

**INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL-HARRACH**  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE EN SCIENCES AGRONOMIQUES  
Option : SCIENCES ET TECHNIQUES DE PRODUCTIONS VEGETALES

***VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES  
FOURRAGERES :***  
**CAS DES LUZERNES (GENRE MEDICAGO)**

Présentée par :

**ALANE FARIDA**

Directeur de thèse : Mr A. ABDELGUERFI. M/C

Codirecteur de thèse : Mr H. YAKHLEF. M/C

ANNEE UNIVERSITAIRE 2006/2007

Jury : Présidente : Mme R. CHABACA. M/C Examineurs : Mme F.H. LONGO HAMMOUDA. CC Mr  
S. TRIKI. M/C



# Table des matières

Remerciements . .	5
Résumé : . .	6
Summary: . .	7
ص خ لم : . .	8
Introduction . .	9
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE . .</b>	<b>11</b>
1. Classification taxonomique : . .	11
2. Origine évolution et aire de répartition . .	11
3. La valeur alimentaire . .	12
3.1. Définitions . .	12
3.2. La composition chimique de l'herbe . .	13
4. Facteurs de variation de la composition chimique . .	17
4.1. Facteurs de variation liés à la plante : . .	17
4.2. Facteurs de variation de la valeur nutritive liés à l'environnement . .	19
5. Techniques agronomiques . .	21
5.1. La dose de semis : . .	21
5.2. Mode d'exploitation et de conservation . .	22
6. Facteurs de variation de la valeur nutritive liés à l'animal . .	23
7. Facteurs antinutritionnels . .	24
8. La digestibilité . .	24
Conclusion bibliographique . .	25
<b>PARTIE EXPERIMENTALE : MATERIEL ET METHODES . .</b>	<b>28</b>
1. Cadre d'étude . .	28
1.1. Présentation du site . .	28
<b>2-MATERIEL ET METHODES : . .</b>	<b>31</b>
2.1. Matériel végétal . .	31
2.2. Description des espèces . .	32
3. Les caractères notés . .	34
3.1. Caractères phénologiques . .	35
3.2. Caractères agronomiques . .	35
4. Les analyses au laboratoire . .	36
4.1. Les méthodes d'analyse . .	36
5- Expression de la valeur nutritive . .	37
5.1. La valeur énergétique . .	38
5.2. Les valeurs azotées . .	38
6. Traitements statistiques . .	39
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION . .</b>	<b>41</b>
1. Caractères agronomiques . .	41
1.1. Les rendements en matière verte . .	41
1.2. Les rendements en matière sèche . .	41

<b>2. Caractères biométriques . . .</b>	<b>42</b>
2.1. Largeur ou hauteur des populations . . .	42
2.2. Gousses . . .	42
<b>3. Caractère phénologique : ouverture de la première fleur . . .</b>	<b>43</b>
<b>4. L'analyse fourragère . . .</b>	<b>45</b>
4.1. La prise d'essai et mesure de la matière sèche (MS2) . . .	45
4.2. Les matières grasses . . .	45
4.3. Les matières azotées totale . . .	46
4.4. La teneur en matières minérales . . .	46
4.5. La cellulose brute (CB1) . . .	46
4.6. Neutral detergent fiber (NDF) . . .	47
4.7. Acid detergent fiber (ADF) . . .	49
4.8. L'Hémicellulose . . .	49
4.9. La cellulose brute (CB2) . . .	49
4.10. La Lignine . . .	50
<b>5. La régression linéaire des paramètres chez 42 populations . . .</b>	<b>51</b>
<b>6. Comparaison des moyennes par espèce . . .</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion . . .</b>	<b>53</b>
<b>7. La valeur nutritive . . .</b>	<b>54</b>
7.1. La matière organique (MO%) . . .	54
7.2. Digesibilité de la matière organique (dMO) . . .	55
7.3. La composition azotée . . .	55
7.4. La valeur énergétique . . .	56
<b>Conclusion . . .</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSION GENERALE . . .</b>	<b>59</b>
<b>Référence bibliographiques . . .</b>	<b>61</b>
<b>Annexes . . .</b>	<b>67</b>
ANNEXE I : . . .	67
ANNEXE II : . . .	69
Annexe III : . . .	69
ANNEXE IV : . . .	70
ANNEXE V : . . .	73
ANNEXE VI : . . .	87
Annexe du tableau8 . . .	94

## Remerciements

Je remercie avant tous Allah de m'avoir donné le succès, et la volonté pour faire ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mon promoteur A. ABDELGUERFI pour avoir ACCEPTER de m'encadré.

Ma profonde reconnaissance vont à Mr.H.YAKhLEF , pour m'avoir permis de travailler au laboratoire de ZOOTECHNIE. et de m'encadré

Mes sincères remerciements vont à Mdm .R.CHABAKA qui a bien voulu présider le jury.

Mes remerciements sont adressés à Mr. S.TRIKI , Mdm.F.H .LONGO, d'avoir accepter d'examiner ce travail et d'apporter leurs critiques.

Je tiens à remercier les enseignants du département de ZOOTECHNIE et de PHYTOTECHNIE qui m'ont dirigée durant mes quatre années.

Je remercie également Mr. H.KACI enseignant en Economie, Salem enseignant en Hydraulique qui mont consacré des séances pour m'aider à réaliser les analyses statistiques.

Je remercie Nassim.B., Belaid .T anciens étudiants du département de ZOOTECHNIE et de PHYTOTECHNIE de leurs aide durant toute la période de ce travail.

J'exprime ma plus profonde gratitude à mes meilleurs amis OUAHIBA, NACERA, HAFIDA, HABIBA, NADIA pour leur soutien moral et à FAIZA, FOUZIA, NAOUAL LILIA pour leurs aide au champs lors du semis et la récolte.

## Résumé :

mots clés : population, valeur nutritive, Medicago

L'Algérie qui est caractérisée par une grande diversité de climats et de milieux, connaît un déficit énorme en protéine. Ceci est dû à une mauvaise alimentation du cheptel en quantité et en qualité. Les légumineuses du genre *Medicago* peuvent jouer un rôle énorme dans l'intensification et la diversification de la ration animale. En effet, les 39 populations de luzernes annuelles étudiées, au stade début floraison (DF), offrent des rendements en vert et en sec intéressants (5138,15 g/m<sup>2</sup>) et (606,94 g/m<sup>2</sup>) supérieurs à la production des espèces introduites (*M. granadensis*, *M. muricoleptis*) qui donnent une moyenne de 3007,11 g/m<sup>2</sup>MV et 349,07 g/m<sup>2</sup>MS. Les trois populations pérennes (El Méniaa, Tamentit, Tamacine) assurent une quantité de 1155,82 g/m<sup>2</sup>(MV) et 226,92 g/m<sup>2</sup>(MS). Le taux moyen de matière sèche des 7 espèces étudiées varie entre 12,73% (*M. intertexta*) et 14,96% (*M. polymorpha*) les populations pérennes atteignent 20,81% avec des taux d'humidités de 87,28, 85,03, 51,12% respectivement pour El Méniaa, Tamentit et Tamacine. Les caractères biométriques largeurs des ramifications et production des gousses font distinguer les populations de *M. intertexta* parmi les espèces annuelles avec 35,11 cm et 4,91 kg/m<sup>2</sup> (r=0,47\*\*) et arrivent au stade DF le 101<sup>ième</sup> jour. Les pérennes offrent une moyenne de 25,91 cm et un rendement négligeable. L'analyse de la variance de la composition chimique des populations (MAT, CB1, MM, ADF, NDF, CB2, Hc, Ln) montre une haute à très haute différence significative. Les valeurs nutritives (PDIA, MAD, UF, UFL, UFV) des 42 populations sont très proches avec une légère distinction des *M. ciliaris* et faible digestibilité.

---

## Summary:

Keys words: population, food value, Medicago

Algeria which is characterized by a great diversity of climates and mediums, knows an enormous protein deficit. This is due to a bad food of the livestock in quantity and quality. The leguminous plants of the *Medicago* generacan play an enormous role in the intensification and the diversification of the animal ration. Indeed the 39 populations of annual medics at the stage beginning flowering (BF) offer an interesting production in green and dryness (5138,15 g/m<sup>2</sup>) and (606,94 g/m<sup>2</sup>) higher than the production of the introduced species (*M. granadensis*, *M. muricoleptis*) which give an average of 3007,11 g/m<sup>2</sup>GM and 349,07 g/m<sup>2</sup>DM. The three perennial populations (El ménia, Tamentit, Tamacine) generate a quantity of 1155,82 g/m<sup>2</sup>(GM) and 226,92 g/m<sup>2</sup>(DM). The dry matter average rate of the 7 studied species varies between 12,73 % (*M. intertexta*) and 14,96 % (*M. polymorpha*) the perennial populations reach 20,81% with respective water contents of 87,28, 85,03, 51,12% for El ménia, Tamentit and Tamacine. The biometric characters widths of the ramifications and production of the pods make distinguish the populations de *M. intertexta* among the annual species with 35,1 cm and 4,91 kg/m<sup>2</sup> (r=0,47 \*\*) and arrive at the stage BF the 101 days. The perennial ones offer an average of 25,9 cm and a negligible production. The analysis of the variance of the chemical composition of populations (total nitrogen, crude fiber, organic matter, mineral matter, acide fiber, neutral fiber, lignin) shows high with very high significant difference. The food values (PDIA, MAD, UF, UFL, UFV) of the 42 populations are very close with a light distinction to *M. ciliaris* and low digestibility.

## ص خ لم:

تمتاز الجراثيم بتنوع كبير في المناخ والوسط الطبيعي، لكن تُعرف نقص فلاح في إنتاج البروتينات و هذا راجع إلى التنذية الرديئة للحيوانات كما و نوعا. البقوليات المنزمية إلى MEDICAGO يمكنها أن تلعب دورا ضخما في تصعيد و تنويع الوجبة الحيوانية. بالمثل القسح و ثلاثين سطة السنوية المدروسة في طور بداية الإزهار (التنوير) أعطت إيرادين أخضر و جاف مهمين بالترتيب 138.15 غ/م<sup>2</sup> و 606.94 غ/م<sup>2</sup> و هما أكبر من إنتاج الأصناف الدخيلة (*M.muricolleptis*) و (*M.granadensis*) الذي أعطت 3007.11 غ/م<sup>2</sup> في المادة الخضراء و 349.075 غ/م<sup>2</sup> في المادة الجافة. أما الأصناف الدائمة الثلاثة ( *El méneaa*, *Tamentit*, *Tamacine*) إيرادها الأخضر هو 1155.82 غ/م<sup>2</sup> و الجاف 226.92 غ/م<sup>2</sup>. أما النسبة المتوسطة من المادة الجافة عند الأصناف السبعة المدروسة تتراوح بين 12.73% (*M.intertexta*) و 4.96% (*M.polymorpha*) اما نسب الرطوبة عند الأصناف الدائمة بالترتيب 78.28, 85.03, 51.12%. السجلات المقاسة منها عرض الفروع و الإنتاج العلفي بـ 35.11 سم و يليه إنتاج علفي 4.91 كغ/م<sup>2</sup> و هما مرتبطان بنسبة 47% ( $r=0.47^{**}$ ) و تصل إلى مرحلة الإزهار في مدة 101 يوم. أما الأصناف الدائمة أعطت متوسط 25.91 سم و مردود لا يذكر للإنتاج العلفي. التحليل الحسلي للمنتجات الكيميائية للسفلات (المادة الأزوتية، الألياف الخالصة، الأملاح المعدنية، الألياف المستخلصة بالحمض، الألياف المستخلصة بالمادة المتحللة، الألياف الحفرية، العنصر الخشبي) أوضحت إختلاف كبير إلى كبير جدا بين السفلات و الأصناف. أما القيمة الغذائية التي عليها ( PDIA, MAD, UF, UFL, UFV) عند 42 سطة تقارب مع السيطرة النسبية لمصنف *M.ciliaris* (C) لكن في كل الأصناف نجد نسبة الهضم منخفضة (50%).

---

# Introduction

L'Algérie est caractérisée par une grande diversité de climats et de milieux. Les variations de la température, de l'altitude de la pluviosité (quantité et répartition), des types de sols (texture, salinité...), ont permis une grande diversité d'espèces fourragères.

En effet, la zone humide à précipitation supérieure à 600mm, trop humide pour les céréales, est une zone d'élevage et d'engraissement et occupe toute la région Nord-Est, entre la Méditerranée et une ligne Alger, Blida, Médéa, Bouira, Souk Ahras. On y trouve des prairies permanentes et semi-permanentes de haute productivité de légumineuses annuelles ou pérennes (**Lapeyronie, 1982**). Ces dernières constituent l'alimentation type pour les ruminants de point de vue nutritionnel et économique.

Par ailleurs, les superficies réservées à la production de fourrages en vert au tour des points d'eau, qui étaient autrefois productrices de fourrage de qualité telle que la luzerne plus particulièrement, ont cédé la place à des productions économiquement plus rentables (maraîchage) (**Kheldoun et al. , 2000**). Ceci sans aucun doute se répercute négativement sur la production qualitative et quantitative du fourrage et de là sur celle des produits animaux (lait, viande). Pour les seuls produits laitiers, la facture d'importation entre 1998--2002 a été, en moyenne et par an, de 413 167 millions de dollars US (**CNIS**).

Le genre qui nous intéresse appartient à la famille des Fabacées dont les espèces sont traditionnellement cultivées autour de la Méditerranée. Elles ont une teneur élevée en protéines (Porqueddu, 2000) et en sels minéraux (**Goumiri et al. , 1990**) ; leur digestibilité est généralement supérieure à celle des Poacées (**Crespo, 1977**). Elles permettent ainsi d'avoir un gain de poids moyen quotidien chez les ovins de 120g au lieu de 100g sur pâturage traditionnelle ; la quantité d'énergie faisant 0.67 UF par kg MS et la charge pouvant aller jusqu'à 15 brebis/ha (**ITGC 1971 ; Crespo, 1987 in Porqueddu, 2000**) ; d'ailleurs la production annuelle des prairies permanentes à base de *Medicago* est passée de 200 à 1 200 UF/ha/an environ dans le périmètre d'El Gaada El Kbira (Maroc) (**El Manfalouti, 1991a, 1991b**).

Parmi les espèces du genre *Medicago*, *M. sativa* occupe une place non négligeable dans les Oasis et au niveau des régions intensives (**Abdelguerfi 2001**). En effet, il ressort de l'analyse des superficies fourragères une légère variation d'une année à l'autre avec une moyenne sur dix ans (1988-1998) de 536 529 ha. Une quasi monoculture de vesce-avoine ; l'introduction des légumineuses est très rare, seule la luzerne et le trèfle (bersim) sont connus par les éleveurs (**MADR, 1988, 1998**). Alors que les luzernes annuelles ou medics constituent souvent la flore de base de plusieurs types de parcours et de prairies naturelles (**Abdelguerfi, 2001**).

Ainsi, la mise en œuvre d'un programme d'intensification et surtout de diversification fourragère à base de légumineuses est l'une des priorités pour le développement des produits animaux (lait, viande), en passant par la réhabilitation des prairies naturelles à travers, la création de luzernières et la sélection de variétés adaptées à la satisfaction des besoins en semences. D'ailleurs, plusieurs études biométriques ont été réalisées sur les espèces du genre *Medicago* à l'INA et à l'TGC'(exIDGC), mais peu de travaux décrivent les différences parmi les espèces annuelles en terme de composition chimique pour évaluer la qualité fourragère

aussi bien dans le fourrage que dans les gousses. D'autant plus que l'alimentation vit actuellement une maturité sans précédent ; objectifs initial de couvrir les besoins nutritifs est maintenant complété de connaître et contrôler son impact sur la qualité et la sécurité des produits sur le bien être et la santé des animaux, et sur l'environnement dans lequel ils sont élevés. Ces objectifs élargis nécessitent le développement de nouveaux concepts de la valeur fourragère.

Dans ce cadre et pour réaliser ce travail<sup>1</sup>, dans un premier temps lors de la coupe de chaque population des paramètres biométriques (largeur ou hauteur des tiges et ramifications) ont été mesurés ainsi que des paramètres agronomiques, rendement en vert et en sec ; le rendement des gousses a été déterminé à la sénescence de la plante. Dans un seconds temps et afin de caractériser le matériel végétal local et introduit, nous avons réalisé quelques analyses fourragères sur 42 populations du genre *Medicago* au stade optimum début floraison. Ceci afin de déterminer leurs valeurs nutritives. Ce matériel végétal appartient à sept espèces dont deux introduites et trois pérennes

Après une étude bibliographique sur les facteurs qui influent la composition chimique du fourrage vert, nous décrivons la partie « matériel et les méthodes utilisés » et puis nous présenterons et nous discuterons les résultats obtenus.

---

<sup>1</sup> Notre travail entre dans le cadre du Projet (coopération bilatérale algéro-française) CMEP MDU N°541/2001 entre l'INA EI Harrach et l'INRA/CNRS de Toulouse.

# PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE

## 1. Classification taxonomique :

Les medics appartiennent à la famille des Fabaceae, sous famille des Papilionaceae et genre *Medicago*. Ce dernier est proche des genres *Mililotus* et *Trigonelle* (**Prosperi et al ., 1995**). La détermination de diverses espèces et taxons intraspécifique du genre *Medicago* est basée essentiellement sur la morphologie de la gousse (**Heyn, 1963 ; Quezel, 1962 ; Lesins et Lesins, 1979**). Ainsi **Small (1981)**, en utilisant les analyses taxonomiques numériques sur 55 espèces de *Medicago*, a pu reconstituer 12 groupes d'espèces dont certaines espèces placées avec *Medicago* ou *Trigonella*.

Dans le même sens en Algérie, l'échec prévisible des anciennes variétés australiennes, a mené les chercheurs à examiner les écotypes locaux de *Medicago* (**Adem, 1974, 1989**). **L'ITGC (1974 in Zeghida 1987)** a effectué une étude dans les hauts plateaux de l'est algérien et a mis en évidence 11 espèces et **Abdelguerfi (1976)** a identifié 17 espèces sur le territoire national (tab. 1).

Tab. 1 : La fréquence des espèces de medics en Algérie (Zeghida, 1986)

Espèces (202 stations)	% de présence	Espèces (56 stations)	% de présence.
<i>M. polymorpha</i> M.	93	<i>M. polymorpha</i> M.	100
<i>truncatula</i> M.	54.5	<i>truncatula</i> M.	85.7
<i>orbicularis</i> M.	53	<i>orbicularis</i> M.	85.7
<i>ciliaris</i> M.	39.5	<i>minima</i> M.	17.9
<i>minima</i> M.	24	<i>aculeata</i> M.	17.9
<i>intertexta</i> M.	11.9	<i>ciliaris</i> M.	17.9
<i>murex</i> M.	5.9	<i>secundiflora</i> M.	17.9
<i>scutellata</i> M.	2.9	<i>scutellata</i> M.	17.9
<i>littoralis</i> M.	1.4	<i>rigidula</i> M.	17.9
<i>secundiflora</i> M.	0.7	<i>littoralis</i> M.	17.9
<i>tornata</i> M.	0.5	<i>rugosa</i>	17.9
<i>rigidula</i> M.	0.5		
<i>laciniata</i> M.	0.5		
<i>rugosa</i> M.	0.5		
<i>soleirolii</i> M.	0.5		
<i>arabica</i>	0.5		

## 2. Origine évolution et aire de répartition

D'après **Lesins et Lesins (1979)**, les espèces du genre *Medicago* les plus anciennes auraient été pérennes, probablement ligneuses, préférentiellement allogames. Par la suite l'évolution du genre s'est accompagnée des modifications morphologiques et biologiques, les espèces annuelles ont des graines plus grosses (poids de 1000 graines supérieur à 4g), que les espèces pérennes de (2 à 3g) avec néanmoins des exceptions notables (**Prosperi et al ., 1995**). Originaires de l'Est du bassin méditerranéen, Caucase Nord Ouest de l'Iran et Nord de Turquie (**Ivanov, 1938 in Quiros et Bauchman, 1988**), les espèces du genre

*Medicago* ont envahi le reste du monde, particulièrement les régions à climat méditerranéen (Morley et Katznelson, 1965 ; Cocks 1993). D'ailleurs en Algérie et en Tunisie, elles se trouvent dans tous les étages bioclimatiques, de l'humide au saharien, les unes à large spectre de répartition, les autres à répartition spatiale délimitée (Chapot et al., 1973 in Adem, 1974 ; Abdelguerfi, 1976 ; Abdelkafi et Marrakchi, 2000).

