrés alimentaires dans la ration des vaches laitières ou UFcc/l de lait) ainsi que l'hygiène générale dans l'étable (usage ou non de litière et fréquence de remplacement), à la traite (lavage des mains, des trayons et des récipients de traite, filtration du lait) et la note de propreté des vaches.
- La collecte du lait, appréciée par la quantité de lait livré/jour directement à l'unité industrielle et la nature des récipients de stockage et de livraison.

1.2- Prélèvement et analyses de l'échantillon de lait

En parallèle à la fiche enquête, un échantillon de lait par exploitation et par passage est prélevé. Cet échantillon concerne le lait de mélange de la traite du matin de toutes les vaches traitées.

⌚ Matériel utilisé

Pour le prélèvement des échantillons, le matériel utilisé est le suivant :

- Louche en acier inoxydable ;
- Flacons en plastique de 100 ml;
- Seringue stérile à usage unique ;
- Glacière pour la conservation des échantillons lors de la collecte.

⌚ Mode de prélèvement

- Avant le prélèvement, le lait de mélange de l'intégralité des vaches traitées est bien agité. Puis, une première composante de l'échantillon (10 ml) est prélevée par une seringue stérile pour les analyses de qualité hygiénique. La deuxième composante est collectée dans un flacon en plastique de 100 ml pour les analyses physico-chimiques.
- Les échantillons sont réfrigérés tout de suite après la collecte, dans une glacière portative, pour éviter l'effet de la température ambiante lors du transport vers le laboratoire de l'unité industrielle.

III. Analyses physico-chimiques du lait cru

Pour la première étude, les analyses physico-chimiques de protéine totale (PT), de la matière grasse (MG) et de l'extrait sec dégraissé et totale (ESD, EST), ont été effectuées par la technique spectrophotométrie d'infrarouge MILKOSCAN S50. Ce dernier été étalonné par des méthodes officielles telles que l'azote total par la méthode de Kjeldahl.

Tandis que la deuxième étude, les analyses physicochimiques été effectuées par le même technique spectrophotométrie d'infrarouge avec un autre MILKOSCAN FT2 d'une nouvelle génération plus sophistiqué que le MILKOSCAN S50, il nous permet d'analysé nos échantillons pas seulement en 4 caractéristiques mais en 14 caractéristiques.

Dès l'arrivée des échantillons de lait cru au laboratoire, la température du lait est mesurée à l'aide d'un thermomètre. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre après étalonnage aux pH 7,02 et 4,00 par trempage dans un petit volume de lait prélevé dans un Becher.

Les échantillons de lait prélevés ont fait l'objet d'une série d'analyses, et ce, au maximum dans les 3 heures suivant la traite. Les analyses réalisées sont:

- ✓ La protéine totale,
- ✓ La matière grasse
- ✓ L'extrait sec dégraissé
- ✓ L'extrait sec total
- ✓ Point de congélation
- ✓ pH
- ✓ L'acidité
- ✓ Lactose
- ✓ La caséine
- ✓ L'urée
- ✓ L'acide citrique
- ✓ Les acides gras libres
- ✓ La densité
- ✓ La température

Cette appareil de Milkoscan FT2 a été étalonné et calibré selon des méthodes de références de ces analyses :

- ✓ L'azote total par la méthode de KJELDAHL,
- ✓ La matière grasse par méthode de gerber
- ✓ L'extrait sec dégraissé et l'extrait sec total par méthode d'étuvage

- ✓ Point de congélation par cryoscope
- ✓ pH par pH- mètre électronique
- ✓ L'acidité par titrage volumétrique
- ✓ Le lactose par la méthode de BERTRAND
- ✓ La densité par un densimètre
- ✓ La température par un thermomètre étalonné
- ✓ Pour la caséine, l'urée, l'acide citrique et les acides gras libres, ces caractéristiques sont vérifiées et étalonnés par un laboratoire accrédité externe, de même pour les autres matériels de pesage et de température.

Alors que le test de stabilité est effectué par :

- Un test d'ébullition
- Une série de dilution de l'alcool 96 ° : 68°,74°,76°,79°
- Un test de Ramsdel : 0,8 ; 0,9 ; 1.

Le Milkoscan S50

Le Milkoscan S50 est un appareil automatique à infrarouge contrôlé par un microprocesseur pour la détermination des constituants nutritifs du lait et de la crème, et les produits laitiers.

Principe :

Le principe de base est similaire à un spectrophotomètre à infrarouge, le fait qu'il comprend un rayon infrarouge (IR) focus pour traverser l'échantillon et pour ensuite frapper un détecteur. L'énergie détectée est ensuite amplifiée, convertie en une lecture digitale et ensuite grâce à un microprocesseur. Le lait est aspiré par une pipette, munie d'un filtre, il est préchauffé à 41 °C, puis passe dans l'homogénéisateur à l'aide d'une pompe, ensuite va vers la cuvette du système infrarouge. La radiation infrarouge est absorbée par chaque paramètre de produit sur des longueurs d'ondes différentes dans un spectre infrarouge allant de 3 à 10 microns. Le Milkoscan S50 mesure la transmission sur ces ondes. Des filtres d'interférence optiques sont utilisés pour permettre la transmission des mesures sur des longueurs d'ondes appropriées. L'énergie infrarouge grandes ondes, est émise par la source. Le rayon quitte le logement de la source pour atteindre la roue à filtre à température réglée qui est constamment mobile, la rotation de la roue est contrôlé électriquement.

Une fois l'échantillon est dans la cuvette, l'analyse débute dès que la roue à filtre positionne le premier filtre dans le chemin du rayon IR. L'énergie infrarouge restante après être passée à

travers le filtre et la cuvette est recueillie par le détecteur. Les conversions électriques et les suppressions comparent la valeur de référence et la valeur échantillon

Le Milkoscan est lié à un ordinateur, présentant différents programmes.

- Les taux butyreux, taux protéique et l'extrait sec dégraissé ou totale sont déterminés par un Milkoscan S50 FOSS, qui est un spectrophotomètre à infrarouge préalablement étalonné pour le lait, et dont le rayon infrarouge est focalisé pour se réverbérer sur l'échantillon de lait. La mesure de chaque constituant du lait se fait par référence à une quantité de lumière infrarouge absorbée à une longueur d'onde différente où il n'y a presque pas d'absorption par les autres composants. L'énergie détectée est amplifiée, convertie en lecture digitale et ensuite calculée par le microprocesseur intégré ; figure :

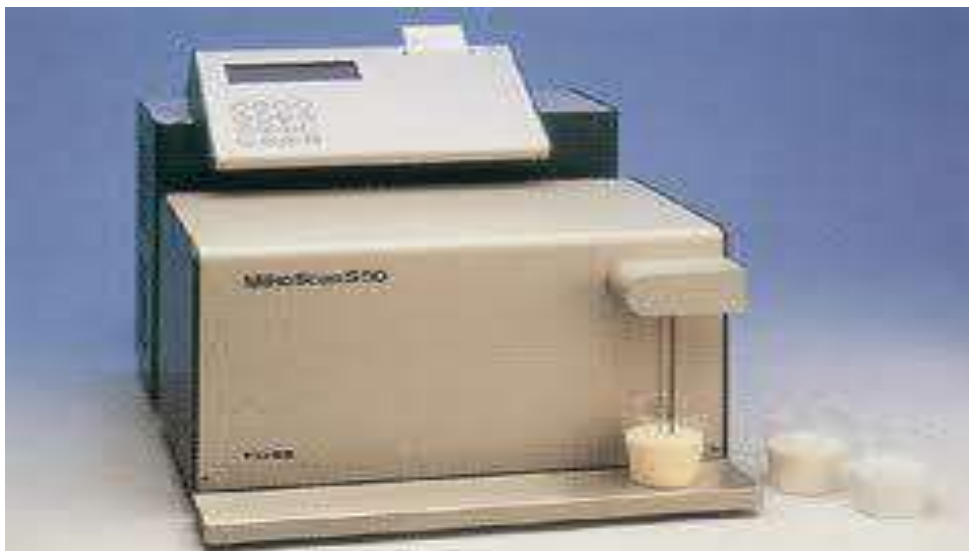
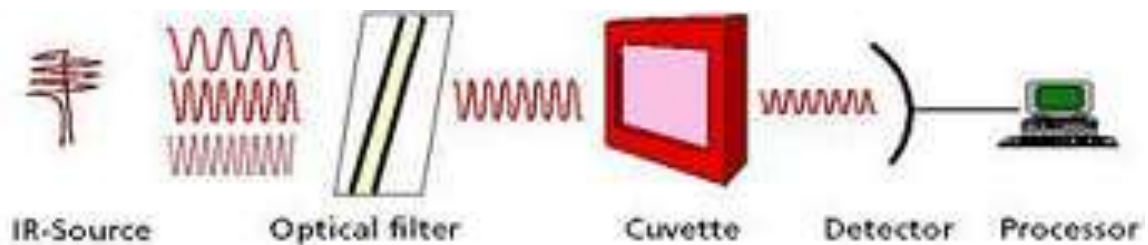


Figure17 : Appareille de Milkoscan S5.

🌿 Dosage automatique par Milkoscan S50 :

- ❖ Présentation de l'échantillon au Milkoscan : Mettre le flacon contenant l'échantillon sous la pipette de Milkoscan après détermination du programme qui correspond à la nature du produit présenté à l'appareil (Lait cru, écrémé, pasteurisé, poudre ou autres).
- ❖ Pompages : Le produit présenté au Milkoscan est absorbé pour être analysé.

- ❖ Analyses et affichage des résultats : Les résultats des constituants nutritifs (Matière grasse, Protéines ; Extrait sec dégraissé) affichés en % sur l'écran de PC.
- ❖ Applications : Le MilkoScan S50 est appliqué pour l'analyse de : Lait cru ; Lait pasteurisé; Lait écrémé ; La Poudre du lait ; Lait concentré ;
- ❖ Caractéristiques et avantages : Analyse rapide et précise de la matière grasse, protéines et de la matière sèche. MilkoScan S50 peut analyser jusqu'à 50 échantillons par heure.
- ❖ Le MilkoScan S50 est près calibré par les méthodes officielles pour le lait cru, il possède un système de réglage automatique de Pente pour un calibrage rapide.

Miloscans FT2 :

Le MilkoScan FT2 a été lancé officiellement en Février 2006. C'est la solution idéale pour les Laiteries ayant besoin d'analyses rapides, précises et fiables. MilkoScan FT2 est un analyseur destiné au contrôle de production, au contrôle des produits finis et à l'analyse de paiement. Il a spécialement été développé pour mesurer les matières premières et produits laitiers finis en un minimum de traitement des échantillons avant l'analyse.

L'analyseur comprend deux parties principales : • L'unité de mesure. • Le PC (ordinateur personnel) pour gérer l'ensemble des opérations. L'unité de mesure et le logiciel de base sont fournis par FOSS. Malgré sa polyvalence, le fonctionnement quotidien du MilkoScan FT2 est très simple et exige seulement un minimum de formation. A l'exception de l'insertion d'échantillon, toutes les opérations sont réalisées à l'aide du PC. La préparation des échantillons est simplifiée car les produits visqueux ne nécessitent plus de dilution pour pouvoir être analysés et le coût analytique par échantillon est plus faible car il n'y a pas besoin de réactifs coûteux.

Avantages et bénéfices:

- ✓ Performances de prédiction et détection de hors normes. Assurance qualité améliorée.
- ✓ Permet un développement simple de calibrations spécifiques ou de nouveaux paramètres. Pas de coûts supplémentaires de rééquilibrage.
- ✓ Peut analyser jusqu'à 100 échantillons par heure.
- ✓ L'interface est simple d'emploi. Gain de temps opérateur, fournit des résultats rapides et précis.
- ✓ Économies de temps et d'argent. Système optique amélioré pour une meilleure précision et répétabilité. Standardisation du processus plus fine pour une meilleure rentabilité de la production.



Figure18 : Appareille de Milkoscan FT2.

Détermination des caractéristiques :

↪ pH

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH- mètre électronique (CRINSON 2001 micro pH-meter, Barcelona, Spain), ce test évalue la présence des ions hydrogènes et il renseigne sur la fraîcheur du lait, il varie entre 6,55 et 6,76.

↪ Détermination de l'acidité titrable

L'objectif de ce test est la vérification de l'évolution de l'acidité des laits pour tester l'état de fraîcheur du lait. Ce test évalue la quantité d'acide lactique dans lait, y compris l'acidité originale et celle venant de la dégradation des bactéries après la traite.

L'acidité titrable exprimée en degré Dornic par titrage volumétrique effectué par une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N) en présence de phénolphtaléine à 1% et qui est utilisé comme indicateur coloré (AFNOR, 1986), exprimée en degré Dornic.

Degré Dornic. $1^{\circ}\text{D}=0,1\text{g/l d'acide lactique}$

↪ La stabilité du lait :

En premier lieu on procède à un test d'ébullition pour faire une sélection de lait selon leur stabilité aux traitements thermiques. Après ce test, on effectue une série de test avec des différents degrés d'alcooléthylique, en commençant par le degré le plus petit (74,76, 78, 79) afin de prévoir la capacité des protéines notamment la caséine de résister à la dénaturation, si

il est négatif à 79° on passe à un autre test de Ramsdell, qui nécessite un traitement thermique supérieur ou égale à 100°C en présence de KH_2PO_4 , avec une série de concentration: 0,8ml, 0,9ml et ou 1 ml.

- ✓ Présence de floculation : test positif.
- ✓ Absence de floculation : test négatif

La densité

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante : densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C)

La température

La température a été déterminée à l'aide d'un thermomètre de laiterie digitale : entre 0-100°C.

Point de congélation

Déterminée par un appareil cryoscope (fisk), très sensible conçu spécialement pour déterminer les concentrations des phases aqueuses ayant un point de congélation variant entre 0 et -1000°mC et pour détecter de très faible différences entre les points de congélation de telle solution.

Détermination de la matière grasse (MG)

Les teneurs en matière grasse du lait et du lactosérum sont déterminés par une technique spectrophotométrique d'infrarouge (MILKOSCAN) et par la méthode acido-butyrométrique de Gerber. Cet appareil de MILKOSCAN est étalonné par la méthode de Gerber qui consiste en une dissolution des protéines par l'action de l'acide sulfurique ($d_{20} = 1,82 \pm 0,005$) et la séparation de la matière grasse libérée par centrifugation (centrifugeuse Gerber) en présence de l'alcool isoamylique.

Détermination de l'azote total (AT) par la méthode de Kjeldahl

Le dosage de l'azote dans les différentes fractions est déterminé selon la méthode de Kjeldahl, dont le principe consiste en une digestion à chaud en présence de l'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur au sélénium, cette étape permet la minéralisation de l'azote total sous forme de sulfate d'ammonium. Par la suite, le milieu est rendu alcalin par la soude (? 20 N) afin de libérer l'ammoniac. Par distillation ce dernier est entraîné par la vapeur vers une solution de borate (2%) où il est fixé et titré par une solution d'acide sulfurique (0,1 N) (AFNOR, 1986).

- Détermination de la protéine totale (PT) du lait :

On la détermine directement par la technique spectrophotométrie d'infrarouge (MILKOSCAN) ou on convertit l'azote total obtenu par la méthode de Kjeldahl en protéine par un facteur de conversion empirique qui est 6,38 spécifique pour le lait.

Détermination de l'extrait sec total (EST) et l'extrait sec dégraissé (ESD)

Pour le lait et le lactosérum, la teneur en extrait sec total est déterminée par une technique spectrophotométrique d'infrarouge (MILKOSCAN) ou par dessiccation de 5 ml de l'échantillon à l'étuve à 103 ± 2 °C pendant 3 heures après évaporation au bain –marie.

Pour le fromage, l'extrait sec total est déterminé après dessiccation de 5 g d'échantillon en présence de sable purifié, ceci à 103 ± 2 °C jusqu'à poids constant.

La teneur en matière sèche est estimée par évaporation au bainmarie à 70°C puis dessiccation de l'échantillon (10 ml) 3 heures à l'étuve à 103 ± 2 °C.

Test des antibiotiques

Le Delvotest T permet de détecter les substances antimicrobiennes présentes dans le lait. C'est un test à large spectre, qui permet de détecter un grand nombre d'antibiotiques couramment utilisés pour le lait en moins de 4 heures.

Principe : Le Delvotest T est basé sur l'inhibition de la croissance du *Bacillus stearothermophilus*, bactérie très sensible à de nombreux antibiotiques et aux sulfamides. De plus, ce test propose une détection améliorée des tétracyclines, par rapport aux précédents tests appelés Delvotest SP ou SP NT (également appelé MCS). Des spores standardisées sont incluses dans de la gélose additionnée de nutriments sélectionnés.

Interprétation des résultats : La lecture du résultat « oui/non » se limite à une comparaison de couleurs. En l'absence d'antibiotiques, les spores germent et se développent, entraînant l'acidification du milieu et un changement de couleur. Si l'échantillon vire nettement du violet au jaune, cela signifie que l'échantillon ne contient pas de résidus d'antibiotiques ou que la quantité de composés antimicrobiens se situe en deçà des limites de détection du Delvotest T. Inversement, en présence d'antibiotiques, les spores ne se développent pas, elles sont inhibées par l'antibiotique et donc une couleur violette indique un taux d'antibiotiques supérieur ou égal à la limite de détection du test.

Détermination du lactose

Principe : Après défécation au ferrocyanure de zinc, le lactose est dosé dans le filtrat, grâce à son pouvoir réducteur, par la méthode de Bertrand (Boubekri, 1984)

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer de 150 ml, introduire :

- ❖ Liqueur cuprique: 20 ml
- ❖ Liqueur tartrique alcaline: 20 ml
- ❖ Filtrat de lait (quantité exactement mesurée et correspondant à 1 ml de lait) : 10 ml
- ❖ Eau distillée: 10 ml

Agiter et porter à douce ébullition et maintenir celle-ci pendant 3 minutes exactement.

Après repos du précipité, décanter le liquide sur un verre fritté et en prenant soin d'entraîner le moins possible de précipiter. Laver sommairement avec 5 à 10 ml d'eau distillée bouillie le précipité contenu dans la fiole conique. Laisser reposer, décanter comme précédemment.

Dissoudre ensuite le précipité de la fiole dans la quantité minimale (10 ml d'environ) de liqueur ferrique. Transvaser la liqueur ferrique sur le verre fritté pour dissoudre les petites quantités d'oxyde cuivreux qui ont été entraînées. Laver à fond fiole et filtre à l'eau distillée bouillie.

Titre directement dans la fiole par la solution de permanganate de potassium 0,1 N jusqu'à coloration rose persistante.

On se reporte à la table officielle pour le calcul rapide du lactose hydraté du lait. Cette table est en fonction du volume de permanganate de potassium 0,1 N versé, donne directement le taux du lactose hydraté en gramme par litre de lait.

Il est recommandé d'adopter le mode d'expression en lactose hydraté. La précision de ce dosage est de $\pm 0,5$ g de lactose au litre.


Dans le cas des fromages, l'échantillon correspond à 10 g de fromage dilués dans 50 ml d'eau distillée.



Les tests de fraudes :

- **Test de sucre:** Recherche du saccharose dans le lait.
 - Introduire dans un tube à essai 1ml d'échantillon à analyser, on ajoute 2ml de diphénylamine et chauffer à ébullition pendant 1mn30s.
 - Absence de coloration ou coloration grisâtre \Rightarrow Réaction négative.
 - Coloration blanche ou noire \Rightarrow Réaction positive, présence du saccharose.
- **Test alcalin :** Recherche des adjonctions, telles que les carbonates et les bicarbonates dans le lait.
 - Introduire dans un tube à essai 2ml d'échantillon à analyser.

- Ajouter 2ml d'alcool et deux à trois gouttes d'acide rosalique (2g d'acide rosalique dans 1000 ml d'alcool 96°), puis agiter
- Coagulation et coloration orange ⇒ test négatif.
- Absence de coagulation et coloration rose ⇒ test positif.

 **test du sel** : La recherche d'adjonction de sel dans les laits.

- Introduire 5 ml de solution nitrate d'argent dans un tube
- Rajouter 2 gouttes de solution de chromate de potassium
- Agiter l'ensemble jusqu'à apparition de coloration rouge
- Ajouter 1ml de lait à analyser
- Agiter manuellement
- Noter l'intensité de la couleur rouge dans le tube :
- La décoloration est d'autant plus rapide que le taux de chlorures du lait est plus important.

IV. Analyses microbiologiques du lait cru

Dans chaque échantillon de lait, les groupes microbiens ont été choisis et subdivisés selon trois types d'analyses microbiennes :

- Qualité hygiénique
- Qualité d'altération
- Qualité pathogènes

Pour la qualité hygiénique nous avons déterminé Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), les coliformes totaux (CT), les coliformes fécaux (CF), les staphylocoques, les entérocoques, les salmonelles et clostridium. Pour la qualité d'altération nous avons déterminé les bactéries lipolytiques tels que les pseudomonas, thermorésistants.

1. Préparation des échantillons

Pour préparer la dilution mère, 10 ml du lait cru est mélangé avec 90 ml de l'eau physiologique, le flacon est bien agité. La dilution obtenue est de 1/10. A partir de cette dilution nous préparons d'autres dilutions décimales, en transférant à l'aide de pipettes stériles, un volume de 1 ml que nous avons ajouté auparavant à 9 ml d'eau physiologique stérile dans des tubes à essai. Les dilutions obtenues sont de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} . Il est à noter qu'avant de procéder à la préparation des autres dilutions, la dilution mère est laissée pour macérer pendant 5 à 10 minutes, afin de permettre aux microorganismes de passer en

solution. Nous avons utilisé l'eau physiologique comme principal diluant pour toutes les bactéries, sauf les salmonelles pour l'analyse desquelles nous avons utilisé l'eau péptonée tamponnée.

2. Les germes pathogènes

Le lait cru et les produits laitiers avec lequel ils sont fabriqués, de même parfois que ceux ayant subi un traitement d'assainissement, peuvent contenir des germes pathogènes pour l'homme. L'animal, l'environnement et l'homme peuvent être à l'origine de cette contamination. Différentes espèces bactériennes sont capables de pénétrer dans la mamelle par le canal du trayon et sont excrétées avec le lait, certains de ces germes, en particulier les staphylocoques, les streptocoques et les entérobactéries, provoquant des mammites avec contamination du lait par leur développement dans les mamelles (Cauty et perreau, 2003).

Les mesures de prévention contre la présence et le développement des pathogènes reposent d'abord sur un bon état sanitaire des animaux et du personnel les entretenant et manipulant le lait ; une bonne hygiène générale des animaux, du personnel, des locaux et du matériel (une attention particulière doit être portée à l'hygiène de la traite) ; l'emploi d'eau potable et la conservation du lait au froid. Bien entendu, les traitements d'assainissement du lait (pasteurisation, ébullition et stérilisation) réduisent considérablement les risques de présence de germes dangereux dans la mesure où le lait et ses dérivés ne subissent pas par de contaminations.

3. Flore d'intérêt hygiénique

3.1. Flore mésophile aérobique totale

La flore mésophile aérobique totale est constituée par l'ensemble des microorganismes poussant entre 25 et 35 °C en milieu aérobique. Le comptage des FMAT reste une des meilleures méthodes d'appréciation du niveau d'hygiène lors de la collecte, le transport et l'environnement de la vache.

Le dénombrement des FMAT est réalisé sur gélose standard pour numération PCA (Plate Count Agar) (voir annexe 61) par ensemencement en profondeur de 1 ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-6} . La lecture des boîtes est faite après 48 heures d'incubation à 30 °C (Valérie, 2001).

3.2. Les coliforms

Les coliformes sont des bactéries qui vivent normalement dans l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud souvent en association avec d'autres bactéries entéropathogènes (Salmonella, Shigella...) et elles sont asporulantes. Leur présence dans un aliment traduit par

conséquent, une contamination d'origine fécale, et corrélativement un risque de contamination par certains microorganismes pathogènes d'association. Deux catégories de bactéries constituent ce groupe ; les coliformes totaux et coliformes fécaux, ce sont des bâtonnets à Gram négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, ne possédant pas d'oxydase, réduisant les nitrates en nitrites, pouvant se multiplier en présence de sels biliaires et fermentant le glucose. Le dénombrement des coliformes a été réalisé sur milieu Macconkey (voir annexes). La séparation entre coliformes totaux (CT) et coliformes fécaux (CF) est basée sur la température d'incubation qui est 37°C pendant 24 heures pour le dénombrement des CT et 44 °C pour les CF. L'ensemencement est effectué en profondeur des dilutions de 10⁻¹ à 10⁻⁶ (American Public Health Association, 2001).

3.3. Les entérocoques

Les entérocoques représentent l'ensemble des streptocoques du groupe D. Ce sont des bactéries Gram positif en forme de cocci organisées en chaînettes ou en paires. Ils sont anaérobies facultatifs et peuvent croître à une température variable entre 10 et 45 °C. Le terme entérocoque, streptocoques fécaux et streptocoques du groupe D sont utilisés de façon synonyme (American Public Health Association, 2001).

Les entérocoques sont dénombrés sur milieu liquide par la méthode de MacGrady dite méthode du nombre le plus probable (NPP) en utilisant 3 tubes par dilution (10⁻¹ à 10⁻⁴). Cette méthode fait appel à l'utilisation de 2 milieux sélectifs simultanément le bouillon de Rothe à l'azide de sodium et le bouillon de litsky (voir annexes) à l'azide et à l'éthyle de violet :

❖ *Milieu présomptif*: 1 ml de chaque dilution (10⁻¹ à 10⁻⁴) est ensemencé dans le milieu de Rothe à raison de 3 tubes par dilution. Après 24 à 48 heures d'incubation à 37 °C.

Les tubes présentant un trouble sont présumés contenir des entérocoques et sont soumis au test confirmatif.

❖ *Milieu confirmatif*: 0,1ml de chaque tube positif (trouble bactérien) est transféré dans un tube contenant le milieu de litsky contenant l'éthyle de violet qui inhibe les bactéries autre que les entérocoques. Après incubation à 37 °C pendant 24 à 48 heures, les tubes présentant un trouble et pastilles violettes sont considérés positifs. On détermine ainsi le nombre caractéristique qui correspond à un NPP déterminé à partir de la table de MacGrad.

4. Flore toxigène et pathogène

4.1. Les staphylocoques

Les staphylocoques sont très répandus, on les trouve partout :

- Dans le milieu extérieur : l'air, l'eau, le sol.
- Sur les muqueuses de l'homme et des animaux (muqueuse nasale).

Certains staphylocoques sont pathogènes, d'autres saprophytes. En général l'espèce *staphylococcus aureus* est responsable des infections humaines alors que les autres espèces ne sont pas pathogènes, mais elles peuvent éventuellement le devenir, se comportant alors en pathogènes opportunistes. Ce caractère de pathogénicité est déterminé par la synthèse de coagulase. Les souches coagulase positives sont identifiées comme *staphylococcus aureus* et produisent souvent un pigment caroténoïde jaune ou orange d'où l'appellation commune de staphylocoque doré (Prescott et al., 1993). Le pouvoir pathogène des souches *staphylococcus aureus* est dû à l'effet combiné de substances extracellulaires telles que les enzymes et les toxines associés aux propriétés invasives de la souche.

Les staphylocoques sont des cocci à Gram+, catalase positive, immobiles et non sporulés.

Le principal danger de contamination du lait et de ses dérivés par les staphylocoques pathogènes (*staphylococcus aureus*), réside dans leur capacité à produire des entérotoxines par certaines souches de cette espèce.

Les souches enterotoxinogènes possèdent les mêmes caractères biochimiques des staphylocoques pathogènes et en particulier les 3 enzymes à savoir la coagulase, la phosphatase et la DNase. A l'autre extrémité du spectre de la maladie, on trouve la bactériémie staphylococcique et les abcès disséminés dans la plupart des organes du corps.

Les staphylocoques ont la particularité de pousser dans les milieux hypersalés et l'espèce *Staphylococcus aureus* est capable de fermenter le mannitol (Chapman., 1945). Ainsi, les staphylocoques ont été dénombrés sur le milieu CHAPMAN (Mannitol Salt Agar) (voir annexes) contenant 75 % de NaCl et le mannitol comme seule source de carbone. Les dilutions 10^{-1} à 10^{-6} ont été ensemencées en profondeur à raison de 1 ml de chaque dilution par boîte. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies d'aspect caractéristique, jaune doré ou orange sont comptées (Valérie, 2001).

4.2. Les clostridium Sulfito-réducteurs (CSR)

Ce sont des bacilles anaérobies, Gram positifs, formant des endospores.

Deux espèces sont responsables de toxico-infections alimentaires :

- *Clostridium perfringens* : immobile, encapsulé.
- *Clostridium botulinum* : mobile, cilié.

D'une façon générale, les clostridium sulfito-réducteurs sont considérés comme des germes témoins de contamination pour l'appréciation de la qualité hygiénique des denrées animales et d'origine animale ; les CSR fermentent le glucose, le lactose et la plupart des hexoses. Ils réduisent les sulfites en présence d'un donneur d'hydrogène pour former H₂S. La principale espèce de ce groupe est *Clostridium perferingens*. Ce dernier produit un grand nombre de toxines qui ont des activités très variées et il se caractérise par une spore centrale ou subterminale. Le dénombrement des CSR a été réalisé sur le milieu SPS (Sulfite-PolymyxinSulfadiazine). Ce milieu est très pratique du fait que le citrate de fer ammoniacal qui remplace l'alun de fer supporte l'autoclavage.

L'utilisation d'une méthode similaire à celle du tube double qui consiste à mettre un tube à essai de 12 mm de diamètre à l'intérieur d'un tube de 25 mm de diamètre afin d'avoir une couronne de faible épaisseur favorisant l'anaérobiose. Pour l'analyse, 3 tubes du milieu SPS (voir annexes) préparés au bain-marie auxquels on introduit respectivement 2, 1 et 0,5 ml de la solution mère activée par un traitement thermique à 80°C pendant 10 min, qui détruit les formes végétatives et actives des spores de clostridium qui germeront ensuite plus facilement. Ensuite on plonge dans les gros tubes un petit tube, puis on incube à 30 °C pendant 24 à 48 heures. Seules les colonies entourées d'une auréole de taille importante, due à la réduction de sulfite qui provoque une précipitation de sulfure de fer, seront comptées ainsi que les colonies noires (Campello, 1982).

4.3. Salmonelles

Les salmonella sont essentiellement des parasites du tube digestif de l'homme et des animaux. Le genre *Salmonella* revêt une importance considérable pour l'industrie agroalimentaire de par le monde, tant par la maladie provoquée chez l'animal, que par l'association très étroite avec les toxi-infections alimentaires chez l'homme. Le genre *Salmonella* appartient à la famille d'entérobactériaceae. Les sept caractères qui permettent de définir cette famille sont : Bacilles à Gram négatif, mobiles grâce à une ciliature péritriche ou immobile, se cultivant dans les milieux ordinaires, aéro-anaérobiose facultatifs, fermentant le glucose avec ou sans production de gaz, nitrate-réductase positive, et oxydase négative. La plupart des salmonella sont prototrophes (aucune exigence en facteurs de croissance) (D'Aoust, 1993). Les Salmonelles possèdent deux caractéristiques qui expliquent probablement leur large distribution :

- L'ubiquité,

- La capacité de survie dans l'environnement.

En général, les salmonelles ne sont présentes qu'en faible concentration dans les aliments et sont dominées par des flores associées plus abondantes. D'où la nécessité d'utiliser des techniques particulières qui favorisent la multiplication des salmonelles et inhibent les autres flores. Leur recherche comprend 3 étapes selon la méthode de l'organisation internationale de standardisation (Poelma et Silliker, 1976).

a) Pré-enrichissement

Ce pré-enrichissement permet de réparer les cellules stressées et endommagées. La préparation de la suspension mère s'effectue le plus souvent à l'aide d'eau peptonnée tamponnée stérile. 25 ml de l'échantillon solide sont inoculés à 125 ml d'eau peptonnée tamponnée (voir annexes) stérile en flacons de 200 ml. Les flacons sont incubés à 37 °C pendant 12 à 18 heures.

b) Enrichissement

On ensemence par 1 ml du milieu de pré-enrichissement deux tubes de bouillon tétrathionate de sodium, contenant 0,001% de vert brillant et deux tubes de bouillon au sélénite de cystéine. Ces tubes sont préparés en deux séries, l'une est incubée à 37°C pendant 24 heures et l'autre à 44 °C pendant 48 heures.

c) Isolement

A l'aide d'une anse on prélève une boucle et on ensemence par épuisement à la surface de la gélose Hektoen (voir annexes). Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 h. Les colonies suspectes de salmonelles sur le milieu Hektoen sont caractérisées par une couleur bleue-verte avec ou sans centre noir.

5. La flore d'altération

5.1. Les protéolytiques

La dégradation protéique causée par les microorganismes dans le lait, peut produire plusieurs défauts de goût et d'odeur, ainsi que certaines modifications dans la qualité du lait, notamment sa composition et sa microflore. Parmi les bactéries protéolytiques les plus fréquemment rencontrées, on distingue :

- Les microcoques, les bacillus, les clostridium et les bactéries psychrotrophes (Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter)
- Les levures et moisissures.

A noter que de nombreuses enzymes protéolytiques microbiennes sont connues pour leur résistance à un traitement thermique bas tel que la pasteurisation. Ces protéases thermorésistantes appartiennent pour la plupart à la classe des genres psychrotrophes.

L'hydrolyse de la caséine est étudiée sur milieu composé d'une base nutritive (voir annexe 61) additionnée au lait reconstitué à 10 %. Le milieu est coulé en boîte de pétri. L'ensemencement est fait en profondeur. Après 72 heures d'incubation à 30 °C, les souches hydrolysant la caséine (protéolytiques), présentent un halo clair autour de la colonie. Ce halo est dû à la solubilisation de la caséine par hydrolyse sous l'effet de la caséinase.

5.2. Les lipolytiques

La lipolyse est l'œuvre des lipases libérées par les microorganismes lipolytiques. Il est cependant utile de distinguer la différence entre les lipases et les estérases. Les estérases sont des enzymes qui hydrolysent les esters d'acides gras à longue chaîne. Ces esters sont solubles dans l'eau. Alors que les lipases sont des enzymes qui exercent leur action sur des triglycérides en émulsion. Ces lipases agissent à l'interface eau-lipide, on les appelle plus précisément glycérol – ester – hydrolases.

Dans les produits laitiers, les lipases peuvent avoir deux origines : lactée (endogène) ou microbienne (exogène). Les lipases microbiennes peuvent être produites aussi bien par les levures que les moisissures. Le dénombrement des microorganismes lipolytiques est très utile pour le contrôle de la qualité du lait cru. Les dilutions de l'échantillon à étudier sont ensemencées en gélose au Tween 80. Les boîtes sont incubées à 30 °C pendant 48 à 72 heures. Les lipolytiques donnent des colonies avec un halo opaque dû à la libération des acides gras libres. Le Tween80 est un lipide synthétique soluble. Après hydrolyse sous l'effet des lipases produites par la culture, les acides gras libres de longue chaîne sont insolubles dans le milieu, d'où apparition d'un halo opaque autour de la colonie.

Ces analyses ont pour objectif l'identification et la quantification de la flore microbienne existante dans les produits à analyser. Elles doivent être effectuées dans des conditions aseptiques.

Tous les tests doivent être effectués dans un milieu aseptique, ce dernier est réalisé à l'aide de la flamme du bec benzène au sous une hotte stérile.

Partie V : Analyse empirique

I. Evolution annuelle de la matière grasse, protéine, extrait sec dégraissé et extrait sec total

1. Evolution annuelle de la matière grasse

➤ Evolution annuelle de la matière grasse au cours de l'année 2009

| GROUPE 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| MOYENNE MG | | 32,16 | 32,40672518 | 32,82349732 | 32,75686928 | 33,01833585 | 33,20497403 | 33,02001368 | 32,64216995 | 32,65387976 | 32,38784889 | 32,4524041405205 | 32,8235290241581 |
| ECART TYPE | | 1,8550870 | 1,539323062 | 1,0901985 | 0,90642989 | 0,907633869 | 0,577357957 | 1,013830265 | 1,2951944 | 1,309124422 | 1,732216382 | 1,544361541 | 0,858933888 |
| GROUPE 2 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 35,042782 | 34,86934948 | 35,08009847 | 35,07812814 | 34,98226515 | 34,94415341 | 35,12989805 | 35,04361789 | 35,26836201 | 35,18579007 | 35,2694912020132 | 35,1195611046685 |
| ECART TYPE | | 0,616519341 | 0,564569015 | 0,631801148 | 0,56986611 | 0,570454906 | 0,591451914 | 0,552279621 | 0,592274669 | 0,534006813 | 0,58156181 | 0,531690743 | 0,578593455 |
| GROUPE 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 37,13926139 | 36,87811684 | 36,95110088 | 36,88110413 | 36,75275095 | 36,76124019 | 36,80663167 | 36,88046469 | 36,84983083 | 36,97943058 | 37,0387492435070 | 36,9432733192789 |
| ECART TYPE | | 0,514295446 | 0,587185084 | 0,569642435 | 0,5948654 | 0,548329164 | 0,55604731 | 0,487098133 | 0,556074077 | 0,628023228 | 0,586356154 | 0,532370528 | 0,610319668 |
| GROUPE 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 38,8878425 | 38,85409103 | 38,83578308 | 38,60396045 | 38,54994704 | 38,76728558 | 38,80591534 | 38,71100499 | 38,69874073 | 38,9430634 | 39,0358968019701 | 39,0946866852407 |
| ECART TYPE | | 0,544560107 | 0,605285975 | 0,568903596 | 0,527695332 | 0,374250715 | 0,537865094 | 0,743266317 | 0,62903151 | 0,551348454 | 0,527333743 | 0,565402015 | 0,511105821 |
| GROUPE 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 41,09414898 | 41,23892847 | 41,5362723 | 41,26841034 | 41,41453163 | 41,3796976 | 40,94069763 | 41,594579051049 | 40,75785067 | 41,12519124 | 41,1297624338405 | 41,2614625890293 |
| ECART TYPE | | 0,798214577 | 0,983508559 | 1,354473442 | 1,064052445 | 1,339683645 | 1,101804538 | 1,086759083 | 2,381525892 | 0,677449118 | 0,925723282 | 1,0104186966153 | 0,9806944022175 |

Tableau 21 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2009

L'analyse de l'évolution de la matière grasse au cours de l'année 2009, montre des différences parfois notoires entre les différentes fermes/coopératives ayant fait l'objet de la présente étude. Il en ressort aussi que les niveaux enregistrés peuvent être compartimentés en 5 classes ou groupes. Le groupe 1 est caractérisé par des niveaux pouvant être jugés de bas avoisinant des moyennes de 32,6 g/l. Le groupe 2 présente des niveaux significativement plus élevés que ceux du groupe 1 ($p < 0.05$) mais restent modestes (une moyenne de 35 g/l). Les niveaux caractérisant les groupes 3 et 4 sont relativement plus importants mais différent significativement de ceux observés au niveau du groupe 5, le plus relevé avec des valeurs avoisinant 41 g/l ($p < 0.05$).

➤ **Evolution annuelle de la matière grasse au cours de l'année 2010**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 32,72 | 32,57 | 32,7683 | 32,6913636 | 32,6622788 | 32,7815856 | 33,0441748 | 33,3204174 | 32,6795619 | 32,7918921 | 32,8931721799156 | 32,9678403351239 |
| ECARTYPE | 1,2567487 | 1,182 | 0,95537751 | 1,0923771 | 1,02072252 | 0,78687675 | 1,28371943 | 0,65290237 | 1,48053715 | 0,64288667 | 0,713646783 | 0,891165396 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 35,10812334 | 35,04 | 35,0814559 | 34,9901069 | 35,05785 | 35,0383469 | 34,9958511 | 35,1124387 | 35,224763 | 35,3063048 | 35,2059938898969 | 35,2445751034214 |
| ECARTYPE | 0,545584638 | 0,568 | 0,59982411 | 0,56572265 | 0,54462858 | 0,59468457 | 0,59813494 | 0,53939263 | 0,54222786 | 0,53672597 | 0,519291427 | 0,512799044 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 36,95694152 | 36,89 | 36,8957899 | 36,8414436 | 36,7757289 | 36,8179694 | 36,6278983 | 36,6571657 | 37,0220333 | 37,1135106 | 37,1137803434591 | 37,1587056668017 |
| ECARTYPE | 0,654983291 | 0,568 | 0,56777783 | 0,59140323 | 0,56390503 | 0,58046698 | 0,54237397 | 0,51722725 | 0,51231154 | 0,57807454 | 0,609769876 | 0,550020522 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 38,96842561 | 38,95 | 38,8361437 | 38,8374302 | 39,0942746 | 38,8925385 | 38,0413676 | 38,5334111 | 38,6851563 | 38,9797885 | 38,895856206751 | 38,9400905082984 |
| ECARTYPE | 0,538530019 | 0,552 | 0,53289777 | 0,54981554 | 0,63056591 | 0,59894103 | 0,05028573 | 0,50618299 | 0,45637845 | 0,52987233 | 0,595593988 | 0,568060471 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 41,13238345 | 41,02 | 41,1412746 | 41,1007738 | 40,1441491 | 42,054035 | ##### | 41,3289588 | 41,1567188 | 41,2906057606781 | 41,3284368284825 | 41,3284368284825 |
| ECARTYPE | 0,843184895 | 0,931 | 0,50854744 | 0,94861745 | 1,95822154 | 1,92592167 | 0,79335437 | 1,12698893 | 1,1205107238208 | 1,1895940222586 | 1,1895940222586 | 1,1895940222586 |

Tableau 22 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2010

L'analyse des données relatives à la matière grasse des laits crus collectés au niveau des différentes coopératives et fermes de la zone de Béni-Mellal, prise dans sa totalité, met en évidence la présence d'une différence significative ($p < 0.05$) entre tous les groupes (1-5), différence qui est de surcroît hautement significative entre les groupes 1 et 3-4 d'une part et les groupes 1 et 5 d'autre part. Les moyennes enregistrées restent d'ailleurs sensiblement équivalentes de celles enregistrées durant l'année 2009.

➤ **Evolution annuelle de la matière grasse au cours de l'année 2011**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 32,45 | 32,4812288 | 32,6984543 | 32,3088919 | 32,7029552 | 32,6901647 | 32,6766005 | 32,5740699 | 32,3990707 | 32,2758439 | 32,7810201 | 32,09802 |
| ECARTYPE | 1,438680675 | 1,43791296 | 1,05461739 | 1,4664739 | 1,05607539 | 1,18562775 | 1,26452787 | 1,81535997 | 1,66635528 | 1,16862582 | 1,33645467 | 1,84344643 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 35,04929216 | 35,0813168 | 35,2019916 | 35,1205451 | 35,0933012 | 35,0112229 | 34,9315104 | 35,1017434 | 35,2708373 | 35,2353521 | 34,9349455 | 35,2762442 |
| ECARTYPE | 0,547400259 | 0,62797343 | 0,54800503 | 0,60347413 | 0,56549245 | 0,58273512 | 0,55732178 | 0,58542332 | 0,58320219 | 0,56482277 | 0,61979525 | 0,55831998 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 37,06854529 | 36,9590123 | 36,9182141 | 36,9273791 | 37,0209287 | 36,7333675 | 36,7765629 | 36,880026 | 37,0999677 | 37,1518561 | 37,2015684 | 37,0445147 |
| ECARTYPE | 0,588297783 | 0,53527364 | 0,54176892 | 0,58099843 | 0,589438 | 0,55013129 | 0,54595973 | 0,56198175 | 0,56953859 | 0,57919008 | 0,5495792 | 0,58148366 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 38,8928641 | 38,7635168 | 38,6966735 | 38,9407143 | 38,7306919 | 38,828374 | 38,7388048 | 38,792359 | 38,7851947 | 39,015083 | 39,0597854 | 39,1367457 |
| ECARTYPE | 0,486261917 | 0,57126349 | 0,54340388 | 0,58608458 | 0,47859623 | 0,45353191 | 0,53137736 | 0,53215873 | 0,49590924 | 0,5392522 | 0,57483112 | 0,59908176 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 41,59646832 | 41,4193162 | 41,0220974 | 42,0153521 | 41,5083804 | 41,3030293 | 41,4093783 | 41,7934832 | 41,1743427 | 41,2045232 | 41,6641814 | 41,6286197 |
| ECARTYPE | 1,181429985 | 0,86789772 | 0,70228237 | 2,25839893 | 1,76218621 | 1,3465329 | 1,42365858 | 1,62088372 | 1,23960113 | 1,40141916 | 1,30120715 | 1,27777794 |

Tableau 23 : évolution de la MG durant les 12 mois 2011

La même tendance quant à l'évolution des teneurs des laits crus analysés en matière grasse durant les années 2009 et 2010, est également observée pour l'année 2011.

➤ **Evolution annuelle de la matière grasse au cours de l'année 2012**

| GROUPE 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|--|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------------|------------------|
| MOYENNE | | 32,21 | 32,166725 | 32,5393767 | 33,2212151 | 33,2217312 | 33,0026957 | 32,9556014 | 32,32988946 | 32,0167898 | 31,1281792 | 31,5358144243545 | 31,7720096803040 |
| ECART TYPE | | 1,51 | 1,57009885 | 1,33184827 | 0,82742587 | 0,69275221 | 0,83578911 | 1,06769742 | 1,615900555 | 1,81328345 | 2,1444827 | 2,551029181 | 1,670087956 |
| GROUPE 2 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 35,03423729 | 34,961914 | 35,0215059 | 35,2297741 | 35,2276331 | 35,156248 | 35,2083809 | 35,2888951 | 35,2667863 | 34,8562448 | 35,2870116818477 | 35,1379751545164 |
| ECART TYPE | | 0,550206958 | 0,52774129 | 0,54186275 | 0,56783698 | 0,49884334 | 0,55747905 | 0,51732435 | 0,492016017 | 0,50474357 | 0,63716395 | 0,598123522 | 0,546319923 |
| GROUPE 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 37,13714083 | 37,0993978 | 36,9649351 | 37,1541241 | 37,0776325 | 36,9339553 | 36,8915485 | 37,07488712 | 37,2317952 | 37,3168622 | 37,0551356740569 | 37,0444598633376 |
| ECART TYPE | | 0,598840177 | 0,59864667 | 0,5964112 | 0,57437261 | 0,55561554 | 0,53589506 | 0,52431425 | 0,542067164 | 0,61078501 | 0,52522869 | 0,589809676 | 0,609083712 |
| GROUPE 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 38,95222572 | 39,0157716 | 38,8353621 | 38,852846 | 38,6814748 | 38,64269 | 38,7584698 | 38,76653264 | 38,9565645 | 39,0634804 | 39,1361125404712 | 39,0356057766167 |
| ECART TYPE | | 0,554096874 | 0,54326215 | 0,55794651 | 0,5070733 | 0,47496262 | 0,45793137 | 0,54534136 | 0,538556539 | 0,54345473 | 0,60964596 | 0,563434942 | 0,593105632 |
| GROUPE 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 41,69486303 | 41,609496 | 41,911973 | 41,3978128 | 41,853985 | 42,5359006 | 42,179008 | 41,507701059401 | 41,904647 | 41,7402194 | 41,9875910535260 | 42,0393170047716 |
| ECART TYPE | | 1,346340349 | 1,36850567 | 1,35722814 | 1,50841124 | 1,40232205 | 2,97053058 | 2,63519386 | 2,134780038 | 2,62621301 | 1,61864629 | 1,7996225780346 | 2,0704309272800 |

Tableau 24 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2012

L'évolution des niveaux de la matière grasse retrouvés dans le lait cru collecté dans les différentes zones de l'aire géographique de Béni Mellal durant l'année 2012 présente elle aussi une similitude avec celle des trois années précédentes.

➤ **Evolution annuelle de la matière grasse au cours de l'année 2013**

| GROUPE 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| MOYENNE | | 32,05 | 32,1246954 | 33,8660767 | 32,6853963 | 32,5233852 | 32,6338223 | 32,8639348 | 32,30334425 | 31,75620863 | 32,05347263 | 30,4310661083250 | 31,4274381622344 |
| ECARTYPE | | 1,90 | 1,52882577 | 0,00103952 | 0,87666761 | 1,96206366 | 1,3640131 | 1,05024708 | 1,664576514 | 1,742909501 | 1,551669802 | 3,569203026 | 2,744307392 |
| GROUPE 2 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 35,124885 | 35,1000982 | 35,189585 | 35,0797841 | 35,1740889 | 35,1458286 | 35,1792723 | 35,32196485 | 35,292162 | 35,09926239 | 35,4734725312666 | 35,1786558896338 |
| ECARTYPE | | 0,60496009 | 0,60163191 | 0,52032249 | 0,5704494 | 0,57267768 | 0,59621129 | 0,53171855 | 0,501387549 | 0,633683789 | 0,486154876 | 0,46428633 | 0,583996005 |
| GROUPE 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 36,9913569 | 37,0739179 | 37,1557789 | 37,1661411 | 37,0585977 | 36,9241758 | 36,9932714 | 37,02407009 | 37,18624813 | 37,09421772 | 37,0906879136005 | 37,0275599821939 |
| ECARTYPE | | 0,56162684 | 0,57295248 | 0,59848137 | 0,62342717 | 0,57072104 | 0,53115215 | 0,57015238 | 0,564092831 | 0,504008137 | 0,578584835 | 0,475763878 | 0,586429081 |
| GROUPE 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 39,0042606 | 38,901611 | 38,9160939 | 38,8780103 | 38,8412615 | 38,6985524 | 38,6594425 | 38,72310262 | 38,96565605 | 39,00966131 | 39,0172415132263 | 39,0907397417466 |
| ECARTYPE | | 0,52778483 | 0,53639522 | 0,54716476 | 0,57989654 | 0,62986483 | 0,45855634 | 0,49415169 | 0,555474121 | 0,527536331 | 0,525988485 | 0,619801179 | 0,592106521 |
| GROUPE 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | | 41,9130908 | 42,4065137 | 41,1109678 | 41,5580225 | 41,1578685 | 41,6780986 | 41,6113288 | 41,81510859 | 41,77309705 | 41,30361085 | 41,718885953682 | 41,5768497162301 |
| ECARTYPE | | 1,8519664 | 2,65396297 | 0,58988316 | 1,76688006 | 1,48768449 | 1,6000534 | 1,61008503 | 1,778239472 | 2,675218446 | 1,674717498 | 1,599015701 | 1,313077774 |

Tableau 25 : évolution de la MG durant les 12 mois de 2013

Nous noterons qu'également au niveau de cette année, un profil d'évolution équivalent à celui enregistré durant les autres années précédentes.

2. Evolution annuelle de Protéine

➤ Evolution annuelle de protéine au cours de l'année 2009

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE P | 28,60 | 28,42935014 | 28,49366669 | 28,51134955 | 28,45375841 | 28,47377002 | 28,6120446 | 28,35722986 | 28,55109422 | 28,48294979 | 28,441835763621 | 28,5256297895567 |
| ECARTYPE | 0,3751526 | 0,539628585 | 0,424494768 | 0,403582777 | 0,536373083 | 0,659519258 | 0,432342659 | 0,599272452 | 0,470512093 | 0,370890247 | 0,339225385 | 0,419216058 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 29,62378922 | 29,5924149 | 29,57568975 | 29,5396026 | 29,46186476 | 29,45581253 | 29,50625883 | 29,63234234 | 29,6886172 | 29,65244011 | 29,550207839428 | 29,6373493579981 |
| ECARTYPE | 0,26528216 | 0,267761955 | 0,268362306 | 0,287244304 | 0,249618281 | 0,293234385 | 0,291263881 | 0,245072593 | 0,27060545 | 0,277147798 | 0,294059593 | 0,25709381 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 30,47648538 | 30,43356211 | 30,46685577 | 30,40894481 | 30,31508142 | 30,28422184 | 30,3648726 | 30,46304727 | 30,54160707 | 30,5270236 | 30,614449018551 | 30,5578383990333 |
| ECARTYPE | 0,317797306 | 0,286463796 | 0,300704286 | 0,280354683 | 0,254701205 | 0,194599646 | 0,281496945 | 0,301258486 | 0,258455474 | 0,252890165 | 0,279449262 | 0,291600483 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 31,38375084 | 31,45446238 | 31,38763889 | 31,34002883 | 31,51708472 | 31,31625158 | 31,32855597 | 31,43539399 | 31,41690945 | 31,42299641 | 31,45752330338 | 31,4727854549686 |
| ECARTYPE | 0,248345157 | 0,243012949 | 0,260343964 | 0,331652598 | 0,287025764 | 0,256319329 | 0,213031175 | 0,282442553 | 0,285882829 | 0,292276527 | 0,291588432655 | 0,293981206 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 33,23212451 | 33,05701994 | 32,82799352 | 32,88907323 | 33,09824373 | 33,31490551 | 34,07860837 | 33,70978109 | 32,94618319 | 33,20739916 | 33,014838053908 | 32,9498308420984 |
| ECARTYPE | 0,973073495 | 0,983390493 | 0,829997543 | 0,82651388 | 0,852350045 | 1,040356362 | 1,32688938 | 1,353329295 | 1,352489151 | 1,391184624 | 0,871298135730 | 0,8228189712652 |

Tableau 26 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2009

Pour l'analyse des teneurs en protéines dans les différentes fermes et coopératives de l'aire géographique de Béni Mellal, nous retrouvons une répartition qui se fait également en 5 groupes comme dans le cas du taux de la matière grasse. Les niveaux les plus bas sont retrouvés au niveau du groupe 1 et les niveaux les plus hauts sont retrouvés au niveau du groupe 5. Les différences sont significatives entre chaque groupe et le suivant ($p < 0.05$) et hautement significatives entre 1-2 et 4-5 ($p < 0.01$)

➤ Evolution annuelle de protéine au cours de l'année 2010

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PRT | 28,38136932 | 28,3507616 | 28,3108838 | 28,3417475 | 28,3702558 | 28,4327842 | 28,7908705 | 28,6454455 | 28,383122 | 28,6870151 | 28,6336486 | 28,8362414 |
| ECARTYPE | 0,410506325 | 0,73709885 | 0,34480014 | 0,57622872 | 0,57352012 | 0,49976375 | 0,16976582 | 0,30673712 | 0,26073996 | 0,13684253 | 0,14482357 | 0,12490921 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 29,6632884 | 29,616987 | 29,5656473 | 29,5443355 | 29,5250058 | 29,4791199 | 29,5040068 | 29,4945089 | 29,6376145 | 29,7351665 | 29,5850267 | 29,6517922 |
| ECARTYPE | 0,263438673 | 0,24576335 | 0,26200097 | 0,28481331 | 0,3089666 | 0,27083691 | 0,25220977 | 0,30236244 | 0,27327366 | 0,21993307 | 0,30672721 | 0,28586893 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 30,51696999 | 30,5125089 | 30,4616134 | 30,4084632 | 30,3646616 | 30,3543015 | 30,4777682 | 30,37939 | 30,4386671 | 30,56905 | 30,5417087 | 30,5224354 |
| ECARTYPE | 0,285218528 | 0,30583605 | 0,26141308 | 0,3039238 | 0,25751448 | 0,27970051 | 0,27616687 | 0,28681743 | 0,26479046 | 0,27788903 | 0,30101792 | 0,25108266 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 31,40962694 | 31,365895 | 31,3548312 | 31,3914372 | 31,2631252 | 31,4738644 | 31,4275753 | 31,370729 | 31,3353511 | 31,4233833 | 31,4356821 | 31,4824881 |
| ECARTYPE | 0,271996313 | 0,28076826 | 0,24190357 | 0,29647892 | 0,28691344 | 0,27627525 | 0,5998885 | 0,31133413 | 0,19634103 | 0,26691624 | 0,31782683 | 0,29131675 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 32,91378235 | 33,0265449 | 32,9597909 | 32,813807 | 32,7365992 | 32,9652433 | 32,4942923 | 33,3744705 | 33,0772612 | 32,9215757 | 32,9067152 | 33,0346057 |
| ECARTYPE | 0,94290453 | 1,15561337 | 0,84661036 | 0,80142153 | 0,54619651 | 0,57114939 | 0,4477726 | 1,98102863 | 0,93953358 | 0,82856428 | 0,80503813 | 0,94985287 |

Tableau 27 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2010

La même tendance est observée également pour l'évolution des taux protéiques durant l'année 2010.

➤ **Evolution annuelle de la protéine au cours de l'année 2011**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PR | 28,59 | 28,6702509 | 28,4571116 | 28,3601498 | 28,6684161 | 28,539056 | 28,4014643 | 28,4594141 | 28,6906123 | 28,6472123 | 28,6242585 | 28,6199213 |
| ECARTYPE | 0,299123607 | 0,14076718 | 0,35153981 | 0,58251945 | 0,34709951 | 0,31827903 | 0,3965783 | 0,40777619 | 0,29622437 | 0,08150365 | 0,17897431 | 0,44748855 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 29,64377189 | 29,6056969 | 29,6734976 | 29,5101544 | 29,5789047 | 29,4673745 | 29,4363589 | 29,4600524 | 29,6257275 | 29,6456964 | 29,5420995 | 29,5370748 |
| ECARTYPE | 0,279583149 | 0,21535805 | 0,31489155 | 0,27171573 | 0,27135506 | 0,27632727 | 0,28808944 | 0,28792739 | 0,27131204 | 0,24420655 | 0,26086088 | 0,28505369 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 30,53852497 | 30,5212056 | 30,5129623 | 30,3841684 | 30,4128207 | 30,4457748 | 30,3668009 | 30,3771017 | 30,4927995 | 30,6352265 | 30,6141619 | 30,5879956 |
| ECARTYPE | 0,280616135 | 0,25805497 | 0,29340899 | 0,23539155 | 0,27538898 | 0,28444578 | 0,26554038 | 0,28543454 | 0,29813192 | 0,25776324 | 0,28098943 | 0,25766032 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 31,39778947 | 31,3159053 | 31,4512753 | 31,4557106 | 31,3811512 | 31,4110058 | 31,3667112 | 31,3313906 | 31,4127189 | 31,4651785 | 31,5140689 | 31,457956 |
| ECARTYPE | 0,25285627 | 0,25961374 | 0,30625523 | 0,28354158 | 0,28689655 | 0,24081407 | 0,23838556 | 0,22178119 | 0,24128077 | 0,2746836 | 0,26803048 | 0,2606472 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 33,03063047 | 32,9707552 | 32,8101161 | 32,9713441 | 33,754173 | 33,6157984 | 33,1126368 | 33,2037879 | 33,1129787 | 33,2529364 | 33,0989326 | 33,1351922 |
| ECARTYPE | 1,186692189 | 0,91224265 | 0,77060827 | 0,90095735 | 1,69065532 | 1,10979832 | 1,01466717 | 0,90745558 | 1,14792305 | 1,30109255 | 1,24329733 | 1,15848599 |

Tableau 28 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2011

La répartition des taux protéiques des laits crus collectés au niveau de la région de Béni Mellal se fait également au niveau de 5 groupes pour l'année 2011.

➤ **Evolution annuelle de protéine au cours de l'année 2012**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PR | 28,65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28,856609 | 28,7057485 | 28,7339761 | 28,0330124 | 28,8901171 | 27,885000000000 | 27,8573349575605 |
| ECARTYPE | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,31050647 | 0,19717571 | 1,75305306 | 0,12752108 | 1,308147545 | 1,297307538 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 29,71343455 | 29,6665029 | 29,747267 | 29,7746381 | 29,6344151 | 29,640618 | 29,5950102 | 29,6925552 | 29,716895 | 29,5065773 | 29,676852311426 | 29,5530470110273 |
| ECARTYPE | 0,264014713 | 0,23469978 | 0,30660329 | 0,23674676 | 0,24556969 | 0,24548286 | 0,27166146 | 0,24472158 | 0,21492855 | 0,24678849 | 0,33690631 | 0 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 30,60579751 | 30,660334 | 30,6482558 | 30,66098 | 30,5568679 | 30,4483645 | 30,3841741 | 30,514315 | 30,6054927 | 30,5554737 | 30,638863947159 | 30,6959557431800 |
| ECARTYPE | 0,267511539 | 0,28354331 | 0,28445595 | 0,25746874 | 0,27537094 | 0,27328592 | 0,27291365 | 0,29184493 | 0,26650156 | 0,26477346 | 0,247772613 | 0,25484627 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 31,44048469 | 31,4803896 | 31,5203432 | 31,5186149 | 31,4230057 | 31,4730655 | 31,336656 | 31,4126293 | 31,4718516 | 31,5275923 | 31,583854947236 | 31,5649169135377 |
| ECARTYPE | 0,276644135 | 0,28692752 | 0,26053355 | 0,2707775 | 0,30823852 | 0,27789293 | 0,26112778 | 0,30242534 | 0,29336733 | 0,28593235 | 0,300349204475 | 0,282205359 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 33,09257404 | 33,0213415 | 32,8476512 | 32,8267326 | 33,0336316 | 33,2956783 | 33,4009638 | 33,113765 | 33,1456858 | 33,0992131 | 33,287913315665 | 33,3247336475170 |
| ECARTYPE | 1,173926369 | 1,01940423 | 0,78309385 | 0,77481932 | 1,09131533 | 1,41311034 | 1,25920648 | 1,11988416 | 1,19671461 | 1,08277684 | 1,247157972685 | 1,2899993020282 |

Tableau 29 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2012

La même tendance que précédemment est observée pour l'évolution du taux protéique durant l'année 2012.

➤ **Evolution annuelle de protéine au cours de l'année 2013**

| GROUPE 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------|--|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------------|
| MOYENNE PRT | | 28,31 | 28,7012558 | 0 | 28,7405104 | 28,5640183 | 28,526912 | 28,5282249 | 28,2260253 | 24,2 | 26,25 | 0,000000000000 | 0,000000000000 |
| ECARTYPE | | 0,00 | 0 | 0 | 0,18314552 | 0,37189256 | 0,54628889 | 0,51164053 | 0,93653222 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GROUPE 2 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PRT | | 29,44618455 | 29,6372979 | 29,4523398 | 29,4875767 | 29,5812548 | 29,6040469 | 29,5910385 | 29,7602416 | 29,676286 | 29,8395093 | 29,795037064164 | 29,6515967940667 |
| ECARTYPE | | 0,242229991 | 0,20948195 | 0,11398505 | 0,3743555 | 0,30258239 | 0,30947636 | 0,30503471 | 0,17202658 | 0 | 0,09138767 | 0,247010131 | 0,290358356 |
| GROUPE 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PRT | | 30,7030525 | 30,7270602 | 30,6839419 | 30,5715075 | 30,5016315 | 30,5037739 | 30,4910629 | 30,5852289 | 30,6376061 | 30,5970144 | 30,718370325879 | 30,6219647285444 |
| ECARTYPE | | 0,250773189 | 0,24711229 | 0,27963421 | 0,27401985 | 0,28930041 | 0,28403355 | 0,28497862 | 0,28849001 | 0,24322504 | 0,35880528 | 0,250280687 | 0,28211715 |
| GROUPE 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PRT | | 31,54601174 | 31,6033009 | 31,4820924 | 31,4405044 | 31,351838 | 31,4044292 | 31,3859805 | 31,422355 | 31,5361301 | 31,5670072 | 31,637065106872 | 31,5630698912830 |
| ECARTYPE | | 0,30438599 | 0,25957098 | 0,30377432 | 0,27810272 | 0,2458407 | 0,29274937 | 0,27817703 | 0,27953604 | 0,26416312 | 0,27991299 | 0,315958428307 | 0,313901641 |
| GROUPE 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE PRT | | 33,24358492 | 33,2399203 | 32,617171 | 33,1788894 | 33,1010345 | 33,3801826 | 33,1999937 | 33,0073135 | 33,1036225 | 33,2156984 | 33,665763585603 | 33,2344762553298 |
| ECARTYPE | | 1,192323883 | 1,17085843 | 0,43938679 | 1,03233589 | 0,8633343 | 1,28159983 | 1,12991854 | 1,03161436 | 1,38903769 | 1,1086858 | 1,169026292677 | 0,9084906075487 |

Tableau 30 : évolution de la PT durant les 12 mois de 2013

Enfinement pour l'année 2013, le même profil d'évolution est observé en comparaison avec les années 2009-2012.

3. Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé

L'analyse des données statistiques relatives à l'extrait sec dégraissé des laits crus collectés des différentes coopératives et fermes ayant fait l'objet de la présente investigation, a montré qu'il y a une différence significative entre les groupes qui sont au nombre de cinq et qui reportent les moyennes d'extrait sec dégraissé. Le plus grand taux a été observé au niveau des groupes 4 et 5, comparées aux autres groupes ($p < 0.01$).

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé au cours de l'année 2009**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE E | 88,9 | 88,6903164 | 88,6796283 | 88,7830113 | 87,9537079 | 88,6265983 | 88,7938039 | 88,7908331 | 88,6101724 | 88,7537345 | 88,9906871081712 | 88,6591937348033 |
| ECARTYPE | 1,0493383 | 1,58151292 | 1,24191375 | 0,928881 | 1,04460382 | 1,19969869 | 0,97277691 | 1,19484186 | 1,34438214 | 1,04770595 | 0,816340876 | 1,117726225 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 90,5584032 | 90,5349739 | 90,4896576 | 90,4590027 | 90,4530088 | 90,4162195 | 90,4290252 | 90,5008924 | 90,5487872 | 90,4790905 | 90,4799744174839 | 90,5912297629620 |
| ECARTYPE | 0,30488158 | 0,28306737 | 0,2890946 | 0,26590749 | 0,29891442 | 0,2959516 | 0,29455734 | 0,30413268 | 0,27519421 | 0,27309495 | 0,274180564 | 0,26095328 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 91,477587 | 91,4218401 | 91,4410304 | 91,3864078 | 91,3845217 | 91,3947078 | 91,338017 | 91,5228154 | 91,5415321 | 91,5112364 | 91,4834317482982 | 91,5429280593475 |
| ECARTYPE | 0,30167704 | 0,31805971 | 0,27624972 | 0,28034665 | 0,31211073 | 0,32965307 | 0,20313326 | 0,26327156 | 0,29528466 | 0,30050474 | 0,255400988 | 0,283786834 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 92,4078208 | 92,4585486 | 92,4583041 | 92,5232511 | 92,4554301 | 92,3271896 | 92,3244271 | 92,3771163 | 92,401638 | 92,5194731 | 92,4847593490093 | 92,5254765145226 |
| ECARTYPE | 0,29815375 | 0,28368657 | 0,29781429 | 0,32692897 | 0,32467554 | 0,26512094 | 0,23160949 | 0,29367851 | 0,25596095 | 0,30526167 | 0,316108629 | 0,256872013 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 94,7007755 | 94,4091327 | 94,2229093 | 94,2626951 | 94,5429875 | 95,1518686 | 94,7295235 | 94,5462541 | 94,6274824 | 94,8134595 | 94,4925264991392 | 94,6768673434031 |
| ECARTYPE | 1,45227248 | 1,27372942 | 1,03977506 | 1,05416862 | 1,05750529 | 1,19128812 | 1,34235806 | 1,55819114 | 1,38560233 | 1,54847458 | 1,418458378 | 1,537411396 |

Tableau 31 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2009

L'analyse des données issues des relevés obtenus pour l'extrait sec dégraissé montre qu'il y a des disparités notables entre les différentes fermes et coopératives.

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé au cours de l'année 2010**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ESI | 88,95861419 | 89,2054626 | 89,2138733 | 88,88384 | 88,9014569 | 88,9262154 | 89,031308 | 88,8148293 | 88,9825642 | 88,9381395 | 88,9894984 | 89,0671324 |
| ECARTYPE | 0,99572385 | 0,85539196 | 0,77585219 | 0,9879232 | 0,8876682 | 0,85241255 | 0,76910079 | 0,81885992 | 0,8855634 | 0,8758004 | 0,79722764 | 0,62299127 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 90,59641 | 90,5225058 | 90,549284 | 90,5008091 | 90,5337052 | 90,5098254 | 90,4521963 | 90,404551 | 90,5247302 | 90,5918103 | 90,5078397 | 90,5158568 |
| ECARTYPE | 0,29508266 | 0,30450089 | 0,29634074 | 0,29745265 | 0,30796217 | 0,27857707 | 0,28719101 | 0,25704645 | 0,29189689 | 0,28599271 | 0,25981729 | 0,28445226 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 91,50083662 | 91,5196306 | 91,5331237 | 91,436661 | 91,4706592 | 91,3833209 | 91,3978059 | 91,4592297 | 91,4335078 | 91,3675604 | 91,4527716 | 91,4702525 |
| ECARTYPE | 0,276958351 | 0,28845051 | 0,2682668 | 0,27108709 | 0,25036174 | 0,28840223 | 0,25918833 | 0,29250663 | 0,30528835 | 0,2353262 | 0,28785071 | 0,28003171 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 92,45885651 | 92,4928192 | 92,4535173 | 92,4437809 | 92,5620312 | 92,4450527 | 92,2653037 | 92,4236997 | 92,3944111 | 92,4957629 | 92,3956685 | 92,3939011 |
| ECARTYPE | 0,27001521 | 0,28627012 | 0,31305309 | 0,30528823 | 0,30464177 | 0,25953104 | 0,16432877 | 0,25753205 | 0,28411698 | 0,30715913 | 0,28088481 | 0,27760581 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 94,51193673 | 94,484342 | 94,3455503 | 94,5906898 | 94,3737047 | 94,3863231 | 94,367898 | 94,4211242 | 94,515297 | 94,2698517 | 94,2820943 | 94,4261233 |
| ECARTYPE | 1,321770211 | 1,3785148 | 1,19092054 | 1,34527612 | 1,20467353 | 1,43809397 | 0,8468302 | 1,58415119 | 1,54235377 | 0,98740946 | 0,91169102 | 1,14977688 |

Tableau 32 : évolution de l ESD durant les 12 mois de 2010

Nous retrouvons la même tendance que pour l'année 2009 pour l'année 2010

➤ Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé au cours de l'année 2011

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 89,25 | 88,9816133 | 88,8238261 | 89,1586919 | 89,2527727 | 89,0874869 | 88,9377319 | 88,9612712 | 89,2379007 | 89,219178 | 88,6505387 | 88,6572907 |
| ECARTYPE | 0,640316811 | 0,68980634 | 1,06074739 | 0,81923171 | 0,53731505 | 0,64486438 | 0,65928413 | 0,72584034 | 0,57097856 | 0,67236558 | 1,18114831 | 0,98025784 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 90,53447123 | 90,5731493 | 90,5503868 | 90,4636376 | 90,4590964 | 90,504602 | 90,4643298 | 90,4468717 | 90,4530689 | 90,5887622 | 90,5349465 | 90,5379648 |
| ECARTYPE | 0,303776486 | 0,2922371 | 0,28488386 | 0,30844124 | 0,29603082 | 0,25064251 | 0,30856711 | 0,28528083 | 0,28158498 | 0,26548455 | 0,29577334 | 0,34317734 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 91,54438396 | 91,5016066 | 91,5410371 | 91,4400639 | 91,381358 | 91,3518909 | 91,4947161 | 91,3255126 | 91,4189209 | 91,527537 | 91,5219006 | 91,5190081 |
| ECARTYPE | 0,29858526 | 0,27392989 | 0,27981022 | 0,28449077 | 0,31121673 | 0,23577434 | 0,25580934 | 0,24065678 | 0,28590231 | 0,28307708 | 0,28094052 | 0,26707619 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 92,50978292 | 92,4857493 | 92,4587696 | 92,4848333 | 92,3712528 | 92,3992682 | 92,4996507 | 92,4405114 | 92,2719271 | 92,4786535 | 92,5087403 | 92,4582742 |
| ECARTYPE | 0,284689041 | 0,28918211 | 0,26601864 | 0,26969563 | 0,29507592 | 0,36144147 | 0,33510169 | 0,22767579 | 0,18235291 | 0,30324425 | 0,27262222 | 0,27815999 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 94,5790942 | 94,3367809 | 94,3904803 | 93,9927946 | 94,0738081 | 94,5868245 | 94,0664227 | 94,5380627 | 94,5601593 | 94,7138148 | 94,7056073 | 94,8566527 |
| ECARTYPE | 1,413423037 | 1,27398027 | 1,32305846 | 0,90473374 | 0,95479808 | 1,27879469 | 0,66724671 | 0,97772038 | 1,38362427 | 1,64026301 | 1,38223727 | 1,54095007 |

Tableau 33 : évolution de l'ESD durant les 12 mois de 2011

Idem que pour les deux années 2009-2010.

➤ Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé au cours de l'année 2012

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 89,00 | 89,1188277 | 89,0442233 | 89,3009162 | 89,2781912 | 89,2100244 | 89,1839097 | 88,8542657 | 88,5997417 | 88,6657181 | 88,2878574086708 | 88,7078906191282 |
| ECARTYPE | 0,90 | 0,79856304 | 0,96726304 | 0,60968392 | 0,55136066 | 0,65468198 | 0,63884418 | 1,03736094 | 2,40251167 | 0,97780928 | 1,984548792 | 1,736663187 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 90,54883506 | 90,593307 | 90,6304986 | 90,5359716 | 90,50959 | 90,5016449 | 90,4896605 | 90,4933611 | 90,552085 | 90,5401101 | 90,5459280632315 | 90,6149416708144 |
| ECARTYPE | 0,277681969 | 0,25546192 | 0,27979647 | 0,25098828 | 0,28260903 | 0,26505205 | 0,29335984 | 0,2606056 | 0,30473059 | 0,27925945 | 0,274271435 | 0,286297748 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 91,55362111 | 91,5887506 | 91,5419942 | 91,5412517 | 91,4758607 | 91,4138754 | 91,4499575 | 91,5071134 | 91,4958057 | 91,4660533 | 91,5050187562626 | 91,5102196620032 |
| ECARTYPE | 0,276708603 | 0,26538924 | 0,28002741 | 0,28332071 | 0,27701829 | 0,28161546 | 0,30252651 | 0,30334828 | 0,29507206 | 0,29320964 | 0,313199826 | 0,295588958 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 92,48117446 | 92,5188267 | 92,508985 | 92,4826013 | 92,5086927 | 92,4263883 | 92,478748 | 92,4735739 | 92,4744405 | 92,3919123 | 92,4540822902254 | 92,4953532181098 |
| ECARTYPE | 0,290780786 | 0,29023236 | 0,28092025 | 0,30248172 | 0,30097784 | 0,29468104 | 0,32831805 | 0,30682568 | 0,28416346 | 0,30637693 | 0,31738049 | 0,281171964 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 94,65677523 | 94,4444126 | 94,3516447 | 94,4527265 | 94,5858602 | 94,6298508 | 94,5354507 | 94,3892089 | 94,588962 | 94,7835111 | 95,1761352257218 | 94,8777450859086 |
| ECARTYPE | 1,380277797 | 1,27384387 | 1,046242 | 1,09422273 | 1,21100821 | 1,31600413 | 1,18526871 | 1,03191197 | 1,2541047 | 1,53562901 | 1,762598822 | 1,712504767 |

Tableau 34 : évolution de l'ESD durant les 12 mois de 2012

Cinq groupes sont également retrouvés pour l'année 2012.

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec dégraissé au cours de l'année 2013**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 88,77 | 88,94135288 | 88,85943445 | 89,00334464 | 88,86251296 | 88,5998798 | 88,59246693 | 88,50966771 | 87,79277848 | 88,20174406 | 88,585304098832 | 88,466397109014 |
| ECARTYPE | 1,02 | 1,176996326 | 1,07318557 | 0,944655329 | 1,030215468 | 1,24019735 | 1,238215915 | 1,717281137 | 3,809652776 | 2,65066814 | 0,830791479 | 1,103447031 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 90,57351992 | 90,60978641 | 90,50392844 | 90,5227794 | 90,57385919 | 90,48670026 | 90,49110072 | 90,53114527 | 90,54996166 | 90,59453819 | 90,401641277806 | 90,471641244483 |
| ECARTYPE | 0,277743086 | 0,250445736 | 0,251790136 | 0,292701948 | 0,282957955 | 0,260741694 | 0,288684056 | 0,272285952 | 0,277921806 | 0,269387225 | 0,284317773 | 0,287778272 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 91,55626422 | 91,57167791 | 91,50438598 | 91,50897076 | 91,49740693 | 91,48632035 | 91,44575512 | 91,44632443 | 91,53256998 | 91,50406375 | 91,592497339815 | 91,552559958828 |
| ECARTYPE | 0,304688684 | 0,291212879 | 0,296630881 | 0,261831577 | 0,306966593 | 0,267457466 | 0,294561951 | 0,300911727 | 0,303668253 | 0,276734968 | 0,262957097 | 0,299257168 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 92,45534327 | 92,48544842 | 92,39199277 | 92,42758568 | 92,49589461 | 92,41522709 | 92,45798858 | 92,44769244 | 92,50144057 | 92,503726 | 92,550744410876 | 92,493795038521 |
| ECARTYPE | 0,302845621 | 0,286725569 | 0,247473156 | 0,265739028 | 0,254167943 | 0,303401098 | 0,289127983 | 0,30605141 | 0,296230974 | 0,337818901 | 0,288324853 | 0,279635679 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 94,68797822 | 94,79850538 | 93,62946101 | 94,8437943 | 94,62845239 | 94,83706779 | 94,46385745 | 94,27609372 | 94,72179565 | 94,67261349 | 94,995021040431 | 94,691672527222 |
| ECARTYPE | 1,325192971 | 1,389622286 | 0,603206445 | 1,271504128 | 1,301443306 | 1,589057769 | 1,326920241 | 1,04736243 | 1,525046257 | 1,705595879 | 1,680105374 | 1,417765736 |

Tableau 35 : évolution de l'ESD durant les 12 mois de 2013
Les mêmes niveaux sont retrouvés durant l'année 2013.

4. Evolution annuelle de l'extrait sec total

Pour le taux de l'extrait sec total, l'évolution des résultats relatifs à ce paramètre, montre que les coopératives et fermes analysés présentent des valeurs différentes et qui à l'instar des taux de matière grasse, du taux protéique et de celui de l'extrait sec dégraissé et de l'extrait sec total, peuvent se répartir en 5 groupes différents.

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec total au cours de l'année 2009**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE E | 116,0 | 115,9927301 | 116,3829489 | 116,1227021 | 115,8331038 | 115,9357918 | 116,358503 | 116,2080844 | 116,0538022 | 115,8200723 | 116,317325496134 | 116,189996348294 |
| ECARTYPE | 1,5201667 | 2,058116848 | 1,580016975 | 1,442028844 | 1,595419928 | 1,607868161 | 1,36139918 | 1,506600573 | 2,095836214 | 2,302624701 | 1,56045064 | 1,539243075 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 119,6254018 | 119,470822 | 119,4558007 | 119,409829 | 119,164603 | 119,2526508 | 119,4252204 | 119,4041977 | 119,3693491 | 119,4938365 | 119,408150283596 | 119,414305599925 |
| ECARTYPE | 0,835920289 | 0,962725029 | 0,808965219 | 0,845901887 | 0,810166175 | 0,837549646 | 0,888411982 | 0,850835083 | 0,832487125 | 0,790253895 | 0,968902552 | 0,835896923 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 122,3981848 | 122,291399 | 122,29122 | 121,9899913 | 122,1187676 | 121,9037787 | 122,0031329 | 122,0160419 | 122,1235049 | 122,4294547 | 122,490602352642 | 122,458960362152 |
| ECARTYPE | 0,757982858 | 0,88016391 | 0,867320114 | 0,834421022 | 0,970158303 | 0,816683055 | 0,71635845 | 0,900841689 | 0,858245763 | 0,848363102 | 0,924134849 | 0,816104559 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 125,2217646 | 125,1514996 | 125,0489035 | 125,2015246 | 125,2862277 | 125,4634151 | 125,9298256 | 125,6834751 | 125,0822617 | 125,2417446 | 125,219086088411 | 125,367981108971 |
| ECARTYPE | 0,910351585 | 0,955021187 | 0,860302169 | 1,098716765 | 0,796751195 | 0,662662244 | 1,123040331 | 0,873574374 | 0,852437321 | 0,802630628 | 0,84811057 | 0,888005037 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 128,5771807 | 129,0876528 | 130,6111711 | 130,0012211 | 128,0754121 | 128,3468489 | 127,990295 | 129,2848565 | 130,5303852 | 128,4425136 | 128,405458147161 | 128,622671152082 |
| ECARTYPE | 1,601324993 | 1,902300321 | 2,207533607 | 1,729764773 | 0,924399897 | 0,941254989 | 1,135196229 | 2,252097446 | 1,833972648 | 1,25049645 | 1,057953866 | 1,204772634 |

Tableau 36 : évolution de l'EST durant les 12 mois de 2009

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec total au cours de l'année 2010**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 116,7670703 | 116,643505 | 116,512272 | 116,199491 | 115,938351 | 116,196519 | 116,564929 | 116,372443 | 116,483465 | 116,500102 | 116,322839 | 116,582657 |
| ECARTYPE | 1,104866906 | 1,18892564 | 1,0946699 | 1,38303423 | 1,42472189 | 1,32155426 | 1,19067631 | 1,17753359 | 1,25199153 | 1,24021942 | 1,4740191 | 1,04739944 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 119,6400929 | 119,663735 | 119,570687 | 119,512495 | 119,353858 | 119,407397 | 119,142371 | 119,166824 | 119,6692 | 119,777372 | 119,630145 | 119,627477 |
| ECARTYPE | 0,75196674 | 0,86992437 | 0,85856789 | 0,89019533 | 0,89305642 | 0,78315163 | 0,80595106 | 0,78196656 | 0,78114754 | 0,8406117 | 0,91584894 | 0,91607247 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 122,4968007 | 122,427971 | 122,174867 | 122,439795 | 122,221859 | 122,128382 | 121,862095 | 122,294492 | 122,139007 | 122,366045 | 122,500857 | 122,519566 |
| ECARTYPE | 0,867749667 | 0,83971854 | 0,86793968 | 0,8916092 | 0,92690925 | 0,78746808 | 0,69088912 | 0,95227771 | 0,80495892 | 0,83094114 | 0,86152843 | 0,87728325 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 125,3460454 | 125,220326 | 125,289121 | 125,03707 | 125,204371 | 125,141575 | 124,116223 | 125,511023 | 124,701124 | 125,261511 | 125,199767 | 125,208569 |
| ECARTYPE | 0,775743657 | 0,96326653 | 0,98686677 | 0,81288447 | 0,94385292 | 0,74397266 | 0 | 0,38887642 | 0,43734368 | 0,80282634 | 0,83707695 | 0,75718319 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 128,273647 | 128,45295 | 128,994718 | 128,347671 | 127,520446 | 129,390467 | 0 | 129,710129 | 127,793124 | 128,352876 | 128,569115 | 129,035083 |
| ECARTYPE | 1,015997412 | 1,33425015 | 2,24091971 | 0,91104602 | 0,26749381 | 3,25161136 | 0 | 0 | 0,58516354 | 1,38786346 | 1,42620617 | 1,47224549 |

Tableau 37 : évolution de l'EST durant les 12 mois de 2010

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec total au cours de l'année 2011**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 116,54 | 116,15404 | 116,062261 | 116,334674 | 116,513815 | 116,022962 | 116,093289 | 116,445985 | 116,4005 | 116,374952 | 115,689071 | 115,789753 |
| ECARTYPE | 1,032310873 | 1,27551035 | 1,39859266 | 1,55583188 | 1,3384608 | 1,34934718 | 1,42698471 | 1,28301392 | 1,39156622 | 1,46248223 | 1,82194372 | 1,54999164 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 119,8376263 | 119,627036 | 119,644034 | 119,568248 | 119,629264 | 119,339739 | 119,303357 | 119,375776 | 119,704824 | 119,712707 | 119,537014 | 119,68496 |
| ECARTYPE | 0,800158179 | 0,90585165 | 0,77393971 | 0,74110295 | 0,82932387 | 0,91123179 | 0,84613455 | 0,76879212 | 0,82612505 | 0,78455615 | 0,91327135 | 0,79018471 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 122,3341771 | 122,386784 | 122,305731 | 122,117001 | 121,928315 | 121,976904 | 122,019492 | 122,082757 | 122,227131 | 122,629409 | 122,530459 | 122,818155 |
| ECARTYPE | 0,866434203 | 0,81461861 | 0,82291229 | 0,8554057 | 0,6921084 | 0,78352698 | 0,80926099 | 0,86572935 | 0,8357714 | 0,81866422 | 0,89822078 | 0,86817069 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 124,9780279 | 125,396822 | 125,418293 | 124,925431 | 125,29478 | 125,102431 | 125,263213 | 124,805858 | 125,073077 | 125,15064 | 125,35282 | 125,388927 |
| ECARTYPE | 0,961240983 | 1,04318211 | 0,94664289 | 0,65703328 | 0,80477151 | 0,77975611 | 0,93265362 | 1,17302521 | 0,8652376 | 0,82270849 | 0,83753124 | 0,83866897 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 129,7571111 | 128,73444 | 127,940232 | 128,014051 | 129,54363 | 129,303551 | 131,095 | 127,888915 | 128,860934 | 129,354183 | 128,972056 | 129,444232 |
| ECARTYPE | 1,861209973 | 1,26221164 | 1,13066301 | 1,24101728 | 2,90935266 | 2,47622649 | 0 | 0,71312816 | 1,21747667 | 2,6681801 | 2,37661554 | 2,05609872 |

Tableau 38 : évolution de l'EST durant les 12 mois de 2011

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec total au cours de l'année 2012**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE EST | 116,43 | 116,347276 | 116,170113 | 116,968029 | 116,514102 | 116,412981 | 116,699309 | 116,027125 | 115,233578 | 115,923362 | 114,846593743846 | 115,086094845097 |
| ECARTYPE | 1,48 | 1,52428483 | 1,5657936 | 0,940442 | 0,91655737 | 1,23831965 | 1,32242205 | 1,81404947 | 2,92721367 | 1,2627305 | 3,054285389 | 2,442973929 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 119,6793808 | 119,61733 | 119,757667 | 119,868943 | 119,68889 | 119,614664 | 119,746412 | 119,734735 | 119,737651 | 119,769749 | 119,768261076145 | 119,567247191787 |
| ECARTYPE | 0,784787765 | 0,85343762 | 0,75093258 | 0,7112016 | 0,83998359 | 0,85429161 | 0,82240217 | 0,84627293 | 0,84829146 | 0,8290393 | 0,8331676 | 0,86545688 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 122,638935 | 122,462243 | 122,582151 | 122,617782 | 122,51754 | 122,36852 | 122,237838 | 122,493557 | 122,53227 | 122,650044 | 122,621578736787 | 122,546048025567 |
| ECARTYPE | 0,790930784 | 0,82453103 | 0,85786424 | 0,83578713 | 0,82443909 | 0,89165069 | 0,8315257 | 0,8652151 | 0,89755174 | 0,8268755 | 0,866000013 | 0,921786277 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 125,2862583 | 124,902977 | 125,17095 | 125,074624 | 125,094561 | 125,181771 | 125,01346 | 125,338461 | 125,212878 | 125,403895 | 125,242603439694 | 125,382842942972 |
| ECARTYPE | 0,92912924 | 0,70260233 | 0,82025789 | 0,79972199 | 0,81803366 | 0,79471614 | 0,80365889 | 0,93985202 | 0,78764908 | 0,85633118 | 0,807408501 | 0,862977219 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 129,237282 | 129,162425 | 129,238278 | 129,093559 | 129,443481 | 129,744665 | 129,906356 | 129,4282 | 129,662443 | 129,453648 | 130,044408933639 | 129,801479380009 |
| ECARTYPE | 1,850508411 | 1,99005116 | 1,96605495 | 2,47356681 | 2,49967756 | 3,12824161 | 2,77529326 | 2,6446574 | 2,69218889 | 2,39855799 | 2,766374306 | 2,792003663 |

Tableau 39 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2012

➤ **Evolution annuelle de l'extrait sec total au cours de l'année 2013**

| GROUPE 1 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 115,36 | 116,1037119 | 116,7177853 | 117,0680815 | 116,2706621 | 115,8042813 | 115,6594748 | 115,9077295 | 114,5831863 | 103,396844 | 115,558098662409 | 115,3055168720360 |
| ECARTYPE | 2,81 | 1,948680959 | 1,253458081 | 1,992056707 | 1,732304494 | 2,049570816 | 1,85837135 | 1,843579035 | 4,943524486 | 19,5984286 | 2,239642972 | 2,254183542 |
| GROUPE 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE ES | 119,5953872 | 119,6889323 | 120,1076307 | 119,8458764 | 119,6380655 | 119,6722335 | 119,3821526 | 119,4379107 | 119,7841705 | 119,71614 | 120,014120183090 | 119,6227319284280 |
| ECARTYPE | 0,904710771 | 0,86440061 | 0,580259528 | 0,787675384 | 0,847358579 | 0,896186616 | 0,866292417 | 0,870218195 | 0,836656965 | 0,83288378 | 0,841641508 | 0,854593086 |
| GROUPE 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 122,4120402 | 122,2838597 | 122,5550803 | 122,6459694 | 122,217143 | 122,4060648 | 122,2333649 | 122,0765578 | 122,6191681 | 122,694843 | 122,525378009512 | 122,6431309507830 |
| ECARTYPE | 0,82778209 | 0,810260266 | 0,911274914 | 0,80124587 | 0,859722843 | 0,953421111 | 0,815804437 | 0,847540782 | 0,859939637 | 0,87263216 | 0,84959074 | 0,900838233 |
| GROUPE 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 125,3599901 | 125,0971613 | 125,1871879 | 125,1577586 | 125,1543803 | 125,3524816 | 125,3219017 | 125,2910545 | 125,2562642 | 125,233522 | 125,460076870151 | 125,5424557919180 |
| ECARTYPE | 0,853797838 | 0,847260255 | 0,93137554 | 0,755053613 | 0,730078229 | 0,81297919 | 0,787772649 | 0,997577153 | 0,846362205 | 0,83796611 | 0,795222265747 | 0,86213534 |
| GROUPE 5 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| MOYENNE | 129,7469499 | 130,0595745 | 127,2714164 | 129,3319033 | 128,7863735 | 129,4682841 | 128,9132285 | 129,4072192 | 130,2383299 | 129,281929 | 129,612700043233 | 128,8974695927700 |
| ECARTYPE | 2,539920103 | 2,948283703 | 0,186473668 | 2,521499291 | 2,067176562 | 2,671639129 | 1,616710661 | 2,330358092 | 4,359824468 | 2,49704334 | 2,427585174663 | 1,8066295351357 |

Tableau 40 : évolution de l EST durant les 12 mois de 2013

Les mêmes niveaux sont retrouvés durant toutes les années.

II. Discussions des résultats

a. La matière grasse

Dans cette étude on note que la majorité des valeurs de la matière grasse à la même tendance pour chaque groupe choisi durant les cinq années et qu'il n'existe pas de grande différence entre les valeurs de le même groupe sauf pour certains cas.

On remarque l'absence de la fourchette du groupe 5 de 2010 au niveau du mois 7. Alors qu'on signale pour le même groupe une valeur plus au moins élevé de la matière grasse au niveau du mois 3 ($33.8 \pm 0.001\text{g/l}$), et une valeur faible au niveau du mois 11 ($30,43 \pm 3.56\text{g/l}$)

b. Le taux protéique

Pour les valeurs de taux protéique, on constate que le groupe 5 de 2011 présente une valeur moyennement élevée au niveau du mois 5 ($33.75 \pm 1.69 \text{ g/kg}$) et du mois 6 ($33.61 \pm 1.1\text{g/kg}$).

Tandis que l'année de 2012 présentent des valeurs très faibles au niveau du groupe 1, pour le mois de 11 ($27.88 \pm 1.30\text{g/kg}$) et le mois 12 ($27.85 \pm 1.29\text{g/kg}$), tout on signale l'absence de cette fourchette du groupe 1 pendant les mois de 2,3,4 et 5 de même pour le groupe 1 de 2013 pendant les mois 3,11 et 12 avec des valeurs de taux protéique plus ne baisse que celle de 2012 au niveau du mois 9 ($24.20 \pm 0\text{g/kg}$), et du mois 10 ($26.25 \pm 0\text{g/kg}$).

c. L'extrait sec dégraissé

En 2009, la valeur plus au moins élevé de l'extrait sec dégraissé situé au niveau du groupe 5 du mois 6 ($95.15 \pm 1.19\text{g/l}$), même tendance des valeurs pour les différentes fourchettes du lait de 2010, alors que l'année de 2011 présentent des valeurs faibles pour le mois 11 ($88.65 \pm 1.18\text{g/l}$) et le mois 12 ($88.65 \pm 0.98\text{g/l}$) du groupe 1, même chose pour le groupe 5 de mois 4 ($93.99 \pm 0.9\text{g/l}$). Pour les valeurs de l'extrait sec dégraissé, on constate que le groupe 1 de 2012 présente une valeur moyennement faible au niveau du mois 11 ($88.28 \pm 1.98\text{g/l}$) et plus au moins élevé du mois 4 ($89.30 \pm 0.60\text{g/l}$), et celle de mois de 11 ($95.17 \pm 1.76\text{g/l}$) du groupe 5.

Pour les valeurs de l'extrait sec dégraissé, on constate que le groupe 1 de 2013 présente une valeur moyennement faible au niveau du mois 9 ($87.79 \pm 3.80\text{g/l}$) et du mois 3 ($93.62 \pm 0.60\text{g/l}$), et plus au moins élevé pour le mois de 11 ($94.99 \pm 1.68\text{g/l}$) du groupe 5.

d. L'extrait sec total

Les analyses de l'extrait sec total montrent que les groupes 2, 3, 4 présentent des valeurs très proches au cours de ces 5 années de notre étude. Alors que l'extrait sec total de lait de mélange des fermes et des coopératives relevées est plus faible au niveau du groupe 1 en mois de 10 ($115.82 \pm 2.3\text{g/l}$) et pour le groupe 5 en mois de 7 ($127.99 \pm 1.13\text{g/l}$) et moyennement élevés au sein du même groupe en mois de 3 ($130.61 \pm 2.20\text{g/l}$), en mois de 4 ($130.00 \pm$

1.72g/l) et en mois de 9 ($130.53 \pm 1.83\text{g/l}$) durant l'année de 2009. Tandis que l'année de 2010 se caractérise par l'absence du groupe 5 en mois de 7 avec un faible taux d'extrait sec total en mois 5 ($127.52 \pm 0.26\text{g/l}$) et en mois de 9 ($127.79 \pm 0.58\text{g/l}$), pareille pour le groupe 1 en mois de 5 ($115.93 \pm 1.42\text{g/l}$).

Concernant l'année de 2011, les valeurs les plus faibles du groupe 5 situent en mois de 3 ($127.94 \pm 1.13\text{g/l}$) et en mois de 8 ($127.88 \pm 0.71\text{g/l}$), au contraire les valeurs les plus élevées en mois de 7 ($131.09 \pm 0\text{g/l}$). Toutefois l'année de 2012 se caractérise par des valeurs très proches les uns aux autres au sein du même groupe 1 allant du mois 1 jusqu'au mois de 8 avec un taux d'extrait sec total qui ne dépasse pas 116.96 g/l , alors que les autres périodes restantes de l'année ont montré un taux d'extrait sec total qui ne dépasse pas 115.92 g/l .

En 2013, le taux d'extrait sec total plus au moins élevé se localise en mois de 2 ($130.05 \pm 2.94\text{g/l}$) et en mois de 9 ($130.23 \pm 4.35\text{g/l}$) en revanche le mois de 3 ($127.27 \pm 0.18\text{g/l}$) représente la basse valeur au niveau du groupe 5, de plus la valeur la plus basse en mois de 10 ($103.39 \pm 19.59\text{g/l}$) au niveau du groupe 1.

Après on a essayé d'évaluer les caractéristiques physicochimiques afin de classer la qualité du lait par une méthode de traitement chimio-métrique des résultats de la première étude via un logiciel de traitement statistique appelé UNSCRAMBLER X version : 9.7.

Avant d'appliquer une Analyse en Composante Principale (ACP) sur cette matrice de données, on doit visualiser le poids et l'influence de toutes les variables sur le modèle qu'on cherche à développer. Pour ce faire on va utiliser les statistiques descriptives (moyenne, écart-type, médiane...), pour voir est-ce que nos données nécessitent des prétraitements préliminaires ou non.

Les annexes de 1 à 60 représentent les descriptions statistiques des données (diagrammes des différentes variables et le graphique de leurs moyennes et leurs écart-types).

Après l'analyse chimio-métrique des tableaux, on va prendre le graphe de SCORE avec une représentation bidimensionnelle : axe 1 : composante principale 1, et axe 2 : composante principale 2.

On remarque également que les analyses ont donné lieu à des outliers. Ces échantillons atypiques sont dus éventuellement à : mauvaises manipulations, ou mauvais échantillonnage.

Ces annexes montrent que dans la majorité des graphes on observe que la position des échantillons des fermes et les coopératives sont près les uns aux autres et sont regroupés en amas, cela signifie que ces fermes et les coopératives utilisent les mêmes pratiques d'élevage.

Ceci peut être lié à plusieurs facteurs, parmi eux on trouve :

- La race génétique d'élevage :

On révèle la présence de deux races : PrimHolstein et Montbéliarde, qui se caractérisent par une bonne production laitière et adaptation au climat rude du Maroc.

C'est ce qui explique les valeurs élevées de la matière grasse, les protéines, l'extrait sec dégraissé et l'extrait sec total.

- Bien être et Les pratiques ou techniques d'élevage

Les techniques d'élevage des agriculteurs de la zone sont proches les unes aux autres: l'aire de repos, propreté de l'étable, la traite et le soin ...

- Les conditions climatiques

Le climat de la région de Béni Mellal-Khénifra est un climat semi-aride en générale alors les vaches sont mises aux mêmes conditions climatiques.

- Les sources d'alimentation

L'alimentation adoptée par les éleveurs est en fonction de la saison et même de la région. Par exemple, lors du printemps, le pâturage est beaucoup plus disponible et riche en fibres, par contre, en été, les éleveurs utilisent des aliments concentrés. On remarque également que les éleveurs des zones arides utilisent des aliments concentrés plus que les éleveurs des zones irriguées où ils pratiquent les cultures fourragères. En outre, généralement l'alimentation se compose par des rations d'alimentation bien équilibrées à base de foin ou ensilage de maïs ou d'herbe, aliment concentré, maïs en grain ou broyé et paille.

- Effet de saison :

Il est souvent difficile d'évaluer l'effet de la saison sur la performance des vaches en tenant en compte l'effet conjoint du stade physiologique et l'effet de l'alimentation. Mais, heureusement, on peut écrire l'évolution de la production laitière et de la composition chimique du lait en appliquant les techniques statistiques appropriées sur de nombreuses analyses individuelles. Ci-dessous une description de l'évolution du TB et TP durant toute l'année, où on peut observer leur augmentation durant le printemps car le pâturage est plus disponible par comparaison aux autres saisons de l'année.

On peut conclure donc que le lait de notre région a des caractéristiques physicochimiques communes. Car Cette étude nous a permis de créer une idée générale sur la qualité du lait de la zone d'après ses caractéristiques physicochimiques et d'après une enquête mené auprès des éleveurs tire que le lait de cette région de Béni Mellal- khénifra ont une qualité physicochimique à peu près identiques avec une meilleure qualité.

Partie VI : Analyse des caractéristiques physico-chimiques chez des fermes au niveau des cinq zones de la région de Béni Mellal-Khénifra

Concernant la deuxième étude, nous avons focalisé sur les fermes ou producteurs potentiels au niveau des cinq zones de la région de Béni Mellal-Khénifra :

I. Les analyses physico-chimiques au niveau de la zone Beni-Mellal

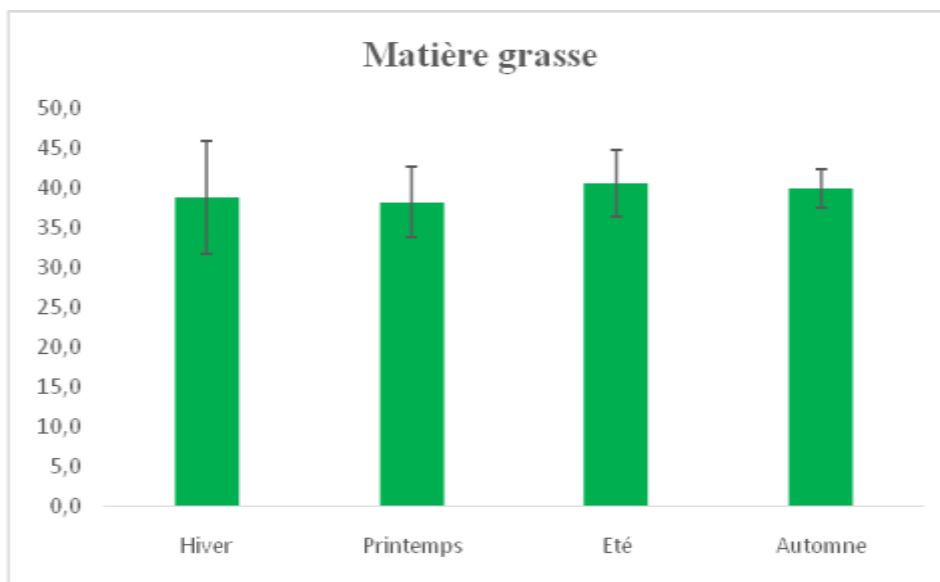


Figure 19: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Beni Mellal.

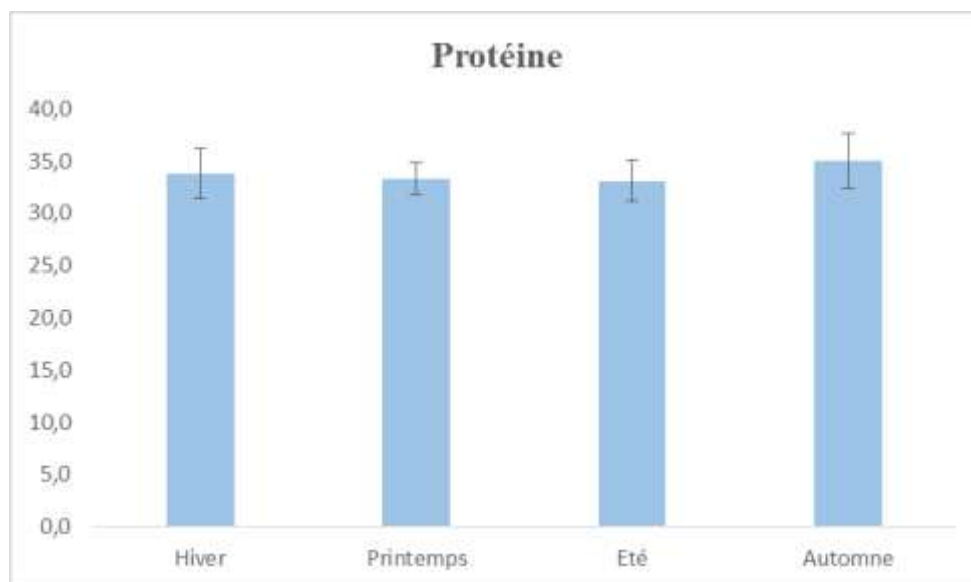


Figure 20: les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Beni Mellal.

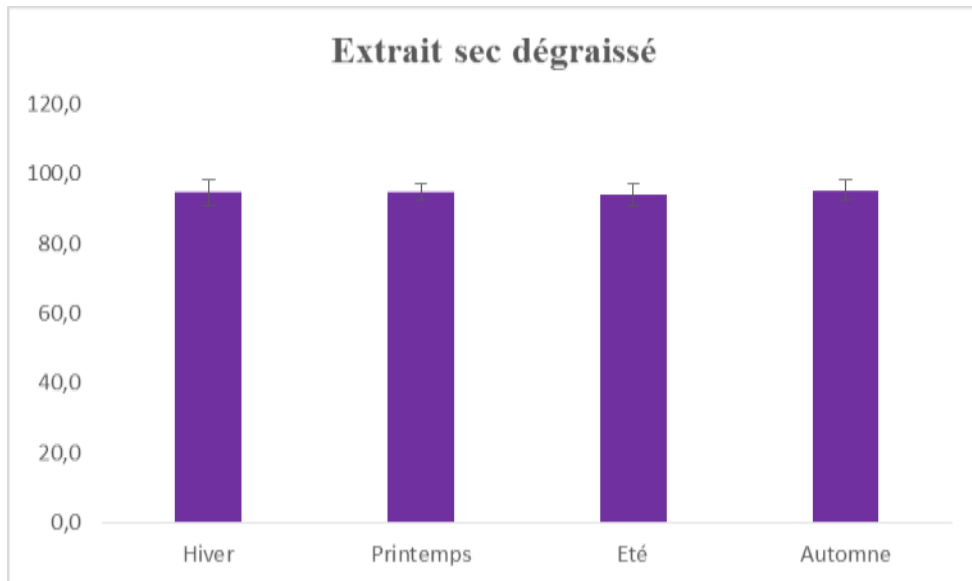


Figure 21: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Beni Mellal.

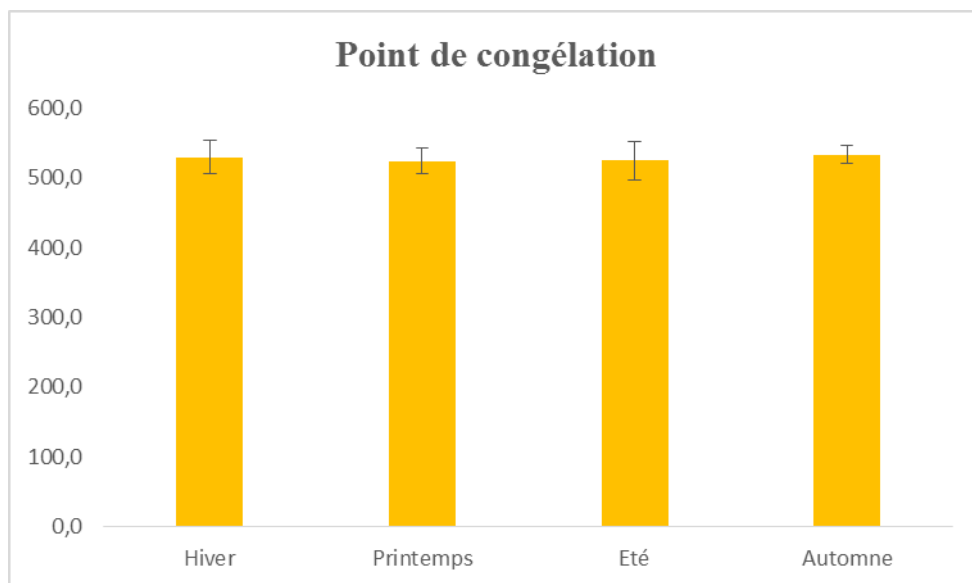


Figure 22: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation µcm dans la zone de Beni Mellal.

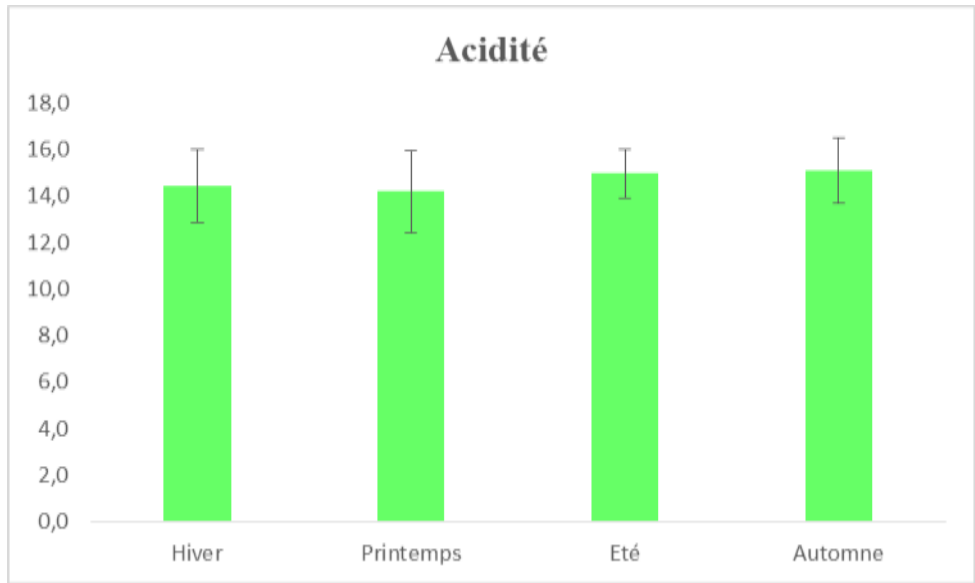


Figure 23: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Beni Mellal.

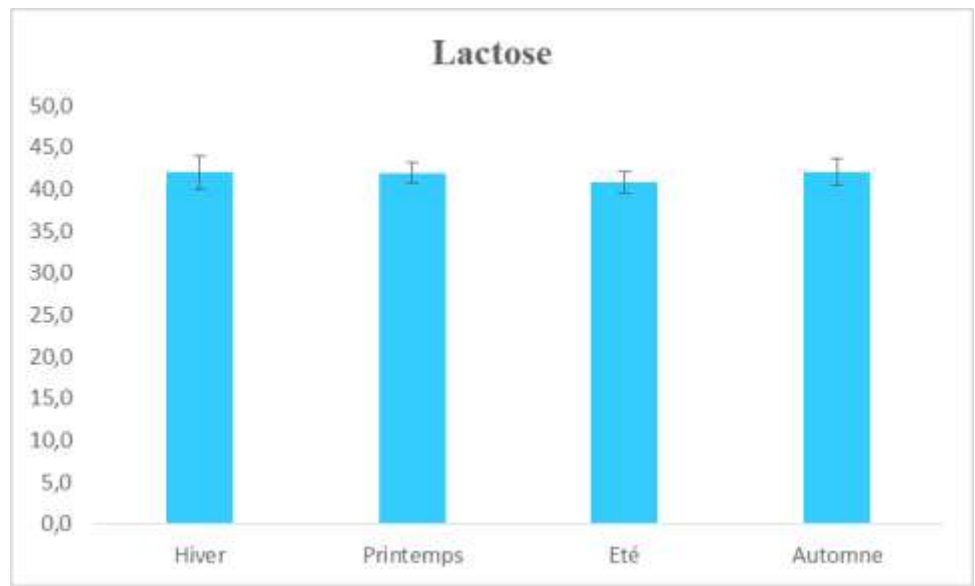


Figure 24: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Beni Mellal.

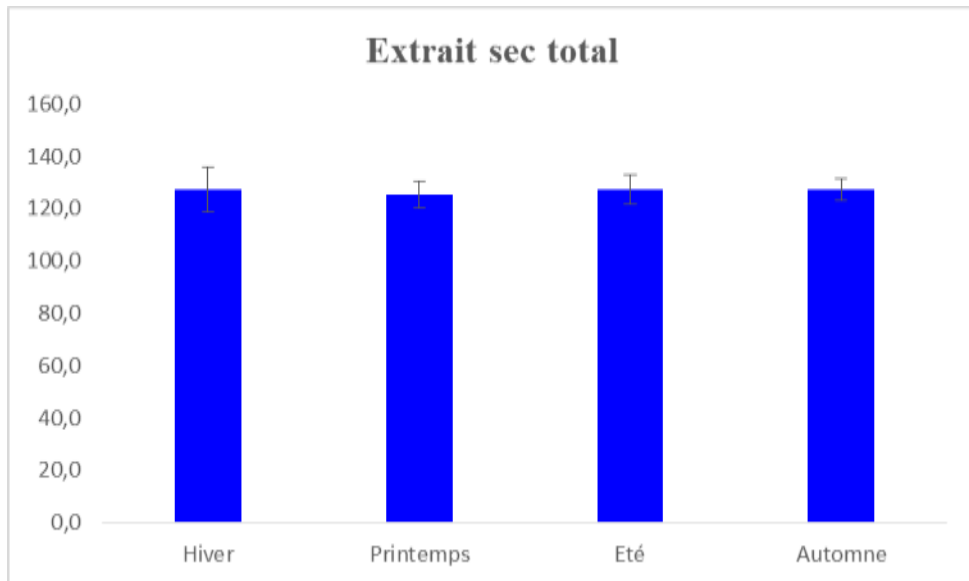


Figure 25: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Beni Mellal.

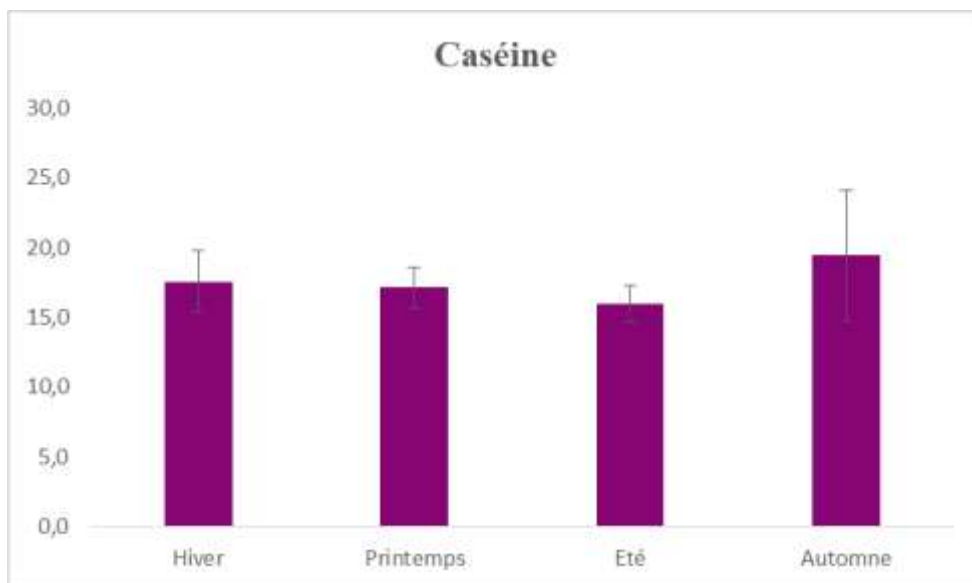


Figure 26: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Beni Mellal.

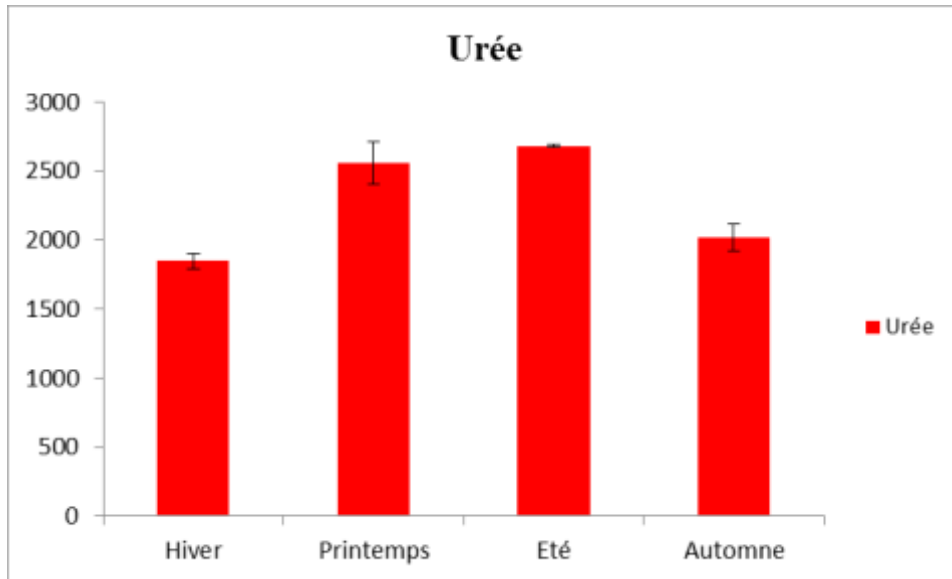


Figure 27: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Beni Mellal.

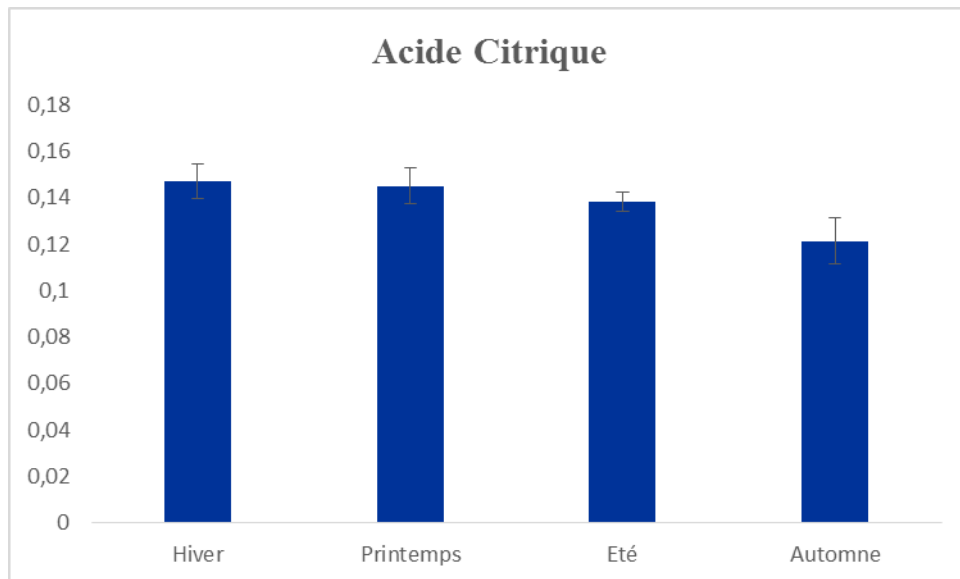


Figure 28: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Beni Mellal.

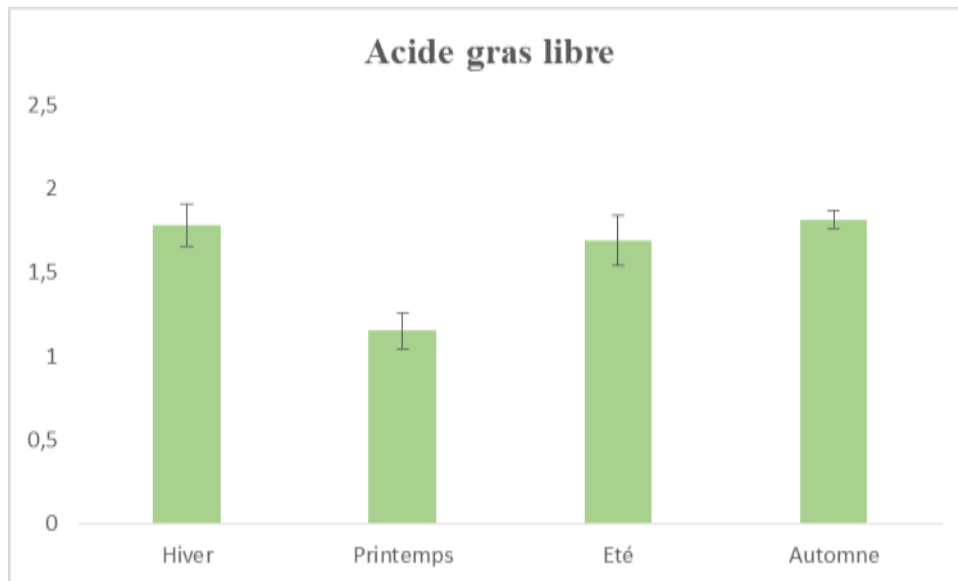


Figure 29: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Beni Mellal.

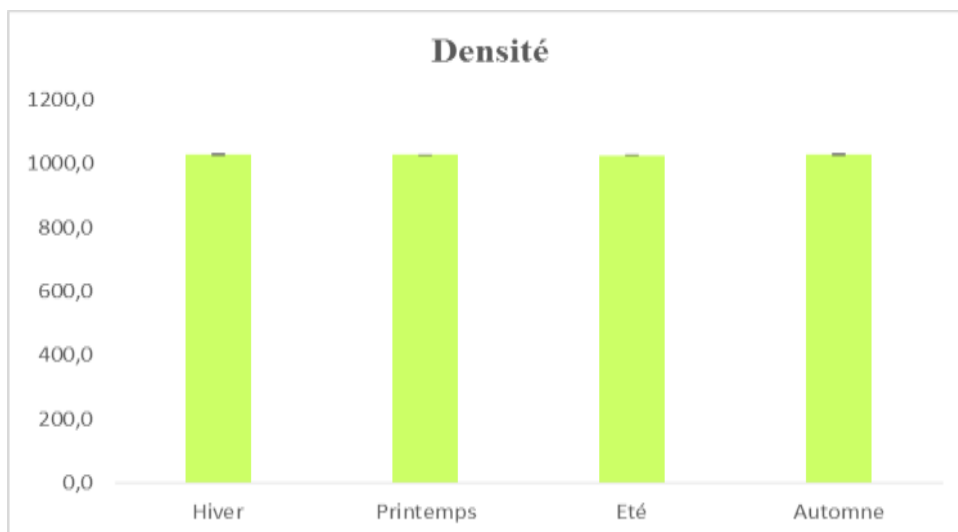


Figure 30: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG g/cm³ dans la zone de Beni Mellal.

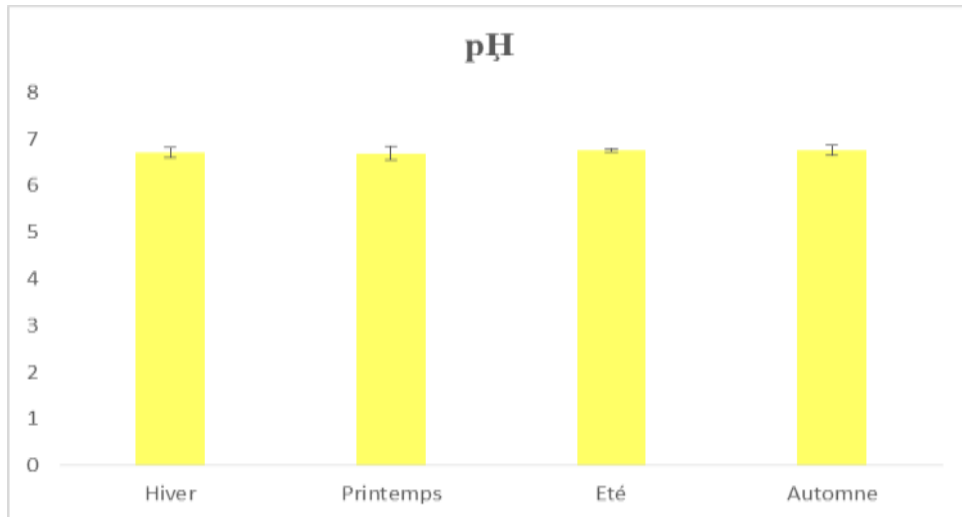


Figure 31: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Beni Mellal.

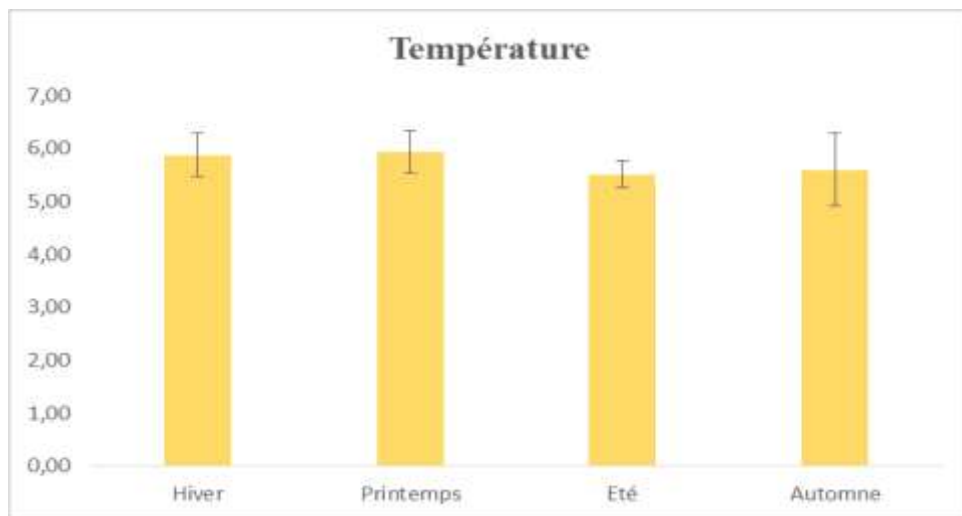


Figure 32: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de température °C dans la zone de Beni Mellal.

