

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRONOMIE (ENSA D'EI-HARRACH)

THESE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTORAT
EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Thème :

**Comportement de seize cultivars de luzerne pérenne
(*Médicago sativa L.*) conduits en pluvial et en irrigué dans les
conditions du Bas Chélif.**

Présenté par : M.CHEDJERAT Abed

Jury :

Président	Pr. MOUHOUCHE. B	ENSA El-harrach
Directeur de thèse	Pr. ABDELGUERFI. A	ENSA El-harrach
Codirecteur de thèse	Pr. M'HAMMEDI BOUZINA. M	Université de Chlef
Examineurs	Pr. BENKHELIFA. M	Université de Mostaganem
	Pr. LOTMANI. B	Université de Mostaganem
	Dr. LATATI. M	ENSA El-harrach

Année : 2016-2017

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de ma bien aimée chère
mère.

A la mémoire de mon très cher père qui est à l'origine de ce que je
suis.

A ma femme qui m'a toujours encouragé pour entamer ce travail.

A mes fils Ahmed et Abdellatif.

A mes filles Hafsa et Khadidja.

A mes frères et sœurs.

A toute ma famille

A mes amis.

A tous ceux que j'aime.

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord notre Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour effectuer ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent au président de jury Monsieur MOUHOUCHE Brahim professeur à l'E.N.S.A qui a accepté de présider le jury de cette thèse.

Je tiens à exprimer ma grande considération et ma vive reconnaissance à mon directeur de thèse Monsieur ABDELGUERFI Aissa , professeur à l'E.N.S.A. EL HARRACH , ainsi qu'à mon codirecteur de thèse Monsieur MHAMMEDI BOUZINA Mahfoud. professeur à l'université de Chlef qui m'ont confié la responsabilité de cette étude et qui m'ont apporté une aide précieuse au cours de l'interprétation des résultats et la rédaction de ce mémoire.

J'ai pu bénéficier de leurs conseils suivis et orientations qu'ils trouvent ici mes sentiments de gratitude.

Mes remerciements s'adressent également à messieurs LOTMANI Brahim et BENKHELIFA Mohamed professeurs à l'université de Mostaganem, ainsi qu'au docteur LATATI Mourad Maître de conférence A à l'E.N.S.A, membres de jury qui ont bien voulu accepter de juger ce travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à tout le personnel de la station I.N.R.A.A. d'EL-Hmadna pour l'aide, la compréhension et la sympathie qui m'ont été sans cesse apportées au cours de ce travail.

Je n'oublierais pas de remercier Monsieur Gacemi Abdelhamid pour sa participation à la traduction de l'article.

Nos remerciements s'adressent aussi à la collaboration de l'EU-funded projet PERMED. (Amélioration des plantes fourragères locales pour la durabilité des systèmes agricoles méditerranéens). 2004-2008.

Nous sommes reconnaissants à tous les contributeurs à ce projet.

Mes vifsremerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

TABLE DES MATIERES

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Table des matières	iii
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	vii
Liste des abréviations	viii
Introduction	1
I SHYTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I- Généralités sur la luzerne	4
I-1 Classification botanique de la luzerne	4
I-2 Morphologie de la luzerne	5
I-3 Espèces	7
I-4 Superficies et production de la culture de luzerne	7
I-4-1 Superficies et production mondiale	7
I-4-2 Superficie et production de la luzerne en Algérie	10
I-4-2-1 production de la luzerne en Algérie	10
I-4-2-2 Le rendement de la luzerne en Algérie	10
I-4-3 Superficie et production de la luzerne dans la région	11
I-5- Ecologie et physiologie de la luzerne	11
I-5-1 Physiologie et croissance	14
I-5-1-1 Les époques et doses de semis	14
I-5-1-2 Germination et levée	14
I-5-1-3 Croissance végétative	15
I-5-1-3-1 Nombre et taille des pousses de luzerne.	15
I-5-1-3-2 La croissance des tiges	16
I-5-1-3-3 La croissance des racines	16
I-5-1-3-4 La mise à fleur	16
I-5-2 Fertilisation	17
I-5-3 Ennemies de la culture	17
I-5-3-1 Lutte contre les adventices	17
I-5-3-2 Maladies	18
I-5-3-3 Ravageurs	18
I-5-4 Rendement	18
I-5-5 Utilisation	18

I-6 Les principaux critères de choix des variétés de luzerne	19
I-6-1 La résistance à la verticilliose	19
I-6-2 La résistance aux nématodes	19
I-6-3 La résistance à la verse	20
I-6-4 La teneur en protéines et unité fourragère	20
I-7 Valeur alimentaire de la luzerne	20
II Présentation de la zone d'étude	22
II-1 Caractéristiques du climat	22
II-1-1 Les précipitations	24
II-1-2 Les températures	24
II-2 Caractéristiques et occupation du sol	25
II-2-1 Géologie	25
II-2-2-1 Caractérisation des sols	25
II-2-2-2L'occupation du sol	25

II CONDITIONS et METHODES EXPERIMENTALES

II-1 Conditions expérimentales	27
II-1-1 Localisation du site d'étude	27
II-1-2 Localisation du site (image satellitaire)	28
II-1-3 Conditions du climat	28
II-1-3-1 Les précipitations	28
II-1-3-2 Les températures	29
II-1-3-3 Humidité relative de l'air en %	30
II-1-3-4 Evapotranspiration maximale	31
II-1-3-5 Autres paramètres	31
II-1-4 Le sol	32
II-1-4-1 Les caractéristiques physico-chimiques du sol	32
II-1-4-2 Variation de l'humidité et de la nappe salée	34
II-1-5 L'eau d'irrigation	34
II-1-5-1 Source d'irrigation	34
II-1-5-2 Caractéristiques de l'eau d'irrigation	35
II-1- 6 Matériel végétal et dispositif expérimental	36
II-1-6-1 Localisation de l'essai	36

II-1.6.2. Matériel végétal utilisé	36
II-1-6-3 Dispositif expérimental	36
II-1-7 Itinéraire technique	39
II-1-7-1 Précédent cultural	39
II-1- 7- 2 Travail du sol	39
II-1-7-2-1 Labour profond	39
II-1-7-2-2 Passage d'un cover crop	40
II-1-7-2-3 Passage d'un rouleau croskill lisse et une herse rotative	40
II-1-7- 3 Confection des planches	40
II-1-7- 4 La fertilisation	40
II-1-8 Le semis et l'irrigation	40
II-1-9 Désherbage durant le cycle de la culture et récolte	41
II-2 Méthode expérimentale	41
II-2-1 Stades phénologiques	41
II-2-2 Hauteur de la plante (cm)	41
II-2-3 La densité de peuplement	42
II-2-4 Rendement et composantes du rendement	42
II-2-5 Date de floraison	42
II-2-6 Le taux de recouvrement	42
II-2-7 L'effet de la température et la floraison sur la date de coupe	42
II-2-8 La teneur en matière organique	43
II-2-9 Analyse statistique	43
III RESULTATS et DISCUSSION	
III-1-Les paramètres morphologiques	44
III-1-1 La densité de peuplement	44
III-1-2 Hauteur des plants	45
III-1-3 Rendement en matière sèche	47
III-1-4 La floraison	54
III-1-5 Le taux de recouvrement	56
II-2 Relation de la variation du rendement en matière sèche avec l'humidité du sol en (%)	56
III-3 Fluctuation de la nappe souterraine en relation avec la pluviométrie	60
CONCLUSION	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	64
ANNEXES	77

Liste des tableaux

Tableau 1 Classification de <i>Medicago sativa</i> (Classification classique)	5
Tableau 2 Distinction entre <i>Medicago sativa</i> L. et <i>Medicago falcata</i> L. (Mauriès, 2003)	7
Tableau 3 Importance de la luzerne dans le monde d'après (Mauriès, 2003)	8
Tableau 4 Production de la luzerne en Algérie (2003-2013)	10
Tableau 5 Rendement de la luzerne en Algérie	11
Tableau 6 Stades physiologiques de la luzerne (Mauriès, 1998)	12
Tableau 7 Stades physiologiques de la luzerne d'après (Kalu et Fick, 1981)	13
Tableau 8 Tables de l'alimentation de l'INRA (valeurs des aliments table INRA 2007)	21
Tableau 9 Températures et pluies moyennes de deux périodes (1951/52 à 1979/79 et 1985/86 à 2003/2004)	22
Tableau 10 Précipitations: moyennes mensuelles station météorologique d'EL-Hmadna	24
Tableau 11 Températures: période 1951-1979	24
Tableau 12 Températures (période 1985-2004)	24
Tableau 13 Plan de culture de la zone d'étude en %	26
Tableau 14 Précipitations (2006-2007)	29
Tableau 15 Précipitations (2006-2007)	29
Tableau 16 Températures moyennes de la campagne 2005-2006	29
Tableau 17 Températures moyennes de la campagne 2006-2007	29
Tableau 18 Humidité relative de l'air Campagne 2005-2006	30
Tableau 19 Humidité relative de l'air Campagne 2006-2007	31
Tableau 20 Evapotranspiration de référence campagne 2005/2006	31
Tableau 21 Evapotranspiration de référence campagne 2006/2007	31
Tableau 22 Autres paramètres Campagne 2005-2006	32
Tableau 23 Autres paramètres Campagne 2006-2007	32
Tableau 24 Quelques caractéristiques physico-chimiques du sol de l'horizon 0-35 cm	33
Tableau 25 Composition chimique de l'eau d'irrigation	35
Tableau 26 Liste, origines et caractéristiques des cultivars (Boudour, 2012)	36
Tableau 27 Densité du peuplement par m ² des 16 cultivars de luzerne	45
Tableau 28 Hauteurs des 16 cultivars de luzerne pour l'année 2005/2006 et 2006/2007 sous conditions pluviales et irriguées	46
Tableau 29 Rendement en matière sèche t/ ha-1 de 16 cultivars de Luzerne pour les campagnes 2005/2006 et 2006/2007 en mode irrigué et pluvial	48
Tableau 30 Nombre de jours entre les dates de floraison (essai en irrigué) de l'année 2006.	54
Tableau 31 Nombre de jours entre les dates de floraison (essai en pluvial) de l'année 2006.	55

Liste des figures

Figure 1 Morphologie de la luzerne (<i>Medicagosativa</i> L). (Childers.2008)	6
Figure 2 Production de la luzerne dans le monde (Faostat, 2015)	10
Figure 3 Production de la luzerne en Algérie (2003-2013)	10
Figure 4 Rendement de la luzerne en Algérie	11
Figure 5 Stades physiologique de la luzerne (Mauriès, 1994)	13
Figure 6 Pivot et collet d'un pied de luzerne adulte (Mauriès, 1994)	14
Figure 7 Courbe Ombrothermique de GAUSSEN (Source : I.N.R.A.A. EL-Hmadna)	23
Figure 8 Localisation du site expérimental (Google map 2016)	27
Figure 9 Localisation du site expérimental par image satellitaire Google earth 2016	28
Figure 10 Les différentes classes des sols de la station INRAA EL-Hmadna en 2003 et le point d'installation du site expérimental	34
Figure 11 Répartition des cultivars de l'essai mené en irrigué	38
Figure 12 Répartition des cultivars de l'essai mené en pluvial	39
Figure 13 Cumul de 6 coupes essai en irrigué 2006	50
Figure 14 Cumul de 4 coupes essai en pluvial 2006	51
Figure 15 Rendement moyen par coupe essai en irrigué 2006	52
Figure 16 Rendement moyen par coupe essai en pluvial 2006	53
Figure 17 Variation du rendement moyen des cultivars avec l'humidité de l'horizon 0-20 cm du sol sur l'essai mené en irrigué	56
Figure 18 Variation du rendement moyen des cultivars avec l'humidité de l'horizon 20-40 cm du sol sur l'essai mené en irrigué	57
Figure 19 Variation du rendement moyen des cultivars avec l'humidité de l'horizon 20-20 cm du sol sur l'essai mené en pluvial	58
Figure 20 Variation du rendement moyen des cultivars avec l'humidité de l'horizon 20-40 cm du sol sur l'essai mené en pluvial	59
Figure 21 Fluctuation de la nappe en fonction de la pluviométrie au cours des deux campagnes 2005/2006 et 2006/2007	60

Liste des abréviations

CE_{ed}: Conductivité électrique de l'extrait de la pâte diluée.

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le Développement.

EPS : Extrait de la pâte saturé.

FAOSTAT: Food and agriculture organisation of the united nations statistics division.

GNIS : Groupement interprofessionnel des semences et plants.

INRAA : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.

INRA : Institut national de la recherche agronomique (France).

INSID : Institut national des sols irrigation et drainage.

ITELV : Institut technique d'élevage.

ITGC : Institut technique des grandes cultures.

MAT : Matière azotée totale.

ETM : évapotranspiration maximale

MS : Matière sèche.

PERMED : Amélioration des plantes fourragères locales pour la durabilité des systèmes agricoles méditerranéens.

PR/PA : Partie racinaire sur la partie aérienne.

SAR : Sodium absorption ratio.

SIRMA : Economie d'eau en systèmes irrigués au Maghreb.

UF : Unité fourragère.

USSL : U.S. Salinity Laboratory.

Introduction

La Luzerne *Medicago sativa L.* est l'une des plantes fourragères les plus répandues dans le monde. Cultivée dans les régions équatoriales jusqu'aux limites du cercle polaire arctique, son plus grand développement est retrouvé dans les zones tempérées chaudes où elle trouve son plus grand développement. (**Mazoyer et al, 2002**).

Elle est largement utilisée comme fourrage pour le bétail et est le plus souvent récoltée comme foin, mais peut également être ensilée, broutée ou pâturée en vert. La luzerne a généralement la plus haute valeur de l'alimentation de toutes les récoltes de foin commun. De plus, la luzerne améliore le régime des agneaux (améliore la production) (**Rong et al, 2014**).

Elle est considérée comme une espèce adaptée à la sécheresse (**Lemaire, 2006**). Sa pérennité lui confère la faculté de contribuer à la durabilité des systèmes pluviaux (**Volaire et Norton, 2006**). La luzerne plante couvrante, limite les pertes en eau par évaporation. C'est une plante protectrice des sols vulnérables à l'érosion éolienne et hydrique (**Abdelguerfi et Laouar, 2002**).

La superficie mondiale occupée par la luzerne est d'environ 12,5 millions d'hectares produisant 324,5 millions de tonnes en 2013 (**FAOSTAT, 2015**).

La superficie occupée par la luzerne est de 300.000 hectares en Afrique du Sud (1985), 30.000 hectares au Maroc (1981), 12.300 hectares en Tunisie (1981), et seulement 10.000 hectares pour l'Algérie en 1981 (**Mauriès, 1998**).

D'après (**FAOSTAT, 2015**) la production africaine est de 5.32 millions de tonnes sur une superficie de 185.000 hectares. L'Algérie ne produit que 29.000 tonnes sur une superficie de 3000 hectares en 2013.

L'Algérie connaît un déficit chronique en lait et produits laitiers, ce manque est dû 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 sont assurées en grande partie par des milieux naturels (steppe, parcours, maquis...) et des milieux plus ou moins artificialisés (prairies, jachère).

En Algérie, la mise en place d'essais de comportement à partir d'espèces et de cultivars introduits pouvait constituer une voie de recherche. Mais une telle approche est lourde et ne prendrait en compte ni les potentialités de la flore locale, ni la spécificité des conditions pédo-climatiques par rapport à celles de l'Australie du Sud. (**Abdelguerfi et al, 1988**).

Le déficit hydrique et la période de disette sont aussi considérés comme le frein majeur pour le développement des cultures fourragères en Algérie. (**Boudour, 2012**).

Par ailleurs, des travaux ont été entrepris pour utiliser des extraits foliaires des luzernes (cas de *M. sativa*) comme aliment destiné à des populations souffrant de carence alimentaire forte, en particulier chez les enfants (**Hireche, 2006**).

Dans les zones méditerranéennes arides, la luzerne est souvent irriguée et est confrontée au stress salin. La recherche de cultivars mieux adaptés à cette situation est une priorité (**Ibriz et al, 2004**).

En Algérie, la mise en place de tests de performance et de sélection d'espèces introduites et cultivars pouvait être un moyen de recherche dans le but de choisir les meilleurs cultivars de luzerne pérenne.

L'amélioration des plantes fourragères locales et la durabilité des systèmes agricoles méditerranéens, ont pour objectif l'augmentation de connaissance des caractères et des réponses liées à la morphologie, la physiologie et la génétique des plantes fourragères.

Nous avons réalisés notre expérimentation au niveau de la station de recherche de l'I.N.R.A.A située à EL-Hmadna dans le Bas Chélif sur seize (16) cultivars de luzerne pérenne afin de tester leur réaction aux conditions pédo-climatiques de la région.

Ainsi nous avons déterminé leur comportement dans un milieu caractérisé par la salinité du sol, la faible et mauvaise répartition annuelle de la pluviométrie, une augmentation considérable des températures en période estivale avec des observations portant sur le nombre de coupes par variété et par année, la régression du nombre de plants d'une année à une autre, la hauteur moyenne des plants sur un essai mené en irrigué et en pluvial.

I
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I- I Généralités sur la culture de la luzerne

Le nom Anglais donné à la luzerne « alfalfa » est d'origine arabe qui signifie « meilleur fourrage ». Les Italiens continuent à l'appeler ainsi. Les Espagnols l'appellent parfois *mielga* (Delgado, 2006).

La luzerne appartient à la famille des légumineuses, caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existante 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), mais se rencontre également en association avec la fétuque élevée, le brome et parfois les ray-grass. Un champ de luzerne se nomme luzernière (Mazoyer et al, 2002).

La luzerne est utilisée comme fourrage pour 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.

La luzerne peut s'adapter à de nombreux types de sol mais elle tolère mal les sols acides (pH inférieur à 5) ou très humides, qui sont plus propices au trèfle violet. Sa préférence va aux sols sains et profonds qui lui permettent de développer son enracinement pivotant. C'est cet enracinement, qui peut descendre jusqu'à 10 m de profondeur, qui lui donne une grande facilité d'adaptation en lui permettant de résister à des conditions extérieures défavorables, notamment la sécheresse. Une grande variabilité génétique lui a également permis de s'imposer dans des milieux très contrastés des plus chauds aux plus froids.

I-I-1 Classification botanique de la luzerne

La luzerne a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Medicago*, avec comme nom binomial *Medicago sativa L.* Sa classification est la suivante :

Luzerne cultivée	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Fabales</i>
Famille	<i>Fabaceae</i>
Sous-famille	<i>Faboideae</i>
Tribu	<i>Trifolieae</i>
Genre	<i>Medicago</i>

Nom binominal

<i>Medicago sativa</i> L., 1753	
Classification phylogénétique	
Ordre	<i>Fabales</i>
Famille	<i>Fabaceae</i>

Tableau 1 Classification de *Medicago sativa* (Classification classique)

I-I-2 Morphologie de la luzerne : (Childers, 2008) présente *Medicago sativa* L, avec les différents organes de la plante depuis la graine, la fleur, la fleur épanouie, la fleur ouverte, le pétale, l'inflorescence en stade fructification, la gousse, la graine, et la coupe longitudinale d'une graine.



Figure 1 Morphologie de la luzerne (*Medicago sativa* L). (Childers.2008).

1-Fleur.

3-Fleur ouverte.

6-Une inflorescence en stade fructification.

8- Une graine.

2-Fleur épanouie.

4 et 5 : Un pétale.

7-Une gousse.

9- Coupe longitudinale d'une graine

I-I-3 Espèces cultivées

Sous l'application luzerne on classe deux espèces botaniques et leurs hybrides. Ces deux espèces, *Medicago sativa* et *Medicago falcata*, sont adaptées à des conditions écologiques différentes.

L'origine de *M. sativa* se trouve sur les hauts plateaux iraniens. C'est une espèce particulièrement adaptée à la sécheresse grâce à son enracinement pivotant profond.

M. falcata vient au contraire de Sibérie occidentale d'où elle a gagné la Russie et la Scandinavie, et ensuite le reste de l'Europe. C'est une plante rustique dont les exigences nutritives sont modestes. Elle est remarquablement résistante au froid, mais elle produit moins de rendement et moins de graines que *M. sativa*. (Mazoyer et al, 2002)

Les hybrides entre les deux espèces ont des caractères morphologiques intermédiaires.

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.

Les caractères extérieurs distinctifs de ces deux espèces son présentés dans le tableau2.

Tableau 2 Distinction entre *Medicago sativa* L. et *Medicago falcata* L. selon (Mauriès, 2003)

Espèce	Racines	Port	Tiges	Folioles	Fleurs	Gousses	Grains
M. sativa	pivotantes	dressé	Fortes	ovoïdes	violettes	spiralées	Réniformes
M.falcata	fasciculées	étalé	Fines	étroites	jaunes	incurvées	arrondies

Plus on s'éloigne des régions chaudes en se rapprochant des régions tempérées plus froides, plus les caractères *falcata* prennent le dessus sur les caractères *sativa* dans les populations de luzerne.

I-I-4 Superficies et production de la culture de luzerne

I-I-4-1 Superficies et production mondiale

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est une des plantes fourragères les plus répandues sur tous les continents. Sa culture très ancienne, remonterait à plus de 9000 ans dans les hauts plateaux du Caucase, l'Iran et la 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.

Elle trouve cependant son plus grand développement dans l'Amérique du sud. l'Asie, Japon,

Australie, Nouvelle-Zélande, Afrique et Argentine. Au total la luzerne représente dans le monde près de 32 millions d'hectares dont 13 millions en Amérique du nord où elle est le mieux représentée pour seulement 600 à 700.000 hectares.

Tableau 3 Importance de la luzerne dans le monde d'après (Mauriès, 2003)

Continents	Année	Hectares
Europe		
Autriche	1963	12 630
Belgique	1982	1 780
Bulgarie	1982	399 000
Ancienne Tchécoslovaquie	1983	200 000
Danemark	1983	5 000
Allemagne de l'Est	1982	190 000
Finlande	1983	500
France	1983	566 000
Grèce	1980	198 700
Hongrie	1982	337 500
Italie	1982	1 300 000
Luxembourg	1983	400
Hollande	1983	2 000
Norvège	1983	200
Pologne	1981-1983	258 000
Roumanie	1981	400 000
Espagne	1981	332 600
Suède	1983	25 000
Suisse	1983	6 000
URSS (Russie Européenne)	1971	3 375 000
Royaume Uni	1983	16 000
Allemagne de l'Ouest	1983	31 000
Ancienne Yougoslavie	1984	337 000
Total Europe		7 994 310

Amérique du Nord		
Canada	1981	2 544 300
Mexique	1982	245 000
Etats-Unis	1981	10 559 025
Total Amérique du Nord		13 348 325
Continents	Année	Hectares
Amérique du Sud		
Argentine	1981	7 500 000
Bolivie	1983	9 500
Brésil	1983	26 000
Chili	1983	60 000
Equateur	1969	30 000
Pérou	1981	120 000
Uruguay	1983	25 000
Total Amérique du Sud		7 770 500

Afrique		
Algérie	1981	10 000
Egypte	1983	81 000
Kenya	1984	120
Maroc	1981	30 000
Afrique du Sud	1985	300 000
Tunisie	1981	12 300
Zimbabwe	1969	1 550
Total Afrique		434 970

Asie		
Inde	1976	58 000
Iran	1977	270 000
Irak	1970	4 800
Israël	1984	2 000
Chine	1983	960 000
Arabie Saoudite	1977	8 300
Turquie	1969	73 700
URSS(Sibérie)	1971	1 125 000
Total Asie		2 501 800

Océanie		
Australie	1981-1982	115 500
Nouvelle Zélande	1984	101200
Total Océanie		216700

Total Monde		32 266 605 ha
--------------------	--	----------------------

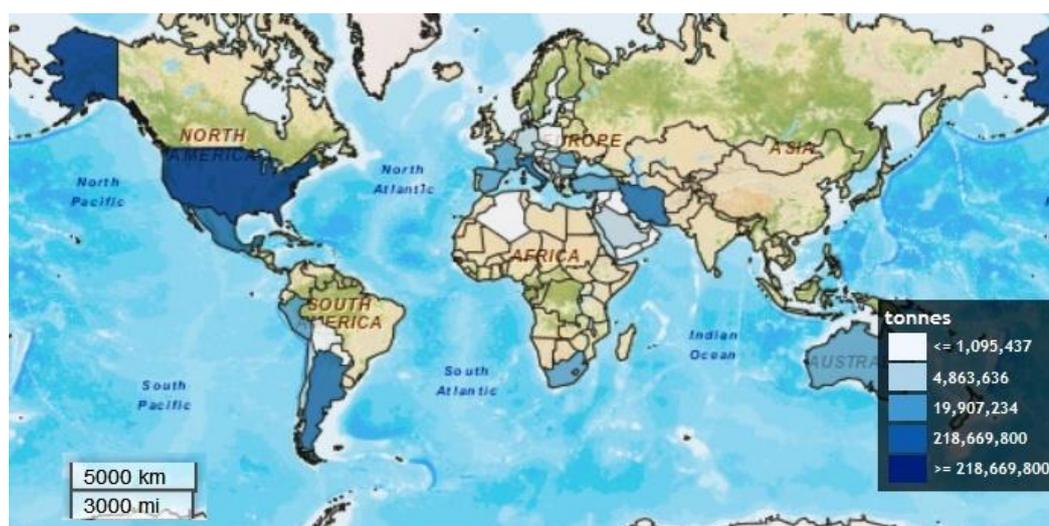


Figure 2 Production de la luzerne dans le monde (Faostat, 2015)

I-I-4-2 Superficie et production de la luzerne en Algérie

I-I-4-2-1 production de la luzerne en Algérie

La luzerne occupe une superficie très réduite au niveau des cultures fourragères en Algérie (A. Chaabena et A. Abdelguerfi 2001).

Le tableau et la courbe ci-dessous et selon les statistiques de la FAO montre la production totale de la luzerne par année en Algérie durant la période 2003-2013 en tonnes avec une production constante de 2003 à 2006 et une régression de 2007 à 2013 .

Tableau 4 Production de la luzerne en Algérie (2003-2013)

année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Unité (tonnes)	45000	45000	45000	46000	21000	23000	20000	19619	21881	28587	29000

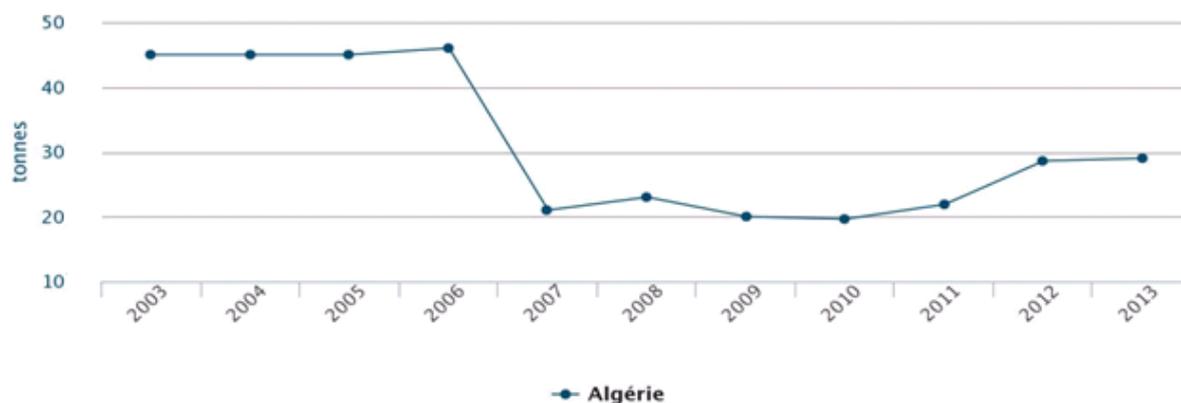


Figure 3 Production de la luzerne en Algérie (FAOSTAT, 2015)

La production constante de 2003-2006 selon notre avis est due à l'investissement du programme national de développement agricole (PNDA) lancé par l'état algérien et qui a encouragé les éleveurs à produire du fourrage de luzerne. Mais cette production a régressé durant la période 2007-2013 à cause des problèmes rencontrés par les agro éleveurs tel que l'eau d'irrigation, le respect de l'itinéraire technique et le choix variétal.

I-I-4-2-2 Le rendement de la luzerne en Algérie

D'après les statistiques de la FAO 2015, le rendement de la luzerne en Algérie varie entre 8 à 11 tonnes de MS /ha. Le tableau et le graphe ci-dessous illustrent cette situation, cette régression du rendement est due surtout au non respect de l'itinéraire technique, en particulier l'irrigation et les dates de coupe.

Tableau 5 Rendement de la luzerne en Algérie Fao 2015

année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Unité (t/ha)	10,46	10,46	10,46	10,45	8,75	10	8	8,09	11,11	9,74	9,66

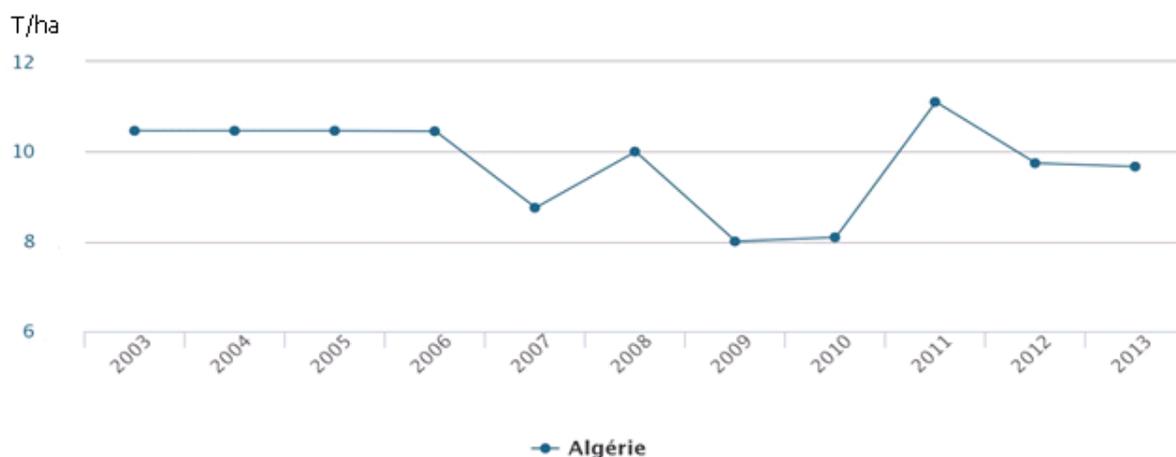


Figure 4 Rendement de la luzerne en Algérie (FAOSTAT, 2015)

I-I-4-3 Superficie et production de la luzerne dans la région

La présence de *Médicago* dans la plaine du haut Chélif et particulièrement à la station de recherche de l'I.N.R.A.A. remonte à la période coloniale où (**Simonneau et al, 1956**) ont mené des essais de comportement variétal sur la luzerne (variétés : Provence 1, 2, 3, 4, 5, 6 comme témoin, en comparaison avec Arizona, Turkestan, Lybie, Egypte, Temacine), le résultat obtenu montre que la variété Provence apparait comme la mieux adaptée en deuxième année de culture.

Une autre étude plus récente menée par (**Chedjerat, 2002**) sur les espèces spontanées au niveau de la station I.N.R.A.A. montre la présence de *Médicago hispida* et *Médicago ciliaris*.

I-I-5 Ecologie et physiologie 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, à la levée vont d'abord émerger deux cotylédons, 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 luzernes de type non dormant produisent plus de tiges secondaires à partir du niveau des cotylédons que les types dormants dont la croissance est stoppée en hiver. C'est cet ensemble de tiges qui va former le collet.

Les jeunes plantes qui ne sont pas récoltées produisent également des tiges secondaires depuis les bourgeons axillaires des premières feuilles trifoliées.