### 3. La valeur alimentaire

La prévision de la valeur alimentaire des aliments des ruminants a toujours été une préoccupation constante de tous ceux qui s'intéressent à l'élevage et l'alimentation. La notion de qualité des produits agricoles fait référence à la qualité externe (forme, taille, couleur...) et la qualité interne (composition chimique et valeur nutritive et saveur).

#### 3.1. Définitions

Selon Lapeyronie (1982), la valeur alimentaire d'un fourrage correspond à ses possibilités de transformation en produits animaux. Elle dépend :

- De la qualité des éléments nutritifs digestibles contenus dans l'unité d'aliment. **C'est la valeur nutritive.** Celle-ci résulte de la concentration de l'aliment en énergie (**composition chimique**) et de sa digestibilité qui est affectée par divers équilibres entre constituants minéraux, azotés, vitaminiques, le rapport matière sèche/eau de constitution.
- Des qualités gustatives de l'aliment. Un aliment même hautement assimilable n'a de valeur que s'il est accepté avec appétit : c'est l'acceptabilité ou l'appétibilité.

Demarquilly et Weiss (1970) ajoutent que c'est la valeur alimentaire des fourrages qui donne la valeur nutritive, la quantité ingérée, la composition chimique... (Elle donne aussi la quantité de matière sèche et d'éléments nutritifs **produits à l'hectare**). Les relations statistiques entre la valeur nutritive et de la quantité ingérée des fourrages sont fonction de leur composition chimique **ou morphologique**.

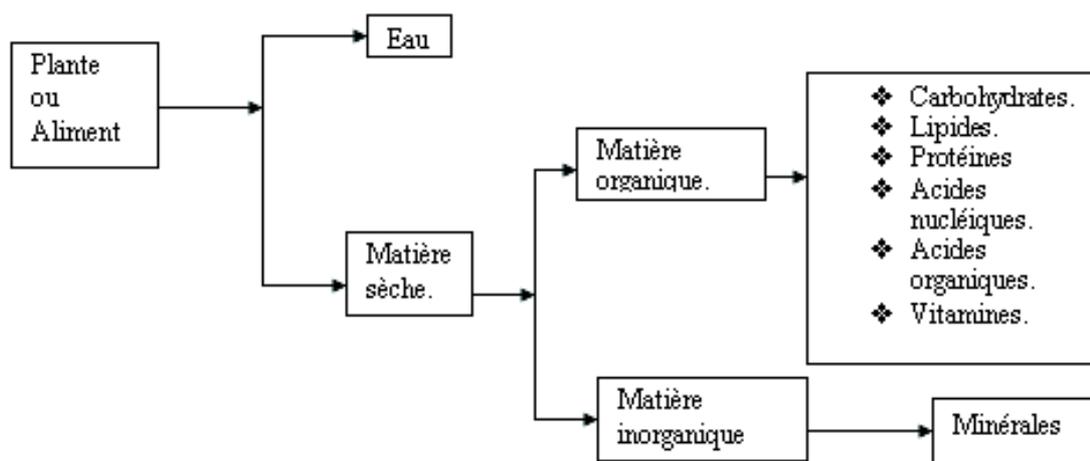


Fig. 1 : Les différents constituants de la plante fourragère (Donald et al., 1988)

### 3.2. La composition chimique de l'herbe

Les plantes synthétisent à partir des substances simples tel que le carbone de l'air, l'eau et les éléments inorganiques du sol des substances complexes qu'on peut classer selon les auteurs en :

- Matière organique, matière minérale et matière azotée (**Donald et al .1988**) (fig. 1).
- Substance énergétique et en substance non énergétique (**Jarrige, 1981; 1988; Sablonnière, 2001**).

#### 3.2.1. L'eau et la production

Les tissus des végétaux en pleine activité métabolique sont gorgés d'eau. Elle forme normalement plus de 80% du poids de la matière végétale (**Mazliak, 1981**) ; on y trouve deux types d'eaux, l'eau dissoute dont laquelle se trouve les substances hydrosolubles (protides, glucides, minéraux, vitamines et gaz), et l'eau fixe non mesurable (**Mazliak, 1981, Sablonnière 2001**). La première a un rôle fonctionnel et la deuxième un rôle plastique. Ceci peut expliquer la réduction des rendements lors de la sécheresse ainsi que la qualité et la hauteur des plantes puisque l'élongation cellulaire (rôle plastique de l'eau) et probablement la division cellulaire sont ralenties par manque d'eau (**Moïse 1976**). Ainsi **Chocarro et al. (2001)**, dans leur travail sur la luzerne, concluent que le pâturage d'hiver a l'avantage de favoriser le développement de nouveaux bourgeons végétatifs, et donc la teneur en matières azotées augmente mais diminue la production printanière de MS. D'ailleurs, en condition hydrique non limitante la luzerne a besoin au moins de 600Kg d'eau/Kg de MS (**Krogman et Lutwick, 1961 in Moule 1980 ; Soltner, 1990**). Le rendement peut atteindre dans ce cas 20 à 25t/ha de matière sèche (**Peterson, 1972 in Tefiani, 1985**). Sur les medics, les travaux de **Bousba (1984) et Ouchai (1990)** montrent qu'en culture irriguée, l'eau favorise l'augmentation du nombre de feuilles principalement les jeunes feuilles, qui apparaissent au sommet.

Paradoxalement, **Durant et al., (1989)** ont montré que le déficit hydrique améliore fortement la qualité de *M. sativa*. En effet, l'animal opère toujours une récolte sélective, cherchant en général les plantes les plus riches en azote et pauvres en parois. Cette sélectivité se traduit par un ou deux points de MAT entre les bols alimentaires recueillis le matin et ceux recueillis le soir qui sont les plus riches (**Craplet, 1960 ; Lapeyronie, 1982 ; Jarrige, 1988 ; Soltner, 1990**). Les luzernes annuelles, non exigeantes en eau apparaissent presque aussi riches (cas de *M. polymorpha* et *M. truncatula*) si non plus riches en protéine que la luzerne (Adem, 1974). Morphologiquement, un déficit hydrique modéré ralentit la croissance et le développement des plantes si bien que celles-ci restent plus feuillues (**Mazliak, 1981**), donc riches en azote.

#### 3.2.2. La matière sèche

La quantité de matière sèche étant en relation directe avec la morphologie de la plante, celle-ci subie des modifications en passant d'un stade à un autre. En effet, la proportion des feuilles passe d'environ 60% au stade végétatif (plante de 30cm de haut) à 35% à la floraison chez la luzerne (**Demarquilly, 1987**). Par conséquent, il y a une diminution de la quantité de la matière sèche. D'ailleurs, au cours du premier cycle, au niveau des parties aériennes celle-ci atteint 21%-22% (**Demarquilly et Weiss, 1970**). Après floraison, la qualité de la MS est médiocre, en raison de sa pauvreté en matière azotée digestible (en glucides solubles, en éléments minéraux) et sa richesse en cellulose et lignine (**Craplet, 1960 ; Demarquilly, 1987 ; Soltner, 1990**). Ainsi la quantité d'éléments nutritifs récoltées

à l'hectare est maximale au stade « boutons floraux » du premier cycle chez la luzerne (**Demarquilly et al. , 1998** ; Malhollang, 1988 *in* **Porqueddu, 2000**) ou au stade début floraison selon **Moïse (1976)**. Le choix de la date de récolte doit tenir compte du fait que la production en tonne de matière sèche par hectare augmente avec le stade ou l'âge du fourrage considéré.

### 3.2.2.1. Matière inorganique

La composition de la plante en constituants minéraux peut varier suivant plusieurs facteurs (nature et richesse du sol, numéro de coupe, espèce...) (**Mazliak, 1981** ; **Hnatyszyn et Gais, 1988**).

Les légumineuses ont tendance à être plus pauvres en phosphore mais le trèfle blanc et la luzerne ont des teneurs élevées (**Mazliak, 1981**). D'autres éléments chimiques tels que le sodium, le chlore, le potassium se trouvent à l'extérieur des cellules et ont leur importance dans la régulation de la pression constante de l'organisme. Ils règlent l'équilibre acide base (pH) du corps animal et végétal (**Donald et al ., 1988** ; **Sablonnière 2001**). Ainsi les luzernes exportent une grande quantité de potassium et calcium, contre un faible niveau pour le phosphore (**A.C.T.A., 1984** ; **Soltner, 1990** ; **Mauriès, 1994**).

### 3.2.2.2. La matière organique

La teneur des fourrages verts en MO se situe entre 84% et 90% de la MS (**Gaouas-Meghezzi, 1989**). Chez la luzerne, elle est de 60% au stade début floraison (**Demarquilly et Andrieu -nd- in Jarrige, 1988**). Celle-ci peut être classée en deux catégories ; les constituants cytoplasmiques et les constituants pariétaux (**Lapeyronie, 1982** ; **Jarrige, 1988** ; **Mauriès, 1994**) :

#### Les constituants intracellulaires (Cytoplasmiques)

Ils regroupent les glucides hydrosolubles, les matières azotées, l'amidon, les lipides, les acides organiques, les vitamines et la plupart des minéraux. Leurs digestibilités vraies sont totales chez les ruminants.

#### Les glucides ou les carbohydrates

Les glucides cytoplasmiques ont la formule chimique  $(CH_2O)_n$  où n varie de 3 et plus (**Sablonnière.2001**). Ils contiennent des sucres libres essentiellement les hexoses réducteurs (glucose et fructose), un diholoside non réducteur (saccharose) et des polyholosides de réserve (fructosanes et amidon). Les sucres libres et les fructosanes sont solubles dans l'eau (**Jarrige, 1981** ; **Sablonnière, 2001**). On peut les séparer, en extrayant les sucres par l'éthanol à 80% ou 90% puis les fructosanes par l'eau (**Jarrige, 1981**).

La concentration en glucose, fructosane et saccharose chez les légumineuses est moins de 10% (**Moule 1980** ; **Jarrige, 1988**). Chez la luzerne, le saccharose serait plus abondant dans les tiges (6%) que dans les feuilles où il est de 3% (**Jarrige, 1954 in Jarrige, 1981** ; **Mauriès, 1994**). Des polysaccharides de réserves comme le glucosane (différent de l'amidon) se trouvent à la base des tiges des légumineuses (**Hnatyszyn et Gais, 1988**).

#### Les constituants protéique et non protéique

\***Les protéines** : les protéines sont des composants complexes de poids moléculaire élevé ayant les mêmes éléments chimiques que les hydrates de carbone et les lipides (C.H.O), mais ils ont en plus l'azote et le soufre (**Donald et al ., 1988**). Elles représentent

30% de la MS chez les légumineuses (**Moule 1980**), la teneur évolue avec la proportion de feuilles (**Jarrige, 1988**). Leurs origines selon Demarquilly *et al.* (1981) sont les chloroplastes et le cytoplasme de la cellule.

La technique d'extraction des protéines des fourrages verts (luzerne) est largement utilisée dans l'alimentation du bétail (12 000 tonnes/an). Les extraits de feuilles contiennent jusqu'à 65% de protéines contre 20% pour la viande (**Chaabena, 2001**). Chez les medics, la teneur en protéines varie selon l'espèce, les cultivars et le stade de développement ainsi que l'organe de la plante et le régime hydrique. Cependant, **Radecliffe et Cochrane (1970)**, dans un suivi en Australie méridionale, du fourrage de *M. truncatula* à différents stades physiologiques ont trouvé un rapport négatif entre concentration protéique et production fourragère.

**\*Les constituants non protéiniques** : plusieurs constituants azotés qui ne sont pas classés avec les protéines chez les plantes et les animaux sont désignés sous le terme de constituants non azotés qui ne sont pas différenciés des protéines vraies (**Denald et al. , 1988 ; Demarquilly et Anderieu -nd- in Jarrige, 1988**). Sur le plan chimique, ils représentent les fractions solubles dans l'éthanol (**Jarrige, 1981**).

Ils regroupent les acides aminés, acides glutamiques acides aspartiques, alanine serine, glycine et la proline, ainsi que d'autres tels que les lipides azotés, les amines, les amides purine pyrimidines nitrates et alcaloïdes ; on ajoute souvent le groupe de vitamines qui entrent dans la structure de l'azote (**Denald et al. , 1988**). Ils diffusent très vite dans le rumen, ils sont rapidement dégradés en NH<sub>3</sub> et ne sont utilisable par l'animal qu'une fois transformé en protéines microbiennes (**Jarrige, 1988**).

L'azote non protéique (ANP) représente 15% à 25% de l'azote total au niveau des fourrages verts (**Demarquilly, 1977 in Demarquilly et al. , 1981**). Chez la luzerne, les constituants non protéiniques varient entre 15 et 25% de l'azote total au niveau des feuilles et entre 25 à 50% de l'azote total au niveau des tiges (**Mauriés, 1994**).

Les acides aminés indispensables chez les légumineuses y sont en très petite proportion avec un léger déficit en acide aminés soufrés (**Mazliak, 1981 ; Lapeyronie, 1982 ; Soltner, 1990**), alors que la luzerne en possède une remarquable teneur de ces acides aminés qui la rend supérieure au tourteau de soja (**Mauriés, 1994**).

### **Les acides organiques**

Les acides organiques sont surtout concentrés dans les feuilles de la plante et représentent 5 à 8% de MS chez les légumineuses, en particulier l'acide malique, l'acide citrique et l'acide malonique (**Jarrige, 1981 ; Lapeyronie, 1982**). Diminuant avec l'âge, ils sont en liaison relativement étroite avec la teneur en matière azotée pour 18 légumineuses (**INRAF, 1987 in Mauriés, 1994**). Chez la luzerne, grâce aux techniques de chromatographie, on a identifié et dosé aux moins 8 acides organiques (**Fauconneau, 1956 in INRAF, 1979**).

### **Les matières grasses**

La concentration des matières grasses et les pigments dans un fourrage est toujours faible soit 3à5% MS dans une plante à maturité. On peut trouver de petite quantité d'acide gras saturé (palmitique, stéarique), une proportion relativement plus élevée d'acide gras non saturé (C18) surtout linoléique, une quantité minime de phosphatide de cires et stérols (**Lapeyronie, 1982**).

Les acides gras dont l'abondance et la nature varient selon les espèces végétales jouent un rôle important sur la texture et certains descripteurs de la flaveur ou des enzymes

comme la plasmine impliqués dans la protéolyse intervenant au cours de l'affinage des fromages (**Martin et al. , 2002**). Cependant, depuis quelques années, certains acides gras spécifiques des produits de ruminants et notamment l'acide ruménique (C18 : 2 cis 9 trans 11 : principal isomère dans le lait des acides linoléique conjugués : CLA) ont été identifiés pour leur concentration anti-athérogène et/ou anti-cancérigène alors que d'autres acides gras saturés et de forme trans auraient un impact négatif sur la santé humaine (**Martin et al. , 2002**).

Le stade végétatif de l'herbe peut être important ; les effets sur les acides gras sont plus marqués avec l'herbe à un stade végétatif précoce par rapport à un stade épiaison chez le maïs (**Ferlay et al. , 2002 in Martin, 2002**).

### **Les Pigments**

Ce sont surtout la xanthophylle et le carotène dont la teneur varie entre 30 à 80mg par Kg MS chez la luzerne. Le carotène a une activité physiologique de provitamine A, elle est maximale au début de pousse (**Lapeyronie, 1982**). En effet, elle diminue du stade végétatif au début floraison de 400 à 300 ppm en moyenne au cours du séchage. Sa teneur est corrélée positivement avec la teneur en azote de la luzerne (**Mauriès, 1994**).

### **Les composés pariétaux**

La paroi des cellules est constituée essentiellement de cellulose et d'hémicellulose, relativement bien digérées par les ruminants, et de lignine totalement indigestible (**Bailey, 1973 in Jarrige, 1981 ; Lapeyronie, 1982 ; Mauriès, 1994**).

Chez les légumineuses les constituants pariétaux sont plus abondants dans les tiges que dans les feuilles. Leur teneur totale varie au cours de la croissance et du développement, au fur et à mesure que le rapport feuilles sur tiges diminue. Cette augmentation est linéaire chez les légumineuses (Soltner, 1990 ; Moule, 1980 ; Amrane, 2002).

### **Les hémicelluloses**

Les hémicelluloses sont des substances amorphes, divisées en deux groupes : les pentoses (xylose, arabinose) et les hexosanes (glucose, mannose , galactose) (**Barley, 1973 in Jarrige, 1981**). Elles sont plus au moins condensées et présentent des liaisons chimiques analogues à celles de la cellulose (**Brunel et Patin, 1979 in Amrane, 2002 ; Sablonnière, 2001**) ; elles sont solubles dans les bases hydrolysables par les acides dilués à chaud (**Brunel et Partin, 1949 in Amrane, 2002**). Chez la luzerne la teneur peut atteindre 32% de la MS (**Mauriès, 1994**).

### **Les substances pectiques**

Se sont des polysaccharides qui ont une fonction de ciment intercellulaire et qui sont abondants dans les lamelles moyennes des tissus (**Bailey, 1973 in Jarrige, 1981**). Elles représenteraient de l'ordre de 6 à 7% de MS des légumineuses (**Jarrige, 1981**).

Généralement, l'ensemble des substances Pectiques–Hémicelluloses est désigné sous le terme d'hémicelluloses ou de polysides non Cellulosiques (**Jarrige, 1981**). Elles pourraient être la cause d'accident de météorisation (**Lapeyronie, 1982**).

### **La cellulose vraie**

La cellulose est un polysaccharide de structure très répandu dans le règne végétal. Il est formé de D glucose lié en  $\beta$ 1-4 (**Bailey, 1973 in Jarrige, 1981 ; Sablonnière, 2001**). Elle forme des molécules de grande taille qui s'associent entre elles par des ponts hydrogènes pour former des micros fibrilles (**Salvador et Cherbut, 1992 in Amrane,**

2002). Seuls les ruminants, qui ont 4 estomacs, peuvent la réduire en glucose. La cellulose vraie (à ne pas confondre avec la cellulose brute) est partiellement digestible.

Chimiquement, les matières cellulosiques sont considérées comme le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide (acide sulfurique 0.26N), l'autre en milieu alcalin (potasse 0.23N). Ces deux agents dissolvent fortement les hémicelluloses. En outre l'attaque alcaline dissout une partie de lignine (**Jarrige, 1981**). Son degré de polymérisation varie avec l'âge et l'organe considéré (**Lapeyronie, 1982**). La cellulose représente 40-45% de la paroi de la plante fourragère (**Jarrige, 1981**). Chez la luzerne, elle varie selon les auteurs entre 19% et 35% (**Mauriès, 1994**) et entre 11% jusqu'à 45% (**Demarquilly et al. –nd- in Jarrige, 1988**). Par contre, chez les espèces annuelles elle varie entre 13 et 23% au stade végétatif (**Goumiri et al. , 1990**).

**La lignine** : La lignine désigne l'ensemble de substance de haut poids moléculaire et de nature non glucidique (**Van-Soest, 1975 in Amrane, 2002 ; Harkin, 1973 ; Lapeyronie, 1982**). Elle est déposée dans des tissus structuraux de vaisseaux vasculaires des feuilles et des tiges. Sa proportion augmente avec le vieillissement des plantes (**Duthil, 1967 ; Lapeyronie, 1982**); et atteindre 12% chez la luzerne (**Giger, 1987 in Amrane, 2002**) et jusqu'à 20% (**Mauriès, 1994**). Elle n'est pas dégradée par les microorganismes du rumen et entrave le bon déroulement de la digestion des parois (**Moïse, 1976 ; Duthil, 1976 ; Lapeyronie, 1982 ; Sauvart, 1988 in Jarrige, 1988**). En moyenne 1% de lignine supplémentaire dans la MS accroît de 30,8% la quantité de parois non digestibles dans la MS (**Sauvart, 1982 in Amrane, 2002**). D'ailleurs le rapport parois/cellulose brute est un bon prédicateur de la teneur en lignine, donc de la digestibilité de la matière organique et de la valeur énergétique (**Lapeyronie, 1982**).

Dans le schéma analytique de **Van-Soest (1963)**(fig.2),la lignine est le résidu de la destruction par l'acide sulfurique à 72% du résidu lignocellulosique. Les valeurs peuvent être cohérentes avec les teneurs en cellulose brute à l'aide d'équation de régression (**Jarrige, 1988**).