II. Les analyses physico-chimiques au niveau de la zone Fkih Ben Saleh

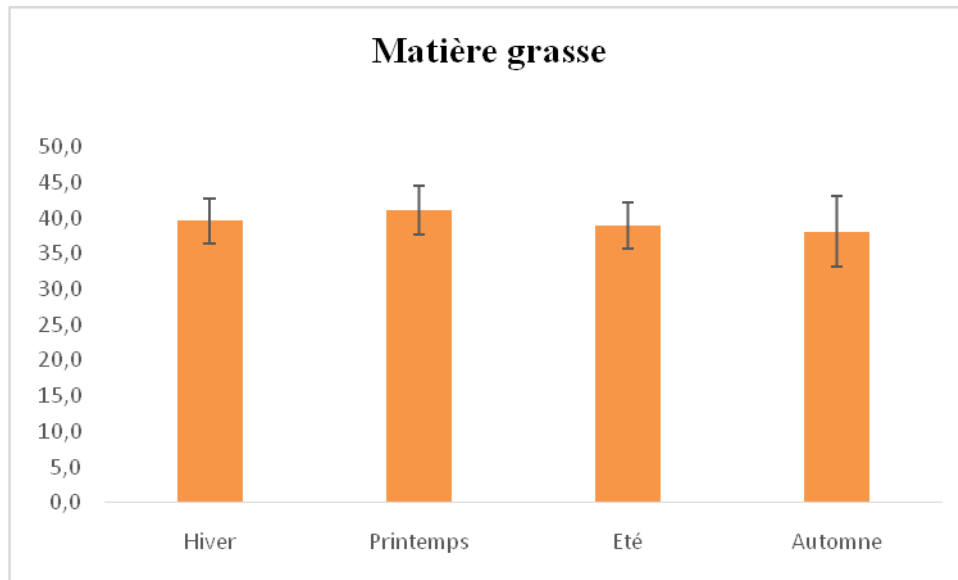


Figure 33: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Fkih Ben Saleh

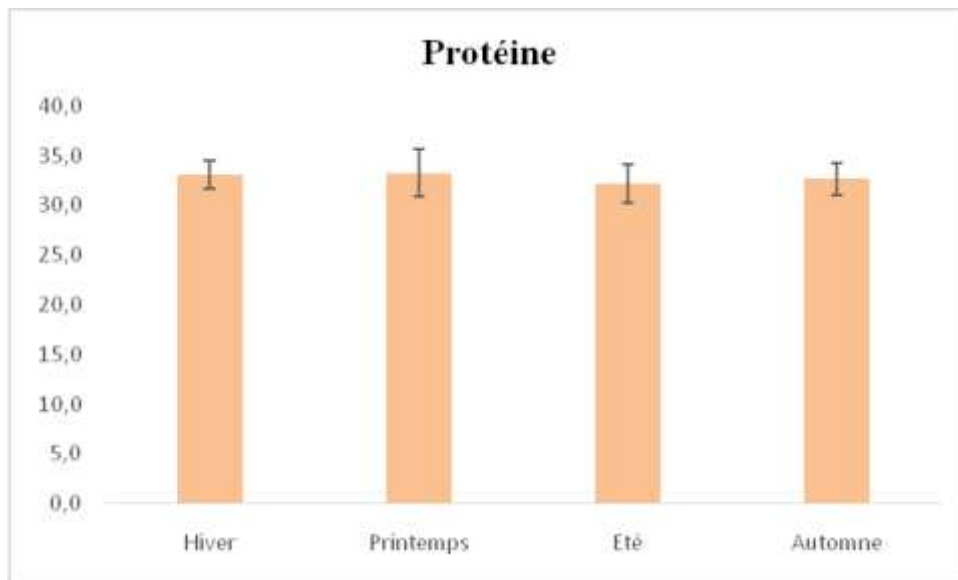


Figure 34: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Fkih Ben Saleh

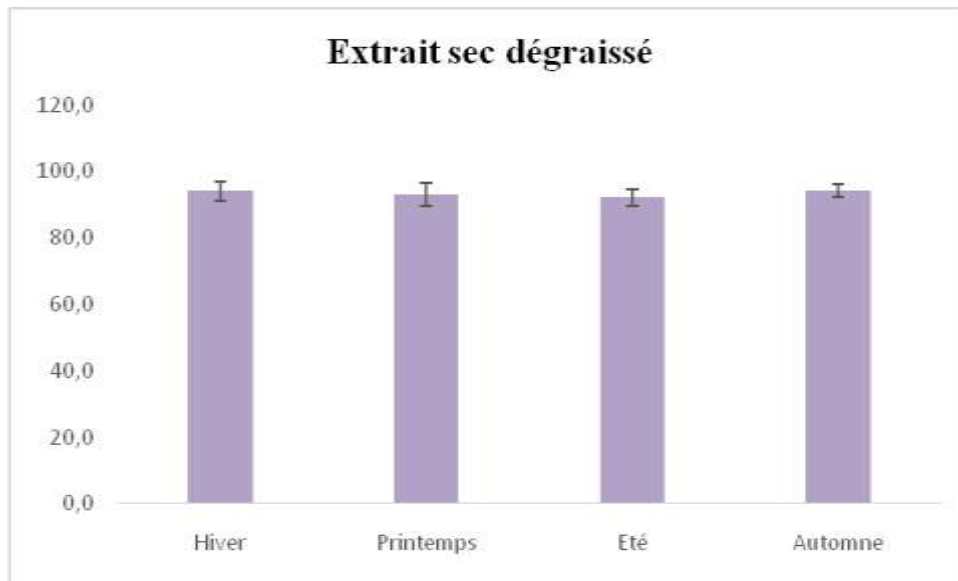


Figure 35: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Fkih Ben Saleh

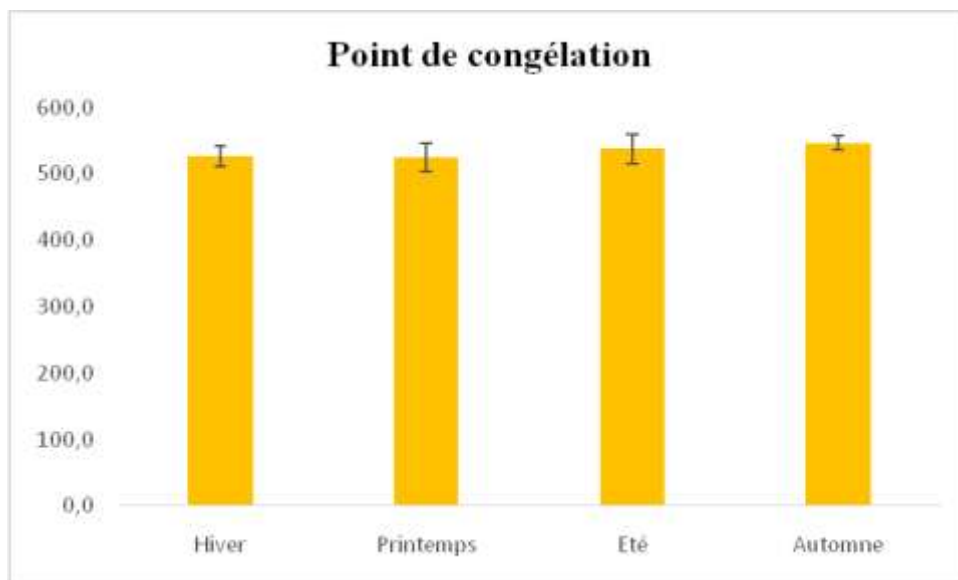


Figure 36: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation µm dans la zone de Fkih Ben Saleh

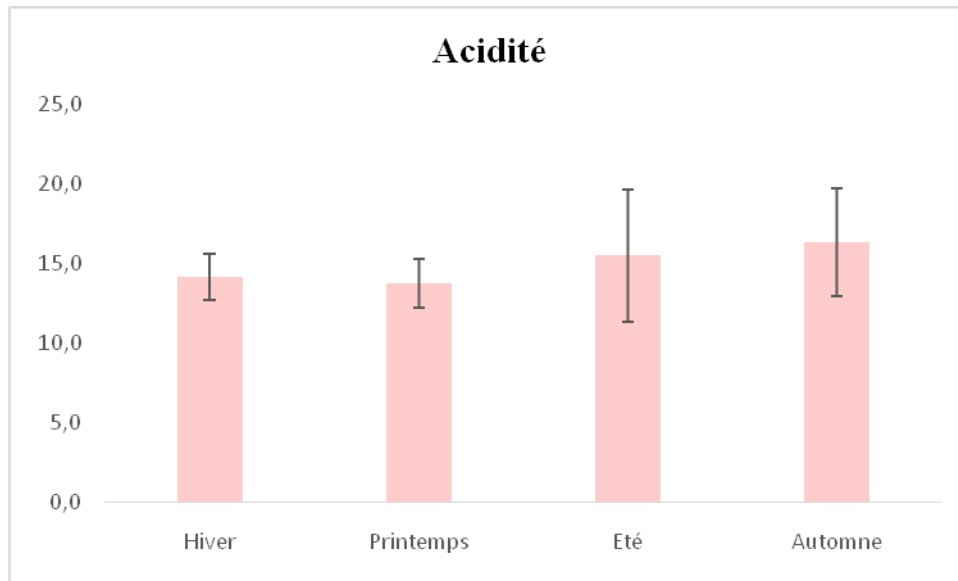
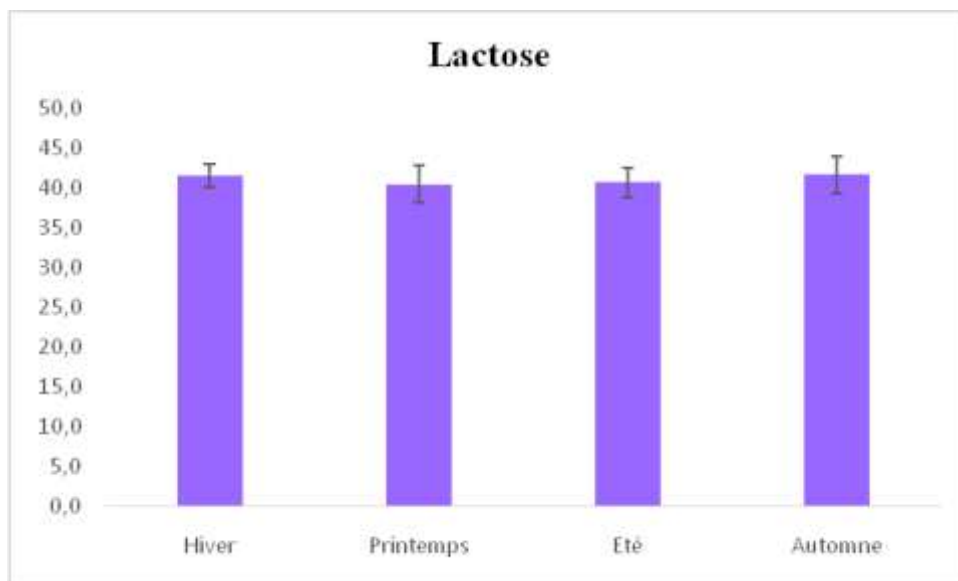


Figure 37: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Fkih Ben Saleh



38: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Fkih Ben Saleh

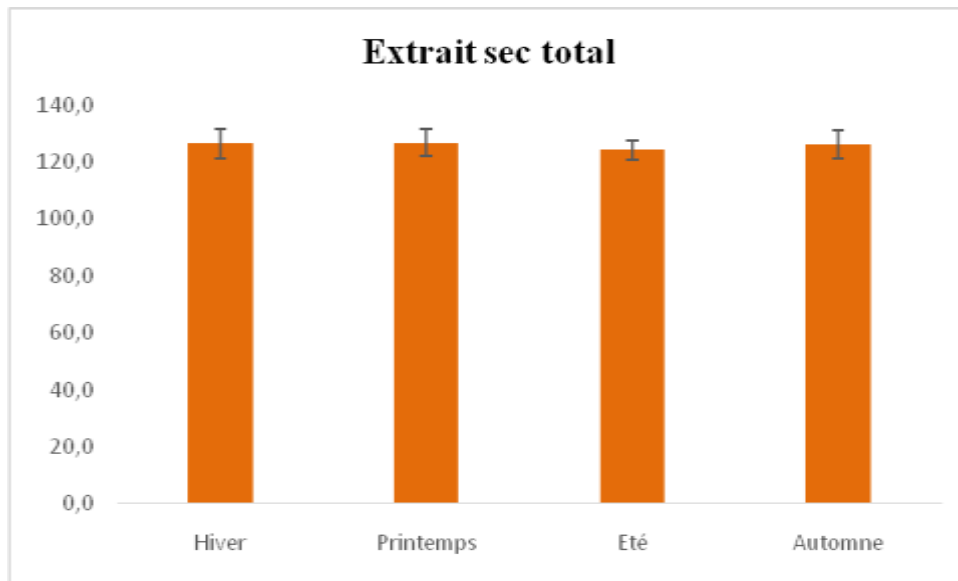


Figure 39: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Fkih Ben Saleh

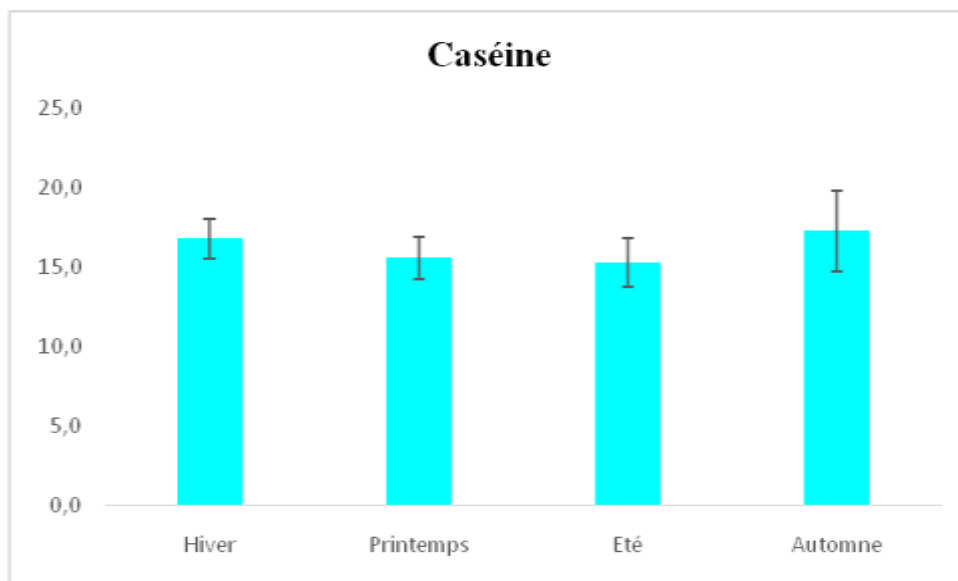


Figure 40: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Fkih Ben Saleh

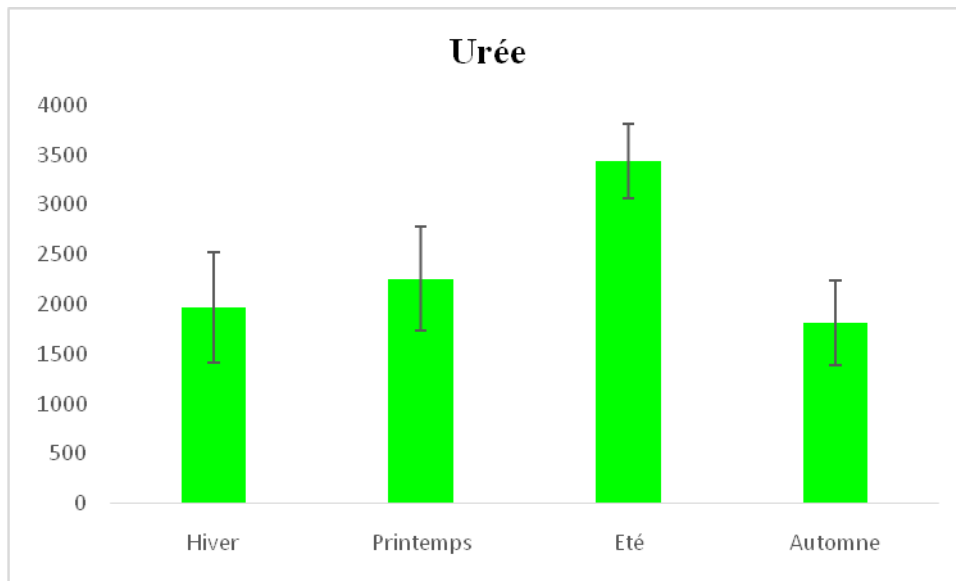


Figure 41: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Fkih Ben Saleh

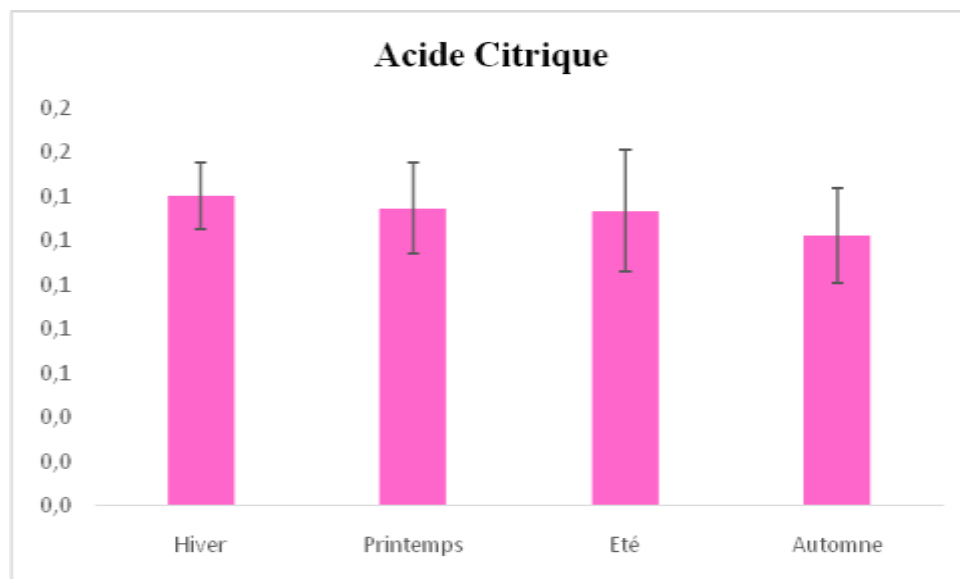


Figure 42: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Fkih Ben Saleh

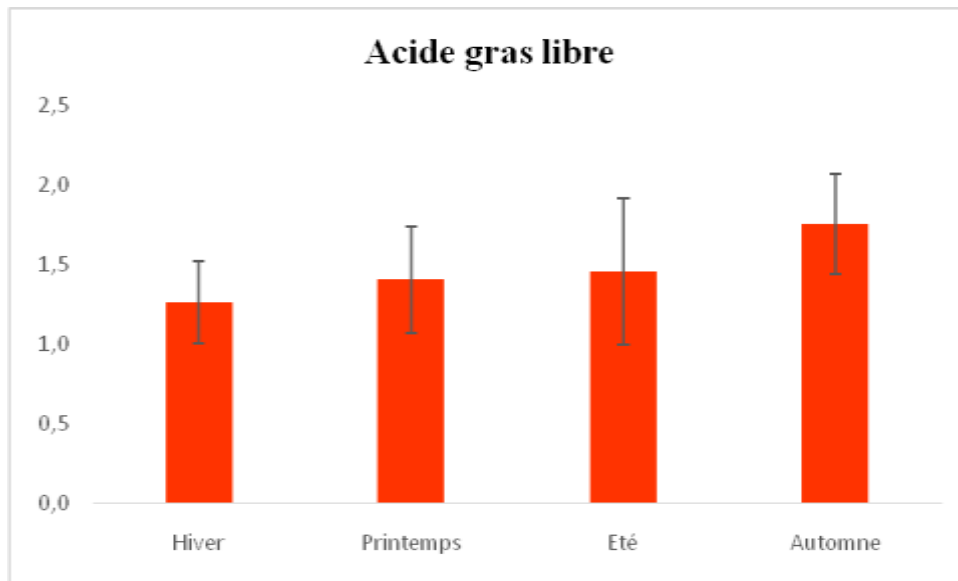


Figure 43: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Fkih Ben Saleh

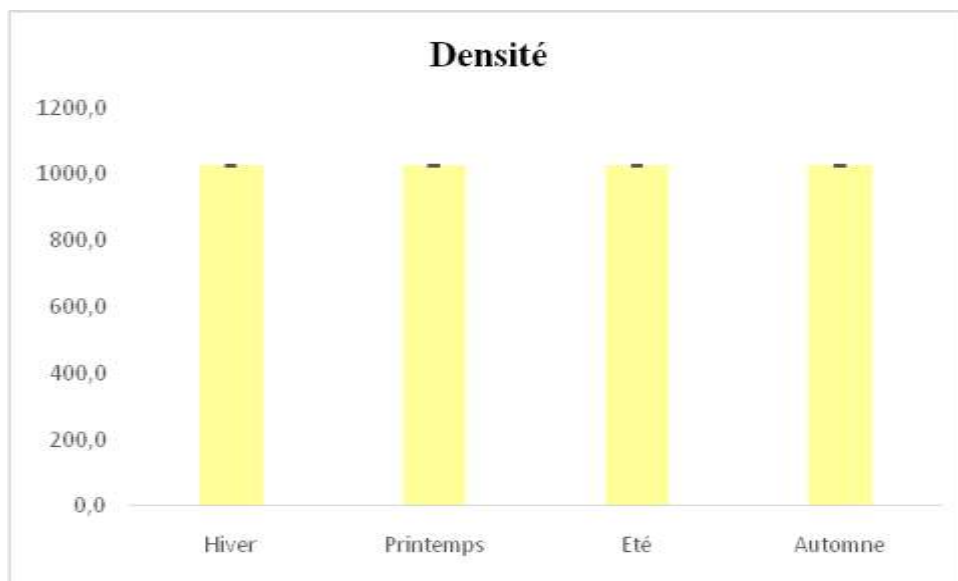


Figure 44: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG g/cm³ dans la zone de Fkih Ben Saleh

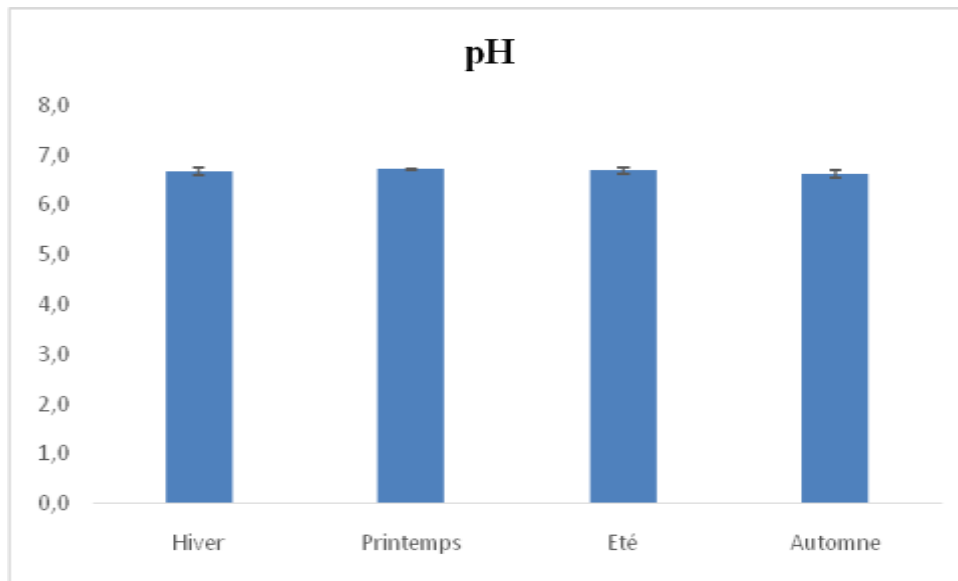


Figure 45: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Fkih Ben Saleh

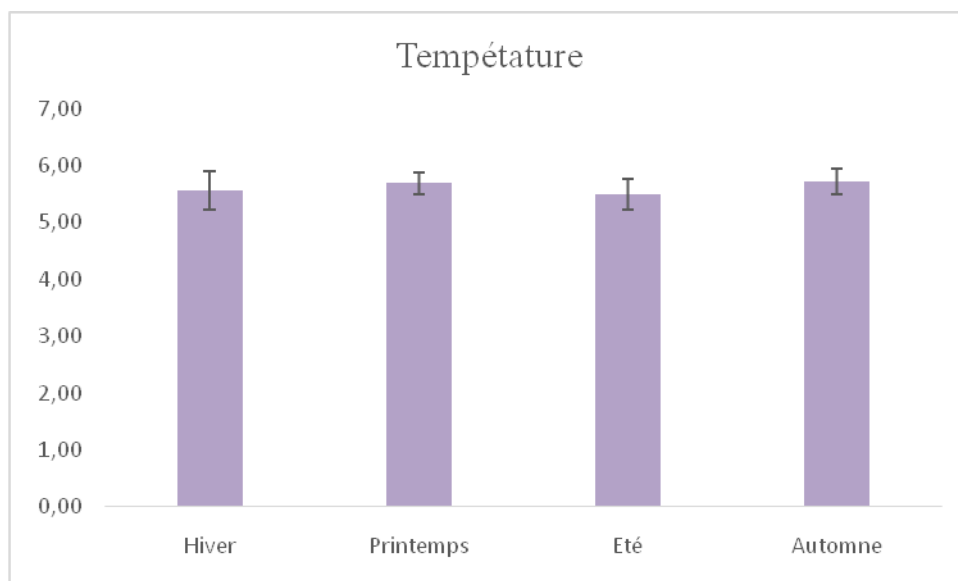


Figure 46: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de température °C dans la zone de Fkih Ben Saleh

III. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Khouribga

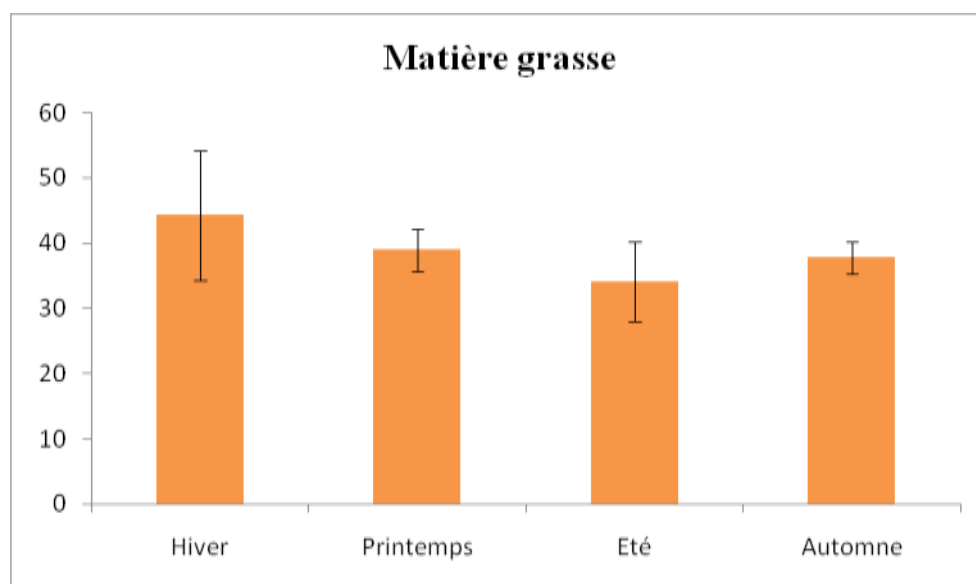


Figure 47: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Khouribga

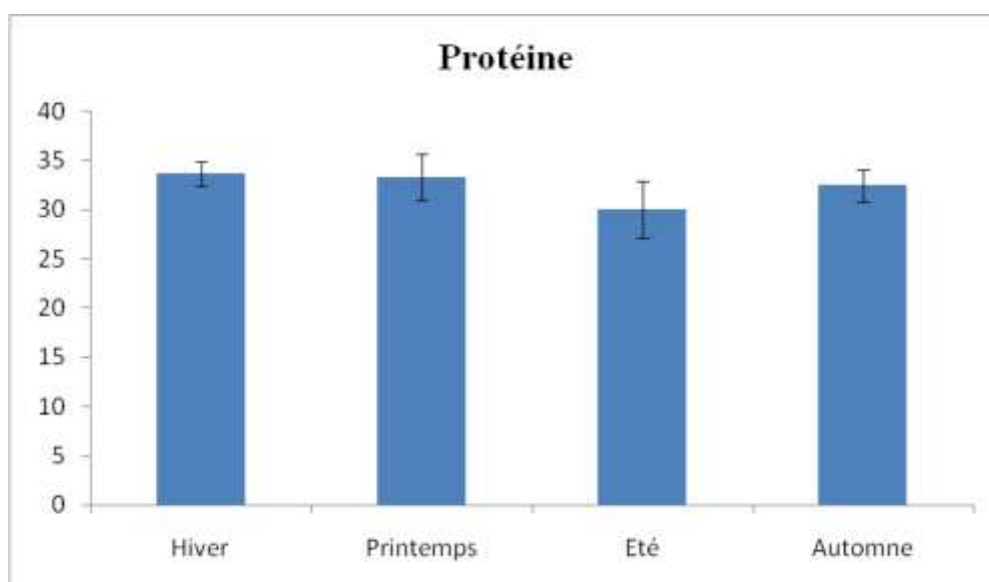


Figure 48: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Khouribga

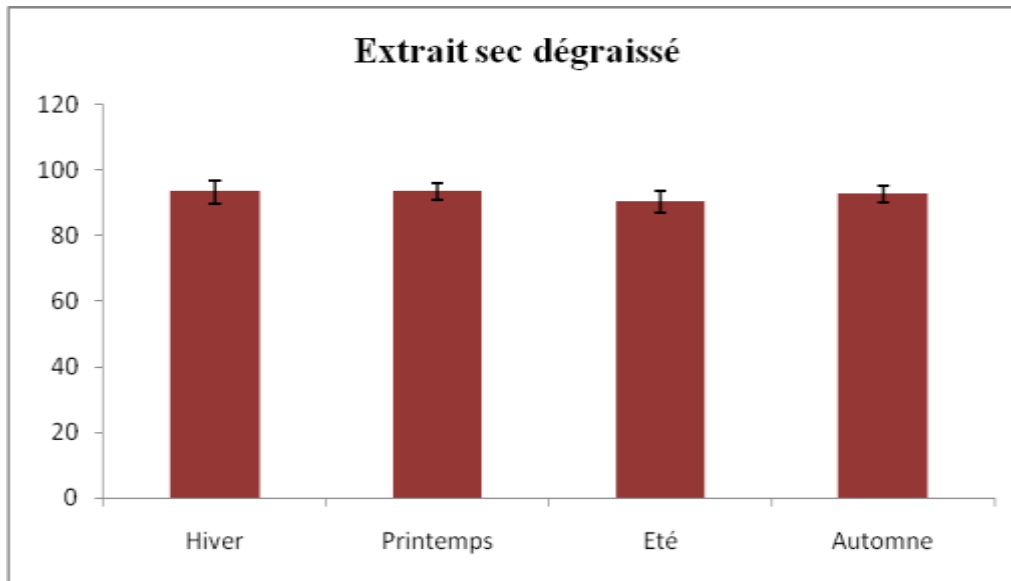


Figure 49: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Khouribga

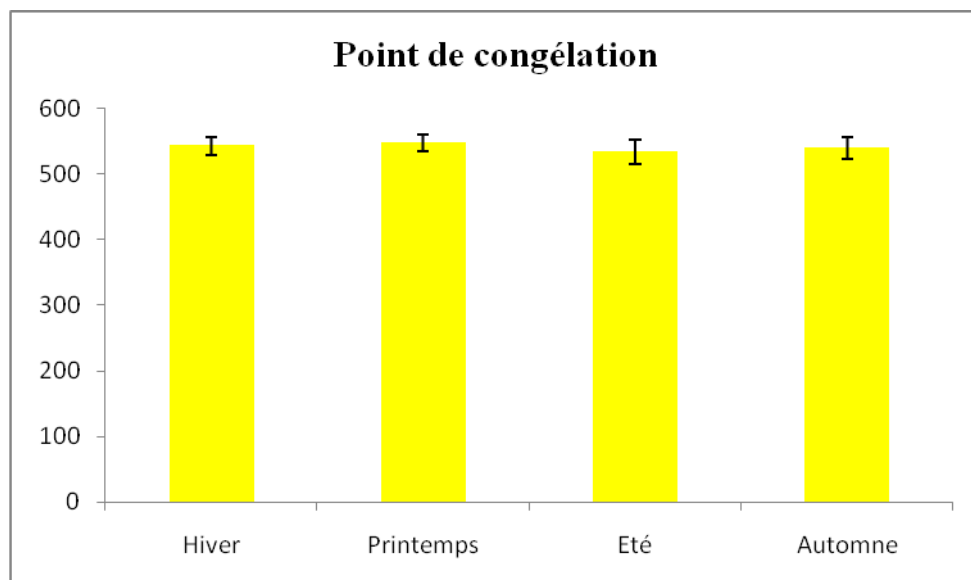


Figure 50: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation µcm dans la zone de Khouribga

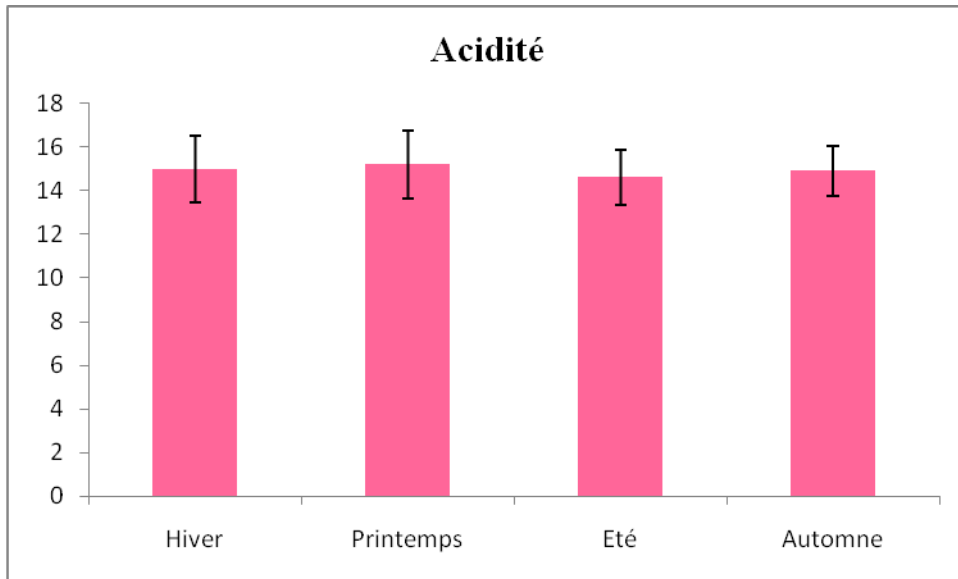


Figure 51: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Khouribga

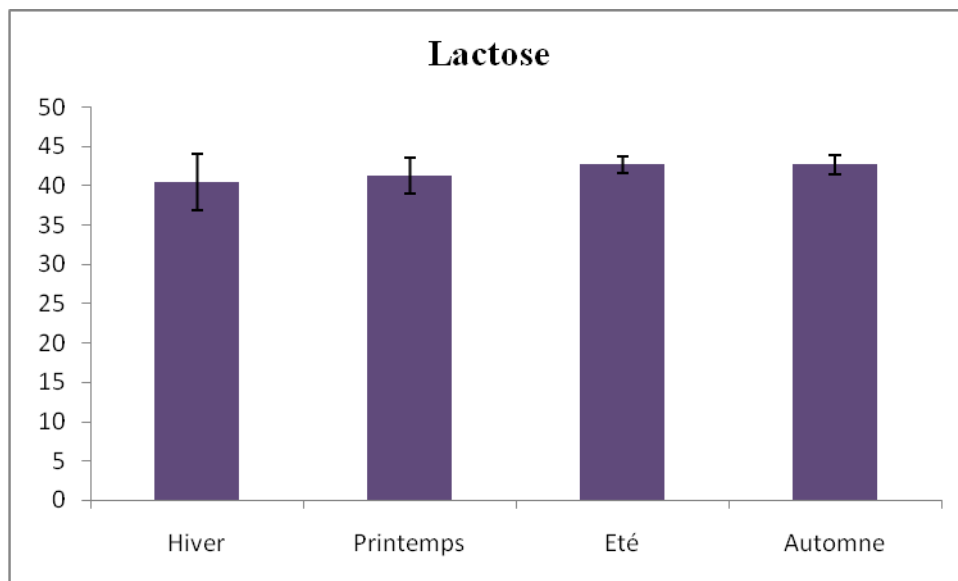


Figure 52: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Khouribga

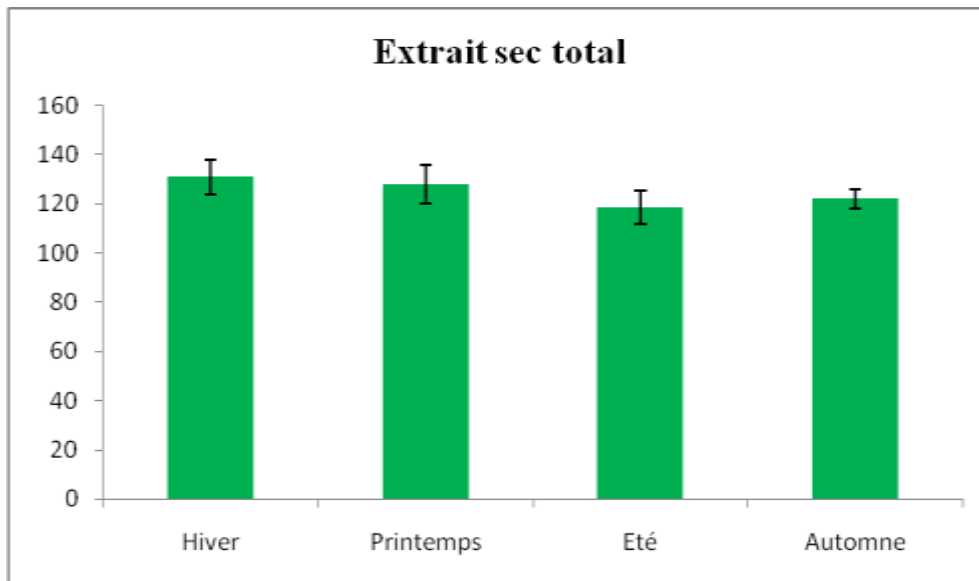


Figure 53: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Khouribga

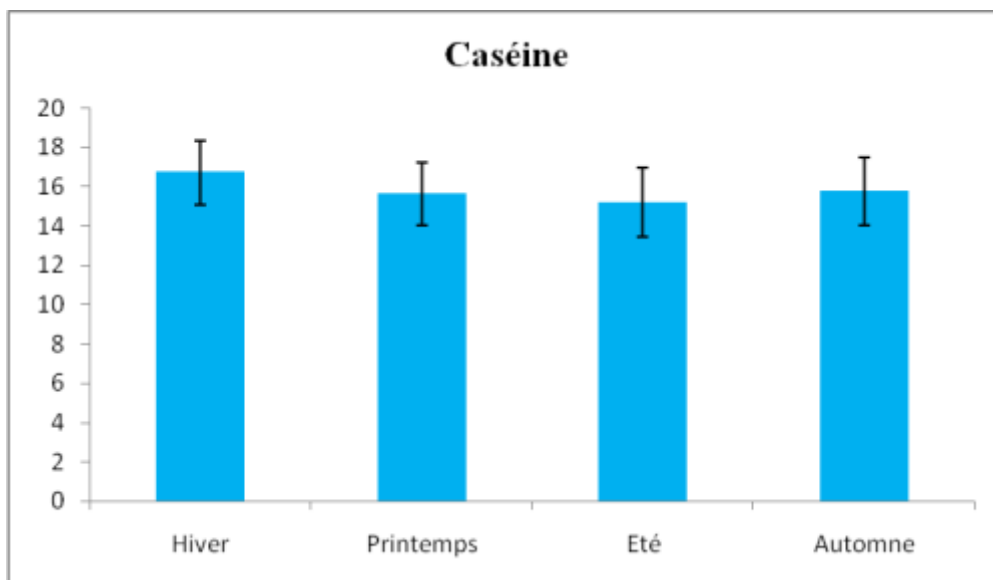


Figure 54: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Khouribga

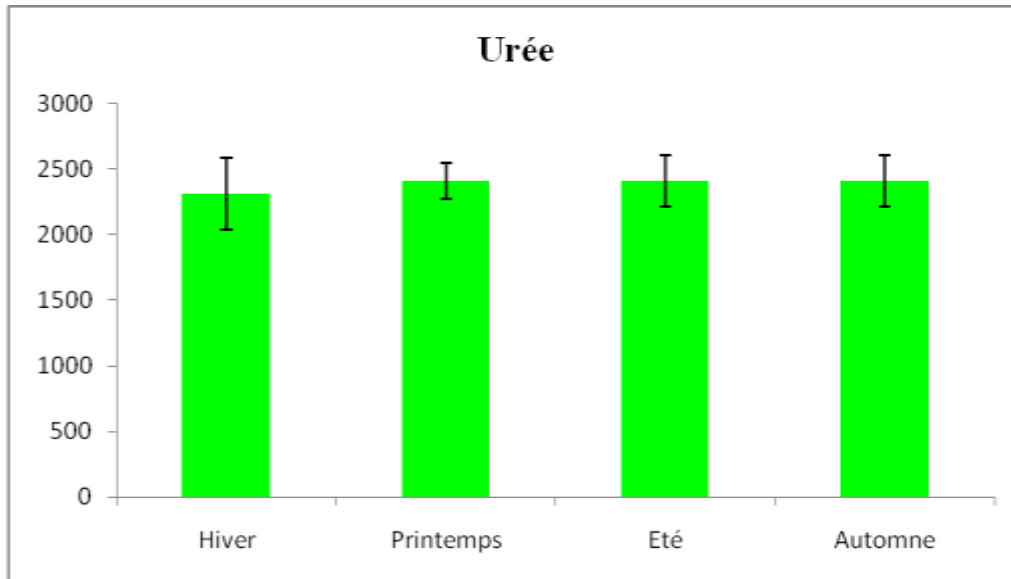


Figure 55: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Khouribga

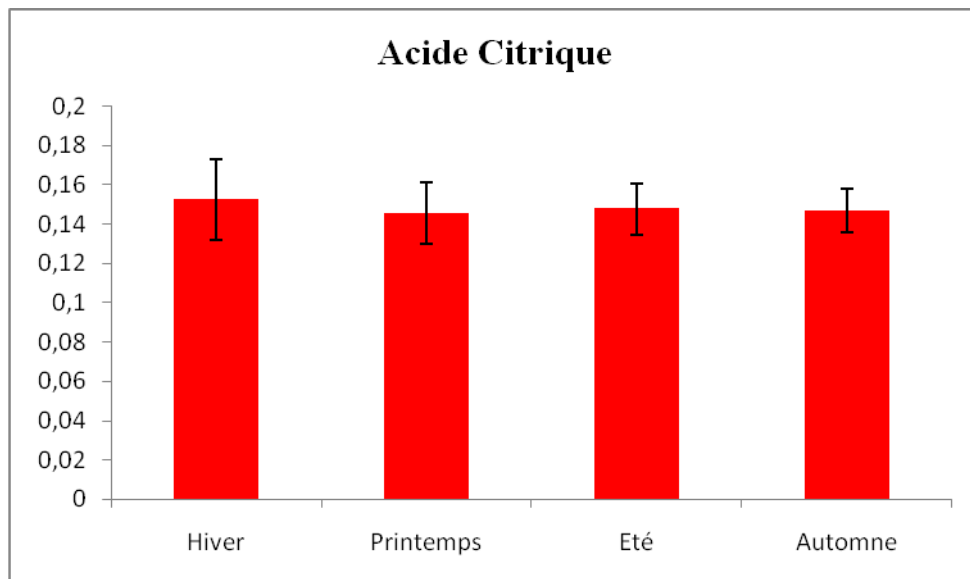


Figure 56: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Khouribga

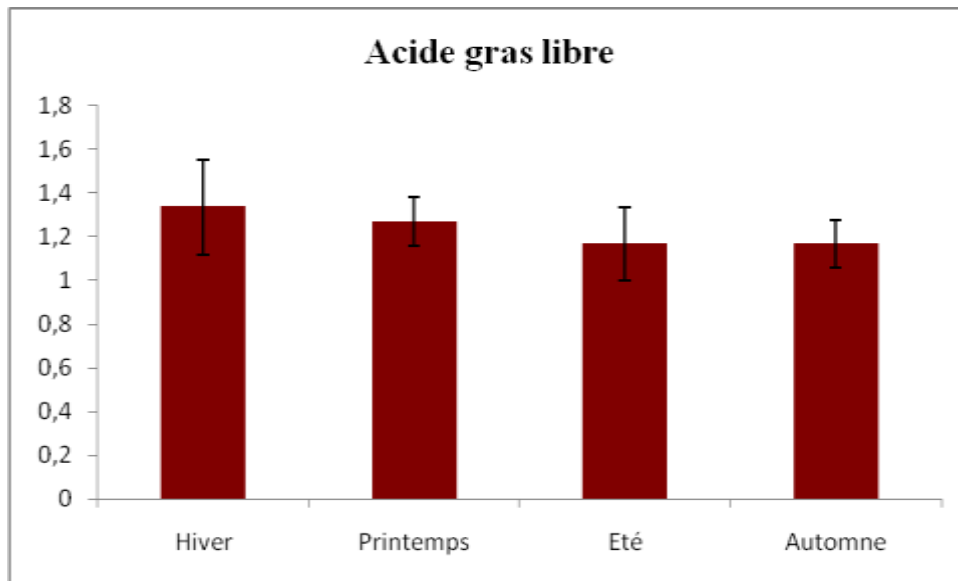


Figure 57: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Khouribga

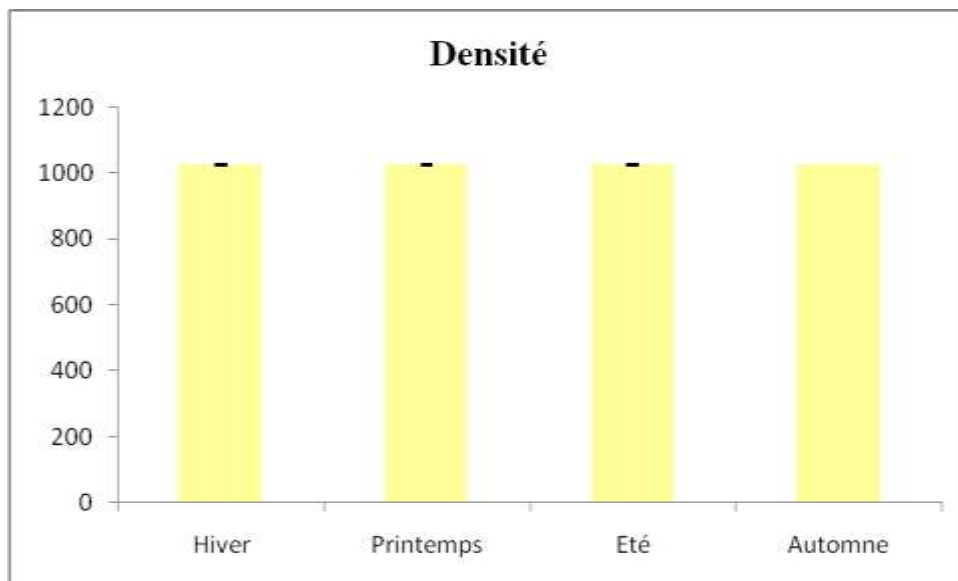


Figure 58: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG g/cm³ dans la zone de Khouribga

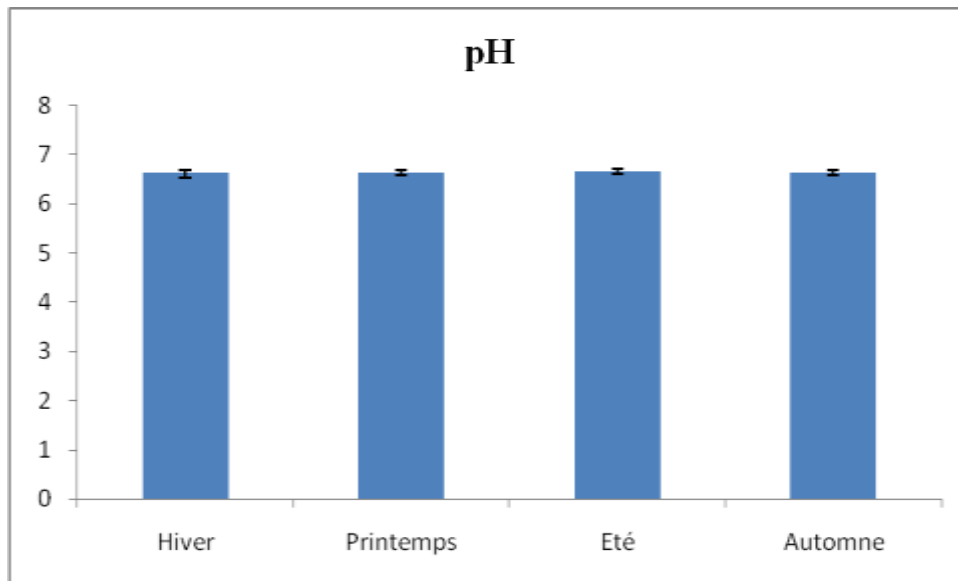


Figure 59: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans zone de Khouribga

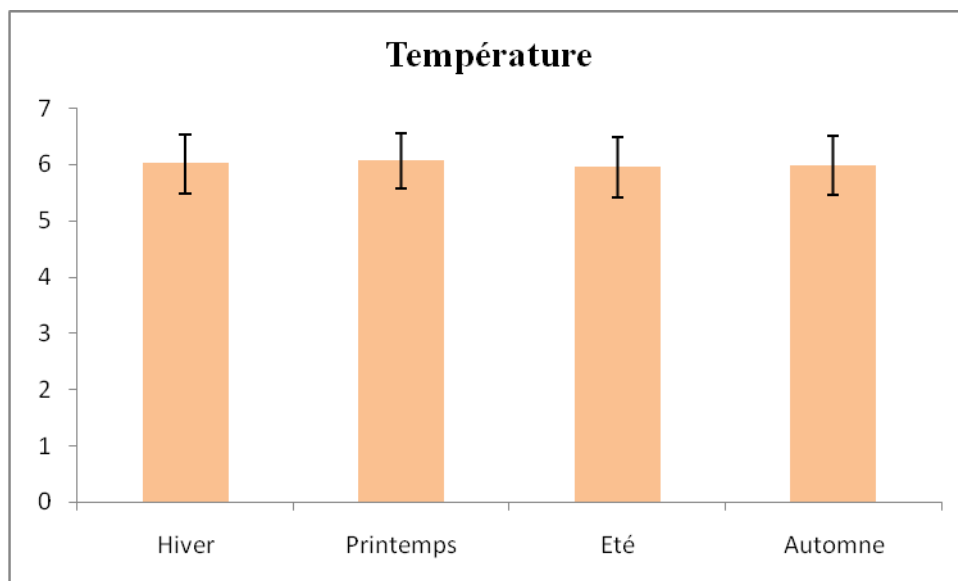


Figure 60: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Température °C dans la zone de Khouribga

IV. Les analyses physico-chimiques au niveau de la zone Oulad ayyad- Azillal

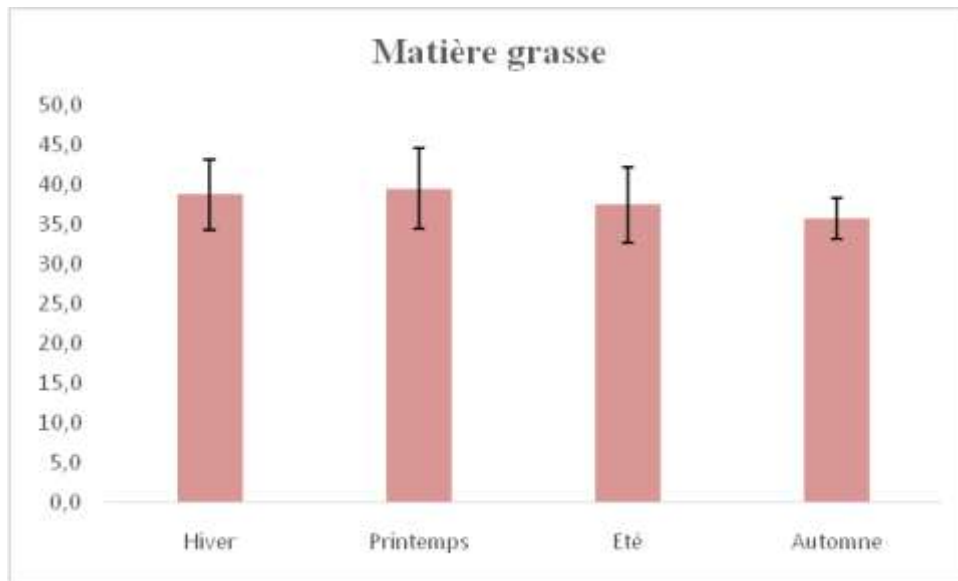


Figure 61: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

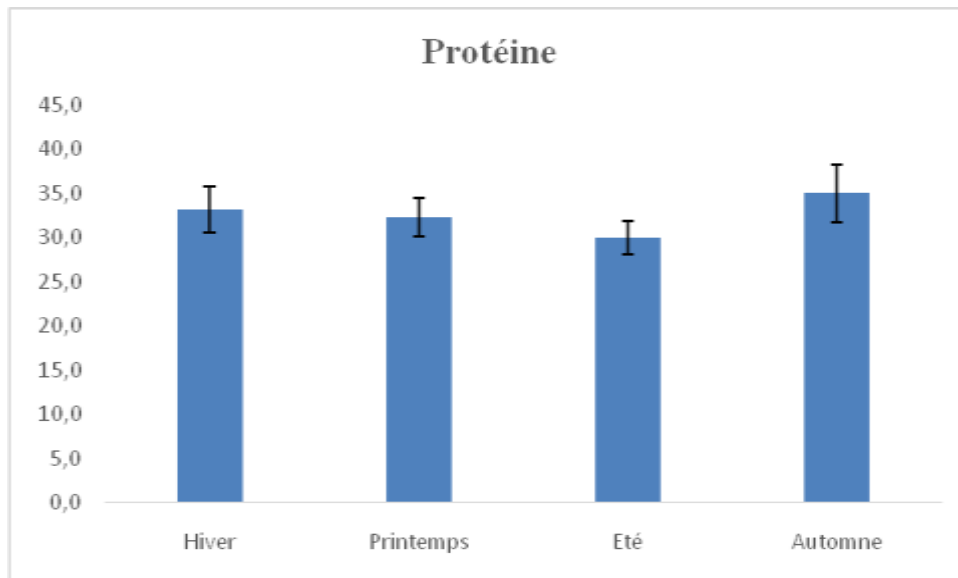


Figure 62: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

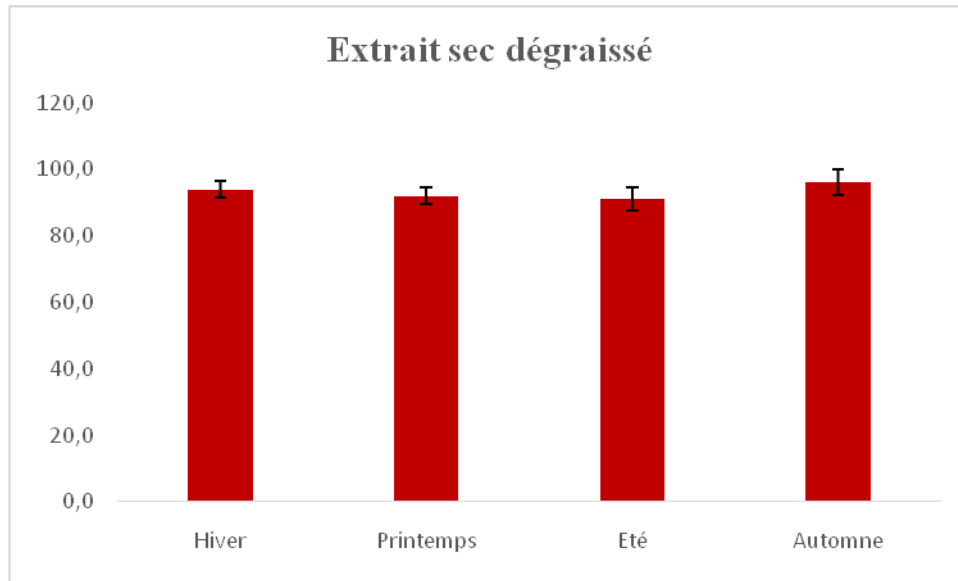


Figure 63: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

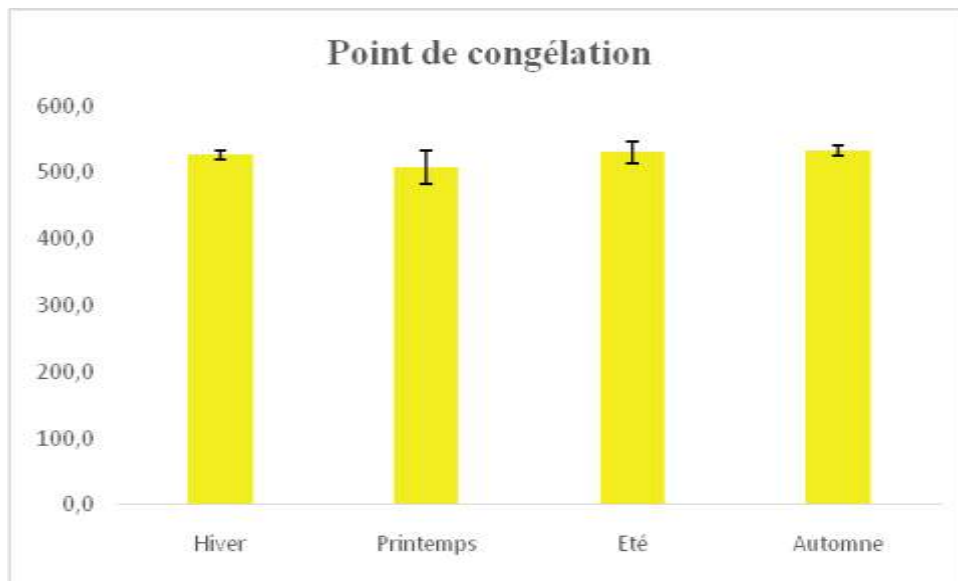


Figure 64: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation µcm dans la zone d'Oulad ayyad- Azilla

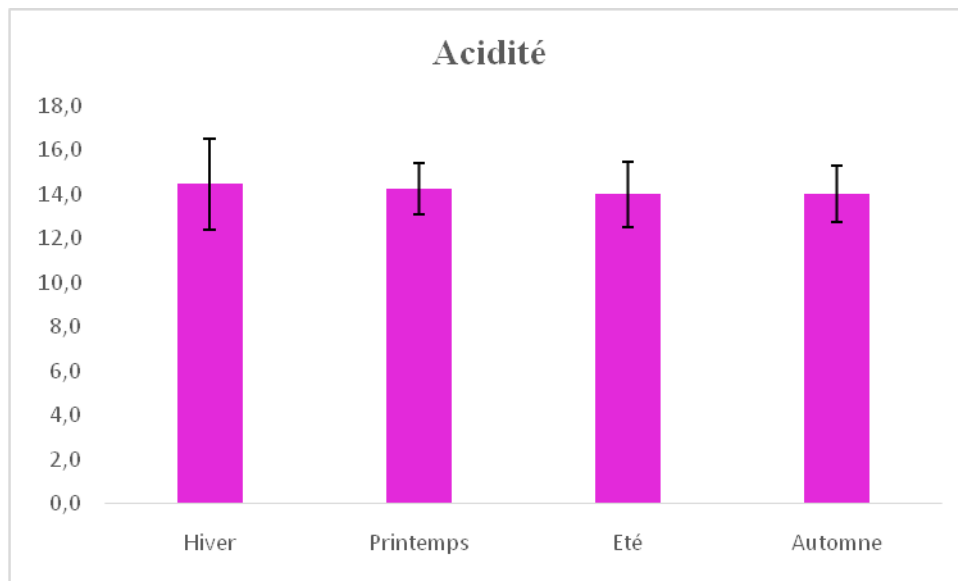


Figure 65: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité ° D dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

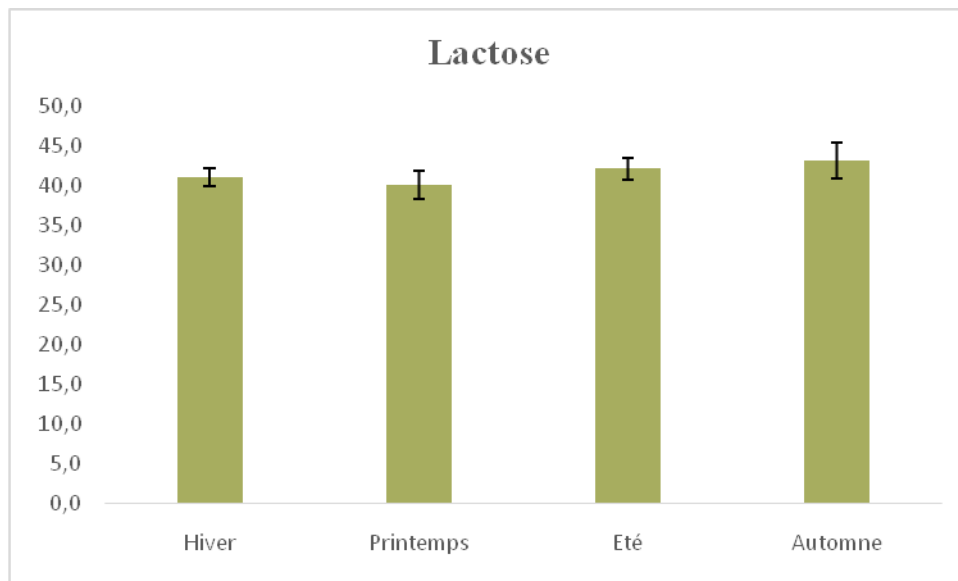


Figure 66: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

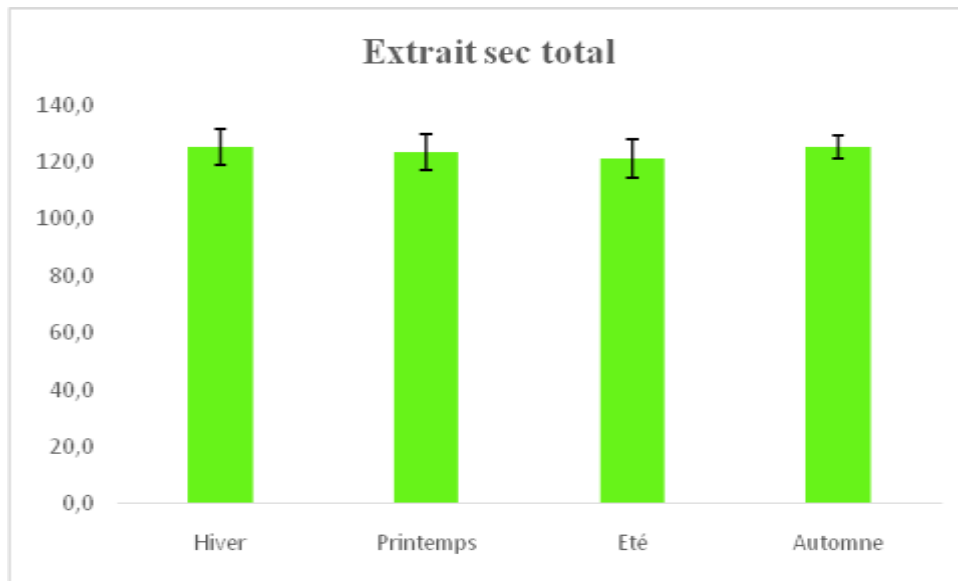


Figure 67: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

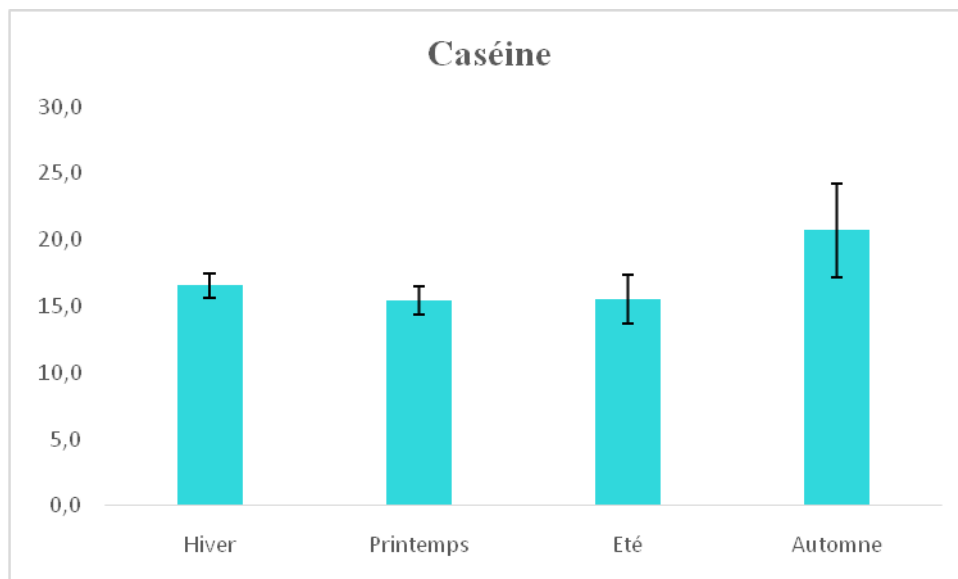


Figure 68: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

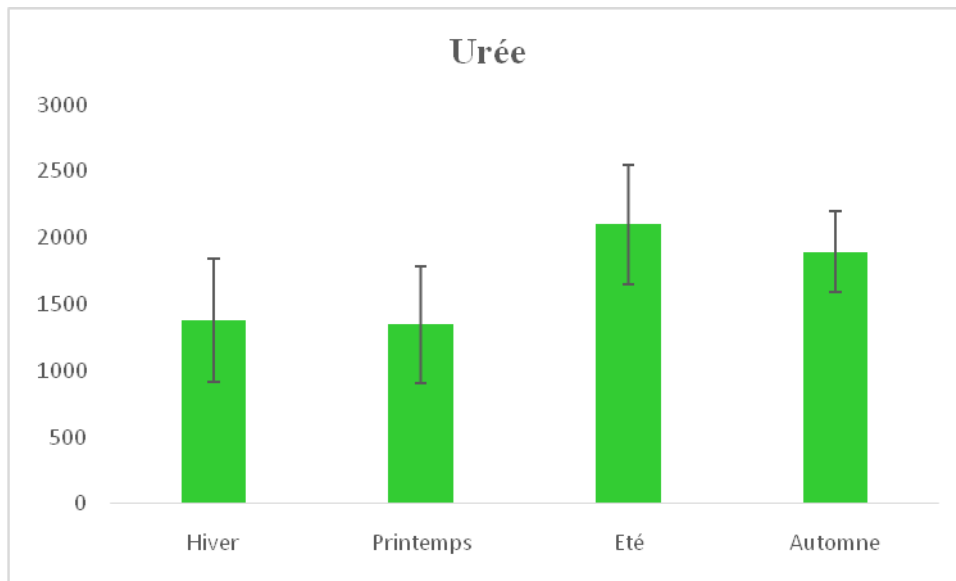


Figure 69: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

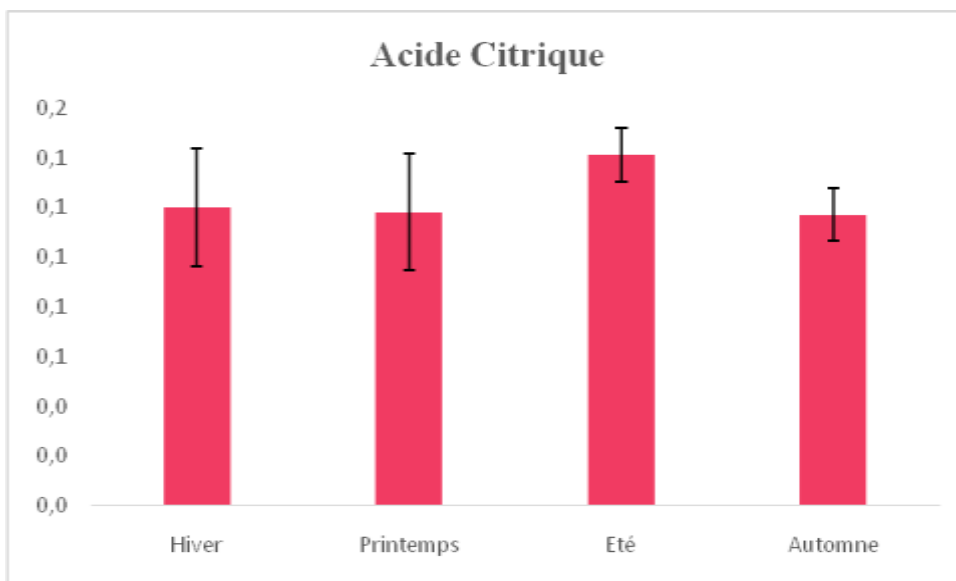


Figure 70: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

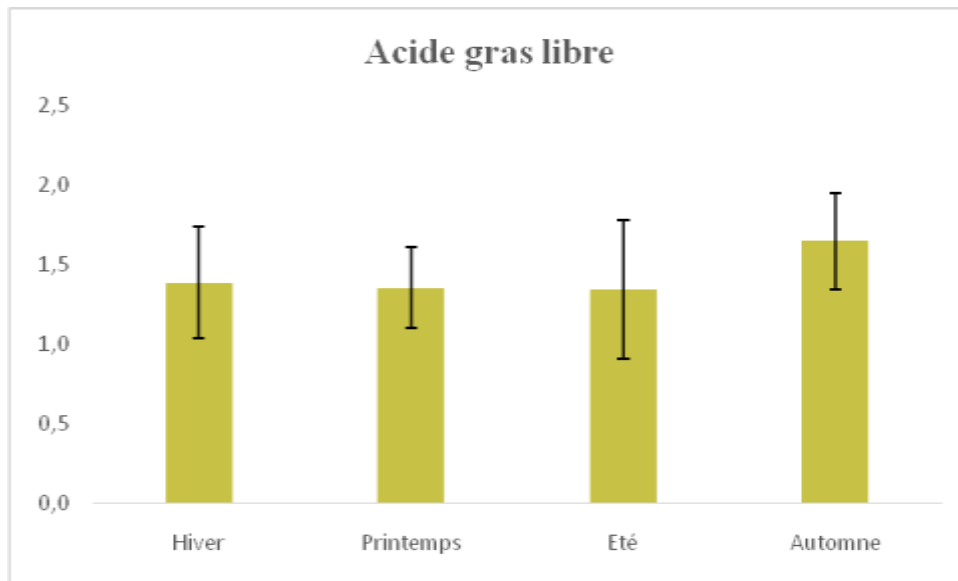


Figure 71: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

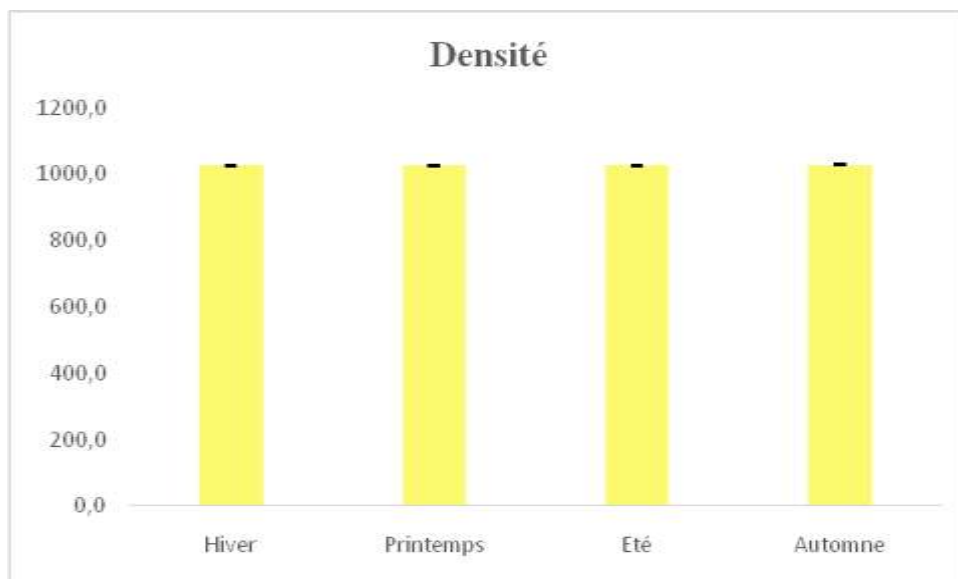


Figure 72: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG g/cm³ dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

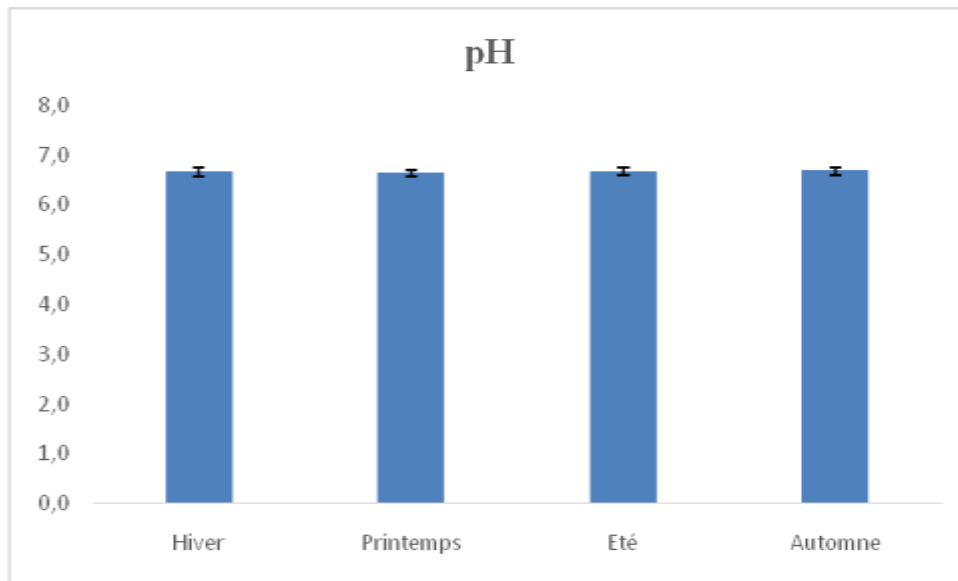


Figure 73: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

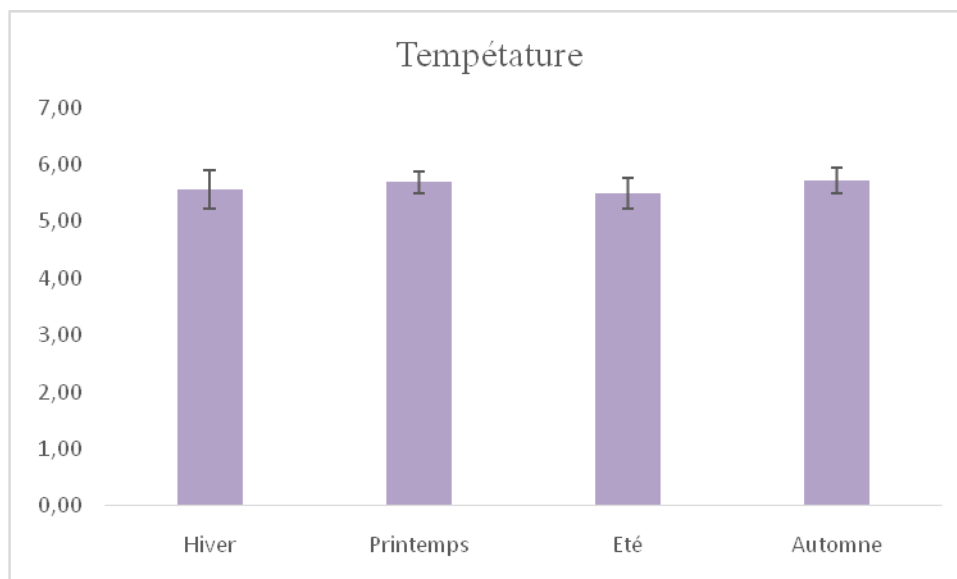


Figure 74: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de température °C dans la zone d'Oulad ayyad- Azillal

V. Les analyses physicochimiques au niveau de la zone Dar Oulad Zidouh

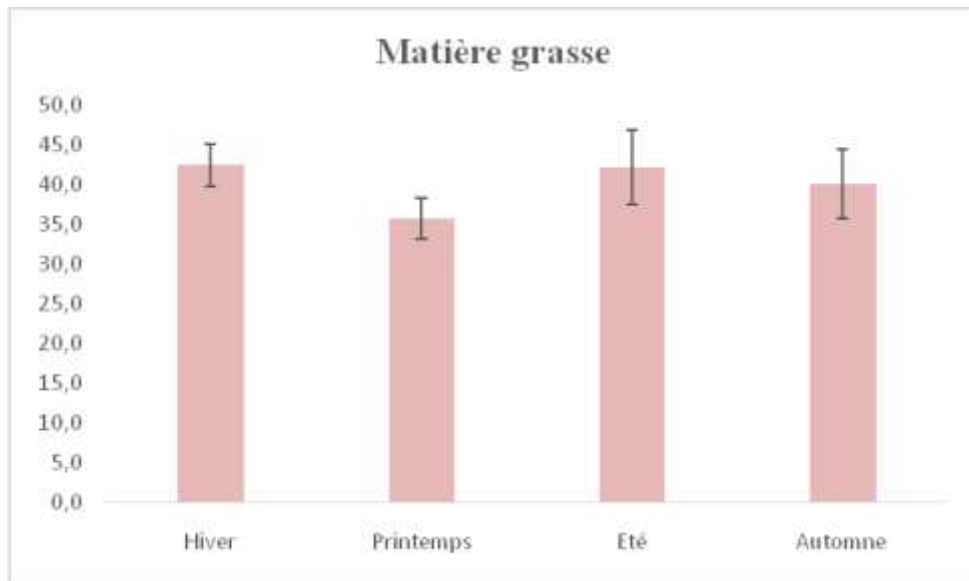


Figure 75: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en matières grasses g / l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

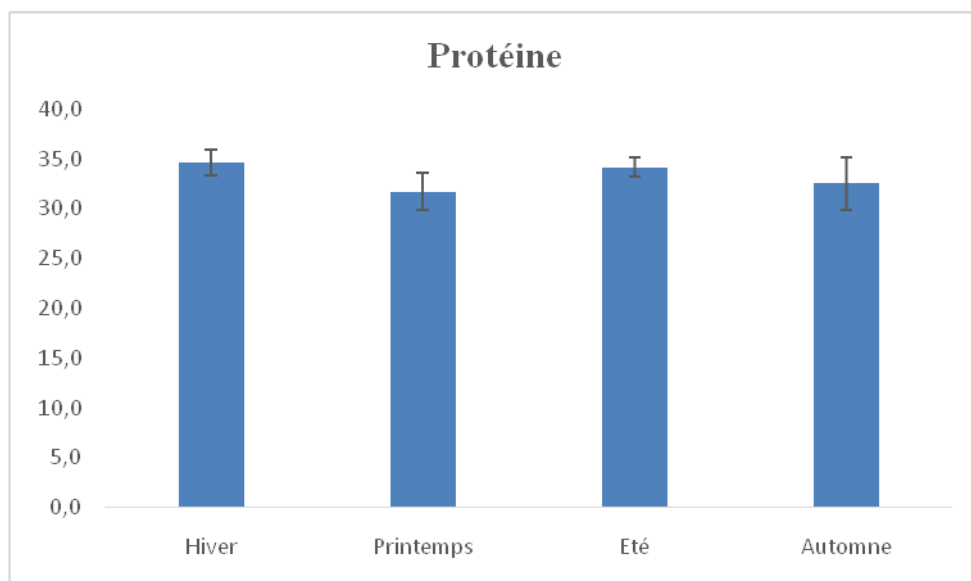


Figure 76: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la protéine totale g / Kg dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

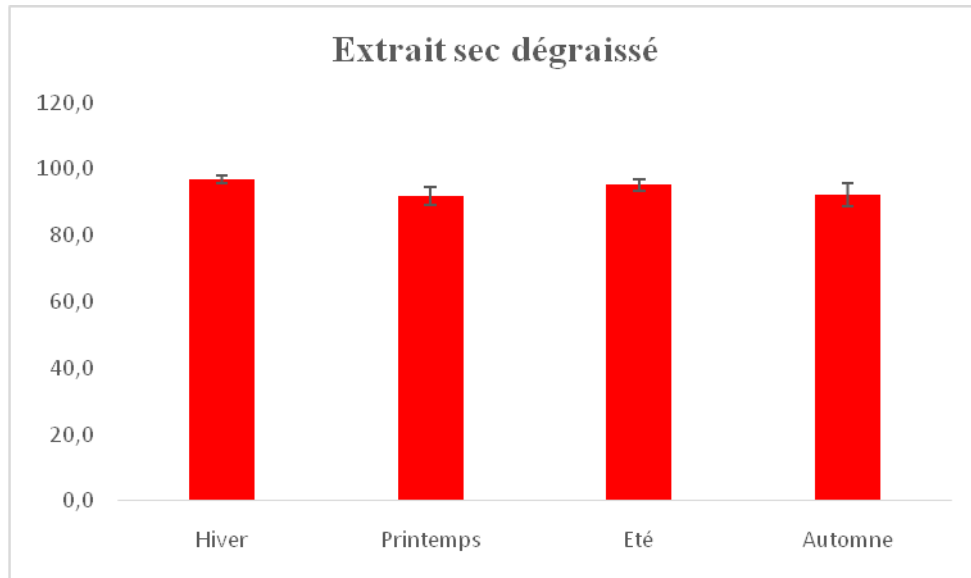


Figure 77: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec dégraissé g / l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

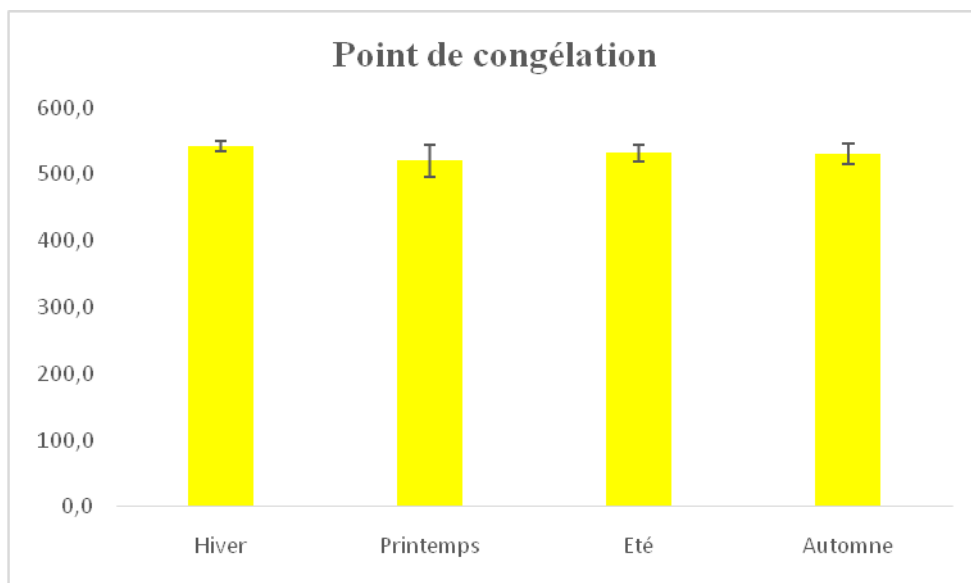


Figure 78: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de point de congélation µcm dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

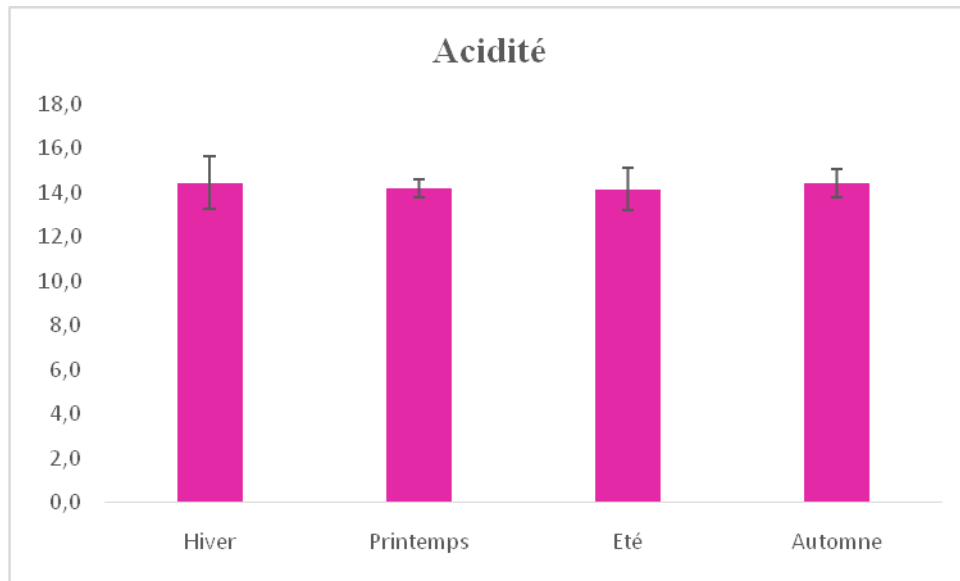


Figure 79: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acidité $^{\circ}$ D dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

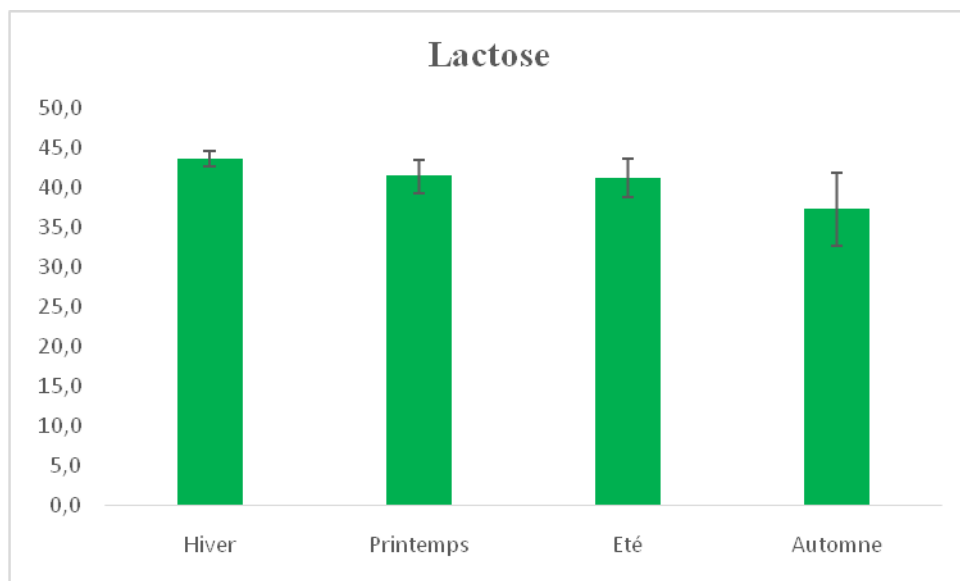


Figure 80: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Lactose g/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

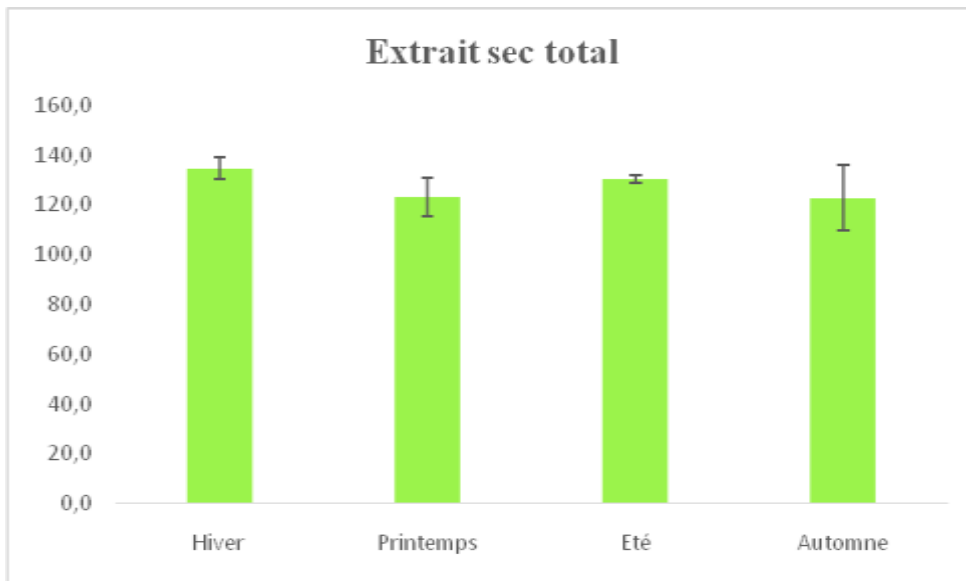


Figure 81: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en extrait sec total g/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

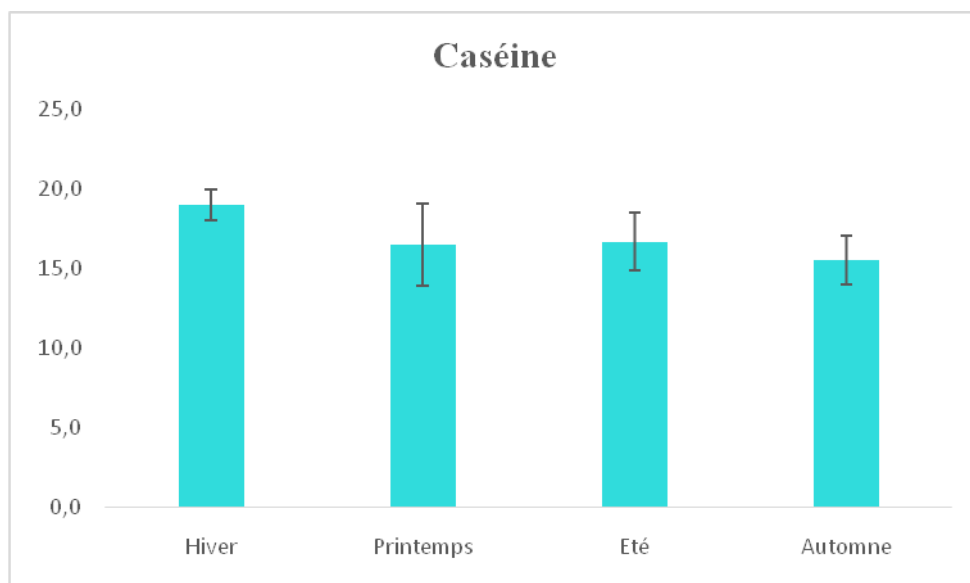


Figure 82: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de la teneur en Caséine g/Kg dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

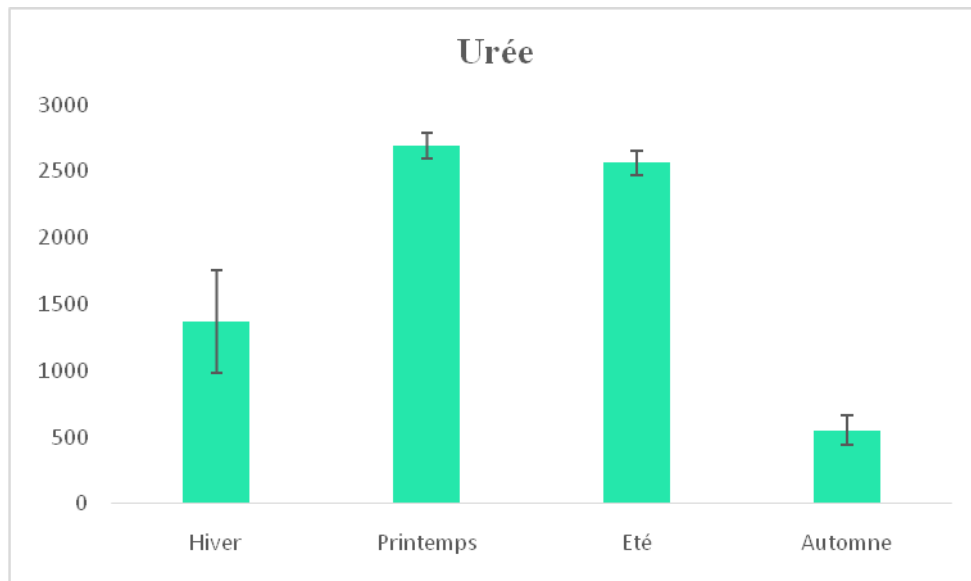


Figure 83: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de teneur en urée mg/l dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

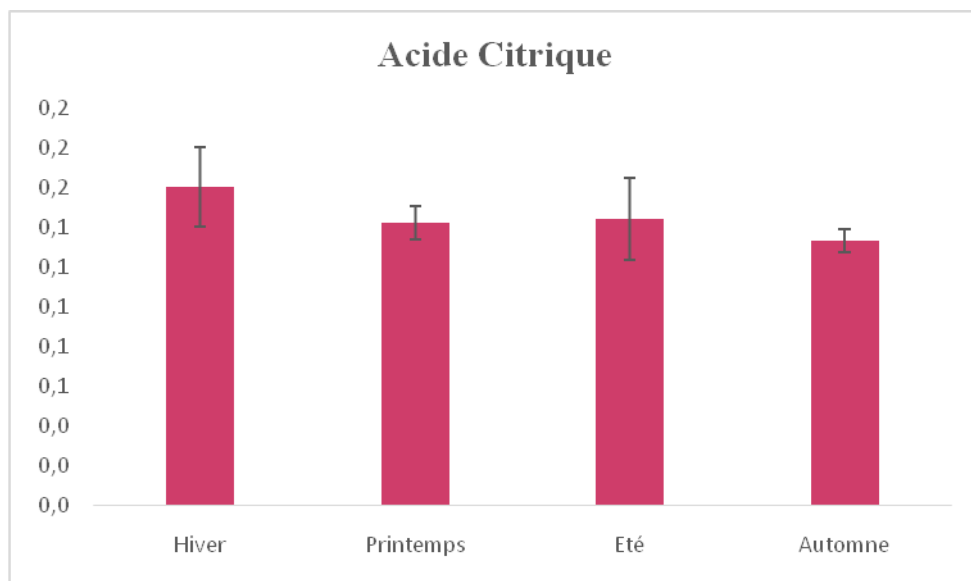


Figure 84: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide citrique % dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

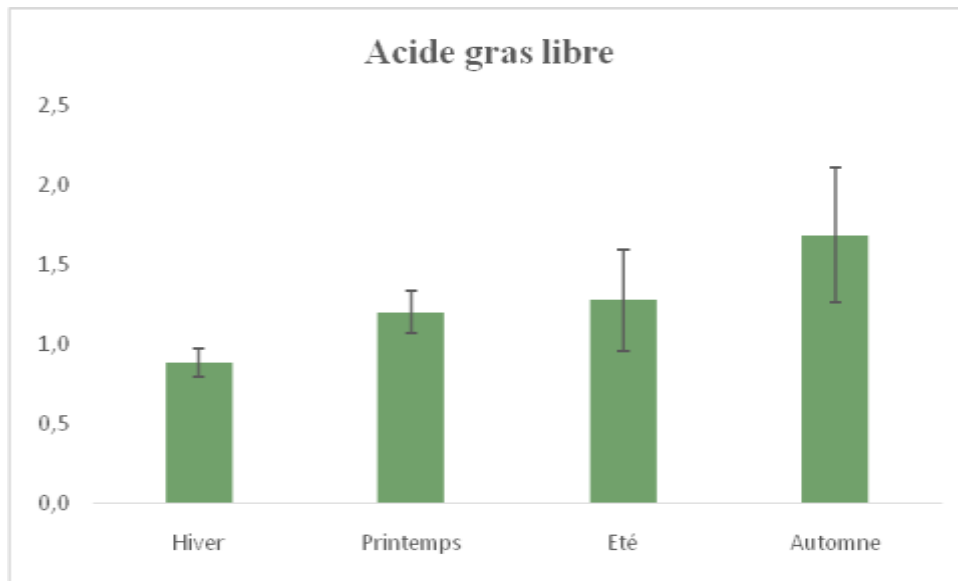


Figure 85: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de l'acide gras libre Meq /L dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

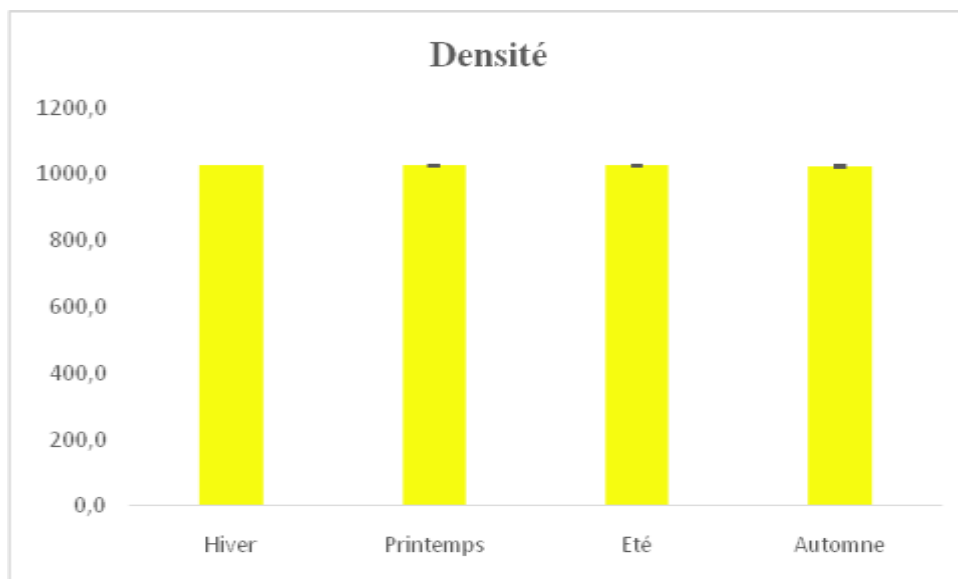


Figure 86: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de densité SG g/cm³ dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

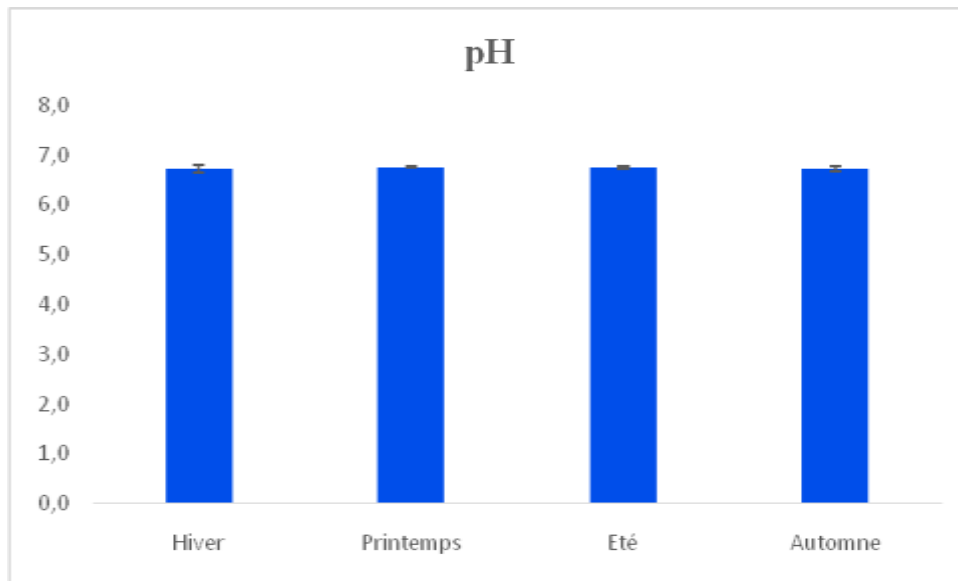


Figure 87: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de pH dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

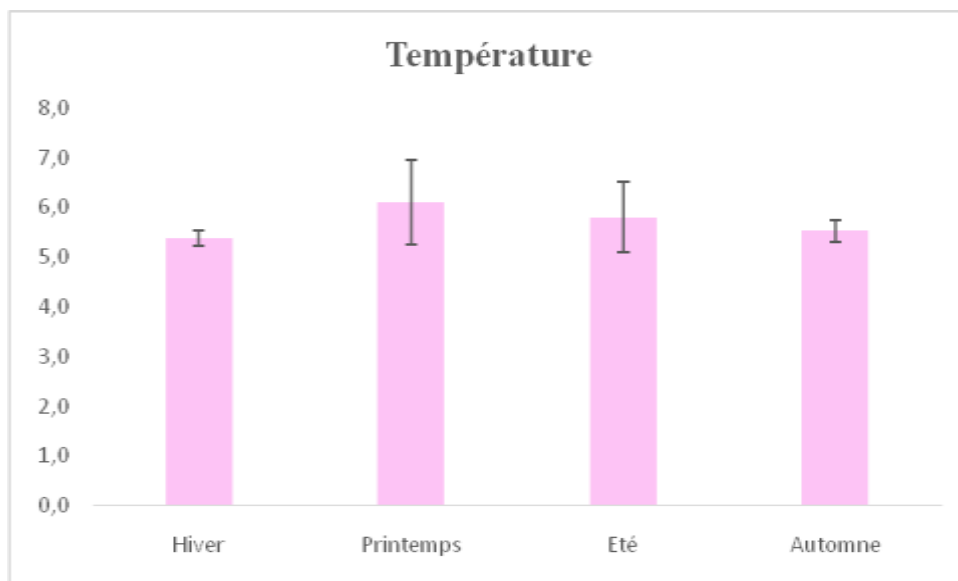


Figure 88: Les niveaux physico-chimiques sont exprimés en moyenne \pm SEM de Température °C dans la zone de Dar Oulad-Zidouh

III. Résultats des analyses

Zone Béni Mellal

1) Matière grasse

D'après les résultats obtenus, les moyennes des valeurs des analyses de la matière grasse de lait issu des différentes fermes de la zone de Béni Mellal, ont montré qu'il y a une variation significative d'un lait à l'autre selon les quatre saisons. En effet, la valeur la plus élevée est située en été ($40,5 \pm 4,2\text{g/l}$), et la valeur moyennement élevée la est située en automne ($39,9 \pm 2,4\text{g/l}$), alors que les deux autres saisons sont caractérisés par des valeurs les plus basses et très proches les unes aux autres (hiver: $38,8 \pm 7,1\text{g/l}$ et printemps: $38,2 \pm 4,4\text{g/l}$).

2) Protéine

En remarque qu'il n'existe pas une grande différence entre les valeurs de lait de ces fermes et ce pour toutes les saisons sauf pour l'automne qui présentes des valeurs relativement élevées ($35,0 \pm 2,6\text{g/Kg}$).

3) Extrait sec dégraissé et Extrait sec total

La même tendance que pour les protéines est notée, avec une valeur d'extrait sec dégraissé plus au moins élevée ($95,3 \pm 2,9\text{g/l}$) pour la saison d'automne. L'extrait sec total présente une valeur faible au printemps ($125,3 \pm 5,0\text{g/l}$), et moyennement faible pour les saisons d'été ($127,2 \pm 5,8\text{g/l}$) et d'hiver ($127,1 \pm 8,6\text{g/l}$) et la valeur le plus élevé ($127,3 \pm 4,1\text{g/l}$) en automne.

4) Point de congélation

Des valeurs faibles ont été enregistrés et qui sont très proches les unes des autres pour les saisons printemps et été avec un intervalle de $523,8 \mu\text{cm}$ à $524,3 \mu\text{cm}$.

Tandis que la valeur de point de congélation le plus élevé est situé au niveau de la saison d'automne ($-532,8 \pm 12,5 \mu\text{cm}$) et la valeur moyennement faible en saison d'hiver ($-529,4 \pm 24,3 \mu\text{cm}$).

5) Acidité

Pour l'acidité titrable, la comparaison des différentes valeurs issues des analyses du lait fait ressortir une différence significative vis-à-vis de deux périodes, d'une part entre la période d'été-automne et d'autre part la période d'hiver-printemps. Les valeurs d'acidité sont dans un intervalle de 15°D et $15,1^\circ \text{D}$ pour la période d'été-automne, et de $14,2^\circ \text{D}$ à $14,4^\circ \text{D}$, pour la période hiver-printemps.

6) Lactose

Les résultats obtenus pour le paramètre lactose, pendant les saisons hiver, printemps et automne sont caractérisés par un taux de lactose relativement hautement significatif ($42 \pm 2\text{g/l}$) comparé à la période d'été qui présente un taux bas ($40,8 \pm 1,4\text{g/l}$).

Finalement, il est à signaler que la concentration du lactose dans les échantillons de lait cru analysés n'a révélé aucune différence significative sauf pour la saison d'été.

7) Caséine

Pour le taux de caséine, l'évolution des résultats relatifs à ce paramètre, montrent que la saison de l'été est caractérisée par un niveau considérablement bas ($15,9 \pm 1,3\text{g/Kg}$), alors que pendant les saisons d'hiver et de printemps, un taux relativement bas de caséines est relevé avec respectivement des valeurs de $17,6 \pm 2,2\text{g/Kg}$ et $17,1 \pm 1,5\text{g/Kg}$.

Notons toutefois que la saison d'automne est caractérisée par un taux plus haut ($19,4 \pm 4,7\text{g/Kg}$).

Concernant l'effet de saisons, la différence est hautement significative entre la saison de l'été et l'automne comparée aux deux autres périodes. Par contre aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les saisons d'hiver et de printemps.

8) Urée

L'analyse des données relatives à l'urée des laits crus collectés au niveau des différentes fermes, met en évidence la présence d'une différence hautement significative entre toutes ces fermes, en effet la valeur la plus élevée se situe au niveau de la saison d'été ($2682,8 \pm 9,89\text{mg/l}$) suivie par celle de printemps ($2561 \pm 154,37\text{mg/l}$), et par la suite, par la saison de l'automne ($2013,4 \pm 98,04\text{mg/l}$) et en dernier lieu, la saison d'hiver ($1847,6 \pm 54,85\text{mg/l}$).

9) Acide Citrique

Généralement on note une diminution progressive au cours de l'année allant de la saison de l'hiver ($0,147 \pm 0,007\%$) jusqu'à la saison d'automne ($0,121 \pm 0,009\%$).

10) Acide gras libres

L'analyse des résultats d'acide gras libre des laits crus collectés à partir des différentes fermes, ayant fait l'objet de la présente investigation a montré qu'il y a une différence hautement significative entre toutes les saisons étudiées. En effet, la plus grande valeur a été observée au niveau des saisons, d'automne ($1,814 \pm 0,05\text{Meq/L}$), suivie par l'hiver ($1,781 \pm 0,12\text{Meq/L}$), l'été avec une valeur ($1,691 \pm 0,14\text{Meq/L}$), et le printemps d'où la valeur la plus basse ($1,150 \pm 0,11\text{Meq/L}$).

11) Densité

Concernant l'effet période, l'analyse de la variance des résultats de densité a montré qu'il y a une différence plus au moins significative entre la période d'été ($1025,7 \pm 0,8$) et les autres périodes, alors qu'aucune différence significative n'est mise en évidence entre les trois périodes restantes ($1027,7 \pm 2,3$).

12) pH

Des valeurs équivalentes pour les deux saisons d'été et d'automne ont été retrouvées avec une valeur de pH de 6,75 suivie de la saison d'hiver avec un pH de 6,71 et en dernier lieu la saison du printemps avec la valeur la plus faible qui est de l'ordre de 6,69.

13) Température

Concernant le paramètre de température, les résultats des analyses du lait cru, présente une valeur élevée au niveau de la saison du printemps ($5,93 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$), suivie par la saison d'hiver ($5,87 \pm 0,41^{\circ}\text{C}$), par la saison d'automne ($5,6 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$) présente un taux moyen et par la saison d'été ($5,51 \pm 0,26^{\circ}\text{C}$) qui présente la valeur la plus basse.

Zone de Fkih Ben Saleh

14) Matière grasse

Les valeurs des moyennes des résultats obtenus à l'issue des analyses du la matière grasse de lait cru collecté à partir des différentes fermes, au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh, montrent la présence d'une variation significative d'un type de lait à un autre selon les saisons. En effet, les valeurs élevées se situent au niveau de la saison du printemps ($41,1 \pm 3,4\text{g/l}$), alors que la faible valeur situé au niveau de la saison d'automne ($38,1 \pm 5\text{g/l}$).

15) Protéines

En constate qu'il existe un écart de 1g/kg de différence entre les valeurs de lait de deux saisons d'été ($32,2 \pm 1,9\text{g/Kg}$) et d'automne ($32,6 \pm 1,6\text{g/Kg}$) d'une part, qui présentent les valeurs basses, et d'autre part les deux autre saisons d'hiver ($33,1 \pm 1,4\text{g/Kg}$) et du printemps ($33,2 \pm 2,4\text{g/Kg}$).

16) Extrait sec dégraissé et Extrait sec total

Pour l'extrait sec dégraissé, on remarque que les valeurs les plus élevées sont situées au niveau de la saison d'hiver ($94,1 \pm 2,9\text{g/l}$) et celle d'automne ($94,2 \pm 1,9\text{g/l}$), suivi par la saison du printemps ($93,1 \pm 3,5\text{g/l}$), et en dernier lieu de la saison d'été ($92,1 \pm 2,5\text{g/l}$) qui présente le faible taux.

Pour l'extrait sec total, il présente une valeur faible en été ($124,1 \pm 3,5\text{g/l}$), contrairement aux autres saisons qui présentent des valeurs élevées et proches les unes des autres. A signaler que la valeur la plus élevée est retrouvée au niveau de la période du printemps ($126,7 \pm 4,8\text{g/l}$).

17) Point de congélation

On note que les valeurs les plus faibles sont situées au niveau de la saison d'automne ($-546,9 \pm 10\mu\text{cm}$), tandis que la valeur de point de congélation la plus élevée est située au niveau de la saison du printemps ($-525,8 \pm 12,5\mu\text{cm}$). Les autres saisons présentent des valeurs relativement faibles comme pour la saison d'hiver ($-529,1 \pm 20,7 \mu\text{cm}$).

18) Acidité

Concernant l'acidité titrable, la comparaison des saisons révèle que la période du printemps présente une valeur faible ($13,8 \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{D}$) qui témoigne de la fraîcheur du lait, suivi par les périodes d'hiver ($14,2 \pm 1,4 \text{ }^\circ\text{D}$) et d'été ($15,5 \pm 4,1^\circ\text{D}$) avec des valeurs d'acidité moyennement faibles, vis-à-vis de la période d'automne ($16,3 \pm 3,4 \text{ }^\circ\text{D}$) qui présente la valeur d'acidité la plus élevée.

19) Lactose

Pour le taux de lactose, l'évolution des résultats relatives à ce paramètre, montre que les échantillons de lait cru analysés n'a révélé aucune différence significative durant les quatre saisons, car les deux saisons de l'hiver ($41,5 \pm 1,5\text{g/l}$) et de l'automne ($41,6 \pm 2,3\text{g/l}$) sont caractérisées par un taux élevé par rapport aux autres saisons du printemps ($40,4 \pm 2,4\text{g/l}$) et d'été ($40,6 \pm 1,8\text{g/l}$).

20) Caséines

L'évolution des résultats relatives à ce paramètre de taux de caséine, montre que la saison de l'été est caractérisée par un niveau relativement faible ($15,3 \pm 1,5\text{g/Kg}$), au même titre que la saison du printemps ($15,6 \pm 1,4\text{g/Kg}$), alors que la saison d'hiver est caractérisée par un taux moyennement élevé en caséines ($16,8 \pm 1,8\text{g/Kg}$). Notons toutefois que la saison d'automne est caractérisée par le taux le plus élevé ($17,3 \pm 2,5\text{g/Kg}$).

Concernant l'effet de saisons, la différence est hautement significative entre la saison d'été et d'automne comparées aux deux autres périodes. Par contre aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les saisons d'été et de printemps d'une part, et d'autre part entre les saisons d'automne et d'hiver.

21) Urée

L'analyse des données relatives à l'urée de lait cru collectés au niveau des différentes fermes, met en évidence la présence d'une différence hautement significative, entre toutes ces fermes essentiellement la période d'été qui se caractérise par un taux élevé ($3432,5 \pm 371, 87\text{mg/l}$).

Les trois autres saisons sont caractérisées par une augmentation progressive du taux d'urée allant de $1970,1 \pm 556, 06 \text{ mg/l}$ pour la saison d'hiver, à $2013,4 \pm 98, 04\text{mg/l}$ pour la saison d'automne, et au passage un taux de $2254,8 \pm 522,52 \text{ mg/l}$ pour le printemps.

22) Acide Citrique

Dans la présente investigation, nous notons une dégradation progressive de l'acide citrique au cours de l'année étudiée allant de la saison de l'hiver ($0,14 \pm 0, 02\%$) jusqu'à la saison d'automne ($0,12 \pm 0, 02\%$). Au passage, les saisons du printemps et d'été présentent des taux de ($0,13 \pm 0, 02\%$, $0,13 \pm 0, 03\%$), les variations restent cependant non significatives. En effet l'analyse de la variance de l'acide citrique de lait cru collecter des différentes fermes, a montrée qu'il n'y a pas de différence significative.

23) Acide gras libres

L'analyse des résultats d'acide gras libres de laits crus collectés des différentes fermes, ayant fait l'objet de la présente étude, a montré qu'il n'y a pas une différence significative entre toutes les saisons de l'année.

Notons toutefois que la plus faible valeur a été observée au niveau de la saison d'hiver ($1,26 \pm 0, 26\text{Meq /L}$), et on constate une évolution progressive allant de la période citée précédemment jusqu'à la période d'automne, sans oublier la période du printemps et la période d'été, où les valeurs sont relativement faibles ($1,75 \pm 0, 31\text{Meq /L}$) et ($1,40 \pm 0, 34\text{Meq /L}$).

24) Densité

Concernant l'analyse de la variance des résultats de densité, nous constatons qu'il n'existe pas une différence significative entre les périodes étudiées, car on constate que la période d'été ($1024,9 \pm 1, 2$) et la période du printemps ($1024,9 \pm 1,6$), ont pratiquement les mêmes résultats avec des valeurs faibles, contrairement aux autres périodes d'hiver ($1025,8 \pm 1,2$) et d'automne ($1026,4 \pm 1,5$), qui ont des valeurs élevées.

25) pH

On remarque que la valeur de pH est entre l'intervalle de 6,6 et 6,7 durant toutes les saisons de l'année, sachant que ces valeurs de pH sont conformes aux normes d'un lait cru de bonne qualité.

26) Température

D'après les résultats des analyses du lait cru concernant la caractéristique de température, on constate la présence d'une valeur élevée au niveau des saisons d'automne ($5,71 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$) et du printemps ($5,69 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$), suivi par la saison d'hiver ($5,57 \pm 0,34^{\circ}\text{C}$) avec un taux moyen, alors que la saison d'été ($5,49 \pm 0,27^{\circ}\text{C}$) présente la valeur la plus faible.

Zone Khouribga

27) Matière grasse

Les valeurs des moyennes des analyses de la matière grasse de lait collecté des différentes fermes de la zone de Khouribga, ont montré qu'il n'y a pas une différence significative au niveau de la saison du printemps ($38,9 \pm 3,2\text{g/l}$) et la saison d'automne ($37,8 \pm 2,5\text{g/l}$), alors que les autres saisons présentent d'une part une valeur élevée au niveau de la saison d'hiver ($44,3 \pm 9,9\text{g/l}$), et une valeur faible située en saison d'été ($34,1 \pm 6,1\text{g/l}$).

28) Protéine

On note qu'il n'y a pas une différence de taux des protéines au niveau de toutes les saisons d'hiver ($33,6 \pm 1,3\text{g/Kg}$), du printemps ($33,3 \pm 2,3\text{g/Kg}$) et d'automne ($32,4 \pm 1,7\text{g/Kg}$) sauf pour la saison d'été ($30,0 \pm 2,8\text{g/Kg}$) qui présente la valeur la plus faible.

29) Extrait sec dégraissé et Extrait sec total

Concernant l'extrait sec dégraissé on constate que les saisons du printemps ($93,5 \pm 2,5\text{g/l}$), la saison d'hiver ($93,3 \pm 3,5\text{g/l}$), et la saison d'automne ($92,5 \pm 2,5\text{g/l}$), sont présentées par des valeurs les plus élevées, tandis que la saison la plus faible est présentée par la saison d'été ($90,3 \pm 3,5\text{g/l}$).

Alors que l'extrait sec total présente une valeur faible en été ($118,6 \pm 6,7\text{g/l}$), et une valeur moyenne en automne ($121,9 \pm 3,9\text{g/l}$), contrairement aux autres saisons qui présentent des valeurs les plus élevées et proches les uns aux autres, on constate que la valeur la plus élevée au niveau de la période d'hiver ($130,6 \pm 7,1\text{g/l}$), suivi par la saison du printemps ($127,9 \pm 7,9\text{g/l}$).

30) Point de congélation

On note que les valeurs les plus faibles sont pour la saison du printemps ($-547,4 \pm 12,6 \mu\text{cm}$) et la saison d'hiver ($-542,4 \pm 13,5 \mu\text{cm}$). Alors que la valeur de point de congélation la plus élevée se situe au niveau de la saison d'été ($-533,9 \pm 18,6 \mu\text{cm}$) et la saison d'automne ($-539,1 \pm 16 \mu\text{cm}$).

31) Acidité

Les valeurs de l'acidité titrable montrent l'existence de taux très proches au cours des saisons, on trouve ainsi la saison de la plus faible valeur est localisée au niveau de la saison d'été ($14,6 \pm 1,2 \text{ }^\circ\text{D}$), suivie par la saison d'automne ($14,9 \pm 1,2 \text{ }^\circ\text{D}$), alors que l'hiver et le printemps présentent des valeurs relativement élevées ($15,0 \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{D}$), ($15,2 \pm 1,6 \text{ }^\circ\text{D}$) respectivement.

32) Lactose

L'évolution des résultats relatifs à ce paramètre, montre que les échantillons de lait cru analysés présentent des valeurs très proches généralement au niveau de la saison d'été ($42,6 \pm 1,0 \text{ g/l}$) et l'automne ($42,7 \pm 1,2 \text{ g/l}$), alors que les deux saisons de l'hiver ($40,5 \pm 3,6 \text{ g/l}$) et la saison du printemps ($41,3 \pm 2,3 \text{ g/l}$) sont caractérisées par un niveau relativement faible.

33) Caséine

Les résultats relatifs au caractère de taux de caséine, révèlent que la saison de l'été est caractérisée par un niveau relativement faible ($15,2 \pm 1,8 \text{ g/Kg}$), inversement, on trouve que la saison d'hiver ($16,7 \pm 1,6 \text{ g/Kg}$), est caractérisée par un taux élevé de caséine. Notons toutefois que les saisons d'automne ($17,3 \pm 2,5 \text{ g/Kg}$) et la saison du printemps ($17,3 \pm 2,5 \text{ g/Kg}$) présentent des valeurs très proches les uns aux autres.

34) Urée

L'analyse des résultats relatifs à l'urée de lait cru collectés au niveau des différentes fermes de la zone de Khouribga, représente des valeurs très proches pendant toutes les saisons, sauf pour la saison d'hiver ($2307,2 \pm 273,6 \text{ mg/l}$), qui présente un taux faible par rapport aux autres saisons d'été ($2405,1 \pm 194,8 \text{ mg/l}$), l'automne ($2406,2 \pm 194,7 \text{ mg/l}$), du printemps ($2407,1 \pm 135,5 \text{ mg/l}$).

35) Acide Citrique

On remarque dans cette étude que le taux de l'acide citrique dans le lait cru de cette zone ne présente pas de différence entre toutes les de la saison, en effet, la saison d'hiver et

du printemps présente les mêmes valeurs ($0,15 \pm 0,02\%$), idem pour la saison d'été et la saison d'automne ($0,15 \pm 0,02\%$).

36) Acide gras libre

Les résultats des analyses d'acide gras libre de lait cru collecté des différentes fermes, ayant fait l'objet de la présente étude, a montré une différence significative entre toutes les saisons de l'année.

Notons toutefois, les taux les plus faibles se situent au niveau de la saison d'été ($1,17 \pm 0,17 \text{ Meq/L}$) et la saison d'automne ($1,17 \pm 0,11 \text{ Meq/L}$), alors que les saisons du printemps ($1,27 \pm 0,11 \text{ Meq/L}$) et la saison d'hiver ($1,33 \pm 0,22 \text{ Meq/L}$), présentent des taux relativement élevés.

37) Densité

Concernant l'analyse de la variance des résultats de densité, nous constatons qu'il n'existe pas une différence significative entre les périodes étudiées, on constate que toutes les périodes ayant la même valeur de 1025.

38) pH

On remarque que la valeur de pH reste stable au voisinage de $6,60 \pm 0,1$ durant toutes les saisons de l'année, sauf pour la saison d'été qui présente un taux de $6,60 \pm 0,1$.

39) Température

D'après les résultats des analyses du lait cru concernant le paramètre de température, le taux reste toujours faible, soit pour la saison d'été ($5,9 \pm 0,5^\circ\text{C}$), soit pour les autres saisons de l'année ($6 \pm 0,5^\circ\text{C}$).

Zone d'Oulad Ayyad Azillal

40) Matière grasse

Les analyses de la matière grasse de lait collecté des différentes fermes de la zone de Oulad Ayyad -Azilal, montre une variation significative au niveau de toutes les saisons, en effet la valeur la plus élevée se situe au niveau de la saison du printemps ($39,5 \pm 5,1 \text{ g/l}$), suivi par la saison d'hiver ($38,7 \pm 4,4 \text{ g/l}$), ainsi que la saison d'été ($37,4 \pm 4,7 \text{ g/l}$), alors que la valeur faible située en saison d'automne ($35,7 \pm 2,6 \text{ g/l}$).

41) Protéine

Concernant la caractéristique de protéine, On signale une différence de taux protéiques au niveau de toutes les saisons, on constate que la saison d'automne ($35,0 \pm 3,3 \text{ g/Kg}$) présente

une valeur élevée, suivi par la saison d'hiver ($33,2 \pm 2,6\text{g/Kg}$), et du printemps ($32,2 \pm 2,2\text{g/Kg}$), tandis que la saison d'été ($29,9 \pm 1,9\text{g/Kg}$) présente la valeur la plus faible.

42) Extrait sec dégraissé et Extrait sec totale

Concernant l'extrait sec dégraissé on signale que les saisons d'automne ($96,0 \pm 3,9\text{g/l}$), et la saison d'hiver ($94,0 \pm 2,5\text{g/l}$), sont présentées par des valeurs les plus élevées, tandis que les saisons les plus proches et faible sont présentées par les saisons du printemps ($91,9 \pm 2,5\text{g/l}$) et la saison d'été ($91,1 \pm 3,6\text{g/l}$).

La même chose pour l'extrait sec totale, qui présente une valeur faible en été ($121,2 \pm 6,8\text{g/l}$), et une valeur moyenne au niveau du printemps ($123,4 \pm 6,1\text{g/l}$), inversement aux autres saisons d'automne ($125,2 \pm 4,1\text{g/l}$) et d'hiver ($125,1 \pm 6,3\text{g/l}$), qui présentent des valeurs le plus élevées et proches les uns aux autres.

43) Point de congélation

On note que la valeur la plus élevée se situe au niveau de la saison du printemps ($-507,8 \pm 24,8\mu\text{cm}$), passant par des taux moyens au niveau de la saison d'hiver ($-526,2 \pm 7,5\mu\text{cm}$) et au niveau de la saison d'été ($-529,9 \pm 15,6\mu\text{cm}$). Alors que la valeur de point de congélation le plus faible se localise au niveau de la saison d'automne ($-533,2 \pm 7,7\mu\text{cm}$).

44) Acidité

D'après les résultats des valeurs de l'acidité titrable, on déduit que les taux d'acidité est très proche durant toutes les saisons de l'année, en effet, on trouve ainsi la saison de la plus faible valeur est localisée au niveau de la saison d'été ($14,0 \pm 1,5\text{ }^\circ\text{D}$), et la saison d'automne ($14,0 \pm 1,3\text{ }^\circ\text{D}$), alors que l'hiver et le printemps présentent des valeurs relativement élevées ($14,5 \pm 2\text{ }^\circ\text{D}$), ($14,2 \pm 1,1\text{ }^\circ\text{D}$) respectivement.

45) Lactose

Les résultats relatifs au lactose, révèle que les valeurs analysés sont généralement variable d'une période à l'autre, car le taux élevé situé au niveau de la saison d'automne ($43,1 \pm 2,3\text{ g/l}$) et la saison d'été ($42,1 \pm 1,3\text{ g/l}$), alors que les deux saisons de l'hiver ($41,0 \pm 1,2\text{ g/l}$) et la saison du printemps ($40,0 \pm 1,8\text{ g/l}$) sont caractérisées par un niveau relativement faible.

46) Caséine

Les résultats relatifs au caractéristique de taux de caséine, révèlent que les saisons de l'été ($15,5 \pm 1,8\text{g/Kg}$), et la saison du printemps ($15,4 \pm 1,1\text{g/Kg}$) présentent des valeurs très proche les uns aux autres, et sont caractérisées par un niveau relativement faible. De même, on constate que la saison d'hiver ($16,6 \pm 0,9\text{g/Kg}$), est caractérisée par un taux moyen de

caséine. En revanche, on note que la saison d'automne ($20,7 \pm 3,6 \text{g/Kg}$) présente la valeur la plus élevée.

47) Urée

On signale que dans cette zone d'étude, le taux de l'urée dans le lait cru présente des taux faibles et très proches des uns aux autres au niveau des saisons d'hiver et du printemps ($1380,0 \pm 466,0 \text{mg/l}$, $1348,0 \pm 440,8 \text{mg/l}$), respectivement, alors que la saison d'automne ($1895,0 \pm 303,8 \text{mg/l}$), présente une valeur moyenne en urée, contrairement à la saison d'été ($2098,0 \pm 447,1 \text{mg/l}$), qui se caractérise par une valeur élevée parmi toutes les saisons.

48) Acide Citrique

Les analyses des résultats relatives à l'acide citrique de lait cru issu de différentes fermes de la zone d'Oulad Ayyad-Azilal, représentent des valeurs semblables au niveau de toutes les saisons ($0,12 \pm 0,02\%$), excepté la saison d'été ($0,14 \pm 0,01\%$) qui présente une valeur relativement élevée.

49) Acide gras libre

Les résultats des analyses d'acide gras libre de lait cru ayant fait l'objet de cette investigation, a révélé une différence significative entre toutes les saisons de l'année.

Notons toutefois, les taux les plus faibles se situent au niveau de la saison d'été ($1,34 \pm 0,44 \text{Meq /L}$) et la saison du printemps ($1,35 \pm 0,26 \text{Meq /L}$), alors que la saison d'hiver ($1,39 \pm 0,35 \text{Meq /L}$) présente une valeur moyenne, tandis que la saison d'automne ($1,65 \pm 0,3 \text{Meq /L}$) présente un taux élevé.

50) Densité

Concernant les résultats des analyses relatives à la densité, on constate qu'il n'y pas une différence significative entre toutes les saisons, excepté la saison d'automne ayant une valeur élevée ($1028,1 \pm 2,3$).

Pour les valeurs de densité faibles, on trouve les saisons d'hiver ($1025,8 \pm 0,9$), du printemps ($1025,0 \pm 0,9$), et enfin d'été ($1025,2 \pm 0,8$).

51) pH

On constate que la valeur élevée de pH se présente au niveau de la saison d'automne ($6,68 \pm 0,08$), suivi par la saison d'été ($6,66 \pm 0,07$), et la saison d'hiver ($6,65 \pm 0,1$), et en dernier lieu la saison du printemps ($6,64 \pm 0,07$) qui présente une valeur la plus faible de toutes les saisons.

52) Température

Concernant le paramètre de température, les résultats des analyses du lait cru, présente une valeur élevée et semblable au niveau des saisons d'hiver et du printemps ($5.9 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), suivi par la saison d'automne ($5.6 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$), alors que la saison d'été ($5.4 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$) présente le taux le plus faible.

