

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف  
Université Hassiba Ben Bouali – Chlef  
Institut d'Agronomie



**MÉMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de

**MAGISTER**

Option : Ressources Phytogénétiques et Développement Durable

**THÈME**

**Valorisation des paramètres phénologiques et fourragers  
de seize géotypes de la luzerne dans des conditions  
semi-arides**

Présenté par :

Mlle : MOHAMMEDI BOUZINA Houria

Devant le jury :

Mr DILMI BOURAS A.	Professeur, UHBC (Chlef)	Président
Mr M'HAMMEDI BOUZINA M.	Professeur, UHBC (Chlef)	Encadreur
Mme NOURA A.	Maitre Assistante A, UHBC (Chlef)	Co-encadreur
Mr ABDELGUERFI A.	Professeur, ENSA (El-Harrach)	Examineur
Mr BENSAID A.	Maître de conférences A, UHBC (Chlef)	Examineur

Année universitaire 2012-2013

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord le professeur DILMI BOURAS A. pour l'honneur qu'il m'a fait en président ce jury.

Je tiens à remercier également mon directeur de projet Monsieur M'HAMMEDI BOUZINA Mahfoud pour avoir dirigé ce travail. Et pour tous les soutiens, les aides et la qualité de la formation et les conseils qu'il m'a accordés le long de la réalisation de mon projet.

Je tiens à remercier aussi la co-directrice de mon projet Madame NOURA A. pour m'avoir encadré, soutenu et s'être investi au cours de ce projet.

Je remercie également les examinateurs du jury : Professeur ABDELGUERFI A. et Docteur BENSAID A., qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Et aussi, un grand remerciement à Monsieur BELLAGUE D. pour toutes les aides inoubliables, merci beaucoup.

Je remercie chaleureusement l'ensemble du personnel du laboratoire de la faculté des sciences agronomiques à l'UHBC (Chlef) pour leurs aides et leurs disponibilités. Merci beaucoup à Madame BOUDOUR K. pour le soutien et la confiance, merci à Mademoiselle BOUDJELTIA S., Madame OUCHANE K. pour les aides, la confiance et la fourniture de toute sorte de matériel.

Je remercie également le personnel administratif toujours prêt à rendre service.

J'adresse mes remerciements à tous mes enseignants de la première année « théorique » pour la qualité de la formation et la richesse des conseils.

Merci également à tous les amis, notamment Assia et Kheira, à la famille, pour leurs aides permanentes.

## DEDICACE

Ce mémoire représente l'aboutissement du soutien et des encouragements que mes parents m'ont prodigué tout au long de ma scolarité.

Une grande dédicace à toute ma famille surtout les chers frères et sœurs pour leurs soutiens tout au long de mon projet.

Je dédie notamment mon travail à notre petit neveu Ibrahim et les petites nièces Raihane, Meriem et Asmaa.

Et à toute amie fidèle.

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

<b>ACP</b>	: Analyse en composantes principales.
<b>ADF</b>	: Acid detergent fiber.
<b>Anova</b>	: Analyse de la variance.
<b>CB</b>	: Cellulose brut.
<b>CE</b>	: Conductivité électrique.
<b>DE</b>	: Deutschland
<b>dS/m</b>	: deciSiemens par mètre.
<b>ES</b>	: Espagne.
<b>ET<sub>o</sub></b>	: Evapotranspiration de référence.
<b>ET<sub>m</sub></b>	: Evapotranspiration maximale.
<b>E.T.P</b>	: Evapotranspiration.
<b>FR</b>	: France.
<b>GB</b>	: Grande Bretagne.
<b>Hv</b>	: Hauteur de la végétation.
<b>ID</b>	: Indice de dormance
<b>IDGC</b>	: Institut de Développement des Grandes Cultures.
<b>INRA</b>	: Institut National de la Recherche Agronomique, France.
<b>INRAA</b>	: Institut National de la Recherche Agronomique, Algérie.
<b>IT</b>	: Italie.
<b>LSD</b>	: Low significative difference.
<b>MAT</b>	: Matière azotée totale.
<b>MF</b>	: Matière fraîche.
<b>MM</b>	: Matière minérale totale.
<b>MMins</b>	: Matière minérale insoluble.
<b>MS</b>	: Matière sèche.
<b>MO</b>	: Matière organique.
<b>NDF</b>	: Neutral detergent fiber.
<b>NL</b>	: Netherlands.
<b>P</b>	: Précipitation.
<b>PB (bms)</b>	: Protéine brute sur une base de matière sèche.
<b>PDIA</b>	: Protéines vraies réellement digestibles dans l'intestin, d'origine alimentaire.
<b>PDIE</b>	: Protéines vraies réellement digestibles dans l'intestin permises par l'énergie.
<b>PDIN</b>	: Protéines vraies réellement digestibles dans l'intestin permises par l'azote.
<b>PPDS</b>	: Plus petite différence significative.
<b>RdtMS</b>	: Rendement en matière sèche.
<b>RecL</b>	: Recouvrement linéaire.
<b>UFL</b>	: Unité fourragère lait.
<b>UFV</b>	: Unité fourragère viande.

## LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 1</b>	: Développement d'une plante de luzerne.	4
<b>Figure 2</b>	: Pivot et collet d'un pied de luzerne adulte.	5
<b>Figure 3</b>	: Morphologie de la luzerne <i>Medicago sativa</i> L.	5
<b>Figure 4</b>	: Schématisation de la séquence climatique favorable à la repousse d'une luzerne.	7
<b>Figure 5</b>	: Courbe d'exploitation de la luzerne.	9
<b>Figure 6</b>	: Exemple d'intervalles de coupe répartis sur le cycle végétatif de la luzerne.	11
<b>Figure 7</b>	: Stades physiologique de la luzerne.	19
<b>Figure 8</b>	: Constituants de la matière organique des aliments et fractionnement par la méthode classique d'analyse en France.	22
<b>Figure 9</b>	: Localisation du site d'expérimentation.	29
<b>Figure 10</b>	: Variation de la Hv (cm) des seize variétés pour les deux modes.	38
<b>Figure 11</b>	: Variation du RecL (%) des seize variétés pour les deux modes.	41
<b>Figure 12</b>	: Variation de la Hv (cm) moyenne et du RecL (%) moyen par coupe pour l'essai en pluvial.	42
<b>Figure 13</b>	: Variation de la Hv (cm) moyenne et du RecL (%) moyen par coupe pour l'essai en irrigué.	42
<b>Figure 14</b>	: Variation du RdtMS (tMS/ha) des seize variétés pour les deux modes.	46
<b>Figure 15</b>	: Variation du RdtMS (tMS/ha) moyen par coupe pour les deux modes.	47
<b>Figure 16</b>	: Variation de la teneur en MS (%) des seize variétés pour les deux modes.	52
<b>Figure 17</b>	: Variation de la teneur en MO (%MS) des seize variétés pour les deux modes.	56
<b>Figure 18</b>	: Variation de la teneur en MS (%) moyenne et en MO (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.	57
<b>Figure 19</b>	: Variation de la teneur moyenne en MS (%) et en MO (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.	57
<b>Figure 20</b>	: Variation de la teneur en MM (%MS) des seize variétés pour les deux modes.	61
<b>Figure 21</b>	: Variation de la teneur en MMins (%MS) des seize variétés pour les deux modes.	65
<b>Figure 22</b>	: Variation de la teneur en MM (%MS) moyenne et en MMins (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.	66
<b>Figure 23</b>	: Variation de la teneur en MM (%MS) moyenne et en MMins (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.	66
<b>Figure 24</b>	: Variation de la teneur en CB (%MS) des seize variétés pour les deux modes.	70
<b>Figure 25</b>	: Variation de la teneur en MAT (%MS) des seize variétés pour les deux modes.	74

<b>Figure 26</b>	: Variation de la teneur en CB (%MS) moyenne et en MAT (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.	75
<b>Figure 27</b>	: Variation de la teneur en CB (%MS) moyenne et en MAT (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.	75
<b>Figure 28</b>	: Tracé des valeurs propres (essai en pluvial).	85
<b>Figure 29</b>	: Représentation des variables sur le plan (1×2) (essai en pluvial).	86
<b>Figure 30</b>	: Représentation des individus sur le plan (1×2) (essai en pluvial).	86
<b>Figure 31</b>	: Représentation des variables sur le plan (1×3) (essai en pluvial).	87
<b>Figure 32</b>	: Représentation des individus sur le plan (1×3) (essai en pluvial).	87
<b>Figure 33</b>	: Tracé des valeurs propres (essai en irrigué).	89
<b>Figure 34</b>	: Représentation des variables sur le plan (1×2) (essai en irrigué).	90
<b>Figure 35</b>	: Représentation des individus sur le plan (1×2) (essai en irrigué).	90
<b>Figure 36</b>	: Représentation des variables sur le plan (1×3) (essai en irrigué).	91
<b>Figure 37</b>	: Représentation des individus sur le plan (1×3) (essai en irrigué).	91

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 1</b>	: Distinction entre <i>Medicago sativa</i> L et <i>Medicago falcata</i> L.	4
<b>Tableau 2</b>	: L'effet de la température sur l'intervalle des coupes de la luzerne.	10
<b>Tableau 3</b>	: Pourcentage de feuilles dans une plante entière de luzerne à différents stades de croissance.	20
<b>Tableau 4</b>	: Fractionnement des constituants chimiques des aliments selon le système nord-américain.	23
<b>Tableau 5</b>	: Teneurs moyennes en MAT (% de la MS) de la luzerne par cycle de végétation.	24
<b>Tableau 6</b>	: Variation de la teneur en azote en fonction de la proportion des feuilles de la luzerne.	25
<b>Tableau 7</b>	: Influence du rythme de coupe sur la production de protéines d'une luzernière.	27
<b>Tableau 8</b>	: Composition de luzernes déshydratées à 18 – 20 - 23 % de MAT.	27
<b>Tableau 9</b>	: La teneur protéique et la valeur énergétique de la luzerne déshydratée.	28
<b>Tableau 10</b>	: Noms, origines et caractéristiques des variétés étudiées.	31
<b>Tableau 11</b>	: Les différentes coupes réalisées au cours de la troisième année de production.	32
<b>Tableau 12</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes de la Hv (cm) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.	38
<b>Tableau 13</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes de la Hv (cm) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.	39
<b>Tableau 14</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RecL (%) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.	43
<b>Tableau 15</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RecL (%) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.	44
<b>Tableau 16</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RdtMS (tMS/ha) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.	48
<b>Tableau 17</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RdtMS (tMS/ha) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.	49
<b>Tableau 18</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MS% pour l'essai en pluvial.	53
<b>Tableau 19</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MS% pour l'essai en irrigué.	54
<b>Tableau 20</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MO (%MS) pour l'essai en pluvial.	58
<b>Tableau 21</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MO (%MS) pour l'essai en irrigué.	59

<b>Tableau 22</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MM (%MS) pour l'essai en pluvial.	62
<b>Tableau 23</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MM (%MS) pour l'essai en irrigué.	63
<b>Tableau 24</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MMin (%MS) pour l'essai en pluvial.	67
<b>Tableau 25</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MMin (%MS) pour l'essai en irrigué.	68
<b>Tableau 26</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en CB (%MS) pour l'essai en pluvial.	71
<b>Tableau 27</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en CB (%MS) pour l'essai en irrigué.	72
<b>Tableau 28</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MAT (%MS) pour l'essai en pluvial.	76
<b>Tableau 29</b>	: Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MAT (%MS) pour l'essai en irrigué.	77
<b>Tableau 30</b>	: Matrice de corrélation (essai en pluvial).	84
<b>Tableau 31</b>	: Valeurs propres de la matrice des corrélations (essai en pluvial).	85
<b>Tableau 32</b>	: Matrice de corrélation (essai en irrigué).	88
<b>Tableau 33</b>	: Valeurs propre de la matrice des corrélations (essai en irrigué).	89



# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	2
I- Les ressources génétiques au niveau méditerranéen	2
II- La Présentation de la culture	3
1- Systématique	3
2- Généralités	3
3- Anatomie de la luzerne	4
4- Description	5
5- Les types de la luzerne	6
6- Facteurs d'évolution – exigences	6
6-1- Facteurs climatiques	6
6-2- Facteurs édaphiques	7
7- Place dans la rotation	7
8- Rôle et importance de la luzerne	8
8-1- Rôle agronomique	8
8-2- Rôle écologique	8
8-3- Rôle socio-économique	8
9- Le cycle végétatif de la luzerne	8
10- Conséquences pour l'exploitation	9
10-1- Evolution des réserves	9
10-2- Conséquences pour l'exploitation	9
11- Rendement de la culture	9
11-1- Réponse des rendements à l'eau	10
11-1-1- Besoins d'eau	10
11-1-2- Apport d'eau et rendement agricole	10
11-2- Intervalle de coupe	10
12- Récolte et conservation	11
12-1- Pâturage	11
12-2- Affouragement en vert	12
12-3- Foin	12
12-4- Ensilage	12
12-5- Déshydratation	13
13- Les maladies fongiques des feuilles et des tiges	13
III- La situation de la luzerne en Algérie	15
1- Situation de la luzerne en Algérie	15
2- Ressources génétiques	15
3- Avenir de la luzerne en Algérie	15
IV- L'étude phénologique	17
1- Définitions	17

2- Physiologie et croissance	18
2-1- Germination et levée	18
2-2- Nombre et taille des pousses de luzerne	18
2-3- Caractéristiques des feuilles	18
2-4- Caractéristiques des tiges	18
2-5- Caractéristiques des racines	19
2-6- La mise à fleur	19
3- Evolution de la composition morphologique	19
4- Résistance au froid et à la sécheresse	20
4-1- Résistance au froid	20
4-3- Résistance à la sécheresse	20
V- Les analyses fourragères	21
1- L'analyse de fourrage en France	21
2- L'analyse de fourrage aux Etats-Unis	21
3- Composition chimique de la luzerne	23
3-1- Matière sèche	23
3-2- Valeur et nature de l'azote	23
3-3- Cellulose-hémicellulose-lignine	24
3-4- Minéraux	24
3-5- Vitamines	24
4- Evolution et variation de la composition chimique	25
5- Valeur alimentaire des fourrages	26
6- Facteurs d'évolution de la valeur nutritive et de l'ingestibilité	26
7- Relation entre croissance et qualité	26
8- Valeur alimentaire des luzernes déshydratées	27

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES** 29

I- Identification du site expérimental	29
1- Localisation	29
2- Caractéristiques pédoclimatiques	29
II- Les conditions climatiques de la campagne d'étude	30
III- Matériel végétal	30
1- Le matériel végétal étudié	30
2- Le dispositif expérimental	30
3- Les coupes	32
IV- Méthodes	33
1- L'étude phénologique	33
1-1- Hauteur de la végétation	33
1-2- Recouvrement linéaire	33
1-3- Rendement en matière sèche	33
2- L'analyse fourragère	33
2-1- Préparation des échantillons	33
2-2- Les tests de l'analyse fourragère	33

2-2-1- Teneur en matière sèche	34
2-2-2- Teneur en matière minérale	34
2-2-3- Teneur en matière organique	34
2-2-4- Teneur en cendres insolubles	34
2-2-5- Teneur en cellulose brute	35
2-2-6- Teneur en matière azotée totale	35
V- Les analyses statistiques	35
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>	<b>36</b>
I- Analyse des paramètres étudiés	36
1- Paramètres phénologiques	36
2- Paramètres de l'analyse fourragère	50
3- Discussions	78
II- Analyse en composantes principales : ACP	84
1- Essai en pluvial	84
1-1- Corrélations des variables prises deux à deux	84
1-2- Valeurs propres et vecteurs propres. Composantes principales	85
1-3- Représentation des individus et des variables	86
1-4- Interprétation	88
2- Essai en irrigué	88
2-1- Corrélations des variables prises deux à deux	88
2-2- Valeurs propres et vecteurs propres. Composantes principales	89
2-3- Représentation des individus et des variables	90
2-4- Interprétation	92
<b>CONCLUSION</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>95</b>
<b>ANNEXES</b>	

## Résumé

L'étude entre dans le cadre d'un projet pour la durabilité des systèmes fourragers. Elle consiste en l'étude des paramètres phénologiques et fourragers de quelques variétés de la luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.), soumises à deux régimes hydriques, le pluvial et l'irrigué dans une région semi-aride. Les paramètres phénologiques étudiés sont : la hauteur de la végétation dont le résultat est très discriminante ( $P < 0.001$ ), les valeurs moyennes étaient, pour le pluvial de 37,39 cm, pour l'irrigué de 35,53 cm; le recouvrement linéaire qui enregistre des taux non significatifs entre les variétés, en pluvial, la moyenne est de 37,43 % et à l'irrigué de 60,18 % ; le rendement en matière sèche, dont la moyenne de la biomasse produite en pluvial est de 6,05 tMS/ha ( $P < 0.01$ ), à l'irrigué ne montre pas de signification entre les variétés, avec un rendement annuel moyen de 8,49 tMS/ha. Les deux premiers paramètres sont effectués au champ avant la fauche. Après la réalisation des coupes, les plantes ont été destinées au laboratoire sous état déshydratées. Chaque plante analysée pour leur contenu : en matière sèche (MS), avec les teneurs moyennes (non significatives) en pluvial de 92,53 %, en irrigué de 93,27 %. Pour la teneur en matières azotées totales (MAT), les teneurs obtenues sont très discriminantes, en effet, en pluvial la moyenne est de 19,71 %MS, en irrigué est de 19,89 %MS. Concernant la matière minérale (MM), les valeurs enregistrées sont non significatives, la moyenne obtenue est de 12,40 %MS pour le pluvial, et pour l'irrigué est de 13,13 %MS. La teneur moyenne en cendres insolubles (MMins) en pluvial est de 0,27 %MS, en irrigué est de 0,35 %MS. Et la détermination de la matière organique (MO) dont la moyenne à l'essai en pluvial enregistrée est de 87,60 %MS ( $P < 0.001$ ), à l'irrigué est de 86,87 %MS. Les cultivars étudiés enregistrent des teneurs moyennes en cellulose brute (CB) de 22,21 %MS ( $P < 0.05$ ) pour le régime pluvial est de 18,82 %MS ( $P < 0.001$ ) pour l'irrigué. Les résultats obtenus montrent que les différentes variétés produisent une biomasse et une qualité de fourrage meilleure pour les deux régimes et comparable aux données apportées par certaines littératures.

**Mots-clés :** luzerne, phénologie, fourrages, semi-aride.

## **Abstract**

The study falls within the framework of a project for sustainable forage systems. Involve the study of phenological parameters and feed for some varieties perennial alfalfa (*Medicago sativa* L.) submissive under two water regimes the pluvial and irrigated in a semi-arid region. The phenological parameters studied are: the height of vegetation, whose the average values were, for pluvial is 37,39 cm, in irrigated is 35,53 cm; covering linear which records in pluvial rates 37,43 %, in irrigated is 60,18 %. And dry matter yield, which biomass is produced under rainfed 6,05 t DM /ha, to irrigated accumulates is 8,49 t DM /ha, the first two are carried out in the field before mowing. After completion of the cuts, the plants were designed in the laboratory under state dehydrated. Each plant analyzed for their content: dry matter, with content is 92,53 % in pluvial, in irrigated is 93,27 %; the total nitrogenous matter, the average obtained are in pluvial 19,71% DM, in irrigated 19,89 % DM; the mineral, the average is obtained 12,40 % DM in pluvial, and 13,13 % DM in irrigated; the mineral insoluble, giving average contents of 0,27 % DM for the pluvial, 0,35 % DM for the irrigated test; the crude fiber, gives average in pluvial 22,21 % DM, in irrigated test is 18,82% DM. And the determination of the organic matter, with rainfall average obtained is 87,60 % DM, to irrigated the average obtained is 86,87 % DM . The result of valuation shows that the different varieties produce biomass and quality best for both plans and comparable to the data provided by some literature.

**Keywords:** alfalfa, phenology, fodder, semi-arid.

## الخلاصة

الدراسة تدخل في إطار مشروع استدامة الانظمة العلفية. تخص بدراسة المعلمات الفيزيولوجية و العلفية لبعض أصناف الفصة الدائمة خضعت تحت نوعين من الانظمة المائية الجاف و المروي في منطقة شبه جافة. المعلمات الفيزيولوجية المدروسة شملت: ذروة الغطاء النباتي، أين أعطت معدل النتائج في الجاف 37,39 سم، و في المروي 35,53 سم؛ الانتعاش الخطي حيث أعطى معدل نسبة في الجاف 37,43% و في النظام المروي 60,18%؛ مردودية المادة الجافة، و التي أعطت مردودية للموسم في النظام الجاف 6,05 م/ج/هك أما في المروي 8,49 م/ج/هك. المعلمات الاثنين الأولين نفذت في الحقل قبل القص. بعد الانتهاء من القطع تم أخذ النباتات إلى المختبر في حالة مجففة. كل نبتة خضعت لتحليل لمحتواها من: المادة الجافة، أين أعطت معدل نتائج في النظام الجاف 92,53، أما في المروي فقد سجلت نسبة 93,27؛ المادة المعدنية، و التي سجلت نسب من المادة الجافة 12,40 و 13,13 بالترتيب في الجاف و المروي؛ المادة المعدنية غير المنحلة، أين سجلت نسب من المادة الجافة في الجاف 0,27 و في المروي أعطت 0,35؛ المادة النيتروجينية المجملية، هذه الأخيرة في النظام الجاف نسبتها من المادة الجافة في النظام الجاف 19,71، في المروي سجلت نسبة 19,89؛ السيليلوز الخام أين كانت نسبته من المادة الجافة قيمة 22,21 في النظام الجاف، أما في المروي فكانت 18,82؛ و كذا تحديد المادة العضوية، أين سجلت النسبة من المادة الجافة 87,60 في الجاف أما في المروي فقد سجلت نسبتها من المادة الجافة 86,87. نتيجة التقييم أثبتت أن معظم الاصناف انتجت كتلة هامة و نوعية علفية رفيعة و هذا للنوعين من الانظمة و مطابقة للبيانات المقدمة من بعض الكتابات.

**الكلمات المفتاحية:** الفصة, فيزيولوجيا, العلفي, شبه جاف.

# INTRODUCTION

## Introduction

L'Algérie connaît un déficit chronique en lait et produits laitiers, ce manque est due à une mauvaise alimentation du cheptel où la ration de base repose sur du foin de vesce-avoine de très mauvaise qualité car les espèces fourragères utilisées en vert sont très peu développées (**Abdelguerfi, 1987**). Ainsi selon le même auteur (**1992**) Les ressources fourragères en Algérie sont assurées en grande partie par des milieux naturels (steppe, parcours, maquis...) et des milieux plus ou moins artificialisés (prairies, jachère). ; Certaines espèces cultivées peuvent fortement répondre aux préoccupations des éleveurs en matière de production laitière et de viande ; c'est le cas de la luzerne pérenne (**Rahal-Bouziane, 2005**). Utilisées depuis 1852 (**Laumont, 1940**).

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est une des plantes fourragères les plus répandues sur tous les continents. Sa culture remontrait à plus de 9000 ans, sur les hauts plateaux du Caucase, en Iran et en Turquie d'où elle se serait répandue dans le monde entier. On la cultive à peu près sous toutes les latitudes, depuis les régions équatoriales jusqu'aux abords du cercle arctique. Au total la luzerne représente dans le monde près de 32 millions d'hectares dont 13 millions en Amérique du nord où elle est mieux représentée. Le nom américain donné à la luzerne alfalfa provient de l'arabe. On retrouve d'ailleurs l'appellation alfalfa en espagnol et en italien (**Mauriès, 1994**).

L'importance de la luzerne est justifiée par quatre raisons, elle constitue selon **Marble (1993)**:

- Une source d'azote pour d'autres cultures d'assolement.
- Une culture propre à améliorer les sols.
- Une source complète d'éléments nutritifs pour la production de viande et de lait.
- Un aliment de haute qualité pour les chevaux.

Selon **Giovanni (1969)**, la région, le mode de conduite (sec ou irrigué), la durée d'exploitation et le nombre de coupes de la luzerne sont très différents. Dans le nord du pays la luzerne pérenne est cultivée depuis fort longtemps, elle est utilisée en vert et sous forme de foin. Comparativement aux surfaces réservées à l'ensemble des cultures fourragères les surfaces occupées par la luzerne ont régressé. Tandis que dans les oasis, la luzerne pérenne constitue avec l'orge en vert les principales cultures fourragères (**Abdelguerfi, 1987**).

Les ressources en eau sont limitées et la recherche des plantes plus adaptées à la sécheresse est un enjeu fondamental pour la production agricole dans les prochaines décennies (**Morard, 1995**). En effet la valorisation de la luzerne fourragère serait meilleure si la production est mieux répartie au cours de l'année, il semble intéressant d'améliorer cette répartition avec une plus forte production d'été et d'arrière-saison, tout en conservant une certaine tolérance au froid et à la sécheresse (**Borowiecki et al., 1994**).

Dans ce contexte, il serait intéressant d'approcher le comportement de différentes variétés de luzerne tout en vérifiant leur variabilité génétique, en réponse au régime hydrique, dans le but d'évaluer leur degré d'adaptation sous des conditions semi-arides.

Dans le but de valoriser les plantes fourragères pérennes pour la durabilité des systèmes de culture, le présent travail se propose, afin d'étudier les paramètres phénologiques et fourragers de quelques variétés de luzerne pérenne locales et introduites, cultivées dans la station de H'madna au bas chellif et soumises aux deux régimes hydriques, pluvial et irrigué.



CHAPITRE I  
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## I- Les ressources génétiques au niveau méditerranéen

Le nombre d'espèces végétales est très élevé dans les pays du bassin méditerranéen. En Algérie, il y a 3 139 espèces (**Quézel et Santa, 1962 ; Zeraïa, 1983**) Par ailleurs, la distribution des espèces diffère fortement d'une sous-région à une autre.

Cette différence de distribution et cette diversité de la flore reflètent une grande richesse des ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral au niveau Méditerranéen. Par ailleurs, la diversité des milieux et des paysages méditerranéens a permis aussi la mise en place de mécanismes d'adaptation, du matériel végétal, dignes d'intérêt.

Les genres ayant un grand nombre d'espèces, sont particulièrement *Trifolium*, *Vicia*, *Lathyrus* et *Medicago*. Ils ont une large distribution dans toutes les régions ; pour ces genres les espèces diffèrent assez fortement dans leur distribution et le genre n'est pas une unité convenable pour résumer la distribution (**Hamilton et al., 2001**).

Les légumineuses pérennes présentent un arrêt végétatif en été, à cause de la sécheresse, et en hiver, à cause du froid dans certaines régions montagneuses. Le repos végétatif est plus ou moins marqué en fonction des conditions du milieu (importance de la sécheresse et du froid). Dans certaines conditions (Oasis, région humide...), le repos végétatif est très réduit ou inexistant.

Chez les légumineuses, les genres les plus importants seraient *Medicago*, *Trifolium*, *Onobrychis*, *Hedysarum*, *Astragalus* et *Lotus*. le genre *Medicago* est présenté avec un pourcentage de 43 % en Algérie, la Tunisie et le Maroc dans la région méditerranéenne ouest (**Hamilton et al., 2001**).

## II- La Présentation de la culture

### II-1- Systématique

La luzerne est une légumineuse dont le nom binominal : *Medicagosativa*L., 1753, est classée d'après **Quezel et Santa (1962)** comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous- embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous- Classe :Dialipétales.

Ordre : Rosales.

Famille : Fabacées.

Sous-famille : Papilionacées.

Tribu: Trifoliées.

Genre: Medicago

Espèce: Medicago sativa L.

### Noms communs

FR : Luzerne cultivée

GB : Alfalfa, Lucerne

ES : Alfal ver, Alfalfa, Mielga, Mèliga

DE : Alfalfa, Echte Luzerne, Saat Luzerne

IT:Erba-medicaerba-Spagna, Medica

NL: Luzerne

(<http://www.tela-botanica.org>).

### II-2- Généralités

La luzerne appartient à la famille des légumineuses, caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire. La luzerne est cultivée pure ou en association avec une graminée, qui est le plus souvent le dactyle (*Dactylis glomerata*L.) (**Mauriès, 1994**).

Sous l'appellation luzerne, on classe deux espèces botaniques et leurs hybrides. Ces deux espèces, *Medicagosativa* et *Medicogofalcata*, sont adaptées à des conditions écologiques différentes, leurs croisements ont donnée naissance à une très large gamme d'hybrides englobés sous le nom de *medicago x varia* ou *medicago media*. Les *M. sativa* proviennent de zones sèches, *M. falcata*vient au contraire de Sibérie occidentale (**Mauriès, 1994**) ; **Pfitzenmeyer(1963)** montre la différence entre les deux comme le montre le tableau 1.

**Tableau 1 :** Distinction entre *Medicagosativa*L. et *Medicagofalcata*L.

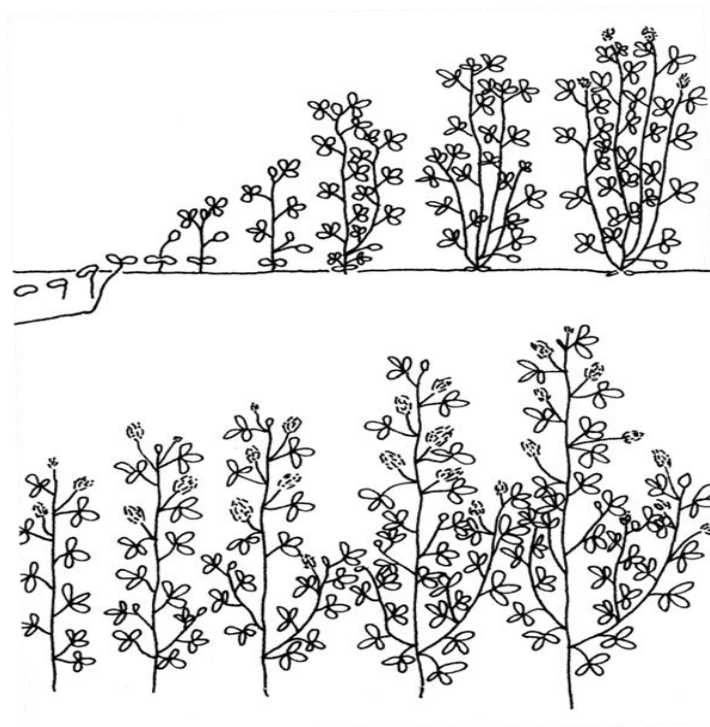
Espèce	Racines	Port	Tiges	Folioles	Fleurs	Gousses	Graines
M. sativa	Pivotantes	dressé	fortes	ovoïdes	violettes	spiralées	Réniformes
M. falcata	Fasciculées	étalé	fines	étroites	jaune	incurvées	arrondies

**Pfitzenmeyer, 1963**

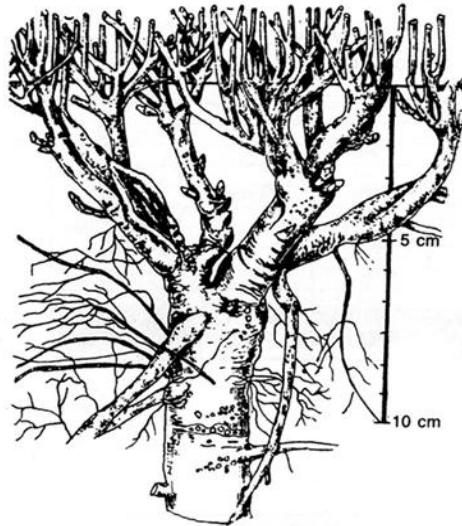
### II-3-Anatomie de la luzerne

Il existe une très grande variabilité génétique dans la morphologie et l'anatomie des différentes populations de luzerne.

La luzerne est une dicotylédone. La première feuille est unifoliée, les feuilles suivantes sont composées de trois folioles rattachées à la tige par un pétiole. Elles sont dites trifoliées. au cours de son développement la première tige grandit en produisant des feuilles alternées. Le bourgeon axillaire de la première feuille unifoliée se développe ensuite pour donner une tige secondaire. Deux autres tiges secondaires démarrent à sa suite depuis le niveau des cotylédons. Les jeunes plantes qui ne sont pas récoltées produisent également des tiges secondaires depuis les bourgeons axillaires des premières feuilles trifoliées (**Fig.1**). La luzerne développe dans le même temps une racine pivotante principale et des racines secondaires plus au moins ramifiées (**Fig.2**). Les fleurs apparaissent entre le 6<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> entre –nœud en fonction des conditions du milieu et de leur déterminisme génétique (**Mauriès, 1994**).



**Figure 1 :** Développement d'une plante de luzerne (**Mauriès, 1994**).



**Figure 2** : Pivot et collet d'un pied de luzerne adulte (Mauriès, 1994).

#### II-4-Description

C'est une plante herbacée de 30 à 70 cm de hauteur, vivace par ses tiges aériennes ramifiées. Les feuilles, à trois folioles oblongues, pubescentes, dentées au sommet, sont d'un vert gris. Ses fleurs violettes groupées en grappes fournies sont très reconnaissables. Les fruits sont des gousses recourbées en hélice senestre sur deux à trois tours (Fig.3) (Mauriès, 1994).

- 1 : Fleur.                      2 : Fleur épanouie.
- 3 : Fleur ouverte. 4 et 5 : Un pétale.
- 6 : Une inflorescence en stade fructification. 7 : Une gousse.
- 8 : Une graine.        9 : Coupe longitudinale d'une graine.



**Figure 3** : Morphologie de la luzerne *Medicago sativa* L. (Chiders, 2008).

## II-5-Les types de la luzerne

Selon **Laffont, (1987)** Plusieurs types existent au sein de cette espèce. On distingue :  
-les types dormants (Europe du nord, de l'Est, France, Canada, États-Unis)  
-les types semi-dormants : sont utilisés dans les zones à climat méditerranéen  
-les types non dormants : sont les plus cultivés dans le monde. On les trouve dans tous les pays à climat aride.

## II-6-Facteurs d'évolution – exigences

### II-6-1- Facteurs climatiques

**Température** Les températures optimales de croissance de la luzerne se situent à un palier élevé de 20 à 30°C (**Hnatyszyn et Guais, 1988**).

Le zéro de croissance est de 8°C et la somme des températures permettant la floraison est de 850°C. Au début de son développement, elle se montre sensible aux basses températures, mais lorsque son enracinement est bien établi, la luzerne résiste bien au froid(**IDGC Algérie, 1979**).

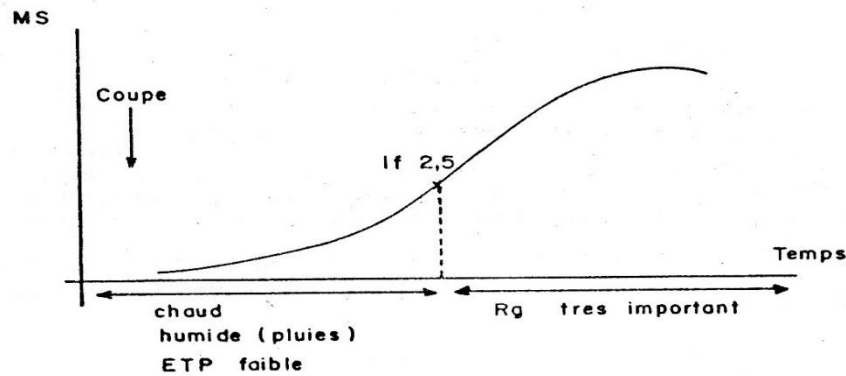
**Eau** Les besoins en eau des légumineuses sont importants. Il faut 600 kg d'eau à une luzerne pour élaborer 1 kg de matière sèche mais elle est particulièrement bien armée pour tirer profit des réserves profondes du sol (système racinaire profond et pivotant) (**Hnatyszyn et Guais, 1988**).

**Lumière** Les légumineuses sont des plantes de lumière (**Hnatyszyn et Guais, 1988**). Le photopériodisme intervient non seulement comme facteur d'orientation, mais modifie la morphologie et la production de matière sèche : des durées d'éclairement croissantes provoquent un allongement des feuilles au détriment de leur largeur, notamment chez la luzerne (**Guy, 1971**) ainsi que l'élongation des entre-nœuds.

**Gosse(1988)** schématisela séquence climatique la plus favorable à la repousse d'une luzerne (**fig.4**) :

-après une coupe, un temps chaud et humide avec une faible E.T.P. est favorable au redémarrage ;

- en fin de repousse, lorsque l'indice foliaire optimum est atteint, c'est surtout le rayonnement qui est important.



**Figure 4** :Schématisation de la séquence climatique favorable à la repousse d'une luzerne(**Gosse, 1988**).

### II-6-2- Facteurs édaphiques

La luzerne vient bien sur des sols très divers, mais préfère les sols profonds à texture moyenne et bien drainés (**Doorenboset al., 1980**).

Elle redoute les sols acides dépourvus de calcium assimilable. En sol salin, sa tolérance à la salure est de 2 à 3,5% (**IDGC Algérie, 1979**).

#### -Adaptation au pH du sol et à son état calcique

La meilleure réussite d'une culture de luzerne en sol basique selon **Hnatyszyn et Guais(1988)**est constatée depuis longtemps mais cette exigence revêt un double aspect :

- Le pH du sol doit être basique ou tout au moins supérieur à 6,5 en liaison sans doute avec les conditions d'activité des rhizobium.
- Souvent en liaison avec le pH du sol, la teneur en calcium échangeable doit être suffisante d'autant plus que les exportations sont élevées.

#### -Adaptation à l'état hydrique du sol

La luzerne est une espèce à enracinement pivotant, elle est donc bien adaptée mais très sensible à la profondeur du sol et à son état structural (absence d'horizons compactés) (**Hnatyszyn et Guais, 1988**). Elle réagit à l'irrigation quand la nappe phréatique se trouve à 2 mètres ou moins (**Doorenboset al., 1980**).

### II-7-Place dans la rotation

L'avantage d'une luzernière de courte durée (3 à 4 ans) est qu'elle peut être intégrée dans la rotation avec une productivité élevée. L'inconvénient d'une durée trop longue (8 à 10 ans) qu'au-delà de la 4 année il y a baisse de production envahissement par les mauvaises herbes, compactage du sol en profondeur (**IDGC Algérie, 1979**).

## **II-8-Rôle et importance de la luzerne**

La grande diffusion de la luzerne dans le monde est la conséquence de son rôle agronomique, écologique et socio-économique.