## 4. Facteurs de variation de la composition chimique

La composition chimique de la plante fourragère évolue en fonction de deux types de facteurs. Les facteurs intrinsèques liés à la plante (famille, espèce, organe, stade physiologique, hauteur de coupe...) et les facteurs extrinsèques liés aux milieux (climat, sol, fertilisation, type de conservation, type d'animaux...).

### 4.1. Facteurs de variation liés à la plante :

Selon **Hnatyzyn et Gais (1988)**, la composition chimique d'une plante ne traduit que sa composition morphologique. Celle-ci varie suivant l'organe, la famille botanique et l'espèce de la plante ainsi que le stade de développement (**Mulholland, 1988 in Porqueddu, 2000**).

#### 4.1.1. Morphologie de la plante :

Les espèces de *Medicago* manifestent de grandes différences morphologiques. Cependant, de fortes ressemblances observées entre certaines espèces ont généré des problèmes

de classification (**Heyn, 1963**). Cette variabilité est acquise grâce à l'aire de répartition de ces espèces qui balayent l'essentiel des étages bioclimatiques. Toutefois, la composition morphologique des légumineuses change moins vite au cours du premier cycle de végétation puisqu'elles gardent plus longtemps leurs feuilles (**Demarquilly et Jarrige, 1973 ; Amrane, 2002**) ; c'est le cas chez les medics (**Derkaoui et al. , 1993**). Par conséquent, cette stabilité morphologique se répercute sur celle de la composition chimique des espèces.

### 4.1.2. Le rapport feuilles/tiges ou feuilles/plante :

Le rapport feuilles/tiges ou feuilles/plante totale, exprimé en poids vert (ou sec de préférence), diffère avec l'espèce ou l'écotype considéré. Chez une même plante, il varie considérablement en fonction du stade végétatif. En effet, il diminue de 1 à 0.64 point au cours de la croissance d'une luzerne entre stade 60 cm et le début floraison (**Lapeyronie, 1982**). Chez les deux espèces annuelles *M. polymorpha* cv. cyprus et *M. tornata* cv. Tornafeld, il varie respectivement entre 0.97-0.8 et 0.76 (**Talamucci et Pazzi, 1982 in Porqueddu, 2000**). Ainsi, selon **Jarrige (1981)** et **Lapeyronie (1982)**, le rapport feuille/tige peut être un bon indicateur de qualité chez la luzerne. Par contre, selon **Talamucci et Pazzi (1982 in Porqueddu, 2000)** une ration constituée sur la base d'un rapport feuille/tige généralement n'est pas un bon indicateur de qualité du fourrage chez les espèces étudiées (*M. polymorpha*, *M. truncatula*, *M. tornata*) en raison de la présence d'interactions entre l'âge et les espèces.

### 4.1.3. Taille, type de port et stade physiologique :

La taille et le port d'une plante fourragère interviennent comme des facteurs de productivité ou de résistance à la dent du bétail. Ils engendrent ainsi une bonne ou mauvaise performance sous pâturage (**Lapeyronie, 1982**). Trois types de port existent chez les medics : prostré, semi-prostré et semi-érigé.

Les plantes prostrées et érigées diffèrent au niveau de la distribution physique de leurs composants (exp. lignine). Ainsi, les tiges prostrées sont moins rigides et elles ont de nombreux vaisseaux entassés ou lignifiés et certains parenchymes entre eux (**Kellawav et al., 1993 in Porqueddu, 2000**). Par conséquent, la baisse de la valeur nutritive avec l'âge est due au changement dans les tiges plutôt que dans les feuilles (la valeur nutritive dépendra des facteurs génotypiques et des tiges). A la fin du printemps, les feuilles tombent et se dessèchent et modifient le rapport **tissus feuilles/tissus tiges** (**Albrecht et al. , 1987 in Porqueddu, 2000**).

Par ailleurs, les différences de rendement et teneur en matière sèche entre variétés et populations à un stade physiologique donné s'expliquent par le nombre de tiges par plante, la hauteur des tiges et la teneur en matière sèche. Ainsi, la teneur de 27% de MS correspond à une hauteur de tige de 59cm chez les luzernes types méditerranéens (**Dale 1972 in Hamdache, 1991**). Alors que chez les medics selon plusieurs auteurs (**Derkaoui et al. , 1993 ; Zhu et al. , 1996 ; Shresthu et al. , 1998 in Porqueddu, 2000**), la qualité et la hauteur de coupe sont estimées à partir de la teneur de la CB, NDF, ADF et la proportion des feuilles qui apparaît plus élevée ou comparable à celle de la luzerne et du trèfle avec une large différence entre génotype.

En effet, contrairement aux teneurs des fibres dans la tige qui augmentent avec l'accroissement de la hauteur de la plante, les teneurs en protéines augmentent avec la proportion des feuilles. Ainsi chez *M. truncatula* à différents stades physiologiques

les teneurs des protéines obtenus sont de 23.3%, 21.8%, 16.4% et 11.7% de MS respectivement, avant la floraison, début floraison, début de la chute de ses gousses et 30 jours après (**Radcliffe et Cochrane, 1970**). Donc, plus précoce est la plante plus elle est riche en protéine jusqu'à 27% de MAT et plus la valeur alimentaire relative est élevée (**Craplet, 1960 ; Mauriès, 1994**). Par contre, la valeur nutritive et l'ingestibilité diminuent avec la quantité de MS qui augmente. Il convient pour cela de se baser sur la quantité d'éléments nutritifs (UF, MAD, PDI) récoltée à l'hectare (**Duthil, 1967 ; Lapeyronie, 1982 ; Demarquilly, 1998**).

#### 4.1.4. Les feuilles :

**Heyn (1963) et Lesins et Lesins (1979)** signalent la présence de différents types de feuilles (folioles). En effet, l'étude menée par **Khedim (2003)** chez les quatre espèces d'*Intertextae* (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. granadensis* et *M. muricoleptis*) a permis de recenser 11 types de feuilles de point de vue taille et forme. Elles constituent la partie la plus riche, la plus digestive de la plante. Elles sont riches en eau et en constituants protoplasmiques, beaucoup plus que les tiges dans lesquelles s'amasse la cellulose.

Chez les légumineuses, la composition chimique varie peu jusqu'au début floraison, puis les matières azotées des feuilles diminuent, en même temps que se réalise la lignification et le dessèchement des feuilles (**Lapeyronie, 1982 ; Mauriès, 1994**). Il est de même pour la teneur en minéraux (**Jarrige, 1988**). Avant la floraison, la teneur en matières azotées est de l'ordre de 30% de la matière sèche ; proportionnellement à la quantité des feuilles, on y trouve 5 à 7% (glucose, fructose, saccharose) (**Lapeyronie, 1982**).

## 4.2. Facteurs de variation de la valeur nutritive liés à l'environnement

Quel que soit le cycle de végétation et la digestibilité des repousses, la composition chimique des fourrages verts peut varier sensiblement avec les conditions du milieu (lieu et année) (**Andrieu et Demarquilly, 1987**). Parmi les facteurs du milieu le climat avec ces différentes composantes, lumière, température et eau, mais aussi le sol et la fertilisation, affectent le rythme de croissance des plantes et leur composition chimique. En effet, la présence des différents éléments nutritifs et leur carence ont des indices qui font varier les réactions biochimiques qui déterminent la quantité et la qualité du produit (**Mazliak, 1981 ; Olufch Bohman et al ., 1988**).

#### 4.2.1. La saison et la date de semis

Les fluctuations des facteurs climatiques ont un effet bien plus important que les différences entre espèces sur les écarts de production de MS de la plupart des fourrages (**Moïse, 1976**). Le changement saisonnier est l'un de ces facteurs. En effet au printemps, durant le stade végétatif peu avant le début bourgeonnement, les feuilles comme les tiges de luzerne présentent des concentrations maximums en sucres (**Jarrige, 1981**). Au milieu de l'été et au stade équivalent le rapport feuilles/tiges diffère avec le numéro de coupe (3<sup>ème</sup> coupe plus feuillue), et la teneur en carotène passe par le maximum (**Moule, 1980 ; Mauriès, 1994**). Par conséquent, ces feuilles attribuent à la luzerne de forte proportion de constituants cellulaires du fait que les parois de leurs cellules sont essentiellement d'origine parenchymateux (**Andrieu et Demarquilly, 1987**). Dans le même sens, les résultats de 2 années d'étude du semis au pâturage, des luzernes annuelles montrent que la saison influence directement sur la composition chimique et la digestibilité de *M. truncatula* cv Jemalong

(**Brand et al. , 1991 in Porqueddu, 2000**). Par contre, chez une autre espèce annuelle, *M. polymorpha*, on a remarqué une stabilité de la quantité de protéine avec une production laitière chez les brebis de 1,5kg/brebis (**Sitzia et al. , 2000 in Porqueddu, 2000**). En revanche, le passage d'un régime alimentaire hivernal en stabulation à un pâturage (herbe de printemps) provoque une plus grande modification du profil du bol alimentaire en acides gras chez les ruminants : diminution des acides gras courts (C4, C16), augmentation de l'acide stéarique, de l'acide vaccénique et de l'acide ruminique (**Ferlay et al. , 2002 in Martin et al. , 2002**). Mais le type d'herbe pâturée a un rôle moindre , ceci est lié à une ingestion plus faible associée à une mobilisation des réserves corporelles des animaux et non à la composition en acide gras de l'herbe pâturée (**Martin et al. , 2002**).

En ce qui concerne l'influence de la date de semis sur la composition chimique, **Bezille (1984)**, au Canada, montre que la teneur en matière azotée de la luzerne augmente avec le retard de la date de semis. **Larbi (1979)** a étudié le Bersim en Algérie et montre que plus la date de semis est tardive, plus les teneurs en matières azotées digestibles et éléments minéraux sont faibles et plus la teneur en cellulose brute est élevée chez le bersim ; par conséquent, la quantité de MS augmente. Paradoxalement, **Ru et al. (1997)** ont montré, sur 26 cultivars de *Trifolium subterraneum*, que c'est le semis précoce qui fait augmenter le rendement en MS, la hauteur de végétation, la longueur du pétiole, le nombre et la taille de feuilles de 13, 6, 32, 10, et 23 %, respectivement après 70 jours de développement. Cette contradiction de résultats peut être expliquée par d'autres paramètres liés au développement de la plante.

### 4.2.2. La température et la lumière

La température est le facteur climatique dont l'influence sur la croissance, le développement et la composition chimique de la plante est la plus nette. Elle a une action positive sur les constituants pariétaux des fourrages des pays tropicaux et tempérés (**Deinum, 1966 ; Deinum et al. , 1968 ; Wilson et Ford, 1971 ; Deinum et al. , 1975 in Jarrige, 1981**). En effet, l'abaissement thermique de l'hiver ou le gel (hauts plateaux) freinent ou arrêtent la végétation des fourrages. Par contre, du fait d'une insolation importante et d'une faible nébulosité, la fourniture énergétique permet des rendements exceptionnels (**Lapeyronie.1982, Moule.1980**), alors que les hautes températures estivales peuvent bloquer la croissance même en présence d'eau et empêchent la fécondation chez la luzerne annuelle (**Loi et al. , 1993**). Ainsi, si celles-ci sont au delà de l'optimum, elles accroissent la proportion des feuilles dans la plante et entraînent une baisse de la teneur en parois. Dans le cas contraire, elles stimuleraient la croissance de la plante qui sera moins riche en feuilles (**Faix, 1974**). D'ailleurs, **Loi et al. (1993)** ont montré que les rendements des plantes sont plus dépréciés par les basses températures et stimulés par les fortes températures chez les *M. polymorpha* provenant des fortes altitudes que ceux de basses altitudes.

La lumière stimule la croissance des fourrages comme la température, mais leurs actions sur la composition chimique sont opposées. La lumière, en activant la photosynthèse, engendre une accumulation de glucides non structuraux, d'acides aminés, d'acides organiques et par voie de dilution réduit la part des parois plus particulièrement de la lignine dans la plante (**Van-Soest et al. , 1978 in Amrane, 2002**). En effet, plusieurs auteurs (**Tanasch, 1979 ; Tanasch et Edelbauer, 1979 ; Unan et Edelbabauer, 1980 in Adbelguerfi, 2002**) ont constaté que le photopériodisme (longueur du jour) modifie énormément la composition minérale des feuilles et des tiges et le rapport feuilles/tiges de *Trifolium repens*. Chez la luzerne et le trèfle, des durées d'éclaircissement croissantes modifient la morphologie et la production de MS en provoquant un allongement des feuilles

au détriment de leur largeur (Guy, 1971 in Hnatyszyn et Gais, 1988), d'ailleurs les feuilles poussant en pleine lumière sont plus épaisses que les feuilles produites à l'ombre, elles ont des cellules plus volumineuses donc plus de chlorophylle à l'unité de surface (Moïse 1976), ainsi qu'une teneur anormalement élevée en sucres solubles (Schneider kleeborg –nd- in Craplet, 1960).

#### 4.2.3. Le sol et la fertilisation

Les facteurs édaphiques affectent largement la distribution des espèces de *Medicago* (Piano et François, 1992). Cette distribution est clairement influencée par la teneur du sol en CaCO<sub>3</sub> (Bounejmate, 1992), la teneur du sol en P (Prosperi et al., 1989) et la salinité du sol (Abdelguerfi et al., 1988).

Ainsi, la fumure azotée chez les légumineuses tend à déprimer la croissance, à augmenter la teneur azotée, par contre l'apport en P, K et Ca augmente leurs teneurs en sucres non réducteurs et en protéines solubles (Moule, 1980 ; Odet, 1989). En effet, au centre de Chili, Del Pozo (1995) a montré sur *M. polymorpha* que le pourcentage du phosphore au niveau de la partie aérienne passe de 0,18% à 0,25% avec l'augmentation de cet élément de 0 à 97 kg/ha. Par contre, Lafer (1994) a trouvé que la fertilisation potassique n'a pas d'effet significatif sur le poids sec de la partie aérienne des médics sauf pour les doses 100, 200, 300 Kg/ha où la production de MS de la partie aérienne est supérieure au témoin avec le rapport feuilles /tiges élevé pour la dose 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Dans le même sens la fertilisation des légumineuses peut faire varier la teneur en acide gras totaux (AGT). Celle-ci avait respectivement la concentration la plus élevée (16.5mg/g MS) chez le trèfle blanc et la plus faible chez la luzerne (6mg/g MS) en C18 :3 (p<0.05) (Boufaied et al., 2003). De ce fait les racines des légumineuses sont caractérisées par une forte capacité d'échange (Moule, 1980). Ce sont des espèces acidifiantes (Olufch et al, 1988 ; Soltner, 1990) ; mais Litell et al. (1992), à Condoblin (Nouvelle Galle du Nord), ont montré que le faible développement de *M. truncatula* était associé aux conditions des sols les plus acides ayant une forte teneur en Al soluble.

Enfin, l'action du sel du sol sur la composition chimique des fourrages se traduit par une chute de rendement (nanisme), des phénomènes de chloroses et de succulence apparaissent à partir d'un seuil variable avec les espèces et les conditions du milieu (Lapeyronie, 1982)

## 5. Techniques agronomiques

Par ordre d'importance décroissant, le mode d'exploitation, la fertilisation, l'alimentation en eau et les amendements calcaires influent directement sur la composition chimique des fourrages (Moule, 1980 ; Soltner, 1990).

### 5.1. La dose de semis :

Les variations de la composition chimique liées à la date de semis, la dose de semis et l'année de semis et l'année de récolte ont été prouvées dans de nombreuses expériences. En effet, Bessac (1967) et Martinello et al. (2000) ont montré que plus le semis est dense, plus les tiges de ses pousses sont fines (teneur en constituants pariétaux faible) et

nombreuse, meilleure est la digestibilité. Ce qui entraîne une valeur basse de NDF et CB. Par contre, selon Moule (1980), pour des légumineuses en pleine croissance des organes végétatifs, un semis à faible densité s'accompagne par une activité de polymérisation des glucides. Ce qui entraîne une augmentation des rendements en MS. D'ailleurs, Silsbury *et al.* (1979 *in* Abdelguerfi, 2002) ont montré, à Adelaide, que le rendement en MS de *M. truncatula* CV jamelong était 70 fois plus élevé à la dose de semis de 100kg/ha par rapport à 1 kg/ha au premier stade de récolte (26 et 35 jours après le semis).

## 5.2. Mode d'exploitation et de conservation

---

### 5.2.1. La fenaison

La fenaison est la technique de conservation du fourrage la plus répandue et la plus tributaire des aléas climatiques. Ainsi, les modifications de la composition chimique des fourrages pendant le séchage au sol sont elles très variables (**Amrane, 2002**). En effet, en se basant sur les travaux de plusieurs auteurs (**Morrison, 1950 ; Diikstra, 1957 ; Watson et Nash, 1960 ; Culpin, 1962 in Demarquilly, 1987**), une diminution de la valeur nutritive est constatée et qui aboutit aux résultats suivants : séchage au sol des légumineuses avec le beau temps 25% de perte contre 30% à 35% par mauvais temps. Ces pertes ont diverses origines, elles dépendent des processus enzymatiques qui se déroulent dans la plante après la fauche (respiration, protéolyse), des pertes par lessivage des substances solubles et des pertes mécaniques qui ont lieu au cours de la manipulation du fourrage.

Cependant, **Pihak (1989 in Abdelguerfi, 2002)**, en étudiant les différences de valeur nutritive de la luzerne coupée le matin et l'après-midi, a constaté que la luzerne coupée l'après-midi et stockée jusqu'au lendemain avait une meilleure valeur nutritive que la luzerne coupée le matin.

Dans la plante fauchée les protéines solubles, surtout celles des chloroplastes, subissent une autolyse en acides aminés qui diminue au fur et à mesure qu'avance la dessiccation et atteint 50% (**Brady, 1978 in Demarquilly et al. , 1981**). Ainsi la plante brûle ses sucres, constituants chimiques entièrement digestibles, entraînant une diminution des teneurs en cendres, en matières azotées et une augmentation des teneurs en cellulose brute (**Andrieu et Demarquilly, 1987**). Lorsque les foin sont rentrés trop humides en grange (teneur en MS<80%), des modifications importantes de la fraction azotée ont lieu au cours de conservation. Sous l'effet de l'échauffement des réactions de Maillard, une fraction des matières azotées du fourrage et des sucres peuvent se produire, et entraîner une diminution de la digestibilité de l'azote du fourrage (**Demarquilly, 1987**). Cette réaction est responsable de la couleur brune que prennent les foin chauffés.

Les teneurs en azote et de l'ADF ou le degré de brunissement du foin, donnent des estimations des effets de cette réaction de Maillard. Elle est fortement corrélée aux teneurs en azote soluble d'une part et en azote digestible d'autre part (**Demarquilly et Andrieu, 1987**).

Chez les medics l'analyse du foin de *M. polymorpha* à la fin de mois de juillet donne 14% de CB, 71.4% NDF, 52.01% ADF et 11,9% ADL. Celui du foin et *M. truncatula*, contient 17% de protéine et il a une digestibilité de matière organique de 65% (**Denney et al. , 1997 in Porqueddu, 2000**).

Il y a lieu, cependant, de signaler les pertes mécaniques qui ont lieu surtout au camp au cours des opérations de ramassage et de pressage du fourrage. Elles augmentent avec

l'agressivité du matériel et ce d'autant plus que les conditions climatiques sont mauvaises (**Kerr et Brown, 1965 in Dulphy, 1987**).

Les feuilles constituent les parties les plus fragiles chez les légumineuses, ce qui explique la majorité des pertes de MS qui varient selon l'espèce, le stade de récolte et la technique de fanage. En effet, selon Kliner (**1975 in Dulphy, 1987**), pour 4 foins de luzerne, les pertes sont estimées à 3%. Celles-ci sont constituées essentiellement de glucides solubles, de matières azotées, de minéraux et de vitamines. Leurs pertes entraînent une augmentation des constituants pariétaux (**Dulphy, 1987**).