Zone de Dar Oulad Zidouh

53) Matière grasse

Concernant les résultats des analyses de la matière grasse de lait cru de différente ferme de la zone de Dar Oulad Zidouh, on constate qu' au niveau des saisons d'hiver ($42,4 \pm 2,6\text{g/l}$), et d'été ($42,1 \pm 4,6\text{g/l}$), la valeur de la matière grasse élevée et très proche l'un de l'autre, ainsi que la valeur moyenne se situe au niveau de la saison d'automne ($40,0 \pm 4,4\text{g/l}$), alors que la valeur faible située en saison du printemps ($35,7 \pm 2,7\text{g/l}$).

54) Protéine

Les résultats des analyse concernant la caractéristique de protéine, montre un taux protéiques élevé au niveau des saisons d'hiver ($34,6 \pm 1,3\text{g/Kg}$) et d'été ($34,9 \pm 1,0\text{g/Kg}$) présentant ainsi des valeurs très proches d'une part, et d'autre part les saisons d'automne ($32,5 \pm 2,6\text{g/Kg}$), et du printemps ($31,7 \pm 1,9\text{g/Kg}$), qui présentent des valeurs faibles.

55) Extrait sec dégraissé et Extrait sec totale

On constate que le taux élevé en l'extrait sec dégraissé, se manifeste au niveau des saisons d'hiver ($96,9 \pm 1,2\text{g/l}$), et d'été ($95,2 \pm 1,7\text{g/l}$). Au contraire le taux faible se localise au niveau des saisons d'automne ($92,2 \pm 3,5\text{g/l}$) et du printemps ($91,9 \pm 2,7\text{g/l}$) présentant ainsi deux groupes avec des valeurs proches les unes aux autres.

Idem pour l'extrait sec totale, qui présente une valeur élevée en hiver ($134,4 \pm 4,4\text{g/l}$), et en été ($130,3 \pm 1,5\text{g/l}$), alors que les valeurs faibles se situent au niveau du printemps ($122,8 \pm 7,8\text{g/l}$), et d'automne ($122,6 \pm 13\text{g/l}$) qui présentent des valeurs proches les uns aux autres.

56) Point de congélation

On signale que la valeur la plus élevée se situent au niveau de la saison du printemps ($-520,8 \pm 23,7\mu\text{cm}$), passant par des taux moyens au niveau de la saison d'automne ($-530,8 \pm 15,2\mu\text{cm}$) et au niveau de la saison d'été ($-532,6 \pm 12,7\mu\text{cm}$). Alors que la valeur de point de congélation le plus faible se localise au niveau de la saison d'hiver ($-542,8 \pm 8,2\mu\text{cm}$).

57) Acidité

D'après les résultats des valeurs de l'acidité titrable, on déduit que les taux d'acidité est très proche durant toutes les saisons de l'année, en effet, on trouve ainsi la saison de la plus faible valeur est localisée au niveau des saisons d'été ($14,1 \pm 1,0$ °D), et la saison du printemps ($14,2 \pm 0,4$ °D), alors que l'hiver et l'automne présentent des valeurs relativement élevées ($14,4 \pm 1,2$ °D), ($14,4 \pm 0,6$ °D) respectivement.

58) Lactose

Concernant les résultats de la caractéristique de lactose, on déduit que les saisons de l'été ($41,2 \pm 2,5$ g/l) et la saison du printemps ($41,4 \pm 2,1$ g/l) présentent des valeurs relativement faible et très proche les uns aux autres. Tandis que la saison d'hiver ($43,6 \pm 1,0$ g/l), est caractérisée par un taux élevé de lactose contrairement à la saison d'automne ($37,3 \pm 4,6$ g/l) qui présente la faible valeur.

59) Caséine

Pour les résultats de la caractéristique de caséine, on constate que les saisons de l'été ($16,7 \pm 1,8$ g/Kg), et la saison du printemps ($16,5 \pm 2,6$ g/Kg) présentent des valeurs relativement faible et très proche les uns aux autres. Alors que la saison d'hiver ($19,0 \pm 1,0$ g/Kg) caractérisée par un taux élevé de caséine contrairement à la saison d'automne ($15,5 \pm 1,5$ g/Kg) qui présente la faible valeur.

60) Urée

On signale que le taux de l'urée dans le lait cru de cette zone présente des taux différentes les uns aux autres au niveau de toutes les saisons, en effet, le printemps et l'été ($2688,5 \pm 97,03$ mg/l, $2563,0 \pm 94,54$ mg/l), respectivement présentent les taux les plus élevées, alors que la saison d'hiver ($1367,9 \pm 387,11$ mg/l) présente une valeur moyenne en urée, contrairement à la saison d'automne ($551,25 \pm 109,99$ mg/l), qui se caractérise par une faible valeur.

61) Acide Citrique

Les analyses des résultats relatives à l'acide citrique de lait cru issu de différentes fermes de cette zone, représentent des valeurs semblables au niveau des saisons d'été ($0,14 \pm 0,02$ %) et du printemps ($0,14 \pm 0,01$ %) , alors que la saison d'automne ($0,13 \pm 0,005$ %) présente une valeur relativement faible, au contraire la saison d'hiver ($0,16 \pm 0,02$ %) présente un taux élevé par rapport à toutes les saisons.

62) Acide gras libre

Les résultats des analyses d'acide gras libre de lait cru issu des fermes de cette zone, présentent une différence significative entre toutes les saisons de l'année.

En effet, les taux les plus faibles se situent au niveau de la saison d'hiver ($0,89 \pm 0,09$ Meq /L) et la saison du printemps ($1,2 \pm 0,13$ Meq /L), alors que la saison d'été ($1,28 \pm 0,32$ Meq /L) présente une valeur moyenne, tandis que la saison d'automne ($1,68 \pm 0,42$ Meq /L) présente un taux élevé.

63) Densité

Concernant les résultats des analyses relatives à la densité, on constate qu'il n'y pas une différence significative entre toutes les saisons, excepté la saison d'automne ayant une faible valeur ($1023,2 \pm 4,2$).

Pour les valeurs de densité élevées, on trouve les saisons d'hiver ($1027,1 \pm 0,7$), du d'été ($1026,1 \pm 1,5$), et en dernier lieu le printemps ($1025,9 \pm 2,4$).

64) pH

On constate que la valeur élevée de pH se situe au niveau de la saison du printemps ($6,76 \pm 0,01$), suivi par la saison d'été ($6,74 \pm 0,04$), et en dernier lieu les saisons d'hiver ($6,72 \pm 0,08$) et d'automne ($6,72 \pm 0,06$) qui présentent des valeurs faibles.

65) Température

Concernant le paramètre de température, les résultats des analyses du lait cru, présente une valeur relativement élevée au niveau des saisons du printemps ($6,1 \pm 0,85^\circ\text{C}$) et d'été ($5,80 \pm 0,72^\circ\text{C}$) suivi par la saison d'automne ($5,52 \pm 0,22^\circ\text{C}$), alors que la saison d'hiver ($5,38 \pm 0,15^\circ\text{C}$) présente le taux le plus faible.

Afin d'évaluer la qualité physicochimique on a recouru à une comparaison intra stations (comparaison temporelle) et une comparaison inter stations (comparaison spatiale) illustré dans la partie VII suivante.

**Partie VII : Comparaison intra-stations
(comparaison temporelle) & comparaison
entre stations (comparaison spatiale)**

I. La comparaison intra-stations (comparaison temporelle)

1. Matière grasse « MG »

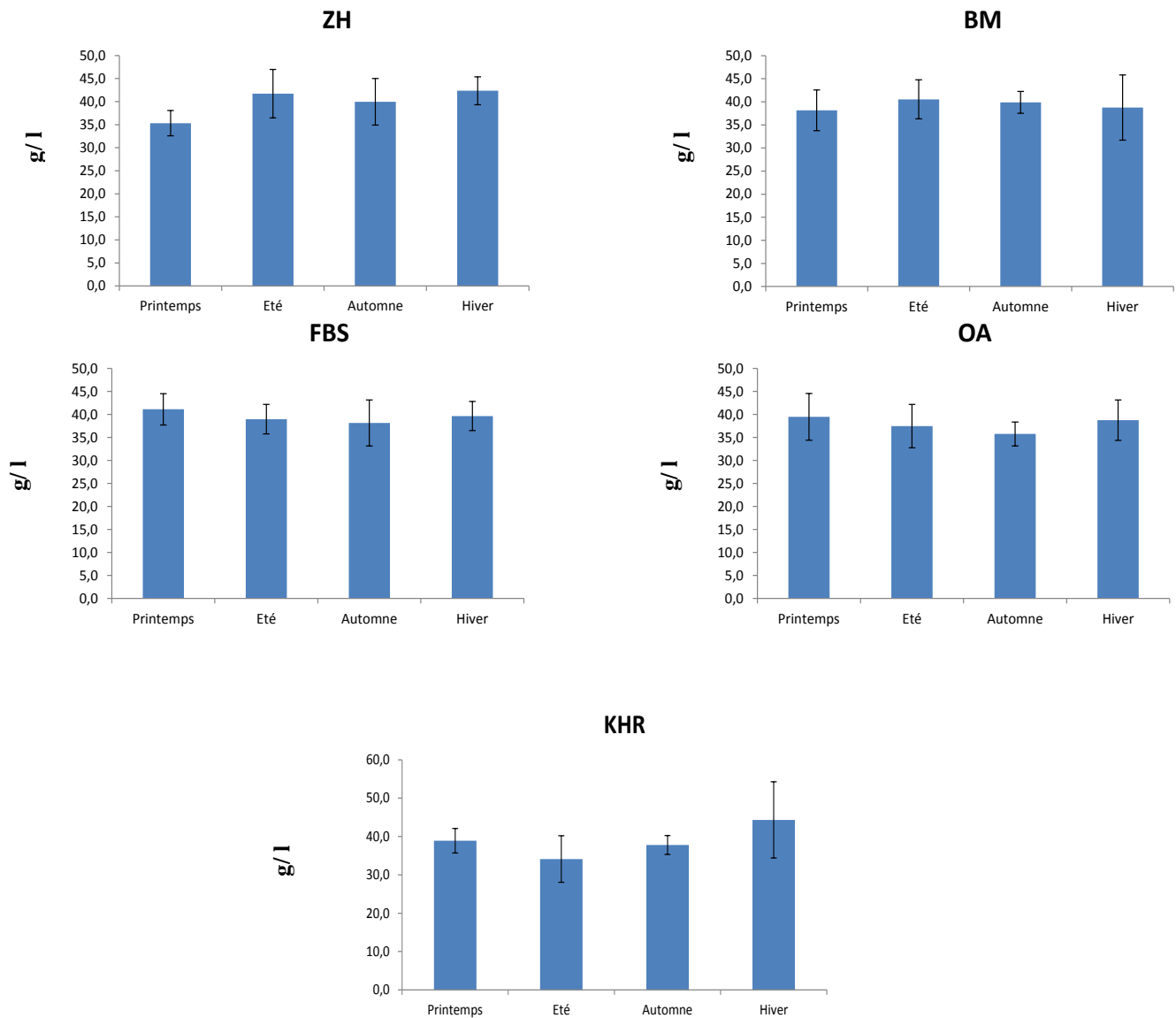


Figure 89 : Représentation graphique de la variation temporelle de la matière grasse au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

2. Protéines « PRT »

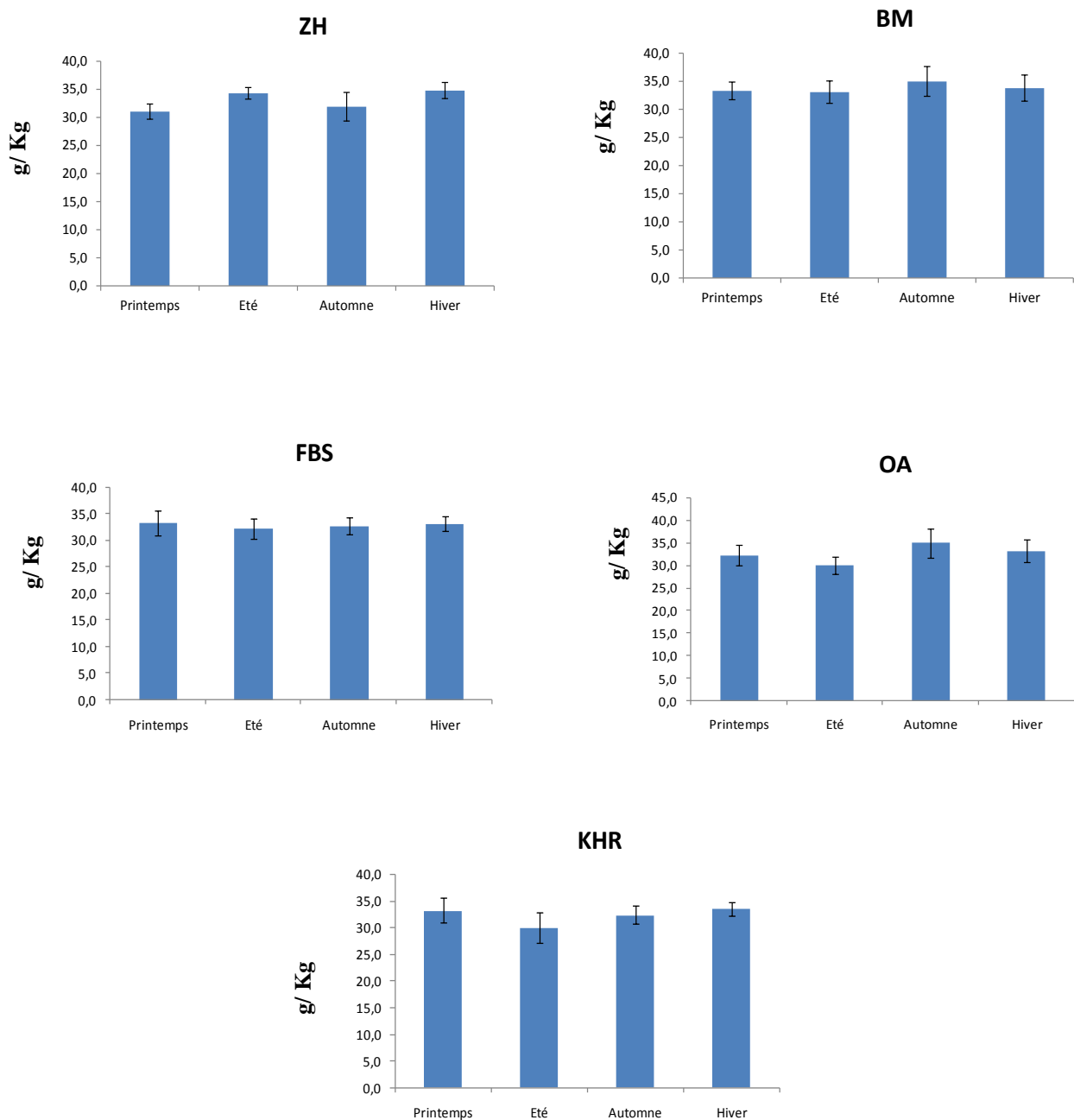


Figure 90 : Représentation graphique de la variation temporelle de protéines au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

3. Extrait sec dégraissé « ESD »

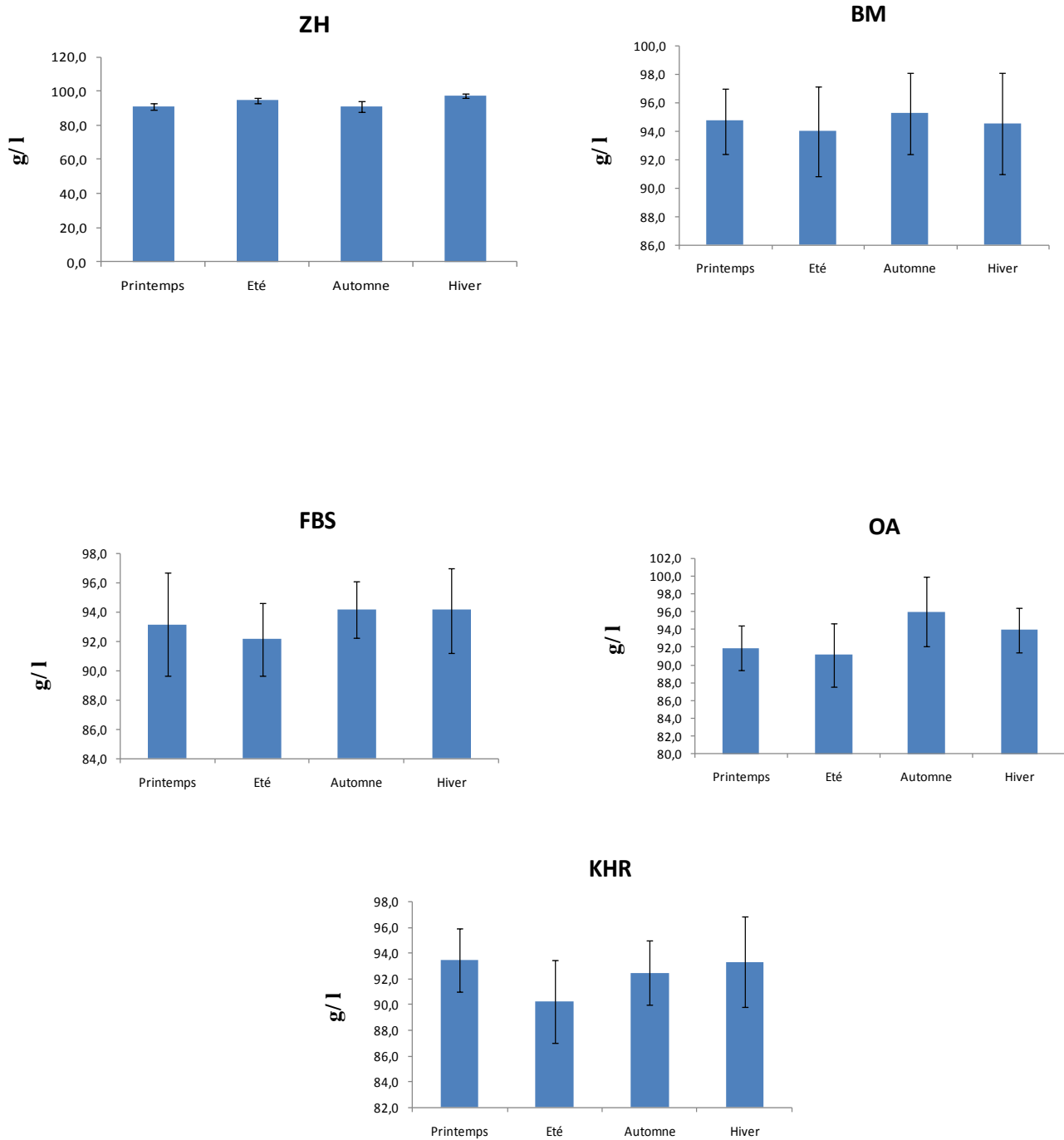


Figure 91 : Représentation graphique de la variation temporelle d'extrait sec dégraissé au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

4. Extrait sec total « EST »

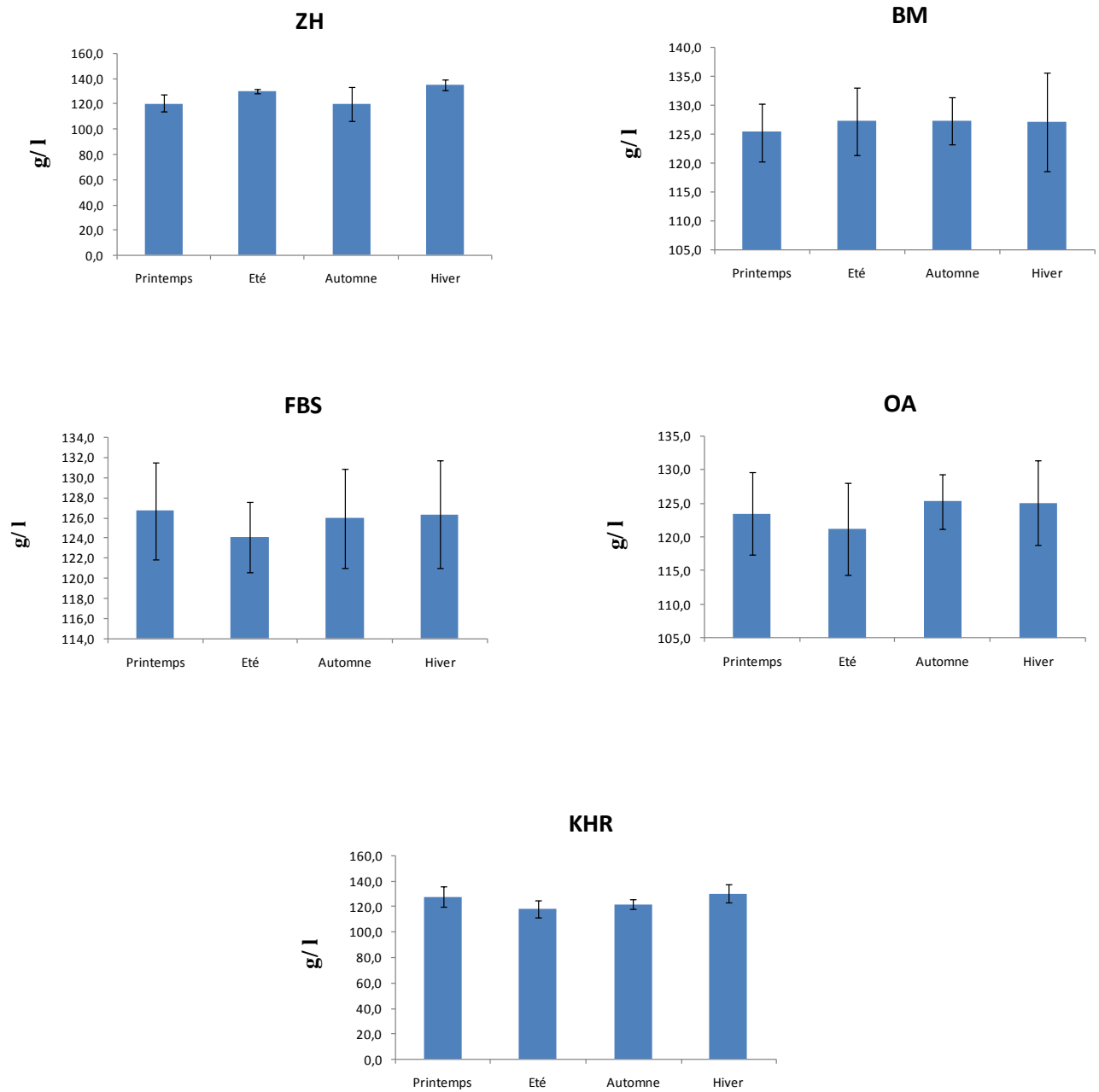


Figure 92 : Représentation graphique de la variation temporelle d'extrait sec total au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

5. Point de congélation « FPD »

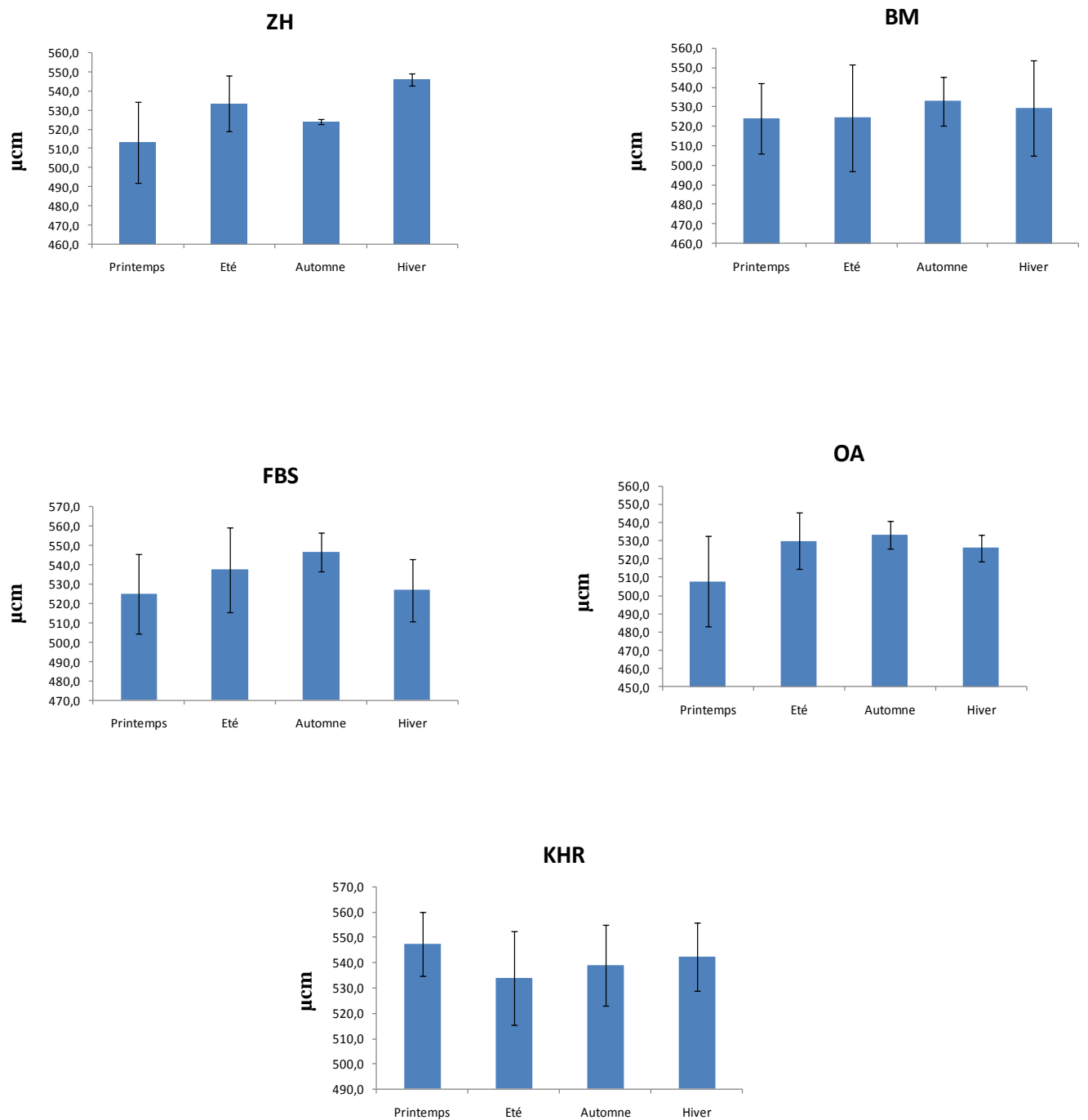


Figure 93 : Représentation graphique de la variation temporelle de la point de congélation_ au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

6. Acidité dornic « ACI »

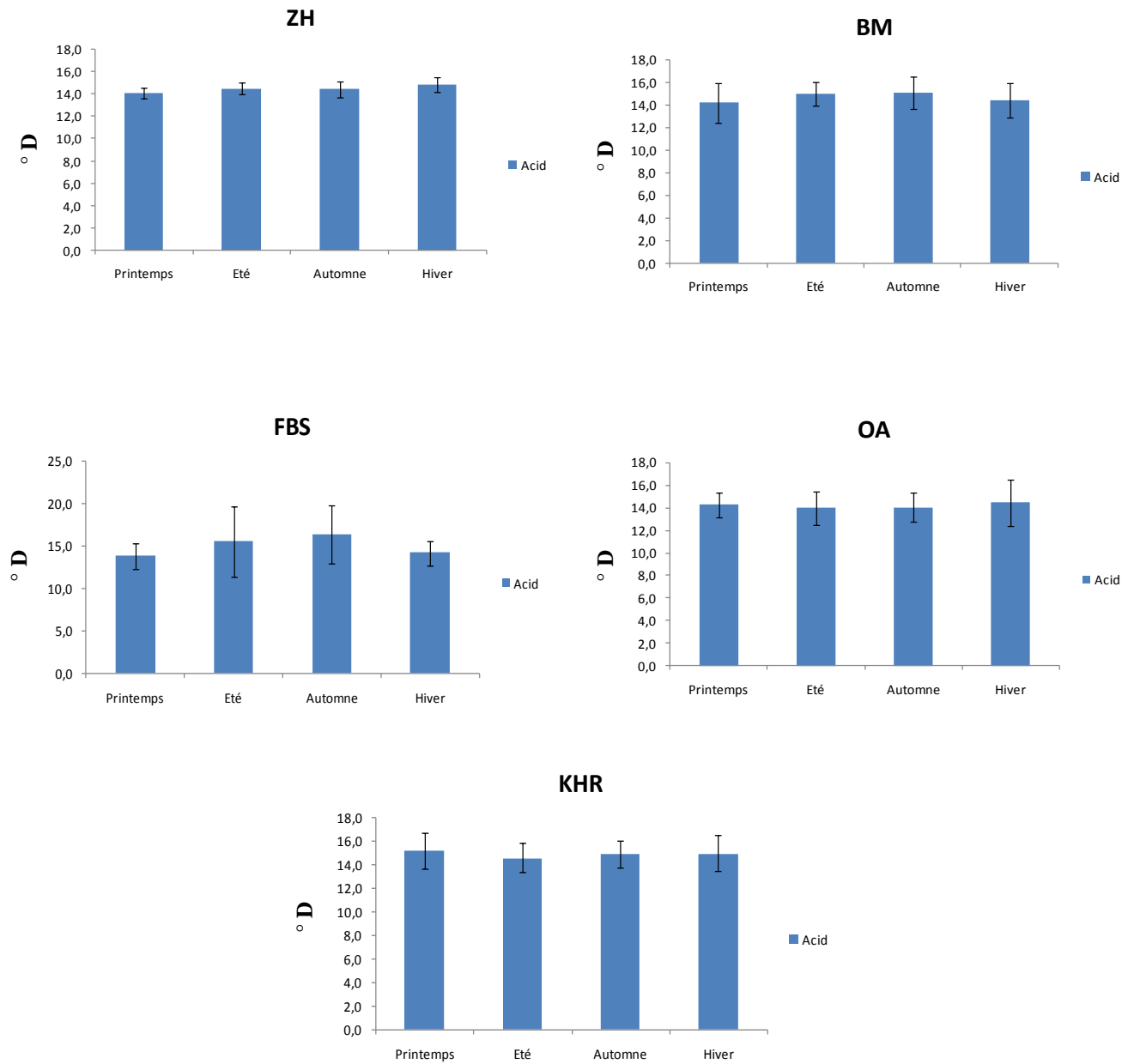


Figure 94 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acidité dornic au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

7. Lactose « LAT »

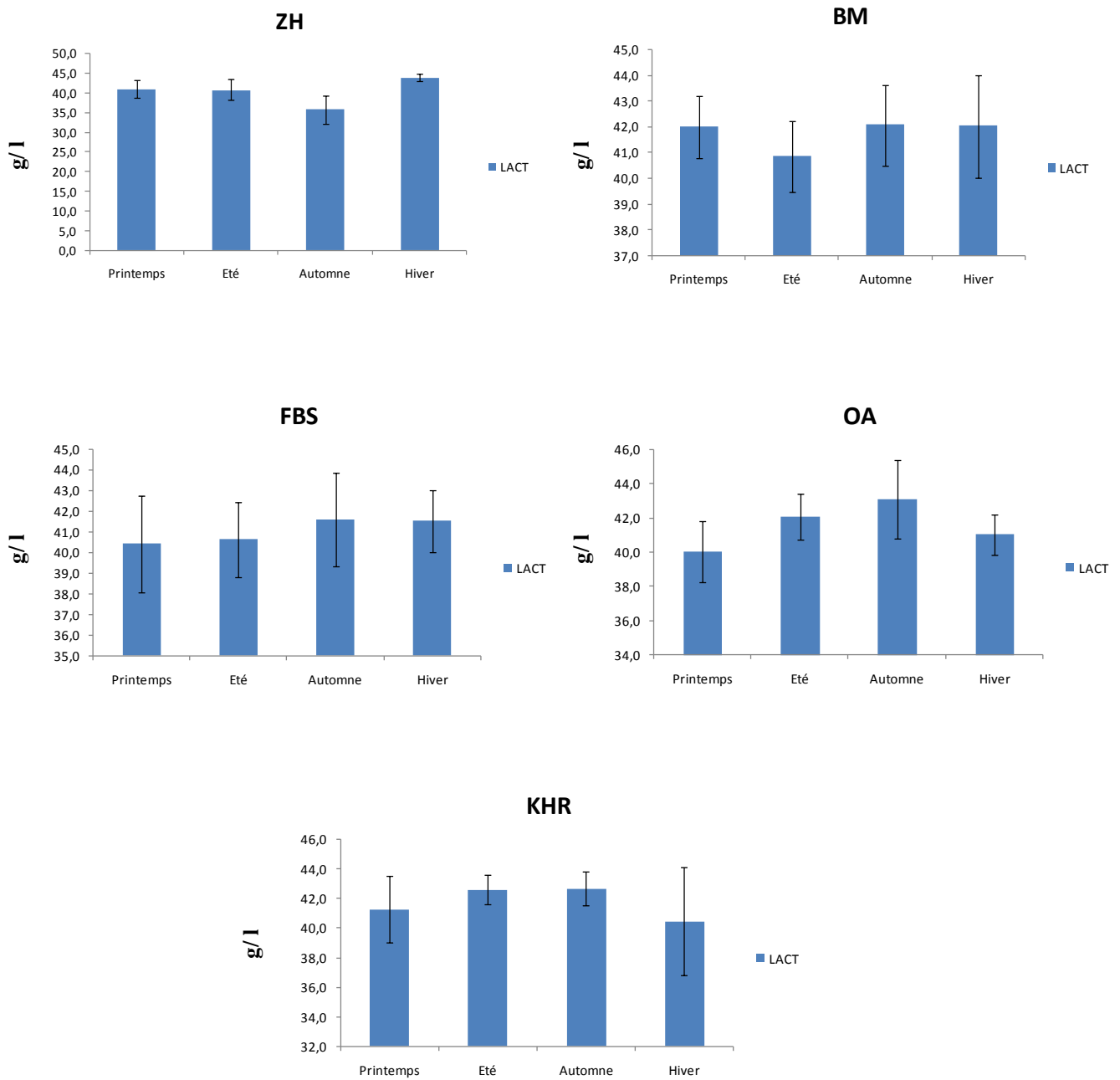


Figure 95 : Représentation graphique de la variation temporelle de lactose au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

8. Caséines « CAS »

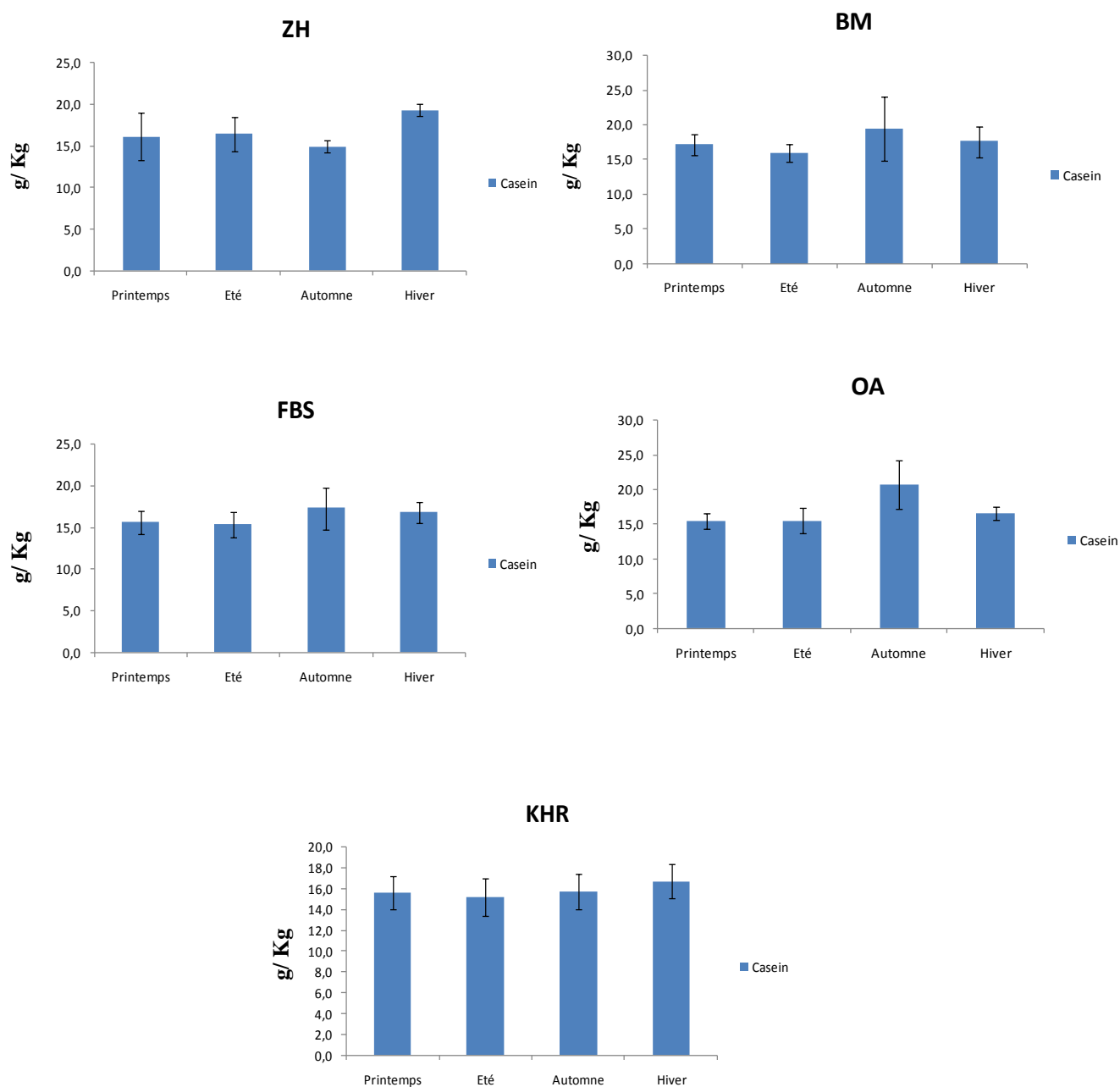


Figure 96 : Représentation graphique de la variation temporelle des caséines au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

9. Urée « UR »

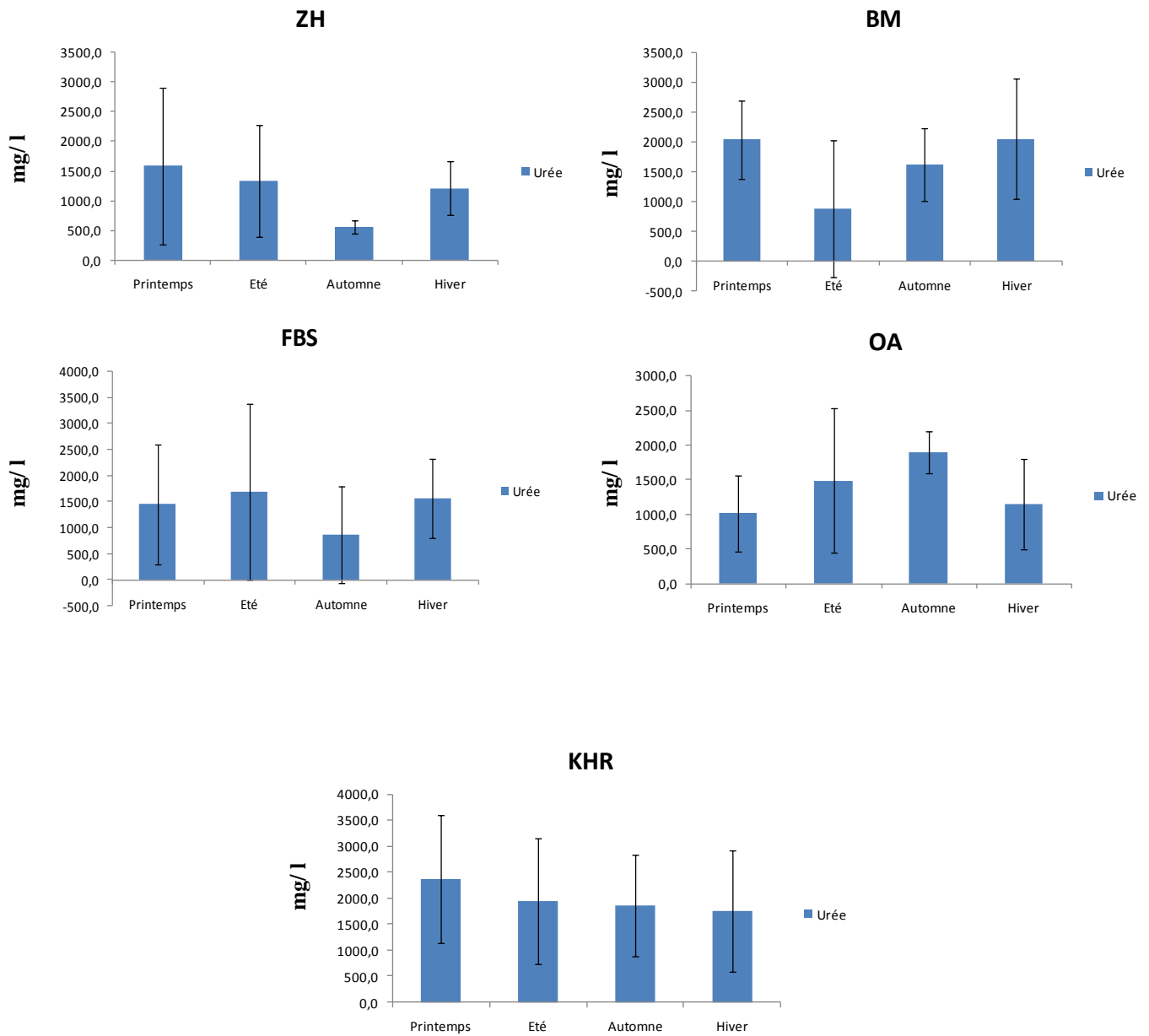


Figure 97 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'urée au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

10. Acide citrique « ACC »

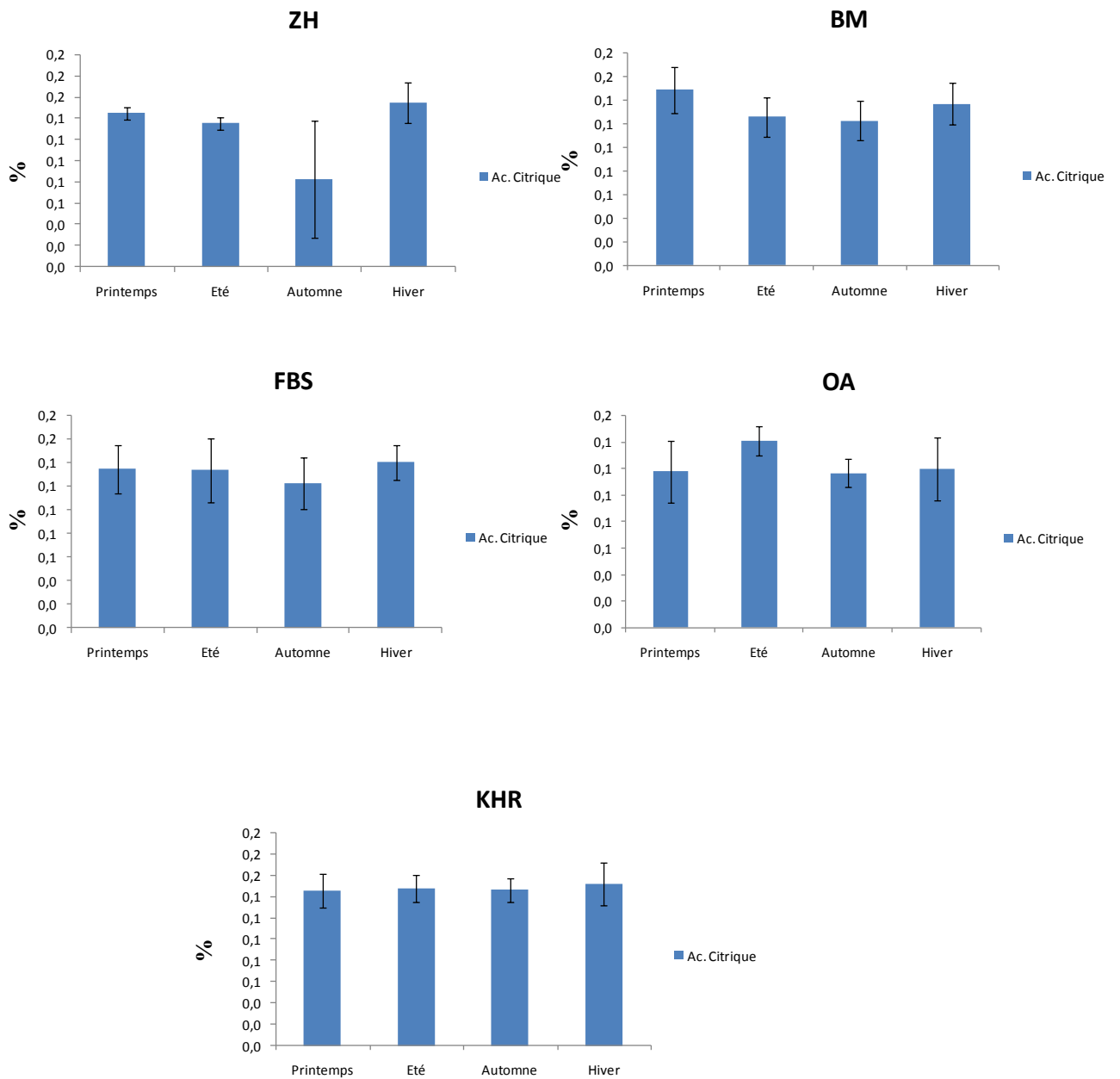


Figure 98 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acide citrique au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

11. Acide gras libre « AGL »

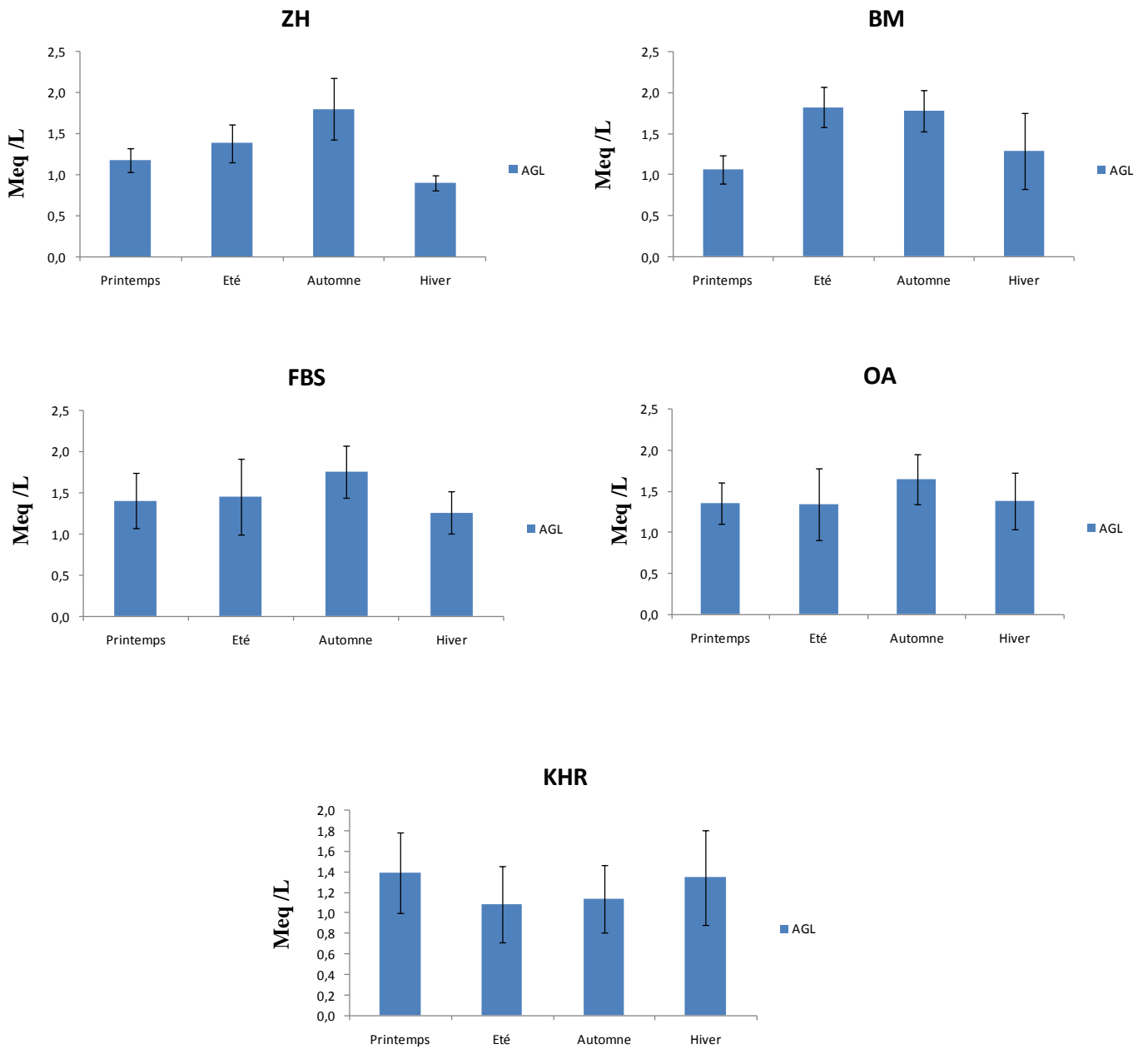


Figure 99 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'acide gras libre au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

12. Densité « DST »

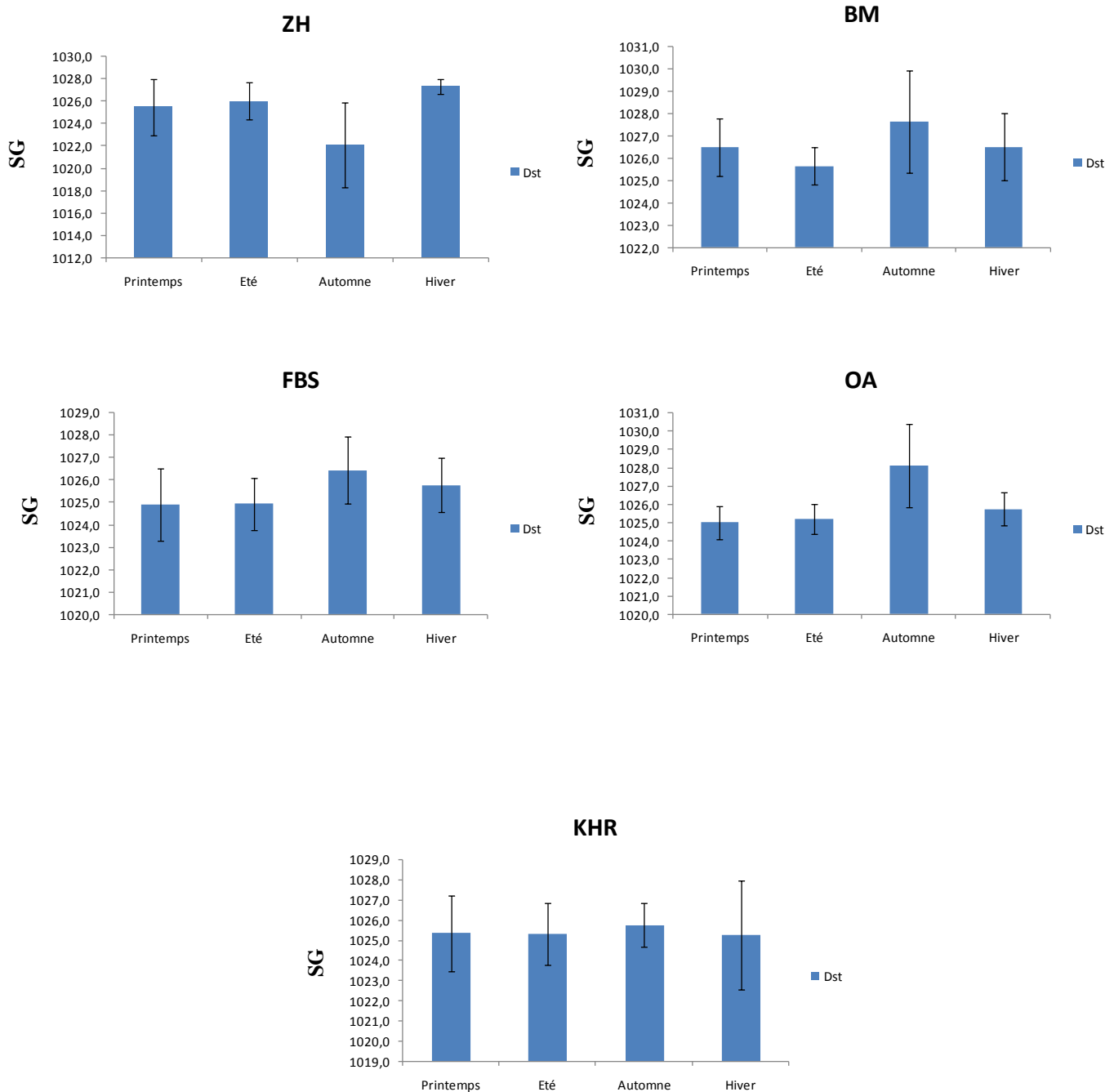


Figure 100 : Représentation graphique de la variation temporelle de la densité au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

13. Température« TEM »

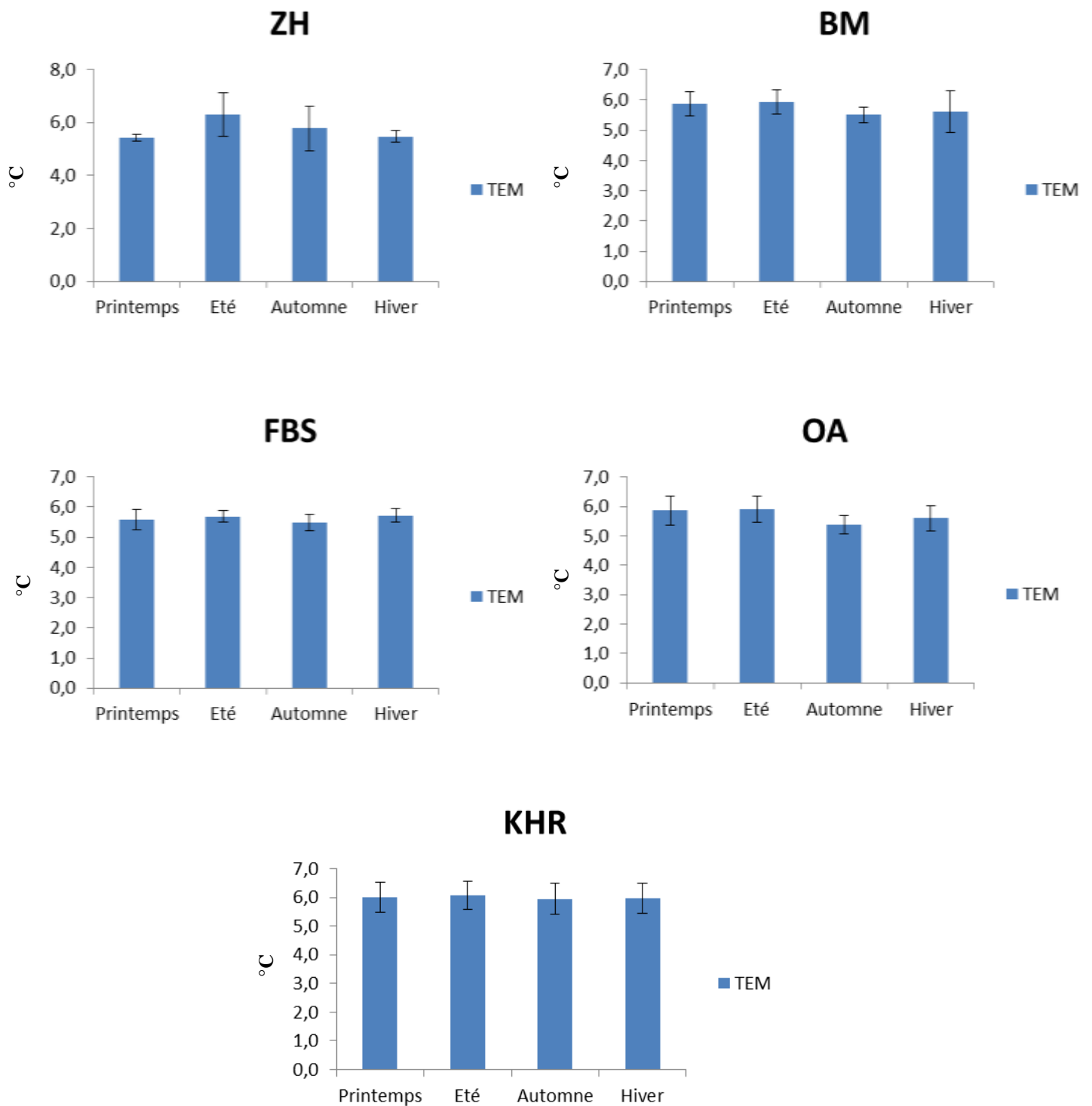


Figure 101 : Représentation graphique de la variation temporelle de la température au niveau des zones : Zidouh (ZH), Beni Mellal (BM), Fkih Ben salah (FBS), Oulad Ayyad (OA) et Khouribga (KHR).

II. La comparaison entre stations (comparaison spatiale)

1. Matière grasse « MG »

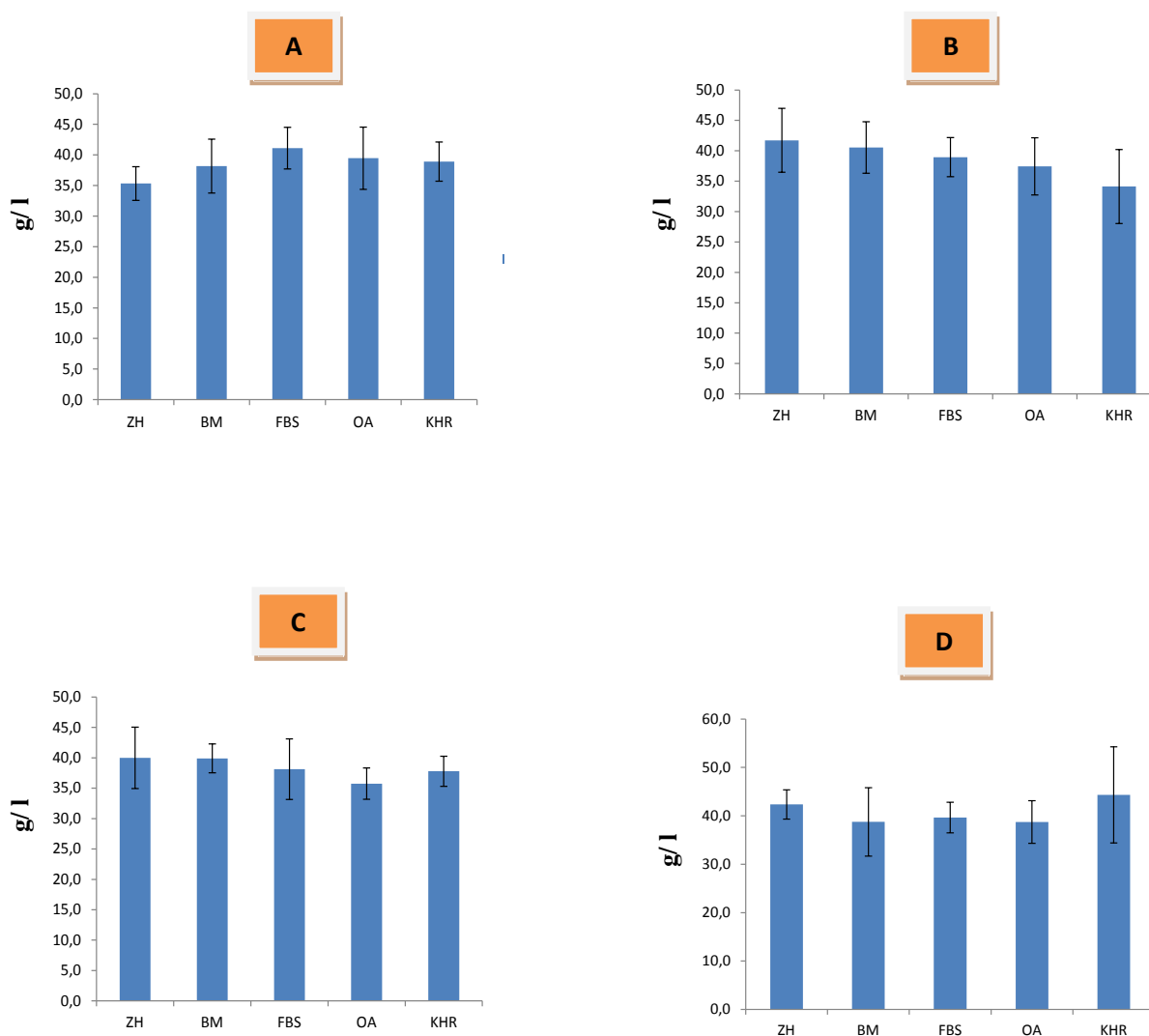


Figure 102 : Représentation graphique de la variation spatiale de la matière grasse pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

2. Protéines « PRT »

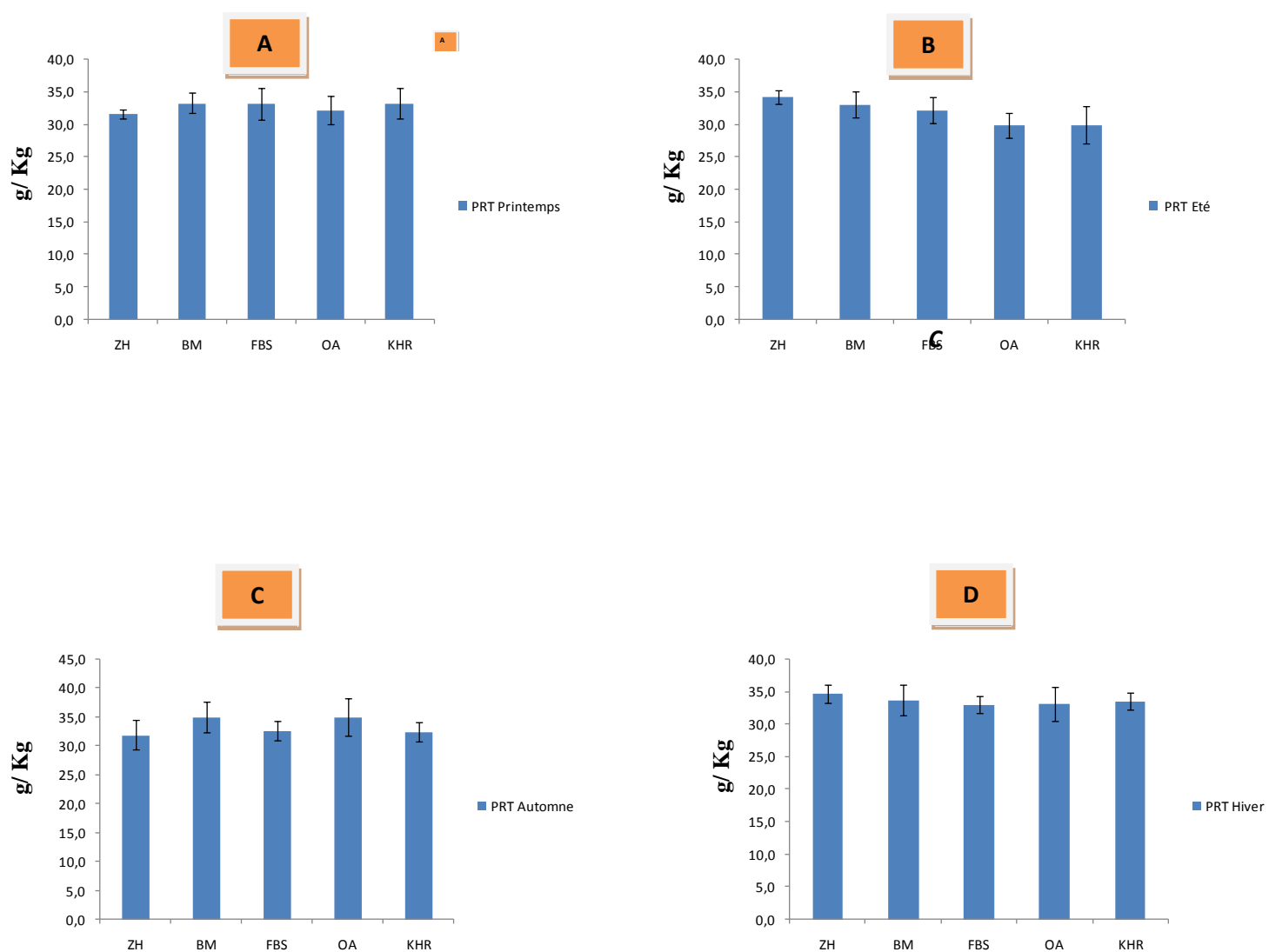


Figure 103 : Représentation graphique de la variation spatiale de protéines pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

3. Extrait sec dégraissé « ESD »

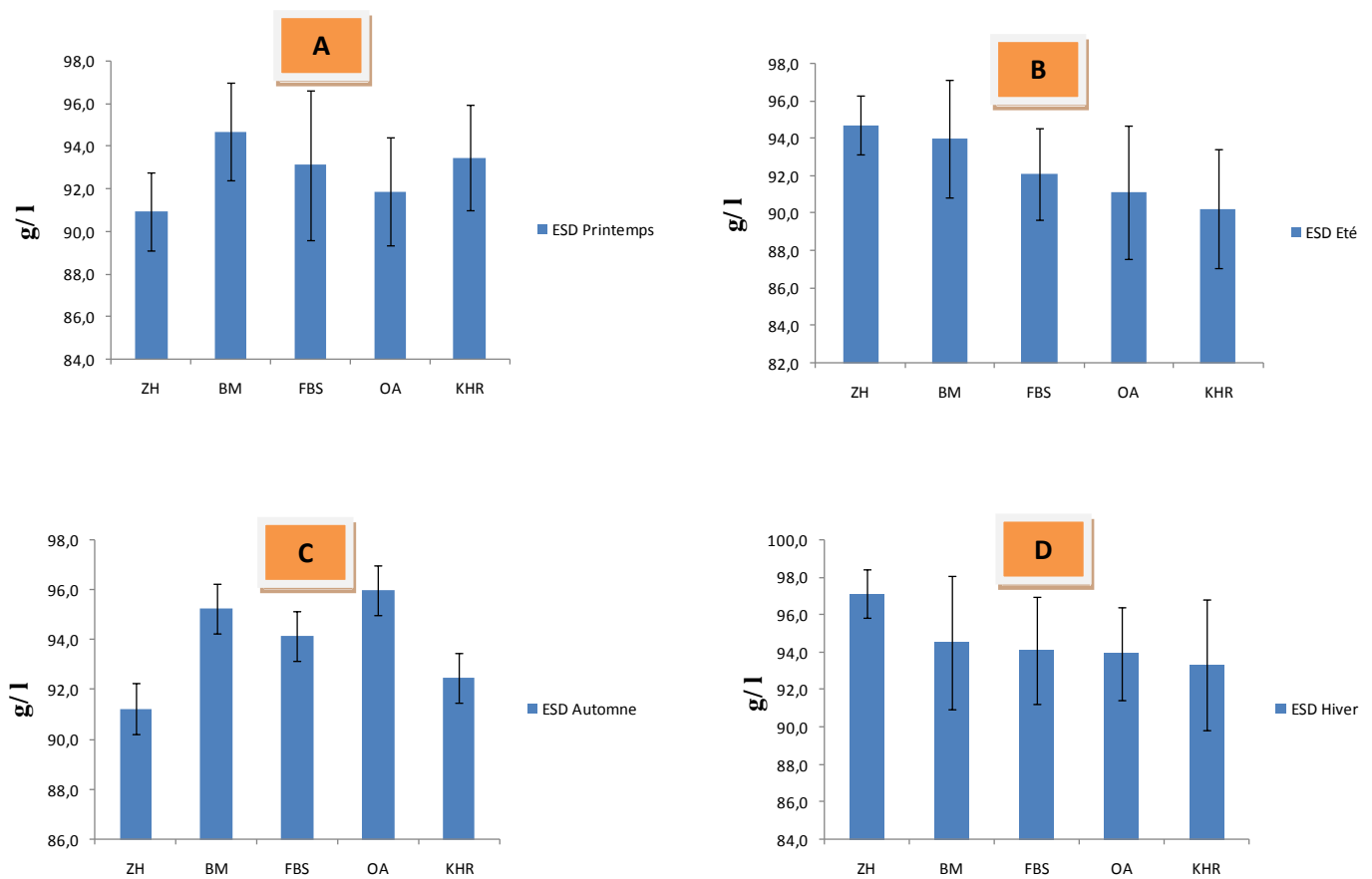


Figure 104 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'extrait sec dégraissé pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

4. Extrait sec total « EST »

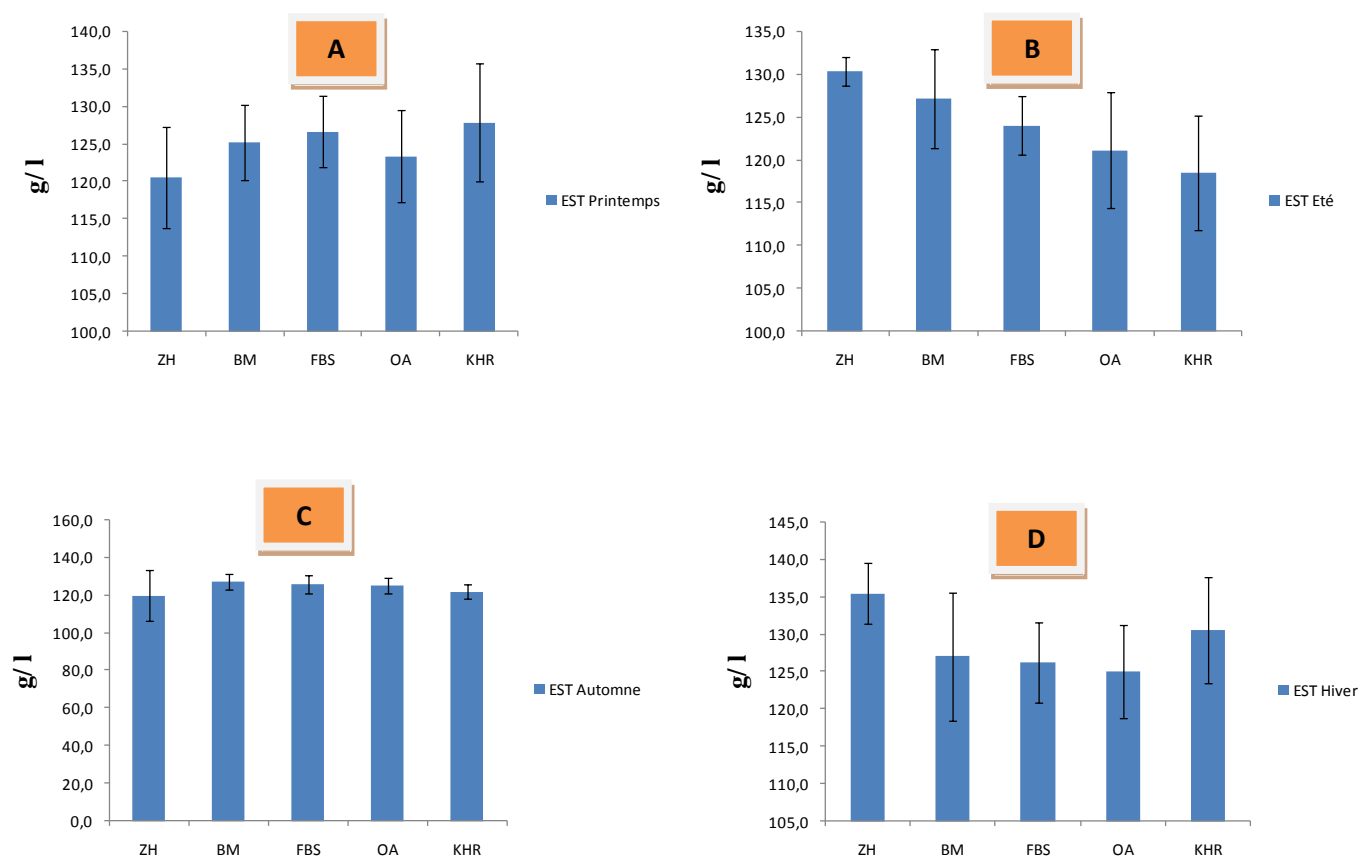


Figure 105 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'extrait sec totale pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

5. Point de congélation « FPD »

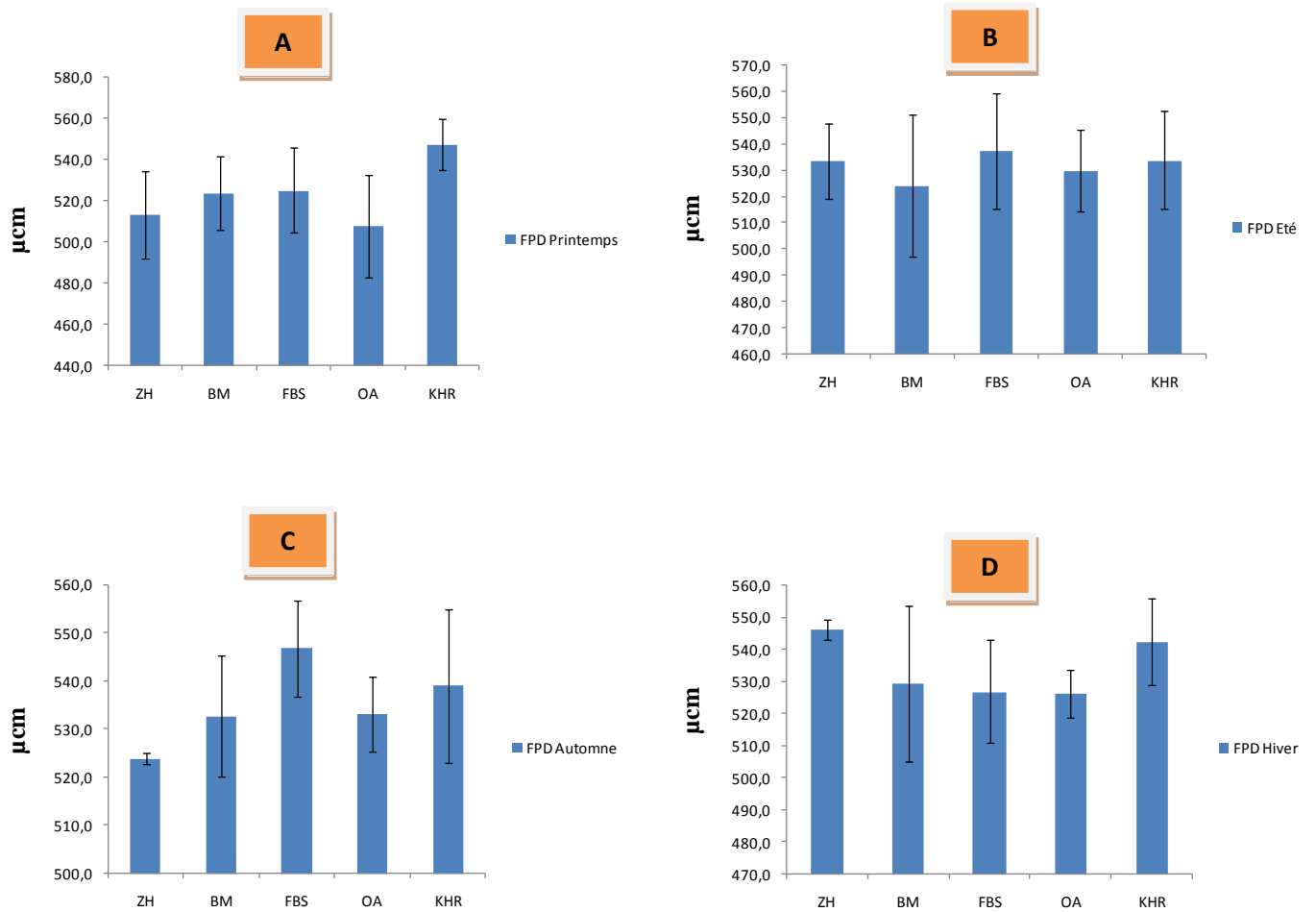


Figure 106 : Représentation graphique de la variation spatiale de point de congélation pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

6. Acidité dornic « ACI »

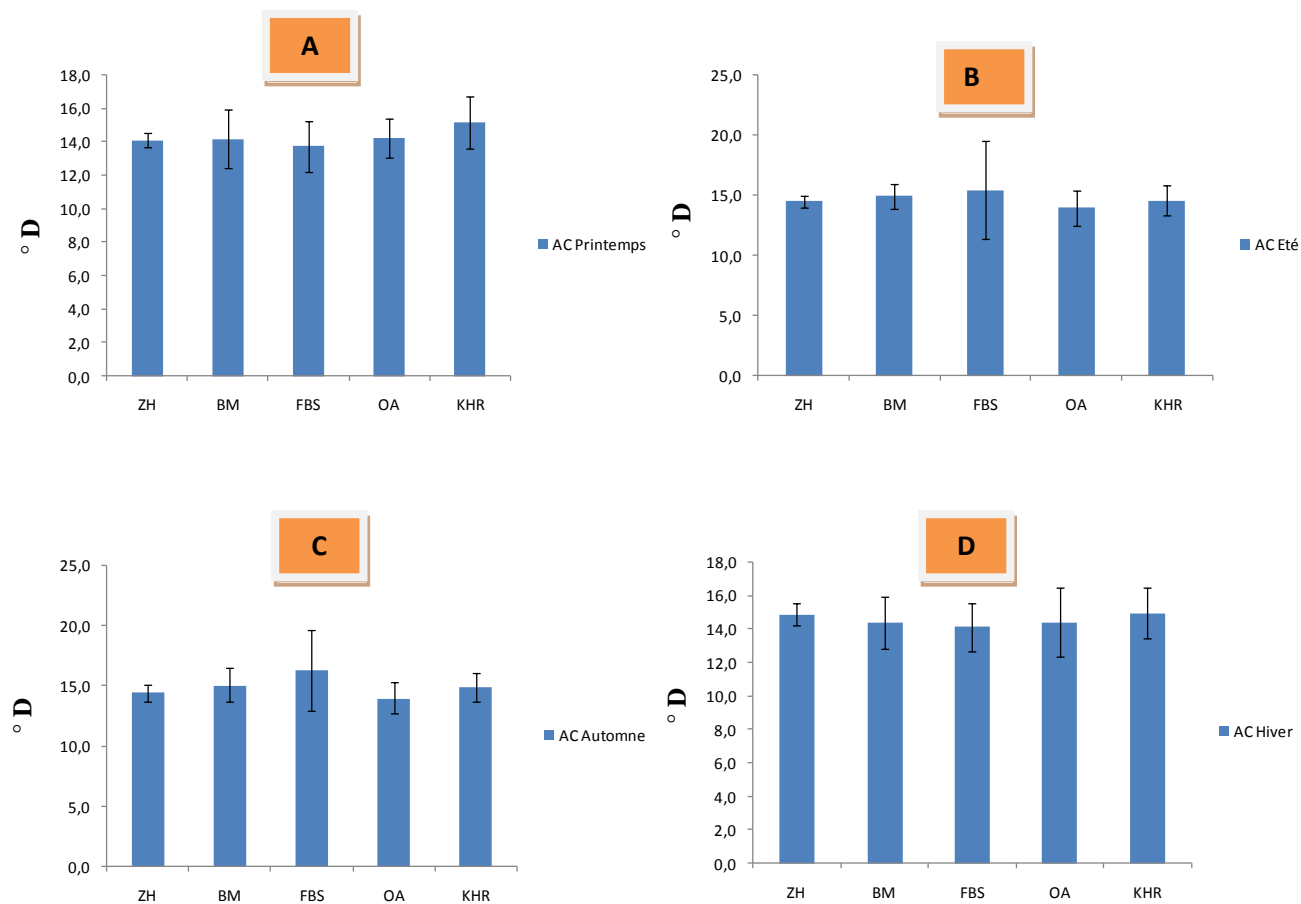


Figure 107 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acidité dornic pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

7. Lactose « LAT »

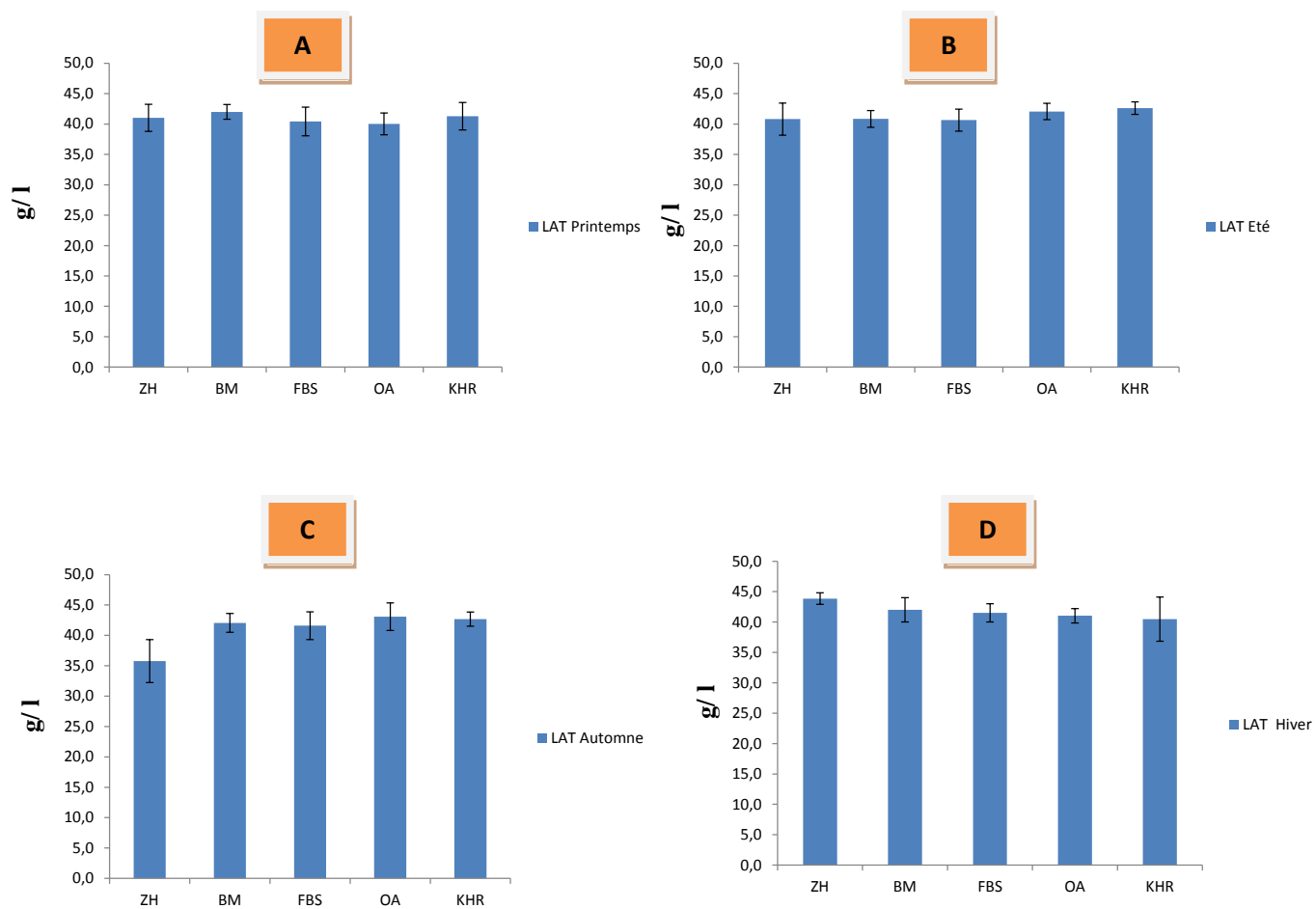


Figure 108 : Représentation graphique de la variation spatiale de lactose pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

8. Caséines « CAS »

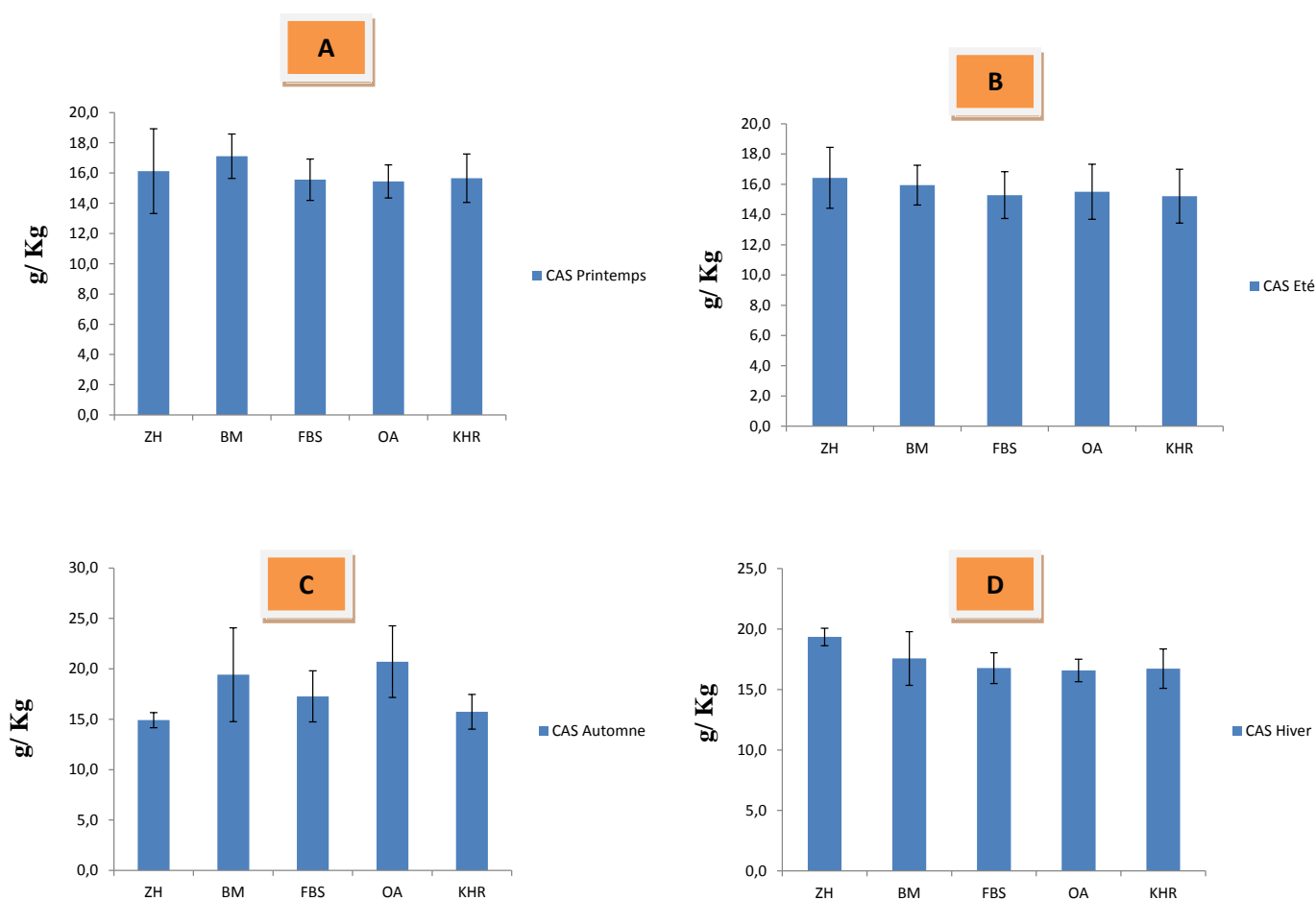


Figure 109 : Représentation graphique de la variation spatiale des caséines pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

9. Urée « UR »

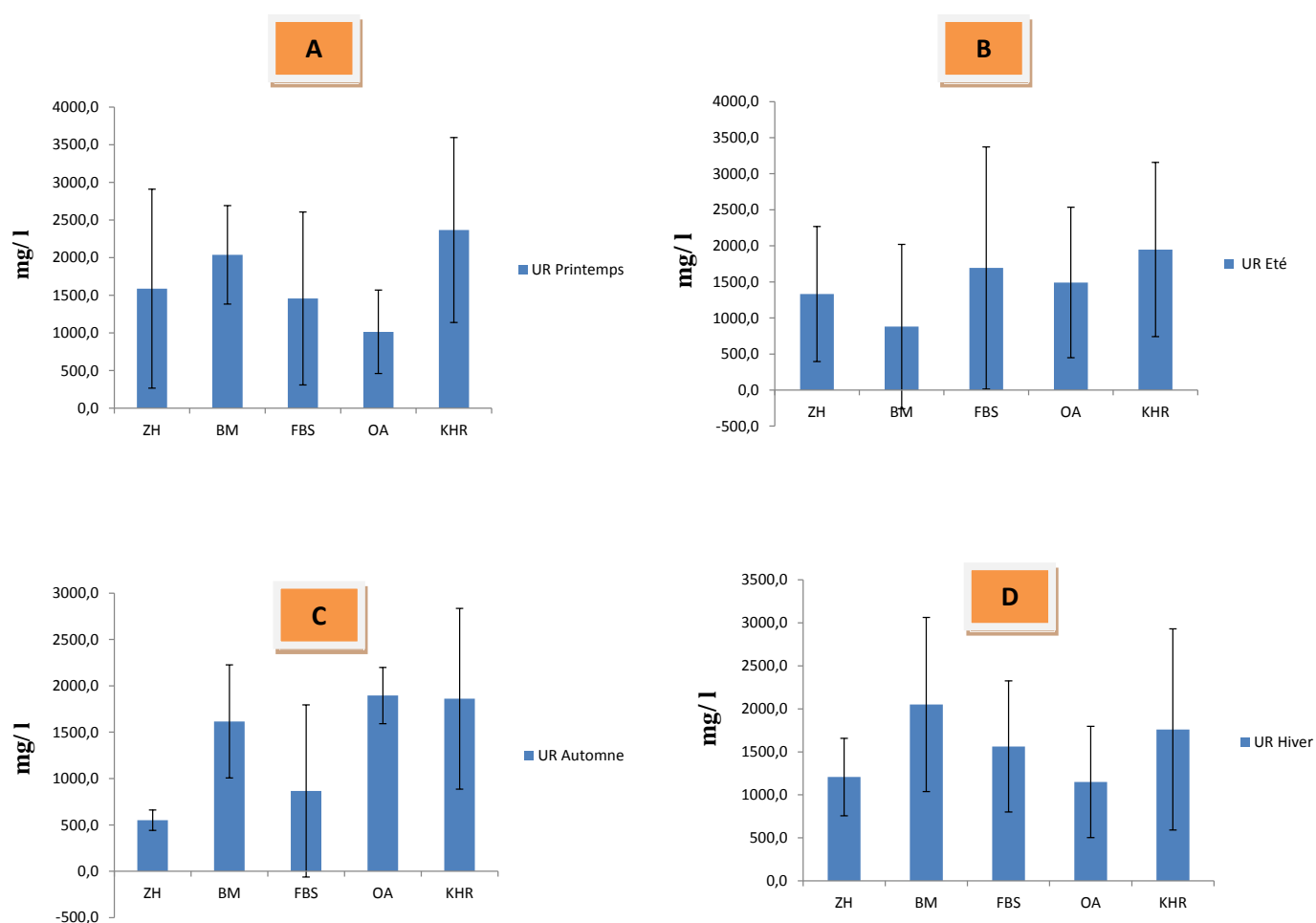


Figure 110 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'urée pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

10. Acide citrique « ACC »

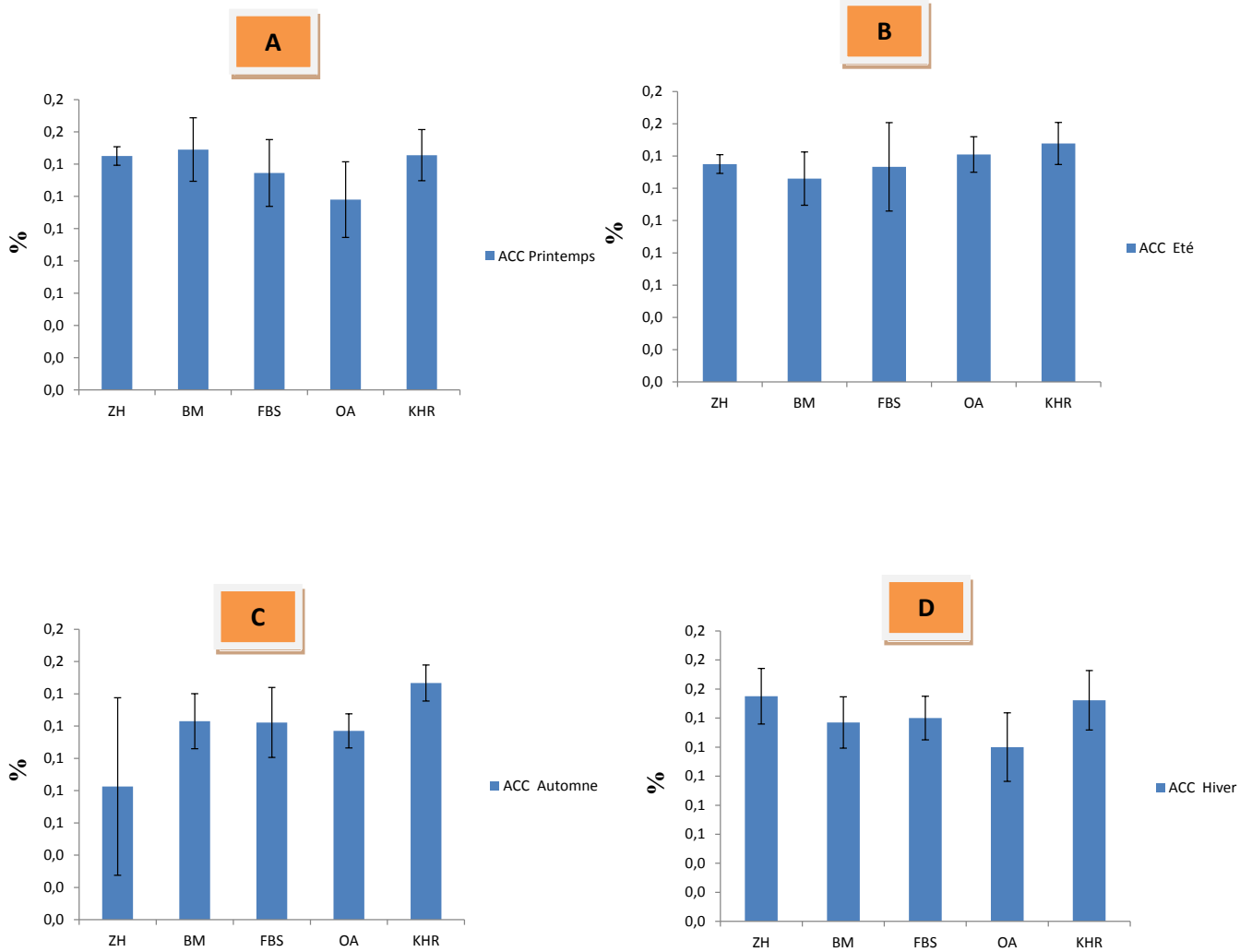


Figure 111 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acide citrique pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

11. Acide gras libre « AGL »

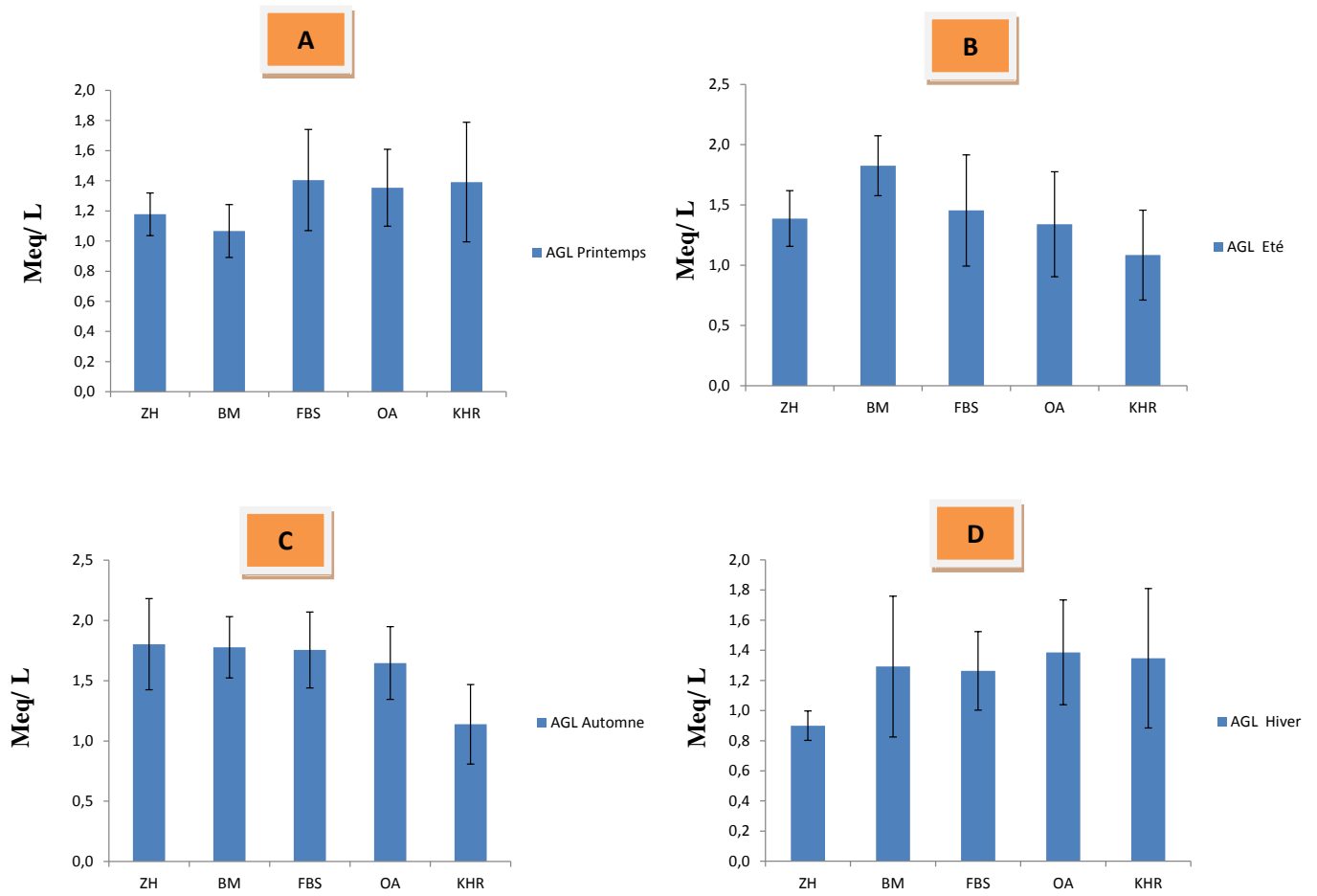


Figure 112 : Représentation graphique de la variation spatiale de l'acide gras libre pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

12. Densité « DST »

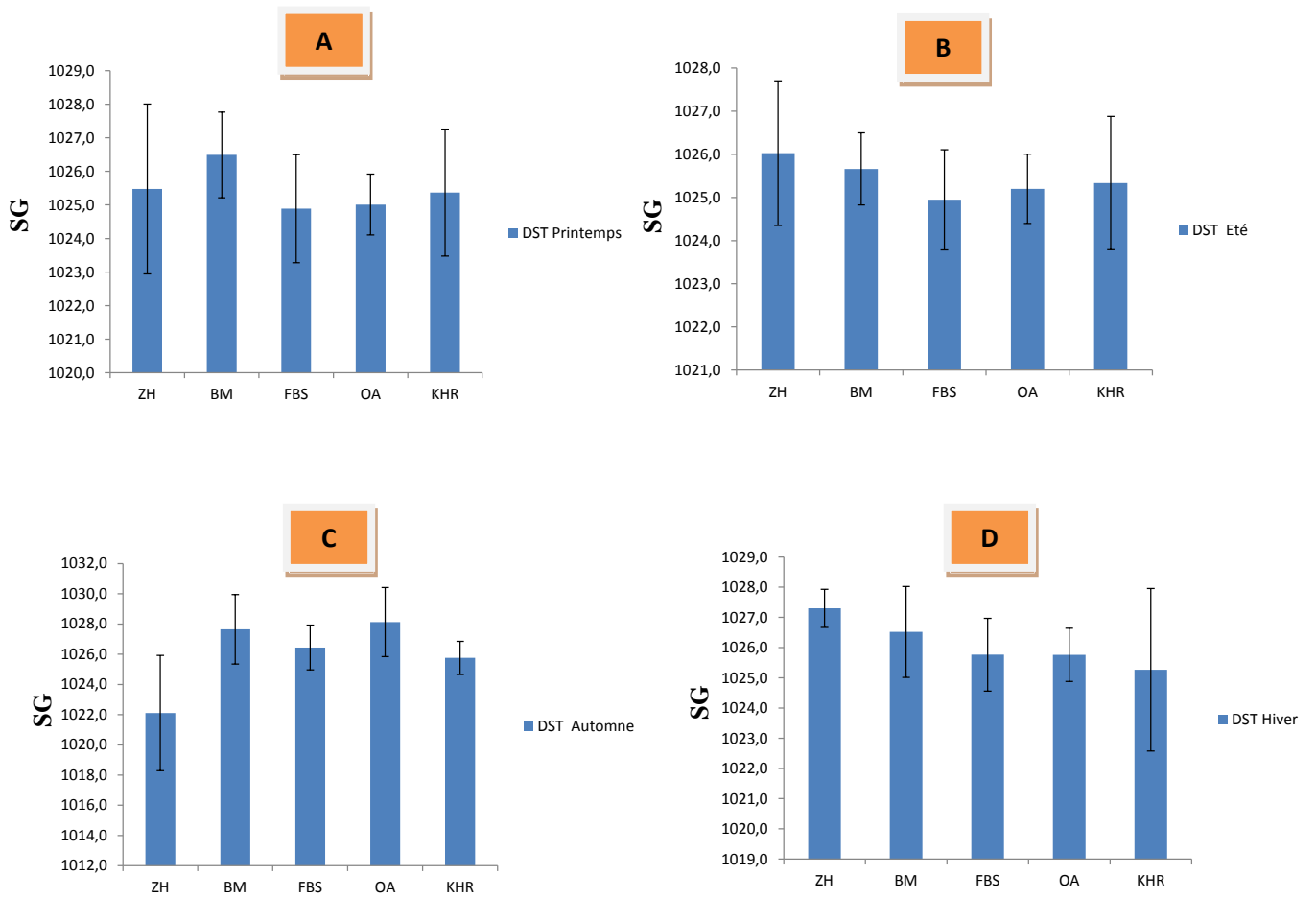


Figure 113 : Représentation graphique de la variation spatiale de la densité pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

13. Température « TEM »

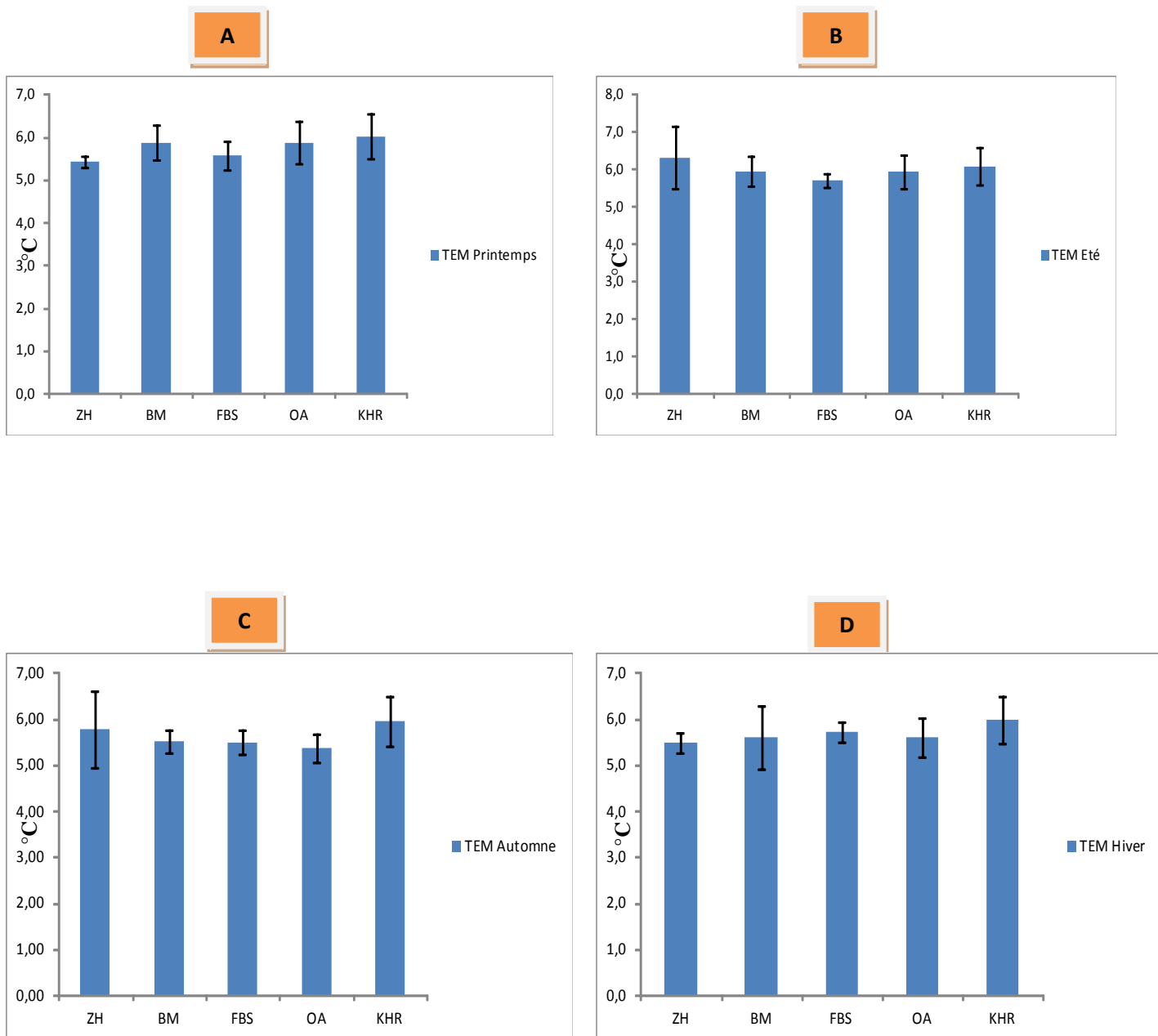


Figure 114 : Représentation graphique de la variation spatiale de la température pendant le printemps (A), l'été (B), l'automne (C) et l'hiver (D).

III. Discussion

Les valeurs de la matière grasse les plus élevées se situent au niveau des zones de Khouribga ($44,4 \pm 3,0\text{g/l}$) et Dar Ould Zidouh ($42,4 \pm 3,0\text{g/l}$) en période d'hiver.

Alors que les valeurs moyennes se situent au niveau des zones de Fkih Ben Saleh ($41,1 \pm 3,4\text{g/l}$) et Oulad Ayyad Azillal ($39,5 \pm 5,1\text{g/l}$) en période du printemps et la zone de Béni Mellal ($40,5 \pm 4,2\text{g/l}$) en période d'été.

Tandis que les valeurs plus au moins faibles de la matière grasse se localisent au niveau de la zone Dar Ould Zidouh ($35,3 \pm 2,8\text{g/l}$) en période du printemps, la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($35,7 \pm 2,6\text{g/l}$) en période de l'automne et les valeurs les plus faibles au niveau de la zone Khouribga ($34,1 \pm 6,1\text{g/l}$) en période d'été.

En période d'automne les teneurs des protéines signalant des valeurs les plus élevées au niveau de la zone Béni Mellal ($35,0 \pm 2,6\text{g/Kg}$) et de la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($35,0 \pm 3,3\text{g/Kg}$), et en période l'hiver au niveau de la zone de Dar Ould Zidouh ($34,8 \pm 1,4\text{g/Kg}$) alors que les valeurs moyennes en période de l'hiver se situent au niveau de la zone Khouribga ($33,6 \pm 1,3\text{g/Kg}$) et en période du printemps au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh ($33,2 \pm 2,4\text{g/Kg}$), en revanche l'été est marqué par des valeurs en protéines plus faibles aux zones de Khouribga ($30,0 \pm 2,8\text{g/Kg}$) et d'Oulad Ayyad Azillal ($29,9 \pm 1,9\text{g/Kg}$).

On note que les résultats de l'extrait sec dégressé et l'extrait sec total sont identiques, en effet on constate que l'extrait sec dégressé et l'extrait sec total en période d'hiver présentent des valeurs plus élevées au niveau de la zone Dar Ould Zidouh respectivement ($97,2 \pm 1,3\text{g/l}$; $135,5 \pm 4,1\text{g/l}$), et en période d'automne au niveau de la zone d'Oulad Ayyad Azillal respectivement ($96,0 \pm 3,9\text{g/l}$; $125,2 \pm 4,1\text{g/l}$), et concernant les valeurs moyennes se localisent aux niveau des zones de Béni Mellal respectivement ($95,3 \pm 1,9\text{g/l}$; $127,3 \pm 4,1\text{g/l}$), et de Fkih Ben Saleh respectivement ($94,2 \pm 1,9\text{g/l}$; $126,0 \pm 4,9\text{g/l}$) en période d'automne, et aux niveau de la zone de Khouribga respectivement ($93,5 \pm 2,5\text{g/l}$; $127,9 \pm 7,9\text{g/l}$) en période du printemps. Tandis que les valeurs les plus faibles au niveau de la zone de Khouribga respectivement ($90,3 \pm 3,2\text{g/l}$; $118,6 \pm 6,7\text{g/l}$), et de la zone d'Oulad Ayyad Azillal respectivement ($91,1 \pm 3,6\text{g/l}$; $121,2 \pm 6,8\text{g/l}$) en période d'été, et de la zone de Dar Ould Zidouh respectivement ($91,0 \pm 1,9\text{g/l}$; $120,6 \pm 6,8\text{g/l}$) en période du printemps.

Concernant le point de congélation les valeurs les plus faibles se localisent aux zones de Khouribga ($-547,4 \pm 12,6\mu\text{cm}$) à la période du printemps , Dar Ould Zidouh ($-546,3 \pm 3,2\mu\text{cm}$) à la période d'hiver, et la zone de Fkih Ben Saleh ($-546,9 \pm 10,0\mu\text{cm}$) à la période d'automne où on constate les valeurs moyennes qui sont présentées au niveau des zones de

Béni Mellal ($-532,8 \pm 12,5\mu\text{cm}$), et d'Oulad Ayyad Azillal ($-533,2 \pm 7,7\mu\text{cm}$), qui présente la valeur la plus élevée ($-507,8 \pm 24,8\mu\text{cm}$) au niveau de la période du printemps.

On ce qui concerne l'acidité on remarque que les valeurs d'acidité très faibles et très proches les unes aux autres dans la majorité des zones sauf pour la zone de Fkih Ben Saleh qui signale d'une part la valeur la plus élevée en période d'automne ($16,3 \pm 3,4 \text{ }^\circ\text{D}$), et d'autre part la valeur la plus faible en période du printemps ($13,8 \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{D}$),

On distingue d'après les résultats de la teneur du lactose que la période d'automne se caractérise par des valeurs très élevées au niveau de toutes les zones : la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($43,1 \pm 2,3 \text{ g/l}$), Khouribga ($42,7 \pm 1,2 \text{ g/l}$), Béni Mellal ($42,1 \pm 1,6 \text{ g/l}$) et Fkih Ben Saleh ($41,6 \pm 2,3 \text{ g/l}$) sauf la zone de Dar Ould Zidouh ($35,8 \pm 3,5 \text{ g/l}$) qui présente la valeur la plus faible contrairement à la période d'hiver qui présente la valeur la plus élevée ($43,9 \pm 0,9 \text{ g/l}$).

Idem pour les teneurs des caséines qui présentent des valeurs supérieures en période d'automne au niveau des zones : Béni Mellal ($19,4 \pm 4,7\text{g/Kg}$), Oulad Ayyad Azillal ($20,7 \pm 3,6\text{g/Kg}$), Fkih Ben Saleh ($17,3 \pm 2,5\text{g/Kg}$), et la valeur la plus faible à la zone de Dar Ould Zidouh ($14,9 \pm 0,7\text{g/Kg}$), cette dernière présente aussi une valeur élevée de l'ordre de ($19,3 \pm 0,7\text{g/Kg}$) à la période d'hiver ainsi que la zone de Khouribga ($16,7 \pm 1,6\text{g/Kg}$).

On remarque que les valeurs les plus élevées d'urée se situent au niveau des zones de Khouribga ($2367,2 \pm 1228,1\text{mg/l}$) en période du printemps, et de Béni Mellal ($2050,2 \pm 1012,2\text{mg/l}$) en période d'hiver, suivi par des valeurs moyennes au niveau des zones de Oulad Ayyad Azillal ($1894,8 \pm 303,8\text{mg/l}$) en période d'automne, de Fkih Ben Saleh ($1693,4 \pm 1679,6\text{mg/l}$) en période d'été et la zone de Dar Ould Zidouh ($1588,3 \pm 1319,9\text{mg/l}$) en période du printemps.

Tandis que la valeur la plus basse se situe au niveau de la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($1015,1 \pm 553,9\text{mg/l}$) en période du printemps.

On constate que la majorité des valeurs d'acide citrique les plus élevées sont présentés en premier lieu à la période d'hiver au niveau des zones : Dar Ould Zidouh ($0,155 \pm 0,019\%$), Khouribga ($0,152 \pm 0,02\%$) et de Fkih Ben Saleh ($0,14 \pm 0,015\%$) alors que en deuxième lieu en période du printemps au niveau de la zone Béni Mellal ($0,149 \pm 0,02\%$), et en dernier lieu en période d'été au niveau de la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($0,141 \pm 0,011\%$).

En revanche les valeurs plus faibles se situent en période d'automne au niveau de la zone de Dar Ould Zidouh ($0,083 \pm 0,055\%$), et la zone d'Oulad Ayyad Azillal ($0,117 \pm 0,011\%$).

Pour la valeur de l'acide gras libre, la période d'été est caractérisée par une valeur plus élevée au niveau la zone de Béni Mellal ($1,825 \pm 0,248$ Meq /L), suivi par des valeurs moyennement élevées aux zones: Dar Ould Zidouh ($1,802 \pm 0,378$ Meq /L), Fkih Ben Saleh ($1,755 \pm 0,314$ Meq /L), et Oulad Ayyad Azillal ($1,646 \pm 0,301$ Meq /L), et des valeurs moyennement faibles au niveau de la zone de Khouribga ($1,391 \pm 0,396$ Meq /L), tandis que la valeur la plus faible en période d'hiver au niveau de Dar Ould Zidouh ($0,9 \pm 0,098$ Meq /L). Concernant la densité en période d'automne, les valeurs signalées les plus élevées et très proches les unes aux autres se situent au niveau de toutes les zones : Béni Mellal ($1027,7 \pm 2,3$), Fkih Ben Saleh ($1026,4 \pm 1,5$), Oulad Ayyad Azillal ($1028,1 \pm 2,3$), et Khouribga ($1025,8 \pm 1,1$), sauf la zone de Dar Ould Zidouh ($1022,1 \pm 3,8$), qui par rapport aux autres zones étudiées se caractérise par la valeur la plus basse.

Généralement les valeurs de la caractéristique de la température les plus élevées se retrouvent en période d'été, en effet ces valeurs sont très proches vis-à-vis de toutes les saisons, on note les valeurs au niveau des zones : Dar Ould Zidouh ($6,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$), Khouribga ($6,1 \pm 0,5^\circ\text{C}$), Béni Mellal ($5,9 \pm 0,4^\circ\text{C}$), Oulad Ayyad Azillal ($5,9 \pm 0,5^\circ\text{C}$), et Fkih Ben Saleh ($5,7 \pm 0,2^\circ\text{C}$).

D'après ces résultats des caractéristiques étudiées, on conclut que la température reflète la fraîcheur du lait dans ces fermes, qui ne dépasse pas la seuile de $6,6^\circ\text{C}$ car la température la plus élevée en période d'été ne dépasse pas $6,3^\circ\text{C}$ et ces valeurs sont très proches les unes aux autres dans tous les zones et durant les trois autres saisons. La même remarque pour l'acidité qui est aussi un indicateur de qualité du lait lié à la température préseantant ainsi des valeurs qui ne dépassent pas $16,5^\circ\text{D}$. On note aussi que les valeurs de la densité sont proches les unes des autres avec des valeurs élevées en période d'automne, ces valeurs expliquent les valeurs élevées de l'extrait sec dégraissé, l'extrait sec total et le point de congélation au niveau de la majorité des zones en période d'automne.

On signale de même, que les valeurs du lactose et des caséines sont aussi élevées à la saison d'automne dans la majorité des zones sauf pour la zone de Dar Ould Zidouh qui présente la valeur la plus faible d'une part, et d'autre part les caséines et les protéines qui présentes des teneurs supérieurs au niveau de cette saison d'automne, contrairement au valeurs les plus faibles en protéines qui se situent en saison d'été ou les acides gras libres présente des teneurs faibles. Alors qu'on constate que l'urée et l'acide citrique nous renseignent pas exactement grand-chose mais nous indique que l'alimentation dans ces fermes est toujours variée et diversifiée au niveau de toutes les saisons.

A la saison d'hiver, on remarque que les valeurs élevées sont de la matière grasse et d'acide citrique contrairement aux autres caractéristiques cités au paravant : lactose caséines, protéines, extrait sec dégraissé et totale, point de congélation, densité... qui sont élevées à la saison d'automne, tandis que les autres caractéristiques ne varient pas d'une façon significatives : température, acidité, urée, acide gras libre, acide citrique, soit inter-zones ou soit inter-saisonniers.

D'après ces résultats on remarque que le lait de la saison d'automne est plus riches en teneurs des caractéristiques étudiées que d'autre saisons de l'année au niveau des zone de Béni Mellal, Fkih Ben Saleh et Oulad Ayyad Azillal, suivi par la saison d'hiver au niveau Dar Ould Zidouh et en dernier lieu Khouribga.

L'ensemble de ces facteurs explique que certains laits soient plus riches que d'autres selon les races prédominantes, climat, la saison, le mode d'élevage et il convient d'ailleurs de remarquer que la tendance à l'homogénéisation génétique des troupeaux et l'emploi de plus en plus fréquent d'ensilages et des concentrés vitaminiques durant les périodes de stabulation devraient atténuer les différences de compositions du lait entre zones et entre saisons.

**Partie VIII : Analyse des
caractéristiques microbiologiques chez
des fermes au niveau des cinq
zones de la région de Béni Mellal-
Khénifra**

I. Analyses microbiologique de lait cru de chaque zone de la région de Béni Mellal-Khénifra

Les résultats des dénombrements des différents types des microorganismes, montrent que pour les quatre saisons étudiées, hormis les Pseudomonas et les staphylocoques, des variations notables entre tous les laits étudiés, ont été mises en évidence.

Nous présentons les résultats sous forme de pourcentage de charges totales et sous formes des graphes de dénombrement suivant les saisons.

1. La flore mésophile aérobie totale (FMAT)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Au cours des quatre saisons étudiées, il est à remarquer que le niveau de la charge microbienne des FMAT augmente progressivement à partir de la saison de l'hiver à la saison de l'automne.

En effet, la charge bactérienne inférieure à 10^5 ufc/ml, est représentée par un pourcentage de 40% au niveau de la saison de l'hiver, et un pourcentage de 20% au niveau de la saison du printemps. La charge située dans la fourchette de 10^5 - 10^6 ufc/ml, est représentée par un pourcentage de 60% au niveau de la saison de l'hiver, un pourcentage de 80% au niveau de la saison du printemps et un pourcentage de 60% au niveau de la saison de l'été. Tandis que la charge située dans la fourchette entre 10^6 - 10^7 ufc/ml, est représentée par un pourcentage de 100% au niveau de la saison de l'automne (Figure 114).

D'un autre côté, les résultats de dénombrement des flores mésophiles aérobies totales (FMAT), montre que la saison d'automne présente le taux le plus élevé de l'ordre de $17,4 \pm 2,92 \cdot 10^5$ ufc/ml vis-à-vis des autres saisons de l'année étudiée, qui présentent des taux faibles. En effet, les valeurs de la charge microbienne au niveau de la saison du printemps est de l'ordre de $3,66 \pm 1,32 \cdot 10^5$ ufc/m, celle de la saison d'hiver avec un taux de $2,66 \pm 1,80 \cdot 10^5$ ufc/ml, et en dernier lieu la saison d'été, qui présente le plus faible taux qui est de l'ordre de $1,33 \pm 0,5 \cdot 10^5$ ufc/ml (Figure 116).

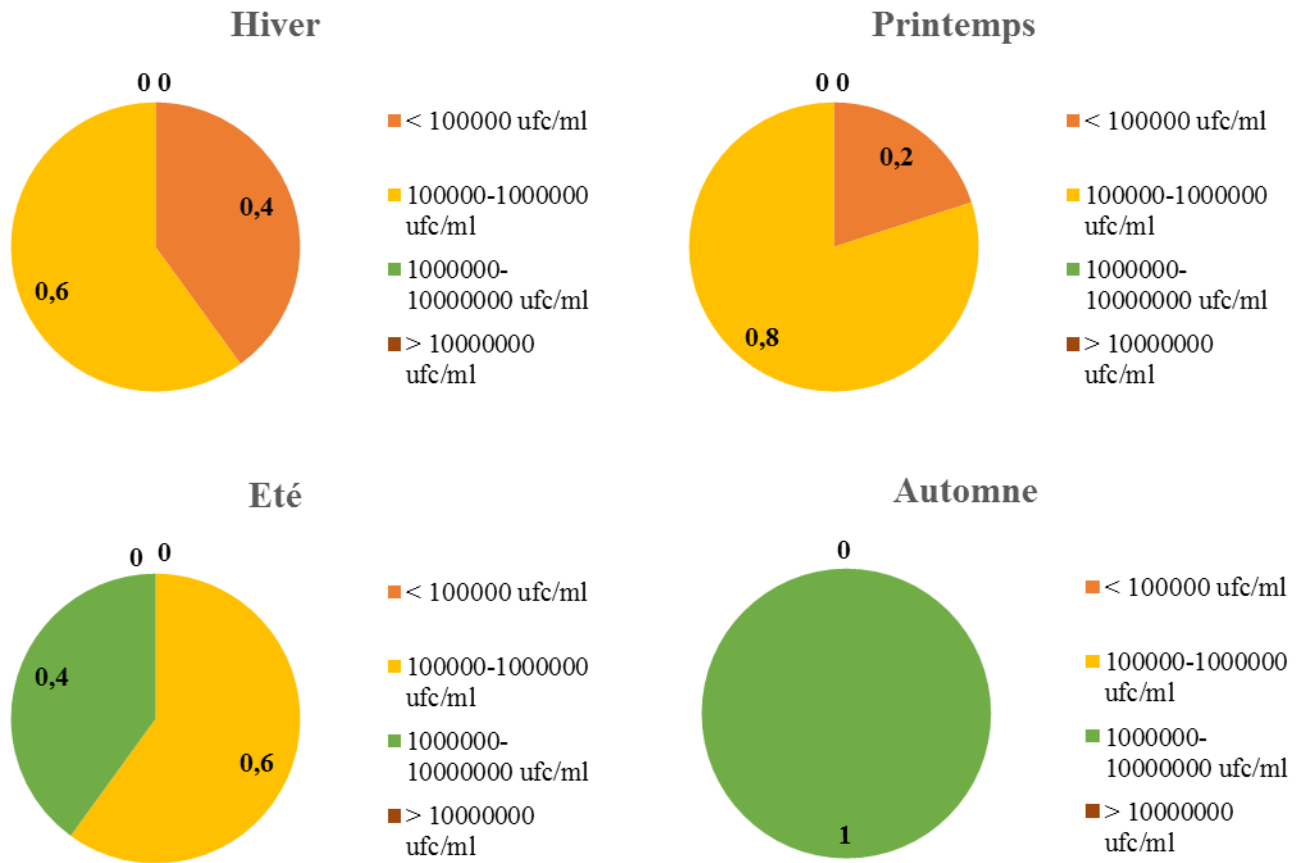


Figure 115: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

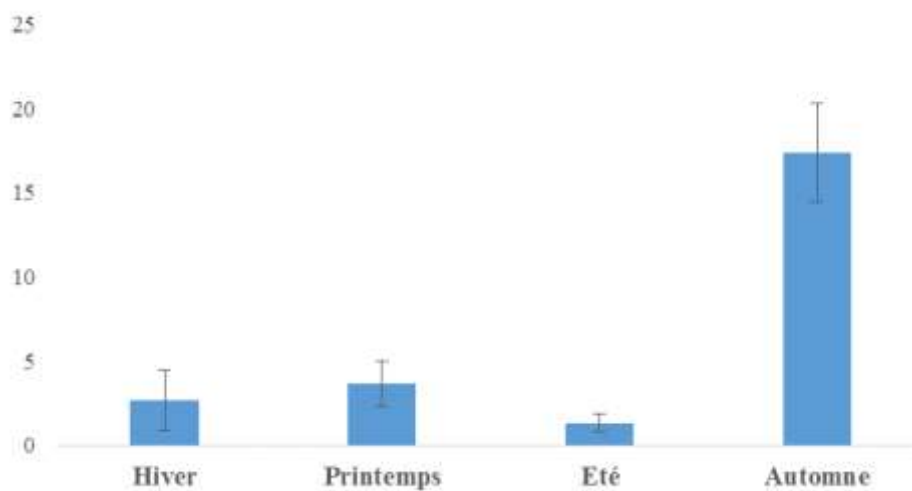


Figure 116: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

On constate au cours de ces quatre saisons que le niveau de la charge microbienne des FMAT est variable d'une saison à l'autre.