La luzerne développe dans le même temps une racine pivotante principale et des racines secondaires plus ou moins ramifiées. Les types résistants au froid ont des systèmes racinaires plus fasciculés en raison de leur origine falcata.

Le développement des tiges suit un ordre précis, on distingue des tiges primaires, secondaires et tertiaires. Les feuilles sont en général de type trifolié mais il existe des variétés dites multifoliées à 4, 5, 6 ou 7 folioles portées par un pétiole. Des feuilles portant jusqu'à 11 folioles ont déjà été observées.

Les fleurs apparaissent entre le 6^{ème} et le 14^{ème} entre-nœud en fonction des conditions du milieu et de leur déterminisme génétique. (Mauriès, 1998)

Les stades physiologiques de la luzerne sont décrits dans les tableaux 6 et 7 et la figure 5.

Tableau 6 Stades physiologiques de la luzerne (Mauriès,1998)

Stade	Description
Végétatif	Absence de floraison
Début bourgeonnement	Apparition des boutons floraux. On peut sentir le bourgeon floral sous les doigts en saisissant l'extrémité d'une tige. Sur 20 tiges cueillies au hasard, 4 présentent des boutons floraux, soit un taux moyen de 25%
Bourgeonnement	Sur 20 tiges cueillies au hasard, 16 ont des boutons floraux à leur extrémité, soit un taux moyen de 80%
Début floraison	Sur 20 tiges cueillies au hasard, 10 présentent un liseré violet soit un taux moyen de 50%
Floraison	Sur 20 tiges cueillies au hasard, 16 ont des fleurs épanouies, soit un taux moyen de 80%

D'après (Vignau-Loustau et al,2008) Les américains, (Kalu et Fick, 1981) ont défini une échelle plus détaillée en introduisant 5 stades végétatifs.

Tableau 7 Stades physiologiques de la luzerne d'après (Kalu et Fick, 1981)

Stade	Description	sur 20 tiges prises au hasard
Végétatif	Absence total de boutons floraux	Aucune ne porte de boutons
Début bourgeonnement	Apparition des boutons floraux. On peut sentir le bourgeon sous les doigts en saisissant l'extrémité d'une tige.	4 ont des boutons floraux
Bourgeonnement		16 ont des boutons floraux
Début floraison		10 montrent un liseré violet
Floraison		10 ont des fleurs épanouies

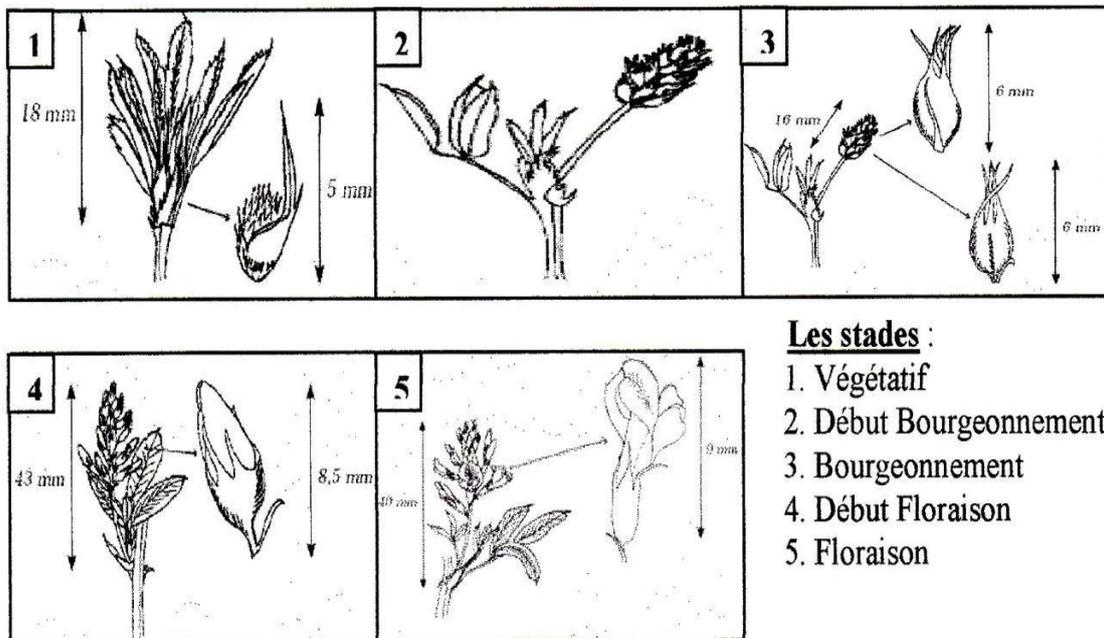


Figure 5 Stades physiologiques de la luzerne (Mauriès, 1994).

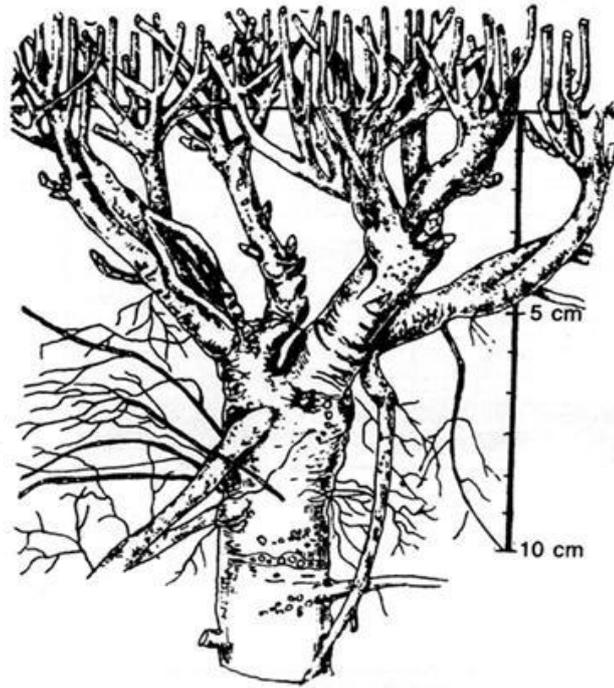


Figure 6 Pivot et collet d'un pied de luzerne adulte (Mauriès, 1994).

I-I-5-1 Physiologie et croissance

I-I-5-1-1 Les époques et doses de semis

Elles se situent en fin d'été – début automne ou au printemps dès que le sol commence à être réchauffé, en général vers la fin du mois de mars - début avril. Le semis en automne comporte un risque en cas de gelée précoce, surtout si les conditions de levée ont été difficiles.

Les semis de printemps échappe à cet inconvénient ; il permet en outre de semer sous couvert de céréales ou de tournesol par exemple, qui apporte à l'agriculture un revenu la première année. Il présente en revanche l'inconvénient de rendre le désherbage plus délicat et de réduire le rendement de la première année. Suivant son utilisation ultérieure, la luzerne est semée pure ou en association avec une graminée. En semis pur, la dose de semis est de 20 à 25 kg/ha ; en association la dose de semences de luzerne est de l'ordre de 15 kg et celle de la graminée de 10 kg. En raison de la petite taille de la graine, la profondeur de semis est faible (inférieure à 1 cm), ce qui nécessite un roulage avant et après le semis. L'écartement entre les lignes est de l'ordre de 15 cm (Mazoyer et al, 2002).

I-I-5-1-2 Germination et levée

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

Les plants provenant de lignées *M. sativa* sont plus résistants à un stress hydrique à la levée que les plants d'origine *M. falcata*. Il existe une relation forte entre la disponibilité en eau des sols et le pourcentage de germination des graines.

La germination se produit entre 2 et 10°C, avec un optimum situé entre 19 et 25 °C. La présence du sel dans le sol réduit plutôt la germination dans des zones de températures élevées.

La réduction de la disponibilité en eau affecte fortement le développement des plantes. Le développement de l'appareil végétatif et celui des racines sont pareillement affectés : la hauteur des tiges, leur nombre, le poids des racines et celui de l'ensemble feuilles plus tiges diminuent.

A l'opposé, un excès d'eau est aussi nuisible car il favorise le développement des maladies fongiques qui détruisent les semis. L'excès d'eau place le sol en conditions anaérobies privant les racines de l'oxygène qui est nécessaire à leur développement. Cet effet est d'autant plus néfaste que les températures sont élevées. (Mauriès, 2003).

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.

I-I-5-1-3 Croissance végétative

Il est important de faire la différence entre le stade de développement de la plante et son âge. La répartition entre la respiration propre de la plante, et la photosynthèse qui conduit à l'accumulation de matière sèche, détermine son rendement.

I-I-5-1-3-1 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).

Le nombre de bourgeons et de tiges est réduit par le stress hydrique. Les conséquences apparaissent dans les deux premières semaines de repousse. Au-delà, le stress hydrique ne modifie pas le nombre de tiges par plante. La submersion de la luzerne provoque également une diminution du nombre de tiges par plante d'autant plus qu'elle intervient juste après la récolte.

Les repousses sont issues du développement de bourgeons axillaires. La suppression de ces bourgeons se traduit par un retard de croissance, et une diminution du nombre de tiges.

(Mazoyer et al, 2002)

I-I-5-1-3-2 La croissance des tiges

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)**.

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. Pour une même photopériode, la température joue sur la vitesse de réalisation du potentiel d'élongation alors que la contrainte hydrique est un élément de blocage de l'élongation. **(Mazoyer et al, 2002)**

I-I-5-1-3-3 La croissance 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)**.

La luzerne se caractérise par une forte capacité à l'enracinement ; sa racine d'abord pivotante développe des racines secondaires plus ou moins ramifiées et l'ensemble peut descendre à plusieurs mètres de profondeur ce qui lui permet de résister à la sécheresse.

Comme dans le cas des autres légumineuses, des nodosités abritant des bactéries symbiotiques fixant l'azote atmosphérique se développent sur les racines. **(Mazoyer et al, 2002)**.

I-I-5-1-3-4 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^{ème} et le 14^{ème} entre nœud. Elles sont regroupées en inflorescence de 15 à 30 fleurs (**Mauriès, 1994**).

La luzerne est allogame, c'est-à-dire que la fécondation des ovules d'une fleur est surtout réalisée par du pollen venant d'une autre plante. Ce sont les insectes qui permettant la pollinisation en déclenchant, de façon mécanique, la fleur pour permettre le contact entre le pollen qu'ils transportent et le pistil.

I-I-5-2 Fertilisation.

La luzerne est très exigeante en potasse et moins exigeante en phosphore. Pour produire une tonne de matière sèche, il lui faut 25kg de potasse (K₂O) et 12kg de phosphore (P₂O₅). Vu la symbiose existante entre luzerne et le *Rhizobium*, les apports en azote sont inutiles pour les plantes adultes (**Mauriès, 1994**).

Par ailleurs, la faible adaptation de la luzerne aux sols acides nécessite des amendements calciques dans les sols à pH inférieur à 7.

I-5-3 Ennemis de la culture

I-I-5-3-1 Lutte contre les adventices.

Il n'existe pas de méthode systématique de lutte contre les adventices. Celle-ci dépend des circonstances et de la flore parasite présente.

Un désherbage avant le semis se justifie s'il y a une forte probabilité de développement d'adventices susceptibles de concurrencer la culture pendant sa phase végétative. Par la suite, les coupes permettent d'éliminer des adventices annuelles, aussi bien graminées que dicotylédones. Un désherbage par voie chimique est toutefois nécessaire en présence d'une flore persistante d'adventices vivaces. Sur les luzernes installées, des désherbages de rattrapage sont possibles pendant la période de repos végétatif.

Une plante parasite peut causer des dégâts importants. Il s'agit de la cuscute (*Cuscuta trifoli*), plante sans feuilles à fleur blanches qui s'enroule étroitement autour des ramifications de la luzerne et entraîne son dépérissement. Pour enrayer son développement qui est rapide, la seule solution est un désherbage complet des zones parasitées.

I-I-5-3-2 Maladies.

Les deux principales maladies sont la verticilliose et Pseudopeziza.

La verticilliose est la maladie la plus importante et se trouve responsable d'une grande partie des dépérissements de luzerne. Les pieds atteints sont généralement dispersés et parfois le flétrissement ne peut atteindre qu'une seule tige d'un pied. Les folioles, petites et étroites, jaunissent et s'enroulent (**Duthil, 1967**). Le choix de variétés offrant un certain degré de résistance à l'agent responsable (*Verticillium*) est le seul moyen de lutte, avec l'adoption de rotations longues, où la fréquence de retour de la luzerne n'excède pas 5 ans.

Pseudopeziza est fréquente en été et à l'automne, sauf en année très sèche, cette maladie appelée souvent maladie des taches communes, s'exprime sous forme de nombreuses taches foliaires (0,5 à 2mm) marron foncé, à contour net, sans halo de couleur clair et réparties de façon régulière (**Guillemot, 2016**).

I-I-5-3-3 Ravageurs.

Le négril, petite chenille de couleur noire, cause des dégâts sur le feuillage et sur les tiges les plus fines. La cécidomie, dont les larves s'introduisent dans les bourgeons et les stérilisent, peuvent causer des dégâts importants dans les cultures de luzerne destinées à la production de graines.

I-I-5-4 Rendement.

En moyenne, le rendement d'une luzerne pure est de 9 à 12 tonnes de matière sèche par hectare en culture non irriguée, avec trois coupes (cycles) par an. La culture irriguée permet 4 coupes par an et un rendement de l'ordre de 15 à 16 tonnes de matière sèche.

Par rapport à une production sur trois cycles, le premier représente 50 % de la production totale, le deuxième 30 % et le troisième 20 %.

En culture associée avec des graminées fourragères, le rendement d'ensemble de la luzerne et des graminées est du même ordre de grandeur, sans apport d'azote sur les graminées.

La teneur moyenne en matières azotées totales (MAT) est de 20 %, de sorte que pour un rendement de 12 tonnes de matière sèche/ha, la production de protéines est de 2 tonnes.

I-I-5-5 Utilisation.

Destinée à l'alimentation animale, la luzerne peut être utilisée en vert, fanée, ensilée ou déshydratée.

Le pâturage est pratiqué dans de nombreux pays, mais il exige certaines précautions pour éviter le gaspillage et les risques de météorisation ; le rationnement et la préservation, de la repousse sont alors nécessaires, à condition toutefois que la teneur de la luzerne en matière sèche soit au moins de 25 %, faute de quoi l'utilisation d'un conservateur acide est indispensable. La technique de l'enrubannage, qui consiste à ensiler les balles rondes sous un film étirable, permet de s'affranchir de la contrainte du conservateur. L'utilisation de foin en balles rondes de 250 à 300 kg, qui permet d'obtenir des foins de très bonne qualité, est cependant la pratique la plus répandue. La déshydratation de la luzerne a fortement progressé au cours des 30 dernières années. C'est le mode de récolte qui préserve mieux les qualités du fourrage. La luzerne déshydratée peut être conditionnée sous différentes formes (bouchons, fibres) qui permettent le mélange avec d'autres aliments concentrés. (Mazoyer et al, 2002).

I-I-6 Les principaux critères de choix des variétés de luzerne

Plusieurs critères permettent de choisir les variétés de luzerne les mieux appropriées à chaque utilisation et à chaque région. Ces critères sont mentionnés dans les tableaux variétaux fournis par les différents organismes techniques ou par la presse agricole. Voici les principaux critères de choix des variétés de luzerne (GNIS, 2012).

I-I-6-1 La résistance à la verticilliose

L'impact de cette maladie sur le rendement et la qualité de la luzerne est important. En zone sensible, les différences de rendement peuvent atteindre 25 à 30 % dès la 2^e année d'exploitation entre une variété résistante et une variété sensible à la verticilliose. Seule la sélection variétale permet de lutter contre cette maladie.

I-I-6-2 La résistance aux nématodes

Seule l'utilisation de variétés résistantes permet de lutter contre ce parasite. Dans les zones infestées, l'utilisation de variétés résistantes permet d'obtenir de meilleurs rendements et de conserver la luzernière plus longtemps. Les nématodes des tiges (dont l'agent est *Ditlenchus dipsaci*), vivent dans les méats intercellulaires et provoquent une désorganisation tissulaire qui aboutit au blocage de la croissance et à la mort de la plante (Genier et al, 1992).

I-I-6-3 La résistance à la verse

Une luzerne qui verse, c'est :

- moins de rendement ; les pertes de fourrage au sol peuvent facilement atteindre 10 %.
- un fourrage récolté de moins bonne qualité ; la récolte d'un fourrage versé s'accompagne de fortes pertes de feuilles qui sont les organes les plus riches en protéines.

Des différences variétales importantes existent sur ce critère.

I-I-6-4 La teneur en protéines et unité fourragère

La qualité du fourrage fait l'objet de travaux de sélection, en vue d'une part d'augmenter la teneur en protéines, et d'autre part d'améliorer la digestibilité du fourrage qui peut être un frein à son incorporation dans des rations pour ruminants à haut niveau de performance. **(Guillemot, 2016)**.

La teneur en protéines peut varier selon les variétés. Cela présente un intérêt tout particulier pour les luzernes destinées à la déshydratation pour lesquelles on recherche des teneurs en MAT supérieures à 20%.

La luzerne a le plus haut rendement en protéines à l'hectare : de 2 à 2,5 t/ha (contre 0,8 t pour le soja et 0,7 t pour le maïs grain). Sa composition en acides aminés est en outre bien équilibrée.

Sa valeur énergétique est moyenne, de l'ordre de 0,5 UF (unité fourragère) par kg de matière sèche **(Mazoyer et al, 2002)**.

- La productivité permettant l'abondance des coupes successives.
- La digestibilité du fourrage, en sélectionnant les variétés à tiges fines, facilitant l'ingestion par les ruminants.
- L'adaptation au milieu qui se traduit par la tolérance aux contraintes physiques du milieu. C'est l'adaptation de la dormance du matériel génétique au milieu. Cette gestion permet de trouver le meilleur compromis entre la pérennité et le potentiel de production.

I-I-7 Valeur alimentaire de la luzerne

Grâce à sa remarquable teneur en protéines, la luzerne est l'aliment idéal pour rééquilibrer les rations riches en énergie.

Dans le cas des vaches laitières alimentées à base d'ensilage de maïs, la luzerne, utilisée en vert ou en ensilage, doit représenter 30 à 50 % de la ration de base. (GNIS, 2012). Le tableau suivant est tiré des tables de l'alimentation de l'INRA de France.

Tableau 8 Tables de l'alimentation de l'INRA (valeurs des aliments table INRA 2007)

	Première coupe		Coupes suivantes (repousses âgées de 5 semaines)	
	Stade début bourgeonnement	Stade floraison	2 ^{ème} coupe	3 ^{ème} et 4 ^{ème} coupes
Luzerne sur pied				
Teneur en U.F.L (nombre d'Unités Fourragères Lait par kg de matière sèche)	0,83	0,69	0,82	0,84
Teneur en U.F.V (nombre d'Unités Fourragères Viande par kg de matière sèche)	0,75	0,59	0,75	0,77
Teneur en protéines (en g par kg de matière sèche)	159	122	178	210
Ensilage de luzerne (brins courts avec conservateur)	Stade bourgeonnement		repousses âgées de 7 sem.	
Teneur en U.F.L (par kg de matière sèche)	0,77		0,76	
Teneur en U.F.V (par kg de matière sèche)	0,68		0,67	
Teneur en protéines (en g par kg de matière sèche)	126		130	
Foin de luzerne (séché au soleil)	stade bourgeonnement		repousses âgées de 7 sem.	
Teneur en U.F.L (par kg de matière sèche)	0,67	0,62	0,67	
Teneur en U.F.V (par kg de matière sèche)	0,58	0,52	0,57	
Teneur en protéines (en g par kg de matière sèche)	123	112	125	127

I-II Présentation de la zone d'étude

La plaine du Bas-Chélif est l'une des trois plaines composant la vallée du Chélif (Haut, Moyen et Bas-Chélif). Elle est située au nord-ouest de l'Algérie à 250 km d'Alger ; elle fait partie du bassin versant du Chélif et occupe sa partie ouest. Elle fait environ 50 km de longueur sur une largeur variant de 6 à l'est à plus de 20 km à l'ouest, avec une surface pratiquement plate avec une altitude moyenne de 70 m. La plaine s'étend sur 65 000 ha. (Douaoui et al, 2006).

I-II-1 Caractéristiques du climat

Le climat du Bas-Chélif se caractérise par des étés très chauds et des températures basses en hiver.

Cette particularité lui a aussi valu des qualificatifs célèbres, tels que « le four du tell » ou encore « une portion du Sahara égarée dans le tell » (Yacono, 1955 ; Boulaine, 1957).

On distingue deux périodes qui concrétisent le changement climatique, la période de 1951/1979 et la période 1985/2004. (tableau 11)

De la première période à la deuxième période, il y a eu augmentation de la température moyenne annuelle de 1,14°C, une diminution de la pluviométrie moyenne annuelle de 92,84 mm et un étalement de la période sèche pour 2 mois.

Tableau 9 Températures et pluies moyennes de deux périodes (1951/52 à 1979/79 et 1985/86 à 2003/2004)

Mois	Période 1951/1979		Période 1985/2004	
	Temp.Moy. °C	Pluie en mm	Temp.Moy. °C	Pluie en mm
Sep.	24.09	9.38	25.28	16.11
Oct.	19.37	44.00	20.68	31.26
Nov.	14.20	43.70	14.57	51.03
Déc.	10.98	58.72	11.65	29.77
Jan.	10.11	47.58	10.56	39.45
Fév.	11.20	50.46	11.69	32.58
Mars	12.69	40.20	14.48	27.92
Avril	15.81	46.20	16.66	29.12
Mai	19.70	29.53	21.20	21.53
Juin	23.61	9.02	25.78	5.15
Juil.	27.46	0.91	29.10	1.33
Août	28.69	1.31	29.94	2.89
TOTAL		380.99		288.15
MOY.	18.16		19.30	

I.N.R.A.A EL-Hmadna 2003

La période allant de 1951/52 à 1978/79 se caractérise par:

- Climat semi-aride
- Période sèche est de : 5.25 mois
- Pluie moyenne annuelle : 380,99 mm
- Température moyenne annuelle : 18.16°C

La période allant de 1985/86 à 2003/2004 se caractérise par :

- Climat aride
- Période sèche est de 7.25 mois
- Pluie moyenne annuelle : 288,15 mm
- Température moyenne annuelle : 19.30°C

En conclusion on remarque que le climat de la région semi-aride à une tendance à l'aridité.

Une augmentation de la température évaluée à 1.14°C

Une régression de la pluviométrie pour un cumul de 92.84mm.

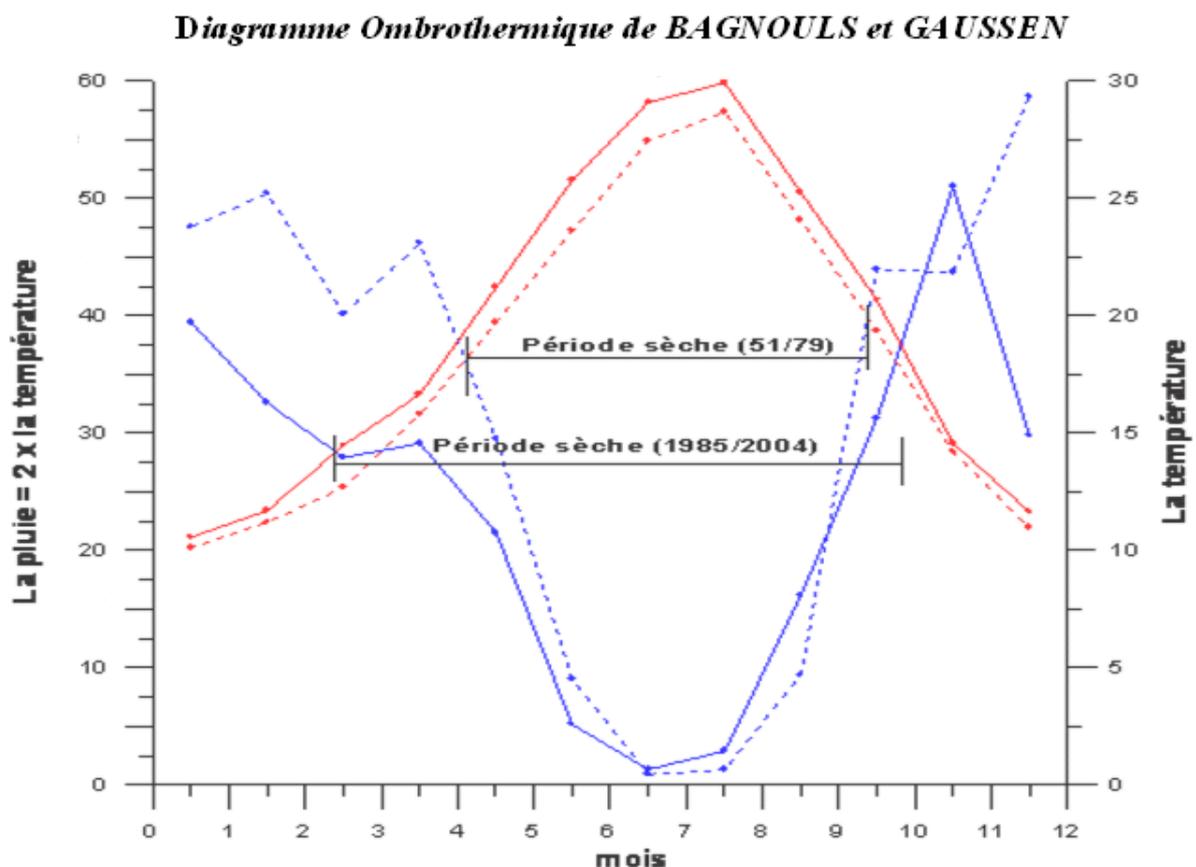


Figure 7 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN
(I.N.R.A.A EL-Hmadna 2003)

Les données climatologiques ont été recueillies auprès de la station météorologique de L'I.N.R.A.AEI-Hmadna. Ces données couvrent de longues périodes d'observations de 1951 à 1979 et de 1985 à 2004. Le climat est du type semi aride à tendance aride.

I-II-1-1 Les précipitations

D'après les observations faites pendant les années, 1951 à 1979 et de 1985 à 2004 par la station météorologique I.N.R.A.A d'El-Hmadna montrent la chute des précipitations entre les périodes évalué à 92.84 mm. Cette situation montre clairement la faiblesse des précipitations. Les moyennes mensuelles obtenues pour cette période d'observation figurent dans le tableau comparatif (11) qui illustre parfaitement la faiblesse des précipitations. Il est également à noter que les pluies tombent en majeure partie pendant la période allant du mois de Septembre au mois de mai avec un maximum de novembre à janvier.

Tableau10 Précipitations: moyennes mensuelles station météorologique d'EL-Hmadna

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Période													
1951-1979	49.26	46.34	40.23	33.37	29.4	9.73	0.34	2.77	15.62	42.74	45.5	49.33	364.63
1985-2004	39.45	32.58	27.92	29.12	21.53	5.15	1.33	2.89	16.11	31.26	51.03	29.77	288.14

I.N.R.A.A EL-Hmadna 2003

I-II-1-2 Les températures

Le site de l'essai connaît des écarts de températures considérables. Avec une moyenne maximale de 30°C en été (Juillet et Aout), elle atteint en hiver une moyenne de 9-10°C de au mois de décembre et janvier.

Le tableau 13 montre les résultats d'observations des périodes 1951-1979 et 1985-2004.

Tableau 11 Températures: période 1951-1979

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
M+m/2	10.11	11.20	12.69	15.81	19.7	23.61	27.46	28.69	24.09	19.37	14.20	10.98

I.N.R.A.A EL-Hmadna2003

Tableau 12 Températures (période 1985-2004)

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
M+m/2	10.56	11.69	14.48	16.66	21.20	25.78	29.10	29.94	25.28	20.68	14.57	11.65

I.N.R.A.A EL-Hmadna 2003

I-II-2 Caractéristiques et occupation du sol

I-II-2-1 Géologie

La plaine du Bas-Chélif est un synclinal traversé par le lit de l'oued Chlef qui occupe, à l'instar des autres plaines du Chélif, le fond de bassins de sédimentation où s'accumulent les sédiments depuis au moins le Villafranchien (**Boulaine, 1957**).

I-II-2-2-1 Caractérisation des sols

Les sols de la plaine du Bas-Chélif dont fait partie les sols de la station sont argileux et salés. Cette salinisation est souvent accompagnée par une sodisation ($ESP > 10$) mais l'alcalinisation est absente ($pH < 8,5$). La stabilité structurale est moyenne pour la plupart des sols, la perméabilité est par contre le plus souvent faible (**Douaouiet al, 2006**).

I-II-2-2-2 L'Occupation du sol

Dans le Bas-Chélif on constate que les sols sont occupés par l'agriculture ou abandonnés d'où l'apparition des plantes halophytes.

Pour les espèces agricoles on note :

- la présence des vergers d'agrumes et d'oliviers, ces vergers sont irrigués.
- les cultures maraîchères menées en irrigués principalement (artichaut, pastèque et melon).
- les céréales surtout la culture d'orge rustique à l'aridité du climat et la salinité des sols.

L'étude de (**Mc Donald et al ; 1991**) suivant le tableau 15 nous donne une idée sur le plan de culture du Bas-Chélif dans les périmètres équipés.

Tableau 13 Plan de culture de la zone d'étude en %

Culture	réaménagement	Guerouaou	Bas-Chélif	Ben Ziane
Orge	18	18	20.2	23.6
Blé	7,7	7.7	9.2	9.3
Vesce avoine	9,9	8.9	8.5	9.2
Sorgho	21,1	18.3	15.6	24.3
Luzerne	9,7	8.7	8.5	8.8
Artichaut	7,7	11.3	8.3	4.3
Melon/pastèque	5	7.0	2.3	4.8
P de terre saison	1,2	1.8	1.7	4.0
P de terre A saison	2,2	3.1	1.7	4.0
Patate douce	0,5	0.9	0.0	0.5
Poivron/piment	0,5	1.2	0.2	0.6
Oignon	0,5	1.2	0.0	0.6
Tomate industrielle	7,6	3.8	3.6	6.0
Agrumes	5	4.7	12.2	0.0
Oliviers	3,4	3	8.0	0.0
Intensité culturelle	100	100	100	100

Ce tableau montre les principales cultures dominantes dans les périmètres irrigués de la plaine et les périmètres de Guerouaou Ben Ziane et réaménagement qui sont équipés mais pas irrigués avec l'eau provenant du barrage, les cultures sont essentiellement l'orge et le blé pour les céréales, le sorgho, la vesce avoine et la luzerne pour les fourrages, l'artichaut et la tomate industrielle pour le maraîchage, les agrumes et l'olivier pour l'arboriculture.

II
CONDITIONS ET METHODES
EXPERIMENTALES

II-1 Conditions expérimentales

II-1-1 Localisation du site d'étude

Le site d'expérimentation est caractérisé par :

Une latitude de $35^{\circ} 54'$ Nord, une longitude de $00^{\circ} 47'$ Est, et une altitude de 48 m

Il est situé à trois(03) km au Nord-Ouest de la ville d'El- H'madna 30 km à l'Est de la ville de Relizane, 260 km à l'Ouest d'Alger et à environ 30 km de la méditerranée à vol d'oiseau.