### **II-8-1- Rôle agronomique**

La luzerne a vraiment bien mérité l'appellation de « reine des cultures fourragères », sauf là où les conditions édaphiques particulières donnaient priorité à d'autres espèces (**Talamucci, 1994**). Les effets positifs de la luzerne sur la fertilité du sol peuvent être répartis en deux grandes catégories : directs et indirects (**Bonciarelli, 1992**). Les effets directs se manifestent à travers :

- La mobilisation des nutriments des réserves profondes du sol grâce à son puissant système racinaire ;
- L'amélioration physique du sol (structure, drainage) ;
- Le contrôle des mauvaises herbes.

L'effet indirect le plus important est celui dû à la présence du bétail, avec ses restitutions à la pâture, et avec la fourniture de fumier, lisier, etc.

### **II-8-2- Rôle écologique**

La fonction écologique se manifeste sur la conservation du sol et de sa fertilité, sur le contrôle de la pollution par les nitrates, sur la durabilité des systèmes fourragères qui la comprennent et sur la limitation des intrants chimiques et de labour en conséquence de sa pérennité (**Talamucci, 1994**).

### **II-8-3- Rôle socio-économique**

Est dû essentiellement à sa grande productivité et surtout à la multiplicité d'usage qu'elle peut permettre : par ordre croissant d'intensivité : couverture de protection, pâture, fourrage vert, foin, ensilage, déshydratation, fractionnement, extraction de protéines et xanthophylles, production de fibres pour l'industrie de la papeterie, etc (**Talamucci, 1994**).

## **II-9- Le cycle végétatif de la luzerne**

Plusieurs phases sont considérées comme le souligne **Duthil (1967)**:

- Réveil de végétation : marqué simplement par l'allongement des bourgeons.
- Elongation des entre-nœuds : pendant laquelle la croissance est très rapide et peut se traduire par un gain journalier de 800 kg de matière verte à l'hectare.
- Apparition des bourgeons floraux : qui coïncide avec la différenciation des organes reproducteurs.
- Floraison et fécondation : qui correspondent à un changement de métabolisme : la phase végétative est terminée.



## II-10-Conséquences pour l'exploitation

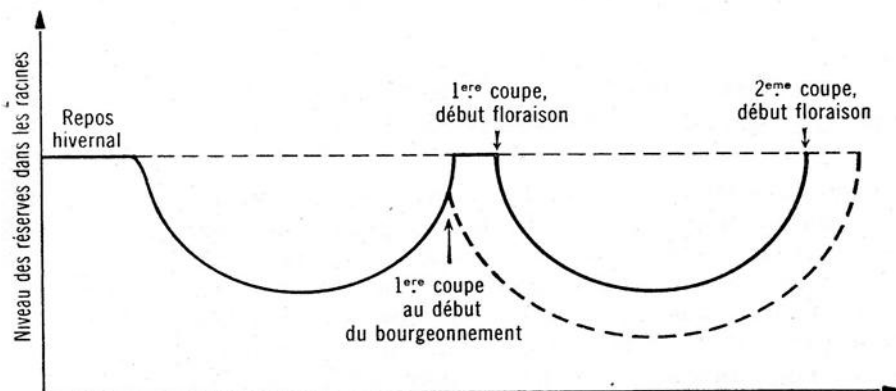
### II-10-1-Evolution des réserves

La croissance d'une légumineuse après l'hiver et sa repousse après une coupe sont fonction de la disponibilité en carbone assurée à partir des réserves racinaires tant que la photosynthèse n'est pas suffisante (**Hnatyszyn et Guais, 1988**), ces réserves sont mobilisées massivement, jusqu'à 700 kg par ha de perte de poids racinaire d'une luzerne (**Demarly, 1957**) et ne retrouvent leur niveau de départ qu'à partir du début floraison. Pour tenir compte de ce schéma, cependant, non seulement du stock potentiel du carbone mais aussi des conditions de végétation dépendant de facteurs climatiques (température, eau) ou biologiques (fourniture en azote) (**Hnatyszyn et Guais, 1988**).

### II-10-2- Conséquences pour l'exploitation

Pour assurer la pérennité de la culture, il faut préserver le niveau des réserves. En deuxième et troisième années, le meilleur compromis situe le stade de récolte autour du bourgeonnement. Il faut cependant tenir compte du mode de récolte et de l'utilisation prévue des repousses (**Hnatyszyn et Guais, 1988**). Le fait de laisser monter à graines une luzerne constitue un moyen de la laisser reposer et repartir ensuite avec une vigueur accrue (**Duthil, 1967**).

La figure 5, montre comment évolue la courbe d'exploitation chez la luzerne.



**Figure 5 :** Courbe d'exploitation de la luzerne (**Duthil, 1967**).

### II-11-Rendement de la culture

Le rendement varie avec le climat et la longueur du cycle végétatif total. La matière verte fraîche contient environ 80 pour cent d'humidité. Les protéines représentent 18 à 20 pour cent du poids sec (**Doorenboset al., 1980**).

## II-11-1- Réponse des rendements à l'eau

### II-11-1-1- Besoins d'eau

Les besoins d'eau de la luzerne (ETm) se situent entre 800 et 1600 mm/période de croissance selon le climat et la longueur de la période de croissance. La variation des besoins d'eau au cours de chaque intervalle de coupe est semblable, du semis à la récolte (**Doorenboset al., 1980**).

### II-11-1-2- Apport d'eau et rendement agricole

Pour stimuler le développement des racines, la jeune plantation doit être arrosée fréquemment, car la sécheresse est nuisible. Pendant chaque intervalle de coupe, la quantité de matière verte totale produite augmente pour atteindre un maximum au début de la floraison, moment où la qualité de la culture pour la production de foin est aussi la meilleure. Pour renforcer la croissance, on arrose généralement juste après la coupe (**Doorenboset al., 1980**).

En culture non irriguée, la luzerne peut donner une ou deux coupes en première année, contre quatre à six en culture irriguée. En troisième année, son rendement maximum est atteint avec 5-6 et même 8 coupes à l'irrigation. Le rendement peut varier de 500 qx à 700 qx. En sec : en moyenne les rendements obtenus varient entre 250 et 550 quintaux de fourrage vert, donnant 70 à 150 quintaux de foin sec (**IDGC Algérie, 1979**).

### II-11-2-Intervalle de coupe

Les coupes sont normalement faites au début de la floraison, quand le développement végétatif se ralentit. La température a un effet marqué sur l'intervalle de coupe qui, pour différentes températures journalières moyennes, représenté dans le tableau 2. La figure 6 donne un exemple d'intervalles de coupe répartis sur le cycle végétatif de la luzerne.

**Tableau 2** : L'effet de la température sur l'intervalle des coupes de la luzerne.

Température moyenne, °C	10	15	20	25	30	35
Intervalle, jours	(100)	50	35	25	20	18

**Doorenboset al., 1980**

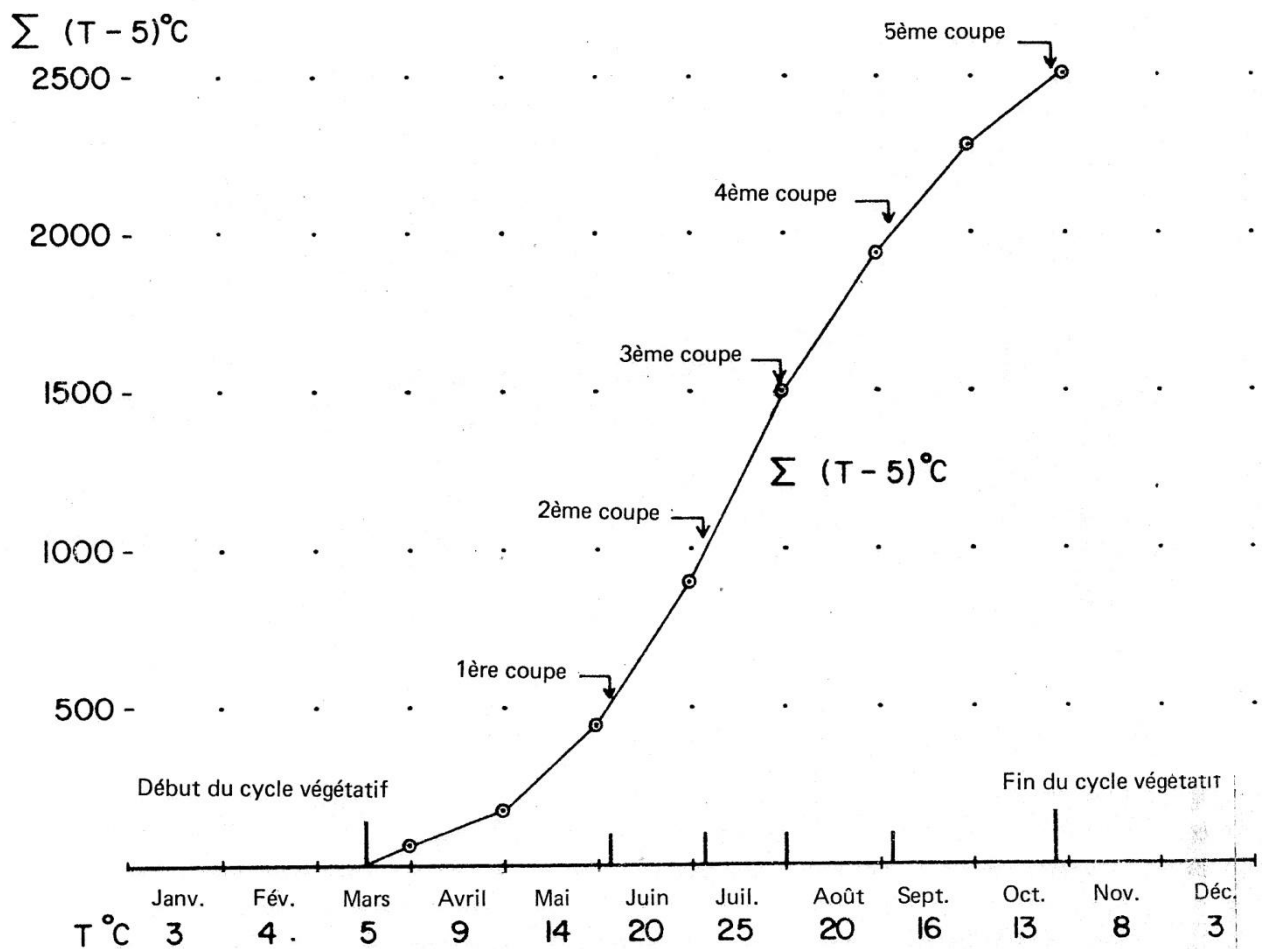


Figure 6 :Exemple d'intervalles de coupe répartis sur le cycle végétatif de la luzerne

Doorenboset al., 1980.

## II-12- Récolte et conservation

Le but de toute méthode de conservation des fourrages est de transformer, le plus rapidement et avec le moins de pertes possible, l'état instable du fourrage vert qu'on vient de faucher en un état stable permettant une conservation prolongée sans dégradation supplémentaire (Demarquilly, 1987).

**II-12-1- Pâturage**Le pâturage de la luzerne est pratiqué sans inconvénient dans plusieurs grands pays d'élevage que ce soit avec des bovins ou des ovins, quiest caractérisé par une productivité aussi bonne que celle obtenue pour des récoltes en foin ou en ensilage (Mauriès,1994).

Traditionnellement la pâture de la luzerne concerne les repousses après la première coupe, et peut couvrir toute l'année (Delgadoet al., 1992).

Bien que la pâture de la luzerne réduise le rendement (d'environ 30% selon **Grignani, 1991**, essentiellement à cause de l'appauvrissement de ses réserves, (**Delgado *et al.*, 1992**), elle peut représenter un moyen pour assurer un bon apport estival.

La luzerne pâturée augmente le rapport feuilles/tiges et diminue le nombre de tiges par unité de surface (**Delgado, 1994**), et cela peut rendre plus difficile le contrôle des mauvaises herbes, aggravé même par la sélection effectuée par les animaux, surtout ovins (**Cavallero et Ciotti, 1991**) ; c'est pourquoi l'utilisation à la pâture devrait être réalisée avec des fortes charges instantanées.

### **II-12-2- Affouragement en vert**

L'affouragement en vert a l'obligation d'aller récolter le fourrage tous les jours et l'évolution de la composition de la luzerne au cours de l'affouragement. C'est une technique contraignante qui pose des problèmes d'ajustement des rations en raison de l'évolution de la valeur alimentaire de la luzerne et de ses repousses (**Mauriès, 1994**).

### **II-12-3- Foin**

Le terme fanage désigne la phase d'évaporation de l'eau contenue dans un fourrage, sous l'effet du soleil et du vent. Pendant cette phase, la teneur en matière sèche du produit passe de 20% environ (après la coupe) à plus de 80% pour permettre sa conservation. Afin de réduire le temps de séjour de la récolte sur le sol, le fanage naturel est souvent accéléré par un fanage mécanique (**Cédra, 1995**). Il faut considérer d'ailleurs que, même si le conditionnement fait diminuer les temps de séchage, la luzerne est une des espèces fourragères qui se dessèchent le plus lentement (**Ciotti, 1992**).

Les qualités nutritionnelles du foin sont en relation étroite, d'une part, avec la valeur nutritive du fourrage au moment de la coupe et, d'autre part, avec l'efficacité et le degré de réussite de la dessiccation naturelle. La valeur nutritive du fourrage au moment de la coupe dépend principalement du stade de développement de la plante, d'où l'optimum se situe au début de la floraison chez les légumineuses (**Laffont *et al.*, 1985**).

### **II-12-4- Ensilage**

L'ensilage est une méthode de conservation par voie humide en absence d'oxygène. Son principe est d'atteindre rapidement dans le silo une acidité suffisante (**Mauriès, 1994**).

On distingue l'ensilage en coupe fine et l'ensilage en brins longs : - l'ensilage des fourrages en coupe fine est réalisé avec des récolteuses-hacheuses-chargeuses et stocké en silo étanche, -L'ensilage des fourrages en brins longs est le plus souvent réalisé par pressage et mise sous film étanche (enrubannage) (**Cédra, 1995**). Quel que soit le type d'ensilage, il est important d'atteindre un minimum de 25% de MS au silo afin de limiter les quantités transportées et les fuites de jus pendant le stockage (**Mauriès, 1994**).

## **II-12-5- Déshydratation**

La luzerne déshydratée, par rapport aux autres formes d'utilisation présente des avantages considérables, tels que la réduction presque totale des pertes, la conservation complète de la qualité (à cause surtout du stade précoce de récolte), l'économie des frais de stockage et de transport (Mathan, 1992).

## **II-13-Les maladies fongiques des feuilles et des tiges**

### **2-13-1- La rouille**

Causée par *Uromycesstriatus*, les symptômes sont très caractéristiques. Les folioles se couvrent à la surface inférieure de pustules pulvérulentes de couleur brun roux puis, plus tard, de couleur noir. Ses conséquences sur le rendement grainier, même en cas d'attaque tardive, peuvent être très graves (Marie *et al.*, 1998).

### **2-13-2- La maladie des taches communes**

Provoquée par le champignon *Pseudopezizamedicaginis*. Les symptômes sont essentiellement foliaires. On les trouve rarement sur pétioles et tiges, sauf en cas d'attaques très grave. Ce sont de petites taches circulaires (0,5 à 2 mm de diamètre), brunes ou noires, sur les deux faces des folioles (Marie *et al.*, 1998).

### **2-13-2- La maladie des tiges noires**

Cette maladie de la luzerne est aussi très répandue. Sur feuilles, les taches provoquées par le pathogène *Phomamedicaginis* sont petites, brunes et de forme irrégulière (elles peuvent être confondues avec les symptômes de *Pseudopezizamedicaginis*). Au fil du temps, elles peuvent se rejoindre (Marie *et al.*, 1998).

### **2-13-3- Les stemphylioses**

Sont des maladies foliaires fréquentes, qui se manifestent surtout sur les étages inférieurs de la plante. *Stemphyliumbotryosum* provoque l'apparition de grandes taches de couleur marron foncé avec un centre plus claire, entourées d'un halo jaune. *Stemphyliumsarcinaeforme* se caractérise par l'apparition de taches arrondies, constituées de 2 à 5 zones concentriques, alternativement brun sombre et plus claires. La principale incidence des stemphylioses, non négligeable bien que rare, est la défoliation des plantes infectées (Marie *et al.*, 1998).

### **2-13-4- Le pepper-spot (taches de poivre)**

Il apparait principalement sur les feuilles, plus rarement sur les tiges et les inflorescences. Ce sont en premier lieu, de très petites ponctuations noires ou brunes qui peuvent être disséminées sur le limbe. La maladie est occasionnée par *Leptosphaerulinaabriosina* (Marie *et al.*, 1998).

### **2-13-5- L'antracnose**

Les parcelles de luzerne malades présentent des tiges flétries, dispersées isolément ou par « rond » dans le champ. Elle occasionne surtout des dégâts en région irriguée ou à climat orageux. Les symptômes de la maladie sont provoqués par le champignon *Colletotrichum trifolii* (Marie et al., 1998).

### **2-13-6- Le mildiou**

Fréquent sur les jeunes cultures, attaque les organes jeunes de la luzerne. Les organes malades présentent une chlorose qui peut s'étendre à tout ou partie du limbe et au sommet des tiges, ces dernières sont parfois fortement déformées. On observe un feutrage gris-violacé à la face inférieure des feuilles, qui manifestent des crispations plus ou moins prononcées. Ces symptômes sont occasionnés par *Peronospora trifoliorum* (Marie et al., 1998).

### **2-13-7- L'oïdium**

Le mycélium apparaît sur les deux faces des folioles, sur les pétioles et tiges. Il forme une farine blanchâtre constituée de spores et répartie par petites taches disséminées qui peuvent se rejoindre. Le parasite responsable est *Erysiphe trifolii* (Marie et al., 1998).

### **2-13-8- La verticilliose**

Responsable d'une grande partie des dépérissements de luzerne. Les pieds atteints sont généralement dispersés et parfois même le flétrissement ne peut atteindre qu'une seule tige d'un pied. Les folioles, petites et étroites, jaunissent et s'enroulent (Duthil, 1967).

### III- La situation de la luzerne en Algérie

#### III-1- Situation de la luzerne en Algérie

En Algérie, pour la période 1995 à 1997, la superficie consacrée à la luzerne pérenne (*Medicagosativa* L.) représente entre 0,37 et 0,71% de la superficie réservée aux cultures fourragères ; par rapport aux cultures herbacées sa superficie représente entre 1,86 et 3,03% pour la même période (Chaabena et Abdelguerfi, 2001).

Dans le Sahara algérien, paradoxalement, la luzerne constitue le premier fourrage et occupe la place la plus importante (Chaabena, 2001). Compte tenu des conditions de microclimat au niveau des Oasis, elle assure jusqu'à dix coupes et parfois même plus (Abdelguerfi, 1994).

#### III-2- Ressources génétiques

En Algérie, il est très fréquent de rencontrer des souches spontanées de *M. gaetula*. Cette espèce est très fréquente à l'Est du pays surtout en région d'altitude (Sétif, Constantine...). Par son port rampant et par son système racinaire puissant et rhizomateux, elle résiste parfaitement au surpâturage et à la sécheresse; elle serait sans aucun doute intéressante dans des programmes d'hybridation en vue de la création de variétés rustiques pour le pâturage en sec en zone semi-aride et sub-humide (Le Houerou, 1987).

Lesins et Lesins (1979) mentionnent que plusieurs taxa ont été signalés en Afrique du nord : *Medicagosativa* sp. *tunetena*, *M. sativa* sp. *faurei* et *M. sativa* f. *gaetula*. Leur distribution se situe dans les régions montagneuses de la Tunisie et de l'Algérie. *M. sativa* sp. *tunetena*, ce taxon, très bien adapté au pâturage, est fréquent en Algérie orientale dans les régions d'altitude (Abdelguerfi et Laouar, 1999).

Dans le sud, le cultivar local, Temacine, est le plus utilisé par les agriculteurs, et ce malgré le prix de ses semences nettement plus élevé (3 à 4 fois plus) que celui des cultivars introduits. Les semences de Temacine sont produites localement par les agriculteurs alors que les semences des cultivars étrangers sont importées par les organismes d'Etat. Il semble que le cultivar Temacine serait assez résistant à la salinité en particulier (Abdelguerfi, 1987).

Parmi les espèces les plus connues par les agriculteurs, d'après l'IDGC Algérie (1979) on a :

- la luzerne de Provence, originaire du midi méditerranéen français. Elle est productive et est bien adaptée en Algérie.
- la luzerne des Oasis, population résistante à la chaleur et à la salure.

#### III-3- Avenir de la luzerne en Algérie

La luzerne pérenne devrait être développée dans les régions du nord et particulièrement là où l'eau ne serait pas un facteur limitant (Abdelguerfi, 1994).

Cependant, elle supporterait sans dommage des restrictions hydriques importantes, voir totale ; cela permet à la luzerne de s'adapter à n'importe quel système fourrager, même à ceux ayant des ressources assez faibles en eau d'irrigation (Legoupil et Ruffin, 1974).

Les luzernes pérennes à port rampant seraient à conseiller dans les zones marginales et au niveau des terres de parcours. Dans les Oasis, les techniques de conduites, particulièrement l'irrigation et la fertilisation devraient être améliorées pour permettre une production plus importante et une longévité plus élevée(**Abdelguerfi, 1994**).



## IV- L'étude phénologique

### IV-1-Définitions

#### - Phénologie, développement et stades phénologiques

La phénologie (dont l'origine étymologique est phénoménologie) désigne, au sens large, l'ensemble des particularités morphologiques du cycle de développement d'un végétal, avec mention des époques de l'année correspondantes. Au sens strict, c'est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractères morphologiques externes du développement des végétaux (**Delpech et al., 1985**). Par développement, on entend toute modification qualitative dans la forme de la plante (**Durand, 1967**).

Les modifications dans la forme des plantes sont jalonnées par des repères phénologiques ou stades de développement. Afin de pouvoir identifier les variations dans le temps, il est nécessaire de définir exactement les phénomènes auxquels on s'intéresse. Ces phénomènes s'appellent "stades phénologiques" (**Ulrich, 1997**). On emploie également les termes "phases phénologiques", ou "phénophases".

#### - Débourrement, foliation

On appelle débourrement l'épanouissement des bourgeons. Les auteurs considèrent généralement qu'un bourgeon est débourré lorsqu'il est ouvert, et qu'il laisse entrevoir les jeunes feuilles ou aiguilles. Cependant, les définitions utilisées pour caractériser le débourrement varient.

La foliation, ou feuillaison, est le processus permettant l'apparition et le développement du feuillage, depuis le bourgeon dormant jusqu'à la feuille adulte (**Compset al., 1987**).

#### - Période de végétation et d'assimilation

La période (ou saison) de végétation a été définie de multiples façons. Pour certains auteurs, il s'agit de la période pendant laquelle s'effectue la croissance en hauteur de l'arbre (**Fontanel 1979**). **Compset al., 1987** la définissent comme étant la période photosynthétiquement active.

#### - Croissance végétative

Il est important de faire la différence entre le stade de développement de la plante et son âge, ces deux facteurs ne réagissent pas de la même façon aux variations du milieu extérieur. La répartition entre la respiration propre de la plante, et la photosynthèse qui conduit à l'accumulation de matière sèche, détermine son rendement (**Mauriès, 1994**).

## **IV-2-Physiologie et croissance**

### **IV-2-1- Germination et levée**

La germination de la luzerne dépend de: la disponibilité en eau, de la température et de la lumière.

La germination se produit entre 2 et 40°C, avec un optimum situé entre 19 et 25°C. La présence de sel dans le sol réduit plutôt la germination dans des zones de températures élevées.

Les semis en sol nu donnent des pieds de luzerne avec des tiges plus fortes du fait de la luminosité dont ils bénéficient, comparées à des semis sous couvert. La réduction de la disponibilité en eau affecte fortement le développement des plantules. A l'opposé un excès d'eau est aussi nuisible car il favorise le développement des maladies fongiques qui détruisent les semis.

La croissance des jeunes semis est rapide entre 20 et 30°C. Cette température optimale diminue ensuite pour se situer à 15-25°C chez les plantes plus âgées. En dessous de 10°C et au-delà de 37°C, la croissance est fortement réduite (**Mauriès, 1994**).

### **IV-2-2- Nombre et taille des pousses de luzerne**

Le rendement dépend de la croissance de la plante et de sa morphologie. Il est fonction du nombre de plantes par unité de surface, du nombre de pousses par plante et du poids respectifs de ces différentes pousses. Le nombre de pousses par pied de luzerne augmente avec l'âge de la plante. Le nombre de bourgeons et de tiges est réduit par le stress hydrique, en effet lorsque les plantes sont placées en condition de concurrence pour l'alimentation en eau ou l'accès à la lumière, le rendement diminue et on observe une augmentation du rapport feuilles/tiges (**Mauriès, 1994**).

### **IV-2-3- Caractéristiques des feuilles**

Un stress hydrique diminue la taille, la surface, le poids sec et le taux de croissance des feuilles. L'excès d'eau provoque leur jaunissement. La proportion de feuille dans la plante entière est moins importante à la pousse du printemps que pour les repousses. Le taux d'apparition de nouvelles feuilles augmente avec la température jusqu'à 30°C et décroît ensuite.

Le rôle des facteurs climatiques saisonniers sur l'établissement de la surface foliaire (m<sup>2</sup> de feuilles par m<sup>2</sup> de sol) est faible, la vitesse d'établissement de cette surface est plus rapide pour les repousses d'été que pour celles de printemps et d'automne (**Mauriès, 1994**).

### **IV-2-4- Caractéristiques des tiges**

Le poids des tiges, leur croissance et la longueur des entre-nœuds sont réduits par le stress hydrique. La croissance des tiges est plus réduite par le manque d'eau que la croissance des feuilles, ainsi cette croissance est aussi réduite en conditions humides. La salinité a les mêmes conséquences et de façon plus marquée sur la croissance des tiges que sur celles des feuilles. La croissance des tiges diminue en dessous de 18°C et au-dessus de 30°C. Une rapide croissance estivale est en général associée à des plantes de petite taille. Le diamètre des tiges

diminue avec l'élévation de température, ce phénomène étant probablement associé à la lignification.

C'est l'allongement des entre-nœuds qui explique principalement les différences de production entre pousses au cours d'une année. Cet allongement des tiges est favorisé par un régime de jours longs (Mauriès, 1994).

#### IV-2-5- Caractéristiques des racines

En sol sec, la luzerne a un enracinement plus profond et plus développé qu'en sol frais. L'excès d'eau arrête immédiatement la croissance des racines. Une stagnation de l'eau détériore le système racinaire (Mauriès, 1994).

#### IV-2-6- La mise à fleur

La mise à fleur chez la luzerne peut se réaliser quelles que soient les températures. Cependant un régime de jours longs amène une mise à fleur plus rapide. Elles apparaissent entre le 6<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> entre nœud. Elles sont regroupées en inflorescence de 15 à 30 fleurs (Mauriès, 1994). Les stades physiologiques de la luzerne sont décrits dans la Figure 7.

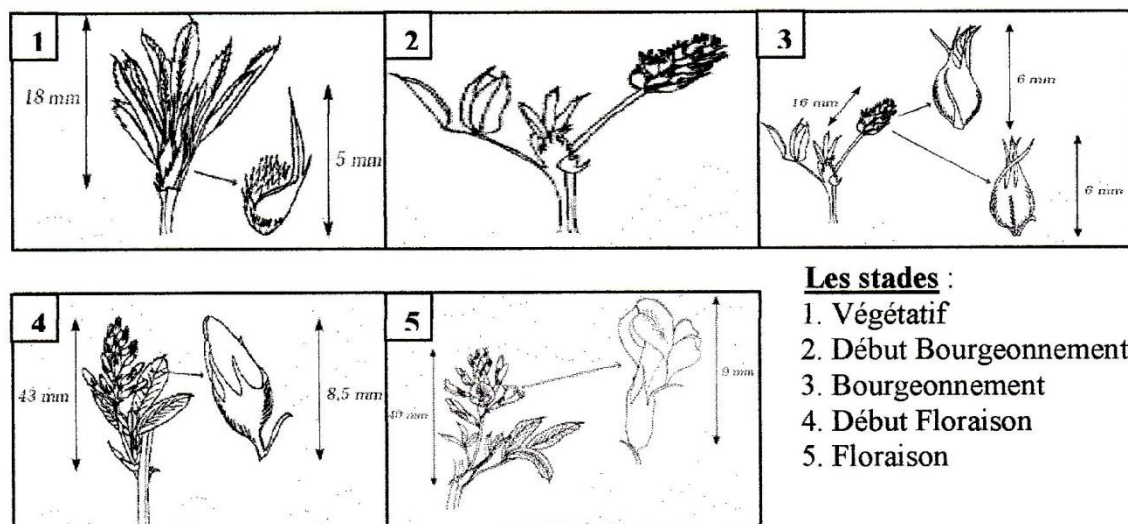


Figure 7: Stades physiologiques de la luzerne (Mauriès, 1994).

#### IV-3- Evolution de la composition morphologique

La composition morphologique des légumineuses évolue moins que celle des graminées avec le stade ou l'âge au cours du premier cycle de végétation. La même remarque peut être faite avec le numéro du cycle. Aux stades précoces, la proportion de feuilles représente plus de la moitié de la matière sèche de la plante, contre un tiers lorsque la plante vieillit (Mauriès, 1994). La proportion de feuilles chez la luzerne, passe d'environ 60% au stade végétatif (plante de 30 cm de haut) à 35% à la floraison (Demarquilly, 1987). La production de matière sèche augmente avec l'âge des plantes mais à partir de bourgeonnement les tiges durcissent (Hnatyszyn et Guais, 1988).

Les proportions des feuilles et des tiges chez les légumineuses sont variables quel que soit l'âge ou le numéro du cycle (**Tab.3**).

**Tableau 3** :Pourcentage de feuilles dans une plante entière de luzerne à différents stades de croissance.

1 <sup>er</sup> cycle		2 <sup>e</sup> cycle		3 <sup>e</sup> cycle	
début	floraison	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois
65%	30%	50%	35%	55%	45%

**Demarquilly et Weiss, 1970**

#### **IV-4-Résistance au froid et à la sécheresse**

##### **IV-4-1- Résistance au froid**

Le froid limite l'adaptation de la luzerne à cause de la destruction des plantes pendant l'hiver. Les dommages occasionnés par les grands froids, même s'ils ne conduisent pas à la mort des plantes, ont des conséquences défavorables sur leur vigueur et leur production ultérieure.

La dormance est un moyen de survie pour les plantes lorsque les conditions du milieu extérieur sont très défavorables en raison de la chaleur, du froid ou de la sécheresse (**Mauriès, 1994**).La luzerne tolère assez bien le froid lorsqu'elle est bien installée (**Knoden, 2007**).

##### **IV-4-3- Résistance à la sécheresse**

La diminution de production des luzernières en été est liée à l'augmentation de température qui endommage voire détruit les plantes. En effet les températures qui ne sont pas assez élevées pour détruire les plantes stoppent néanmoins leur croissance. Dans le sol, des températures élevées pourraient réduire fortement ou empêcher la fixation de l'azote atmosphérique par les nodosités. Ceci aurait pour conséquence une limitation de la productivité, de la qualité, et de la pérennité (**Mauriès, 1994**).

La tolérance à la sécheresse de la luzerne, parfois invoquée pour les périodes pendant lesquelles les besoins d'eau sont faibles, semble être due à son système racinaire étendu qui lui permet d'extraire l'eau d'un important volume de sol (**Doorenboset al., 1980**).

## **V- Les Analyses fourragères**

L'analyse des fourrages définit les constituants chimiques des aliments (**INRA, 1988**). Les analyses chimiques sont indispensables à l'évaluation de la valeur alimentaire des fourrages (UFL –UFV-PDIN-PDIE). Il est nécessaire de faire analyser chaque année, une proportion représentative des récoltes (**Mauriès,1994**).

La digestibilité de la matière organique qui conditionne la valeur énergétique dépend de la proportion des principaux constituants dans la plante. On peut classer ces constituants en deux catégories :

**1-** Les contenus cellulaires dont la digestibilité est totale (sucres, fructosanes) ou très élevée (lipides, matières azotées,...).

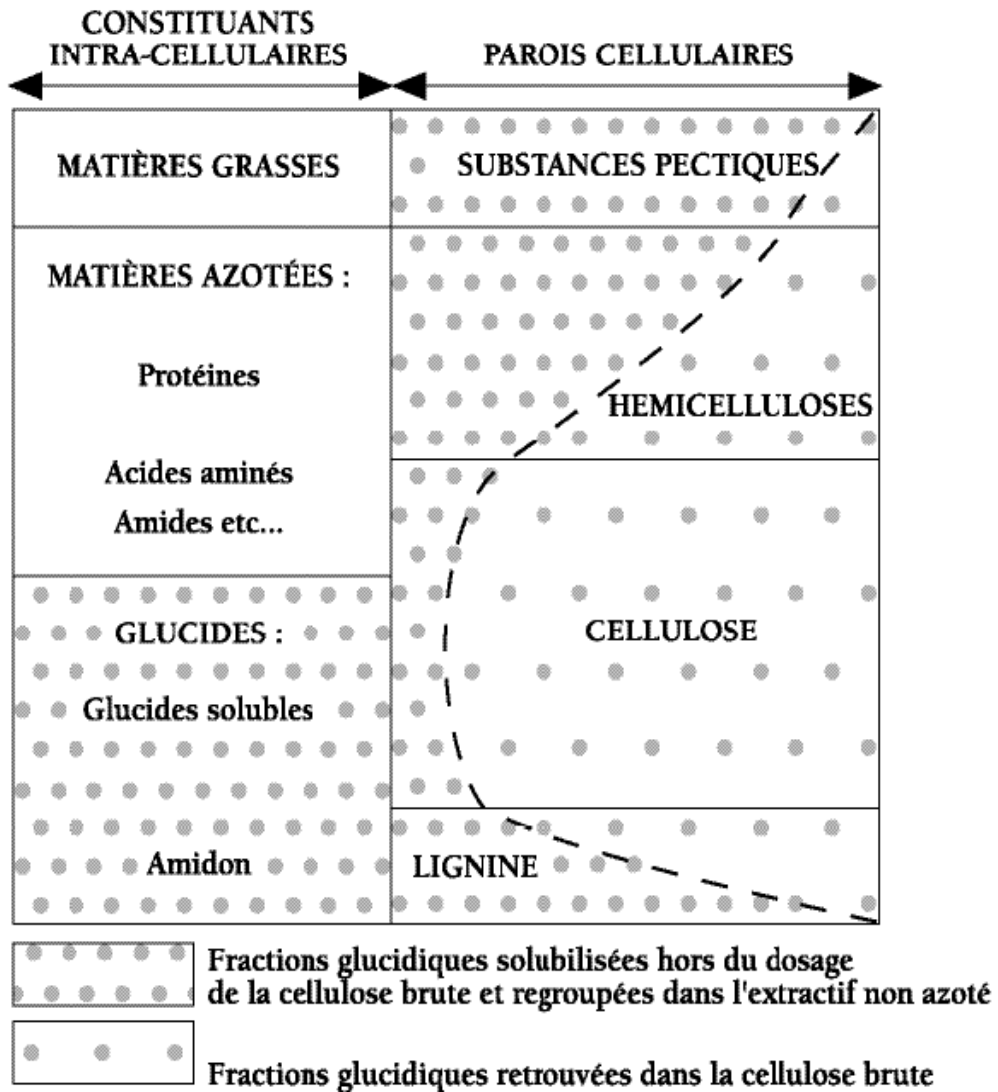
**2-** Les constituants pariétaux dont les deux polysaccharides essentiels (cellulose vraie et hémicelluloses) ont une digestibilité qui diminue au fur et à mesure de la formation de la lignine (**Demarquilly, 1988**).

### **V-1- L'analyse de fourrage en France**

Les analyses de fourrage en France sont réalisées, pour les parois cellulaires, avec la méthode de Weende (cellulose brute) et pour la teneur en azote (matières azotées totales) avec la méthode de Kjeldahl. Les autres éléments analysés sont :

- la teneur en eau qui donnée par différence avec le poids brut, et la teneur en matière sèche.
- la teneur en cendres ou en matières minérales,
- l'extrait éthéré qui correspond aux matières grasses,
- l'extractif non azoté, qui est la différence à 100 des éléments dosés précédemment (**Mauriès,1994**).

La figure 8 montre la méthode d'analyses réalisée en France.



**Figure 8 :**Constituants de la matière organique des aliments et fractionnement par la méthode classique d'analyse en France(INRA, 1988).

### V-2- L'analyse de fourrage aux Etats-Unis

C'est la méthode de Van Soest qui a été développée pour le dosage des parois cellulaires. Cette méthode s'est d'ailleurs imposée au niveau international(Mauriès,1994).Le tableau 4 illustre la relation entre les deux systèmes.

**Tableau 4** :Fractionnement des constituants chimiques des aliments selon le système nord-américain.

Système de Weende FRANCE	ELEMENTS CHIMIQUES		Système de Van Soest USA	
Matières minérales (1) = cendres (MM)	Cendres solubles		Contenu cellulaire NeutralDetergent soluble	
Extrait étheré	Lipides, Pigments, etc.			
Matières Azotées Totales (MAT)	Protéines, azote non protéique, etc.			
Extractif Non Azoté	Sucres, amidon, Pectines			
	Hémicellulose		AcidDetergent Fiber ADF	Constituants Pariétaux  NeutralDetergent Fiber NDF
	Alkali-soluble	Lignine		
	Alkali-insoluble			
Cellulose Brute (CB)	Cellulose			
Matières minérales (2)	Cendres insolubles (Silice)			

USA - 1987

NDF = cellulose + hémicellulose + lignine

ADF = cellulose + lignine

Le système américain utilise les valeurs NDF et ADF qui sont, tout comme la cellulose brute, une estimation de la part de parois présentes dans les plantes(Mauriès,1994).

### V-3-Composition chimique de la luzerne

#### V-3-1- Matière sèche

La matière sèche est formée par l'ensemble des éléments et substances contenus dans le fourrage après évaporation de la totalité de l'eau qu'il contient (Demarquilly,1995).