En effet, le taux de charge inférieure à 10^5 ufc/ml, est représenté par un pourcentage de 10% au niveau de la saison de l'hiver, et un pourcentage de 30% au niveau de la saison de l'été, alors que la charge située entre 10^5 - 10^6 ufc/ml, représenté un pourcentage de 30% au niveau de la saison de l'hiver de 50% au niveau des deux saisons du printemps et d'été, et un pourcentage de 40% au niveau de la saison l'automne.

Pour qui est de la charge mésophile située entre 10^6 - 10^7 ufc/ml, elle représente un pourcentage de 50% au niveau de toutes les saisons sauf pour la saison de l'été où ce pourcentage est de 20%.

Cette zone est caractérisée aussi par la présence d'une charge microbienne encore plus élevée dépassant les valeurs de 10^7 ufc/ml, (10% au niveau de deux saisons d'hiver et d'automne) (Figure 117).

Coté dénombrement, la configuration change fortement et la différence est significative pour toutes les saisons. Deux saisons ayant des valeurs élevées et proches les uns des autres printemps ($35,8 \pm 6,6 \cdot 10^5$ ufc/ml), et hiver ($23,5 \pm 6,29 \cdot 10^5$ ufc/ml). Les autres saisons, automne et été présentent les valeurs les plus faibles respectivement ($7,33 \pm 2,47 \cdot 10^5$ ufc/ml, $2,6 \pm 0,4 \cdot 10^5$ ufc/ml) (Figure 118).

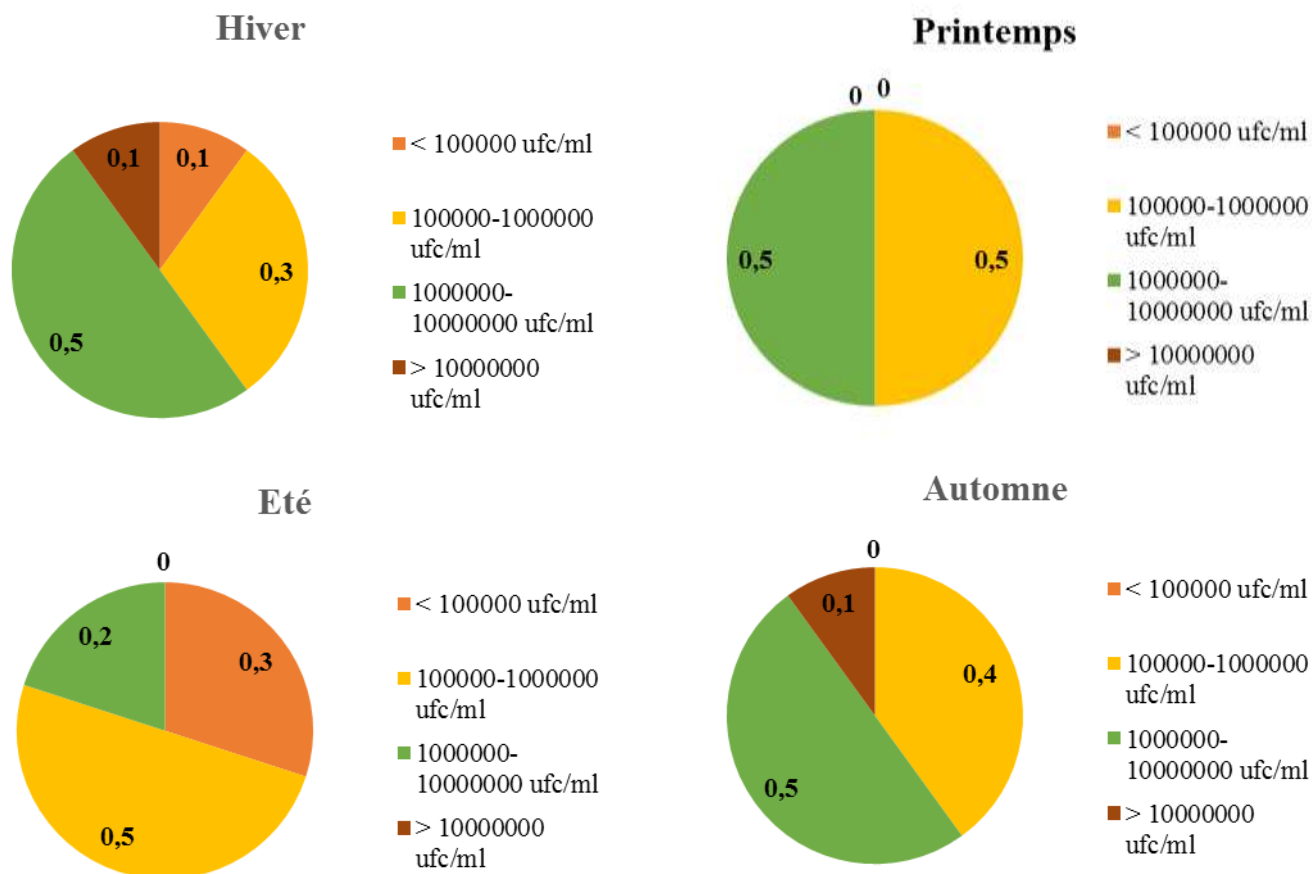


Figure 117: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

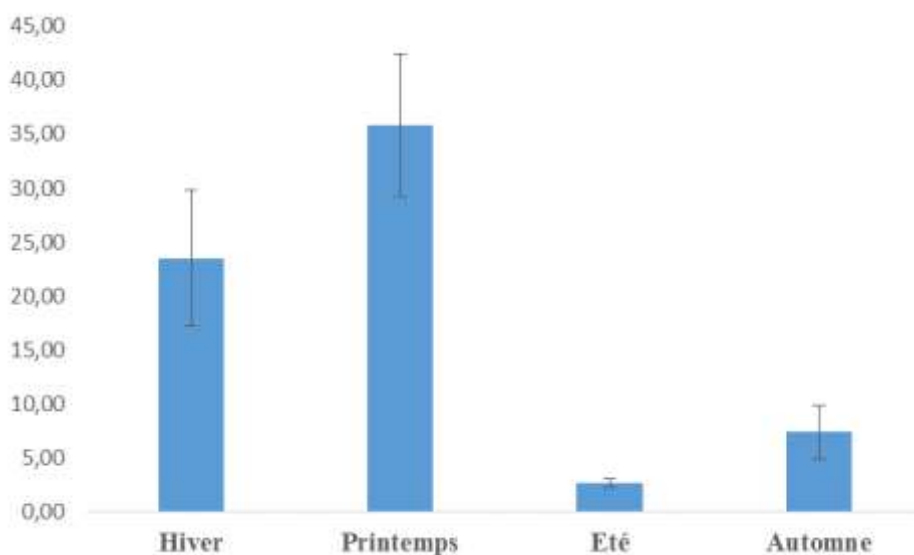


Figure 118: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

On constate que pour cette zone aussi le niveau de la charge microbienne des FMAT est variable durant les quatre saisons étudiées.

Ainsi, le taux de charge microbienne inférieure à 10^5 ufc/ml, représente un pourcentage de 11,11% aussi bien au niveau de la saison de l'hiver que de la saison d'été, pour ce qui est de la charge située entre 10^5 - 10^6 ufc/ml, est représentée par un pourcentage de 22,22% au niveau des saisons d'hiver et du printemps, alors que l'été présente un pourcentage de 55,55%. Le plus faible pourcentage, de l'ordre de 11,11% est retrouvé au niveau de la saison d'automne.

Finalement, pour la fourchette située entre 10^6 - 10^7 ufc/ml, est un pourcentage de 44,44% est retrouver au niveau de la saison de l'hiver, et de 33,33% au niveau de la saison de l'été. Le pourcentage le plus haut se situe au niveau de la saison du printemps avec un pourcentage de 77,77%, et de 55,55% pour la saison de l'automne.

Cette zone est caractérisée également par la présence d'une charge plus élevée qui dépasse 10^7 ufc/ml, cette charge est représentée par un pourcentage de 22,22% au niveau de la saison d'hiver, et un pourcentage de 11,11% au niveau de la saison d'automne (Figure 119).

Concernant les analyses de dénombrement des flores mésophiles aérobies totales (FMAT), une différence très significative, entre la saison printemps dont la charge est plus élevée, de l'ordre de $6,4 \pm 7,58 \cdot 10^5$ ufc/m et la saison été avec la plus faible de $3,20 \pm 2,24 \cdot 10^5$ ufc/ml.

En revanche, on constate la présence de deux saisons qui ont des valeurs moyennes des autres, (hiver $17,33 \pm 5,45 \cdot 10^5$ ufc/ml), et automne $14,5 \pm 2,81 \cdot 10^5$ ufc/ml) (Figure 120).

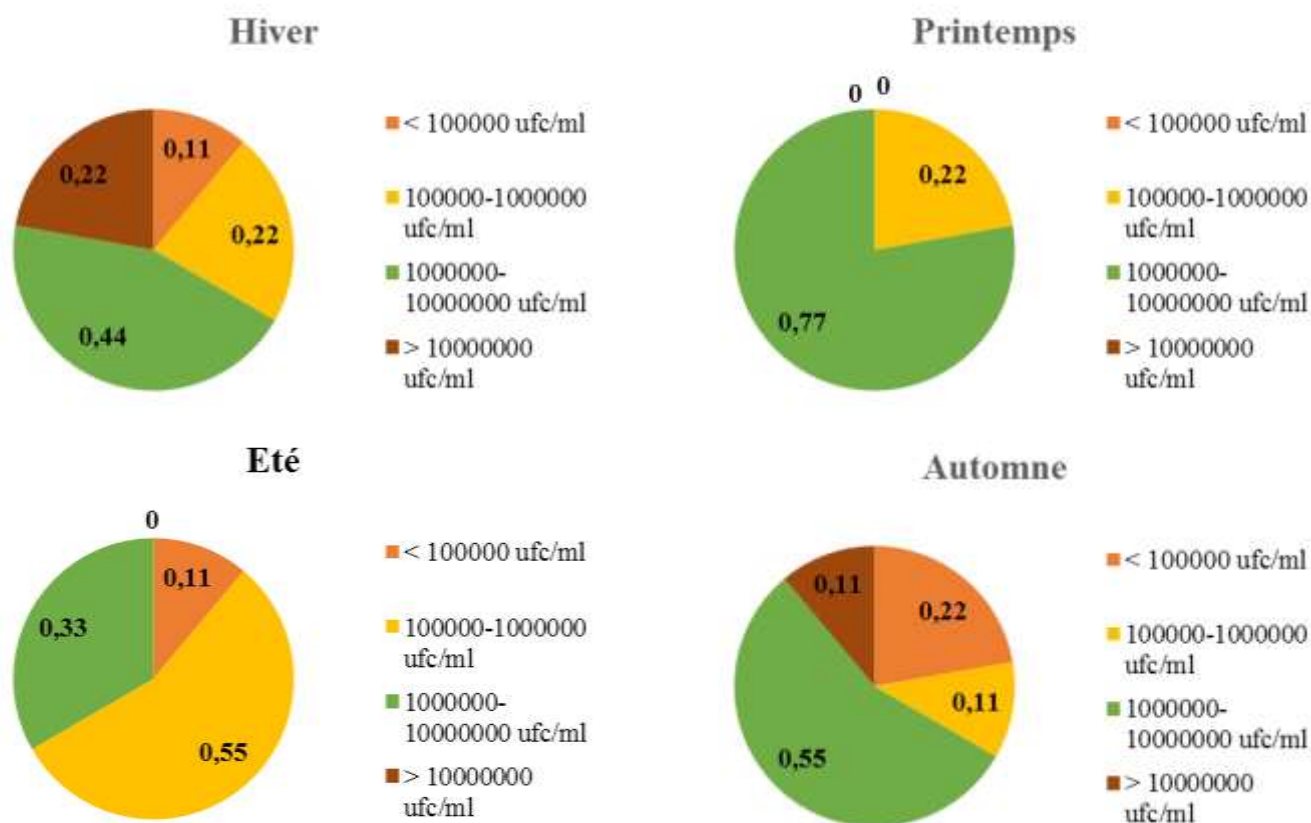


Figure 119: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc* ml^{-1} au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

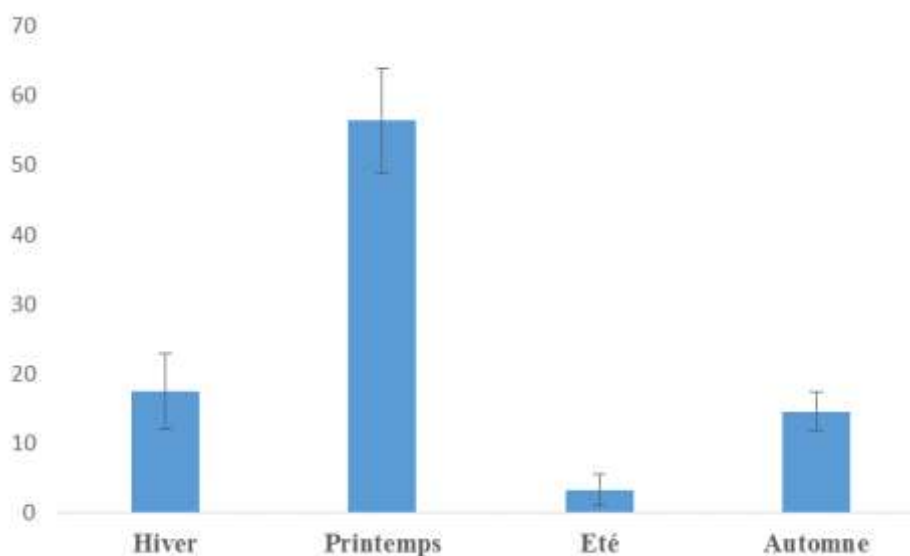


Figure 120: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc* ml^{-1} au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad-Ayyad-Azilal

Cette zone est caractérisée par l'absence de niveau de charge inférieure à 10^5 ufc/ml, alors que la charge située dans la fourchette entre 10^5 - 10^6 ufc/ml, est représentée par des pourcentages faibles, de 10% au niveau des deux saisons du printemps et d'été, à relativement faible, et de l'ordre de 20% au niveau de la saison automne. Au contraire les pourcentages les plus élevés se situent pour les charges dont les valeurs sont comprises dans de la fourchette de 10^6 - 10^7 ufc/ml, car la valeur la plus élevée est de 90% pour les deux saisons printemps et été, de 80% pour la saison hiver, et en dernier lieu 60% pour la saison de l'automne, avec un pourcentage relativement plus au mois faible de l'ordre de.

A noter que la charge la plus élevée qui dépasse 10^7 ufc/ml, est représentée par un pourcentage plus au mois faible, de l'ordre de 20% pour les saisons hiver et automne (Figure 121).

Concernant les analyses de dénombrement des flores mésophiles aérobies totaux, on constate que la saison d'hiver présente toujours le taux le plus élevé qui est de l'ordre de $30,4 \pm 10,35 \cdot 10^5$ ufc/ml comparé aux autres saisons. En effet une différence très significative existe, entre cette saison et la saison printemps qui présente la charge la plus faible de $18,6 \pm 5,77 \cdot 10^5$ ufc/m et la saison été qui est la plus basse en terme de charge.

Ceci dit, il n'y a pas de différence significative entre les saisons étudiées (Figure 122).

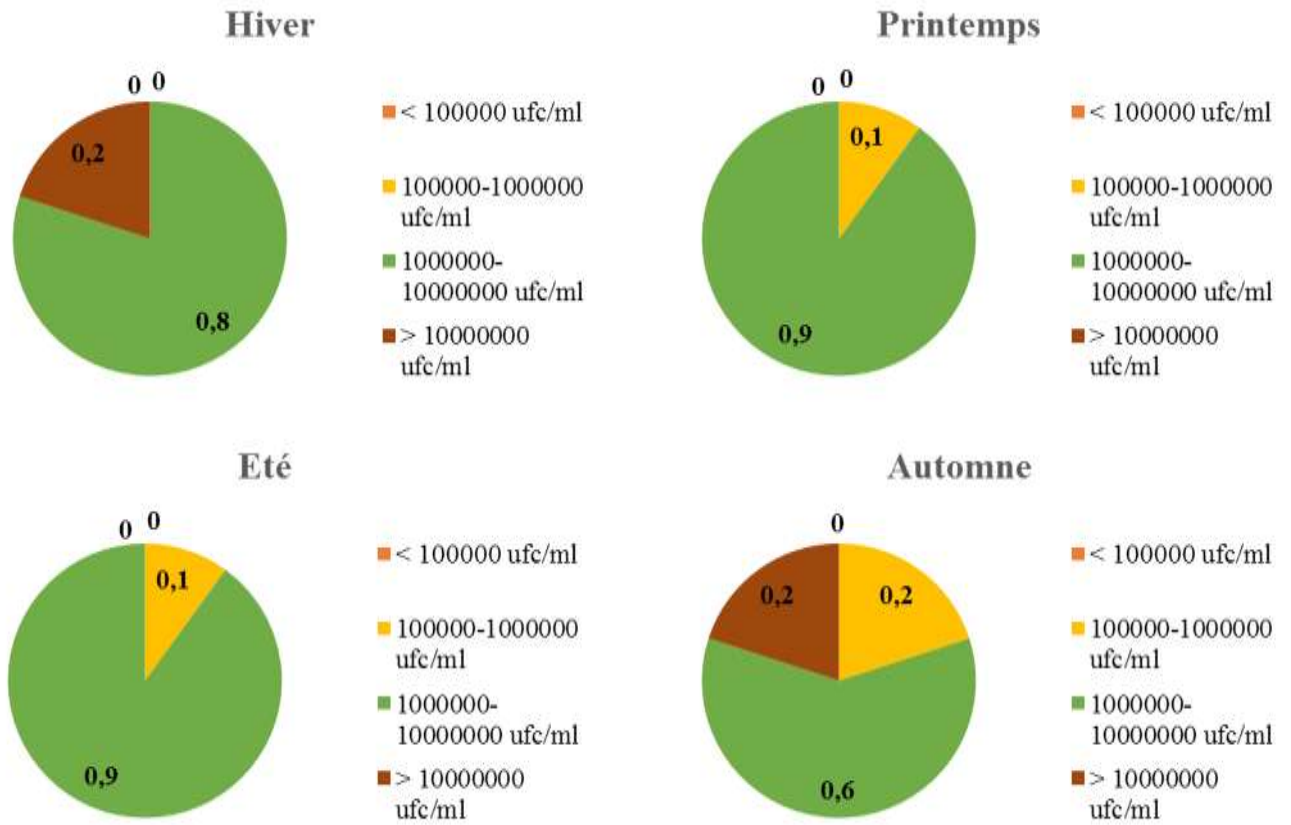


Figure 121: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

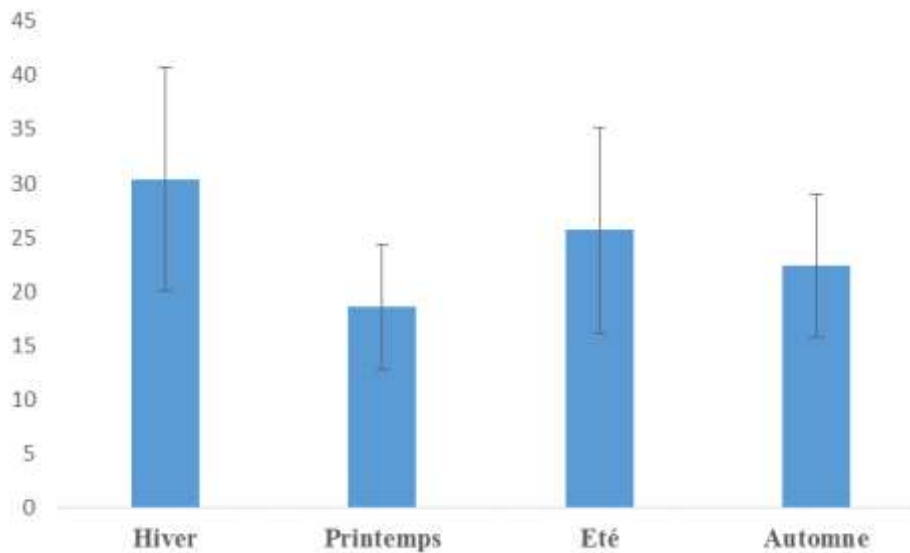


Figure 122: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

Cette zone est caractérisée par l'absence de charge microbienne en FMAT, qui dépasse le seuil de 10^7 ufc/ml, alors que la valeur de pourcentage la plus faible est de l'ordre de 11,11% au niveau de la saison hiver, pour un taux de charge inférieure à 10^5 ufc/ml. Au contraire les pourcentages de charges, se situent au niveau de la fourchette de 10^5 - 10^6 ufc/ml, sont de l'ordre de 44,44% - 55,55% pour de la saison d'hiver, et la saison du printemps respectivement, tandis que le pourcentage le plus élevé se situe au niveau des deux saisons, de l'été et de l'automne avec un pourcentage de 77,77% (Figure 123).

Concernant les analyses de dénombrement des flores mésophiles aérobies totales, une différence très significative, entre la saison automne qui est la saison la plus élevée en terme de charge ($14,5 \pm 2,81 \cdot 10^5$ ufc/ml) et les saisons hiver- printemps présentant la plus basse ($17,33 \pm 5,45 \cdot 10^5$ ufc/ml / $3,20 \pm 2,24 \cdot 10^5$ ufc/ml) (Figure 124).

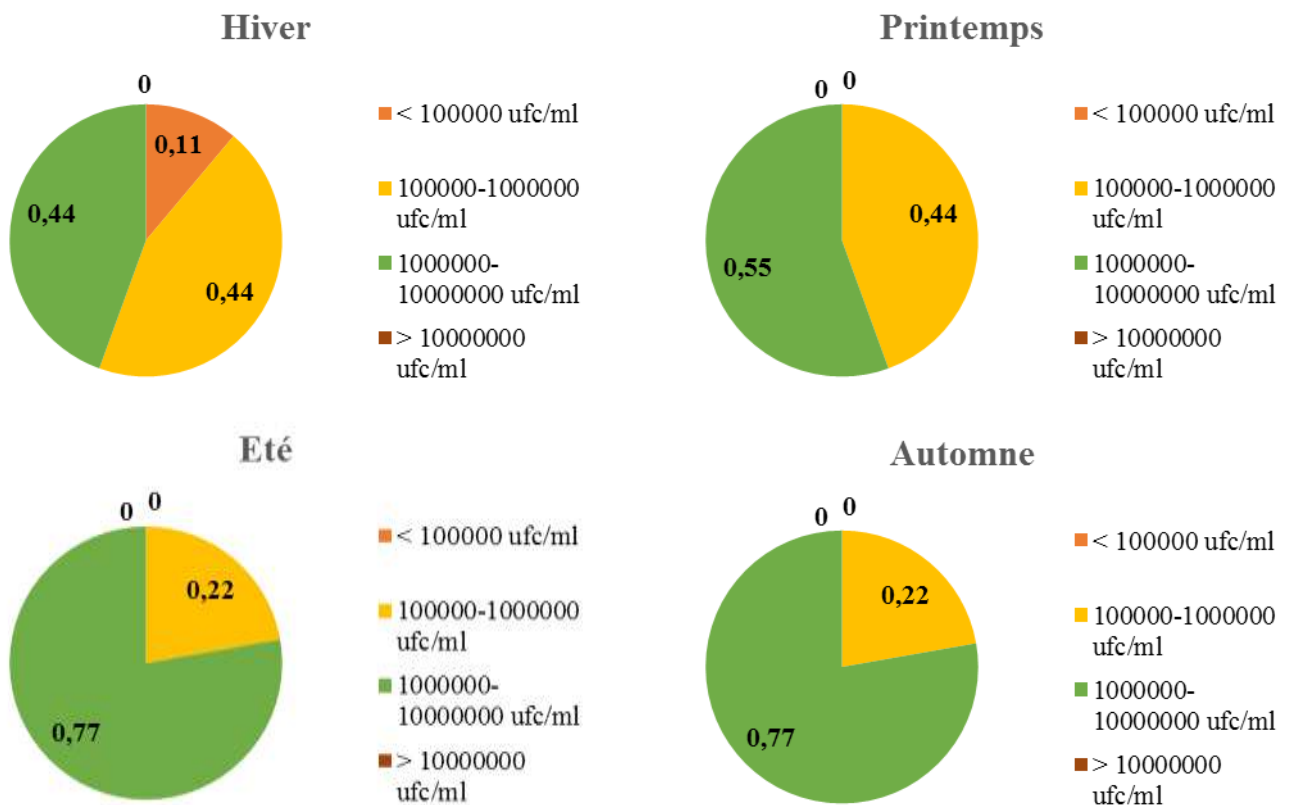


Figure 123: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en flores mésophiles aérobies totales 10^5 ufc*ml'au niveau de la zone de Khouribga.

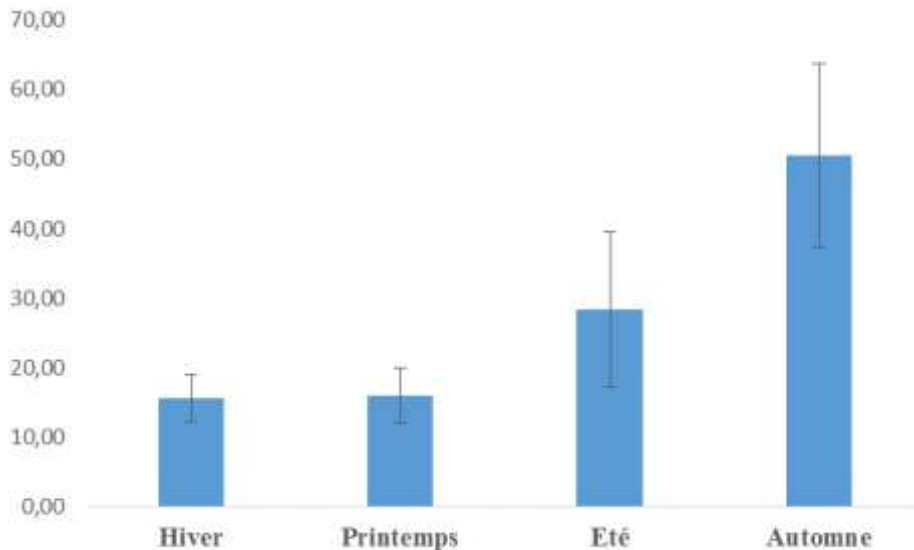


Figure 124: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des flores mésophiles aérobies totales $10^5 \text{ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

2. Les coliformes fécaux (CF)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Cette zone est caractérisée par l'absence de charge microbienne en CF qui dépasse la valeur de 10^5ufc/ml , le seuil le plus élevé enregistré dans notre étude.

A l'inverse, une charge inférieure à 10^3ufc/ml , est représentée par un pourcentage de 20% au niveau des saisons hiver et été, alors que les valeurs plus importantes se situent au niveau de la fourchette de 10^3 - 10^4ufc/ml , avec un pourcentage de 60% au niveau de la saison hiver, suivi par la saison printemps avec un pourcentage de 40%, et en dernier lieu un pourcentage de 20% pour les deux saisons été et automne.

Tandis que la charge en CF comprise entre 10^4 et 10^5ufc/ml , présente de variations plus importantes avec un pourcentage faible de 20% au niveau de la saison hiver, suivi par les deux saisons printemps et de été avec un pourcentage plus au moins élevé de 60%, et en dernier lieu un pourcentage très élevé de l'ordre de 80% pour la saison automne (Figure 125). On signale que les résultats des dénombrements des coliformes fécaux (CF), présente une augmentation progressive allant de la saison d'hiver qui présente le taux le plus faible de l'ordre de $6 \pm 1,22 \cdot 10^3 \text{ufc/ml}$, et en passant par les saisons d'été et du printemps avec des taux faibles et très proches de l'ordre de $14,33 \pm 2,29 \cdot 10^3 \text{ufc/ml}$, et de $13,33 \pm 2 \cdot 10^3 \text{ufc/ml}$ respectivement. Ainsi, la valeur la plus élevée de la charge microbienne relative aux coliformes totaux caractérise la saison d'automne avec une charge de l'ordre de $22,5 \pm 3,55$

10³ufc/ml, et qui présente des différences significatives en ce sens avec les trois autres saisons (Figure 126).

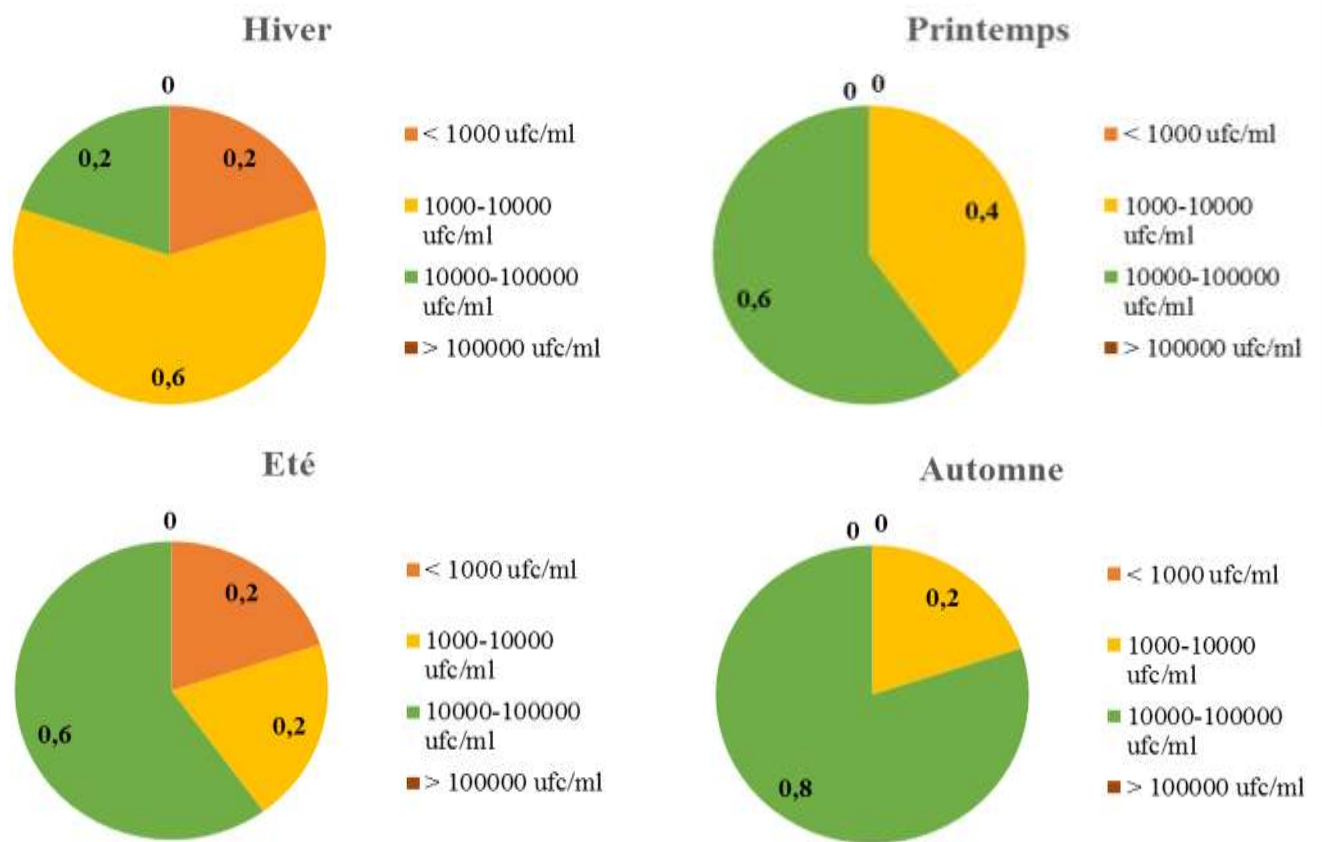


Figure 125: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10³ ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

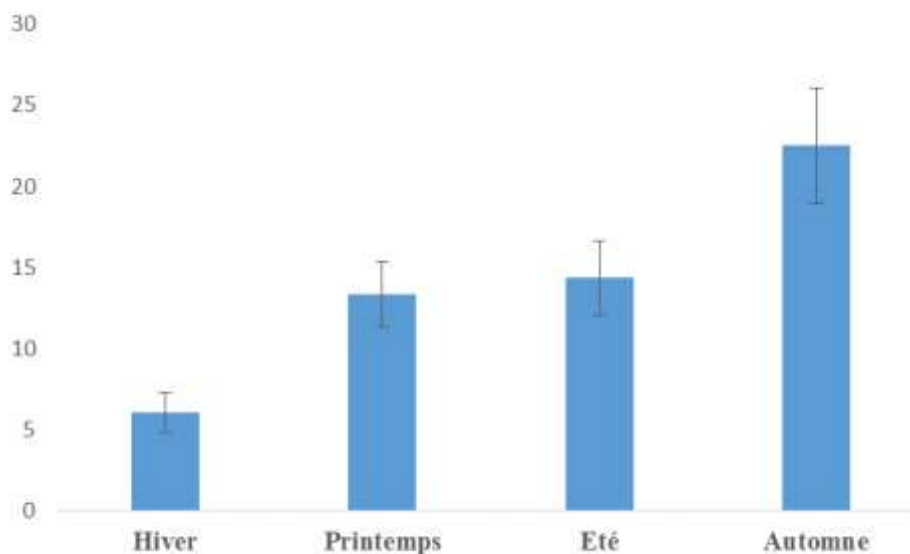


Figure 126: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne ± SEM des coliformes fécaux 10³ ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

Nous remarquons que la valeur de charge inférieure à 10^3 ufc/ml, est représentée uniquement durant la saison d'été avec un pourcentage de l'ordre de 10%, alors que les valeurs les plus au moins élevées se situent au niveau de la fourchette de 10^3 - 10^4 ufc/ml, avec un pourcentage faible de 10% au niveau des saisons hiver et automne, suivi par la saison de l'été avec un pourcentage de 50%. En revanche, la fourchette de 10^4 - 10^5 ufc/ml, présente les pourcentages les plus élevés, car la valeur le plus élevée est de l'ordre de 100% au niveau de la saison du printemps, suivi par une valeur de 70% au niveau de la saison d'hiver, et par une valeur de 60% au niveau de la saison d'automne et en fin par une valeur de 40% au niveau de la saison de l'été (Figure 127).

Finalement pour la fourchette de 10^5 - 10^6 ufc/ml, elle se caractérise par un pourcentage faible de 20% à 30% au niveau des saisons d'hiver et automne, respectivement.

Les analyses de la variance pour les résultats de dénombrements des coliformes fécaux, montre qu'il y a une différence significative pour les quatre saisons faisant l'objet de la présente investigation microbiologique.

En effet, les valeurs les plus élevées sont toujours situées au niveau de la saison automne ($30,00 \pm 8,60 \cdot 10^3$ ufc/ml), suivi du printemps ($24,70 \pm 6,75 \cdot 10^3$ ufc/ml). Les valeurs les plus faibles sont présentes au niveau des saisons hiver ($12,5 \pm 3,5 \cdot 10^3$ ufc/ml), et été ($6,7 \pm 2,3 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 128).

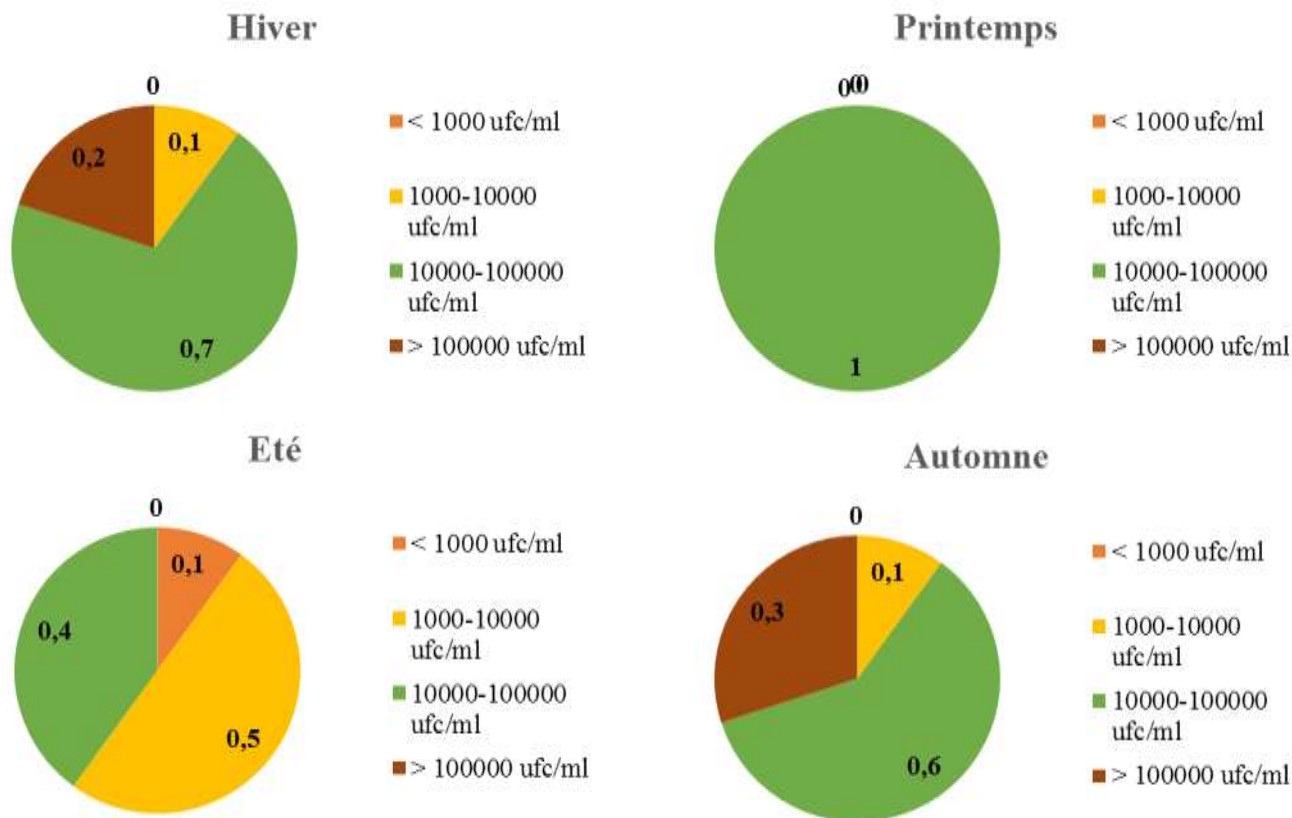


Figure 127: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

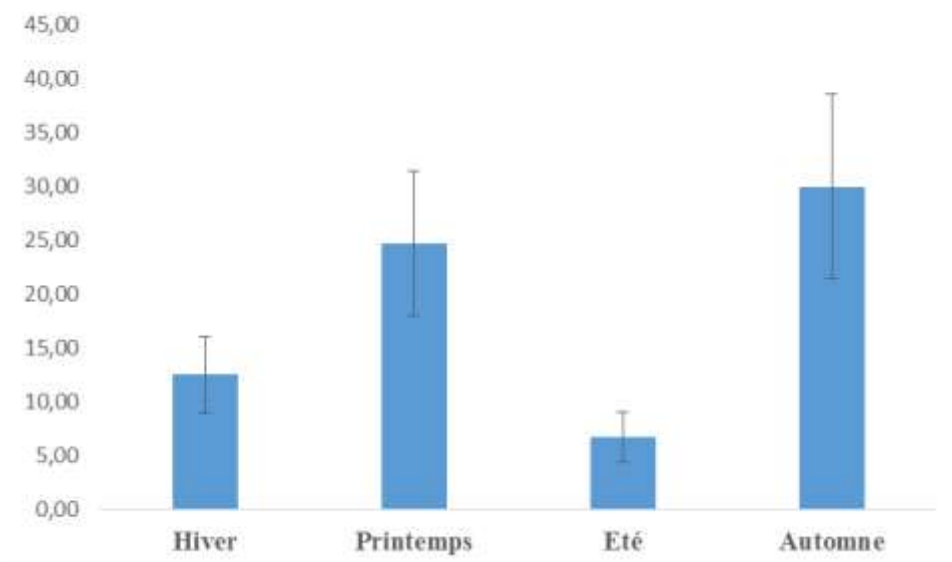


Figure 128: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

Pour cette zone, le niveau de la charge microbienne des CF est variable selon les quatre saisons étudiées.

En effet, quand il s'agit de charge bactérienne inférieure à 10^3 ufc/ml, elle ne représente qu'un pourcentage de 11,11% au niveau de la saison hiver et de la saison printemps et un pourcentage de 44,44% au niveau de la saison automne. Par contre, la fourchette de charge située entre 10^3 - 10^4 ufc/ml, représente un pourcentage de 22,22% au niveau des saisons hiver et printemps, alors que l'été présente le pourcentage le plus élevé de l'ordre de 55,55%; un pourcentage de l'ordre de 33,33% est relevé au niveau de la saison d'automne.

Pour les taux de charge les plus élevés de la fourchette située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, ils sont présents au niveau de la saison du printemps avec un pourcentage de 55,55%, et la saison de l'été avec un pourcentage de l'ordre de 44,44%, s'ensuivent après, avec un pourcentage de 22,22% et un pourcentage de 11,11%, les saisons automne et hiver.

Cette zone est caractérisée par la présence d'une charge plus élevée qui dépasse la valeur 10^5 ufc/ml, cette charge est représentée par un pourcentage de 55,55% au niveau de la saison d'hiver, et un pourcentage de 11,11% au niveau de la saison du printemps (Figure 129).

Les analyses de la variance pour les résultats des coliformes fécaux, montre qu'il y a une différence significative haute entre la saison hiver et les trois autres saisons faisant l'objet de la présente investigation microbiologique.

En effet, les valeurs les plus élevés sont toujours situés pour la saison hiver ($392,33 \pm 36,4910^3$ ufc/ml). Les trois autres présentant des valeurs nettement basses (Figure 130)

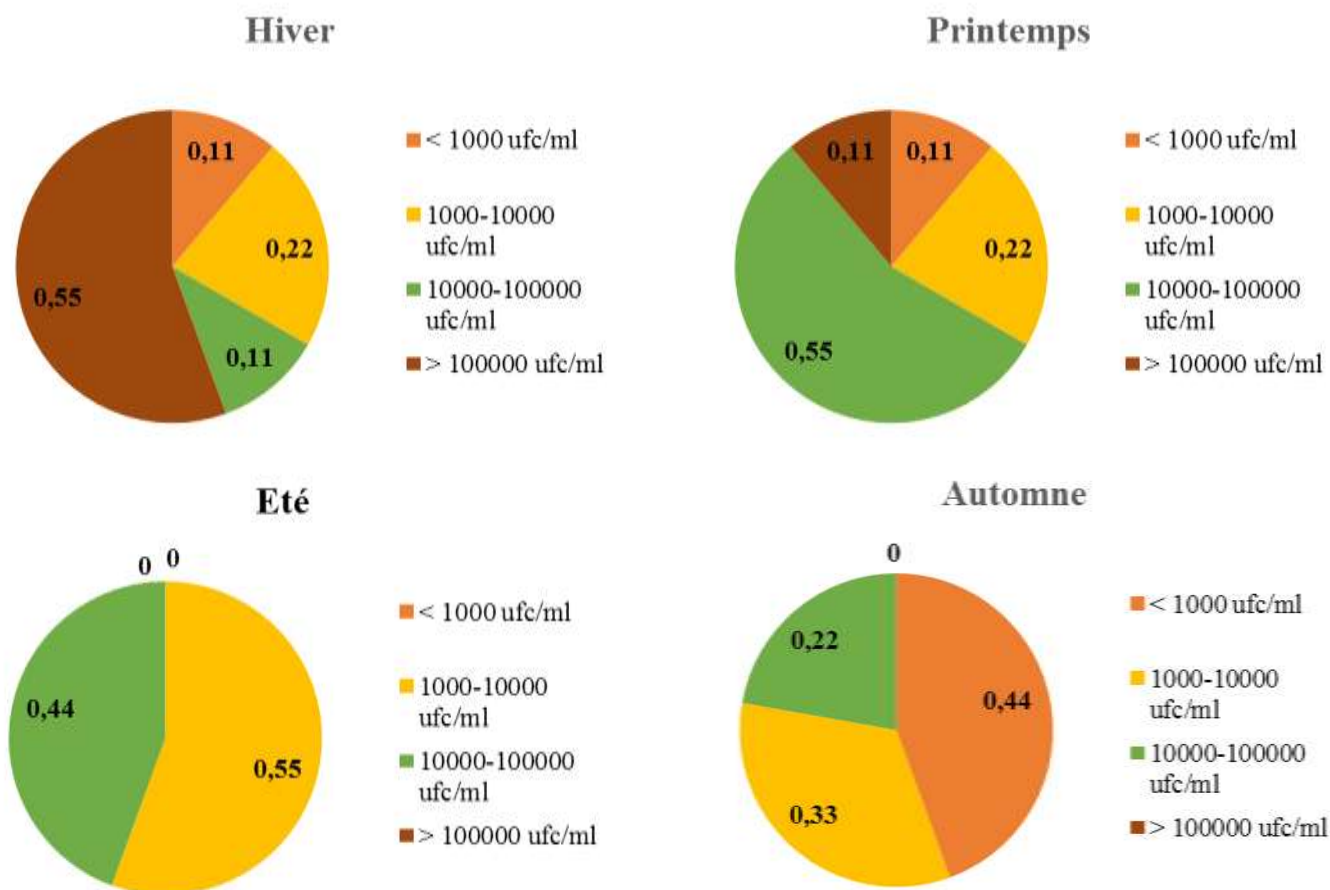


Figure 129: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

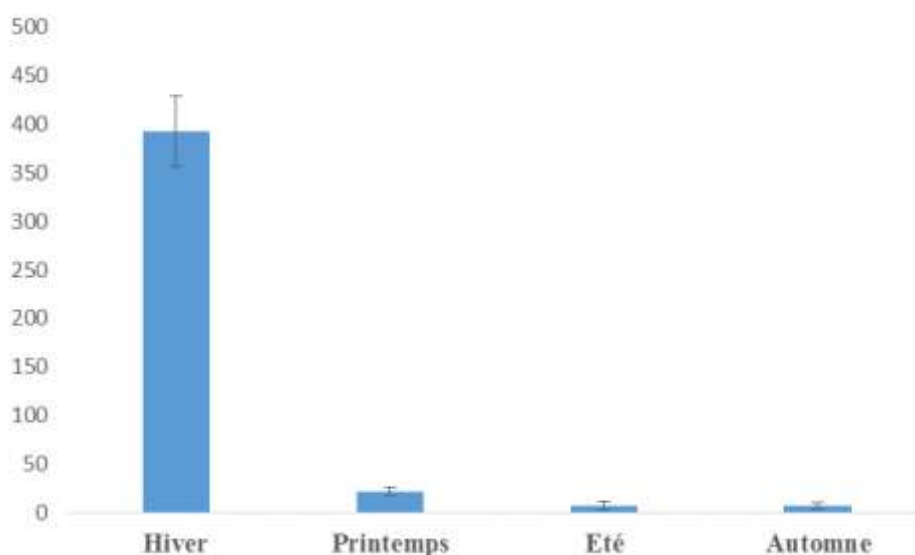


Figure 130: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad-Ayyad-Azilal

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne plus au moins faible, concernant un ordre de charge inférieure à **10³ufc/ml**. Ainsi, un pourcentage de 30% pour la saison d'hiver, et un pourcentage de 20% pour les autres saisons restantes sont retrouvés. Idem pour la fourchette **10³-10⁴ufc/ml**, avec un pourcentage très faible de l'ordre de 10%, pour la saison hiver, et de 20% pour les autres saisons restantes.

Au contraire les pourcentages les plus élevés se situent au niveau de la fourchette **10⁴-10⁵ufc/ml**, car la valeur la plus élevée est de 40% pour la saison automne et un pourcentage de 30% pour les autres saisons sont représentées. Une tendance équivalente est observée pour les charges dépassant **10⁵ufc/ml**, avec un pourcentage de l'ordre de 20% pour la saison automne et un pourcentage de 30% pour les autres saisons (Figure 131).

Les résultats des analyses de la charge des coliformes fécaux, montre que toutes les saisons ont des taux de charge très proches inversement à la saison d'hiver qui présente un taux relativement plus élevé.

Ceci dit, les différences n'atteignent pas le niveau statistiquement significatif (Figure 132).

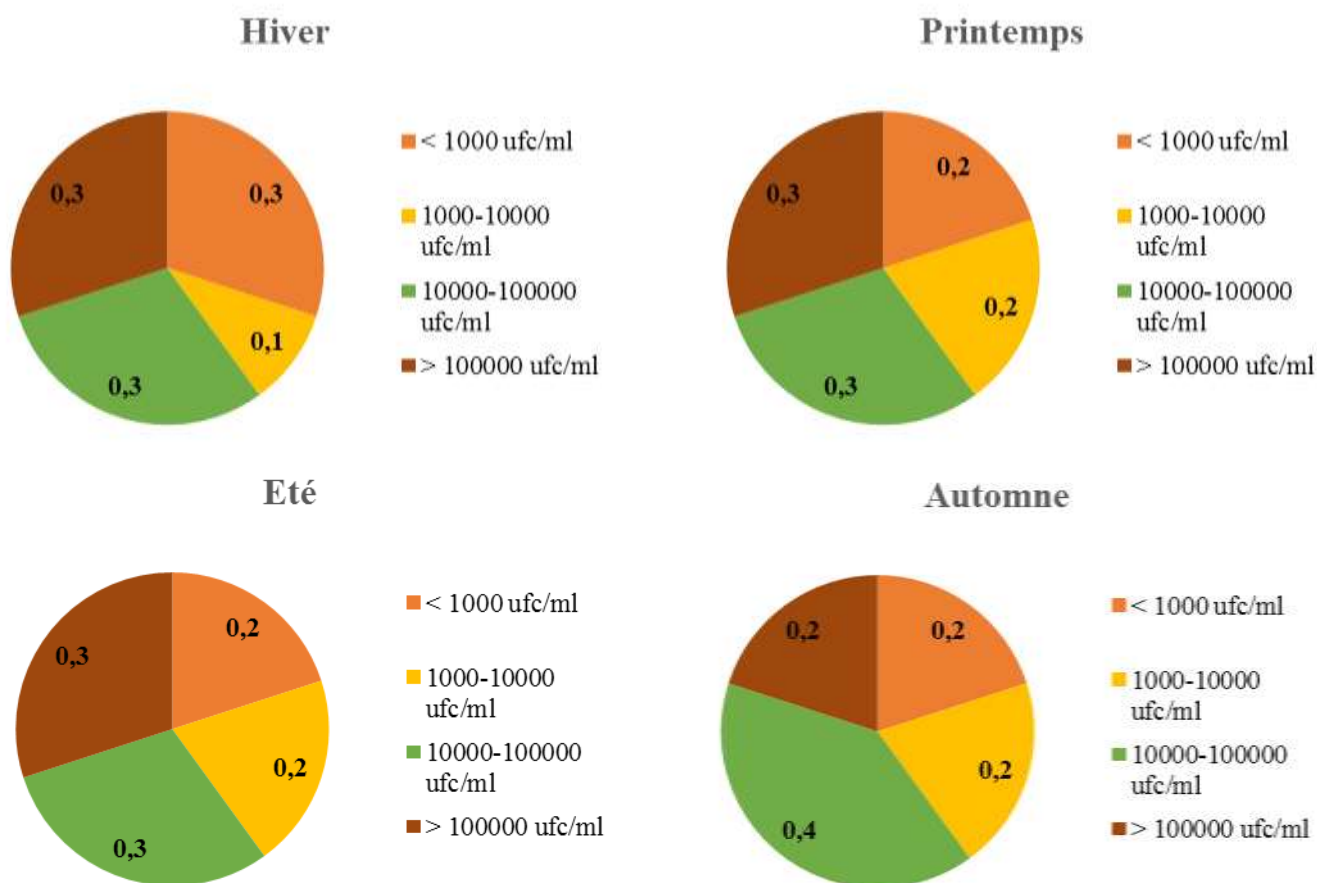


Figure 131: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

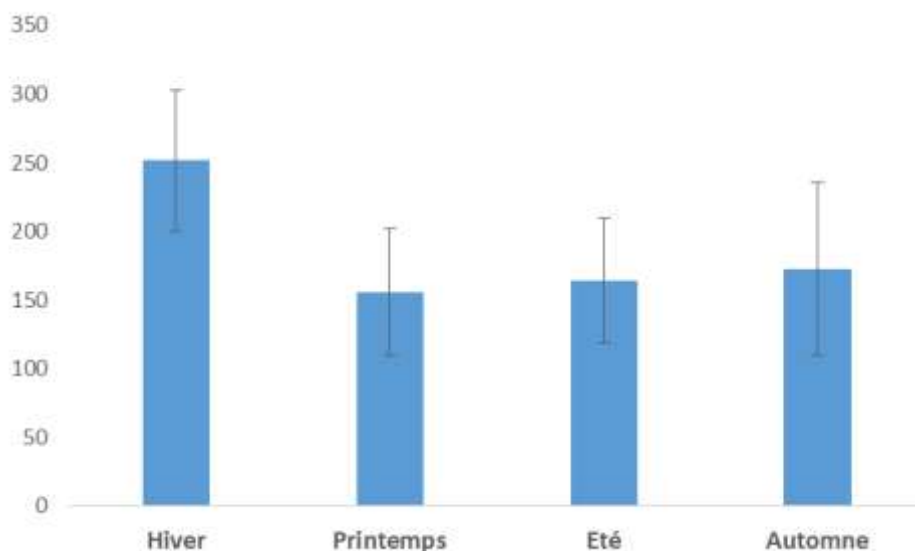


Figure 132: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

Cette zone est caractérisée par l'absence de la charge microbienne en CF, qui dépasse la valeur de **10⁵ufc/ml**, alors que le pourcentage le plus faible est de l'ordre de 11,11% au niveau de la saison d'hiver pour une charge inférieure à **10⁵ufc/ml**.

Pour les pourcentages les plus au moins élevés, ils se situent au niveau de la fourchette **10³-10⁴ufc/ml**, avec un pourcentage plus faible, de l'ordre de 11,11%, au niveau de la saison d'hiver, suivi par les saisons printemps et été avec un pourcentage de 22,22%. Tandis que les pourcentages les plus élevés se retrouvent pour la fourchette **10⁴-10⁵ufc/ml**, qui sont de l'ordre de 77,77% pour les saisons hiver, printemps et été, voire 100%, pour la saison d'automne (Figure 133).

Les analyses de la variance pour les résultats de dénombrement des coliformes fécaux, montre qu'il y a une différence hautement significative entre la saison d'hiver et les trois saisons faisant l'objet de la présente investigation microbiologique.

En effet, les valeurs les plus élevées sont toujours situées au niveau de la saison hiver ($392,33 \pm 36,49 \cdot 10^3$ ufc/ml), contre la saison du printemps ($21,66 \pm 3,67 \cdot 10^3$ ufc/ml). Ainsi (saison d'automne $6,66 \pm 3,53 \cdot 10^3$ ufc/ml, et saison d'été $6,42 \pm 4,29 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 134).

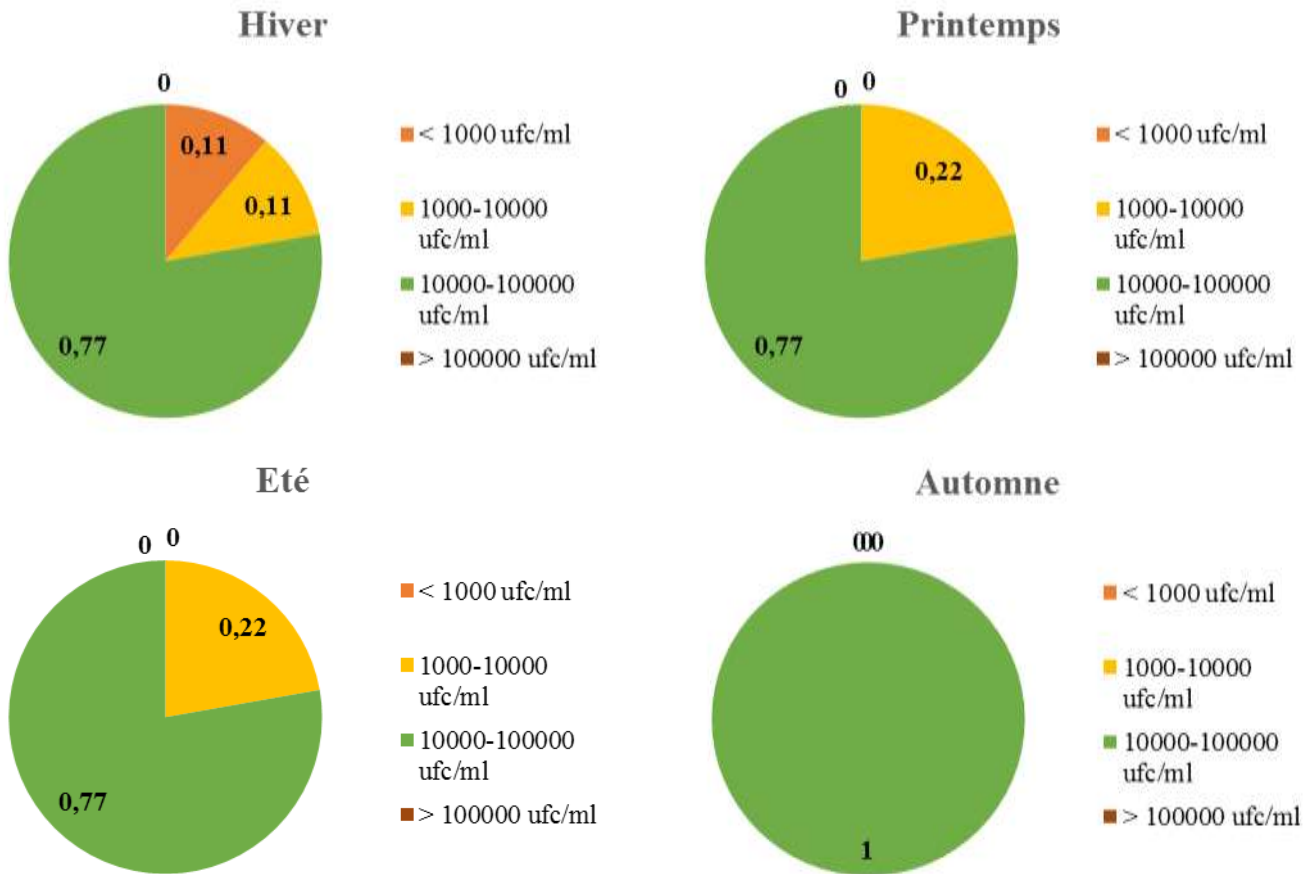


Figure 133: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.

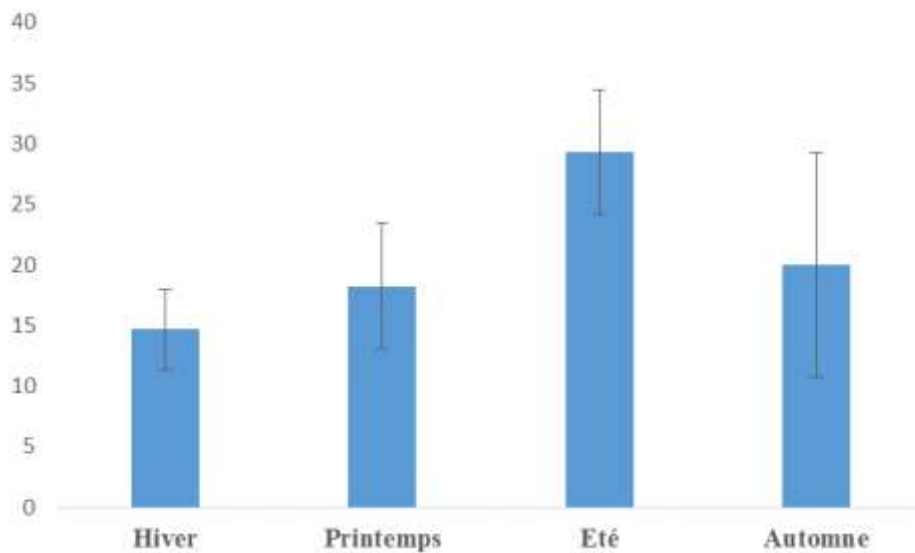


Figure 134: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes fécaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.

3. Les coliformes totaux (CT)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Cette zone est caractérisée par l'absence de la charge microbienne en CT, aussi bien pour le seuil qui dépasse la valeur de 10^5 ufc/ml, que pour celui qui est inférieur à la valeur de 10^3 ufc/ml.

Ainsi, les valeurs de charges bactériennes les plus au moins élevées se situent, pour la charge en CT, comprise entre 10^3 et 10^4 ufc/ml, on note un pourcentage de 40% pour la saison hiver, suivi par un pourcentage de 20% pour les deux saisons printemps et été, tandis que la fourchette de charge de 10^4 - 10^5 ufc/ml, présente un pourcentage élevé de 80% à 100% pour les deux saisons printemps et été, et la saison d'automne respectivement. Le pourcentage plus faible étant de 60% pour la saison hiver (Figure 135).

Pour ce qui est des dénombrements, les résultats des analyses de la charge des coliformes fécaux, montre que toutes les saisons ont des taux de charge très proches inversement à la saison d'automne qui de surcroît présente un taux significativement plus (Figure 136).

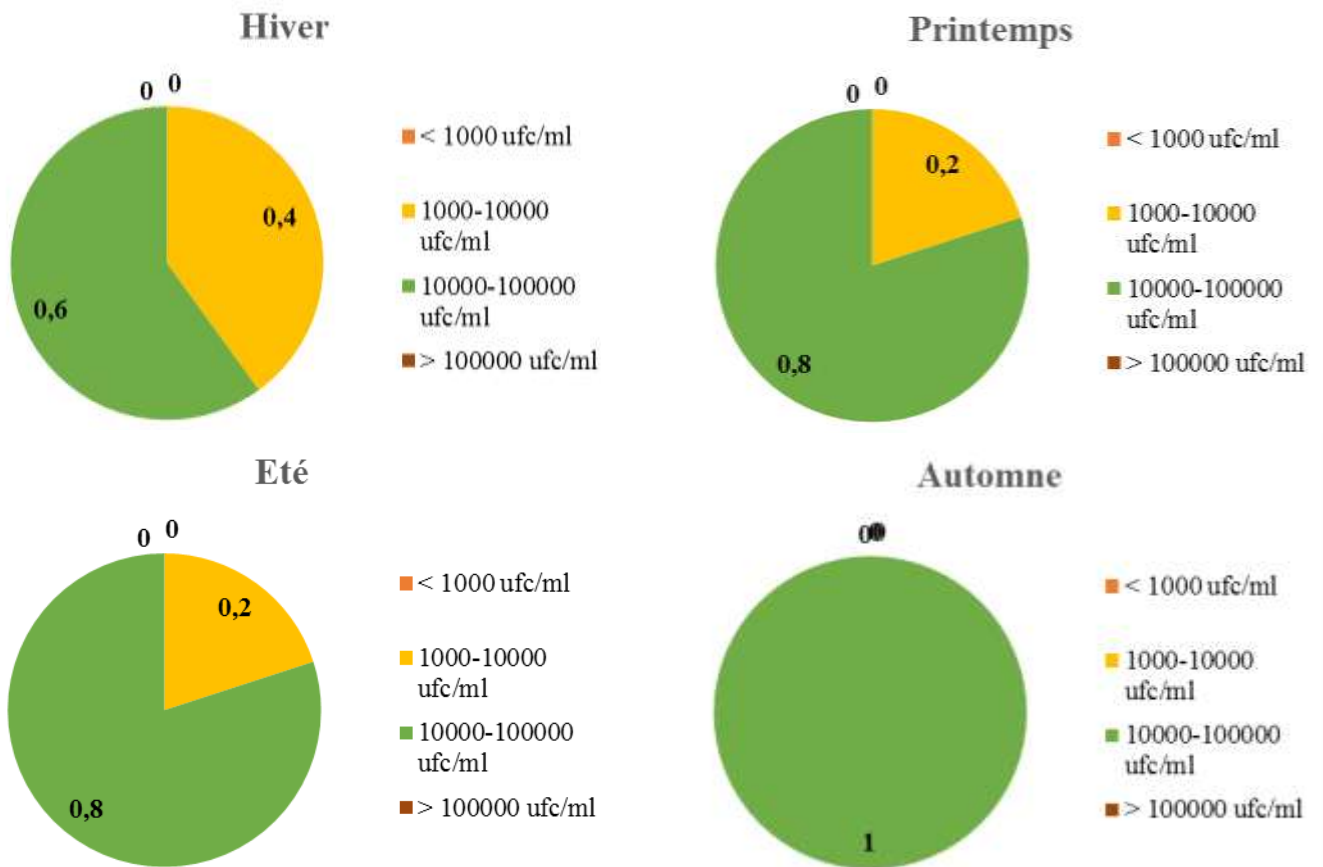


Figure 135: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

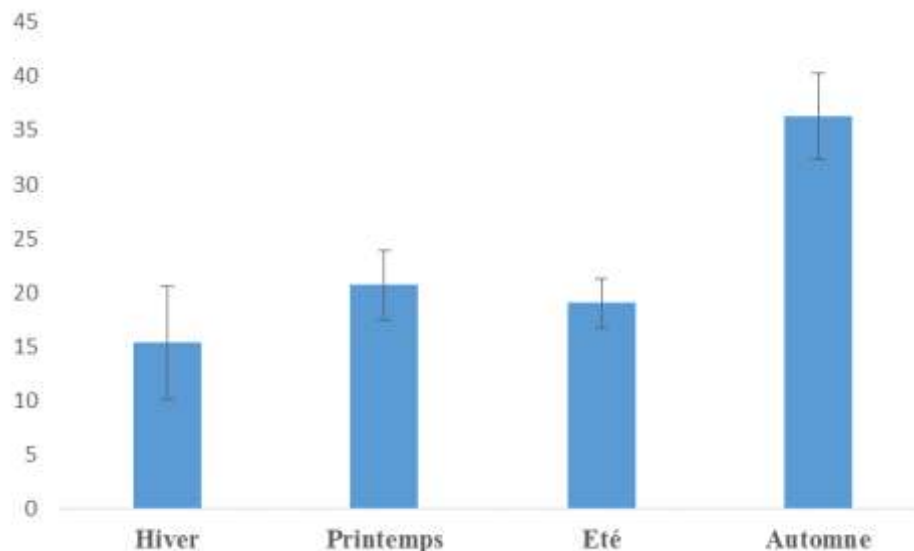


Figure 136: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

On constate comme précédemment, une absence des taux de charge qui est inférieur à la valeur de 10^3ufc/ml . Pour la charge comprise entre de 10^3 et 10^4ufc/ml , elle ne présente qu'une seule valeur de 30% au niveau de la saison d'été. Au contraire, la fourchette de 10^4 - 10^5ufc/ml , présente un pourcentage de 100% au niveau de la saison printemps, suivi par de un pourcentage de 80%, au niveau de la saison d'hiver, en avant dernier lieu un pourcentage de 70% pour la saison été et en dernier lieu, un pourcentage de 40% pour la saison de d'automne. Finalement, pour la fourchette qui dépasse la charge de 10^5ufc/ml , le plus fort pourcentage est présent par la saison d'automne (60%), alors qu'un pourcentage faible de l'ordre de 20% est noté pour la saison d'hiver (Figure 137)

Pour les coliformes totaux (CT), la différence est significative seulement pour la saison d'automne qui présente une valeur significativement élevée ($102,40 \pm 30,09 \text{ } 10^3 \text{ufc/ml}$), en comparaison avec les autres saisons, représentant des valeurs très proches les unes des autres.

La charge microbienne relative aux coliformes totaux pour la saison du printemps ($33,8 \pm 10,5 \text{ } 10^3 \text{ufc/ml}$), alors que les valeurs les plus faibles correspondent aux deux saisons de l'année, la saison d'hiver et la saison d'été ($25,6 \pm 6,9 \text{ } 10^3 \text{ufc/ml}$, $10,25 \pm 4,9 \text{ } 10^3 \text{ufc/ml}$) (Figure 138).

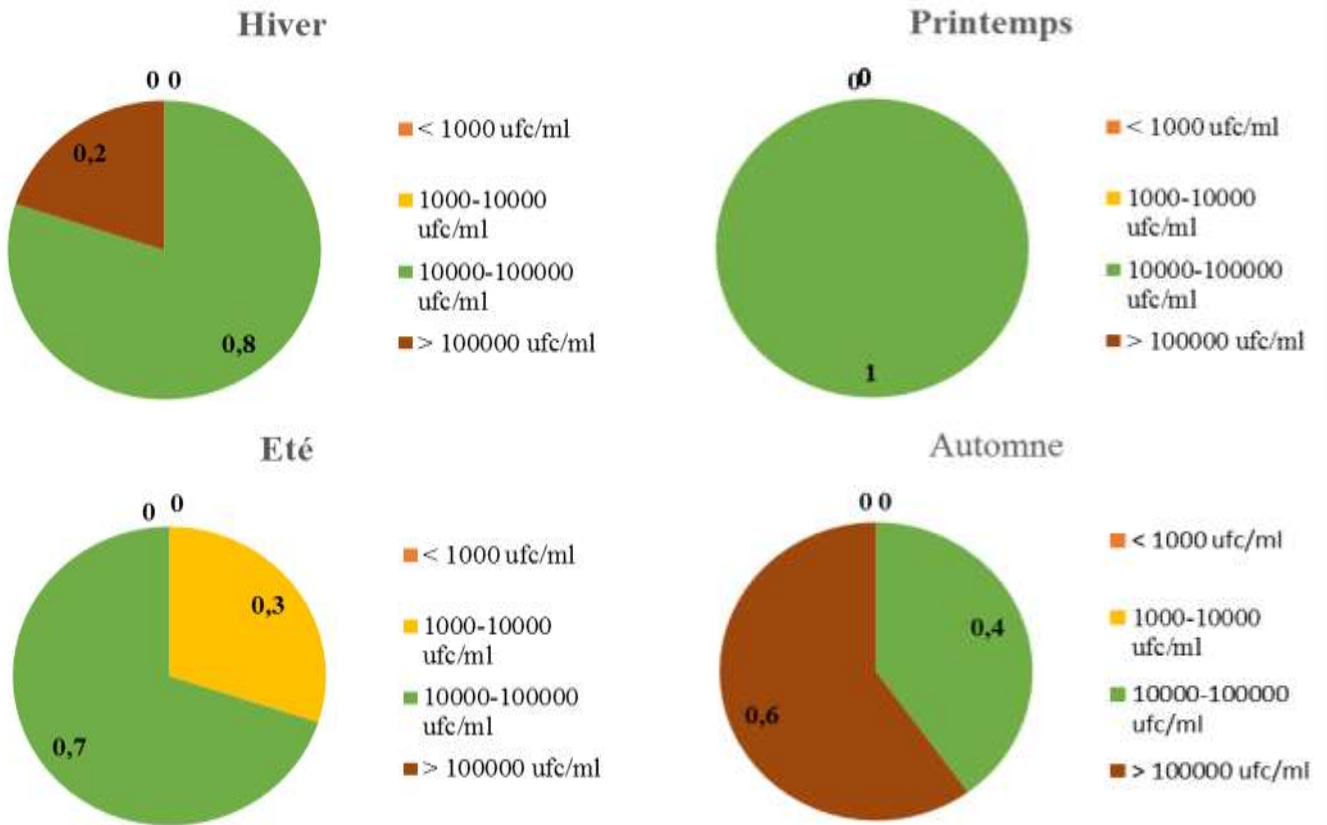


Figure 137: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

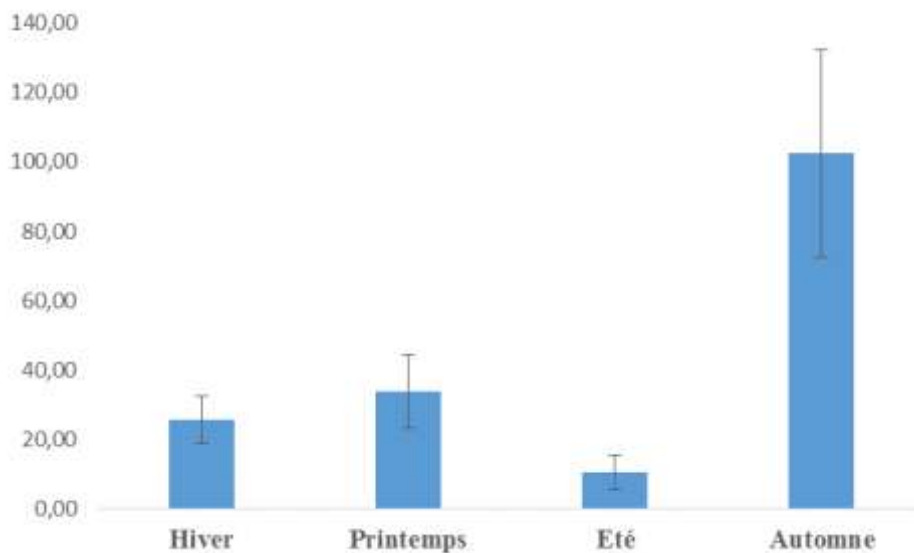


Figure 138: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

On constate que le niveau de la charge microbienne des CT est variable selon les quatre saisons étudiées, comparé aux deux précédentes zones.

En effet, le seuil de charge inférieur à 10^3 ufc/ml de CT, est représenté par un pourcentage de 11,11% au niveau de la saison du printemps, et par un pourcentage de 22,22% au niveau de la saison automne, alors que le niveau de charge située entre 10^3 - 10^4 ufc/ml, est représentée par un pourcentage de 33,33% au niveau de la saison hiver, alors que les autres saisons présentent des pourcentages équivalentes, de l'ordre de 11,11%.

Le seuil de charge compris dans la fourchette située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, quant à lui est représenté par des pourcentages élevés de 66,66% au niveau des saisons été et automne, et un pourcentage relativement élevé (44,44%) au niveau de la saison printemps, alors que la saison hiver présente le pourcentage la plus faible, qui est de l'ordre de 11,11%.

En ce qui concerne les seuils de charge plus élevées qui dépassant les valeurs de 10^5 ufc/ml, elles sont de l'ordre de 55,55% au niveau de la saison d'hiver, de 33,33% au niveau de la saison printemps, et un pourcentage de 22,22% au niveau de la saison d'été (Figure 139).

Concernant le dénombrement des coliformes totaux (CT), on note la présence d'une différence hautement significative entre la saison d'hiver qui présente une valeur très élevée ($586 \pm 179,49 \cdot 10^3$ ufc/ml), comparée aux autres saisons, représentant des valeurs plus basses et très proches les unes des autres (printemps $60,5 \pm 24,12 \cdot 10^3$ ufc/ml ; été $8,67 \pm 5,85 \cdot 10^3$ ufc/ml et automne $4,4 \pm 4,13 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 140).

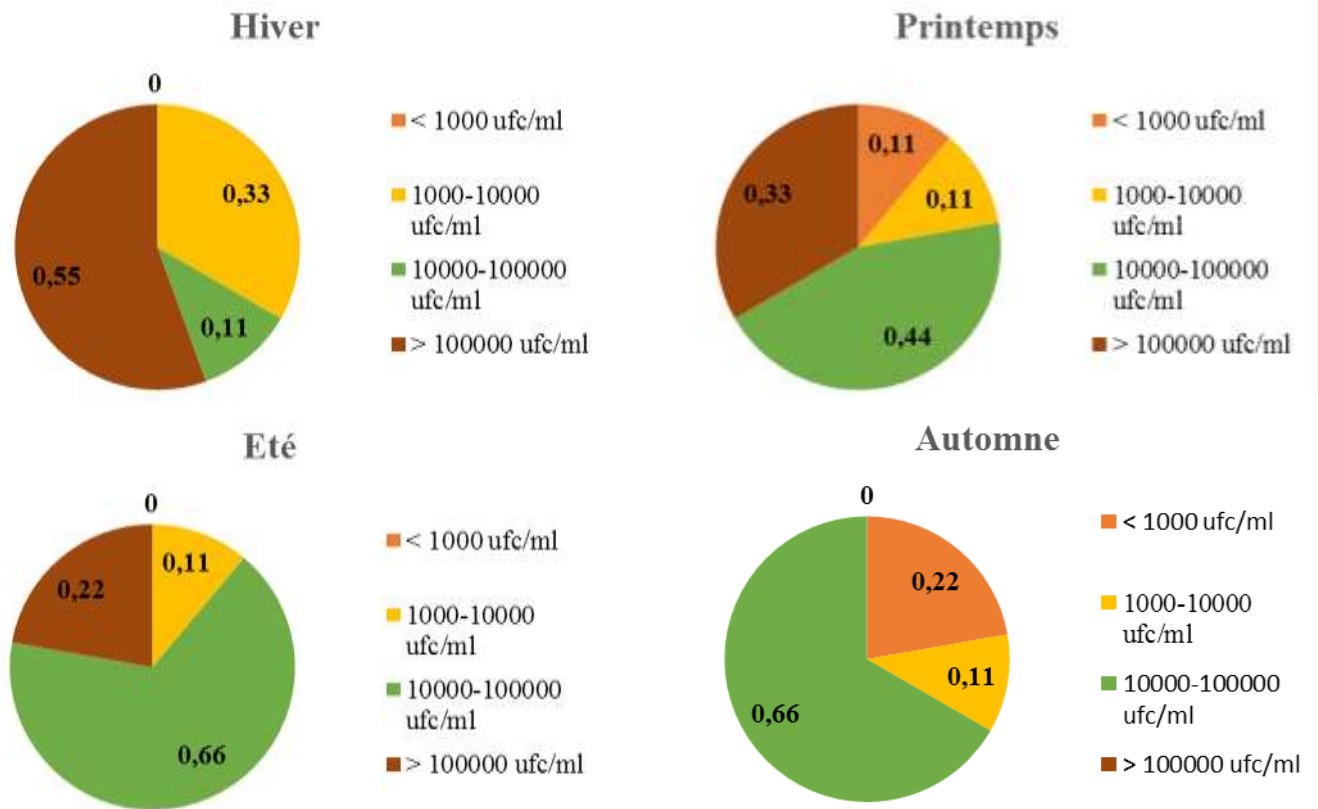


Figure 139: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

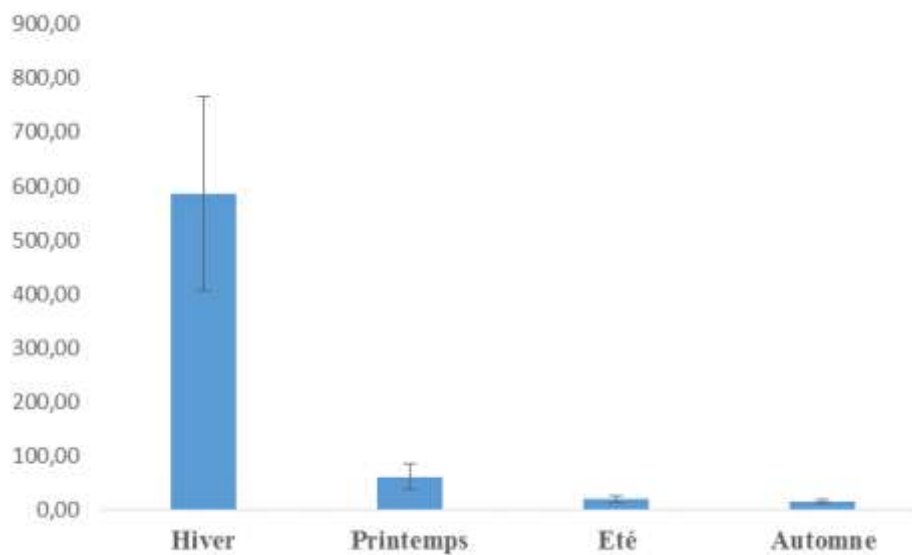


Figure 140: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad Ayyad-Azillal

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne plus au moins faible. Ainsi concernant la charge inférieure à 10^3 ufc/ml, seule la saison d'hiver, présente une positivité avec un pourcentage de 20%.

En revanche, on trouve que pour la charge de la fourchette située entre 10^3 - 10^4 ufc/ml, des pourcentages plus au moins importants suivant la saison. Ainsi les pourcentages très faibles à faibles (l'ordre de 10% à 20%) sont observés au niveau de la saison de l'hiver, et de la saison de l'été, et les pourcentages de 30% à 40% pour les saisons printemps, et automne.

Les pourcentages les plus élevés sont rencontrés au niveau de la fourchette de charge de 10^4 - 10^5 ufc/ml, avec une valeur élevée de 60% pour la saison d'été, et de 40% pour la saison automne, de 30% pour la saison printemps et un pourcentage de 20% pour la saison hiver.

La même tendance est observée pour le niveau de charge qui dépasse la valeur de 10^5 ufc/ml, avec un pourcentage plus au moins faible de l'ordre de 30% pour toutes les saisons sauf pour la saison de l'hiver qui présente un pourcentage de 40% (Figure 141).

L'analyses des résultats de dénombrement des coliformes totaux (CT), montre la présence d'une différence hautement significative pour la saison de l'hiver qui présente une valeur significativement plus élevée de l'ordre de $353,33 \pm 50,75 \cdot 10^3$ ufc/ml, comparée aux autres saisons d'automne ($221 \pm 24,24 \cdot 10^3$ ufc/ml), et les deux autres saisons printemps ($6 \pm 2,39 \cdot 10^3$ ufc/ml) et été ($30,33 \pm 3,27 \cdot 10^3$ ufc/ml). Les valeurs montrent d'ailleurs une très grande variabilité de charge entre les saisons et la comparaison multivariée montre une significativité intersaisons quel que soit la saison comparée aux trois autres (Figure 142).

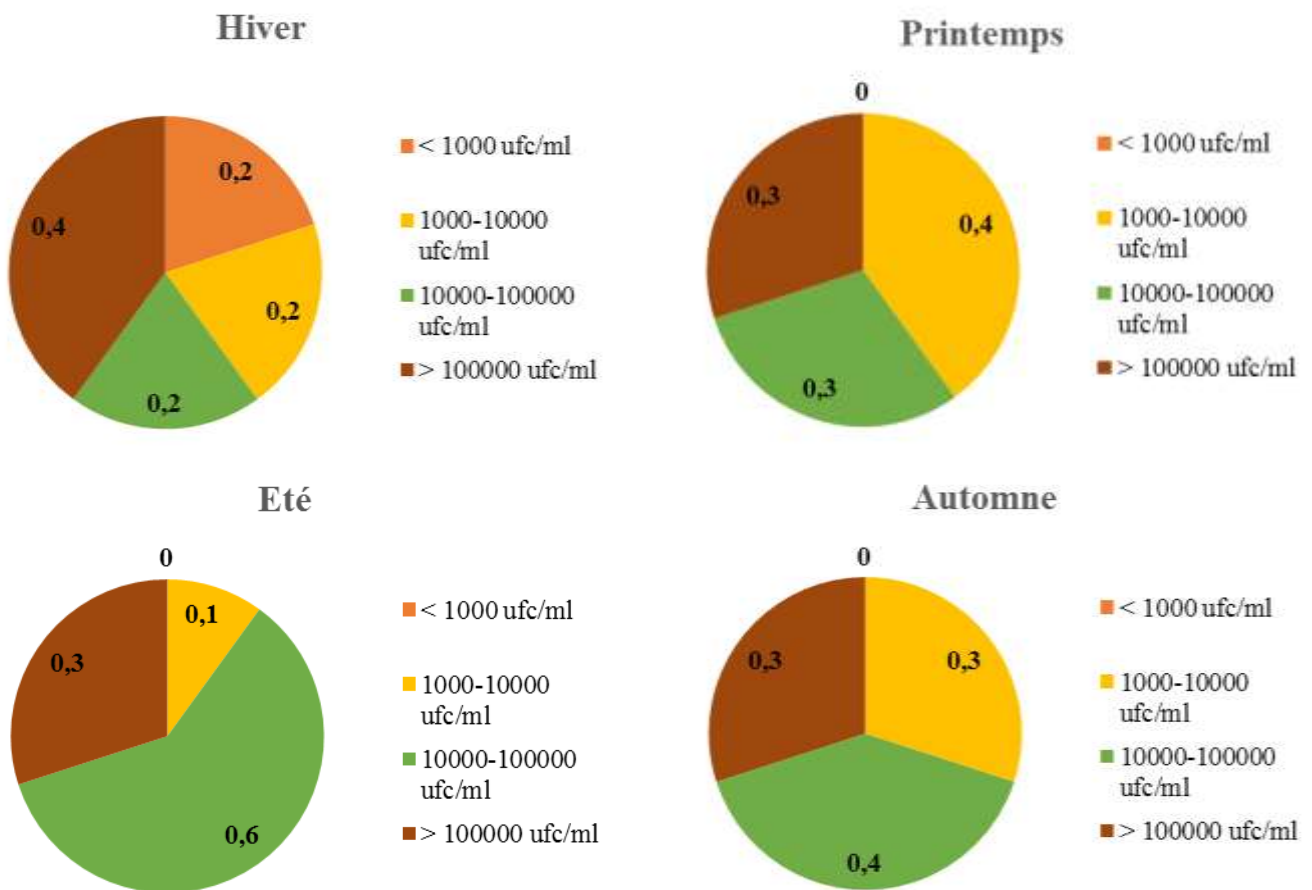


Figure 141: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azilal.

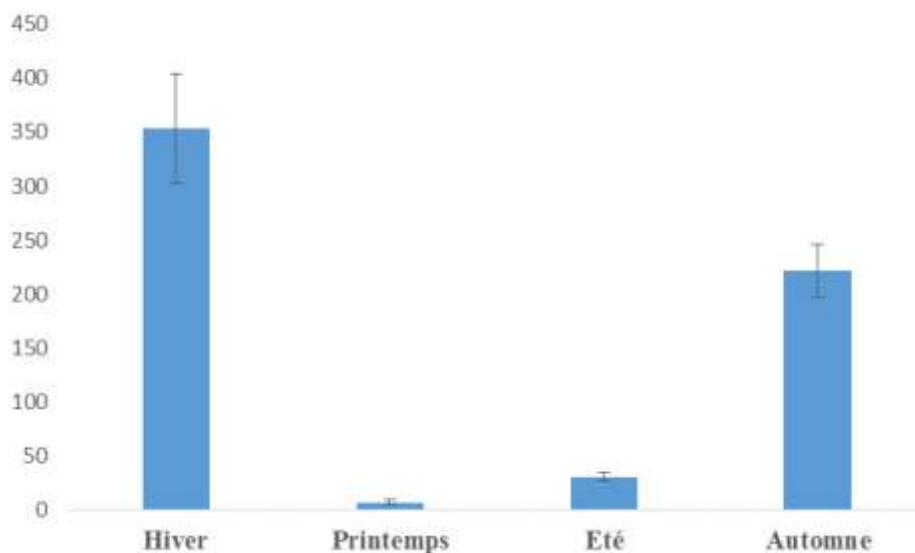


Figure 142: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des coliformes totaux 10^3 ufc*ml⁻¹ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azilal.

La zone de Khouribga

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne plus au moins faible, pour les niveaux de charge inférieure à 10^3 ufc/ml, ainsi que ceux compris dans la fourchette de 10^3 - 10^4 ufc/ml. On trouve ainsi uniquement un pourcentage de 11,11% pour la saison d'hiver. Au contraire les valeurs les plus élevées se trouvent au niveau de la fourchette de charge située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, présentant ainsi un pourcentage très élevé, de l'ordre de 100% pour toutes les saisons sauf pour la saison de l'hiver, qui présente un pourcentage de 77,77% (Figure 143).

Concernant le dénombrement proprement dit des coliformes totaux (CT), une différence hautement significative pour la saison de l'hiver qui présente une valeur hautement élevée ($586 \pm 179,49 \cdot 10^3$ ufc/ml), comparée aux autres saisons, représentant des valeurs basses et très basses printemps ($60,5 \pm 24,12 \cdot 10^3$ ufc/ml, été ($18,67 \pm 5,85 \cdot 10^3$ ufc/ml) et automne ($14,4 \pm 4,13 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 144).

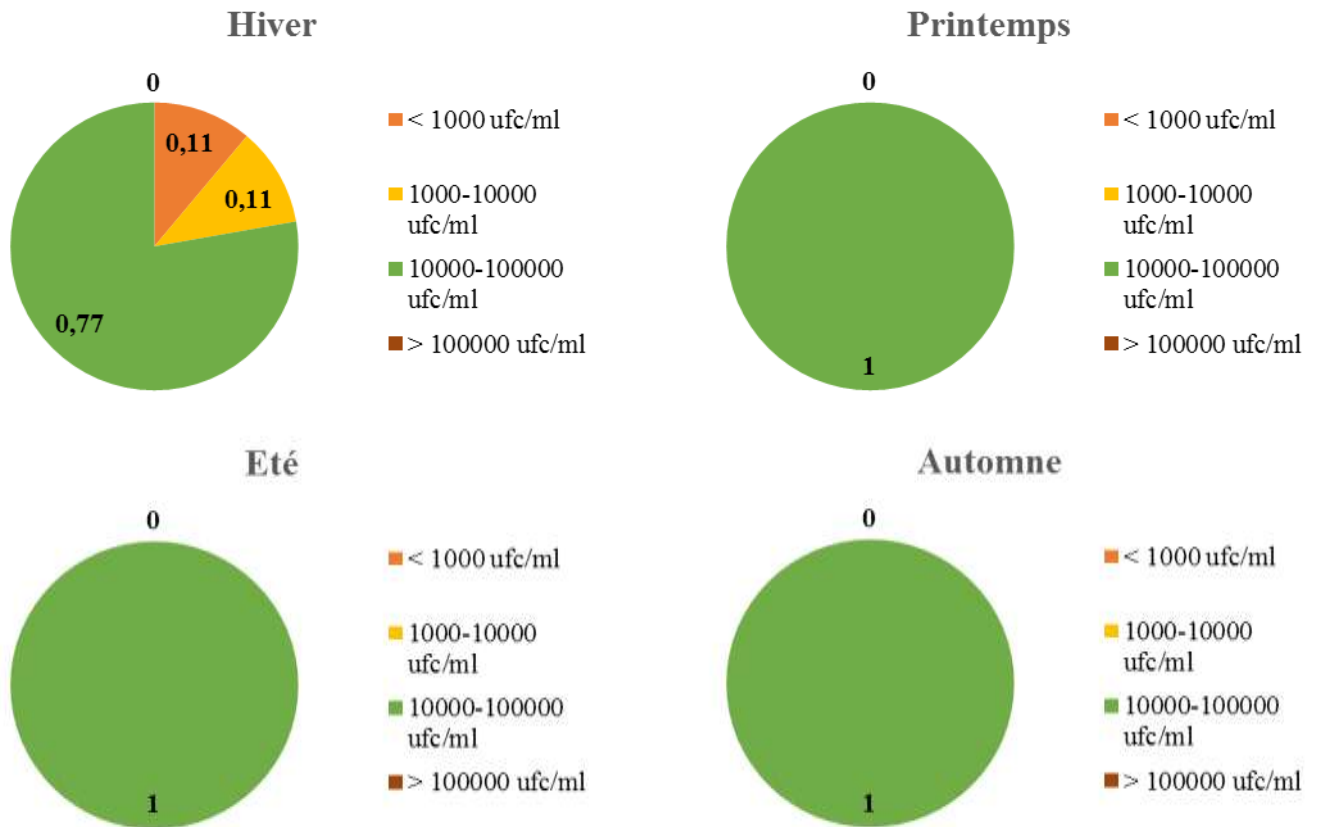


Figure 143: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en coliformes totaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

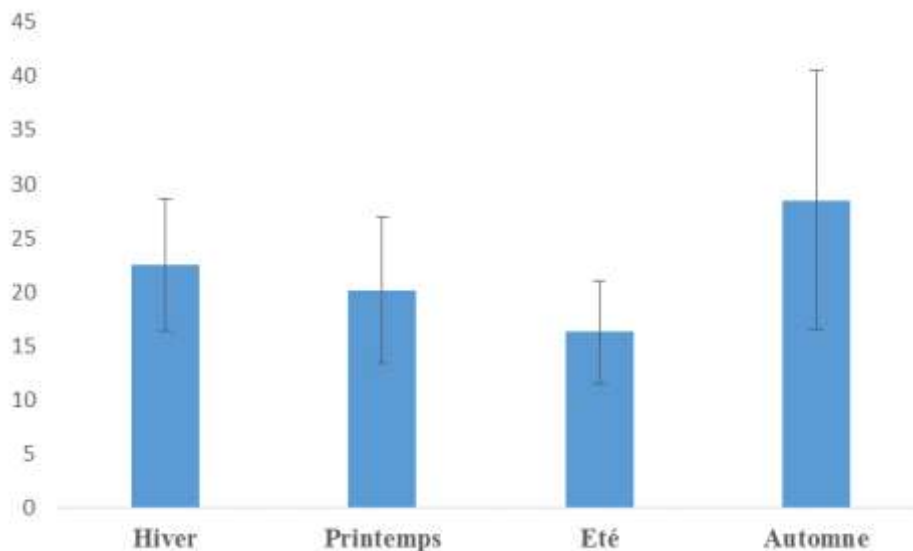


Figure 144: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en moyenne \pm SEM des coliformes totaux $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

4. Les levures (L)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Cette zone est caractérisée par l'absence de la charge microbienne en levures pour tout ce qui est charge ne dépassant pas la valeur de 10^4 ufc/ml. Ainsi, on constate que la période hivernale et la saison été présentent les mêmes résultats et que la totalité de la charge en levures se trouve au niveau de la fourchette de 10^4 - 10^5 ufc/ml, alors que le printemps et l'automne ne présentent qu'un pourcentage de 40% de la fourchette 10^4 - 10^5 ufc/ml, contre 60% pour un niveau de charge qui dépasse la charge de 10^5 ufc/ml (Figure 145).

Concernant les taux de dénombrement de la charge microbienne en levures, on constate que le taux le plus faible, regroupant la saison d'hiver avec une valeur de $5,66 \pm 1 \cdot 10^4$ ufc/ml, et celle d'été de $7 \pm 1,58 \cdot 10^4$ ufc/ml, inversement aux saisons automne, présentant la valeur la plus élevée de l'ordre de $14,11 \pm 2,75 \cdot 10^4$ ufc/ml, et la saison printemps avec $13 \pm 2,39 \cdot 10^4$ ufc/ml (Figure 146).

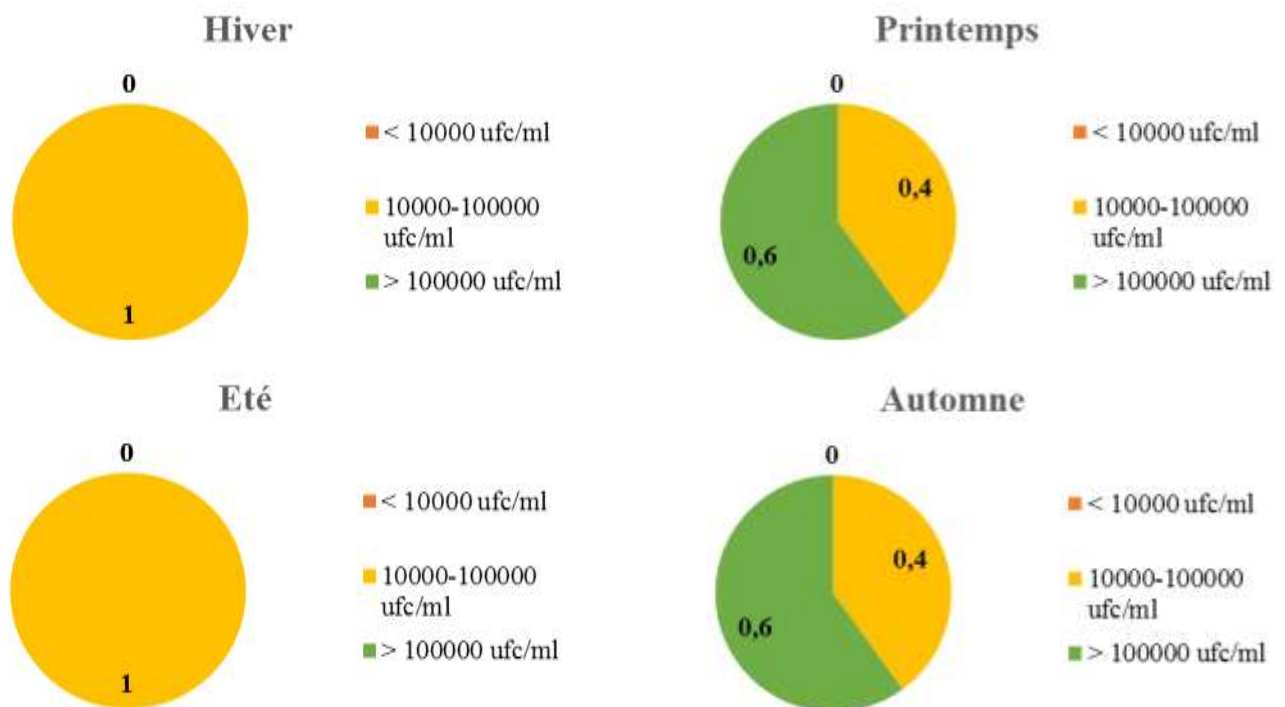


Figure 145: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc * ml⁻¹ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

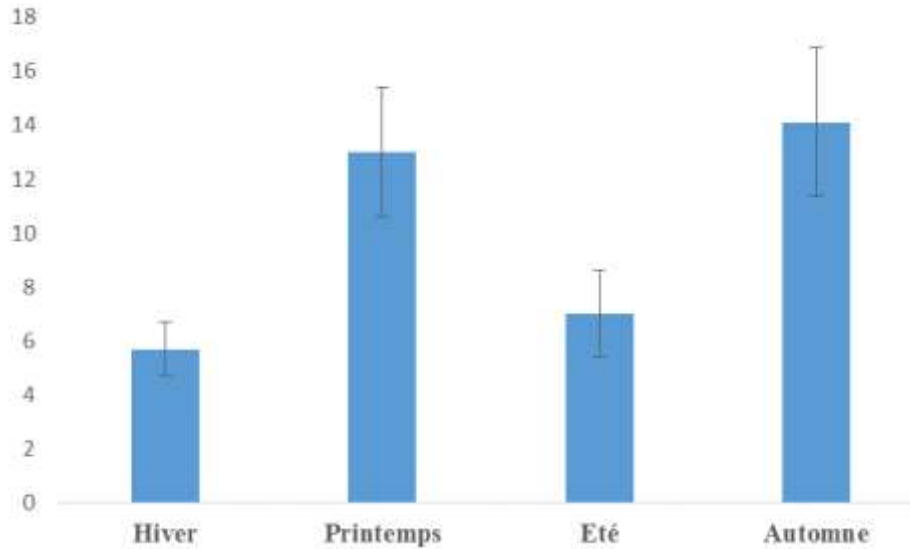


Figure 146: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc \cdot ml⁻¹ au niveau de zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne plus au moins faible pour une charge inférieure à 10^4 ufc/ml, ainsi de pourcentage de 10% est pour la saison automne, et de 40% pour la saison d'été.

Au contraire les pourcentages relativement élevés se situent au niveau de la fourchette de 10^4 - 10^5 ufc/ml, avec une valeur élevée de 60% pour la saison d'hiver, et les autres saisons, un pourcentage de 40% pour la saison d'été, 30% pour la saison printemps et en fin un pourcentage de 10% au niveau de la saison d'automne. Le pourcentage des charges devient encore plus important pour les taux dépassant le seuil de 10^5 ufc/ml, donc avec un pourcentage de l'ordre de 90% pour la saison d'automne, de 70% pour la saison printemps, alors que les valeurs les plus faibles sont observables au niveau de la saison d'hiver qui présente un pourcentage de 30%, et au niveau de la saison d'été qui présente un pourcentage de 20% (Figure 147).

Le dénombrement des levures, permet de mettre en évidence un faible taux qui caractérise la saison d'été ($1,00 \pm 0,5 \cdot 10^4$ ufc/ml) et qui est significativement différente des autres saisons : hiver ($8,00 \pm 2,28 \cdot 10^4$ ufc/ml), automne ($16,56 \pm 3,80 \cdot 10^4$ ufc/ml) et printemps ($14,30 \pm 4,13 \cdot 10^4$ ufc/ml) (Figure 148).

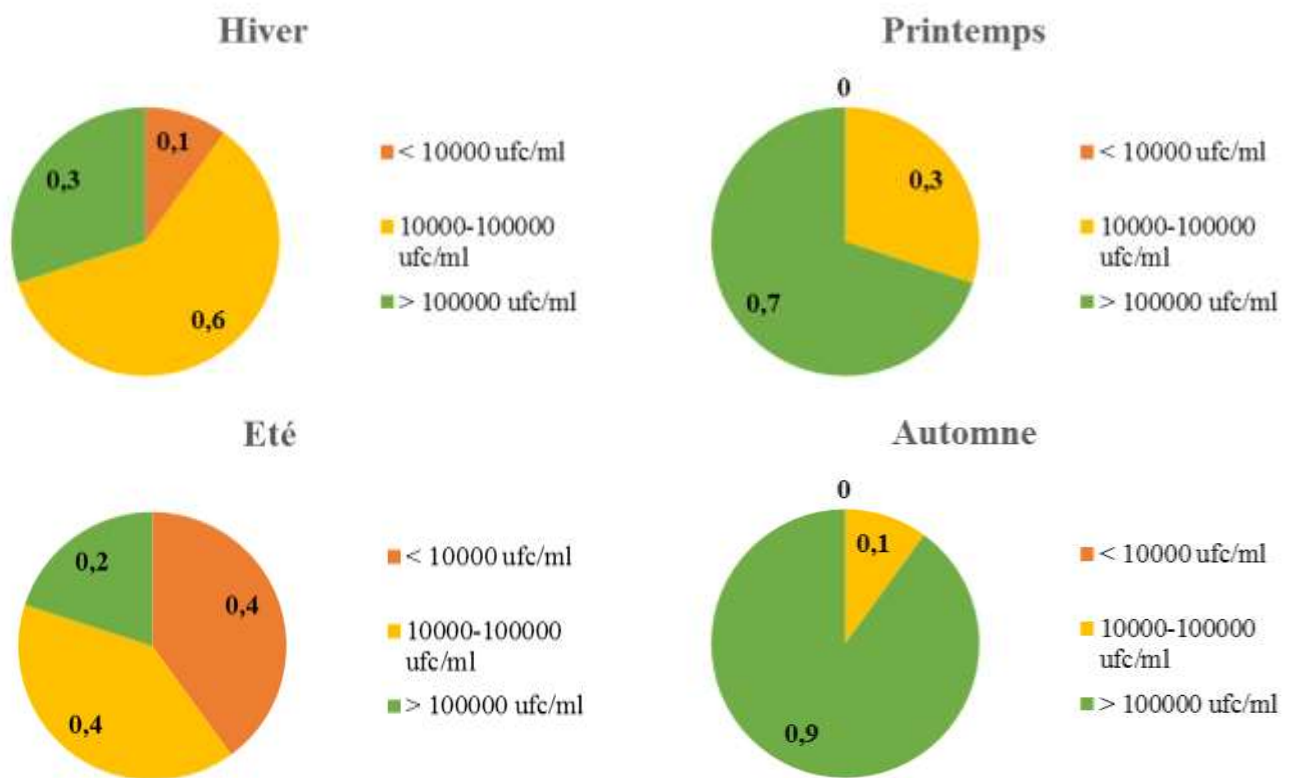


Figure 147: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Beni Mellal.

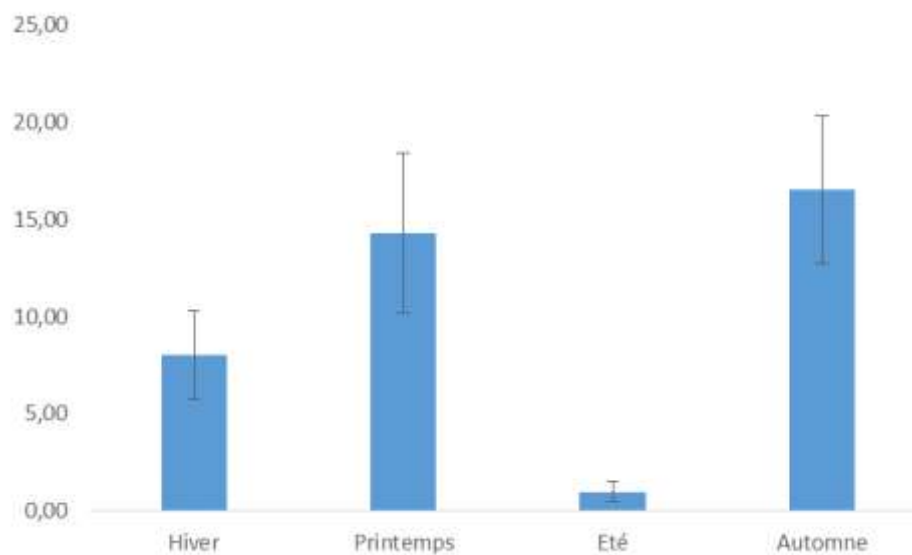


Figure 148: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

On constate que le niveau de la charge microbienne des levures est variable d'une saison à l'autre. En effet, le niveau de charge inférieure à 10^4 ufc/ml, est représenté par un pourcentage de 11,11% au niveau de la saison du printemps, de 22,22% au niveau des saisons d'hiver et d'automne, et de 44,44% pour la saison d'été.

Pour les taux de charge appartenant à la fourchette située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, il est à un pourcentage de 22,22% au niveau des deux saisons été et automne, alors que les autres saisons présentent des pourcentages élevés avec 66,66% pour la saison hiver, et un pourcentage de 44,44% pour la saison printemps.

Les charges dont les taux dépassent la charge de 10^5 ufc/ml, sont caractérisées par des pourcentages qui restent relativement importants de l'ordre de 55,55% au niveau de la saison d'automne, et de 44,44% au niveau de la saison du printemps. La saison de l'été présente un pourcentage de 33,33%, alors que la saison de l'hiver présente le pourcentage le plus bas qui est de l'ordre de 11,11% (Figure 149).

Côté dénombrement, pour les levures, la valeur de la charge microbienne enregistrée situe au niveau de la saison hiver ($3,67 \pm 2,63 \cdot 10^4$ ufc/ml), est très significativement bas comparé aux autres saisons (printemps $49,66 \pm 5,78 \cdot 10^4$ ufc/ml, été $39,33 \pm 3,67 \cdot 10^4$ ufc/ml, et automne $34,4 \pm 7,08 \cdot 10^4$ ufc/ml) (Figure 150).

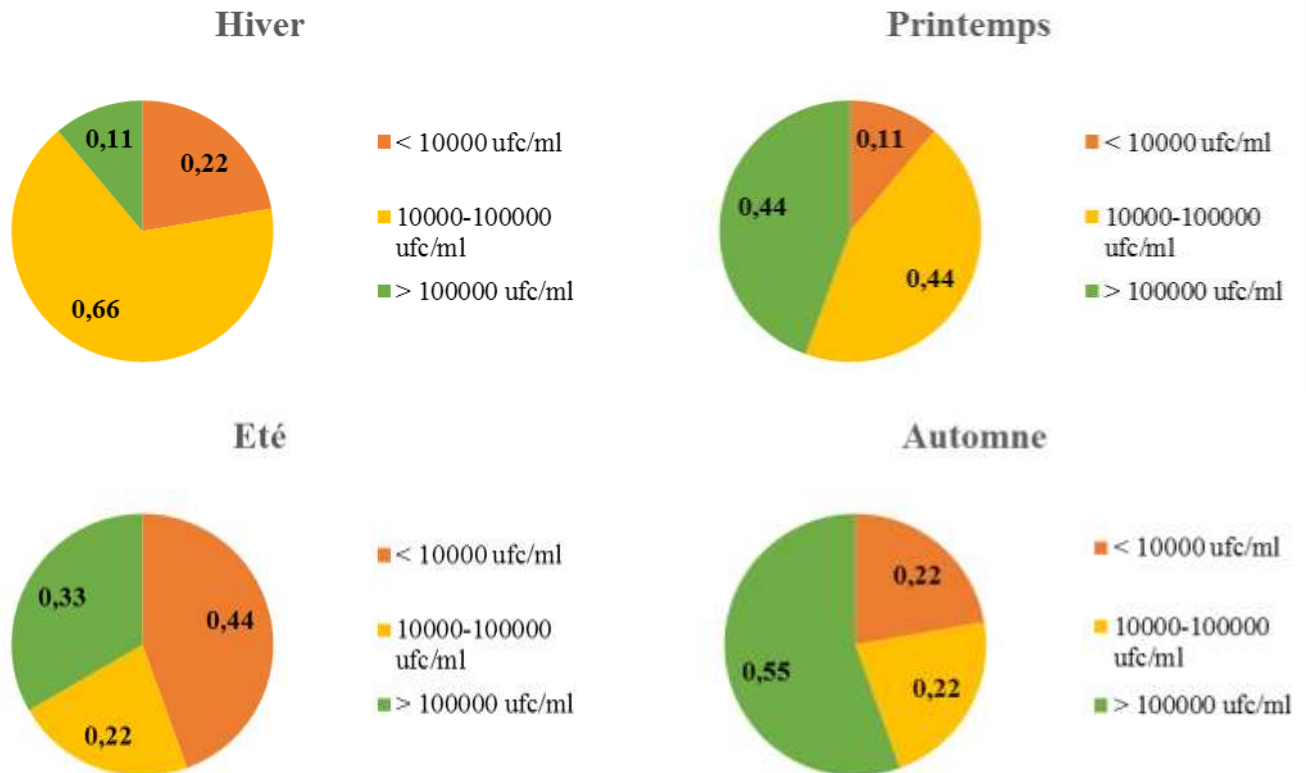


Figure 149: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

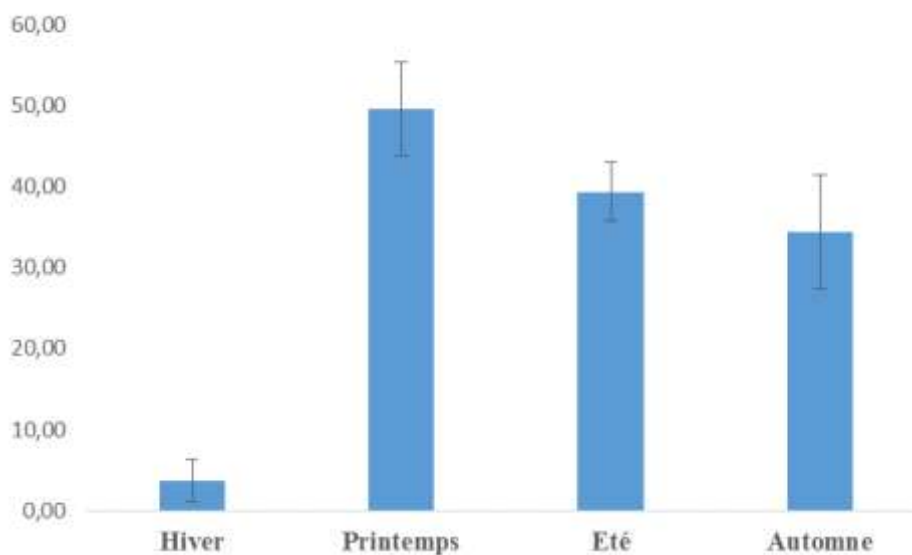


Figure 150: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad Ayyad-Azillal

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne variable, ainsi en tenant compte que la charge inférieure au seuil de 10^4 ufc/ml, présente un pourcentage de 30% pour la saison de l'automne, de 20% pour les deux saisons d'hiver et de printemps, et la valeur la plus faible de 10% au niveau de la saison d'été.

Pour les charges comprises entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, elles présentent un pourcentage moyennement faible qui est de l'ordre de 40% au niveau des saisons d'hiver et d'automne, et un pourcentage de 50% pour la saison du printemps, alors que le pourcentage le plus élevé se situe au niveau de la saison d'été, qui est de l'ordre de 60%.

De même on trouve les pourcentages moyennement faibles pour les seuils qui dépassent la charge de 10^5 ufc/ml, car la valeur la plus élevée est de 40% pour la saison de l'hiver, alors que les autres saisons sont présentées par un pourcentage de 30% (Figure 151).

Pour la valeur de la charge microbienne de levures proprement dite, on constate que le plus faible taux, se localise au niveau de la saison d'été ($1,4 \pm 0,63 \cdot 10^4$ ufc/ml), inversement à la saison d'automne qui présente la saison la plus élevée ($34,66 \pm 5,5 \cdot 10^4$ ufc/ml), suivi successivement par des taux identiques des saisons d'hiver ($29 \pm 3,64 \cdot 10^4$ ufc/ml), et du printemps ($29 \pm 4,66 \cdot 10^4$ ufc/ml) (Figure 152).

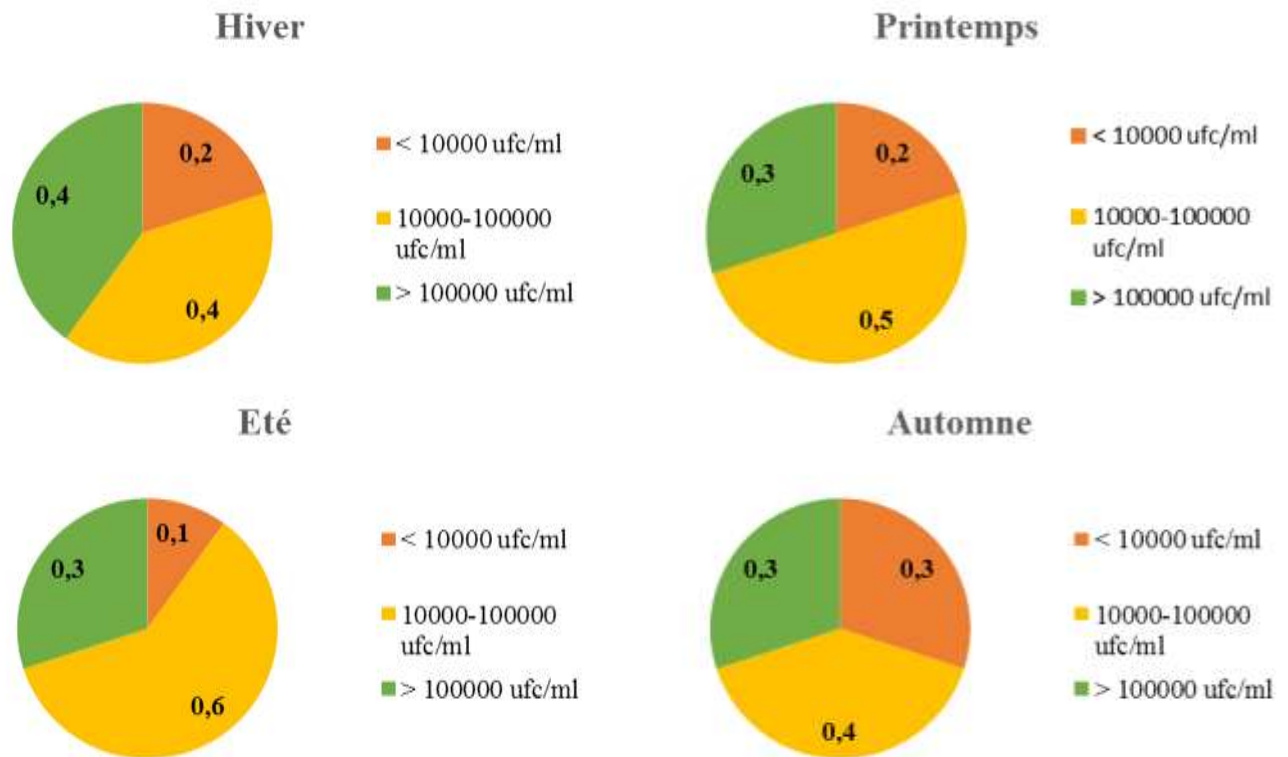


Figure 151: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

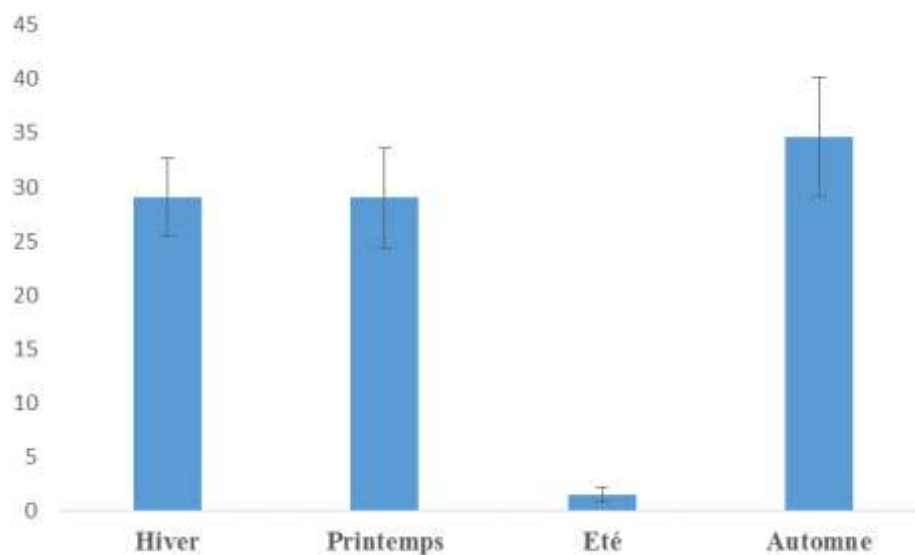


Figure 152: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures $10^4 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

On remarque que les saisons d'hiver et d'été ont des pourcentages identiques, de 33,33% pour ce qui est charge dépassant le taux de 10^5 ufc/ml.

Ce pourcentage est de 22,22% quand on notera le seuil de charge inférieur à 10^4 ufc/ml.

Il s'agit de seuil de charge inférieur à 105 ufc/ml et de 44,44% pour la fourchette située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, alors que pour cette même fourchette située entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, présentant ainsi des pourcentages élevés de l'ordre de 55,55% et 66,66% sont observés au niveau des saisons automne et printemps (Figure 153).

Pour les levures, la valeur de la charge microbienne de levures la plus faible se situe au niveau de la saison de l'hiver ($3,67 \pm 2,63 \cdot 10^4$ ufc/ml), inversement à la saison du printemps qui présente la saison la plus élevée ($49,66 \pm 5,78 \cdot 10^4$ ufc/ml), suivi successivement par les saisons de l'été avec des valeurs les plus au moins élevées ($39,33 \pm 3,67 \cdot 10^4$ ufc/ml), ainsi au niveau de l'automne ($34,4 \pm 7,08 \cdot 10^4$ ufc/ml) avec une valeur très proche à la saison de l'été.

L'analyse des données de dénombrement montrent que bien qu'une charge importante est retrouvée pour la saison d'automne, comparé aux autres saisons, elle n'est pas statistiquement significative (Figure 154).

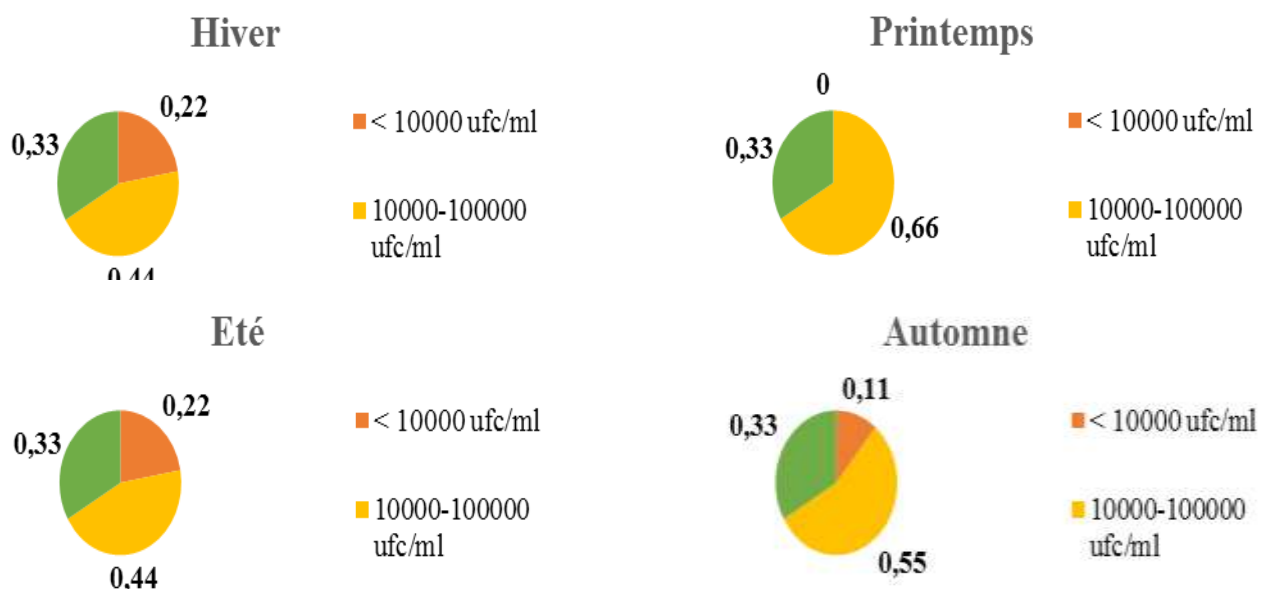


Figure 153: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en levures 10^4 ufc *ml⁻¹ au niveau de la zone de Khouribga.

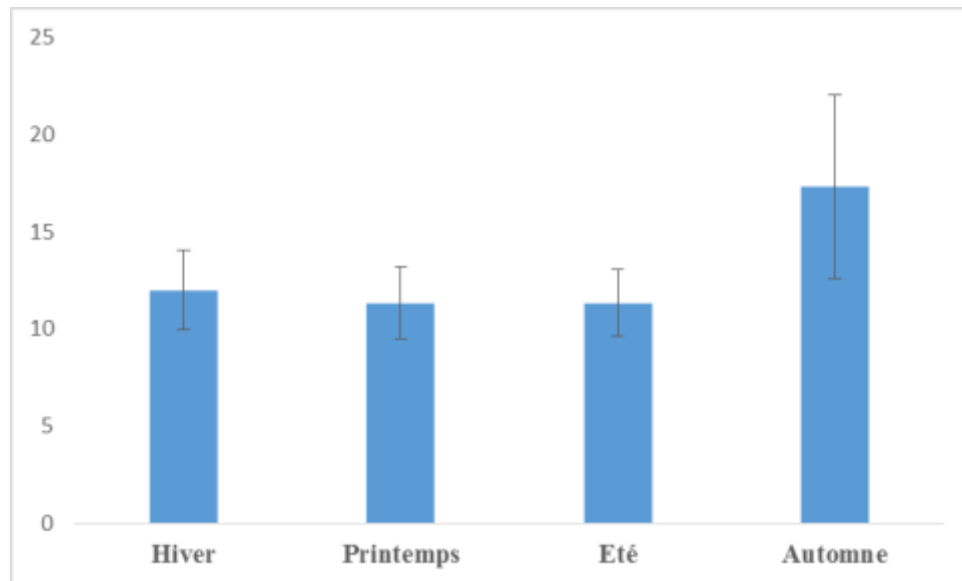


Figure 154: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des levures 10^4 ufc \cdot ml⁻¹ au niveau de zone de Khouribga.

5. Les moisissures (M)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

La quasi-totalité de charge en moisissures se situent au niveau de la fourchette de l'ordre de 10^4 - 10^5 ufc/ml, avec un pourcentage de 60% pour la saison d'hiver, et un pourcentage de l'ordre de 80% pour la saison de l'été. Les pourcentages piquent à 100% pendant les deux saisons de printemps et de l'automne. A noter la présence d'une valeur moyennement faible concernant le taux de charge inférieure à 10^4 ufc/ml, avec des pourcentages de 40% pour la saison d'hiver, et de 20% pour la saison de d'été. Inversement, on note l'absence de charge en moisissures pour le seuil qui dépasse la charge 10^5 ufc/ml (Figure 155).

La charge microbienne en moisissures, est présentée par un taux très faible de charge, caractérisant ainsi la saison d'été, avec une valeur de l'ordre de $1,66 \pm 0,5 \cdot 10^4$ ufc/ml, suivi par la saison d'hiver, qui montre une valeur de charge microbienne de l'ordre de $3 \pm 2,29 \cdot 10^4$ ufc/ml.

Alors que la saison automne présente un taux de $4,5 \pm 0,90 \cdot 10^4$ ufc/ml, et en dernier rang, la saison du printemps, avec un taux de charge en moisissures le plus élevé qui se manifeste par une valeur de $5,5 \pm 1,88 \cdot 10^4$ ufc/ml (Figure 156).