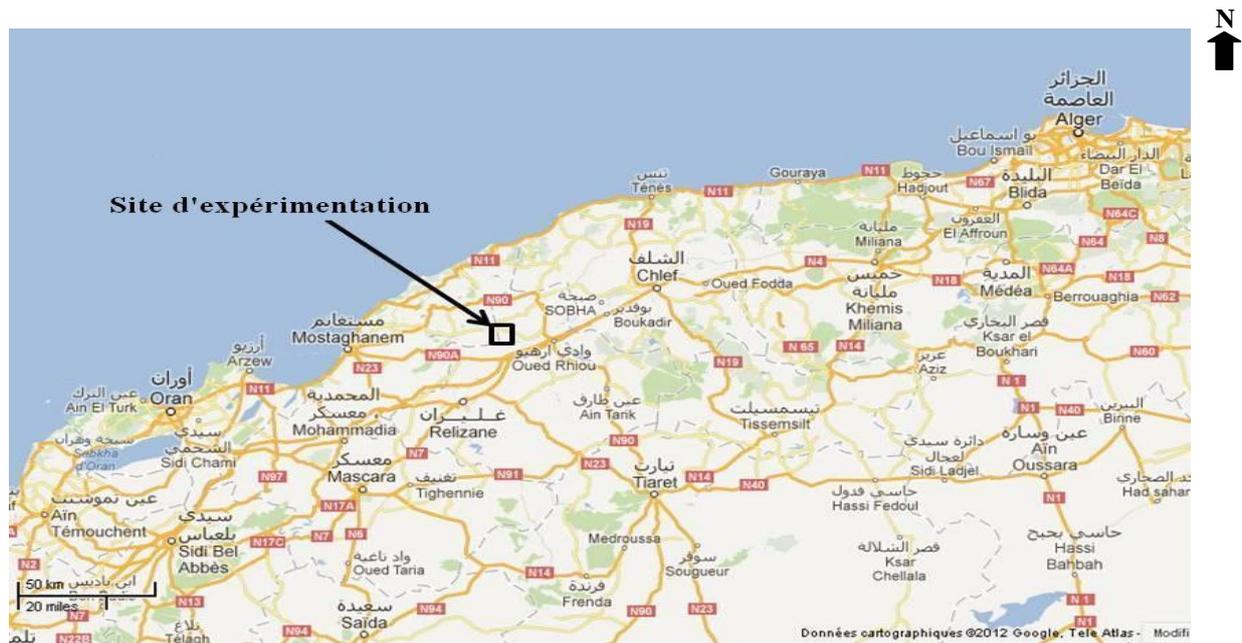


Figure 8 Localisation du site expérimental (Google map 2016)

II-1-2 Localisation du site (image satellitaire)

La superficie globale de la station est délimitée de tous les côtés d'une couleur blanche, la superficie renferme le bâti et la superficie agricole totale.

N



Figure 9 Localisation du site expérimental par image satellitaire (Google Earth 2005)

II-1-3 Conditions du climat

Les données climatiques ont été obtenues à partir de la station météorologique de la station de bioclimatologie I.N.R.A.A d'El-Hmadna.

II-1-3-1 Les précipitations

La zone d'étude est caractérisée par un climat semi aride à tendance aride. Les données pluviométriques des deux campagnes 2005-2006 et 2006-2007 montrent les caractéristiques pluviométriques relevant du climat de la région (tableaux 17 et 18).

Tableau 14 Précipitations (2005-2006)

	S 05	O 05	N 05	D 05	J 06	F 06	M 06	A 06	M 06	J 06	Jt 06	A 06
Décade 1	6.4	0	12.4	8	4.3	14.4	1.3	0.2	25.6	0	0.1	0
Décade 2	8.4	20.8	23.2	14.8	4.1	1.2	1.1	3.2	5.5	4.2	0	0
Décade 3	0.1	0.1	40.3	14	21.2	56	4.6	13.9	6.5	0	0	0
Cumul mensuel	14,9	20,9	75,9	36,8	29,6	71.6	07	17.3	37,6	4,2	0,1	00

INRAA EL-Hmadna 2006 Total 315.5mm

Tableau 15 Précipitations (2006-2007)

	S 06	O 06	N 06	D 06	J 07	F 07	M 07	A 07	M 07	J 07	Jt 07	A 07
Décade 1	0	0	0.1	2	0	9.9	0.2	64.4	16.6	0	0.4	0
Décade 2	0.7	1.8	0	18.9	0	9.1	17.4	27.3	0	0	0	0
Décade 3	0	0	0.2	49.5	46.9	5.7	38.9	16.3	2.6	0	0	0
Cumul mensuel	0,7	1.8	0,3	70,4	46,9	24,7	56,5	108	19,2	00	0,4	00

INRAA EL-Hmadna 2007

Total 328.9mm

II-1-3-2 Les températures

Pour la première année d'expérimentation, la température maximale absolue a atteint 45°C au mois de juillet et la température minimale absolue a atteint - 00.80°C au mois de février, tandis que pour la deuxième année d'expérimentation la température maximale absolue a atteint 44.92° C au mois d'aout et la température minimale absolue a atteint - 01.60° C au mois de Mars.

Les (tableaux 19 et 20) montrent l'écart de température considérable pour la période allant de septembre à aout.

Tableau 16 Températures moyennes de la campagne 2005-2006

	S 05	O 05	N 05	D 05	J 06	F 06	M 06	A 06	M 06	J 06	Jt 06	A 06
Min. abs	08.20	06.11	01.63	00.20	-02.	-00.80	02.00	04.80	10.80	10.00	14.80	14.20
Moy min	16.57	13.39	08.25	05.92	02.68	04.13	05.63	11.09	16.68	17.72	22.12	19.59
Max. abs	40.24	33.40	30.20	21.80	20.60	19.00	31.40	35.70	40.60	41.00	45.00	44.75
Moy max	32.65	29.49	20.00	17.23	15.72	15.37	22.29	27.84	32.87	34.60	41.01	37.23
Moy mens	24.61	21.44	14.12	11.57	09.20	09.75	13.96	19.46	24.77	26.16	31.57	28.41

INRAA EL-Hmadna 2006

Min. Abs. Température minimale absolu

Moy.mini. Moyenne de la température minimale

Max. abs. Température maximale absolu

Moy.max. Moyenne de la température minimale

Moy.mens. Moyenne mensuelle

Tableau 17 Températures moyennes de la campagne 2006-2007

	S 06	O 06	N 06	D 06	J 07	F 07	M 07	A 07	M 07	J 07	Jt 07	A 07
Min. abs	10.60	09.60	03.00	02.20	03.10	03.80	-01.60	04.00	07.20	08.40	16.40	16.48
Moy mini	17.41	14.33	09.77	08.39	03.94	07.75	05.15	09.31	12.03	16.58	20.26	20.61
Max.abs	41.40	35.40	30.40	25.00	22.80	23.40	27.40	24.90	38.68	38.59	44.00	44.92
Moy maxi	33.75	31.53	24.61	17.62	17.48	19.09	20.33	21.17	30.12	33.98	39.27	37.51
Moy mens	25.58	22.93	17.19	13.01	10.71	13.42	12.74	15.24	21.08	25.28	29.76	29.06

INRAA EL-Hmadna 2007

Min. abs. Température minimale absolu

Moy.mini. Moyenne de la température minimale

Max. abs Température maximale absolu

Moy. maxi Moyenne de la température maximale

Moy.mens. Moyenne mensuelle

II-1-3-3 Humidité relative de l'air en %

En général l'humidité relative, au niveau de la région, atteint une moyenne mensuelle de 82 % en hiver et 42% en été.

Pour la campagne 2005-2006, on a enregistré une humidité de 76.26 % au mois de février et 43.54 % au mois de juillet, et pour la campagne 2006-2007 on a enregistré une humidité de 83.20 % au mois de février, et 50.11 % au mois d'aout.

Tableau 18 Humidité relative de l'air Campagne 2005-2006

	S 05	O05	N 05	D 05	J 06	F 06	M06	A 06	M 06	J 06	Jt 06	A 06
Moy maxi	75.68	77.2	85.77	86.43	88.87	90.62	82.45	83.06	73.22	61.26	61.67	76.44
Moy mini	38.91	39.41	57.66	59.14	54.01	61.90	45.21	41.80	37.47	30.01	25.41	34.65
Moy mens	57.30	58.31	71.72	72.79	71.44	76.26	63.83	62.43	55.35	45.64	43..54	55.55

INRAA EL-Hmadna 2006

Moy. maxi. Moyennede la température maximale

Moy. mini. Moyenne de la température minimale

Moy. mens. Moyenne mensuelle

Tableau 19 Humidité relative de l'air Campagne 2006-2007

	S 06	O 06	N 06	D 06	J 07	F 07	M 07	A07	M 07	J 07	Jt 07	A 07
Moy max	69.78	73.94	74.26	89.43	84.64	95.02	89.53	79.44	71.95	72.08	70.22	65.13
Moy min	35.62	37.09	45.52	64.20	61.5	71.37	52.31	58.49	37.76	42.25	39.01	35.1
Moy mens	52.70	55.52	59.89	76.82	73.07	83.20	70.92	68.97	54.86	57.17	54.62	50.11

INRAA EL-Hmadna 2007

Moy.maxi. Moyenne de la température maximale

Moy.mini. Moyenne de la température minimale

Moy. mens. Moyenne mensuelle

II-1-3-4 Evapotranspiration maximale

Les besoins en eau de la luzerne définie par l'évapotranspiration maximale (ETM), sont estimés par la formule qui fait intervenir l'évapotranspiration de référence (ET₀) et le coefficient culture (K_c), $ETM = ET_0 \times K_c$ K_c = 0.9

Tableau 20 Evapotranspiration de référence campagne 2005/2006

Mois	S 05	O05	N 05	D 05	J 06	F 06	M06	A 06	M 06	J 06	Jt 06	A 06	Total
ET ₀ (mm)	154.65	95.30	51.40	35.80	40.10	63.80	82.39	99.55	135.50	188.60	206.75	189.50	1343,34

INRAA EL-Hmadna 2006**Tableau 21** Evapotranspiration de référence campagne 2006/2007

Mois	S 05	O05	N 05	D 05	J 06	F 06	M06	A 06	M 06	J 06	Jt 06	A 06	Total
ET ₀ (mm)	123.30	92.30	53.30	34.90	30.20	41.40	74.60	80.80	150.20	178.40	201.70	186.20	1247,3

INRAA EL-Hmadna 2007**II-1-3-5 Autres paramètres**

Certains paramètres du climat ont été enregistrés durant la période d'expérimentation c'est le cas des paramètres (Brouillard, Rosée, Gelée, Grêle, Sirocco).

Tableau 22 Autres paramètres Campagne 2005-2006

	S 05	O 05	N 05	D 05	J 06	F 06	M 06	A 06	M 06	J 06	Jt06	A 06
Brouillard	00	02	01	01	01	04	00	00	00	00	00	00
Rosée	00.20	00.20	00.50	00.40	01	01.10	01.00	00	00	00	00	00

Gelee	00	00	00	02	09	00	01	00	00	00	00	00
Grêle	00	00	00	00	00	02	00	00	00	00	00	00
Sirroco	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

INRAA EL-Hmadna 2006

Brouillard: nombre de jours

Rosée: millimètre par mois

Gelé: nombre de jours

Grêle: nombre de jours

Sirocco: nombre de jours

Tableau 23 Autres paramètres Campagne 2006-2007

	S 06	O 06	N 06	D 06	J 06	F 07	M 07	A 07	M 07	J 07	Jt07	A 07
Brouillard	00	00	00	03	06	03	01	01	00	00	00	00
Rosée	00	00	00	00.40	01	00.40	00.60	00	00	00	00	00
Gellée	00	00	00	00	08	01	03	00	00	00	00	00
Grele	00	00	00	00	00	00	01	00	01	00	00	00
Sirroco	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	03

INRAA EL-Hmadna 2007

Le tableau indique le nombre de jours de brouillard, gelée, grêle, sirocco et le faible cumul de la rosée en (mm).

II-1-4 Le sol

II-1-4-1 Les caractéristiques physico-chimiques du sol : les caractéristiques physico-chimiques de l'horizon 0-35cm sont indiquées dans le tableau 25.

Tableau 24 Quelques caractéristiques physico-chimiques du sol de l'horizon 0-35cm*

Essai irrigué Essai pluvial

Moyenne des blocs	Moyenne des blocs	
Granulométrie		
Argile %	45,5 ± 0,58	45,5 ± 3,11
Limon Fin %	24 ± 0,82	24,75 ± 0,96
Limon grossier %	9,5 ± 1,29	9,75 ± 1,71
Sable fin %	12,5 ± 0,58	13 ± 1,63
Sable grossier %	7,75 ± 1,50	6 ± 0,82
pH	7,72 ± 0,08	7,76 ± 0,08
CE extrait pâte saturée dS/m à 25°C	6,89 ± 1,56	5,13 ± 1,52
Complexe absorbant		
Ca en mé/100g	28,34 ± 1,18	27,04 ± 1,12
Mg en mé/100g	6,17 ± 0,34	5,95 ± 0,37
Na en mé/100g	2,51 ± 0,87	2,18 ± 0,46
K en mé/100g	1,46 ± 0,12	1,23 ± 0,06
T en mé/100g	22,16 ± 1,35	22,43 ± 2,06
Carbone en %	10,35 ± 0,33	9,5 ± 0,50
Phosphore Assimilable P ₂ O ₅ en ppm	89,88 ± 2,68	77,79 ± 4,55

* Analyses des échantillons de la première année d'expérimentation 2004-2005 (**PERMED 2005**)

Les analyses des échantillons de sol de l'horizon 0-35cm sur les quatre blocs pour les deux essais révèlent d'après les valeurs moyennes du tableau 25, que la texture est argilo-limoneuse, le pH est neutre à alcalin. D'après la classification de l'**U.S.S.L (1954)**, notre sol est salé avec une valeur moyenne de la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée comprise entre 5,13 dS/m et 6,89dS/m.

La carte de salinité des sols de la station I.N.R.A.A Hmadna établie par (**Bellague et al, 2011**) montre que le sol du site expérimental appartient à la classe de sol légèrement salé.

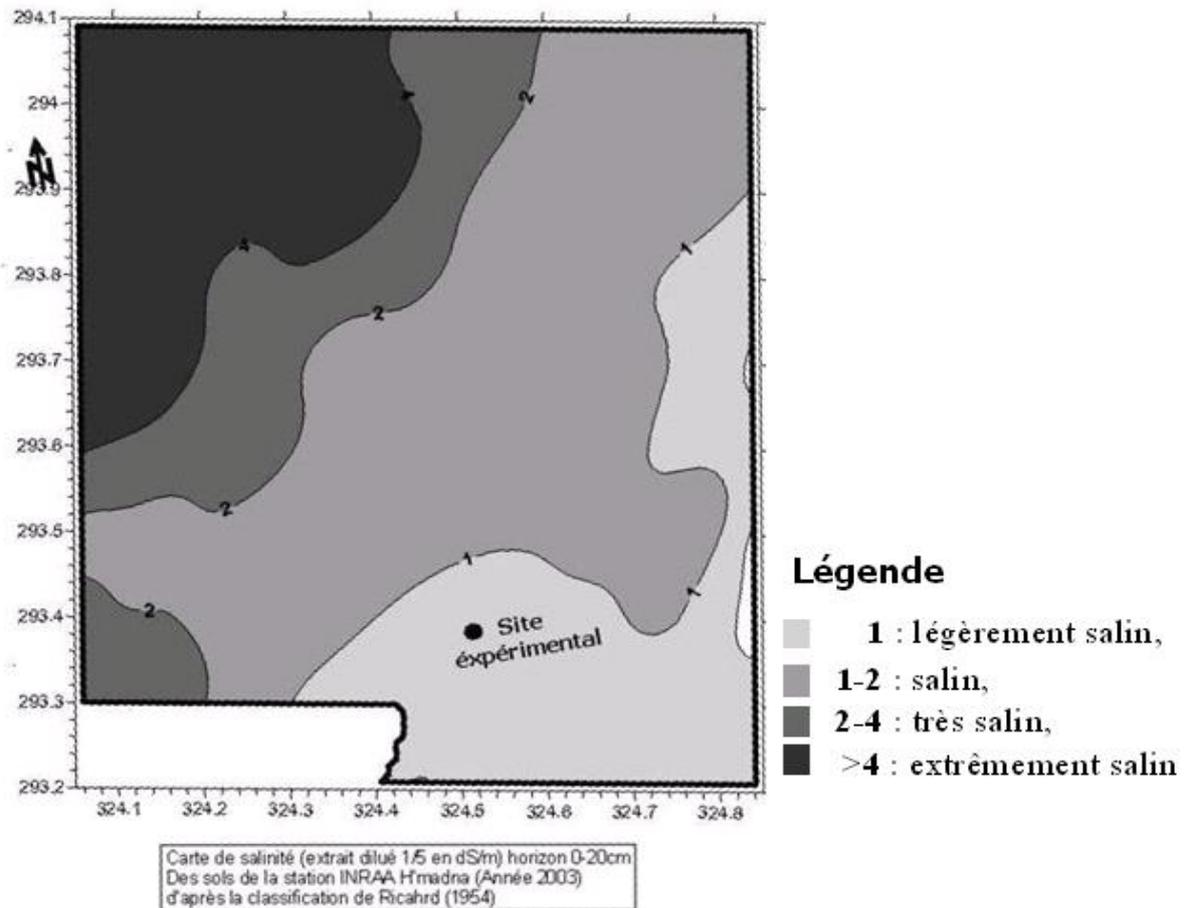


Figure 10 Les différentes classes des sols de la station INRAA EL-Hmadna en 2003 et le point d'installation du site expérimental.

II-1-4-2 Variation de l'humidité et de la nappe salée.

Afin d'avoir une idée sur la variation mensuel de l'humidité du sol, on a jugé utile de réaliser des échantillonnages de sol sur deux horizons 0-20cm et 20-40 cm pour des analyses du sol au niveau du laboratoire de la station, dans le but de suivre la variation de ce paramètre durant l'expérimentation.

Le prélèvement des échantillons de sol a été réalisé au niveau de l'essai mené en pluvial et l'essai mené en irrigué.

Le même travail a été mené sur une parcelle non irrigué à coté de l'essai pour suivre la fluctuation de la nappe salé durant l'expérimentation.

II-1-5 L'eau d'irrigation

II-1-5-1 Source d'irrigation

L'eau d'irrigation est celle du Pliocène marin, le forage d'irrigation se trouve à la proximité du site d'expérimentation appartenant à un agriculteur de la région, le niveau de pose de la pompe du forage est à 120 mètres de profondeur et le débit du forage est de 18 litres /s.

II-1-5-2 Caractéristiques de l'eau d'irrigation

Un échantillon d'eau d'irrigation soumis à des analyses en première année d'expérimentation au niveau du laboratoire (**PERMED, 2005**) a donné les résultats indiqués sur le tableau 26, ces mêmes résultats ont été confirmés par (**Lariche, 2013**).

Tableau 25 Composition chimique de l'eau d'irrigation

CE	pH	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SAR
dS/m		méq/l	méq/l	méq/l	méq/l	méq/l	méq/ l	méq/l	méq/l	
2.4	6.56	18.06	4.45	3.69	0.05	9.8	6.08	6.5	00	7.20

Le tableau 26 montre que le pH de l'eau d'irrigation s'approche de la neutralité, pour la conductivité électrique du point de vue qualité des sels dissouts, l'eau d'irrigation est classée dans la classe C4 S2, d'après **l'U.S.S.L (1954)** et elle est considérée comme une eau à risque de salinisation élevé.

Pour le S.A.R. l'eau est classée en C4 d'après **l'USSS (1954)**, et le risque d'alcalisation est moyen.

S.A.R: sodium absorption ratio (Partie du sodium absorbée)

U.S.S.L : (United States Salinity Laboratory), c'est le diagramme de la classification des eaux d'après Richards et al.

II-1- 6 Matériel végétal et dispositif expérimental

II-1-6-1 Localisation de l'essai

La superficie totale de la station expérimentale de l'I.N.R.A.A. d'El Hmadna est de 77 hectares dont 65 hectares agricole utile, l'essai a été installé au niveau de la parcelle appartenant à la classe des sols légèrement salés.

L'essai avait une orientation Nord-Sud pour les deux campagnes (2005/2006) et (2006/2007).

II-1-6-2 Matériel végétal utilisé

Le matériel végétal utilisé dans l'expérimentation est de différentes origines suivant le tableau 29.

Tableau 26Liste, origines et caractéristiques des cultivars (**Boudour, 2012**)

Noms des cultivars	origine	Caractéristiques des cultivars
1-Ecotipo siciliano	Italie	C'est une population locale, originaire de la Sicile.
2-Prosementi	Italie	C'est une population améliorée. A partir d'un germoplasm local il est très résistant au froid et à la sécheresse.
3-ABT 805	USA	C'est un cultivar synthétique issu de 90 parents, il a une faible dormance, sélectionné pour la tolérance au pâturage
4-Ameristand 801S	USA	cultivar synthétique issu de 120 parents. Il est sélectionné après 10 cycles pour augmenter la germination et la production fourragère dans les conditions de stress salin (sol et eau) : la dernière sélection a été effectuée pour la résistance au sel en Arizona et Californie.
5-Mamuntanas	Italie	Cultivar Italien originaire de Sardaigne sélectionné en 1982.
6-Tamantit	Algérie	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). Au sud, il donne une luzernière fauchée de façon très fréquente. Par contre dans le nord, il s'adapte mal, il s'est montré sensible à différents ravageurs et agents pathogènes.
7-Sardi 10	Australie	C'est un cultivar hautement actif en hiver.
8-Siriver	Australie	Crée en 1980 en Australie. cultivar très actif est très résistant aux

		pucerons.
9-Africaine	Maroc	Originaire du Maroc et de la Tunisie
10-Gabes 2355	Tunisie	Originaire de Gabès dans le sud. C'est un cultivar de type oasien relativement résistant au sel.
11-Magali	France	Sélectionné par l'INRA Montpellier (France) et enregistré dans la liste française des variétés. Il est issu du croisement de deux cultivars de luzerne. l'un de type dormant (Flamande), l'autre de type non dormant (Provence). Il est largement adapté au climat méditerranéen subhumide. aussi bien en pluvial qu'en irrigué.
12-Melissa	France	Cultivar sélectionné par l'INRA Montpellier (France) et enregistré dans la liste française et européenne des variétés comme un cultivar de type méditerranéen. Il est adapté aux régions chaudes.
13-Coussouls	France	Sélectionné par l'INRA Montpellier (France) et enregistré dans la liste française des variétés. Amélioré à partir d'un matériel de type Provence, il représente le type méditerranéen de luzerne classique ou il peut être cultivée aussi bien en pluvial qu'en irriguée.
14-Rich2	Maroc	Une population locale originaire des montagnes de l'Atlas du Maroc de l'oasis de la vallée Ziz. Issu d'une population locale, il a été amélioré à l'INRA de Maroc. Il est actif en hiver. Il est très adapté aux conditions pédoclimatiques des oasis (stress hydrosalin).
15-Erfoud1	Maroc	Une population locale originaire du sud est du Maroc de l'oasis de la vallée Ziz. Issu d'une population locale, il est tolérant au sel au stade de germination et élongation. Très productif dans les conditions de stress hydrosalin.
16-Demnat	Maroc	Une population locale originaire des montagnes de l'Atlas du Maroc. Issu d'une population locale, Il est actif en hiver. Il est très productif dans les véritables conditions de ferme et aussi durant la sécheresse estivale.

II-1- 6- 3 Dispositif expérimental :

Pour notre étude et afin de tester les 16 cultivars de luzerne pérenne (tableau 15) deux dispositifs en blocs aléatoires complets (avec 04 répétitions) ont été mis en place, l'un conduit en irrigué (ETM) et l'autre en pluvial. Chaque dispositif est constitué de 16 micro parcelles de 10 lignes espacées de 0.20 m ; avec un espacement de 0.20 m entre micro parcelles et de 0.4 m entre blocs.

Les coupes sont effectuées à 5 cm du niveau de sol (hauteur de coupe), le rendement est calculé sur les six lignes du milieu de la parcelle élémentaire avec élimination de 0.25 m de part et d'autre de chaque ligne, soit une surface de 2.4 m² (1.20 x 2m) par micro parcelle. Sur les six lignes du milieu et ce sur une longueur de 0.50 m, le nombre de plants est compté à différentes périodes.

Figure 11 Répartition des cultivars de l'essai mené en irrigué

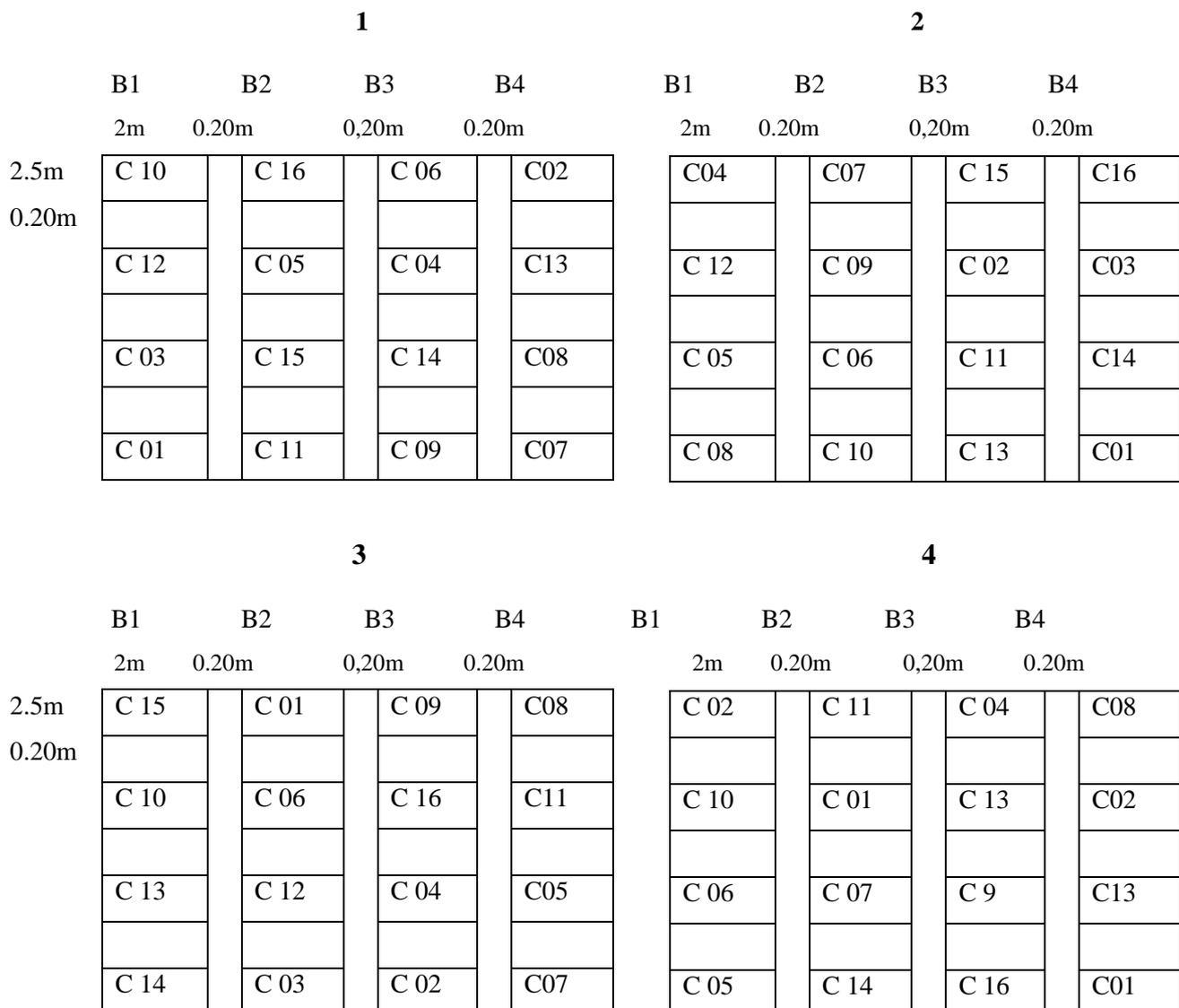
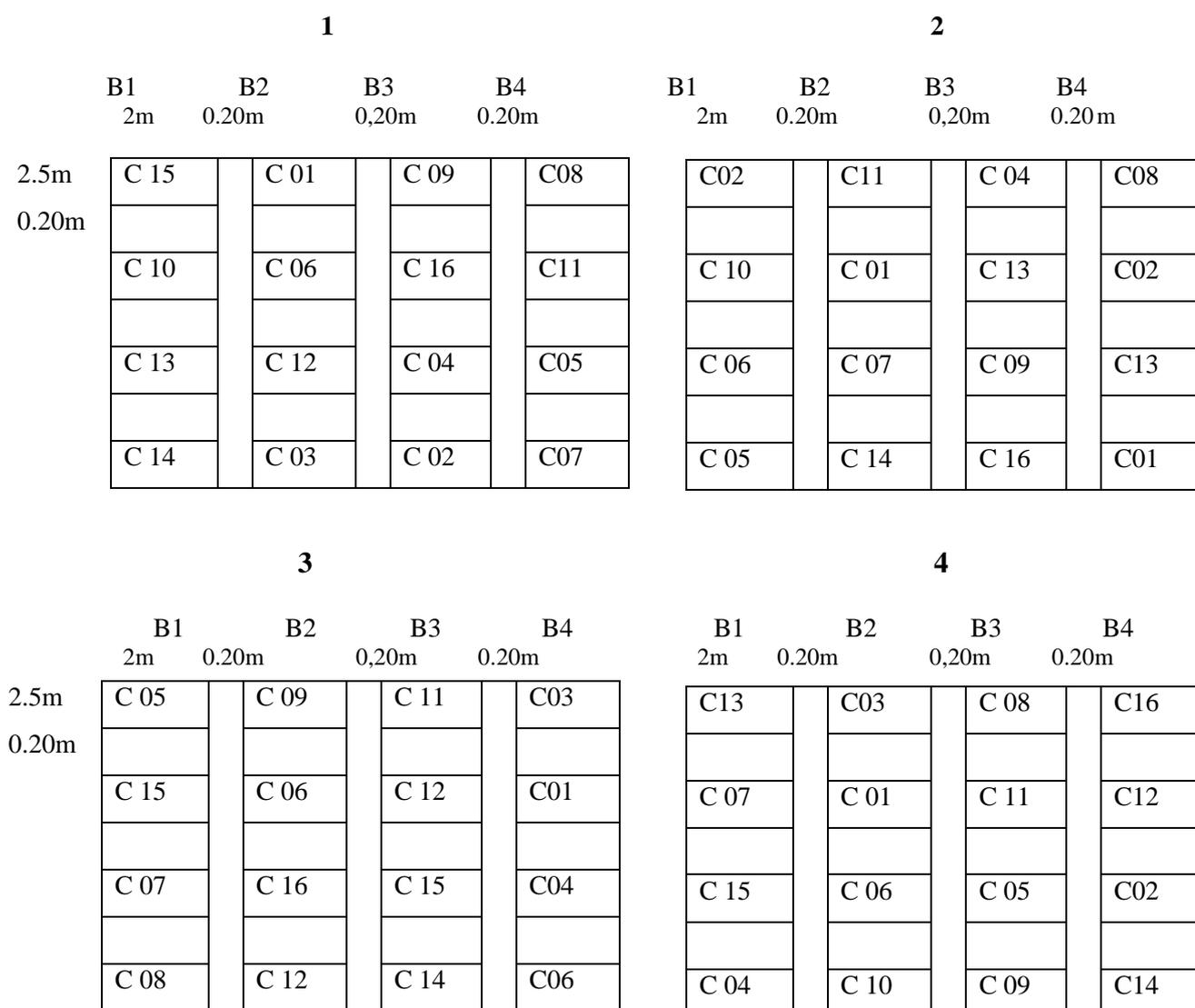


Figure 12 Répartition des cultivars de l'essai mené en pluvial



II-1-7 Itinéraire technique

Dans une zone caractérisée par des sols argileux, un travail convenable du sol est nécessaire pour la mise en place de toutes cultures afin de favoriser un meilleur développement et une bonne croissance des espèces.

II-1-7-1 Précédent cultural

Le précédent cultural de la parcelle destinée à la mise en place de l'essai était un blé dur.