#### V-3-2- Valeur et nature de l'azote

La luzerne à une remarquable composition en acides aminés, qui sont tous présent dans sa matière azotée, et en particulier tous ceux que l'on considère essentiels dans l'alimentation des animaux.La composition des feuilles de légumineuses, tant que celles-ci sont vertes et actives, reste pratiquement constante. Leur teneur en contenu cellulaire et en MAT (25 à 30% de la MS) est élevée contrairement aux tiges dont la MAT varie de 10 à 19% de la MS.

La luzerne est caractérisée par une teneur en MAT importante qui peut varier de 14 à 29 % de la MS selon le stade, les époques et les modes de récolte (**Mauriès,1994**).

**Tableau 5 :** Teneurs moyennes en MAT (% de la MS) de la luzerne par cycle de végétation.

% MAT	1 <sup>er</sup> cycle	2 <sup>e</sup> cycle	3 <sup>e</sup> cycle
Moyenne 1984 - 1987	17,0	18,2	18,9

**Mauriès, 1988**

### V-3-3- Cellulose-hémicellulose-lignine

La nature des parois cellulaires influence beaucoup la digestibilité des constituants organiques des fourrages. Elles sont plus abondantes dans les tiges que dans les feuilles. Les parois représentent près de 43 % de la matière sèche de la plante, sont principalement constituées de cellulose avec une valeur de 48 % et d'hémicellulose, 32 %, relativement bien digérées par les ruminants, et de 20 % de la lignine brute totalement indigestible. Les teneurs en cellulose brute varient de 19 à 35 % de la matière sèche selon le mode de récolte (**Mauriès,1994**).

### V-3-4- Minéraux

La luzerne comporte une combinaison particulièrement intéressante de minéraux et d'oligo-éléments.

**Potassium :** la teneur en potassium de la luzerne varie de 1.2 à 2.3 % de la MS selon les cycles de récolte et la fumure potassique, au 3<sup>e</sup> cycle est de 2.2 %.

**Sodium :** la teneur en sodium augmente avec le numéro de cycle et diminue avec l'augmentation du niveau de fumure potassique, est de 0.06 à 0.23 % de la MS.

**Magnésium :** la teneur en magnésium de la luzerne varie entre 0.12 et 0.22 % de la MS. Les teneurs des trois premiers cycles sont équivalentes (0.17 %).

**Calcium :** la teneur en calcium de la luzerne varie entre 1.1 et 1.9 % de la MS. Elle est plus élevée au 3<sup>e</sup> qu'aux deux premiers cycles.

**Phosphore :** les teneurs en phosphore varient entre 0.2 et 0.35 % de la MS. Il semblerait que la plante atteigne sa teneur maximale au stade début bourgeonnement.

**Cuivre, Zinc, Manganèse, Molybdène :** les teneurs en oligo-éléments de la luzerne sont très variables.

### V-3-5- Vitamines

La luzerne est riche en vitamines du groupe B. La vitamine C est abondante dans le fourrage vert (0.5 %), mais le séchage ou la déshydratation la détruit partiellement. La teneur en vitamine D augmente au contraire au cours du séchage. En ce qui concerne la vitamine E, les pertes sont corrélées positivement avec la durée de stockage.



**Le bêta-carotène :** la teneur en carotène ou provitamine A est corrélée positivement avec la teneur en azote de la luzerne.

**V-4-Evolution et variation de la composition chimique**

Au cours d'un cycle de végétation, la digestibilité et le rapport feuilles sur tiges diminue tandis que la teneur en matière sèche de la plante s'accroît. Ce rapport diminue environ de moitié (de 1.4 à 0.7) depuis le stade boutons floraux jusqu'à la pleine floraison. A âge égale, la digestibilité des repousses de légumineuses augmente du 2<sup>e</sup> au 4<sup>e</sup> cycle par ce que les repousses sont plus feuillues, mais c'est au cours du 1<sup>er</sup> cycle, au stade végétatif, que les valeurs sont maximales (**Mauriès,1994**).

Les paramètres de la composition chimique des fourrages notamment celles des minéraux et matières azotées sont variables avec les caractéristiques botaniques, les conditions de récolte, le type de sol, le climat, l'importance et la nature de la fertilisation(**Martín-Rosset, 1990**). Selon **Mathan(1990)**, la production de protéines de feuilles de luzerne s'inscrit dans le cadre général de la déshydratation de cette plante à l'échelle industrielle.

La diminution importante de la teneur en matières azotées observée chez les luzerne résulte des pertes de feuilles (**Andrieu et al., 1981**). Ces pertes deviennent importantes quand elle est manipulée à une teneur en matière sèche supérieur ou égale à 70% (**Miline, 1960**). La composition chimique d'une plante ne fait que traduire sa composition morphologique (**Demarquilly, 1988**).

Le tableau suivant montre bien le parallélisme existant entre la proportion des feuilles et celle de l'azote chez la luzerne :

**Tableau 6 :** Variation de la teneur en azote en fonction de la proportion des feuilles de la luzerne.

Stade de récolte de la luzerne	% de feuilles dans la M.S.	% d'azote dans la M.S.
Repousses de 24 cm.....	63,2	4,7
Avant apparition des boutons floraux.....	46,7	3,2
Bourgeonnement.....	43,1	2,8
Tout début de floraison.....	39,6	2,7
Pleine floraison.....	33,7	2,4

**Demarly, 1961**

Le pourcentage de la cellulose qui ne dépasse pas 20 % dans l'herbe de printemps s'exprime par une courbe sinueuse qui possède un point d'inflexion vers 28 à 30 %. Mais une herbe montée à graines peut atteindre et dépasser 40 % de cellulose. Dans le même temps la teneur en eau de l'herbe décroît de 85 à 70 % ou même 65 % (**Duthil, 1967**).

#### **V-5-Valeur alimentaire des fourrages**

La valeur alimentaire d'un fourrage dépend de sa valeur nutritive (valeur énergétique, azotée, minérale et vitaminique par kilogramme de matière sèche) et de son ingestibilité, c'est-à-dire des quantités volontairement consommées par le ruminant recevant ce fourrage à volonté (**Demarquilly, 1988**). La valeur nutritive de la luzerne est limitée par sa valeur énergétique (**Demarquilly, 1966**).

#### **V-6- Facteurs d'évolution de la valeur nutritive et de l'ingestibilité**

La valeur énergétique, la valeur azotée et l'ingestibilité des fourrages secs varient considérablement suivant le stade de végétation, l'âge ou le numéro du cycle à la fauche, les conditions et modalités de fenaison et de conservation d'une même plante et enfin, pour un stade et une réussite de conservation donnés, suivant l'espèce végétale (**Andrieu et Demarquilly, 1987**). La valeur nutritive et la digestibilité des fourrages diminuent dans une certaine mesure pour les repousses à tiges que pour les repousses uniquement feuilles (**Demarquilly, 1988**).

#### **V-7-Relation entre croissance et qualité**

La croissance et le développement de la luzerne sont deux phénomènes très liés : le premier concerne l'allongement des tiges et le second comporte une série de modifications qualitatives internes, déterminées par les facteurs du milieu aboutissant à la mise à fleurs (**Luna Calvo et Delgado Enguita, 1994**).

La composition morphologique du couvert définie par le rapport feuilles-tiges (F/T) de la biomasse récoltée, et la composition histologique et biochimique des organes (teneur en fibres, en tissus lignifiés, en protéines,...) influe sur les deux composantes importantes de la valeur alimentaire : teneur en protéines et digestibilité (**Wilman et Altimimi, 1984; Demarquilly, 1966**). La digestibilité varie suivant le numéro des repousses et les années (**Demarquilly, 1966**). La valeur alimentaire dépend également de la croissance (**Greenwood et al., 1990; Lemaire et Allirand, 1993**) et du génotype (**Julier et Huyghe, 1997**).

Quant aux feuilles, leur digestibilité reste constante ou évolue très peu quelle que soit le stade de végétation du fourrage (**Terry et Tilley, 1964; Mowat et al., 1965; Albrecht et al., 1987**). Les tiges de luzerne même à des stades très précoces n'atteignent jamais les valeurs de digestibilité rencontrées pour les feuilles.

**V- 8 -Valeur alimentaire des luzernes déshydratées**

**Tableau 7 :**Influence du rythme de coupe sur la production de protéines d'une luzernière.

	rendement t MS / ha	% MAT	t protéines / ha
3 coupes à 60 jours	20	15,5	3
4 coupes à 46 jours début 30 avril	17,8	18,2	3,3
5 coupes à 35 jours	16	20,9	3,3
6 coupes à 28 jours	14	23,5	3,5
4 coupes à 45 jours début 15 avril	16	20,2	3,2

**Mauriès, 1994**

Le tableau ci-dessous comporte la composition de luzerne à différentes teneur en MAT.

**Tableau 8 :**Composition de luzernes déshydratées à 18 – 20 - 23 % de MAT.

Par kg MS	Luzerne déshydratée 18 % de protéines	Luzerne déshydratée 20 % de protéines	Luzerne déshydratée 23 % de protéines
Humidité %	11	11	11
MAT %	18	20	23
Cellulose brute %	27	22	18
UFL	0,78	0,84	0,95
UFV	0,68	0,75	0,87
PDIN g	115	130	145
PDIE g	98	108	110
PDIA g	56	62	71
Calcium %	2,3 à 2,8	2,5 à 2,9	2,7 à 3,0
Phosphore %	0,28	0,30	0,35
Potassium %	2,7	2,8	3,0
Bêta-carotène mg	80 à 125	120 à 180	120 à 180
Xanthophylles mg	200 à 250	200 à 250	250 à 300
Vitamine E mg	110 à 120	120 à 140	140 à 150

**Mauriès, 1998**

Selon **Journet(1993)**, la teneur protéique et la valeur énergétique de la luzerne déshydratée sont indiquées comme suit :

**Tableau 9** : La teneur protéique et la valeur énergétique de la luzerne déshydratée.

<b>%PB (bms)</b>	<b>UFL (/kg MS)</b>	<b>UFV</b>
17	0,75	0,64
19	0,81	0,71
21	0,88	0,79
23	0,95	0,87

PB (bms): Protéine brute sur une base de matière sèche.

UFL: Unité fourragère lait.

UFV: Unité fourragère viande.

CHAPITRE II  
MATERIEL ET METHODES

### Matériel et méthodes

L'étude est menée dans le cadre du projet PERMED, et menée sur des variétés de luzerne pérenne, cultivées au niveau de la station expérimentale INRAA d'el H'madna dans le bas Cheliff.

#### I- Identification du site expérimental

##### I-1-Localisation

Le site d'expérimentation est situé au niveau de la station expérimentale de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie INRAA, à la ville de H'madna située dans le bas Cheliff au nord-ouest de l'Algérie. Elle se trouve à 35 km à vol d'oiseau de la méditerranée, à 270 km d'Alger, à environ 70 km de la ville de Chlef et 30 km de la ville de Relizane (partie Est).

Géographiquement, la station est localisée à une latitude de  $35^{\circ} 54'$  Nord, longitude de  $00^{\circ} 47'$  Est, et à une altitude de 48 m par rapport au niveau de la mer (**Fig. 9**).



**Figure 9:** Localisation du site d'expérimentation (google-earth, 2005).

##### I-2-Caractéristiques pédoclimatiques

Les sols de la plaine du Bas Cheliff sont en général dans sa partie centrale des sols salés (entre 4 et 8 dS/m) et extrêmement salés ( $CE > 8$  dS/m) comme le caractérise l'étude de **MacDonald et al. (1990)**.

Le climat de la plaine est de type méditerranéen semi-aride à tendance aride avec une période sèche qui peut atteindre 7 mois, une faible et irrégulière pluviosité et une température qui peut atteindre 45°C.

### **II- Les conditions climatiques de la campagne d'étude**

L'étude concerne la troisième année de production, soit la campagne 2006/2007. Pour cette période les données climatiques sont enregistrées au niveau de la station, et, selon **Bellague(2010)** sont comme suit :

La pluie enregistrée (336,80mm) est supérieure à la moyenne de 13 ans (282,19mm). L'évapotranspiration (1247,40mm : 21,57% en automne, 8,53% en hiver, 24,50% en printemps et 45,40% à l'été), la température maximale absolue (44,92°C au mois d'Août) et la température minimale absolue (-2,51°C au mois de Mars) sont inférieures à celles de la période 1993/94-2004/05.

Pour la température moyenne journalière, nous remarquons que 7,68% des valeurs sont  $\leq 10^{\circ}\text{C}$ , dont 82,34% sont concentrées pendant la saison hivernale, 84,36% sont comprises entre  $10^{\circ}\text{C}$  et  $30^{\circ}\text{C}$ , sont réparties presque équitablement entre les saisons et 7,96% sont supérieures à  $30^{\circ}\text{C}$ , sont affectées à la saison estivale.

La campagne d'étude est caractérisée par une gelée de 12 jours étalée sur 3 mois, débutant le mois de Janvier.

### **III- Matériel végétal**

#### **III-1- Le matériel végétal étudié**

Le matériel étudié se compose de 16 variétés de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.), de différentes origines. Elles ont été mises en essai le 17/ 10/ 2004. La culture subit deux régimes hydriques, le pluvial et l'irrigué.

Les noms des variétés étudiées et leurs origines sont cités dans le tableau 10.

#### **III-2- Le dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire pour les deux essais (essai pluvial et irrigué) et qui ont été mis l'un à côté de l'autre. Le dispositif est constitué de 4 sous blocs (espacés de 0,60 m). Chacun comporte 16 parcelles élémentaires sont espacées de 0,40 m qui correspondent aux 16 variétés. Chacune d'elle est constituée de 10 rangs de 2,5 m de long avec un espace inter-rangs de 0,20 m. Les six rangs du milieu ( $2,4 \text{ m}^2$ ) servent à l'estimation de la matière sèche produite (**Bellague et al., 2006**).

**Tableau10** : Noms, origines et caractéristiques des variétés étudiées.

Numéro	Variété	Origine	Caractéristique
01	Ecotipo Siciliano	Italie	Originaire de la Sicile, son indice de dormance (ID) est estimé à 6
02	Prosementi	Italie	Sélectionné en 1973, son indice de dormance est estimé à 6 (semi dormant). Il est très résistant au froid et à la sécheresse
03	ABT 805	USA	C'est un cultivar à une faible dormance (estimation de dormance automnal de 8) ; sélectionné pour la tolérance au pâturage
04	Ameristand 801s	USA	C'est un cultivar sélectionné par sélection récurrente (après 10 cycles) pour augmenter la germination et la production fourragère dans les conditions de stress salin (sol et eau), il est issu 100 % du cultivar Salado. La dormance est de 8.
05	Mamuntanas	Italie	C'est un cultivar originaire de Sardaigne sélectionné en 1982.
06	Tamantit	Algérie	Un cultivar issu d'une population d'Oasis cultivée dans le village de Tamantit situé à environ 10 km au sud de la ville d'Adrar (Sud-Ouest de l'Algérie).
07	Sardi 10	Australie	Un cultivar qui tire son nom de l'institut de la recherche et développement du sud de l'Australie (South Australia Research and Development Institute) qui l'a sélectionné, en ajoutant le chiffre 10 (indice de dormance). Il est très hautement actif en hiver.
08	Sriver	Australie	Un cultivar très actif (estimation de la dormance automnal : 9+) ; créé en 1980 en Australie, grâce à la sélection des plants parents à la résistance aux pucerons, le cultivar est très résistant aux pucerons.
09	Africaine	Tunisie	Originaire du Maroc et de la Tunisie
10	Gabes-2355	Tunisie	C'est un cultivar relativement résistant au sel, avec un taux de dormance probable entre 8 et 10
11	Magali	France	Un cultivar largement adapté au climat méditerranéen subhumide, aussi bien en pluvial qu'en irrigué. L'indice de dormance est situé entre 5,5 et 6,0
12	Melissa	France	Un cultivar adapté aux régions chaudes de la plus part des pays ouest méditerranéens. Son indice de dormance estimée à 6,5
13	Coussouls	France	Le cultivar représente le type méditerranéen de la luzerne classique pour le sud de la France (climat subhumide) où il peut être cultivé aussi bien en pluvial qu'en irrigué. L'indice de dormance est compris entre 5,0 et 5,5
14	Rich2	Maroc	C'est un cultivar très adapté aux conditions pédoclimatiques des oasis (stress hydrosalin). Il est actif en hiver avec un indice de dormance de 8
15	Erfoud 1	Maroc	Le cultivar est très productif dans les conditions de stress hydrosalin, avec un indice de dormance estimé à 6
16	Demnat	Maroc	Le cultivar est très productif dans les véritables conditions de ferme et aussi durant la sécheresse estivale, durant l'hiver il est actif. Son indice de dormance est estimé à 9

**Bellague et al., 2006**



### III-3-Les coupes

Les coupes sont effectuées après la réalisation destests de l'étude phénologique. Le mode, la date et la saison de chaque coupe sont cités dans le tableau 11.

**Tableau 11** : Les différentes coupes réalisées au cours de la troisième année de production.

Mode de conduite de l'essai	Date de prélèvement	Dénomination	Saison
Pluvial	03/03/2007	1 <sup>ere</sup> coupe en pluvial	Hiver
	17/04/2007	2 <sup>me</sup> coupe en pluvial	Printemps
	14/05/2007	3 <sup>me</sup> coupe en pluvial	
	11/06/2007	4 <sup>me</sup> coupe en pluvial	Eté
Irrigué	20/01/2007	1 <sup>ere</sup> coupe en irrigué	Hiver
	19/03/2007	2 <sup>me</sup> coupe en irrigué	
	04/06/2007	3 <sup>me</sup> coupe en irrigué	Printemps
	25/06/2007	4 <sup>me</sup> coupe en irrigué	Eté

## IV- Méthodes

### IV-1-L'étude phénologique

Les paramètres phénologiques étudiés à travers l'essai sont essentiellement des paramètres de forme et de production, ils ont défini la quantité de la biomasse des plantes avant chaque coupe.

#### IV-1-1-Hauteur de la végétation (cm)

La vitesse de croissance des tiges (hauteur de végétation) est un élément clef pour le niveau de production fourragère (**Durand, 1987**).

La hauteur du plant est effectuée avant la coupe, en mesurant la hauteur de la base du plant jusqu'à l'extrémité de la sortie des dernières feuilles. Elle est mesurée 18 fois par parcelle élémentaire sur les six lignes du milieu (à raison de trois mesures par ligne). Pour le suivi de la croissance de la plante, la hauteur est mesurée chaque semaine trois fois par parcelle élémentaire.

#### IV-1-2-Recouvrement linéaire (%)

C'est le taux de recouvrement sur le long des 10 lignes de la parcelle élémentaire, chaque ligne représente 10% du recouvrement total. Il est estimé visuellement après chaque coupe. **Khelifi (2008)**, montre l'utilisation du caractère recouvrement linéaire pour le suivi de la mortalité des plants (graminées fourragères) soumis à un stress abiotique.

#### IV-1-3-Rendement en matière sèche (tMS/ha)

Ce caractère est très utile, il intervient dans l'estimation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau par la plante. Le rendement en matière sèche est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Rdt (tMS/ha)} = \text{MS\%} \times \text{Rdt (tMF/ha)}$$

Rdt (tMF/ha) : Rendement en matière fraîche. MS% : taux de matière sèche.

### IV-2-L'analyse fourragère

#### IV-2-1-Préparation des échantillons

Les différentes plantes sont amenées au laboratoire sous état déshydraté, puis soumises à un séchage à l'étuve à 60°C afin de faciliter leur broyage (1 à 2 mm), chaque échantillon, est ensuite conservé dans un sachet étiqueté par un code spécifique.

#### IV-2-2-Les tests de l'analyse fourragère

Les analyses chimiques portent sur les teneurs en matière sèche, matières azotées totales, cellulose brute et cendres déterminées selon les méthodes de l'**INRA (2002)**. Tous les dosages sont réalisés en triple.

#### IV-2-2-1-Teneur en matière sèche (%)

La teneur en MS est exprimée en % en calculant le rapport du poids résiduel après séchage avec le poids du produit humide, dans l'état où il se trouve avant l'analyse. Elle se détermine comme suit :

$$MS (\%) = \frac{P1}{P0} \times 100$$

Où : P0 : poids de l'échantillon avant séchage ; P1 : poids de l'échantillon après séchage (jusqu'à poids constant).

#### IV-2-2-2-Teneur en matière minérale (%MS)

Le taux minéral de l'échantillon est le résidu de cendres après incinération de la matière organique par calcination. Le matériel végétal est introduit dans une capsule en porcelaine. La capsule est placée dans un four dont la température est augmentée progressivement jusqu'à 550°C, jusqu'à l'obtention des cendres blanches ou grise claire.

$$MM (\% MS) = \frac{P1}{P0 \times MS} \times 100$$

Où :

P0 : poids de l'échantillon avant calcination.

P1 : poids de l'échantillon après calcination.

#### IV-2-2-3-Teneur en matière organique (%MS)

La teneur en matière organique est obtenue par la soustraction de la MM à partir de 100g de MS.

$$MO (\% MS) = 100 - MM.$$

#### IV-2-2-4-Teneur en cendres insolubles(%MS)

Les cendres totales vont subir une attaque par HCl pur (5 ml pour chaque gramme de cendres) à chaud, la filtration à l'aide du papier filtre, le résidu est mis dans des capsules et ensuite calciné dans un four à une température de 545°C.

La teneur est déterminée comme suit :

$$MM_{ins} (\% MS) = \frac{P1}{P0} \times 100$$

Où :

P0 : poids de l'échantillon (cendres) avant calcination.

P1 : poids de l'échantillon (le résidu) après calcination.

#### IV-2-2-5-Teneur en cellulose brute(%MS)

La teneur en CB est déterminée par la méthode de « Weende », basée sur un traitement par une solution 1.25% d'acide sulfurique puis par une solution 1.25% d'hydroxyde de sodium. Les solutions sont appliquées proches du point d'ébullition, chaquetraitement dure  $30 \pm 1$  min. Le résidu est à chaque fois lavé à l'eau chaude, est filtré à l'aide de verre de fritte, le résidu est séché à l'étuve jusqu'à un poids constant. Ensuite, il est calciné pendant 5 h à  $400^{\circ}\text{C}$ .

La teneur en CB est calculée par la formule suivante :

$$\text{CB (\% MS)} = \left[ \frac{(P1 - P2)}{P0 \times \text{MS}} \times 100 \right] \times 100$$

Où :

P0 : poids de la prise d'essai

P1 : poids du verre + résidu après séchage à l'étuve (jusqu'à poids constant).

P2 : poids du verre + résidu après calcination.

#### IV-2-2-6- Teneur en matière azotée totale (%MS)

Led dosage de l'azote est effectué par la méthode de « Kjeldahl » (**Le coq, 1965**), qui consiste à une minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique, alcalinisation des produits de réaction, après la distillation et le titrage de l'ammoniac récupéré. Le taux de matières azotées totales ou protéines brutes est obtenu par convention en multipliant la teneur en azote par le coefficient 6,25.

La teneur en azote est donnée par la formule suivante :

$$\text{N (g)} = \frac{1,4 \times (V_1 - V_0) \times N}{P0}$$

Où :

V<sub>1</sub> : descente de burette de l'essai (ml).

V<sub>0</sub> : descente de burette de l'essai à blanc (ml).

N : la normalité de titrage de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

P0 : poids de la prise d'essai (g). MAT (% MS) = N(g) × 6,25.

### V- Les analyses statistiques

Les moyennes obtenues de tous les paramètres étudiés ont été comparées entre elles par l'analyse de la variance (ANOVA) en effectuant le test multiple de Fisher pour un seuil de signification de 5%.

Une analyse en composantes principales ACP pour la corrélation des différents paramètres.

Les différentes analyses sont faites par le logiciel XLSTAT.

CHAPITRE III  
RESULTATS ET DISCUSSIONS

## I- Analyse des paramètres étudiés

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance pour chaque coupe et, par cycle pour les deux essais.

### I-1- Paramètres phénologiques

#### I-1-1- Hauteur de la végétation

##### I-1-1- Essai en pluvial

##### I-1-1-1- Par coupe

###### Coupe 1

La moyenne générale de la Hv de cette coupe est de  $35,24 \pm 4,02$ cm, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, le test du PPDS à 5% de 9,30cm (**Annexe I : Tab. 1**) nous a permis d'avoir cinq groupes qui se chevauchent et qui classent les cultivars de la hauteur la plus élevée 40,56cm pour Sardi 10 à la moins élevée 30,00cm pour Coussouls.

###### Coupe 2

Le test de l'analyse de la variance nous révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de 10,08cm (**Annexe I : Tab. 2**) a fait ressortir onze groupes qui se chevauchent, où le cultivar Sardi 10 a pris la hauteur la plus élevée 40,92cm et la hauteur la plus faible (29,10cm) est enregistrée pour Tamantit. La hauteur moyenne pour cette coupe est de  $35,29 \pm 3,97$ cm.

###### Coupe3

La hauteur de la végétation pour cette coupe a pris une moyenne générale de  $51,17 \pm 5,58$ cm, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de 11,76cm (**Annexe I : Tab. 3**) a fait ressortir sept groupes qui se chevauchent, où le cultivar à hauteur la plus élevée est Erfoud 1 avec la valeur de 57,82cm et Tamantit a pris la faible hauteur (42,46cm).

###### Coupe 4

La moyenne générale de la hauteur des cultivars est de  $27,87 \pm 10,32$ cm, l'analyse de la variance montre une différence hautement significative (**Annexe I : Tab. 4**). Le test du PPDS à 5% nous a permis d'obtenir deux groupes distincts, Erfoud 1 constitue le premier avec une valeur de 53,40cm suivi par le cultivar Rich 2 (28,93cm). La plus faible hauteur 23,00cm est enregistrée pour ABT 805.

##### I-1-1-2- Par cycle

La hauteur moyenne générale des cultivars durant le cycle à l'essai en pluvial est de  $37,39 \pm 4,09$ cm, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative (**Annexe I : Tab. 5**). Le test du PPDS à 5% de 9,76cm a fait ressortir huit groupes, le premier distinct compte un seul cultivar Erfoud 1 avec la hauteur la plus élevée (45,91cm), et les autres groupes se chevauchent dont le 2<sup>me</sup> groupe « B » comporte les cultivars à hauteur aussi élevée Sardi 10 et Ameristand 801s ayant des valeurs respectivement de 41,52cm et

40,24cm. Les cultivars Gabes-2355 et Coussouls enregistrent des faibles hauteurs (33,71cm et 33,66cm respectivement). Tamantit, le cultivar local a pris la plus faible hauteur (32,26cm).

Le tableau 12 donne les moyennes et les groupes de moyennes des variétés pour l'essai.

### **I-1-2- Essai en irrigué**

#### **I-1-2-1- Par coupe**

##### **Coupe 1**

La moyenne générale de la Hv de cette coupe hivernale est de  $18,52 \pm 4,52$ cm, où les hauteurs sont comprises entre un maximum de 25,50cm pour Ameristand 801s et un minimum de 12,46cm pour Magali. L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative (**Annexe I : Tab. 6**) et le test du PPDS permet d'avoir sept groupes qui se chevauchent.

##### **Coupe 2**

La hauteur moyenne générale de cette coupe est de  $36,14 \pm 4,54$ cm, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative et, fait ressortir avec le test du PPDS à 5% de 10,58cm (**Annexe I : Tab. 7**) quatre groupes dont le cultivar Ameristand 801s a pris la meilleur hauteur (41,25cm) et Prosementi la plus faible (30,04cm).

##### **Coupe 3**

La hauteur moyenne générale des cultivars pour cette coupe est de  $43,01 \pm 6,33$ cm, l'analyse de la variance montre une différence significative (**Annexe I : Tab. 8**). Le test du PPDS à 5% nous a permis d'avoir un seul groupe dont la valeur maximale enregistrée 46,92cm revient à Demnat. Le cultivar enregistrant la faible hauteur est ABT 805 (38,90cm).

##### **Coupe 4**

La hauteur moyenne des cultivars de la coupe est de  $34,49 \pm 3,69$ cm, l'analyse de la variance montre une différence hautement significative (**Annexe I : Tab. 9**). Le test du PPDS à 5% de 7,32cm nous a permis d'obtenir le classement de sept groupes, où Demnat et Ecotipo Siciliano prennent les hauteurs les plus élevées de la coupe respectivement de 38,75cm et 38,56cm et la hauteur minimale revient à Siriver (29,82cm).

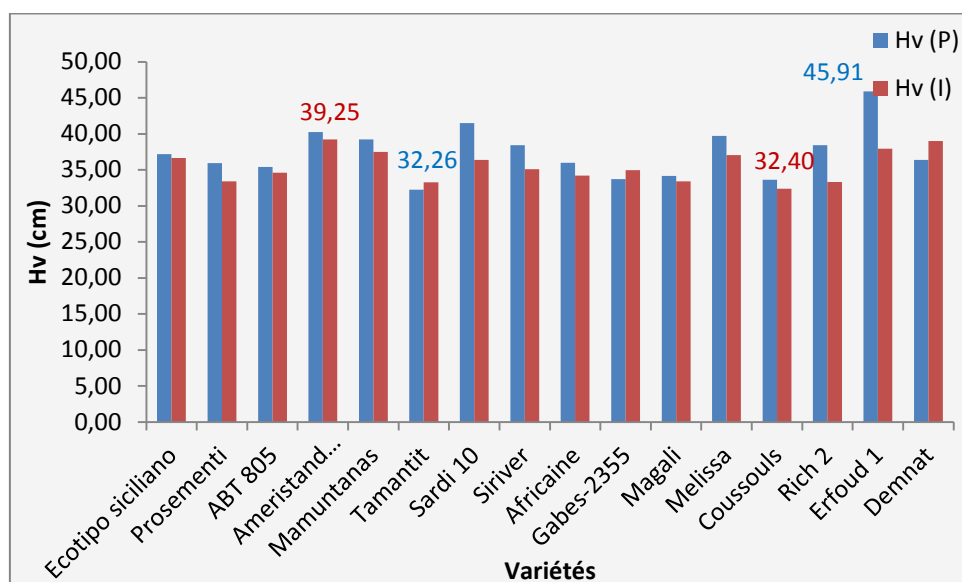
#### **I-1-2-2- Par cycle**

La hauteur moyenne générale des cultivars durant le cycle à l'essai en irrigué est de  $35,53 \pm 2,99$ cm. Le test d'Anova montre une différence très hautement significative et avec le test du PPDS à 5% d'une valeur de 6,48cm (**Annexe I : Tab. 10**) a fait ressortir six groupes non distincts, dont le classement montre les cultivars a hauteurs les plus élevées Ameristand 801s Demnat et Erfoud 1 qui ont pris les valeurs 39,25cm, 39,01cm et 37,93cm respectivement, et les cultivars enregistrant les faibles hauteurs Rich 2, Tamantit et Coussouls avec les valeurs respectivement de 33,32cm, 33,26cm et 32,40cm.

Les moyennes obtenues et les groupes de moyennes sont cités au tableau 13.

La hauteur de la végétation des cultivars montre ses valeurs élevées notamment à l'essai conduit en pluvial (**Fig. 10**).

## RESULTATS ET DISCUSSIONS



**Figure 10 :** Variation de la Hv (cm) des seize variétés pour les deux modes.

**Tableau 12 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes de la Hv (cm) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	32,57 CDE	35,33 DEFG	52,50 ABCDEF	28,36 B	37,19 CDEFG
Prosementi	30,67 DE	34,65 EFGH	50,15 BCDEF	28,29 B	35,94 EFG
ABT 805	37,11 AB	33,75 FGHI	47,81 EFG	23,00 B	35,42 FGH
Ameristand 801s	40,10 A	39,13 AB	54,49 ABC	27,26 B	40,24 BC
Mamuntanas	39,10 A	39,06 AB	53,92 ABCDE	24,93 B	39,25 BCDE
Tamantit	33,75 BCD	29,10 K	42,46 G	23,72 B	32,26 H
Sardi 10	40,56 A	40,92 A	56,19 AB	28,42 B	41,52 B
Siriver	37,01 AB	38,61 ABC	52,86 ABCDEF	25,26 B	38,44 BCDEF
Africaine	35,13 BC	32,97 GHI	48,58 CDEF	27,21 B	35,97 EFG
Gabes-2355	31,54 CDE	29,81 JK	46,79 FG	26,71 B	33,71 GH
Magali	32,53 CDE	31,10 IJK	49,71 CDEF	23,38 B	34,18 GH
Melissa	39,25 A	36,74 BCDE	54,33 ABCD	28,58 B	39,73 BCD
Coussouls	30,00 E	32,47 HIJ	48,33 DEFG	23,82 B	33,66 GH
Rich 2	34,83 BC	36,85 BCDE	53,15 ABCDE	28,93 B	38,44 BCDEF
Erfoud 1	34,47 BC	37,94 BCD	57,82 A	53,40 A	45,91 A
Demnat	35,19 BC	36,15 CDEF	49,67 CDEF	24,63 B	36,41 DEFG

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.



**Tableau 13 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes de la Hv (cm) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	16,78 DEFG	37,64 ABC	45,17 A	38,56 AB	36,65 ABCD
Prosmenti	13,58 FG	30,04 D	42,57 A	34,33 BCDEF	33,41 EF
ABT 805	18,26 CDE	37,44 ABC	38,90 A	32,96 DEFG	34,63 CDEF
Ameristand 801s	25,50 A	41,25 A	45,82 A	35,44 ABCDE	39,25 A
Mamuntanas	20,63 BCD	41,00 AB	44,51 A	32,38 EFG	37,50 ABC
Tamantit	19,94 BCD	32,65 D	40,72 A	33,81 CDEFG	33,26 EF
Sardi 10	22,10 ABC	38,35 AB	41,75 A	34,03 CDEFG	36,39 ABCDE
Siriver	17,25 DEF	38,04 AB	46,26 A	29,82 G	35,13 BCDEF
Africaine	15,51 EFG	31,49 D	41,93 A	37,63 ABC	34,22 DEF
Gabes-2355	20,50 BCD	37,33 ABC	41,68 A	36,88 ABCD	34,97 BCDEF
Magali	12,46 G	31,35 D	43,90 A	33,78 CDEFG	33,41 EF
Melissa	19,89 BCD	39,43 AB	42,10 A	33,88 CDEFG	37,06 ABCD
Coussouls	13,86 FG	31,07 D	39,86 A	33,69 CDEFG	32,40 F
Rich 2	17,76 CDEF	33,67 CD	39,82 A	30,71 FG	33,32 EF
Erfoud 1	18,53 CDE	40,50 AB	46,29 A	35,28 ABCDE	37,93 AB
Demnat	23,79 AB	37,00 BC	46,92 A	38,75 A	39,01 A

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## I-1-2- Recouvrement linéaire

### I-1-2-1- Essai en pluvial

#### I-1-2-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

La moyenne générale du RecL de cette coupe est de  $34,22 \pm 10,13\%$ , l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative entre les moyennes, et, le test du PPDS à 5% de 19,54% (**Annexe I : Tab. 11**) nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent, où le cultivar Melissa prend la valeur la plus élevée (43,58%), tandis que Gabes-2355 et Rich 2 prennent les valeurs les plus faibles, respectivement 27,51% et 26,88%.

##### Coupe 2

La moyenne générale de cette coupe est de  $51,74 \pm 11,76\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas une différence significative entre les moyennes (**Annexe I : Tab. 12**). Le test du PPDS à 5% de 18,98% nous a permis d'obtenir deux groupes qui se chevauchent fortement, où le

cultivar Magali enregistre la valeur la plus élevée (61,25%) contrairement au cultivar Siriver qui enregistre la valeur la moins élevée (43,25%).

### Coupe 3

La moyenne générale du RecL de cette coupe est de  $30,77 \pm 12,10\%$ , l'analyse de la variance montre une différence significative entre les moyennes (**Annexe I : Tab. 13**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 21,94% a fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, dont les cultivars Gabes-2355 et Ecotipo Siciliano prennent les valeurs les plus élevées respectivement 42,50% et 42,00%, tandis que la valeur la moins élevée 24,50% est enregistrée pour les cultivars ABT 805, Demnat et Siriver.

### Coupe 4

La moyenne générale que prend cette coupe est de  $29,78 \pm 11,32\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe I : Tab. 14**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 19,66% nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent, dont le cultivar Ecotipo Siciliano prend la valeur la plus élevée (42,50%) et le cultivar local Tamantit a pris la plus faible valeur (23,25%).

### I-1-2-1-2- Par cycle

La moyenne générale du recouvrement linéaire durant le cycle pour l'essai en pluvial est de  $37,43 \pm 10,33\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe I : Tab. 15**). Le test du PPDS à 5% fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, où le cultivar à valeur maximale est Ecotipo Siciliano a un taux de recouvrement de 47,11% suivi de Gabes-2355 (45,67%), tandis que le cultivar local Tamantit et le cultivar Siriver enregistrent les plus faibles recouvrements, respectivement de 33,33% et 30,75%.

Le tableau 14 cite les différentes moyennes et groupes de moyennes de l'essai.

### I-1-2-2- Essai en irrigué

#### I-1-2-2-1- Par coupe

##### Coupe 1

L'analyse de la variance de cette 1<sup>ère</sup> coupe pour le RecL révèle une différence hautement significative et le test du PPDS à 5% d'une valeur 41,16cm (**Annexe I : Tab. 16**) donne le classement de quatre groupes, où le cultivar Ameristand 801s est le plus couvrant avec une valeur de 68,50% et le moins couvrant est Magali (19,75%). La moyenne générale de l'essai est de  $38,88 \pm 21,02\%$  .

##### Coupe 2

L'analyse de la variance de cette coupe hivernale nous révèle une différence très hautement significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 18,85% (**Annexe I : Tab. 17**) a fait ressortir sept groupes qui classent les cultivars du plus couvrant Ameristand 801s avec la valeur 88,25% au moins couvrant, Africaine d'une valeur de 65,00%, avec un recouvrement moyen général de  $75,66 \pm 8,89\%$ .

##### Coupe 3

Le recouvrement moyen de cette coupe printanière est de  $58,92 \pm 14,98\%$ , pas de différence significative entre les moyennes des cultivars (**Annexe I : Tab. 18**). Le test du PPDS à 5% de

24,88% a fait ressortir trois groupes non distincts et classent les cultivars du plus couvrant Ameristand 801 avec la valeur 72,50% aux cultivars les moins couvrants de la coupe, Africaine et Prosementi avec la valeur 46,25%.