### 5.2.2. L'ensilage

La valeur alimentaire de l'ensilage dépend, de la composition du fourrage vert d'origine. L'ensilage entraîne une modification importante de la composition chimique des fourrages notamment azotée et l'ingestibilité, alors que la quantité d'énergie est peu ou pas modifiée ; plus de 30% de l'azote s'y trouve sous forme d'ammoniac et plus de 80% de l'azote s'y trouvent sous forme soluble. Il en résulte une valeur azotée réelle inférieure à celle du fourrage vert de départ (**Demarquilly et Andrieu –nd- in Jarrige, 1988**).

Par ailleurs, une expérience de l'INRA montre que la dégradabilité des protéines dans le rumen n'est pas très différente pour la luzerne en vert et la luzerne ensilée (**Mauriès, 1994**).

### 5.2.3. Le fourrage déshydraté

La déshydratation entraîne généralement une diminution de la solubilité de l'azote. Même en cas de déshydratation bien faite (température des gaz à la sortie de la déshydrateuse inférieure à 115-120°C) ; il s'établit des réactions de Maillard entre les protéines et les sucres. Il en résulte une diminution de la digestibilité des matières azotées (**Dermarquilly et al. , 1981**). Ainsi, **Yu et al. (1977)** montrent qu'une température de 100°C a un effet faible sur la digestibilité de l'azote ; mais lorsque la température dépasse cette valeur, le pourcentage d'azote soluble retrouvé dans la fraction ADIN (azote insoluble dans les acides détergents) augmente. La luzerne déshydratée a une composition chimique dont la variation se fait au long de sa croissance (matière azotée, cellulose, oligo-éléments) (**SPVF, 1998**).

## 6. Facteurs de variation de la valeur nutritive liés à l'animal

La qualité d'une plante fourragère se traduit par l'efficacité de sa transformation en produit animal (lait, viande, laine, phanères...), c'est-à-dire en énergie nette. Celle-ci dépend de la quantité d'énergie brute contenue dans le fourrage ingéré avant toute transformation métabolique.

Les ruminants ont l'avantage (par rapport aux monogastrique) de tirer profit d'aliments très fibreux comme les fourrages grâce à la microflore et à la faune du rumen (bactéries, protozoaires et champignons). Ces microorganismes sont capables de dégrader la cellulose, les hémicelluloses et les substances pectiques. Mais la quantité que peut ingérer l'animal dépend de l'appétence de l'herbe et de la place qu'elle occupera dans son rumen (UE) ainsi que sa digestibilité. En effet, une même espèce peut être appréciée différemment selon :

- Le type d'herbe : les animaux préfèrent toujours l'herbe, feuillue, en croissance active. Les variétés ayant un port dressé sont préférées aux variétés prostrées (surtout pour les bovins, la hauteur de coupe est de 10 à 15cm) (**Craplet, 1960**). Les ovins au contraire préfèrent les espèces gazonnantes. L'unité d'encombrement (UE) chez l'espèce végétale, dépend surtout du stade physiologique de la plante et du rapport UE/MAD par ha (**Duthil, 1967**).
- L'appréciation de l'appétibilité de l'herbe dépend du milieu, de l'époque envisagée et parfois de l'heure (la teneur en sucre augmente au cours de la journée) (**Lapeyronie, 1982 ; Demarquilly et al. –nd- in Jarrige, 1988**). Des sélections de certains cultivars de luzerne peuvent augmenter l'ingestibilité chez les animaux. En effet, une variabilité de la teneur de la MO, résultat d'une sélection pour l'adaptation à la pâture, a pu être obtenue au niveau d'un hydride. Ce qui a permis un gain de digestibilité et d'ingestibilité de 2,3kg MS/vache par jour mais une production de -1,2kg de lait à 4%MG (**Bernard et Haigron, 1990 in Galais et Baunneret, 1992**).
- les conditions de consommation de l'herbe (stade physiologique, composition chimique, quantité,..) sont variables suivant l'espèce animale (bovins, ovins, caprins, camélins), mais aussi suivant les individus. Avec les animaux de boucherie, taries et les jeunes animaux à viande, on peut atteindre le stade début floraison car ils nécessitent un fourrage moins riche en MAD (**Soltner, 1990**).

## 7. Facteurs antinutritionnels

En général, ils sont réduits chez les populations de medics. En effet, la teneur en comestrol (phytoestrogène) mesurée au niveau des feuilles de ces espèces à la pleine floraison au Maroc montre une faible quantité, parfois absence totale (**Thami-Alami et Cremer-Bach, 1990 ; Cremer-Bach, 1990 ; 1991 ; 1992 in Abdelguerfi, 2002**). Leur présence augmente avec la maturité des populations et atteint un niveau élevé lors du séchage des pâtures, avec des variations génétiques permettant ainsi la sélection de cultivars dont les teneurs sont réduites ou absentes (**Porqueddu, 2000**). D'ailleurs, les écotypes ayant la teneur en comestrol inférieure à 200 ppm de la MS sont considérés comme étant inoffensifs ; plus que 200ppm de la MS, ils peuvent provoquer des troubles de fécondité (**Kelly 1978 in Porqueddu, 2000**). Par contre, l'activité biologique des saponines chez 24 espèces de medics a donné une différence significative (**Zurzyta et Nowacki, 1979 in Porqueddu, 2000**). Cependant, si le pâturage des ovins fait varier le régime alimentaire, le problème de stérilité et de météorisation peuvent être évités même en présence de ces éléments chimiques (phytoestrogène, saponine). En effet, l'usage de la luzerne seule entraîne 334 cas de météorisation contre 25 pour les mélanges respectivement 25%, 40% ou 50% de dactyle, le nombre de cas de météorisations n'est amputé que de tiers (**Majak et al. , 2003**).

## 8. La digestibilité

Chez les ruminants au cours de la digestion, les aliments subissent d'abord une dégradation microbienne dans le rumen (dégradation des glucides, remaniement des matières azotées),

avant de subir la digestion chimique (caillette et intestin). Ainsi la dégradation d'un fourrage, et par la suite sa digestibilité, est extrêmement variable selon les tissus et leurs constitutions. Elle dépend fondamentalement du degré de lignification des parois (**Grenet et Demarquilly, 1987 in Demarquilly et Andrieu 1987**). Celle-ci se trouvant dans les interstices des membranes cellulaires à l'extérieur de la plante, résistante à toute réaction et ne peut être chimiquement digérée que par des traitements sévères qui la dénaturent (**Lapeyronie, 1982 ; Jarrige, 1988 ; Mauriès, 1994**).

Par ailleurs, chez les légumineuses selon Grenet et Demarquilly (1987 in Demarquilly et Andrieu, 1987), l'observation microscopique de fragments de tige et de feuille de trèfle, introduits dans le rumen à l'intérieur de sachets de nylon, montre une dégradation inachevée des parois par les bactéries cellulolytiques du rumen. Cette dénaturation partielle s'explique par la résistance de la paroi à l'attaque microbienne qui est fonction de la nature physique et chimique de celle-ci notamment du degré de lignification et de l'activité des bactéries cellulolytiques du rumen. Au sein même de la plante, la digestibilité varie avec la composition tissulaire de l'organe considéré. En effet, le xylème de la tige du trèfle qui a séjourné 12 heures dans le rumen, reste indigéré, tous les tissus à paroi cellulosique non lignifiée ayant disparus alors qu'un séjour de 3 heures de la feuille dans le rumen a suffi pour digérer une grande partie du mésophile et seuls les faisceaux libéro-ligneux restent intacts.

Ainsi les éléments de la matière organique n'ont pas la même digestibilité. Pendant que les glucides offrent une digestibilité apparente de 95 à 100%, celle des acides organiques n'est que de 45 à 55%. La digestibilité des matières azotées est proportionnelle à leur concentration, de l'ordre de 75% pour un aliment qui n'en contient que 20% de matière azotées, 60% pour un aliment qui en contient que 10% (Jarrige, 1981).

Les CUD des luzernes annuelles, au stade végétatif, sont proches du CUD du bersim au même stade (Gaillard *et al*, 1977 in Goumri *et al.*, 1990). Ils diminuent environ de 0,4 point par jour ce qui revient à dire de 80%, ils tombent à 60%-70% à l'apparition des premières fleurs (Moule, 1980). Chez les espèces annuelles, *M. scutellata* offre une digestibilité meilleure que celle de *M. truncatula*, à travers le cycle de croissance, respectivement de 72% au stade végétatif à 60% au stade floraison et jusqu'à 30% à la sénescence chez la première espèce ; 78% au stade végétatif à 50% au stade fin maturation chez la deuxième espèce (Radcliffe et Chochrane, 1970).

## Conclusion bibliographique

D'une façon globale les variations de la composition chimique et de la valeur nutritive de l'herbe de prairie sont fonction de son stade de développement. Mais il est utile de le compléter par des analyses chimiques (azotées, des parois -CB, NDF, ADF, lignine- et des minéraux). Il y a suivant l'utilisateur un stade optimum pour ces éléments.

L'influence des glucides pariétaux et des structures grossières de chaque stade considéré peuvent modifier le faciès microbien de la panse, ainsi que l'orientation des fermentations, la qualité d'acide acétique formé et finalement la synthèse microbienne chez l'animal.

**En effet**, les troubles métaboliques que risquent les animaux qui consomment en condition intensive de l'herbe jeune, excessivement riche en matières azotées (13 à 15 % de MAT/ kg de MS) (**Craplet, 1960 ; Moule, 1980 ; Jarrige, 1981 ; Demarquilly et al .,**

**1981**). Contrairement, chez une herbe âgée, l'azote est en outre souvent inaccessible en raison de sa liaison aux parois cellulaires lignifiées (**INRA, 1999**).

Ainsi pour les productions animales (lait, viande, laine...) liée au niveau de consommation, il ne s'agit plus seulement d'assurer une alimentation quelconque mais un rationnement bien réfléchi dont lequel l'animal doit trouver les éléments nécessaires à la production sans puiser de ces réserves corporels.

Pour cette raison, cette synthèse bibliographique fait apparaître l'importance des légumineuses dans le rationnement animal vu leur richesse en constituants chimiques notamment protéiques.

Cependant, leur valeur nutritive est sous la dépendance de plusieurs facteurs comme l'illustre la (fig. 2).

Les méthodes utilisées pour la prévision de la valeur alimentaire ce sont les méthodes chimiques, celles-ci restent peu satisfaisantes, puisque les résidus chimiques isolés ne correspondent pas à une réalité nutritionnelle. Elles ne permettent pas d'isoler dans ces constituants la fraction indigestible de la fraction digestible. Mais le but de toute méthode de laboratoire, c'est d'avoir une bonne corrélation avec la méthode *in vivo*, une bonne répétitivité et d'être rapide et peu coûteuse.

La méthode de Van-Soest constitue une amélioration par rapport à la cellulose brute de Weende, car elle prend mieux en compte la structure physico-chimique de la paroi végétale.

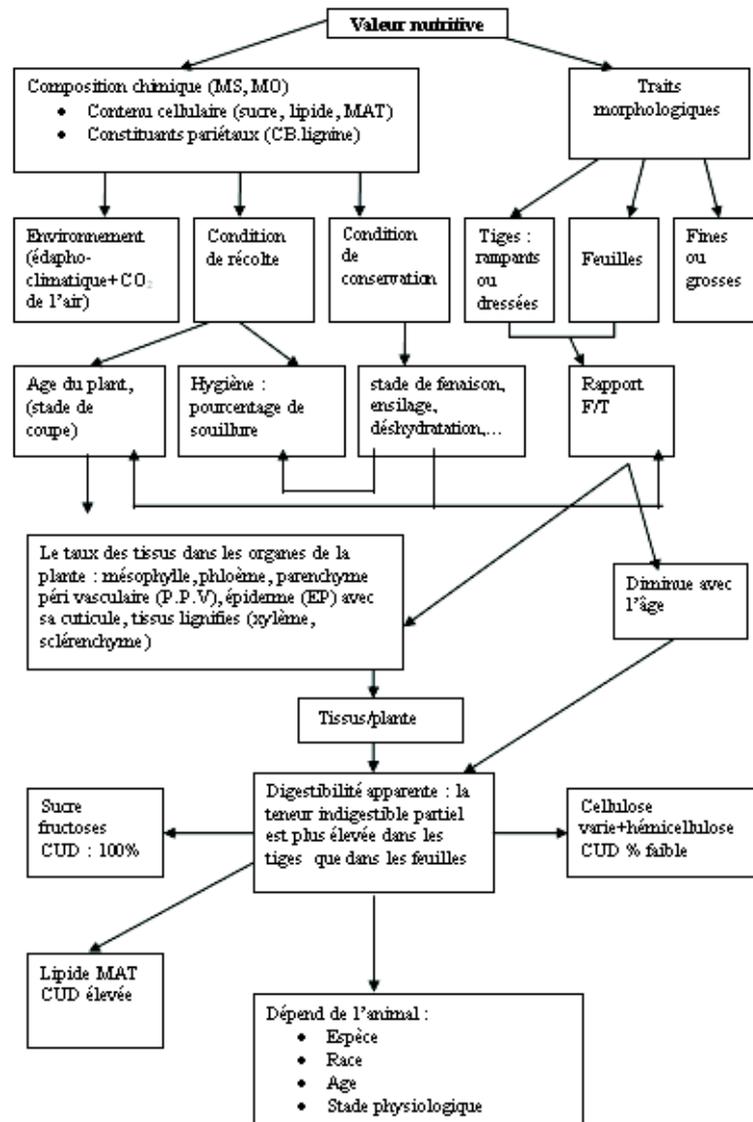


Fig. 2 : Les différents facteurs qui influent sur la valeur nutritive d'un fourrage

# PARTIE EXPERIMENTALE : MATERIEL ET METHODES

## 1. Cadre d'étude

Il est indispensable de connaître la valeur nutritive des fourrages verts. Cela permet non seulement d'établir des plans de rations adaptés aux besoins et à la capacité d'ingestion des animaux, mais aussi d'aider au choix des plantes à cultiver et de fixer le stade de croissance auquel il faut les exploiter pour en tirer les quantités maximum d'éléments nutritifs ou de produits à l'hectare. Ainsi, et dans ce cadre là, nous avons étudié la valeur nutritive de 7 espèces du genre *Medicago*.

### 1.1. Présentation du site

---

La parcelle est située à la station expérimentale de l'INA El-Harrach.

- L'altitude est de 48m.
- La longitude est de : 30°8'est.
- La latitude est de : 36°43' nord.
- Etage bioclimatique : subhumide.
- Le précédent cultural : les medics.

#### 1.1.1. Conditions climatiques

Le tableau 2 représente les données climatiques de la campagne 2003/2004 durant laquelle nous avons effectué notre travail expérimental ; il montre des précipitations irrégulières après chaque mois, ainsi que les températures moyennes de l'air, qui varient entre 11.79°C et 25°C, ces dernières augmentent progressivement du mois de décembre pour atteindre le chiffre 20.79°C au mois de mai. De même, pour la moyenne des températures du sol, elle varie de 13.5°C à 27.9°C, le maximum est atteint au mois de juillet.

L'alimentation en eau est un facteur de production important (un végétal absorbe par jour environ son poids d'eau). Le tableau (2) présente les données climatiques, avec une moyenne pluviométrique mensuelle la plus élevée de 16.6 mm (janvier) et la plus basse de 0 mm (juillet).

Mois	Nombre de Jours de Pluie.	Moyenne Mensuelle de Pluie (mm.)	Températures de l'air en °C			Température du sol en °C		
			minima	Maxima	moyenne	Minima	maxima	moyenne
Décembre	9	12,40	7,6	16,88	12,27	14,10	16,30	18,7
Janvier	7	16,6	5,78	16,19	11,79	15,4	12,93	13,5
Février	6	6,1	6,7	17,4	12	14,8	16,4	14,7
Mars	8	12,5	7,9	18,8	14,7	14,7	15	17
Avril	9	8,4	8,8	19,2	14	17,6	17,7	17,8
Mai	9	14,2	13,4	20,9	15,8	20,3	20,4	20,2
Juin	2	2,9	14,3	27	20,7	26	25,9	24,1
Juillet	0	0	19,4	30,6	25	29,3	29,4	27,9

Tab. 2 : Les données climatiques de période expérimentale (du semis à la récolte). (Station agrométéorologique de l'INA, 2003/2004)

### 1.1.2. Caractéristique physico-chimique du sol

Le tableau 3 indique que le sol a une texture limoneux-sableuse (argile : 23%, sable 41%, limon 36%). La teneur en matière organique est de 4,1%.

Tab. 3 : Composition physico-chimique du sol

Profondeur de prélèvement du sol (cm)	20
<b>Caractères chimiques</b>	
Conductibilité électrique (mmhos/cm <sup>2</sup> )	0,26
pH eau	8,41
calcaire total (%)	2,6
<b>complexe adsorbant (meq/100g de terre)</b>	
Ca <sup>++</sup>	102,5
Mg <sup>++</sup>	17,5
K <sup>+</sup>	72,55
Na <sup>+</sup>	2,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-
<b>Caractéristiques biologiques (%)</b>	
Carbone organique (CO) (%)	2,4
Matière organe (MO) (%)	4,1
Azote total (NT) (%)	0,13
<b>Caractéristiques physiques</b>	
<b>Granulométrie (%)</b>	
Argile (A)	23
Liment fin (LF)	<b>15,5</b>
Liment gros (LG)	<b>20,5</b>
Sable fin (SF)	10,4
Sable gros (SG)	30,6
Classe Texture	L-S

(Analyse effectuée au niveau du département de pédologie, 2003/2004)

### 1.1.3. Travail du sol

Avant l'installation de l'essai, plusieurs travaux ont été réalisés (tab. 4).

Tab. 4 : Les travaux réalisés avant l'installation de l'essai

Dates	Travaux réalisés
Le 30/01/2003 Le 1/12/2003 Le 7/12/2003 Le 20/12/2003	Désherbage mécanique associé à un produit chimique roundup (désherbant systémique). Labour et apport de fumure de fond à raison 2 quintaux par hectare, en utilisant la charrue brabant. Façons superficielles à l'aide d'un cultivateur à dents flexibles. Avant le semis : Façons superficielles à l'aide d'un cultivateur à dents flexibles.

### 1.1.4. La structure de l'essai

Le dispositif est un bloc aléatoire complet avec trois répétitions (trois planches espacées de 1m entre les blocs 1 et 2 et 2m entre les blocs 2 et 3). Sur chaque bloc (planche), 40 populations ont été semées aléatoirement à raison de deux lignes de un mètre par population. Le nombre de graines par ligne est de 80. La distance entre deux lignes est de 20cm et entre deux populations, la distance est de 1.40m. La superficie est donc de 3585,56m<sup>2</sup> (228m x 15,77m), à laquelle il faut ajouter deux micro-parcelles de quatre lignes de un mètre linéaire pour deux populations sahariennes. La parcelle est légèrement inclinée ce qui a provoqué l'inondation de trois lignes du bloc3.

### 1.1.5. Le semis

Après dégoussage, les graines ont été scarifiées puis réparties dans des sachets par population et bloc.

Le semis des espèces annuelles et la population d'El Méniaa (*M. sativa*) a été réalisé manuellement le 20/12/2003 selon le dispositif expérimental indiqué ci-avant. Par contre les deux autres populations de *M. sativa* (Tamentit et Tamacine) ont été semées le 9/02/2004.

### 1.1.6. Entretien en cours d'essai

L'essai a été entretenu en permanence, contre les infestations en adventices par deux dés herbages mécaniques en utilisant le motoculteur. Ceci pendant toute la période végétatif à début floraison, suivi par des dés herbages manuels. Comme traitements nous avons utilisé:

- Une antilimace granulée à 5% de métaldéhyde ;
- "Diclofop-Methyl" herbicide monocotylédone.
- Des insecticides : le D.D.T contre les fourmilières ; ByeBye200 associé au pyclorex 48c, contre les larves, les adultes et les œufs des acariens.
- chlorcyrine 220 contre les pucerons.

L'essai a été conduit en sec. Toutefois au cours des traitements chimiques, des brûlures sur les feuilles adultes ont causé des pertes de la matière verte chez les populations. Afin d'éliminer la phytotoxicité de l'herbicide et accélérer l'évapotranspiration, un arrosage manuel est accompli.

## 2-MATERIEL ET METHODES :

### 2.1. Matériel végétal

La plus part des semences proviennent de l'INA (Tab. 5). Les 42 populations étudiées appartiennent à six espèces annuelles (*M. intertexta*, *M. ciliaris*, *M. truncatula*, *M. polymorpha*, *M. muricoleptis*, *M. granadensis*) et trois écotypes oasiennes pérennes (Temacine, Tamentit, El Méniaa). Le tableau 6 nous donne l'origine des populations.