II-1-7-2 Travail du sol

II-1-7-2-1 Labour profond

Réalisé au mois d'août, cette opération facilite le passage des outils de travail du sol et du semis.

II-1-7-2-2 Passage d'un cover crop

Afin de détruire les mottes du labour réalisé au mois d'août et ameublir le sol pour la mise en place des graines.

II-1-7-2-3 Passage d'un rouleau croskill lisse et une herse rotative

L'opération consiste à pulvériser les grandes mottes et le nivellement de la surface du sol pour l'obtention d'un sol fin.

II-1-7- 3 Confection des planches

Cette opération consiste à la délimitation des parcelles élémentaires au niveau de la parcelle et le traçage de l'essai chaque essai avait une superficie de 375 m² (43.60 m x 8.60m).

II-1-7- 4 La fertilisation

L'épandage de la fumure phospho - potassique est indispensable pour le développement de la culture. Chaque essai (irrigué ou pluvial) a reçu la quantité suivante :

- 3,75 kg de P₂O₅ (46%) à raison de 100kg/ha a été apportée au mois de septembre.
- 3,75 kg de K₂O (50%) à raison de 100kg/ha a été apportée au mois de septembre.

L'engrais azoté a été apporté juste après la levée, une quantité de 1,875 kg de l'urée 46% à raison de 50 kg/ha été apportée le 14 décembre 2004.

II-1-8 Le semis et l'irrigation

La date de semis est une opération très importante pour la réussite de l'essai, le semis a été réalisé le 17/10/2004.

La petite taille des graines nous a conduits à effectuer un semis sur une profondeur de 2-3 cm. La dose de semis pratiquée est de 25 kg par hectare pour l'ensemble des cultivars, la quantité de grains par ligne a été calculée au préalable. Elle est identique pour les dix lignes de la parcelle élémentaire.

Le mode d'irrigation pratiqué est l'aspersion classique, on note que l'irrigation est interrompue à la fin du mois de juin sur l'essai mené en irrigué, la dose d'irrigation est apportée deux fois par semaine suivant les besoins mensuels.

Les besoins sont calculés suivant l'équation ci-dessous :

ETM= évapotranspiration de référence ET₀ x Kc (coefficient cultural) de la luzerne

$$Kc \text{ de la luzerne} = 0,9$$

Cette méthode appliquée pour les différents sites du projet PERMED.

Par contre l'essai mené en pluvial n'a reçu aucune irrigation, les besoins en croissance et développement des plants ont été satisfaits uniquement par la pluie.

C'est à partir du mois de Mars, que les besoins en eau sont plus importants, la forte chaleur apparaît au mois de Juin avec un maximum absolu qui a dépassé les 40 °C au cours de la première année d'expérimentation.

II-1-9 Désherbage durant le cycle de la culture et récolte

Suite à l'indisponibilité des désherbants, l'opération a été effectuée manuellement sur l'ensemble de l'essai, l'espèce la plus dominante est la bette maritime ou *Beta vulgaris*.

La récolte a été réalisée en hiver lorsque 75% des plantes atteignent une hauteur de 30 cm, au printemps et en été lorsque 50% des plantes atteignent le stade floraison pour chaque variété, la récolte est effectuée à l'aide d'une faucheuse à herbe.

II-2 Méthode expérimentale

Le travail concerne l'aspect végétation, c'est à dire le suivi de développement et la croissance de la plante depuis le semis jusqu'à la récolte. C'est le suivi des paramètres habituels décrits dans les protocoles expérimentaux.

Nous avons délimité au niveau de chaque parcelle élémentaire 06 lignes centrales au niveau desquelles s'effectuent les observations et le comptage.

II-2-1 Stades phénologiques

Les observations ont concerné le nombre de jours nécessaires pour la réalisation d'un stade précis.

II-2-2 Hauteur de la plante (cm)

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

Avant chaque coupe, dix-huit (18) plants ont été choisis de chaque parcelle élémentaire pour mesurer leur hauteur, ces mesures ont été faites généralement avant chaque coupe.

On considère la hauteur de la tige comme étant la longueur depuis la base de la plante (point de ramification) jusqu'au point le plus haut de la plante.

II-2-3 La densité de peuplement.

Sur les mètres carrés délimités au niveau des parcelles élémentaires, un comptage du nombre de plants a été effectué afin de déterminer le nombre de plants sur chaque essai et pour les deux campagnes d'expérimentation.

II-2-4 Rendement et composantes du rendement

Une fois les plantes coupées au niveau de chaque parcelle élémentaire. La récolte est mise dans des sacs en plastique pour conserver l'humidité des plants récoltés surtout en période estivale, ces sacs seront acheminés par la suite directement au laboratoire pour pesage de la matière fraîche et introduire les échantillons pesés à l'étuve pour une durée de 48 heures à une température de 80°C, une fois la durée est acquise les échantillons sont tirés de l'étuve et pesé pour le calcul de la matière sèche.

Les résultats obtenus ont été reportés en hectare pour déterminer le rendement en matière sèche par hectare de chaque cultivar.

La matière sèche est exprimée en pourcentage est donnée par la relation :

$$MS\% = (y/x)$$

X : poids de l'échantillon frais

Y : poids de l'échantillon après dessiccation

II-2-5 Date de floraison

Nous avons essayé de déterminer le nombre de jours entre floraison pour la période printanière et estivale du moment que la floraison est absente en période hivernale.

II-2-6 Le taux de recouvrement

Le taux de recouvrement d'une espèce végétale est la proportion de la surface du sol couverte par la projection verticale des organes aériens de l'espèce végétale étudiée dans un pâturage (CIRAD, 2014).

II-2-7 L'effet de la température et la floraison sur la date de coupe

C'est un paramètre essentiel pour la détermination de la date de coupe, la température joue un rôle important sur l'intervalle de coupe.

Le nombre de jours régresse avec l'augmentation de la température (Doorenbos et al, 1980)

II-2-8 La teneur en matière organique

Selon les résultats obtenus par (**Mohammedi Bouzina, 2013**) sur les mêmes cultivars étudiés, 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.

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

II-2-9 Analyse statistique

Le dispositif utilisé est la randomisation totale uni factorielle. L'analyse de la variance (ANOVA) a été calculée par le test Newman et Keuls 5% sur l'ensemble des moyennes des répétitions pour en étudier leur significativité. L'ANOVA a été calculée grâce au logiciel StatBox 6.0.4.

III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

On commence nos interprétations d'abord par les paramètres morphologiques qui influent sur le rendement de la luzerne.

III-1 Les paramètres morphologiques

III-1-1 Densité de peuplement

Les données ont été soumises à une analyse statistique de variance pour chaque essai et pour chaque saison. Ces données montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre tous les cultivars étudiés concernant le nombre de plants/m². Alors qu'il a été obtenu des différences très significatives entre les densités de peuplement lorsque l'on compare les résultats de la saison 2005/2006 avec ceux de 2006/2007 pour les essais réalisés en mode de conduite pluviale et des différences significatives entre les résultats des essais effectués en irrigué pour les années 2005/2006 et 2006/2007. L'analyse statistique des densités entre l'essai conduit en mode pluvial et irrigué pour la saison 2006/2007 est non significative.

La densité la plus élevée a été marquée pour le cultivar Ecotipo Siciliano avec 72 plantes /m² enregistré en 2005/2006 dans les essais conduits en irrigué. Cette variété a gardé ses valeurs de premier rang pour le test effectué en mode pluvial avec 50 plants/m² pour la même année.

Ces résultats concordent avec ceux **de Chocarro et Lloveras (2014)** qui ont observé une densité de peuplement atteignant 70 plants/m² avec un espacement de 20 cm entre les rangs qui est le même espacement utilisé dans notre expérimentation.

D'autre part, des densités plus faibles ont été enregistrés pour les cultivars Tamantit, Africaine et Demnat203 avec 30, 32,5 et 32,5 respectivement par m² de plants de l'essai effectué en mode pluvial et 55, 40 et 50 plants/m² respectivement en mode irrigué pour la même saison (2005/2006), avec une régression de densité pour les mêmes cultivars pour l'année 2006 /2007. Le tableau d'analyse de variance montre que les résultats sont non significatifs pour les deux essais et les deux campagnes. Les densités de peuplement à la fin de chaque campagne sont données dans le tableau 28.

Tableau 27 Densité du peuplement par m² des 16 cultivars de luzerne

Année	2005/2006	2005/2006	2006/2007	2006/2007
	Pluvial	Irrigué	Pluvial	Irrigué
Cultivars	Plants/m ²	Plants/m ²	Plants/m ²	Plants/m ²
Ecotipo siciliano	50	72,5	22,5	37,5
Prosementi	35	52,5	15	25
ABT 805	35	55	17,5	40
Ameristand 801S	32,5	67,5	12,5	42,5
Mamuntanas	47,5	60	22,5	37,5
Tamantit	30	52,5	10	27,5
Sardi 10	32,5	52,5	12,5	35
Siriver	35	42,5	17,5	32,5
Africaine	32,5	40	15	22,5
Gabes-2355	45	50	17,5	27,5
Magali 1	37,5	57,5	22,5	27,5
Melissa	37,5	60	20	37,5
Cousouls	37,5	55	17,5	32,5
Rich 2	37,5	42,5	15	32,5
Erfoud 1	35	50	17,5	37,5
Demnat 203	32,5	50	10	37,5
SEM	13,05	16,45	8,22	10,18
Prob.	0,70	0,37	0,49	0,23
Sig.	N.S	N.S	N.S	N.S
C.V (%)	35,24	30,62	49,68	30,59

NS: non significatif. Sig: *Significatif*. MES: *Moyenne de l'Erreur Standard*, CV : *Coefficient de Variance*

III-1-2 Hauteur des plants

Considérée comme l'un des plus importantes composantes de rendement du fourrage, les hauteurs moyennes de la luzerne ont été calculées pendant les deux saisons 2005/2006 et 2006/2007 sous les deux régimes d'eau (tableau 29). Les résultats montrent que la hauteur la plus importante varie entre 28.56 et 28.06 cm chez les cultivars Ameristand 801S et Melissa respectivement pour l'essai réalisé en 2005/2006 sous les conditions pluviales. La hauteur du cultivar locale est moins importante avec une moyenne de 20.37 cm. Pour l'essai en irrigué durant la même saison (2005/2006), les hauteurs des plants étaient plus élevés en pluvial avec 37,58 cm pour le cultivar Ameristand 801S et 36.63 cm pour le cultivar Demnat.

D'autre part, et pour la deuxième saison (2006/2007), le cultivar Ameristand 801S avait la moyenne la plus élevée avec 36 cm en mode pluvial et 39,91 cm pour le mode irrigué. Concernant le cultivar locale Tamantit, la hauteur moyenne étaient de 32.37 cm en mode pluvial et 33.37 cm en irrigué.

L'analyse statistique des données a révélé des différences très significatives entre tous les cultivars examinés pour les deux campagnes et pour les deux modes de conduite (pluvial et irrigué). Ces résultats concordent bien avec ceux trouvés par **Mikic et al, (2005)** où ils ont obtenu des différences significatives dans les hauteurs de plantes pour tous les cultivars étudiés. **Katic et al, (2006)** ont obtenu des plants qui variaient en hauteur entre 36,4 cm et 68,9 cm pour la luzerne cultivée entre 2003 et 2004 en Serbie.

La comparaison des moyennes de hauteur des plantes obtenues en mode pluvial dans nos expériences en 2005/2006 avec la moyenne de 2006/2007 montre une différence non significative entre les deux saisons. D'autre part une différence significative est obtenue lorsqu'on compare la moyenne de la hauteur des plants obtenue en mode irrigué pour la saison 2005/2006 avec celle de l'année 2006/2007. Le tableau d'analyse de variance montre que les résultats sont hautement significatifs pour les deux essais et les deux campagnes.

Tableau 28 Hauteurs des 16 cultivars de luzerne pour l'année 2005/2006 et 2006/2007 sous conditions pluviales et irriguées

Cultivars	2005/2006		2006/2007	
	Pluvial	Irigué	Pluvial	Irigué
	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)
Ecotipo siciliano	21,68 ^{de}	34,41 ^{ab}	36 ^a	37 ^{abc}
Prosementi	18,56 ^e	29,58 ^b	31,62 ^a	34,04 ^{bcd}
ABT 805	23,5 ^{cd}	32,38 ^{ab}	33,37 ^a	34,87 ^{bcd}
Ameristand 801S	28,56 ^a	37,58 ^a	36 ^a	39,91 ^a
Mamuntanas	27 ^{abc}	35,17 ^{ab}	31,75 ^a	37,87 ^{abc}
Tamantit	20,37 ^{de}	30,21 ^b	32,37 ^a	33,37 ^{cd}
Sardi 10	24,31 ^{bcd}	33,88 ^{ab}	35,31 ^a	36,58 ^{abc}
Siriver	24,06 ^{bcd}	32,38 ^b	32,12 ^a	36,04 ^{abcd}
Africaine	21,43 ^{de}	30,63 ^b	32,5 ^a	34,33 ^{bcd}
Gabes-2355	24,31 ^{bcd}	33,17 ^{ab}	32,37 ^a	35,54 ^{abc}
Magali 1	18,75 ^e	32,17 ^{ab}	32,31 ^a	31,83 ^d
Melissa	28,06 ^{ab}	33,54 ^{ab}	34,75 ^a	37,87 ^{abc}
Cousouls	19,87 ^{de}	32,88 ^{ab}	31,56 ^a	33,46 ^{cd}
Rich 2	23,06 ^{cd}	30,92 ^{ab}	35,68 ^a	33,87 ^{cd}
Erfoud 1	24,56 ^{bcd}	35,96 ^{ab}	33,81 ^a	38,83 ^{ab}
Demnat 203	23,81 ^{bcd}	36,63 ^{ab}	35,93 ^a	38,75 ^{ab}
SEM	2,018	2,91	1,778	2,015
Prob.	0	0,007	0,00021	0
Sig.	**	**	**	**
C.V (%)	8,68%	8,77%	5,29%	5,61%

NS= non significatif; *: significatif at $P < 0.05$; **: Hautement Significatif à $P < 0.01$, a,b,c,d : Groupe homogène (les nombres avec la même lettre ne sont pas différent à $P < 0.05$).

Sig: Significatif. SEM: moyenne de l'erreur Standard, CV : Coefficient de la Variance

III-1-3 Rendement en matière sèche

Dans cette étude, nous présentons le rendement en matière sèche (MS) du fourrage pour les deux essais en irrigué et pluvial pour les deux saisons 2005/2006 et 2006/2007. Le nombre de coupes par saison était de 6 coupes dans les essais en irrigué et 4 coupes en pluvial.

Chedjerat et al, (2016) ont obtenu pour les mêmes cultivars quatre coupes en mode pluvial et six coupes pour l'essai mené en irrigué.

Bellague et al, (2008) ont obtenu 4 coupes de luzerne pour les mêmes cultivars dans le mode pluvial et 6 coupes pour l'essai en irrigué.

Fanlo et al, (2006) ont obtenu six coupes de luzerne dans un essai conduit en irrigué et 3 coupes en mode de culture pluviale ; cet essai a été mené en Gérone (Espagne) qui se caractérise par des conditions climatiques similaires aux nôtres.

Les résultats des essais sur le terrain étudié sous différents régimes d'eau montrent un rendement en matière sèche comprise entre 6,13 et 13,44 t ha⁻¹ pour tous les cultivars dans des conditions irriguées. D'autre part, dans des conditions pluviales, le rendement varie entre 2,27 et 4,68 t ha⁻¹. Pour la 1ère saison dans les parcelles non irriguées, les cultivars les plus productifs en ordre d'importance sont: Mamuntanas, Ameristand 801S, Melissa et Siriver et les moins productifs sont: Tamantit, Prosementi, Coussouls et Magali et pour les parcelles irriguées les cultivars, Ameristand 801S, Ecotipo siciliano , Erfoud1 et Coussouls étaient des cultivars productifs, les moins productifs sont Africaine, Riche2, Tamantit, Prosementi. Le tableau d'analyse de variance montre que les résultats sont hautement significatifs pour les deux essais et les deux campagnes.

Tableau 29 Rendement en matière sèche t/ ha-1 de 16 cultivars de Luzerne pour les campagnes 2005/2006 et 2006/2007 en mode irrigué et pluvial.

Cultivars	2005/2006		2006/2007	
	Pluvial Rdt (MS)	Irrigué Rdt (MS)	Pluvial Rdt (MS)	Irrigué Rdt (MS)
Ecotipo siciliano	3,51 ^{cd}	11,38 ^b	5,14 ^{bcd}	9,75 ^b
Prosementi	2,32 ^e	7,96 ^f	3,92 ^{fg}	7,41 ^g
ABT 805	3,44 ^{cd}	9,86 ^d	4,53 ^{ef}	8,97 ^{cde}
Ameristand 801 S	4,29 ^{ab}	13,44 ^a	4,64 ^{de}	10,94 ^a
Mamuntanas	4,68 ^a	11,09 ^b	6,42 ^a	9,94 ^b
Tamantit	2,27 ^e	7,57 ^{fg}	3,61 ^g	7,79 ^{fg}
Sardi 10	3,55 ^{cd}	10,53 ^{cd}	4,80 ^{cde}	9,09 ^{cd}
Siriver	3,92 ^{bc}	8,95 ^e	5,13 ^{bcd}	8,97 ^{cde}
Africaine	3,15 ^d	6,13 ^h	4,19 ^{efg}	6,81 ^h
Gabes-2355	3,69 ^{cd}	8,52 ^e	4,48 ^{ef}	8,49 ^{de}
Magali 1	2,55 ^e	8,53 ^e	4,60 ^{de}	6,99 ^h
Melissa	3,99 ^{bc}	9,52 ^d	5,58 ^b	8,37 ^{ef}
Cousouls	2,37 ^e	11,26 ^b	4,18 ^{efg}	7,86 ^{fg}
Rich 2	3,35 ^{cd}	7,34 ^g	5,25 ^{bc}	7,14 ^h
Erfoud 1	3,49 ^{cd}	11,35 ^b	5,70 ^b	9,17 ^c
Demnat 203	3,14 ^d	9,03 ^e	3,93 ^{fg}	8,36 ^{ef}
SEM	2,916	2,859	2,968	3,337
Prob.	0	0	0	0
Sig.	**	**	**	**
CV	8,68%	3,00%	6,23%	3,92%

NS= non significatif; *: significatif à $P < 0.05$; **: Hautement Significatif à $P < 0.0a,b,c$, d : Groupe homogène (les nombres avec la même lettre ne sont pas différent à $P < 0.05$).
Sig: Significatif SEM: moyenne de l'erreur Standard, CV : Coefficient de la Variance

Pour la 2ème saison (2006/2007), l'essai en pluvial les cultivars Mamuntanas, Erfoud1, Melissa et Siriver ont donné le meilleur rendement en MS, à la différence des cultivars comme Tamantit, Prosementi, Demnat et Coussouls qui ont donné le rendement le plus faible. Les cultivars les plus productifs pour l'essai mené en ETM sont par ordre d'importance Ameristand 801S, Mamuntanas, Ecotipo siciliano et Erfoud1 tandis que pour les cultivars les moins productifs sont Africaine, Magali, Riche2 et Prosementi.

Khelifi et al, (2008) a obtenu un rendement moyen de MS variant de 2,59 t ha-1 à 7,11 t ha-1 pour les mêmes cultivars en mode pluvial menée dans la région d'Alger, qui se caractérise par un sol et des conditions climatiques plus favorables que notre région d'étude. Pour l'essai mené en irrigué, les rendements obtenus vont de 25,9 t ha-1 et 11,64 t ha-1.

Benabderrahim et al, (2008) a montré que le cultivar Gabes originaire des oasis tunisiennes produit de petites quantités de matière sèche. Le meilleur rendement en matière fraîche est enregistré avec le cultivar Sardi (d'origine australienne). Le cultivar Africaine (d'origine marocaine) était le plus productif en matière sèche.

Fanlo et al, (2006) montrent que le rendement moyen dans des conditions pluviales est compris entre 1,3 et 6,3 t ha⁻¹ et celui de l'essai irrigué est plus élevé avec une moyenne de 8 à 22,5 t ha⁻¹.

A partir de nos résultats, l'effet de l'influence des cultivars sur le rendement en matière sèche correspondent à celles de **Stanisavljevic et al, (2012)**, où ils ont enregistré un rendement de MS en moyenne entre 2,59 et 6,54 t ha⁻¹ selon les cultivars.

Les rendements moyens de matière sèche entre 7,48 et 18,8 t ha⁻¹ ont été signalés au cours des travaux effectués en Espagne par **Delgado et al, (2013)** et **Chocarro et Lloveras (2014)**. Les analyses statistiques des données montrent qu'il existe des différences très significatives entre les rendements par rapport aux cultivars.

La moyenne des fourchettes de rendement de MS de 8,6 à 20,4 t ha⁻¹. Selon les résultats obtenus par **Katic et al, (2006)**, qui confirment que ces changements sont significativement dépendant du cultivar.

Van Heerden (2012) a rapporté que la moyenne du rendement en MS de tous les cultivars dans le mode pluvial a augmenté dans la deuxième année par rapport à la première saison de 3,36 à 4,75 t ha⁻¹. Sinon, pour le mode en irrigué le rendement moyen de la première saison (9,53 t ha⁻¹) est supérieur à celui de la deuxième campagne (8,57 t ha⁻¹).

Cette augmentation de la production de l'essai pluvial est réalisée grâce à la bonne répartition des précipitations principalement durant le printemps (**Van Heerden 2012**).

Karagic et al, (2005) ont démontré que les conditions climatiques de la région de culture ont un grand effet sur le rendement de la luzerne, le rendement obtenu varie de 5,38 à 8,85 t ha⁻¹. Les variations ont été principalement influencées par les conditions climatiques.

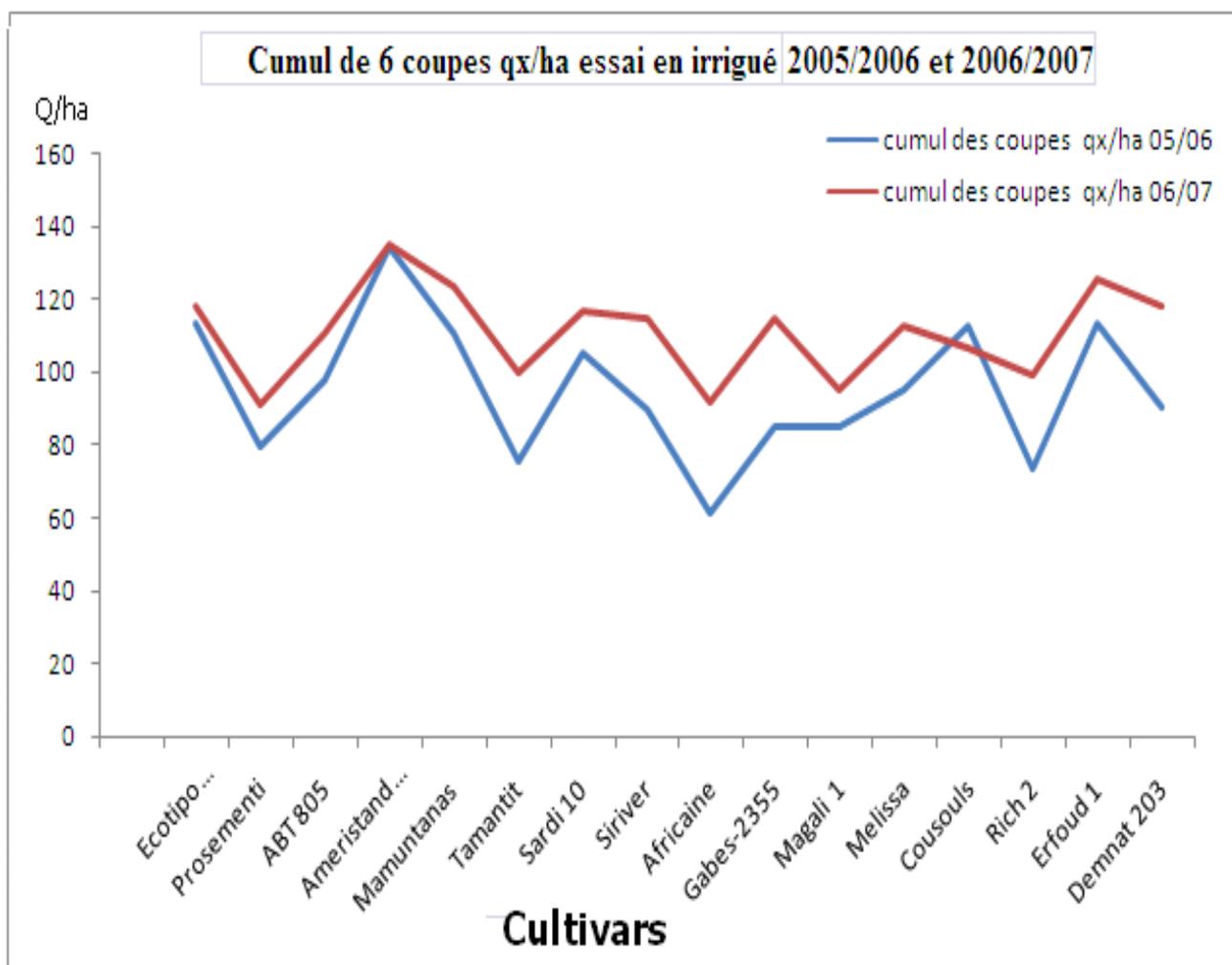


Figure 13 Cumul de 6 coupes essai en irrigué 2006

Cette figure illustre le cumul de rendement en MS des six coupes avec l'émergence d'Ameristand 801S en première et deuxième campagne et le faible rendement du cultivar Africaine en première et deuxième campagne.

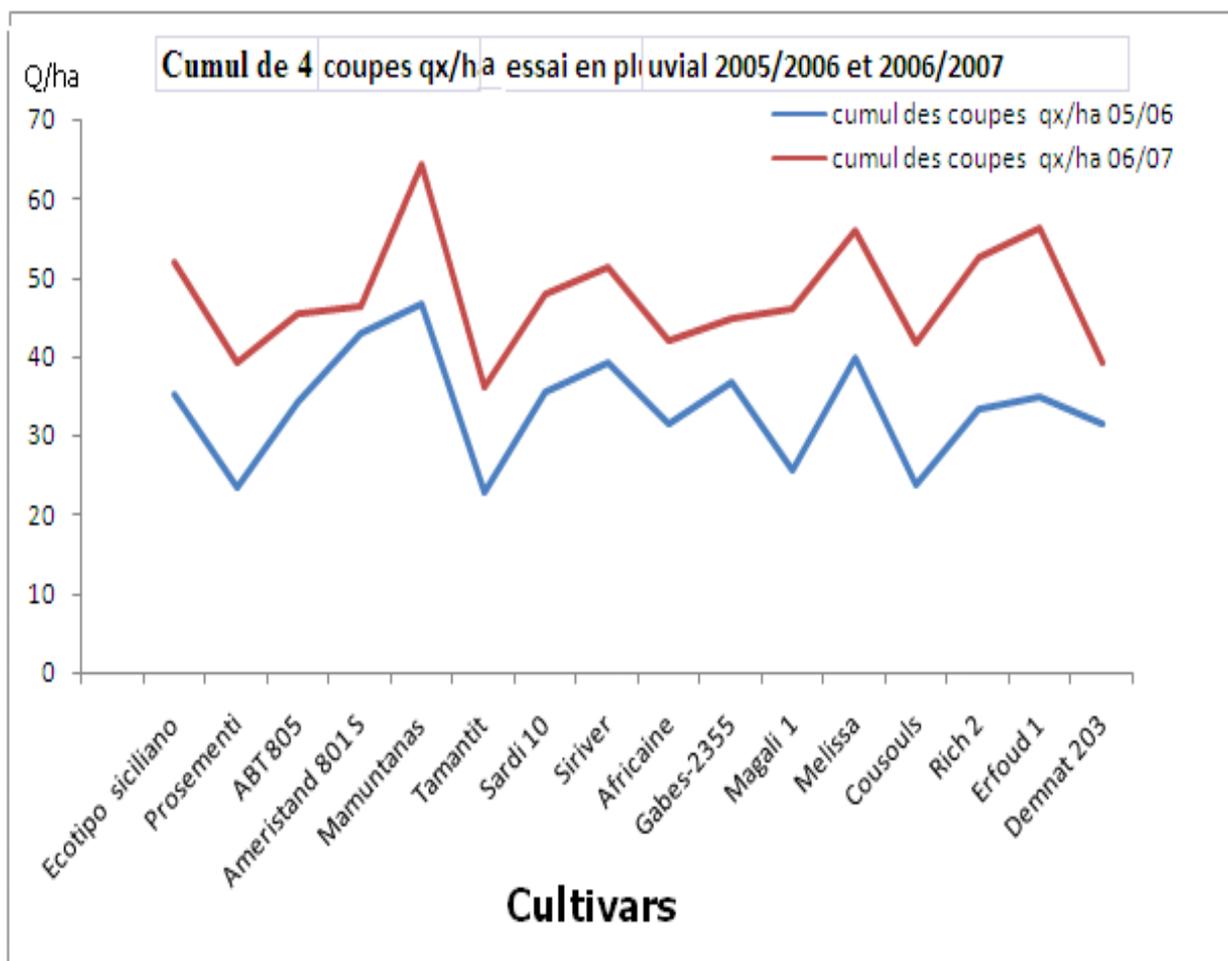


Figure 14 Cumul de 4 coupes essai en pluvial 2006

Dans cette figure on constate le cumul de rendement en MS de quatre coupes avec l'émergence de Mamuntanas en première et deuxième campagne et le faible rendement du cultivar Tamantit en première et deuxième campagne.

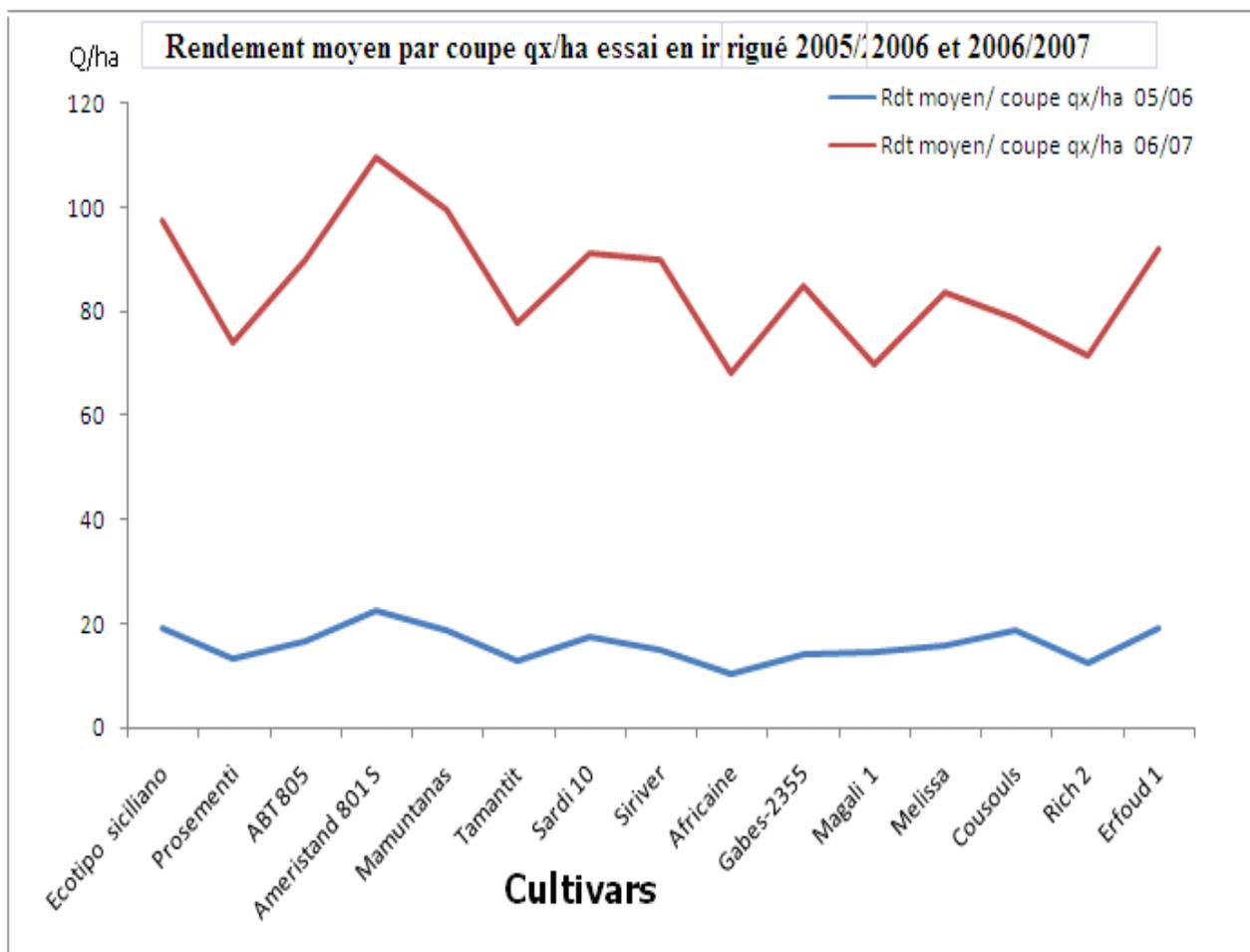


Figure 15 Rendement moyen par coupe essai en irrigué 2006

Cette figure illustre le rendement moyen en MS de chaque cultivar pour l'essai mené en irrigué ou le cultivar Ameristand 801S émerge du lot en première et deuxième campagne et on remarque le faible rendement du cultivar Magali1 en deuxième campagne et le faible rendement aussi du cultivar Africaine en première et deuxième campagne.