#### Coupe 4

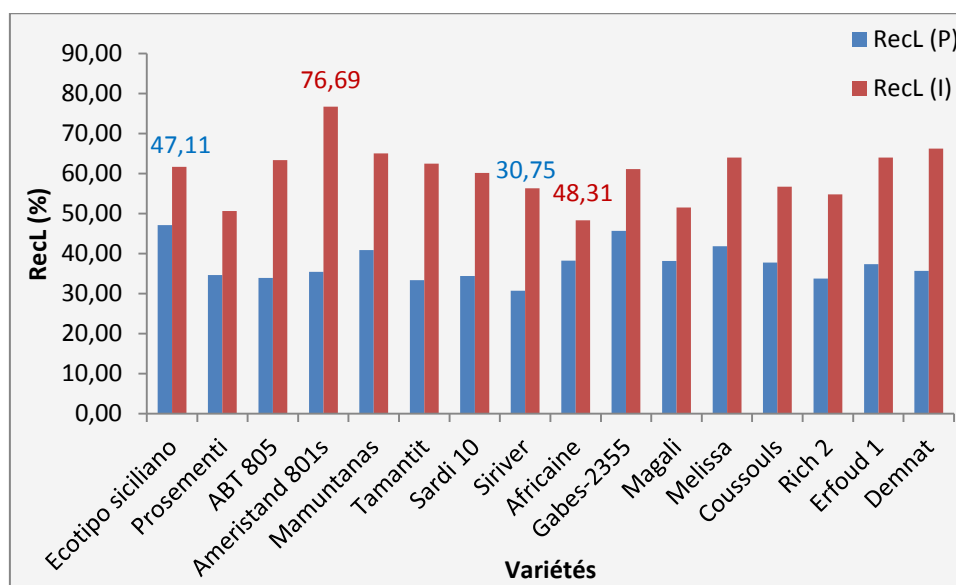
Le recouvrement linéaire moyen des cultivars de cette coupe estivale est de  $64,53 \pm 11,84\%$ , le test d'Anova ne montre pas de différence significative et fait ressortir avec le test du PPDS à 5% de 19,29% (**Annexe I : Tab. 19**) trois groupes se chevauchant entre eux. Ameristand 801s a pris le taux le plus élevé 76,97% suivi par ABT 805 (69,91%). Africaine a enregistré le taux le plus faible (52,37%).

#### I-1-2-2-2- Par cycle

Le recouvrement moyen des cultivars durant le cycle à l'essai en irrigué est de  $60,18 \pm 12,27\%$ , le test d'Anova ne montre pas de différence significative (**Annexe I : Tab. 20**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 21,79% a fait ressortir trois groupes qui se chevauchent, qui montrent Ameristand 801s le plus couvrant avec la valeur 76,69% suivi par Demnat et Mamuntanas ayant des valeurs respectivement de 66,25% et 65,00%, et les cultivars à recouvrement faible de l'essai sont Magali, Prosementi et Africaine qui prennent les valeurs respectives de 51,50%, 50,63% et 48,31%.

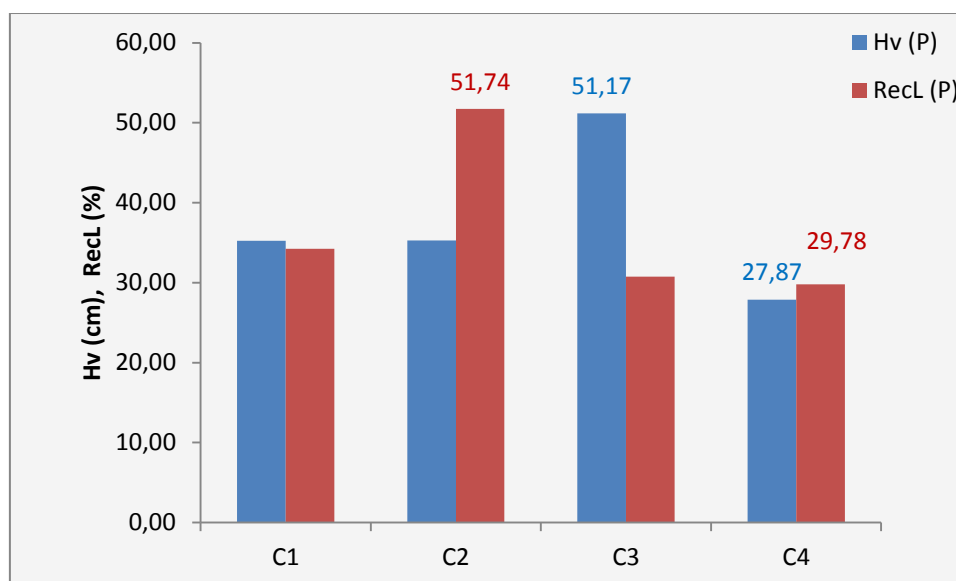
Les différentes moyennes et groupes de moyennes sont mentionnés au tableau 15.

Le taux de recouvrement linéaire montre la supériorité à l'essai conduit en irrigué où Ameristand 801s a pris la valeur la plus élevée 76,69%, et la minimum est enregistrée chez Siriver 30,75% pour l'essai en pluvial (**Fig.11**).



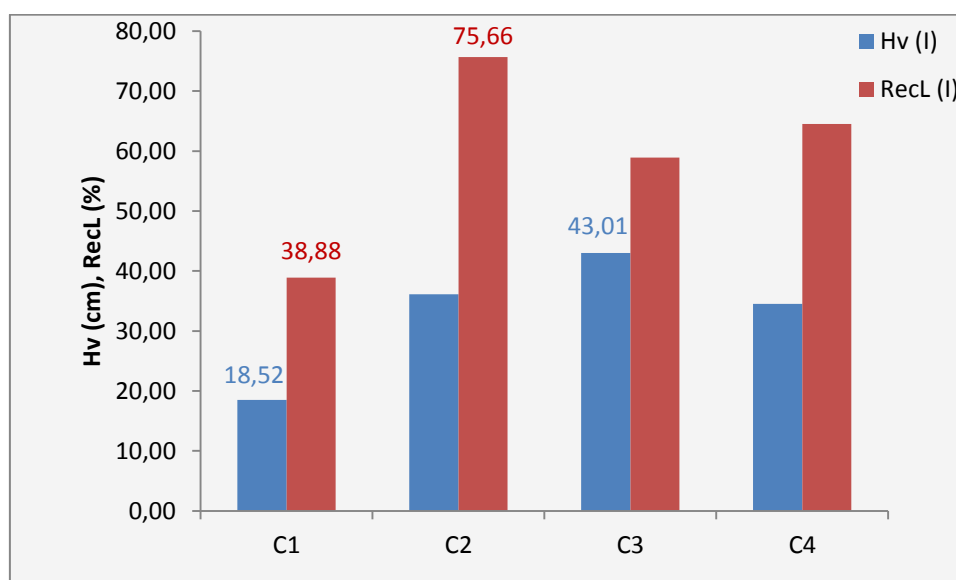
**Figure 11:** Variation du Recl (%) des seize variétés pour les deux modes.

A l'essai en pluvial la 3<sup>me</sup> coupe (printanière) a pris la hauteur la plus élevée, et la faible hauteur revient à la dernière coupe (n 4) estivale. A l'essai en irrigué on trouve la coupe à hauteur plus élevée est encore n 3 (printanière), alors que la coupe n1 enregistre la faible hauteur.



**Figure 12 :** Variation de la Hv (cm) moyenne et du Recl (%) moyen par coupe pour l'essai en pluvial.

Le recouvrement linéaire enregistre un taux élevé à l'essai en pluvial chez la coupe printanière n 2 et le plus faible est marqué chez la coupe estivale (n 4). Pour l'essai en irrigué le recouvrement a enregistré ses taux extrêmes pour les coupes hivernales soit la deuxième coupe qui a pris le taux le plus élevé alors que le taux le plus faible est enregistré pour la coupe n1.



**Figure 13 :** Variation de la Hv (cm) moyenne et du Recl (%) moyen par coupe pour l'essai en irrigué.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 14 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RecL (%) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	31,27 BC	56,82 AB	42,00 A	42,50 A	47,11 A
Prosmenti	30,95 BC	46,50 AB	28,75 AB	28,75 ABC	34,67 AB
ABT 805	34,70 ABC	51,50 AB	24,50 B	25,75 BC	33,92 AB
Ameristand 801s	30,83 BC	51,25 AB	27,50 AB	27,50 BC	35,42 AB
Mamuntanas	41,14 AB	57,50 AB	32,50 AB	32,50 ABC	40,83 AB
Tamantit	37,96 ABC	50,25 AB	26,50 B	23,25 C	33,33 AB
Sardi 10	40,60 AB	46,50 AB	30,00 AB	26,75 BC	34,42 AB
Siriver	29,90 BC	43,25 B	24,50 B	24,50 BC	30,75 B
Africaine	33,21 ABC	52,75 AB	31,75 AB	30,25 ABC	38,25 AB
Gabes-2355	27,51 C	55,75 AB	42,50 A	38,75 AB	45,67 A
Magali	32,60 ABC	61,25 A	26,50 B	26,75 BC	38,17 AB
Melissa	43,58 A	53,00 AB	38,75 AB	33,75 ABC	41,83 AB
Coussouls	31,71 ABC	50,75 AB	31,25 AB	31,25 ABC	37,75 AB
Rich 2	26,88 C	47,00 AB	27,50 AB	26,75 BC	33,75 AB
Erfoud 1	33,45 ABC	46,25 AB	33,25 AB	32,50 ABC	37,33 AB
Demnat	41,28 AB	57,50 AB	24,50 B	25,00 BC	35,67 AB

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 15** : Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RecL (%) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	30,25 CD	81,50 ABC	63,75 ABC	68,50 ABC	61,69 ABC
Prosmenti	24,50 CD	66,75 G	46,25 C	57,54 BC	50,63 BC
ABT 805	37,00 BCD	78,75 ABCDE	62,50 ABC	69,91 AB	63,31 ABC
Ameristand 801s	68,50 A	88,25 A	72,50 A	76,97 A	76,69 A
Mamuntanas	42,75 BCD	86,00 AB	60,00 ABC	68,44 ABC	65,00 AB
Tamantit	47,50 ABC	70,25 EFG	65,75 ABC	65,84 ABC	62,44 ABC
Sardi 10	41,50 BCD	76,75 BCDEF	60,00 ABC	62,73 ABC	60,19 BC
Sriver	38,25 BCD	74,50 CDEFG	51,25 BC	58,87 BC	56,31 BC
Africaine	27,00 CD	65,00 G	46,25 C	52,37 C	48,31 C
Gabes-2355	45,50 ABC	74,00 CDEFG	58,75 ABC	64,02 ABC	61,13 ABC
Magali	19,75 D	67,50 FG	55,00 ABC	59,60 BC	51,50 BC
Melissa	38,25 BCD	80,75 ABCD	63,25 ABC	69,84 AB	64,00 ABC
Coussouls	23,75 CD	76,75 BCDEF	56,25 ABC	64,57 ABC	56,69 BC
Rich 2	33,50 BCD	71,75 DEFG	51,25 BC	58,93 BC	54,75 BC
Erfoud 1	45,75 ABC	77,75 BCDE	61,25 ABC	67,86 ABC	64,00 ABC
Demnat	58,25 AB	74,25 CDEFG	68,75 AB	66,53 ABC	66,25 AB

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

### I-1-3- Rendement en matière sèche

#### I-1-3-1- Essai en pluvial

##### I-1-3-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

La moyenne du rendement en matière sèche des cultivars pour la coupe est de  $1,59 \pm 0,69$  tMS/ha, l'analyse de la variance nous révèle une différence significative (**Annexe I : Tab. 21**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,26 tMS/ha nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent, dont le premier « A » contient les deux cultivars Mamuntanas et Erfoud 1 avec les valeurs les plus élevées : 2,68 et 2,15 tMS/ha respectivement, tandis que le cultivar Tamantit a pris la valeur la plus faible (0,98 tMS/ha).

### Coupe 2

Le test d'Anova nous montre une différence hautement significative et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,33 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 22**) a fait ressortir cinq groupes qui se chevauchent. La valeur maximale est de 2,75 tMS/ha revient à Mamuntanas et la valeur la plus faible (1,16 tMS/ha) est enregistrée chez Africaine. La moyenne générale du rendement en matière sèche de cette coupe printanière est de  $1,96 \pm 0,66$  tMS/ha.

### Coupe 3

La moyenne générale du rendement en matière sèche de cette coupe printanière est de  $2,06 \pm 0,55$  tMS/ha, l'analyse de la variance nous révèle une différence significative (**Annexe I : Tab. 23**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,04 tMS/ha a fait l'objet de ressortir quatre groupes qui se chevauchent. Le cultivar le plus productif est Mamuntanas avec une valeur de 2,48 tMS/ha, Tamantit et Demnat prennent les valeurs les plus faibles respectivement de 1,55 et 1,47 tMS/ha.

### Coupe 4

La moyenne de cette coupe estivale est de  $0,44 \pm 0,26$  tMS/ha, pas de différence significative entre les moyennes de l'essai (**Annexe I : Tab. 24**). Le test du PPDS à 5% de 0,44 tMS/ha fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, qui permet de classer les cultivars avec le rendement le plus élevé, Melissa avec une valeur de 0,64 tMS/ha et le cultivar le moins productif Coussouls avec la valeur de 0,17%.

### I-1-3-1-2- Par cycle

Le rendement moyen produit en matière sèche durant le cycle pour l'essai en pluvial est de  $6,05 \pm 1,78$  tMS/ha. L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative et le test du PPDS à 5% de 3,45 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 25**) a fait ressortir six groupes qui se chevauchent, où le rendement est compris entre la valeur maximale 8,34 tMS/ha pour la variété Mamuntanas suivie par Erfoud 1, Rich 2 et Ecotipo Siciliano avec les rendements respectifs de 7,60, 7,05 et 6,95 tMS/ha. Les valeurs minimales de 4,88, 4,70 et 4,50 tMS/ha respectivement pour Demnat, Africaine et Tamantit.

Les moyennes et groupes de moyennes sont cités au tableau 16.

### 3-2- Essai en irrigué

#### I-1-3-2-1- Par coupe

##### Coupe 1

L'analyse de la variance pour cette 1<sup>ère</sup> coupe hivernale révèle une différence très hautement significative et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 0,85 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 26**) nous a permis d'obtenir le classement de cinq groupes qui se chevauchent, où le cultivar le plus productif de l'essai est Ameristand 801s avec une valeur de 1,35 tMS/ha, tandis que le moins productif est Magali avec une valeur de 0,31 tMS/ha. La moyenne générale que prend cette coupe est de  $0,76 \pm 0,41$  tMS/ha.

##### Coupe 2

La moyenne générale pour le rendement en matière sèche de cette coupe est de  $1,17 \pm 0,40$  tMS/ha, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative et le test

du PPDS à 5% de 0,87 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 27**) a fait ressortir le classement de huit groupes, où le cultivar Mamuntanas a donné le rendement le plus élevé (1,74 tMS/ha) et Africaine le rendement le plus faible (0,68 tMS/ha).

### Coupe 3

Le rendement moyen en matière sèche de cette coupe est de  $1,74 \pm 0,60$  tMS/ha, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative et fait ressortir avec le test du PPDS à 5% d'une valeur de 0,87 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 28**) deux groupes non distincts. Les cultivars ayant le rendement le plus élevé sont Erfoud 1 et Ameristand 801s avec les valeurs respectives de 2,30 et 2,21 tMS/ha, alors que les cultivars les moins productifs pour cette coupe sont Magali et Rich 2 qui ont pris les valeurs respectivement de 1,44 et 1,38 tMS/ha.

### Coupe 4

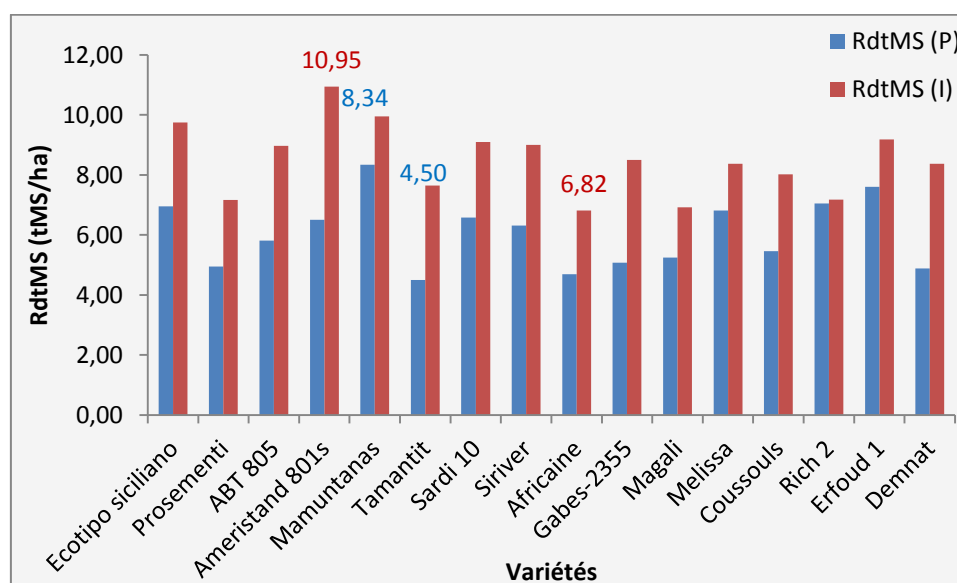
Le rendement moyen général de cette coupe est de  $1,18 \pm 0,37$  tMS/ha, le test d'Anova montre une différence significative (**Annexe I : Tab. 29**) et fait ressortir cinq groupes avec une valeur maximale de 1,64 tMS/ha pour Ameristand 801s et une valeur minimale de 0,76 tMS/ha pour ABT 805.

### I-1-3-2-2- Par cycle

La production annuelle moyenne des cultivars durant le cycle à l'essai irrigué est de  $8,49 \pm 1,95$  tMS/ha, le test d'Anova ne montre pas de différence significative et fait ressortir avec le test du PPDS à 5% d'une valeur de 3,35 tMS/ha (**Annexe I : Tab. 30**) quatre groupes d'une même taille qui se chevauchent et qui montrent les cultivars les plus productifs de l'essai (Ameristand 801s, Mamuntanas et Ecotipo Siciliano) avec les valeurs respectives de 10,95, 9,95 et 9,75 tMS/ha, et les cultivars Rich 2, Prosementi, Magali et Africaine sont les moins productifs de l'essai avec les valeurs 7,18, 7,17, 6,92 et 6,82 tMS/ha respectivement.

Le tableau 17 donne les différentes moyennes et les groupes de moyennes.

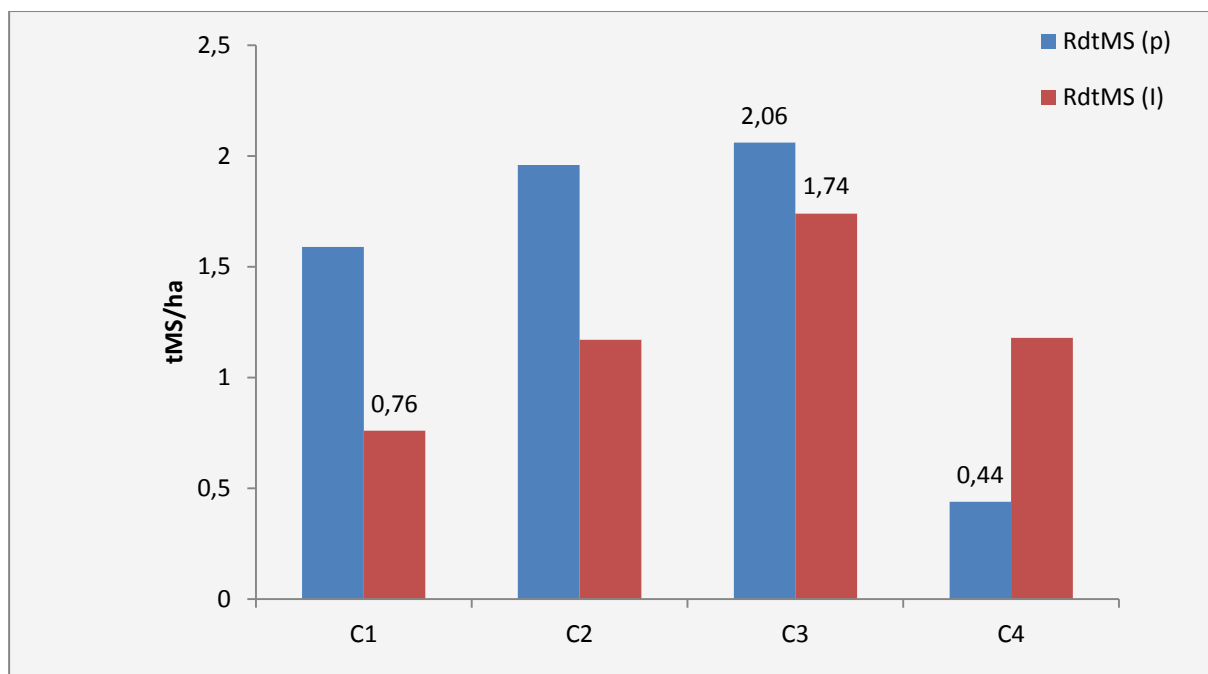
Le rendement en matière sèche a pris des valeurs élevées pour toutes les variétés à l'essai conduit en irrigué par rapport à celui du pluvial (**Fig.14**).



**Figure 14 :** Variation du RdtMS (tMS/ha) des seize variétés pour les deux modes.



Le rendement en matière sèche augmente de la première coupe jusqu'à la troisième pour les deux modes. En effet le plus faible rendement de l'essai en pluvial est marqué chez la dernière coupe (estivale), tandis qu'à l'essai en irrigué la coupe n1 (hivernale) exprime le faible rendement (**Fig. 15**).



**Figure 15:** Variation du RdtMS (tMS/ha) moyen par coupe pour les deux modes.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 16 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RdtMS (tMS/ha) par coupe et par cycle pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	1,69 BC	2,40 ABC	2,36 A	0,50 AB	6,95 ABCD
Prosmenti	1,05 C	1,58 DE	2,02 ABCD	0,31 AB	4,95 CDEF
ABT 805	1,49 BC	1,82 BCDE	2,19 ABC	0,31 AB	5,82 BCDEF
Ameristand 801s	1,64 BC	2,19 ABCD	2,17 ABC	0,51 AB	6,51 ABCDEF
Mamuntanas	2,68 A	2,75 A	2,48 A	0,43 AB	8,34 A
Tamantit	0,98 C	1,46 DE	1,55 CD	0,51 AB	4,50 F
Sardi 10	1,57 BC	2,44 ABC	2,02 ABCD	0,55 A	6,58 ABCDEF
Sriver	1,71 BC	1,94 BCD	2,35 A	0,31 AB	6,31 ABCDEF
Africaine	1,37 BC	1,16 E	1,57 BCD	0,60 A	4,70 EF
Gabes-2355	1,24 C	1,60 DE	1,61 BCD	0,62 A	5,07 CDEF
Magali	1,57 BC	1,45 DE	2,03 ABCD	0,19 B	5,25 CDEF
Melissa	1,78 BC	2,16 ABCD	2,24 AB	0,64 A	6,81 ABCDE
Coussouls	1,43 BC	1,74 CDE	2,12 ABCD	0,17 B	5,46 BCDEF
Rich 2	1,73 BC	2,50 AB	2,38 A	0,44 AB	7,05 ABC
Erfoud 1	2,15 AB	2,42 ABC	2,44 A	0,58 A	7,60 AB
Demnat	1,28 C	1,72 CDE	1,47 D	0,41 AB	4,88 DEF

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 17 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes du RdtMS (tMS/ha) par coupe et par cycle pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	0,51 DE	1,51 ABC	1,92 AB	1,28 ABCD	9,75 ABC
Prosmenti	0,34 E	0,85 FGH	1,61 AB	1,05 BCDE	7,17 CD
ABT 805	0,88 BCD	1,36 ABCD	1,71 AB	0,76 E	8,97 ABCD
Ameristand 801s	1,35 A	1,69 AB	2,21 AB	1,64 A	10,95 A
Mamuntanas	0,96 ABCD	1,74 A	1,84 AB	0,96 CDE	9,95 AB
Tamantit	0,78 BCDE	0,86 EFGH	1,72 AB	1,42 ABC	7,64 BCD
Sardi 10	0,88 BCD	1,27 CDE	1,97 AB	1,25 ABCD	9,09 ABCD
Siriver	0,86 BCD	1,21 CDEF	1,83 AB	1,02 BCDE	9,00 ABCD
Africaine	0,51 DE	0,68 H	1,45 AB	1,09 BCDE	6,82 D
Gabes-2355	0,95 ABCD	0,95 DEFGH	1,64 AB	1,46 AB	8,50 ABCD
Magali	0,31 E	0,78 GH	1,44 B	0,92 DE	6,92 D
Melissa	0,74 BCDE	1,25 CDEF	1,67 AB	1,22 ABCD	8,37 ABCD
Coussouls	0,36 E	1,18 CDEFG	1,49 AB	1,14 BCDE	8,02 BCD
Rich 2	0,62 CDE	1,06 DEFGH	1,38 B	0,92 DE	7,18 CD
Erfoud 1	1,00 ABC	1,33 BCD	2,30 A	1,40 ABC	9,18 ABCD
Demnat	1,10 AB	0,96 DEFGH	1,63 AB	1,42 ABC	8,37 ABCD

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## I-2- Paramètres de l'analyse fourragère

### I-2-1- Teneur en matière sèche

#### I-2-1-1- Essai en pluvial

##### I-2-1-1-1- Par coupe

###### Coupe 1

La valeur moyenne de la teneur en MS pour cette coupe est de  $92,77 \pm 1,43\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 1**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 2,41% fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent. La teneur maximale (94,20%) est enregistrée chez Tamantit, alors que la teneur minimale (91,55%) est enregistrée chez Rich 2.

###### Coupe 2

L'analyse de la variance de cette 2<sup>me</sup> coupe ne montre pas de différence significative, le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,41% (**Annexe II : Tab. 2**) fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. La teneur en MS maximale (93,70%) revient à Sardi 10, alors que la teneur la plus faible (91,85%) est enregistrée pour Erfoud 1. La teneur moyenne pour la coupe est de  $92,58 \pm 0,93\%$ .

###### Coupe 3

La moyenne générale de la teneur en MS pour la coupe est de  $92,85 \pm 1,06\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 3**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,47% fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. Les valeurs varient entre une valeur maximale de 93,90% pour Prosementi à une minimale de 92,00% pour Melissa.

###### Coupe 4

La teneur moyenne en MS pour cette coupe estivale est de  $91,90 \pm 1,26\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 4**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 2,11% fait ressortir trois groupes qui se chevauchent, dont Prosementi prend la valeur maximale (93,60%), et Sardi 10 celle la minimale (90,65%).

##### I-2-1-1-2- Par cycle

La teneur moyenne en MS des cultivars durant le cycle pour l'essai en pluvial est de  $92,53 \pm 0,58\%$ . L'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, le test du PPDS à 5% d'une valeur de 0,89% (**Annexe II : Tab. 5**) fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent. La teneur maximale enregistrée est de 93,10% pour Tamantit suivie par Prosementi (93,03%) et la faible teneur 91,89% est enregistrée pour Rich 2.

Les différentes moyennes et leurs groupes sont donnés au tableau 18.

### **I-2-1-2- Essai en irrigué**

#### **I-2-1-2-1- Par coupe**

##### **Coupe 1**

Pour cette coupe, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 6**), et, la moyenne générale enregistrée est de  $93,78 \pm 1,34\%$ . Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,69% fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, avec la teneur élevée de 94,90% revient au cultivar Demnat, et la plus faible teneur (92,80%) pour Africaine.

##### **Coupe 2**

Le test de l'analyse de la variance de cette coupe hivernale ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 7**), et la teneur moyenne est de  $92,27 \pm 2,08\%$ . Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,88% fait ressortir un seul groupe. Les valeurs oscillent entre un maximum de 93,00% pour Erfoud 1 et un minimum de 91,15% pour Magali.

##### **Coupe 3**

L'analyse de la variance pour cette coupe printanière ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 2,06% (**Annexe II : Tab. 8**) fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. Les valeurs de la teneur sont comprises entre un maximum de 95,65% pour Magali et un minimum de 93,20% pour Tamantit. La moyenne obtenue est de  $94,39 \pm 1,43\%$ .

##### **Coupe 4**

La teneur moyenne en MS pour cette coupe estivale est de  $92,64 \pm 1,33\%$ , et l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 9**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,58 % fait ressortir un seul groupe. Les valeurs sont comprises entre un maximum de 93,50% pour Demnat et un minimum de 91,80% pour Gabes-2355.

#### **I-2-1-2-2- Par cycle**

La teneur moyenne en MS des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $93,27 \pm 0,78\%$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% de 0,89 (**Annexe II : Tab. 10**) fait ressortir un seul groupe. Des teneurs maximales de 93,90% et 93,68% sont enregistrées respectivement pour Demnat et Prosementi, tandis que des minimales de 92,96% et 92,95% reviennent respectivement aux cultivars Rich 2 et ABT 805.

Les différentes moyennes ainsi que leurs groupes sont mentionnés au tableau 19.

La teneur en MS exprime les valeurs élevées des variétés, pour l'essai en irrigué. Tandis que, la variété locale Tamantit a montré la teneur élevée au mode pluvial, mais plus proche par rapport à celui de l'irrigué, ainsi, elle exprime la teneur maximale de l'essai en pluvial (Fig.16).

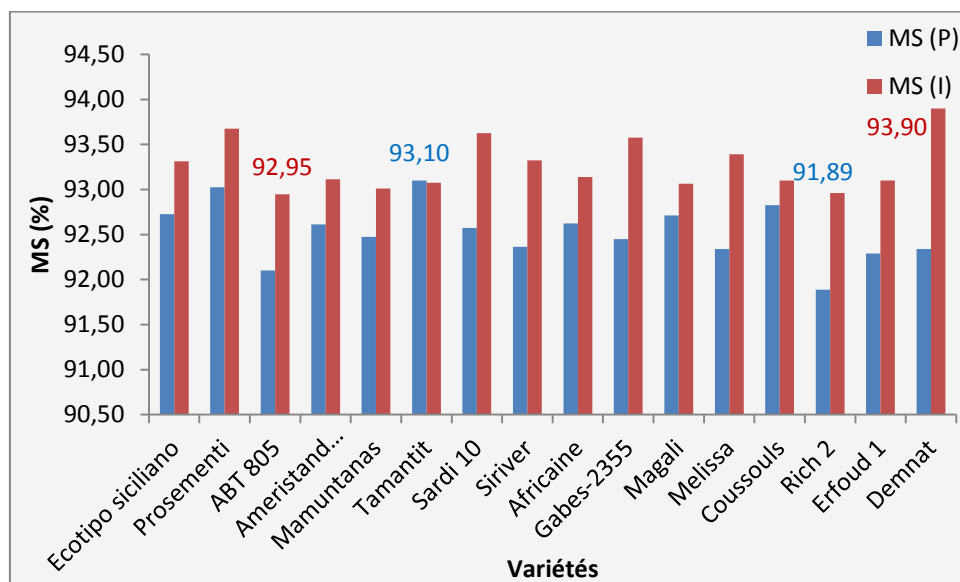


Figure 16: Variation de la teneur en MS (%) des seize variétés pour les deux modes.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 18 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MS% pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	92,65 ABCD	92,30 BC	93,75 AB	92,20 ABC	92,73 ABC
Prosmenti	91,75 BCD	92,85 ABC	93,90 A	93,60 A	93,03 AB
ABT 805	92,45 ABCD	92,65 ABC	92,40 ABC	90,90 BC	92,10 CD
Ameristand 801s	93,60 AB	92,35 BC	92,65 ABC	91,85 BC	92,61 ABCD
Mamuntanas	93,10 ABCD	92,20 BC	92,55 ABC	92,05 ABC	92,48 ABCD
Tamantit	94,20 A	93,50 AB	92,95 ABC	91,75 BC	93,10 A
Sardi 10	93,40 ABCD	93,70 A	92,55 ABC	90,65 C	92,58 ABCD
Sriver	92,70 ABCD	92,30 BC	92,85 ABC	91,60 BC	92,36 ABCD
Africaine	92,05 BCD	92,90 ABC	93,00 ABC	92,55 AB	92,63 ABCD
Gabes-2355	91,85 BCD	92,40 ABC	93,45 ABC	92,10 ABC	92,45 ABCD
Magali	93,50 ABC	92,60 ABC	92,60 ABC	92,15 ABC	92,71 ABC
Melissa	93,20 ABCD	92,45 ABC	92,00 C	91,70 BC	92,34 ABCD
Coussouls	93,40 ABCD	92,65 ABC	92,75 ABC	92,50 AB	92,83 ABC
Rich 2	91,55 D	92,35 BC	92,25 BC	91,40 BC	91,89 D
Erfoud 1	93,30 ABCD	91,85 C	92,60 ABC	91,40 BC	92,29 BCD
Demnat	91,65 CD	92,30 BC	93,35 ABC	92,05 ABC	92,34 ABCD

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 19** : Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MS% pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	93,40 AB	92,35 A	94,30 ABC	93,20 A	93,31 A
Prosmenti	94,35 AB	92,80 A	94,90 ABC	92,65 A	93,68 A
ABT 805	93,45 AB	91,85 A	94,53 ABC	91,95 A	92,95 A
Ameristand 801s	93,85 AB	92,75 A	93,65 ABC	92,20 A	93,11 A
Mamuntanas	93,30 AB	91,55 A	94,15 ABC	93,05 A	93,01 A
Tamantit	93,65 AB	92,05 A	93,20 C	93,40 A	93,08 A
Sardi 10	94,20 AB	92,80 A	94,65 ABC	92,85 A	93,63 A
Siriver	93,70 AB	92,40 A	94,25 ABC	92,95 A	93,33 A
Africaine	92,80 B	92,05 A	95,00 ABC	92,70 A	93,14 A
Gabes-2355	94,20 AB	92,95 A	95,35 AB	91,80 A	93,58 A
Magali	92,95 AB	91,15 A	95,65 A	92,50 A	93,06 A
Melissa	93,30 AB	92,50 A	95,10 ABC	92,67 A	93,39 A
Coussouls	94,85 A	91,85 A	93,35 BC	92,35 A	93,10 A
Rich 2	94,25 AB	91,75 A	94,00 ABC	91,85 A	92,96 A
Erfoud 1	93,40 AB	93,00 A	93,40 BC	92,60 A	93,10 A
Demnat	94,90 A	92,50 A	94,70 ABC	93,50 A	93,90 A

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## I-2-2- Teneur en matière organique

### I-2-2-1- Essai en pluvial

#### I-2-2-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

La valeur moyenne de la teneur en MO pour cette coupe hivernale est de  $85,28 \pm 2,69\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et le test du PPDS à 5% de 5,75%MS (**Annexe II : Tab. 11**) fait ressortir six groupes dont cinq se chevauchent et le dernier «F» distinct et contient un seul cultivar Tamantit a la valeur la moins élevée de 79,65%MS, alors que les teneurs maximales reviennent aux cultivars Ameristand 801s et ABT 805 avec des valeurs respectivement de 87,60%MS et de 87,30%MS.



### Coupe 2

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, le test du PPDS à 5% de 2,90%MS (**Annexe II : Tab. 12**) fait ressortir trois groupes dont le dernier distinct et contient les deux cultivars Tamantit et Gabes-2355 avec les teneurs respectivement de 84,60%MS et 84,45%MS, alors que la valeur maximale 88,25%MS revient aux deux cultivars Rich 2 et Mamuntanas, et la moyenne générale obtenue pour la teneur en MO de la coupe est de  $86,69 \pm 1,37\%$ MS.

### Coupe 3

Pour cette coupe printanière le test d'Anova révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 13**) et la moyenne générale de la teneur est de  $87,73 \pm 0,78\%$ MS. Le test du PPDS à 5% de 1,56%MS fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent, où les valeurs sont comprises entre un maximum de 88,55%MS pour Sardi 10 et un minimum de 86,25%MS pour Gabes-2355.

### Coupe 4

La teneur moyenne en MO pour la coupe est de  $90,71 \pm 1,00\%$ MS, l'analyse de la variance nous révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 14**). Le test du PPDS à 5% de 1,98%MS fait ressortir trois groupes qui se chevauchent, les valeurs sont comprises entre un maximum de 91,55%MS pour la variété Sardi 10 et un minimum de 89,60%MS pour Gabes-2355.

### I-2-2-1-2- Par cycle

La teneur moyenne en MO des cultivars durant le cycle au mode pluvial est de  $87,60 \pm 1,08\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative. Le test du PPDS à 5% de 0,89%MS (**Annexe II : Tab. 15**) fait ressortir six groupes qui se chevauchent, où les valeurs varient d'un maximum de 88,61%MS pour Mamuntanas à un minimum de 85,33%MS pour Tamantit.

Le tableau 20 donne les moyennes et les groupes de moyennes de l'essai.

### I-2-2-2- Essai en irrigué

#### I-2-2-2-1- Par coupe

##### Coupe 1

La teneur moyenne en MO de la coupe est de  $82,11 \pm 2,61\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% de 4,07%MS (**Annexe II : Tab. 16**) fait ressortir deux groupes qui se chevauchent. La teneur maximale (85,55%MS) revient à Ameristand 801s, tandis que la minimale (80,75%MS) est enregistrée chez Gabes-2355.

##### Coupe 2

La teneur moyenne pour cette coupe hivernale est de  $88,14 \pm 1,97\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% de 3,14%MS (**Annexe II : Tab. 17**) fait ressortir deux groupes qui se chevauchent. La teneur la plus élevée est de 89,25%MS enregistrée chez Ecotipo Siciliano et la teneur la plus faible (85,05%MS) est observée chez Sardi 10.

### Coupe 3

La teneur moyenne en MO obtenue pour la coupe est de  $88,58 \pm 1,00\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative, et le test du PPDS à 5% de  $1,99\%$ MS (**Annexe II : Tab. 18**) nous a permis d'obtenir cinq groupes qui se chevauchent, dont la teneur élevée ( $89,40\%$ MS) est enregistrée chez Prosementi et la plus faible teneur ( $86,95\%$ MS) pour Gabes-2355.