Tab. 5 : Origine des semences des populations étudiées

Espèces	Code	Origine
<i>M. intertexta</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. truncatula</i> <i>M. polymorpha</i> <i>M. muricoleptis</i> <i>M. granadensis</i> <i>El Méniaa</i> <i>Temacine</i> <i>Tamentit</i>	I C Tr Poly Aus(100,106) Aus(100,106) Aus(100,106) Aus(100,106) Aus(100,106) Aus(100,106) El Méniaa Temacine Tamentit	INA (2002) INA (2002) INA (2002) INA (2002) INRA :Station Adrar (1999) INRA :Station Adrar (1999) INRA :Station Adrar (1999)

VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

Code	Espèce	Pays d'origine
Aus 106	<i>M. granadensis</i>	Syrie
	<i>M. granadensis</i>	Turquie
Aus 100	<i>M. muricoleptis</i>	Grec
Aus 103	<i>M. muricoleptis</i>	?
Aus107	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S3	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S4	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S5	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S6	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S7	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S8	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S9	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S11	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
S15	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C2	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C11	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C35	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C52	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C58	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C204	<i>M. ciliaris</i>	Algérie
C242	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I11	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I58	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I31	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I52	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I755	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I756	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I253	<i>M. intertexta</i>	Algérie
I107	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly205	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly60	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly218	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly58	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly236	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
poly27	<i>M. truncatula</i>	Algérie
Tr201	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
Tr27	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
Tr238	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
Tr55	<i>M. polymorpha</i>	Algérie
Tr221	<i>M. sativa</i>	Algérie
ELMénéa	<i>M. sativa</i>	Algérie
Tamentit	<i>M. sativa</i>	Algérie
Tamacine	<i>M. sativa</i>	Algérie

Tab 6 : Origine des populations

## 2.2. Description des espèces

- M. intertexta :

Plante pubescente, relativement rare, on la trouve en sols humides et lourds, en plaines alluviales irriguées du sud du bassin méditerranéen ou du proche orient en forêts (Lapeyronie, 1982). Elle a un port couché de 30 à 50cm de haut, stipules incisées à 1/3 de leur longueur formées de 13 à 18 dents, fleur de couleur orange groupées en bouquets de 3 à 11 fleurs (Heyn, 1963). La gousse est épineuse, sphérique à allongée de couleur allant du gris au brun foncé. Les grains sont de couleur brun foncée à noir (Lesins et Lesins, 1979). En Algérie, on les trouve à l'état spontané, dans les régions de plus de 550-600 mm (Abdelguerfi *et al.*, 1988a et 1988b *in* Abdelguerfi *et al.*, 1989).

- M. ciliaris :

Heyn (1963) la considère comme une variété de *Medicago intertexta* dont elle se rapproche morphologiquement et génétiquement. C'est une plante de 30cm de haut à tige couchée. Ces folioles sont ovales et dentées à la partie supérieure. L'inflorescence forme des bouquets de 1 à 3 fleurs jaunes. Les graines sont grosses réniformes (Foury, 1954), le poids de 1000 graines est de 13g (Lesins et Lesins, 1979). Aire de distribution est large, Foury (1954) la signale en Egypte, Tunisie, Algérie, hauts plateaux du Maroc Oriental et Europe méridionale. Lesins et Lesins (1979) la situe au Liban et sur la plupart des îles méditerranéennes.

En Algérie, selon Abdelguerfi (1976), c'est une espèce parmi les plus rencontrées. Les fruits sont relativement gros tous hérissés d'épines entrecroisées ovoïdes ou presque globuleuses. Zeghida (1986) signale sa présence sur les sols lourds arrosés (plus de 400mm). Elle tolère beaucoup la salinité.

· M. truncatula :

C'est une espèce de taille intermédiaire, 60cm maximum ; poilue à port variable, souvent prostrée, présente sur des sols lourds, marneux ou argileux. L'inflorescence porte de 1 à 5 fleurs. Les gousses sont cylindriques, contenant de 3 à 12 graines. Le poids de 1000 graines varie de 3,3 à 6g (Prosperi *et al.*, 1995). On distingue trois variétés botaniques selon la hauteur et le nombre de spires des gousses (Heyn, 1963). Elles se ressèment facilement, les graines sont de couleur jaunes. C'est une espèce de sables maritimes de brousses et de pâtures (Lapeyronie 1982).

En Algérie, après *M. polymorpha*, c'est l'espèce la plus répandue (Zeghida, 1986). Avec *M. truncatula* sont les espèces les plus cosmopolites. Elles poussent quelle que soit la texture du sol (Adem, 1989). Elles existent dans la zone steppique, où actuellement sont devenus assez rares, et dans les zones céréalières (400-600mm) (Abdelguerfi, 1989). Elles ont un recouvrement hivernal du sol le plus élevé. Il semble que les caractères biométriques sont corrélés aux caractères du développement et aux caractères liés à la formation de gousses (Meziani, 1998).

M. polymorpha :

C'est la plus polymorphe. Elle peut se rencontrer sur les sols acides, sur les prairies basses et salées du bord de la méditerranée ou dans les garrigues les plus acides.

La plante généralement est glabre de port et de vigueur variables (demi prostré à prostré). L'inflorescence porte de 2 à 6 fleurs, elle produit des gousses de 3 à 12 mm. Le poids de 1000 graines est compris entre 1,8 et 6,5g (Prosperi *et al.*, 1995). En Algérie, elle est présente entre les isohyètes 250 et 1000mm (Abdelguerfi 1989). Les populations précoces pour l'apparition de la première fleur ont un recouvrement début printanier faible. Les populations originaires des régions les moins arrosées ont un poids total de gousses le plus important (Meziani, 1989).

· **Les variétés Australiennes :**

Introduites en Australie involontairement vers 1830 les medics se sont répandus et envahi les jachères lors d'application d'engrais phosphatés destinés aux céréales. Repérées puis identifiées, les éleveurs ont basé leur système d'exploitation sur la rotation céréale-luzernes annuelles (Ley farming). Sélectionnées depuis 1950, il existe actuellement plus d'une vingtaine de cultivars inscrits sur le catalogue Australien (Prosperi *et al.*, 1995).

En Algérie, les cultivars australiens déjà étudiés appartiennent aux espèces *M. truncatula*, *M. polymorpha* et *M. litoralis*. Ils ont donnés de bons résultats 20 à 30 tonnes de vert à l'hectare (Adem, 1974). D'autres espèces existantes en Australie.

- *M. muricoleptis* :

C'est une plante annuelle de 15 à 70cm de haut, avec un port rampant ou dressé, la partie végétative est glabre, les stipules sont incisées et présentent 8-11 dents minces. Les folioles ont 10-17mm de long et 7-15mm de large. Les fleurs sont de couleur jaune (Lesins et Lesins, 1979). Les gousses sont de couleur grisâtre à brun foncé, de forme cylindrique, glabre. Les épines sont de 1/2mm, le nombre de graines dans chaque spire est de 1-3 graines de couleur noire (Heyn, 1963). Le poids de 1000 graines est d'environ 7,5g.

- *M. granadensis* :

C'est une plante annuelle de 15-70cm de haut, avec un port rampant ou dressé, les pédoncules portent des poils simples et, particulièrement sur les parties les plus jeunes. Les stipules sont dentées. Les folioles sont parfois marquées par des taches anthocyaniques (Lesins et Lesins, 1979). Les fleurs sont de couleur jaune orangé. Les gousses ont des épines insérées. Nous trouvons 1 à 2 graines de couleur rouge –brun à marron foncé par tour de spire. Le poids de 1000 graines est d'environ 9,4g (Lesins et Lesins, 1979).

- *M. sativa* :

Le port de cette espèce est dressé (1m); à l'exception de « Mielgas », qu'on trouve à l'état spontané dans la péninsule ibérique, qui est un écotype à port rampant (Delgado *et al.*, 1989 *in* Proserpi *et al.*, 1995). La gousse est souvent glabre. L'inflorescence porte de nombreuses fleurs (une vingtaine) de couleur violet ou rarement jaune (Moule, 1980 ; ACTA, 1986). Le poids de 1000 graines est compris entre 1.5 à 2.5 (ACTA, 1984 ; Proserpi *et al.*, 1995).

En Algérie, un type à gousses en en faucille est considéré comme hybride naturel entre *M. sativa* et *M. geatula*, il serait apparu sur les plateaux sétifiens. Dans les Oasis, il existe des populations résistantes à la chaleur et à la salure (IDGC, 1979). Paradoxalement, au niveau de ces zones sahariennes, quant il y a du fourrage, elle est la première à être cultivée (Abdelguerfi, 1989 ; Chaabena, 2001).

La durée de levée dans les Oasis algériennes est de 15-16 jours. Le nombre de coupes varie entre 7-8 ; avec des récoltes échelonnées (Rahal-Bouziane *et al.*, 2003). La semence utilisée est celle provenant de Gardaia, Menéa, Tamantit ou directement achetée du marché (Moussab-Bouaboub, 2001). Le poids de 1000 graines est de 2,6g pour El Méniaa et de 2g pour Tamentit.

### 3. Les caractères notés

Les caractères étudiés sont portés au tableau 7. Il existe des caractères phénologiques, biométriques et agronomiques et chimiques.

Caractères	Appréciation du caractère
<b>Caractères phénologiques</b>	
Début floraison (jours) DF de la première fleur.	correspond à l'ouverture
<b>Caractères biométriques.</b>	
Développement en largeur ou en hauteur (cm) floraison.	L noté au stade début
Poids total de gousses par ligne Pg	à la sénescence
<b>Caractères agronomiques et chimiques</b>	
Matière verte (g/m <sup>2</sup> ) MV	
Matière sèche (g/m <sup>2</sup> ) MS	
Matière azotée totale (%) MAT	méthode de Kjeldahl.
Cellulose brute (%) CB1	méthode de Weende.
Matière minérale (%) MM	par incinération
Acid detergent fiber (%) ADF	méthode de Van et Soest.1963
Neutral detergent fiber (%) NDF	méthode de Van et Soest.1963
Hemicellulose (%) Hc	méthode de Van et Soest.1963
Cellulose vraie (%) CB2	méthode de Van et Soest.1963
Lignine (%) Ln	méthode de Van et Soest.1963

Tab. 7 : Les caractères étudiés.

### 3.1. Caractères phénologiques

- **début floraison** : Chez les légumineuses le stade début floraison correspond à 5%-10% des tiges examinées, sur une ligne de un mètre, ont ou moins une fleur épanoui (Andrieu *et al.* 1988 in Jarrige, 1988).
- **Largeur ou hauteur (exprimée en cm)** : C'est un caractère biométrique mesuré sur terrain le jour de la fauche. De point de vue phytotechnique, il nous permet d'apprécier le recouvrement en largeur des populations annuelles et en hauteur pour les cultivars pérennes. Par contre, de point de vue zootechnique, il nous permet d'estimer la structure de la composition morphologique ou chimique du couvert végétal et par là, la teneur en protéines, la digestibilité et l'ingestibilité. Pour ces raisons trois mesures pour chaque population ont été réalisées ; la largeur ou hauteur de la plus grande tige ou ramification, la moyenne et la plus petite de la ligne à faucher.

### 3.2. Caractères agronomiques

Il s'agit de déterminer la quantité de matière verte et de matière sèche au stade physiologique début floraison et le rendement des gousses à maturité, en effet :

- la biomasse en vert et en gramme (MV) d'une ligne de un mètre par bloc et pour chaque population au stade début floraison est déterminée. La fauche est effectuée à une hauteur de 8 à 10cm du sol manuellement à l'aide d'un sécateur. Chaque échantillon est mis dans un sac en papier libellé, pesé dans une balance de précision. Le rendement a été déduit par des calculs g/m<sup>2</sup>.

Les échantillons après avoir été coupés en petits brins de 3 à 5cm, ont été étalés dans de grandes assiettes en aluminium. Après étuvage à poids constant la deuxième pesée, nous a donné la quantité de matière sèche (MS). Au même temps cette étape favorise la stabilité physique, chimique et biologique de l'échantillon pendant le broyage et le stockage (**AFNOR, 1985**). Par la formule suivante nous avons déterminé le taux d'humidité de chaque population et par bloc.

$$H(\%) = \frac{MV - MS}{MS} * 100$$

H : humidité

MV : poids de matière verte

MS : poids de matière sèche

Le broyage est effectué à la sortie de l'étuve avec un broyeur à refroidisseur. Les échantillons sont mis dans des petits sachets en papier libellés puis stockés dans des dessiccateurs.

A la fin du cycle végétal et à maturité des gousses de la deuxième ligne, la récolte de celles-ci est effectuée sur toute la ligne par population et par bloc. Pour cela, l'utilisation d'une brosse a été nécessaire pour récolter le maximum et minimiser les pertes, estimées à 15% pour les espèces à petites gousses et à moins de 10% pour les espèces à grandes gousses. Les rendements en g/m<sup>2</sup> sont déterminés après nettoyage soigneux des gousses de tous les détritiques et terre. Les détritiques ont été distribués à trois ovins (deux antenaises et une brebis) pour avoir une idée sur l'appétence de ces populations.

## 4. Les analyses au laboratoire

Sur terrain chaque population est représentée par la biomasse d'un mètre linéaire à des dates précises selon la précocité de ces dernières ou tardiveté. Pour obtenir la poudre à analyser, toute la quantité de la matière sèche est broyée quand cette dernière est réduite, dans le cas contraire le matériel végétal est mélangé dans le sachet et trois prélèvements sont réalisés en prenant soin de prendre des feuilles et des tiges.

Lors des analyses, le mélange la poudre est mélangée et un gramme est pesé dans une balance de haute précision. En outre pour chaque population, il a été établi des valeurs de répétitivité selon le nombre de bloc, c'est à dire trois fois.

### 4.1. Les méthodes d'analyse

---

L'analyse du végétal a porté sur la partie aérienne, les feuilles, les pétioles, les rameaux et les rameaux auxiliaires en vue d'avoir une image du niveau de nutrition de la plante à un instant donné « début floraison ». Pour cela les facteurs suivants sont étudiés :

**La matière sèche** : Selon la méthode décrite par **AFNOR (1985)**, la teneur en matière sèche est déterminée en laboratoire par le séchage de l'échantillon au four jusqu'à obtention d'un poids constant. Cette analyse est très importante pour la formulation des autres paramètres. Le calcul est accompli par la relation suivante :

$$MS\ \% = \frac{Y}{X} * 100$$

X : poids de l'échantillon avant dessiccation (3g)

Y : poids de l'échantillon après dessiccation

**Matières azotées totales** : La teneur en matières azotées totales est déterminée par minéralisation de type Kjeldahl telle qu'elle est décrite par **AFNOR (1985)**. En admettant que le taux d'azote total (N (g)) constitue une proportion constante de la protéine, le calcul est réalisé par la relation suivante :

$N(g) = V \cdot 0,00028 \cdot 100 / X \cdot 12,5$  : volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> titré à N/50 (moyenne de deux Valeurs).

X : l'échantillon (g).

**MAT = N · 6.25 rapporté à la matière sèche**

**Cellulose brute** : La mesure de la cellulose brute par la méthode de « Weende » décrite par **AFNOR (1985)** est basée sur une hydrolyse acide suivie d'une hydrolyse basique. Elle constitue une détermination par défaut de la teneur en parois végétales qui en réalité est 2 à 4 fois plus importante. En outre, le résidu cellulose brute comprend des proportions variables des différents constituants pariétaux, lignine comprise (Tram et Sauvart, 2001). Le calcul de la teneur en cellulose brute est donné par la relation suivante :

$CB1(\%MS) = (A - B) / X \cdot 100 / MS \cdot 100$  A : poids du creuset vide + résidu sec

B : poids de creuset + résidu après incinération.

X : poids de l'échantillon

**Matières grasses** : L'évaluation des matières grasses n'est pas faite de façon régulière pour les fourrages verts. Mais elle peut être importante lorsqu'il s'agit d'oléagineux. Toutefois l'extraction à l'éther de pétrole est réalisée pour deux populations désignées au hasard selon la méthode décrite par AFNOR (1985). Le calcul est donné par la relation suivante :

$MG\% = (B - A) / C \cdot 100 \cdot MSA$  : poids du ballon soxhlet sec

B : poids de ballon soxhlet + résidu après dessiccation

**Matières minérales** : Selon la méthode décrite par AFNOR (1985) le taux des matières minérales sont déterminées au moyen d'une incinération.

Il est à noter que les fourrages verts peuvent être légèrement souillés par la terre lors de la récolte, ce qui a pu accroître la teneur en cendre non corrigé. Le calcul de la teneur en matière minérale est donné par la relation :

$MM(\%MS) = A \cdot 100 / X \cdot MS$  A : poids de l'échantillon après incinération

X : l'échantillon avant incinération MS : matière sèche en %

Etant donné la limite de la méthode de Weende qui détermine par défaut la teneur en parois des fourrages, la méthode de Van et Soest constitue une amélioration de dosage des structures physico-chimiques de la cellule végétale. De ce fait elle tend à s'imposer au niveau international (fig. 3). Elle donne deux valeurs : NDF (neutral detergent fiber) et ADF (acid detergent fiber) qui sont comme la cellulose brute, une estimation des parois présentes dans les plantes (NDF = CB + hémicellulose + lignine) ; (ADF = cellulose + Lignine). L'attaque pendant 3 heures avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 72% et l'incinération du résidu nous donne respectivement la cellulose vraie et la lignine (CB2, Ln).

## 5- Expression de la valeur nutritive

En Algérie, il n'existe pas de système d'expression de la valeur énergétique ou azotée spécifique. Les valeurs énergétiques et azotées sont toujours exprimées en UF Leroy et MAD. Les seules tables de valeurs alimentaires existantes sont celles de l'ITEBO, réalisées dans les années 70 et qui portent sur quelques fourrages verts et le foin de vesce avoine. Aucun travail de réactualisation et de complémentation n'a été fait à ce jour.

Pour exprimer les valeurs énergétiques et azotées des populations il fallait faire appel au système d'énergie élaboré par l'INRA en France pour la Luzerne. Les mêmes formules ont été utilisées pour les populations annuelles ;

## 5.1. La valeur énergétique

---

Par définition, c'est la quantité d'énergie contenue dans un kilogramme d'orge moyen et utilisable par l'animal (1650 Kcal/kg) dans le cas des ruminants. Mais la valeur est destinée à des animaux en croissance ou à des femelles laitières. Or le Kilogramme d'orge qui est égal à un UF viande n'est que de 1855 Kcal tandis que l'UF lait n'est que de 1730 Kcal. Cependant, suivant le système modifié de Breirem-Lehman, la valeur énergétique (UF) des fourrages est calculée à partir des teneurs en matière organique digestible (M.O.D) ou indigestible ballast (M.O.N.D). Ce dernier a été utilisé pour le calcul de la valeur énergétique des fourrages dans les tables de composition et de valeur nutritive depuis 1977.

$$UF (Kg/MS) = \frac{2,36 MOD - 1,2 MO}{1650}$$

$MOD = MO * \text{Coefficient de digestibilité (dMO\%)}$ ,  $MOI = MO - MOD$   
 $dMO\% = 0.516 + 0.001007MAT - 0.00000085CB^2$

$MO = 100\% - MM$

Par la suite, plusieurs formules ont été proposées par l'INRA pour le calcul des UFL et UFV selon la composition chimique déterminée ; certaines sont à base de la CB d'autres à base de la CB et MAT.