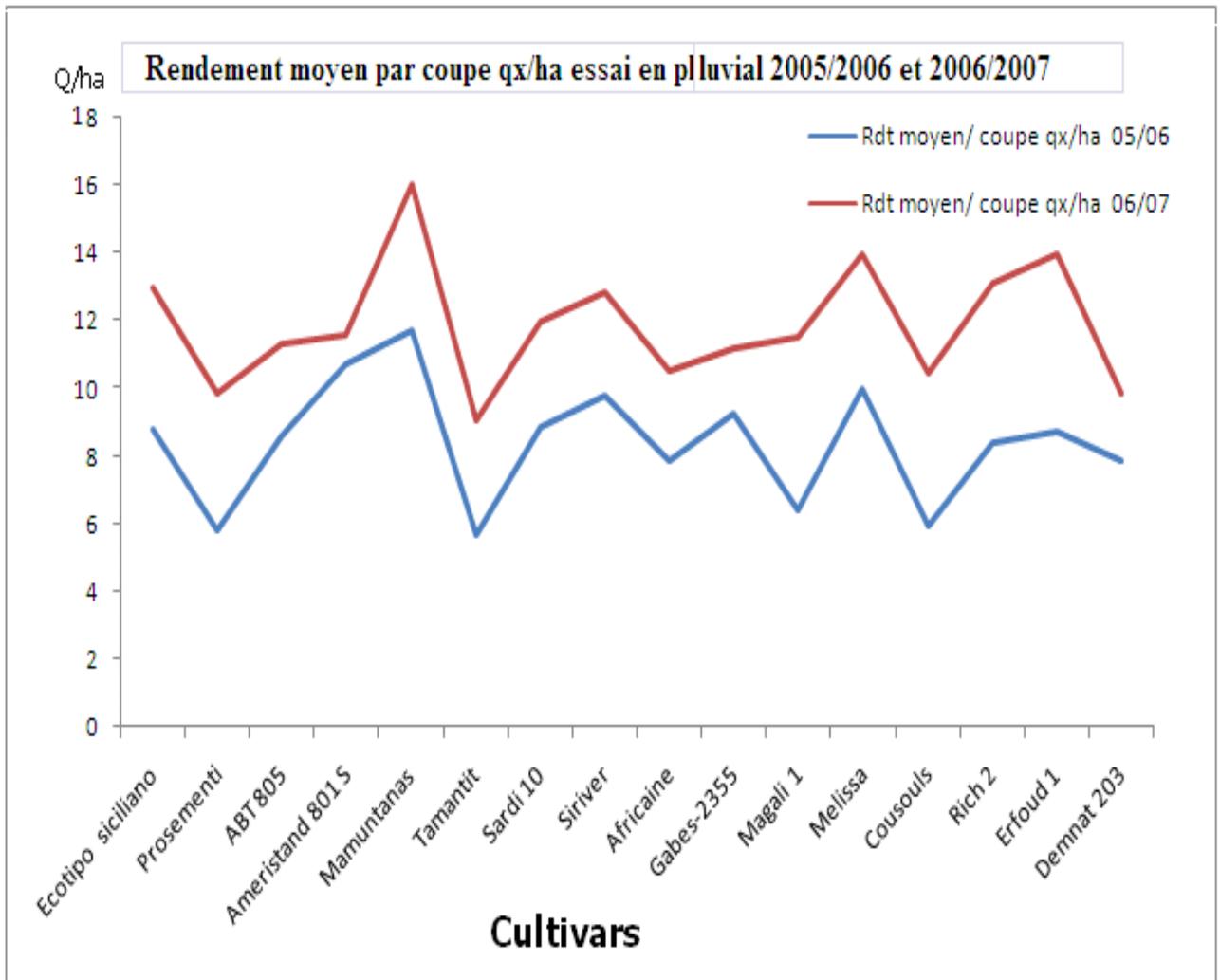


Figure 16 Rendement moyen par coupe essai en pluvial 2006

Cette figure illustre le rendement moyen en MS de chaque cultivar pour l'essai mené en pluvial ou plusieurs cultivars tel que Ameristand 801 S, Mamuntanas, Melissa émergent du lot et on remarque le faible rendement du cultivar Tamantit et Cousouls en première campagne. Pour la deuxième campagne on remarque l'émergence des cultivars Mamuntanas, Melissa et Erfoud1 et le faible rendement du cultivar local Tamantit.

III-1-4 La floraison

Nos observations pour ce paramètre ont porté sur l'écart en jours entre deux floraisons durant les campagnes d'exploitation, c'est-à-dire le nombre de jours entre le stade floraison précédent et le stade floraison suivant pour les deux essais mené en irrigué et en pluvial.

Les tableaux ci-dessous indiquent le nombre de jours entre deux floraisons.

Tableau 30 Nombre de jours entre les dates de floraison (essai en irrigué) de l'année 2006

cultivar	Nom du cultivar	1ère coupe	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison
1	Ecotipo siciliano	0	43	35	33	27	22
2	Prosementi	0	44	36	34	28	23
3	ABT 805	0	43	34	33	27	22
4	Ameristand 801 S	0	41	33	31	25	21
5	Mamuntanas	0	44	36	34	28	23
6	Tamantit	0	38	31	29	23	20
7	Sardi 10	0	42	33	32	26	22
8	Siriver	0	43	34	33	27	22
9	Africaine	0	40	32	30	24	21
10	Gabes-2355	0	38	31	29	23	20
11	Magali 1	0	44	36	34	28	23
12	Melissa	0	42	33	32	26	22
13	Cousouls	0	44	36	34	28	23
14	Rich 2	0	43	34	33	27	22
15	Erfoud 1	0	42	33	32	26	22
16	Demnat 203	0	40	32	30	24	21

Tableau 31 Nombre de jours entre les dates de floraison (essai en pluvial) de l'année 2006

cultivar	Nom du cultivar	1ère coupe	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison	Ecart en jours entre la dernière coupe et la nouvelle floraison
1	Ecotipo siciliano	0	44	29	17
2	Prosementi	0	45	30	18
3	ABT 805	0	44	29	17
4	Ameristand 801 S	0	43	28	16
5	Mamuntanas	0	45	30	18
6	Tamantit	0	41	25	14
7	Sardi 10	0	43	28	16
8	Siriver	0	44	29	17
9	Africaine	0	42	27	15
10	Gabes-2355	0	42	27	15
11	Magali 1	0	45	30	18
12	Melissa	0	43	28	16
13	Cousouls	0	45	30	18
14	Rich 2	0	44	29	17
15	Erfoud 1	0	43	28	16
16	Demnat 203	0	42	27	15

Pour les deux tableaux 31 et 32, on constate l'influence de la température sur le nombre de jours pour atteindre le stade floraison, le nombre de jours est assez important en période hivernale et assez court pour les périodes printanière et estivale et cela pour les deux essais et les deux campagnes.

Ces résultats confirment ceux obtenus **Doorenbos et al, (1980)** entre la température moyenne et l'intervalle en jours entre les coupes, ou le nombre de jours régresse avec l'augmentation de la température.

III-1-5-Le taux de recouvrement

On a constaté que le taux de recouvrement a régressé en deuxième campagne par rapport à la première campagne pour la plupart des cultivars mis en essai (irrigué et pluvial).

On note aussi pour l'essai mené en irrigué un taux de recouvrement assez important de certains cultivars tel que Ameristand 801 S pour les deux campagnes d'expérimentation et un faible taux pour la variété Gabès-2355 en première campagne et un faible taux pour la variété Africaine en deuxième campagne.

Pour l'essai mené en pluvial, on remarque un taux de recouvrement important de la variété Ecotipo siciliano pour les deux campagnes, un taux faible de la variété ABT en première campagne et un taux faible de la variété Siriver en deuxième campagne d'expérimentation.

III-2 Relation de la variation du rendement en matière sèche avec l'humidité du solen(%).

Afin de déterminer l'influence de l'humidité du sol sur le rendement au niveau de deux horizons du sol (0-20 et 20-40cm) nous avons entamé un suivi mensuel régulier au cours des deux campagnes 2005/2006 et 2006/2007.

Les résultats obtenus sont indiqués dans les graphes ci-dessous concernant l'essai mené en irrigué et l'essai mené en pluvial.

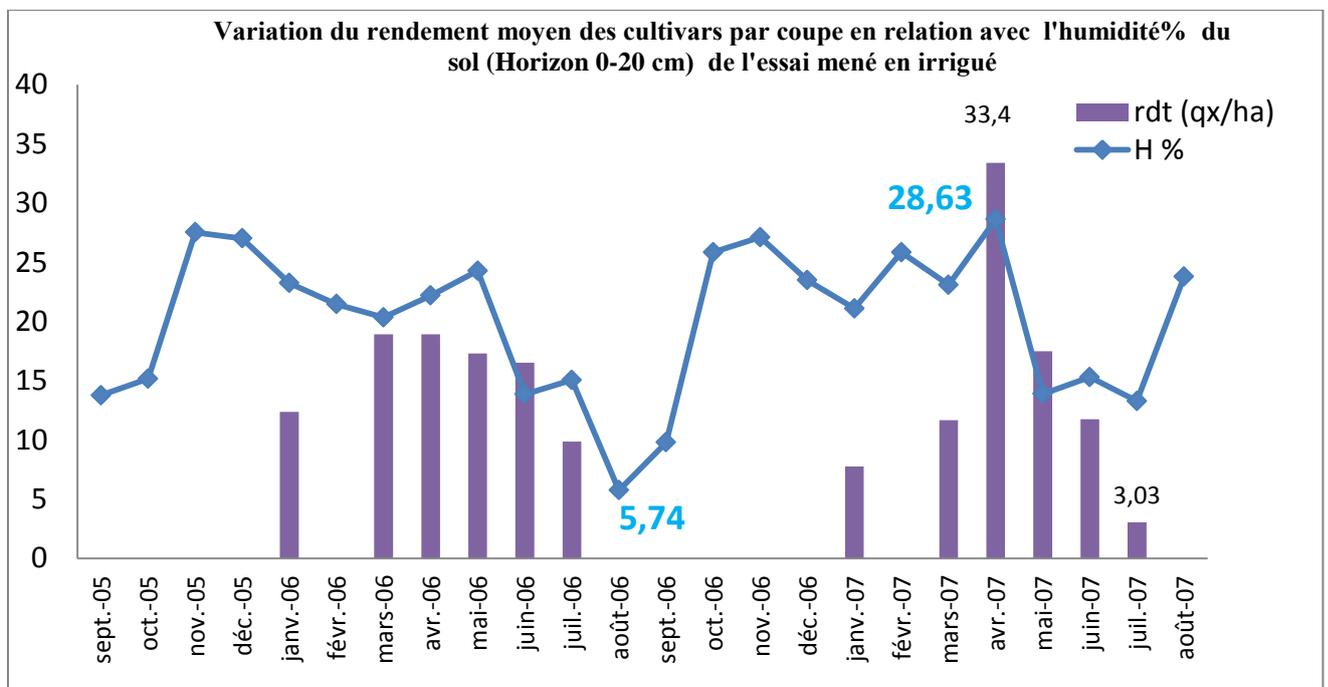


Figure 17 Variation du rendement moyen des cultivars en relation avec l'humidité de l'horizon 0-20 cm du sol sur l'essai mené en irrigué

Pour l'horizon 0-20 cm de l'essai mené en irrigué et pour les deux campagne 2005/2006 et 2006/2007 on constate que l'humidité du sol varie entre 5.74% en période estivale et 28.63% en période hivernale.

On constate aussi que la meilleure moyenne des différentes coupes a été obtenue avec une humidité entre 15% à 28%.

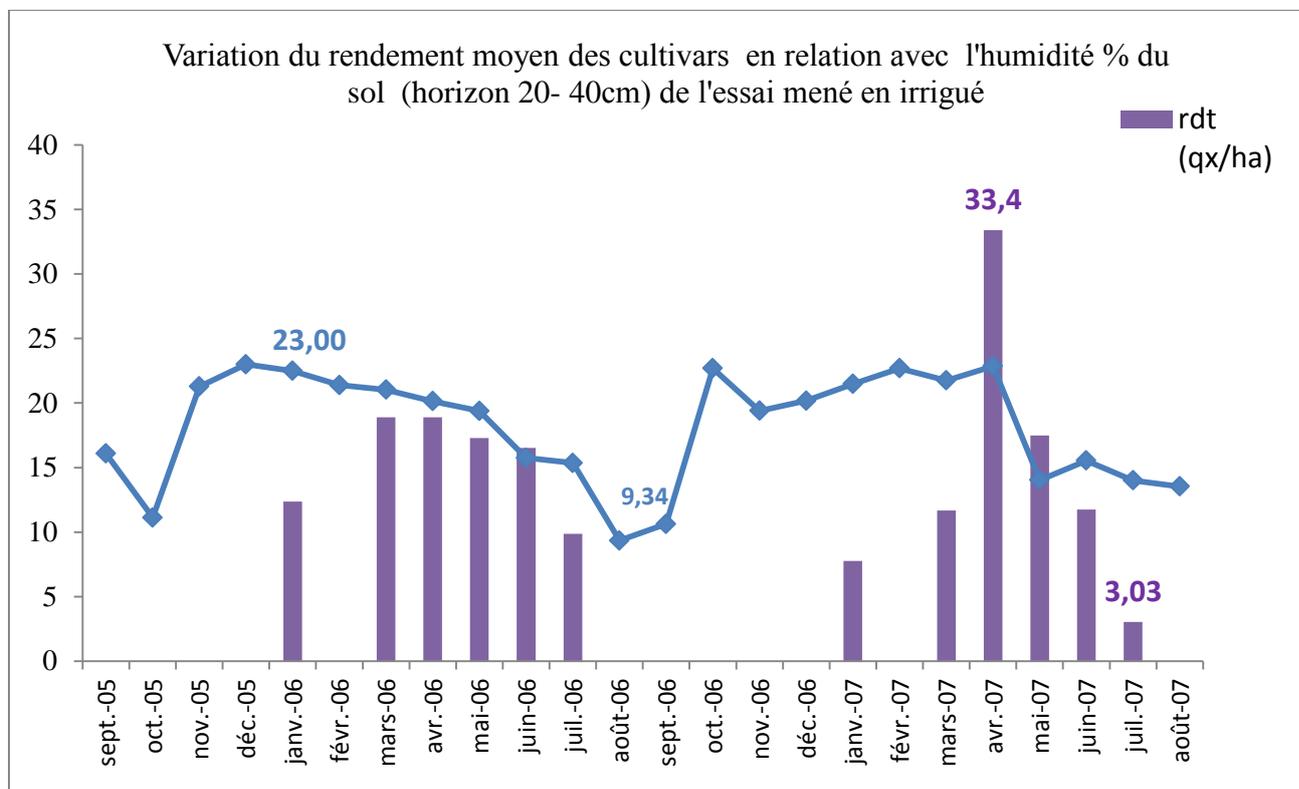


Figure 18 Variation du rendement moyen en relation avec l'humidité de l'horizon 20-40 cm du sol sur l'essai mené en irrigué.

Pour l'horizon 20-40 cm de l'essai mené en irrigué et pour les deux campagne 2005/2006 et 2006/2007, l'humidité du sol varie entre 9.34% en période estivale et 22.86% en période hivernale.

On constate aussi que la meilleure moyenne des différentes coupes a été obtenue avec une humidité qui oscille entre 15% à 22.86%.

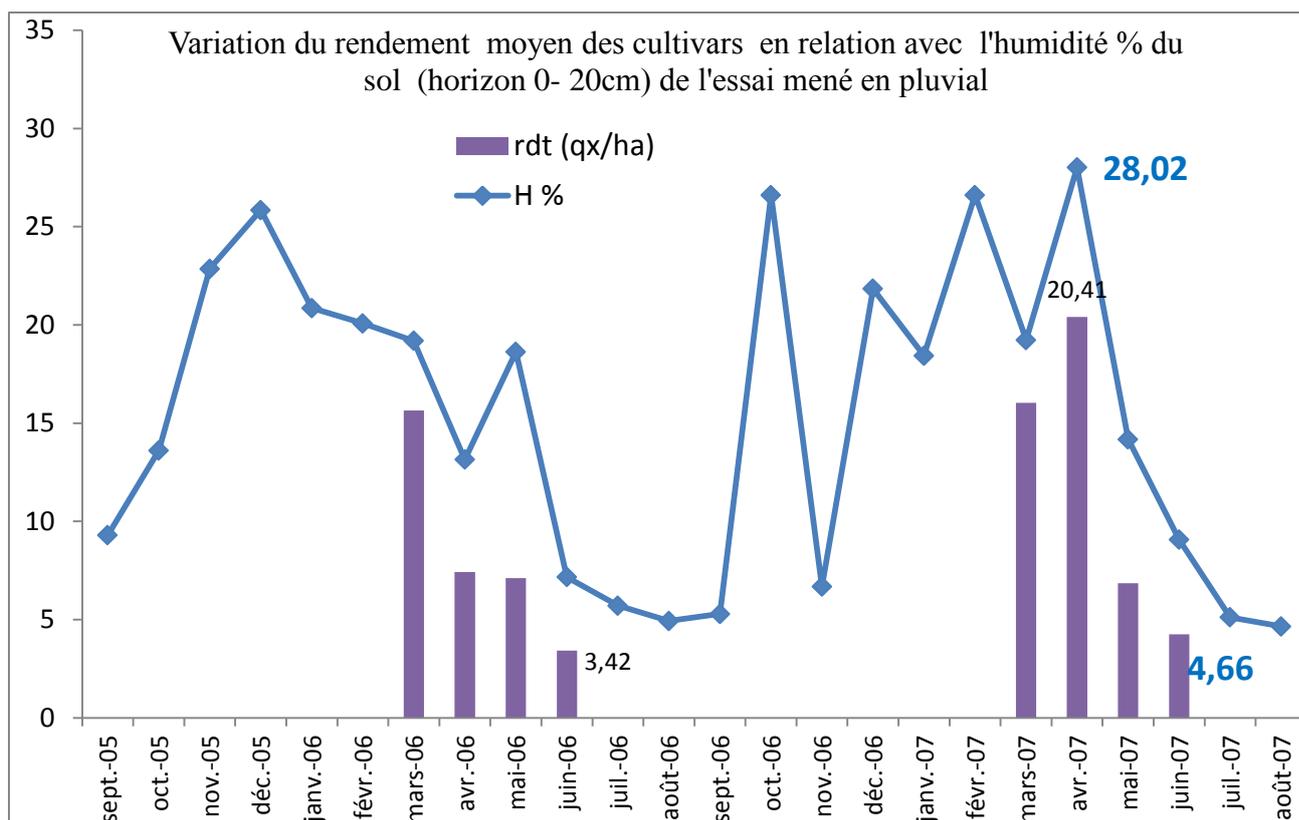


Figure 19 Variation du rendement moyen des cultivars en relation avec l'humidité de l'Horizon 0-20 cm du sol sur l'essai mené en pluvial

Pour l'horizon 0-20 cm de l'essai mené en pluvial et pour les deux campagnes 2005/2006 et 2006/2007 on constate que l'humidité du sol varie entre 4.66% en période estivale et 28.02% en période hivernale.

On constate aussi que la meilleure moyenne des différentes coupes a été obtenue avec une humidité qui oscille entre 15% et 28.02 %.

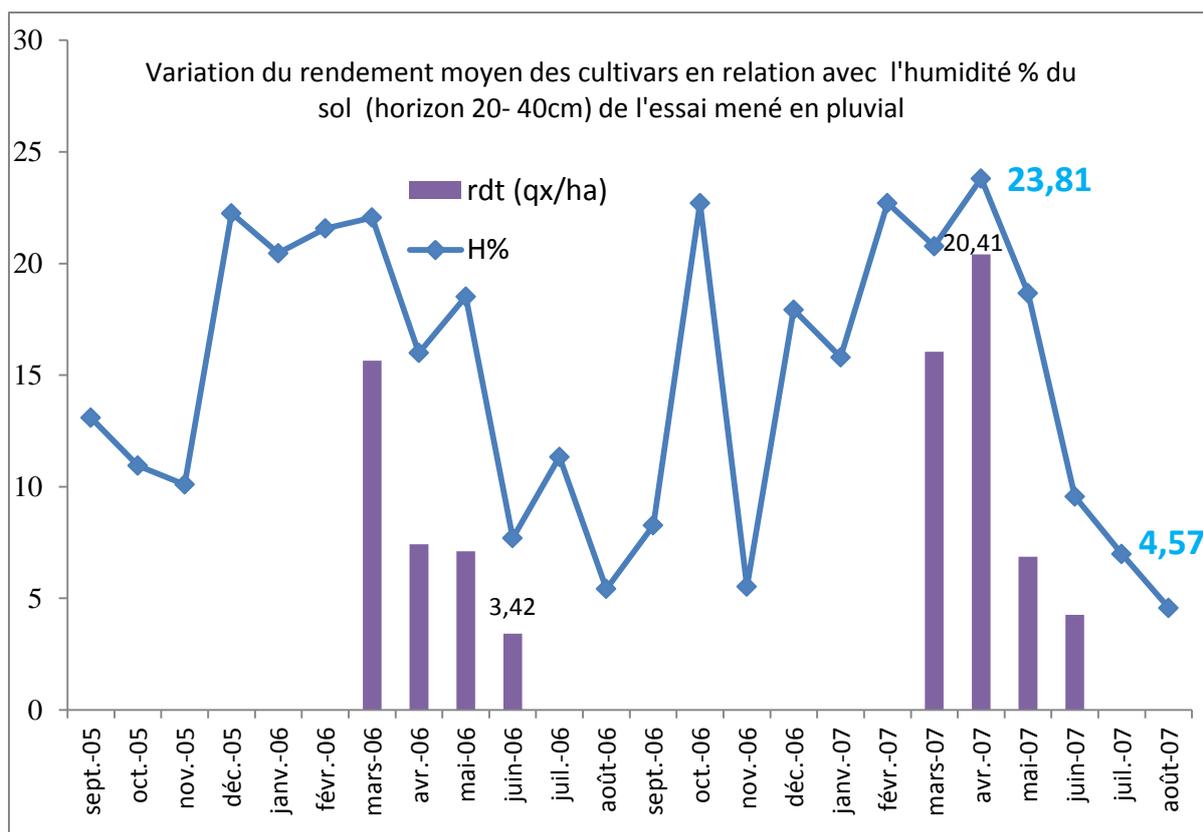


Figure 20 Variation du rendement moyen des cultivars en relation avec l'humidité de l'Horizon 20-40 cm du sol sur l'essai mené en pluvial.

Pour l'horizon 20-40 cm de l'essai mené en pluvial et pour les deux campagnes 2005/2006 et 2006/2007, l'humidité du sol varie entre 4.57% en période estivale et 23.81% en période hivernale.

On constate aussi que la meilleure moyenne des différentes coupes a été obtenue avec une humidité entre 18% à 23.81%.

D'après les figures (25-26-27-28) on remarque que l'humidité varie en fonction de l'humectation du sol, elle atteint 28.63% en cas de pluviométrie et elle diminue à des valeurs de 4.57% surtout pour l'essai mené en pluvial.

- D'une façon générale, les coupes les plus rentables en matière sèche sont celles réalisées aux mois de mars et avril pour la campagne 2006/2007 et celles du mois d'avril et juin de la campagne 2006/2007 de l'essai mené en irrigué, et les coupes réalisées au mois de mars pour la campagne 2005/2006 et celle du mois d'avril pour la campagne 2006/2007 de l'essai mené en pluvial.

III-3 Fluctuation de la nappe souterraine en relation avec la pluviométrie

Au cours de l'expérimentation, pour les deux campagnes le niveau de la nappe d'eau dans le sol a connu des fluctuations importantes, des prélèvements mensuels ont été effectués à la proximité du site mené en pluvial comme il est indiqué dans le graphe ci-dessous.

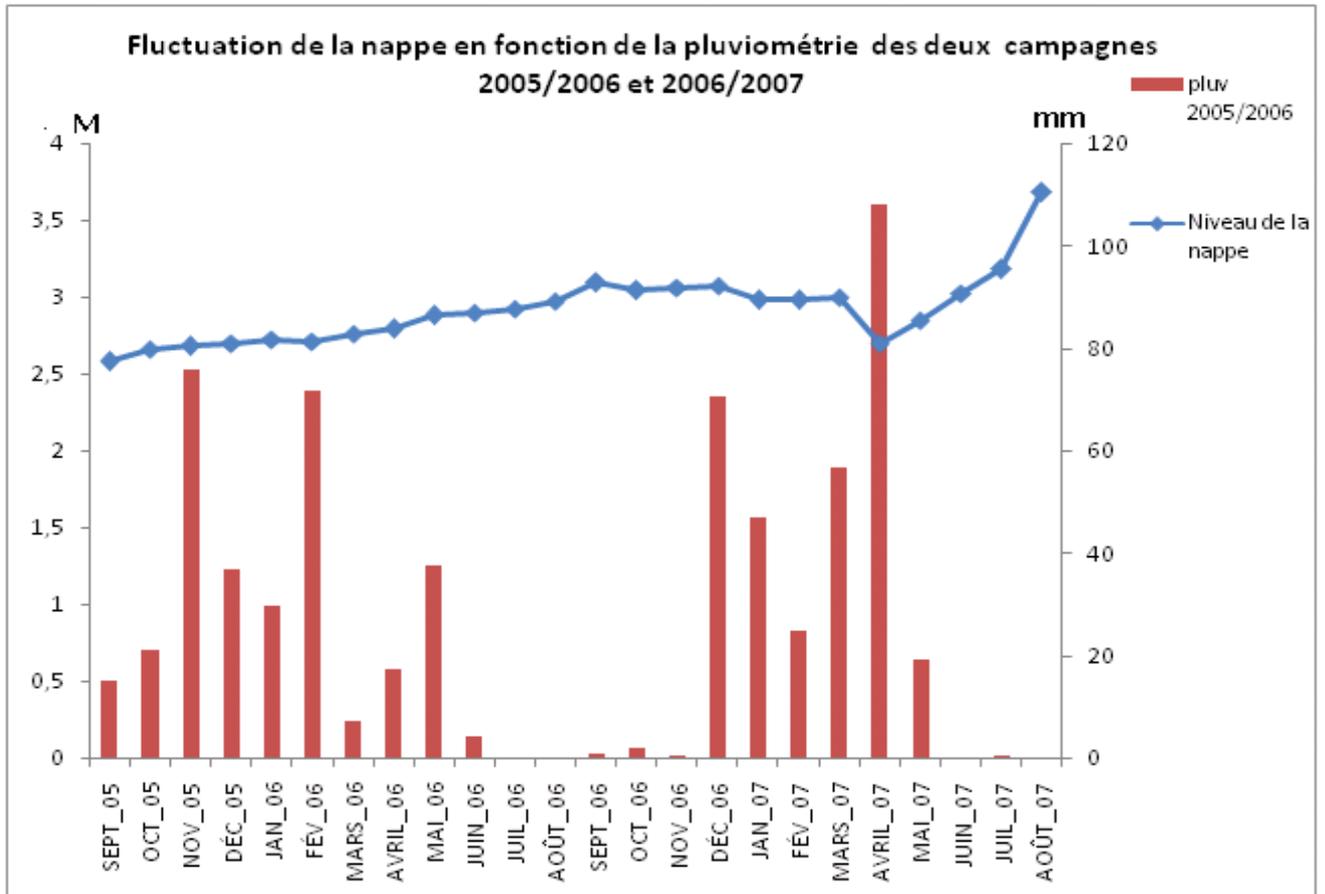


Figure 21 Fluctuation de la nappe en fonction de la pluviométrie au cours des deux campagnes 2005/2006 et 2006/2007.

On constate un niveau stable du niveau de la nappe à partir du mois de septembre 2005 à mi mars 2006 d'une profondeur de 2.60 m puis une augmentation à partir du mois de mars 2006 au mois d'août 2006 où elle atteint une profondeur de trois 03 mètres, le rendement de la luzerne est assez important du mois de mars jusqu'au mois d'avril 2006 puis on assiste à une chute du rendement à partir du mois de mai jusqu'au mois de juillet 2006 avec un rendement faible surtout au début du mois de juillet 2006.

Pour la deuxième campagne on constate un niveau stable du toit de la nappe à partir du mois d'octobre 2006 jusqu'au mois de janvier 2007 puis un rapprochement de la nappe du niveau de sol ou elle atteint une profondeur de 2.8m au mois d'avril 2007 et une augmentation jusqu'au mois de juin 2007 ou elle atteint un niveau de 3.2m et garde cette stabilité durant les mois de juillet et août 2007.

Le rendement de la luzerne est assez important du mois de mars jusqu'au mois d'avril 2007 puis on assiste à une chute du rendement à partir du mois de Mai jusqu'au mois de juillet 2007 avec un rendement faible surtout au début du mois de juillet 2007.

On constate sur la courbe de la piézométrie que pour les deux campagnes et pour l'essai mené en pluvial que lorsque la pluviométrie est importante la nappe se rapproche de l'horizon de surface et quand la pluviométrie est faible ou nulle, on remarque que le niveau de la nappe s'éloigne du niveau de sol.

Conclusion

Le choix des cultivars de luzerne avait pour objectif principal la connaissance des caractères et des réponses morphologiques, physiologiques et génétiques des plantes fourragères pérennes vis-à-vis des contraintes environnementales qui déterminent leur persistance, production et valorisation optimale de l'eau dans les environnements méditerranéens.

Dans ce sens, la phénologie qui est supposée jouer un rôle déterminant dans l'expression des potentialités génotypiques dans ce milieu, a été le critère privilégié.

La résistance aux températures basses, au stress hydrique, à la salinité des sols, aux maladies, et la durée d'exploitation restent des caractères importants dans le choix d'une variété dans la région.

La valeur alimentaire du fourrage permet d'orienter le choix d'une variété à productivité égale.

Cette étude permet de choisir la pertinence du mode de conduite (pluvial ou irrigué) pour la luzerne.