### Coupe 4

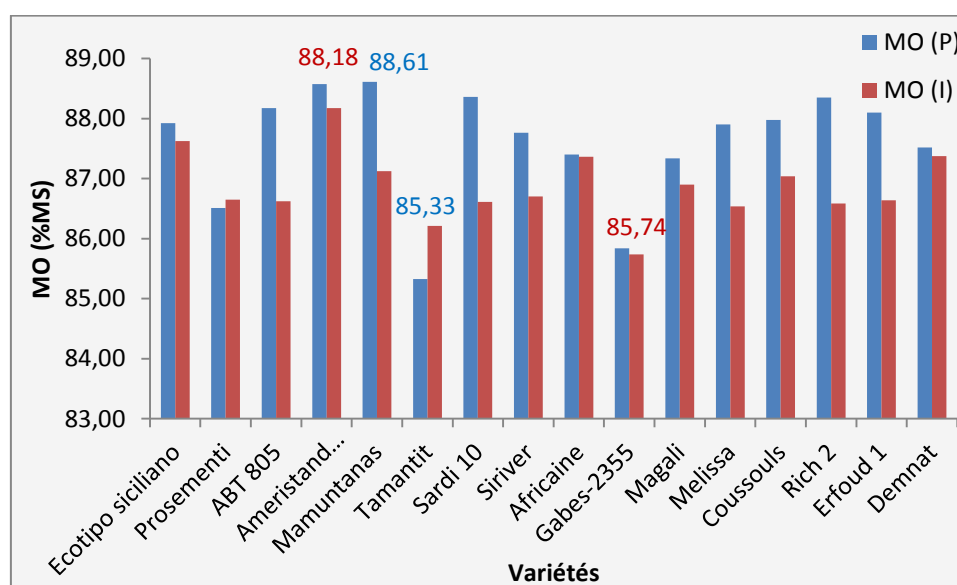
Pour cette coupe estivale la moyenne obtenue est de  $88,65 \pm 1,42\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 19**), le test du PPDS à 5% de  $2,27\%$ MS fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. Où les teneurs élevées ( $89,85\%$ MS et  $89,80\%$ MS) revenants respectivement aux cultivars Demnat et Africaine, tandis que les minimales  $87,70\%$ MS et  $87,00\%$ MS enregistrées respectivement chez Prosementi et Melissa.

#### I-2-2-2- Par cycle

La teneur moyenne en MO des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $86,87 \pm 1,00\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 20**). Les teneurs élevées  $88,18$ ,  $87,63$  et  $87,38\%$ MS sont enregistrées respectivement pour Ameristand 801s, Ecotipo Siciliano et Demnat. Alors que les plus faibles teneurs ( $86,54$ ,  $86,21$  et  $85,74\%$ MS) reviennent respectivement à Melissa, Tamantit et Gabes-2355.

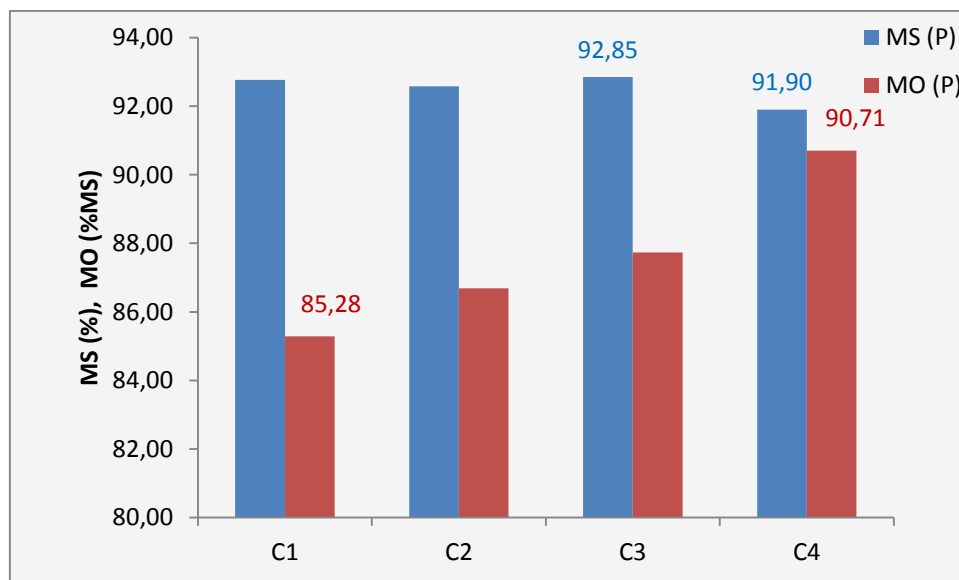
Les différentes moyennes et leurs groupes homogènes ou distincts sont montrés au tableau 21.

La teneur en MO des seize variétés exprime les valeurs élevées notamment pour l'essai conduit en pluvial (**Fig.17**).



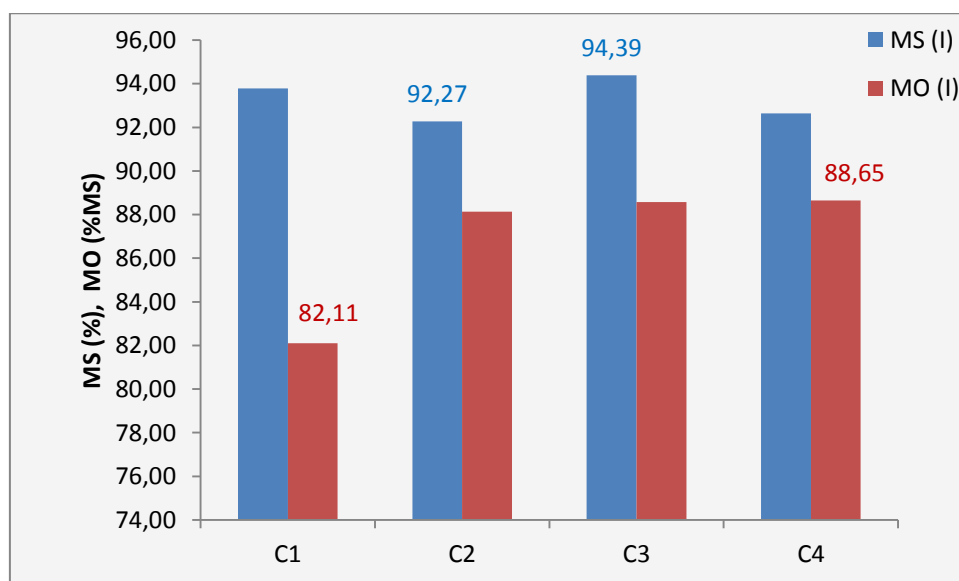
**Figure 17 :** Variation de la teneur en MO (%MS) des seize variétés pour les deux modes.

La répartition des différentes coupes pour la teneur moyenne en MS% montre des faibles contrastes. A l'essai en pluvial la troisième coupe (printanière) présente la teneur la plus élevée, et la coupe n 4 (estivale) a pris celle la plus faible (**Fig.18**). La coupe printanière n 3 de l'essai en irrigué enregistre le taux le plus élevé durant le cycle, tandis que la faible teneur en irrigué revient à la 2<sup>me</sup> coupe (hivernale) (**Fig.19**).



**Figure 18 :** Variation de la teneur en MS (%) moyenne et en MO (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.

En générale la teneur en MO progresse avec le numéro de la coupe.



**Figure 19 :** Variation de la teneur en MS (%) moyenne et en MO (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 20 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MO (%MS) pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	86,00 ABC	87,20 AB	87,75 ABC	90,75 ABC	87,93 ABC
Prosmenti	82,60 E	86,20 B	87,30 BC	89,95 BC	86,51 DE
ABT 805	87,30 AB	86,40 B	88,00 AB	91,00 AB	88,18 ABC
Ameristand 801s	87,60 A	87,60 AB	87,85 ABC	91,25 A	88,58 A
Mamuntanas	87,10 AB	88,25 A	88,05 AB	91,05 AB	88,61 A
Tamantit	79,65 F	84,60 C	87,00 CD	90,05 BC	85,33 F
Sardi 10	86,95 AB	86,40 B	88,55 A	91,55 A	88,36 AB
Sriver	85,40 ABCDE	87,25 AB	88,00 AB	90,40 ABC	87,76 ABC
Africaine	84,50 BCDE	86,75 B	87,70 ABC	90,65 ABC	87,40 C
Gabes-2355	83,05 DE	84,45 C	86,25 D	89,60 C	85,84 EF
Magali	83,80 CDE	86,85 AB	88,00 AB	90,70 ABC	87,34 CD
Melissa	86,65 ABC	86,60 B	87,75 ABC	90,60 ABC	87,90 ABC
Coussouls	86,25 ABC	87,00 AB	87,75 ABC	90,90 AB	87,98 ABC
Rich 2	86,10 ABC	88,25 A	88,00 AB	91,05 AB	88,35 AB
Erfoud 1	86,00 ABC	87,00 AB	88,15 AB	91,25 A	88,10 ABC
Demnat	85,60 ABCD	86,27 B	87,65 ABC	90,55 ABC	87,52 BC

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 21** : Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MO (%MS) pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	83,50 AB	89,25 A	88,95 AB	88,80 ABC	87,63 AB
Prosmenti	80,80 B	88,70 A	89,40 A	87,70 BC	86,65 BCD
ABT 805	80,90 B	88,40 A	88,53 ABCD	88,65 ABC	86,62 BCD
Ameristand 801s	85,55 A	89,05 A	89,00 AB	89,10 AB	88,18 A
Mamuntanas	82,40 AB	88,95 A	89,10 A	88,05 ABC	87,13 ABC
Tamantit	81,95 AB	86,70 AB	87,75 CDE	88,45 ABC	86,21 CD
Sardi 10	83,00 AB	85,05 B	89,20 A	89,20 AB	86,61 BCD
Siriver	80,95 B	88,45 A	89,15 A	88,25 ABC	86,70 BCD
Africaine	82,80 AB	87,95 A	88,90 ABC	89,80 A	87,36 ABC
Gabes-2355	80,75 B	86,60 AB	86,95 E	88,65 ABC	85,74 D
Magali	81,30 B	88,55 A	88,90 ABC	88,85 ABC	86,90 ABCD
Melissa	81,65 B	89,15 A	88,60 ABCD	87,00 C	86,54 BCD
Coussouls	82,05 AB	88,90 A	88,95 AB	88,25 ABC	87,04 ABCD
Rich 2	80,85 B	88,10 A	88,35 ABCD	89,05 AB	86,59 BCD
Erfoud 1	81,50 B	88,45 A	87,85 BCDE	88,75 ABC	86,64 BCD
Demnat	83,75 AB	88,20 A	87,70 DE	89,85 A	87,38 ABC

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

### I-2-3- Teneur en matière minérale

#### I-2-3-1- Essai en pluvial

##### I-2-3-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

Le test de l'analyse de la variance pour cette coupe révèle une différence hautement significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de 5,75%MS (**Annexe II : Tab. 21**) nous a permis d'obtenir six groupes dont le premier distinct et contient le seul cultivar Tamantit (20,35%MS), alors que les teneurs minimales 12,70%MS et 12,40%MS sont reviennent aux deux cultivars ABT 805 et Ameristand 801s respectivement. La moyenne de la teneur en MM obtenue est de  $14,72 \pm 2,69\%$ MS.

## Coupe 2

La moyenne générale des cultivars pour la teneur en MM de cette coupe printanière est de  $13,31 \pm 1,37\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 22**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $2,90\%$ MS nous a permis d'obtenir trois groupes, dont le premier distinct est constitué par les deux cultivars Gabes-2355 et Tamantit avec les valeurs respectivement  $15,55\%$ MS et  $15,40\%$ MS, alors que Mamuntanas et Rich 2 enregistrent la teneur la plus faible avec  $11,75\%$ MS.

## Coupe 3

La teneur moyenne en MM pour cette 3<sup>me</sup> coupe à l'essai en pluvial est de  $12,27 \pm 0,78\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $1,56\%$ MS (**Annexe II : Tab. 23**) nous a permis d'obtenir quatre groupes qui se chevauchent. Les valeurs sont comprises entre un maximum de  $13,75\%$ MS pour Gabes-2355 et un minimum de  $11,45\%$ MS pour Sardi 10.

## Coupe 4

Le test de l'analyse de la variance pour cette coupe révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 24**) avec une moyenne générale de  $9,29 \pm 1,00\%$ MS, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $1,98\%$ MS nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent. Les teneurs maximales  $10,40\%$  et  $10,05\%$ MS reviennent aux cultivars Gabes-2355 et Prosmenti respectivement, alors que la teneur minimale  $8,45\%$ MS revient à Sardi 10.

### I-2-3-1-2- Par cycle

La teneur moyenne en MM des cultivars durant le cycle au mode pluvial est de  $12,40 \pm 1,08\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $2,62\%$ MS (**Annexe II : Tab. 25**) fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, où la teneur maximale ( $14,68\%$ MS) enregistrée chez Tamantit, suivi par Gabes-2355 ( $14,16\%$ MS) et la minimale ( $11,39\%$ MS) chez Mamuntanas.

Les différentes moyennes et leurs groupes homogènes ou distincts sont montrés au tableau 22.

### I-2-3-2- Essai en irrigué

#### I-2-3-2-1- Par coupe

##### Coupe 1

La teneur moyenne en MM obtenue pour la coupe est de  $17,89 \pm 2,61\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $4,07\%$ MS (**Annexe II : Tab. 26**) fait ressortir deux groupes qui se chevauchent. La teneur maximale est de  $19,25\%$ MS enregistrée chez Gabes-2355, et la minimale  $14,45\%$ MS est observée chez Ameristand 801s.

##### Coupe 2

Cette 2<sup>me</sup> coupe a pris une teneur moyenne en MM de  $11,86 \pm 1,97\%$ MS, et, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative (**Annexe II : Tab. 27**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $3,14\%$ MS fait ressortir deux groupes qui se chevauchent, dont la teneur maximale ( $14,95\%$ MS) enregistrée chez la variété Sardi 10 suivie par Gabes-2355 ( $13,40\%$ MS), et les faibles teneurs ( $10,95\%$  et  $10,75\%$ MS) respectivement pour Ameristand 801s et Ecotipo Siciliano.

### Coupe 3

L'analyse de la variance pour la coupe révèle une différence hautement significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,99%MS (**Annexe II : Tab. 28**) nous a permis d'obtenir cinq groupes qui se chevauchent, dont la teneur maximale (13,05%MS) revient au cultivar Gabes-2355 suivi par Demnat (12,30%MS), et les minimales 10,80%MS et 10,60%MS respectivement pour Sardi 10 et Prosementi. La moyenne générale des cultivars est de  $11,42 \pm 1,00\%$ MS.

### Coupe 4

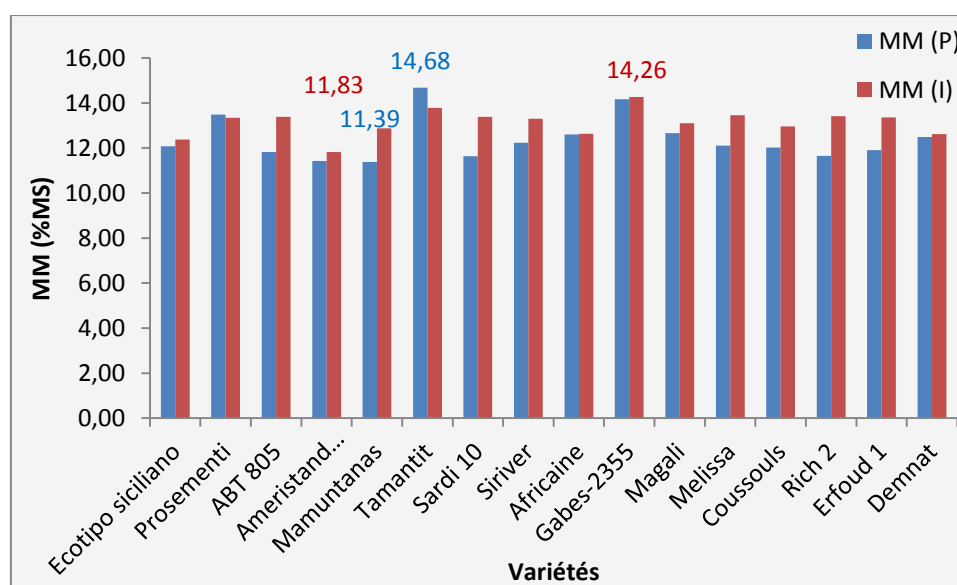
Pour cette coupe estivale la teneur moyenne en MM des cultivars obtenue est de  $11,35 \pm 1,42\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 2,27%MS (**Annexe II : Tab. 29**) fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. La valeur maximale est 13,00%MS pour Melissa suivie par 12,30%MS pour Prosementi, tandis que les faibles teneurs 10,20%MS et 10,15%MS, sont enregistrées chez Africaine et Demnat.

#### I-2-3-2-2- Par cycle

La teneur moyenne en MM des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $13,13 \pm 1,00\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de 1,70%MS (**Annexe II : Tab. 30**) fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent, où les teneurs élevées 14,26%MS, 13,79%MS et 13,46%MS reviennent respectivement aux cultivars Gabes-2355, Tamantit et Melissa, et les minimales 12,63%MS, 12,38%MS et 11,83%MS, sont enregistrées respectivement chez Demnat, Ecotipo Siciliano et Ameristand 801s.

Le tableau 23 cite les différentes moyennes obtenues ainsi que leurs groupes.

La teneur en MM de la variété local Tamantit enregistre des valeurs élevées pour les deux modes. Et, selon le mode, on constate que, la plu part des teneurs élevées des seize variétés sont enregistrées au mode conduit en irrigué (**Fig. 20**).



**Figure 20** : Variation de la teneur en MM (%MS) des seize variétés pour les deux modes.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 22 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MM (%MS) pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	14,00 DEF	12,80 BC	12,25 BCD	9,25 ABC	12,08 DEF
Prosmenti	17,40 B	13,80 B	12,70 BC	10,05 AB	13,49 BC
ABT 805	12,70 EF	13,60 B	12,00 CD	9,00 BC	11,83 DEF
Ameristand 801s	12,40 F	12,40 BC	12,15 BCD	8,75 C	11,43 F
Mamuntanas	12,90 EF	11,75 C	11,95 CD	8,95 BC	11,39 F
Tamantit	20,35 A	15,40 A	13,00 AB	9,95 AB	14,68 A
Sardi 10	13,05 EF	13,60 B	11,45 D	8,45 C	11,64 EF
Siriver	14,60 BCDEF	12,75 BC	12,00 CD	9,60 ABC	12,24 DEF
Africaine	15,50 BCDE	13,25 B	12,30 BCD	9,35 ABC	12,60 D
Gabes-2355	16,95 BC	15,55 A	13,75 A	10,40 A	14,16 AB
Magali	16,20 BCD	13,15 BC	12,00 CD	9,30 ABC	12,66 CD
Melissa	13,35 DEF	13,40 B	12,25 BCD	9,40 ABC	12,10 DEF
Coussouls	13,75 DEF	13,00 BC	12,25 BCD	9,10 BC	12,03 DEF
Rich 2	13,90 DEF	11,75 C	12,00 CD	8,95 BC	11,65 EF
Erfoud 1	14,00 DEF	13,00 BC	11,85 CD	8,75 C	11,90 DEF
Demnat	14,40 CDEF	13,73 B	12,35 BCD	9,45 ABC	12,48 DE

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.



**Tableau 23 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MM (%MS) pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	16,50 AB	10,75 B	11,05 DE	11,20 ABC	12,38 CD
Prosmenti	19,20 A	11,30 B	10,60 E	12,30 AB	13,35 ABC
ABT 805	19,10 A	11,60 B	11,47 BCDE	11,35 ABC	13,38 ABC
Ameristand 801s	14,45 B	10,95 B	11,00 DE	10,90 BC	11,83 D
Mamuntanas	17,60 AB	11,05 B	10,90 E	11,95 ABC	12,88 BCD
Tamantit	18,05 AB	13,30 AB	12,25 ABC	11,55 ABC	13,79 AB
Sardi 10	17,00 AB	14,95 AB	10,80 E	10,80 BC	13,39 ABC
Siriver	19,05 A	11,55 B	10,85 E	11,75 ABC	13,30 ABC
Africaine	17,20 AB	12,05 B	11,10 CDE	10,20 C	12,64 BCD
Gabes-2355	19,25 A	13,40 AB	13,05 A	11,35 ABC	14,26 A
Magali	18,70 A	11,45 B	11,10 CDE	11,15 ABC	13,10 ABCD
Melissa	18,35 A	11,10 B	11,40 BCDE	13,00 A	13,46 ABC
Coussouls	17,95 AB	11,10 B	11,05 DE	11,75 ABC	12,96 ABCD
Rich 2	19,15 A	11,90 B	11,65 BCDE	10,95 BC	13,41 ABC
Erfoud 1	18,50 A	11,55 B	12,15 ABCD	11,25 ABC	13,36 ABC
Demnat	16,25 AB	11,80 B	12,30 A	10,15 C	12,63 BCD

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

#### I-2-4- Teneur en matière minérale insoluble

##### I-2-4-1- Essai en pluvial

##### I-2-4-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

La moyenne de la teneur en MMin de la coupe est de  $0,39 \pm 0,10\%MS$ , l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 31**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,20\%MS$  nous a permis d'obtenir six groupes qui se chevauchent. Les valeurs maximales  $0,53\%MS$  et  $0,47\%MS$  reviennent respectivement pour Tamantit et Magali, alors que les minimales  $0,30\%MS$  et  $0,26\%MS$  sont enregistrées respectivement chez Melissa et Sardi 10.

### Coupe 2

La moyenne générale obtenue de la coupe est de  $0,32\pm 0,07\%$ MS, et, le test d'Anova ne montre pas de différence significative entre les moyennes (**Annexe II : Tab. 32**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,10\%$ MS nous a permis d'obtenir deux groupes qui se chevauchent, dont Gabes-2355 prend la teneur maximale  $0,39\%$ MS et Erfoud 1 celle la minimale  $0,27\%$ MS.

### Coupe 3

Le test d'Anova de cette 3<sup>me</sup> coupe révèle une différence non significative avec une moyenne de la teneur de  $0,17\pm 0,04\%$ MS, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,06\%$ MS (**Annexe II : Tab. 33**) nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent. Les teneurs maximales enregistrées  $0,21\%$ MS pour Coussouls et Ameristand 801s, et  $0,20\%$  pour Demnat et Tamantit, tandis que les minimales  $0,14\%$ MS et  $0,13\%$ MS reviennent respectivement à Erfoud 1 et Magali.

### Coupe 4

La moyenne de la teneur que prit la coupe est de  $0,19\pm 0,07\%$ MS, et, l'analyse de la variance montre une différence non significative (**Annexe II : Tab. 34**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,11\%$ MS nous a permis d'obtenir quatre groupes qui se chevauchent. Les teneurs varient d'un maximum de  $0,26\%$ MS pour Demnat à un minimum de  $0,11\%$ MS pour Rich 2.

#### I-2-4-1-2- Par cycle

La teneur moyenne en MMin des cultivars durant le cycle au mode pluvial est de  $0,27\pm 0,04\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,08\%$ MS (**Annexe II : Tab. 35**) fait ressortir six groupes qui se chevauchent, où la teneur maximale  $0,33\%$ MS revient à la variété Tamantit suivie par  $0,31\%$ MS pour Prosementi et la minimale  $0,22\%$ MS revient à Erfoud 1.

Les différentes moyennes de l'essai ainsi que leurs groupes de moyennes sont cités au tableau 24.

#### I-2-4-2- Essai en irrigué

##### I-2-4-2-1- Par coupe

###### Coupe 1

Avec une moyenne générale pour la coupe de  $0,56\pm 0,12\%$ MS, les teneurs en MMin des cultivars varient entre un maximum de  $0,67\%$ MS pour ABT 805 à un minimum de  $0,44\%$ MS est observé chez Ameristand 801s. L'analyse de la variance ne montre pas de différence significative et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,21\%$ MS (**Annexe II : Tab. 36**) fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent.

###### Coupe 2

La teneur moyenne en MMin des cultivars pour cette coupe est de  $0,22\pm 0,09\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence non significative (**Annexe II : Tab. 37**), le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,10\%$ MS fait ressortir un seul groupe, où les teneurs varient d'un maximum de  $0,28\%$ MS pour Rich 2 à un minimum  $0,17\%$ MS pour Siriver.

### Coupe 3

Cette coupe printanière a pris une teneur moyenne de  $0,36 \pm 0,13\%$ MS, et pour l'analyse de la variance la différence est significative (**Annexe II : Tab. 38**). Le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,23\%$ MS nous a permis d'obtenir quatre groupes qui se chevauchent. La teneur maximale est de  $0,52\%$ MS est enregistrée chez Rich 2 et la minimale de  $0,26\%$  est enregistrée chez Mamuntanas.

### Coupe 4

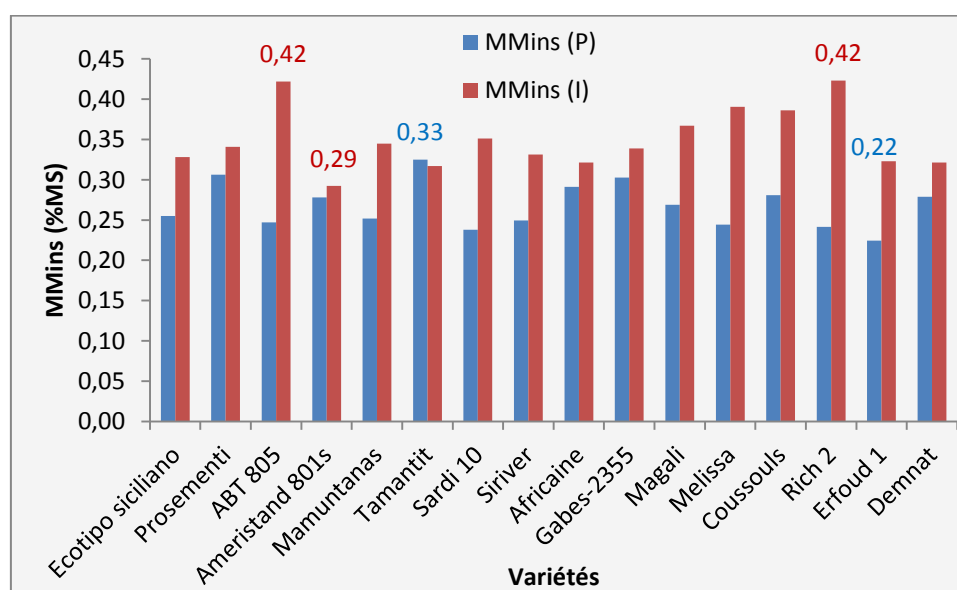
La teneur moyenne en MMin pour cette coupe estivale est de  $0,26 \pm 0,09\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,14\%$ MS (**Annexe II : Tab. 39**) fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent. Les teneurs sont comprises entre un maximum de  $0,36\%$ MS pour Melissa et un minimum de  $0,17\%$ MS pour Demnat.

#### I-2-4-2-2- Par cycle

La teneur moyenne en MMin des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $0,35 \pm 0,07\%$ MS, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $0,12\%$ MS (**Annexe II : Tab. 40**) fait ressortir trois groupes qui se chevauchent. la valeur maximale est de  $0,42\%$ MS pour les deux cultivars Rich 2 et ABT 805, et une valeur minimale  $0,32\%$ MS enregistrée chez les cultivars Erfoud 1, Africaine, Demnat et Tamantit suivie par la valeur la moins élevée  $0,29\%$ MS pour Ameristand 801s.

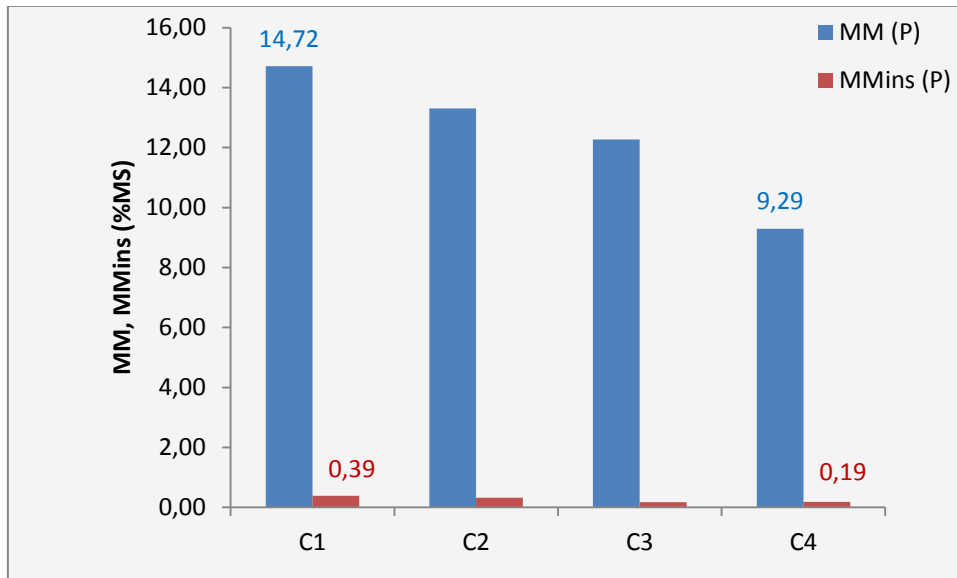
Les moyennes et leurs groupes de l'essai sont cités au tableau 25.

Toutes les variétés montrent des valeurs élevées en MMin au mode irrigué, à l'exception de la variété locale Tamantit qui enregistre la valeur la plus élevée au mode pluvial ( $0,33\%$ MS), contre  $0,32\%$ MS à l'irrigué (**Fig. 21**).



**Figure 21** : Variation de la teneur en MMin (%MS) des seize variétés pour les deux modes.

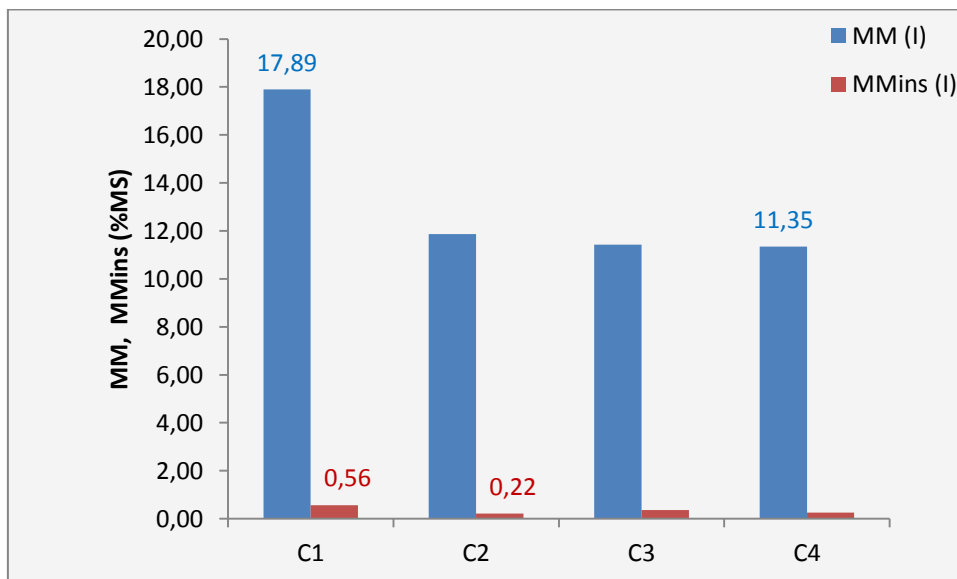
La teneur en MM pour les deux modes demeure élevée à la première coupe puis elle enregistre une diminution progressive jusqu'à la dernière coupe (**Fig. 22** et **Fig. 23**).



**Figure 22** : Variation de la teneur en MM (%MS) moyenne et en MMins (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.

La teneur en MMins par rapport au taux des minéraux totaux montre des faibles représentations.

Pour l'essai en pluvial elle a connu une diminution de la première coupe jusqu'à la dernière (**Fig.22**). Pour l'essai en irrigué la teneur élevée en MMins est marquée à la coupe n 1, et celle la plus faible est enregistrée chez la coupe n 2 (**Fig.23**).



**Figure 23** : Variation de la teneur en MM (%MS) moyenne et en MMins (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 24 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MMin (%MS) pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	0,36 BCDEF	0,30 AB	0,18 ABC	0,19 ABCD	0,26 BCDEF
Prosmenti	0,47 ABC	0,35 AB	0,17 ABC	0,25 AB	0,31 AB
ABT 805	0,31 DEF	0,30 AB	0,18 ABC	0,20 ABCD	0,25 DEF
Ameristand 801s	0,42 ABCD	0,32 AB	0,21 A	0,17 ABCD	0,28 ABCDE
Mamuntanas	0,35 CDEF	0,32 AB	0,17 ABC	0,18 ABCD	0,25 CDEF
Tamantit	0,53 A	0,38 A	0,20 AB	0,19 ABCD	0,33 A
Sardi 10	0,26 F	0,34 AB	0,17 ABC	0,18 ABCD	0,24 EF
Sriver	0,36 BCDEF	0,31 AB	0,17 ABC	0,16 BCD	0,25 DEF
Africaine	0,44 ABC	0,32 AB	0,18 ABC	0,23 ABC	0,29 ABCD
Gabes-2355	0,47 ABC	0,39 A	0,15 ABC	0,21 ABCD	0,30 ABC
Magali	0,47 AB	0,29 B	0,13 C	0,19 ABCD	0,27 BCDEF
Melissa	0,30 EF	0,34 AB	0,17 ABC	0,18 ABCD	0,24 DEF
Coussouls	0,38 BCDE	0,35 AB	0,21 A	0,18 ABCD	0,28 ABCDE
Rich 2	0,37 BCDEF	0,30 AB	0,18 ABC	0,11 D	0,24 DEF
Erfoud 1	0,35 CDEF	0,27 B	0,14 BC	0,14 CD	0,22 F
Demnat	0,36 BCDEF	0,29 AB	0,20 AB	0,26 A	0,28 ABCDE

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 25 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MMin (%MS) pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	0,60 ABCD	0,20 A	0,30 BCD	0,22 BCD	0,33 BC
Prosmenti	0,52 ABCD	0,23 A	0,31 BCD	0,31 ABC	0,34 ABC
ABT 805	0,67 A	0,26 A	0,45 AB	0,32 ABC	0,42 A
Ameristand 801s	0,44 D	0,19 A	0,31 BCD	0,23 BCD	0,29 C
Mamuntanas	0,59 ABCD	0,21 A	0,26 D	0,33 AB	0,34 ABC
Tamantit	0,54 ABCD	0,20 A	0,27 CD	0,26 ABCD	0,32 BC
Sardi 10	0,48 CD	0,26 A	0,43 ABC	0,23 BCD	0,35 ABC
Siriver	0,50 BCD	0,17 A	0,38 ABCD	0,28 ABCD	0,33 BC
Africaine	0,50 BCD	0,18 A	0,41 ABCD	0,21 CD	0,32 BC
Gabes-2355	0,59 ABCD	0,22 A	0,33 BCD	0,21 BCD	0,34 ABC
Magali	0,65 AB	0,26 A	0,30 BCD	0,26 ABCD	0,37 ABC
Melissa	0,61 ABC	0,23 A	0,37 ABCD	0,36 A	0,39 AB
Coussouls	0,60 ABC	0,26 A	0,41 ABCD	0,28 ABCD	0,39 AB
Rich 2	0,64 AB	0,28 A	0,52 A	0,25 ABCD	0,42 A
Erfoud 1	0,53 ABCD	0,20 A	0,32 BCD	0,26 ABCD	0,32 BC
Demnat	0,51 ABCD	0,19 A	0,42 ABCD	0,17 D	0,32 BC

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

### I-2-5- Teneur en cellulose brute

#### I-2-5-1- Essai en pluvial

##### I-2-5-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

Cette 1<sup>ère</sup> coupe de l'essai en pluvial a pris une moyenne en CB de  $22,79 \pm 5,30\%MS$ , l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $8,19\%MS$  (**Annexe II : Tab. 41**) nous a permis d'obtenir trois groupes qui se chevauchent. Les teneurs maximales enregistrées  $27,64\%MS$  et  $27,14\%MS$  reviennent parallèlement aux cultivars Sardi 10 et Ecotipo Siciliano, et les minimales  $18,82\%MS$ ,  $16,33\%MS$  respectivement pour Gabes-2355 et Magali.

### Coupe 2

Cette coupe printanière de l'essai obtient une teneur moyenne en CB des cultivars de  $21,48 \pm 2,50\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $4,65\%$ MS (**Annexe II : Tab. 42**) nous a permis d'obtenir cinq groupes qui se chevauchent. Les valeurs extrêmes sont : le maximal  $23,90\%$ MS pour Mamuntanas et le minimal  $18,36\%$ MS pour Magali.

### Coupe 3

Le test de l'analyse de la variance pour cette coupe ne montre pas de différence significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $5,01\%$ MS (**Annexe II : Tab. 43**) nous a permis d'obtenir trois groupes dont le premier distinct et renferme le seul cultivar Tamantit ( $30,78\%$ MS), les teneurs minimales enregistrées sont  $24,01\%$ MS et  $21,59\%$ MS reviennent respectivement à Magali et ABT 805. La moyenne générale est de  $25,20 \pm 2,85\%$ MS.

### Coupe 4

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative, et le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $4,77\%$ MS (**Annexe II : Tab. 44**) nous a permis d'obtenir cinq groupes qui se chevauchent, où la teneur élevée enregistrée est de  $21,71\%$ MS revient au cultivar Erfoud 1, tandis que la plus faible est de  $15,27\%$ MS enregistrée pour Ameristand 801s. La moyenne générale de la teneur pour la coupe est de  $19,36 \pm 2,48\%$ MS.

### I-2-5-1-2- Par cycle

La teneur moyenne en CB des cultivars durant le cycle au mode pluvial est de  $22,21 \pm 1,90\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence significative, et, le test du PPDS à 5% d'une valeur de  $3,54\%$ MS (**Annexe II : Tab. 45**) fait ressortir quatre groupes qui se chevauchent. La teneur élevée ( $23,87\%$ ) revient à Ecotipo Siciliano suivie par la teneur  $23,84\%$ MS pour Erfoud 1, et les minimales  $20,30\%$ MS et  $19,21\%$ MS respectivement pour Gabes-2355 et Magali.