Pour une meilleure précision nous avons choisi celle à base de CB et MAT :

$$*UFL = 0.632 + 0.001911MAT - 0.00000188CB^2. \quad *UFV = 0.519 + 0.002168MAT - 0.00000219CB^2.$$

## 5.2. Les valeurs azotées

---

Les formules des systèmes utilisés sont : **MAD (g/KGMS) = 3 7,6+0,938\*MAT**

MAT : matières azotées totales

**PDIA (g/KgMS)=1.11\*MAT (1-dt)dr**

DT=0.73 (dégradabilité théorique de l'azote *in sacco* dans le rumen)

Dr= 0.75 (digestibilité réelle des PDIA dans l'intestin grêle) ( **verité et al 1987**)

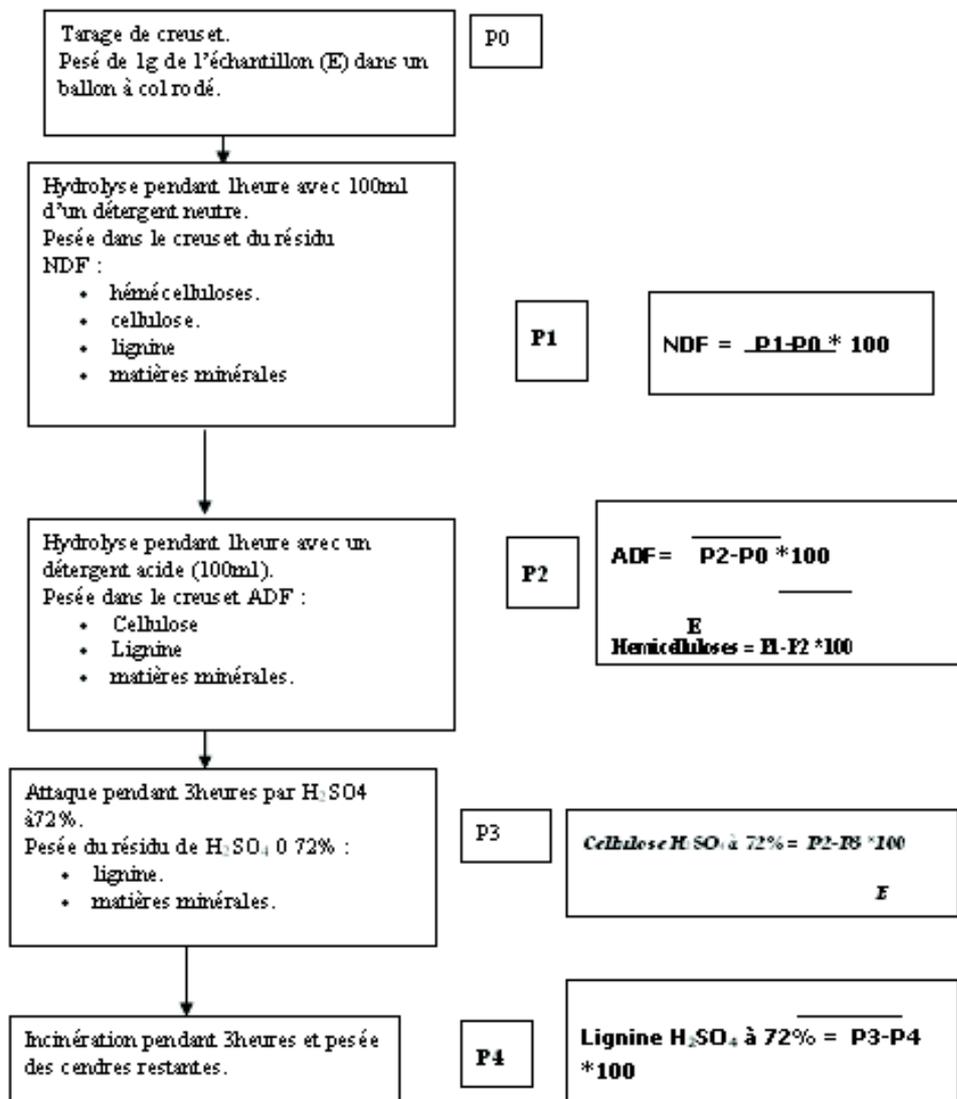


Fig. 3 : Schéma du mode opératoire de Van-Soest (1963)

Remarque : cette méthode a été modifiée au niveau de l'attaque de l'acide sulfurique à 72% par une autre prise d'essai au lieu du résidu.

## 6. Traitements statistiques

Les données recueillies ont subi les traitements statistiques suivant :

- L'analyse de la variance

Dans le premier cas 30 populations et non 42, puisque par inadvertance les 3 blocs des populations S ont été récoltés dans un même sachet ce qui a aboutit à l'obtention d'une valeur de la matière verte ; alors que pour les pérennes il s'agit des micro-parcelles sans répétitions.

Dans le cas où l'effet de la variance est significatif, les moyennes obtenues ont été soumises au test de Newman et Keuls. L'interaction entre paramètres et blocs est vérifiée par le test de Tukey.

- Matrice de corrélation :

Pour l'ensemble des variables et des populations la matrice de corrélation est déterminée.

- Les équations de régression :

Une fois les paramètres ont donné un coefficient de corrélation significatif, les équations de régression pour les paramètres deux à deux sont déterminées.

Les logiciels utilisés sont : STATICF et STATVIEW.

---

# TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

## 1. Caractères agronomiques

L'analyse de la variance de la matière verte et de la matière sèche montre une très haute différence significative ( $P < 0.0001$ ) (annexe.II). Le test de Fischer à 5% de signification donne respectivement 12 et 15 groupes qui se chevauchent (annexeV1 et 2). La Plus Petite Différence Significative (ppds) est de 7,91 (MS) et 69,89 (MV). Les rendements en matières vertes varient entre 977,24 g/m<sup>2</sup> (Poly218) et 12774,96 g/m<sup>2</sup> (I107) chez les espèces locales ; entre 1912,74g/m<sup>2</sup> (Aus 103) et 3541,26 g/m<sup>2</sup> (Aus107) chez les espèces introduites (Tab. 8).

### 1.1. Les rendements en matière verte

---

Les rendements les plus élevés en MV se trouvent au sein des *M. ciliaris* (c). Ils oscillent entre 7293,90 g/m<sup>2</sup> (C58) et 11584,80 g/m<sup>2</sup> (C2) (tableau7). La moyenne de l'espèce soit 9027,24g/m<sup>2</sup> est supérieure à la moyenne obtenue chez la même espèce par **Méziani (1998)** dans la région de Sétif (8131,6 g/m<sup>2</sup>) et **Khelifi-Touhami (1991)** dans la région d'El khroub (3244,43 g/m<sup>2</sup>).

Les populations de *M. intertexta* viennent en deuxième position avec une valeur élevée chez I107 (12774,96 g/m<sup>2</sup>) et une faible valeur chez I755 (2694,52 g/m<sup>2</sup>). La moyenne de l'espèce (8082,79 g/m<sup>2</sup>) est supérieure à celle rapportée par **Méziani (1998)** (7966,3 g/m<sup>2</sup>).

Selon Heyn (1963), *M. ciliaris* est une variété de *M. intertexta* dont elle se rapproche morphologiquement et génétiquement. Cependant, les résultats des rendements (S : 6015,07 g/m<sup>2</sup>, C : 9027,24 g/m<sup>2</sup>) montrent une différence au sein même des populations de *M. ciliaris* (S et C).

Par ailleurs malgré que les populations de *M. polymorpha* avec une moyenne de 2042,88 g/m<sup>2</sup> soient en dernière position après les espèces introduites, *M. granadensis* (Aus100, Aus106) et *M. muricoleptis* (Aus103, Aus107) (3007,11g/m<sup>2</sup>), **Heyn (1963)**, **Abdelguerfi (1976)** et **Seklani et al. (1996)** affirment qu'elles présentent une souplesse d'adaptation aux conditions de stress environnementaux (Tab. 8).

Enfin, les populations pérennes pour leur première coupe donne une moyenne de 1155,82 g/m<sup>2</sup> avec la distinction de Tamacine (1562,52 g/m<sup>2</sup>).

### 1.2. Les rendements en matière sèche

---

Sachant que la quantité de matière sèche produite par la plante dépend directement de la quantité de matière verte de départ produite ( $r = 0.86^{***}$ ), le classement des populations diffère de celui de la MV. Les populations *M. intertexta* sont en première position avec une moyenne de 1116,90 g/m<sup>2</sup> et celles de *M. polymorpha* sont en dernière position avec une

moyenne de 285,66 g/m<sup>2</sup> (Tab. 8). En deuxième position, on trouve les populations de *M. ciliaris* (S) avec 787,38 g/m<sup>2</sup> au lieu des populations de *M. ciliaris* (C) (381,90 g/m<sup>2</sup>) ce qui s'expliquerait par le taux élevé d'humidité de ces dernières. Les populations introduites offrent un rendement non loin de celui des populations de *M. ciliaris* (C) soit 349,08 g/m<sup>2</sup>. Enfin, les espèces pérennes, pour leur 1<sup>ère</sup> année d'installation et leur 1<sup>ère</sup> coupe donnent des quantités inférieures à celles des luzernes annuelles (226,92 g/m<sup>2</sup>) et inférieures à celles trouvées dans les Oasis par Moussab-Bouaboub (2001) chez Tamentit (228,4 g/m<sup>2</sup>) et chez El Méniaa (268,4 g/m<sup>2</sup>) (Tab. 8).

## 2. Caractères biométriques

### 2.1. Largeur ou hauteur des populations

---

Quelle que soit la date de notation du développement en largeur ou hauteur des 30 populations, l'analyse de la variance (annexe II) montre une différence très hautement significative et une interaction facteur bloc significative. Le test de Fischer à 5% de signification donne 9 groupes qui se chevauchent (annexe V12).

Les moyennes des longueurs des ramifications varient entre 13,11cm (Tr 201) et 51,39 cm (I107) chez les espèces locales. Cependant, les ramifications des *M. intertexta* les dépassent, ce qui confirme les travaux de **Lessins et Lessins (1979)**, Laouar (1998) et **Bendifallah (2002)**. Ensuite, viennent les moyennes des écotypes introduits, 11,11cm (Aus100) et 28,77cm (Aus106) (tableau. 7). Par ailleurs, les hauteurs moyennes des tiges des espèces pérennes suivent l'ordre croissant suivant : Tamentit (24 cm), El Méniaa, (25,91 cm) et Tamacine (28,33 cm), alors que Chaabena, (2001), dans la région saharienne indique au stade végétatif des valeurs supérieures et un ordre différent : Tamacine (33.5cm) suivie par El Méniaa (35.25 cm) (Tab. 8).

### 2.2. Gousses

---

L'analyse de la variance de ce paramètre chez les 30 populations révèle une différence très hautement significative (annexe I); il en résulte 12 groupes homogènes qui se chevauchent (annexe V12).

La production de gousses la plus élevée des populations locales est de 1,17 kg (I756) (soit à 7,02 kg/m<sup>2</sup>) et la plus faible est de 300 g (poly60 et poly27) (soit à 1,8 kg/m<sup>2</sup>) (Tab. 8). Les espèces introduites offrent des quantités variant entre 300 g (Aus103) et 490 g (Aus107), soit respectivement 1,8 et 2,94 kg/m<sup>2</sup> (Tab. 8). Toutefois, étant plus disponibles dans la nature que le trèfle; avec une exploitation rationnelle, les medics peuvent produire environ 3 t/ha (30 kg/m<sup>2</sup>) de gousses (**Lelievre et Porqueddu, 1994 in Porqueddu, 2000**). La production des populations pérennes est insignifiante.

Ainsi, dans les vallées de Cheliff et de la Mina, dans la Mitidja et sur les hauts plateaux de Sétif, les vieilles luzernières pérennes donnent un rendement de 4-9 q/ha ( **ex IDGC, 1979**) alors que les espèces annuelles procurent un rendement de 1q/ha (ex **IDGC, 1976**).

Tab. 8: les moyennes des paramètres agronomiques et biométriques

---

dates de coupe/ nombre de jours	Population	MV(g/ m <sup>2</sup> )	MV(q/ ha)	MS(g/ m <sup>2</sup> )	MS(q/ ha)	H(%)	MS(%)	Lg(cm)	Pds kg/ m <sup>2</sup>
10-03-04/69j	S15	4074,3	407,43	593,28	59,33	85,44	4,56	18,07	4,56
10-03-04/69j	S9	4838,3	483,84	710,28	71,10	85,32	4,68	19,19	4,5
10-03-04/69j	S6	7095,5	709,6	913,98	91,40	87,07	2,93	20,39	5,76
13-03-04/69j	S8	6493,4	649,4	817,32	82,0	87,41	2,59	18,50	6,90
10-03-04/69j	S5	5790,9	579,1	821,28	82,20	86,87	3,13	18,29	4,32
10-03-04/69j	S4	4761,7	476,2	760,44	76,10	85,81	4,19	19,43	2,58
13-03-04/72j	S11	8212,9	821,3	978,78	98,0	88,08	1,92	22,28	4,44
10-03-04/69j	S7	6449,8	645,0	821,28	82,13	87,27	2,73	18,77	5,04
13-03-04/72j	S3	6418,5	642,0	815,16	81,52	87,30	2,70	18,50	3,78
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>82j</b>	<b>6015,07</b>	<b>601,6</b>	<b>787,38</b>	<b>78,74</b>	<b>86,73</b>	<b>3,27</b>	<b>19,27</b>	<b>4,32</b>
03-04-04/93j	POL205	3538,9	354,0	437,46	43,75	87,64	2,36	15,56	2,3
03-04-04/93j	POLY58	987,24	98,73	189,00	19,0	78,79	2,21	13,55	4,5
04-04-04/94j	POL218	977,24	98,0	140,76	14,1	85,28	4,73	16,42	1,26
04-04-04/94j	POLY236	2305,9	230,6	351,42	35,2	84,86	5,14	19,83	2,4
03-04-04/93j	POLY60	1572,1	157,22	218,82	22,0	85,97	4,04	20,27	1,8
05-04-04/95j	POLY27	2875,5	287,56	376,56	37,66	87,63	2,37	31,78	1,8
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>105j</b>	<b>2042,88</b>	<b>204,3</b>	<b>285,66</b>	<b>28,6</b>	<b>85,03</b>	<b>4,96</b>	<b>20,57</b>	<b>2,3</b>
17-03-04/86j	TR55	7601,3	760,14	324,42	32,44	87,53	8,48	16,22	5,04
14-03-04/83j	TR201	6137,7	613,8	274,32	27,43	85,33	4,67	13,11	4,32
04-04-04/104j	TR238	2433,8	243,4	385,02	38,50	83,96	6,05	17,38	2,16
03-04-04/103j	TR27	8037,8	803,80	1029,42	102,94	87,32	2,68	29,05	5,82
04-04-04/104j	TR221	1938,1	194,2	300,90	30,1	83,29	6,71	22,98	4,08
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>97j</b>	<b>522,78</b>	<b>52,3</b>	<b>462,84</b>	<b>46,28</b>	<b>85,34</b>	<b>4,66</b>	<b>19,75</b>	<b>4,28</b>
14-03-04/83j	C242	10320,6	1032,1	447,84	44,8	86,52	3,45	18,83	5,28
16-03-04/85j	C2	11584,8	1158,50	499,68	49,97	87,06	2,68	22,95	5,94
17-03-04/86j	C11	9454,7	945,5	424,92	42,49	86,51	3,77	20,11	4,20
14-03-04/83j	C58	7293,9	729,4	298,08	29,81	87,67	1,71	14,16	4,68
14-03-04/83j	C204	9399,1	940,0	345,12	34,52	88,81	10,34	19,23	5,88
14-03-04/83j	C35	4779,4	478,0	206,74	20,67	86,96	2,98	16,05	3,36
17-03-04/86j	C52	10357,8	1036,0	450,72	45,07	86,89	2,11	21,32	4,62
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>86j</b>	<b>9027,24</b>	<b>902,724</b>	<b>381,90</b>	<b>38,19</b>	<b>87,20</b>	<b>2,80</b>	<b>19,01</b>	<b>4,85</b>
04-04-04/104j	I11	7410,4	741,1	1029,24	102,93	85,73	4,27	32,66	5,04
05-04-04/105j	I31	7030,7	703,1	1068,96	106,896	84,67	5,33	31,16	5,76
03-04-04/93j	I756	10078,2	1007,83	1435,14	143,52	85,67	4,24	38,66	7,02
03-04-04/93j	I58	8161,7	816,17	942,06	94,21	89,06	10,94	35,55	5,76
03-04-04/93j	I253	7557,4	755,75	982,92	98,29	86,74	3,26	37,77	6,54
05-04-04/105j	I52	8954,1	895,42	1028,46	102,85	88	11,93	38,78	6,42
13-04-04/82j	I107	12774,9	1277,5	1976,10	197,6	94,95	5,13	51,39	5,58
27-03-04/96j	I755	2694,5	269,45	472,38	47,24	83,20	6,8	14,91	3,54
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>101j</b>	<b>8082,79</b>	<b>808,3</b>	<b>1116,90</b>	<b>111,69</b>	<b>87,28</b>	<b>2,73</b>	<b>35,11</b>	<b>4,91</b>
14-03-04/83j	AUS100	3267,2	326,73	153,64	15,36	75,6	24,4	11,11	1,68
05-04-04/84j	AUS106	3307,2	330,72	473,16	47,32	85,7	14,27	28,77	2,14
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>96j</b>	<b>3287,22</b>	<b>328,72</b>	<b>313,4</b>	<b>31,34</b>	<b>80,66</b>	<b>19,35</b>	<b>19,94</b>	<b>1,92</b>
04-04-04/83j	AUS103	1912,7	191,27	277,08	27,71	84,95	5,06	14,77	1,8
50/04/04/84j	AUS107	3541,2	354,13	492,42	49,24	86,08	3,92	23,66	2,94
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>106j</b>	<b>2727,00</b>	<b>272,70</b>	<b>384,75</b>	<b>38,47</b>	<b>85,52</b>	<b>14,49</b>	<b>19,21</b>	<b>2,37</b>
19-04-04/119	EI	1090,7	109,74	210,06	21,01	81,23	8,76	25,91	0,18
	Méniaa								
09-05-04/91	Tamentit	814,20	81,42	226,92	22,69	72,13	27,87	24	0,12
23-05-04/105	Tamacine	1562,5	156,25	243,78	24,4	84,39	5,80	28,33	0,06
<b>Moyenne/espèce</b>	<b>103</b>	<b>1155,82</b>	<b>115,58</b>	<b>226,92</b>	<b>22,7</b>	<b>51,12</b>	<b>20,81</b>	<b>25,91</b>	<b>0,12</b>

## VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

L'ouverture de la première fleur de la ligne de coupe des 42 populations étudiées a eu lieu durant une période assez étalée, durée qui oscille entre 81 jours (S) et 106 jours (Poly27, I31, I52, Aus106, Aus107) à compter de la date de semis (Fig. 4). Les espèces annuelles les plus précoces sont les populations de *M. ciliaris* (S) (entre 81 jours et 84 jours) alors que les plus tardives sont les populations de *M. polymorpha* (entre 104 jours et 106 jours). Ceci est en accord avec les résultats de Mefti (1993) qui indique que les populations de *M. truncatula* (moyenne 136 jours après levée) sont plus précoces que celles *M. polymorpha* (moyenne 140 jours après levée).

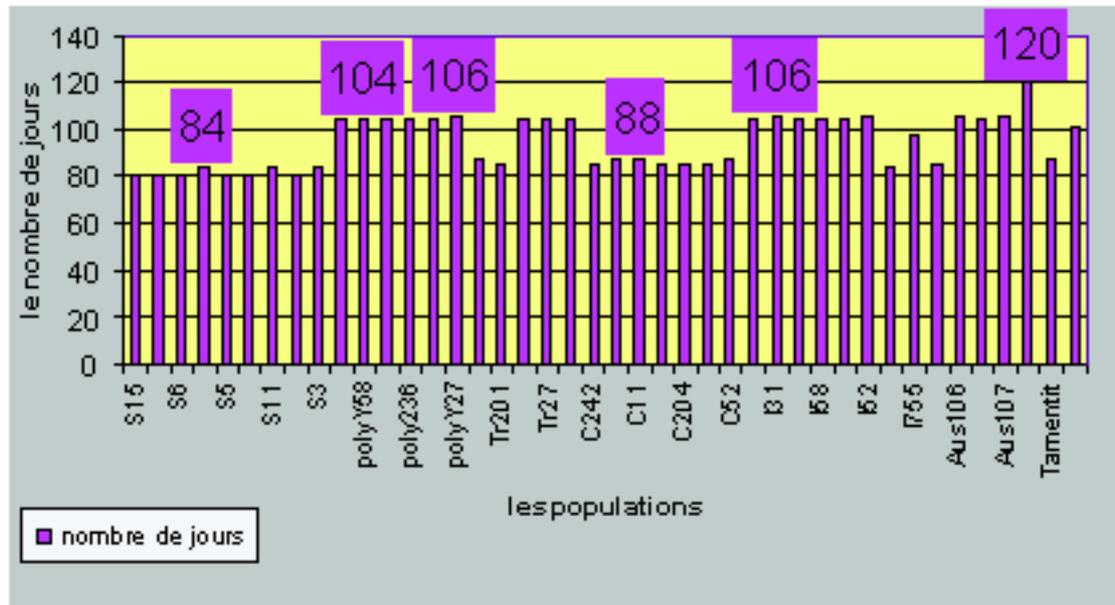


Fig. 4 : Le stade début de floraison des 42 populations

Ainsi, les moyennes des populations par espèce donnent le classement suivant : les populations de *M. ciliaris* (S et C) sont les plus précoces avec respectivement 82 et 86 jours, les populations de *M. truncatula* (97 jours), les populations de *M. intertexta* (101 jours), les populations pérennes (103 jours) correspondant à la moyenne enregistrée dans la région saharienne par Chaabena (2001) ; les plus tardives sont les *M. polymorpha* avec de 105 jours. Les espèces introduites arrivent au stade début floraison le 101<sup>ème</sup> jour (correspondant à 96 jours pour *M. granadensis* et 106 pour *M. muricoleptis*) (Fig. 5) soit une durée supérieure à la moyenne trouvée par Khedim (2003) avec respectivement 93,78 jours et 92,01 jours.