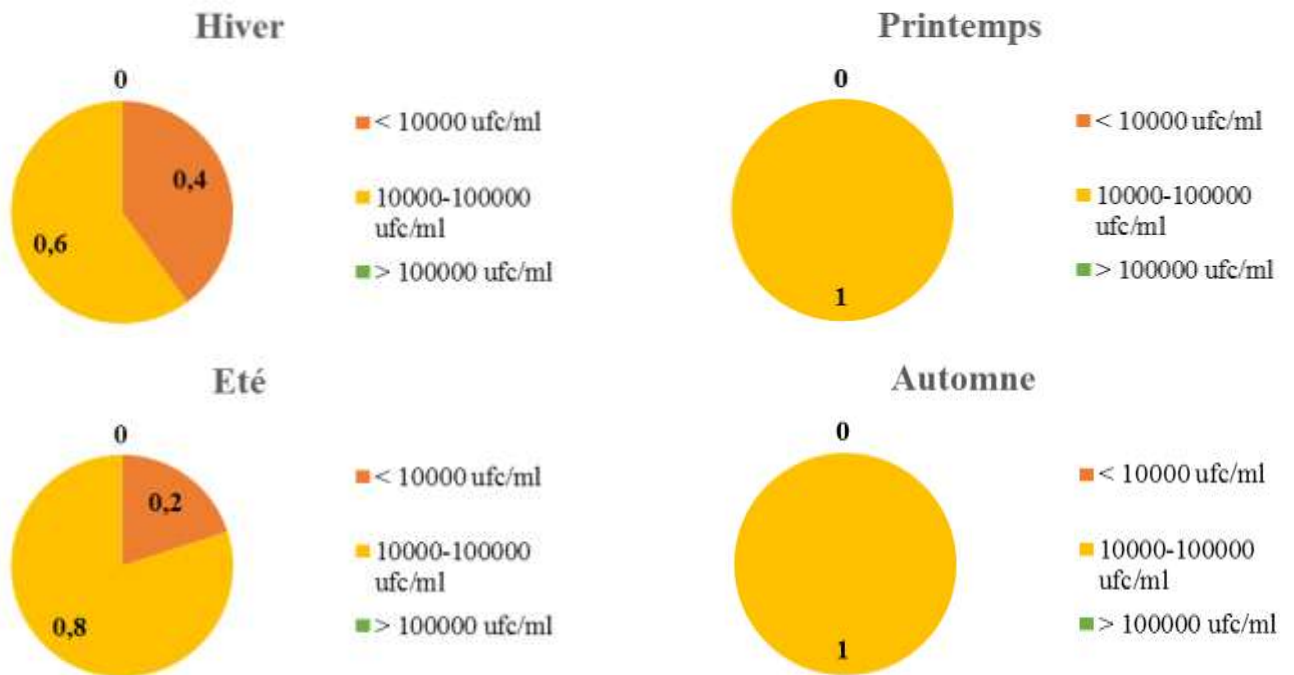


Figure 155: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

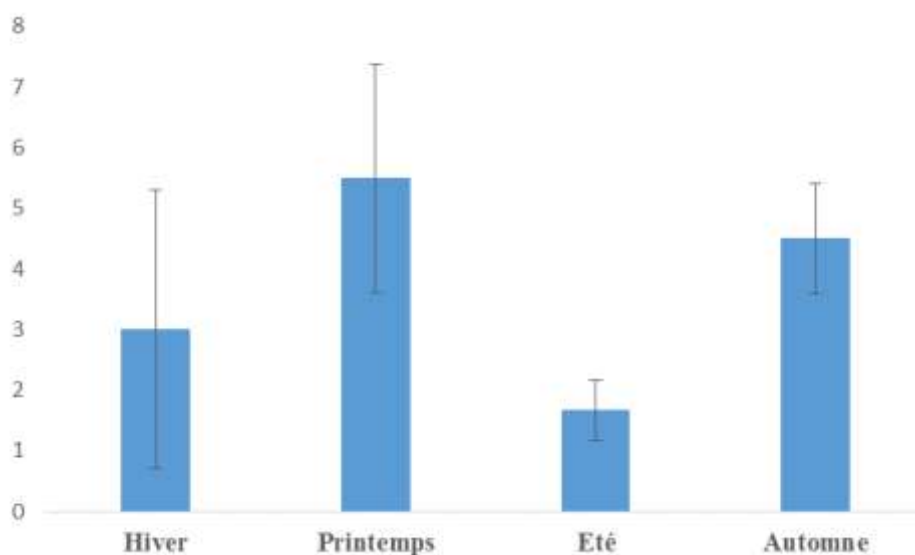


Figure 156: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

On remarque toujours que les charges en moisissures qui se situent au niveau de la fourchette de 10^4 - 10^5 ufc/ml, présentant les plus grands pourcentages qui sont de l'ordre de 100% pour la saison du printemps, de 90% pour la saison de l'hiver et en dernier lieu de 70% au niveau des deux saisons restantes.

Concernant les deux autres seuils, on constate la présence de valeurs faibles, avec un pourcentage de 30% pour la saison d'été et un pourcentage de 10% pour la saison d'automne pour les charges qui sont inférieures à 10^4 ufc/ml, et des pourcentages de 10% pour la saison d'hiver et de 20% pour la saison de d'automne, pour les charges dépassant 10^5 ufc/ml (Figure 157).

Concernant le dénombrement de la charge microbienne en moisissures, on note la présence d'une valeur très faible, caractérisant la saison d'hiver ($1,75 \pm 0,15 \cdot 10^4$ ufc/ml), comparée à celle de la saison du printemps ($5,00 \pm 0,9 \cdot 10^4$ ufc/ml), présentant une différence statistiquement significative et celles de la saison d'été ($3,14 \pm 0,84 \cdot 10^4$ ufc/ml), et de la saison d'automne ($2,71 \pm 0,49 \cdot 10^4$ ufc/ml), mais sans que la différence soit statistiquement significative (Figure 158).

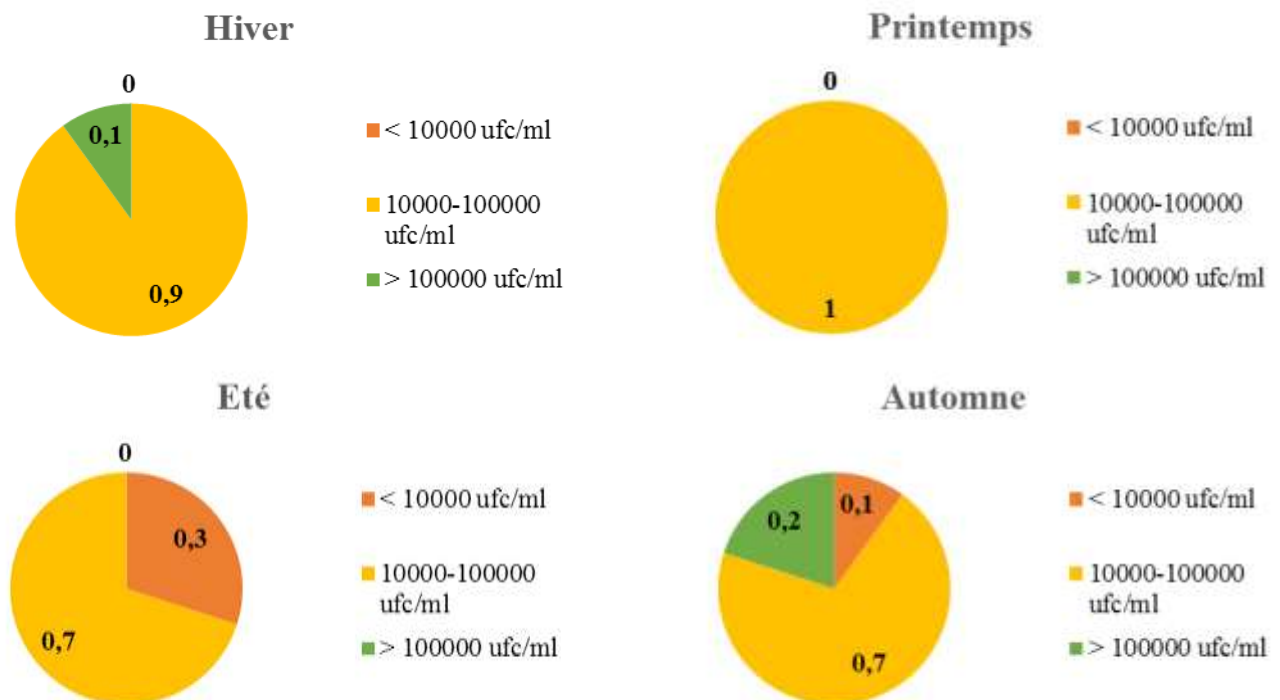


Figure 157: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures 10^4 ufc *ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

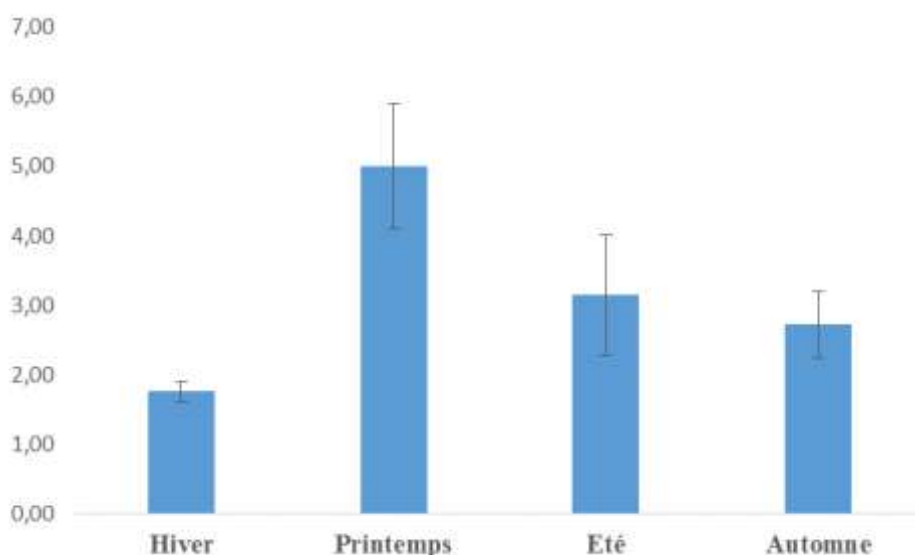


Figure 158: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures 10^4 ufc \cdot ml⁻¹ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

On note que dans cette zone la valeur la plus élevée se situe au niveau de la fourchette de charge de 10^4 - 10^5 ufc/ml, avec un pourcentage de 100% pour la saison du printemps, un pourcentage de 55,55% pour la saison de l'été, un pourcentage de 33,33% pour la saison de l'automne et un pourcentage de 22,22% pour la saison de l'hiver.

Concernant le seuil de charge inférieure à 10^4 ufc/ml, on notera la présence d'une valeur élevée plutôt au niveau de la saison d'hiver avec un pourcentage de 77,77%, suivie par un pourcentage de 44,44% pour la saison d'été, et enfin un pourcentage de 33,33% en automne, saison qui présente le même pourcentage pour les charges qui dépassent le seuil de 10^5 ufc/ml (Figure 159).

L'évolution de la charge microbienne en moisissures durant les quatre saisons, des laits crus collectés au niveau des différentes fermes ayant fait l'objet de la présente investigation, a montré qu'il n'y a pas une différence hautement significative (Figure 160).

En effet, la valeur la plus faible, caractérise la saison d'automne ($2,00 \pm 1,41$ 10^4 ufc/ml).

Alors que la saison d'été, montre clairement une grande différence significative, mise en évidence une augmentation de la valeur de cette charge microbienne ($3,00 \pm 1,87$ 10^4 ufc/ml), suivi par une diminution faible de ces valeurs pendant les deux saisons d'hiver ($2,50 \pm 1,87$ 10^4 ufc/ml) et la saison du printemps ($2,40 \pm 1,12$ 10^4 ufc/ml) (Figure 160).

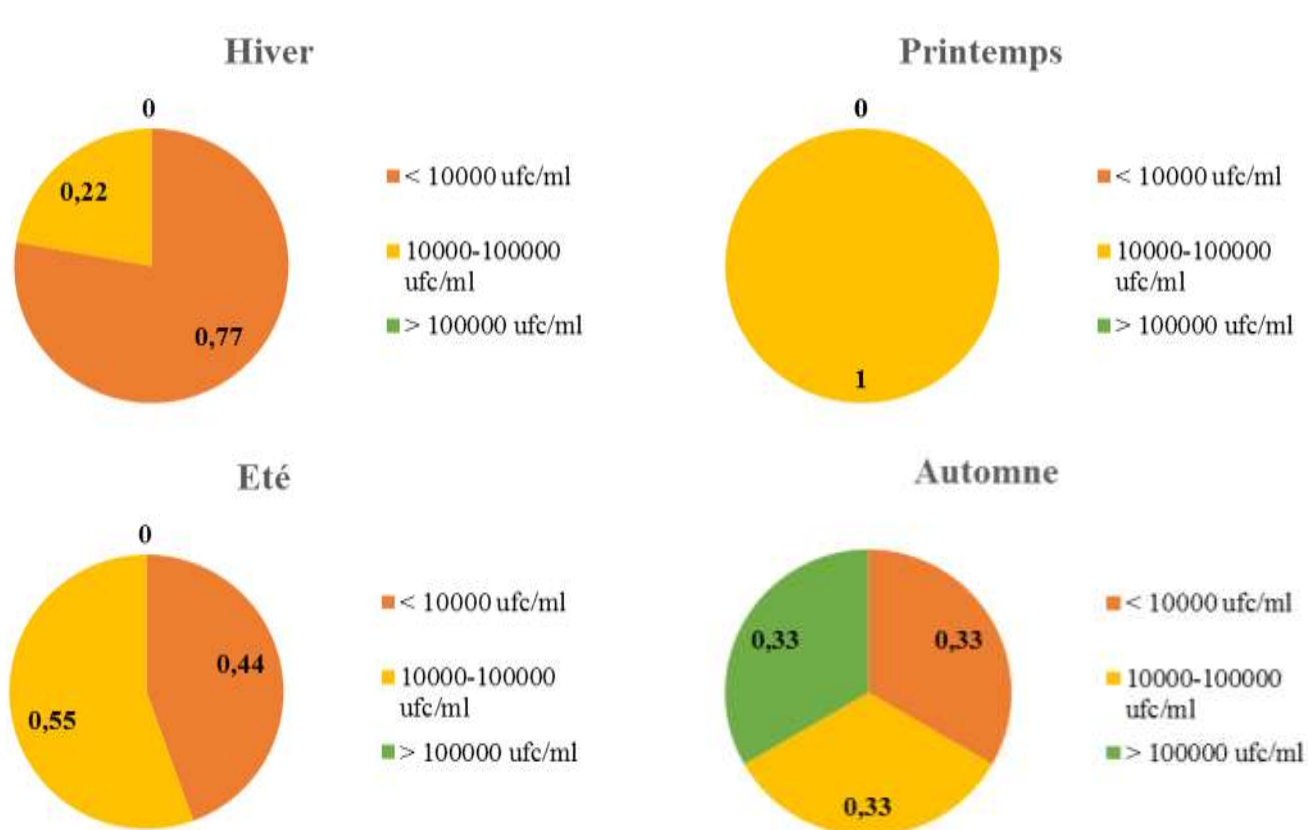


Figure 159: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

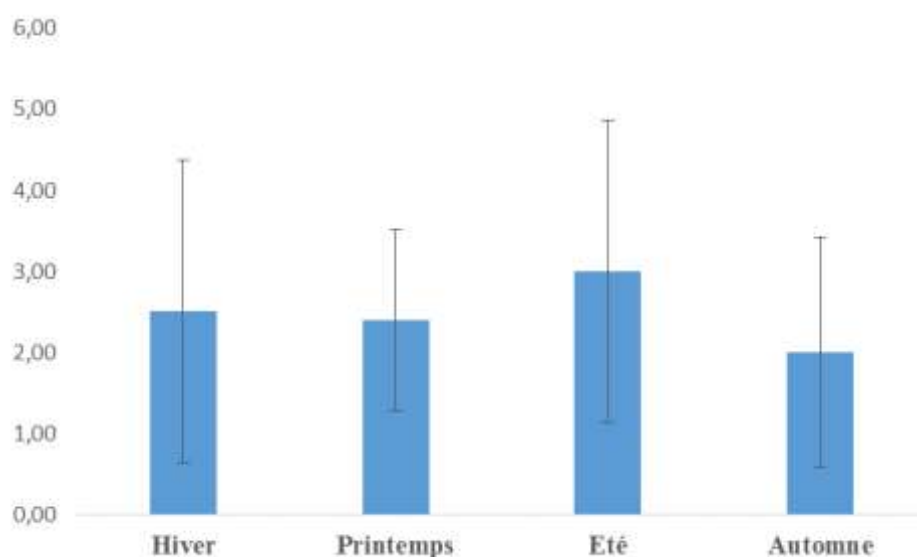


Figure 160: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad Ayyad-Azillal

Cette zone est caractérisée par une charge microbienne variable, bien que généralement concentrée au niveau de taux de charge inférieure à 10^4 ufc/ml. On trouve ainsi un pourcentage de 60% pour la saison de l'été, de 50% pour la saison du printemps, de 40% pour la saison d'automne et en dernier lieu un pourcentage de 30% pour la saison d'hiver.

La même tendance est retrouvée pour la fourchette de charge de 10^4 - 10^5 ufc/ml, avec un pourcentage de 50% pour toutes saisons sauf pour la saison d'été (40%), tandis que les taux de charges qui dépassent le taux de 10^5 ufc/ml présentent de faibles pourcentages, et qui sont de l'ordre de 20% pour la saison de l'hiver, et de 10% pour la saison de l'automne (Figure 161).

Le taux de la charge microbienne en moisissures, en termes de dénombrement, est caractérisé par une évolution progressive pendant les quatre saisons, en effet, le taux le plus faible caractérise la saison d'hiver avec une valeur de l'ordre de $1,5 \pm 0,9 \cdot 10^4$ ufc/ml.

Les saisons du printemps et d'été, montrent des valeurs de charge microbienne semblable de l'ordre de $3 \pm 0,5 \cdot 10^4$ ufc/ml, $3 \pm 1,58 \cdot 10^4$ ufc/ml respectivement, tandis que le taux de charge en moisissures le plus élevé est présent au niveau de la saison d'automne avec une valeur de $4,66 \pm 2,64 \cdot 10^4$ ufc/ml (Figure 162).

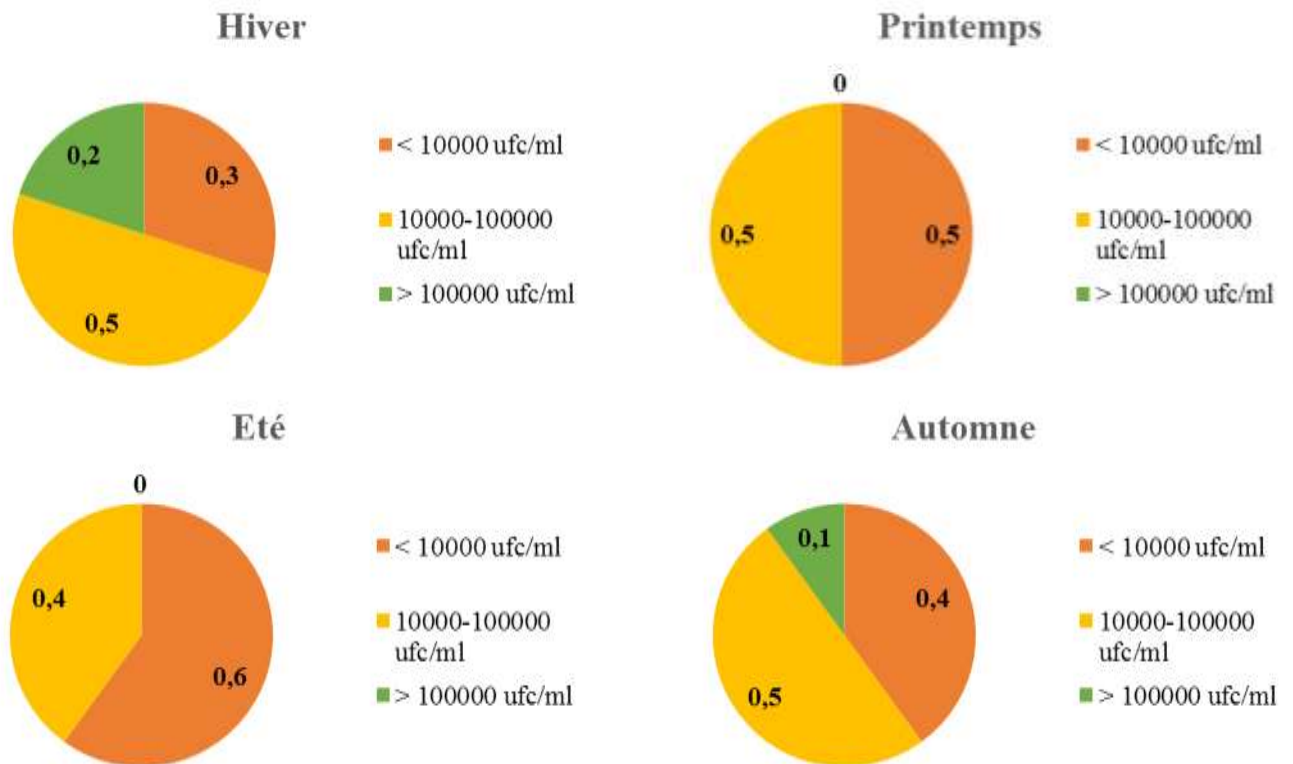


Figure 161: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

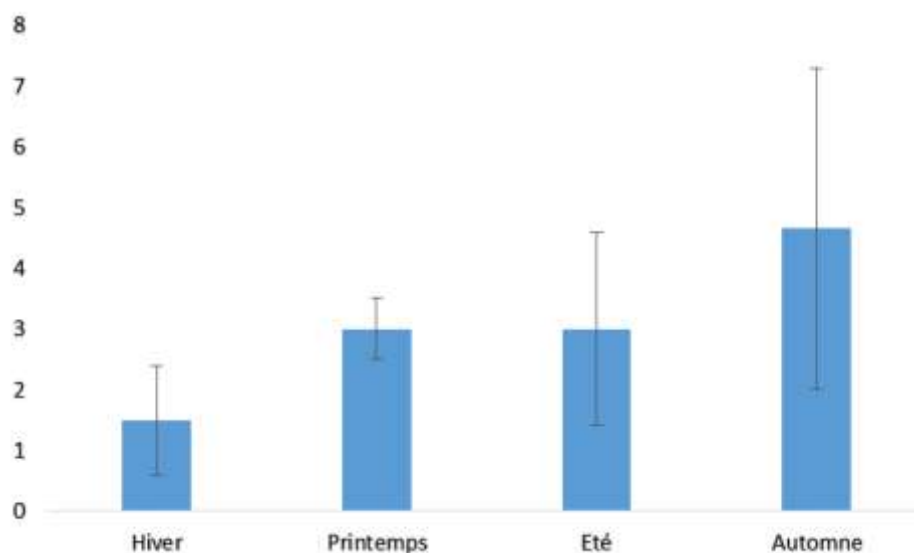


Figure 162: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures $10^4\text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad-Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

Dans cette zone, on constate que tous les saisons ont des résultats identiques pour tous les seuils et fourchettes de charges en moisissures sauf pour la saison de l'automne. En effet les trois autres saisons présentent un pourcentage de 44,44% contre un pourcentage de 11,11% au niveau de l'automne pour les taux inférieurs à **10⁴ufc/ml**, un pourcentage de 33,33% pour les trois saisons contre un pourcentage de 77,77% pour la fourchette de charge de **10⁴-10⁵ufc/ml** et finalement un pourcentage de 22,22% pour ces même trois saisons contre un pourcentage de 11,11% pour les taux de charges qui dépassent la charge de **10⁵ufc/ml** (Figure 163).

L'évolution de la charge microbienne en moisissures dénombrées durant les quatre saisons, des laits crus collectés des différentes fermes ayant fait l'objet de la présente investigation, a montré qu'il n'y a pas une différence hautement significative (Figure 164).

La valeur la plus basse, caractérise la saison d'automne ($2,00 \pm 1,41 \cdot 10^4$ ufc/ml). ceci dit, que la saison d'été, présente une différence significative, avec une augmentation relative de charge microbienne ($3,00 \pm 1,87 \cdot 10^4$ ufc/ml), suivi par les saisons d'hiver ($2,50 \pm 1,87 \cdot 10^4$ ufc/ml) et du printemps ($2,40 \pm 1,12 \cdot 10^4$ ufc/ml) (Figure 164).

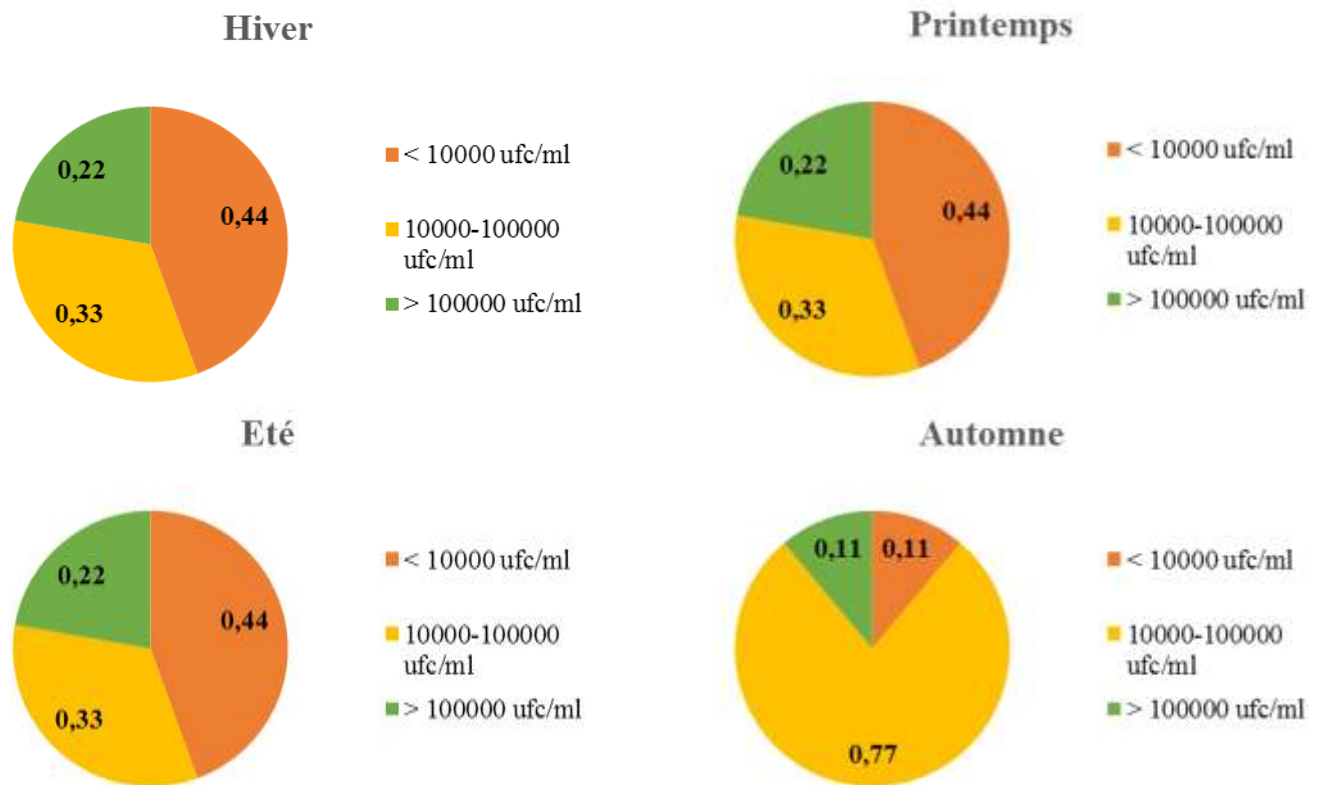


Figure 163: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en moisissures $10^4 \text{ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

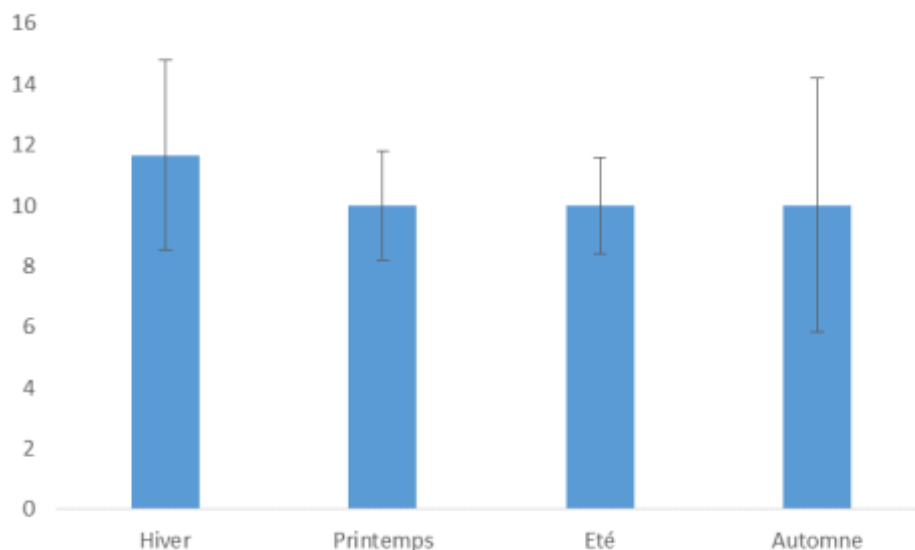


Figure 164: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des moisissures $10^4 \text{ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

6. Les entérobactéries (Ent)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Cette zone est caractérisée par une charge faible qui ne dépasse pas le seuil de **10⁵ufc/ml**, les taux en pourcentages sont de 20% pour une fourchette de charge entre **10⁴** et **10⁵ufc/ml**, au même titre que pour les taux de charges inférieures à la valeur de **10³ufc/ml** excepté la période automnale qui présente 60%. Ce sont surtout, les taux de la fourchette de **10³-10⁴ufc/ml**, qui présentent des valeurs élevées, notamment de l'ordre de 60% au niveau de la saison de l'hiver, voire de 80% pour les saisons du printemps et l'été. La saison de l'automne étant la moins chargée avec un taux de 40% (Figure 165).

D'après l'étude de l'évolution des niveaux des charges bactériennes en entérobactéries dénombrées cette fois-ci, nous constatons que le pic de charge se situe durant le printemps et qui significativement différent, des charges plutôt basses en été ($3 \pm 0,5 \cdot 10^3$ ufc/ml) et en automne ($1,5 \pm 0,54 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 166).

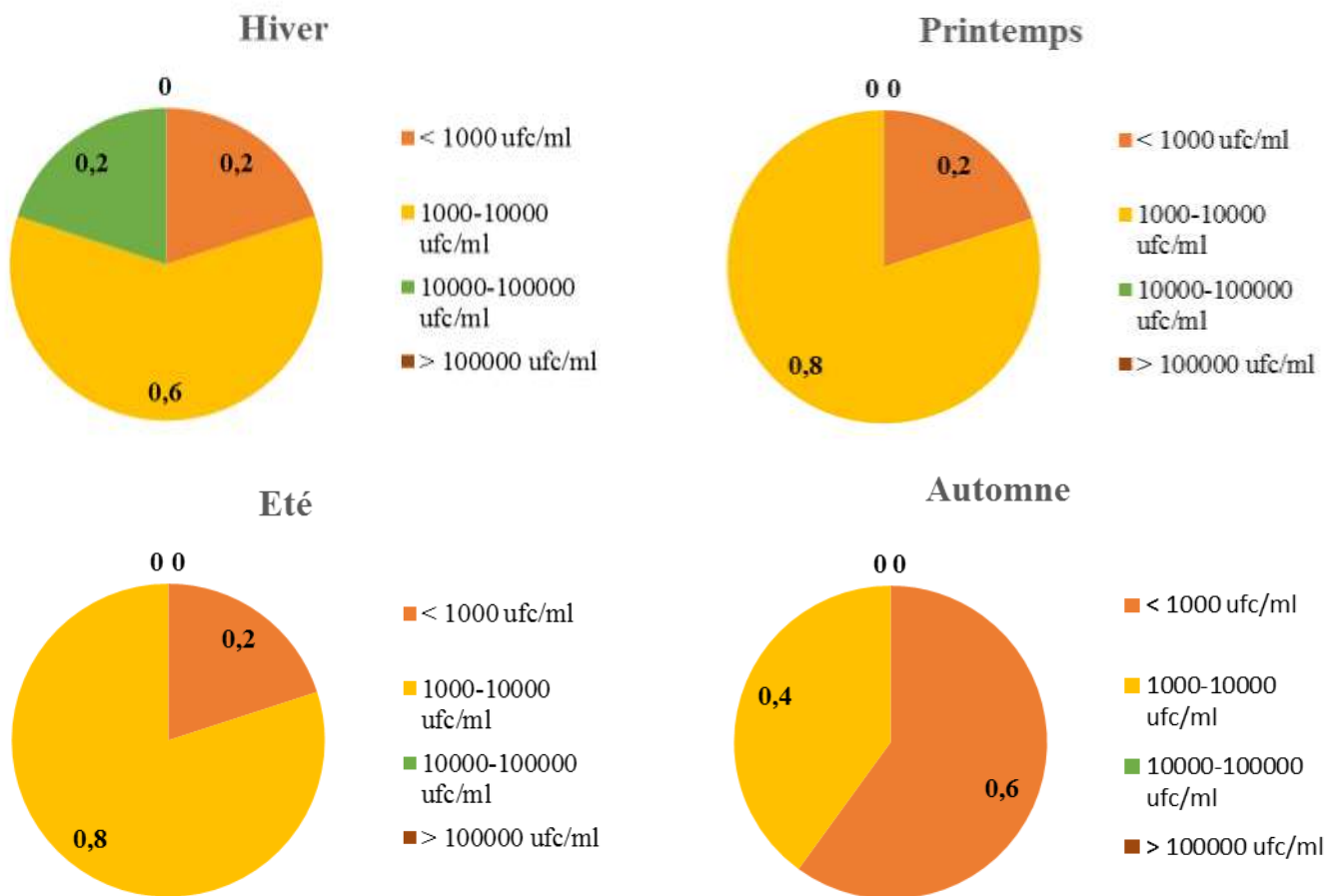


Figure 165: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

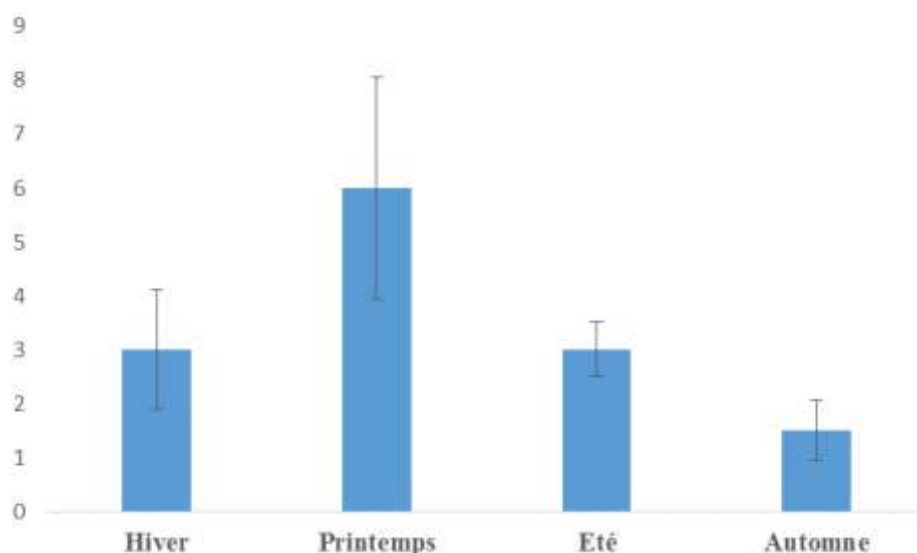


Figure 166: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

Pour les taux de charge inférieure à la valeur de **10³ufc/ml**, le pourcentage le plus élevé se situe au niveau de la saison de l'été avec un pourcentage de 20%, et la valeur la plus faible de l'ordre de 10% pour la saison d'automne. Pour la fourchette de charge en entérobactéries de **10³-10⁴ufc/ml**, on note la présence d'un pourcentage de 60% pour la saison du printemps, un pourcentage de 40% pour la saison d'hiver, de 20% pour la saison d'été et enfin un pourcentage de 10% pour la saison d'automne.

La même tendance est observée pour la fourchette de charge en entérobactéries de **10⁴-10⁵ufc/ml** bien que la répartition en fonction des saisons change. Ainsi, le pourcentage le plus élevé est de l'ordre de 60% pour la saison de l'automne, un pourcentage de 40% est noté pour les deux saisons d'hiver et de printemps, et un pourcentage de 20% pour la saison de l'été. En revanche, les taux qui dépassent la charge de **10⁵ufc/ml** sont présentés par un pourcentage de 20% pour les saisons hiver et automne (Figure 167).

L'analyse des résultats relatifs au dénombrement des entérocoques, montre clairement que la seule différence significative mise en évidence est valable uniquement dans le cas de la saison d'automne qui présente une valeur significativement élevée ($34 \pm 9,7 \cdot 10^3$ ufc/ml), en comparaison avec les autres saisons, alors que ces derniers (printemps $11,8 \pm 3,93 \cdot 10^3$ ufc/ml), (été $9,60 \pm 3,93 \cdot 10^3$ ufc/ml, et (hiver $9,40 \pm 3,11 \cdot 10^3$ ufc/ml) représentant des relativement basses et équivalents (Figure 168).

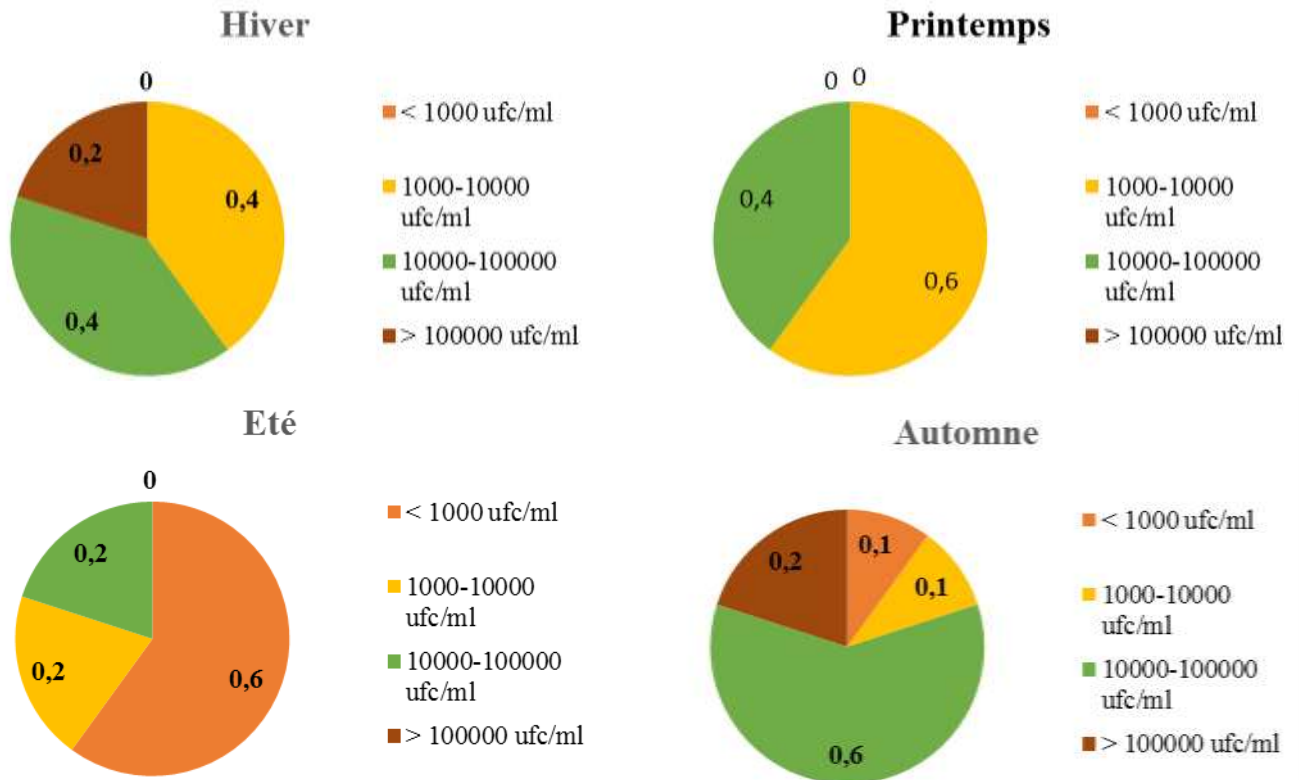


Figure 167: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries $10^3 \text{ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Beni Mellal.

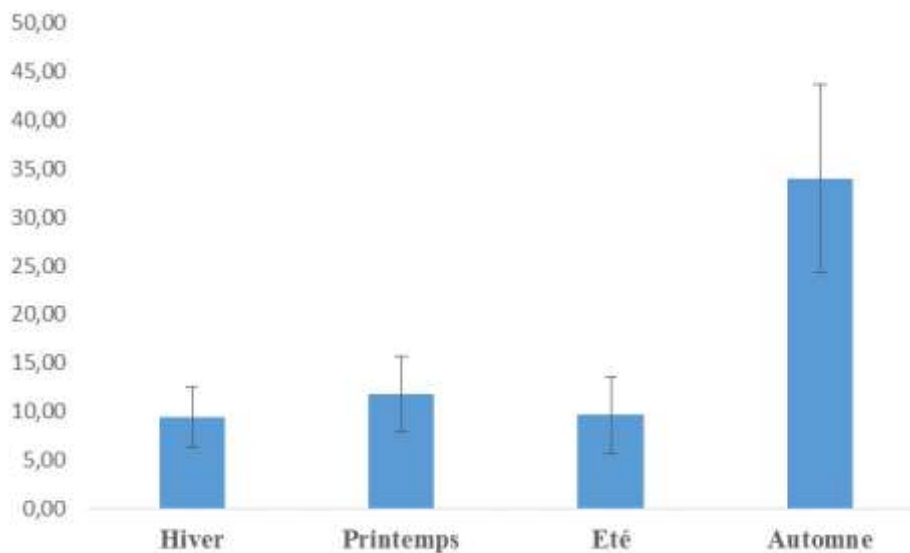


Figure 168: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries $10^3 \text{ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

On note, que pour un seuil de charge en entérobactéries qui ne dépasse pas 10^3 ufc/ml, le pourcentage est de 22,22% pour les saisons d'hiver et d'été, et est de l'ordre de 11,11% au niveau de la saison du printemps. Par contre, la saison de l'automne marque une valeur les plus élevées qui est de l'ordre de 44,44%.

Pour une fourchette de charge de 10^3 - 10^4 ufc/ml, on constate que la saison de l'hiver et celle du printemps ont des valeurs similaires en termes de pourcentage qui est de l'ordre de 22,22%, les deux autres saisons ont également des pourcentages équivalents qui sont de l'ordre de 55,55%. Pour la fourchette de charge entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, on trouve, des valeurs de charges très élevées, avec un pourcentage de 66,66% pour la saison du printemps, suivie par la saison d'hiver (44,44%) et la valeur la plus faible est retrouvée au niveau de la saison de l'été avec un pourcentage de 22,22%. Les seuils qui dépassent la charge 10^5 ufc/ml sont présentées par un taux très faible, et seulement au niveau de la saison de l'hiver de 11,11% (Figure 169).

L'évolution des taux de charge bactérienne en entérobactéries, montre que trois saisons de l'année printemps, été, automne présentent des valeurs significativement faibles, d'ailleurs parfois des valeurs très proches les unes des autres comparées à la saison d'hiver avec un taux de $92,20 \pm 11,12 \cdot 10^3$ ufc/ml, qui se caractérise par une charge considérablement élevée en comparaison avec les autres saisons (printemps $21,20 \pm 8,07 \cdot 10^3$ ufc/ml, automne $6,60 \pm 2,87 \cdot 10^3$ ufc/ml, et été $2,75 \pm 1,22 \cdot 10^3$ ufc/ml) (Figure 170).

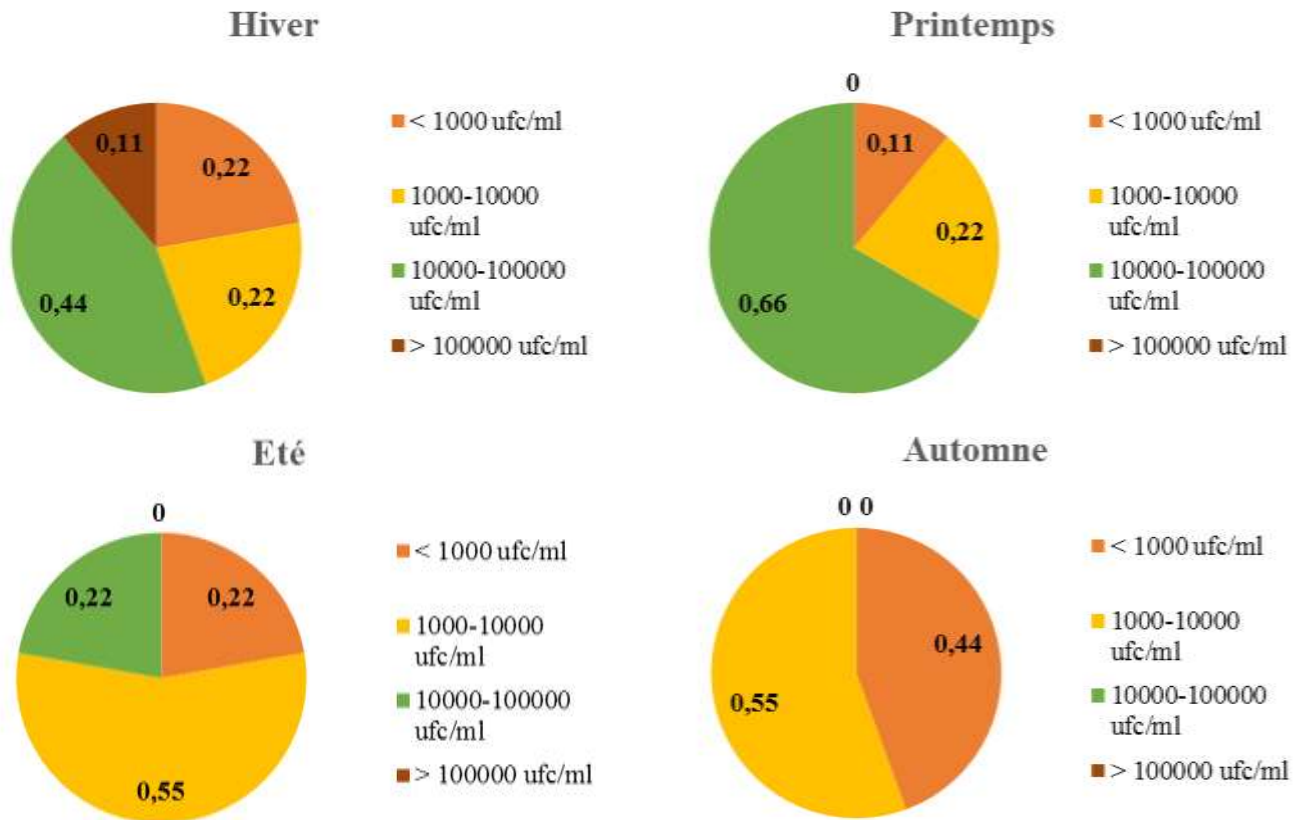


Figure 169: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

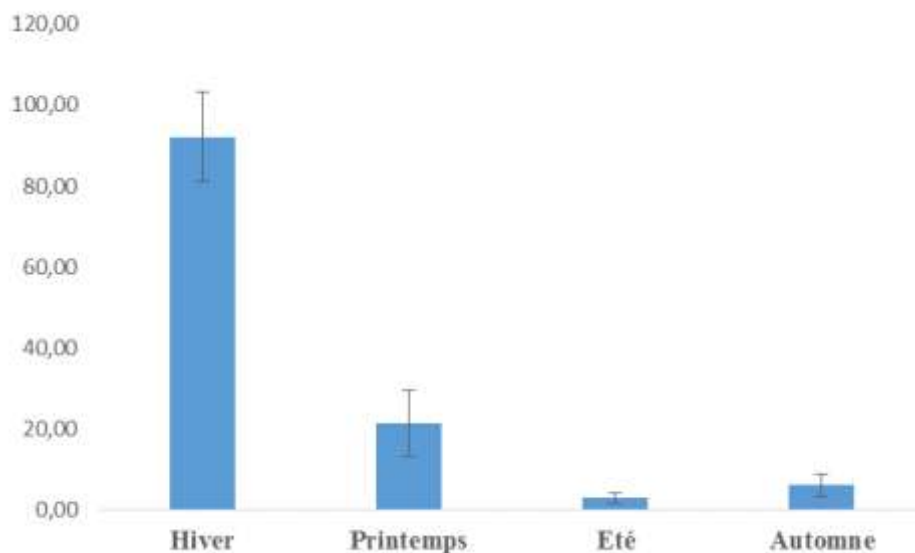


Figure 170: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad Ayyad-Azillal

Cette zone diffère des autres zones par des valeurs très proches les unes des autres pour les mêmes seuils ou au sein de la même fourchette. Ainsi, on constate que pour un seuil de charge qui ne dépasse pas les 10^3 ufc/ml, le pourcentage est de 40% pour toutes les saisons. Idem pour la fourchette de charge de 10^3 - 10^4 ufc/ml, qui présente des valeurs les plus faibles en pourcentage et qui sont de l'ordre de 10% pour toutes les saisons sauf la saison de l'hiver.

Des résultats similaires sont également retrouvés pour les taux de charge entre 10^4 et 10^5 ufc/ml, où on trouve une valeur de charge plus élevée qui en termes de pourcentage est de 40% pour la saison de l'été, et de 30% pour toutes les autres saisons de l'année (Figure 171).

D'après les investigations de l'étude de l'évolution des niveaux de charge des entérobactéries, nous avons constaté que les trois saisons de l'année printemps, été, automne présentant des valeurs très proches les unes des autres et relativement plus basses que la valeur enregistrée au niveau de la saison hiver $169,33 \pm 49,65 10^3$ ufc/ml, mais cette différence n'est pas significative (Figure 172).

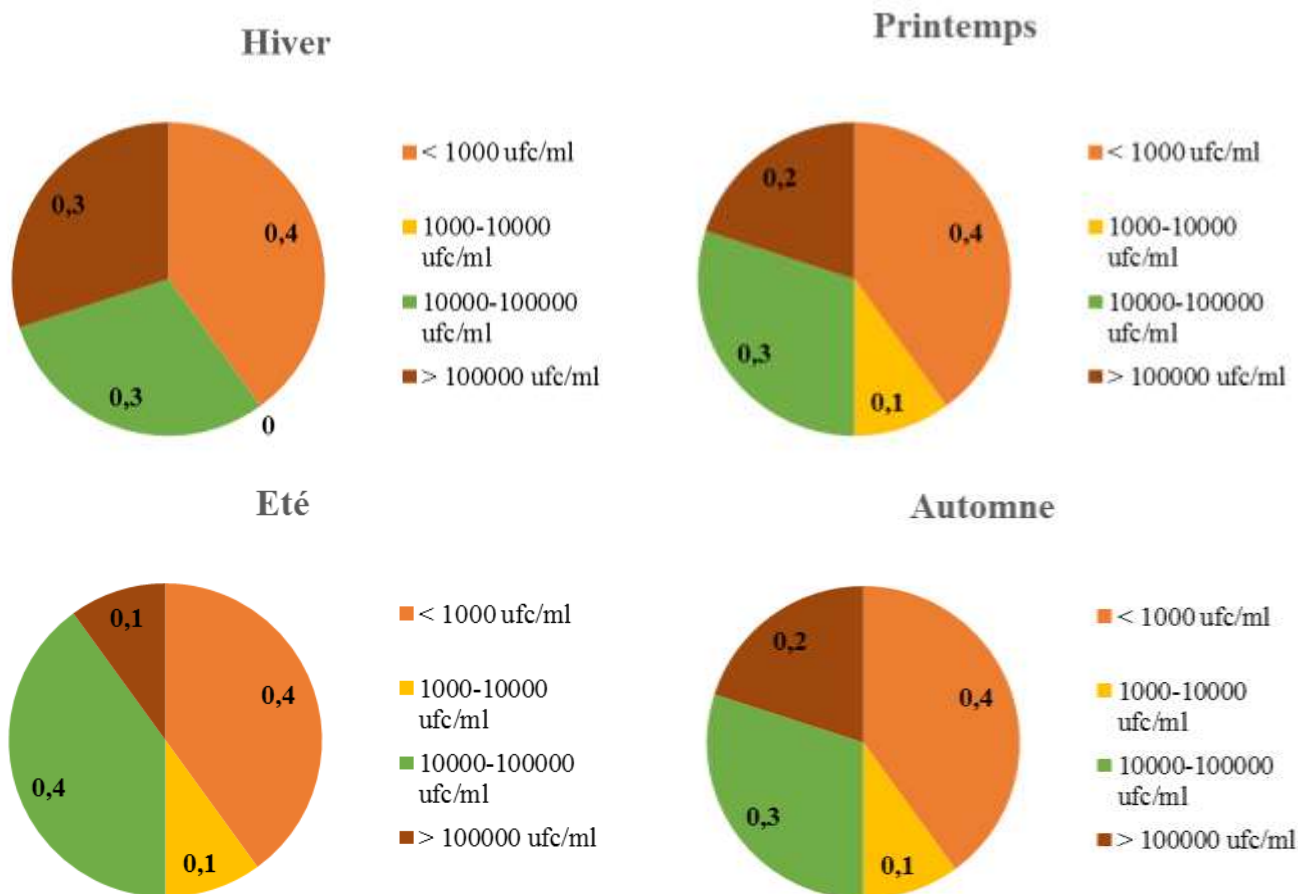


Figure 171: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

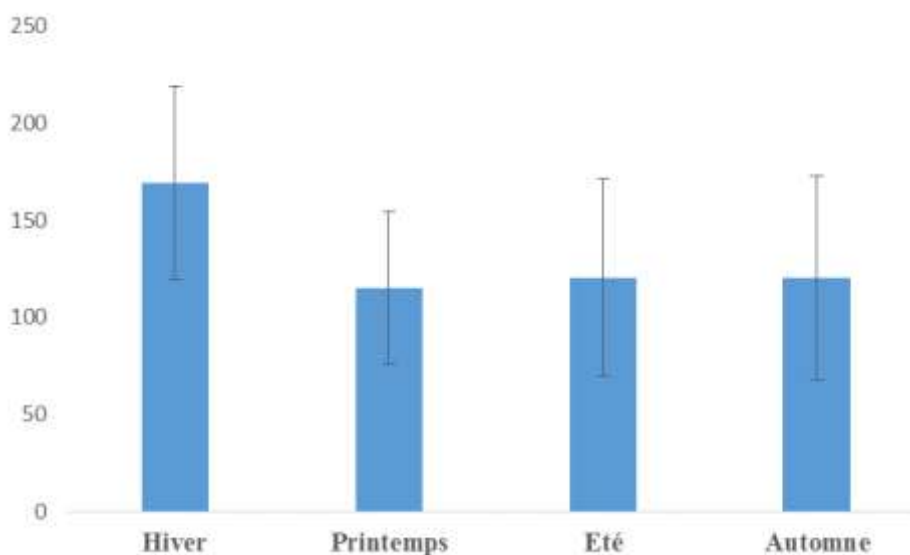


Figure 172: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

On constate, pour cette zone d'investigation et que pour un taux de charge qui ne dépasse pas 10^3 ufc/ml , le pourcentage est de 22,22% pour de toutes les saisons excepté pour la saison de l'automne. Pour la fourchette de charge de 10^3-10^4 ufc/ml , elle présente les valeurs les plus faibles de pourcentage de 11,11% pour toutes les saisons sauf cette fois-ci la saison de l'hiver. En revanche, les valeurs les plus élevées se localisent au niveau de la fourchette 10^4-10^5 ufc/ml , puisque la valeur la plus élevée se situe au niveau de la saison de l'automne avec un pourcentage de 88,88%, suivi par la saison de l'hiver avec un pourcentage de 77,77%, et en dernier rang les deux saisons, printemps et été, avec un pourcentage de 66,66%, On signale l'absence de taux de charge qui dépassent le seuil de 10^5 ufc/ml (Figure 173).

Selon l'étude de l'évolution des niveaux des bactéries entérocoques, nous constatons que bien que pour trois saisons de l'année printemps, été, automne présentent des valeurs relativement basses, sont notées, comparées à la saison d'hiver ($92,20 \pm 11,12 \text{ } 10^3 \text{ ufc/ml}$), cette différence n'en demeure pas moins non significative (Figure 174).

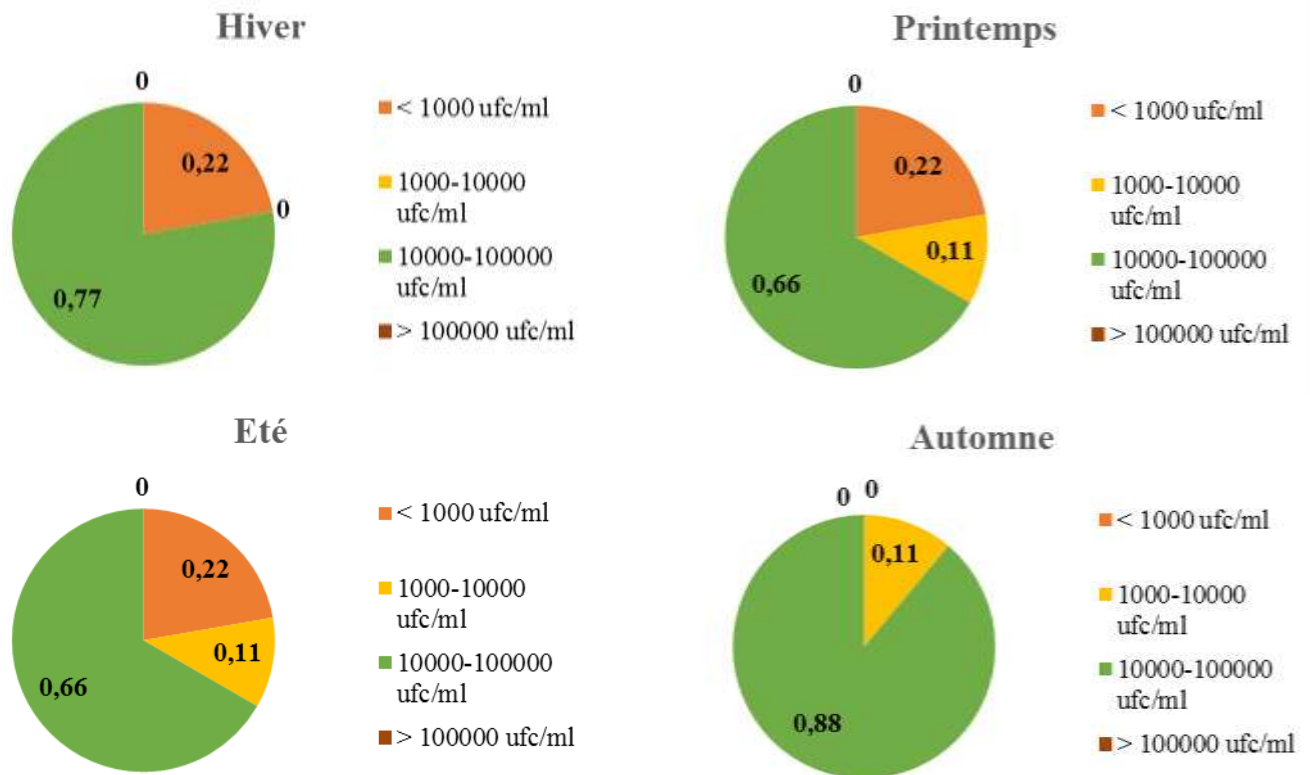


Figure 173: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

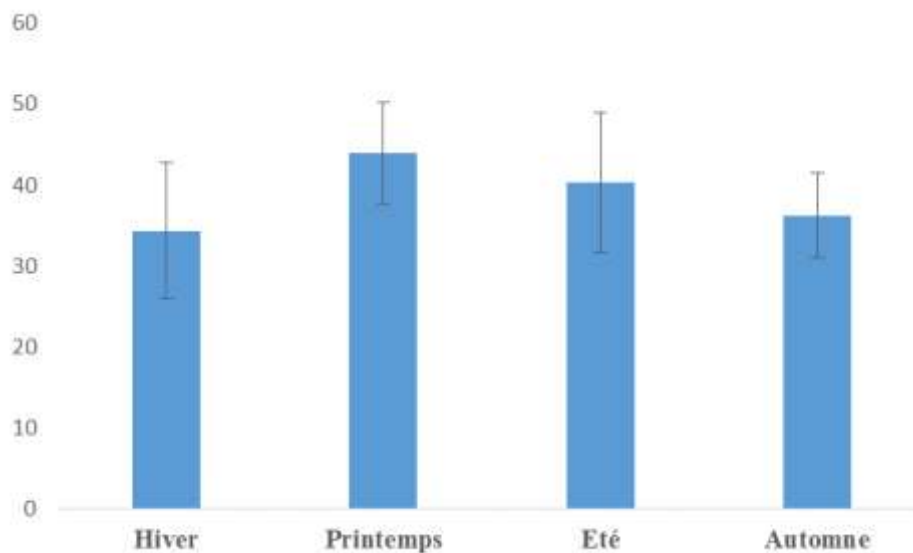


Figure 174: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des entérobactéries $10^3 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

7. Les thermorésistants (Th)

La zone de Dar Oulad-Zidouh

Dans cette zone, on note l'absence de taux de charges qui ne dépassent pas les 10^3 ufc/ml, alors que les taux qui dépassent la charge 10^3 ufc/ml, sont retrouvés uniquement pour la saison de l'été avec un pourcentage de 20%. Inversement, on trouve les valeurs les plus élevées pour les deux fourchettes de 10^1 - 10^2 ufc/ml, et de 10^2 - 10^3 ufc/ml. Ainsi, on remarque que la saison du printemps et la saison de l'automne ont des résultats similaires pour les deux fourchettes étudiées, avec un pourcentage de 40% concernant la fourchette de 10^1 - 10^2 ufc/ml et un pourcentage de 60% concernant la fourchette de 10^2 - 10^3 ufc/ml.

Pour la saison de l'été on constate l'absence de charge inférieure à 10^1 ufc/ml, et par contre, une charge présente un pourcentage de 20% concernant la fourchette de 10^1 - 10^2 ufc/ml et de 10^2 - 10^3 ufc/ml, tandis que la fourchette de 10^1 - 10^2 ufc/ml présente le pourcentage le plus élevé qui est de l'ordre de 60% (Figure 175).

La charge microbienne relative aux thermorésistants, présente des valeurs différentes durant les quatre saisons. Ainsi, il y a présence d'une valeur de la charge bactérienne la plus élevée, au niveau de la saison d'automne, avec un taux de l'ordre de $43 \pm 2,52$ 10 ufc/ml, et qui est significativement différent des taux très faibles enregistrés au niveau des autres saisons (Figure 176).

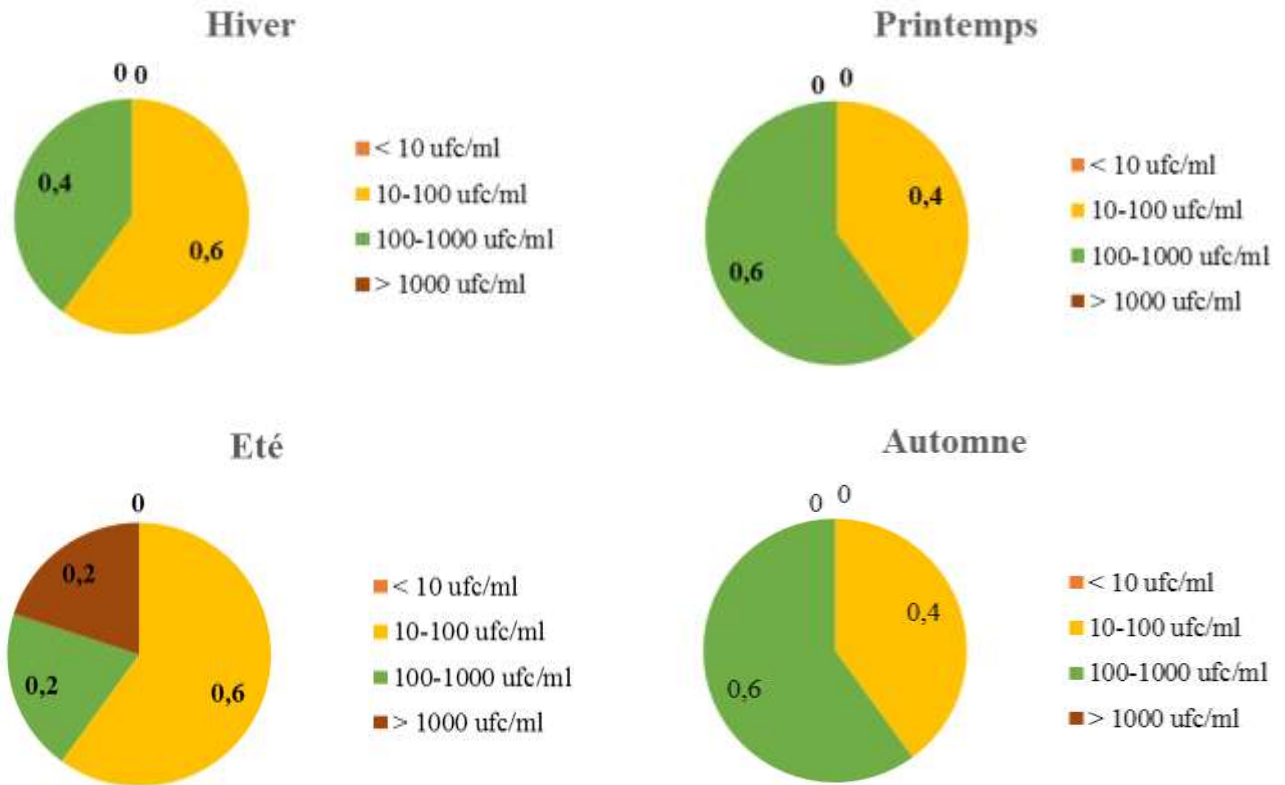


Figure 175: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

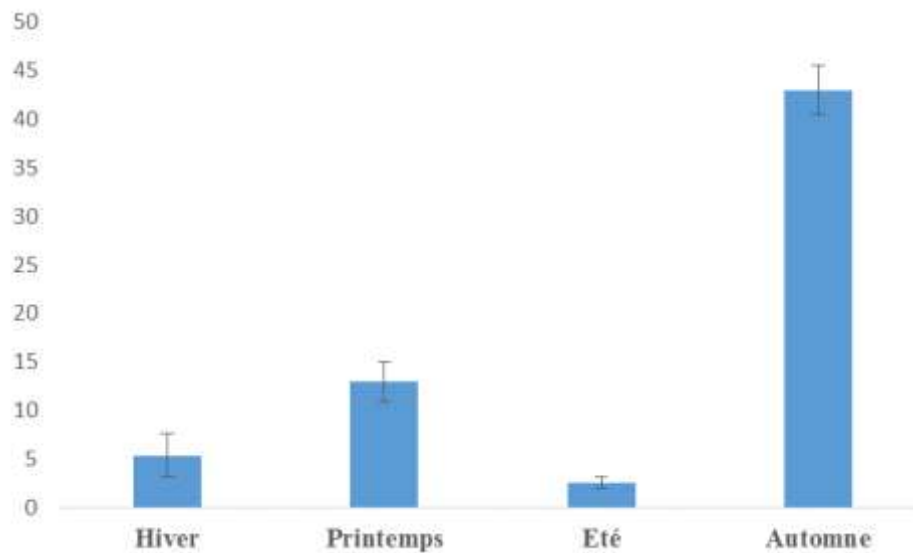


Figure 176: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Dar Oulad-Zidouh.

La zone de Beni Mellal

Les pourcentages les plus faibles se trouvent généralement pour les taux de charges inférieures à **10 ufc/ml** d'une part, et d'autre part pour les seuils de charge qui dépassent le taux **10³ ufc/ml**. En effet pour le premier taux, on trouve un pourcentage de 10% au niveau de la saison d'automne, et pour le second, on trouve également un pourcentage de 10% au niveau des deux saisons, hiver et automne.

Généralement les pourcentages les plus élevés se localisent au niveau de la fourchette de charge de **10²-10³ ufc/ml**, avec un pourcentage allant de 80% pour la saison hiver, jusqu'à 50% pour la saison automne, avec des pourcentages de 70%, et de 60% pour les saisons printemps et été respectivement.

Pour la fourchette de **10-10² ufc/ml**, on trouve des pourcentages moyennement faibles, de 40% pour la saison de l'été, de 30% pour les saisons printemps et automne et en dernier lieu un pourcentage de 10% pour la saison hiver (Figure 177).

Pour le dénombrement de la charge microbienne relative aux thermorésistants, présente des valeurs très proches les unes des autres durant les quatre saisons, avec une valeur de charge moyennement élevée au niveau des saisons, d'automne ($25,33 \pm 8,43$ 10ufc/ml), et d'été ($25,62 \pm 9,98$ 10ufc/ml), et des charges relativement moyennes pour les deux autres saisons de l'hiver et du printemps qui ont des valeurs de charge respectivement de ($20,14 \pm 5,04$ 10ufc/ml, et $17,77 \pm 5,88$ 10ufc/ml) (Figure 178).

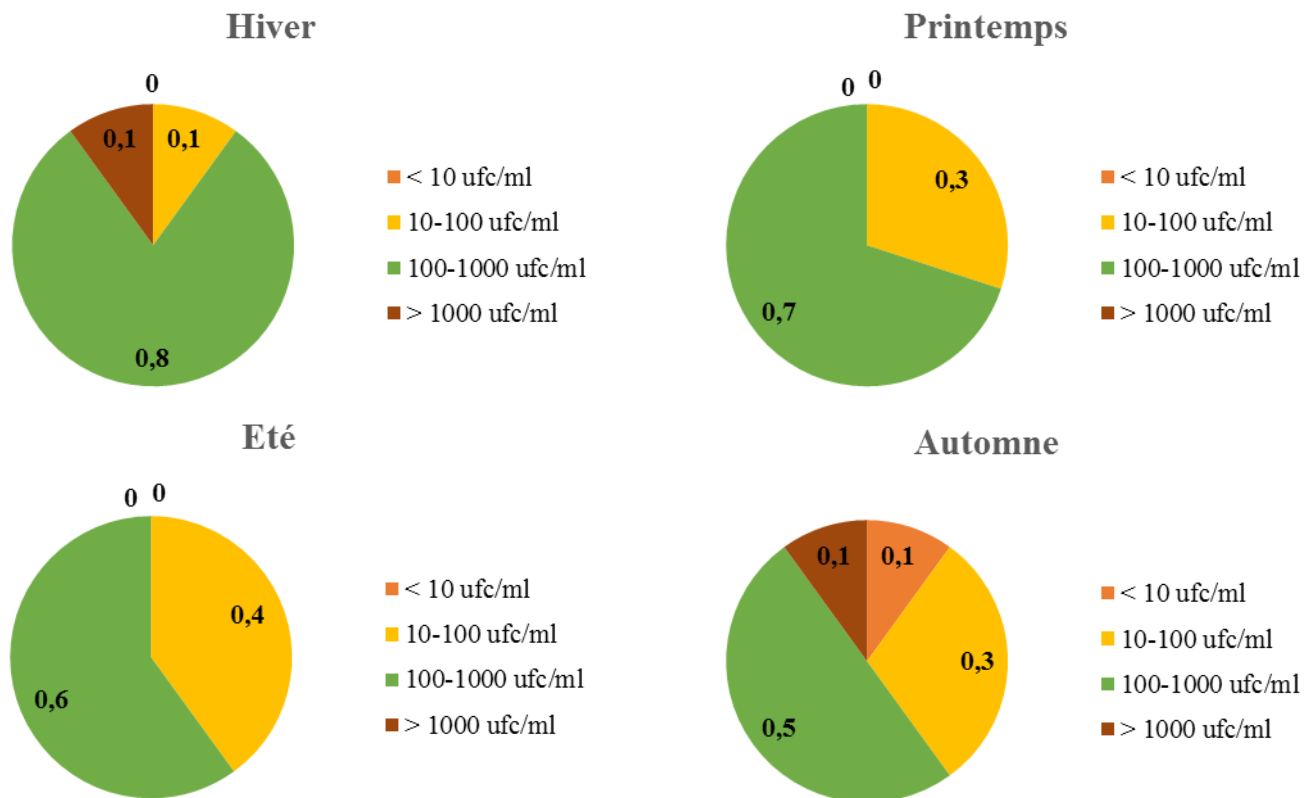


Figure 177: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en thermorésistant $10\text{ ufc}\cdot\text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Beni Mellal.

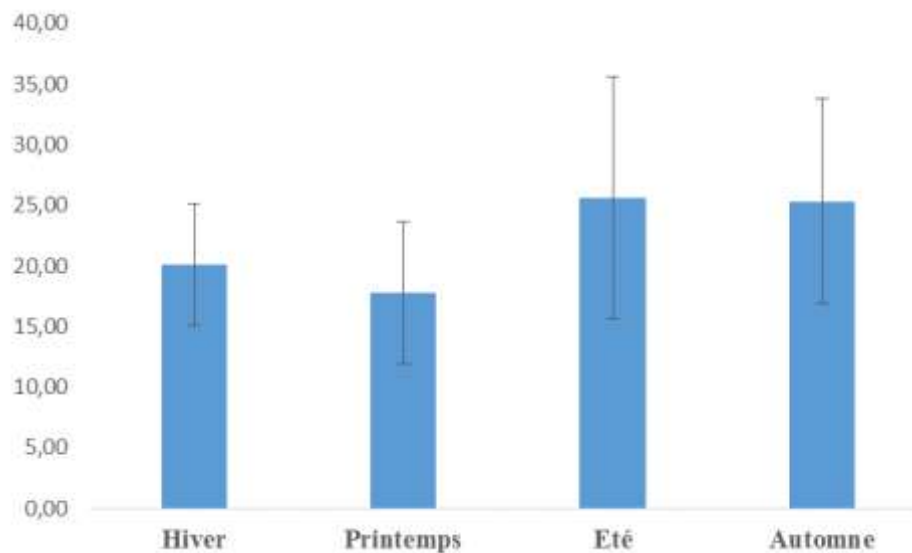


Figure 178: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des thermorésistants $10\text{ ufc}\cdot\text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Beni Mellal.

La zone de Fkih Ben Saleh

Comme la zone de Beni Mellal, cette zone présente des pourcentages plus faibles au niveau de la fourchette inférieure à **10 ufc/ml** avec des valeurs de 22,22% pour les deux saisons d'été et d'automne, notant aussi l'absence de seuil de charge qui dépasse le taux de **10³ ufc/ml**.

Pour les pourcentages les plus élevés, ils se retrouvent au niveau de la fourchette de charge de **10²-10³ ufc/ml**, avec un pourcentage allant de 77,77% à 88,88% pour les saisons hiver et printemps, et autour de 44,44% pour les saisons été et automne.

Pour la fourchette de charge de **10¹-10² ufc/ml**, on trouve des pourcentages moyennement faibles de 33,33% pour les saisons d'été et d'automne, et de 22,22% pour la saison de l'hiver, et de 11,11% pour la saison du printemps (Figure 179).

La charge microbienne relative aux thermorésistants dénombrées, présente des valeurs très proches durant trois saisons (printemps $16,83 \pm 4,18$ 10ufc/ml, été $25,33 \pm 6,18$ 10ufc/ml, et automne $23,25 \pm 7,62$ 10ufc/ml, mais significativement basses comparées à la charge de la saison d'hiver ($63,5 \pm 13,44$ 10ufc/ml) (Figure 180).

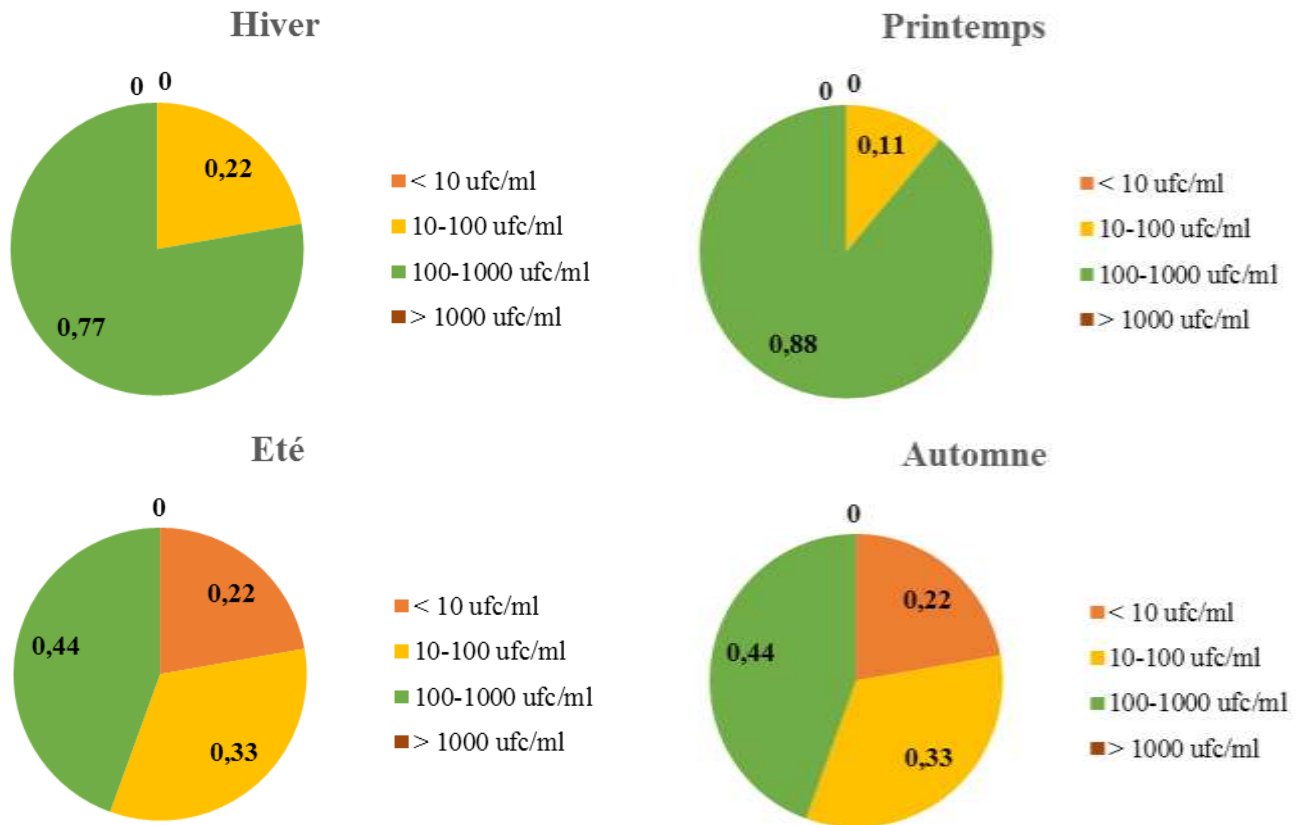


Figure 179: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

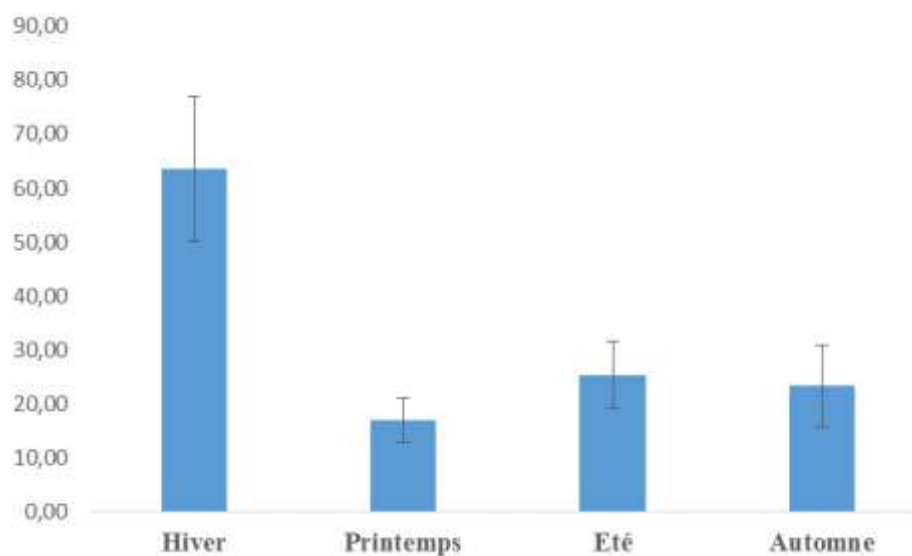


Figure 180: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh.

La zone d'Oulad Ayyad-Azillal

Dans cette zone, les deux saisons hiver et printemps présentent des résultats identiques avec un pourcentage de 100% au niveau de la fourchette de **10^2-10^3 ufc/ml**. La saison été présente un pourcentage de 90% pour cette fourchette contre 10% pour la fourchette de **$10-10^2$ ufc/ml**, tandis que pour la saison d'automne, elle est marquée par des pourcentages similaires pour les deux fourchettes (Figure 181).

La charge microbienne relative aux thermorésistants, présente des valeurs divergentes durant les quatre saisons, en effet, on note que la valeur de charge bactérienne la plus élevée, se situe au niveau de la saison d'été, avec un taux de l'ordre de $63,5 \pm 13,44$ 10ufc/ml, suivi en premier lieu, par la saison d'hiver avec un taux de $16,83 \pm 4,18$ 10ufc/ml, et en second lieu, par la saison du printemps avec une valeur en thermorésistants au voisinage de $25,33 \pm 6,18$ 10ufc/ml. Enfin, la saison d'automne qui présente la valeur de charge la plus faible de toutes les saisons, avec un taux de l'ordre de $23,25 \pm 7,62$ 10ufc/ml (Figure 182).

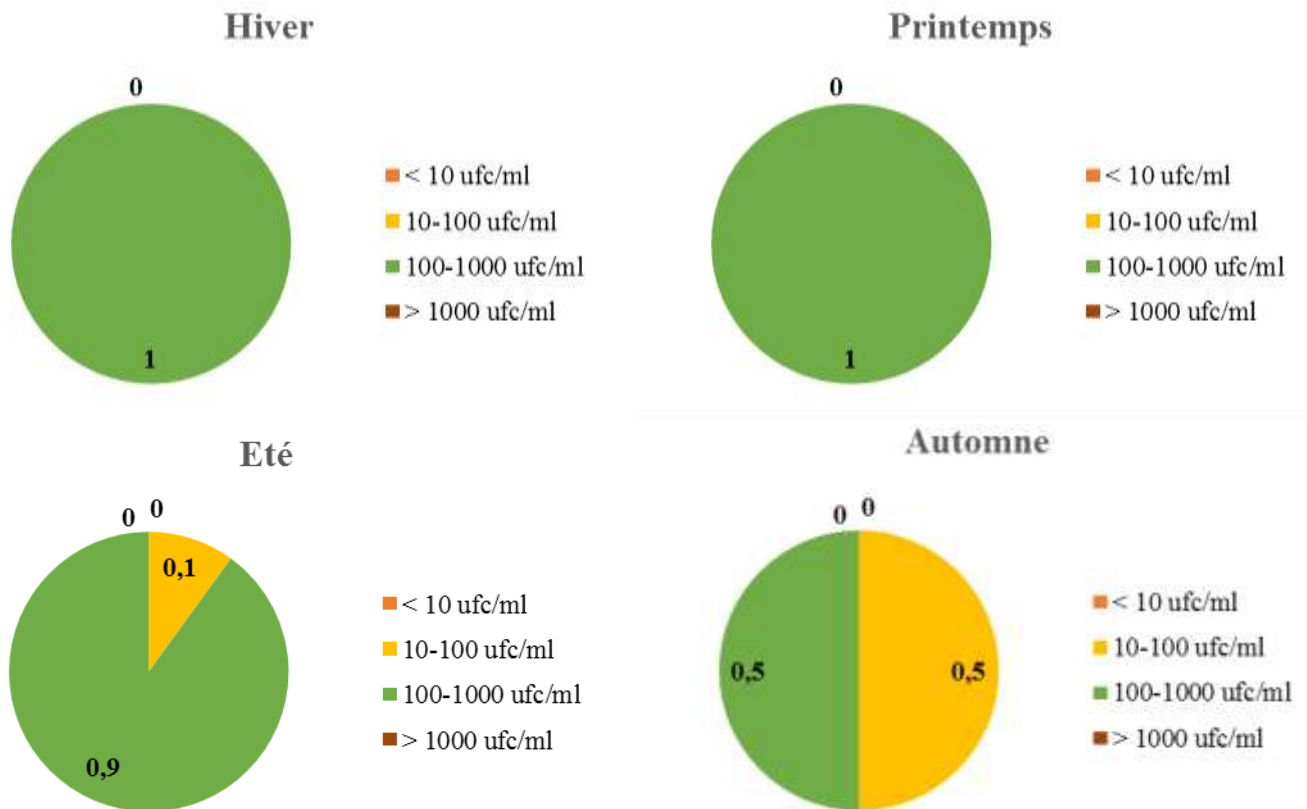


Figure 181: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

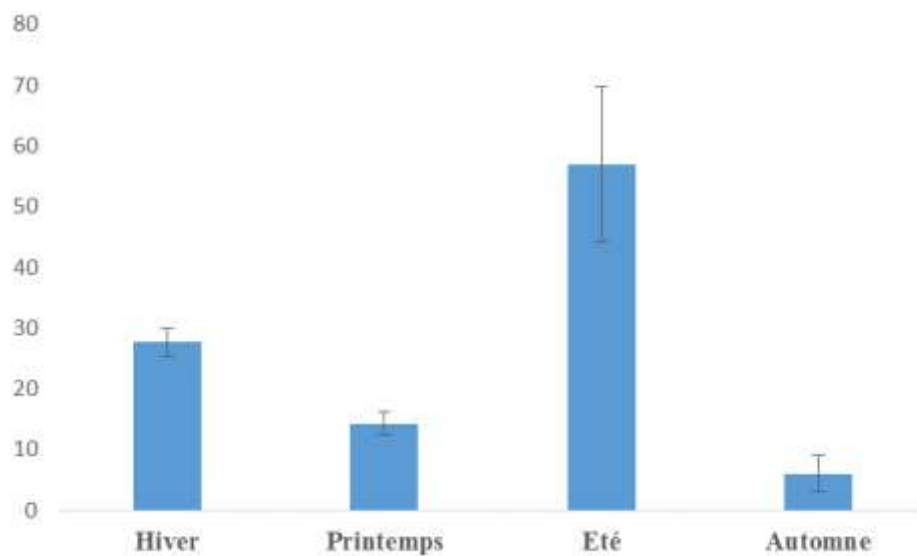


Figure 182: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal.

La zone de Khouribga

De même que précédemment, on note que les pourcentages des charges en thermorésistants dans cette zone, se trouvent spécialement au niveau de la fourchette de **10^2-10^3 ufc/ml**, avec des pourcentages élevés allant de 100% au niveau de la saison d'été, jusqu'à 77,77% au niveau des saisons hiver et printemps, passant par un pourcentage de 88,88% au niveau de l'automne.

Enfin, pour la fourchette de charge de **10^1-10^2 ufc/ml**, les valeurs relativement élevées se situent au niveau des deux saisons, hiver et printemps avec un pourcentage de 22,22%, alors que la saison automne présente un pourcentage de 11,11% (Figure 183).

La charge microbienne relative aux thermorésistants, présente des valeurs très proches durant les quatre saisons, et ne présentent pas de variation statistiquement différentes (Figure 184).

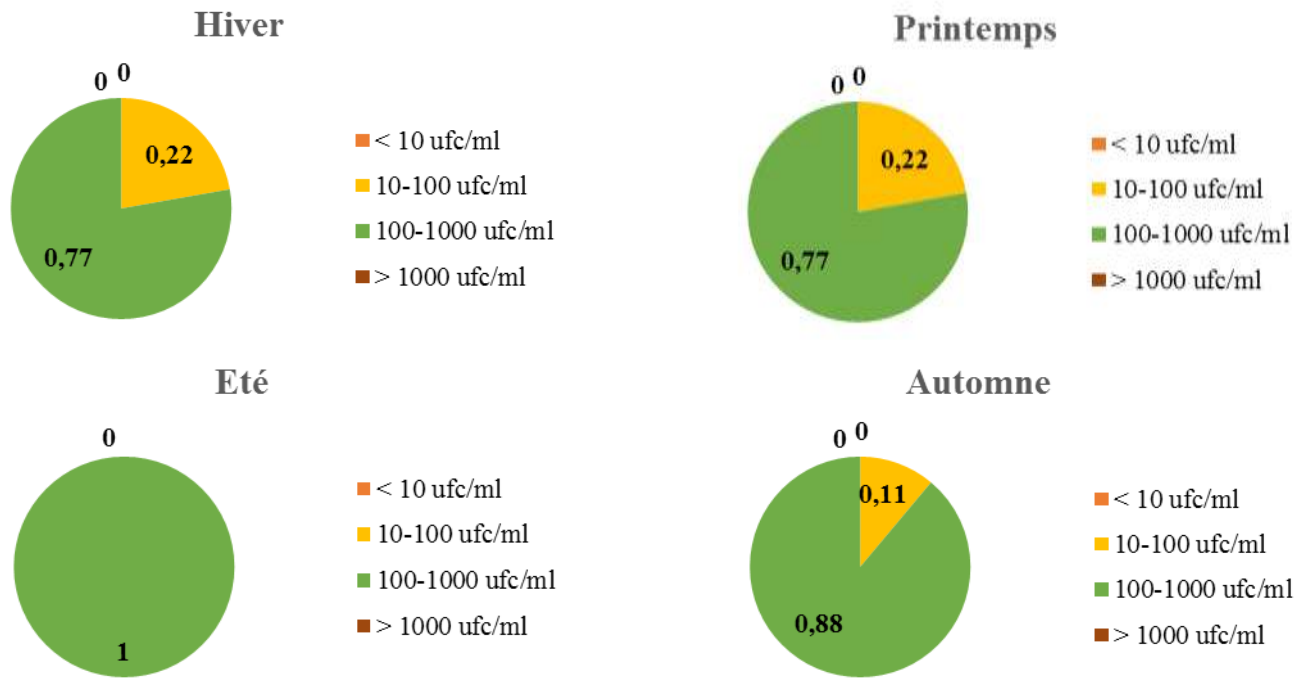


Figure 183: Le niveau de la charge bactérienne exprimé en pourcentage en thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

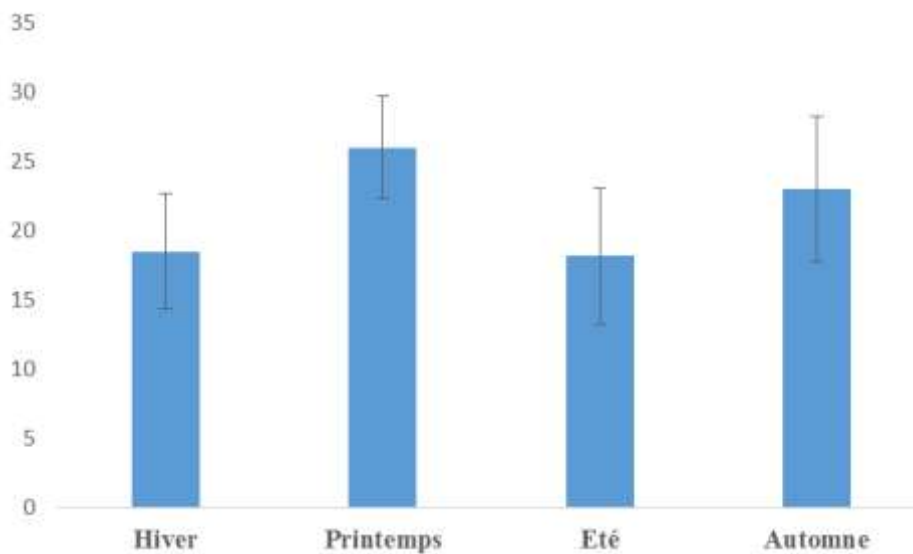


Figure 184: Le niveau de la charge bactérienne exprimé par moyenne \pm SEM des thermorésistants $10 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ au niveau de la zone de Khouribga.

II. Discussion

Les résultats des investigations et analyses microbiologiques des différents laits crus issus des laits des différentes coopératives éclatées sur différentes régions au niveau de l'aire géographique de Béni Mellal, montrent qu'il y a des fluctuations très importantes en fonction de la zone géographique et de la même saison. De manière générale, cette analyse microbiologique des différents laits met en évidence la présence d'une charge microbienne relativement importante.

Nous avons commencé dans un premier temps par rechercher le niveau de la charge en flore mésophile aérobie totale ou FMAT, étape importante dans la caractérisation de l'état hygiénique du lait cru. Il s'agit ainsi de la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. L'énumération de cette flore pour les échantillons collectés a montré qu'il y a une contamination importante du lait cru pendant toutes les périodes et pour presque toutes les zones. Il faut noter aussi que la zone de Fkih Ben Saleh se caractérise par un niveau de FMAT plus élevé que les autres (dépassant le seuil de 10^7 ufc/ml) suivie de la zone de Khouribga, ensuite la zone d'Ouled Ayyad-Azillal et celle de Beni-Mellal. La forte contamination du lait cru, réceptionné par ces dernières fermes laitières peut être expliquée, d'une part, par les conditions de traite et également de stockage du lait dans les citernes, voire des modalités de transport jusqu'aux coopératives proprement dites. Des observations effectuées au préalable sur les conditions de la traite et, d'autre part, par les conditions de la collecte du lait cru, notamment l'utilisation d'une eau d'une qualité microbiologique médiocre pour le nettoyage des ustensiles et des animaux confirment largement ces allégations. Toutes ces conditions mèneraient à une mauvaise qualité du lait cru au niveau des centres de collecte (Chatelin and Richard, 1981 ; Afif et al., 2008). Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Srairi et al. (2005), Riahi (1981), Amhoury (1998), Bonfoh (2003) et Fook Yee Chye, (2004). Nous avons observé au cours de l'année que tous les échantillons de lait cru examinés, ont une flore totale située entre $1,33 \pm 1,32 \cdot 10^5$ ufc/ml comme une valeur la plus faible au niveau de la zone de Dar Oulad Zidouh et $60,4 \pm 7,58 \cdot 10^5$ ufc/ml comme une valeur la plus élevée au niveau de la zone de Fkih Ben Saleh. Ces échantillons de lait seraient qualifiés de mauvaise qualité si on se référait aux normes françaises ou américaines d'évaluation de la qualité du lait cru. Les charges maximales tolérées par les deux réglementations sont respectivement de $5 \cdot 10^5$ ufc/ml et de $3 \cdot 10^5$ ufc/ml (Alais., 1985). A signaler également que la valeur maximale a été retrouvée durant la période où la température est plus élevée, alors que la valeur minimale l'a été durant la période froide. En effet, la

dégradation de la qualité du lait cru dans plusieurs coopératives est due essentiellement au manque de respect des bonnes pratiques de production au niveau de la traite, de la collecte et du transport du lait cru (Olson and Mocquot, 1980; Cousin, 1982). Le problème de stockage du lait de soir pour être mélangé ultérieurement avec le lait du lendemain matin et les différents transvasements, (Amhourî., 1998), influent également sur la charge en germes. D'après Aumaitre (1999), la santé du troupeau, la traite et les conditions du stockage sont aussi déterminants pour l'appréciation de la qualité du lait. Les résultats obtenus pour les CF dans le cas de la zone Fkih Ben Salah (une charge de plus de 10^4 ufc/g), des valeurs élevées, dépassant en ceci les taux réglementaires limites fixés par la législation française (arrêté du 21 décembre 1979), exigeant un taux inférieur à 1 ufc/g. Bien que la législation marocaine tolère un seuil de 10 ufc/gen CF, cette limite n'est pas respectée non plus. Notre étude menée dans la zone de Béni Mellal montre qu'il y a une hétérogénéité au niveau des fermes étudiées, quant aux valeurs enregistrées. La zone de Dar Oulad Zidouh étant la moins chargée avec des niveaux de $6,0 \pm 1,2210^3$ ufc/ml et de $15,33 \pm 5,24 10^3$ ufc/ml respectivement pour les CF et les CT, et ce pour la saison d'hiver. Par contre, la zone de Fkih Ben Saleh s'est avérée être la plus chargée, avec des valeurs de plus de $392,33 \pm 36,4910^3$ ufc/ml et $60,5 \pm 24,1210^3$ ufc/ml respectivement pour les CF et les CT, mais uniquement pour les périodes d'hiver et du printemps. Ces taux élevés, seraient à mettre en relation essentiellement avec les mauvaises conditions de transport, tel que ceci a été constaté lors de notre présence sur le site. Il n'est pas sans dire que les conditions d'hygiène relevées au niveau de ces coopératives peuvent être qualifiées de mauvaises à très mauvaises pendant la traite. L'analyse des teneurs en CT, reste un bon indicateur de la salubrité et de l'hygiène d'un produit fromager selon Asperger et Brandl (1980). Les législations française et marocaine fixent leur seuil de tolérance à des taux de 1 et 10 ufc/g respectivement.

**Partie IX : Analyse des caractéristiques
hygiéniques chez des fermes au niveau
des cinq zones de la région de Béni
Mellal-Khénifra**

A- Analyses hygiéniques de lait cru de chaque zone de la région de Béni Mellal-Khénifra : résultats et discussions

Cette analyse inclut le teste de stabilité des protéines, le test d'antibiotiques et le teste des fraudes.

Concernat le teste de stabilité des protéines, ont établient le teste d'ébullition suivi par test d'alcoole et en fin le test de Ramsdel, tandis que le test de fraude se base sur la présence ou l'absence des sels, sucres et les alcalains.

1. Zone de Beni Mellal

D'après les graphes (de la figure 185 à 196) qui décrivent les étapes de stabilité du lait cru pour les quatre différentes saisons, nous constatons que les saisons hiver et printemps, présentent des pourcentages de stabilité du lait à 100% vis-à-vis du test d'alcool, mais avec des pourcentages cependant divergents pour le test de Ramsdel. En effet, le pourcentage de stabilité en Ramsdel au niveau de la saison du printemps est élevé que celui de la saison de l'hiver, car le pourcentage en Ramsdel 0,9 ml négative est de 30% au niveau de la saison du printemps, alors que le pourcentage en Ramsdel 0,9 ml négative est nulle au niveau de la saison d'hiver. Des résultats équivalents sont observés pour le test d'antibiotique ou inhibiteurs et le test de fraude pendant les deux saisons d'hiver et du printemps. Avec un pourcentage de 100%, les laits produits dans la zone sont exempt d'antibiotique avec un pourcentage faible de 10% de fraude.

Au contraire, les graphes des résultats des étapes de stabilité du lait cru des fermes de la zone de Béni Mellal pour les deux autres saisons présentent des pourcentages de 10% positive et 90% négative pour toutes les gammes de test de stabilité aux alcools : 68, 74, 76 et 79. Les laits présentent un pourcentage de stabilité élevé même pour un degré de 79 de test d'alcool.

Pour le test de stabilité de Ramsdel, nous pouvons noter que la saison d'été présente un pourcentage de 30% négative, pour le test Ramsdel 1ml, alors que la saison d'automne présente un pourcentage de 10% négative, pour le test Ramsdel 0,9 ml. Cette dernière se caractérise également par un pourcentage de 100% négative que ce soit pour le test d'antibiotique ou bien pour le test de fraude. Par contre la saison d'été se caractérise par la présence d'un taux faible de 90% de test négative pour les antibiotiques et un taux de 80% de test négative pour le test de fraude.

La stabilité du lait en saison d'Hiver

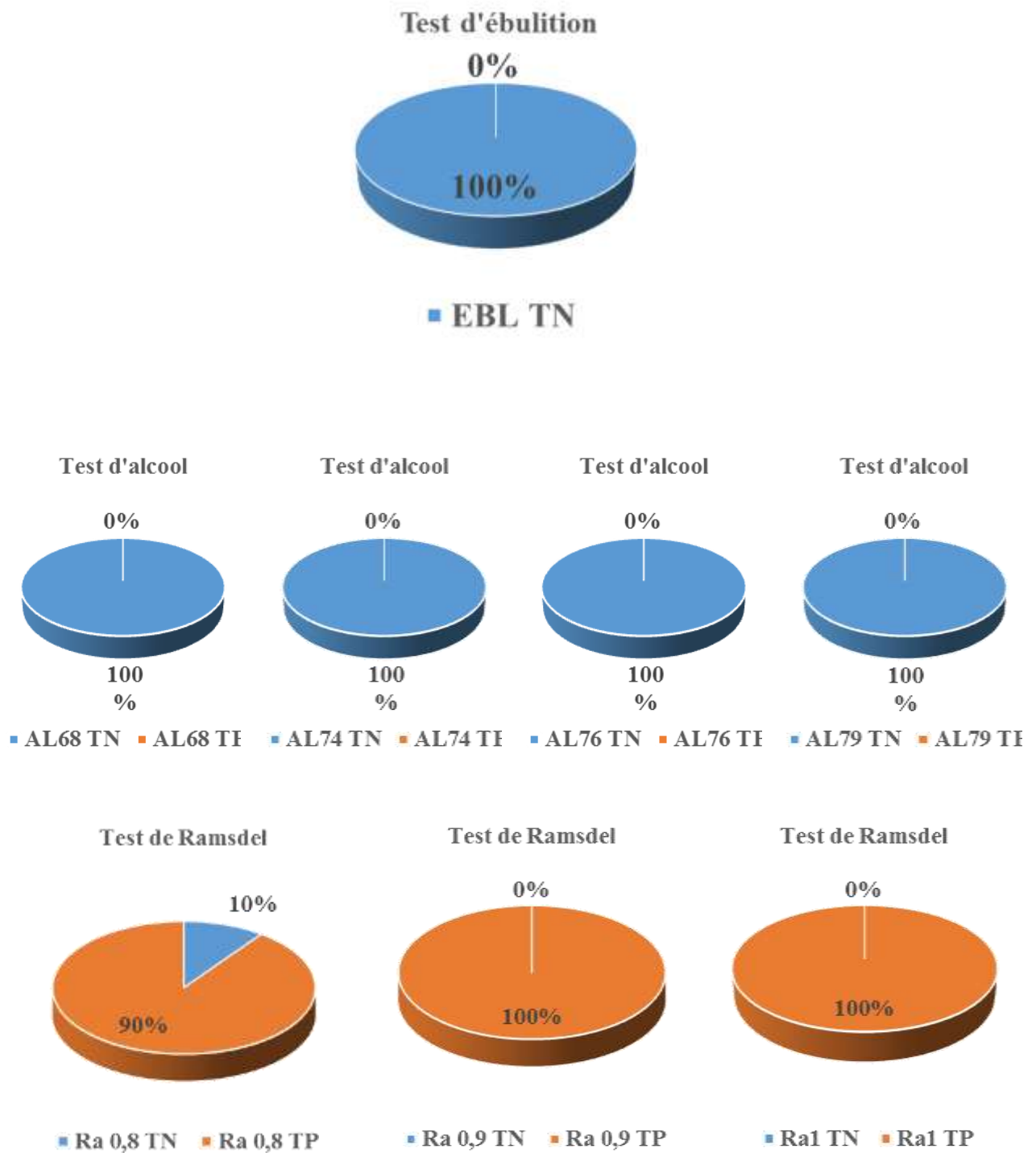


Figure 185: Les étapes du test de stabilité en hiver.

Test d'antibiotique en Hiver

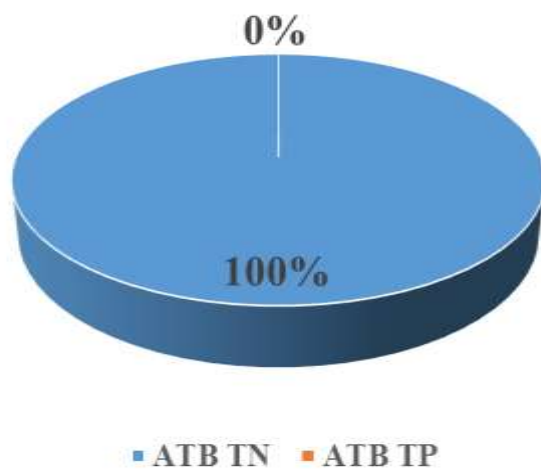


Figure 186: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver

Test de fraude en Hiver

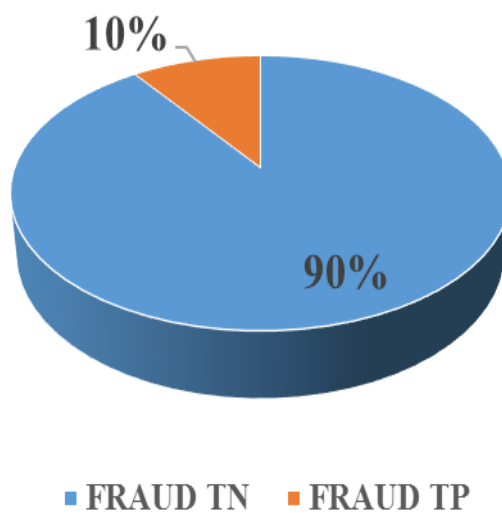


Figure 187: Le pourcentage du test de fraude en hiver

La stabilité du lait en saison de Printemps

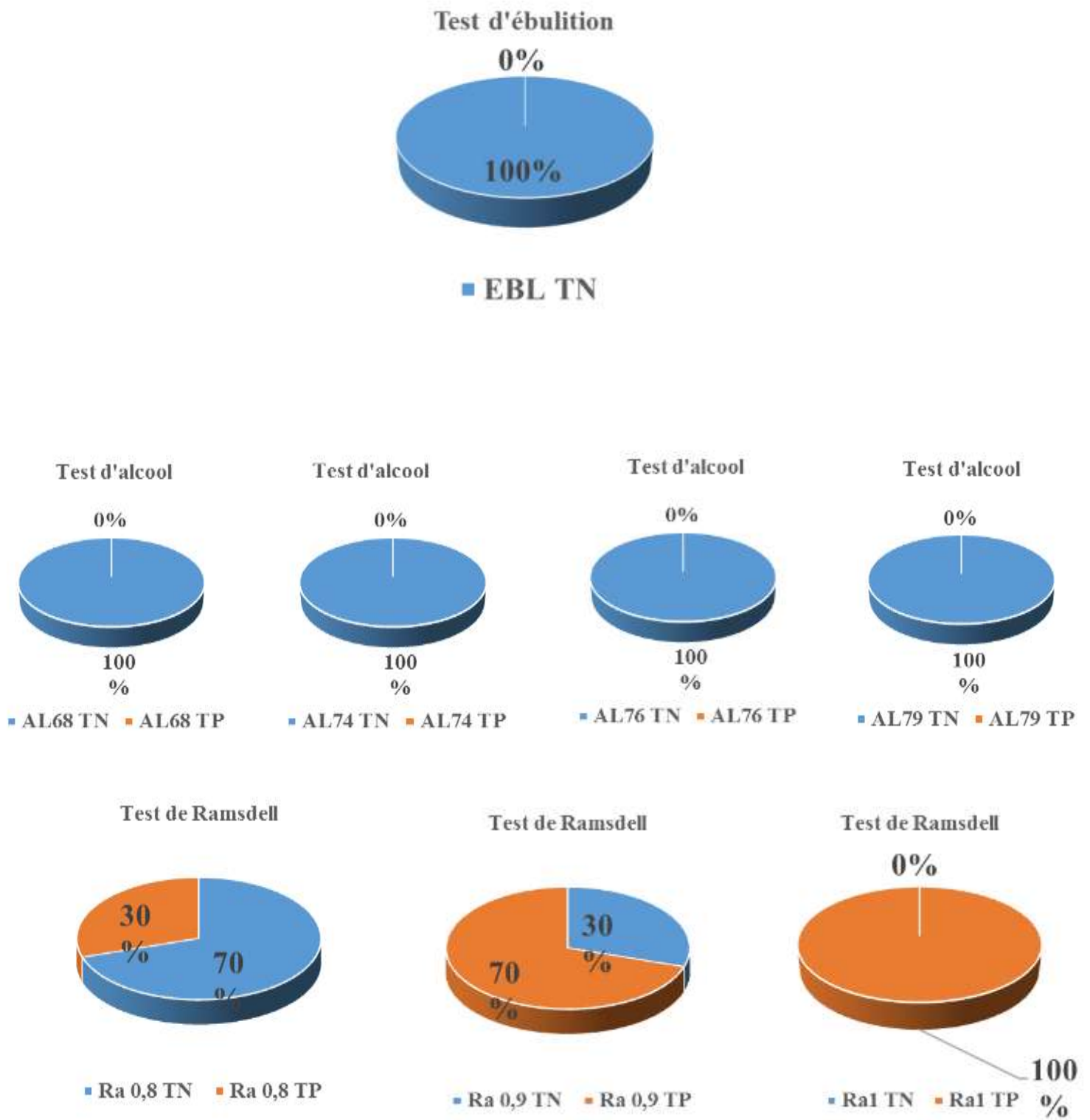


Figure 188: Les étapes du test de stabilité en printemps

Test d'antibiotique en Printemps

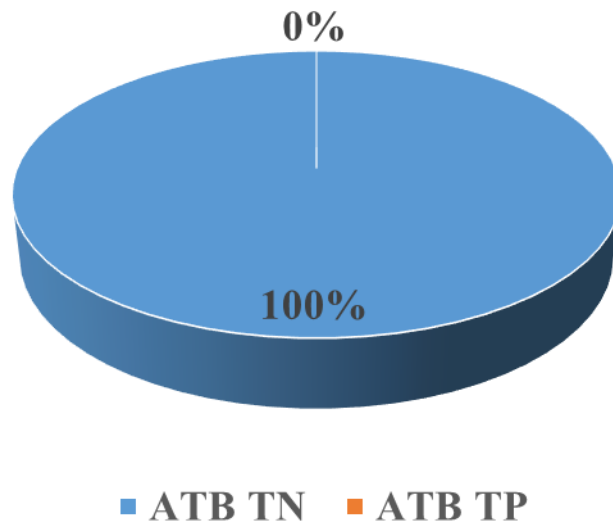


Figure 189: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps

Test de fraude en Printemps

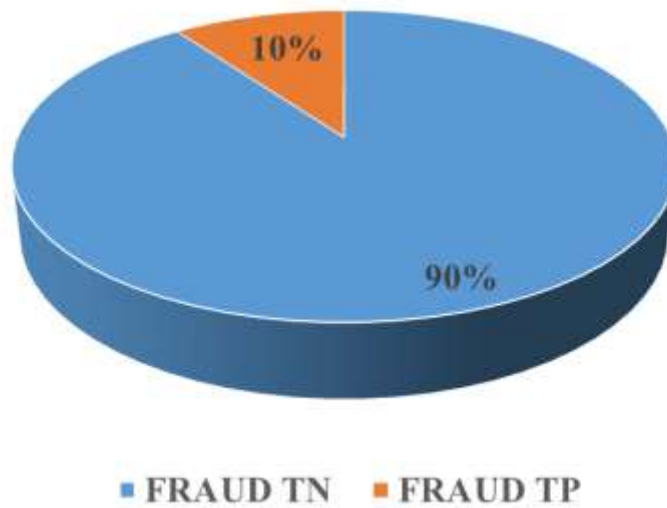
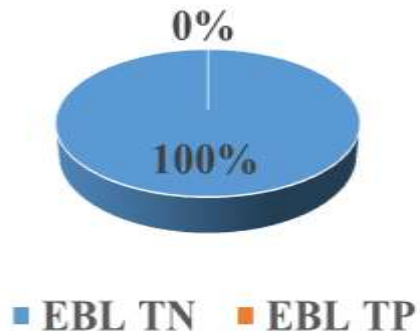


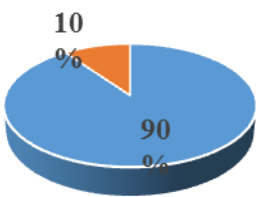
Figure 190: Le pourcentage du test de fraude en printemps

La stabilité du lait en saison d'Eté

le test d'ébullition en été

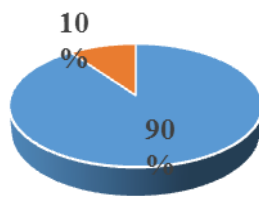


Test d'alcool



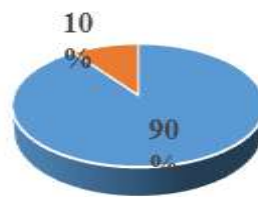
■ AL68 TN ■ AL68 TP

Test d'alcool



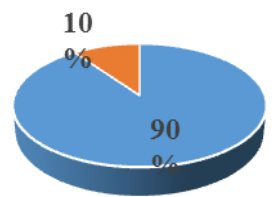
■ AL74 TN ■ AL74 TP

Test d'alcool



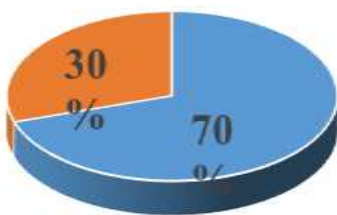
■ AL76 TN ■ AL76 TP

Test d'alcool



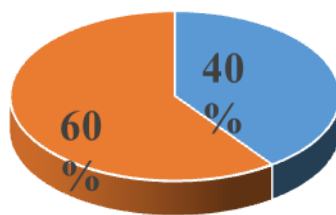
■ AL79 TN ■ AL79 TP

Test de Ramsdell



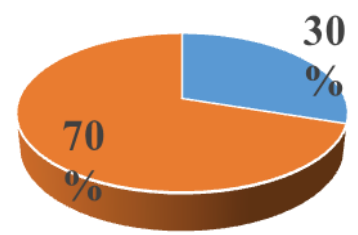
■ Ra 0,8 TN ■ Ra 0,8 TP

Test de Ramsdell



■ Ra 0,9 TN ■ Ra 0,9 TP

Test de Ramsdell



■ Ra1 TN ■ Ra1 TP

Figure 191: Les étapes du test de stabilité en été.

Test d'antibiotique en Eté

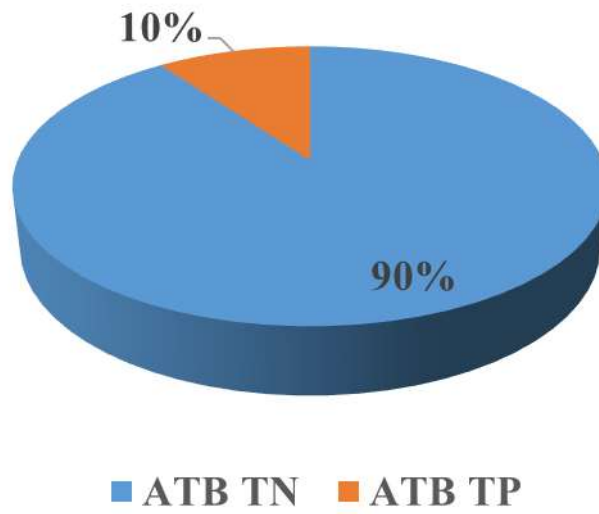


Figure 192: Le pourcentage du test d'antibiotique en été

Test de fraude en Eté

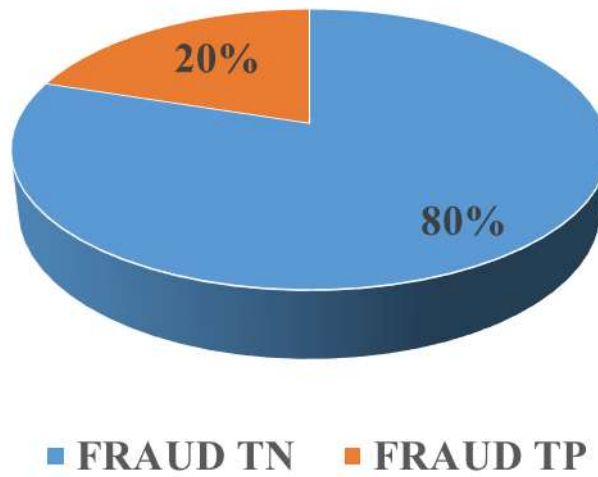


Figure 193: Le pourcentage du test de fraude en été.

La stabilité du lait en saison d'Automne

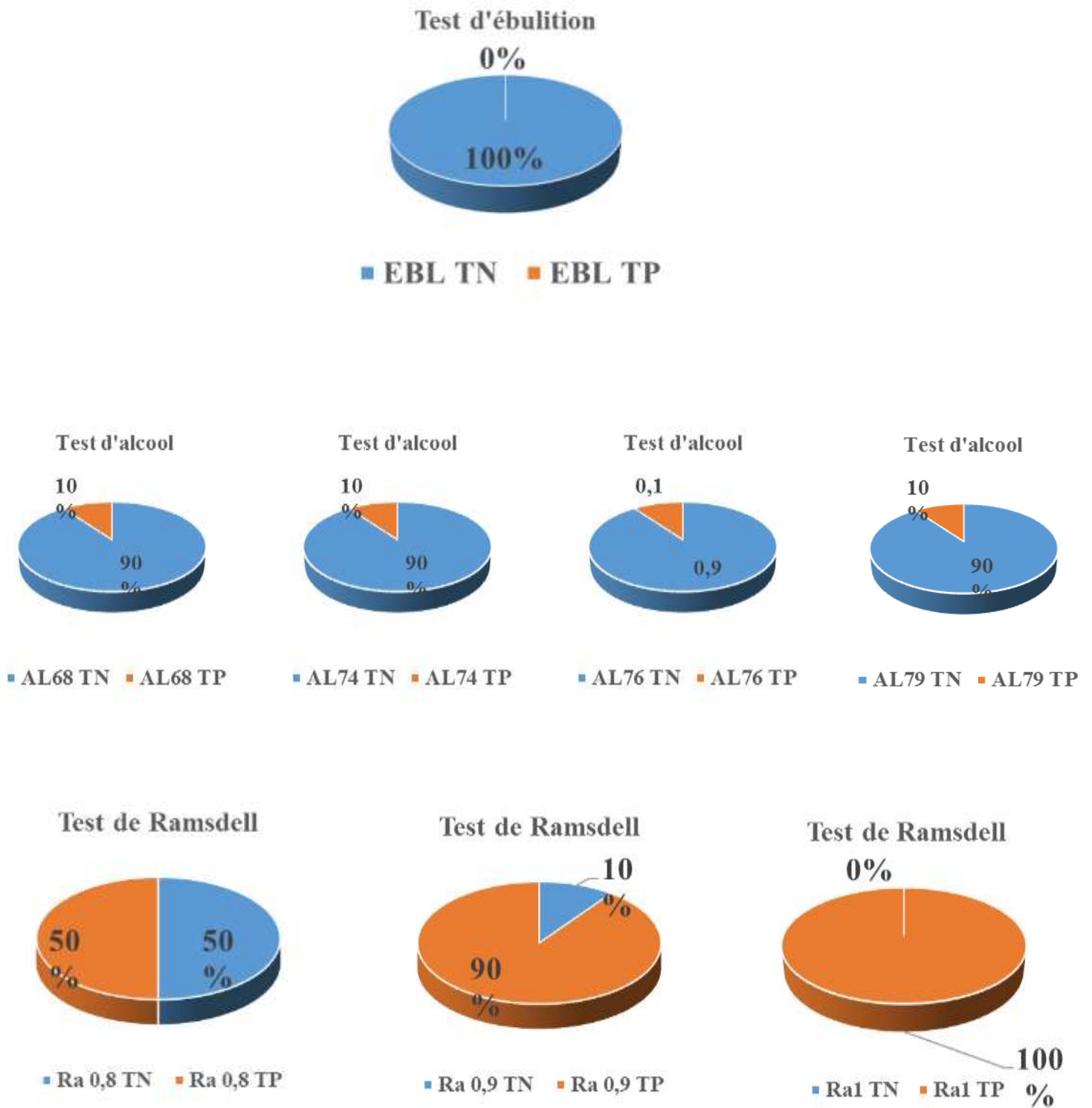


Figure 194: Les étapes du test de stabilité en automne.

Test d'antibiotique en Automne

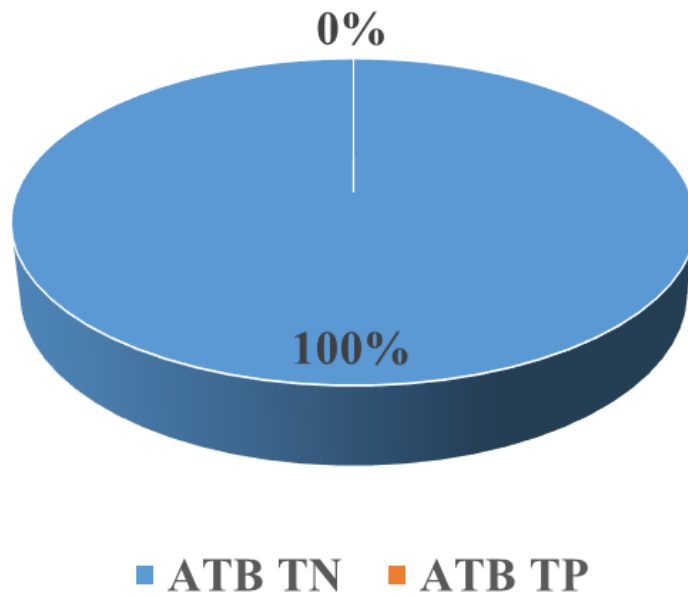


Figure 195: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne

Test de fraude en Automne

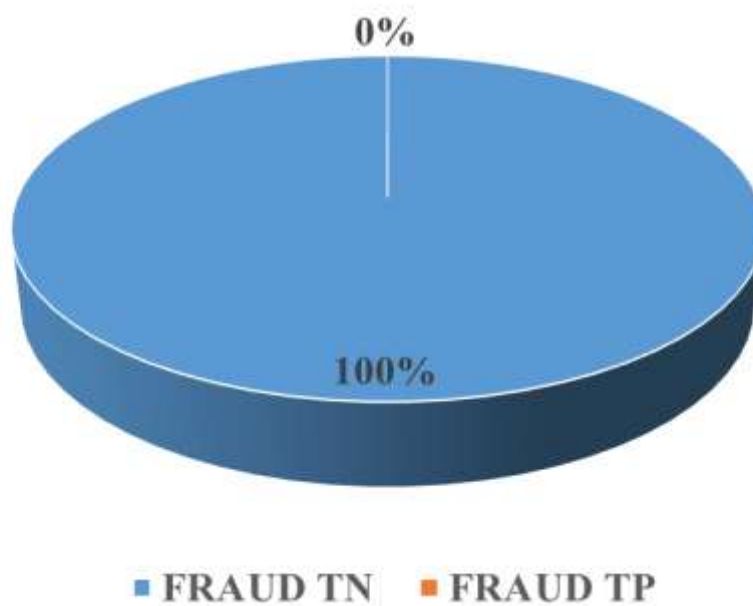


Figure 196: Le pourcentage du test de fraude en automne

2. Zone de Fkih Ben Saleh

L'analyse des résultats tels qu'ils sont présentés dans les figures de 197 à 208, montre que pour toutes les saisons, le test de l'ébullition à 100% négatives, est au même titre que pour le test d'antibiotique. Pour ce qui est de la stabilité du lait, on constate que la saison printemps, présente des pourcentages de stabilité du lait à 100% négatives pour le test d'alcool, et à 100% positives pour le test de Ramsdel, tandis que les saisons de hiver et été présentent des pourcentages de 77,77% négatives contre 22,22% positives, inversement à la saison automne qui présente un pourcentage de 22,22% négatives contre 77,77% positives.

Le pourcentage de la stabilité en Ramsdel, pour 0,8 ml au niveau des deux saisons, hiver et automne, représente un pourcentage de 11,11% négatives, contre 88,88 % positives. Ce pourcentage est pour le test de Ramsdel 1ml, nul pour le test négatif, et est de 100% positif. Par contre pour le test de Ramsdel de 0,9 ml les résultats sont différents, et le pourcentage est de l'ordre de 11,11% négatif, contre 88,88 % positif pour la saison de d'hiver, alors que la saison de l'automne, leur pourcentage pour le test négatif est nul.

On note que toutes les gammes de dilution de test Ramsdel pour la saison été ont les mêmes résultats, avec un pourcentage de 22,22% négatives contre 77,77% positives. Finalement, il faut noter une augmentation du pourcentage du test négative pour la recherche de fraude, durant les quatre saisons de l'année. En effet, pour l'hiver, le pourcentage du test négatif est de l'ordre de 88,88%, et de l'ordre de 90% au niveau de la période du printemps, et de l'ordre de 100% pour les deux périodes été et automne.

La stabilité du Lait en saison d'Hiver

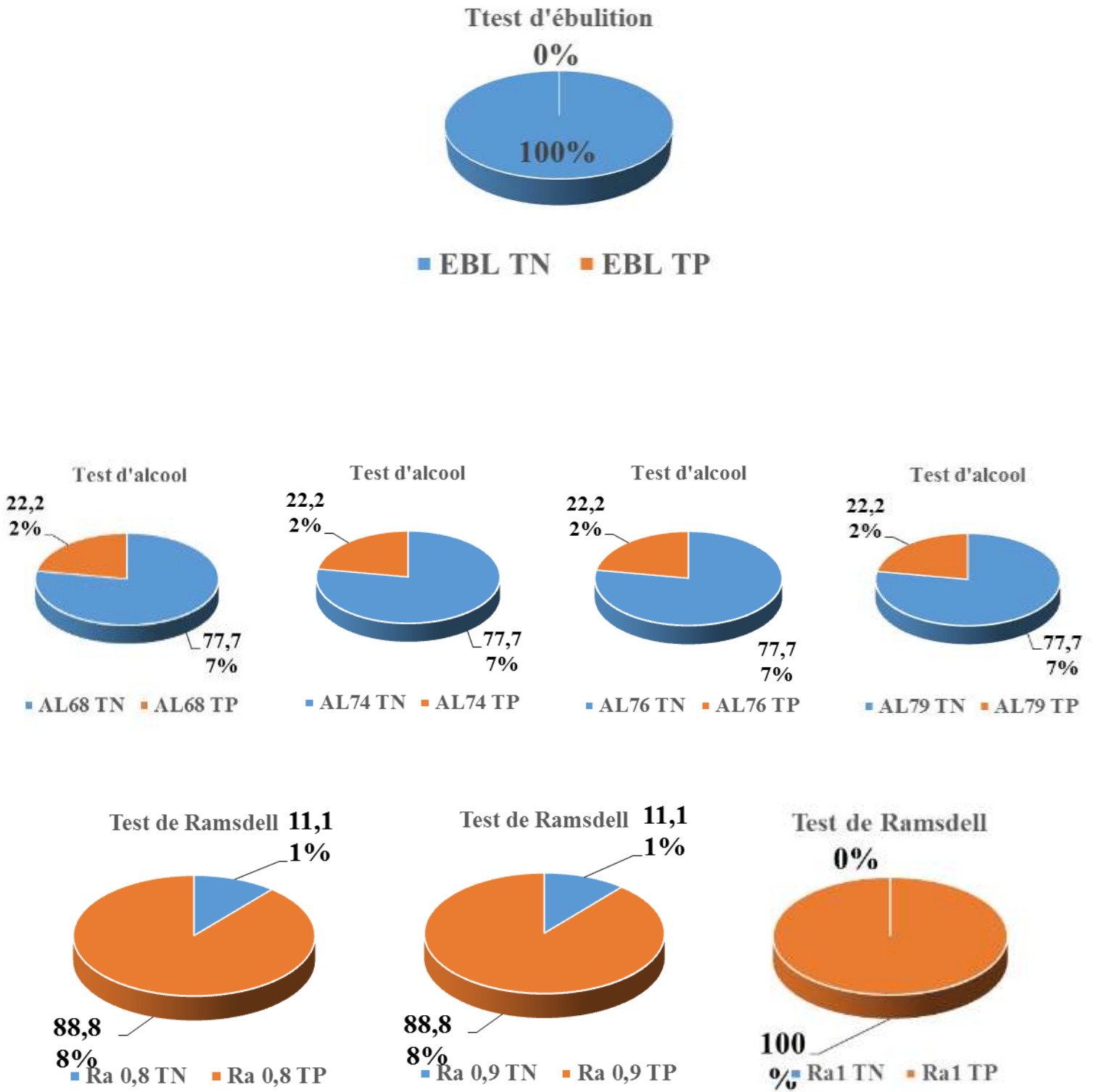
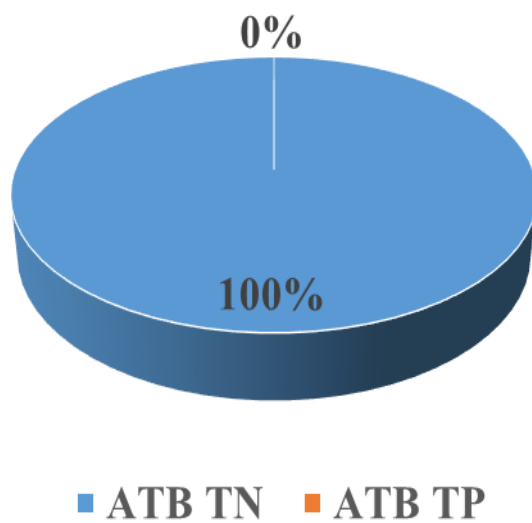


Figure 197: Les étapes du test de stabilité en hiver.