Les différentes moyennes ainsi que leurs groupes sont mentionnés au tableau 26.

### I-2-5-2- Essai en irrigué

#### I-2-5-2-1- Par coupe

##### Coupe 1

Cette 1<sup>ère</sup> coupe de l'essai a pris une teneur moyenne en CB de  $14,64 \pm 2,79\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative (**Annexe II : Tab. 46**). Le test du PPDS à 5% de  $6,55\%$ MS fait ressortir six groupes dont les cinq premiers se chevauchent et, le dernier distinct et comporte les deux cultivars Gabes-2355 et Prosementi avec les valeurs respectivement  $10,13\%$ MS et  $9,98\%$ MS. Les teneurs élevées ( $18,30\%$ MS et  $16,90\%$ MS) enregistrées respectivement chez Ameristand 801s et Magali.

##### Coupe 2

Cette coupe obtient une teneur moyenne de  $19,66 \pm 3,60\%$ MS, le test du PPDS à 5% de  $9,06\%$ MS nous a permis d'obtenir cinq groupes dont les trois premiers se chevauchent et les deux derniers se distinct, le dernier groupe distinct au quatrième et comporte le seul cultivar Sardi 10 avec la valeur  $12,47\%$ MS, tandis que la teneur élevée ( $26,28\%$ MS) revient à

Ecotipo Siciliano. L'analyse de la variance nous révèle une différence très hautement significative (**Annexe II : Tab. 47**).

### Coupe 3

Cette coupe printanière a pris une teneur moyenne en CB de  $21,82 \pm 2,80\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de  $6,17\%$ MS (**Annexe II : Tab. 48**) nous a permis d'obtenir sept groupes qui se chevauchent, la valeur maximale enregistrée est de  $26,76\%$ MS revient à Tamantit, tandis que la minimale est de  $18,73\%$  pour Coussouls.

### Coupe 4

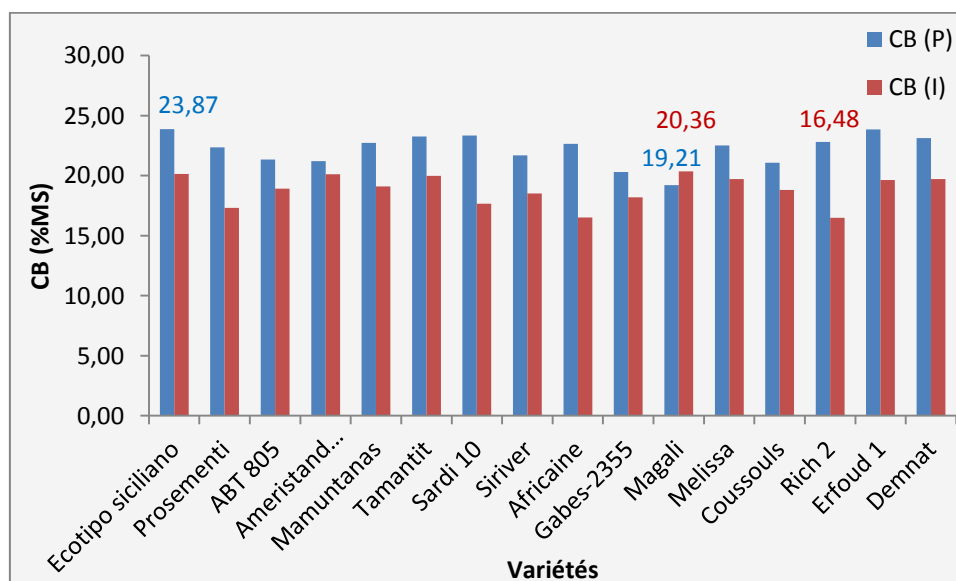
Cette coupe estivale a enregistré une teneur moyenne de  $19,17 \pm 2,63\%$ MS, l'analyse de la variance nous révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de  $5,95\%$ MS (**Annexe II : Tab. 49**) fait ressortir six groupes dont le dernier « F » se distinct et comprend un seul cultivar Rich 2 avec la valeur minimale  $13,10\%$ MS. La valeur maximale ( $22,96\%$ MS) revient au cultivar local Tamantit.

### I-2-5-2-2- Par cycle

La teneur moyenne en CB des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $18,82 \pm 1,42\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative (**Annexe II : Tab. 50**). Le test du PPDS à 5% de  $3,54\%$ MS fait ressortir sept groupes qui se chevauchent, où les teneurs maximales enregistrées sont  $20,36\%$ MS,  $20,15\%$ MS et  $20,11\%$ MS revenants respectivement aux cultivars Magali, Ecotipo Siciliano et Ameristand 801s. Tandis que les teneurs minimales  $16,51\%$ MS et  $16,48\%$ MS sont enregistrées respectivement chez Africaine et Rich 2.

Les différentes moyennes ainsi que leurs groupes sont mentionnés au tableau 27.

Toutes les variétés montrent des teneurs élevées en CB au mode conduit au pluvial à l'exception de la variété Magali qui exprime une teneur faible à ce mode par rapport à l'irrigué, ainsi à cet dernier elle donne la teneur la plus élevée (**Fig. 24**).



**Figure 24** : Variation de la teneur en CB (%MS) des seize variétés pour les deux modes.



## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 26 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en CB (%MS) pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	27,14 A	22,28 AB	25,07 BC	21,02 AB	23,87 A
Prosmenti	22,48 ABC	21,94 ABCD	24,86 BC	20,17 ABC	22,36 ABC
ABT 805	22,78 ABC	21,10 ABCDE	21,59 C	19,87 ABC	21,34 BCD
Ameristand 801s	20,27 ABC	23,65 A	25,60 B	15,27 E	21,19 BCD
Mamuntanas	21,99 ABC	23,90 A	24,96 BC	20,11 ABC	22,74 AB
Tamantit	23,25 ABC	19,08 CDE	30,78 A	19,89 ABC	23,25 AB
Sardi 10	27,64 A	21,44 ABCDE	24,47 BC	19,80 ABC	23,34 AB
Siriver	20,75 ABC	22,99 B	25,56 B	17,45 CDE	21,69 ABC
Africaine	23,66 ABC	21,31 ABCDE	24,53 BC	21,08 AB	22,64 ABC
Gabes-2355	18,82 BC	18,84 DE	24,87 BC	18,68 ABCD	20,30 CD
Magali	16,33 C	18,36 E	24,01 BC	18,16 BCDE	19,21 D
Melissa	23,89 AB	20,37 BCDE	24,51 BC	21,29 A	22,51 ABC
Coussouls	20,85 ABC	22,08 ABC	24,58 BC	16,77 DE	21,07 BCD
Rich 2	24,55 AB	21,16 ABCDE	25,82 B	19,72 ABCD	22,81 AB
Erfoud 1	23,40 ABC	23,85 A	26,39 B	21,70 A	23,84 A
Demnat	26,81 A	21,33 ABCDE	25,57 B	18,75 ABCD	23,12 AB

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 27** : Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en CB (%MS) pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	13,85 CDE	26,28 A	21,21 DEFG	19,26 BCDE	20,15 AB
Prosementi	9,98 F	20,41 C	20,03 EFG	18,79 CDE	17,30 FG
ABT 805	16,72 AB	19,24 C	19,41 FG	20,27 BCD	18,91 CD
Ameristand 801s	18,30 A	19,81 C	23,09 BCD	19,25 BCDE	20,11 AB
Mamuntanas	16,48 AB	21,31 BC	20,92 DEFG	17,69 DE	19,10 BCD
Tamantit	14,58 BCDE	15,67 D	26,76 A	22,96 A	19,99 AB
Sardi 10	15,39 BCD	12,47 E	21,32 DEFG	21,47 AB	17,66 EF
Siriver	13,77 CDE	20,58 C	20,58 DEFG	19,14 BCDE	18,52 DE
Africaine	12,72 E	15,66 D	20,92 DEFG	16,73 E	16,51 G
Gabes-2355	10,13 F	20,96 C	22,34 CDE	19,31 BCDE	18,18 DEF
Magali	16,90 AB	20,46 C	25,56 AB	18,52 CDE	20,36 A
Melissa	16,03 ABC	23,85 AB	19,95 EFG	19,06 BCDE	19,72 ABC
Coussouls	15,77 BC	20,26 C	18,73 G	20,46 ABC	18,80 CD
Rich 2	15,34 BCD	16,10 D	21,39 DEFG	13,10 F	16,48 G
Erfoud 1	12,89 DE	20,67 C	25,06 ABC	19,90 BCD	19,63 ABC
Demnat	15,40 BCD	20,88 C	21,82 DEF	20,81 ABC	19,72 ABC

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## I-2-6- Teneur en matière azotée totale

### I-2-6-1- Essai en pluvial

#### I-2-6-1-1- Par coupe

##### Coupe 1

La 1<sup>ère</sup> coupe hivernale obtient une teneur en MAT de  $18,50 \pm 2,78\%$ MS, l'analyse de la variance nous révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de 6,11%MS (**Annexe II : Tab. 51**) fait ressortir cinq groupes qui se chevauchent. Les teneurs varient d'un maximum de 20,78%MS pour Prosementi à un minimum de 16,34%MS pour ABT 805.

##### Coupe 2

Cette coupe printanière de l'essai obtient une teneur moyenne de  $21,83 \pm 2,28\%$ MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de 4,72%MS (**Annexe II : Tab. 52**) fait ressortir cinq groupes qui se chevauchent. La teneur

élevée 24,44%MS revient au cultivar Demnat, tandis que la minimale 19,25%MS revient à Ecotipo siciliano.

### **Coupe 3**

Le test de l'analyse de la variance pour cette 2<sup>me</sup> coupe printanière révèle aussi une différence très hautement significative (**Annexe II : Tab. 53**) et la moyenne générale obtenue de la teneur est de 19,34±1,62%MS. Le test du PPDS à 5% de 3,33%MS fait ressortir cinq groupes qui se chevauchent, montrent une teneur élevée de 21,00%MS enregistrée chez Coussouls, et une faible teneur de 17,61%MS est observée chez Siriver.

### **Coupe 4**

Pour cette coupe estivale l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative (**Annexe II : Tab. 54**), la teneur moyenne obtenue est de 19,17±1,36%MS. Le test du PPDS à 5% de 2,70%MS fait ressortir quatre groupes dont le premier distinct et englobe le seul cultivar Coussouls (22,07%MS) et les trois restants se chevauchent. La teneur la plus faible (17,49%MS) revient à Tamantit.

#### **I-2-6-1-2- Par cycle**

La teneur moyenne en MAT des cultivars durant le cycle au mode pluvial est de 19,71±1,43%MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de 3,35%MS (**Annexe II : Tab. 55**) fait ressortir cinq groupes qui se chevauchent, où les teneurs maximales enregistrées 21,48, 20,54 et 20,42%MS respectivement pour les cultivars Coussouls, Demnat et Magali et les teneurs faibles 18,88%MS et 18,38%MS enregistrées respectivement chez Gabes-2355 et Ecotipo Siciliano.

Le tableau 28 cite les différentes moyennes avec leurs groupes.

#### **I-2-6-2- Essai en irrigué**

##### **I-2-6-2-1- Par coupe**

###### **Coupe 1**

La teneur moyenne en MAT de la coupe est de 22,02±1,12%MS, le test de l'analyse de la variance nous révèle une différence très hautement significative, et le test du PPDS à 5% de 2,53%MS (**Annexe II : Tab. 56**) fait ressortir six groupes qui se chevauchent, montrent la valeur élevée (23,53%MS) revient à Gabes-2355 suivie par 22,88%MS pour Rich 2 et les faibles teneurs 20,56%MS et 19,91%MS, sont enregistrées respectivement pour Magali et Coussouls.

###### **Coupe 2**

Cette coupe hivernale de l'essai obtient une teneur moyenne de 19,72±1,66%MS, l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et le test du PPDS à 5% de 3,75%MS (**Annexe II : Tab. 57**) fait ressortir sept groupes qui se chevauchent, dont les teneurs élevées 21,87%MS et 21,65%MS enregistrées respectivement chez les cultivars Ecotipo Siciliano et Rich 2 avec Coussouls, tandis que les teneurs minimales 17,67%MS et 17,59%MS reviennent respectivement à Demnat et Melissa.

### Coupe 3

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative, et, le test du PPDS à 5% de 4,15%MS (**Annexe II : Tab. 58**) nous a permis d'obtenir six groupes qui se chevauchent, ressort ainsi la teneur maximale 21,44%MS est enregistrée chez Melissa et la minimale 16,19%MS, est enregistrée chez Magali. Avec une moyenne générale pour cette coupe printanière de  $18,62 \pm 1,92\%$ MS.

### Coupe 4

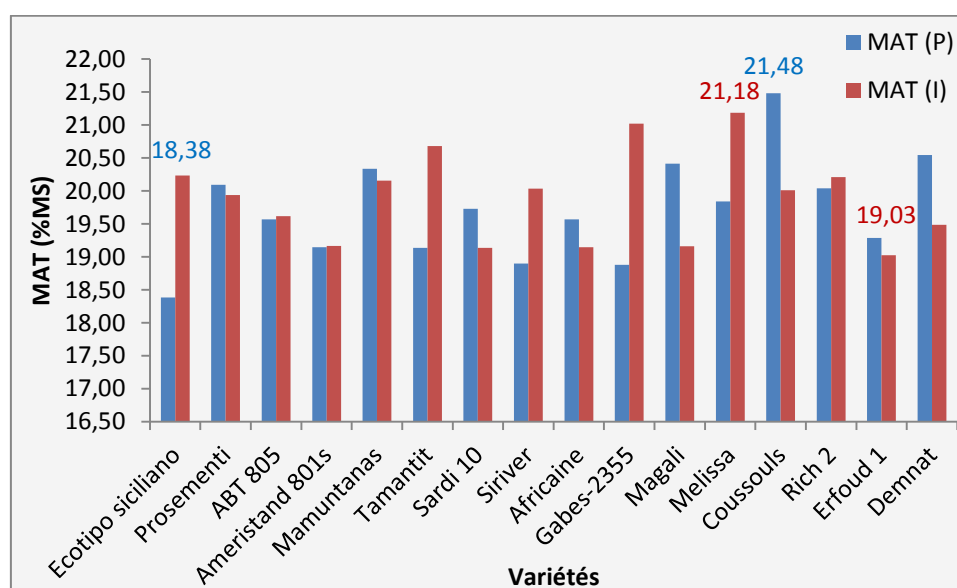
L'analyse de la variance pour cette coupe révèle aussi une différence très hautement significative (**Annexe II : Tab. 59**), avec une moyenne générale de la teneur de  $19,20 \pm 2,33\%$ MS. Le test du PPDS à 5% de 5,70%MS fait ressortir huit groupes qui se chevauchent, qui montrent la valeur la plus élevée 23,19%, enregistrée chez Melissa, et la plus faible 15,31%, revient au cultivar Erfoud 1.

#### I-2-6-2-2- Par cycle

La teneur moyenne en MAT des cultivars durant le cycle au mode irrigué est de  $19,89 \pm 0,95\%$ , l'analyse de la variance révèle une différence hautement significative et, avec le test du PPDS à 5% de 1,92%MS (**Annexe II : Tab. 60**) fait ressortir six groupes qui se chevauchent, dont les teneurs élevées enregistrées sont 21,18, 21,02 et 20,68%MS revenant respectivement aux cultivars Melissa, Gabes-2355 et Tamantit, et les teneurs faibles sont 19,15, 19,14 et 19,03%MS enregistrées respectivement pour les cultivars Africaine, Sardi 10 et Erfoud 1.

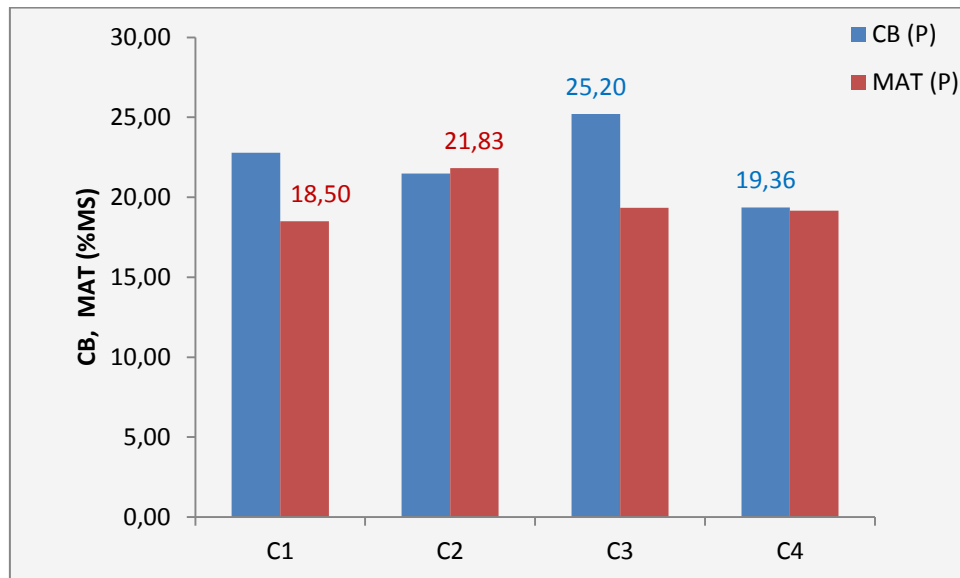
Le tableau 29 cite les différentes moyennes et leurs groupes.

La teneur en MAT montre des écarts bien marqués pour certaines variétés entre les deux modes, en effet les variétés Ecotipo Siciliano, Tamantit, Siriver, Gabes-2355 et Melissa soulignent des valeurs plus élevées à l'irrigué qu'au pluvial. Ainsi Magali, Coussouls et Demnat on les trouve à des teneurs très élevées au pluvial par rapport à l'irrigué (**Fig. 25**).



**Figure 25 :** Variation de la teneur en MAT (%MS) des seize variétés pour les deux modes.

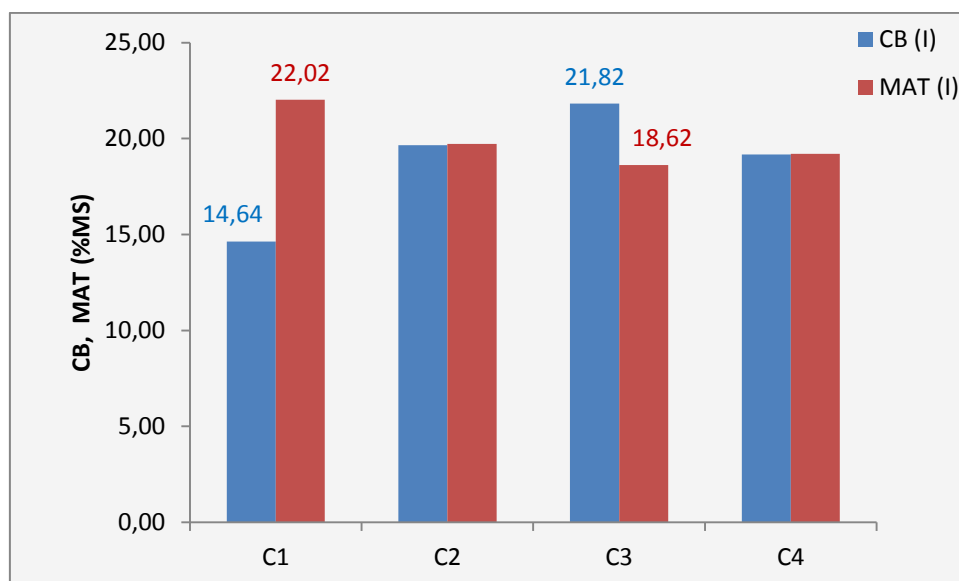
La teneur élevée en CB à l'essai en pluvial revient à la coupe n3 (printanière) suivie par la première coupe, tandis que la coupe n4 est obtenue la faible teneur (**Fig.26**). Au mode en irrigué, la coupe n3 comme ce du mode en pluvial a pris la teneur élevée en CB (21,82%MS), la deuxième coupe avec la quatrième ont pris des teneurs proches, et la faible teneur enregistrée revient à la première coupe avec une diminution marquante (14,64%MS) (**Fig. 27**).



**Figure 26 :** Variation de la teneur en CB (%MS) moyenne et en MAT (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en pluvial.

Pour l'essai en pluvial la coupe n 2 printanière présente la meilleur teneur en MAT, la coupe n1 a pris la teneur faible (**Fig.26**).

Pour l'essai en irrigué la teneur en MAT la plus élevée étant pour la première coupe, et la teneur faible est enregistrée à la coupe n3 (printanière). La teneur en MAT n'abaisse pas fortement, de 21.83%MS à 18.50%MS à l'essai en pluvial, et de 22.02%MS à 18.62%MS à l'essai en irrigué.



**Figure 27 :** Variation de la teneur en CB (%MS) moyenne et en MAT (%MS) moyenne par coupe pour l'essai en irrigué.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 28 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MAT (%MS) pour l'essai en pluvial.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (printemps)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	16,62 DE	19,25 E	17,94 DE	19,73 BC	18,38 E
Prosmenti	20,78 A	21,74 BCDE	19,25 ABCDE	18,60 BCD	20,09 BCD
ABT 805	16,34 E	22,08 ABCD	19,69 ABCD	20,17 B	19,57 BCDE
Ameristand 801s	18,87 ABCDE	20,78 CDE	18,70 BCDE	18,23 CD	19,14 CDE
Mamuntanas	18,38 ABCDE	23,46 AB	20,23 ABC	19,28 BC	20,34 ABC
Tamantit	17,06 CDE	22,20 ABCD	19,79 ABC	17,49 D	19,14 CDE
Sardi 10	18,21 ABCDE	21,38 BCDE	20,01 ABC	19,31 BC	19,73 BCD
Siriver	19,30 ABCD	20,22 DE	17,61 E	18,46 CD	18,90 DE
Africaine	18,45 ABCDE	21,73 BCDE	18,92 BCDE	19,17 BC	19,57 BCDE
Gabes-2355	17,44 BCDE	20,66 CDE	18,75 BCDE	18,65 BCD	18,88 DE
Magali	20,18 AB	22,50 ABCD	19,69 ABCD	19,30 BC	20,42 ABC
Melissa	17,82 BCDE	22,67 ABCD	19,74 ABCD	19,13 BC	19,84 BCD
Coussouls	19,85 ABC	23,02 ABC	21,00 A	22,07 A	21,48 A
Rich 2	18,54 ABCDE	22,37 ABCD	20,45 AB	18,80 BCD	20,04 BCD
Erfoud 1	18,41 ABCDE	20,72 CDE	18,59 CDE	19,43 BC	19,29 BCDE
Demnat	19,68 ABC	24,44 A	19,14 BCDE	18,91 BCD	20,54 AB

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 29 :** Valeurs moyennes et groupes de moyennes par coupe et par cycle de la teneur en MAT (%MS) pour l'essai en irrigué.

Variété	Coupe 1 (hiver)	Coupe 2 (hiver)	Coupe 3 (printemps)	Coupe 4 (été)	Cycle
Ecotipo Siciliano	22,14 BCD	21,87 A	19,44 ABCD	17,50 FG	20,24 ABCD
Prosmenti	21,39 DE	18,77 EFG	20,12 AB	19,47 CDE	19,94 BCDEF
ABT 805	22,14 BCD	19,38 CDE	16,84 EF	20,13 BCDE	19,62 CDEF
Ameristand 801s	20,99 EF	18,82 EFG	17,71 CDEF	19,14 CDEF	19,16 DEF
Mamuntanas	22,66 AB	19,91 CDE	17,50 DEF	20,56 BCD	20,15 ABCDE
Tamantit	22,75 AB	19,29 DEF	20,12 AB	20,56 BCD	20,68 ABC
Sardi 10	22,31 BCD	19,03 DEFG	19,47 ABCD	15,75 GH	19,14 EF
Siriver	22,44 ABCD	20,96 ABC	17,94 CDEF	18,81 DEF	20,04 BCDEF
Africaine	21,48 CDE	19,25 DEF	17,50 DEF	18,37 EF	19,15 DEF
Gabes-2355	23,53 A	18,99 EFG	20,12 AB	21,44 AB	21,02 AB
Magali	20,56 EF	20,65 ABCD	16,19 F	19,25 CDEF	19,16 DEF
Melissa	22,53 ABC	17,59 G	21,44 A	23,19 A	21,18 A
Coussouls	19,91 F	21,65 AB	17,50 DEF	21,00 BC	20,01 BCDEF
Rich 2	22,88 AB	21,65 AB	17,94 CDEF	18,37 EF	20,21 ABCDE
Erfoud 1	22,35 BCD	20,08 BCDE	18,37 BCDE	15,31 H	19,03 F
Demnat	22,22 BCD	17,67 FG	19,69 ABC	18,37 EF	19,49 DEF

Les moyennes avec des lettres différentes sur la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

### I-3- Discussions

#### I-3-1- Paramètres phénologiques

##### I-3-1-1- Hauteur de la végétation

Nos résultats pour l'essai en pluvial varient de 32,40cm à 39,25cm. Ils sont inférieurs aux résultats de **Bouizgaren et al. (2010)** sur une période de trois années de production (2006-2008) sous le climat du Maroc, et qui ont enregistré des hauteurs comprises entre 51cm et 66,8cm. Le cultivar Demnat prend une hauteur élevée de 39,01cm et 84,3cm respectivement pour l'essai à H'madna et au Maroc.

En Métidja, **Rahal-Bouziane (2005)**, a obtenu dans une étude sur des luzernes pérennes conduites en pluvial le résultat de la hauteur de la plus haute tige à la floraison, varient de 70,33cm à 89,51cm pour la première année d'exploitation.

Selon les coupes on constate des augmentations de la hauteur de la première jusqu'à la troisième, ensuite une chute est observée à la quatrième.

Les cultivars Erfoud 1, Sardi 10, Ameristand 801s et Demnat ont des hauteurs considérables. Gabes-2355, Coussouls et Rich 2 sont les cultivars possédant les hauteurs les plus réduites.

Le cultivar local Tamantit présente des hauteurs faibles aux deux modes particulièrement en pluvial. Ce qui lui confère une valeur phénologique faible.

L'état de la hauteur finale des 16 cultivars a montré des différences très significatives ( $P < 0.001$ ) qui déduisent la variabilité génotypique. Les hauteurs élevées sont marquées pour l'essai conduit en pluvial par rapport au irrigué.

##### I-3-1-2- Recouvrement linéaire

A l'essai conduit en pluvial le taux régresse de la première jusqu'à la quatrième coupe de 34,22% à 29,78%, cependant une augmentation bien marquée à la deuxième coupe (51,74%), inversement à l'irrigué, les taux augmentent de la saison hivernale (57,27%) à l'estivale (64,53%). On déduit des conditions favorables de l'irrigation et du climat. Cependant l'évolution de l'indice foliaire du couvert végétal de la luzerne est bien corrélé à la somme des températures moyennes journalières cumulées depuis l'entrée en végétation (**Borowiecki et al., 1994**).

D'après **Hireche-Adjal (2006)**, une sécheresse intense réduit la croissance en hauteur des plants et l'apparition d'une défoliation, ce qui conduit à la réduction du recouvrement. D'après nos résultats ce phénomène apparaît au mode pluvial où le haut recouvrement est marqué pour la deuxième coupe, printanière suivi d'une diminution continue jusqu'à l'estivale. À l'irrigué on constate une forte croissance du recouvrement observée aussi à la deuxième coupe 75,66%, mais de la saison printanière à l'estivale, on observe une augmentation bien marquée, de 58,92% à 64,53%. En outre **Allirand et al., (1994)** montre que le développement de la surface foliaire est essentiellement dépendant de la température lorsque les conditions d'alimentation hydrique et minérale sont peu limitantes.



Les résultats obtenus par **Gosse *et al.* (1982)** et **Hall (1993)** chez *M.sativa*, signalent que les plantes stressées ont présenté des rameaux plus petits que celles qui n'ont pas été stressées.

Le cultivar local Tamantit donne un taux de recouvrement linéaire plus élevé pour des conditions de disponibilité de l'eau, puisque il prit un taux de 33,33% en pluvial contre 62,44% en irrigué.

Les résultats diffèrent selon le régime, où les taux élevés du recouvrement reviennent à l'essai conduit en irrigué, suite aux valeurs 37,43% en mode pluvial contre 60,18% à l'irrigué. Pour le classement variétale, ils sont aussi différents, en effet Ecotipo Siciliano et Gabes-2355 ont pris les taux élevés au pluvial, et à l'irrigué Ameristand 801s, Demnat et Mamuntanas sont les cultivars à recouvrement plus élevés. Les recouvrements faibles notés en pluvial reviennent à Tamantit et Siriver, et à l'irrigué on cite Magali, Prosementi et Africaine. Le cultivar Ecotipo Siciliano à l'essai en pluvial a noté le taux de recouvrement le plus élevé à la saison printanière et à l'estivale il montre un abaissement, respectivement de 49,41% à 42,50%.

Le taux de recouvrement en mode irrigué augmente de la saison hivernale à l'estivale, en pluvial on observe un taux élevé à la saison hivernal 34,22% ainsi une augmentation au printemps 41,25% suivi par une chute de taux à l'été 29,78%. Cela s'explique par la sécheresse estivale qui affecte la croissance de la plante sous les conditions de déficit hydrique.

### **I-3-1-3- Rendement en matière sèche**

Le rendement en matière sèche des cultivars de la troisième année de production varie de 4,50 tMS/ha à 8,34 tMS/ha à l'essai conduit en pluvial, et de 6,82 tMS/ha à 10,95 tMS/ha pour l'irrigué.

La moyenne annuelle pour les deux essais le pluvial et l'irrigué respectivement est de 6,05 tMS/ha et 8,49 tMS/ha pour la troisième année de production, contre 1,14 tMS/ha et 2,59 tMS/ha pour la première année d'après **Khelifi *et al.*, 2006**. Et, selon **Bellgue *et al.*, 2006** pour la deuxième année de production, la biomasse produite se situe entre 2,25 et 4,79 tMS/ha en pluvial et entre 6,10 et 13,35 tMS/ha en irrigué. Donc on observe une augmentation du rendement dès le premier cycle jusqu'au troisième, notamment pour l'essai en pluvial.

Selon **Khelifi *et al.*, 2006**, pour la même étude réalisée en parallèle à Alger la moyenne annuelle des cultivars est de 0,84 tMS/ha à l'essai en pluvial, et à l'irrigué 4,83 tMS/ha pour la première année de production.

À Oued- Smar **Hamadache et Boussadi (1991)** ont obtenu sur un essai de luzerne pérenne conduit en pluvial des rendements annuels moyens de 1,79 tMS/ha et 6,96 tMS/ha respectivement pour la première et la deuxième année.

D'après **Rahal-Bouziane (2005)**, une étude est faite sur des populations locales de luzerne pérenne le résultat moyen du rendement au premier cycle est de 2,45 tMS/ha, et de 1,22 tMS/ha au deuxième cycle.

La variété Gabes-2355 pour un essai conduit en irrigué à une région semi-aride à la Tunisie donne des rendements en matière sèche les valeurs 2,55 tMS/ha et 3,31 tMS/ha pour les deux premiers cycles respectivement 1992 et 1993 (**Zoghlami et al., 1994**), contre 8,50 tMS/ha à H'madna pour nos résultats.

La variété Rich 2 en pluvial figure parmi les variétés possédant un rendement élevé, alors qu'en mode irrigué elle montre un rendement faible mais des valeurs de 7,05tMS/ha, 7,18tMS/ha respectivement pour le pluvial et l'irrigué.

Pour les deux essais on observe une augmentation du Rdt MS de la première coupe jusqu'à la troisième, après, une chute à la quatrième coupe, particulièrement pour l'essai en pluvial.

On déduit une augmentation de la production en matière sèche avec le numéro de coupe. Et on note une production meilleure pour l'essai conduit à l'irrigué par rapport à l'essai conduit en pluvial.

Pour l'essai conduit en pluvial le cultivar Mamuntanas a pris les meilleurs rendements durant le cycle et pour la majorité des coupes, alors que le cultivar local Tamantit enregistre des faibles productions.

Au mode irrigué les cultivars les plus productifs sont ; Ameristand 801s et Mamuntanas. Par ailleurs Magali a obtenu le faible rendement, constaté pour la première coupe et à la saison hivernale. Les cultivars Rich 2, Prosementi et Africaine sont également les moins productifs pour l'essai.

### **I-3-2- Paramètres fourragers**

#### **I-3-2-1- Teneur en matière sèche**

Les teneurs en MS de toutes les variétés sont importantes. Ces teneurs diffèrent de celles de la luzerne en vert pour laquelle on enregistre de 20,08 % à 22,97 % d'après les travaux de **Rahal Bouziane (2005)** incomparables à ceux obtenus avec nos résultats. Elles varient de 89,8 % à 91,4 % pour la luzerne déshydratée, cités aux tables de l'**INRA (2002)**. Les tables de l'**INRA (2007)** citent la teneur du troisième cycle d'un foin de luzerne de 85%.

Comparativement aux résultats du premier cycle d'après **Khil et Boukhlof (2010)**, Sardi 10 et Siriver ont les teneurs respectivement 97,06 % et 97,26 %, plus élevées à ce de la troisième année 93,63% et 93,33%, du mode irrigué.

La teneur en MS, critère simple de qualité, est dépendante du régime hydrique (**Alboudi et al., 1994**). Cependant la teneur en MS pour toutes les variétés est élevée, les faibles contrastes des valeurs sont en relation d'une part, avec la variabilité variétale et avec le régime hydrique d'autre part, où les teneurs maximales obtenues, correspondent aux conditions d'irrigation importantes.

La meilleur teneur en mode irrigué est à la saison printanière où les conditions climatiques sont favorables en plus de l'irrigation disponible, tandis que la minimale revient à la saison estivale. Alors qu'au mode pluvial la coupe hivernale offre la teneur la plus élevée en MS grâce à la pluviosité importante comparée aux saisons suivantes.

Selon le mode, les variétés qui prennent les teneurs extrêmes en MS ne diffèrent pas, en effet, on trouve la variété Prosmenti avec le taux le plus élevé, Rich 2 et ABT 805 prennent les taux les plus faibles, pour les deux essais.

### **I-3-2-2- Teneur en matière organique**

Les variétés de luzerne étudiées sont riches en MO. Cependant le taux de MO de la variété locale Tamantit dans notre essai (85,33%MS) est inférieur à celui de Mitidja pour des populations originaires du Hoggar, la teneur est de l'ordre de 88,77%MS et 90,36%MS au premier cycle (**Rahal-Bouziane, 2005**).

Les tables de l'**INRA (2007)** enregistrent une teneur de 89,6%MS au troisième cycle et une teneur de 90,1%MS pour le deuxième cycle pour un foin de luzerne.

Selon **Chaabena et Abdelguerfi (2001)**, des travaux menées à Ourgla sur des populations locales et d'autres introduites, la teneur pour la variété tunisienne Gabès-2355 est de 84,96%MS contre 85,84%MS dans notre essai.

Les variétés qui ont les teneurs extrêmes en MO sont les mêmes selon le mode. En effet la variété Ameristand 801s présente une teneur élevée, ainsi que les deux variétés Tamantit et Gabes-2355 prennent des teneurs faibles, pour les deux modes.

Les valeurs élevées sont obtenues à l'essai conduit en pluvial, elles augmentent avec le numéro de coupe inversement à la teneur en MM, cela, s'explique par le fait que l'absorption des éléments minéraux par la plante diminue avec l'âge, ce qui est confirmé par les teneurs en cendres obtenues dans nos essais.

### **I-3-2-3- Teneur en matière minérale**

La teneur en MM de la luzerne déshydratée pour la troisième année d'exploitation est élevée. Les teneurs dans les tables de l'**INRA (2002)**, sont comprises entre 9,9%MS et 11,6%MS contre des valeurs comprises entre 11,39%MS et 14,68%MS pour notre essai.

Selon **Rahal bouziane (2005)**, La moyenne de la teneur en MM des populations locales de luzerne pérenne menés en Mitidja (INRAA) cultivées en pluvial, est de 9,64%MS pour une coupe en pleine floraison et de 11,23%MS pour une coupe en début floraison.

La variété Gabes-2355 qui a pris des valeurs élevées pour les deux modes, enregistre une teneur de 14,16%MS en zone semi-aride inférieure à celle menée dans une région saharienne (Ouargla, sud Algérie) avec une teneur de 15,04 %MS (**Chaabna, 2001**).

Les teneurs en MM semblent importantes à l'essai en pluvial, où la plus élevée revient à la variété locale Tamantit 14,68%MS et la minimale 11,39%MS pour Mamuntanas, contre des teneurs à l'essai conduit en irrigué variant de 14,26%MS pour la variété Gabes-2355 suivie par la variété locale Tamantit (13,79%MS) à une teneur minimale 11,83%MS enregistrée chez Ameristand 801s.

Une diminution de la teneur minérale a été constatée avec le numéro de la coupe, ce qui montre qu'avec le vieillissement, la plante perd sa capacité d'absorption des éléments minéraux et par conséquent l'accumulation des constituants organiques.

### **I-3-2-4- Teneur en matière minérale insoluble**

Les teneurs en MMin de la luzerne durant ce cycle, la troisième année d'exploitation, prennent des valeurs faibles par rapport aux cycles précédents. En effet au deuxième cycle, au mode pluvial, Prosementi prit une teneur de 4,69%MS selon **Nedjmaoui et Benhamada (2012)** alors qu'au troisième cycle la variété enregistre 0,34%MS.

1%MS et 1,8%MS, sont les teneurs des cendres insolubles citées dans les tables de l'**INRA, 2002**.

Les minéraux insolubles représentent la partie du minéral qui ne sera pas utilisée par l'animal. Plus ce pourcentage est faible, meilleure est la digestibilité.

Pour les deux essais, les variétés enregistrent des moyennes de la teneur élevées à la première saison, hivernale, suivie par les deux autres respectivement. Le même rythme est effectué pour la teneur en MM, signifie que la teneur des MMin affecte la teneur des MM.

D'après les résultats des coupes, on constate une faible variabilité pour la teneur des cultivars étudiés. Ainsi les taux extrêmes obtenus de la teneur pour toutes les coupes reviennent à, la variété ABT 805 avec une teneur maximale de 0,67%MS au mode irrigué, et, à la variété Rich 2 avec la plus faible teneur de 0,11%MS à l'essai en pluvial.