Nous avons évalué 16 cultivars issus de différentes origines sous les conditions pédoclimatiques de la région d'El-Hmadna dans le Nord-Ouest de l'Algérie.

Parmi les résultats obtenus durant ces deux années d'expérimentation on note :

Le nombre de six coupes pour l'essai mené en irrigué et quatre pour l'essai mené en pluvial et ceux pour les deux campagnes.

La régression du nombre de plants par mètre carré au cours des deux campagnes et pour les deux essais, la fourchette varie entre 72.5 (Ecotipo Siciliano) à 40 plants/m² (Africaine) en première année et 42.5 (Améristand 801 S) à 22.5(Africaine) plants/m² en deuxième année pour l'essai mené en irrigué, et 50 (Ecotipo Siciliano) à 30 (Tamantit) plants/m² en première année et 22.5 (Ecotipo Siciliano) à 10 (Tamantit) plants/m² en deuxième année pour l'essai mené en pluvial.

La variation de la hauteur de plants entre cultivars et les deux régimes d'irrigation pour les deux essais (ETM et pluvial), varie entre 37.58cm (Améristand 801 S) à 29.58cm (Africaine) en première année et 39.91 cm (Ecotipo Siciliano) à 31.83 cm (Magali) en deuxième année pour l'essai mené en irrigué, et 28.56 cm (Améristand 801 S) à 18.56 cm (Prosementi) en première année et 36cm (Ecotipo Siciliano) à 31.56 cm (Coussouls) en deuxième année pour l'essai mené en pluvial.

La montée en floraison des plantes à partir du début de mois de mars et l'absence de la floraison au cours des mois de janvier et février pour les deux essais et les deux campagnes.

Nos observations pour ce paramètre ont portés sur l'écart en jours entre deux floraisons durant les campagnes d'exploitation, c'est-à-dire le nombre de jours entre le stade floraison précédent et le suivant pour les deux essais mené en irrigué et en pluvial.

On constate la régression du nombre de jours pour atteindre le stade floraison en période printanière et estivale par rapport à la période hivernale et cela pour les deux essais et les deux campagnes.

Il a été constaté que les cultivars cultivés ont donné un rendement satisfaisant en matière sèche. Les chiffres obtenus pendant les deux saisons montrent des rendements élevés de certains cultivars tels que Mamuntanas (11,1 t ha⁻¹), Améristand 801 S (9,57 t/ha-1), Erfoud1 (9,19 t/ha-1) et 9,05 Siriver (t ha-1) pour l'essai mené en pluvial et la faiblesse de la production pour les cultivars Tamantit (5,88 t/ha-1), Prosementi 6,24(t ha-1), et Coussouls (6,55 t/ha-1).

Pour l'essai mené en irrigué nous avons noté l'émergence de certains cultivars tel que Ameristand 801S (24,38 t ha-1). Ecotipo siciliano (21,13 t ha-1), Mamuntanas (21,03 t ha-1), et Erfoud1 (20,52 t ha-1). De faibles rendements ont été enregistrés pour les cultivars Africaine (12,94 t ha-1), Magali (15,53 t ha-1), Prosementi (15,43 t ha-1).

A la lumière des résultats obtenus dans notre expérimentation, l'exploitation est recommandé pour certains cultivars comme Ameristand 801S, Ecotipo siciliano, Mamuntanas et Erfoud 1 sous un régime d'irrigation à l'ETM, d'autres cultivars comme Mamuntanas, Melissa, Erfoud1 et Siriver peuvent être conduits sous un régime en pluvial.

Dans cette région caractérisée par un climat semi aride à tendance aride et sol argileux avec une salinité modérée on propose de cultiver les deux cultivars Mamuntanas et Erfoud 1 du moment que ces deux cultivars ont donné des rendements acceptables en matières sèches durant les deux campagnes et sous les deux modes de conduite, et surtout le cultivar Erfoud1 d'origine marocaine issu d'une région aux conditions climatiques similaires à notre zone d'étude.

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., J.Y Chapot., A.P.Conesa., 1988: Contribution à l'étude des luzernes annuelles spontanées en Algérie selon certains facteurs du milieu. Revue fourrages (1988) 113,89-106.

Abdelguerfi A. et Abdelguerfi-Laouar M., 2002 :Les espèces fourragères et pastorales : Les utilisations au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Edition FAO. Regional Office for Near East. 146p.

Bellague D., Chedjerat A., Khedim A., Khelifi H.E., M'hammedi Bouzina M., Merabet B.A., Laouar M., et Abdelguerfi A., 2008: Comportement et efficience d'utilisation de l'eau de quelques cultivars de luzerne pérenne dans une région semi-aride en Algérie. Revue options méditerranéennes, série A, n°79 pp 265- 268.

Bellague D., Lariche A. Rata M. Douaoui A., 2011 : Dynamique spatio-temporelle de la salinité des sols du bas cheliff. Cas de la station I.N.R.A.A H'madna. Séminaire national eau et environnement. Université de Chlef.

Benabderrahim M.A., Haddad M., et Ferchichi A., 2008: Essai d'adaptation de 16 cultivars de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) dans un système oasien du sud Tunisien : Gabès local et 15 cultivars étrangers. Revue options méditerranéennes, série A, n°79 pp 419- 422.

Boudour K., 2012 : Contribution à l'étude de la valeur alimentaire de quelques variétés de luzerne pérenne cultivées dans le bas Chélif. Thèse magistère 113pages

Boulaine, J. 1957 : Etude des sols des plaines du Chelif. 582 p. PhD Thesis. University of Algiers, Algeria.

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.Revue options méditerranéennes, série A, n°45 pp 57- 60.

Chedjerat A., 2002 : Identification des espèces annuelles au niveau de la station I.N.R.A.A Hmadna. Rapport d'activité 15 pages.

Chedjerat A., M'hammedi Bouzina M., Gacemi A., Abdelguerfi A., 2016 : Forage yield components of various alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars grown on salt-affected soil under rainfed and irrigated conditions in a Mediterranean environment. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 11(34), pp. 3246-3253, 25 August, 2016.

Childers W.R., 2008 : Encyclopédie Canadienne ([http://www. The Canadian encyclopedia.com](http://www.TheCanadianencyclopedia.com)).

CIRAD., 2014 : Dictionnaire des sciences animales.

Chocarro C., Lloveras J., 2014 : The effect of row spacing on alfalfa seed and forage production under irrigated Mediterranean agricultural conditions. *Grass and Forage Science*. doi: 10.1111/gfs.12146.

Delgado E., 2006 : Research works on Mielgas (*Medicago sativa* L.). Possibilities to use for grazing and improve degraded soils in the Mediterranean region. Workshop international sur Diversité des fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomiques et environnementales. Editeur Dr. Abdelguerfi A., Alger 19-22 Février 2006, pp.188-192

Delgado I., Munoz F., Andueza D., 2013 : Efecto de la distancia entre líneas y de la fecha de recolección en la producción de semilla de alfalfa en regadío (Effect of row spacing and harvest date on seed production of irrigated alfalfa). *Pastos*, 43, 14–19. [http://www.seepastos.es/docs%20auxiliares/Pastos%2043\(1\).pdf](http://www.seepastos.es/docs%20auxiliares/Pastos%2043(1).pdf)

Doorenbos J., Kassam A-H., Bentvelsen 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.

Douaoui A, Hartani T, Lakehal M., 2006 : La salinisation dans la plaine du Bas - Cheliff : Acquis et perspectives ; deuxième atelier régional du projet Sirma, Marrakech, Maroc 29-31 Mai 2006.

Duthil J., 1967 : La production fourragère Ed.j.b.baillièrre et fils. Paris.325p.

Fanlo R., Chocarro C., Lloveras J., Ferran X., Serra J., Salvia J., Muñoz F., Andueza F., Delgado I. 2006 : Alfalfa production and quality in Northeast Spain. *Grassland Science in Europe* 11, 261-263 <http://www.seepastos.es/docs%20auxiliares/Actas%20Reuniones%20escaneadas/Proceedings/sessions/Session%202/2.261.pdf>.

Faostat., 2015 :Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations database available in <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F> (accessed February 20, 2015].

GNIS., 2012 : (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants) Choix des espèces et variétés fourragères. [http://www. Prairies-gnis.org/pages/luzerne2.htm](http://www.Prairies-gnis.org/pages/luzerne2.htm) page 26-27.

Genier G., Guy P. et Prosperi J.M., 1992 : Les luzernes. Amélioration des espèces végétales cultivées. Edition Gallais A. et Bannerot H.. INRA, Paris. pp.323-338.

Guillemot E., 2016 : Luzerne références.Maladies choisir dans une palette de solutions 114 pages Edition 2016.

Hireche Y.,2006 :Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Thèse magister 83 pages.

Ibriz A, Thamialami I, Zenasni L, Alfaiz C, Benbella M 2004:Productions des luzernes des régions présahariennes du Maroc en conditions salins.Fourrages 180, pp527-540.

Institut national de la recherche agronomique IN.R.A.2007 : Alimentation des bovins, ovins et caprins, besoins des animaux, valeurs des aliments tables INRA 2007. Editions Quae.

Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (IN.R.A.A). 2003 : Rapport annuel des activités de la station expérimentale I.N.R.A.A El-Hmadna. 14p.

Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (IN.R.A.A). 2006 :Rapport annuel des activités de la station expérimentale I.N.R.A.A El-Hmadna. 11p.

Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (IN.R.A.A). 2007: Rapport annuel des activités de la station expérimentale I.N.R.A.A Hmadna.13p.

Kalu, B.A. and Fick, G. W. 1981: Qualifyingmorphological development of alfalfa for studiesof herbage quality. Crop Sci. 21: 267-271.

Karagic D.J., Katiç S., Miliç D.J., 2005: Cutting schedule in combined alfalfa forage and seed production. EGF, Grassland science in Europe, 10, 467-471.

Katiç S., Miliç D., MihailoviçA., Karagiç V.,Vasiljeviç D.S. 2006 : Effect of harvest frequency on yield and quality of alfalfa forage. Sustainable grassland productivity: Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation,

Badajoz, Spain, 3-6 April, 2006 Grassland Science in Europe, Volume 11 ISBN 84-689-6711-4 pp. 267-269.

Khelifi H.E., Bellague D., Khedim A., Chedjerat A., M'hammedi Bouzina M., Merabet B.A., Laouar M., Benmessaoud A., Lazali M., Aouane Y., Hadj-Omar K., Nabi M., Oumata S. et Abdelguerfi A. 2008: 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. Revue options méditerranéennes, série A, n°79 pp 323- 326.

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

Lariche A., 2013 : Impact des eaux d'irrigation sur la salinisation des sols de la plaine du Bas-Cheliff. Thèse de Master. C.U Khemis Miliana. 56 pages.

Lemaire G., 2006 : La luzerne : Productivité et qualité, Workshop international sur diversité des fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomiques et environnementales. Editeur Dr.Abdelguerfi A., Alger 19-22 Février 2006,174-182p.

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.

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.

Mauriès M., 2003 : Luzerne, culture, récolte, conservation, utilisation. Edition France agricole.

Mazoyer M., Aubineau M., Bermond A., Bougler J., Ney B., et Roger-Estrade J.,2002 : Larousse agricole. Le monde agricole au XXIe siècle septembre 2002. 767p.

Mc Donald et Partenars limited/Bneder., 1991 :Etude de l'avant projet détaillé des extensions de Guerouaou, Ben Ziane et réaménagement du Bas-Chélif. Dossier II C volume I. (I.N.S.I.D).

Mikić V., Radović J., Mrfat-Vukelić S., Lugić Z.,Lazarević D. 2005 : Variability of agronomic characteristics in eight lucerne (*Medicago sativa* L.) genotypes. Integrating efficient grassland farming and biodiversity. Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Tartu, Estonia, 29-31 August 2005 ; Grassland Science in Europe Volume 10 ISBN 9985-9611-3-7 2005 pp. 565-568.

Mohammedi Bouzina.,H 2013 : Valorisation des paramètres phénologiques et fourragers de seize génotypes de la luzerne dans des conditions semi-arides.These de magister 101pages. Université de Chlef.

PERMED.2005 : Improvement of native perennial forage plants for sustainability of Mediterranean farming systems. PERMED project-INCO-2004-509140.

Rong Y., Yuan F., Johnson D.A., 2014 : Addition of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to lamb diets enhances production and profits in northern China. *Livestock Research for Rural Development*.Volume 26, Article #224.Retrieved October 24, 2015, from<http://www.lrrd.org/lrrd26/12/rong26224.htm>.

Simonneau P., Morel P., Caillaud C., 1956 : Rapport sur le fonctionnement de la station campagne 1955/1956. Partie fourrages artificiels.283 pages.

Stanisavljević R., Beković D., Djukić D., Stevović V., Terzić D., Milenković J., Djokić D. 2012 : Influence of plant density on yield components, yield and quality of seed and forage yields of alfalfa varieties. Romanian agricultural research, no. 29, 2012 ISSN 1222-4227; Online ISSN 2067-5720.

U.S.S.L.,1954 : Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook No. 60, US Govt. Printing Office, Washington.

Van Heerden J.M. 2012 : Dry Matter Production of Grazed Lucerne Cultivars under Dryland in the Overberg. Grassroots vol 12 no.2. pp. 26-29.

Voltaire F., et Norton M., 2006 : Summer dormancy in perennial temperate grasses. Annals of botany 98(5) :927-933.

Yacono X., 1955 : Colonisation des plaines du Cheliff (de Lavigerie au confluent de la Mina). Tome1, imprimerie Imbert, Alger. 444p.

Full Length Research Paper

Forage yield components of various alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars grown on salt-affected soil under rainfed and irrigated conditions in a Mediterranean environment

Abed Chedjerat^{1, 3*}, Mahfoud M'hammedi Bouzina², Abdelhamid Gacemi³ and Aissa Abdelguerfi¹

¹National Higher School of Agronomy, ENSA of El Harrach, Algiers, Algeria.

²Department of Agronomy, SNV Faculty, University of Hassiba Benbouali, Chlef, Algeria.

³National Agronomic Research Institute of Algeria, Station of Hmadna, Algeria.

Received 30 March, 2016; Accepted 26 July, 2016

In Algeria, the area allocated to crop fodders in particular, the alfalfa (*Medicago sativa* L.) is very limited as compared to other crops. Some obstacles hinder the development of crops especially in irrigated perimeters. A field experiment was conducted to highlight the adaptation of sixteen (16) alfalfa varieties from different origins (Algeria, Australia, France, Italy, Morocco, Tunisia and USA) to drought, soil salinity and to evaluate the dry matter yields in the experimental station INRAA of Hmadena in the Lower-Chelif plain in two cropping seasons, 2005/2006 and 2006/2007. The tests were conducted in a saline soil under two water regimes, rainfalls and irrigation with the maximum evapotranspiration. The evaluation focuses on dry matter yield, plant height and stand density. The results obtained in two campaigns show the encouraging production of dry matter of some varieties such as "Ameristrand 801S" and the weak production of the local variety "Tamantit", a reduction in the number of plants per square meter from one year to another, and an average height of the plants which differs from a variety to another. The number of harvests per season was normally between 4 and 6. It is concluded that some varieties are suitable for dry matter production in salt affected soil under both water regimes in the area of Hmadna in the Lower-Chelif plain (Algeria).

Key words: Algeria, alfalfa, cultivar, dry matter yield, plant height, stand density.

INTRODUCTION

Alfalfa, *Medicago sativa* L. is one of the most widespread forage plants in the world. Grown in equatorial regions to

the limits of the Arctic Circle, however, its greatest development is found in warm temperate areas. Alfalfa

*Corresponding author. abedchedjerat@gmail.com. Tel. +213773906922.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Table 1. Monthly average temperature (T) and monthly total rainfall (R) of the growing seasons, 2005/2006 and 2006/2007.

Month	2005		2006		2007	
	T _m (°C)	Rainfall (mm)	T _m (°C)	Rainfall (mm)	T _m (°C)	Rainfall (mm)
September	24.61	14.9	25.58	0.7	26.32	34.00
October	21.44	20.9	22.93	1.8	20.42	47.00
November	14.12	75.9	17.19	0.3	15.56	32.2
December	11.57	36.8	13.01	70.4	10.90	5.4
January	7.67	4.10	09.20	29.6	10.71	46.3
February	13.86	50.80	09.75	71.6	13.42	24.7
March	14.08	14.50	13.96	7	12.74	56.5
April	16.03	3.7	19.46	17.3	15.24	108
May	23.25	0.7	24.77	37.6	21.08	19.2
June	27.37	0.2	26.16	00	25.28	0
July	30.67	0.1	31.57	0.4	29.76	0.4
August	27.69	00	28.12	0	29.06	0

Table 2. Some characteristics of the studied soil (0-35 cm depth).

Characteristics	Values	Characteristics	Values
Clay (%)	45.50	Ca meq/100 g	28.34
Sand (%)	12.12	Mg meq/100 g	6.17
Silt (%)	42.34	Na meq/100 g	2.51
pH	7.72	K meq/100 g	1.46
CE dS/m	6.89	P ₂ O ₅ ass	89.88
Bulk density	1.78	Mo %	3.81

usually has the highest feeding value of all common hay crops. Addition of alfalfa to lamb diets enhances production and profits (Rong et al., 2014).

Perennial alfalfa is one of the most adapted species to drought (Lemaire 2006). Its life cycle gives it the ability to contribute to the sustainability of rain fed cropping systems (Volaire and Norton, 2006). The alfalfa plant can cover its needs from the water loss through evaporation and the loss of soil, it is also vulnerable to wind and hydric erosion. The global area occupied by alfalfa is about 12.5 million hectares producing 324.5 million tons in 2013 (FAOSTAT, 2015). African production is about 5.32 million tons over an area of 185 000 ha. In 2013, Algeria produced only 29,000 tons on an area of 3,000 ha (FAOSTAT, 2015). In arid Mediterranean areas, alfalfa is often irrigated and often challenged with a saline stress. Search for varieties best adapted to this situation is a priority (Ibriz et al., 2004). In Algeria, the establishment of performance tests from introduced species and varieties could be a way of research in order to choose the best perennial alfalfa cultivars. The main objective of this study is to evaluate some forage yield components of 16 alfalfa, *M sativa* cultivars from different origins under the climatic conditions of the region of Hmadena in north-western of Algeria.

MATERIALS AND METHODS

Site description and climatic conditions

The tests were performed during two successive campaigns: 2005/2006 and 2006/2007, on sixteen (16) alfalfa varieties from different origins, at the experimental station of Hmadna, Algeria (35° 54 'N and 0° 47 'E with an altitude of 48 m) belonging to the National Institute of Agronomic Research of Algeria. The study area is characterized by a semi-arid to arid climate trend where irrigation is essential for crops. Monthly average temperature (T) and monthly total rainfall (R) of the growing seasons 2005/2006 and 2006/2007 are shown in Table 1. The soil of the experimental area is of a loamy-clay texture with a higher electrical conductivity of the irrigated environment relative to 6.0 vs. 5.20 dS m⁻¹ which was consistent with the expected increase of soil salinity caused by irrigation with moderately saline water featuring 3.40 dS m⁻¹ electrical conductivity (Annicchiarico et al., 2010). Some physical and chemical characteristics of the studied soil of the experimental area are presented in Table 2.

Plant materials, experimental design and cultivation practices

The experiment was conducted at Hmadna on fields cultivated under two water regimes: a rainfed system without any irrigation supply during the two experimental seasons and an irrigated system where the quantity of water supplied is equal to the ETM. Seed bed preparation included ploughing, disk harrowing and cultivation. Weed control was performed manually. Sowing was

Table 3. Names and origins of the tested cultivars.

Name of cultivars	Origin	Name of cultivars	Origin
Ecotipo siciliano	Italy	Gabes 2355	Tunisia
Prosementi	Italy	Magali	France
ABT 805	USA	Melissa	France
Ameristrand 801S	USA	Coussouls	France
Mamuntanas	USA	Africaine	Morocco
Tamantit	Algeria	Rich2	Morocco
Sardi 10	Australia	Erfoud1	Morocco
Siriver	Australia	Demnat	Morocco

performed by hand during the second week of October 2004 with 25 kg ha⁻¹ seed rate for all varieties which is considered appropriate to combine forage and seed production (Lloveras et al., 2008). As these are selected cultivars, seed purity was 100% as well as germination percentage. Sixteen perennial alfalfa cultivars were placed on two plots with 4 replications with row spacing of 0.20 m. Each plot consists of 16 micro plots of 2.50 m length and 2 m wide with a spacing of 0.20 m between microplot and 0.4 m between blocks. Table 3 shows the name of each variety and origin country. Harvest started as soon as 75% of seedlings in the elementary plot reached 0.35 m height for the winter season and 50% of flowering in most of plots for the spring and summer seasons.

The cuts are made at 0.05 m from the ground level and the yield is calculated in dry matter (DM). Each collected sample was weighed and passed to the drying oven for 80°C during a period of 48 h. Four cuts were performed for test in rainfed and 6 cuts for irrigated test.

The density of the initial and final stand were evaluated by counting the number of plants per m² for each of the 16 varieties in each replicate for both tests (rainfed and irrigated). Plant height was recorded on 18 plants taken randomly by repetition and for each variety in both trials.

Statistical analysis

The analysis of variance test (ANOVA) was applied on the data with mean separation of 5%. Levels of significance averages of various repetitions were calculated and analyzed by the statistical software (STATBOX 6.0.4.) and the used device is the unifactorial total randomization by the test of Newman and Keuls ($P_{0.05}$ and $P_{0.01}$).

RESULTS AND DISCUSSION

Stand density

Statistical analyses of each test and for each season show that there are no significant differences between all the varieties studied concerning the numbers of plant/m². Whereas, high significant differences were obtained among stand densities when compared the results of 2005/2006 season with those of 2006/2007 for tests conducted in rainfed. Significant differences existed also between the results of tests conducted in irrigated for the

year 2005/2006 and 2006/2007. The result of statistical analysis of densities between the rainfed tests and irrigated one for the season 2006/2007 reveals insignificance.

The highest density was marked for the variety, Ecotipo Siciliano with 72 plants /m² recorded in 2005/2006 in the test leads in irrigated. This variety kept its values in first rank for the test carried out in rainfed with 50 plants per m² for the same year. On one hand, these results join those of Chocarro and Lloveras (2014) who found a stand density reaching 70 plants per m² with spacing of 20 cm between rows which is the same spacing used in this experiment.

On the other hand, the lowest densities were recorded in "Tamentit", African and Demnat203 cultivars with 30, 32.5 and 32.5 plants per m² respectively for the test carried out in rainfed and 55, 40 and 50 plants per m² respectively in the irrigated trial for the same season (2005/2006), with a regression of density for the same varieties in 2006/2007. The stand densities at the end of each campaign are given in Table 4.

Plant height

As one of the most important forage yield components, the average plant heights of alfalfa seedling were calculated during all seasons of 2005/2006 and 2006/2007 in both water regimes (Table 5). The results show that the highest plants are between 28.56 and 28.06 cm in Ameristrand 801S and Melissa varieties, respectively, during 2005/2006 under rainfed. The height of the local variety seems low with an average of 20.37 cm. For the tests in irrigated plots in the same season (2005/2006), the heights of the plants were higher than in rain with 37.58 cm for Ameristrand 801S and 36.63 cm for Demnat.

In addition, for the second season (2006/2007), the Ameristrand 801S variety had the highest average with 36 cm for the test in rainfed and 39.91 cm for the test in irrigated. The average heights for the local variety Tamentit were 32.37 cm in rainfed and 33.37 in irrigated.

Statistical analysis of data showed highly significant differences among all cultivars examined for two campaigns from both tests (rainfed and irrigated). These results are proximate to those found by Mikic et al. (2005) where they obtained significant differences in the heights of plants among all studied cultivars and Katic et al. (2006) obtained plants heights which varied between 36.4 and 68.9 cm in alfalfa grown between 2003 and 2004 in Serbia.

The averages of plant height obtained in these experiments seem lower than those found by Mikic et al. (2005) and Katic et al. (2006). This could be explained by the soil type of the study, which is known by its salinity and by the climate which is semi-arid and also by the use of different plant material. Mikic et al. (2005) and Katic et al. (2006) obtained plant heights varied between 36.4 and

Table 4. Stand density per m² of the 16 alfalfa varieties.

Season	2005/2006		2006/2007	
	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated
Cultivars	Plants/m ²	Plants/m ²	Plants/m ²	Plants/m ²
Ecotipo siciliano	50	72.5	22.5	37.5
Prosementi	35	52.5	15	25
ABT 805	35	55	17.5	40
Ameristand 801S	32.5	67.5	12.5	42.5
Mamuntanas	47.5	60	22.5	37.5
Tamantit	30	52.5	10	27.5
Sardi 10	32.5	52.5	12.5	35
Siriver	35	42.5	17.5	32.5
Africaine	32.5	40	15	22.5
Gabes-2355	45	50	17.5	27.5
Magali 1	37.5	57.5	22.5	27.5
Melissa	37.5	60	20	37.5
Coussouls	37.5	55	17.5	32.5
Rich 2	37.5	42.5	15	32.5
Erfoud 1	35	50	17.5	37.5
Demnat 203	32.5	50	10	37.5
SEM	13.05	16.45	8.22	10.18
Prob.	0.70	0.37	0.49	0.23
Sig.	N.S	N.S	N.S	N.S
C.V (%)	35.24	30.62	49.68	30.59

NS: Non-significant; Sig: significance level; SEM: standard error mean; CV: coefficient of variance.

68.9 cm in alfalfa grown between 2003 and 2004 in Serbia.

Comparison of average heights of alfalfa plants obtained in rainfed tests in the 2005/2006 season with the averages of 2006/2007 shows non-significant differences between the two seasons. Meanwhile, highly significant differences were obtained when comparing the average heights of plants in irrigated test for the season of 2005/2006 to 2006/2007.

Forage yield

In this study, the forage DM yield (DM) on both experiments in irrigated and rainfed during 2005/2006 and 2006/2007 period were presented. The number of the cuts per season was 6 in irrigated plots and 4 cuts in rainfed. Bellague et al. (2008) obtained 4 alfalfa cuts for the same varieties in rainfed and 6 cups for irrigation in 2004. Fanlo et al. (2006) obtained six alfalfa cuts in a test carried out in irrigated plots and 3 cuts in rainfed tests conducted in Girona (Spain) which is characterized by similar climatic conditions of the region.

The results of field trials studied under different water regimes show a dry matter yield varying from 6.13 to

13.44 t ha⁻¹ for all varieties in irrigated conditions. Therefore, in rainfed conditions, the yield varied between 2.27 and 4.69 t ha⁻¹. For the 1st season in the rainfed plots, the most productive varieties in order of importance are: Ameristrand 801S, Mamuntanas, Melissa and Riche2 and less productive are: Tamentit, Prosementi, Coussouls and Magali and for irrigated plots, the varieties, Ameristrand 801S, Mamuntanas, Melissa and Riche2 were the most productive and Tamentit, Prosementi, Coussouls and Magali were less productive varieties (Table 6). For the 2nd season (2006/2007), the variety Mamuntanas, Erfoud, Riche2 and Siriver had the best yield in DM. Unlikely, varieties such as Tamentit, Prosementi, Demnat and Coussouls still had the lowest yield. Tables 7 and 8 show the forage yield results by cuts and by period (in dry and irrigated) for both seasons. Khelifi et al. (2008) achieved an average DM yield balance of 2.59 to 7.11 t ha⁻¹ for the same varieties with rainfed trial conducted in the area of Algiers which is characterized by soil and climate of optimum conditions than the study area. For the irrigated trial, yields obtained range from 2.59 to 11.64 t ha⁻¹.

Benabderrahim et al. (2008) showed that the cultivar "Gabes" originating from the Tunisian oases presents small quantities of dry matter. The best fresh matter

Table 5. The plant heights of 16 alfalfa varieties for 2005/2006 and 2006/2007 under rainfed and irrigated conditions.

Cultivars	2005/2006		2006/2007	
	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated
	Height (cm)		Height (cm)	
Ecotipo siciliano	21.68 ^{de}	34.41 ^{ab}	36 ^a	37 ^{abc}
Prosementi	18.56 ^e	29.58 ^b	31.62 ^a	34.04 ^{bcd}
ABT 805	23.5 ^{cd}	32.38 ^{ab}	33.37 ^a	34.87 ^{bcd}
Ameristand 801S	28.56 ^a	37.58 ^a	36 ^a	39.91 ^a
Mamuntanas	27 ^{abc}	35.17 ^{ab}	31.75 ^a	37.87 ^{abc}
Tamantit	20.37 ^{de}	30.21 ^b	32.37 ^a	33.37 ^{cd}
Sardi 10	24.31 ^{bcd}	33.88 ^{ab}	35.31 ^a	36.58 ^{abc}
Siriver	24.06 ^{bcd}	32.38 ^b	32.12 ^a	36.04 ^{abcd}
Africaine	21.43 ^{de}	30.63 ^b	32.5 ^a	34.33 ^{bcd}
Gabes-2355	24.31 ^{bcd}	33.17 ^{ab}	32.37 ^a	35.54 ^{abc}
Magali 1	18.75 ^e	32.17 ^{ab}	32.31 ^a	31.83 ^d
Melissa	28.06 ^{ab}	33.54 ^{ab}	34.75 ^a	37.87 ^{abc}
Cousouls	19.87 ^{de}	32.88 ^{ab}	31.56 ^a	33.46 ^{cd}
Rich 2	23.06 ^{cd}	30.92 ^{ab}	35.68 ^a	33.87 ^{cd}
Erfoud 1	24.56 ^{bcd}	35.96 ^{ab}	33.81 ^a	38.83 ^{ab}
Demnat 203	23.81 ^{bcd}	36.63 ^{ab}	35.93 ^a	38.75 ^{ab}
SEM	2.018	2.91	1.778	2.015
Prob.	0	0.007	0.00021	0
Sig.	**	**	**	**
C.V (%)	8.68%	8.77%	5.29%	5.61%

NS= no significant; *:significant at P < 0.05; **:Highly significant at P < 0.01. a, b, c, d: homogeneous group (numbers with the same letter are not significant different at P < 0.05). Sig: Significance level. SEM: standard error mean, CV: coefficient of variance.

yield is recorded in the cultivar Sardi (Australian origin). The cultivar, African (Moroccan origin) was most productive dry matter. Fanlo et al. (2006) showed that the average yield in rainfed conditions is between 1.3 and 6.3 t ha⁻¹ and that of irrigated test is higher with an average of 8 to 22.5 t ha⁻¹. These results on the influence of the varieties on the dry matter yield correspond to those of Stanisavljević et al. (2012) who recorded an average DM yield between 2.59 and 6.54 t ha⁻¹ depending on cultivars. Average DM yields among 18.8 and 7.48 t ha⁻¹ have been reported during an experimentation in Spain by Delgado et al. (2013) and Chocarro and Lloveras (2014). The statistical analyses of data show that there are highly significant differences between varieties in relation to the yields. The average of DM yield ranges from 8.6 to 20.4 t ha⁻¹ depending on the results obtained by Katic et al. (2006) who confirm that these changes are significantly dependent on the cultivar. Van Heerden (2012) reported that the average of DM yield of all varieties in rainfed trial increased in the second year as compared to the first season from 3.36 to 4.75 t ha⁻¹. Otherwise, for the irrigated tests, the average yield in the first season (9.53 t ha⁻¹) is higher than that of the second campaign (8.57 t ha⁻¹). This increase in production of

rainfed test is mainly due to the good distribution of rainfall during the spring season (Van Heerden, 2012).

Karagic et al. (2005) demonstrated that the climatic conditions of the cultivation region have a great effect on the yield of alfalfa which varied from 5.38 to 8.85 t ha⁻¹. The variations in this study area were mainly subject to the influence of climatic conditions.

Conclusion

The main objective of this study was to assess forage yield components of 16 alfalfa, *M. sativa* L. varieties from different origins under soil and climatic conditions of the Hmadna region in the North West of Algeria during two campaigns in 2005/2006 and 2006/2007.