Par ailleurs, Mefti (1993) et Abdelguerfi (2002) affirment que les caractères de floraison sont fortement liés à la pluviométrie et que les espèces originaires sèches sont les plus précoces quelque soit le genre ; ceci est vrai chez les populations de la même espèce.

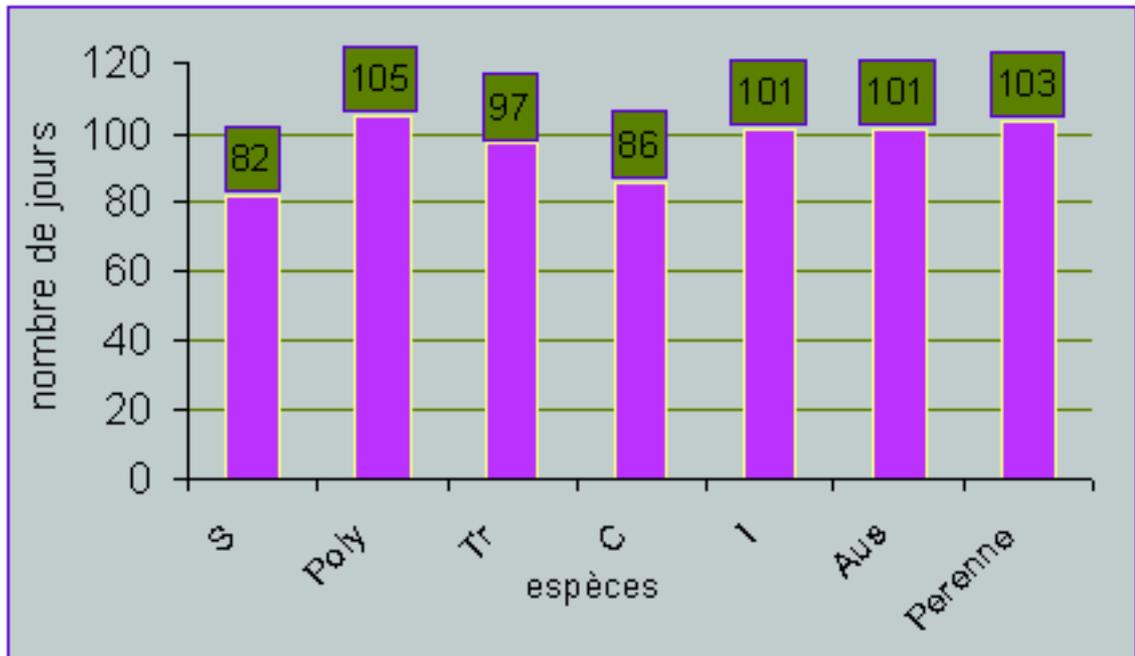


Fig. 5 : Le stade début floraison par espèces

## 4. L'analyse fourragère

### 4.1. La prise d'essai et mesure de la matière sèche (MS2)

Variante de 98,36% à 99,97% avec une moyenne des 30 populations de 99,16%, celle-ci coïncide avec la moyenne rapportée par **Goumiri (1987)** (99,16%) (Tab. 12 et annexe I). L'analyse de la variance est très hautement significative (annexe II), le test de Fischer, à 5%, offre 14 groupes homogènes.

### 4.2. Les matières grasses

L'évaluation des gras n'est pas faite de façon régulière pour la plupart des fourrages verts puisqu'elle ne dépasse pas les 5%. En effet, **Chaabena (2001)** a trouvé chez Temacine et El Méniaa respectivement 4,69% et 3,69%. Pour cette raison et juste à titre indicatif, deux populations prises au hasard ont été analysées : S11 (3,55%) et S5 (2,53%) (Tab. 9).

Tab. 9: Détermination de la teneur en matières grasses

## VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

populations	poids de Echantillon (g) 14/04/2004	poids de ballon vide	poids du ballon après étuvage +MG 15/04/2007	MS%	MG %	Moyenne par population
S11						
B1	3,0472	115,231	115,3512	98,77	3,99	
B2	3,056	102,009	102,0981	98,72	2,95	3,55
B3	3,02077	112,449	112,5595	98,55	3,71	
S5						
S1	3,0177	113,3438	113,4268	98,99	2,77	
B2	3,0427	122,1212	122,208	98,68	2,89	2,53
B3	3,9349	103,3841	103,4588	98,7	1,2	

### 4.3. Les matières azotées totale

L'analyse de la variance indique une très haute différence significative. Le test de Fischer à 5% de signification donne 15 groupes (annexe.V4). La plus petite différence significative (ppds) est de 1,46.

Les pourcentages des matières azotées totales des populations varient entre 17,18 (I107) et 43,54 (C58) avec une moyenne des 30 écotypes de 26,95% (annexe II) (Tab. 12), celle-ci est supérieure aux moyennes obtenues par **Khelifi-Touhami (1991) et par Méziani (1998)**. Les teneurs en MAT des espèces introduites qui varient de 22,83% (AUS100) à 28,79% (AUS103) se révèlent inférieures à celles de la population pérenne El Méniaa (31,5%) (Tab. 12). D'ailleurs cette dernière dépasse *M. sativa* (Tab. 10).

### 4.4. La teneur en matières minérales

Les proportions en MM donnent une analyse de variance très hautement significative avec 17 groupes qui se chevauchent (annexe. V5), la ppds est de 0,88. Ainsi les teneurs moyennes des populations varient entre 12,47% (I253) et 21,55% (Tr221) (Tab. 12). Cependant, il est à noter que le port des populations est entre rampant et semi érigé, ce qui peut entraîner, lors de la fauche, un prélèvement de la terre ce qui augmenterait la teneur en MM jusqu'à 5%. La moyenne des 30 populations est de 16,64 % (annexe.II), celle-ci correspond au résultat trouvé par Goumiri *et al.* (1990), au stade végétatif, et inférieure à celle mentionnée par Méziani (1998), au stade début floraison (Tab. 10).

### 4.5. La cellulose brute (CB1)

L'analyse de la variance des 30 populations indique une différence très hautement significative (annexe.II). Il en résulte 14 groupes qui se chevauchent. La ppds est de 1,069 et la moyenne est de 20,92% (annexe.I). Ainsi les teneurs en cellulose brute des populations sont comprises entre 15,57% (I755) et 28,46% (I31) (Tab. 12 et annexe.I). Les espèces introduites ont un pourcentage qui varie entre 18,92 (Aus100) et 22,70% (Aus103), il est supérieur à la valeur de l'espèce pérenne (16,62%) (Tab. 13). Ces résultats se situent entre ceux trouvés par Goumiri *et al.* (1990) au stade végétatif et ceux de **Riker (1973 in Adem,**

1974) au stade début floraison. El Méniaa fournit un résultat proche de celui de Chaabena (2001) (Tab. 10).

## 4.6. Neutral detergent fiber (NDF)

La quantité des fibres déterminée par la solution neutre chez les 30 populations donne une analyse de variance très hautement significative avec une structuration de 14 groupes qui se chevauchent (annexe.I et V.7) ; la ppds est de 2,54. Les moyennes varient entre 21,37% (C58) et 74,91% (I31) (Tab. 12). Les espèces introduites disposent d'un pourcentage qui varie entre 35,33 (Aus100) et 46,53 (Aus107). L'espèce pérenne El Méniaa enregistre une valeur inférieure à 33,46%. La moyenne des 30 populations est de 41,71%. Ainsi les résultats des espèces annuelles dépassent légèrement ceux de **Derkaoui et al. (1993 in Porqueddu, 2000)**, alors que la population pérenne détient une valeur inférieure à celle de *M. sativa* (Tab. 11). Toutefois, il est à noter qu'ils ont exprimé leurs résultats en fonction de la matière organique tandis que les notre sont en fonction de la MS.

Tab. 10 : Résultats d'analyse chez quelques auteurs

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Espèces	Stade physiologique	MAT %	moyenne	MM%	moyenne	CB%	moyenne	Auteurs
<i>M. scutellata</i>	DF	25,2	-	-	-	-	-	Demarquilly et Weiss, 1970.
<i>M. hispida M. truncatula M. sativa</i>	-	26,6 19,2 20,3	14,5	7,2 10,3 8,5	10,3 8,5	226,3 204,2 20,1	26,1	Riker, 1973 in Adem, 1974.
<i>M. aculeata M. ciliaris M. intertexta M. orbicularis M. scutellata M. truncatula M. snail M. arborea</i>	Végétatif	27 27 29 37	25 29 23 22	11 12 11 13	12 17 17 14	13 16,3 13 20,1	13 20,1	Camiri et al., 1990.
<i>M. aculeata M. ciliaris M. intertexta M. polymorpha M. truncatula</i>	DF	19,92 22,5 14,8	24,2 21,9 19,9	16,9 16,9 16,9	17,52 26,2 23,0	23,0 20,6 23,1	20,6 20,6 20,6	Camiri et al. à partir des données de Méziani, 1998.
<i>M. truncatula M. ciliaris M. aculeata M. orbicularis M. ciliaris</i>	DF	15,6 14,2 17,3	15,65 16,5 16,5	16,5 16,3 10,5	10,5 9,5 23,2	23,2 23,2 20,8	20,8 20,8 20,8	Kouhrouk, Touhami, 1991
<i>M. sativa</i>	DF	19,0		11,2	-	17,1		ACTA, 1984.
<i>M. sativa</i>	DF	17,8		9 à 11	-	31 à 35		Jarrige, 1988.
<i>El Méniaa Temacine</i>	DF	13,89 21,8 19,7		17,14 14,02		17,05 13,51		Chaabena, 2001.

**Tab. 11 : La teneur en NDF et ADF des espèces du genre *Medicago***

Espèces	Cultivars	NDF	ADF	Auteurs
<i>M. sativa</i>	-	42,2%MS	35,2%MS	CIHEAM ,1995
<i>M. sativa</i>	-	42,92% à 48,86 %MS	-	Corsi <i>et al.</i> , 2000
<i>M. littoralis</i>	Harbinger C3218	32,18	21.5-25.5%MO	19.5-26.2%MO
<i>M. polymorpha</i>	Vally Serena	32,8	32,8	32,8
<i>M. polymorpha</i>	Macgosa	32,8	32,8	32,8
<i>M. rugosa</i>				
<i>M. rugosa</i>				
<i>M. rugosa</i>				
<i>M. scutellata</i>				
<i>M. scutellata</i>				
<i>M. tornata</i>				
<i>M. truncatula</i>				
<i>M. runcatula</i>				
<i>M. truncatula</i>				
<i>M. truncatula</i>				
<i>M. sativa</i>				

#### 4.7. Acid detergent fiber (ADF)

Les teneurs des espèces en fibre déterminées par la solution acide varient entre 12,17% (C11) et 29,32% (I253). Le pourcentage des populations introduites varie entre 15,34 (Aus 107) et 21,87 (Aus106). Par ailleurs, la population pérenne (El Méniaa), enregistre 18,40% (Tab. 12). La moyenne des 30 écotypes est de 21,02% (annexe.II). L'analyse de la variance montre une très haute différence significative avec 16 groupes qui se chevauchent (annexe. IletV8), la ppds est de 1,08. Ces résultats rejoignent ceux du tableau 10, sauf pour l'espèce pérenne, notre résultat est inférieur à celui trouvé par **CIHEAM (1995)** (Tab. 11).

#### 4.8. L'Hémicellulose

L'analyse de la variance montre une différence très haute significative avec 18 groupes (annexe. IletV9), la ppds est de 2,47. Les moyennes des populations (Tab. 12) varient entre 5,63% (C58) et 47,32% (I31) (cette dernière valeur semble aberrante malgré les répétitions réalisées). La moyenne des 30 populations est de 20,69% (annexe.II) et elle est proche des valeurs données par Jarrige (1981) et Mauriès (1994), respectivement 15% et 20%, pour *M. sativa*. Les populations introduites enregistrent des teneurs qui varient entre 16,83% et 31,19% respectivement chez *M. granadensis* et *M. muricoleptis*. La population pérenne El Méniaa transcrit une valeur de 15,06%.

#### 4.9. La cellulose brute (CB2)

Les proportions varient entre 3.73% (Temacine) et 15,77% (I31) (Tab. 12). Par ailleurs, la différence par rapport à la CB1 donnée par la méthode de Weende peut être expliquée par la part d'hémicellulose éliminée dans la méthode de Van-Soest.L'analyse de la variance montre un effet très hautement significative, le nombre de groupes de moyennes est de 14 (annexe.IletV10), la ppds est de 1,01 ; la moyenne des 30 populations est de 10,54.

#### 4.10. La Lignine

---

Les teneurs des populations en lignine varient entre 3,45% (C2) et 21,52% (Tr238) (Tab. 12), la moyenne des 30 populations est de 9,86% (annexe.II). Ce résultat se situe à l'extérieur de l'intervalle donné par Jarrige (1981) chez la luzerne (18% à 22%). Les populations introduites enregistrent des teneurs qui varient entre 6,10% (*M. granadensis*) et 14,16% (*M. muricoleptis*), par contre la population pérenne El Méniaa présente la valeur de 7.7% qui est proche de la fourchette donnée par **Odoardi et al. (2000)**, chez 20 cultivars de *M. sativa* (7,6% à 8,58%). L'analyse de la variance des 30 écotypes, montre une très haute différence significative (annexe.II), avec 10 groupes, la p.pds est de 0,95 (annexe.V14).

**Tab. 12 : Moyenne des résultats chimiques des 42 populations**

Populations	MS2%	MM%	MAT%	CB1 (%MS)	NDF%	ADF%	Hc%	CB2%	Ln%
S15	98.79	15.26	28.83	12.70	27.56	16.80	10.76	11.55	5.06
S9	98.75	15.33	25.27	20.51	35.63	22.77	12.86	7.18	10.67
S6	98.81	14.82	30.51	16.72	20.39	14.11	6.28	7.62	7.37
S8	98.36	17.35	23.94	16.15	41.53	18.90	22.63	10.00	8.97
S5	98.80	15.68	33.77	17.62	31.68	14.23	17.46	8.34	7.62
S4	99.16	14.30	24.94	20.76	37.80	18.56	19.25	13.16	5.90
S11	98.69	16.98	28.34	20.50	36.36	15.27	21.09	7.38	8.88
S7	98.59	15.87	26.49	16.75	36.21	18.05	17.25	9.96	9.52
S3	98.75	17.22	23.49	15.14	33.36	17.46	15.84	8.21	7.89
POL205	98.66	19.71	32.94	15.71	33.69	16.82	17.79	10.41	7.46
POLY58	99.40	18.80	25.68	23.84	36.77	19.43	17.34	15.04	8.18
POL218	99.33	20.40	24.56	17.20	42.63	24.15	18.48	6.86	6.11
POLY236	99.10	16.82	28.05	22.96	54.31	25.96	28.35	11.23	16.66
POLY60	99.18	17.59	35.44	18.64	38.17	17.89	20.27	18.90	6.99
POLY27	99.23	14.97	22.79	20.59	40.12	16.63	23.50	5.54	4.65
TR55	98.92	15.86	29.15	20.20	45.62	24.48	21.14	5.22	15.54
TR201	98.96	21.14	28.28	15.48	43.29	25.04	18.26	1.29	16.67
TR238	99.21	16.84	26.59	20.88	48.97	23.55	25.43	8.54	21.52
TR27	99.02	14.06	21.34	28.17	43.69	28.98	14.71	7.84	18.39
TR221	99.33	21.55	21.68	22.15	38.34	20.03	18.31	11.97	12.09
C242	98.95	15.84	31.24	16.85	45.11	20.96	24.15	13.58	9.82
C2	98.97	15.55	30.01	15.78	38.07	17.77	20.31	8.82	3.45
C11	98.88	13.60	28.83	18.39	26.04	12.17	13.87	6.80	3.94
C58	99.04	15.73	43.55	16.59	21.37	15.74	5.63	12.26	5.63
C204	99.06	20.12	27.48	21.06	54.80	18.64	36.16	12.05	15.13
C35	98.84	20.30	37.43	19.96	49.00	23.04	25.97	6.67	8.78
C52	98.95	14.59	28.85	18.67	37.75	19.30	18.45	9.98	9.90
I11	99.14	15.96	26.26	21.06	35.06	21.78	13.28	12.67	15.22
I31	99.07	12.68	24.11	28.46	74.91	27.58	47.32	12.22	15.22
I756	99.22	14.28	18.89	21.96	39.15	22.09	17.06	10.50	13.71
I58	99.05	16.27	22.91	24.50	36.58	21.68	14.90	17.67	6.24
I253	99.14	12.47	19.57	27.17	44.02	29.32	14.70	19.88	6.13
I52	99.42	13.31	28.50	27.01	40.49	21.42	19.08	14.30	7.96
I107	99.44	15.13	17.18	24.92	38.48	20.80	17.68	14.96	4.82
I755	99.16	23.81	22.70	15.57	42.42	16.81	25.61	5.90	10.10
AUS100	99.57	17.79	22.83	18.92	35.30	18.47	16.83	11.20	6.10
AUS106	99.05	16.49	26.06	20.40	39.18	21.87	17.31	12.33	6.35
AUS103	99.39	18.05	28.79	22.70	41.69	21.33	20.36	4.29	7.08
AUS107	99.36	14.79	28.32	20.95	46.54	15.34	31.20	4.57	11.63
El Méniaa	99.30	14.29	31.51	16.62	33.46	18.40	15.06	11.06	7.71
Tamentit	99.34	14.81	23.47	24.34	31.24	18.33	12.91	8.36	8.00
Temacine	99.05	16.40	25.56	21.35	30.87	19.09	11.19	11.0	8.83
moyenne	96.72	16.05	27.89	19.65	39.25	19.78	18.20	10.10	9.28

## 5. La régression linéaire des paramètres chez 42 populations

La régression linéaire simple, y en fonction de x, où y est dite variable à expliquer et x est la variable explicative, a pour but final d'estimer la valeur de la variable indépendante ou explicative. Ainsi, les fonctions ont été déterminées (annexe IV1 à IV14) après avoir eu la matrice de corrélation (annexe III) dont les coefficients de corrélation : significatif (noté :\* où r th à 5% est de 0,3044), hautement significatif (note:\*\*, où r th à 1% est de 0,3932) et très hautement significatif (note:\*\*\* où r th à 0,1% est de 0,4896). Toutefois, cette régression linéaire des paramètres deux à deux permet de relier les paramètres agronomiques aux paramètres biométriques, aux paramètres chimiques et aux valeurs nutritives et enfin de passer d'un système à l'autre (NDF=1,1026CB1+17,048 ; r=0,453\*\*) (annexe IV1 à IV14). Par ailleurs, afin d'obtenir des vecteurs de composition chimique cohérents dans les équations de régressions, les teneurs en matières azotées totales et cellulose brutes servent souvent de valeur pivot (MAT= -0,5955CB1+39,045 ; r= -0,453\*\*).

## 6. Comparaison des moyennes par espèce

Etant donné que les facteurs agronomiques et biométriques s'intéressent à la quantité, la comparaison des espèces permettra de mettre en évidence celles qui se distinguent dans le sens positif pour ces paramètres, alors que pour la composition chimique, il s'agit de mettre en évidence les espèces qui se distinguent dans le sens négatif pour la teneur en parois et le sens positif pour la teneur en matières azotées.