Durant le cycle, les teneurs élevées reviennent notamment à l'essai conduit en irrigué. On observe ainsi un contraste pour les variétés à teneurs extrêmes aux deux modes. Cependant au mode irrigué les variétés enregistrant les teneurs maximales sont Rich 2, ABT 805, et celles à teneur faible sont : Tamantit et Ameristand 801s. Alors qu' au mode pluvial les teneurs élevées reviennent à Tamantit et Prosementi et celles faibles sont observées pour Rich 2 et Erfoud 1. Cela s'explique par l'effet du régime sur les caractéristiques des variétés.

### **I-3-2-5- Teneur en cellulose brute**

Les teneurs en CB du troisième cycle sont en moyenne de 18,82%MS au mode irrigué et de 22,21%MS au mode pluvial, ces valeurs sont inférieures à, celles citées par l'**INRA (2002)**, et qui sont respectivement de l'ordre de 20,9%MS à 29,2%MS, et à celles de l'**INRA (2007)** qui mentionnent des teneurs en CB varient de 31,1%MS à 33,8%MS.

Selon **Lebas et Goby (2005)**, une luzerne récoltée au stade début de floraison et séchée à une température ne dépassant pas 35°C enregistre une teneur en CB de 29,1%MS.

**Chaabena et Abdelguerfi (2001)** trouvent une teneur de 20,50%MS pour la variété Gabes-2355, comparable à celle obtenue dans notre étude (20,30%MS).

**Peccatte et Dozias (1998)**, notent une teneur de 30,4%MS pour un foin de luzerne.

Avec le numéro de la coupe, la teneur en CB au mode irrigué augmente de la première jusqu'à la troisième coupe, de 14,64%MS à 21,82%MS, mais on constate une diminution de

la teneur à la quatrième 19,17%MS. Par contre au mode pluvial on marque une variation de la teneur, mais généralement elle régresse de 22,79% dès la première, pour atteindre 19,36% à la dernière.

Selon les coupes, le classement de la teneur en CB diffère pour la plupart des variétés. En effet à l'essai conduit en irrigué, la valeur la plus élevée à la première coupe est enregistrée chez Ameristand 801s, à la deuxième chez Ecotipo Siciliano, par contre, Tamantit enregistre la teneur la plus élevée pour la coupe n 3 et n4.

Au mode pluvial, les teneurs élevées sont obtenues chez Sardi 10, Ecotipo siciliano et Demnat.

### **I-3-2-6- Teneur en matière azotée totale**

Les tables de l'INRA (2002), enregistrent les teneurs en MAT pour des luzernes déshydratées cultivées en pluvial variant de 13,6%MS à 20,9%MS. Et les tables l'INRA (2007) citent une teneur en MAT pour le troisième cycle de 19,3%MS, supérieur à l'année précédente (18,1%MS), d'après la même source pour le foin de la luzerne.

D'après Demarquilly (1993) la valeur de la MAT pour des échantillons de la luzerne déshydratée varie de 16%MS à 25% MS.

Une luzerne en vert donne une teneur de 22,1%MS d'après un essai mené par Emile et Traineau (1993).

Pour nos variétés les valeurs obtenues semblent intéressantes puisque la teneur en MAT la plus élevée des échantillons étudiés est de 21,48%MS enregistrée pour la variété Coussouls en pluvial.

La variété locale Tamantit montre une richesse en MAT en particulier à l'essai en irrigué, où la teneur enregistrée est de 22,75% à la première coupe, et la teneur faible est de 17,06% à la 1<sup>ère</sup> coupe de l'essai en pluvial.

Au mode pluvial les variétés à teneur élevée sont : Coussouls et Demnat. Alors que Gabes-2355 et Ecotipo Siciliano sont les moins riches. Pour le même essai la coupe n2 printanière est la plus riche, suivie par la quatrième (estivale). La coupe n1 hivernale est la plus pauvre en MAT.

Au mode irrigué les variétés Melissa et Gabes-2355 expriment une richesse en MAT, et les variétés en teneur faible concerne Sardi 10 et Erfoud 1. A ce mode la teneur diminue avec le numéro de la coupe où les moyennes obtenues de la première à la quatrième sont de 22,02%MS à 19,20 %MS (Andrieu et Demarquilly, 1987), mais la dernière coupe estivale exprime une teneur élevée en comparaison avec la saison printanière soit 19,20%MS contre 18,62%MS.

## II- Analyse en composantes principales : ACP

L'analyse en composantes principales (ACP) ; ou principal component analysis (PCA en anglais), comporte les éléments essentiels qui sont :

- les valeurs propres ou pourcentage de variance expliquée par chaque composante ;
- la représentation des individus dans les plans principaux ;
- les composantes et axes principaux.

On s'intéresse à l'étude de la variabilité observée sur l'ensemble des individus (les différentes variétés) ou l'ensemble des variables (les différents paramètres) pour les deux essais en pluvial et en irrigué.

### II-1- Essai en pluvial

#### II-1-1- Corrélations des variables prises deux à deux

**Tableau 30** : Matrice de corrélation (essai en pluvial).

Variables	MS(P)	MO(P)	MM(P)	MMins(P)	CB(P)	MAT(P)	Rec(P)	Hv(P)	RdtMS(P)
MS(P)	<b>1</b>								
MO(P)	<b>-0,538</b>	<b>1</b>							
MM(P)	<b>0,538</b>	<b>-1,000</b>	<b>1</b>						
MMins(P)	<b>0,701</b>	<b>-0,813</b>	<b>0,813</b>	<b>1</b>					
CB(P)	-0,050	0,147	-0,147	-0,248	<b>1</b>				
MAT(P)	0,035	0,210	-0,210	0,025	-0,236	<b>1</b>			
Rec(P)	0,086	-0,070	0,070	0,018	-0,024	-0,198	<b>1</b>		
Hv(P)	-0,435	<b>0,644</b>	<b>-0,644</b>	<b>-0,757</b>	0,479	-0,189	-0,070	<b>1</b>	
RdtMS(P)	-0,474	<b>0,732</b>	<b>-0,732</b>	<b>-0,801</b>	0,350	-0,116	0,184	<b>0,763</b>	<b>1</b>

On remarque une forte corrélation positive entre MM et MMin, alors qu'on remarque une forte corrélation négative entre MO et MM, et entre MO et MMin.

La MS est corrélée positivement avec la MM et avec la MMin, et on la trouve corrélée négativement avec la MO. Une faible corrélation négative est observée entre CB et MAT. Le taux de MS agit positivement sur la proportion de la fraction minérale et plus faible sur la fraction de la MAT. et d'une façon inverse beaucoup plus sur la MO et moins sur la CB. La teneur en MAT corrélée négativement avec la teneur en CB, et la teneur en MO corrélé positivement avec la teneur en MAT et d'une façon un peu élevé par rapport à celle avec la teneur en CB. Ceci permet de dire que la teneur en MO à un effet élevé sur la fraction azotée par rapport à son effet sur les constituants de la paroi.

Le RdtMS est corrélé positivement avec la Hv et avec le Rec, mais fortement avec la Hv. On trouve une faible corrélation négative entre la Hv et le Rec. Cela nous montre que la Hv influe beaucoup plus sur le rendement par rapport à son effet sur le Rec.

La teneur en MO est corrélée fortement et positivement avec le RdtMS, ainsi qu'avec la Hv, alors qu'on retrouve une forte corrélation négative entre les constituants minéraux (MM, MMin) et le RdtMS et avec la Hv. Aussi on remarque une corrélation positive entre la teneur en CB et la Hv avec le RdtMS et une corrélation négative entre ces derniers et la teneur en MAT.

On déduit la Hv et le RdtMS influent sur la teneur en MO, et se sont influent positivement sur la teneur en CB et négativement sur la teneur en MAT.

### II-1-2- Valeurs propres et vecteurs propres. Composantes principales

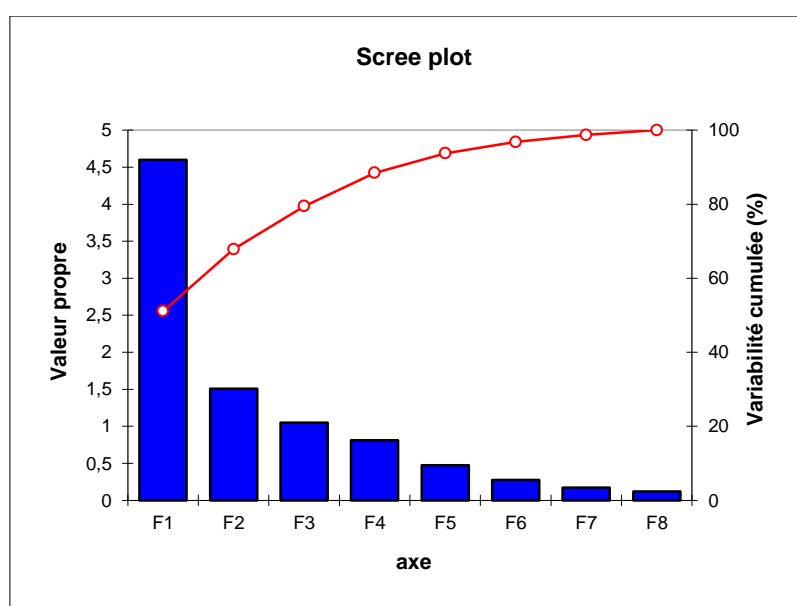
**Tableau 31** : Valeurs propres de la matrice des corrélations (essai en pluvial).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Valeur propre	<b>4,598</b>	<b>1,507</b>	<b>1,047</b>	0,811	0,473	0,275	0,171	0,118
Variabilité (%)	<b>51,086</b>	<b>16,743</b>	<b>11,635</b>	9,012	5,252	3,053	1,905	1,314
% cumulé	51,086	67,829	<b>79,464</b>	88,476	93,728	96,780	98,686	100,000

Le tableau 31 montre que la 1<sup>ère</sup> valeur propre est de 4,60 et elle représente un pourcentage de 51,09%, elle explique la part de l'information exprimée par le premier axe. La 2<sup>ème</sup> valeur propre est de 1,51, elle représente 16,74% et présente la part de l'information exprimée par le deuxième axe.

Il faut conserver les valeurs propres supérieures à 1, ou conserver les axes qui expliquent au moins 75-80%.

Le plan de l'axe 1 et 2 explique seulement 67,83% de l'information, il fallut ajouter la troisième composante qui représente un pourcentage de 11,64%. Ainsi, d'après la figure 28, on décide de garder les trois premiers axes qui expliquent une information de 79,46%.



**Figure 28** : Tracé des valeurs propres (essai en pluvial).

II-1-3- Représentation des individus et des variables

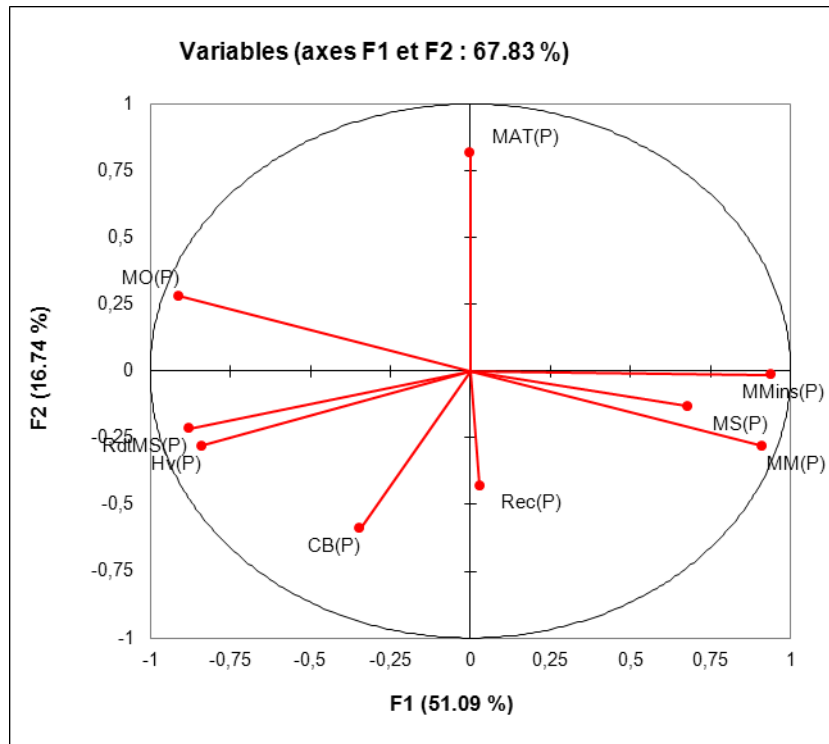


Figure 29 : Représentation des variables sur le plan (1×2) (essai en pluvial).

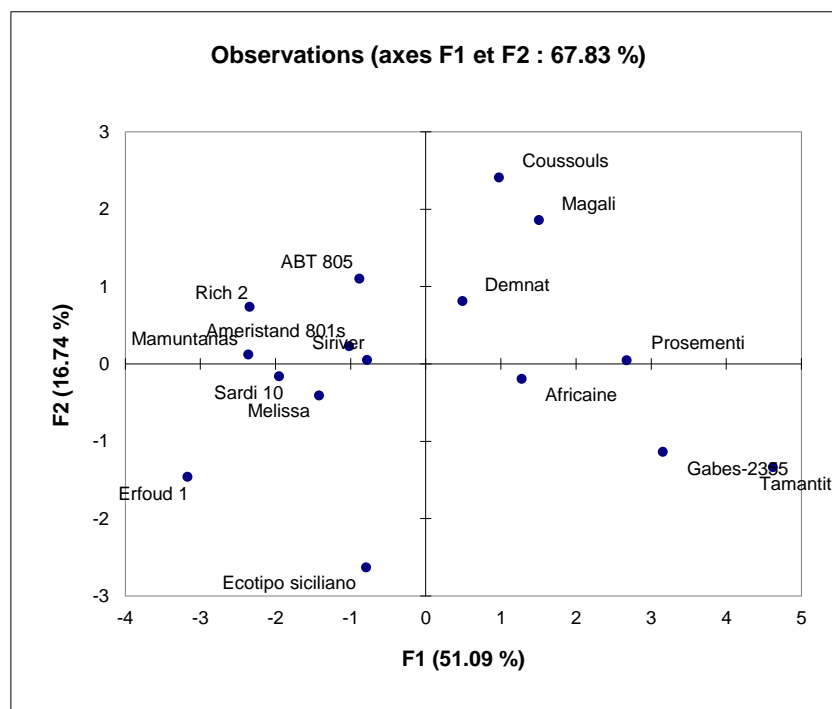


Figure 30 : Représentation des individus sur le plan (1×2) (essai en pluvial).



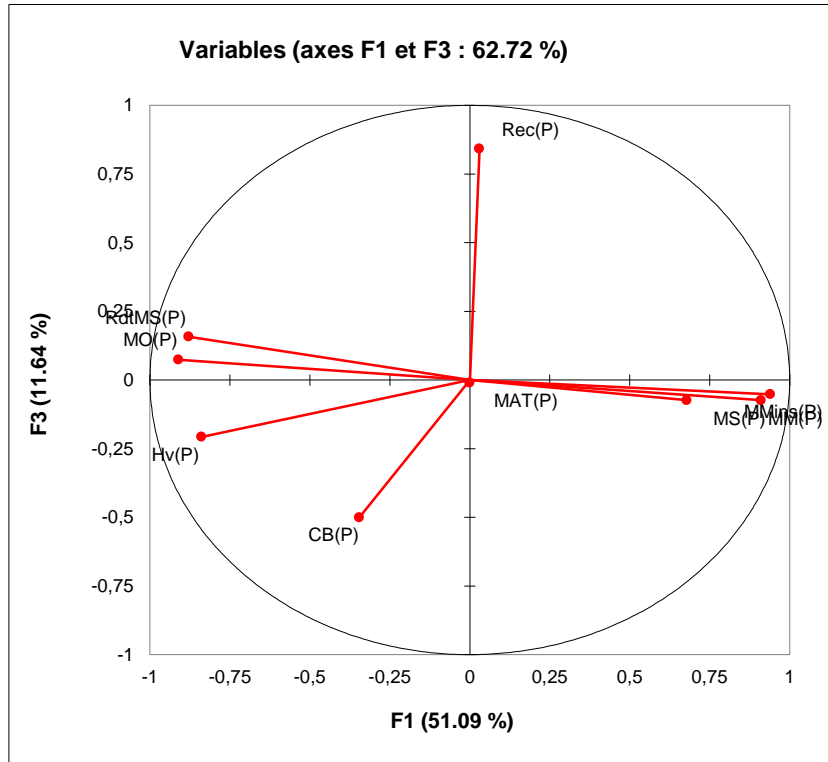


Figure 31 : Représentation des variables sur le plan (1×3) (essai en pluvial).

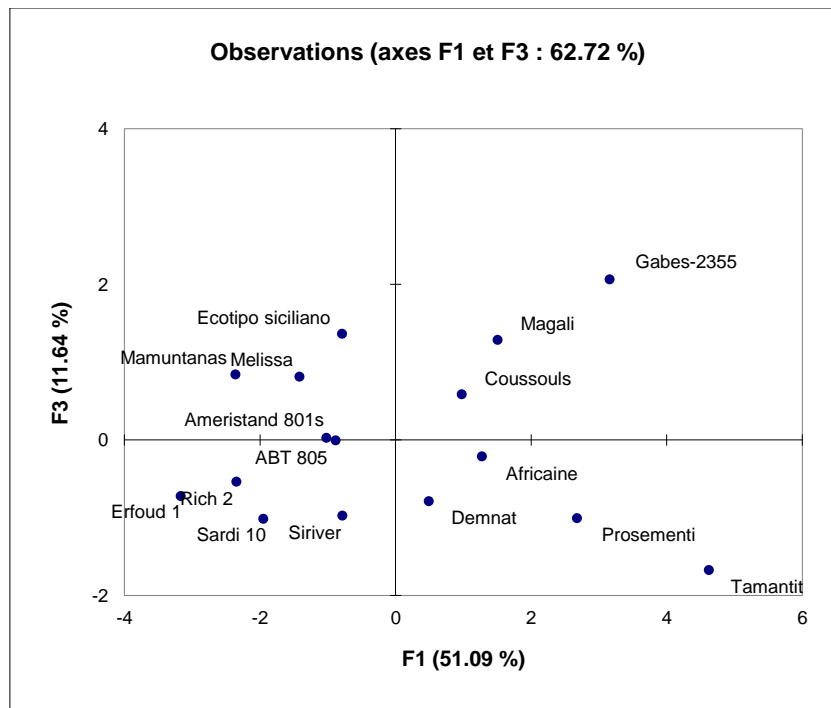


Figure 32 : Représentation des individus sur le plan (1×3) (essai en pluvial).

### II-1-4- Interprétation

Le 1<sup>er</sup> axe est l'axe principal par ce qu'il explique à lui seul 51,09% de la variance.

#### -Sur le plan factoriel (1×2)

Le premier axe du point de vue variable, est principalement formé par les variables liées et opposées séparées en deux groupes à l'intérieur du cercle de corrélation. Le premier groupe contient MM, MMins et la MS, corrélé positivement avec le 1<sup>er</sup> axe, et le deuxième groupe opposé au premier et corrélé négativement avec cet axe, contient les paramètres MO, RdtMS et Hv.

Dans le plan factoriel les points de projection présente les individus séparés par le premier axe en deux grands groupes, le premier groupe contient les individus Gabes-2355, Africaine, Prosmenti et Tamantit, donc ce groupe corrélé avec les paramètres MM, MMins et la MS. et le deuxième constitué principalement par Mamuntanas, Melissa, Rich 2, Erfoud 1 et Sardi 10 qui présentent des valeurs élevées de MO, RdtMS et Hv.

Le deuxième axe du point de vue variable est constitué principalement par la MAT qui est corrélé négativement avec le deuxième groupe Rec et la CB.

Sur cet axe les individus sont corrélés positivement, on trouve le groupe comprenant Coussouls, Demnat et Magali, qui représentent des teneurs élevées en MAT. Le deuxième groupe constitué par un seul individu Ecotipo Siciliano, est caractérisé par des valeurs élevées de Rec et de la CB.

#### -Sur le plan factoriel (1× 3)

Le 3<sup>e</sup> axe représente un axe secondaire. Il est principalement corrélé positivement avec le Rec et négativement avec la CB. Il est corrélé en particulier avec les individus Ecotipo Siciliano et Gabes-2355.

## II-2- Essai en irrigué

### II-2-1- Corrélations des variables prises deux à deux

**Tableau 32** : Matrice de corrélation (essai en irrigué).

Variabes	MS(I)	MO(I)	MM(I)	MMins(I)	CB(I)	MAT(I)	Rec(I)	Hv(I)	RdtMS(I)
MS(I)	<b>1</b>								
MO(I)	-0,104	<b>1</b>							
MM(I)	0,104	<b>-1,000</b>	<b>1</b>						
MMins(I)	-0,318	-0,368	0,368	<b>1</b>					
CB(I)	-0,083	0,261	-0,261	-0,278	<b>1</b>				
MAT(I)	0,094	<b>-0,517</b>	<b>0,517</b>	0,241	0,037	<b>1</b>			
Rec(I)	0,008	0,312	-0,312	-0,289	<b>0,604</b>	0,042	<b>1</b>		
Hv(I)	0,289	0,471	-0,471	-0,465	0,436	-0,215	<b>0,775</b>	<b>1</b>	
RdtMS(I)	-0,033	0,415	-0,415	-0,330	0,458	-0,081	<b>0,831</b>	<b>0,749</b>	<b>1</b>

La corrélation positive bien marquée pour l'essai est celle entre le Rec et le RdtMS, suivi par le couple Rec avec Hv après, Hv avec RdtMS. On observe également une forte corrélation aussi entre la teneur en CB et le Rec et, entre la teneur en MM avec la teneur en MAT.

La corrélation négative est très importante entre la MM et la MO, et faible entre la MO et la MAT.

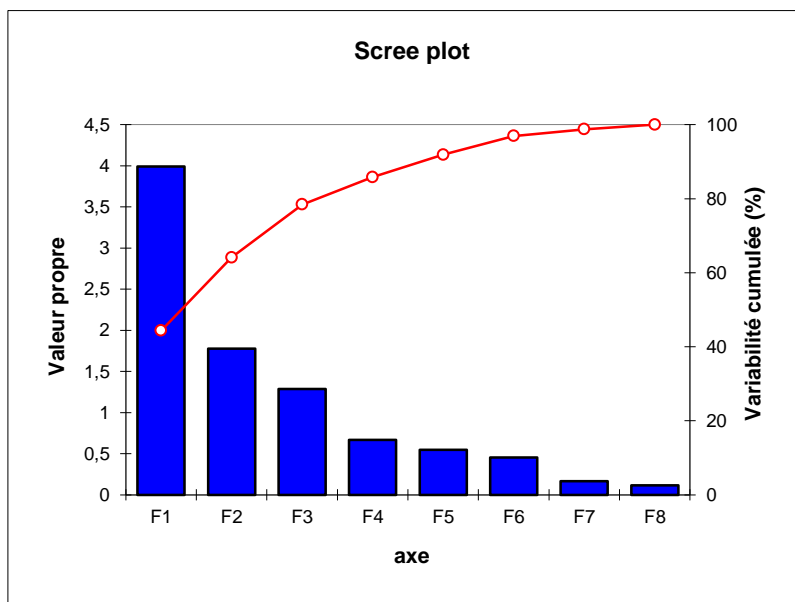
### II-2-2- Valeurs propres et vecteurs propres. Composantes principales

**Tableau 33** : Valeurs propre de la matrice des corrélations (essai en irrigué).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Valeur propre	<b>3,990</b>	<b>1,779</b>	<b>1,288</b>	0,667	0,546	0,453	0,164	0,113
Variabilité (%)	<b>44,332</b>	<b>19,762</b>	<b>14,313</b>	7,410	6,065	5,038	1,821	1,259
% cumulé	44,332	64,093	<b>78,407</b>	85,817	91,882	96,920	98,741	100,000

Le tableau 33 montre que les deux premières valeurs propres ne donnent pas une information suffisante pour l'analyse (64,09 %), et pour cela il faut ajouter la troisième composante qui représente un pourcentage de 14,31 %. On prend donc les trois premiers axes qui expliquent une information de 78,41 %.

Le cumul des valeurs propres est représenté sur la figure 33.



**Figure 33** : Tracé des valeurs propres (essai en irrigué).

II-2-3- Représentation des individus et des variables

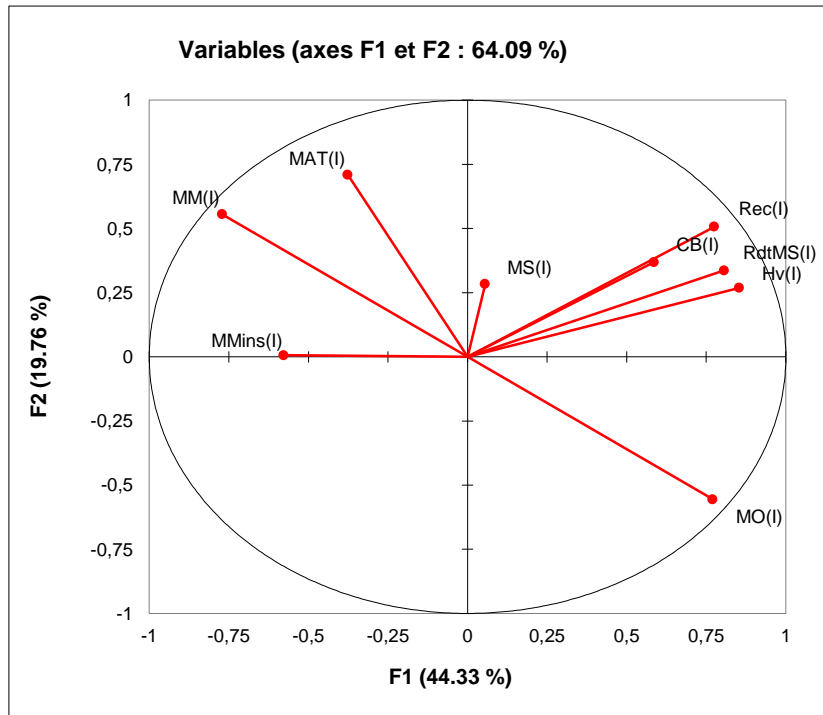


Figure 34 : Représentation des variables sur le plan (1×2) (essai en irrigué).

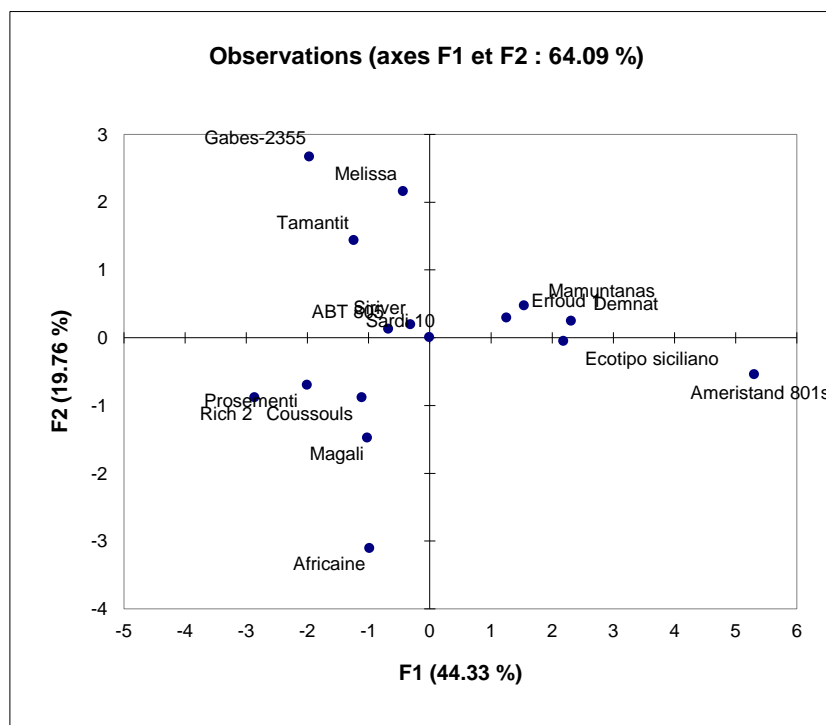


Figure 35 : Représentation des individus sur le plan (1×2) (essai en irrigué).

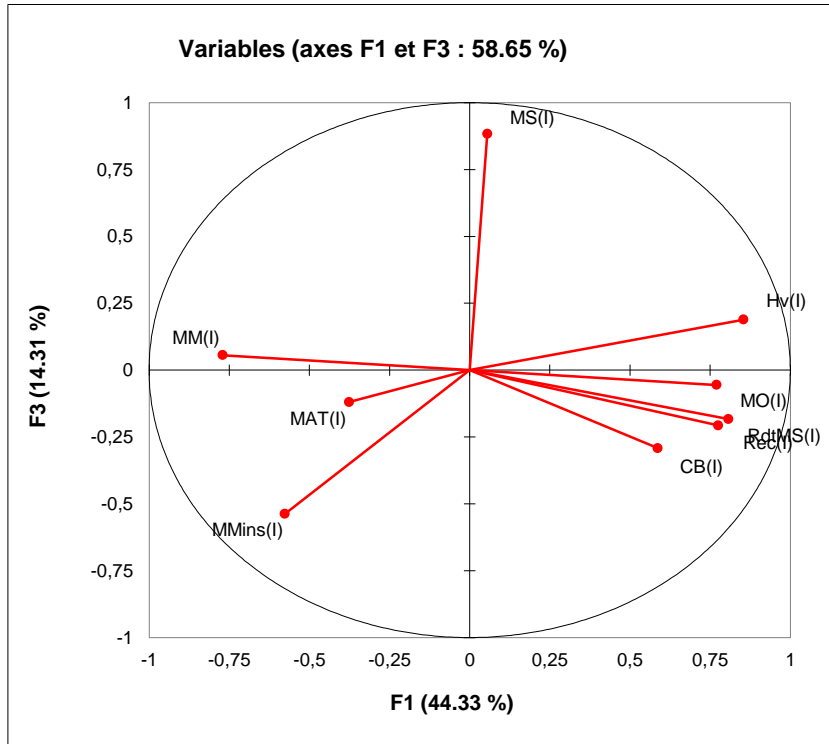


Figure 36 : Représentation des variables sur le plan (1×3) (essai en irrigué).

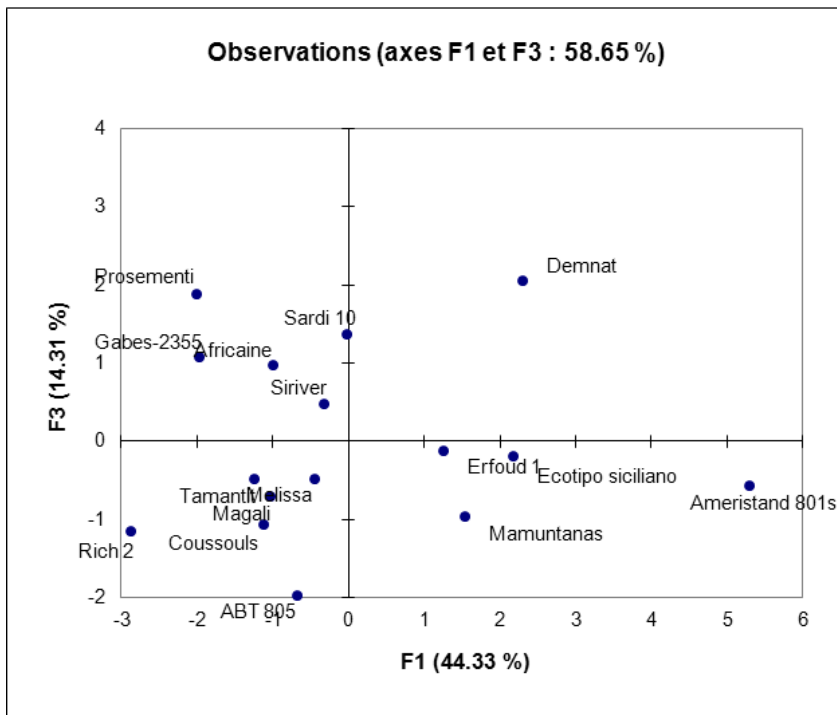


Figure 37 : Représentation des individus sur le plan (1×3) (essai en irrigué).

### II-2-4- Interprétation

Le 1<sup>er</sup> axe est l'axe principal par ce qu'il explique à lui seul 44.33% de la variance.

#### -Sur le plan factoriel (1×2)

Le premier axe des points de vue variables, sépare les paramètres en deux grands groupes, le premier groupe corrélé positivement contient les paramètres Hv, RdtMS, Rec, CB et MO. Opposées au deuxième groupe qui est composé de MM et MMin.

Le premier axe sépare les individus en deux grands groupes, le premier corrélé positivement contient Mamuntanas, Erfoud 1, Demnat, Ecotipo Siciliano et Ameristand 801s, ce groupe est corrélé avec le groupe des paramètres Hv, RdtMS, Rec, CB et MO. Le deuxième opposé contient les individus Tamantit, ABT, Siriver, Sardi 10, Prosmenti, Rich 2, Coussouls. Les individus de ce groupe sont fortement liés avec les paramètres MM et MMin.

Le deuxième axe à l'intérieur du cercle est formé par la MS et la MAT. Les points de projection sont présentés les individus Melissa et Gabes-2355 et sont corrélés négativement avec les individus Magali et Africaine.

Les trois paramètres phénologiques étudiés sont corrélés positivement et fortement entre eux, et avec les paramètres fourragers MO et CB. Ils sont corrélés négativement, fortement avec la teneur en MM et faiblement avec la teneur en MAT. Ce qui permet évidemment de dire que les paramètres de production ou de forme sont influencés fortement par les constituants organiques de la plante.

#### -Sur le plan factoriel (1×3)

Le troisième axe, est constitué principalement par la MS, le seul individu appartenant à cet axe est Sardi 10, ce groupe corrélé négativement avec la MMin, qui caractérise les variétés Rich 2 et ABT 805 à ce mode.

## CONCLUSION

## Conclusion

Dans cet essai nous avons utilisé des variétés de l'espèce (*Medicago sativa* L.) de différentes origines. Le travail a permis de mettre en évidence les caractéristiques de ce type de luzerne pour l'évaluation de la pérennité de ces variétés dans les conditions semi-arides.

L'étude a permis de mettre en évidence une variabilité génétique concernant les paramètres phénologiques notamment la hauteur des cultivars. Le régime hydrique en irrigué montre ses potentialités en ce qui concerne le recouvrement linéaire et le rendement en matière sèche, alors que pour la hauteur de la végétation, le mode en pluvial exprime des valeurs légèrement élevées comparativement à l'irrigué.

La croissance des tiges souligne des résultats meilleurs à la période modérément chaude, le printemps, les cultivars montrant leurs supériorités sont : Erfoud 1, Sardi 10, Ameristand 801s et Demnat. Alors que les variétés qui présentent les plus faibles hauteurs sont : Gabes-2355, Coussouls et Rich 2.

Une variabilité variétale du recouvrement a été mise en évidence. En effet, les variétés à recouvrement élevé pour l'essai conduit en pluvial sont : Ecotipo Siciliano et Gabes-2355. Alors que Tamantit et Siriver montre un recouvrement faible. En revanche au mode conduit en irrigué Ameristand 801s, Demnat et Mamuntanas ont montré leurs supériorités du recouvrement, alors que Magali, Prosementi et Africaine sont les moins couvrants.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent la supériorité des variétés pour leur rendement en zone semi-aride pour la troisième année de production par rapport aux cycles précédents. Cependant, les variétés Mamuntanas et Ecotipo Siciliano donnent les meilleurs rendements alors qu'Africaine est le moins productif au cours du cycle pour les deux modes.

Il a été constaté durant cette étude l'influence de la hauteur sur le rendement, en effet certains auteurs ont montré la corrélation entre la production de la matière sèche et la hauteur des tiges (**Dobias et al., 1976**), ont conclu qu'on peut estimer la production de la plante à partir de la hauteur de la plante. **Hycka (1967)** a montré aussi, comment la fréquence et la hauteur des coupes influent sur la productivité ainsi que sur la longévité de la luzernière.

L'étude de la valeur fourragère des différentes variétés étudiées permet de déceler des valeurs importantes, comparables aux données apportées par une certaine littérature, ce qui donne un fourrage de meilleure qualité pour les deux régimes. Néanmoins, il faut noter que la plupart des teneurs élevées sont obtenues à l'essai conduit en irrigué. .

Les teneurs intéressantes en cellulose brute et en matières azotées des variétés étudiées confirment que la luzerne est un aliment de base dans la production fourragère.

La richesse en matières minérales est établie chez la variété locale Tamantit à l'essai conduit en pluvial et Gabes-2355 d'origine tunisienne pour les deux essais. Les variétés possédant des teneurs faibles sont Mamuntanas de l'Italie et Ameristand 801s d'origine USA pour le mode pluvial.



Les teneurs en minéraux insolubles de la luzerne pour le troisième cycle sont faibles comparativement à celles enregistrées aux deux cycles précédents et à celles mentionnées dans les tables de l'INRA.

Concernant les teneurs en MM et en MO, Il existe une variabilité intra variétale très marquée sur le plan intra coupe.

D'après les résultats obtenus, on déduit que le régime hydrique a un effet sur la richesse en fibres, la teneur élevée revient à Ecotipo Siciliano en pluvial et la faible teneur à Rich 2 pour l'essai en irrigué. La teneur en CB ne diminue pas dans la majorité des cas avec le numéro du cycle.

La teneur en MAT des échantillons étudiés varie avec le numéro de coupe, en effet, elle diminue de la première à la quatrième. La teneur la plus élevée étant de 21,48%MS revient au cultivar Coussouls originaire de la France suivie par la variété Demnat. Alors que la teneur la plus faible (18,38%MS) revient à Ecotipo Siciliano. La variété locale Tamantit figure parmi les variétés riches en protéines.

En comparant la variété locale avec les cultivars introduits du point de vue paramètres phénologiques, on constate que cette variété possède des rendements en matière sèche faibles et des valeurs médiocres pour la hauteur. En revanche c'est une variété qui a fourni un recouvrement élevé pour des conditions d'irrigation importante. Du point de vue valeur fourragère, on constate que la variété Tamantit est en moyenne moins riche en fibres et a un meilleur teneur en matières azotées et aussi en matières minérales.