Based on the results obtained in the experiment, it is suggested to cultivate varieties Ameristand 801S, ecotipo Siciliano Mamuntanas and Erfoud1 under an irrigation system at maximal evapotranspiration, other cultivars as Mamuntanas, Melissa, and Erfoud1 Siriver can be conducted under rainfed.

In this region characterized by a semi-arid to arid tendency and clay loamy soils with moderate salinity to

Table 6. Dry matter forage yield t ha⁻¹ of 16 alfalfa varieties for the 2005/2006 and 2006/2007 seasons in rainfed and irrigated conditions.

Cultivars	2005/2006		2006/2007	
	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated
	DM yield		DM yield	
Ecotipo siciliano	3.51 ^{cd}	11.38 ^b	5.14 ^{bcd}	9.75 ^b
Prosementi	2.32 ^e	7.96 ^f	3.92 ^{fg}	7.41 ^g
ABT 805	3.44 ^{cd}	9.86 ^d	4.53 ^{ef}	8.97 ^{cde}
Ameristand 801 S	4.29 ^{ab}	13.44 ^a	4.64 ^{de}	10.94 ^a
Mamuntanas	4.68 ^a	11.09 ^b	6.42 ^a	9.94 ^b
Tamantit	2.27 ^e	7.57 ^{fg}	3.61 ^g	7.79 ^{fg}
Sardi 10	3.55 ^{cd}	10.53 ^{cd}	4.80 ^{cde}	9.09 ^{cd}
Siriver	3.92 ^{bc}	8.95 ^e	5.13 ^{bcd}	8.97 ^{cde}
Africaine	3.15 ^d	6.13 ^h	4.19 ^{efg}	6.81 ^h
Gabes-2355	3.69 ^{cd}	8.52 ^e	4.48 ^{ef}	8.49 ^{de}
Magali 1	2.55 ^e	8.53 ^e	4.60 ^{de}	6.99 ^h
Melissa	3.99 ^{bc}	9.52 ^d	5.58 ^b	8.37 ^{ef}
Cousouls	2.37 ^e	11.26 ^b	4.18 ^{efg}	7.86 ^{fg}
Rich 2	3.35 ^{cd}	7.34 ^g	5.25 ^{bc}	7.14 ^h
Erfoud 1	3.49 ^{cd}	11.35 ^b	5.70 ^b	9.17 ^c
Demnat 203	3.14 ^d	9.03 ^e	3.93 ^{fg}	8.36 ^{ef}
SEM	2.916	2.859	2.968	3.337
Prob.	0	0	0	0
Sig.	**	**	**	**
CV	8.68%	3.00%	6.23%	3.92%

NS= no significant; *, significant at P < 0.05; **, Highly Significant at P < 0.01. a, b, c, d: homogeneous group (numbers with the same letter are not significant different at P < 0.05). Sig: Significance level. SEM: standard error mean, CV: Coefficient of variance.

Table 7. Forage yield of alfalfa per cuts in both water regimes for 2005/2006.

Cultivars (2005/2006)	Forage yield in irrigated test (t.ha ⁻¹)						Forage yield in rainfed test (t.ha ⁻¹)			
	1 st cut	2 nd cut	3 rd cut	4 th cut	5 th cut	6 th cut	1 st cut	2 nd cut	3 rd cut	4 th cut
Ecotipo siciliano	1.03	2.78	2.35	2.07	1.91	1.24	1.43	0.94	0.72	0.42
Prosementi	0.42	1.48	1.87	1.70	1.55	0.94	0.97	0.56	0.52	0.26
ABT 805	1.58	2.55	1.91	1.73	1.34	0.71	2.15	0.52	0.51	0.26
Ameristand 801 S	2.16	2.64	2.54	2.37	2.36	1.37	2.31	0.90	0.81	0.27
Mamuntanas	1.76	2.73	2.03	1.97	1.68	0.93	2.43	1.01	0.78	0.45
Tamantit	0.87	0.99	1.49	1.35	1.80	1.07	0.95	0.51	0.57	0.25
Sardi 10	1.58	2.15	2.05	1.88	1.75	1.12	1.74	0.93	0.64	0.25
Siriver	1.34	2.08	2.00	1.66	1.23	0.64	1.87	1.0	0.64	0.41
Africaine	0.55	1.15	1.22	1.37	1.23	0.62	1.12	0.72	0.95	0.37
Gabes-2355	1.53	1.63	1.49	1.33	1.54	1.01	1.84	0.59	0.90	0.36
Magali 1	0.77	2.09	1.45	1.77	1.53	0.92	0.78	0.59	0.81	0.38
Melissa	1.60	2.11	1.86	1.65	1.46	0.85	1.67	0.96	0.97	0.41
Cousouls	1.14	2.57	2.36	2.00	2.02	1.17	1.14	0.54	0.45	0.25
Rich 2	0.93	1.75	1.35	1.54	1.17	0.61	1.66	0.68	0.60	0.42
Erfoud 1	1.40	2.35	2.34	1.92	2.07	1.27	1.50	0.77	0.79	0.44
Demnat 203	1.15	1.40	2.35	1.37	1.81	1.34	1.46	0.64	0.74	0.30

Table 8. Forage yield of alfalfa per cut in both water regimes for 2006/2007.

Cultivars (2006/2007)	Forage yield in irrigated test (t.ha ⁻¹)						Forage yield in rainfed test (t.ha ⁻¹)			
	1 st cut	2 nd cut	3 rd cut	4 th cut	5 th cut	6 th cut	1 st cut	2 nd cut	3 rd cut	4 th cut
Ecotipo siciliano	0.51	1.51	4.20	1.92	1.28	0.33	1.72	2.28	0.69	0.50
Prosementi	0.58	0.85	3.10	1.61	1.05	0.23	1.08	2.02	0.53	0.31
ABT 805	0.88	1.36	4.01	1.71	0.76	0.26	1.52	2.19	0.51	0.31
Ameristand 801 S	1.35	1.69	3.70	2.22	1.64	0.35	1.67	1.90	0.81	0.26
Mamuntanas	0.96	1.74	4.16	1.84	0.96	0.29	2.71	2.49	0.79	0.43
Tamantit	0.78	0.86	2.60	1.87	1.42	0.27	1.02	1.55	0.55	0.51
Sardi 10	0.88	1.27	3.39	1.97	1.25	0.34	1.60	2.02	0.64	0.55
Siriver	0.83	1.21	3.88	1.83	1.02	0.21	1.87	2.35	0.61	0.31
Africaine	0.51	0.68	2.76	1.45	1.09	0.31	1.40	1.57	0.63	0.60
Gabes-2355	0.95	0.95	2.96	1.64	1.46	0.53	1.37	1.61	0.89	0.61
Magali 1	0.38	0.78	3.23	1.44	0.92	0.25	1.60	2.03	0.78	0.19
Melissa	0.74	1.25	3.19	1.67	1.22	0.31	1.81	2.24	0.91	0.64
Cousouls	0.37	1.18	3.71	1.49	0.98	0.15	1.46	2.12	0.44	0.17
Rich 2	0.59	1.06	3.03	1.38	0.92	0.16	1.76	2.38	0.69	0.44
Erfoud 1	1.00	1.33	2.76	2.30	1.40	0.39	1.80	2.44	0.78	0.58
Demnat 203	1.10	0.96	2.77	1.63	1.42	0.49	1.31	1.47	0.75	0.41

cultivate both cultivars Mamuntanas and Erfoud1 as long as these two cultivars gave acceptable yields in MS during the two campaigns under both water regimes, is proposed, especially the cultivar Erfoud1 of Moroccan origin from region a similar to this study area which gave satisfactory forage yields.

Conflict of Interests

The authors have not declared any conflict of interests.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was conducted within the EU-funded project PERMED. The authors are grateful to all the contributors in this project.

REFERENCES

- Bellague D, Chedjerat A, Khedim A, Khelifi HE, M'Hammedi Bouzina M, Merabet BA, Laouar M, Abdelguerfi A (2008). Comportement et efficacité d'utilisation de l'eau de quelques cultivars de luzerne pérenne dans une région semi-aride en Algérie. *Revue options méditerranéennes, série A*, n°79 pp. 265-268.
- Benabderrahim MA, Haddad M, Ferchichi A (2008). Essai d'adaptation de 16 cultivars de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) dans un système oasien du sud Tunisien : Gabès local et 15 cultivars étrangers. *Revue options méditerranéennes, série A*, n°79 pp. 419-422.
- Chocarro C, Lloveras J (2015). The effect of row spacing on alfalfa seed and forage production under irrigated mediterranean agricultural conditions. *Grass For. Sci.* 70(4):651-660.
- Delgado I, Munoz F, Andueza D (2013). Efecto de la distancia entre líneas y de la fecha de recolección en la producción de semilla de alfalfa en regadío (Effect of row spacing and harvest date on seed production of irrigated alfalfa). *Pastos*, 43:14-19.
- Fanlo R, Chocarro C, Lloveras J, Ferran X, Serra J, Salvia J, Muñoz F, Andueza F, Delgado I (2006). Alfalfa production and quality in Northeast Spain. *Grassland Science in Europe* 11:261-263.
- Faostat (2015). Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations database available in <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F> (accessed February 20, 2015).
- Ibriz A, Thamiyali I, Zenasni L, Alfaiz C, Benbella M (2004). Productions des luzernes des régions présahariennes du Maroc en conditions salines. *Fourrages* 180:527-540.
- Karagic DJ, Katic S, Milić DJ (2005). Cutting schedule in combined alfalfa forage and seed production. *EGF, Grassland science in Europe*, 10:467-471.
- Katic S, Milić D, Mihailović A, Karagić V, Vasiljević DS (2006). Effect of harvest frequency on yield and quality of alfalfa forage. Sustainable grassland productivity. Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation, Badajoz, Spain, 3-6 April, 2006 *Grassland Science in Europe*, Volume 11 ISBN 84-689-6711-4 pp. 267-269.
- Katic S, Milić D, Vasiljević S (2005). Variability of dry matter yield and quality of lucerne genotypes depending on geographic origin. *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity*, 10:537-540.
- Khelifi HE, Bellague D, Khedim A, Chedjerat A, M'Hammedi Bouzina M, Merabet BA, Laouar M, Benmessaoud A, Lazali M, Alouane Y, Hadj Omar K, Nabi M, Oumata S, Abdelguerfi A (2008). 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. *Revue Mediterranean options, series A*, n°79 pp. 327-330.
- Lemaire G (2006). La luzerne : Productivité et qualité, Workshop international sur diversité des fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomiques et environnementales. Editeur. Abdelguerfi A, Alger 19-22 Février 2006, 174-182p.
- Lloveras J, Chocarro C, Freixes O, Arque E, Moreno A, Santive RIF (2008). Yield, yield components, and forage quality of alfalfa as affected by seeding rate in Mediterranean irrigated conditions. *Agron. J.* 100:191-197.
- Mikić V, Radović J, Mrfat-Vukelić S, Lugić Z, Lazarević D (2005). Variability of agronomic characteristics in eight lucerne (*Medicago sativa* L.) genotypes. *Integrating efficient grassland farming and*

- biodiversity. Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Tartu, Estonia, 29-31 August 2005 ; Grassland Science in Europe Volume 10 ISBN 9985-9611-3-7 2005 pp. 565-568.
- Rong Y, Yuan F, Johnson DA (2014). Addition of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to lamb diets enhances production and profits in northern China. *Livestock Res. Rural Dev.*, 26:224.
- Stanisavljević R., Beković D, Djukić D, Stevović V, Terzić D, Milenković J, Djokić, D (2012). Influence of plant density on yield components, yield and quality of seed and forage yields of alfalfa varieties. *Rom. Agric. Res.* 29:245-254.
- Van Heerden JM (2012). Dry Matter Production of Grazed Lucerne Cultivars under Dryland in the Overberg. *Grassroots* 12(2):26-29.
- Voltaire F, Norton M (2006). Summer dormancy in perennial temperate grasses. *Ann. Bot.* 98(5):927-933.

ANNEXE I
ANALYSE STATISTIQUE

I-Analyse statistique

Tableaux d'analyse de la variance et les tableaux des comparaisons de moyennes (test de Newman-keuls au seuil de 5%)

1- La Hauteur

Essai en irrigué 2005/06

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	730,855	63	11,601				
VAR.FACTEUR 1	323,473	15	21,565	2,541	0,00741		
VAR.RESIDUELLE 1	407,382	48	8,487			2,913	8,77%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4	4	37,583	A	
16	16	36,625	A	B
15	15	35,958	A	B
5	5	35,168	A	B
1	1	34,412	A	B
7	7	33,875	A	B
12	12	33,543	A	B
10	10	33,168	A	B
13	13	32,875	A	B
8	8	32,375	A	B
3	3	32,375	A	B
11	11	32,165	A	B
14	14	30,915	A	B
9	9	30,625	A	B
6	6	30,21		B
2	2	29,583		B

Essai en irrigué 2006/07

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	524,617	63	8,327				
VAR.FACTEUR 1	329,717	15	21,981	5,414	0		
VAR.RESIDUELLE 1	194,9	48	4,06			2,015	5,61%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4	4	39,915	A			
15	15	38,833	A	B		
16	16	38,753	A	B		
12	12	37,878	A	B	C	
5	5	37,878	A	B	C	
1	1	37	A	B	C	
7	7	36,58	A	B	C	
8	8	36,04	A	B	C	D
10	10	35,54	A	B	C	D
3	3	34,875		B	C	D
9	9	34,333		B	C	D
2	2	34,043		B	C	D
14	14	33,875			C	D
13	13	33,46			C	D
6	6	33,375			C	D
11	11	31,833				D

Essai en pluvial 2005/06

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	747,906	63	11,872				
VAR.FACTEUR 1	552,399	15	36,827	9,042	0		
VAR.RESIDUELLE 1	195,507	48	4,073			2,018	8,68%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
4	4	28,563	A				
12	12	28,063	A	B			
5	5	27	A	B	C		
15	15	24,563		B	C	D	
7	7	24,313		B	C	D	
10	10	24,31		B	C	D	
8	8	24,063		B	C	D	
16	16	23,813		B	C	D	
3	3	23,5			C	D	
14	14	23,063			C	D	
1	1	21,688				D	E
9	9	21,438				D	E
6	6	20,375				D	E
13	13	19,875				D	E
11	11	18,75					E
2	2	18,563					E

Essai en pluvial 2006/07

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	332,563	63	5,279				
VAR.FACTEUR 1	180,844	15	12,056	3,814	0,00021		
VAR.RESIDUELLE 1	151,719	48	3,161			1,778	5,29%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	1	36	A
4	4	36	A
16	16	35,938	A
14	14	35,688	A
7	7	35,313	A
12	12	34,75	A
15	15	33,813	A
3	3	33,375	A
9	9	32,5	A
10	10	32,375	A
6	6	32,375	A
11	11	32,313	A
8	8	32,125	A
5	5	31,75	A
2	2	31,625	A
13	13	31,563	A

2-Cumul des rendements

Essai en pluvial2005/06

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3393,53	63	53,866				
VAR.FACTEUR 1	2985,473	15	199,032	23,412	0		
VAR.RESIDUELLE 1	408,057	48	8,501			2,916	8,68%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
5	5	46,76	A				
4	4	42,92	A	B			
12	12	39,95		B	C		
8	8	39,2		B	C		
10	10	36,9			C	D	
7	7	35,5			C	D	
1	1	35,1			C	D	
15	15	34,92			C	D	
3	3	34,43			C	D	
14	14	33,5			C	D	
9	9	31,55				D	
16	16	31,4				D	
11	11	25,58					E
13	13	23,76					E
2	2	23,23					E
6	6	22,75					E

Essai en pluvial 2006/2007

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3788,031	63	60,127				
VAR.FACTEUR 1	3365,185	15	224,346	25,467	0		
VAR.RESIDUELLE 1	422,846	48	8,809			2,968	6,23%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
5	5	64,225	A						
15	15	57,053		B					
12	12	55,868		B					
14	14	52,535		B	C				
1	1	51,94		B	C	D			
8	8	51,353		B	C	D			
7	7	48,02			C	D	E		
4	4	46,418				D	E		
11	11	46,013				D	E		
3	3	45,313					E	F	
10	10	44,805					E	F	
9	9	41,985					E	F	G
13	13	41,838					E	F	G
16	16	39,325						F	G
2	2	39,293						F	G
6	6	36,173							G

Essai en irrigué 2005/06

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	21904,15	63	347,685				
VAR.FACTEUR 1	21511,83	15	1434,122	175,463	0		
VAR.RESIDUELLE 1	392,322	48	8,173			2,859	3,00%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
4	4	134,473	A						
1	1	113,825		B					
15	15	113,533		B					
13	13	112,628		B					
5	5	110,933		B					
7	7	105,32			C				
3	3	98,633				D			
12	12	95,27				D			
16	16	90,323					E		
8	8	89,52					E		
11	11	85,367					E		
10	10	85,28					E		
2	2	79,613						F	
6	6	75,763						F	G
14	14	73,468							G
9	9	61,388							

Essai en irrigué 2006/07

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8516,481	63	135,182				
VAR.FACTEUR 1	7982,041	15	532,136	47,793	0		
VAR.RESIDUELLE 1	534,44	48	11,134			3,337	3,92%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES							
4	4	109,463	A							
5	5	99,455		B						
1	1	97,5		B						
15	15	91,782			C					
7	7	90,908			C	D				
3	3	89,765			C	D	E			
8	8	89,712			C	D	E			
10	10	84,948				D	E			
12	12	83,71					E	F		
16	16	83,673					E	F		
13	13	78,64						F	G	
6	6	77,91						F	G	
2	2	74,153							G	
14	14	71,475								
11	11	69,948								
9	9	68,123								

3-Nombre de plant/m²

Essai en irrigué 2005/2006

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	17500	63	277,778				
VAR.FACTEUR 1	4500	15	300	1,108	0,37526		
VAR.RESIDUELLE 1	13000	48	270,833			16,457	30,62%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

Groupes homogènes Néant

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Essai en irrigué 2006/2007

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7010,938	63	111,285				
VAR.FACTEUR 1	2035,938	15	135,729	1,31	0,23343		
VAR.RESIDUELLE 1	4975	48	103,646			10,181	30,59%

Comparaisons de moyennes
 TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%
 Groupes homogènes Néant
 TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Essai en pluvial 2005/2006

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10135,94	63	160,888				
VAR.FACTEUR 1	1960,938	15	130,729	0,768	0,70536		
VAR.RESIDUELLE 1	8175	48	170,313			13,05	35,24%

Comparaisons de moyennes
 TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%
 Groupes homogènes Néant

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Essai en pluvial 2005/2006

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4243,75	63	67,361				
VAR.FACTEUR 1	993,75	15	66,25	0,978	0,49144		
VAR.RESIDUELLE 1	3250	48	67,708			8,229	49,68%

Comparaisons de moyennes
 TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%
 Groupes homogènes Néant
 TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

ANNEXE II
PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

II – Paramètres de production

1-Les données sur les dates le nombre le cumul et le rendement moyen de coupes

Campagne 2005/2006

Tableau 1 Essai en irrigué 2005/2006

		Date de coupe							
		16/01/06	19/03	16/04	20/05	17/06	10/07		
Variété	Nom variété	1er coupe	2eme coupe	3ème coupe	4ème coupe	5ème coupe	6ème coupe	cumul des coupes	Rt moy/ Coupe en q/ha
1	Ecotipo siciliano	10,3	27,87	23,48	20,65	19,13	12,4	113,83	18,97
2	Prosementi	4,2	14,89	18,68	16,95	15,45	9,44	79,61	13,27
3	ABT 805	15,77	25,56	19,11	17,29	13,42	7,05	98,20	16,37
4	Ameristand 801 S	21,56	26,48	25,38	23,74	23,59	13,72	134,47	22,41
5	Mamuntanas	17,58	27,34	20,33	19,65	16,75	9,28	110,93	18,49
6	Tamantit	8,71	9,92	14,85	13,52	18,04	10,72	75,76	12,63
7	Sardi 10	15,82	21,52	20,46	18,8	17,52	11,2	105,32	17,55
8	Siriver	13,4	20,85	20	16,6	12,29	6,38	89,52	14,92
9	Africaine	5,51	11,5	12,17	13,72	12,34	6,15	61,39	10,23
10	Gabes-2355	15,25	16,32	14,89	13,33	15,37	10,12	85,28	14,21
11	Magali 1	7,68	20,98	14,48	17,72	15,34	9,16	85,36	14,23
12	Melissa	16,03	21,13	18,63	16,48	14,56	8,45	95,28	15,88
13	Cousouls	11,4	25,77	23,6	19,99	20,19	11,67	112,62	18,77
14	Rich 2	9,25	17,59	13,49	15,39	11,67	6,07	73,46	12,24
15	Erfoud 1	13,95	23,51	23,41	19,2	20,73	12,73	113,53	18,92
16	Demnat 203	11,45	14,03	19,56	13,72	18,12	13,44	90,32	15,05

Tableau 2 Essai en pluvial 2005/2006

		Date de coupe						
		11/03/06	30/04/06	27/05/06	02/07/06			
Variété	Nom variété	1er coupe	2eme coupe	3ème coupe	4ème coupe	cumul des coupes	Rendement moyen/coupe en q/ha	
1	Ecotipo siciliano	14,3	9,44	7,17	4,19	35,10	8,78	
2	Prosementi	9,74	5,64	5,21	2,64	23,23	5,81	
3	ABT 805	21,5	5,24	5,11	2,58	34,43	8,61	
4	Ameristand 801 S	23,11	8,99	8,08	2,74	42,92	10,73	
5	Mamuntanas	24,31	10,11	7,81	4,53	46,76	11,69	
6	Tamantit	9,51	5,1	5,68	2,46	22,75	5,69	
7	Sardi 10	17,38	9,26	6,41	2,45	35,50	8,88	
8	Siriver	18,7	10	6,43	4,07	39,20	9,80	
9	Africaine	11,24	7,19	9,47	3,65	31,55	7,89	
10	Gabes-2355	18,39	5,94	8,96	3,61	36,90	9,23	
11	Magali 1	7,82	5,94	8,06	3,76	25,58	6,40	
12	Melissa	16,65	9,57	9,68	4,05	39,95	9,99	
13	Cousouls	11,4	5,4	4,49	2,47	23,76	5,94	
14	Rich 2	16,58	6,78	5,98	4,16	33,50	8,38	
15	Erfoud 1	14,97	7,73	7,85	4,37	34,92	8,73	
16	Demnat 203	14,58	6,37	7,42	3,03	31,40	7,85	

Tableau 3 Essai en irrigué 2006/2007

		Date de coupe							
		01/01/07	19/03/07	30/04/07	04/06/07	25/06/07	16/07/07		
Variété	Nom variété	1 er coupe	2eme coupe	3ème coupe	4ème coupe	5ème coupe	6ème coupe	cumul des coupes	Rdt moy/ coupe en q/ha
1	Ecotipo siciliano	5,12	15,14	41,97	19,17	12,83	3,27	97,50	16,25
2	Prosementi	5,84	8,48	30,99	16,05	10,49	2,32	74,17	12,36
3	ABT 805	8,81	13,56	40,10	17,10	7,57	2,63	89,76	14,96
4	Ameristand 801 S	13,53	16,93	36,98	22,16	16,39	3,48	109,46	18,24
5	Mamuntanas	9,61	17,42	41,58	18,38	9,62	2,85	99,46	16,58
6	Tamantit	7,78	8,58	25,97	18,72	14,19	2,67	77,91	12,98
7	Sardi 10	8,78	12,67	33,85	19,74	12,48	3,40	90,91	15,15
8	Siriver	8,29	12,07	38,75	18,34	10,16	2,10	89,70	14,95
9	Africaine	5,07	6,84	27,62	14,53	10,94	3,12	68,12	11,35
10	Gabes-2355	9,48	9,54	29,63	16,42	14,59	5,29	84,94	14,16
11	Magali 1	3,84	7,75	32,30	14,44	9,16	2,46	69,95	11,66
12	Melissa	7,39	12,47	31,88	16,65	12,22	3,10	83,71	13,95
13	Cousouls	3,67	11,76	37,07	14,85	9,84	1,46	78,64	13,11
14	Rich 2	5,91	10,64	30,34	13,84	9,17	1,58	71,49	11,91
15	Erfoud 1	9,97	13,28	27,62	23,03	14,03	3,86	91,78	15,30
16	Demnat 203	10,95	9,64	27,74	16,28	14,21	4,85	83,65	13,94

Tableau 4 Essai en pluvial 2006/2007

		Date de coupe							
		03/03/07	14/04/07	14/05/07	11/06/07				
Variété	Nom variété	1 er coupe	2eme coupe	3ème coupe	4ème coupe	cumul des coupes	Rdt moyen/ coupe en q/ha		
1	Ecotipo siciliano	17,22	22,81	6,89	5,02	51,93	12,98		
2	Prosementi	10,75	20,19	5,30	3,06	39,29	9,82		
3	ABT 805	15,21	21,93	5,05	3,13	45,31	11,33		
4	Ameristand 801 S	16,69	18,98	8,11	2,64	46,43	11,61		
5	Mamuntanas	27,12	24,88	7,90	4,33	64,22	16,06		
6	Tamantit	10,15	15,46	5,46	5,10	36,16	9,04		
7	Sardi 10	15,95	20,18	6,38	5,51	48,01	12,00		
8	Siriver	18,70	23,50	6,07	3,08	51,35	12,84		
9	Africaine	13,96	15,71	6,31	6,00	41,98	10,50		
10	Gabes-2355	13,68	16,14	8,87	6,12	44,81	11,20		
11	Magali 1	16,04	20,33	7,75	1,90	46,02	11,51		
12	Melissa	18,06	22,38	9,08	6,35	55,87	13,97		
13	Cousouls	14,59	21,22	4,36	1,67	41,84	10,46		
14	Rich 2	17,55	23,77	6,86	4,36	52,53	13,13		
15	Erfoud 1	17,97	24,44	7,82	5,83	56,06	14,01		
16	Demnat 203	13,07	14,69	7,47	4,10	39,33	9,83		

2- récapitulatif du cumul des coupes et du rendement moyen par coupe en qx/ha C2005/2006 :

Tableau 5 Récapitulatif du cumul des coupes et du rendement moyen de l'essai mené en pluvial et en irrigué des deux campagnes..

Tableau 5-1 Essai en pluvial 2005/2006

variétés	cumul des coupes qx/ha	Rdt moyen/ coupe qx/ha
Ecotipo siciliano	35,1	8,77
Prosementi	23,32	5,80
ABT 805	34,43	8,60
Ameristand 801 S	42,92	10,73
Mamuntanas	46,76	11,69
Tamantit	22,75	5,68
Sardi 10	35,5	8,87
Siriver	39,2	9,80
Africaine	31,55	7,88
Gabes-2355	36,9	9,22
Magali 1	25,58	6,39
Melissa	39,95	9,98
Cousouls	23,76	5,94
Rich 2	33,5	8,37
Erfoud 1	34,92	8,73
Demnat 203	31,4	7,85

Tableau 5-2 Essai en irrigué 2005/2006

variétés	cumul des coupes	Rdt moyen/ coupe qx/ha
Ecotipo siciliano	113,83	18,97
Prosementi	79,61	13,27
ABT 805	98,20	16,37
Ameristand 801 S	134,47	22,41
Mamuntanas	110,93	18,49
Tamantit	75,76	12,63
Sardi 10	105,32	17,55
Siriver	89,52	14,92
Africaine	61,39	10,23
Gabes-2355	85,28	14,21
Magali 1	85,36	14,23
Melissa	95,28	15,88
Cousouls	112,62	18,77
Rich 2	73,46	12,24
Erfoud 1	113,53	18,92
Demnat 203	90,32	15,05

Tableau récapitulatif du cumul des coupes et du rendement moyen par coupe en qx/ha C2006/2007 :

Tableau 5-3 Essai en pluvial 2006/2007

variétés	cumul des coupes qx/ha	Rdt moyen/ coupe qx/ha
Ecotipo siciliano	51,93	12,98
Prosementi	39,29	9,82
ABT 805	45,31	11,33
Ameristand 801 S	46,43	11,61
Mamuntanas	64,22	16,06
Tamantit	36,16	9,04
Sardi 10	48,01	12,00
Siriver	51,35	12,84
Africaine	41,98	10,50
Gabes-2355	44,81	11,20
Magali 1	46,02	11,51
Melissa	55,87	13,97
Cousouls	41,84	10,46
Rich 2	52,53	13,13
Erfoud 1	56,06	14,01
Demnat 203	39,33	9,83

Tableau 5-4 Essai en irrigué 2006/2007

variétés	cumul des coupes qx/ha	Rdt moyen/ coupe qx/ha
Ecotipo siciliano	118,01	97,48
Prosementi	90,85	74,16
ABT 805	110,35	89,76
Ameristand 801 S	135,18	109,45
Mamuntanas	123,89	99,46
Tamantit	99,56	77,90
Sardi 10	116,46	90,91
Siriver	114,75	89,70
Africaine	91,60	68,12
Gabes-2355	114,39	84,94
Magali 1	95,07	69,94
Melissa	112,75	83,70
Cousouls	106,20	78,63
Rich 2	98,98	71,48
Erfoud 1	125,93	91,77
Demnat 203	118,44	83,65

3-Hauteur des plants
Campagne 2005/2006
-Essai en irrigué

Tableau 6 Date de prise des hauteurs 16/01/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	29	30	29	29	29
2	Prosementi	29	29	29	25	28
3	ABT 805	33	26	31	38	32
4	Ameristand 801 S	41	39	37	34	38
5	Mamuntanas	39	36	37	35	37
6	Tamantit	32	34	36	32	34
7	Sardi 10	31	38	38	35	36
8	Sriver	32	34	28	39	33
9	Africaine	31	26	31	30	30
10	Gabes-2355	36	31	34	30	33
11	Magali 1	29	32	30	29	30
12	Melissa	39	36	38	36	37
13	Cousouls	34	29	27	31	30
14	Rich 2	29	31	38	27	31
15	Erfoud 1	35	35	36	37	36
16	Demnat 203	38	31	30	31	33

Tableau7Date de prise des hauteurs 19/03/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	34	35	34	35	35
2	Prosementi	29	29	32	32	31
3	ABT 805	38	32	31	35	34
4	Ameristand 801 S	41	37	37	38	38
5	Mamuntanas	36	34	33	33	34
6	Tamantit	29	28	32	30	30
7	Sardi 10	29	39	33	33	34
8	Sriver	31	33	32	34	33
9	Africaine	31	33	28	32	31
10	Gabes-2355	35	38	39	31	36
11	Magali 1	31	31	32	32	32
12	Melissa	34	34	34	32	34
13	Cousouls	31	32	31	29	31
14	Rich 2	34	31	35	31	33
15	Erfoud 1	34	34	34	40	36
16	Demnat 203	38	37	41	37	38

Tableau 8 Date de prise des hauteurs 16/04/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	34	35	34	35	35
2	Prosementi	29	29	32	32	31
3	ABT 805	38	32	31	35	34
4	Ameristand 801 S	41	37	37	38	38
5	Mamuntanas	36	34	33	33	34
6	Tamantit	29	28	32	30	30
7	Sardi 10	29	39	33	33	34
8	Siriver	31	33	32	34	33
9	Africaine	31	33	28	32	31
10	Gabes-2355	35	38	39	31	36
11	Magali 1	31	31	32	32	32
12	Melissa	34	34	34	32	34
13	Cousouls	31	32	31	29	31
14	Rich 2	34	31	35	31	33
15	Erfoud 1	34	34	34	40	36
16	Demnat 203	38	37	41	37	38