Test d'antibiotique en Hiver



Figure

198: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.

Test de fraude en Hiver

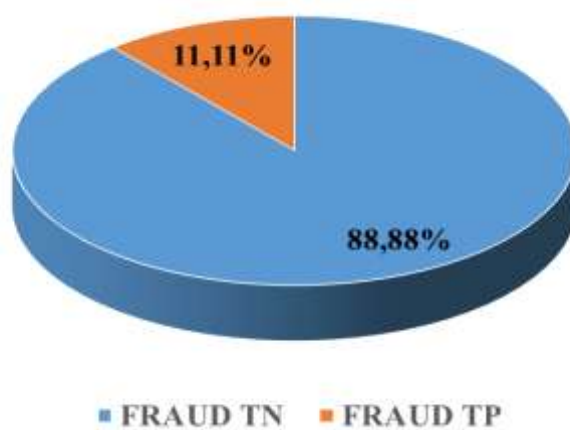


Figure 199: Le pourcentage du test de fraude en hiver.

La stabilité du lait en saison de Printemps

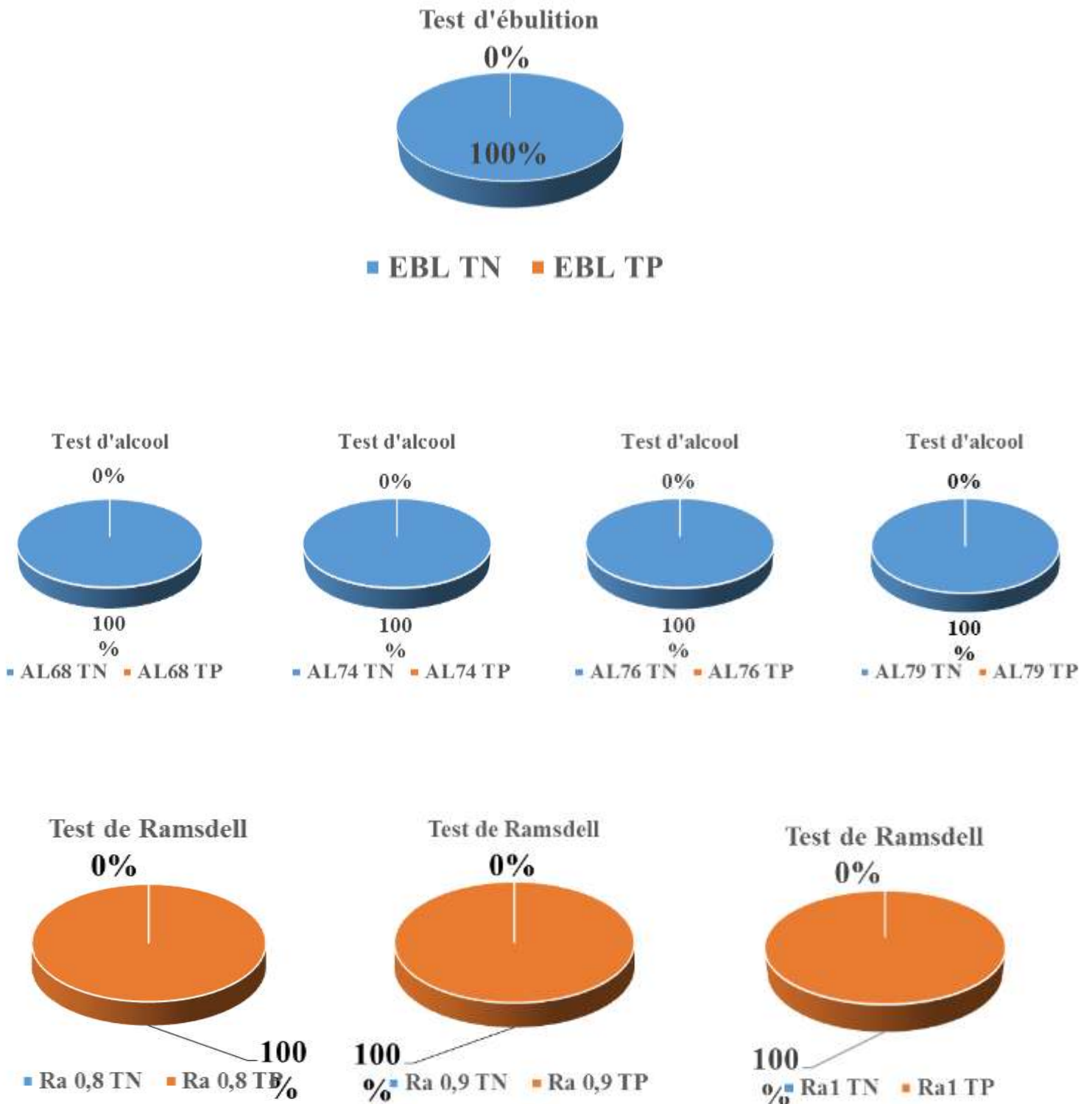


Figure 200: Les étapes du test de stabilité en printemps

Test d'antibiotique en Printemps

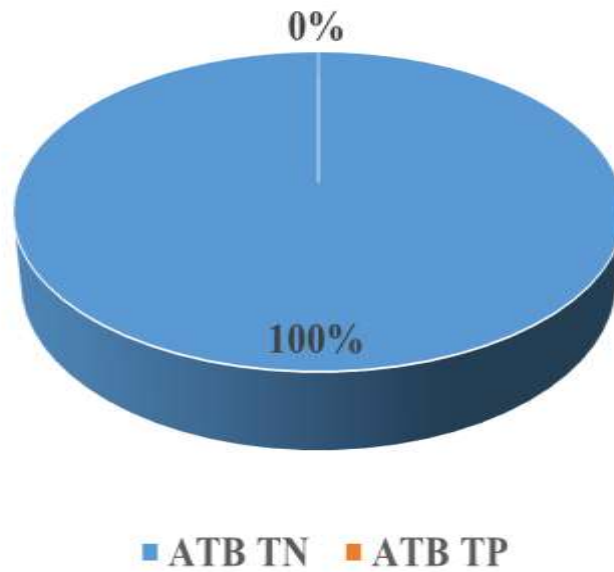


Figure 201: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.

Test de fraude en Printemps

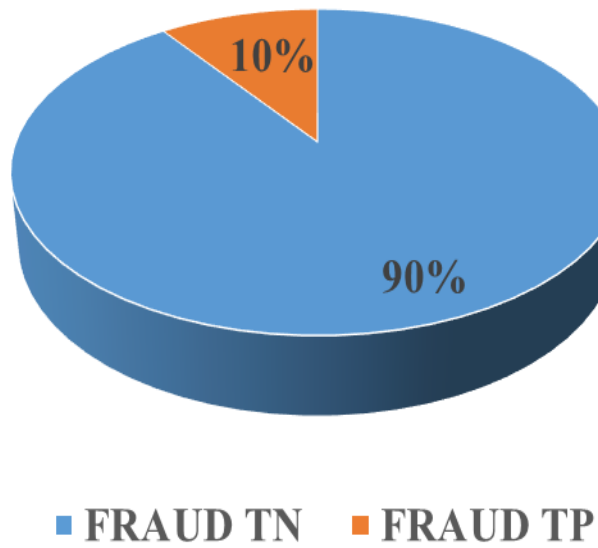


Figure 202: Le pourcentage du test de fraude en printemps.

La stabilité du lait en saison d'Eté

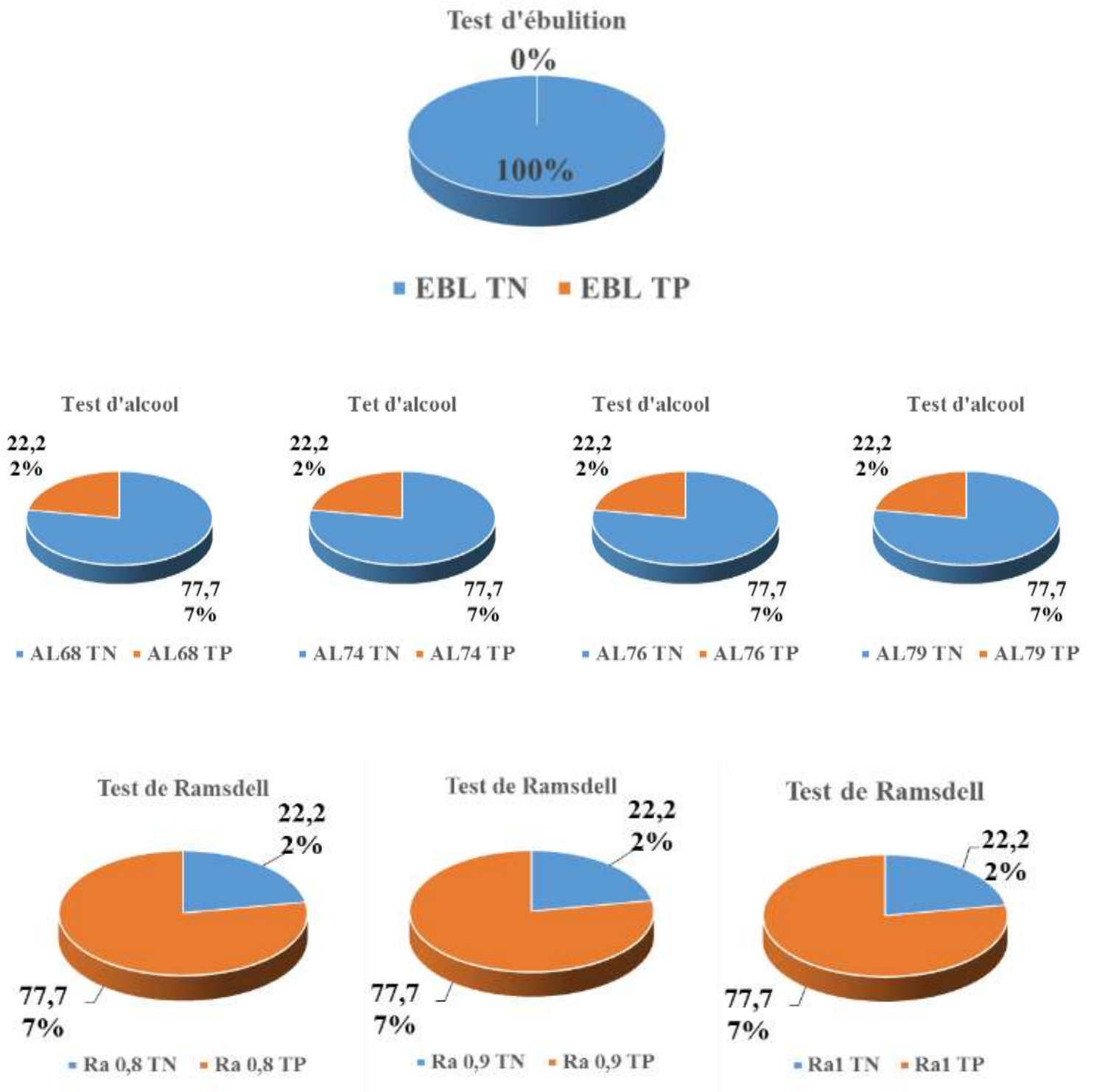


Figure 203: Les étapes du test de stabilité en été.

Test d'antibiotique en Eté

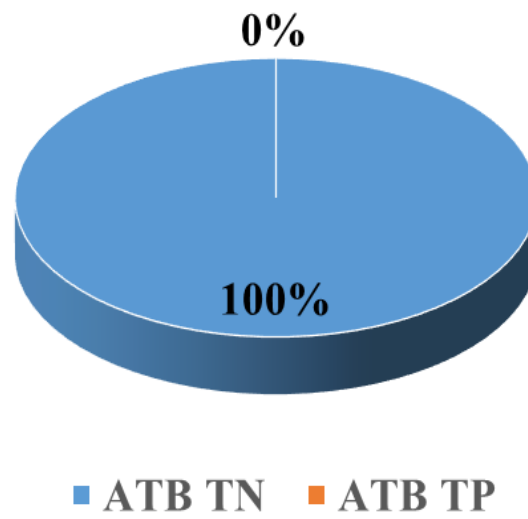


Figure 204: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.

Test de fraude en Eté

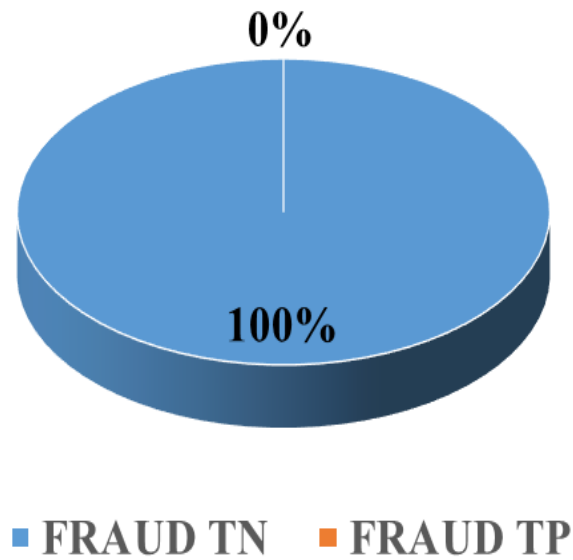
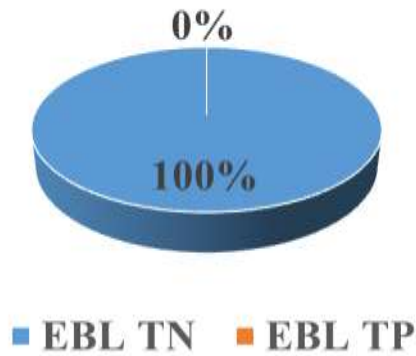


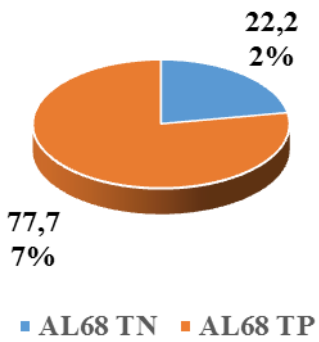
Figure 205: Le pourcentage du test de fraude en été.

La stabilité du lait en saison d'Automne

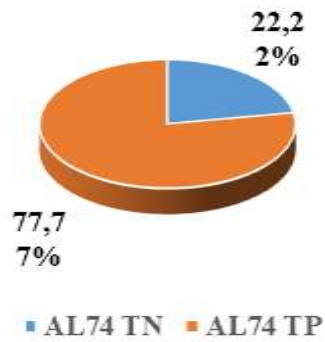
le test d'ébullition en Automne



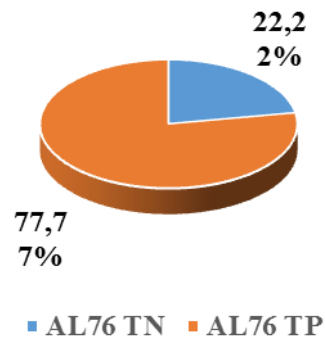
Test d'alcool



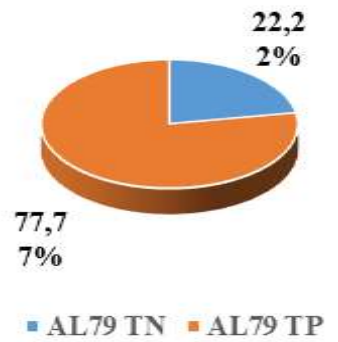
Test d'alcool



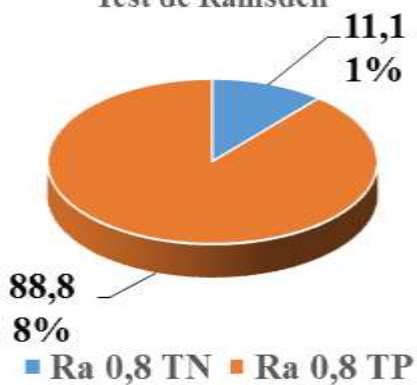
Test d'alcool



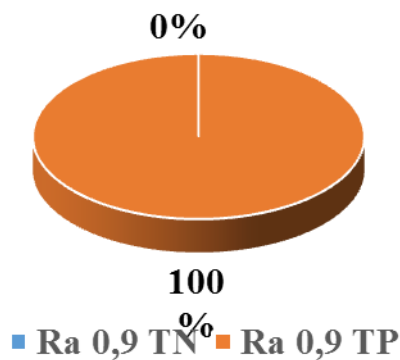
Test d'alcool



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell

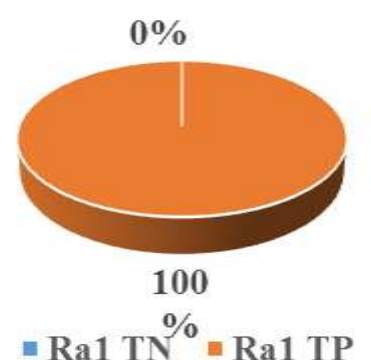


Figure 206: Les étapes du test de stabilité en automne

Test d'antibiotique en Automne

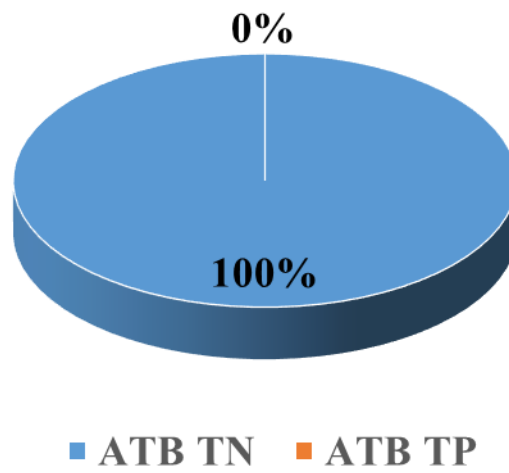


Figure 207: Le pourcentage du test d'antibiotique en Automne.

Test de fraude en Automne



Figure 208: Le pourcentage du test de fraude en Automne.

3. Zone de Khouribga

D'après les figures de 209 à 220, les résultats de stabilité du lait cru au niveau des différentes saisons, on remarque que durant les saisons d'hiver jusqu'à l'automne, les pourcentages de stabilité du lait au niveau du test d'alcool augmentent, en effet, la saison d'hiver présente un pourcentage de 77,77%, celle du printemps avec un pourcentage de 88,88% et les deux autres saisons avec un pourcentage de 100%.

Pour la stabilité du lait en test de Ramsdel, on note que dans cette zone de Khouribga, la présence des valeurs des pourcentages les plus élevées par rapport aux autres zones. En effet, les pourcentages de stabilité en Ramsdel au niveau de la saison d'été et celle d'automne sont plus importants, avec un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml et 0,9 ml négative de 100% et un pourcentage en Ramsdel 1ml négative de l'ordre de 88,88%. La saison du printemps présente quant à elle un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml et 0,9 ml négative de l'ordre de 66,66% et un pourcentage en Ramsdel 1ml négative de 55,55%. En dernier lieu la saison d'hiver se caractérise par le pourcentage le plus faible en Ramsdel 0,8ml et 0,9 ml négative de l'ordre de 22,22% et un pourcentage en Ramsdel 1ml négative de 11,11%

En ce qui concerne le test d'antibiotique ou inhibiteur, on remarque les deux saisons d'hiver et de printemps se caractérisent par un pourcentage qui est de l'ordre de 100%, donc un lait exempt d'antibiotique et avec un pourcentage de 100% négative en test de fraude. Des résultats similaires sont présents pour les saisons d'été et d'automne concernant le test de fraude, mais pour le test d'antibiotique ou inhibiteur on note un pourcentage relativement élevé qui est de l'ordre de 88,88%.

La stabilité du lait en saison d'Hiver

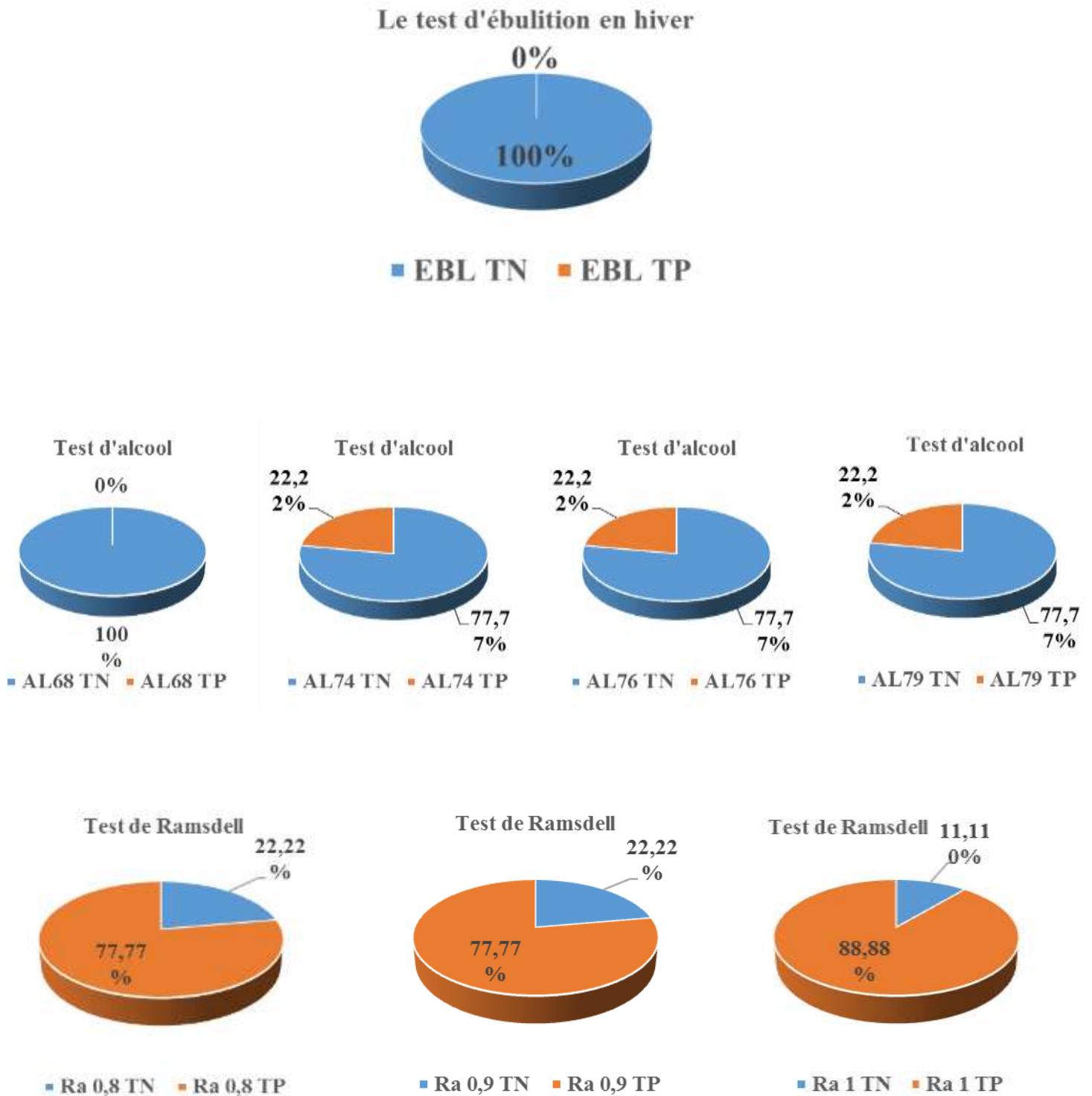


Figure 209: Les étapes du test de stabilité en hiver

Test d'antibiotique en Hiver

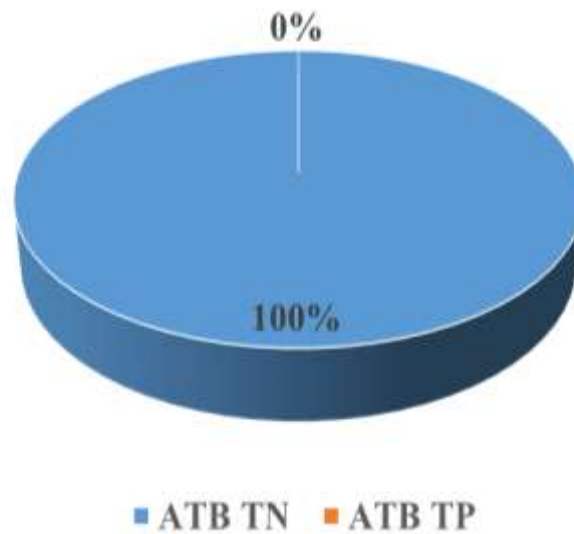


Figure 210: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.

Test de fraude en Hiver

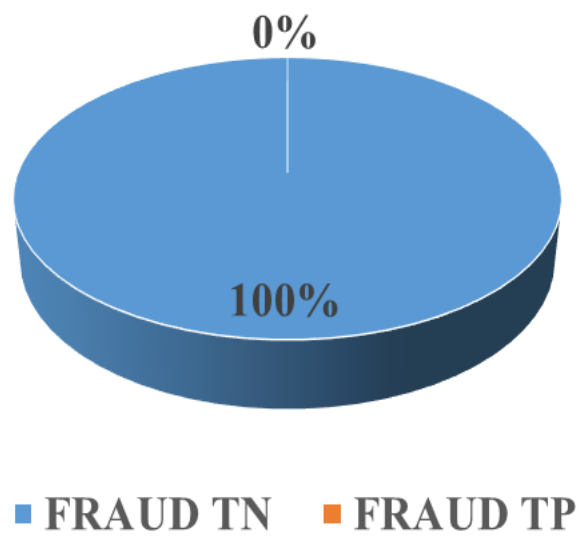
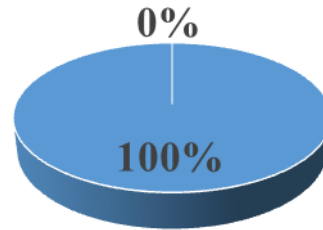


Figure 211: Le pourcentage du test de fraude en hiver.

La stabilité du lait en saison de Printemps

Test d'ébullition en Printemps



■ EBL TN ■ EBL TP

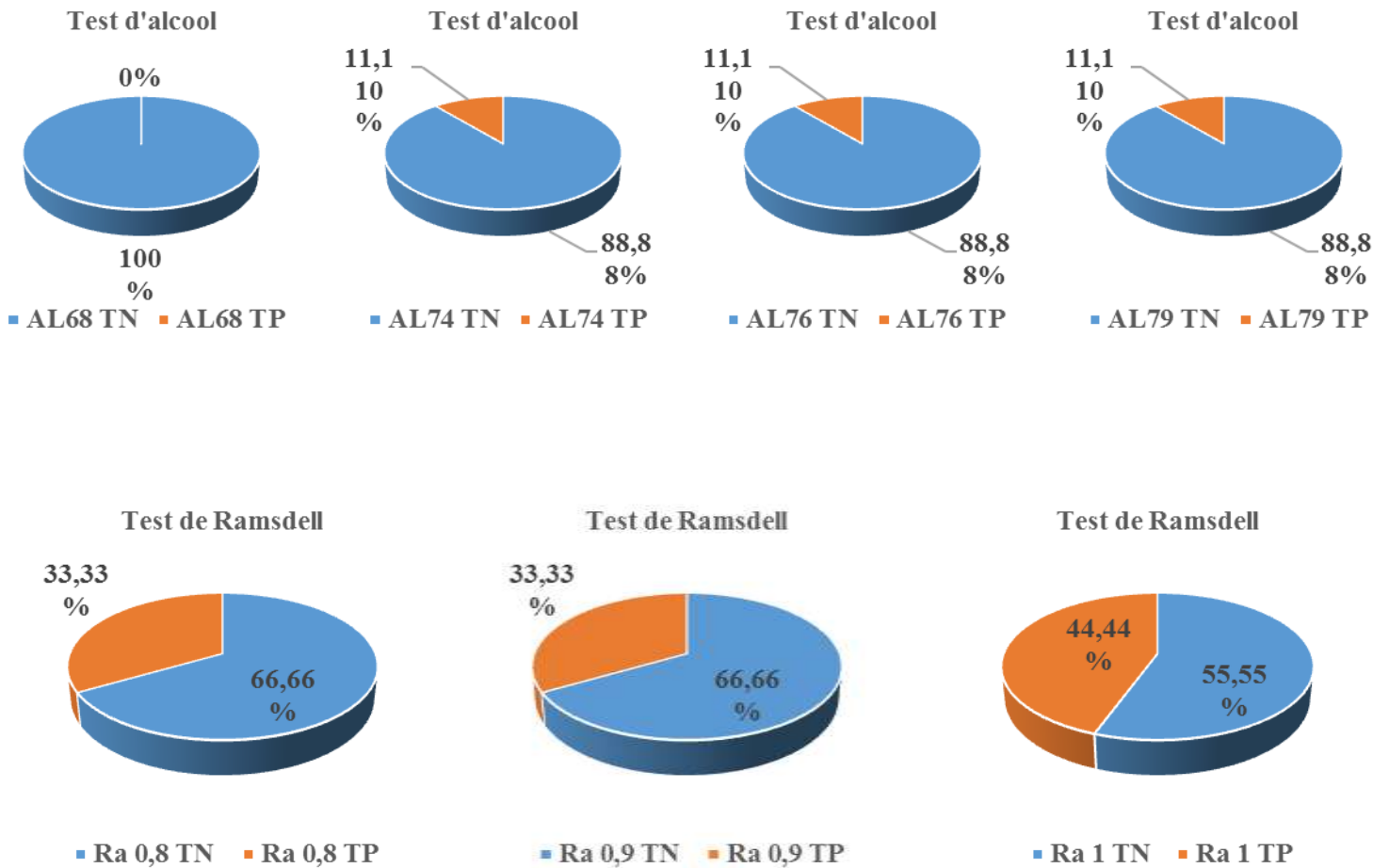


Figure 212: Les étapes du test de stabilité en printemps.

Test d'antibiotique en Printemps

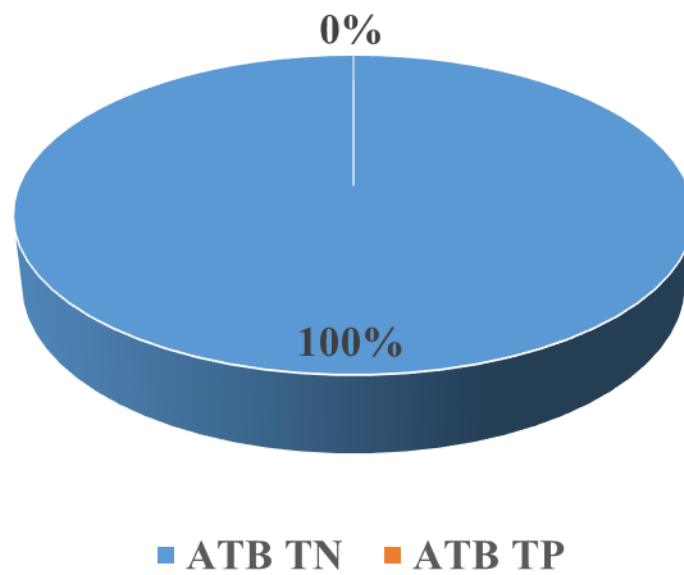


Figure 213: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.

Test de fraude en Printemps

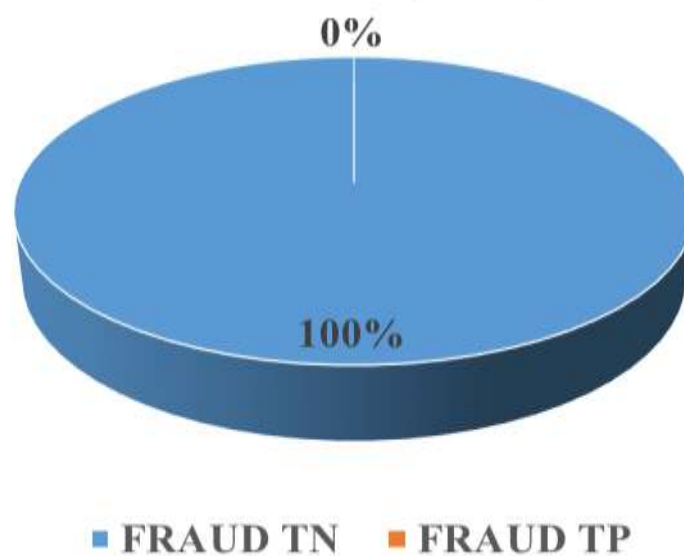
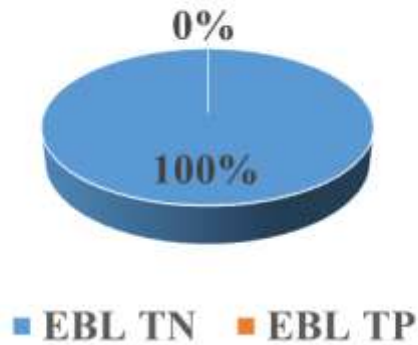


Figure 214: Le pourcentage du test de fraude en printemps.

La stabilité du lait en saison d'Eté

Test d'ébullition en été

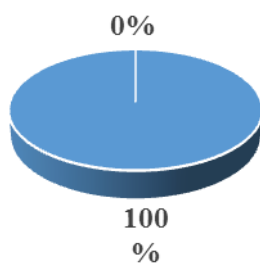


Test d'alcool



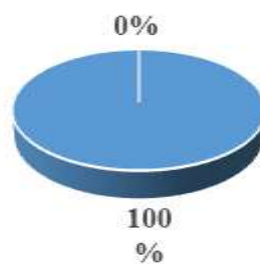
■ AL68 TN ■ AL68 TP

Test d'alcool



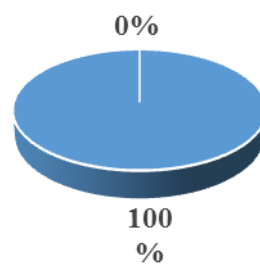
■ AL74 TN ■ AL74 TP

Test d'alcool



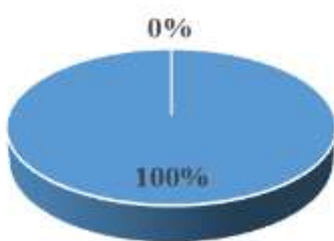
■ AL76 TN ■ AL76 TP

Test d'alcool



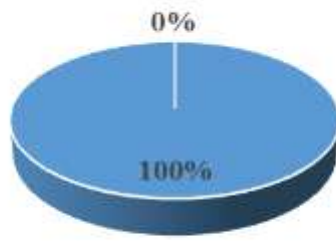
■ AL79 TN ■ AL79 TP

Test de Ramsdell



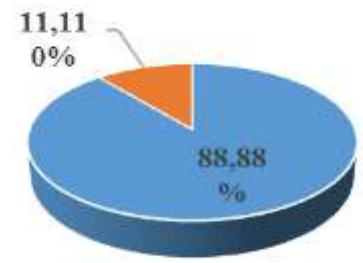
■ Ra 0,8 TN ■ Ra 0,8 TP

Test de Ramsdell



■ Ra 0,9 TN ■ Ra 0,9 TP

Test de Ramsdell



■ Ra 1 TN ■ Ra 1 TP

Figure 215: Les étapes du test de stabilité en été.

Test d'antibiotique en Eté

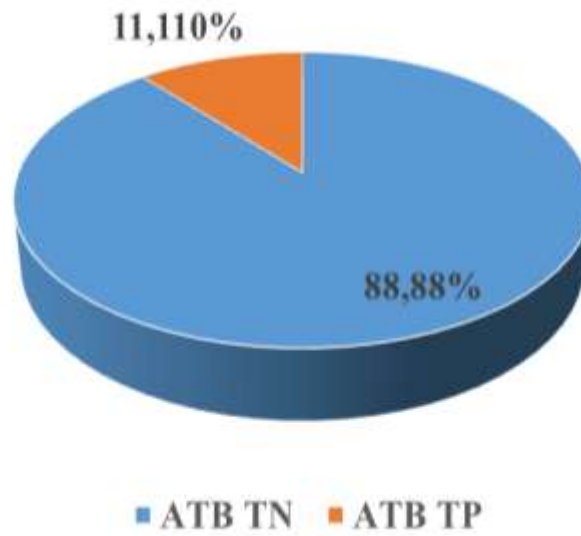


Figure 216: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.

Test de fraude en Eté

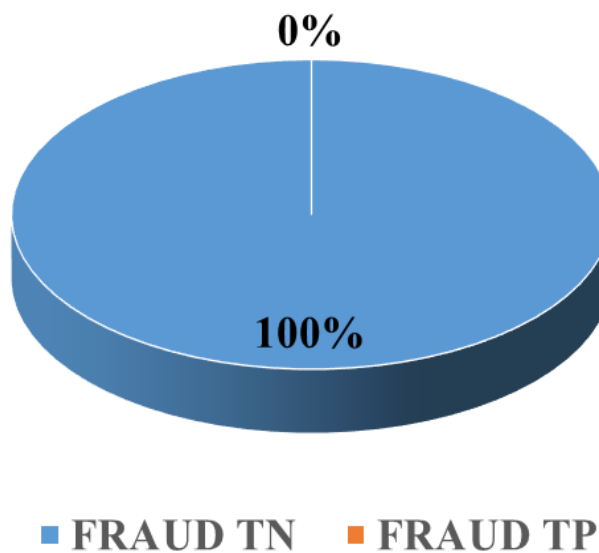
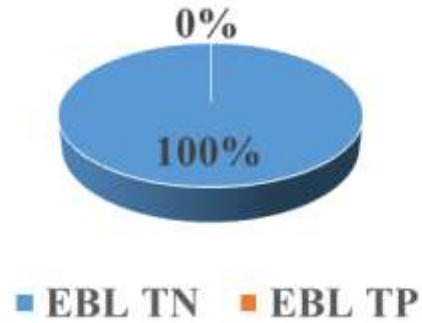


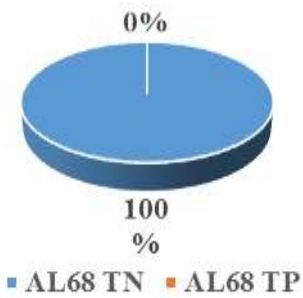
Figure 217: Le pourcentage du test de fraude en été.

La stabilité du lait en saison d'Automne

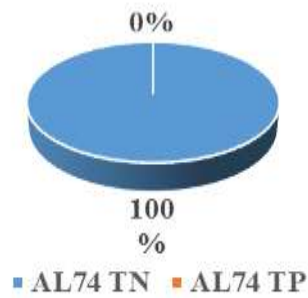
Test d'ébullition en automne



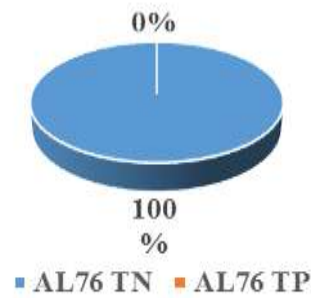
Test d'alcool



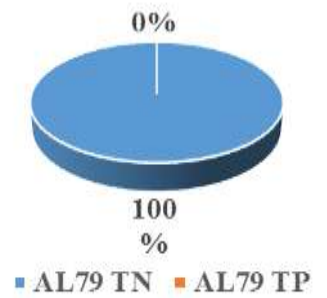
Test d'alcool



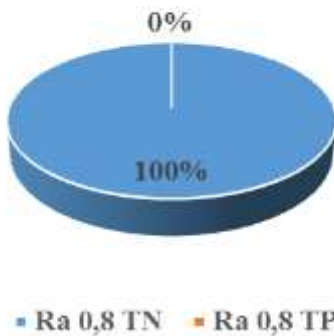
Test d'alcool



Test d'alcool



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell

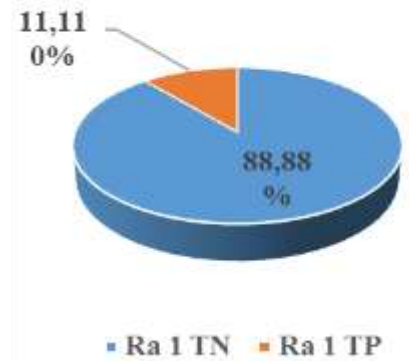


Figure 218: Les étapes du test de stabilité en automne.

Test d'antibiotique en Automne

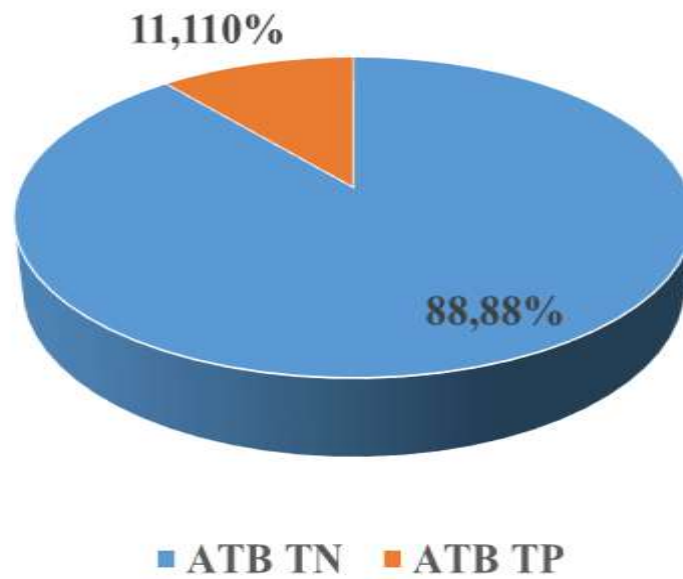


Figure 219: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne

Test de fraude en Automne

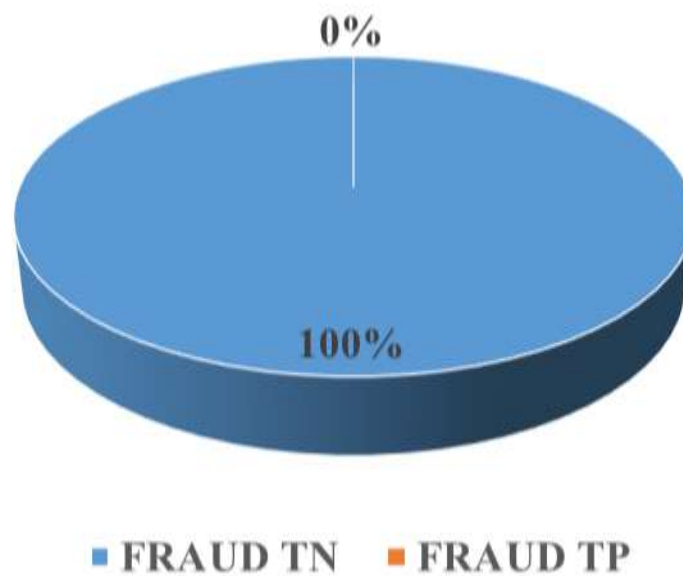


Figure 220: Le pourcentage du test de fraude en automne.

4. Zone d'Oulad Ayyad-Azillal

D'après les graphes des figures de 221 à 232, la stabilité du lait cru au niveau de la zone d'Oulad Ayyad-Azillal, se caractérise par un pourcentage de 100% négative pour toutes les gammes de test de stabilité aux alcools : 68, 74, 76 et 79 pour toutes les saisons, sauf pour la saison d'été qui présente un pourcentage de 90%.

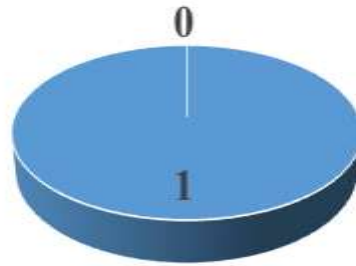
Il faut souligner que les pourcentages de stabilité en Ramsdel au niveau de la saison d'été et d'automne sont plus importants, avec un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml négative de 100% et un pourcentage en Ramsdel 0,9 ml négative de 80%, tandis que le pourcentage en Ramsdel 1ml négative est de l'ordre de 60% pour la saison d'été, et nul pour la saison d'automne.

La saison printemps présente un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml, 0,9 ml et 1ml négative de l'ordre de 80% et celle d'hiver un pourcentage Ramsdel 0,8 ml et 0,9 ml négative qui est de l'ordre de 30% et un pourcentage en Ramsdel 1ml négative de 20%.

Concernant le test d'antibiotique ou inhibiteur, on trouve que toutes les saisons présentent un pourcentage de 100% négative sauf pour la saison d'hiver avec un pourcentage de 80%, alors que pour le test de fraude, le pourcentage négative est de l'ordre de 80% pour la saison du printemps, de 90% pour la saison d'été et de 100% pour les deux autres saisons restantes.

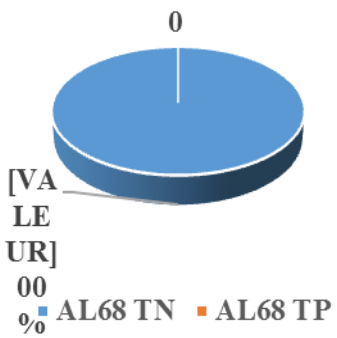
La stabilité du lait en saison d'Hiver

Le test d'ébullition en hiver

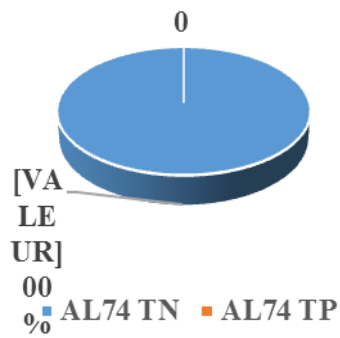


■ EBL TN

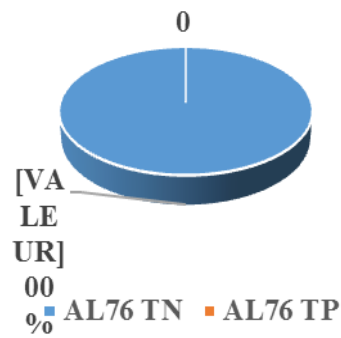
Test d'alcool



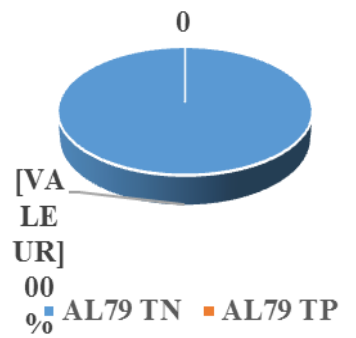
Test d'alcool



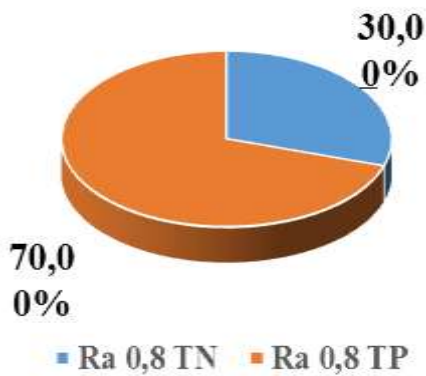
Test d'alcool



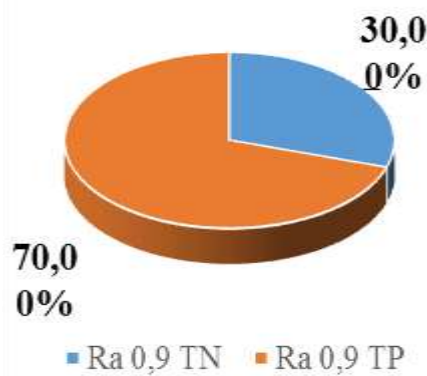
Test d'alcool



Test de Ramsdel



Test de Ramsdel



Test de Ramsdel

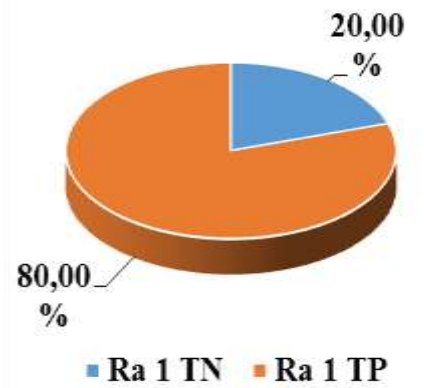


Figure 221: Les étapes du test de stabilité en hiver.

Test d'antibiotique en Hiver

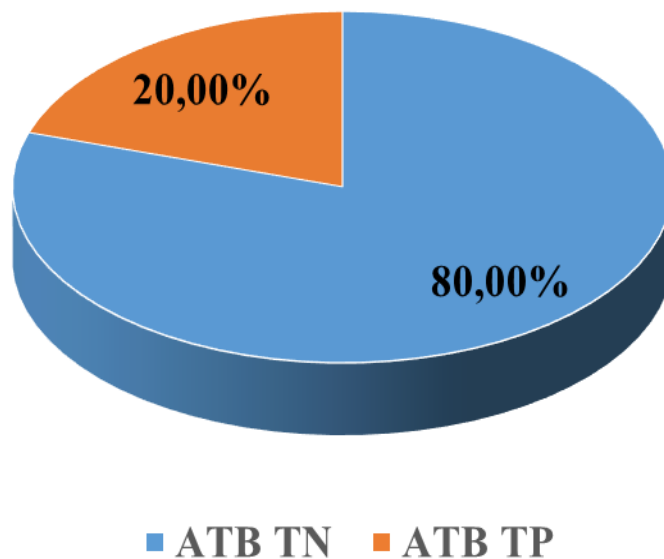


Figure 222: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.

Test de fraude en Hiver

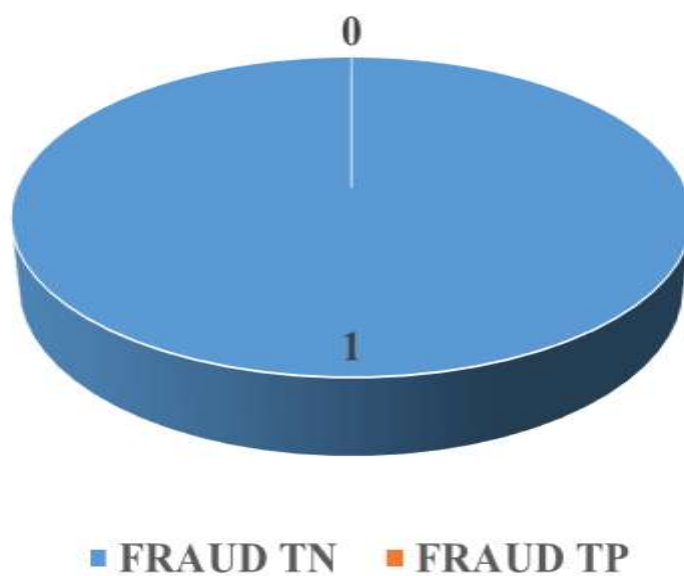


Figure 223: Le pourcentage du test de fraude en hiver.

La stabilité du lait en saison de Printemps

Le test d'ébullition en Printemps

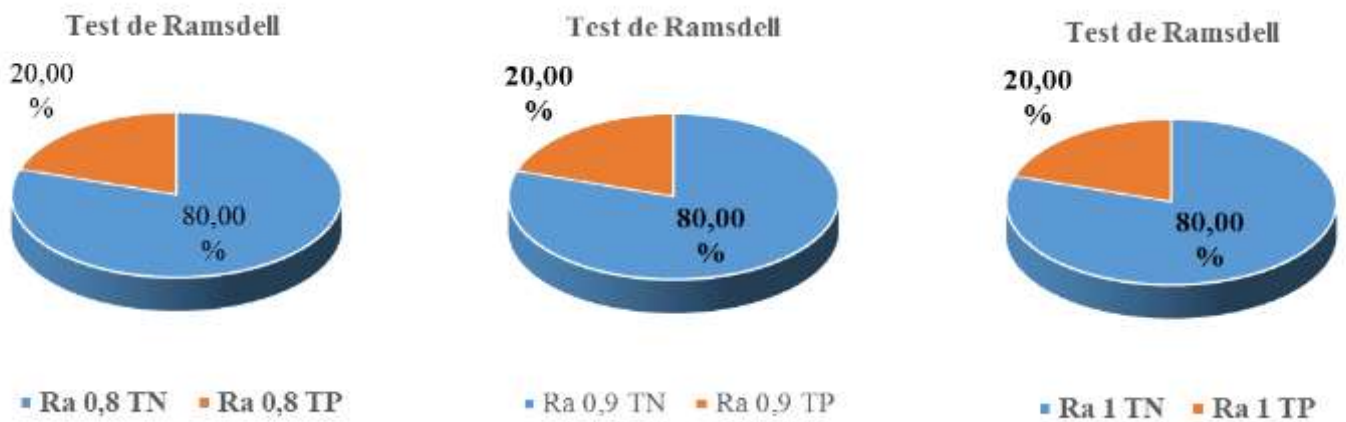
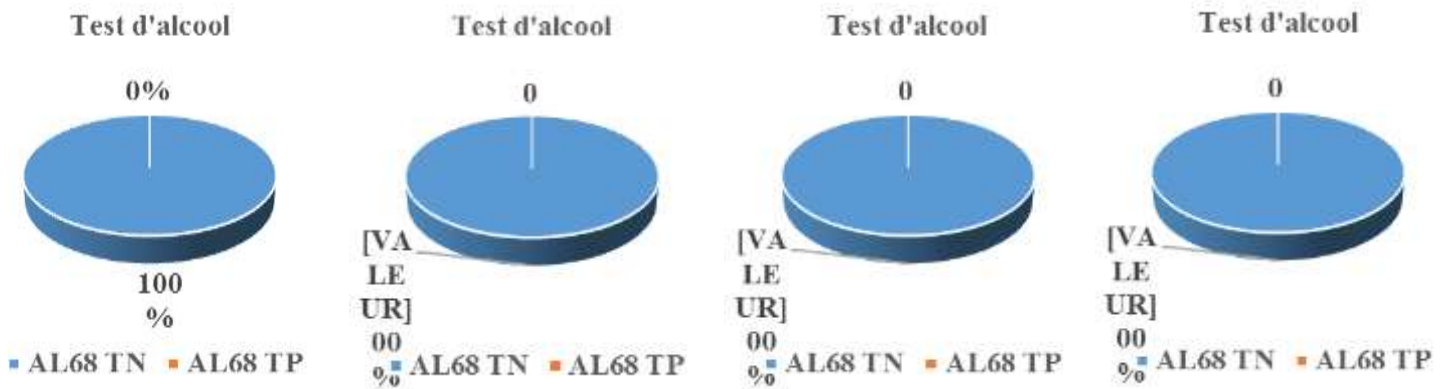
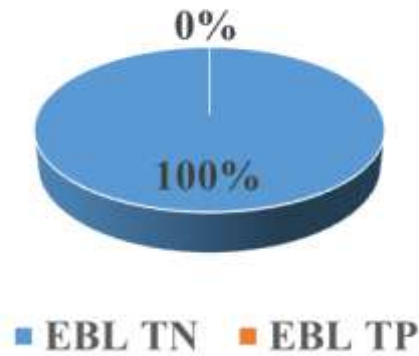


Figure 224: Les étapes du test de stabilité en printemps.

Test d'antibiotique en Printemps

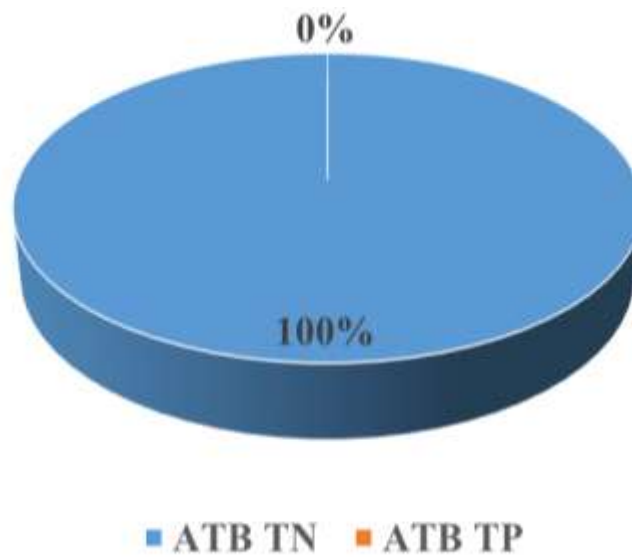


Figure 225: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.

Test de fraude en Printemps

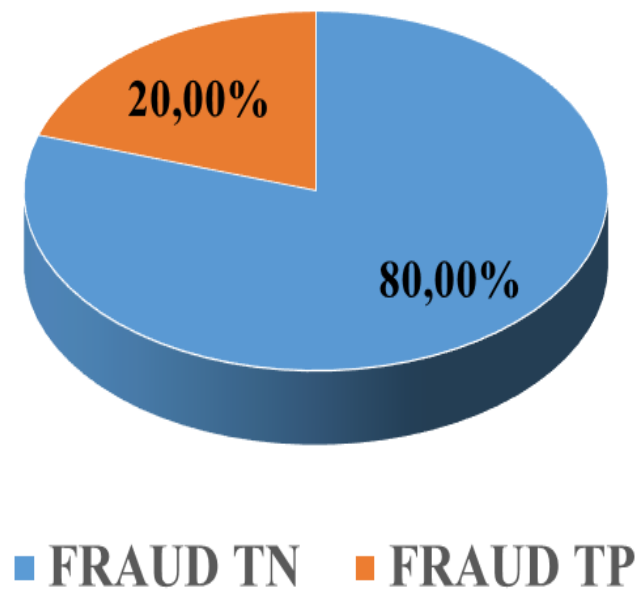


Figure 226: Le pourcentage du test de fraude en printemps.

La stabilité du lait en saison d'Eté

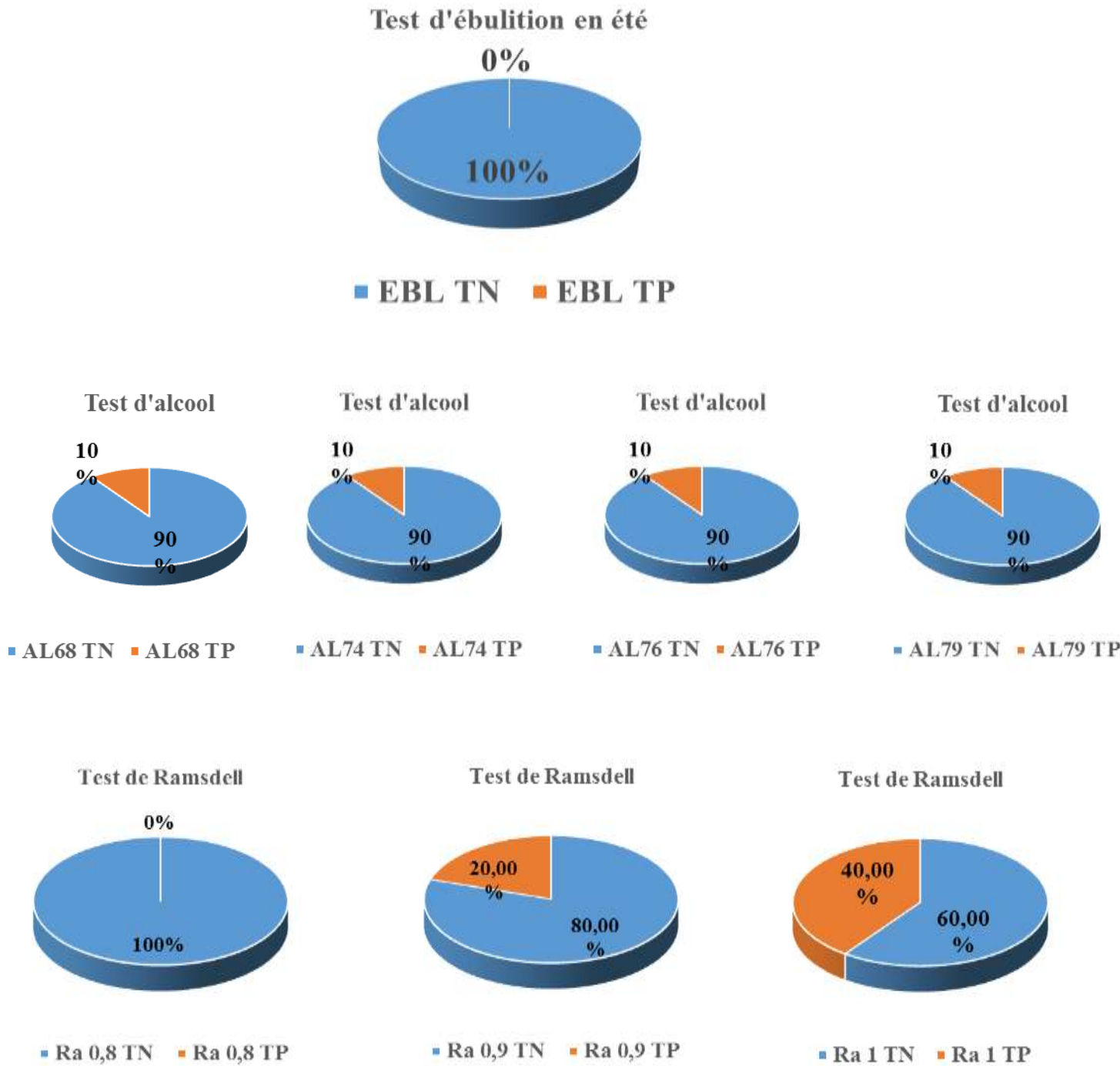


Figure 227: Les étapes du test de stabilité en été.

Test d'antibiotique en Eté

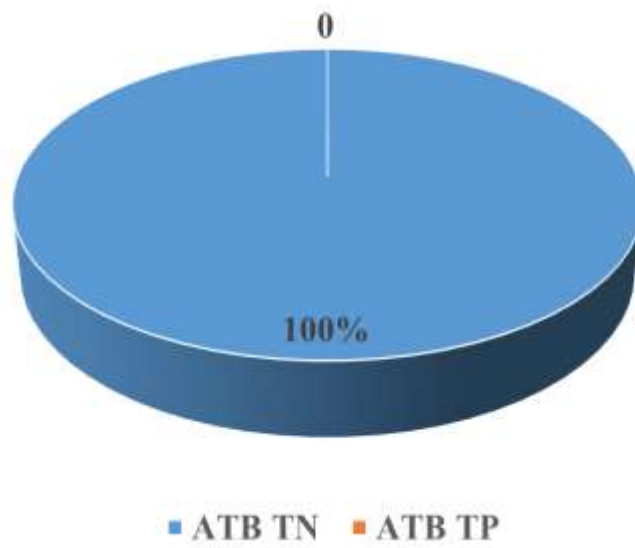


Figure 228: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.

Test de fraude en Eté

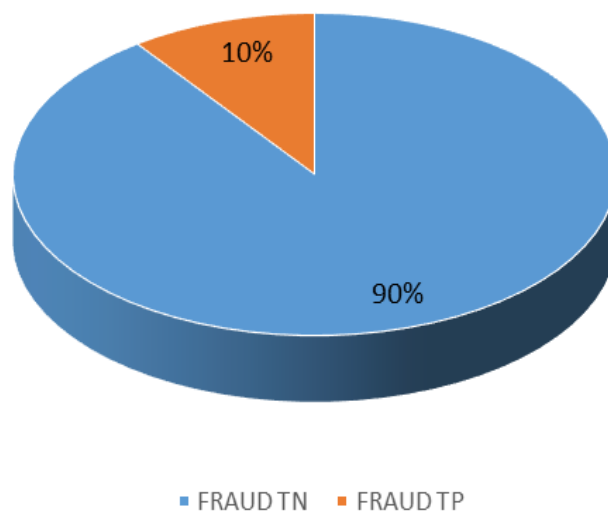
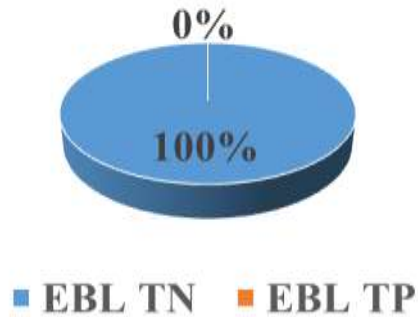


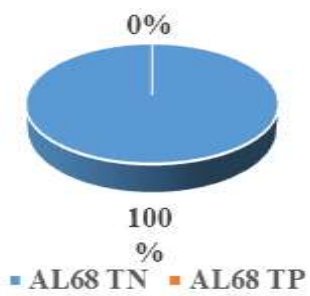
Figure 229: Le pourcentage du test de fraude en été.

La stabilité du lait en saison d'Automne

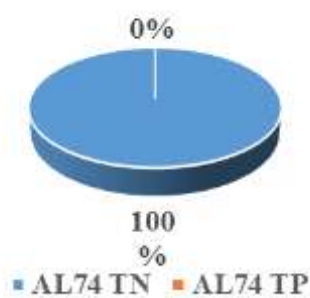
Test d'ébullition en automne



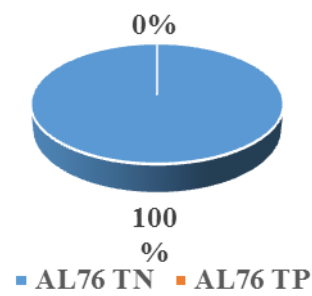
Test d'alcool



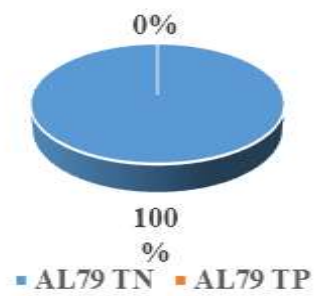
Test d'alcool



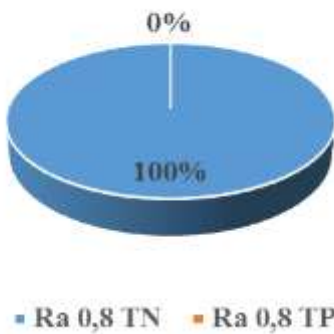
Test d'alcool



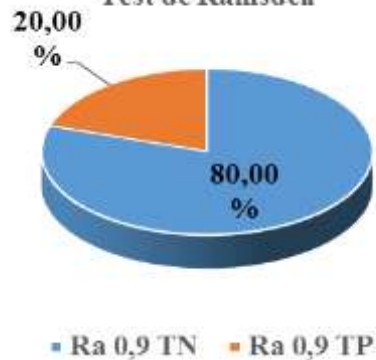
Test d'alcool



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell

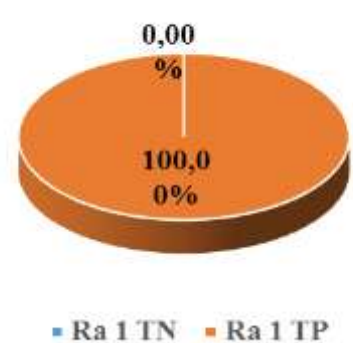


Figure 230: Les étapes du test de stabilité en automne.

Test d'antibiotique en Automne

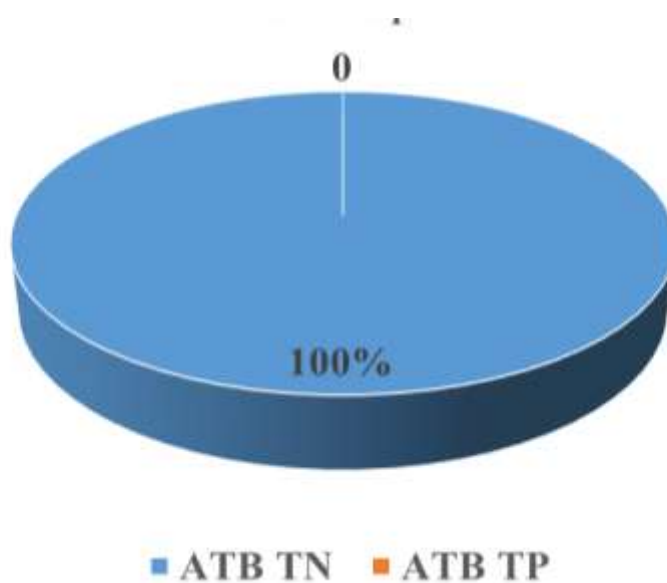


Figure 231: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne.

Test de fraude en Automne

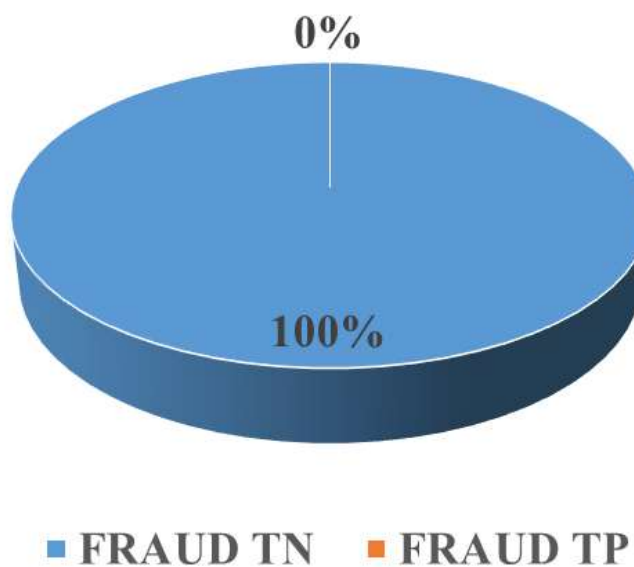


Figure 232: Le pourcentage du test de fraude en Automne.

5. Zone de Dar Oulad-Zidouh

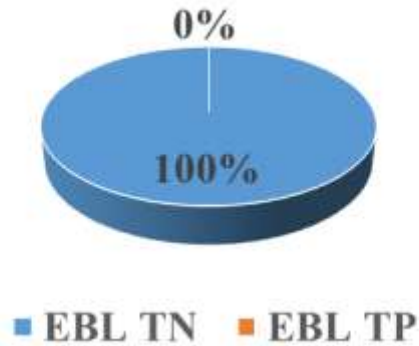
Les figures de 233 à 244 montrent que la zone de Dar Oulad-Zidouh se particularise par une stabilité du lait cru qui diminue au cours des saisons étudiées, avec un pourcentage de 100% négative pour les saisons d'hiver et du printemps, concernant toutes les gammes de test de stabilité aux alcools : 68, 74, 76 et 79. De même, la saison d'été présente un pourcentage de 80% et la saison d'automne qui présente un pourcentage de 60%. A noter aussi que le pourcentage de stabilité à l'aide de test Ramsdel 0,8ml et 0.9 ml négative, et le plus élevé (de l'ordre de 100%) au niveau de la saison automne, alors qu'il est nul en test Ramsdel 1ml.

Pour la saison d'hiver, on note que le pourcentage en Ramsdel 0,8 ml et 0.9 ml négative est de l'ordre de 80% et est nul en test Ramsdel 1 ml au niveau de la saison d'hiver. Une tendance presque similaire pour la saison du printemps qui présente un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml et 0.9 ml négative de l'ordre de 60%, et est nul en test Ramsdel 1ml et en dernier lieu la saison d'été avec un pourcentage en Ramsdel 0,8 ml et 0.9 ml négative de l'ordre de 60% et 40% respectivement, et est nul en test Ramsdel 1ml.

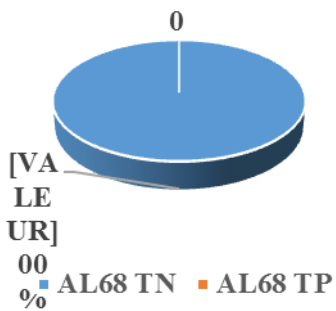
A noter finalement que pour cette zone de Dar Oulad-Zidouh, la présence d'un pourcentage de 100% négative que ce soit pour le test d'antibiotique ou pour le test de fraude.

La stabilité du lait en saison d'Hiver

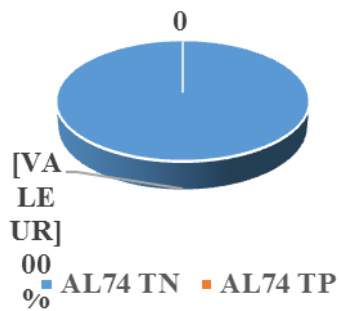
Test d'ébullition en hiver



Test d'alcool



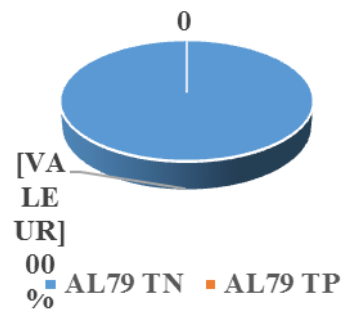
Test d'alcool



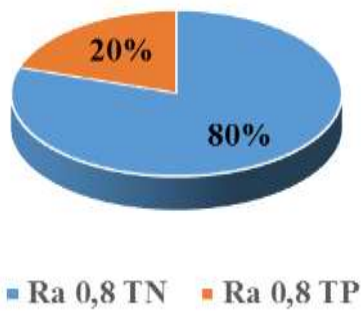
Test d'alcool



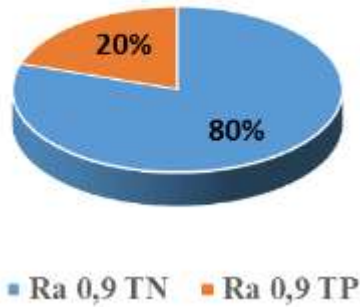
Test d'alcool



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell

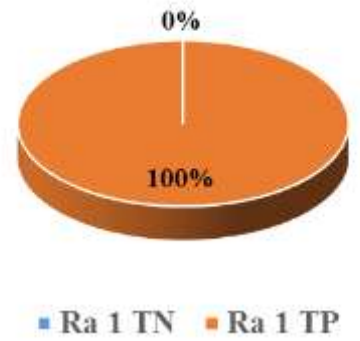


Figure 233: Les étapes du test de stabilité en hiver.

Test d'antibiotique en Hiver

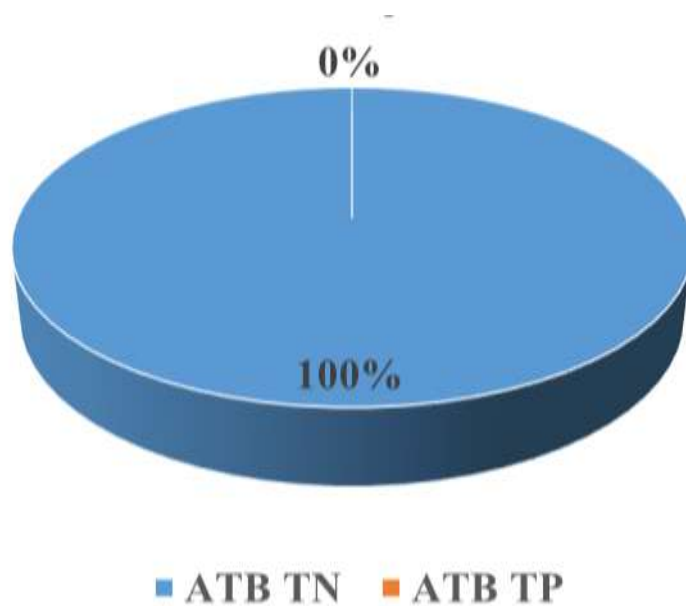


Figure 234: Le pourcentage du test d'antibiotique en hiver.

Test de fraude en Hiver

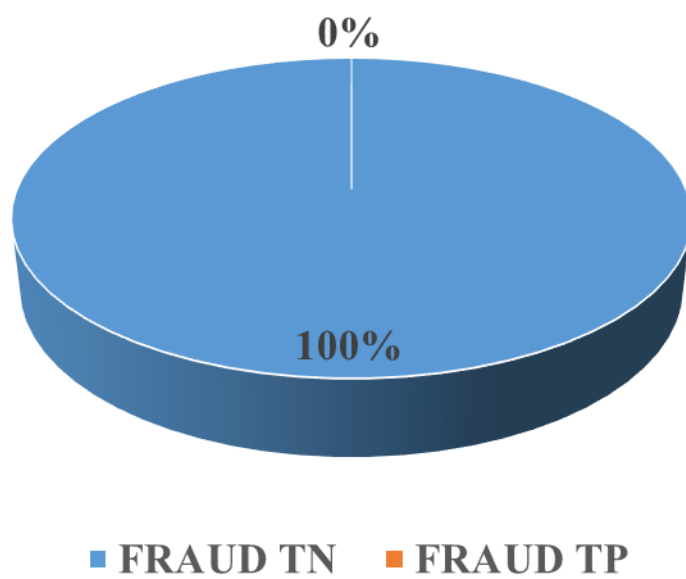


Figure 235: Le pourcentage du test de fraude en hiver.

La stabilité du lait en saison de Printemps

Le test d'ébullition en Printemps

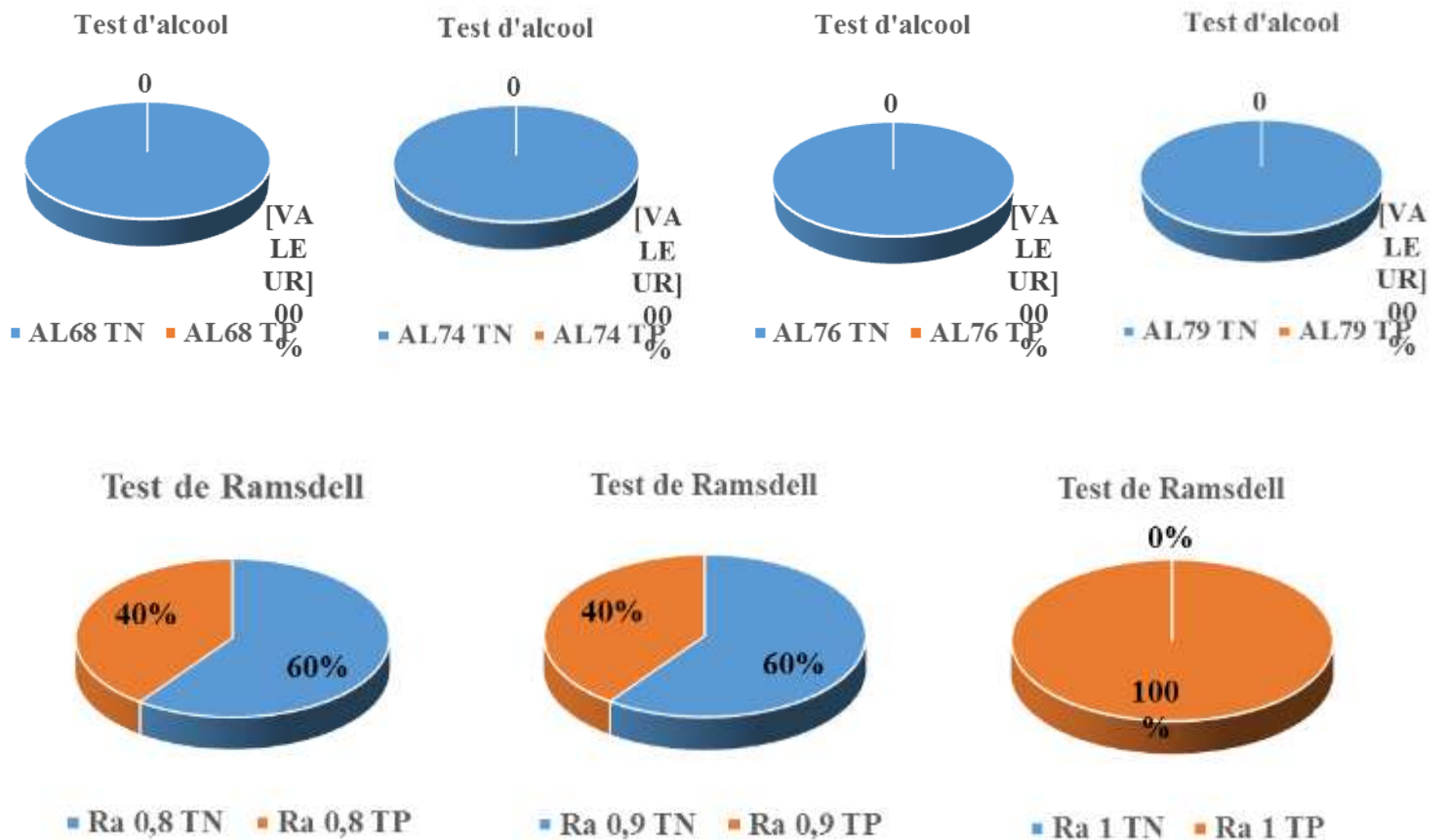
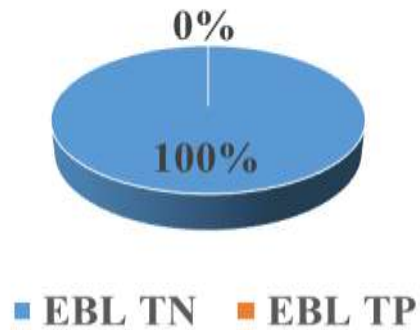


Figure 236: Les étapes du test de stabilité en printemps.

Test d'antibiotique en Printemps

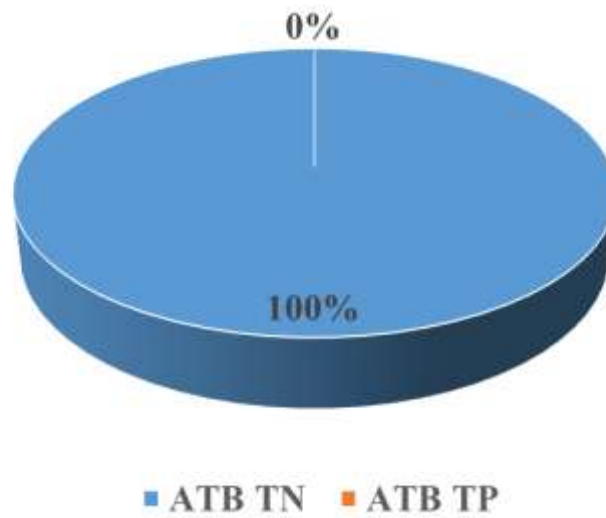


Figure 237: Le pourcentage du test d'antibiotique en printemps.

Test de fraude en Printemps

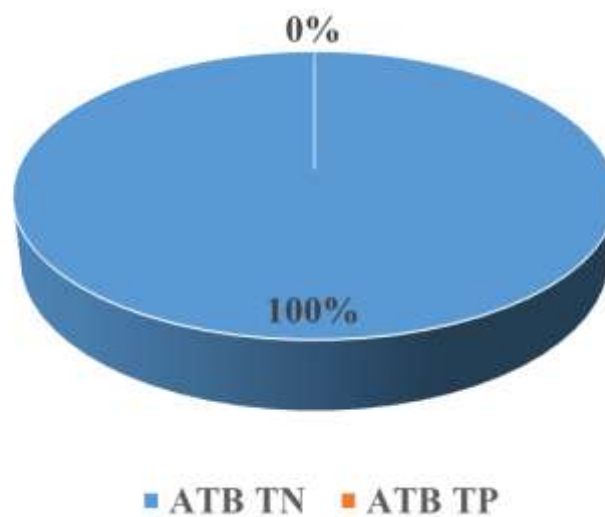


Figure 238: Le pourcentage du test de fraude en printemps.

La stabilité du lait en saison d'Eté

Le test d'ébullition en été

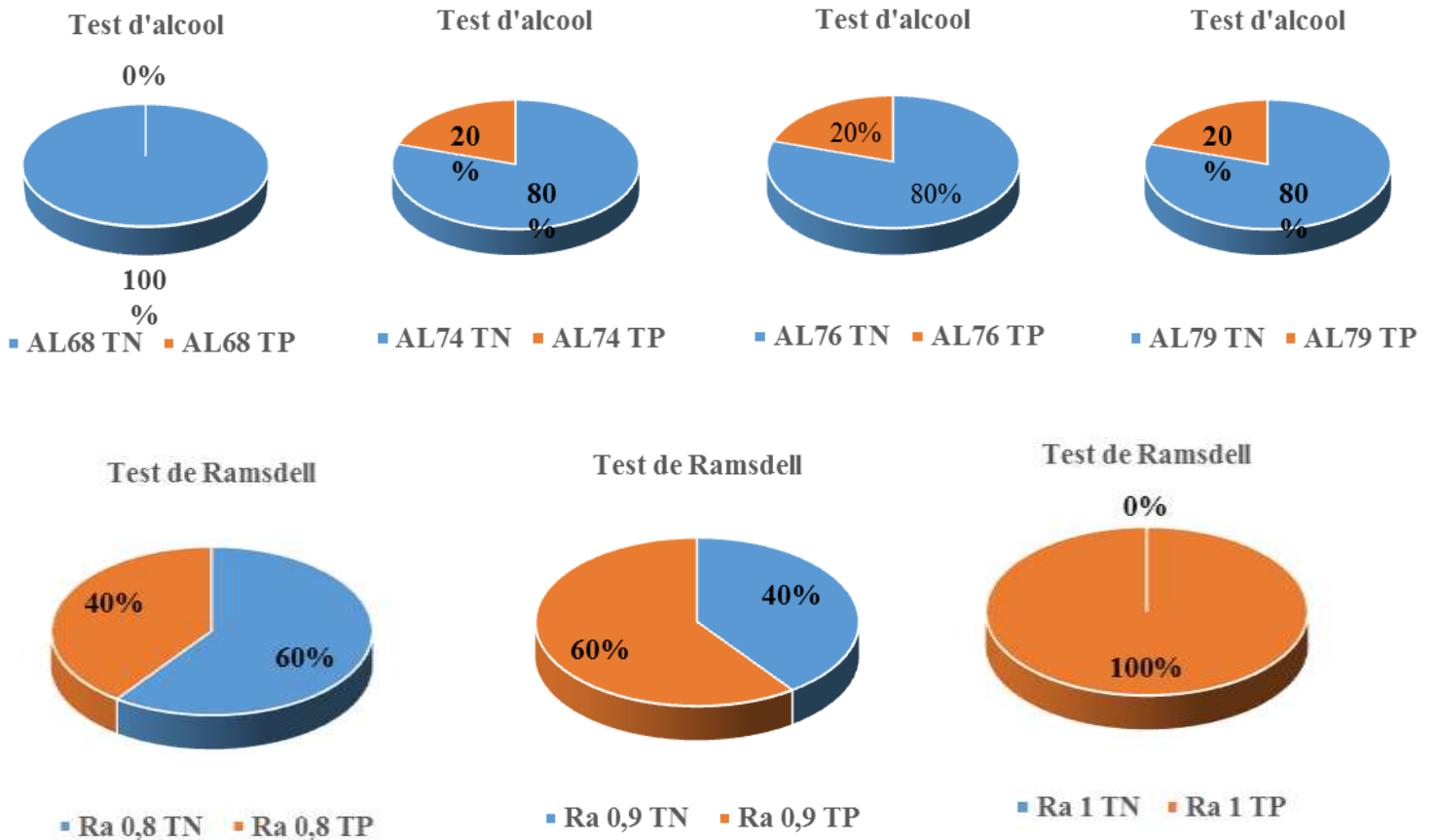
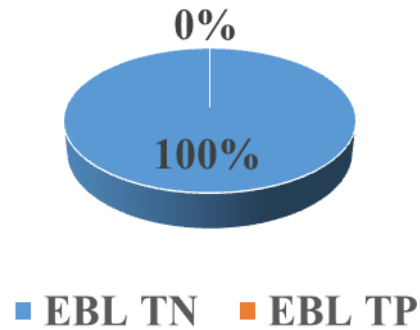


Figure 239: Les étapes du test de stabilité en été.

Test d'antibiotique en Eté

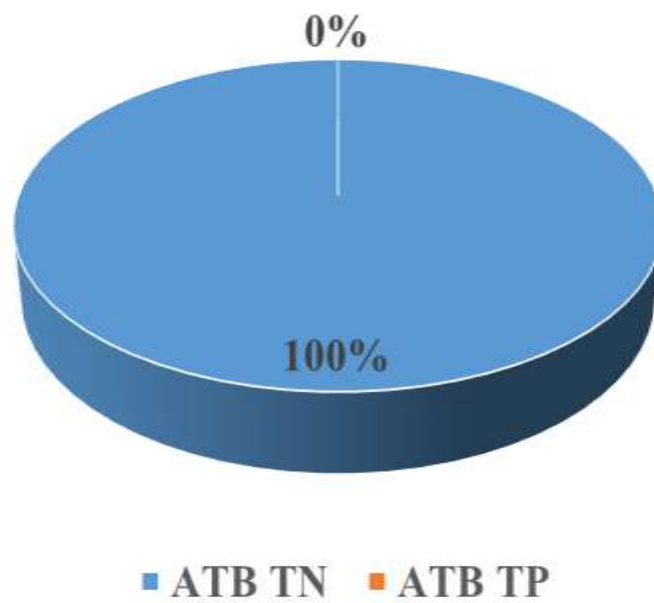


Figure 240: Le pourcentage du test d'antibiotique en été.

Test de fraude en Eté

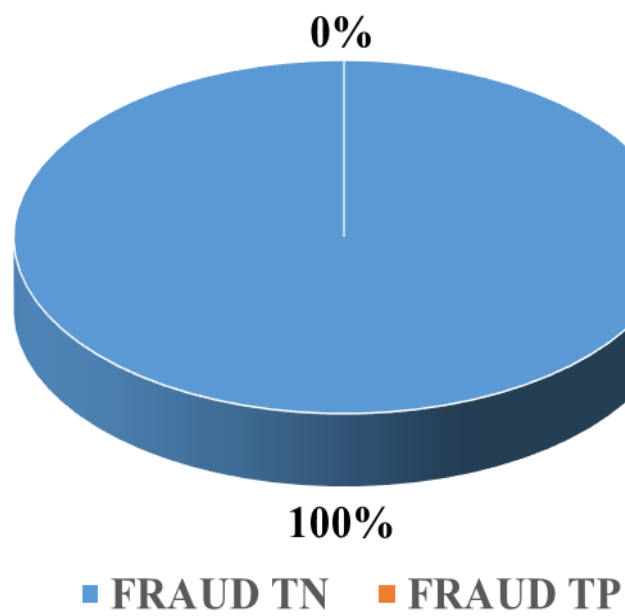
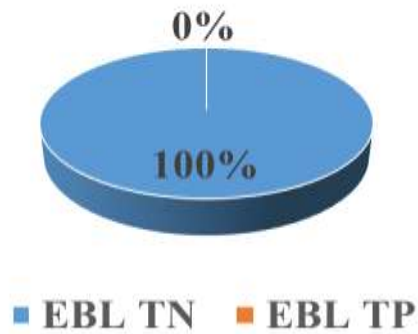


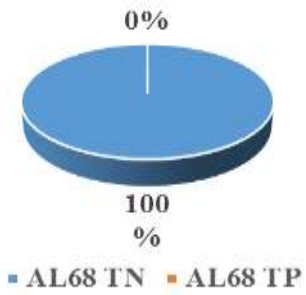
Figure 241: Le pourcentage du test de fraude en été.

La stabilité du lait en saison d'Automne

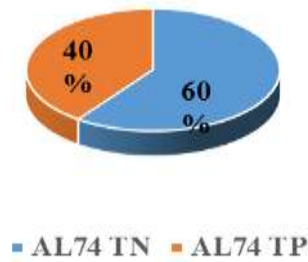
Le test d'ébullition en automne



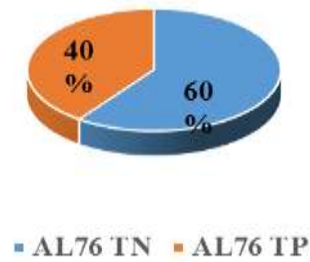
Test d'alcool



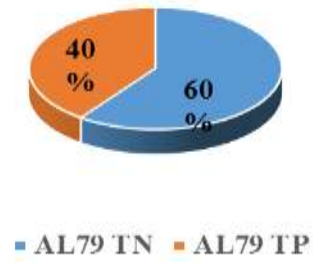
Test d'alcool



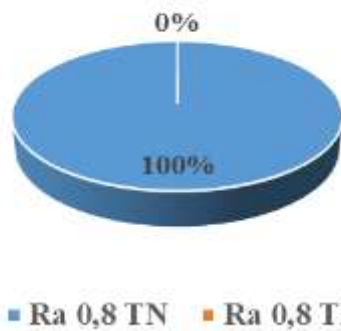
Test d'alcool



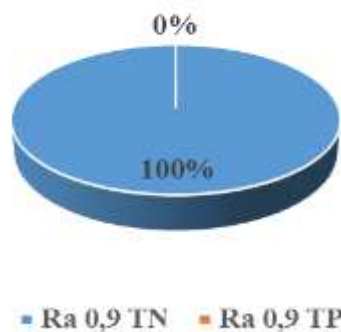
Test d'alcool



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell



Test de Ramsdell

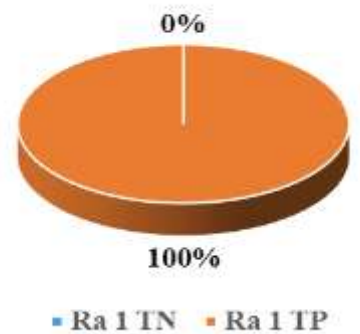


Figure 242 : Les étapes du test de stabilité en automne.

Test d'antibiotique en Automne

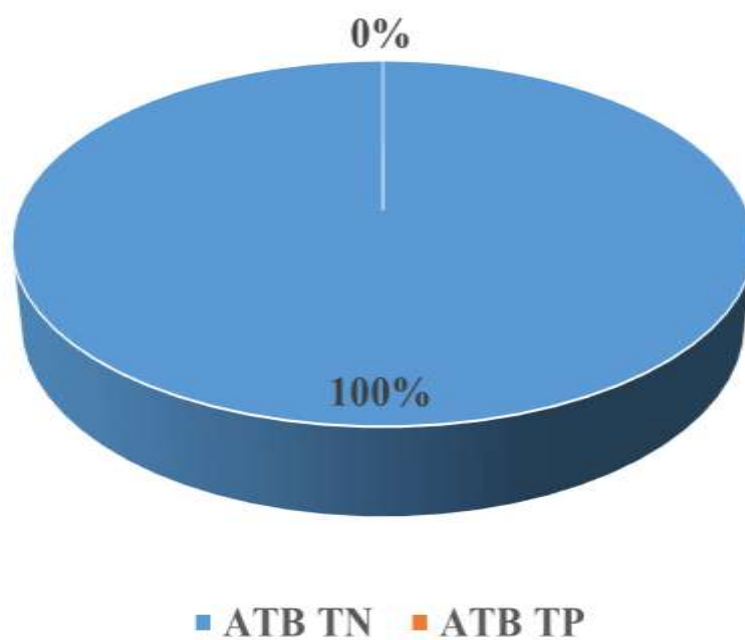


Figure 243: Le pourcentage du test d'antibiotique en automne

Test de fraude en Automne

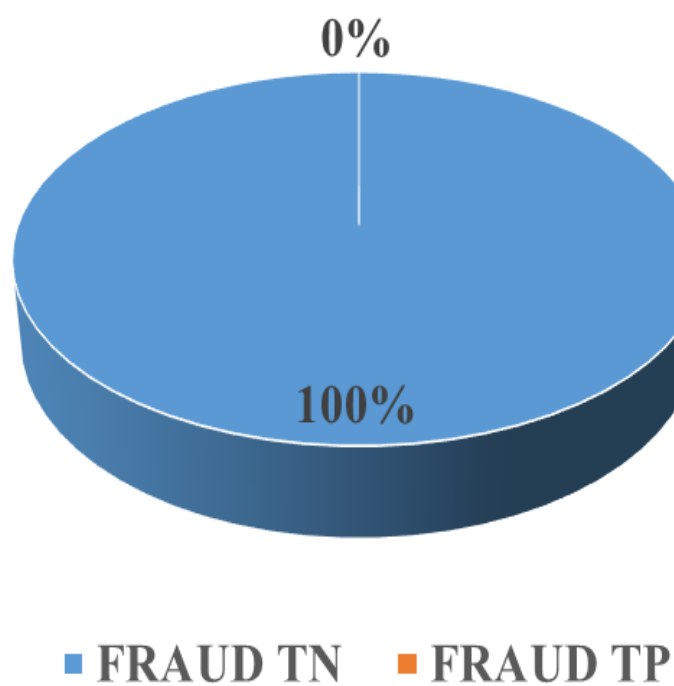


Figure 244: Le pourcentage du test de fraude en Automne.

B- Cartographie des résultats en pourcentages des antibiotiques et des fraudes :

Les résultats des analyses des caractéristiques hygiéniques aux niveaux des fermes étudiées sont représentés comme suit (Fig 245):

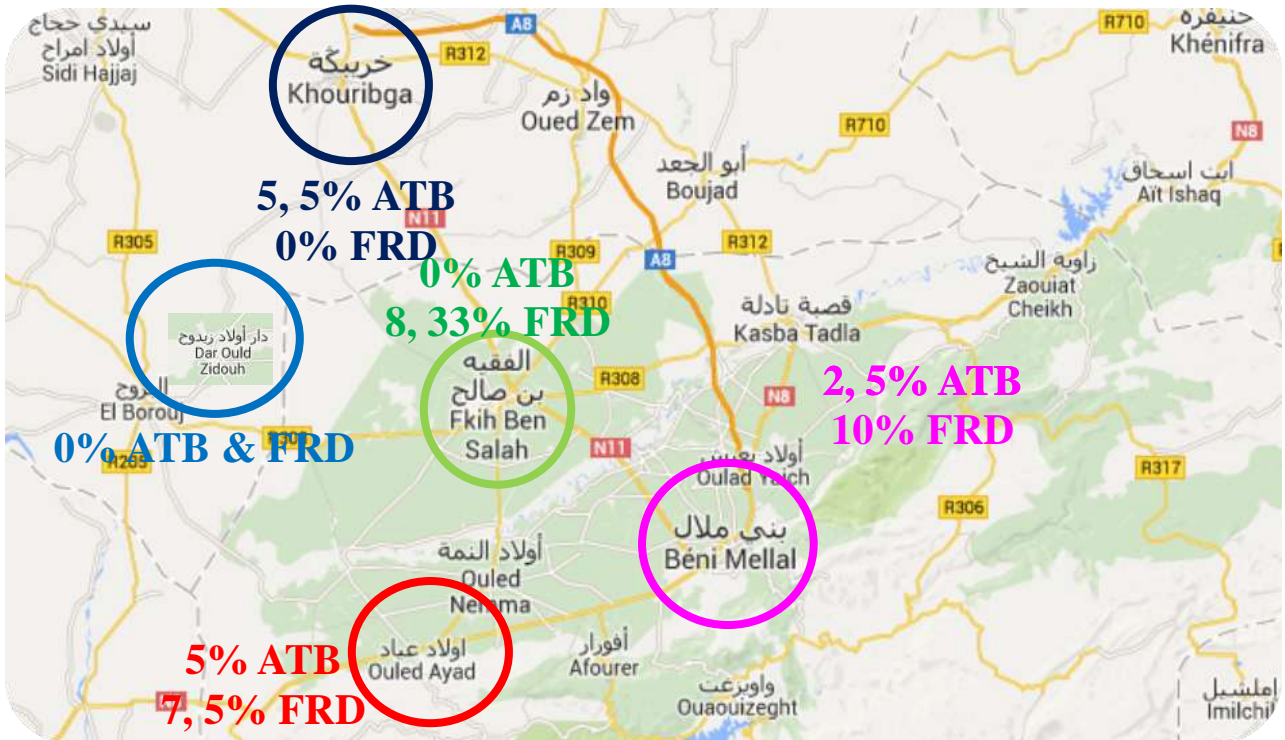


Figure 245: Cartographie des pourcentages des antibiotiques et des fraudes aux niveaux des fermes étudiées au niveau des cinq zones de la région de Béni Mellal- Khénifra

Cette cartographie regroupe les cinq zones de la région de Béni Mellal- Khénifra avec des variations des pourcentages en antibiotiques et des fraudes, les résultats montrent que la zone de Béni Mellal présente un pourcentage de 2,5% d'antibiotique et un pourcentage de 10% de fraude, alors que la zone d'Oulad Ayyad-Azillal présente un pourcentage de 5% d'antibiotique et un pourcentage 7,5% de fraude, alors que la zone de khouribga présente un pourcentage de 5,5 % d'antibiotique et 0% pourcentage de fraude, contrairement à la zone Fkih Ben Saleh qui présente 0% pourcentage d'antibiotique et un pourcentage de 8,33% de fraude, tandis que la zone de Dar Oulad-Zidouh ne présente aucun pourcentage ni antibiotique ni fraude durant toutes les saisons de l'année celà nous permet de la classer en zone la plus hygiénique et la plus salubre par rapport au autres zones étudiées.

Résultats statistiques

En perspective de ce travail nous élaborerons dans un premier temps, un modèle de régression multiple expliquant la production laitière par plusieurs variables quantitatives et qualitatives à savoir : la race, la superficie, l'hygiène, la séparation, ensilage de maïs, aliment concentré, maïs en grain ou broyé, paille, foin de luzerne, soja, CMV (vitamine: techna vitamix). Dans un deuxième temps, nous allons faire une analyse factorielle (ACP) sur les quatre indicateurs : MG, Protéine, ESD et EST pour déterminer les facteurs de qualité, puis la classification des zones : Beni Mellal, Fkih Ben Saleh (Souk Sebt), Dar Oulad Zidouh, Khouribga et Ould Ayyad Azillal. Ci-dessous un premier pas pour ce travail.

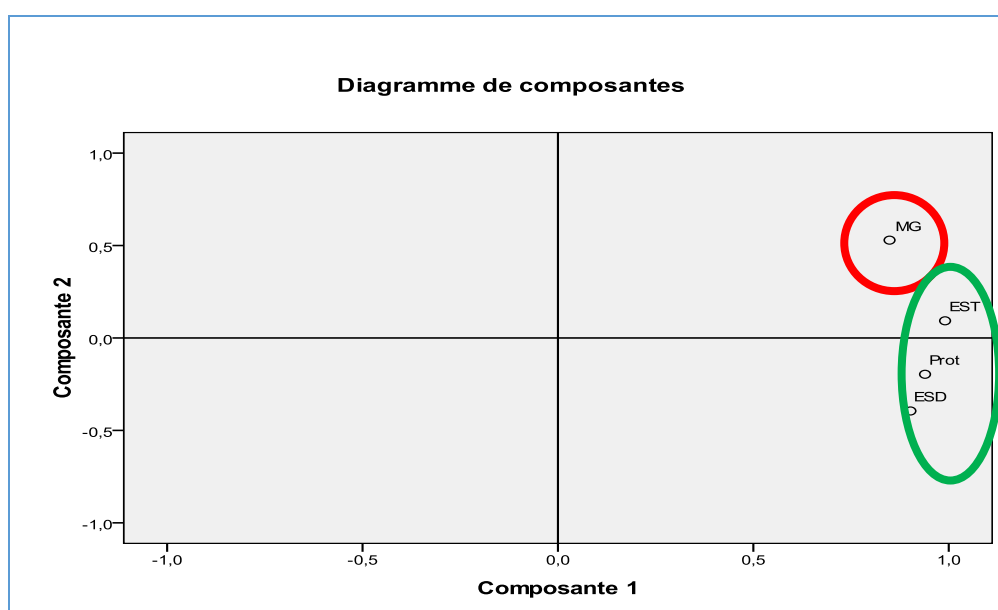
Analyse en composantes principales :

Il ressort de l'ACP que deux facteurs suffisent à résumer presque toute l'information (97%) (Voir table ci-dessous) contenue dans les quatre variables à savoir MG, Prot, ESD et EST.

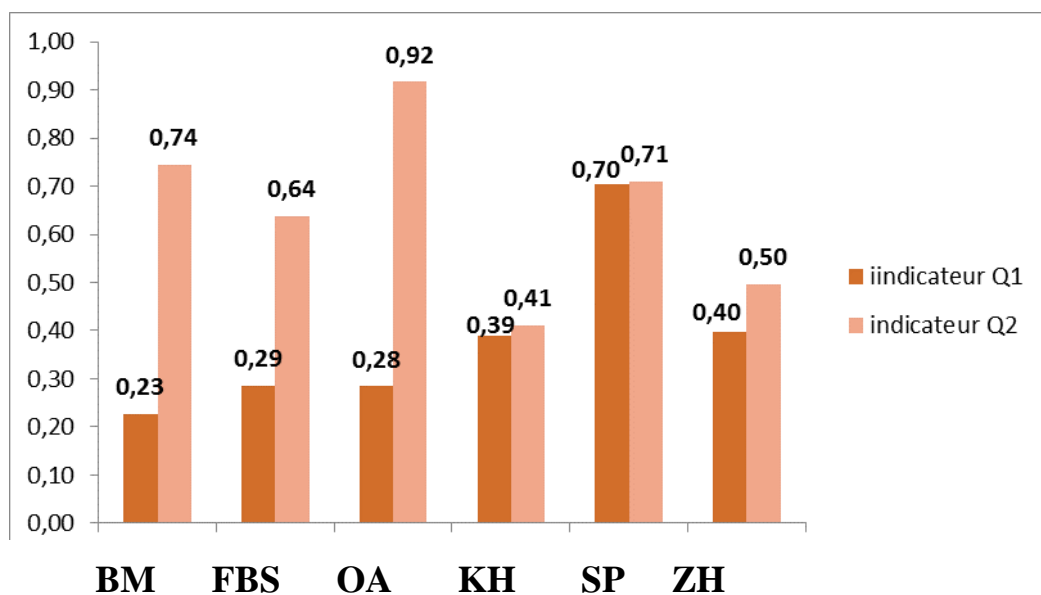
| Variance totale expliquée | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|-----------|---|------------------|-----------|
| Composante | Valeurs propres initiales | | | Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus | | |
| | Total | % de la variance | % cumulés | Total | % de la variance | % cumulés |
| 1 | 3,397 | 84,931 | 84,931 | 3,397 | 84,931 | 84,931 |
| 2 | ,483 | 12,077 | 97,008 | ,483 | 12,077 | 97,008 |
| 3 | ,120 | 2,992 | 100,000 | | | |
| 4 | 3,391E-6 | 8,477E-5 | 100,000 | | | |

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Prot, ESD et EST contribuent au premier facteur noté Q₁, Tandis que MG contribue au facteur noté Q₂. Par suite, on a établi deux indicateurs de qualité du lait Q₁ et Q₂. (Voir graphique ci-dessous) :



Le graphique suivant présente les valeurs moyennes des indicateurs de qualité Q_1 et Q_2 par zone géographique :



Clustering (Classification):

L'application de l'algorithme TwoStep Cluster implanté en SPSS montre l'existence de trois classes dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| Classe | MG | Prot | EST | ESD |
|----------|-------|-------|--------|-------|
| Classe 1 | 38,81 | 31,42 | 123,26 | 92,15 |
| Classe 2 | 39,84 | 33,09 | 126,82 | 95,03 |
| Classe 3 | 36,61 | 30,79 | 120,79 | 91,57 |

Poids des classes au niveau des zones :

| | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| BM | 66% | 10% | 24% |
| FBS | 77% | 0% | 23% |
| Oulad Ayyad Azillal | 100% | 0% | 0% |
| Kheribga | 9% | 16% | 75% |
| SoukSebt | 7% | 87% | 7% |
| Zidouh | 36% | 11% | 54% |

L'algorithme TwoStep est basé sur le critère d'information Bayésien BIC.

Conclusion générale et perspectives

L'ensemble des travaux relatés dans cette thèse se sont intéressés à la qualité du lait cru produit dans la région de Béni Mellal-Khénifra dans le sens le plus large géographiquement. Le choix de la région géographique, objet de la présente étude, a été dicté comme ceci a été mentionné dans l'introduction du présent travail, par les potentialités qui y sont offertes notamment le haut potentiel agricole. En effet, il faut citer l'abondance de terrains agricoles bien aménagés et des ouvrages hydro-agricoles garantissant en retour d'importantes productions fourragères, essentielle pour l'élevage en général et bovin en particulier. Ceci a donc un impact très important sur les capacités d'élevage de génisses productrices du lait. La région est effectivement reconnue pour ses importantes capacités de production laitière (335 million de litres de lait « Centre régional d'investissement Béni Mellal-Khénifra 2015 »).

Si les quantités produites dans la région témoignent de la grande activité d'élevage, il va sans dire que les standards de la qualité ne sont pas toujours respectés. Le but majeur des présentes investigations est de caractériser les différents laits crus au niveau de différentes zones de la région de Béni Mellal-Khénifra afin de rendre compte de la qualité de ces laits au niveau de chaque zone et caractériser également cette qualité en fonction des saisons pour asseoir l'effet de saison sur la physiologie de lactation sur les génisses d'un côté et du facteur de température sur la qualité du lait proprement dite. Ceci permettra de classer ces laits et notamment ceux à meilleure qualité et rechercher les facteurs y contribuant. Dans une étude antérieure réalisée dans le laboratoire de Génie Biologique, la première étude et pionnière de surcroît dans la région, voire au niveau du Maroc (Afif, 2008) a déjà mis en évidence des différences notoires au niveau de différentes coopératives et qui ont été décrites comme étant région et saison dépendantes. La présente étude, étudie et approfondit les travaux de Afif (Afif, 2008) et ce par plusieurs points et aspects. Tout d'abord, par le nombre d'échantillons analysés et celui de coopératives investies. Ensuite l'étendue géographique qui est plus étendue que celle d'avant et la densité des zones qui avaient fait l'objet d'investigations et qui a été du nombre de 8. Ceci a permis de mieux cerner les disparités pouvant avoir lieu dans la même zone et entre les zones elles-mêmes. Nous rapportons donc pour la première fois les indicateurs de stabilité du lait et également ceux en relation avec les fraudes. Pour ce qui est des analyses physico-chimiques, nous avons étendu notre analyse à d'autres paramètres non mentionnée dans la précédente étude, en développant plus les différents composants de la matière grasse et ceci nous a permis de rapporter pour la première fois l'évolution des acides gras libres, qui sont une composante essentielle de cette même matière grasse. De même pour le taux protéique, nous avons été en mesure de caractériser le devenir des caséines, composante majeure des protéines contenus dans le lait, en plus du taux protéique total. Ceci a

permis de démontrer que dans le cas de la région de Béni Mellal-Khénifra, que ce taux de caséines est en parfaite relation de point de vue évolution avec le taux protéique total. Il s'agit de la première fois que ces taux soient rapportés pour les laits crus produits dans cette région et également au niveau du Maroc. Ceci a été rendu possible grâce à l'utilisation de la nouvelle technique de spectrophotométrie à infra-rouge, comme mentionné auparavant. Notons également que nous rapportons pour la première fois l'évolution de paramètres physiques du lait, tels que la densité et le point de congélation, par exemple et qui sont en relation directe avec la qualité physico-chimique du lait au niveau du versant stabilité et fraude (mouillage). L'un des autres points forts de cette étude est le fait de faire un suivi durant 5 ans de l'évolution annuelle des principales caractéristiques physico-chimiques en relation avec la valeur marchande du lait cru à savoir le taux de matière grasse, le taux protéique, l'extrait sec dégraissé et l'extrait sec total. Ceci plaide pour une typologie toute particulière du lait cru produit dans la zone géographique de Béni Mellal-Khénifra, puisque les mêmes évolutions sont retrouvées pour les 5 années ayant été analysées (2009-2013) en dépit de variations climatiques. Ceci serait dû aux pratiques d'élevage spécifiques à la région, incluant la race de génisses, la qualité et la nature de la ration alimentaire, entre autres.

Concernant les analyses microbiologiques, nous avons fait fi d'une analyse exhaustive des différents contaminants aussi bien pour les moisissures que pour les bactéries indicatrices de qualité hygiénique. Pour la première fois, une étude présente les résultats sur un nombre d'années qui a été de l'ordre de six années et les résultats présentés en sont une compilation.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'analyse par chimométrie et de modélisation afin de relever les tendances au niveau des effets de zone, région, nutrition et qualité du lait cru produit.

En somme, les points forts émergeant des présents travaux sont comme suit :

- Une stabilité des laits produits qui généralement est retrouvée pour tous les laits produits dans toutes les zones, excepté pour quelques zones de Béni Mellal, Fkih Ben Saleh et Oulad Ayyad-Azilal (20% du test positif), Il en va de même pour le nombre des fraudes qui restent minimales et restreintes à certaines zones.
- Des caractéristiques physicochimiques qui mettent en évidence la présence de laits qui ont des taux plus que corrects au niveau de la matière grasse et du taux protéique, deux paramètres qui sont importants notamment pour la qualité nutritionnelle voire organoleptique du lait qui fera objet de transformation et de commercialisation (lait pasteurisé mais surtout lait UHT ou lait concentré). Sur un autre registre, l'acidité retrouvée au niveau d'une majorité des laits crus respecte en général les normes

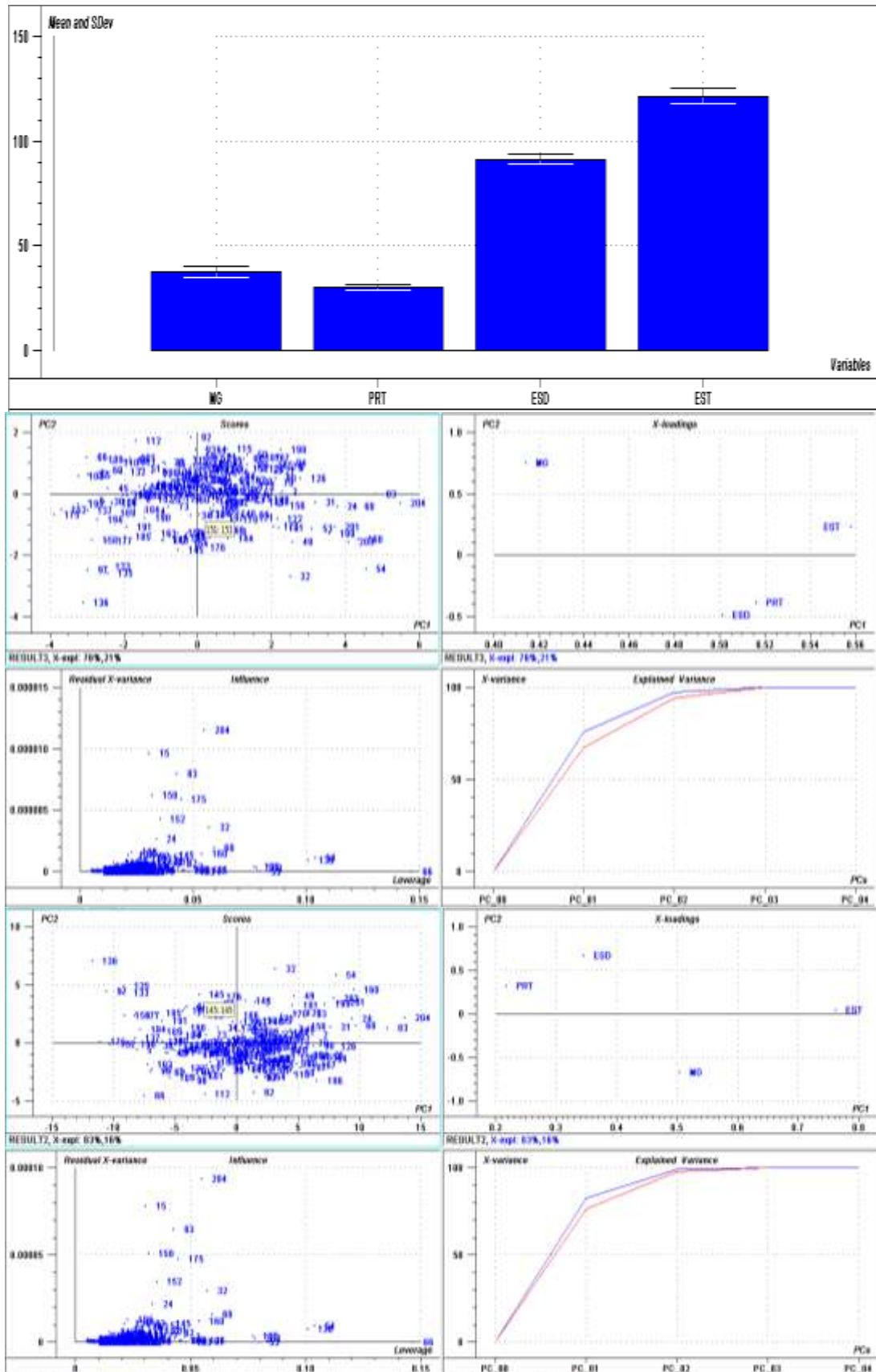
prescrites dans le domaine, ce qui est un indice encourageant quant à la non-détérioration de la qualité du lait et également de la non-prolifération exagérée des germes altérant la qualité hygiénique proprement dite.

- La charge microbienne reste cependant un écueil de taille pour une qualité hygiénique des laits crus produits. Ceci est dû en général aux manquements des pratiques élémentaires d'hygiène lors de tout le processus de collecte des laits, à commencer par la traite elle-même et le bac de stockage, voire des conditions du transport.

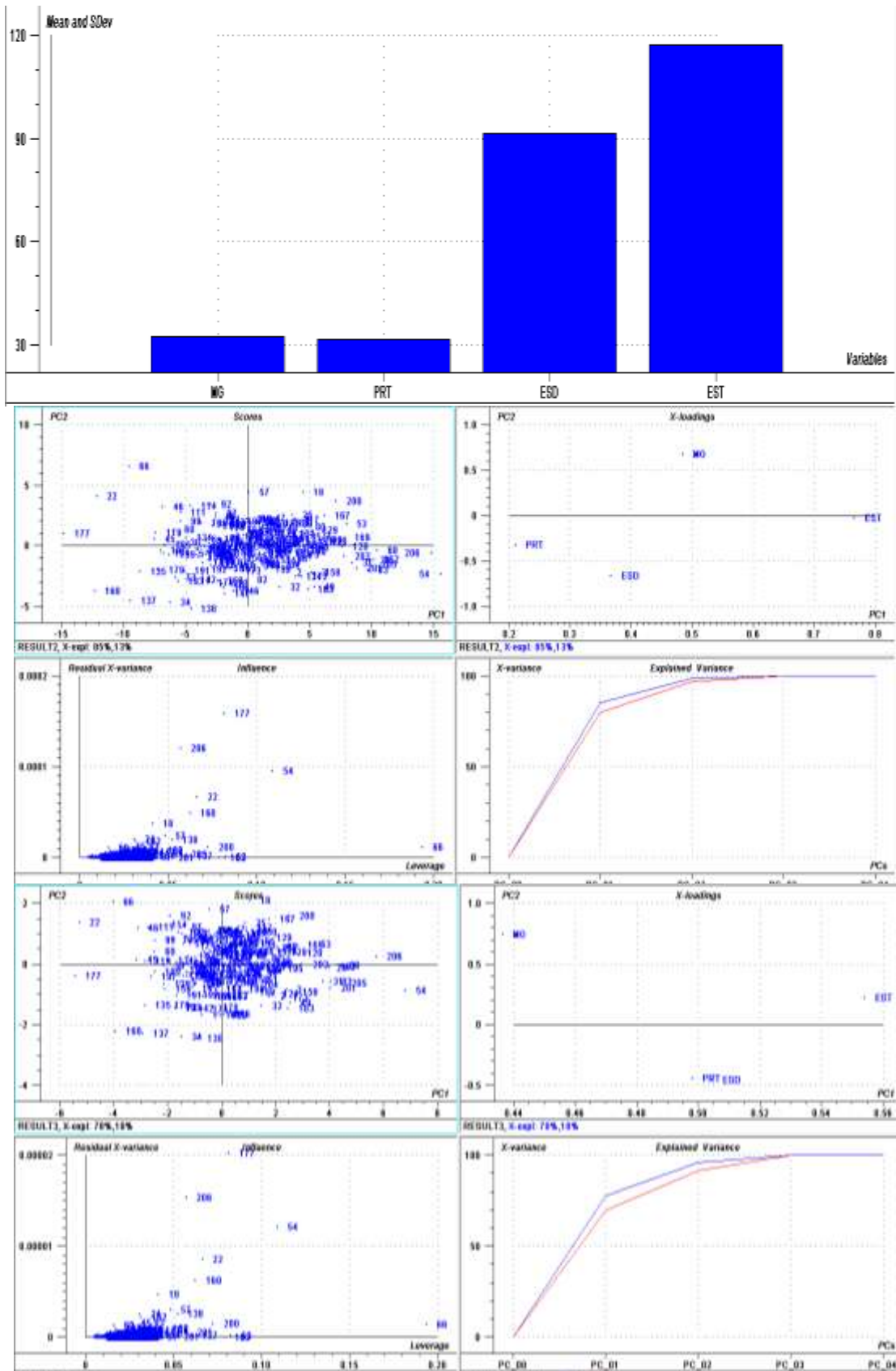
Il existe néanmoins de bons résultats alliant aussi bien de bons indicateurs pour les paramètres physico-chimiques, microbiologiques que celles relatives à la stabilité. Ceci augure d'une bonne maîtrise des processus de production laitière et de l'installation d'un esprit « professionnel » chez certains producteurs. Ceci est plus marquant au niveau des zones de Béni Mellal, Fkih Ben Saleh et Oulad Ayyad Azillal. L'application de l'analyse par ACP et de modélisation montrent bien que les coopératives situées au niveau de ces zones se distinguent clairement des autres coopératives situées dans les zones de Dar Ould Zidouh et Khouribga. Cette approche permet effectivement de différencier les coopératives les mieux structurées et pourrait constituer un outil efficace qui utilisé par les décideurs devra servir à encourager les bons profils et en ériger en modèle productif.