L'étude des différents paramètres montre une corrélation entre la quantité de la biomasse produite et sa qualité. Il apparait donc clairement qu'une certaine variabilité génétique pour la qualité existe chez les variétés étudiées. Ces écarts sont en effet aussi importants que ceux observés sur la production de matière sèche pour les différentes variétés.

Notre étude donne une idée préliminaire sur les performances et les potentialités de quelques variétés d'origines méditerranéennes, cultivées dans une région semi-aride, à compléter notamment pour l'évaluation des capacités de production de ce matériel en fonction de sa pérennité.

L'évaluation d'une gamme plus importante de génotypes sera envisagée et devrait permettre de mieux prendre en compte la variabilité génétique existante. Cette variabilité peut être exploitée en créant des variétés qui rendront service rapidement aux éleveurs, tout en veillant à ce que ce progrès en qualité ne s'accompagne pas de défauts (rendement, coût des semences...). Mais il est probablement judicieux d'examiner de façon plus précise et d'essayer de comprendre les phénomènes qui interviennent dans la qualité comme la composition biochimique ainsi que les relations entre qualité et croissance (**Lemaire et Allirand, 1993**).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## Références bibliographiques

**Abdelguerfi A., 1987.** Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie. Céréaliculture 16 : 1-6.

**Abdelguerfi A., 1992.** Un exemple de valorisation des ressources Phytogénétiques d'intérêt pastorale : l'utilisation des luzernes annuelles dans les systèmes de pâturage en Algérie. Atelier maghrébin sur les méthodologies de collecte, d'évaluation et de conservation des ressources génétiques fourragères, Rabat, du 8 au 15 avril 1992.

**Abdelguerfi A., 1994.** About the perennial Lucerne (*M. sativa*) In Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 18-20.

**Abdelguerfi A. et Laouar M. 1999.** Les espèces fourragères et pastorales. Leur utilisation au Maghreb 41 (Algérie, Maroc, Tunisie). FAO, Régional Office NEAR EAST, Le Caire, Egypte. 110 p.

**Alboudi A., Angevain M., Prosperi J.M et Mansat P., 1994.** Gestion de coupe et l'effet génotypique au rendement et au taux de matière sèche de la luzerne (*Medicago sativa* L.). In Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 83-84.

**Albrecht, K. A., Wedin W. F. et Buxton D. R., 1987.** Cell wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. Crop Science, 27 : 735-741.

**Allirand J.M., Gosse G. et Lemaire G., 1994.** Sensibility of lucerne annual production to the rate of leaf area expansion and harvesting regime. In Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 99-102.

**Andrieu J., Demarquilly C., Wegat-Litre Erna et Weiss Ph., 1981.** Prévion de la valeur énergétique des foins. In « prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants ».Ed. INRA Pub 1. Route de St Cyr, 78000 Versailles. P. 119-127.

**Andrieu J. et Demarquilly C., 1987.** Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. In «Les fourra Demarquilly ges secs : récolte, traitement, utilisation ».16èmes journées du Grenier de Theix, 21-23 mai 1985. Ed.INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles. Pp 163-182.

**Bellague D., Chedjerat A., Khedim A., Khelifi H., M'hammedi Bouzina M., Merabet B., Laouar M., et Abdelguerfi A. 2006.** Comportement et efficience d'utilisation de l'eau de quelques cultivars de luzerne pérenne dans une région semi-aride en Algérie. Options méditerranéennes. Series A, No.79. Pp 265-268.

- Bellague D., 2010.** Comportement et efficacité d'utilisation de l'eau de la Luzerne pérenne vis-à-vis de quelques facteurs abiotiques dans la région du Bas Cheliff. Thèse de Magister, Univ Chlef, 109p.
- Bonciarelli F., 1992.** Le rôle agronomique de l'herbe médicale. Proc. X Int. Conference EUCARPIA, lodi, pp. 33-39.
- Borowiecki J., Gawel E. et Guy P., 1994.** Variability of growth rate in alfalfa of diverse origine. *In* Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36: 73-74.
- Bouzigaren A., Kallida R. et Faiz C., 2010.** Evaluation of drought tolerance variability en mediterranean Alfalfa cultivars in the field under Moroccan conditions. *In* "Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding". Editeur Huyghe C. France. pp.283-287.
- Cavallero A. et Ciotti A., 1991.** Aspects agronomique de l'utilisation des prairies et des pâturages. *Revue Agronomique*, 25, 2, 81-126.
- Cédra C., 1995.** Les matériels de récolte des fourrages, ensilage et distribution. Collection FORMAGRI. Vol 6 pp 13-23.
- Chaabena, A. 2001.** Situation des cultures fourragères dans le Sud-Est septentrional du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et populations sahariennes de luzerne cultivée. Thèse de Magister, INA, Alger.
- Chaabena A. et Abdelguerfi A., 2001.** Situation de la luzerne pérenne dans le Sahara et comportement de quelques populations locales et variétés introduites dans le sud-est du Sahara algérien. *Options méditerranéennes. Série A, No.79.CIHEAM.* PP 57-60.
- Chiders W-R., 2008.** Luzerne. Encyclopédie Canadienne. Canada. 2p. (<http://www.thecanadanencyclopedia.com/index.cfm>).
- Ciotti A., 1992.** Collection et préservation des fourrages des prairies, fenaison et ensilage. *Suppl. Inf. Agrario*, 23/92, 5-50.
- Comps, B., Letouzey, J. et Savoie, J.-M., 1987.** Phénologie du couvert arborescent dans une chênaie-hêtraie d'Aquitaine. *Annales des Sciences Forestières*, 44, 153-170.
- Delgado I., Ramon J. et Valderrabano J., 1992.** Effet du pâturage sur une culture de luzerne. *INIA Prod. Sanid. Anim.*, Vol.7(1).pp71-80.
- Delgado Enguita E., 1994.** Réponse au pâturage de huit cultivars de la luzerne. *Anales INIA Prod. Sanid. Anim.* vol.8, n.3, 13p.
- Delpech, R., Dumé, G. et Galmiche, P., 1985.** Typologie des stations forestières. Vocabulaire. Ministère de l'Agriculture. Direction des Forêts. Institut pour le Développement Forestier, 243 pages.
- Demarly, 1957.** *In* « Les fourrages et l'éleveur ». lavoisier tec doc j.b.baillièrre. Paris. Pp 77.

**Demarly, 1961.** Physiologie de la luzerne. Bulletin des C.E.T.A.

**Demarquilly, C., 1966.** Valeur alimentaire de la luzerne. Fourrages, 21 : 12-33.

**Demarquilly et Weiss, 1970.** In « La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres ». Ed. France Agricole. Paris. Pp 111.

**Demarquilly C., 1987.** Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. 16èmes journées du Grenier de Theix, 21-23 mai 1985. Ed.INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles. Pp 23-25.

**Demarquilly C., 1988.** La valeur alimentaire des graminées et légumineuses fourragères In « Les fourrages et l'éleveur ». lavoisier tec doc j.b.baillièr.paris. Pp 89-90.

**Demarquilly C., 1993.** Valeur énergétique des luzernes déshydratées. INRA productions animales. Genès Champanelle. Pp 137-138.

**Demarquilly C., 1995.** La valeur nutritive des fourrages et leur rôle dans l'alimentation des ruminants. INRA. In Les matériels de récolte des fourrages, ensilage et distribution. Collection FORMAGRI .Vol 6 pp 14.

**Dobias A. et Sestrienka A., 1976.** Variabilité génétique et corrélation des caractères de production de la luzerne. Vedecke Prace. Vyskumneho Ustavu Rastlinej Vyroby. V. piestanoch 13. Pp 301-307.

**Doorenbos J., kassam A-H., Bentverlsen C., Branscheid V., Plusjé J-M., Smith M., Uittenbogaard G-O. et Van der val H-K., 1980.** Réponse des rendements à l'eau. Bulletin FAO 33. Rome. Pp : 85-89.

**Durand J.L., 1987.** Modélisation de la production de luzerne et alimentation hydrique. Thèse, Institut National Agronomique (INA)- Paris-Grignon (France).109p.

**Durand, R., 1967.** Action de la température et du rayonnement sur la croissance. Annales de Physiologie Végétale, 9, 5-27.

**Duthil J., 1967.** La production fourragère Ed.j.b.baillièr et fils.paris.325p.

**Emile jc. et Traineau R., 1993.** Effet de la variabilité génétique sur la digestibilité in vivo de la luzerne. In « Les légumineuses : nouvelle PAC, nouvelles chances », INRA de Lusignan, pp 251-254.

**Fontanel, J.L., 1979.** Etude des influences climatiques sur les potentialités de la production forestière. Mémoire- INRA de Champenoux- Centre National de Recherches Forestières.

**Giovanni N., 1969.** Mise au point des connaissances actuelles sur la luzerne en Algérie. INRA/CNRS. Pp : 1-46.

**Gosse. G., 1988.** In « Les fourrages et l'éleveur ». lavoisier tec doc j.b.baillièr.Paris.440p.

**Gosse G., Chartier M., Lemaire G. et Guy P., 1982.** Influence des facteurs climatiques sur la production de luzerne. Fourrages 90, 113-133.

- Greenwood, D. J., G. Lemaire, G. Gosse, P. Cruz, A. Draycott, et J. J. Neeteson, 1990.** Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. *Annals of Botany*, 66 : 425-436.
- Grignani C., 1991.** Etude de six prairies fourragères de pâturage simulé en cultures sèches dans la vallée du Pô. *Revue Agronomique*.25, 2, 210-219.
- Guy, 1971.** In « Les fourrages et l'éleveur ». Lavoisier tec doc j.b.bailière.Paris.440p.
- Hall M. H., 1993.** Alfalfa growth flowering release from drought stress. *Agro. J.* Vol. 85 (5), 991-994.
- Hamadache A., Boussadi M., 1991.** Essai comparatif de 11 variétés de luzerne pérenne (*Medicago sativa*) en zone sub-humide. *Céréaliculture*, 24 :25-30.voir luzerne en Algérie.
- Hamilton R.S., Hughes S.J., Maxted N. 2001.** Ex Situ conservation of forage legumes. In *The Genetic Diversity of Legumes species in the Mediterranean*, Maxted and Bennett. Kluwer Academic Press.263-291.
- Hireche-adjal Y., 2006.** Réponse de la luzerne (*Mdicago sativa* L.) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Mémoire de magister en sciences agronomiques, UHLB. Algérie.83p.
- Hnatyszyn M.et Guais A., 1988.** Les fourrages et l'éleveur. Lavoisier tec doc j.b.bailière.paris.440p.
- Hycka M., 1967.** Persistance de la productivité de la luzerne en relation avec son utilisation intensive. Journées nationales sur la luzerne. Aima. Zaragoza.
- IDGC, 1979.** Céréaliculture, revue trimestriel scientifique et technique d'information : de l'institut de développement des grandes cultures, Algérie. 32p.
- INRA, 1988.** In « La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres ». Ed. France Agricole. Paris 254p.
- INRA, 2002.** Cité par **Sauvant D., Perez J-M., Tran gilles** : Tables de composition et de la valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Edition INRA. Paris. Pp 250-256.
- INRA, 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoins des animaux, valeurs des aliments. Edition Versailles, 310p.
- Journet, 1993.** Déshydratation de la luzerne (<http://www.satanso.com/deshydratation-luzerne.php/fr>).
- Julier, B., et C. Huyghe, 1997.** Effect of growth and cultivar on alfalfa digestibility in a multi-site trial. *Agronomie*, 17: 481-489.
- Khelifi H.E., 2008.** Etude du comportement de quelques variétés ou population de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) et de sulla (*Herdysarum coronarium* L.). Mémoire de magister, INA, El-Harrach (Alger), 161p.

**Khelifi H.E. , Bellague D., Khedim A., Chedjret A., M'hammedi Bouzina M., Merabet B.A., Laouar M., Benmassaoud A., Lazali M., Alouane Y., Hadj-Omar K., Nabi M., Oumata S. et Abdelguerfi A. 2006.** Etude du comportement de seize cultivars de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) conduits sous deux régimes hydriques, dans deux régions (subhumide et semi-aride) de l'Algérie. Options méditerranéennes. Série A, No.79.CIHEAM. Pp 323-326.

**Khil et Boukhlof, 2010.** Contribution à l'étude de la composition chimique de dix variétés de luzerne pérenne cultivée au bas Chélif. Mémoire d'ingénieur. Université de Chlef. 40p.

**Knoden D., 2007.** Actes de la journée « Fourrages actualités » du 20 septembre 2007. Fourrages Mieux ASBL Rue du Carmel, 1. 6900 Marloie. knoden@fourragesmieux.be

**Laffont J-M., Richard C. et Wurmser J-P, 1985.** La récolte des fourrages : faucheuses et faucheuses - conditionneuses Ouvrage de l'Encyclopédie Agricole Pratique .eurovert/ agri-nathan Paris.95p.

**Laffont J-M., 1987.** Semences fourragères et production d'herbe. Ouvrage de l'Encyclopédie Agricole Pratique .eurovert/ agri-nathan Paris. Pp 16-17.

**Laumont, 1940.** La luzerne et sa culture en Algérie. Doc. Rens. Agric. Bull. N° 31, p 1-47.

**Lebbas F. et Goby J.P., 2005.** Valeur nutritive de la luzerne déshydratée à basse température chez le lapin en croissance. Première approche. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole. Paris. Pp 201-204.

**Le Coq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaire et d'expertises usuelles. Edition Doin. Deren et Cie. Tome II. Paris, 241-251.

**Legoupil J.C et Ruffin J.C., 1974.** La luzerne : recherche sur l'adaptation de la culture aux conditions du périmètre irrigué du Haut Cheliff.INRA-A.1-57.

**Le Houerou H.N., 1987.** Les ressources fourragères de la flore nord-africaine. In « ressources fourragères et pastorales dans les systèmes de production en milieu méditerranéen », 5th meeting of the FAO European Sub-Network on Mediterranean Pastures and Fodder Crops. Montpellier (France) 13-17 octobre 1987. Bulletin 5 : 127-132.

**Lemaire G. et Allirand J.M., 1993.** Relation entre croissance et qualité de la luzerne : interaction génotype-mode d'exploitation. Fourrages, 134, 183-198.

**Lesins K.A. et Lesins I., 1979.** Genus *Medicago* (Leguminosae). Ataxogenetic study. Edt. W. Junk bv Publishers. 104-105.

**Luna Calvo L. et Delgado Enguita I., 1994.** Growth rate evolution of luzerne depending height and frequency of cuts. In Eucarpia/FAO *Medicago* Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 81-82.

- MacDonald M., W S Atkins International et Bneder, 1990.** Etude de l'avant-projet détaillé des extentions de Guerouaou et de Sebkheth Benziane et du Réaménagement du Bas-Chelif. Dossier I-D (Etude agro-Economique), Rapport I-D-1, Situation de référence. 169p.
- Marble V. L., 1993.** Des fourrages pour le proche Orient : La luzerne, Etude FAO Production végétale et protection des plantes 97/1, FAO, Rome, 237p.
- Marie L., Broucqsault, Collin F. et Raynal G., 1998.** Luzerne porte-graine : les maladies fongiques des feuilles et des tiges. Bulletin semences N° 143.pp : 21-24.
- Martín-Rosset W., 1990.** L'alimentation des cheveux. Ed. INRA. Paris.232p. [books.google.fr/books](https://books.google.fr/books).
- Mathan (de) O., 1990.** Opérations à grand échelle commerciale en Europe. *In* Fantozzi P. et Traynor S.M. Procédure de la troisième conférence international sur la recherche des protéines des feuilles. Chiriotti Editori, Pinerolo, Italie, pp. 36-49.
- Mathan, 1992.** Cité par Talamucci P., 1994. Lucerne role in farming systems, technical itineraries and managements for different uses in diverse physical and socio-economic environments. *In* Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 6-17.
- Mauriès, 1988.** *In* « La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres ». Ed. France Agricole. Paris. Pp 113.
- Mauriès M., 1994.** La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres. Ed. France Agricole. Paris 254p.
- Mauriès M., 1998.** Cours luzerne, module FO : production et gestion du système fourrager. GNIS et du SNDF. France.22p.
- Miline C.N., 1960.** Cité par Shepherd W., 1961. The susceptibility of hay species to mechanical damage. II- Effects of moisture content and variety. *Aust .J. Agric. Res.*, 12, 783-796.
- Morard P., 1995.** Les cultures végétales hors sol. Publications Agricoles, Agen, France ; 303.
- Mowat, D. N., R. S. Fulkerson, W. E. Tossell, et J. E. Winch, 1965.** The in vitro digestibility and protein content of leaf and stem portions of forages. *Canadian Journal in Plant Science*, 45 : 321-331.
- Nedjmaoui A. , Benhamada K., 2012.** L'étude de l'effet des cendres insolubles et de l'azote sur l'activité microbienne : Cas du Rumen Mémoire de Master 2. Université de Chlef. 60p.
- Peccatte J.R., Dozias D., 1998.** Conservation et valeur alimentaire de la luzerne pour les ruminants *In* Récolter et conserver l'herbe aujourd'hui, Journées d'information de l'A.F.P.F, pp 403-407.



**Pfitzenmeyer, 1963.** In « La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres ». Ed. France Agricole. Paris. Pp 21.

**Quezel P., Santa S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2Vol. C.N.R.S Paris; 1170 p.

**Rahal-Bouziane H., 2005.** Recherche agronomique. Revue agronomique INRA, N° 16. Pp : 8-17.

**Talamucci P., 1994.** Lucerne role in farming systems, technical itineraries and managements for different uses in diverse physical and socio-economic environments. In Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 6-17.

**Terry, R. A., et J. M. A. Tilley, 1964.** The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, luzerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. Journal of the British Grassland Society, 19 : 363-373.

**Ulrich, E., 1997.** Renecofor. Manuel de référence n° 12 pour les observations phénologiques. Première version Mars 1997. ONF-Fontainebleau, 20 pages.

**USA – 1987.** In « La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres ». Ed. France Agricole. Pp 110.

**Wilman, D., et M. A. K. Altimimi, 1984.** The in vitro digestibility and chemical composition of plant parts in white clover, red clover and luzerne during primary growth. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35: 133-138.

**Zeraïa L. 1983.** Protection de la flore. Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière, Alger, Algérie.

**Zoghلامي A., Seklani H. et Ayari R., 1994.** Potentialités de la population locale « Gabes » dans des conditions semi-aride. In Eucarpia/FAO Medicago Meeting : Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. Publication FAO-REUR Technical Series, 36 : 218-221.

(<http://www.tela-botanica.org>).

## ANNEXES

ANNEXE I : Les Paramètres Phénologiques

ANNEXE II : Les Paramètres Fourragers

## **ANNEXE I**

### **Les Paramètres Phénologiques**

ANNEXES

**Tableau 1 :** Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	29,885	9,962	1,440	0,244
Cultivar	15	675,930	45,062	6,512	< 0,0001
Résidus	45	311,410	6,920		
Total	63	1017,225			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 9,30

**Tableau 2 :** Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	84,538	28,179	7,668	0,000
Cultivar	15	743,931	49,595	13,495	< 0,0001
Résidus	45	165,376	3,675		
Total	63	993,845			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 10,08

**Tableau 3 :** Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	196,303	65,434	3,550	0,022
Cultivar	15	932,475	62,165	3,372	0,001
Résidus	45	829,513	18,434		
Total	63	1958,291			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 11,76

**Tableau 4 :** Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	288,680	96,227	1,283	0,292
Cultivar	15	3039,696	202,646	2,701	0,005
Résidus	45	3375,626	75,014		
Total	63	6704,002			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 20,20

**Tableau 5 :** Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	49,297	16,432	2,665	0,059
Cultivar	15	728,207	48,547	7,873	< 0,0001
Résidus	45	277,481	6,166		
Total	63	1054,984			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 9,76

ANNEXES

**Tableau 6 :**Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	67,925	22,642	2,402	0,080
Cultivar	15	794,815	52,988	5,620	< 0.0001
Résidus	45	424,246	9,428		
Total	63	1286,985			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 10,28

**Tableau 7 :**Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	32,561	10,854	1,273	0,295
Cultivar	15	879,907	58,660	6,878	< 0.0001
Résidus	45	383,785	8,529		
Total	63	1296,253			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 10,58

**Tableau 8 :**Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	657,071	219,024	6,727	0,001
Cultivar	15	399,871	26,658	0,819	0,652
Résidus	45	1465,155	32,559		
Total	63	2522,097			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 11,38

**Tableau 9 :**Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	49,591	16,530	1,762	0,168
Cultivar	15	387,534	25,836	2,753	0,004
Résidus	45	422,246	9,383		
Total	63	859,371			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 7,32

**Tableau 10 :**Anova hauteur de la végétation (Hv) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	55,372	18,457	3,773	0,017
Cultivar	15	286,849	19,123	3,909	0,000
Résidus	45	220,131	4,892		
Total	63	562,352			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 6,48

ANNEXES

**Tableau 11** :Anova recouvrement linéaire (RecL) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1515,674	505,225	6,779	0,001
Cultivar	15	1597,564	106,504	1,429	0,175
Résidus	45	3353,722	74,527		
Total	63	6466,960			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 19,54

**Tableau 12** :Anova recouvrement linéaire (RecL) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Bloc	3	1400,004	466,668	3,635	0,020
Cultivar	15	1537,539	102,503	0,798	0,673
Résidus	45	5777,276	128,384		
Total	63	8714,819			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 18,98

**Tableau 13** :Anova recouvrement linéaire (RecL) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1853,297	617,766	5,254	0,003
Cultivar	15	2072,734	138,182	1,175	0,325
Résidus	45	5291,453	117,588		
Total	63	9217,484			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 21,94

**Tableau 14** :Anovarecouvrement linéaire (RecL) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1479,063	493,021	4,514	0,008
Cultivar	15	1674,438	111,629	1,022	0,452
Résidus	45	4915,438	109,232		
Total	63	8068,938			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 19,66

**Tableau 15** :Anova recouvrement linéaire (RecL) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1012,512	337,504	3,381	0,026
Cultivar	15	1219,783	81,319	0,815	0,656
Résidus	45	4492,108	99,825		
Total	63	6724,404			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 16,54

ANNEXES

**Tableau 16** :Anovarecouvrement linéaire (RecL) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3855,125	1285,042	4,121	0,012
Cultivar	15	9961,000	664,067	2,129	0,026
Résidus	45	14032,875	311,842		
Total	63	27849,000			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 41,16

**Tableau 17** :Anovarecouvrement linéaire (RecL) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	288,688	96,229	2,084	0,116
Cultivar	15	2607,938	173,863	3,765	0,000
Résidus	45	2077,813	46,174		
Total	63	4974,438			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 18,85

**Tableau 18** :Anovarecouvrement linéaire (RecL) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1642,547	547,516	2,714	0,056
Cultivar	15	3406,359	227,091	1,125	0,363
Résidus	45	9079,703	201,771		
Total	63	14128,609			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 24,88

**Tableau 19** :Anova recouvrement linéaire (RecL) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	844,707	281,569	2,188	0,103
Cultivar	15	2190,594	146,040	1,135	0,355
Résidus	45	5791,019	128,689		
Total	63	8826,320			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 19,29

**Tableau 20** :Anovarecouvrement linéaire (RecL) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	897,520	299,173	2,396	0,081
Cultivar	15	2975,809	198,387	1,589	0,116
Résidus	45	5618,980	124,866		
Total	63	9492,309			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 21,79

ANNEXES

**Tableau 21** :Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en pluvial : coupe1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	2,602	0,867	2,330	0,087
Cultivar	15	10,267	0,684	1,839	0,058
Résidus	45	16,748	0,372		
Total	63	29,617			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 1,26

**Tableau 22** :Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en pluvial : coupe2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,540	0,513	1,776	0,165
Cultivar	15	12,803	0,854	2,953	0,003
Résidus	45	13,006	0,289		
Total	63	27,349			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 1,33

**Tableau 23** :Anovarendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en pluvial : coupe3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,977	0,659	2,856	0,048
Cultivar	15	6,854	0,457	1,980	0,039
Résidus	45	10,386	0,231		
Total	63	19,217			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 1,04

**Tableau 24** :Anovarendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en pluvial : coupe4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,257	0,086	1,460	0,238
Cultivar	15	1,319	0,088	1,497	0,147
Résidus	45	2,644	0,059		
Total	63	4,221			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 0,44

**Tableau 25** :Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	19,124	6,375	2,785	0,052
Cultivar	15	77,754	5,184	2,265	0,018
Résidus	45	102,987	2,289		
Total	63	199,865			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 3,45



ANNEXES

**Tableau 26 :** Anovarendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,595	0,198	1,835	0,154
Cultivar	15	5,263	0,351	3,250	0,001
Résidus	45	4,859	0,108		
Total	63	10,716			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 0,85

**Tableau 27 :** Anovarendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,228	0,076	0,899	0,449
Cultivar	15	5,957	0,397	4,698	< 0.0001
Résidus	45	3,804	0,085		
Total	63	9,989			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 0,87

**Tableau 28 :** Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,890	0,630	1,732	0,174
Cultivar	15	4,225	0,282	0,774	0,697
Résidus	45	16,368	0,364		
Total	63	22,483			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 0,87

**Tableau 29 :** Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,483	0,161	1,518	0,223
Cultivar	15	3,555	0,237	2,235	0,019
Résidus	45	4,771	0,106		
Total	63	8,809			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 0,70

**Tableau 30 :** Anova rendement en matière sèche (Rdt MS) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	8,354	2,785	0,847	0,475
Cultivar	15	83,153	5,544	1,687	0,089
Résidus	45	147,880	3,286		
Total	63	239,387			

F th. 5% = 0,46      LSD 5% = 3,35

ANNEXE II

Les Paramètres Fourragers

## ANNEXES

**Tableau 1 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	7,667	2,556	1,422	0,249
Cultivar	15	39,619	2,641	1,470	0,158
Résidus	45	80,863	1,797		
Total	63	128,149			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 2,41

**Tableau 2 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	2,792	0,931	1,082	0,366
Cultivar	15	13,414	0,894	1,040	0,435
Résidus	45	38,698	0,860		
Total	63	54,904			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 1,41

**Tableau 3 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,915	0,305	0,260	0,854
Cultivar	15	16,780	1,119	0,954	0,516
Résidus	45	52,785	1,173		
Total	63	70,480			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 1,47

**Tableau 4 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	7,837	2,612	1,831	0,155
Cultivar	15	28,509	1,901	1,332	0,224
Résidus	45	64,213	1,427		
Total	63	100,559			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 2,11

**Tableau 5 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,344	0,115	0,354	0,787
Cultivar	15	6,057	0,404	1,246	0,275
Résidus	45	14,579	0,324		
Total	63	20,980			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 0,89

## ANNEXES

**Tableau 6 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,092	0,031	0,015	0,997
Cultivar	15	23,334	1,556	0,784	0,687
Résidus	45	89,238	1,983		
Total	63	112,664			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,69

**Tableau 7 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	11,313	3,771	0,696	0,559
Cultivar	15	17,638	1,176	0,217	0,999
Résidus	45	243,868	5,419		
Total	63	272,818			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,88

**Tableau 8 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	2,243	0,748	0,360	0,782
Cultivar	15	32,369	2,158	1,039	0,436
Résidus	45	93,494	2,078		
Total	63	128,106			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,06

**Tableau 9 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	4,247	1,416	0,703	0,555
Cultivar	15	16,193	1,080	0,536	0,906
Résidus	45	90,590	2,013		
Total	63	111,029			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,58

**Tableau 10 :** Anova teneur en matière sèche (MS) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,478	0,493	0,706	0,553
Cultivar	15	4,987	0,332	0,477	0,940
Résidus	45	31,387	0,697		
Total	63	37,852			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,89

## ANNEXES

**Tableau 11 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,797	0,599	0,145	0,932
Cultivar	15	267,434	17,829	4,315	< 0.0001
Résidus	45	185,953	4,132		
Total	63	455,184			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 5,75

**Tableau 12 :** Anova de la teneur en matière organique (MO) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	2,860	0,953	0,869	0,464
Cultivar	15	65,887	4,392	4,006	0,000
Résidus	45	49,347	1,097		
Total	63	118,093			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,90

**Tableau 13 :** Anova de la teneur en matière organique (MO) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,202	1,067	2,562	0,067
Cultivar	15	16,694	1,113	2,671	0,006
Résidus	45	18,748	0,417		
Total	63	38,644			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,56

**Tableau 14 :** Anova de la teneur en matière organique (MO) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	15,863	5,288	7,696	0,000
Cultivar	15	16,098	1,073	1,562	0,124
Résidus	45	30,917	0,687		
Total	63	62,878			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,98

**Tableau 15 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,250	0,417	1,095	0,361
Cultivar	15	54,573	3,638	9,562	< 0.0001
Résidus	45	17,122	0,380		
Total	63	72,945			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,62

ANNEXES

**Tableau 16 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	26,667	8,889	1,360	0,267
Cultivar	15	108,158	7,211	1,103	0,381
Résidus	45	294,133	6,536		
Total	63	428,958			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 4,07

**Tableau 17 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	6,035	2,012	0,554	0,648
Cultivar	15	74,590	4,973	1,368	0,204
Résidus	45	163,525	3,634		
Total	63	244,150			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 3,14

**Tableau 18 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	4,365	1,455	2,175	0,104
Cultivar	15	28,063	1,871	2,796	0,004
Résidus	45	30,111	0,669		
Total	63	62,539			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,99

**Tableau 19 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	10,640	3,547	1,861	0,150
Cultivar	15	31,380	2,092	1,098	0,385
Résidus	45	85,740	1,905		
Total	63	127,760			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,27

**Tableau 20 :** Anova teneur en matière organique (MO) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,532	1,177	1,339	0,274
Cultivar	15	20,118	1,341	1,525	0,137
Résidus	45	39,568	0,879		
Total	63	63,218			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,70

ANNEXES

**Tableau 21** : Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,797	0,599	0,145	0,932
Cultivar	15	267,434	17,829	4,315	< 0.0001
Résidus	45	185,953	4,132		
Total	63	455,184			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 5,75

**Tableau 22** : Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	2,860	0,953	0,869	0,464
Cultivar	15	65,887	4,392	4,006	0,000
Résidus	45	49,347	1,097		
Total	63	118,093			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 2,90

**Tableau 23** : Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,202	1,067	2,562	0,067
Cultivar	15	16,694	1,113	2,671	0,006
Résidus	45	18,748	0,417		
Total	63	38,644			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 1,56

**Tableau 24** : Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	15,863	5,288	7,696	0,000
Cultivar	15	16,097	1,073	1,562	0,124
Résidus	45	30,918	0,687		
Total	63	62,878			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 1,98

**Tableau 25** : Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	29,927	9,976	1,452	0,240
Cultivar	15	167,360	11,157	1,624	0,105
Résidus	45	309,249	6,872		
Total	63	506,536			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 4,92

ANNEXES

**Tableau 26 :** Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	26,668	8,889	1,360	0,267
Cultivar	15	108,158	7,211	1,103	0,381
Résidus	45	294,132	6,536		
Total	63	428,958			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 4,07

**Tableau 27 :** Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	6,035	2,012	0,554	0,648
Cultivar	15	74,590	4,973	1,368	0,204
Résidus	45	163,525	3,634		
Total	63	244,150			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 3,14

**Tableau 28 :** Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	4,365	1,455	2,175	0,104
Cultivar	15	28,063	1,871	2,796	0,004
Résidus	45	30,111	0,669		
Total	63	62,539			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,99

**Tableau 29 :** Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	10,640	3,547	1,861	0,150
Cultivar	15	31,380	2,092	1,098	0,385
Résidus	45	85,740	1,905		
Total	63	127,760			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,27

**Tableau 30 :** Anova teneur en matière minérale (MM) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,532	1,177	1,339	0,274
Cultivar	15	20,118	1,341	1,525	0,137
Résidus	45	39,568	0,879		
Total	63	63,218			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,70



## ANNEXES

**Tableau 31** : Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,007	0,002	0,354	0,787
Cultivar	15	0,313	0,021	3,106	0,002
Résidus	45	0,302	0,007		
Total	63	0,622			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,20

**Tableau 32** : Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,014	0,005	1,026	0,390
Cultivar	15	0,068	0,005	0,972	0,498
Résidus	45	0,209	0,005		
Total	63	0,291			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,10

**Tableau 33** : Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,002	0,001	0,358	0,783
Cultivar	15	0,032	0,002	1,038	0,437
Résidus	45	0,092	0,002		
Total	63	0,127			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,06

**Tableau 34** : Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,005	0,002	0,326	0,806
Cultivar	15	0,085	0,006	1,074	0,406
Résidus	45	0,239	0,005		
Total	63	0,329			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,11

**Tableau 35** : Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,002	0,001	0,499	0,685
Cultivar	15	0,048	0,003	2,459	0,010
Résidus	45	0,059	0,001		
Total	63	0,109			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,08

## ANNEXES

**Tableau 36 :** Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,095	0,032	2,519	0,070
Cultivar	15	0,269	0,018	1,424	0,178
Résidus	45	0,568	0,013		
Total	63	0,932			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,21

**Tableau 37 :** Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,006	0,002	0,219	0,883
Cultivar	15	0,070	0,005	0,528	0,911
Résidus	45	0,396	0,009		
Total	63	0,471			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,10

**Tableau 38 :** Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,100	0,033	2,566	0,066
Cultivar	15	0,329	0,022	1,680	0,090
Résidus	45	0,587	0,013		
Total	63	1,017			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,23

**Tableau 39 :** Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,015	0,005	0,703	0,555
Cultivar	15	0,151	0,010	1,380	0,199
Résidus	45	0,328	0,007		
Total	63	0,494			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,14

**Tableau 40 :** Anova teneur en matière minérale insoluble (MMins) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,024	0,008	2,050	0,120
Cultivar	15	0,086	0,006	1,480	0,154
Résidus	45	0,175	0,004		
Total	63	0,285			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 0,12

ANNEXES

**Tableau 41** : Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,673	0,224	0,008	0,999
Cultivar	15	546,810	36,454	1,344	0,217
Résidus	45	1220,644	27,125		
Total	63	1768,126			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 8,19

**Tableau 42** : Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,688	0,563	0,117	0,950
Cultivar	15	174,683	11,646	2,414	0,012
Résidus	45	217,117	4,825		
Total	63	393,488			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 4,65

**Tableau 43** : Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	4,977	1,659	0,243	0,866
Cultivar	15	199,896	13,326	1,955	0,042
Résidus	45	306,761	6,817		
Total	63	511,634			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 5,01

**Tableau 44** : Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,008	0,003	0,001	1,000
Cultivar	15	185,579	12,372	2,747	0,005
Résidus	45	202,699	4,504		
Total	63	388,287			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 4,77

**Tableau 45** : Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,003	0,001	0,000	1,000
Cultivar	15	102,092	6,806	2,445	0,011
Résidus	45	125,256	2,783		
Total	63	227,351			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 3,54

ANNEXES

**Tableau 46 :** Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	25,812	8,604	2,773	0,052
Cultivar	15	324,469	21,631	6,973	< 0,0001
Résidus	45	139,601	3,102		
Total	63	489,883			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 6,55

**Tableau 47 :** Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,289	0,096	0,030	0,993
Cultivar	15	668,762	44,584	13,690	< 0,0001
Résidus	45	146,551	3,257		
Total	63	815,602			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 9,06

**Tableau 48 :** Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,014	1,005	0,246	0,864
Cultivar	15	307,325	20,488	5,014	< 0,0001
Résidus	45	183,888	4,086		
Total	63	494,226			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 6,17

**Tableau 49 :** Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	3,038	1,013	0,307	0,820
Cultivar	15	285,266	19,018	5,773	< 0,0001
Résidus	45	148,253	3,295		
Total	63	436,557			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 5,95

**Tableau 50 :** Anova teneur en cellulose brute (CB) (essaie en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	4,022	1,341	2,336	0,086
Cultivar	15	98,050	6,537	11,387	< 0,0001
Résidus	45	25,831	0,574		
Total	63	127,903			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 3,54

## ANNEXES

**Tableau 51 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en pluvial : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	209,050	69,683	17,263	< 0.0001
Cultivar	15	95,865	6,391	1,583	0,117
Résidus	45	181,648	4,037		
Total	63	486,563			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 6,11

**Tableau 52 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en pluvial : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	78,563	26,188	7,990	0,000
Cultivar	15	102,795	6,853	2,091	0,029
Résidus	45	147,489	3,278		
Total	63	328,847			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 4,72

**Tableau 53 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en pluvial : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	41,201	13,734	8,211	0,000
Cultivar	15	49,373	3,292	1,968	0,041
Résidus	45	75,263	1,673		
Total	63	165,837			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 3,33

**Tableau 54 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en pluvial : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,001	0,000	0,000	1,000
Cultivar	15	59,380	3,959	3,089	0,002
Résidus	45	57,660	1,281		
Total	63	117,041			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 2,70

**Tableau 55 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en pluvial : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	55,401	18,467	22,256	< 0.0001
Cultivar	15	35,941	2,396	2,888	0,003
Résidus	45	37,340	0,830		
Total	63	128,682			

F th. 5% = 0,46                      LSD 5% = 3,35

## ANNEXES

**Tableau 56 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en irrigué : coupe 1)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	0,005	0,002	0,003	1,000
Cultivar	15	52,084	3,472	5,656	< 0,0001
Résidus	45	27,625	0,614		
Total	63	79,714			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 2,53

**Tableau 57 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en irrigué : coupe 2)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	8,020	2,673	2,024	0,124
Cultivar	15	106,614	7,108	5,382	< 0,0001
Résidus	45	59,433	1,321		
Total	63	174,067			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 3,75

**Tableau 58 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en irrigué : coupe 3)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	13,099	4,366	2,150	0,107
Cultivar	15	127,612	8,507	4,188	< 0,0001
Résidus	45	91,410	2,031		
Total	63	232,121			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 4,15

**Tableau 59 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en irrigué : coupe 4)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	21,290	7,097	4,152	0,011
Cultivar	15	243,626	16,242	9,503	< 0,0001
Résidus	45	76,914	1,709		
Total	63	341,830			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 5,70

**Tableau 60 :** Anova teneur en matière azotée totale (MAT) (essai en irrigué : cycle)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bloc	3	1,917	0,639	1,080	0,367
Cultivar	15	28,232	1,882	3,180	0,001
Résidus	45	26,633	0,592		
Total	63	56,782			

F th. 5% = 0,46

LSD 5% = 1,92