Tableau 9 Date de prise des hauteurs 20/05/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	43	36	50	38	42
2	Prosementi	34	25	46	38	36
3	ABT 805	39	35	33	38	36
4	Ameristand 801 S	47	48	36	40	43
5	Mamuntanas	53	41	29	39	41
6	Tamantit	30	30	31	33	31
7	Sardi 10	24	50	35	40	37
8	Siriver	30	32	35	43	35
9	Africaine	36	30	33	36	34
10	Gabes-2355	35	35	33	36	35
11	Magali 1	46	41	34	37	40
12	Melissa	38	33	38	37	37
13	Cousouls	44	40	29	44	39
14	Rich 2	31	28	37	35	33
15	Erfoud 1	40	38	43	48	42
16	Demnat 203	42	35	43	43	41

Tableau 10 Date de prise des hauteurs 16/06/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	39	30	41	29	35
2	Prosementi	32	21	34	35	31
3	ABT 805	33	29	27	28	29
4	Ameristand 801 S	41	42	27	33	36
5	Mamuntanas	43	32	29	27	33
6	Tamantit	24	27	30	36	29
7	Sardi 10	23	50	35	30	35
8	Siriver	31	26	29	35	30
9	Africaine	29	29	29	29	29
10	Gabes-2355	31	31	30	27	30
11	Magali 1	34	32	25	31	31
12	Melissa	37	27	38	26	32
13	Cousouls	36	36	27	43	36
14	Rich 2	27	24	32	28	28
15	Erfoud 1	36	32	39	40	37
16	Demnat 203	38	34	40	40	38

Tableau 11 Date de prise des hauteurs 08/07/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	33	36	30	28	32
2	Prosementi	24	25	36	28	28
3	ABT 805	29	25	33	28	29
4	Ameristand 801 S	37	38	26	30	33
5	Mamuntanas	33	31	29	39	33
6	Tamantit	25	26	30	31	28
7	Sardi 10	24	30	30	32	29
8	Siriver	30	29	31	33	31
9	Africaine	26	29	31	32	30
10	Gabes-2355	31	32	32	26	30
11	Magali 1	36	31	26	27	30
12	Melissa	28	31	28	27	29
13	Cousouls	34	30	25	34	31
14	Rich 2	26	28	29	30	28
15	Erfoud 1	30	28	33	29	30
16	Demnat 203	32	33	33	30	32

-Essai en pluvial

Tableau 12 Date de prise des hauteurs 11/03/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	14	24	27	25	23
2	Prosementi	23	23	24	24	24
3	ABT 805	26	26	25	25	26
4	Ameristand 801 S	29	29	29	29	29
5	Mamuntanas	27	27	29	25	27
6	Tamantit	28	25	24	27	26
7	Sardi 10	28	26	20	22	24
8	Sriver	26	26	21	25	25
9	Africaine	24	25	27	25	25
10	Gabes-2355	20	26	24	20	23
11	Magali 1	24	23	24	24	24
12	Melissa	20	25	21	26	23
13	Cousouls	23	23	24	26	24
14	Rich 2	27	27	27	28	27
15	Erfoud 1	26	26	29	29	28
16	Demnat 203	23	21	28	28	25

Tableau 13 Date de prise des hauteurs 30/04/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	13	17	21	23	26
2	Prosementi	9	11	13	15	19
3	ABT 805	26	19	19	23	21
4	Ameristand 801 S	29	28	27	36	27
5	Mamuntanas	26	27	28	24	27
6	Tamantit	19	18	16	19	18
7	Sardi 10	24	22	21	33	22
8	Sriver	20	21	27	26	22
9	Africaine	16	20	17	19	18
10	Gabes-2355	28	20	27	28	24
11	Magali 1	10	13	13	14	19
12	Melissa	32	16	26	34	25
13	Cousouls	16	12	17	17	17
14	Rich 2	14	20	21	23	26
15	Erfoud 1	19	20	22	30	27
16	Demnat 203	24	24	22	20	23

Tableau 14 Date de prise des hauteurs 27/05/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	13	17	21	23	26
2	Prosementi	9	11	13	15	19
3	ABT 805	26	19	19	23	21
4	Ameristand 801 S	29	28	27	36	27
5	Mamuntanas	26	27	28	24	27
6	Tamantit	19	18	16	19	18
7	Sardi 10	24	22	21	33	22
8	Siriver	20	21	27	26	22
9	Africaine	16	20	17	19	18
10	Gabes-2355	28	20	27	28	24
11	Magali 1	10	13	13	14	19
12	Melissa	32	16	26	34	25
13	Cousouls	16	12	17	17	17
14	Rich 2	14	20	21	23	26
15	Erfoud 1	19	20	22	30	27
16	Demnat 203	24	24	22	20	23

Tableau 15 Date de prise des hauteurs 01/07/2006

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	29	26	31	23	26
2	Prosementi	24	30	24	29	20
3	ABT 805	26	24	23	27	18
4	Ameristand 801 S	27	25	26	23	21
5	Mamuntanas	29	29	28	28	26
6	Tamantit	23	16	20	19	18
7	Sardi 10	26	17	25	25	17
8	Siriver	24	27	28	20	17
9	Africaine	28	18	28	24	22
10	Gabes-2355	26	20	24	23	21
11	Magali 1	25	31	26	23	25
12	Melissa	29	20	28	24	22
13	Cousouls	27	19	26	25	22
14	Rich 2	28	27	24	25	24
15	Erfoud 1	26	26	23	26	23
16	Demnat 203	29	27	25	20	23

Hauteur des plants
Campagne 2006/2007
-Essai en irrigué

Tableau 16 Date de prise des hauteurs 20/01/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	15	19	14	23	18
2	Prosementi	16	16	22	16	18
3	ABT 805	19	14	16	28	19
4	Ameristand 801 S	26	35	23	31	29
5	Mamuntanas	25	26	21	21	23
6	Tamantit	16	24	22	22	21
7	Sardi 10	16	24	27	25	23
8	Sriver	18	24	16	29	22
9	Africaine	14	17	17	18	17
10	Gabes-2355	19	22	22	23	22
11	Magali 1	15	20	16	20	18
12	Melissa	26	21	26	25	25
13	Cousouls	16	19	15	22	18
14	Rich 2	19	15	28	21	21
15	Erfoud 1	20	21	27	28	24
16	Demnat 203	22	19	22	24	22

Tableau 17 Date de prise des hauteurs 19/03/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	38	37	39	36	39
2	Prosementi	26	31	34	29	39
3	ABT 805	40	34	37	39	40
4	Ameristand 801 S	44	39	38	46	43
5	Mamuntanas	43	39	37	45	43
6	Tamantit	28	31	35	36	35
7	Sardi 10	37	38	38	42	40
8	Sriver	35	40	40	38	40
9	Africaine	30	29	34	32	40
10	Gabes-2355	37	38	38	37	40
11	Magali 1	38	29	27	30	36
12	Melissa	36	39	43	38	41
13	Cousouls	31	32	31	30	35
14	Rich 2	28	34	39	34	37
15	Erfoud 1	41	43	37	41	42
16	Demnat 203	36	35	40	38	39

Tableau 18 Date de prise des hauteurs 29/04/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	62	60	56	66	66
2	Prosementi	62	62	60	60	66
3	ABT 805	57	65	53	65	66
4	Ameristand 801 S	63	69	69	65	68
5	Mamuntanas	70	64	62	67	66
6	Tamantit	54	51	56	58	59
7	Sardi 10	54	56	67	71	66
8	Siriver	64	61	56	62	65
9	Africaine	63	52	57	54	65
10	Gabes-2355	53	51	57	56	65
11	Magali 1	66	63	60	52	64
12	Melissa	64	68	64	59	66
13	Cousouls	63	63	57	62	62
14	Rich 2	53	59	55	62	65
15	Erfoud 1	67	67	65	66	68
16	Demnat 203	63	56	70	61	66

Tableau 19 Date de prise des hauteurs 03/06/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	60	46	39	41	46
2	Prosementi	54	42	39	36	44
3	ABT 805	41	36	42	36	45
4	Ameristand 801 S	45	42	45	52	48
5	Mamuntanas	52	46	34	45	47
6	Tamantit	38	39	42	44	43
7	Sardi 10	44	41	47	35	43
8	Siriver	47	51	47	39	44
9	Africaine	42	35	40	50	45
10	Gabes-2355	46	39	44	38	45
11	Magali 1	61	36	43	35	44
12	Melissa	42	42	42	43	47
13	Cousouls	46	39	36	40	43
14	Rich 2	43	37	42	38	46
15	Erfoud 1	61	42	46	39	47
16	Demnat 203	56	34	50	48	46

Tableau 20 Date de prise des hauteurs 25/06/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	38	37	35	44	38
2	Prosementi	37	32	36	31	36
3	ABT 805	31	34	32	35	38
4	Ameristand 801 S	39	37	32	34	38
5	Mamuntanas	33	30	34	33	37
6	Tamantit	31	32	36	35	34
7	Sardi 10	33	36	34	32	36
8	Siriver	32	29	31	28	35
9	Africaine	42	33	40	36	38
10	Gabes-2355	39	34	36	37	38
11	Magali 1	37	28	34	36	35
12	Melissa	37	33	33	33	37
13	Cousouls	34	29	33	39	35
14	Rich 2	28	34	36	26	36
15	Erfoud 1	32	36	33	36	36
16	Demnat 203	42	38	36	38	33

Tableau 21 Date de prise des hauteurs 15/07/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	31	19	17	16	21
2	Prosementi	17	22	22	15	20
3	ABT 805	24	18	21	20	21
4	Ameristand 801 S	20	26	18	20	23
5	Mamuntanas	24	20	20	18	22
6	Tamantit	17	18	16	20	19
7	Sardi 10	19	20	23	19	20
8	Siriver	19	20	20	19	21
9	Africaine	22	22	24	21	22
10	Gabes-2355	24	21	21	21	22
11	Magali 1	25	16	21	16	21
12	Melissa	24	26	23	22	24
13	Cousouls	16	17	18	15	20
14	Rich 2	24	18	22	18	21
15	Erfoud 1	27	18	21	18	22
16	Demnat 203	27	23	26	26	26

-Essai en pluvial

Tableau 22 Date de prise des hauteurs 26/02/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M	
1	Ecotipo siciliano	31	28	34	36	39	31
2	Prosementi	30	28	33	33	41	30
3	ABT 805	38	38	35	37	41	38
4	Ameristand 801 S	40	38	37	46	45	40
5	Mamuntanas	40	39	38	40	42	40
6	Tamantit	37	34	32	32	38	37
7	Sardi 10	42	39	40	42	46	42
8	Sriver	37	32	39	39	42	37
9	Africaine	34	37	35	35	39	34
10	Gabes-2355	29	28	35	34	39	29
11	Magali 1	30	33	32	35	35	30
12	Melissa	41	38	40	37	40	41
13	Cousouls	28	30	33	29	36	28
14	Rich 2	34	38	30	38	37	34
15	Erfoud 1	31	35	36	36	45	31
16	Demnat 203	39	37	32	32	38	39

Tableau 23 Date de prise des hauteurs 15/05/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M	
1	Ecotipo siciliano	44	48	53	57	56	
2	Prosementi	49	46	50	45	51	
3	ABT 805	47	48	50	64	53	
4	Ameristand 801 S	53	51	58	56	58	
5	Mamuntanas	46	39	43	43	56	
6	Tamantit	54	51	62	56	53	
7	Sardi 10	50	54	57	50	55	
8	Sriver	52	42	55	44	52	
9	Africaine	50	43	51	45	52	
10	Gabes-2355	45	51	50	54	54	
11	Magali 1	51	50	56	61	56	
12	Melissa	49	51	43	49	52	
13	Cousouls	47	51	55	60	55	
14	Rich 2	61	54	57	60	60	
15	Erfoud 1	55	52	48	44	54	
16	Demnat 203	63	56	70	61	58	

Tableau 24 Date de prise des hauteurs 11/06/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	38	39	40	36	38
2	Prosementi	24	36	28	26	38
3	ABT 805	19	26	28	20	36
4	Ameristand 801 S	21	30	20	38	39
5	Mamuntanas	23	26	26	25	38
6	Tamantit	22	30	18	23	32
7	Sardi 10	29	32	27	27	41
8	Siriver	19	27	30	25	35
9	Africaine	23	27	26	33	36
10	Gabes-2355	33	25	24	26	34
11	Magali 1	20	26	26	23	34
12	Melissa	28	37	26	27	37
13	Cousouls	25	30	23	18	35
14	Rich 2	33	33	25	24	34
15	Erfoud 1	35	40	19	26	39
16	Demnat 203	23	29	22	25	38

Tableau 25 Date de prise des hauteurs 16/07/2007

Variété	Nom variété	B1	B2	B3	B4	M
1	Ecotipo siciliano	24	23	24	21	23
2	Prosementi	18	22	22	16	22
3	ABT 805	23	21	20	20	22
4	Ameristand 801 S	22	25	21	20	26
5	Mamuntanas	23	20	20	17	24
6	Tamantit	16	16	17	18	21
7	Sardi 10	18	19	21	18	26
8	Siriver	18	18	19	18	23
9	Africaine	20	20	20	21	21
10	Gabes-2355	20	21	22	21	21
11	Magali 1	21	18	16	19	23
12	Melissa	22	23	23	22	23
13	Cousouls	18	19	21	18	22
14	Rich 2	21	22	21	20	21
15	Erfoud 1	22	23	21	18	30
16	Demnat 203	23	21	20	22	22

4-Nombre de plant/m²

Essai en irrigué

Tableau 26 Date de prise du nombre de plant 19/07/2006

2005/2006

cultivars	Nom variété	B1	B2	B3	B4	Moyenne
1	Ecotipo siciliano	60	60	80	90	72,5
2	Prosementi	70	10	60	70	52,5
3	ABT 805	40	60	60	60	55
4	Ameristand 801 S	70	70	60	70	67,5
5	Mamuntanas	70	70	40	60	60
6	Tamantit	50	60	40	60	52,5
7	Sardi 10	20	70	60	60	52,5
8	Siriver	30	30	40	70	42,5
9	Africaine	30	40	40	50	40
10	Gabes-2355	70	30	40	60	50
11	Magali 1	30	50	80	70	57,5
12	Melissa	70	50	80	70	67,5
13	Cousouls	60	60	40	60	42,5
14	Rich 2	40	10	60	60	50
15	Erfoud 1	30	50	60	60	50
16	Demnat 203	50	40	70	40	50

Tableau 27 Date de prise du nombre de plant 13/08/2006

2006/2007

cultivars	Nom variété	B1	B2	B3	B4	moyenne
1	Ecotipo siciliano	50	40	30	30	37,5
2	Prosementi	30	40	20	10	25
3	ABT 805	40	40	40	40	40
4	Ameristand 801 S	30	40	50	50	37,5
5	Mamuntanas	30	40	40	40	37,5
6	Tamantit	20	30	40	20	27,5
7	Sardi 10	50	40	10	40	35
8	Siriver	20	30	50	30	32,5
9	Africaine	30	10	30	20	22,5
10	Gabes-2355	40	30	20	20	27,5
11	Magali 1	40	30	10	30	27,5
12	Melissa	40	40	40	30	37,5
13	Cousouls	30	40	30	30	32,5
14	Rich 2	50	40	10	30	32,5
15	Erfoud 1	40	30	40	40	37,5
16	Demnat 203	40	40	40	30	37,5

Essai en pluvial

Tableau 28 Date de prise du nombre de plant 19/07/2006

2005/2006

cultivars	Nom variété	B1	B2	B3	B4	moyenne
1	Ecotipo siciliano	50	60	60	30	50
2	Prosementi	40	10	40	50	35
3	ABT 805	40	30	30	40	35
4	Ameristand 801 S	50	30	30	20	32.5
5	Mamuntanas	50	40	50	50	47.5
6	Tamantit	20	20	50	30	30
7	Sardi 10	30	30	60	10	32.5
8	Siriver	30	30	30	50	35
9	Africaine	30	50	30	20	32.5
10	Gabes-2355	30	70	30	50	45
11	Magali 1	40	30	40	40	37.5
12	Melissa	40	20	50	40	37.5
13	Cousouls	40	40	50	20	37.5
14	Rich 2	40	20	50	40	37.5
15	Erfoud 1	40	20	40	40	35
16	Demnat 203	30	50	20	30	32.5

2006/2007

Tableau 29 Date de prise du nombre de plant 13/08/2006

cultivars	Nom variété	B1	B2	B3	B4	moyenne
1	Ecotipo siciliano	10	40	20	20	22,5
2	Prosementi	20	10	20	10	15
3	ABT 805	10	10	10	40	17,5
4	Ameristand 801 S	10	20	10	10	12,5
5	Mamuntanas	30	20	20	20	22,5
6	Tamantit	10	10	10	10	10
7	Sardi 10	10	20	10	10	12,5
8	Siriver	10	10	40	10	17,5
9	Africaine	10	30	10	10	15
10	Gabes-2355	10	10	20	30	17,5
11	Magali 1	20	30	20	20	22,5
12	Melissa	20	20	10	30	20
13	Cousouls	20	10	20	20	17,5
14	Rich 2	10	10	20	20	15
15	Erfoud 1	20	20	20	10	17,5
16	Demnat 203	10	10	10	10	10

5- Le nombre de jours entre chaque floraison.

Tableau 30 Essai en irrigué 2005/2006

Variété	Nom variété	1rcoupe 1/01/06	Date de floraison 1/03/06	Date de floraison 16/04/06	Date de floraison 20/05/06	Date de floraison 17/06/06	Date de floraison 10/07/06
			19+12(31j)	16+14(30j)	20+11 (31j)	17+13 (30j)	13+10 (23j)
1	Ecotipo siciliano		43	35	29	27	22
2	Prosementi		44	36	30	28	23
3	ABT 805		43	34	29	27	22
4	Ameristand 801 S		41	33	27	25	21
5	Mamuntanas		44	36	30	28	23
6	Tamantit		38	31	25	23	20
7	Sardi 10		42	33	28	26	22
8	Siriver		43	34	29	27	22
9	Africaine		40	32	26	24	21
10	Gabes-2355		38	31	25	23	20
11	Magali 1		44	36	30	28	23
12	Melissa		42	33	28	26	22
13	Cousouls		44	36	30	28	23
14	Rich 2		43	34	29	27	22
15	Erfoud 1		42	33	28	26	22
16	Demnat 203		40	32	26	24	21

Tableau 31 Essai en pluvial 2005/2006

Variété	Nom variété	1r coupe 01/03/06	Nombre jours entre 1ère floraison et 2ème coupe 15/04/06	Nombre jours entre 2ème floraison et 3ème coupe 15/05/06	Nombre jours entre et 3ème floraison 4ème coupe 03/06/2006
1	Ecotipo siciliano		44	29	17
2	Prosementi		45	30	18
3	ABT 805		44	29	17
4	Ameristand 801 S		43	28	16
5	Mamuntanas		45	30	18
6	Tamantit		41	25	14
7	Sardi 10		43	28	16
8	Siriver		44	29	17
9	Africaine		42	27	15
10	Gabes-2355		42	27	15
11	Magali 1		45	30	18
12	Melissa		43	28	16
13	Cousouls		45	30	18
14	Rich 2		44	29	17
15	Erfoud 1		43	28	16
16	Demnat 203		42	27	15

6- Récapitulatif des données de l'échantillonnage du sol pour le calcul de l'humidité, la C.E_{ed} et le pH

Tableau 32 Essai en pluvial

Année/mois	prof	H%	pH	CE	Année/mois	prof	H%	pH	CE
19 septembre2005	0-20 20-40	9.30 13.09	8.20 8.27	0.4 0.53	17 septembre2006	0-20 20-40	5.29 8.27	8.07 8.17	1.48 0.90
16 octobre2005	0-20 20-40	13.61 10.94	8.49 8.45	0.58 0.93	09 octobre2006	0-20 20-40	26.61 22.71	8.38 8.11	0.62 1.65
15 novembre 2005	0-20 20-40	22.86 10.10	8.31 8.44	1.15 0.80	19 novembre 2006	0-20 20-40	6.68 5.52	8.62 8.41	0.77 2.16
16 décembre2005	0-20 20-40	25.85 22.25	8.83 8.49	0.62 1.25	19 décembre2006	0-20 20-40	21.84 17.93	8.73 8.50	1.35 3.09
08 janvier2006	0-20 20-40	20.86 20.46	8.88 8.38	0.86 2.37	14 janvier2007	0-20 20-40	18.44 15.80	8.85 8.73	0.46 0.58
15 février2006	0-20 20-40	20.08 21.57	8.86 8.37	0.56 1.50	23 février2007	0-20 20-40	26.61 22.71	8.59 8.45	0.67 1.28
07 mars2006	0-20 20-40	19.19 22.06	8.90 8.67	0.89 0.93	18 mars 2007	0-20 20-40	19.23 20.78	8.50 8.47	0.67 1.56
22 avril2006	0-20 20-40	13.15 15.99	8.56 8.44	0.50 0.50	14 avril 2007	0-20 20-40	28.02 23.81	8.38 8.14	0.47 0.76
08 mai 2006	0-20 20-40	18.63 18.52	8.49 8.54	0.37 0.35	10 mai 2007	0-20 20-40	14.18 18.67	8.43 8.38	0.62 1.14
26 juin 2006	0-20 20-40	7.17 7.70	8.16 8.15	0.73 0.82	20 juin 2007	0-20 20-40	9.08 9.56	8.31 8.41	0.48 0.32
09 juillet 2006	0-20 20-40	5.71 11.34	8.53 8.50	0.38 0.34	17 juillet 2007	0-20 20-40	5.12 6.99	8.37 8.18	1.25 0.31
21 Aout 2006	0-20 20-40	4.93 5.42	8.20 8.20	1.75 1.74	27 Aout 2007	0-20 20-40	4.66 4.57	8.33 8.21	1.36 0.35
					17 septembre2007	0-20 20-40	6.86 9.13	8.24 8.29	0.88 0.76

Tableau 33 Essai en irrigué

Année/mois	prof	H%	pH	CE	Année/mois	prof	H%	pH	CE
19 septembre2005	0-20	13.76	8.15	1.71	17 septembre2006	0-20	9.78	8.23	1.97
	20-40	16.10	8.13	1.98		20-40	10.63	8.19	1.79
16 octobre2005	0-20	15.17	8.13	1.60	09 octobre2006	0-20	25.84	8.09	1.93
	20-40	11.12	8.28	1.55		20-40	22.69	8.48	0.59
15 novembre 2005	0-20	27.53	8.84	0.87	19 novembre 2006	0-20	27.11	8.45	2.58
	20-40	21.28	8.26	2.31		20-40	19.40	8.47	0.92
16 décembre2005	0-20	27.02	9.06	0.61	19 décembre2006	0-20	23.49	8.97	2.06
	20-40	23.00	8.46	1.56		20-40	20.18	8.70	1.33
08 janvier2006	0-20	23.24	8.99	0.27	14 janvier2007	0-20	21.10	9.08	1.08
	20-40	22.49	8.43	1.37		20-40	21.48	8.52	2.63
15 février2006	0-20	21.46	8.79	1.30	23 février2007	0-20	25.84	8.90	0.83
	20-40	21.39	8.40	2.12		20-40	22.69	8.40	2.01
07 mars2006	0-20	20.34	8.65	0.68	18 mars2007	0-20	23.10	8.80	1.23
	20-40	21.03	8.40	1.27		20-40	21.75	8.46	3.13
22 avril2006	0-20	22.19	8.48	0.50	14 avril2007	0-20	28.63	8.41	1.02
	20-40	20.14	8.21	1.53		20-40	22.86	7.94	2.31
08 mai 2006	0-20	24.28	8.67	1.12	14 mai 2007	0-20	13.89	8.75	0.84
	20-40	19.39	8.45	1.39		20-40	14.03	8.30	1.99
17 juin2006	0-20	13.86	8.26	1.63	20 juin2007	0-20	15.30	8.45	1.21
	20-40	15.75	8.05	1.41		20-40	15.54	8.36	1.32
09 juillet 2006	0-20	15.06	8.70	1.15	17 juillet 2007	0-20	13.28	8.42	1.39
	20-40	15.35	8.40	1.18		20-40	14.00	8.06	1.76
21 Aout 2006	0-20	05.74	8.18	2.85	27 aout 2007	0-20	23.80	8.38	1.31
	20-40	09.34	8.14	1.80		20-40	13.54	8.05	1.72
					17 septembre2007	0-20	7.62	8.31	1.70
						20-40	9.98	8.31	1.41

7-Variation du niveau de la nappe dans la parcelle d'expérimentation

Tableau 34 variation du niveau de la nappe

Année/mois	Niveau de la nappe	Année/mois	Niveau de la nappe
11 septembre2005	2.50	12 septembre2006	3.12
16 octobre2005	2.60	21 octobre2006	3.04
16 novembre 2005	2.68	12 novembre 2006	2.80
20 décembre2005	2.58	13 décembre2006	2.70
15 janvier2006	2.72	22 janvier2007	3.11
13 février2006	2.71	24 février2007	3.04
25mars2006	2.69	27 mars2007	3.00
26 avril2006	2.79	24avril2007	2.80
15 mai 2006	2.88	28 mai 2007	3.03
13 juin2006	2.90	26 juin2007	3.18
12 juillet 2006	2.92	28 juillet 2007	3.05
26 Aout 2006	2.97	25 Aout 2007	3.04

8-Nombre de ramification

Essai en irrigué 2005/2006

Nom variété	B1	B2	B3	B4	moy
Ecotipo siciliano	5	8	7	8	7
Prosementi	5	7	7	7	6,5
ABT 805	6	7	6	8	6,25
Ameristand 801 S	6	8	7	8	7,25
Mamuntanas	5	7	9	8	7,25
Tamantit	5	6	8	9	7
Sardi 10	7	6	8	7	7
Siriver	5	6	6	9	6,5
Africaine	5	7	6	8	6,5
Gabes-2355	7	6	7	7	6,25
Magali 1	7	6	7	7	6,25
Melissa	6	6	7	9	7
Cousouls	5	7	9	8	7,25
Rich 2	5	7	8	8	7
Erfoud 1	5	6	7	6	6
Demnat 203	7	7	8	7	7,25

Essai en pluvial 2005/2006

Nom variété	B1	B2	B3	B4	moy
Ecotipo siciliano	5	7	5	6	5,75
Prosementi	5	5	5	6	5,25
ABT 805	5	6	5	7	5,75
Ameristand 801 S	5	6	6	7	6
Mamuntanas	6	7	5	6	6
Tamantit	3	5	5	6	4,5
Sardi 10	5	7	6	6	6
Sriver	5	7	6	7	6,25
Africaine	6	6	6	6	6
Gabes-2355	5	7	6	6	6
Magali 1	5	6	5	6	5,5
Melissa	6	7	5	6	6
Cousouls	5	7	5	6	6
Rich 2	5	6	6	6	5,75
Erfoud 1	5	6	6	6	5,75
Demnat 203	5	7	6	6	6

ANNEXE III
QUELQUES PHOTOS DE
L'EXPERIMENTATION

III- Quelques photos de l'expérimentation



Luzerne au stade levée

Distance entre lignes 20 centimètres

Vue générale de l'essai



Etat de la culture en hiver



Etat de la culture en été



Comptage du nombre de plant par mètre carré



La période de récolte





Récolte et mis en sachet de la récolte pour pesage





Régénération des plants après la 5eme année



Longueur des racines



Pesage de la matière fraîche au niveau du laboratoire



La mise en étuve des échantillons et pesage de la matière sèche



Abstract:

In Algeria, the area devoted to forage crops and in particular alfalfa (*Medicago sativa* L.) remains fairly limited. Some obstacles disrupt the development of this crop, especially in irrigated areas. The experimental field study was carried out to highlight adaptation to drought and to the salinity of the soil in the Mediterranean area by assessing the dry matter yield of sixteen (16) alfalfa cultivars of different origins: Algeria, Australia, France, Italy, Morocco, Tunisia and the United States. This study was carried out at the experimentation station of Hmadna (INRAA) in the lower plain of Chélif over two seasons 2005/2006 and 2006/2007. The trials were conducted on saline soil under two regimes, one in rainfed and one in irrigated. Assessments of these cultivars included dry matter yield, plant height, and stand density.

Results from both trials showed encouraging dry matter production of some cultivars such as Ameristand 801S. As they highlight; The low production of the local cultivar Tamantit; A drop in the number of plants per square meter from one year to the next and an average height of plants that differs from one cultivar to another. The number of crops per season was between 4 and 6. It should also be noted that some cultivars are suitable for the production of dry matter at the level of saline soils under the two water regimes applied in the region of the lower Chelif-Hmadna.

Keywords: alfalfa, cultivar, dry matter yield, plant height, stand density

ملخص

في الجزائر المساحة المخصصة للمحاصيل العلفية و بالتحديد محصول الفصة محدودة، بعض الحواجز تعيق تطور هذا المحصول خصوصا في المحيطات المسقية.

التجربة التي أجريت كان الهدف منها معرفة مدى ملائمة النبات للجفاف و ملوحة التربة في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط بواسطة تقييم مردود 16 صنف من الفصة مختلفة المنشأ (الجزائر، أستراليا، فرنسا، إيطاليا، المغرب، تونس و الولايات المتحدة الأمريكية) هذه التجربة أجريت على مستوى محطة البحث بالحمادنة والتابعة للمعهد الوطني الزراعي المتواجدة بسهل الشلف الأسفل، على مدى موسمين 2006/2005 و 2007/2006 . التجربة أجريت على تربة مالحة و تحت نظامين من الري واحد منها مسقي بمياه الأمطار فقط و الاخر معتمد على الريتقييم الأصناف إعتد على مردود المادة الجافة، طول النبات وكثافة النباتات .

النتائج المحصل عليها في الموسمين تظهر مردود مشجع في المادة الجافة لبعض الأصناف مثل أمر سترون 8015 و ضعف الصنف المحلي تمنطيط، وهبوط في عدد النباتات بالمتر المربع من سنة لأخرى و عدد الحشات الذي يتراوح ما بين 4 – 6 حشات بالموسم. و نلاحظ أيضا أن بعض الأصناف تصلح لإنتاج المادة الجافة على مستوى الأراضي المالحة بسهل الشلف الأسفل و تحت نظامي الري المطبقين.

كلمات المفتاح / - الفصة - الصنف - المردود (المادة الجافة) - طول النبات - كثافة الزراعة.

Résumé :

En Algérie, la surface consacrée aux cultures fourragères et en particulier à la luzerne (*Medicago sativa* L.) demeure assez limitée. Certains obstacles entravent le développement de cette culture, surtout dans les périmètres irrigués. L'étude expérimentale menée sur le terrain a été réalisée pour mettre en évidence l'adaptation à la sécheresse et à la salinité du sol en zone méditerranéenne par l'évaluation de rendement en matière sèche de seize (16) cultivars de luzerne d'origines différentes : Algérie, Australie, France, Italie, Maroc, Tunisie et États-Unis. Cette étude a été réalisée à la station de recherche et d'expérimentation INRAA Hmadna en basse plaine du Chélif sur deux campagnes agricoles 2005/2006 et 2006/2007. Les essais ont été menés sur un sol salin sous deux régimes, l'un en pluvial et l'autre en irrigué. L'évaluation de ces cultivars a porté sur le rendement en matière sèche, la hauteur de la plante et la densité du peuplement.

Les résultats obtenus durant les deux campagnes montrent une production encourageante de matière sèche de certains cultivars comme Ameristand 801S. Comme ils mettent en évidence la faible production du cultivar local Tamantit, une chute dans le nombre de plantes par mètre carré d'une année à l'autre et une hauteur moyenne des plantes qui diffèrent d'un cultivar à l'autre. Le nombre de récoltes par campagne était entre 4 et 6. Il est à noter aussi que certains cultivars conviennent pour la production de matière sèche au niveau des sols salés sous les deux régimes d'eau appliqués dans la région du bas Chélif.

Mots-clés : luzerne, cultivar, rendement en matière sèche, hauteur du plant, densité de peuplement