Annexes

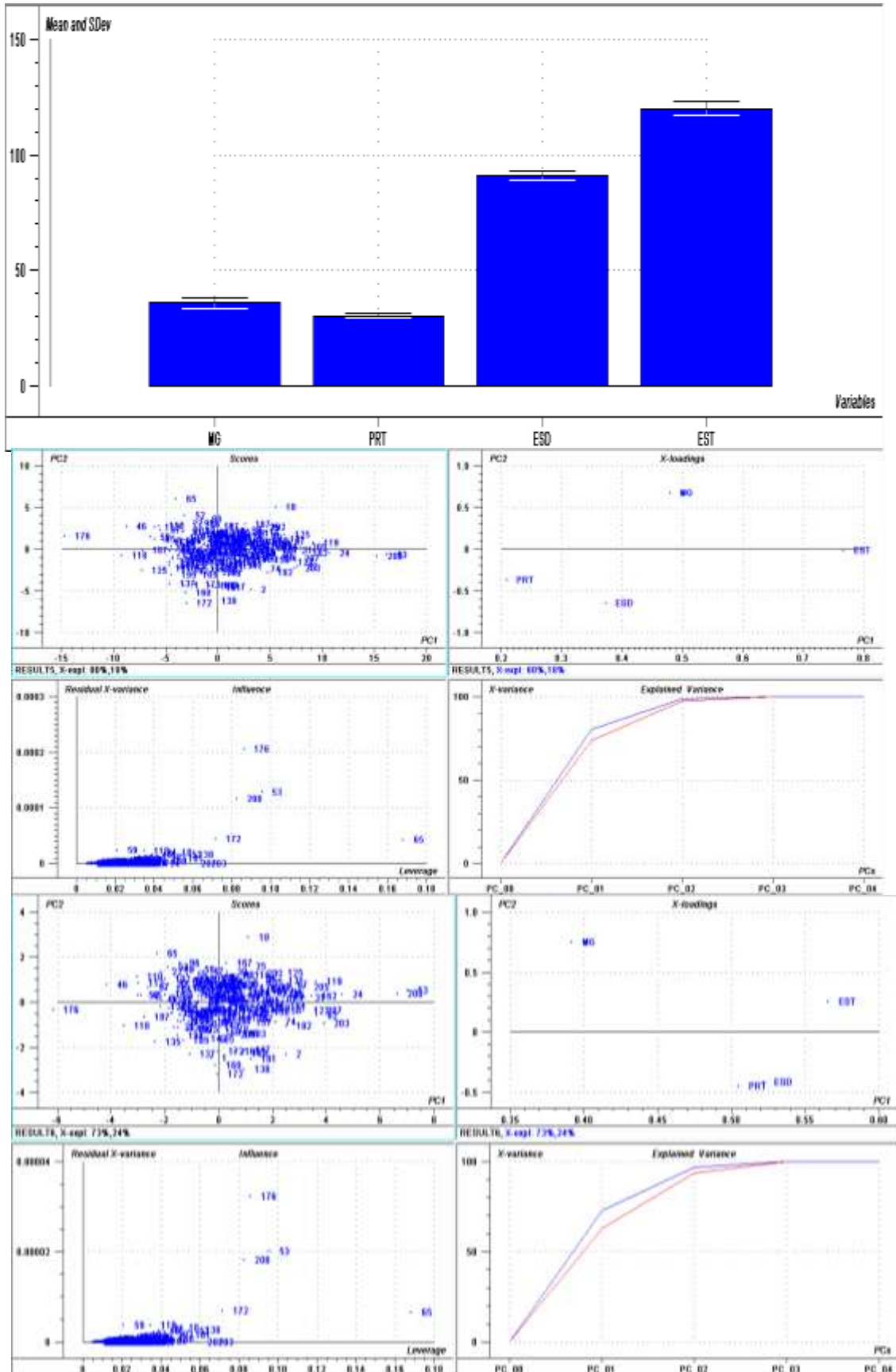
Les résultats des analyses des coopératives et fermes de 2009 :
Annexe 1 : Les résultats de mois Janvier 2009



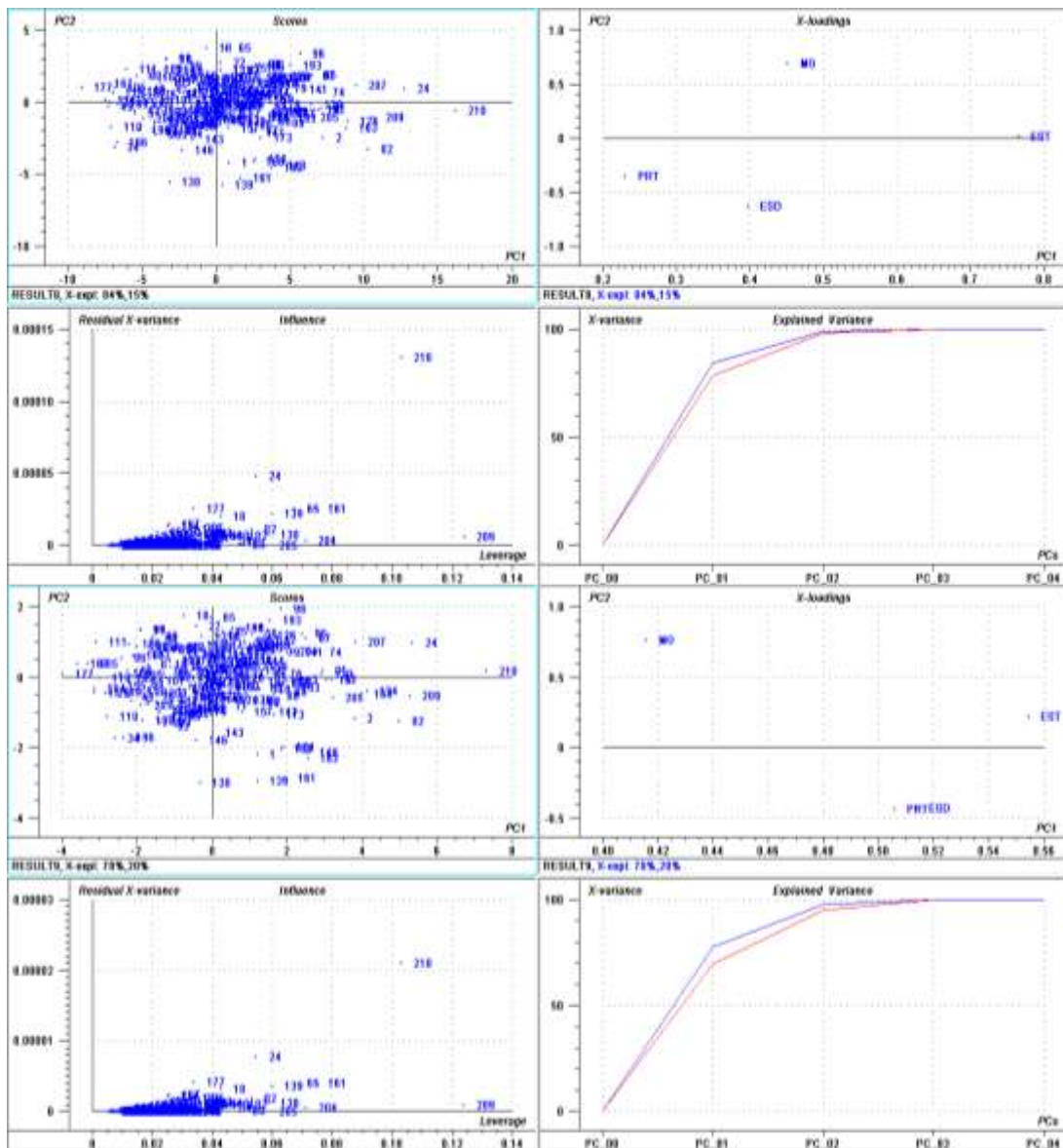
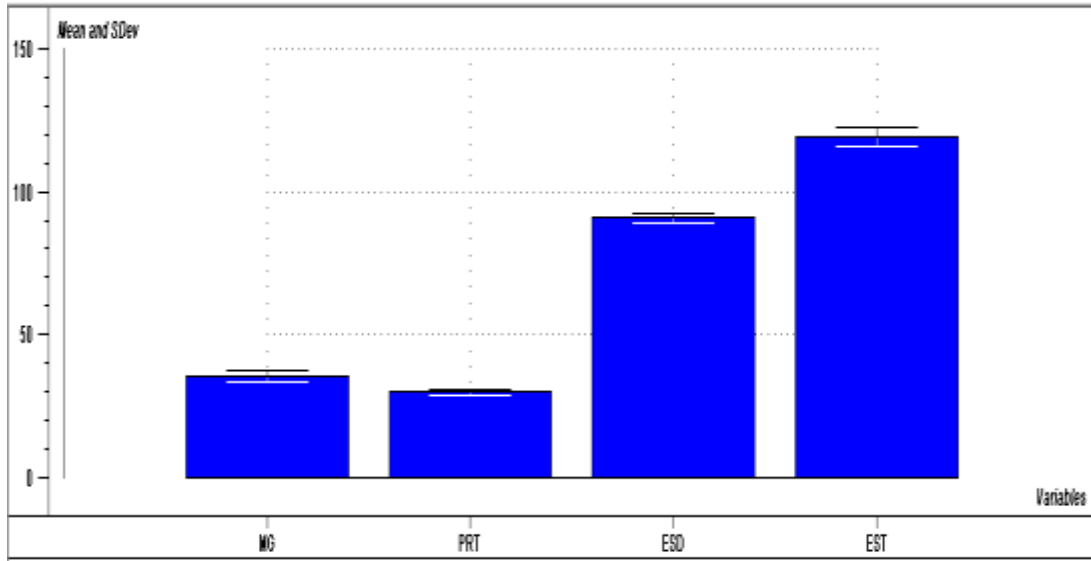
Annexe 2: Les résultats de mois Février 2009



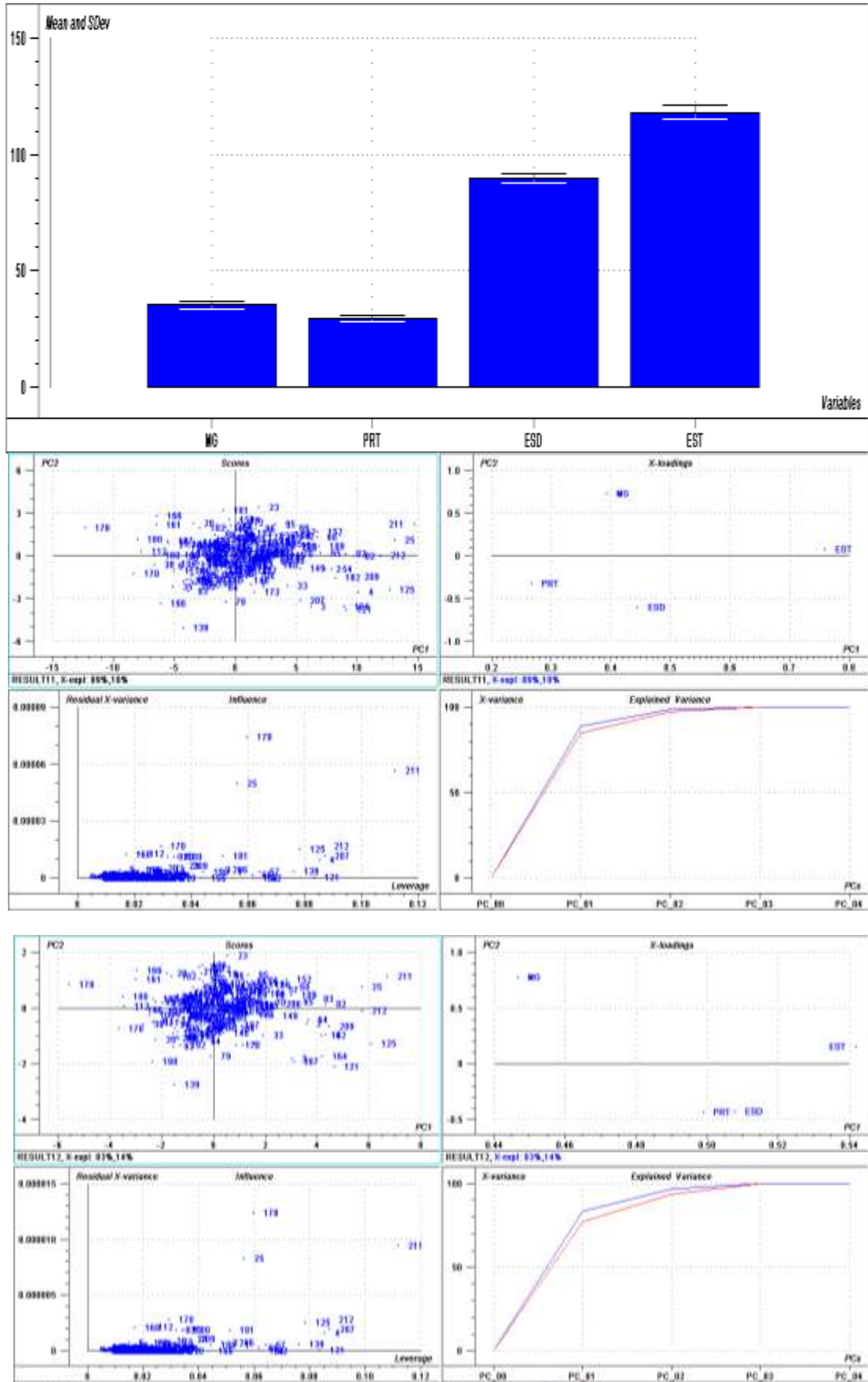
Annexe 3: Les résultats de mois Mars 2009



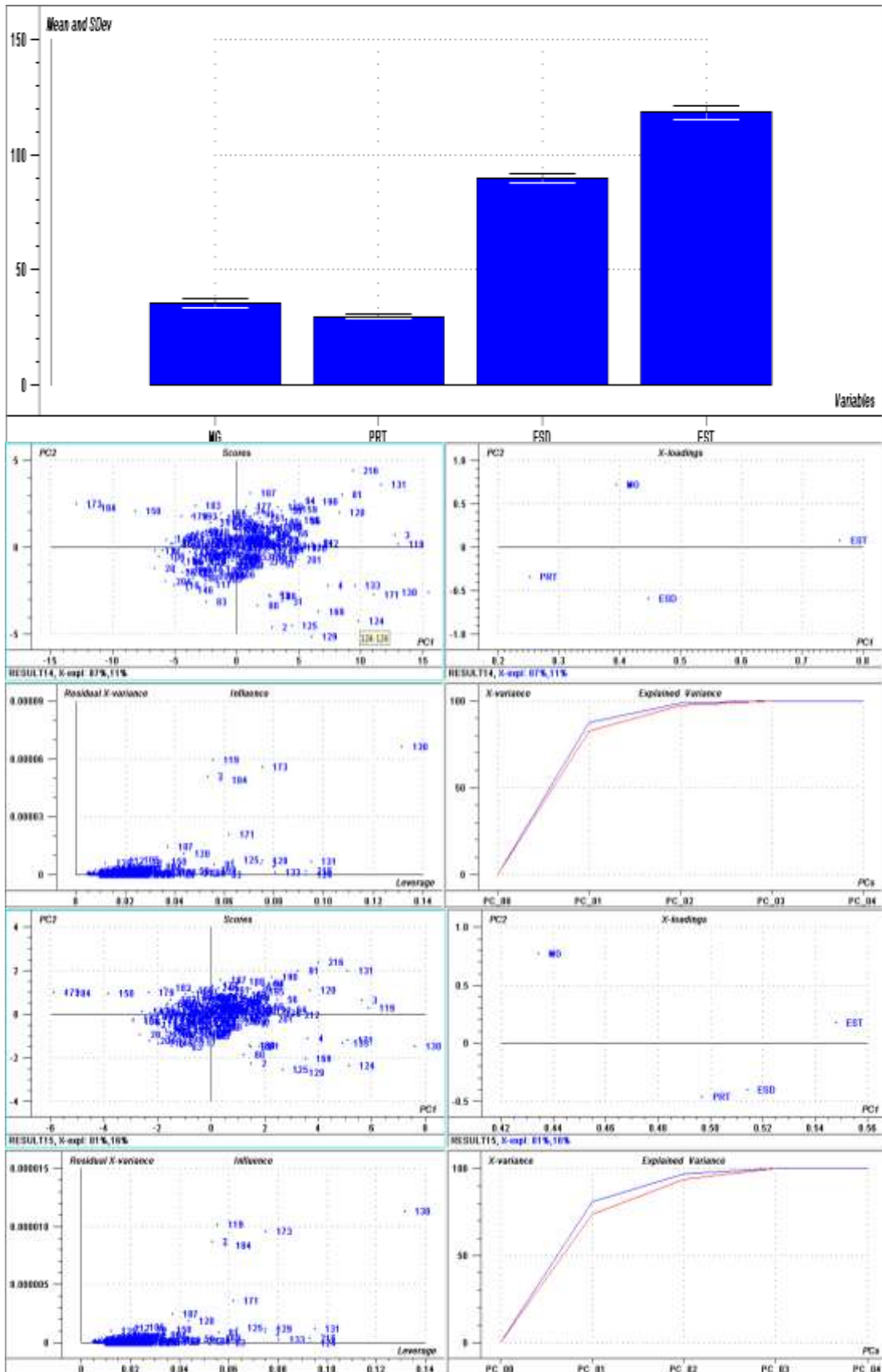
Annexe 4: Les résultats de mois Avril 2009



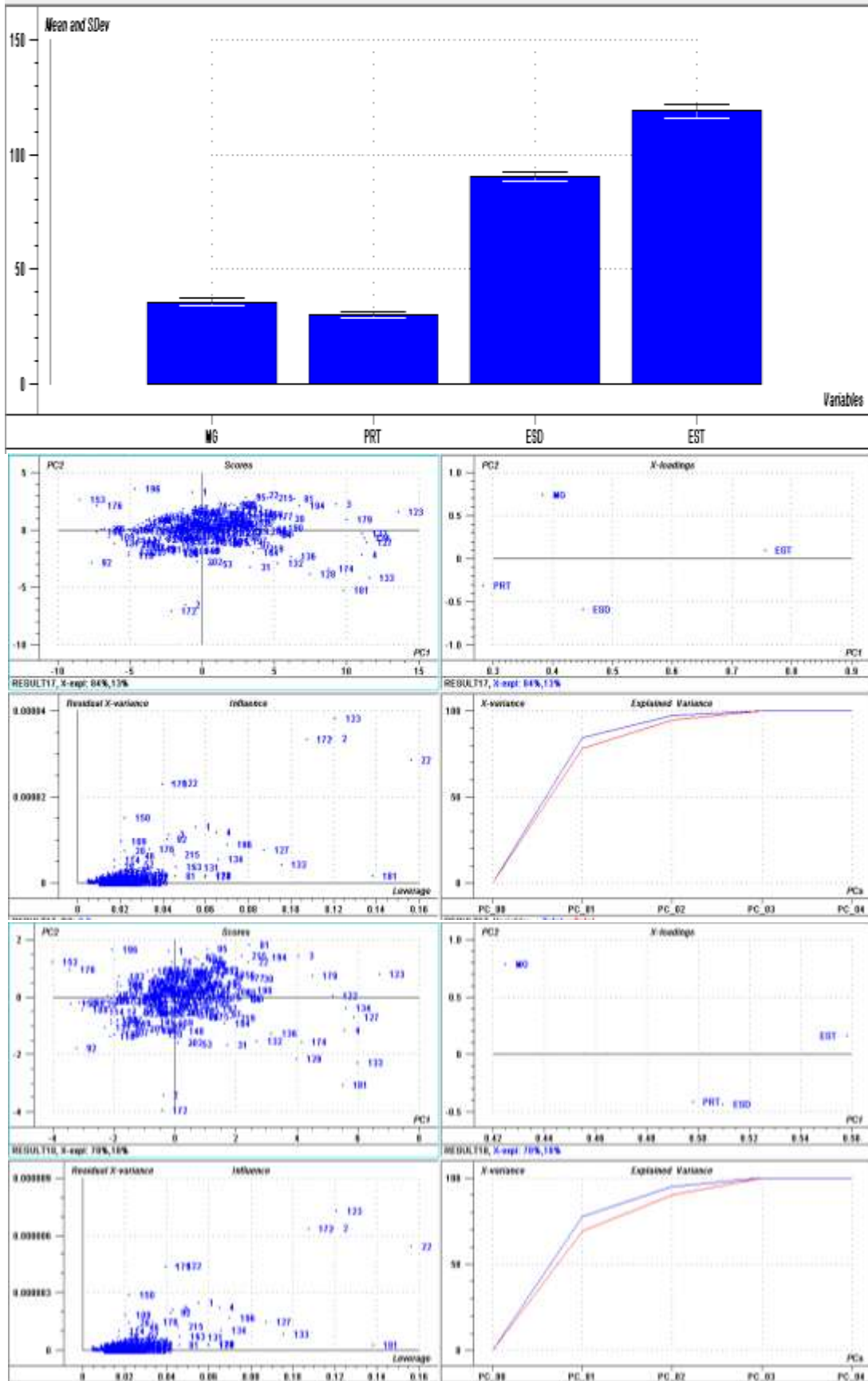
Annexe 5: Les résultats de mois Mai 2009



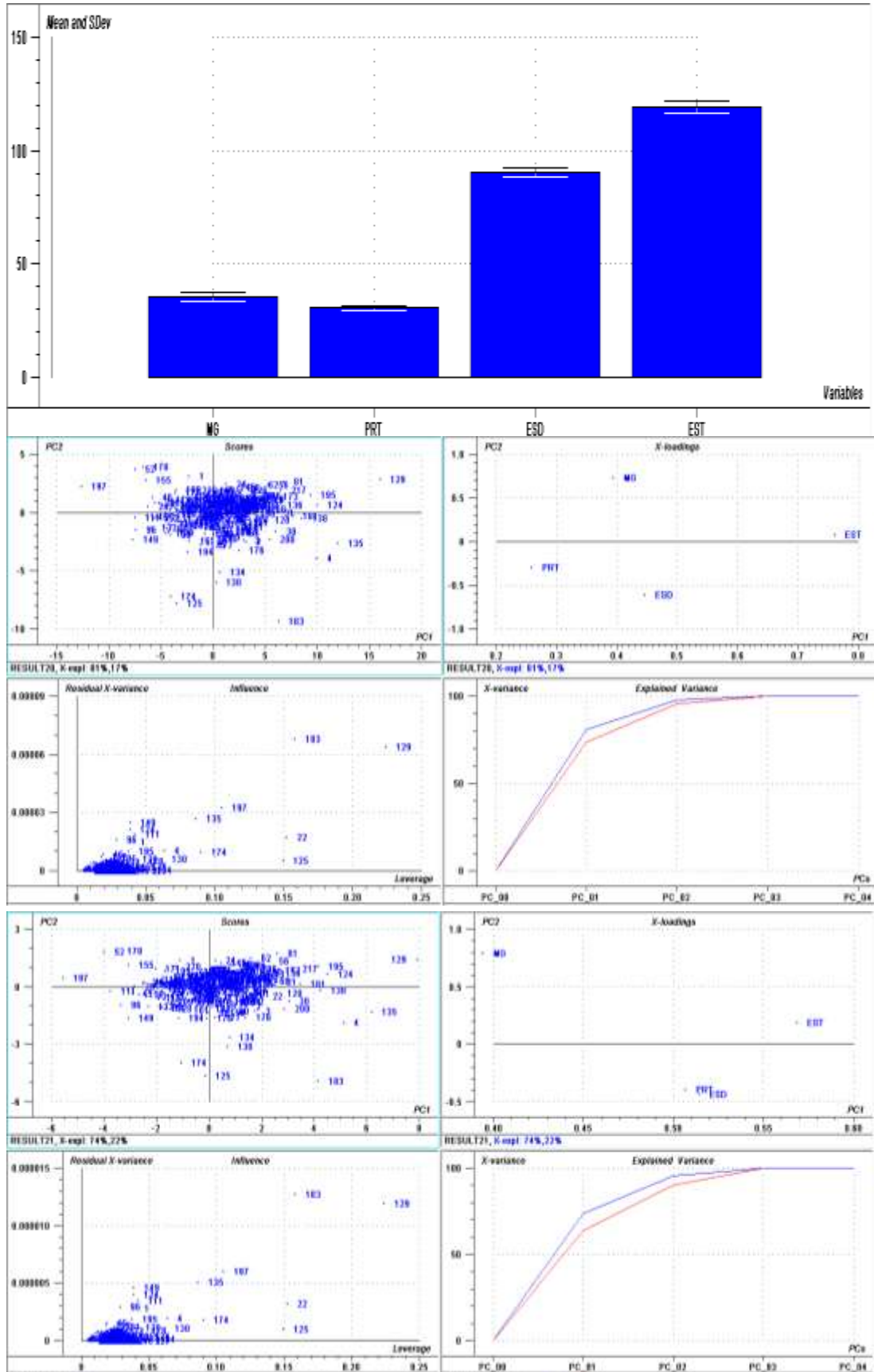
Annexe 6: Les résultats de mois Juin 2009



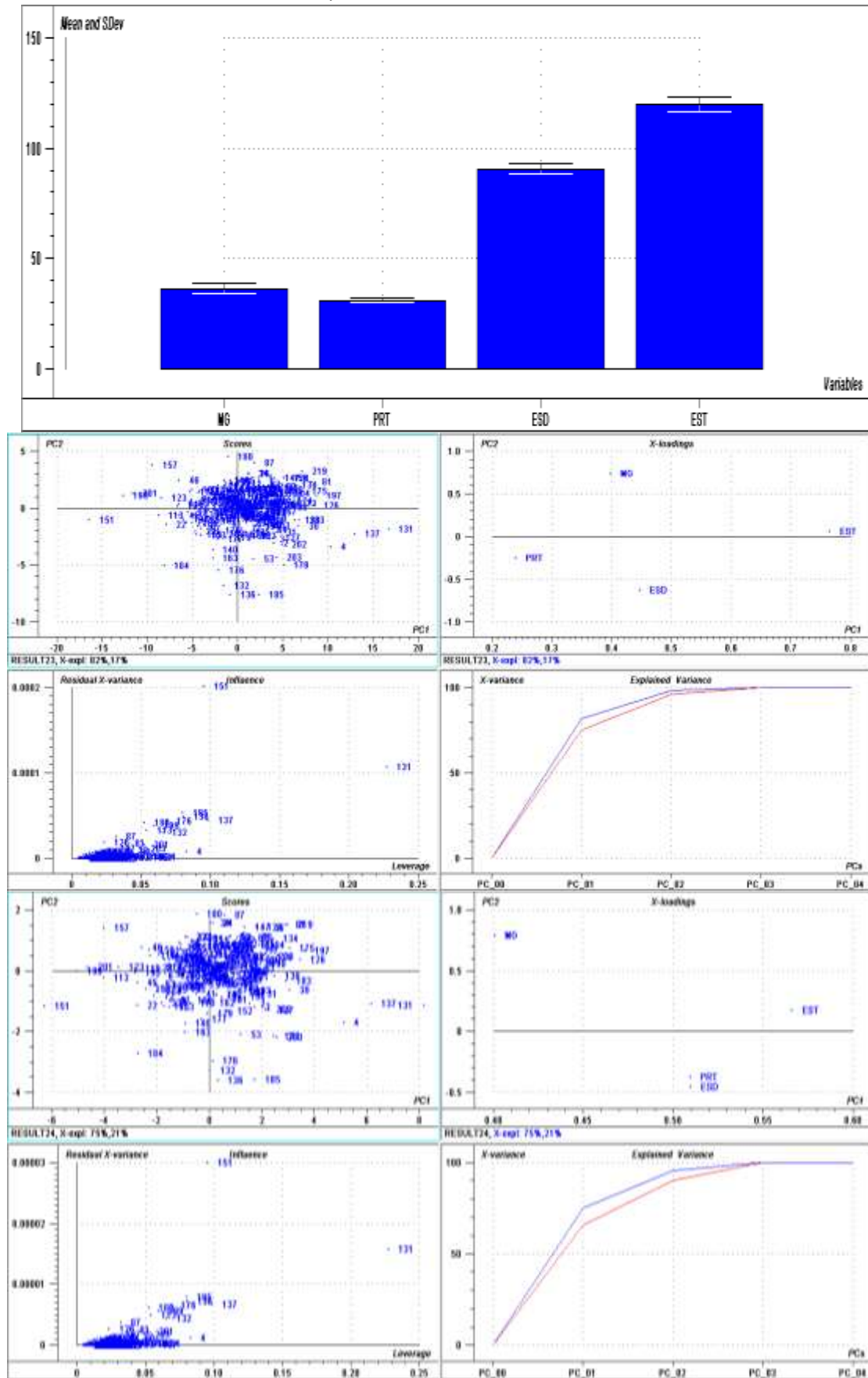
Annexe 7 Les résultats de mois Juillet 2009



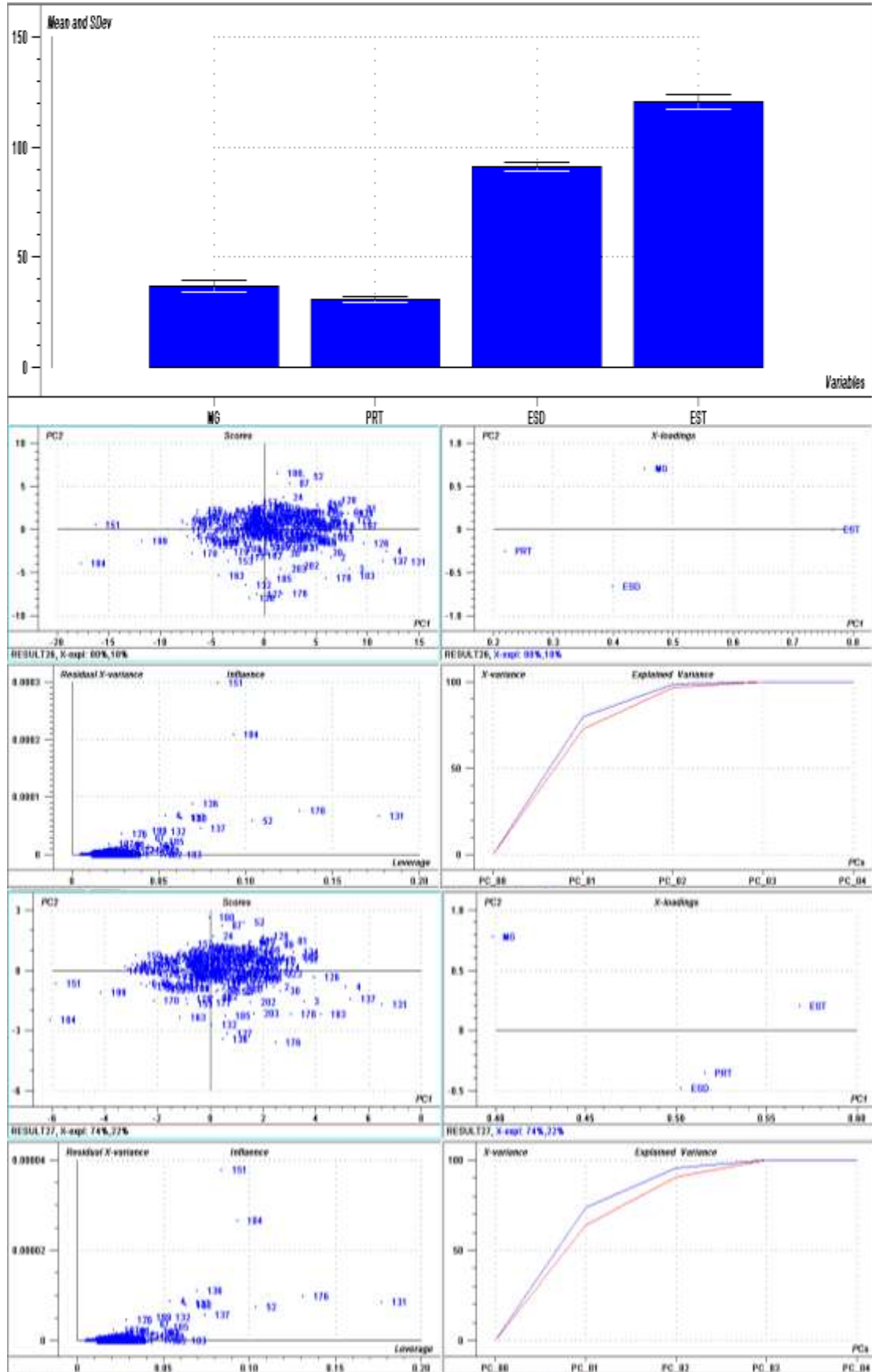
Annexe 8: Les résultats de mois Aout 2009



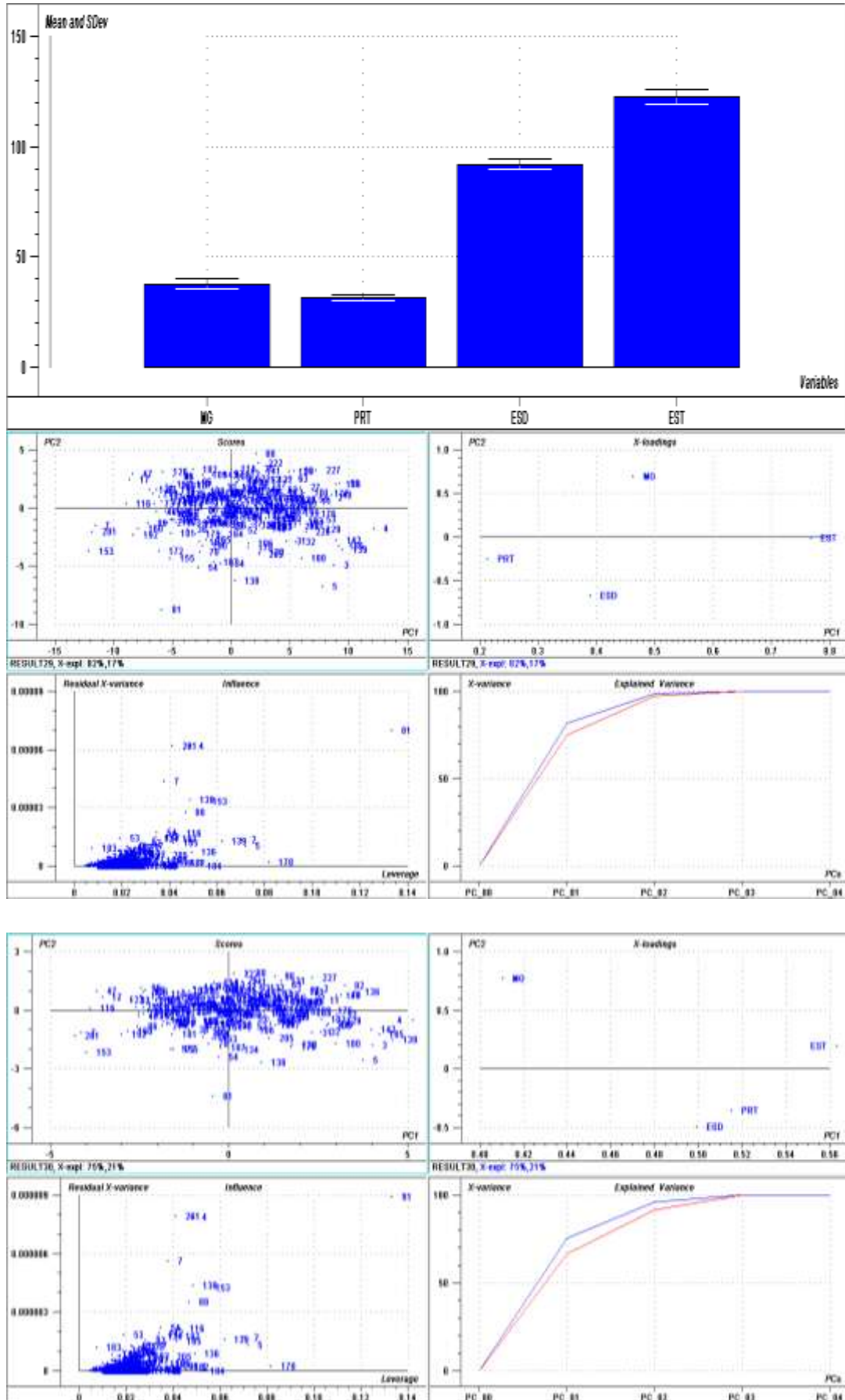
Annexe 9: Les résultats de mois Septembre 2009



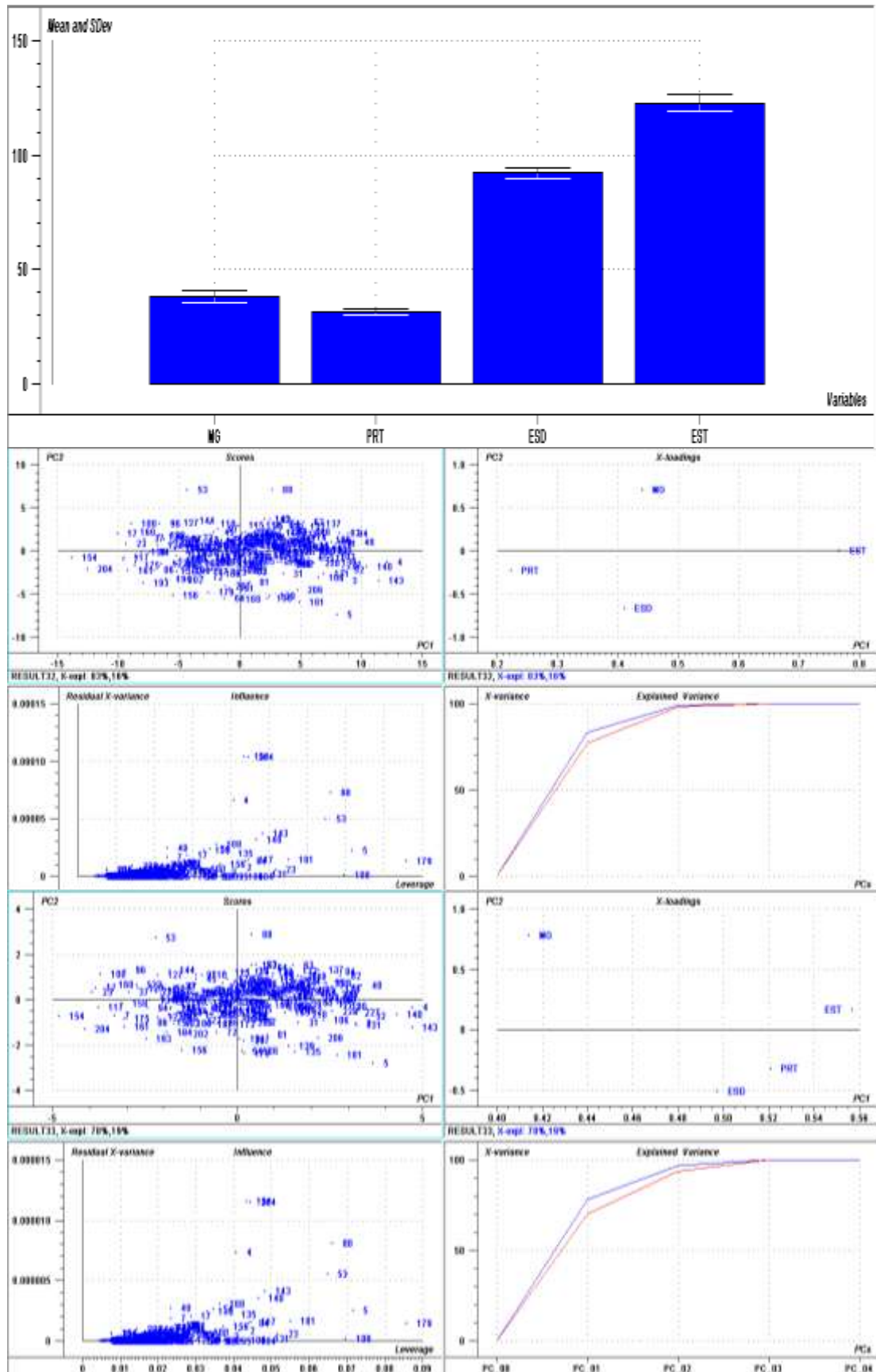
Annexe 10: Les résultats de mois Octobre 2009



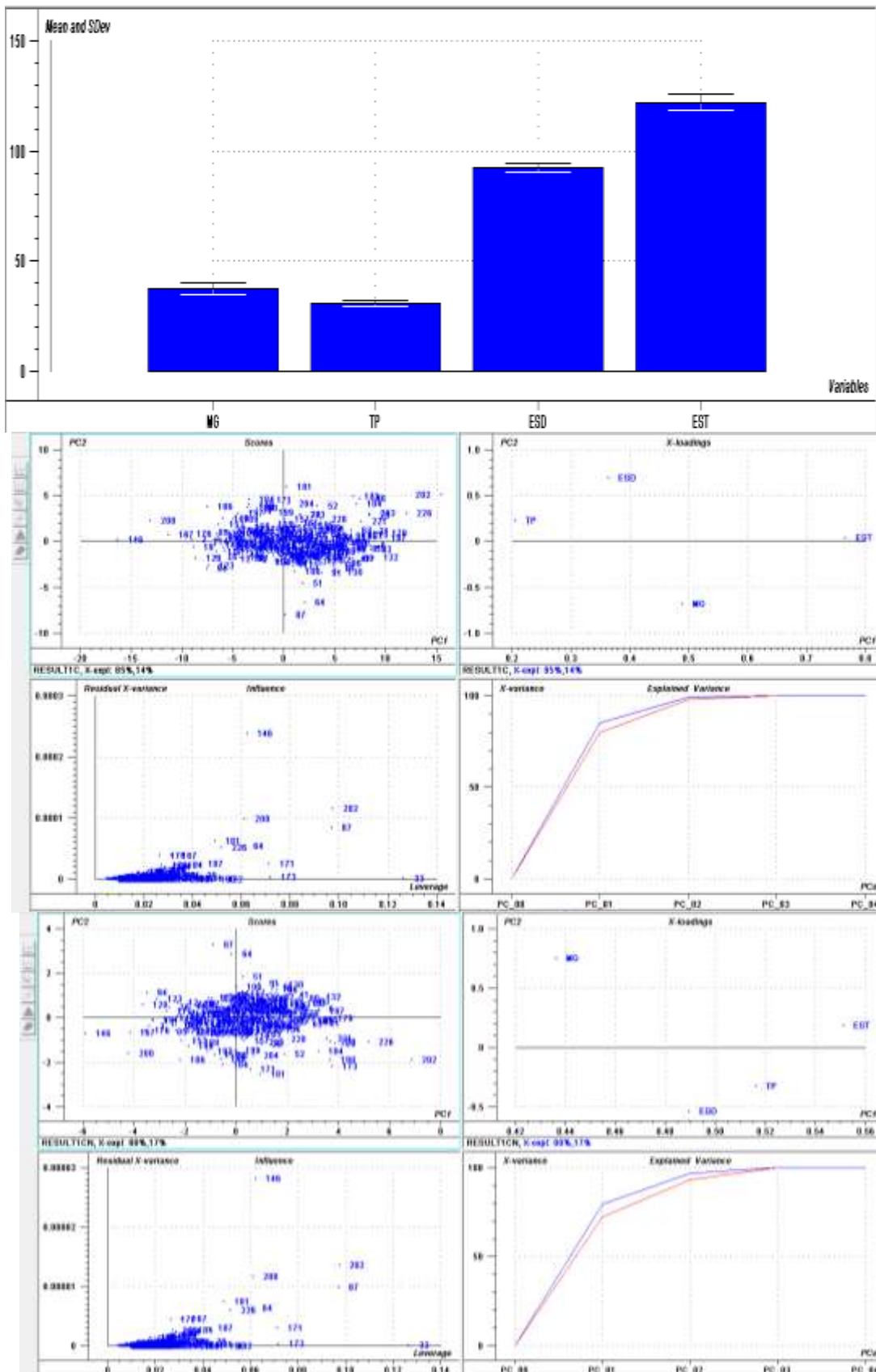
Annexe11: Les résultats de mois Novembre 2009



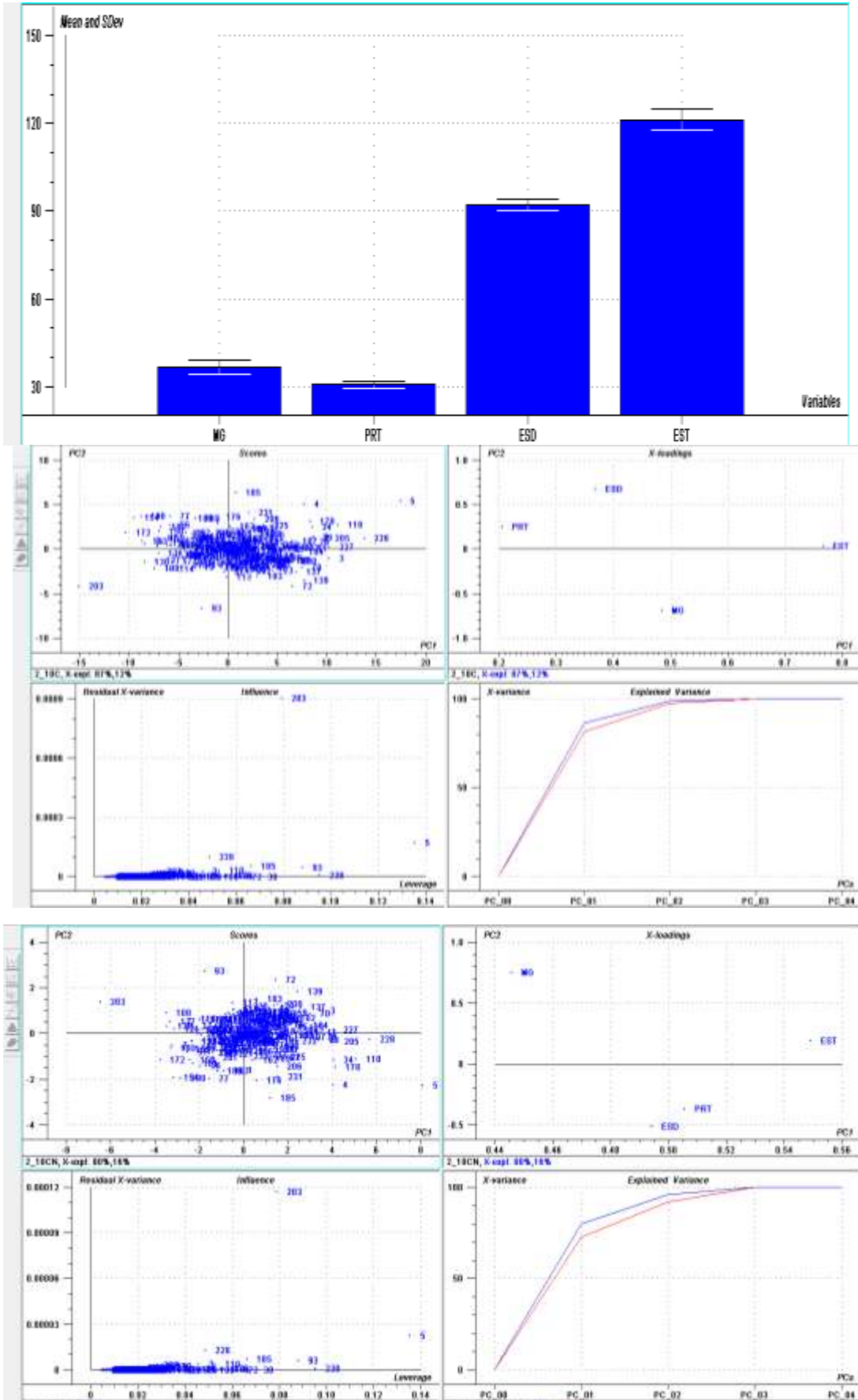
Annexe 12: Les résultats de mois Décembre 2009



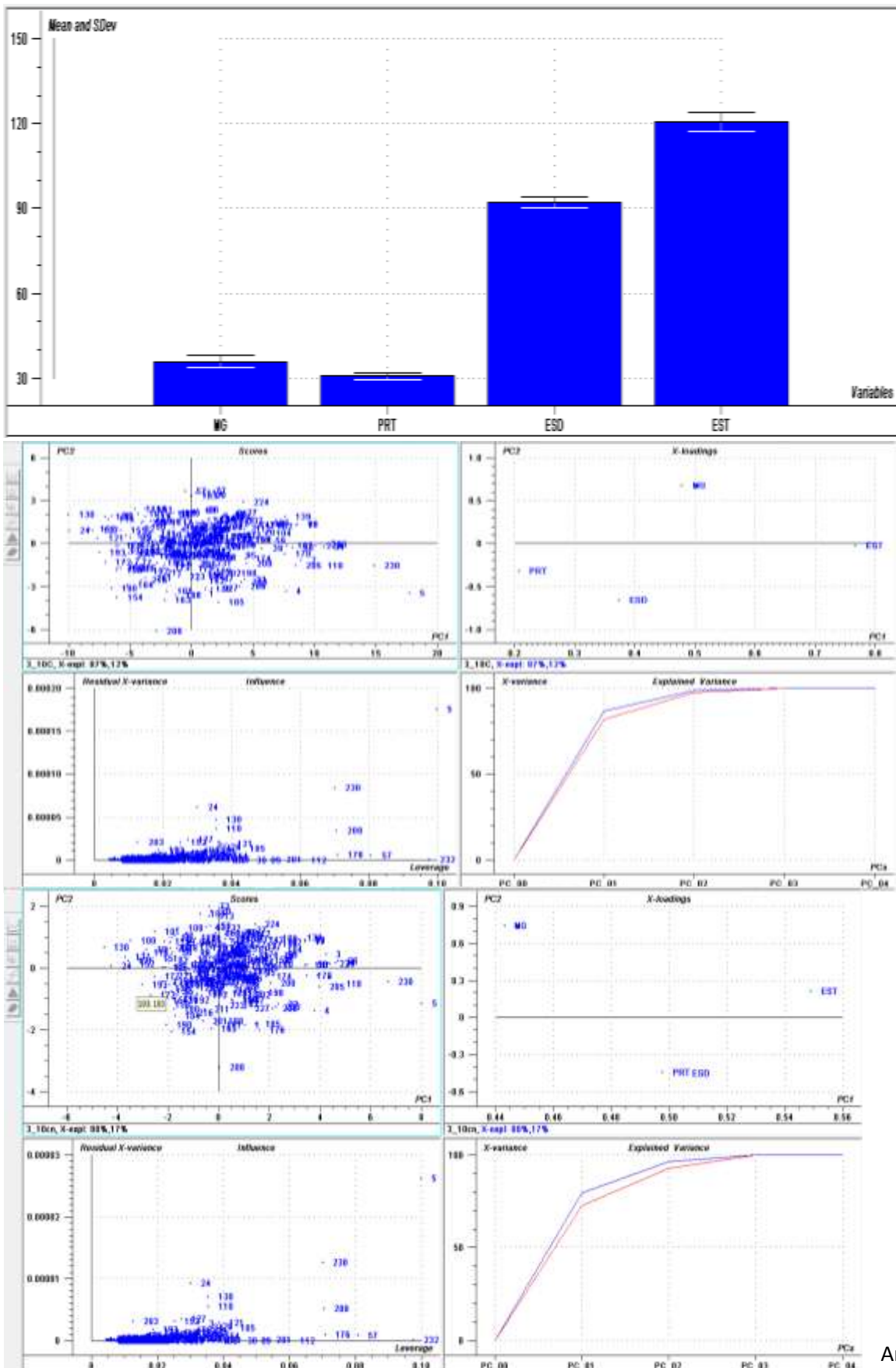
Les résultats des analyses des coopératives et fermes de 2010 :
Annexe 13: Les résultats de mois Janvier 2010



Annexe 14: Les résultats de mois Fevrier 2010

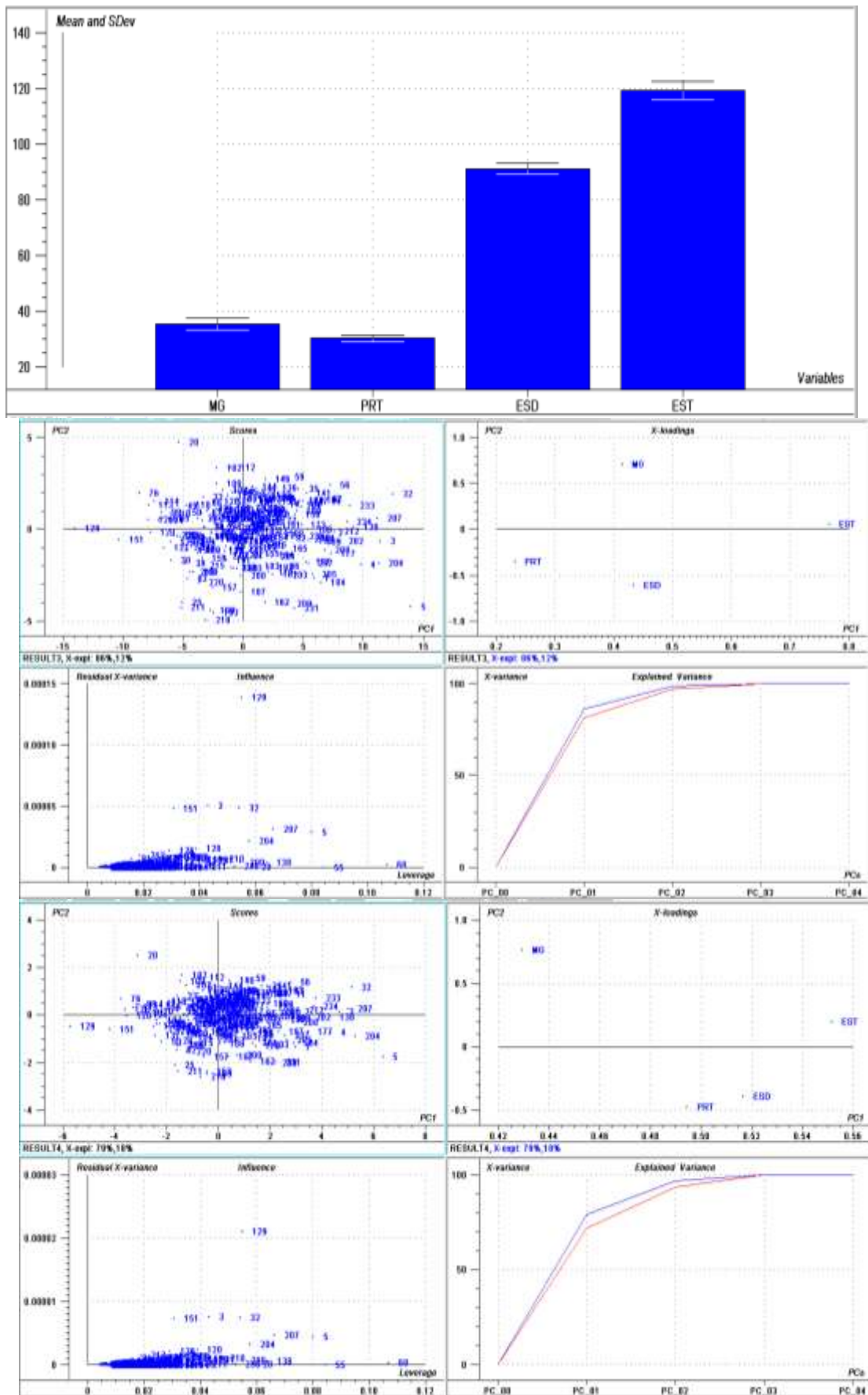


Annexe 15: Les résultats de mois Mars 2010

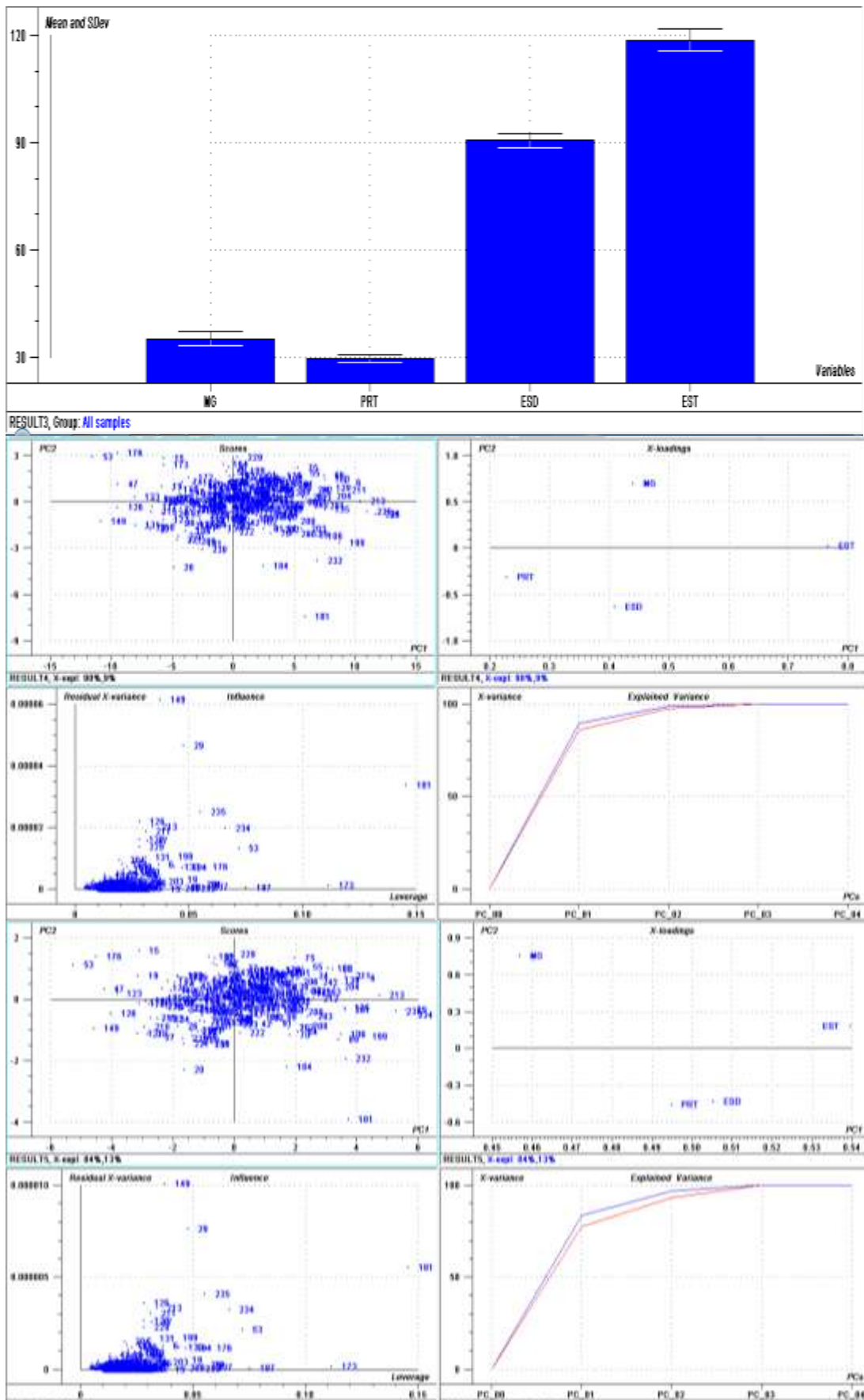


Annex e 16:

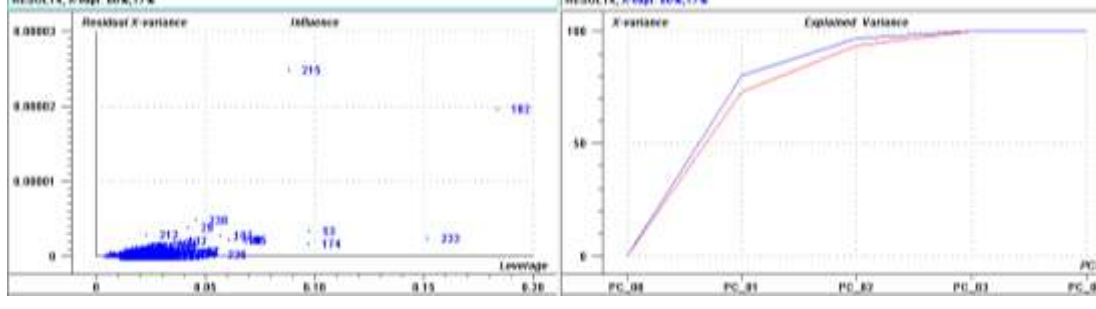
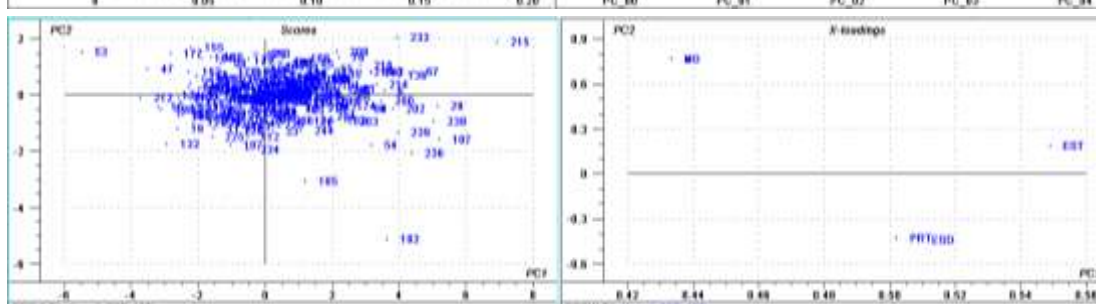
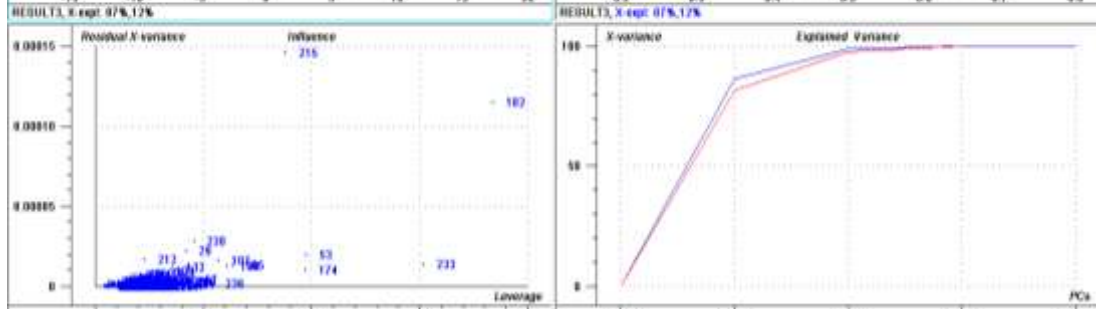
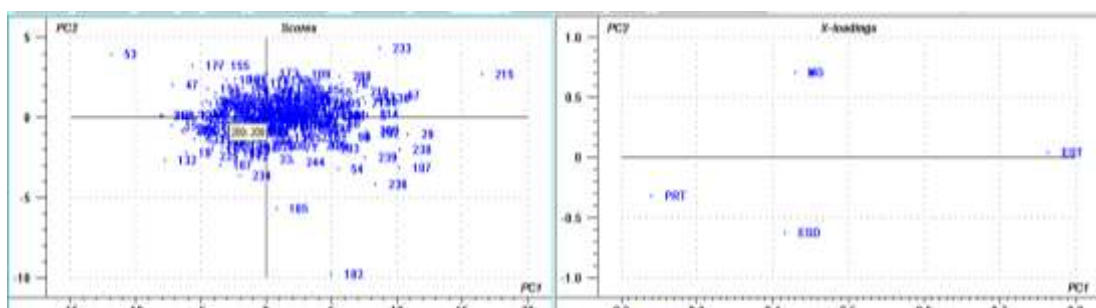
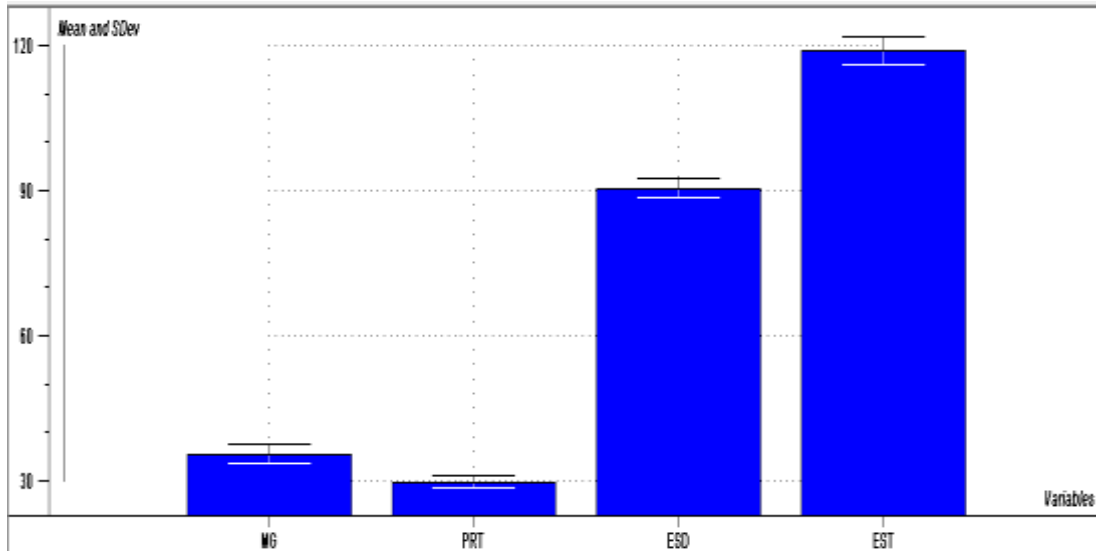
Les résultats de mois Avril 2010



Annexe 17: Les résultats de mois Mai 2010

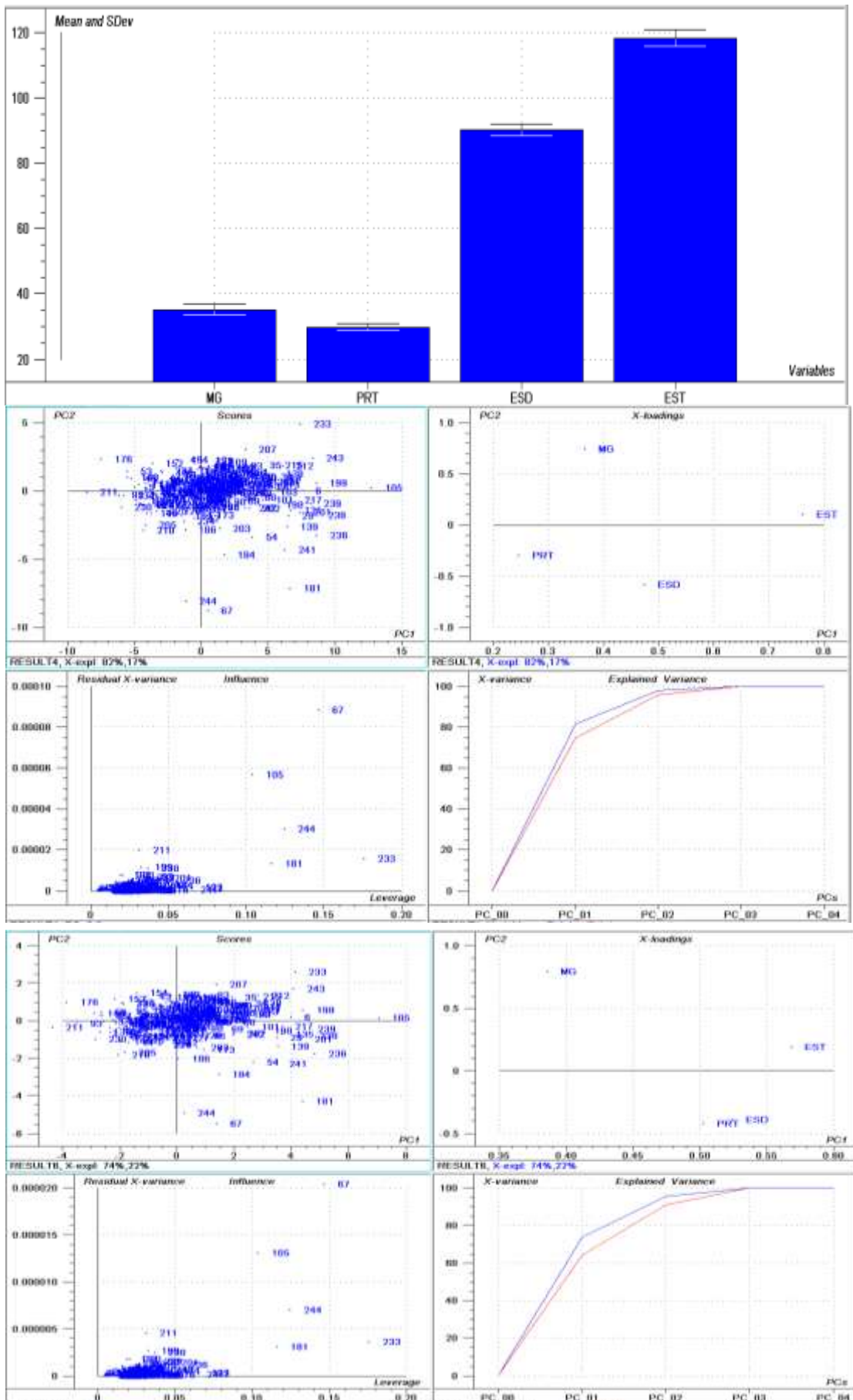


Annexe 18: Les résultats de mois Juin 2010

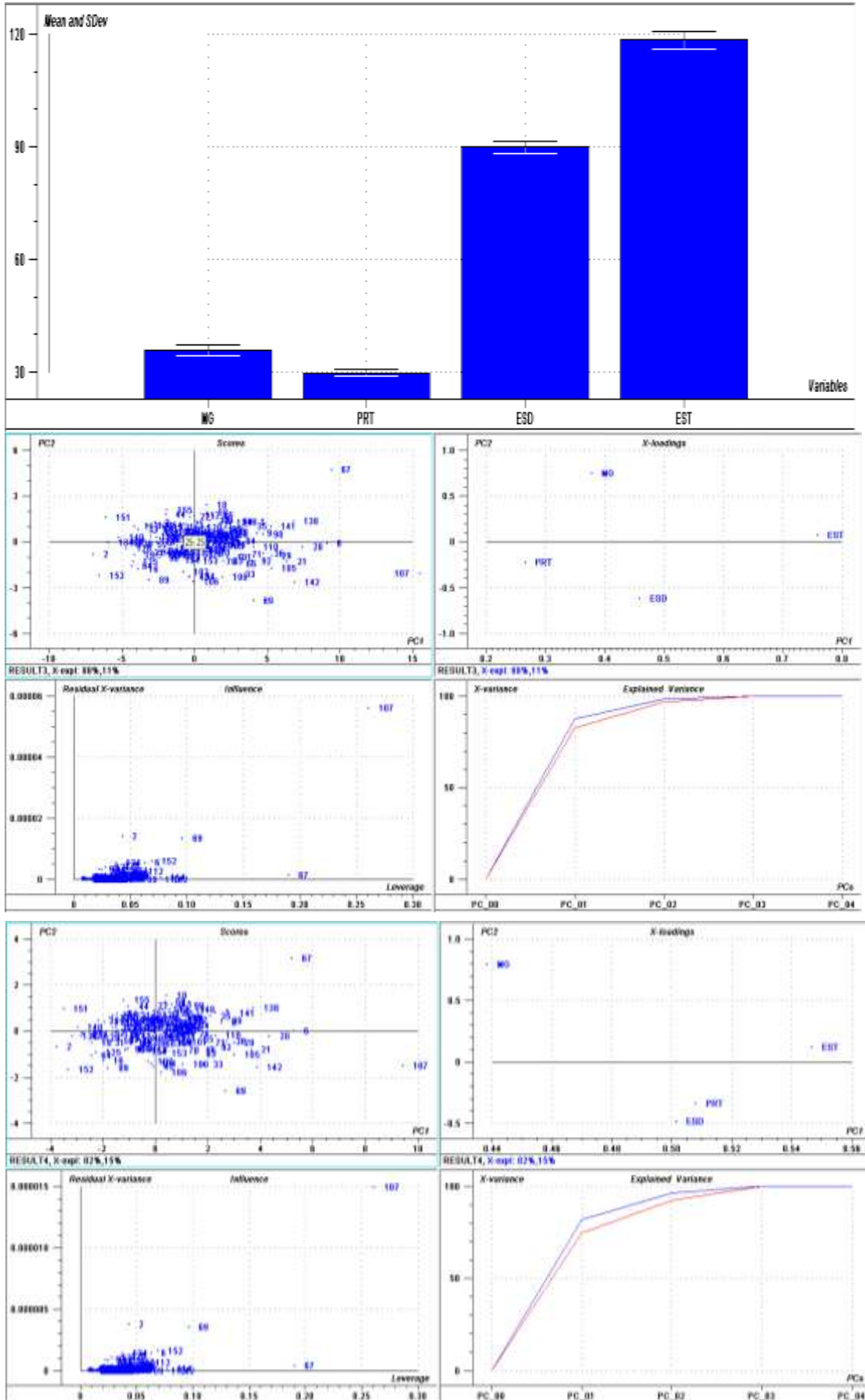


Annex

e 19: Les résultats de mois Juillet 2010

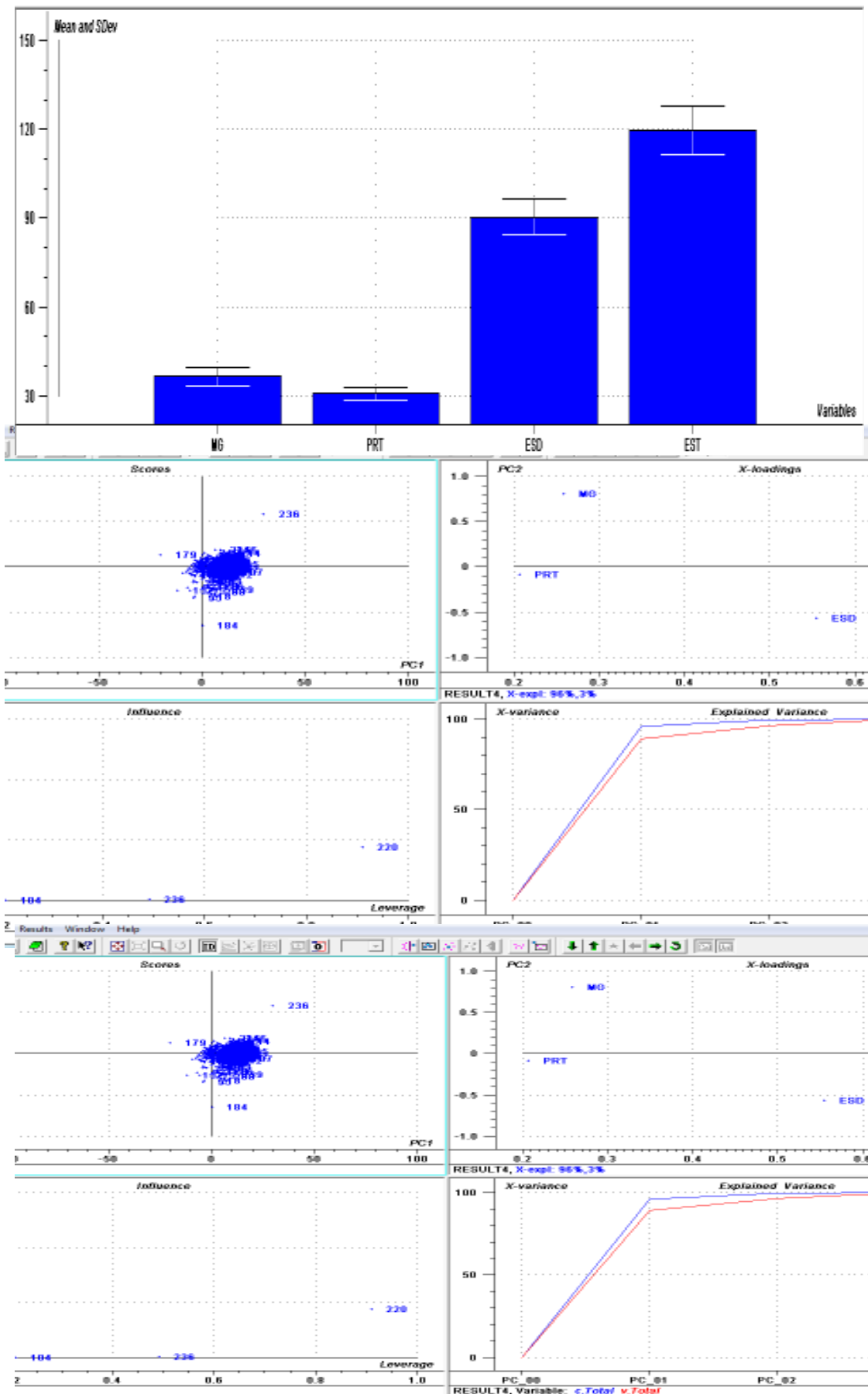


Annexe 20: Les résultats de mois Aout 2010

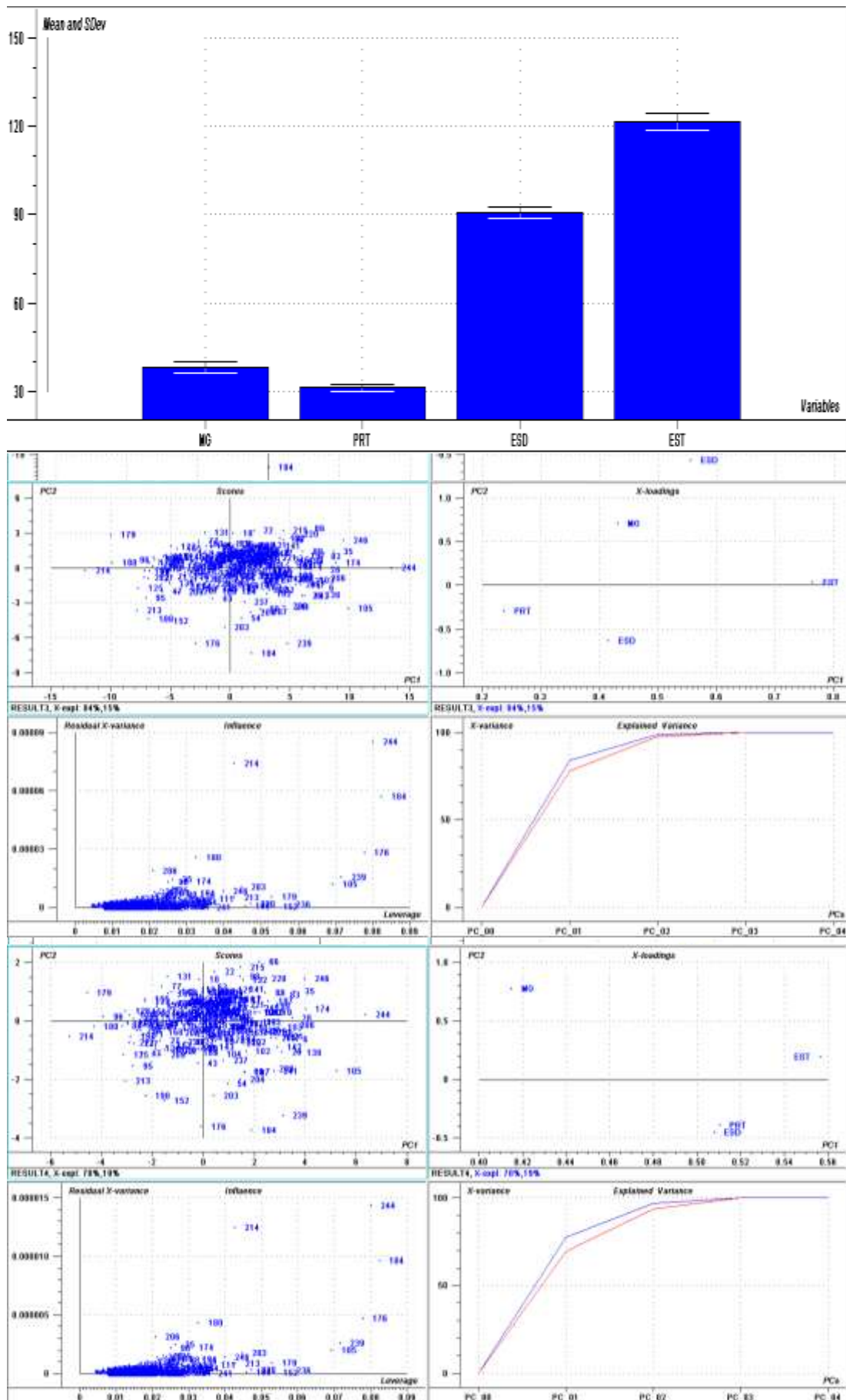


Anne

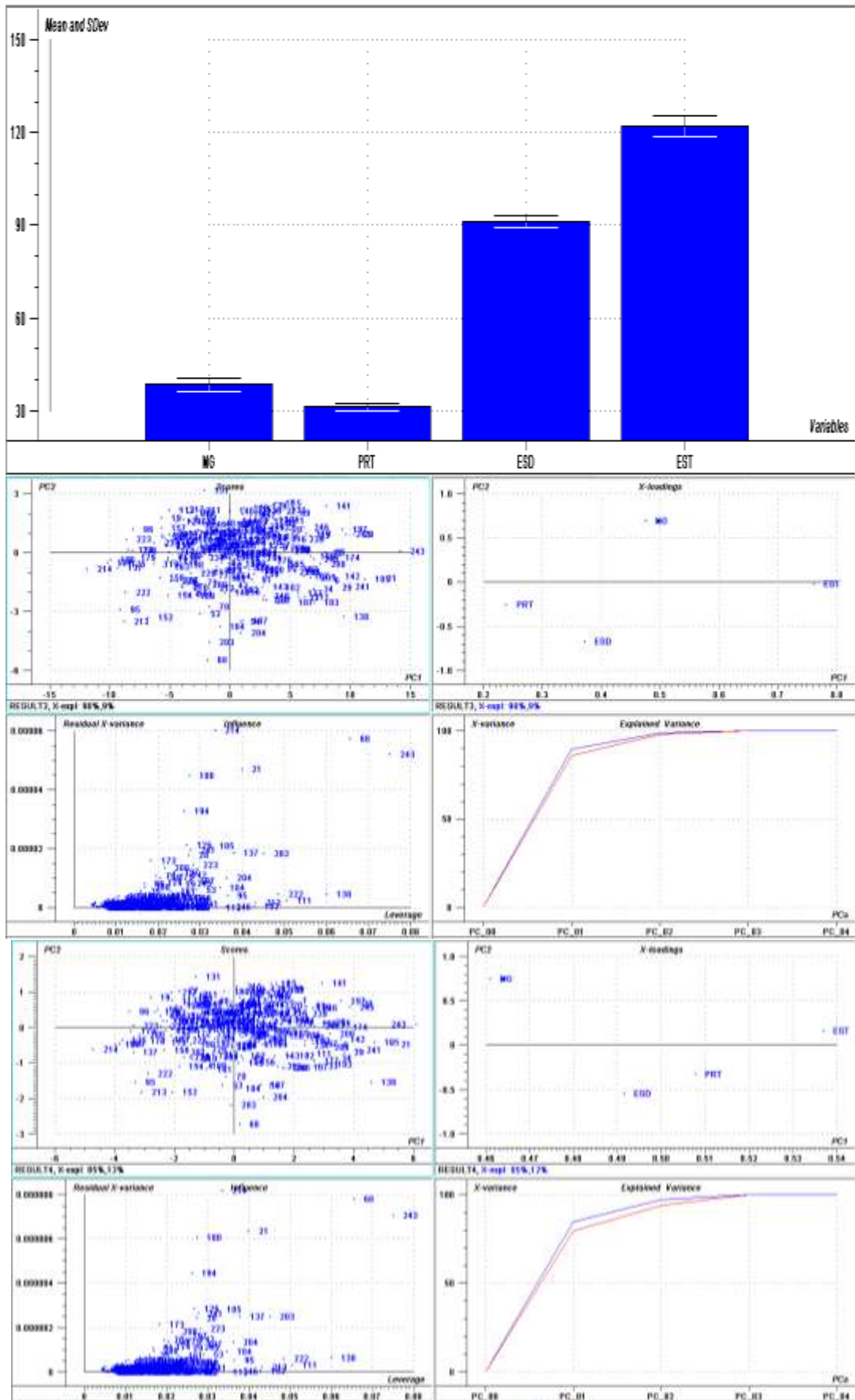
xe 21: Les résultats de mois Septembre 2010



Annexe 22: Les résultats de mois Octobre 2010

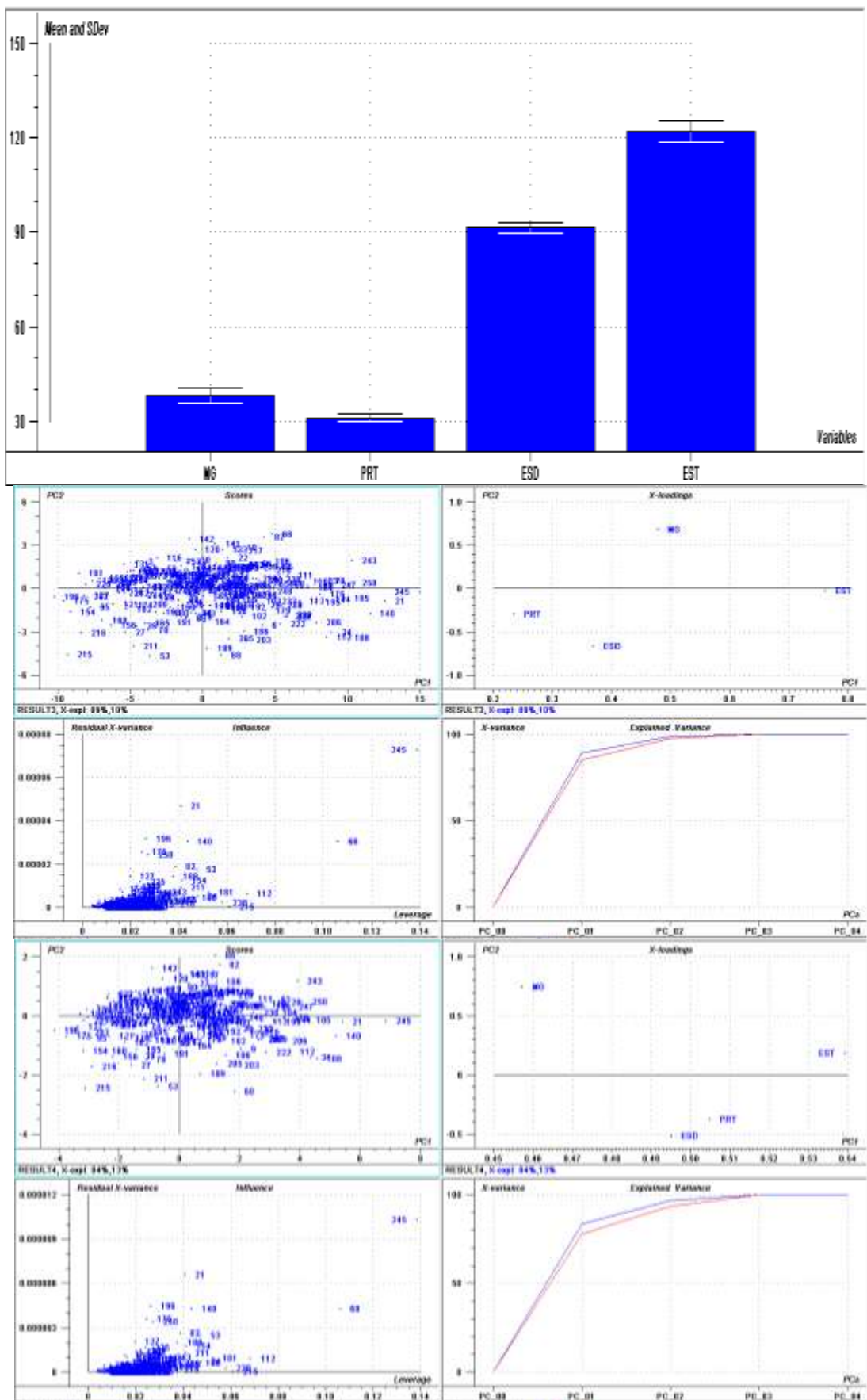


Annexe 23: Les résultats de mois Novembre 2010



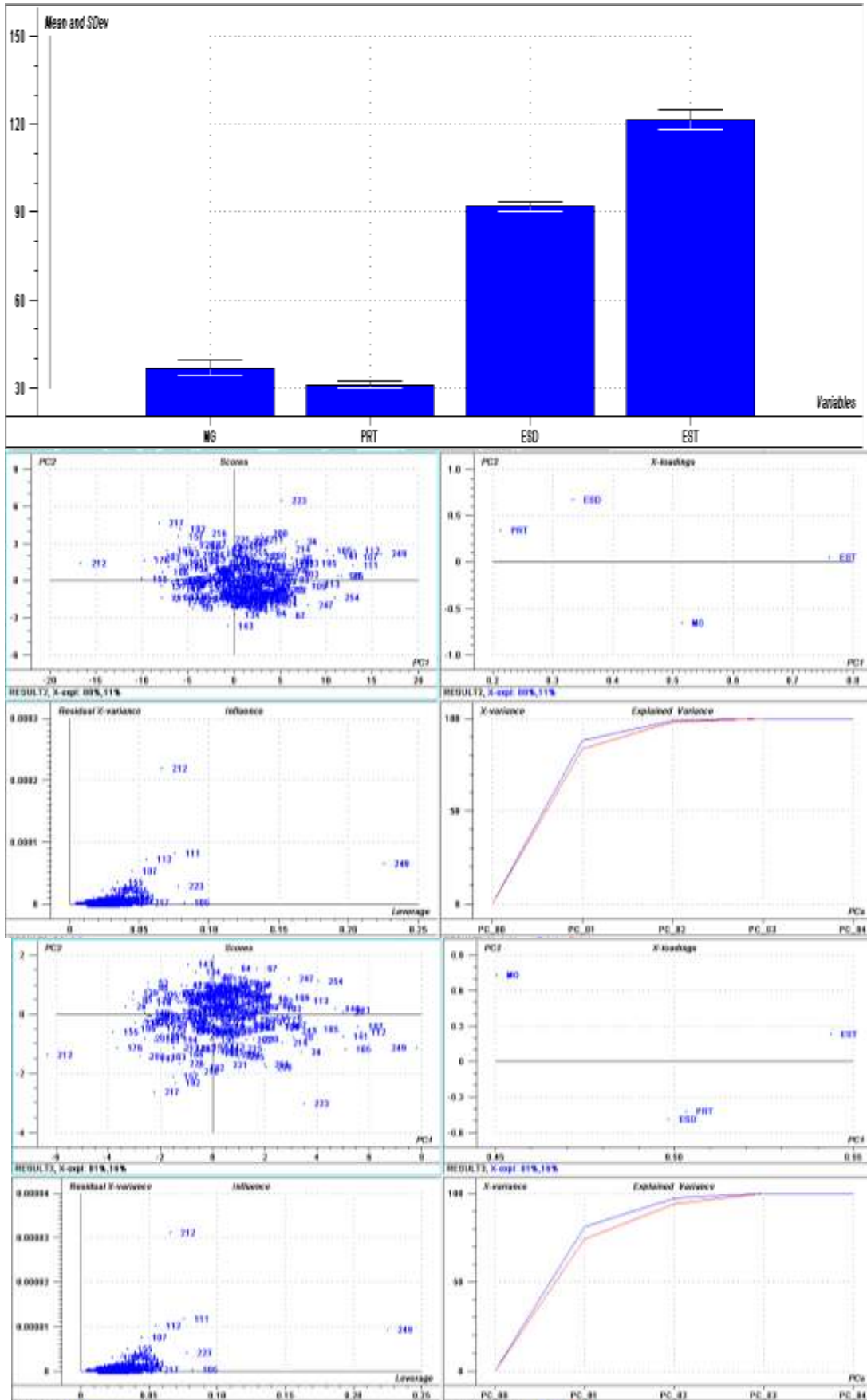
Ann

exe 24: Les résultats de mois Décembre 2010



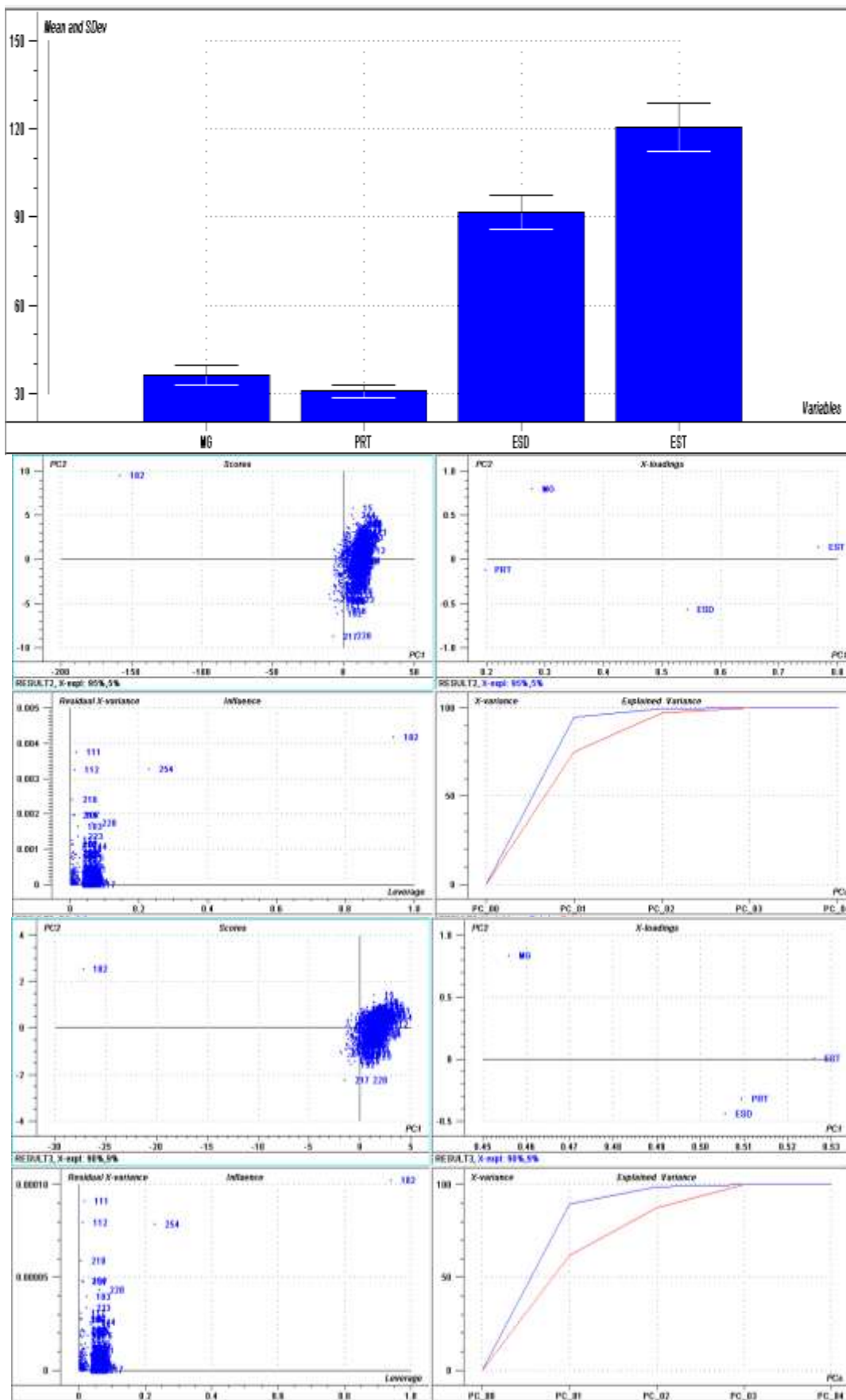
Les résultats des analyses des coopératives et fermes de 2011 :

Annexe 25: Les résultats de mois Janvier 2011

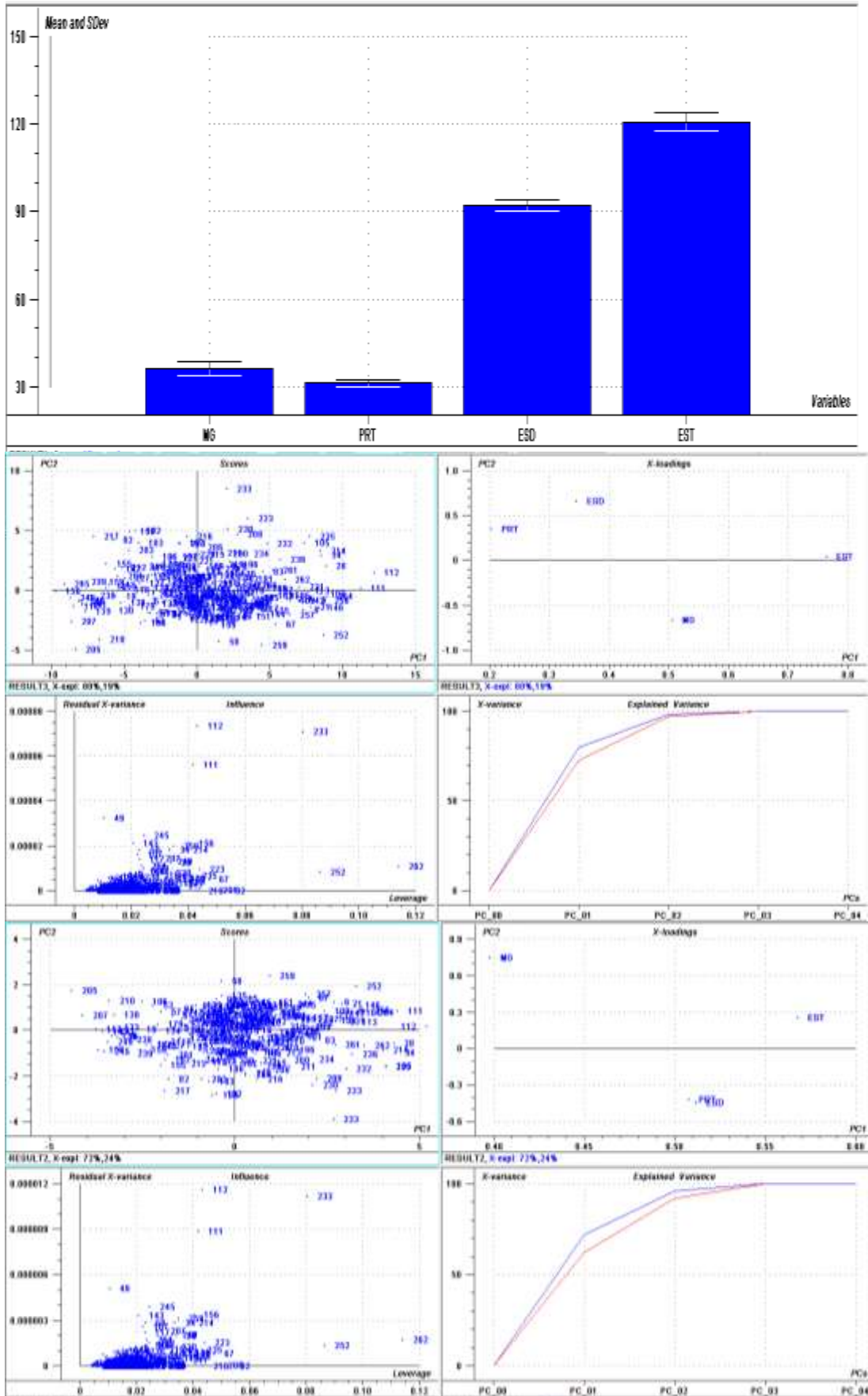


Anne

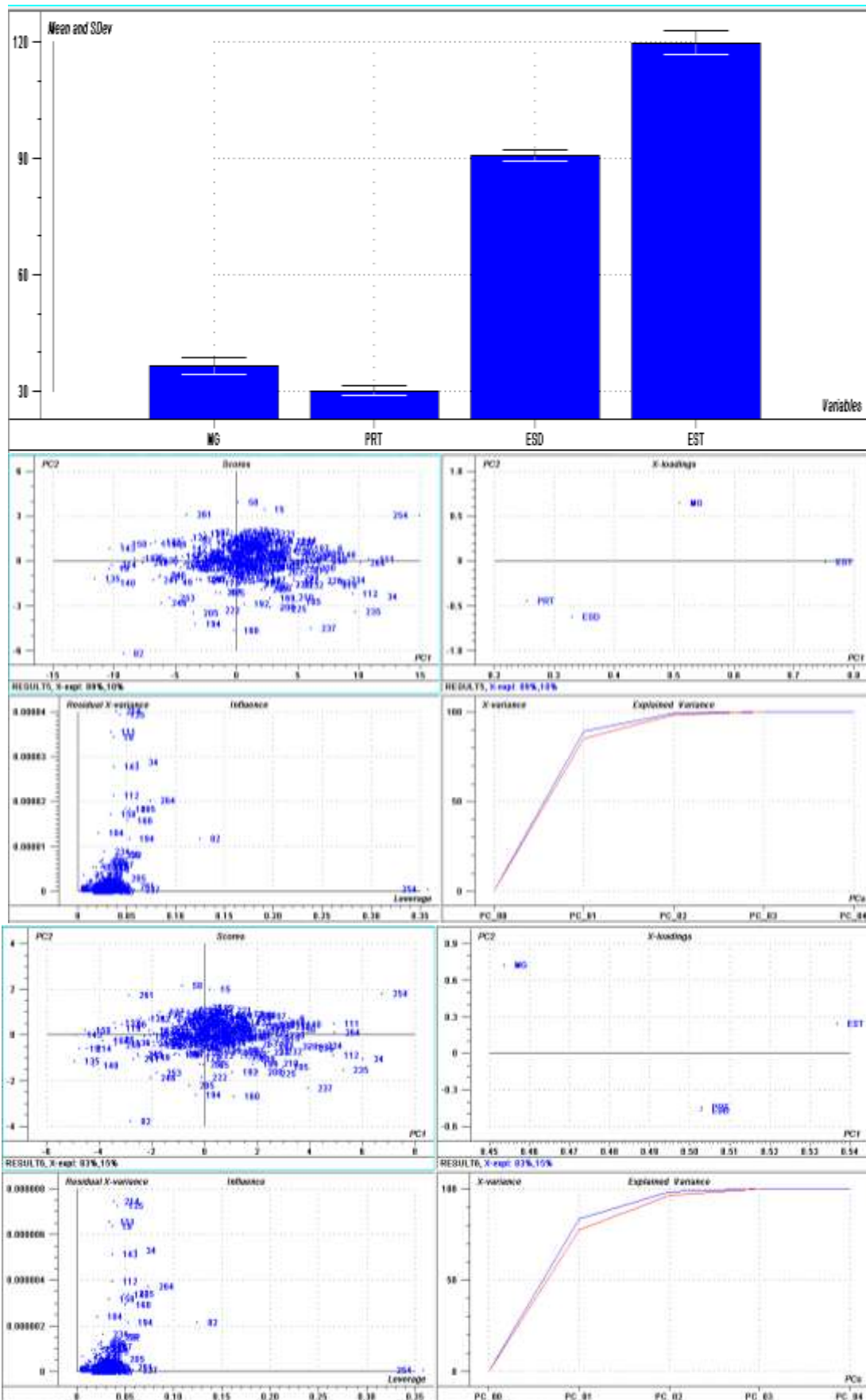
xe 26: Les résultats de mois Février 2011



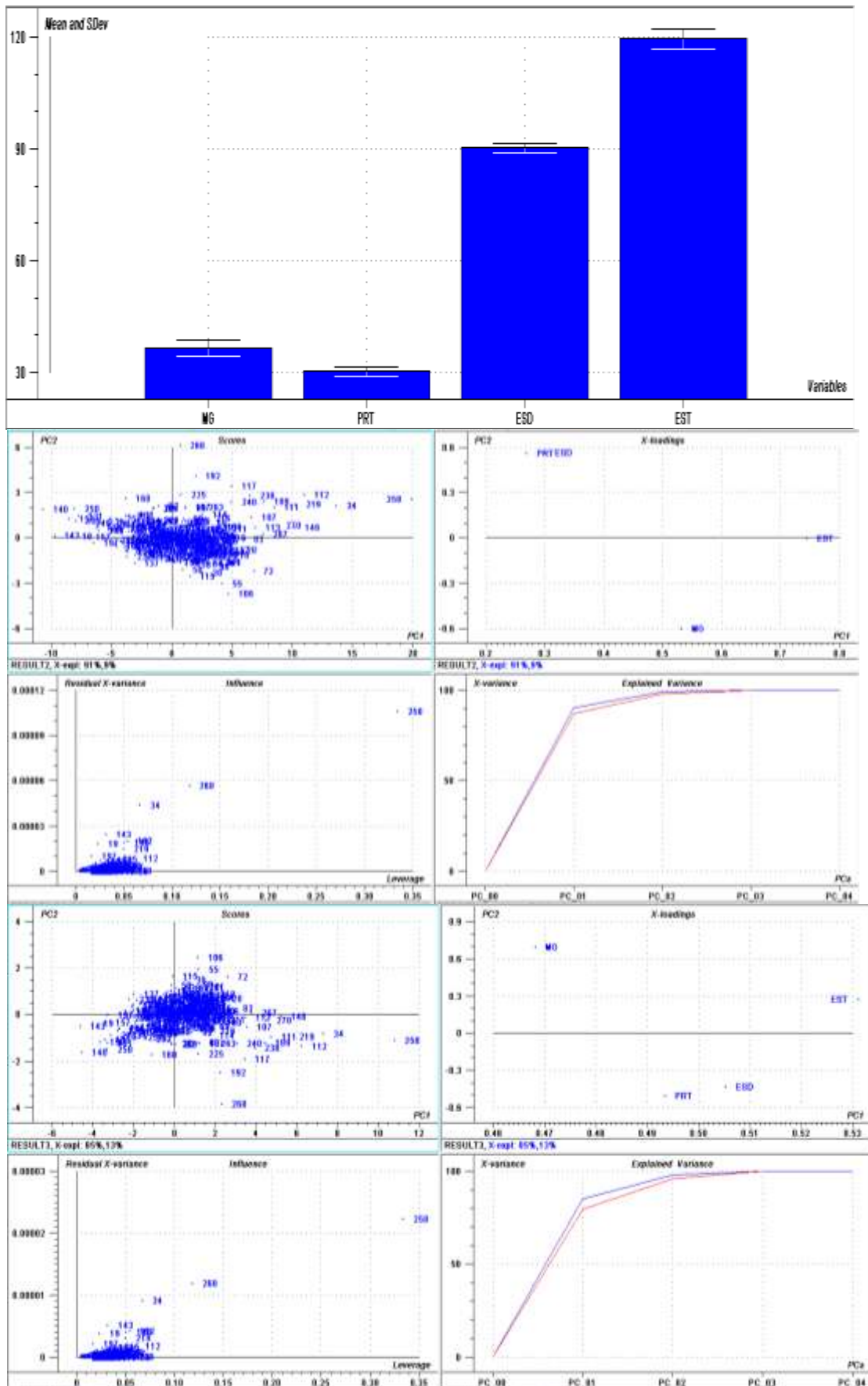
Annexe 27: Les résultats de mois Mars 2011



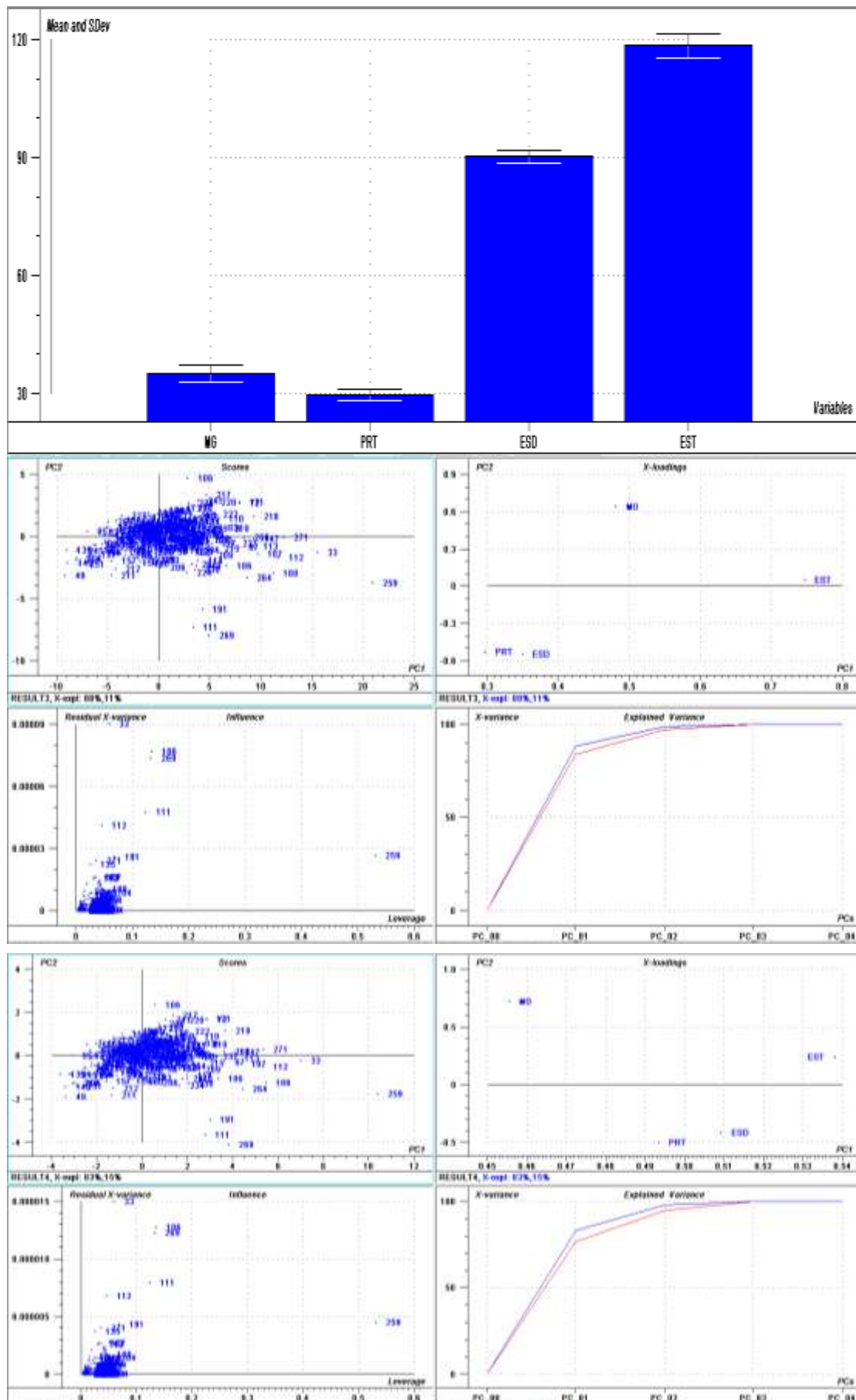
Annexe 28: Les résultats de mois Avril 2011



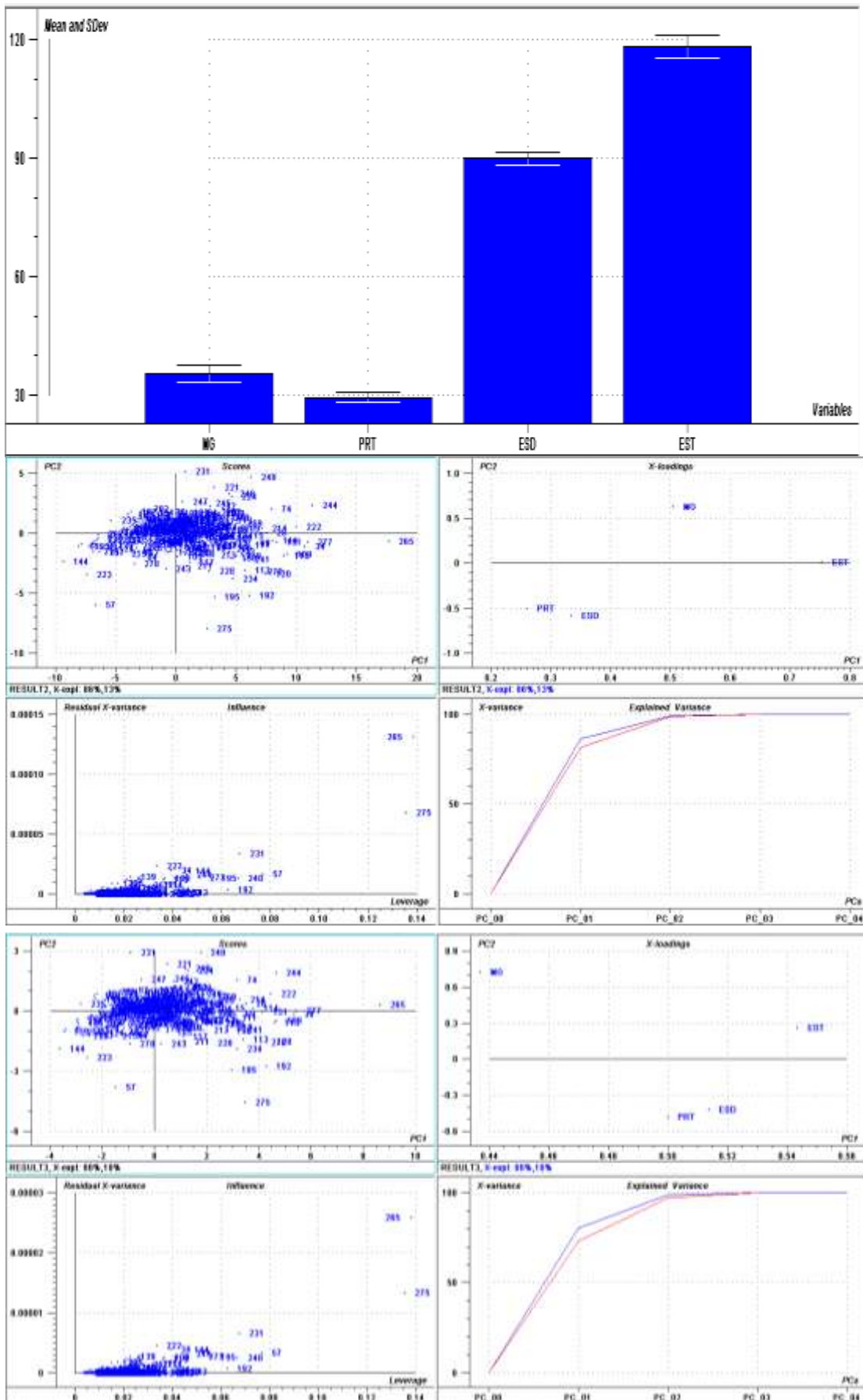
Annexe 29: Les résultats de mois Mai 2011



Annexe 30: Les résultats de mois Juin 2011

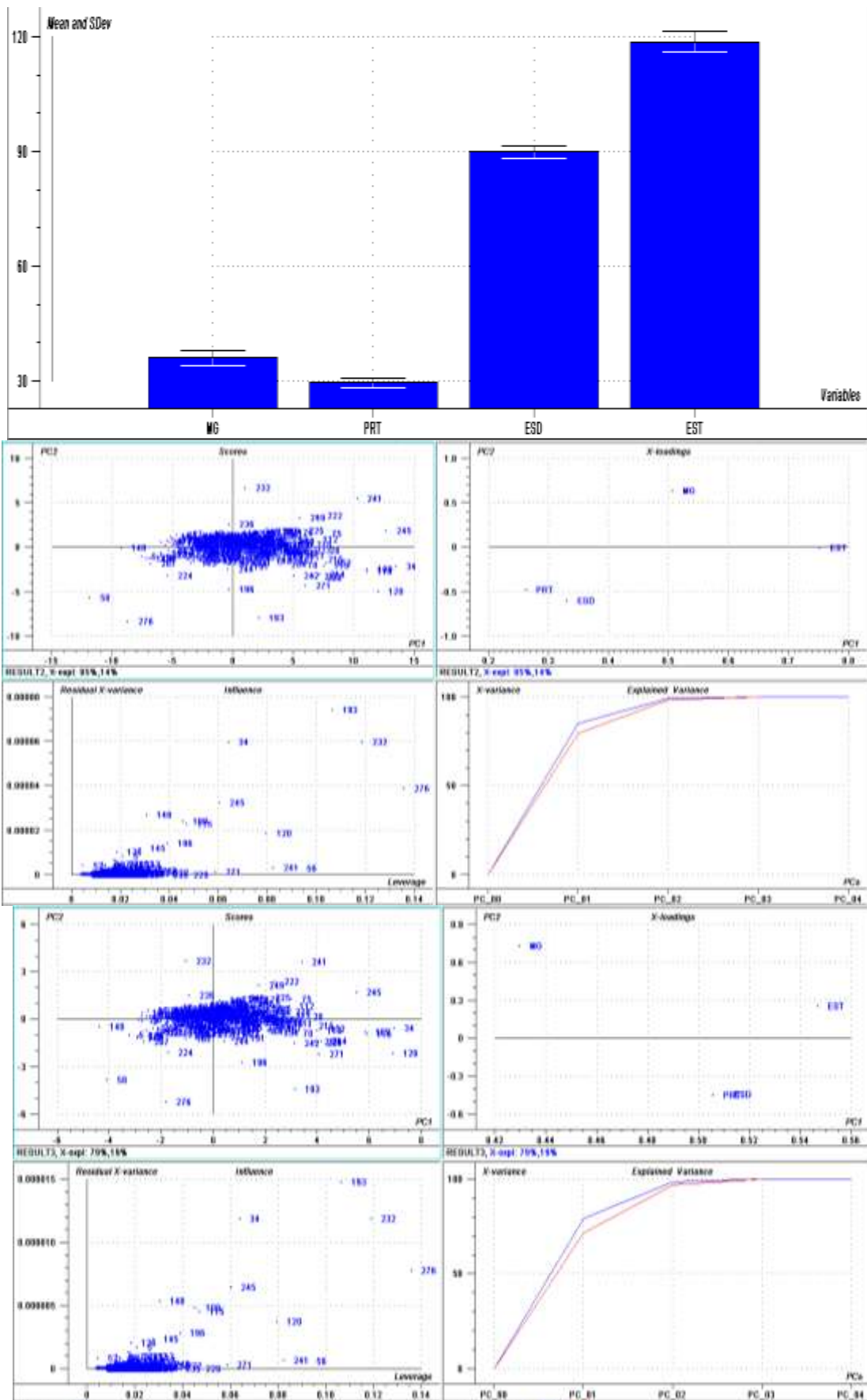


Annexe 31: Les résultats de mois Juillet 2011

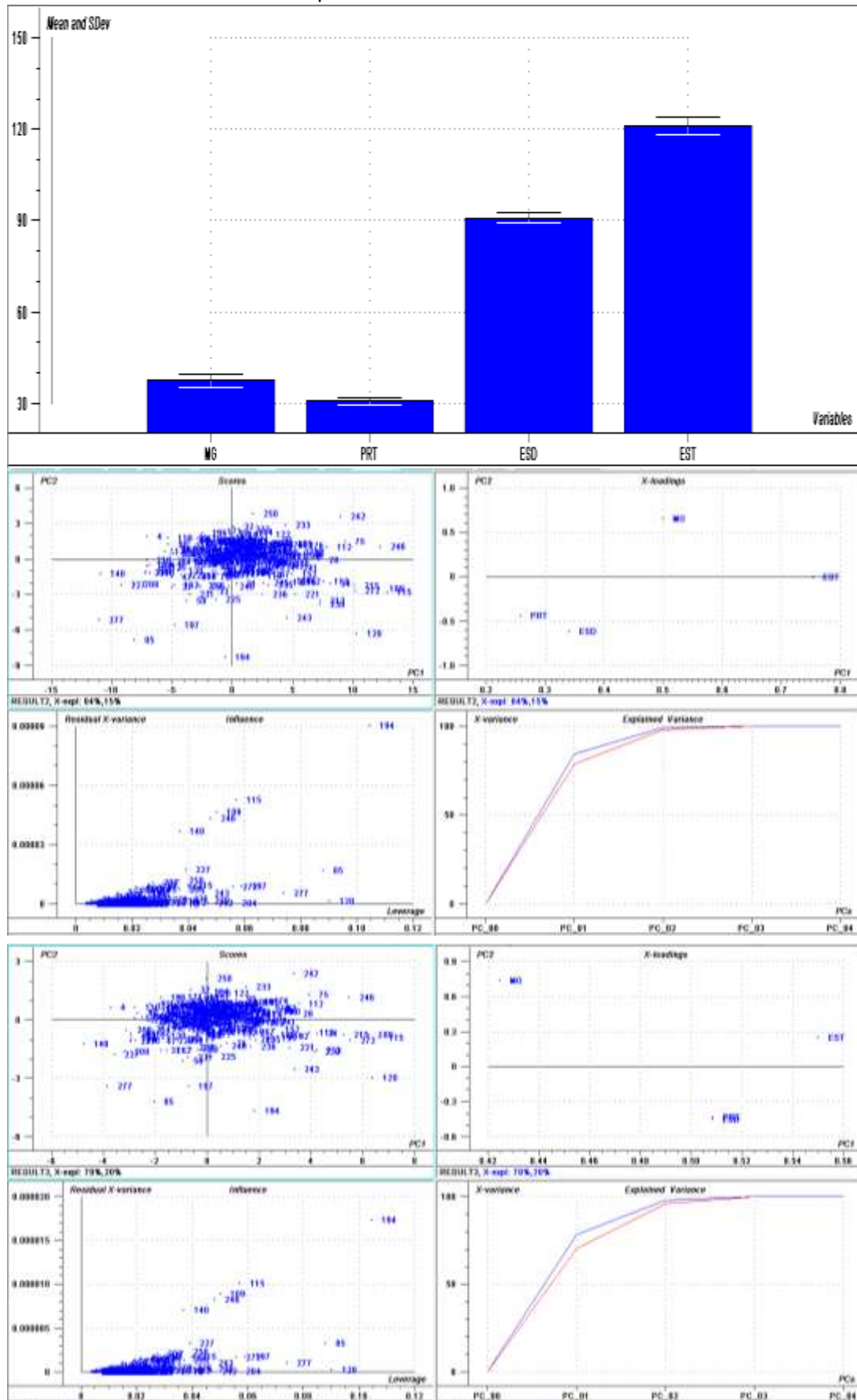


Annex

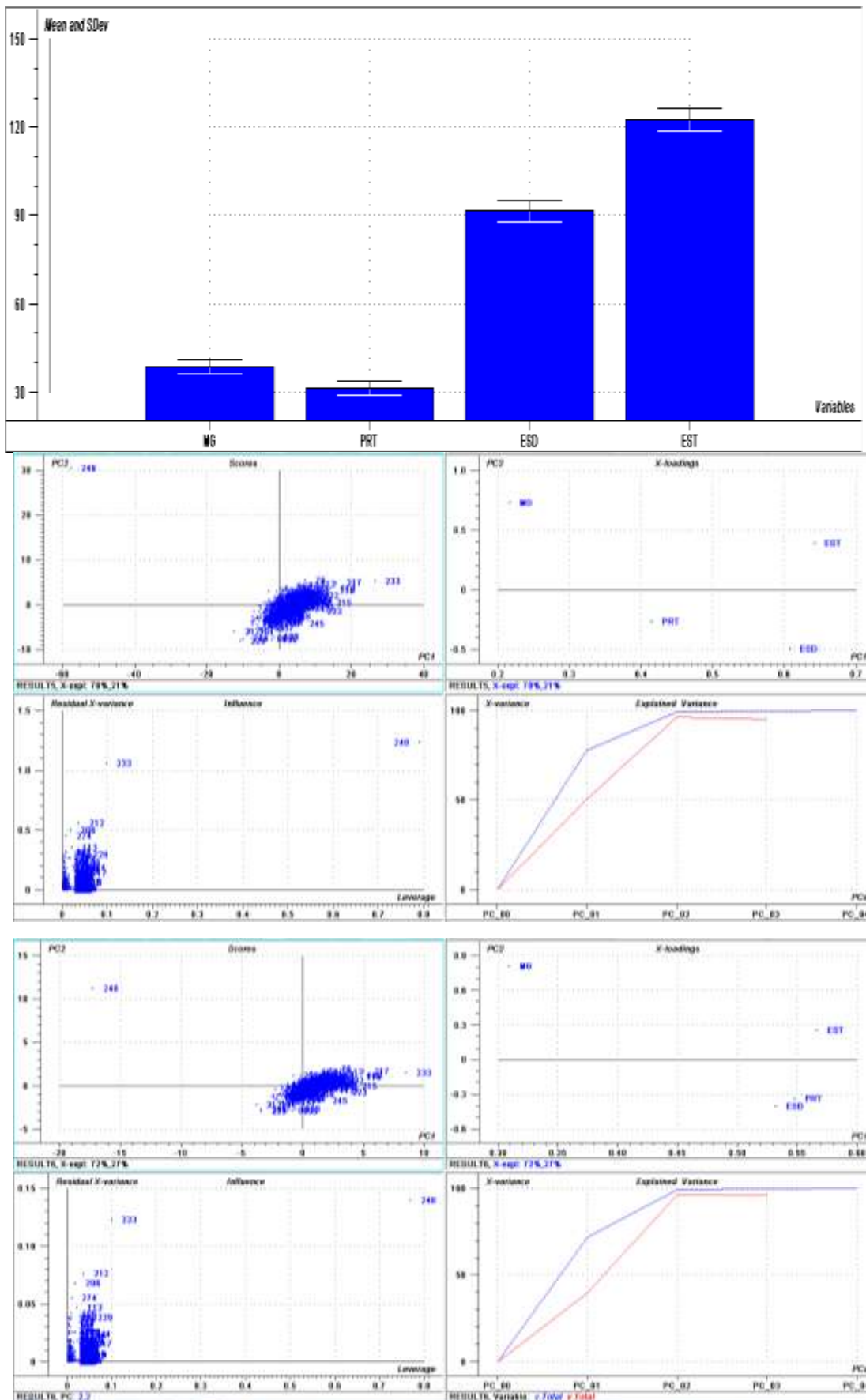
e 32: résultats de mois Aout 2011



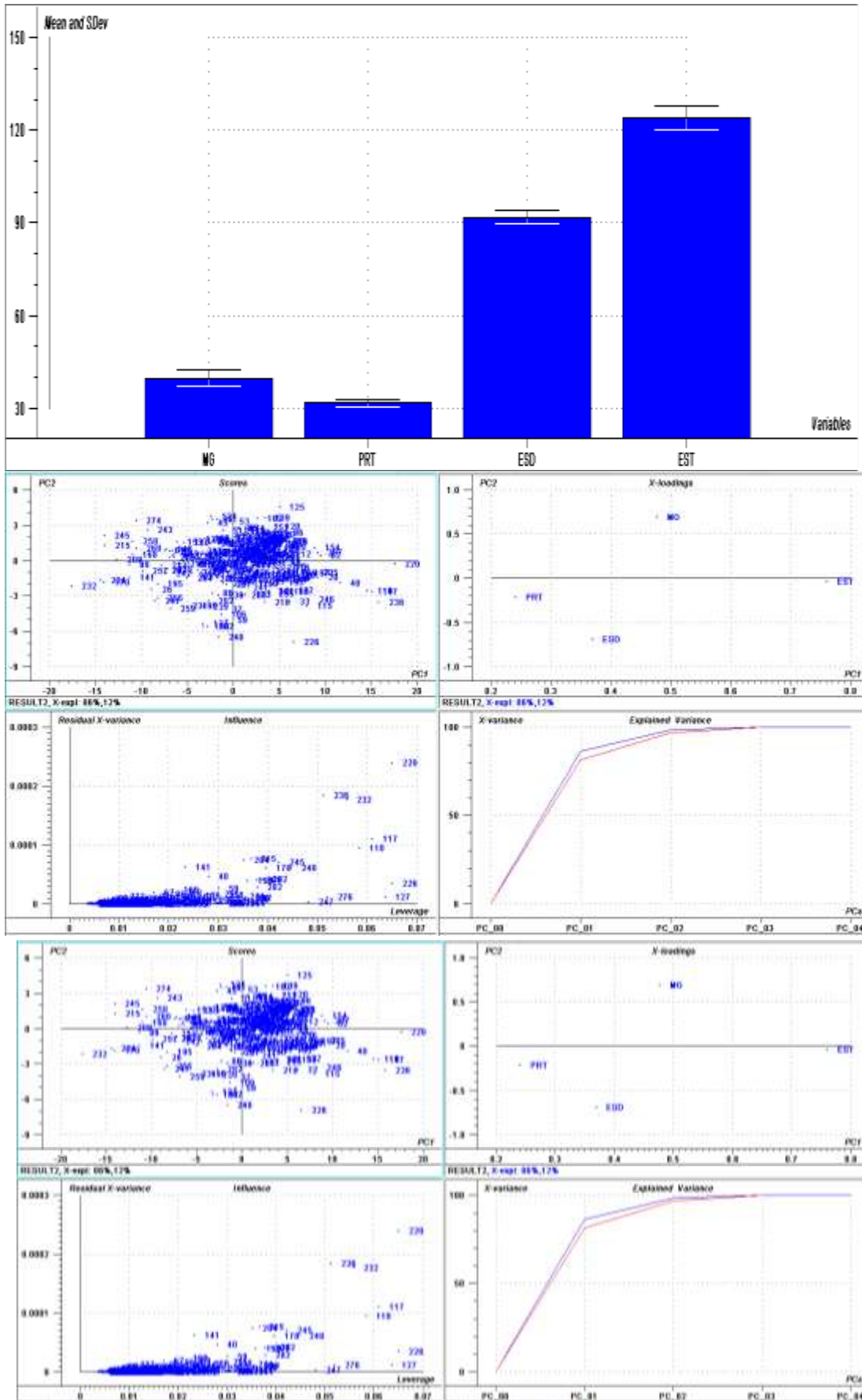
Annexe 33: Les résultats de mois Septembre 2011



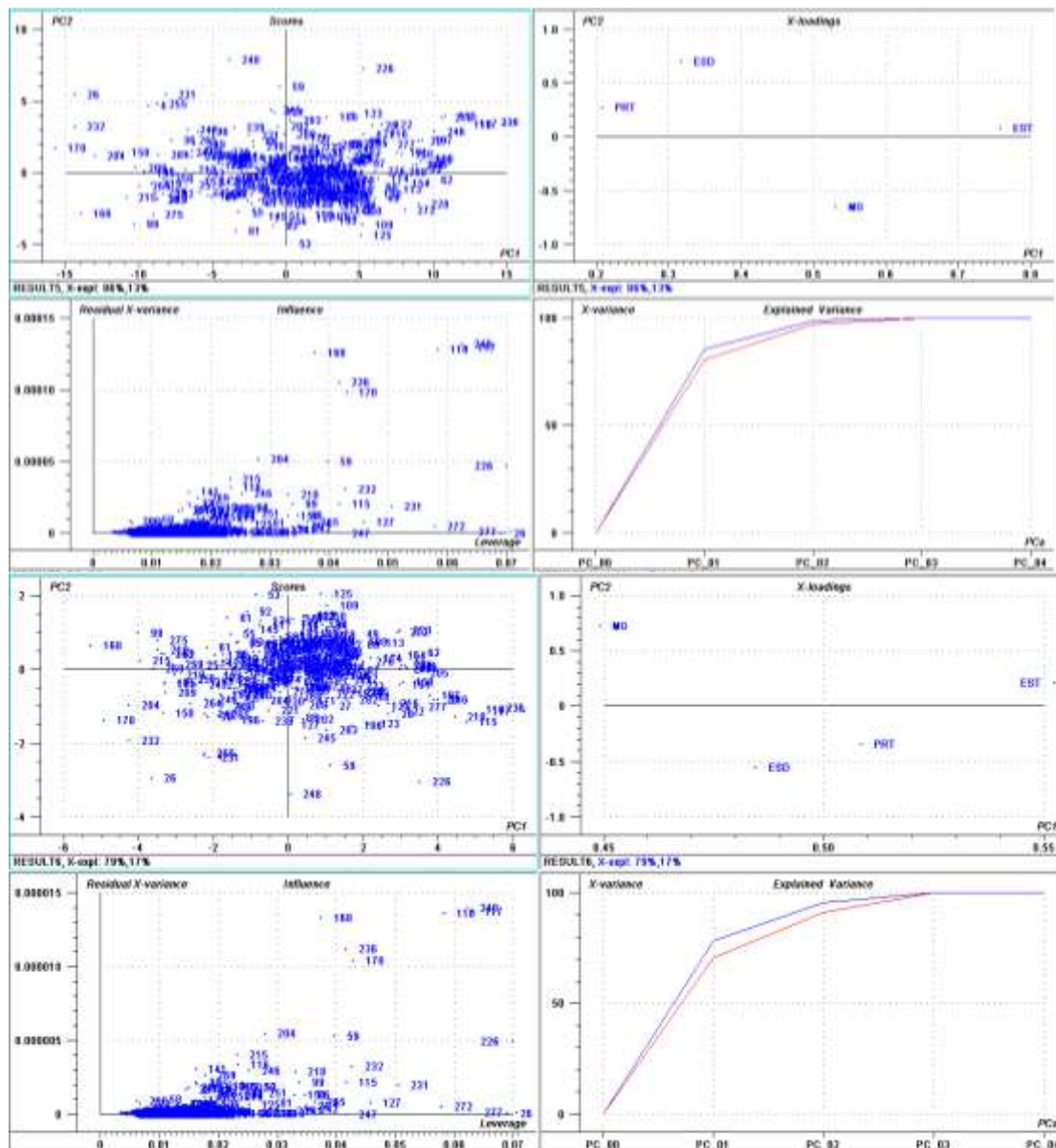
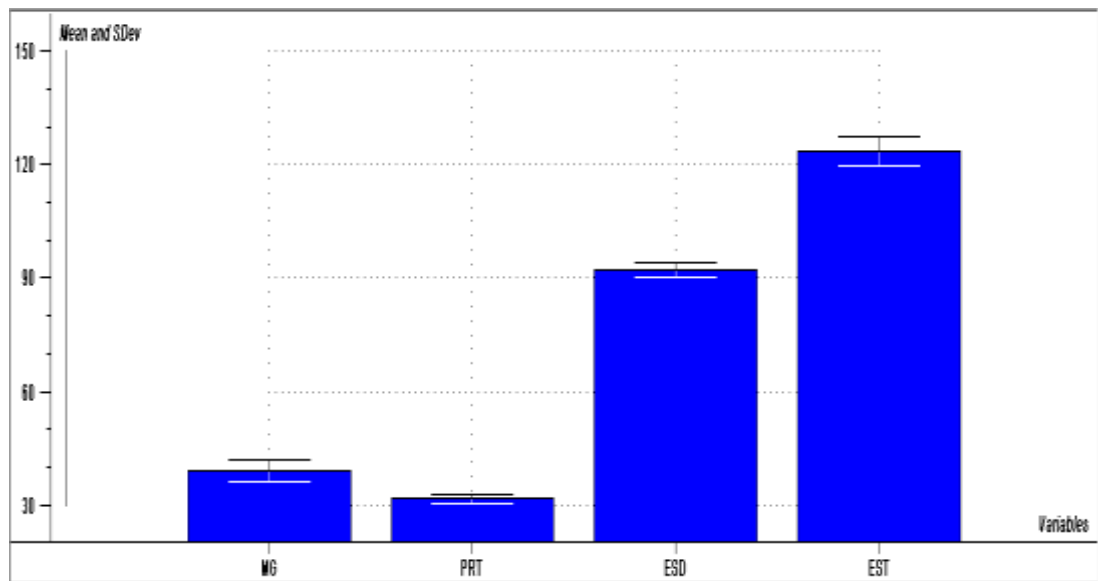
Annexe 34: Les résultats de mois Octobre 2011



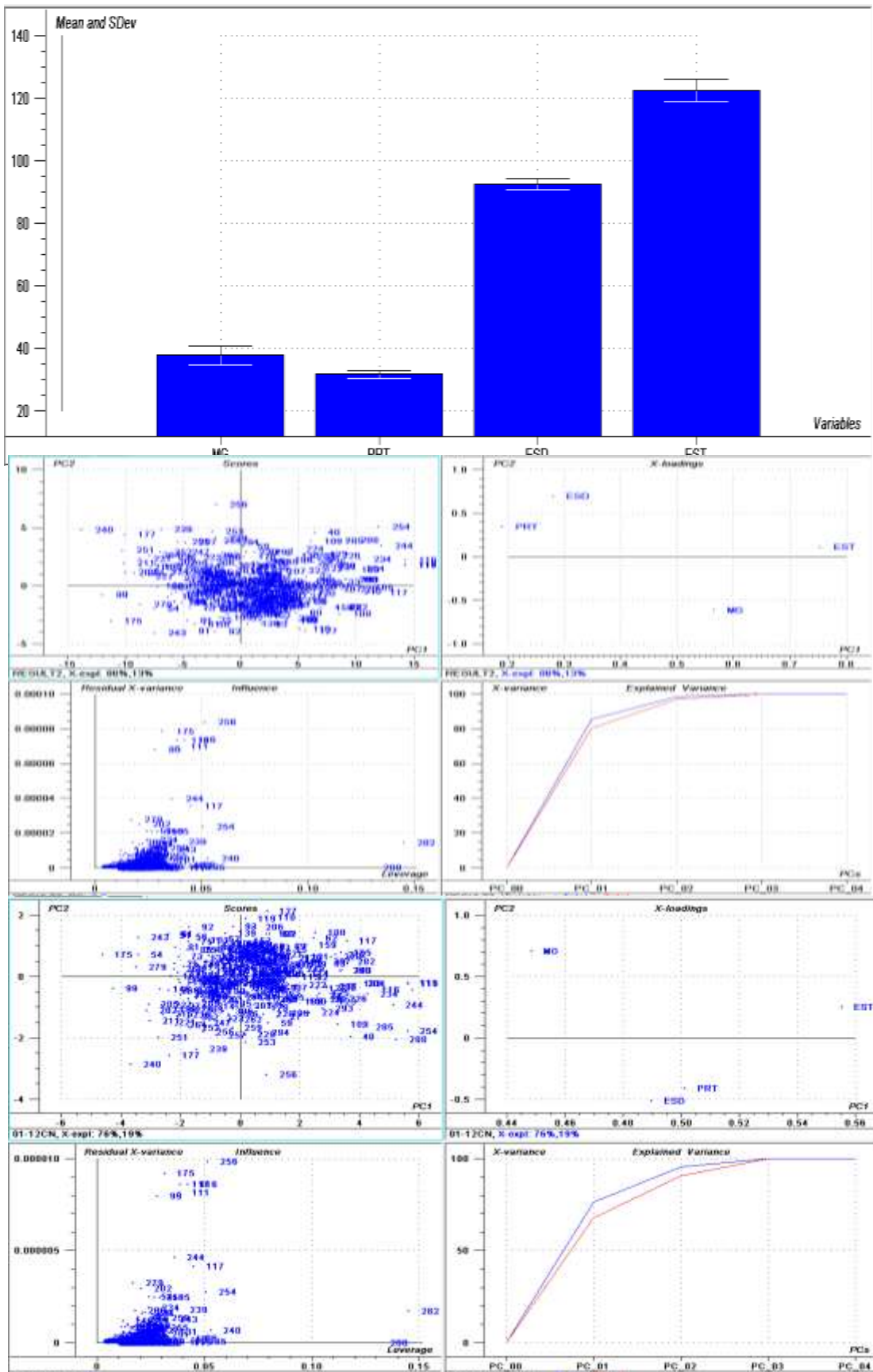
Annexe 35: Les résultats de mois Novembre 2011



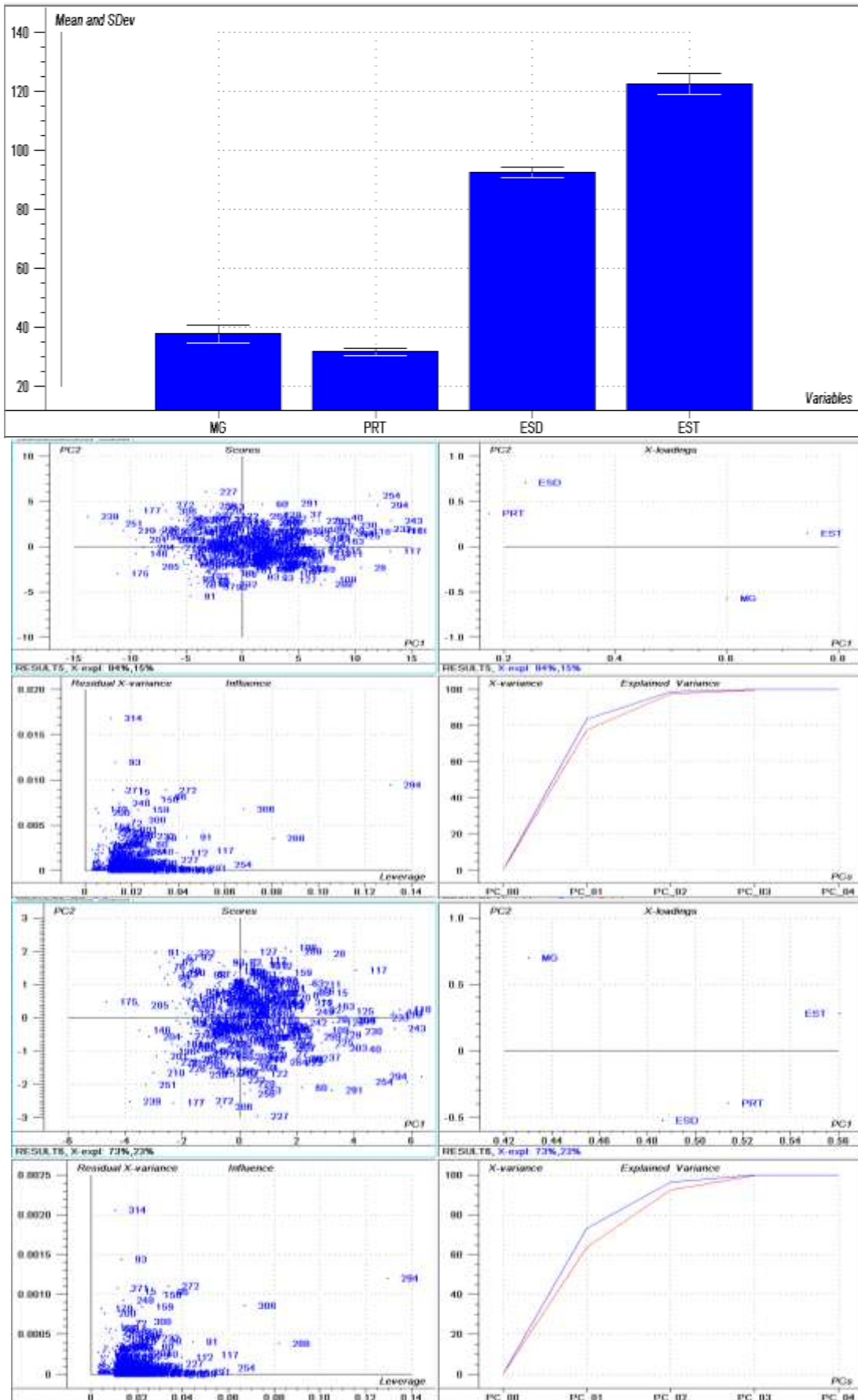
Annexe 36: Les résultats de mois Décembre 2011



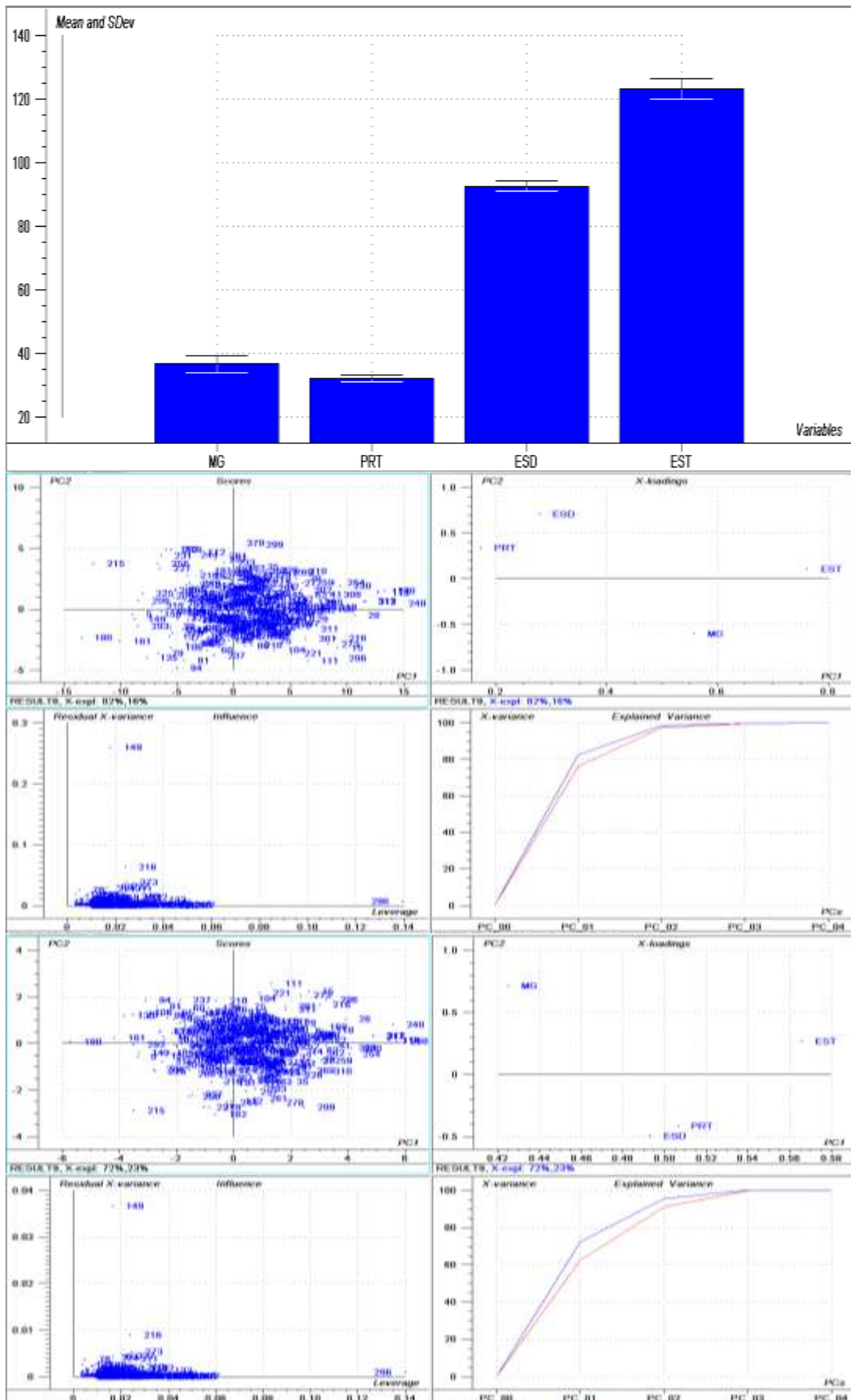
Les résultats des analyses des coopératives et fermes de 2012 :
Annexe 37: Les résultats de mois Janvier 2012



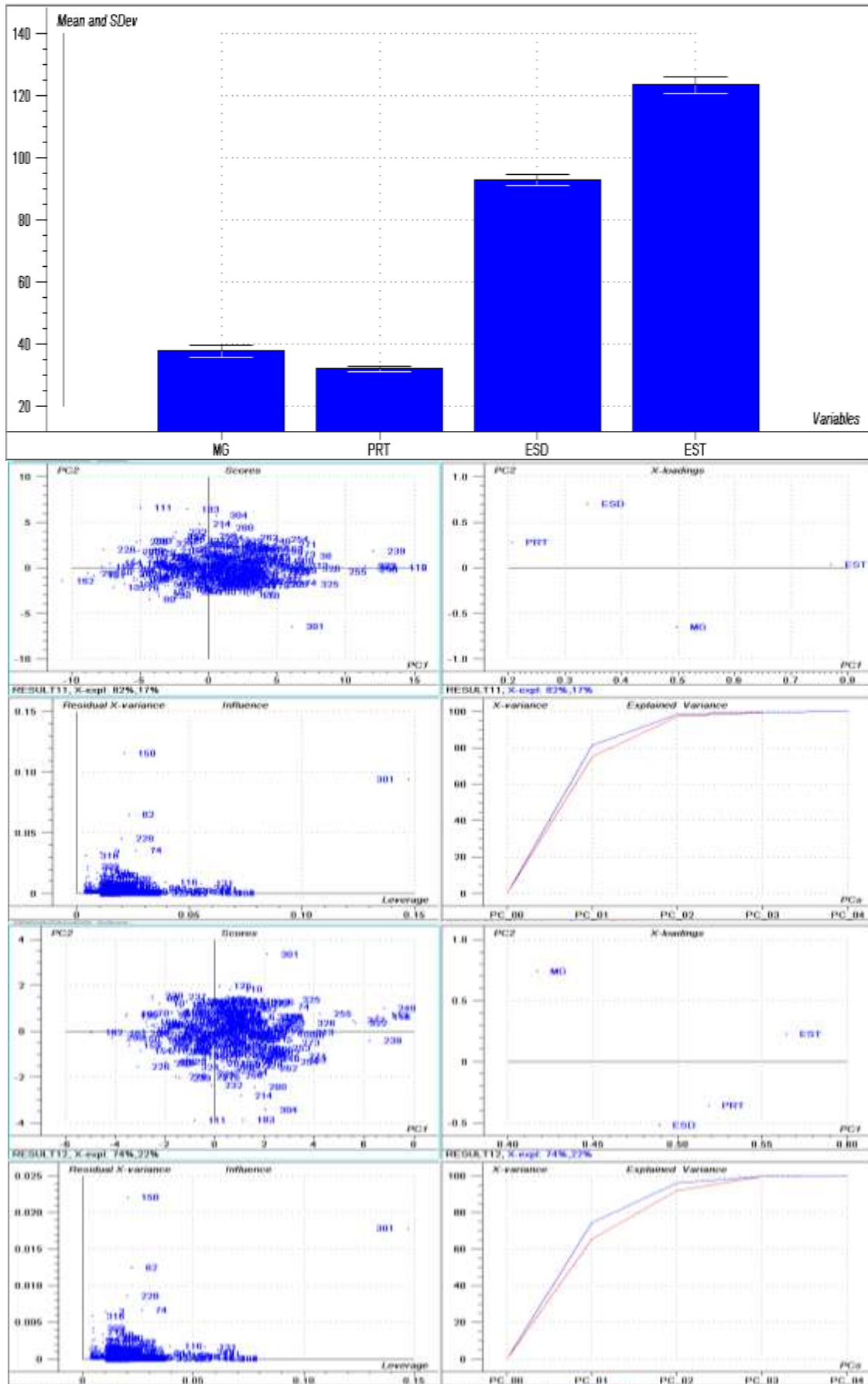
Annexe 38: Les résultats de mois Fevrier 2012



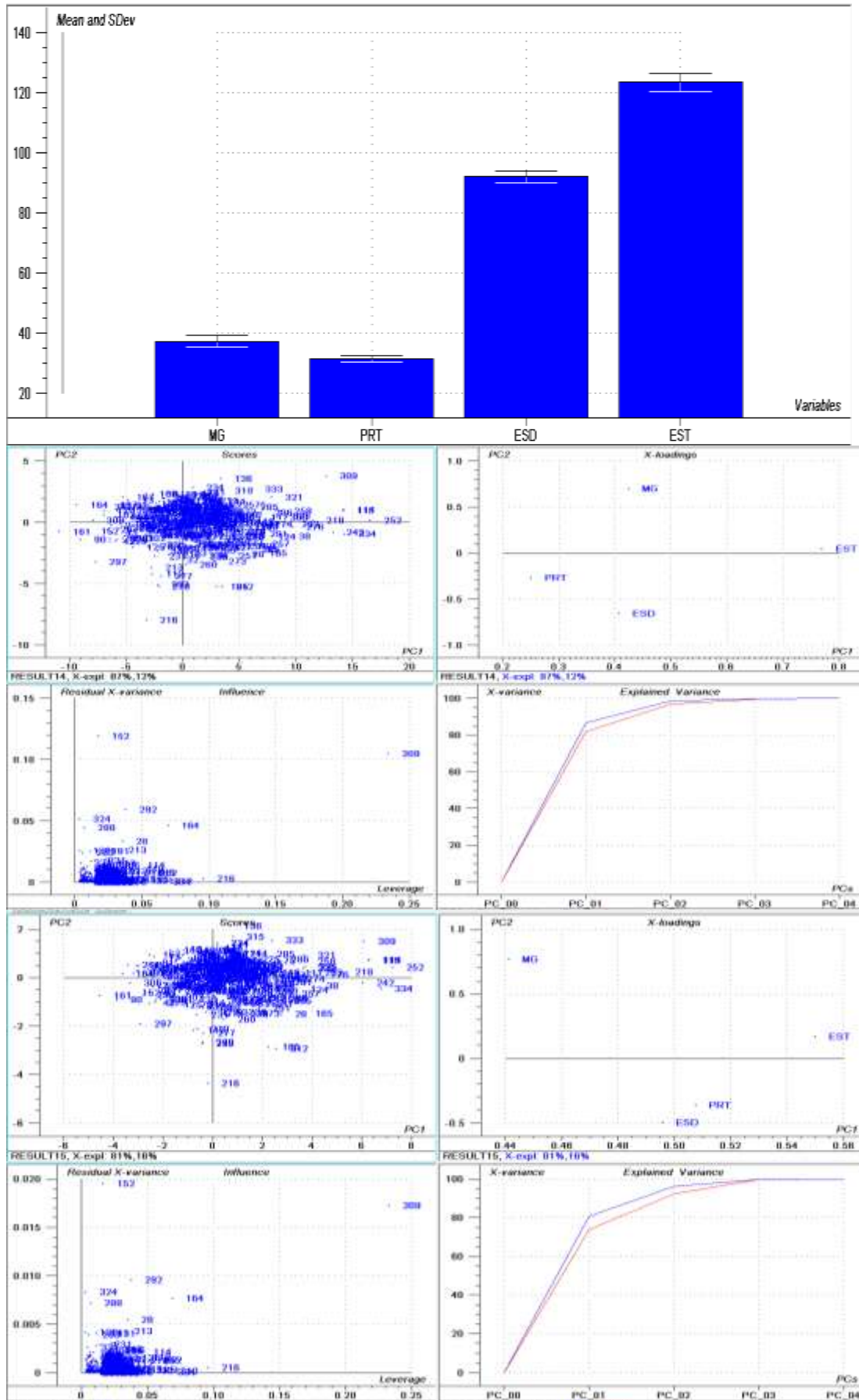
Annexe 39: Les résultats de mois Mars 2012



Annexe 40: Les résultats de mois Avril 2012

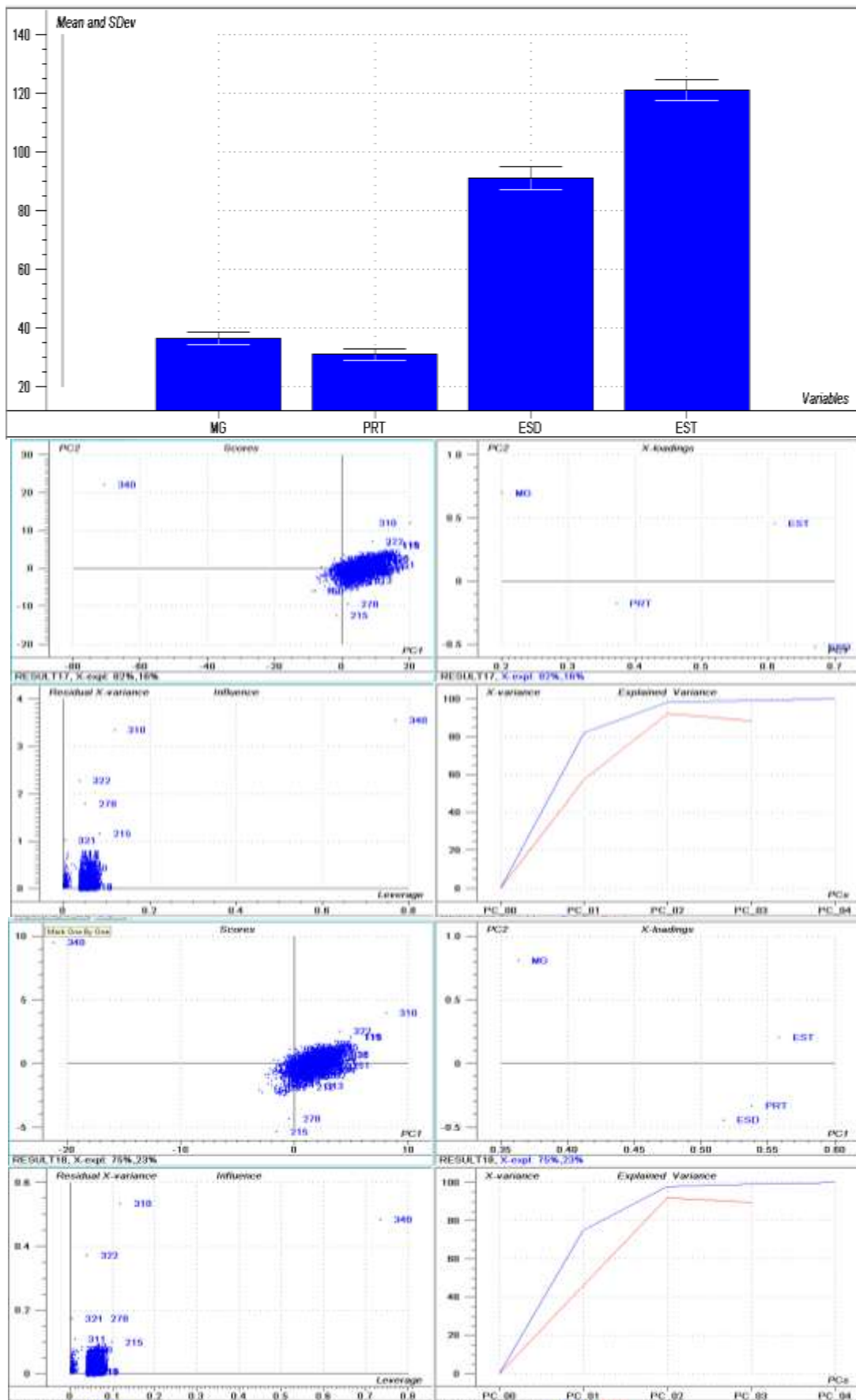


Annexe 41: Les résultats de mois Mai 2012

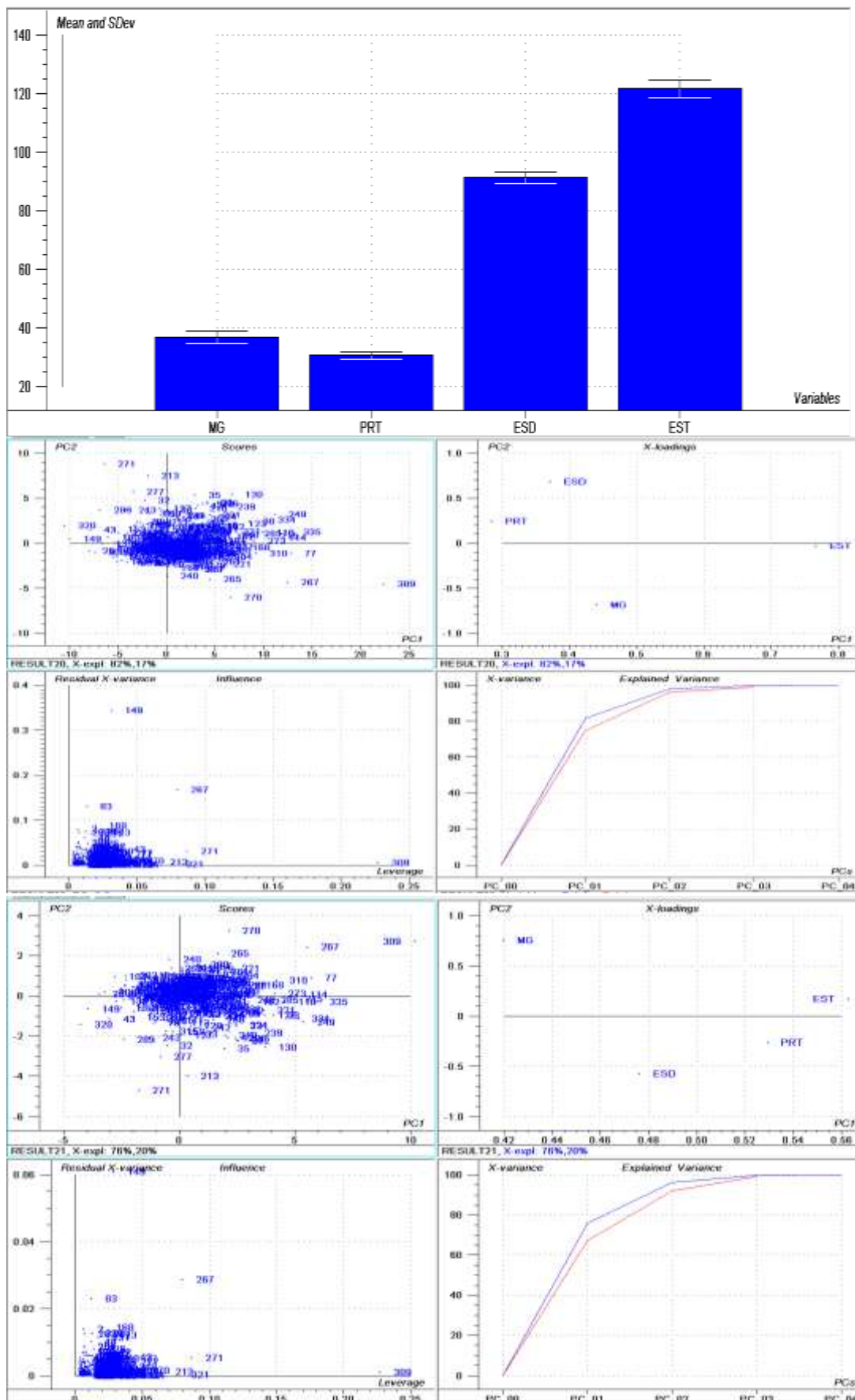


Ann
exe

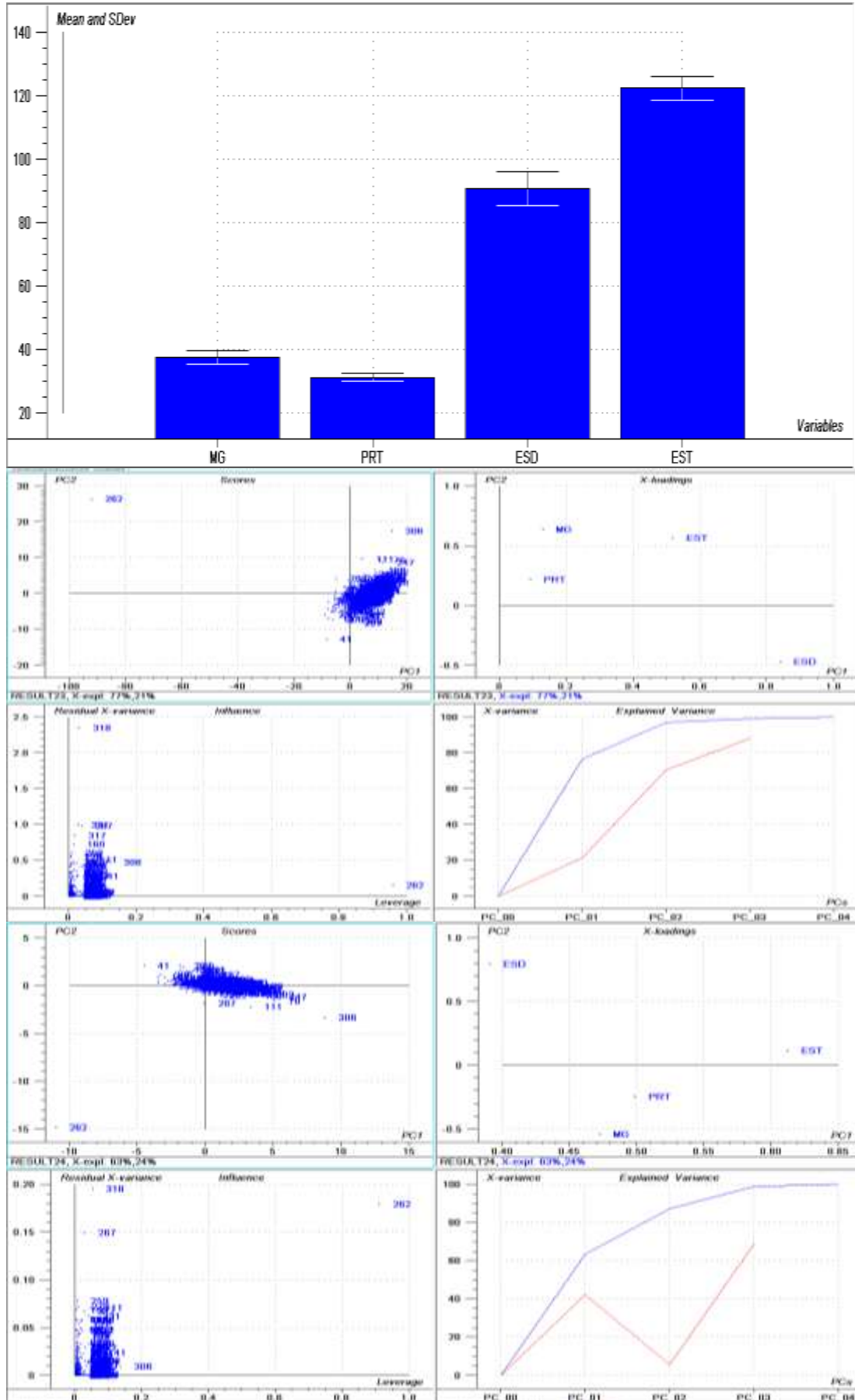
42: Les résultats de mois Juin 2012



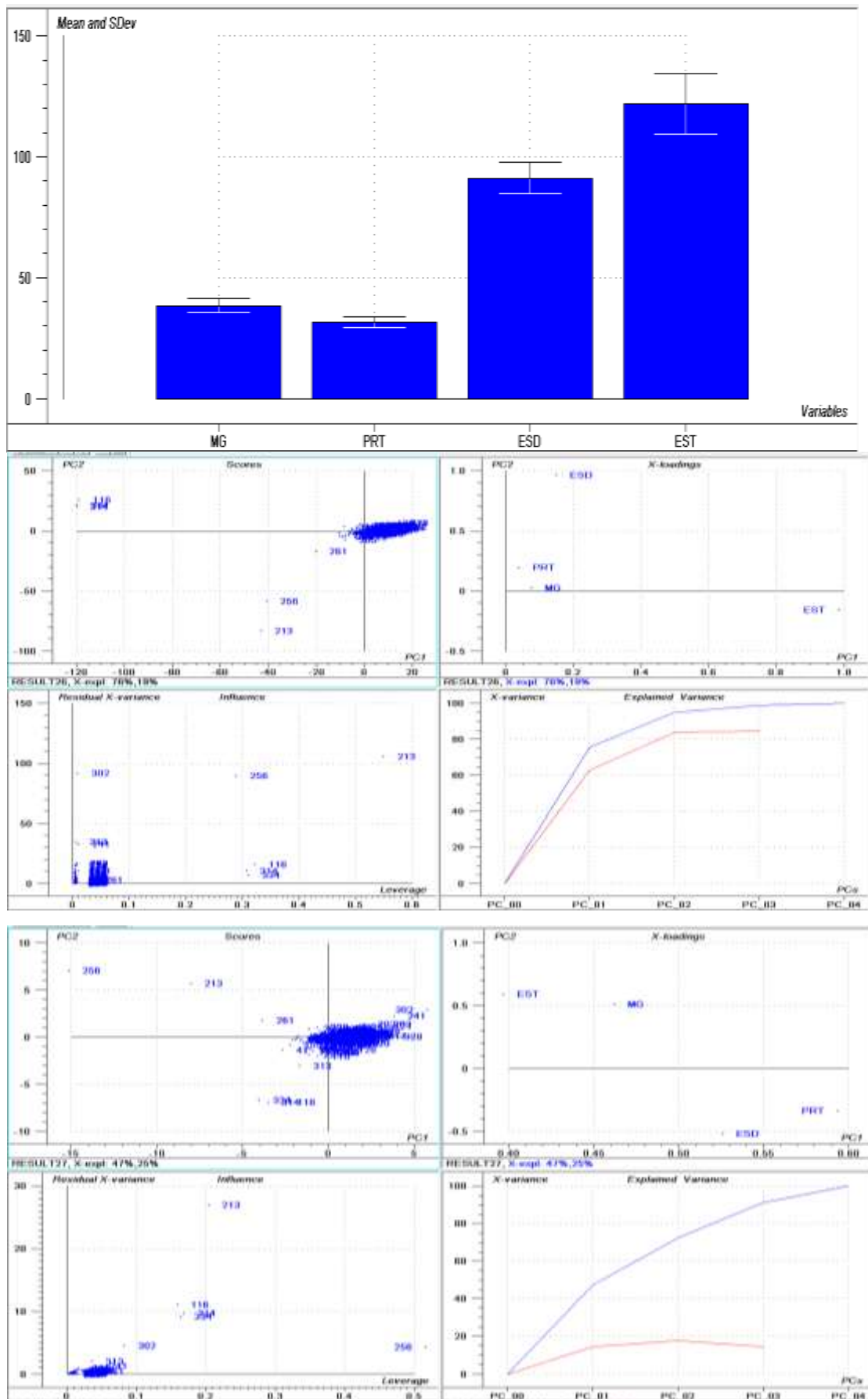
Annexe 43: Les résultats de mois Juillet 2012



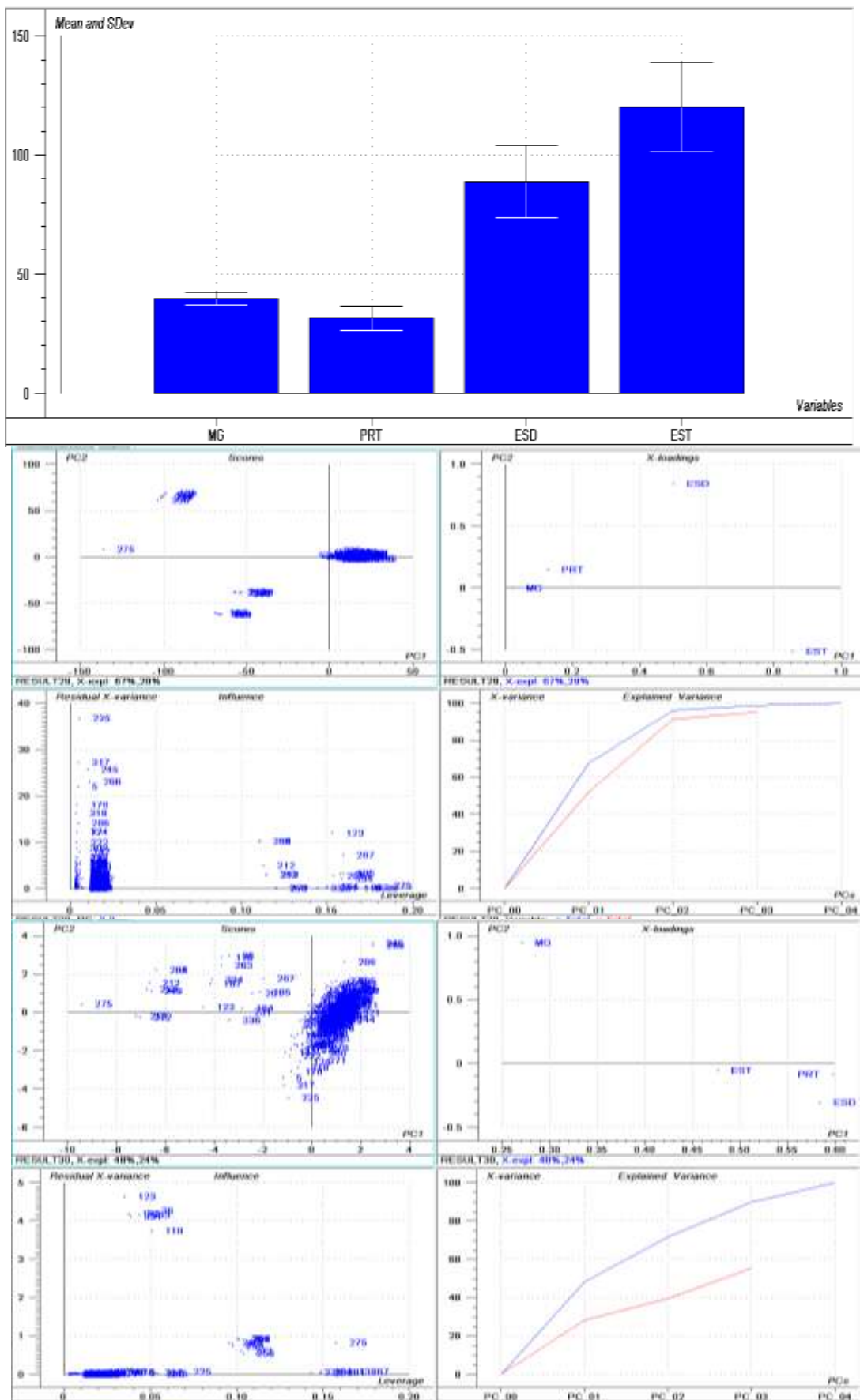
Annexe 44: Les résultats de mois Aout 2012



Annexe 45: Les résultats de mois Septembre 2012

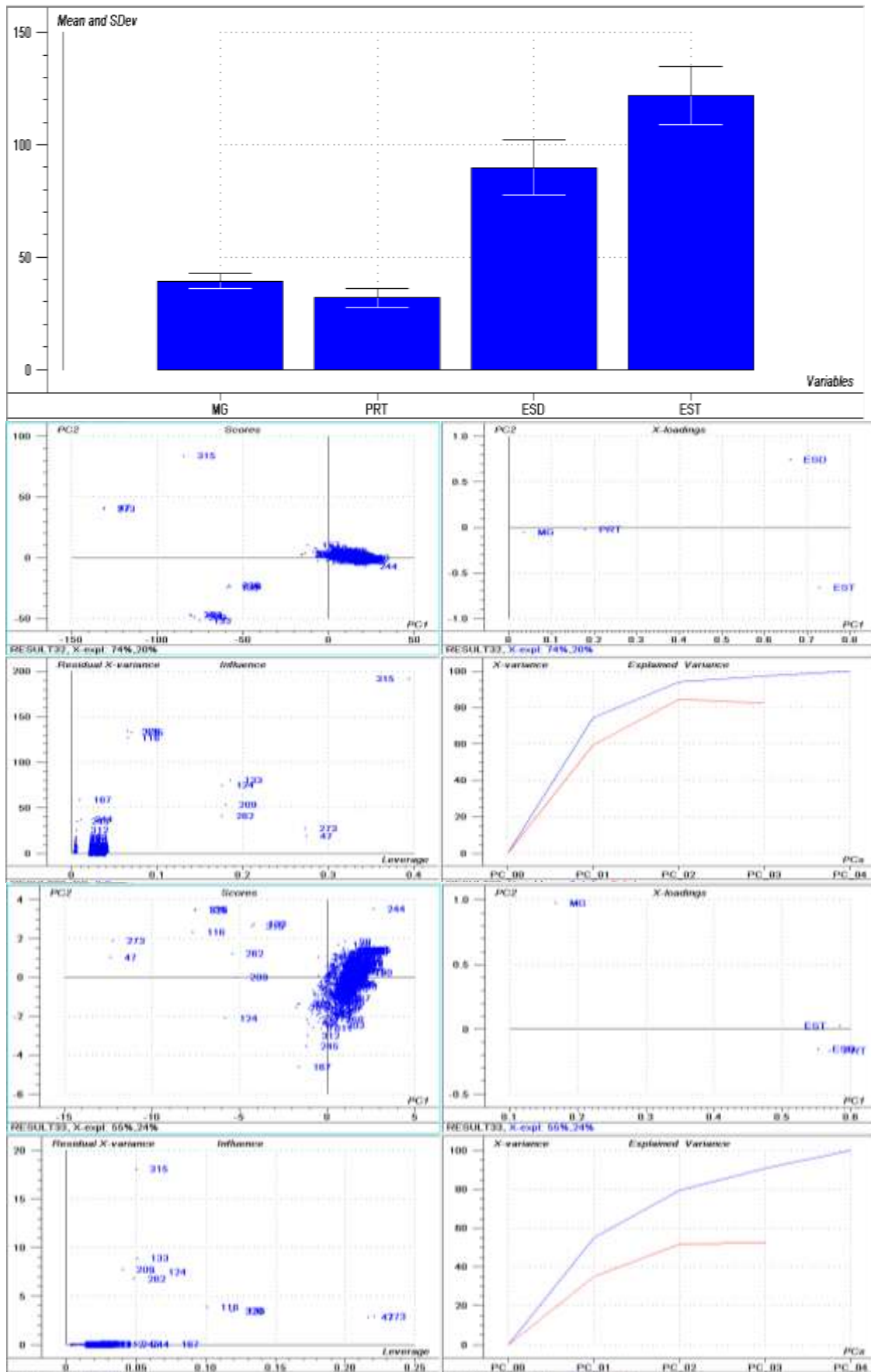


Annexe 46: Les résultats de mois Octobre 2012

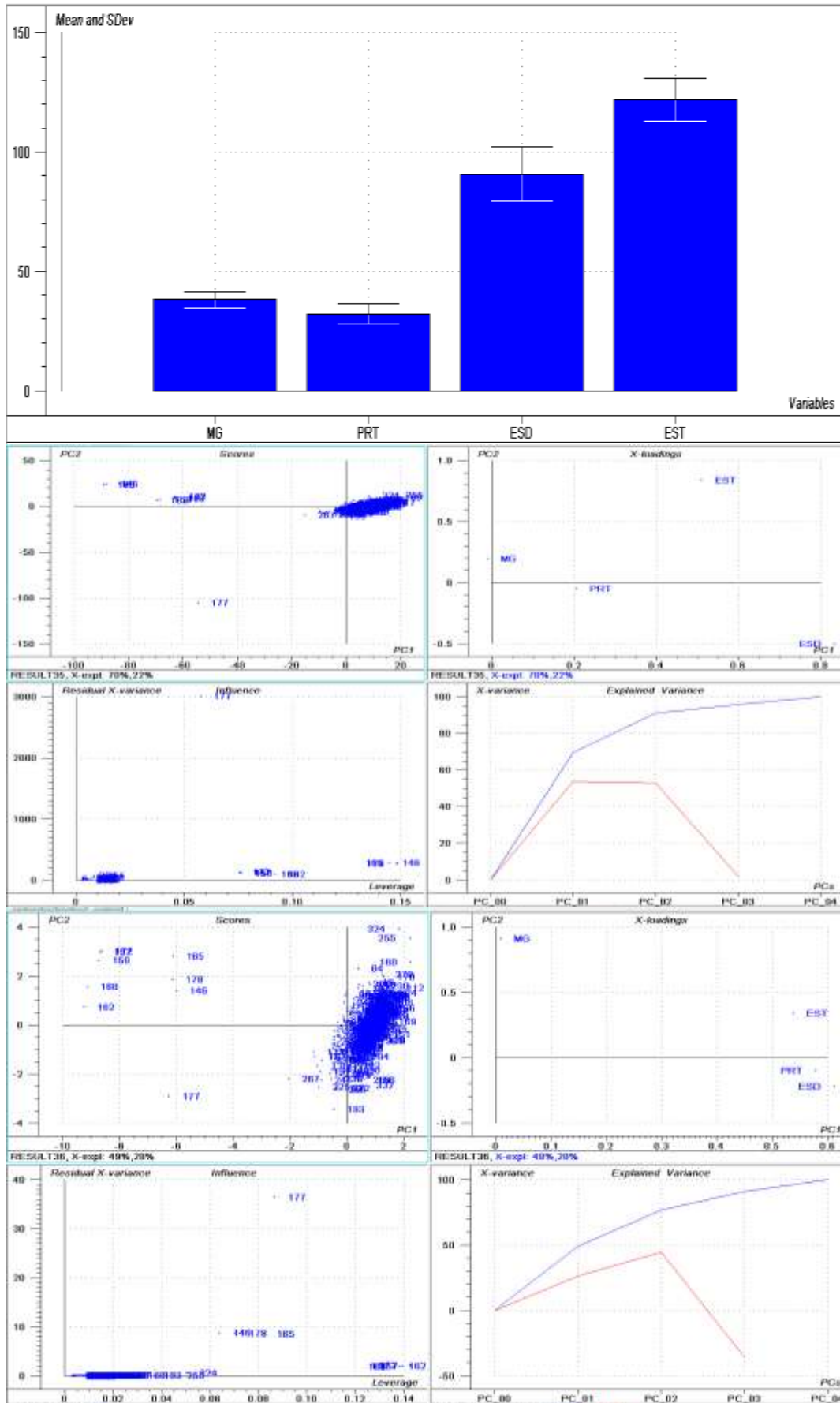


Annexe

47: Les résultats de mois Novembre 2012

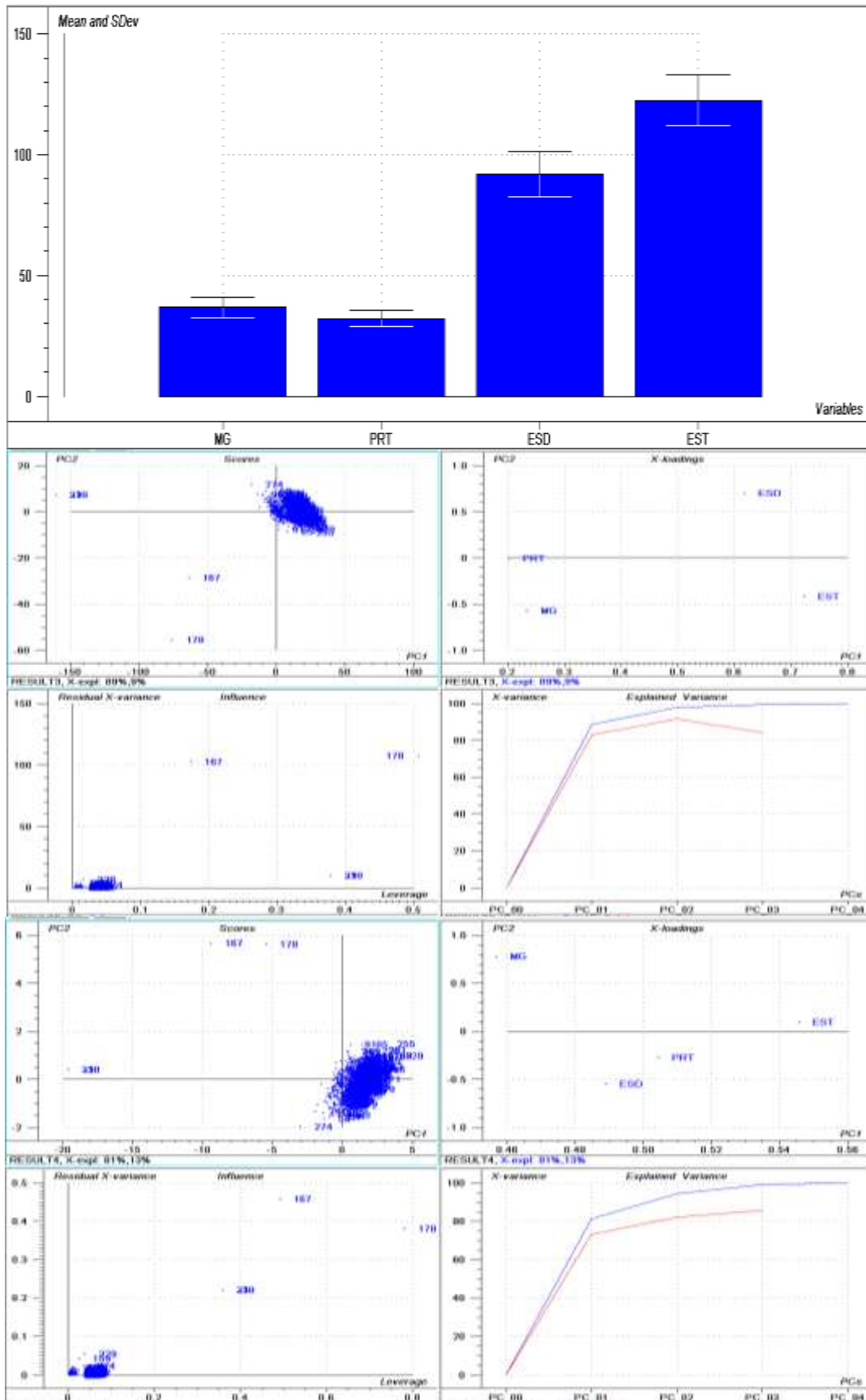


Annexe 48: Les résultats de mois Décembre 2012

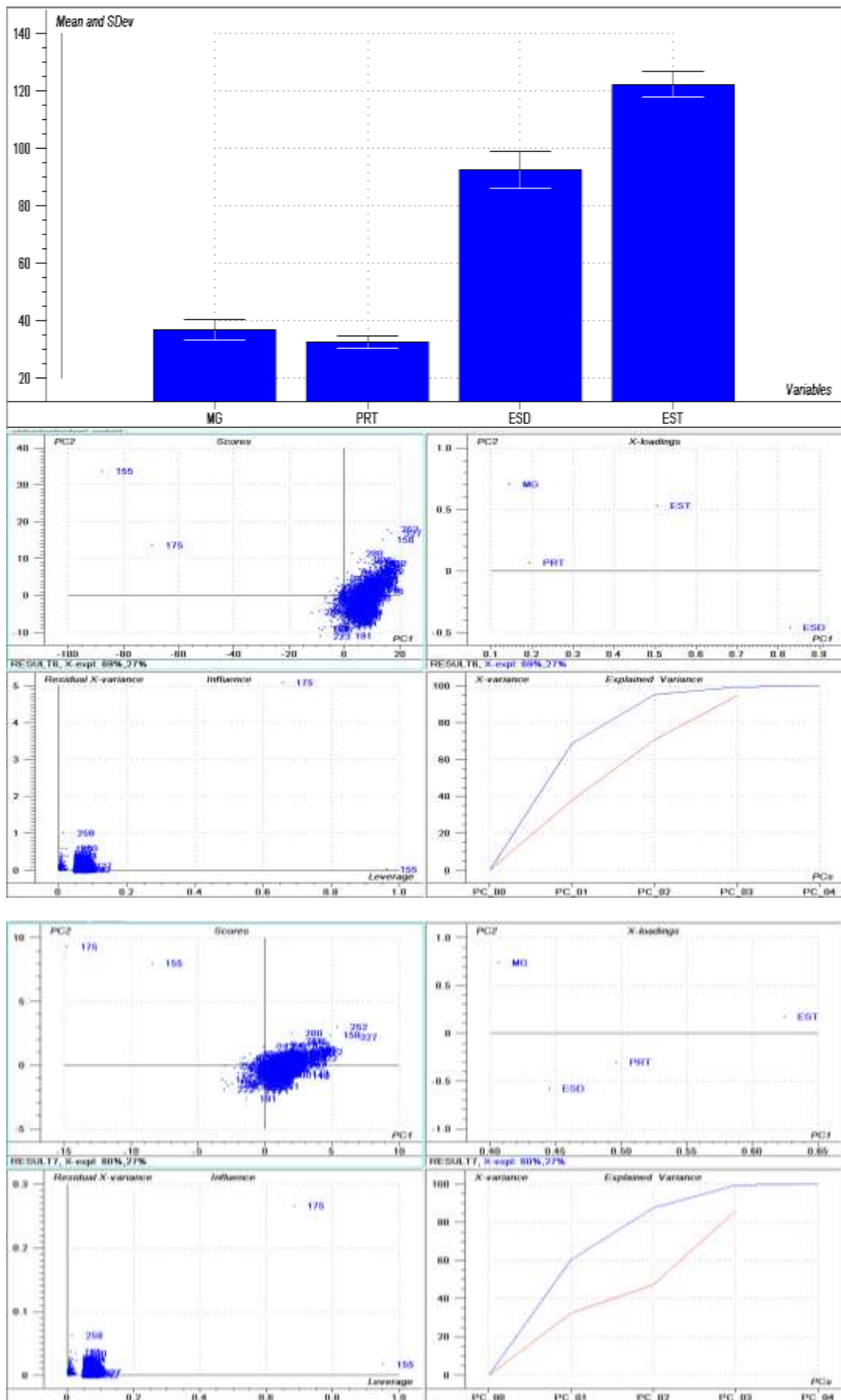


Les résultats des analyses des coopératives et fermes de 2013 :

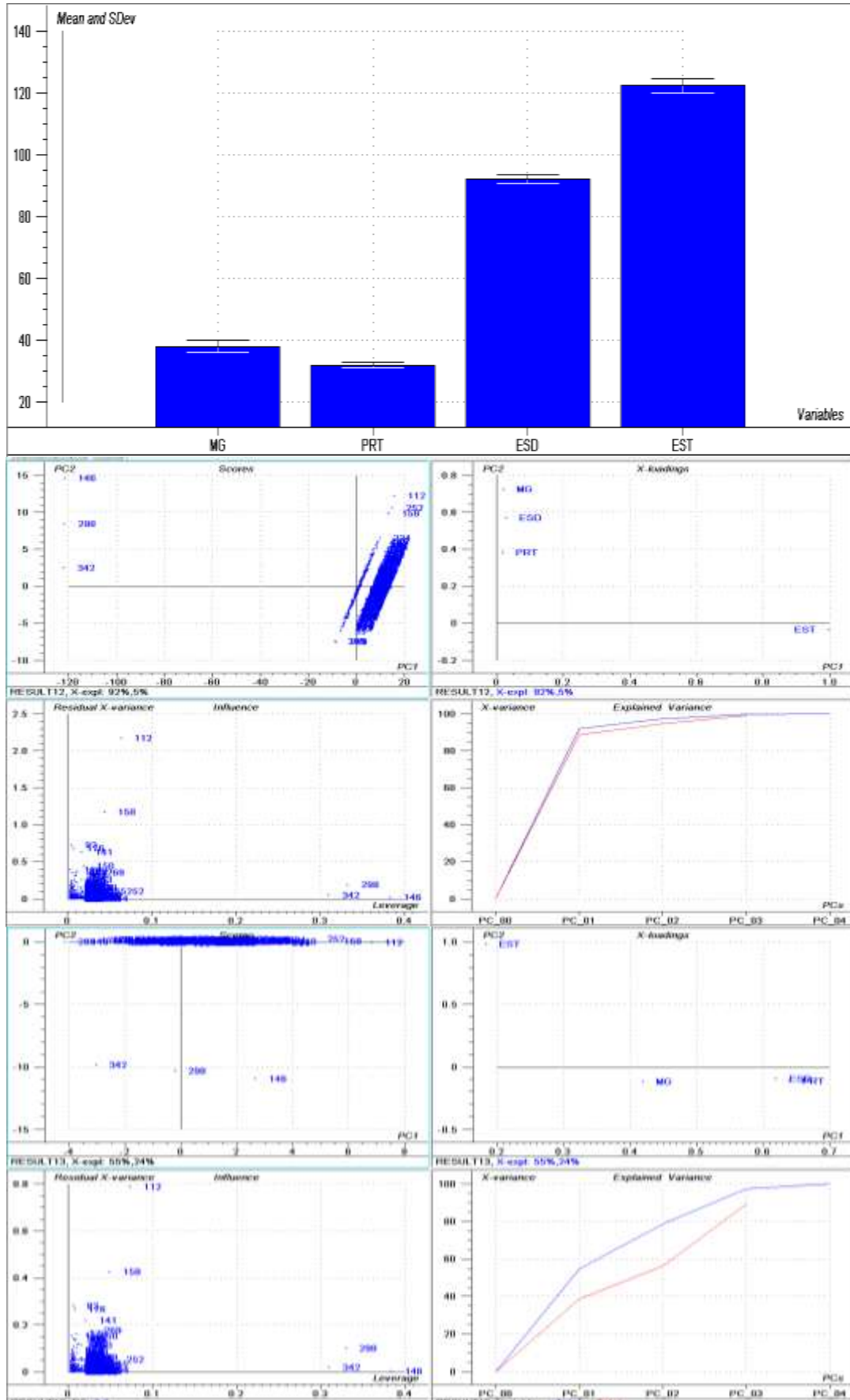
Annexe 49: Les résultats de mois Janvier 2013



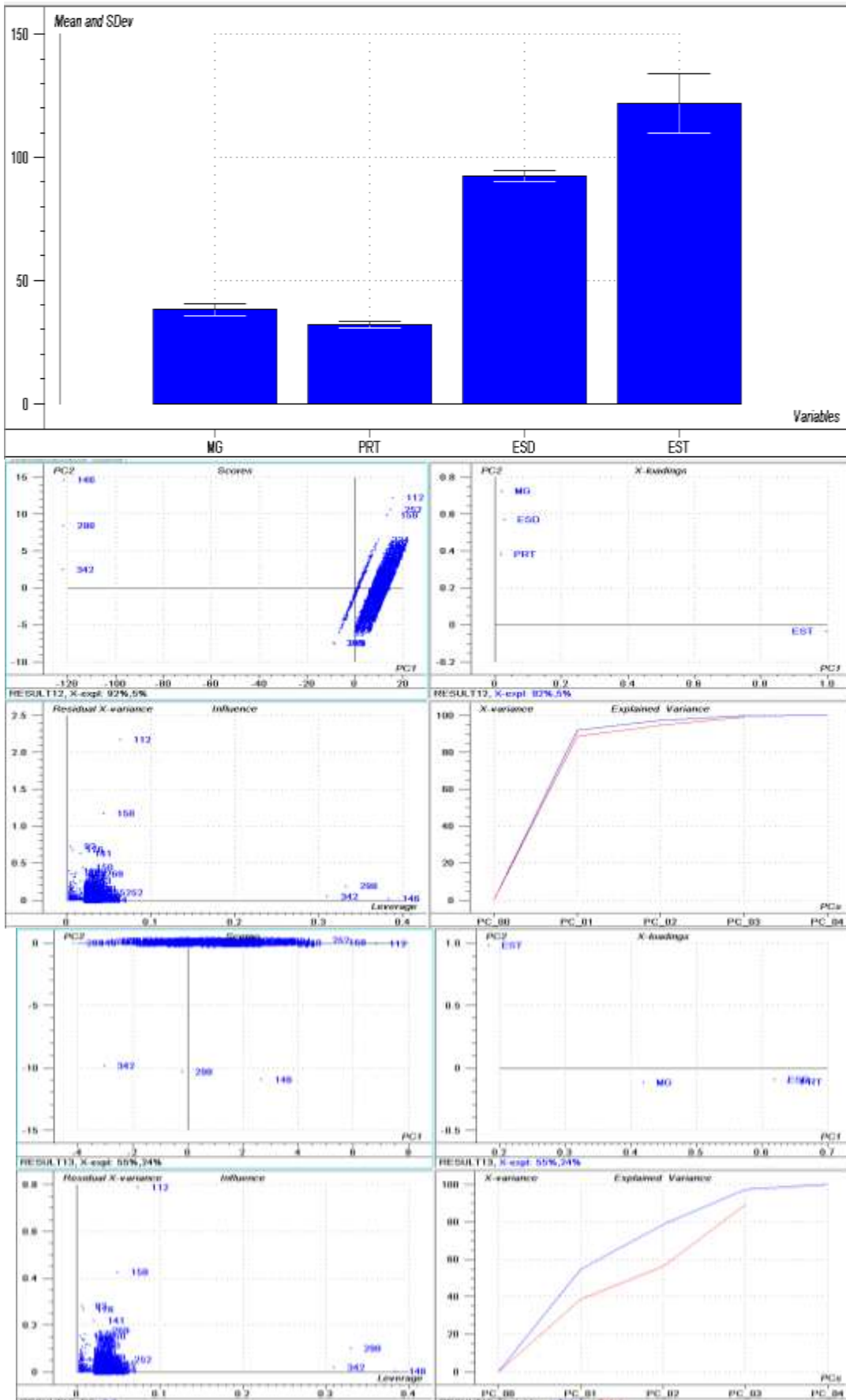
Annexe 50: Les résultats de mois Fevrier 2013



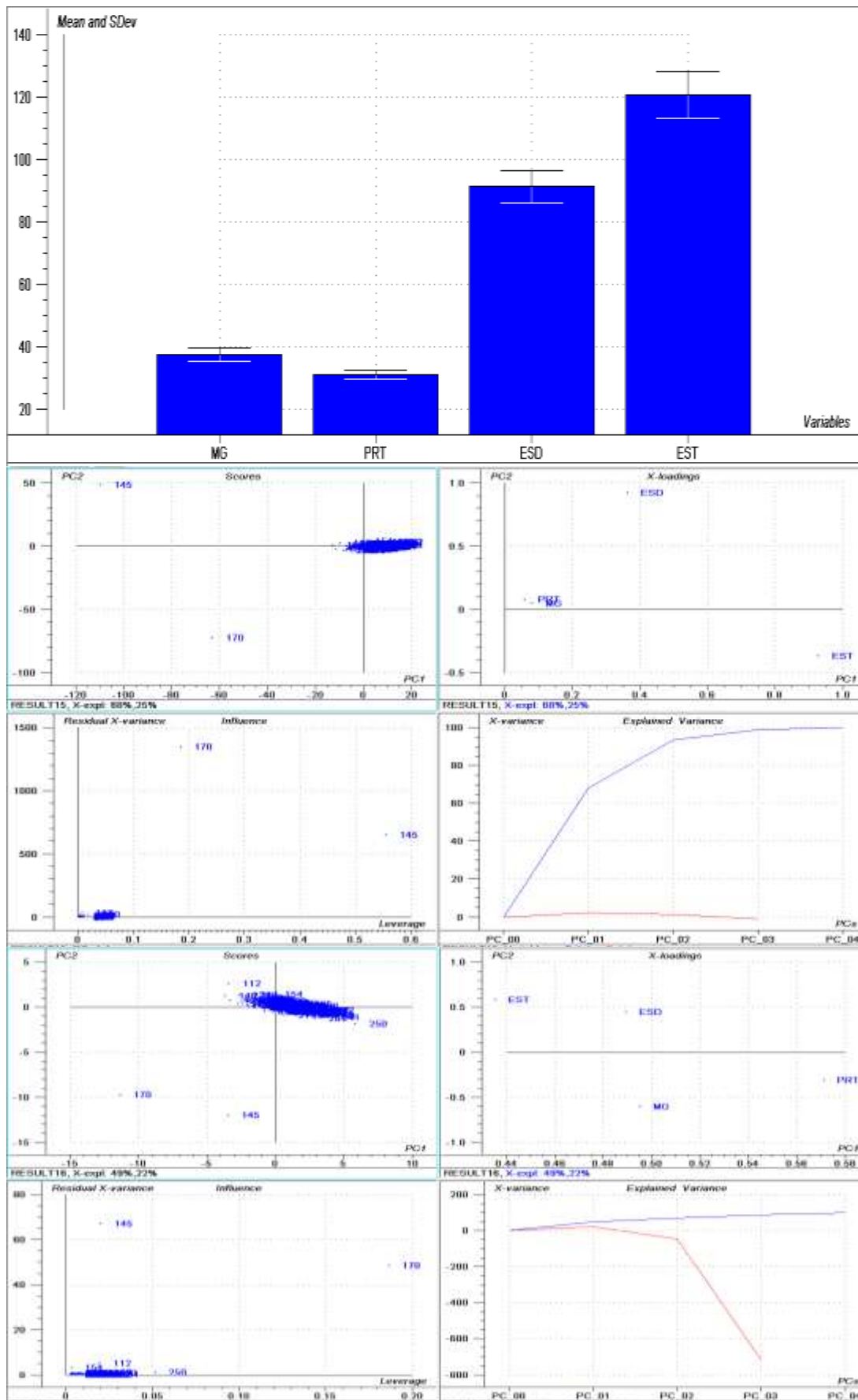
Annexe 51: Les résultats de mois Mars 2013



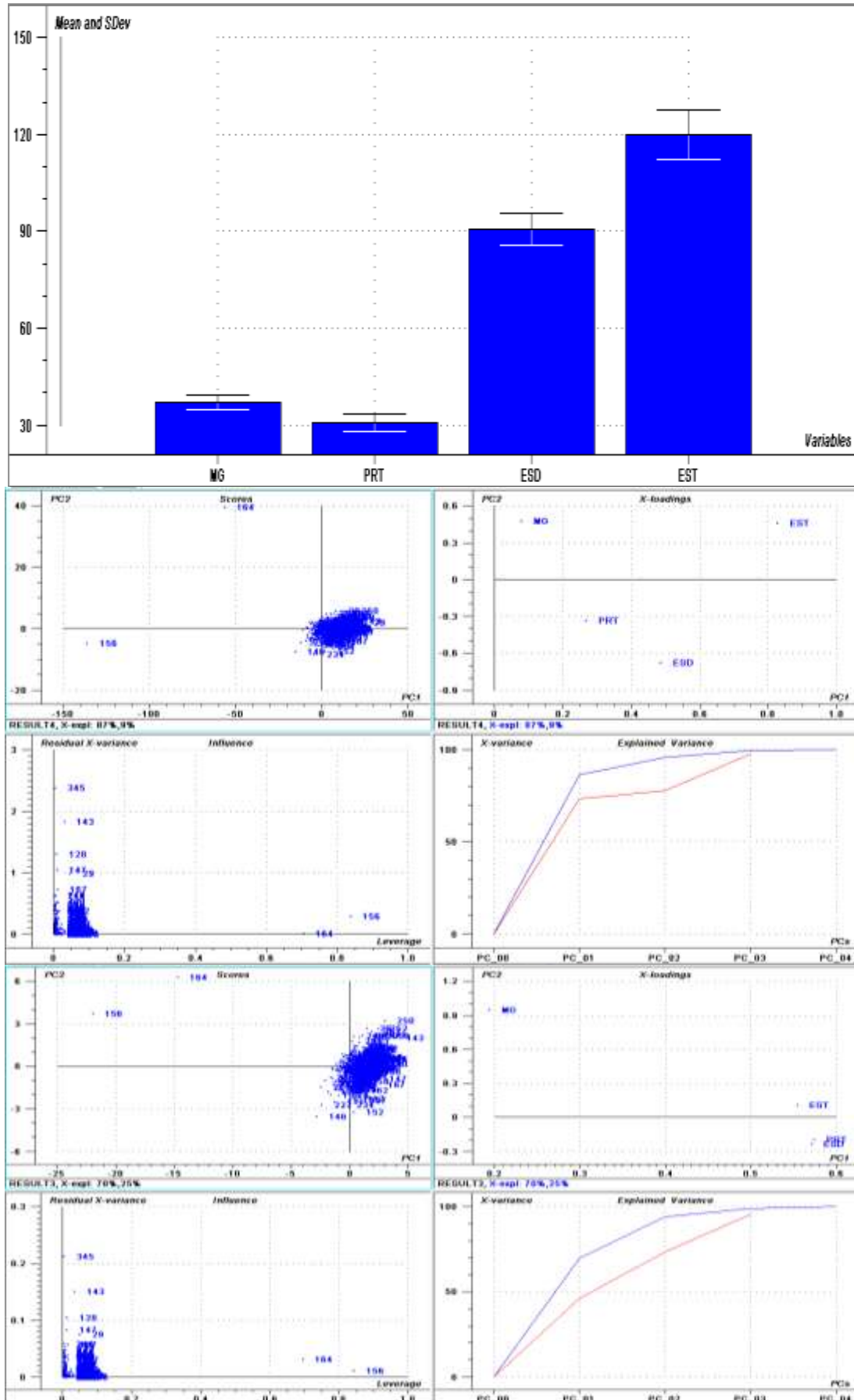
Annexe 52: Les résultats de mois Avril 2013



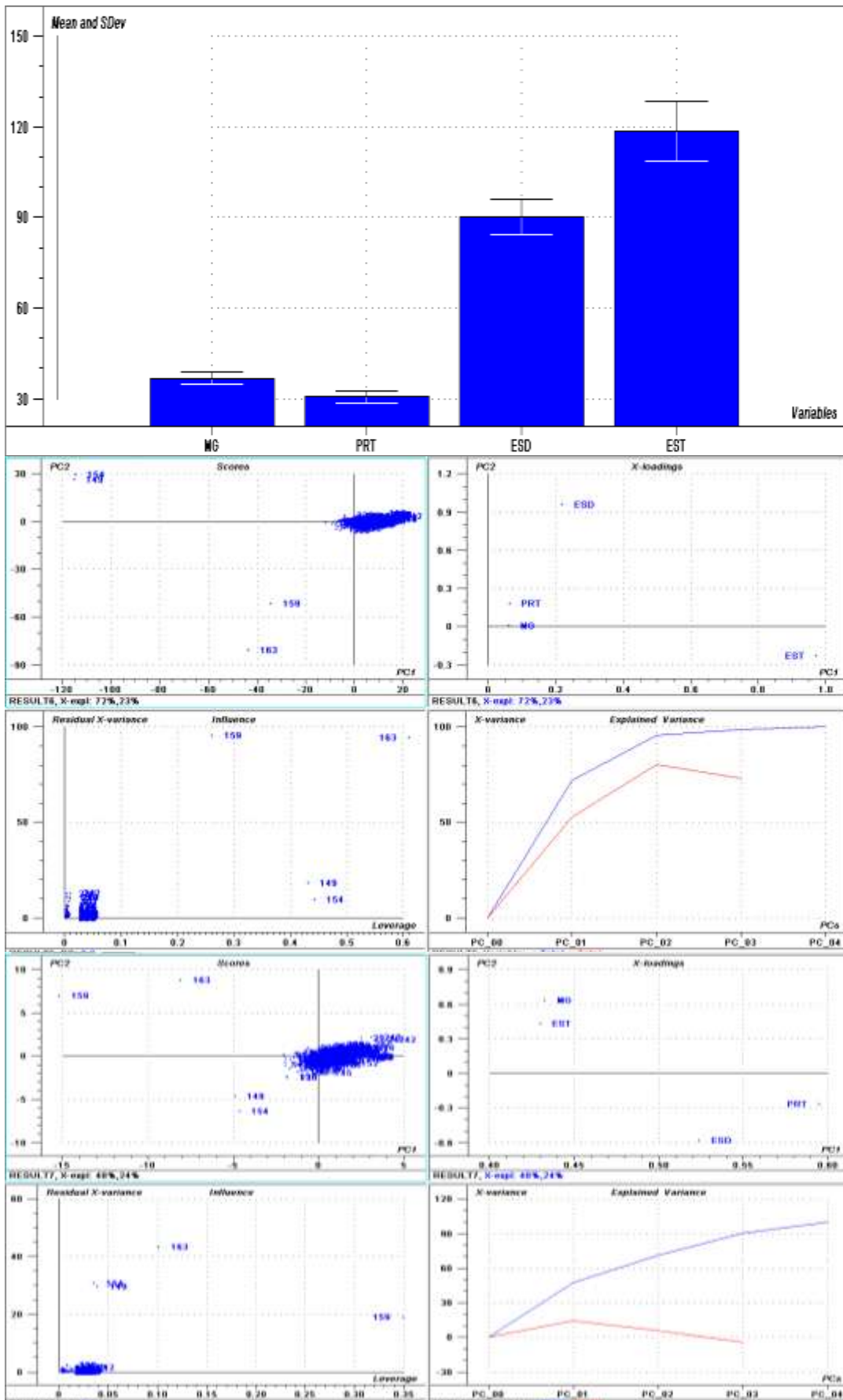
Annexe 53: Les résultats de mois Mai 2013



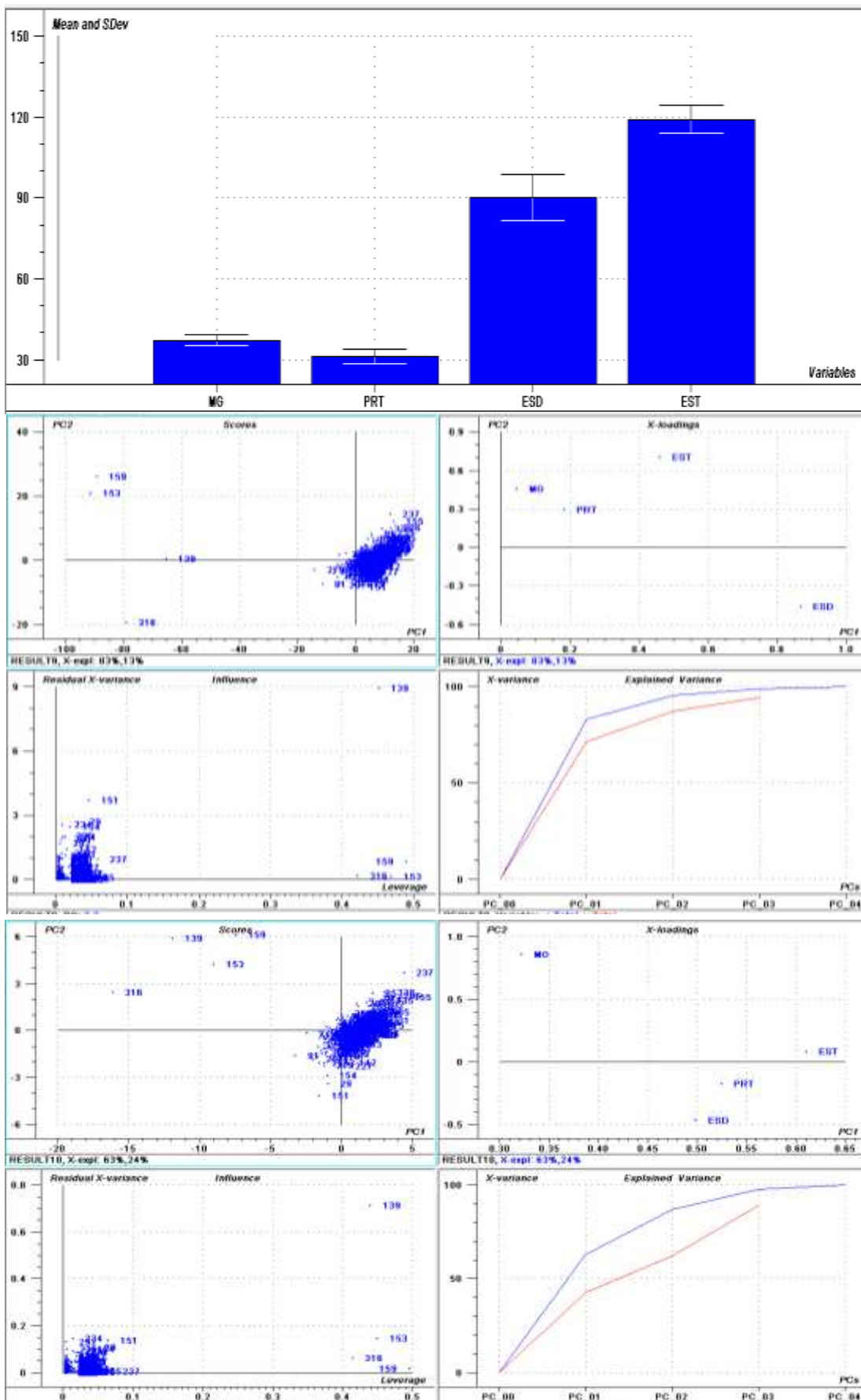
Annexe 54: Les résultats de mois Juin 2013



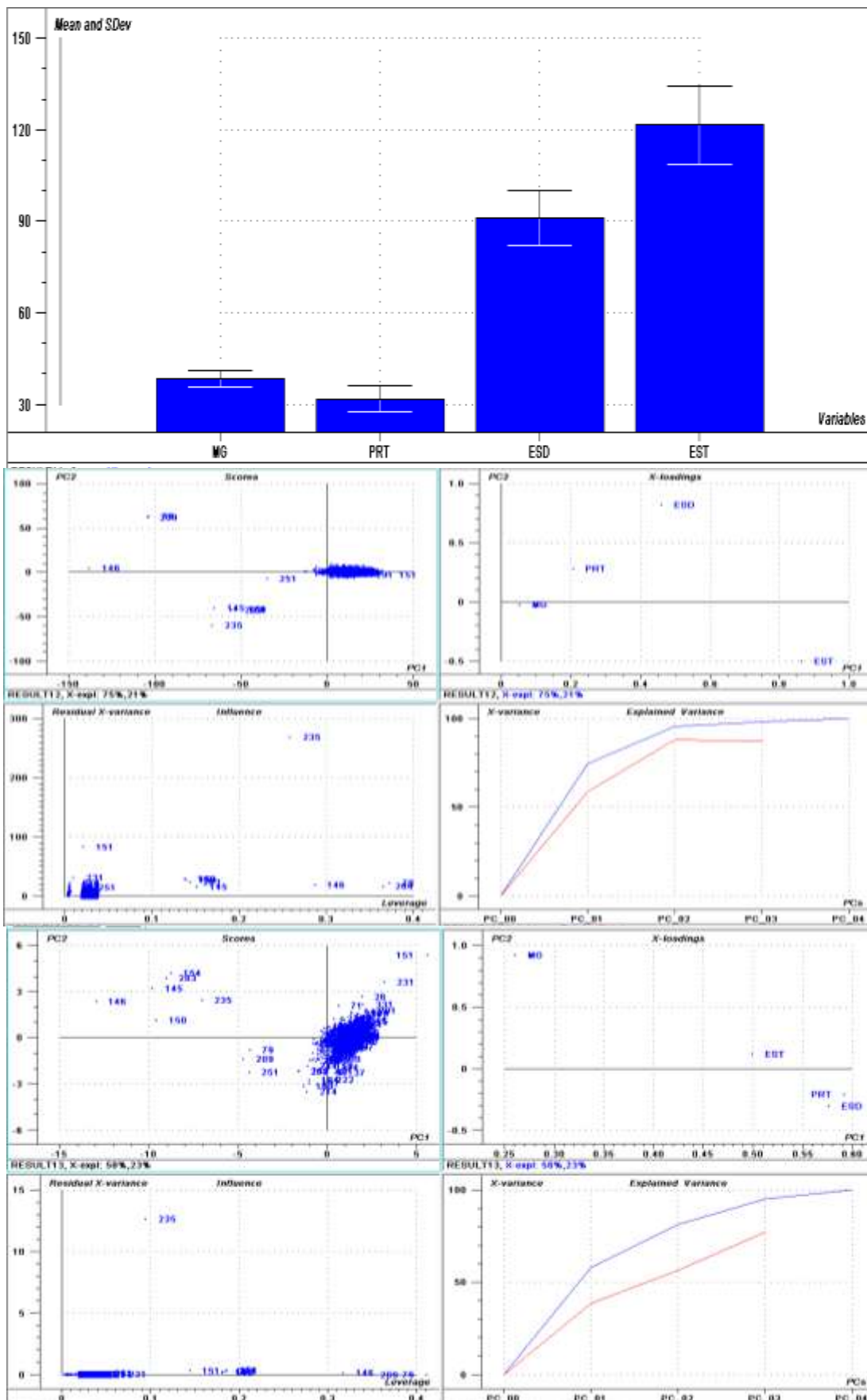
Annexe 55: Les résultats de mois Juillet 2013



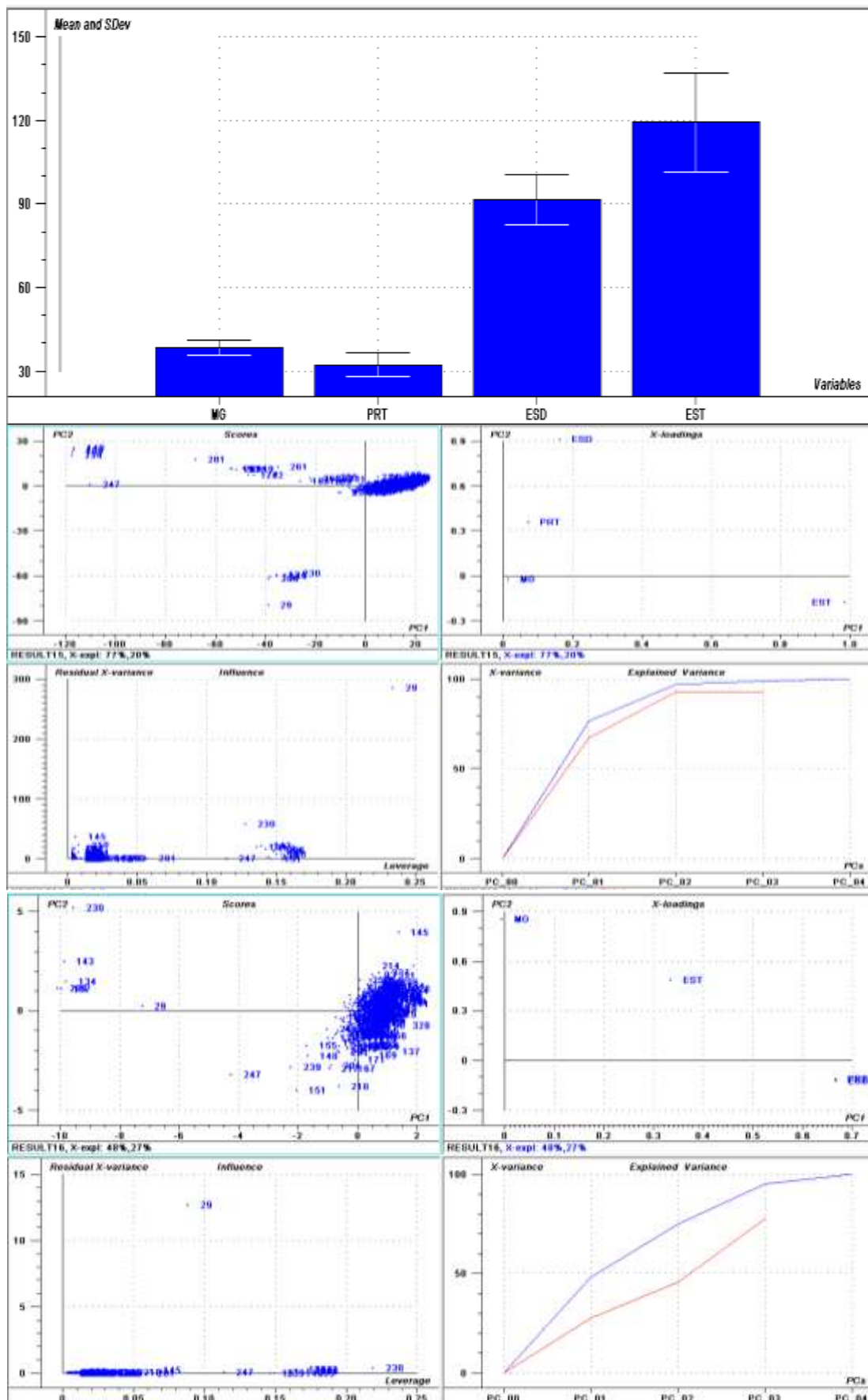
Annexe 56: Les résultats de mois Aout 2013



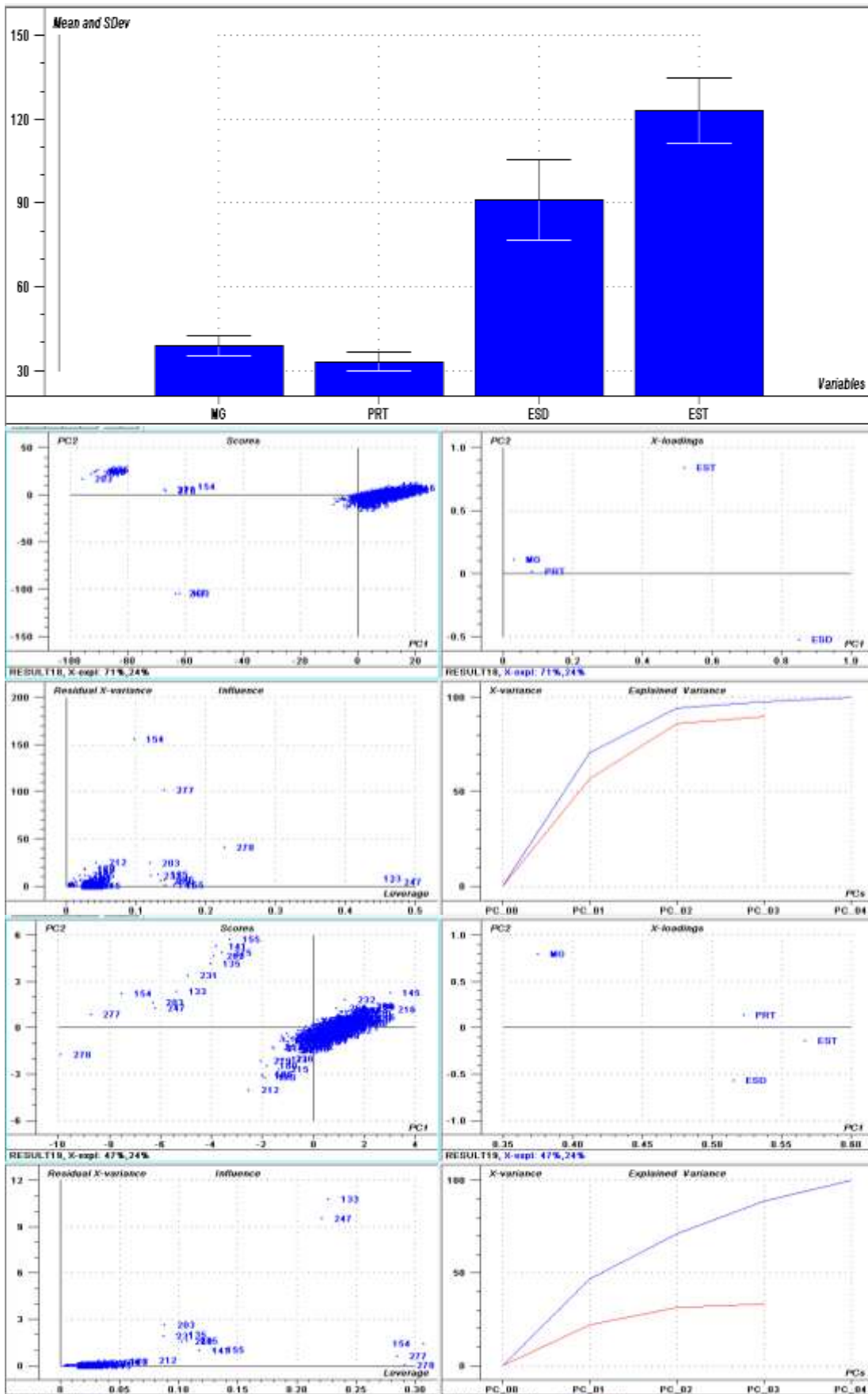
Annexe 57: Les résultats de mois Septembre 2013



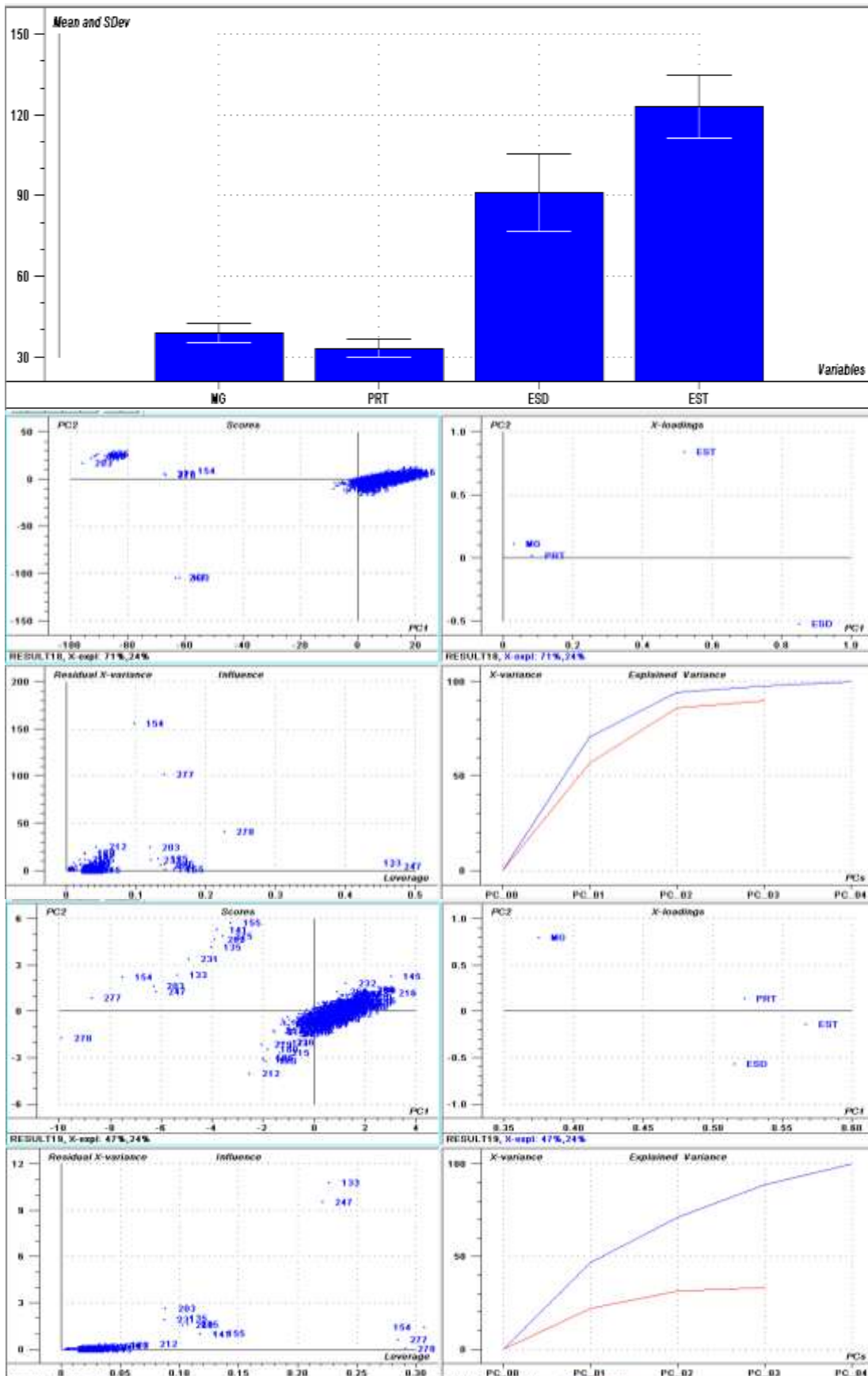
Annexe 58: Les résultats de mois Octobre 2013



Annexe 59: Les résultats de mois Novembre 2013



Annexe 60: Les résultats de mois Décembre 2013



Annexe 61: Les milieux de culture de microbiologie

Eau peptonée tamponnée

| | |
|------------------------------------|-------|
| Peptone de viande | 10,0g |
| Chlorure de sodium..... | 5,0g |
| Disodium hydrogénophosphate | 9,0g |
| Potassium hydrogénophosphate | 1,5g |

Préparation :

Dissoudre 25.5 g/l éventuellement répartir, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Agar Hektoen

| | |
|---|--------|
| Protéose peptone | 12,0g |
| Extrait de levure | 3,0g |
| Saccharose | 12,0g |
| Lactose | 12,0g |
| Salicine | 2,0g |
| Chlorure de sodium | 5,0g |
| Thiosulfate de sodium | 5,0g |
| Citrate ferrique ammoniacal (III) | 1,5g |
| Sels biliaires | 9,0g |
| Bleu de bromothymol | 0,064g |
| Fuschine acide | 0,04g |
| Agar-agar | 13,5g |

Dissoudre 39 g/l, répartir, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Agar de MacConkey

| | |
|---------------------------------|--------|
| Peptone de caséine | 17,0g |
| Peptone de viande | 3,0g |
| Lactose | 10,0g |
| Mélange de sels biliaires | 1,5g |
| Chlorure de sodium | 5,0g |
| Rouge neutre | 0,03g |
| Cristal violet | 0,001g |
| Agar-agar | 13,5g |

Dissoudre 50 g/l, autoclavé à 120 °C pendant 15 min, couler en boîte.

Agar MRS (agar pour la culture des lactobacilles selon DE MAN, ROGOSA et SHARPE)

| | |
|---|-------|
| Peptone universelle | 10g |
| Extrait de viande | 10,0g |
| Extrait de levure | 5,0g |
| Glucose (D +)..... | 20,0g |
| Tween 80 | 1,08g |
| Hydrogénophosphate dipotassique..... | 2,0g |
| Monooléate de polyxyéthylène sorbitanne | 1,0g |
| Hydrogénocitrate de di-ammonium..... | 2,0g |
| Acétate de sodium..... | 5,0g |
| Sulfate de magnésium | 0,2g |
| Sulfate de manganèse | 0,05g |
| Agar-agar | 15,0g |

Dissoudre 62 g/l (agar) ou 50 g/l (bouillon), autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Plate count agar (PCA)

Tryptone.....5,0g
Extrait de levure3,0g
Glucose.....5,0g
Agar-agar15,0g
Dissoudre 25 g/l, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Agar de CHAPMAN (manitol salt agar)

Peptone de viande.....10,0g
Extrait de viande1,0g
Chlorure de sodium75,0g
Mannitol (D -)10,0g
Rouge de phénol.....0,025g
Agar-agar15,0g
Dissoudre 108 g/l, autoclaver à 120 °C pendant 15 min, couler en boîtes.

Milieu de ROTHE

Peptone20,0g
Glucose5,0g
Chlorure de sodium.....5,0g
180
Phosphate bipotassique2,7g
Phosphate monopotassique.....2,7g
Azide de sodium.....0,2g
Dissoudre 35.6 g/l, répartir en tubes, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Milieu de LITSKY

Peptone de caséine trypsique20,0g
Glucose5,0g
Chlorure de sodium5,0g
Phosphate bipotassique 2,7g
Phosphate monopotassique2,7g
Azide de sodium0,3g
Ethyle violet0,0005g
Dissoudre 35.7 g/l, répartir en tubes, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Préparation de la base nutritive

Extrait de viande.....3,0g
Peptone de viande5,0g
Chlorure de sodium5,0g
CaCl₂0,05g
Ca(OH)₂0,15g
Agar-agar25,0g
La base est répartie en flacons de 100 ml par flacon et autoclavée à 120 °C pendant 15 min.

Préparation du lait écrémé

Dissoudre 100g du lait en poudre dans un litre d'eau distillée préchauffé à 35 °C. Répartir en flacons à raison de 100g /flacon et stériliser à 110 °C pendant 10 min.

Au moment de l'emploi, on fait fondre un flacon de la base nutritive au bain- marie. La base fondue est ramenée à 45 °C. Le lait est chauffé à 45 °C. On mélange les deux flacons et on coule en boîte.

Méthode au Tween 80

Formule :

Gélose nutritive1 litre

CaCl₂2g

Tween 805g

Répartir en flacon de 250 ou de 100 ml et stériliser à 120 °C pendant 15 min.

Gélose nutritive

Tryptone10,0g

Extrait e levure5,0g

Chlorure de sodium5,0g

Agar-agar15,0g

Dissoudre 35 g/l, répartir en flacons, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Milieu SPS (Sodium-Polymixine-Sulfite)

Peptone de caséine15g

Extrait de levure10g

Citrate de fer ammoniacal0,5g

Sulfite de sodium0,5g

Sulfate de polymyxine B0.5g

Sulfadiazine sodique5g

Agar-agar15,0g

Dissoudre 56,5 g/l, autoclaver à 120 °C pendant 15 min.

Bibliographie

Références bibliographiques consultées

Abd-El-Gawad I.A., EL-Sayed E.M., Mahfouz M.B., Abd EL-Salam A.M., 1996. Changes of lactoferrin concentration in colostrums and milk from different species. Egypt. J. Dairy Sci. 24, 297-308.

Afif,A., M. Faid and M.Najimi, 2007. Effects of breeding and hygienic practices on raw cow milk quality in Tadla area, Morocco. Livest. Res. Rural Dev., 19 (12).

Afif,A., M. Faid and M.Najimi, 2008. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Rev.Biol.biotechnol., 7 : 2-7.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR.) 1980. Laits et produits laitiers, méthodes d'analyse, 1 vol, AFNOR éd., Paris,286 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. 1986., lait et produits laitiers.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION ; Norme F V 0 8 - 0 5 7 - 0 1 : microbiologie des aliments : méthode horizontale pour dénombrement de Staphylocoques à coagulasepositive (*Staphylococcus aureus* et autre espèce) par comptage des colonies à 37 °C –1 : technique avec confirmation des colonies. Association française de Normalisation : Paris, 1994, 12 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION Norme F V08-060 : microbiologie alimentaire : dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies à 44 °C : méthode de routine. Association française de Normalisation : Paris, 1996,10 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION Norme ISO 4833 2003(F) : microbiologie des aliments : méthode horizontale pour le dénombrement des microorganismes : technique par comptage des colonies à 30°C.Association française de Normalisation : Paris, 2003, 9 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION Norme N F V 0 8 - 0 6 1 : microbiologie des aliments : dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfite-réductrices par comptage des colonies à 46 °C. Association française de Normalisation : Paris, 2009, 11 p.

AFRIQUE AGRICULTURE PAGE 37MARS-AVRIL 2010.

AKESBI N. [1997]. La question des prix et des subventions au Maroc face aux mutations de la politique agricole. *Options Méditerranéennes, Série B, n° 11, Prix et subventions : effets sur les agricultures familiales méditerranéennes.* p. 81 - 117.

AKESBI N. [1996]. La politique d'ajustement structurel dans l'agriculture au Maroc : risques et périls du désengagement de l'Etat. In : M. ELLOUMI (éd.). *Politiques agricoles et stratégies paysannes au Maghreb et en Méditerranée occidentale.*Tunis, p. 71 - 87.

- AKESBI N. [1991]. *L'impôt, l'Etat et l'ajustement*. Actes Editions, Rabat, 469 p.
- Alais, C. 1984. Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4e éd. 814 pages.
- Alais, C. 1984. Science du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition, édition Publicité France.
- Agabriel, C.; Coulon, J. B.; Marty, G.; Bonaïti, B. 1993. Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production. INRA Prod. Anim., 6, 53-60.
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Hygiène des aliments et risque biologique : Fiche listeria [en ligne], juin 2006, [<http://www.afssa.fr/>].
- Aumaitre, A. (1999). Quality and safety of animal products. Livestock Product. Sci. 59, 113-124.
- Asperger H., Brandl E., 1980. Zur microbiologischen Bewertung von Frischkase. Ernährung 4(10): 436-439.
- Amhoury F., Said B., Hamama A and Zahar M. (1998). Qualité microbiologique du lait cru : Cas de la région d'Errachidia. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) Vol, 18 (1) : 31-35.
- Aleandri R., Buttazzoni L.G., Schneider J.C., Caroli A., Davoli R., 1990. The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. J. Dairy Sci., 73, 241-255.
- Aimutis, W. R. (2002) Safety aspects related to milk-derived bioactives. *Bull. Int. Dairy Fed.* **375**:130-135.
- Alves De Oliveira, 2006)., Recomander par Nutrition minérale des ruminants Par François Meschy.
- BOURBOUZE A. [2002]. Les temps longs du développement : patientes transformations des systèmes d'élevage au Maghreb. In : DUFUMIER M. (éd.). *Un agronome dans son siècle. Actualité de René Dumont*. Editions Karthala. Paris, p. 95 - 107.
- BOURBOUZE A. [1982]. *L'élevage dans la montagne marocaine. Organisation de l'espace et utilisation des parcours par les éleveurs du Haut Atlas*. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique Paris Grignon et Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 345 p.
- BOURBOUZE A., CHOUCHE A., EDDEBBARH A., PLUVINAGE J., YAKHLEF H. [1989]. Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. *Options Méditerranéennes. Le lait dans la région méditerranéenne*. Séries Séminaires. 6, 247 - 258.
- Bayoumi M., 1990. Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. Kieler Milchwissenschaft for Schungsberichte, 42, 3-8. Bony et al. (2005), Bocquier F., Caja G., 2001. Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. INRA Prod. Anim., 14, 129-140.

Berinstain-Bailly C., 1992. Les produits à base de lait de chèvre dans les pays endéveloppement. *Capricorne.*, 5 : 9-14.

Barbosa M., Miranda R., 1986. Physico-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. *B.F.I.L.*, N° 202: 84-89.

Sherbon J.W., 1984. Cheddar cheese yields in New York. *J. Dairy Sci.*, 67, 1873-1883.

BARAKATE F., HANDOUFE A. [1998]. Approche agroclimatique de la sécheresse agricole au Maroc. *Sécheresse*. 9, 201 - 208. Chatellin et Richard (1981).

Bonfoh, B., Wasem, A., Traore, A.N., Fane, A., Spillmann, H., Simbe, C.F., Alfaroukh, I.O., Nicolet, J., Farah, Z., Zinsstag, J. 2003. Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). *Food Control* 14 (7), 495-500.

Bonfoh, B.; Zinsstag, J.; Farah, Z.; Simbé, C. F.; Cheikh F.; Alfaroukh, Idriss O.; Aebi, R.; Badertscher, R.; Collomb, M.; Meyer, J and Rehberger, B. 2005. Raw milk composition of Malian Zebu cows (*Bos indicus*) raised under traditional system. *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 29-38.

C. Boubekri C., Tantaoui ELaraki A., Berrada M and Benkerroum N. 1984
Caractérisation physico-chimique du lben marocain. *Lait*, 64, 436-447.

Boujenane I. 2002. Les Races Bovines au Maroc. Actes Editions, Rabat. ISBN : 9981-801-52-6.

Boujenane I. 2002. Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk production in Moroccan Holstein-Friesian cows. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 55 (1) : 63-67.

Colin O., Laurent F., Vignon B., 1992. Variations du rendement fromager en pâte molle. Relations avec la composition du lait et les paramètres de la coagulation. *Lait*, 72, 307-319. Champagne et Goulet, 1984).

COULON J. B., REMOND B. [1991]. Facteurs de variation du taux protéique du lait des vaches en exploitation : réflexion à partir des résultats d'enquête. *INRA Productions Animales*. 4, 303 - 309.

COULON J. B., ROCK E., NOËL Y. [2003]. Caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers et variations selon leur origine. *INRA Productions Animales*. 16, 275 - 278.

COULON J. B., FAVERDIN P., LAURENT F., COTTO G. [1989]. Influence de la nature de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières. *INRA Productions Animales*. 2, 47 - 53.

COULON J. B., ROYBIN D., CONGY E., GARRET A. [1988]. Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variation dans les exploitations au pays de Thônes (Haute Savoie). *INRA Productions Animales*. 1, 253 - 263.

Coulon J., Rémond B., 1991. Facteur de variation du taux protéique du lait des vaches en exploitation : réflexion à partir des résultats d'enquête. INRA. Prod. Anim., 4, 303-309.

Coulon J. B., Rémond, B. 1991. Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. Livest. Prod. Sci., 29, 31-47.

Coulon J. B., Chilliard, Y., Rémond, B. 1991. Effet du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA. Prod. Anim. 4 (3). 219-228.

Coulon J. B. 1994. Influence des facteurs nutritionnels sur le taux protéique du lait. Rec. Méd. Vét., 170 (6/7), 375-380

Coulon J.B., Pradel P., Verdier I., 1995. Effect of forage type on milk yield, chemical composition and clotting properties of milk. Lait, 75, 513-521.

Carole L.Vignola 2002 : Science et technologie du lait, transformation du lait (fondation de technologie laitière du Québec inc), 3^{ème} édition. Canada.

CNIEL, Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, est une association loi 1901 représentative de l'ensemble des acteurs de la filière laitière française.

Cousin M.A., 1982. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. J. Food Protect. 45, 172-207.

Chatellin Y.M., Richard J., 1981. Etude de quelques cas de contamination microbiennes importantes du lait à la ferme, Le Lait, 61 (601-602): 80-94.

DePeters E.J., Cant J.P., 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. J. Dairy Sci., 75, 2043-2070.

Elgersma, A., Ellen, G., van der Horst, H., Muuse, B.G., Boer, H., Tamminga, S., 2004a. Quick changes in milk fat composition after transition from fresh grass to a silage diet and effects on consumer health benefits. Anim. Feed Sci. Tech. 117, 13-27.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1995. Food Agriculture Organization, Rome, Italie.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Série FAO: Alimentation et nutrition - 28. (271 pg) ISBN : 9252035346. T4280/F.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2002. Agricultural statistical databases. Rome. Italy. 246 p.

F.A.O (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition, 1998, n° 28, ISBN 92-5-20534-6.

F.A.O (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2012
L'effectif de vaches laitières, Le rendement laitier de 2007 à 2011.

F.A.O (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2012
La production de lait dans le monde.

Fédération des producteurs de lait du Québec, 2000 ; GREPA, Université Laval Québec, 2000
; Conseil canadien du contrôle laitier, 2000 ; Université Guelph, Ontario ; 2001.

Fédération des producteurs de lait du Québec, 2000 ; GREPA, Données tirées de Université
Guelph, Ontario, 2001 ; Tetra Pak Processing system, 1995. CDAQ, 1993.

F.I.L (Fédération Internationale de Laiterie) 2012, La collecte de lait de vache de 2007 à 2011.

F.I.L (Fédération Internationale de Laiterie) 2012, La consommation du lait et produits laitiers
des habitants du monde en 2011.

FIL (Fédération Internationale de Laiterie) – IDF., 1983. Measurement of extraneous water by
the freezing point test, Doc. 154, FIL éd., 20 p.

FIL (Fédération Internationale de Laiterie), 1979. Behavior of pathogens in cheese, FDoc
78. France AgriMer La composition standard du lait de vache entier en France

Farag S.I., Kebary K.M.K., 1992. Camel's milk, and milk fat. Proceedings: 5th
Egyptian conference for Dairy Science and Technology. Egypt. Soc. Dairy Sci. 57-63. –

Frazier W.C., Westhoff D.C., 1978. Food microbiology, 3e éd., McGraw-Hill, U.S.A.,
540 p.

FIMALAIT Fédération Interprofessionnel marocaine du lait. Evolution de la production
laitière et du lait usiné.

Farah Z., 1993. Composition and characteristic of camel milk. J. Dairy. Res. 60, 603-
626.

Fook Yee Chye, (2004) Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia Food
Microbiology 21 (2004) 535–541

Frandsen, Rowen D., Wilke W. Lee., Dee Falls Anna., Dee Anatomy and Physiology of
Farm Animals SEVENTH EDITION

Gallon A., 1980. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique du lait cru : Production,
paiement et application dans les monts du lyonnais. Mémoires de 3ème cycle pour obtention
de grade de docteur : Vétérinaire, Université Claude Bernard. Lyon.

Gauthier J., 1983. Notions d'agriculture. Delmas. France, 1983, 776 p. ISBN 32750.

Goursaud J., 1985. Composition et propriétés physicochimiques. In : Luquet F.M : Laites et
produits laitiers. To m 1. Technique et documentation (Lavoisier), p 1-90.

ISBN : 2-85206-273-9.

Goursaud, J. 1985. Le lait de vache, pp 1-278. In Lait et produits laitiers. Vache, Brebis et chèvre. (1). Les laits de la mamelle à la laiterie. Luquet F.M. Coord. 1-397. Technique et documentation (Lavoisier) Edition.

Grosclaude F., 1988. Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. Relations avec la quantité, la composition et les aptitudes fromagères du lait. INRA Prod. Anim., 1, 5-17.

Grant et al., 1990 cités par Hoden et Coulon, 1991. Effets de la finesse de hachage d'une ration (55 % de foin de luzerne - 45 % de concentrés) sur les performances des vaches laitières

Hamama A., 1985. Bacteriological quality and prevalence of selected pathogens in Moroccan dairy products. M.P.H. Project of public health. University of Minnesota, U.S.A.

Hamama A., Tatini S.R., Pullen M.M., 1986. Bacteriological quality and prevalence of selected pathogens in Moroccan dairy products. Proceeding of the first conference of the development of food industries in the Arab-World. pp: 335-349. Kuwait, October 13-16.

Hamama A., 1988. Studies of the hygienic quality of moroccan traditional dairy products. Thèse Doctorat Vétérinaire. IAV. Hassan II, Rabat, Maroc.

Hamama A., 1989. Studies of the hygienic quality of moroccan traditional dairy products. Ph.D. Thesis, University of Minnesota. U.S.A.

Hamama A., El Mouktafi, M. 1990. Etude de la qualité hygiénique du lait cru produit au Maroc, Magreb vet, 5, 17-79.

Hamama A., 1995. Préparation du fromage frais à partir du lait recombinaison. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc), Vol. 15 (4) : 21-26.

Hamama A., 2002. Cours de formation des techniciens de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz. Rabat.

Hamama, 2002 Facteurs influençant la qualité hygiénique du lait,

Harding F., 1995. Milk quality. Formerly Technical director Milk. Blackie Academic and professional. United Kingdom. 1995. 60-95.

Hoden A. et Coulon J.B., 1991. Maitrise de la composition chimique du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques.

INRA Prod. Anim, 4, 361-367. Hurtaud et al, 1993). INRA [1965]. *Les cultures fourragères irriguées au Maroc*. Collection Techniques et productions agricoles. Rabat. Maroc. 152 p.

Jeness R. 1974. The composition of milk. In: B. L. Larson & V.R. Smith, eds. Lactation. A comprehensive treatise. 111 Nutrition and biochemistry of milks; maintenance. New York, Academic Press.

- Jenness R., 1980. Composition and characteristics of goat's milk. *J. Dairy Sci.*, 63: 1605-1630.
- Joergensen K., 1980. Bacterial contamination from the surface of the teat and udder, *Fédération internationale de Laiterie*, document 120, pp. 11-15.
- Juárez M., Ramos M., 1986. Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. *Bulletin International Dairy Federation*. N°202: 54-67.
- Jurjanz S., Colin-schoellen O., Gardeur J. N. et Laurent F., 1998. Alteration of milk fat by variation in the source and amount of starch in a total mixed diet to dairy cows. *J. Dairy. Sci*, 81, 2924-2933.
- Kouniba A., 1997. Le lait de dromadaire et ses aptitudes technologiques. *Revue bibliographique. Convention PDA-CT Boujdoure/ IAV Hassan II, N° 1/96- 97/PDA/BG/CT. Luquet 1986 : lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, V3. ED. Abrégé de biochimie alimentaire.*
- Luquet 1985 : lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, V1.ED. Tec & Doc. Lavoisier .Paris.
- Lemens P., 1985. Propriétés physicochimiques, nutritionnelles et chimiques. In : *Lait et produit laitiers : Vache, brebis, chèvre. Ed. Luquet F.M., Tech et Doc. (Lavoisier) Paris-France.*
- Labarre J. F. 1994. Nutrition et variation du taux de matières grasses du lait de vache, Effet de l'apport de matières grasses sur le TB - *Rec. Méd. Vét.*, 170, 381-389.
- Les groupes microbiens d'intérêt laitier. 1992. Coordonné par J. Hermier, J. Lenoir & F. Weber. Edition CEPIL, Paris.
- Larson, B. L. and V. R. Smith, (eds.)(1974). *Lactation-A Comprehensive Treatise*, vol. I, Academic press, New York.
- Larson, B. L. and V. R. Smith, (eds.)(1974). *Lactation-A Comprehensive Treatise*, vol. II, Academic press, New York.
- Larson, B. L. and V. R. Smith, (eds.)(1974). *Lactation-A Comprehensive Treatise*, vol. III, Academic press, New York.
- MADRPM (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DES PÊCHES MARITIMES). [1998a]. *L'élevage au Maroc*. Rabat, Maroc. 135 p.
- MADRPM (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DES PÊCHES MARITIMES). [1998b]. *Document de base pour l'élaboration du plan laitier 1998 - 2000*. Rabat, Maroc. 48 p.
- MADRPM, 1998b Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.

MADRPM, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime - Direction de la Stratégie et des Statistiques. L'Année Agricole Septembre 2013

MAPMDREF / DSS Evolution de la production de lait (MML) de 2010 à 2013. Evolution de la production de lait (MML) de 2008 à 2016.

MAPMDREF / DSS Importations cumulées de vaches de race pure entre 2008 et 2013.

MAPMDREF / DSS Evolution de la pluviométrie moyenne (recueillie du 1^{er} Septembre au 31 Mai 2010).

MAPMDREF Répartition du bilan fourrager et Evolution de l'effectif du cheptel des bovins 2009-2010.

MADRPM, déficit ou excédent pluviométrique par rapport à une année normale (Situation de l'Agriculture MAROCAINE- N°10 - Décembre 2012).

Murphy J.J., O'Mara F., 1993. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. *Livest. Prod. Sci.*, 35, 117-134.

Mathieu 1998 : initiation à la physico-chimie du lait ED. Tec et Doc .Lavoisier. Paris. (Martinet et L-M. Houdebine, (Eds.). 1993. Biologie de la lactation, Les Éditions INSERM (Paris), Co-publication INRA Éditions, Route De Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex, France. ISBN 2 7380 0427/2 85598 522 6. pp. 587, 62 tables, 133 figures, 2068 references, index, HB, text in French. 485FF.

MICHEL V. HAUWUY A. CHAMBA J.F. [2001]. La flore microbienne de laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production. *Lait*. 81, 575 - 592.

Mehaia M.A., Alkanhal M.A., 1992. Taurine and other free amino acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft.*, 47: 351-353.

Mayer H.K., Schober D., Ulbeath F., Kneifel W., 1995. Physico-chemical characteristics of goat's milk in Austria-Seasonal variations and differences between breeds. Seminar on production and utilization of Ewes and Goat's milk. Limin-Hersonissos, Crete, Greece. 19-21 Octobre. [NESTEL, 1984].

NF V04-204 de septembre 1969 .

Olson J.C., Mocquot, G. (1980). Milk and milk product. In : International Commission on Microbiological Specification for Foods (Ed.), *Microbial Ecology of Foods: Food Commodities*, Vol. 2. Academic Press, New York, pp. 470-490.

Ounine K., Rhoutaisse A., El Haloui N.E. (2004). Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. *Al awamia*, 109-110, 187-204.

ORMVAT : Office Régional De Mise en Valeur Agricole de Tadla.

Parkash S., Jenness R., 1968. The composition and characteristics of goat's milk. *Dairy Sci. Abstract.*, 30: 67-87.

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

POUGHEON S., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 34 (102 pages).

POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques *In DEBRY G.*, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc Paris : 6(566 pages).

Réglementation Européenne (Directive 92/46) et l'arrêté français du 18.3.1994 de lait
Recensement général de l'agriculture de 1996 Stratification simplifiée des exploitations agricoles.
Recensement général de l'agriculture de 2010 Evolution de l'effectif du cheptel des bovins

Rémond B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache 2. Taux protéique : facteur généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix. INRA Prod. Anim.*, 62, 53-67.

René R., 1984. Composition et structure physico-chimique du lait. In : fondation de technologie laitière du Québec et les presses de l'université de Laval. Science et technologie di lait. Fondation de technologie laitière du Québec. p. 1-53. ISBN 2-7637- 7049-5.

Ribadeau-Dumas B. 1992. Actualité dans le domaine de la connaissance de la structure et des propriétés biochimiques des protéines laitières. *Revue, lait, Française.*, N° 400 : 17-32.

Riahi. (1981). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des centres de collecte dans la région du Gharb. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

Rulquin H., 1992. Interet et limites d'un apport d'acides aminés dans l'alimentation des vaches laitières. *INRA Prod. Anim*, 5.

Rulquin H., Delaby L., 1994. Effect of energy status on lactational responses of dairy cows to rumen-protected methionine. *J Dairy Sci.*, 77 (suppl 1), 346. Sutton 1989, Singh N.P., Sachdeva K.K., Sengar O.P.S., 1972. A study on the nitrogen distribution in goat milk. *Milchwissenschaft*.

SRAÏRI Mohamed Taher (2004). Typology of dairy cattle systems in Morocco for the analysis of their performances (Ph. D. thesis). Gembloux, Faculté universitaire des Sciences agronomiques.

SRAÏRI Mohamed Taher., Hasni Alaoui I., Hamama A., Messad S., Faye B., 2005. Relation entre pratique d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Méd. Vét.* 156.3.155-162.

SRAÏRI M. T. [2002]. Enseignement et recherche zootechniques face aux contraintes des élevages au Maroc : une convergence encore à réaliser ? *Courrier del'Environnement, INRA, France.* 46, 84 - 94.

SRAÏRI M. T. [2001]. Déterminisme et applications de la recherche systémique pour l'étude de l'élevage laitier. *Courrier de l'Environnement, INRA, France*. 42, 29 - 46.

SRAÏRI M. T. [1999a]. Conduite technique de cinq unités de production dans la Wilaya de Rabat-Salé. *Actes Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc)*. 19, 41 -51.

SRAÏRI M.T. [1999b]. Dairy marketing trends in the suburban perimeter of Kenitra city, in the heart of the irrigated zone of Northern Morocco. *50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. Zurich, 22 - 26 August, Book of Abstracts n°5. Wageningen Pers. p. 219.

SRAÏRI M.T., FAYE B. [2004]. Pratiques d'élevage de bovins laitiers considérées à l'aune du discours technique : quelques exemples à partir du Maroc. *Ethnozootecnie*. N° Varia 72.

SRAÏRI M.T., LYOUBI R. [2003]. Typology of dairy cattle farming systems in Rabat- Salé suburban region, Morocco. *Archivos de Zootecnia*. 52, 47 - 58.

SRAÏRI M.T., FARIT Y. [2001]. Studies on dairy cattle reproduction performances in Morocco based on analysis of artificial insemination data. *Tropicultura*. 19, 47 - 53.

SRAÏRI M.T., EL KHATTABI M. [2001]. Evaluation économique et technique de la production laitière intensive en zone semi-aride au Maroc. *Cahiers Agriculture*. 10, 51 - 56.

SRAÏRI M.T., BAQASSE M. [2000]. Devenir et performances de génisses pie noires frisonnes importées au Maroc. *Livesock. Research for Rural Development*.12,3. <http://www.cipav.org.co/llrd/llrd12/3/sra123.htm>.

SRAÏRI M.T. ILHAM A. [2000]. L'élevage bovin laitier en zones irriguées et sa sensibilité à l'aléa climatique : cas du Maroc. In GUESSOUS F., RIHANI N., ILHAM A. (éds.) *Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean*. EAAP Publication n° 94. Editions Wageningen Pers. p. 321 - 327.

SRAÏRI M. T., MEDKOURI H. [1999]. Production et écoulement du lait en région d'agriculture pluviale au Maroc. *Tropicultura*. 16 - 17, 321 - 326.

SRAÏRI M. T., KESSAB B. [1998]. Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. *INRA Productions Animales*.11, 321 - 26.

Sauvant et al. (2005) Stewart D.B., 1975. Factors influencing the incidence of *B. cereus* spores in milk, *J.Soc. Dairy technol.*, 28 (2): 80-85.

Stadhouders J., 1975. Microbes in milk and dairy products. An ecological approach, *Neth. Milk Dairy J.*, 29: 104-126.

Sutton J.D., 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72, 2801-2814.

Simard J., 1996. Physiologie de la digestion, Guide des bovins laitiers, CPAQ - feuillet AQ048, AGDEX 410-07.

Sauvant et al. 2005. Réponse des TB et TP à la quantité de concentrés consommés quotidiennement chez la vache laitière,

Schmidely et Sauvant, 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré

Walstra P., 1990. On the stability of casein micelles. J. Dairy Sci., 73, 1965-1979.

Walstra P., Van-Vielt T., 1986. The physical chemistry of curd making. Neth. Milk. Dairy. J., 40 : 241-259.

Wattiaux M.A. (a), 1997. Lactation et récolte du lait, chapitre 19 : Métabolisme protéique chez la vache laitière. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin à Madison, DE-NF-5-011295-F.

Wattiaux M.A. (b), Grummer Ric R. 1997. Lactation et récolte du lait, chapitre 19 : Métabolisme des lipides chez la vache laitière. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin à Madison, 176 DE-NF-4-011295-F.

Wattiaux M.A. (c), 1997. Lactation et récolte du lait, chapitre 19 : Sécrétion du lait. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin à Madison, DE-LM-2-031596-F.

Wattiaux M.A. (d), 1997. Lactation et récolte du lait, chapitre 19 : Mammites : la maladie et sa transmission. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin à Madison, DE-LM-5- 031596-F.

Logiciel Unscrambler (Camo, Lolav Tryggvasons gt.24, N-7011 Trondheim - Norvège) version 9.7.

Sites Internet: Chemometrics Online (modélisation en ligne avec vos données, inscription gratuite) :<http://chemometrics.odu.edu>