Ainsi, le tableau 13 et la figure 6 font distinguer les *M. ciliaris* (C) avec une teneur azotée la plus élevée, de 32,49%, et une teneur modérée en fibres (NDF : 30,08 % et CB1 : 18,18 %), alors que les espèces les plus pauvres en parois sont les *M. ciliaris* (S) (ADF:17,46%, CB1:17,43%). Le taux d'éléments chimiques indigestibles (lignine) le plus élevé se trouve chez les *M. intertexta* (6,10%). La corrélation des fibres et de la matière azotée est négativement (CB1 : r=-0,45\*\* et ADF : r=-0,36\*).

Tab. 13 : Les moyennes des paramètres agronomiques et chimiques des espèces.

Espèces	NDF%	ADF%	Hc%	CB2%	Ln%	MM%	MAT%	CB1%	MV(g)	MS(g)	Lg(cm)	Pg (kg)
S	33,39	17,46	15,94	9,96	7,89	15,87	27,28	17,43	4010,04	131,29	19,27	0,75
Poly	42,40	20,81	21,62	12,49	8,51	17,72	27,30	20,04	297,27	42,55	21,59	0,31
Tr	43,98	24,41	19,57	5,69	16,93	17,89	25,41	21,36	687,39	73,81	19,75	0,29
C	38,88	18,23	20,65	10,01	7,95	16,53	32,49	18,18	501,5	63,65	19,01	0,81
I	43,89	22,68	21,20	13,51	9,26	15,49	22,52	23,83	1196,66	155,24	35,11	0,94
Aus	40,68	19,27	21,39	8,09	7,79	16,78	23,13	23,61	190,93	58,18	19,6	0,36
pérenne	31,86	18,81	13,05	10,14	8,18	15,16	26,85	20,77	192,64	37,82	25,91	0,10

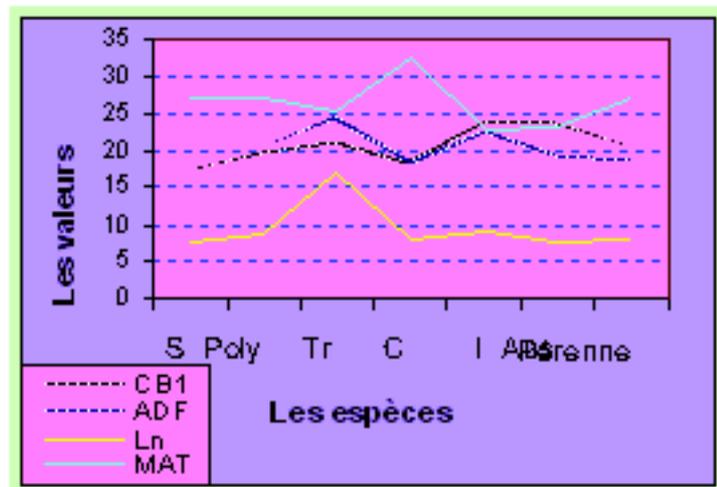


Fig. 6 : Comparaison de la teneur des fibres (CB1, ADF, Ln) et en matières azotées (MAT) chez les 7 espèces au stade début floraison

## Conclusion

L a production de la matière verte montre que les populations de *M. ciliaris* s'adaptent mieux sur la plaine sub-littorale que dans la région de Sétif (haut plateaux), car qu'elles préfèrent les altitudes moyennes à faibles (Abdelguerfi, 1976). Ainsi, les 11 groupes homogènes de la matière verte et les 15 de la matière sèche que forment les 30 populations, permettent l'amélioration des rations et du calendrier fourrager. De plus, si le choix se posera sur le mélange de plusieurs populations à précocité échelonnée, les effets du climat pourront être tamponnés.

L a faible quantité d'humidité que possède le fourrage vert des populations *M. ciliaris* (C) soulève la question d'appétibilité. Puisque Rebischung (1954 in Craplet, 1960) constate que chez les dactyles celle-ci est, tout au moins à certaines époques, proportionnelle à leur teneur en eau (riche en sel et sucre). Par ailleurs, au sein de la même espèce, *M. intertexta*, les populations tardives (I31, I52: 105 jours) ont présenté une biomasse végétative importante par rapport aux populations précoces (I107:82 jours). Ceci rejoint les résultats de Chebouti et Abdelguerfi (2002), avec une régression négative sous forme de  $Y = -82,018x + 7104,7$  ( $r = 0,084$  ns).

A insi, l'hétérogénéité de la précocité est une variable spécifique et écotypique liée au milieu. Ceci a son importance lors d'un pâturage dont la durée sera plus étalée chez les populations à cycle long. L'autre avantage lié au type de port de la plante est la lutte contre les mauvaises herbes. Cas de la population Aus100 à port rampant qui a été étouffée par la cuscute (*Cuscuta epithimum*).

A u stade choisi (début floraison), la production de matière sèche étant maximale chez la luzerne à 21-22% (Planquart, 1977), la seule population annuelle locale qui a pu atteindre ce taux est la Poly58 alors que la population pérenne, Tamentit, le dépasse pour atteindre 27,87% ce qui est proche du résultat de Moussab-Bouaboub (2001) dans la région saharienne (29,83%) ; les populations introduites offrent une valeur intermédiaire de 24,4% (Aus100).

**P** ar ailleurs, la comparaison du facteur biométrique largeur ou hauteur moyenne des espèces étudiées fait distinguer les *M. intertexta* avec 35,11 cm en moyenne. Celle-ci est corrélée très hautement et positivement avec un seul élément fibreux, la CB1 ( $r = 0,54^{***}$ ). La production de gousses chez les luzernes annuelles locales est variable ; le maximum qui s'établit à 7,02 kg/m<sup>2</sup> (1756) est supérieur à la production des populations introduites, lesquelles sont moins performantes (2,15 kg/m<sup>2</sup>). Les espèces pérennes assurent une quantité négligeable de gousses ; il serait donc souhaitable que celle-ci se fasse dans leurs milieux d'origine (oasis).

**L** a majorité des populations possèdent une composition chimique intéressante, avec une moyenne en MAT, pour les 30 écotypes, de 26,95% et une teneur en cellulose brute, méthode de Weende, de 20,92% ; selon la méthode de Van-Soest cette dernière est environ de moitié 10,54%, elle est étroitement liée à la lignine ( $r = - 0.603^{***}$ ).

**L** e résidu pariétal NDF contient la majeure partie des parois (hémicellulose, cellulose, lignine) mais aussi les cendres. Il fournit une estimation, généralement par excès, de la teneur en parois qui est suffisante pour étudier les variations de celle-ci (Jarrige.1981). La moyenne des 30 populations est de 41,71% ; ce qui est satisfaisant de point de vue nutritionnel.

**L** 'évaluation de la valeur énergétique du fourrage au moyen des équations est fondée sur la teneur en fibre ADF (INRAF, 1999), ainsi chez les 30 populations la moyenne est de 21,02%, résultat fort intéressant.

**L** 'hémicellulose n'a guère de signification biochimique mais, elle cumule les incertitudes et les erreurs du NDF, et l'ADF (Jarrige.1981). La moyenne des 30 populations étudiées (20,39%) est assez élevée et proche aux valeurs données par ce même auteur (15% à 20%) chez la luzerne. La moyenne des 30 populations en lignine est de 9,86% ; elle est étroitement liée à la cellulose et constitue avec cette dernière la fraction indigestible du genre étudié (*Medicago*).

**E** nfin, la teneur en matière minérale est élevée chez toutes les populations, la moyenne est de 16,64% avec un risque d'erreur de 5% non corrigée.

## 7. La valeur nutritive

Les facteurs de la valeur nutritive (MAD, PDIA, UF, UFV, UFL) ont été élaborées de telle sorte qu'ils soient cohérents avec les valeurs chimiques pour l'ensemble des populations du genre *Medicago*. Ainsi dans un premier temps, des formules ont été cherchées dans la littérature et dans un second temps la moyenne de la MAT et de la CB1 sont calculées.

### 7.1. La matière organique (MO%)

---

La teneur des fourrages en matière organique se situerait entre 84 et 90% (INRAF, 1999). L'analyse de la variance des 42 populations montre une différence très hautement significative avec une moyenne est de 73,52% (annexe. IV.4). Ce résultat rejoint celui de Méziani (1998), qui rapporte la valeur de 76,01%, mais reste inférieur à celui de Khelifi-Touhami (1991), qui indique le taux de 92,4%. 16 groupes de moyenne ont été mis en évidence, la ppds est de 2,77 (annexe.IV3). Le pourcentage le plus élevé par espèce se

trouve au sein des *M. ciliaris* (S) où la moyenne est de 80,14% ; celle-ci est supérieure à celle des espèces introduites (75,48%). Les pérennes ont une valeur de 79,25% (Tab. 19).

## 7.2. Digesibilité de la matière organique (dMO)

Selon Demarquilly *et al.* (1981), la digestibilité de la matière organique des fourrages verts varie de 0,56 à 0,68. Cette fourchette se rapproche des résultats des 42 populations étudiées (0,55-0,60) (annexe.IV.1) et concordent avec ceux de Brand *et al.* (1991, *in* Porqueddu, 2000) (Tab. 14). L'analyse de la variance montre une différence hautement significative (moyenne de 0,56), avec 3 groupes de moyennes, la ppds est de 0,369 (annexe.IV.3).

Tab. 14 : Données de la digestibilité de la matière organique selon certains auteurs

Populations	Dmo	Auteurs
<i>M. truncatula</i> cv Jemelong	0.48-0.74	Brand <i>et al.</i> , 199 <i>in</i> Porqueddu, 2000
<i>M. aculeata</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. intertexta</i> <i>M. orbicularis</i> <i>M. scutellata</i> <i>M. truncatula</i> <i>M. truncatula</i> (cv snail) <i>M. arborea</i>	0.72 0.76 0.77 0.74 0.75 0.76 0.79 0.66	Goumiri <i>et al.</i> , 1990.
<i>M. truncatula</i> (DF) <i>M. scutellata</i> (DF)	0.57 0.79-0.80	Parkin, 1960 <i>in</i> Adem, 1974.
Luzerne	0.59	INRA <i>in</i> Lapeyronie, 1982.

## 7.3. La composition azotée

### 7.3.1. Matière azotée digestible (MAD)

Selon les auteurs mentionnés au tableau 14, la quantité de MAD permise par le genre *Medicago*, entre le stade végétatif et début floraison, varie de 96,61 à 246g/kg MS. Chez les 42 populations étudiées la valeur la plus élevée est de 446g/kg MS (C58), la plus faible est de 214,79g/kg MS (I756), alors que la moyenne est de 290,73g/kg MS. Ainsi, ces résultats se rapprochent de ceux de Goumiri *et al.* (1990) au stade végétatif et sont supérieurs à ceux de Kheleifi-Touhami (1991) au stade début floraison. L'analyse de la variance (annexe IV2) montre une différence très hautement significative, avec 22 groupes de moyennes, la ppds est de 20,24 (annexe.IV.3). Les moyennes par espèces (Tab. 19) enregistrent une fourchette qui varie de 275,95 (Tr) à 342,34 g/kg MS (C). Les écotypes introduits donnent une moyenne intermédiaire de 286,18 g/kg MS. Au contraire, les espèces pérennes présentent un résultat (289,48 g/kg MS) supérieur à celui de *M. sativa* ( 132-150 g/kg MS) (Tab. 15).

Tab. 15 : Données de la matière azotée digestible selon certains auteurs

## VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

Espèces	MAD (g/kg MS)	Stade physiologique	Auteurs
Luzerne Luzerne Luzerne	150 145 132	DF DF DF	Demarquilly, 1970. A.C.T.A., 1984. Jarrige, 1988.
<i>M. aculeata</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. intertexta</i> <i>M. truncatula</i> Snail ( <i>M. scutellata</i> ) <i>M. orbicularis</i>	226 226 246 220 209 243/69/61/73		Goumiri <i>et al.</i> , 1990.
<i>M. truncatula</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. aculeata</i> <i>M. orbicularis</i> <i>M. ciliaris</i>	117.92-120.23 96.61-99.57 7.92-127.4 113.19 118.11-120.12	DF	Khelifi-Touhami, 1991.

### 7.3.2. Protéine digestible au niveau des intestins d'origine alimentaire (PDIA)

Le système PDI français, de même que les autres systèmes internationaux, permettent d'évaluer la part respective de l'aliment et des microbes dans la fourniture des matières azotées au niveau de l'intestin de l'animal hôte (INRAF, 1999). Ainsi, les protéines d'origine alimentaire (PDIA) que peuvent offrir les 42 populations étudiées varient entre 61,8g/kg MS (C204) et 97,9 g/kg MS (C58) avec une moyenne totale de 60,8 g/kg MS (annexe.IV). Les quantités moyennes permises par les espèces locales varient entre 50,60 (I) et 73,2 g/kg MS (C) (Tab. 19). Les populations introduites (*M. granadensis* et *M. muricoleptis*) fournissent 59,56 g/kg MS, elles sont très proches de la valeur des populations pérennes, 60,35g/kg MS, et des données des trois auteurs du tableau 16. L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative (annexe.IV2), avec 17 groupes de moyennes, la ppds est de 4,897 (annexe IV.3).

Tab. 16 : Données de PDIA selon certains auteurs

Espèces	PDIA (g/kg MS)	Auteurs
Luzerne	46-50	Amrane, 2002.
Luzerne (1 <sup>ier</sup> cycle)	43	Mauriès, 1994.
Luzerne (Début floraison)	40	Jarrige, 1988.

## 7.4. La valeur énergétique

### 7.4.1. Unité fourragère (UF)

L'analyse de la variance des 42 populations montre une différence très hautement significative, les moyennes varient entre 0,12UF (I107) et 0,9UF (S5), le total est de 0,5 UF/ Kg MS ; 4 groupes de moyennes ont été mis en évidence, la ppds est de 0,403 (annexe.IV2 et 3). Les moyennes par espèces chez les populations locales varient entre 0,39UF (Poly) et 0,56UF (S). Les espèces introduites et pérennes offrent respectivement 0,52 et 0,55UF/ kg MS (Tab. 19). Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux de **Goumiri *et al.* (1990)** et supérieurs à ceux de Khelifi-Touhami (1991) (Tab. 17).

Tab. 17 : La quantité d'UF permise par le genre *Medicago* selon certains auteurs

Populations	UF	Moyenne	stade	Auteurs
<i>M. aculeata</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. intertexta</i> <i>M. orbicularis</i> <i>M. scutellata</i> <i>M. truncatula</i> Snail ( <i>M. scutellata</i> ) <i>M. arborea</i>	0.58 0.63 0.63 0.63 0.63 0.58 0.6 0.61 0.47	0.58	végétatif	Goumiri <i>et al.</i> , 1990.
<i>M. truncatula</i> <i>M. ciliaris</i> <i>M. aculeata</i> <i>M. orbicularis</i> <i>M. scutellata</i>	0.35-0.36 0.33-0.36 0.33 0.37 0.36	0.35	DF	Khelifi-Touhami, 1991.
Luzerne	0.57		DF	Demarquilly et Weiss, 1970.

#### 7.4.2. Unités fourragères lait et viandes (UFL et UFV)

Pour augmenter la précision dans le choix des meilleures populations selon le type de production animale, les UFV et les UFL sont déterminées. Ainsi, l'analyse de la variance des deux paramètres chez les 42 populations montre une différence très hautement significative avec une moyenne de 0,58 pour les UFV et de 0,68 pour UFL, la ppds est respectivement de 0,475 et 0,412 (annexe.IV1et2). Les moyennes les plus élevées par espèce sont de 0,69 UFL (S, C, Poly) et 0,59 UFV (C) (Tab. 19). Ces résultats se rapprochent de ceux de la luzerne (Tab. 18).

Tab. 18 : Données des UFL et UFV selon certains auteurs.

Espèces	UFL/Kg MS	UFV/Kg MS	Stade	Auteurs
Luzerne 1 <sup>er</sup> cycle	0.73	0.64	DF	A.C.T.A., 1984.
Luzerne 1 <sup>er</sup> cycle	0.73	0.65	DF	Jarrige, 1988.
Luzerne 1 <sup>er</sup> cycle	0.93-1.19	0.85-1.16	DF	Jarrige, 1981.
Luzerne 1 <sup>er</sup> cycle	0.69	0.59	F	Mauriès, 1988.

## Conclusion

Les 42 populations étudiées, au stade début floraison, présentent une différence très hautement significative pour le pourcentage de la matière organique. Ceci permettrait de penser à l'existence de certaines populations plus performantes que d'autres. Aussi, les résultats des paramètres de la valeur nutritive (MAD, PDIA, UF, UFL, UFV) permettent

## VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

une sélection inter et entre espèce des meilleurs écotypes. Les espèces introduites (*M. granadensis*, *M. muricoleptis*) offrent des valeurs nutritives intéressantes mais inférieures ou égales aux populations locales, alors que les populations pérennes donnent des résultats supérieurs à ceux *M. sativa*.

Cependant, les rapports PDIA/UFL des espèces présentent un déséquilibre ; parfois riche en azote et parfois riche en énergie (Tab. 19). Ainsi, pour obtenir un rapport plus au moins équilibré, il est préférable de produire les medics en association avec une graminée ou en mélanges (plusieurs populations). Certaines espèces ont un port semi érigé (cas de *M. intertexta*) peuvent assurer une production fourragère en association avec les céréales. Quant aux populations pérennes, leurs teneurs en MAD sont supérieures à celles de *M. sativa*, mais avec une digestibilité inférieure.

Tab. 19 : Les paramètres des valeurs nutritives par espèces

Espèces	PDIA g/ kgMS	MAD g/ KgMS	UF	UFL	UFV	dMO	MO%	PDIA/UFL	MAD/UF
S	61.33	264.88	0.56	0.56	0.58	0.56	80.14	88,88	527,58
Tr	57.11	278.03	0.56	0.68	0.57	0.56	74.37	83,98	613,22
C	73.02	332.72	0.5	0.69	0.59	0.5	68.23	106,08	633,96
I	50.60	198.75	0.55	0.68	0.56	0.55	69.46	74,41	621,95
Aus	59.56	307.65	0.55	0.68	0.58	0.55	75.48	87,59	550,35
Pérennes	60.35	289.43	0.56	0.68	0.58	0.56	79.25	92,43	775 ,69
Poly	63.78	264.88	0.56	0.39	0.58	0.56	71.64	88,75	526,33
Moyenne	60.82	276.62	0.55	0.68	0.58	0.54	73.42	89,41	599,46

Les digestibilités des 42 populations varient entre 0,56 et 0,57, cette dernière valeur coïncide avec le résultat de Parkin (1966 in Adem, 1974) chez *M. truncatula*. Les populations introduites se situent après les *M. intertexta*, les *M. ciliaris* (C.S) et les *M. polymorpha*.

La matrice de corrélation et les courbes de régression (annexe. III et IV) montrent une signification positive et très hautement entre les paramètres de la valeur nutritive (r varie de 0.88 à 1).

# CONCLUSION GENERALE

**Cette** étude a été menée sur 42 populations du genre *Medicago* dont deux espèces introduites et trois populations oasiennes pérennes. Il s'agissait de dévoiler l'importance des ressources naturelles et leurs aptitudes fourragères en vue d'une exploitation future, sachant que les régions les plus reculées du pays subissent toujours la pression des introductions massives de matériel végétal dit à haut potentiel génétique.

**C**ependant, les différences des résultats observés pour une seule année d'expérimentation sont délicates à expliquer ; un fonds de données de la composition chimique de 10 ans ou plus est nécessaire à l'évaluation critique. Mais, si l'on considère les moyennes totales des espèces et des populations de tous les facteurs étudiés comme de bons indicateurs, on peut déduire :

- Les populations oasiennes pérennes (El Méniaa, Temacine, Tamentit) s'adaptent aux conditions climatiques du nord du pays et offrent des rendements en verts et en secs intéressants avec la distinction de Tamacine pour les facteurs biométriques et sa précocité. Cependant, pour le caractère biométrique production des gousses, il est préférable de les utiliser dans leur milieu d'origine pour la semences. Les résultats de la composition chimique dépassent ceux des *M. sativa* : une teneur élevée en azote avec une teneur faible en fibre.
- Les espèces annuelles locales reflètent une très grande variation intra et inter spécifique, ce qui offre une large possibilité de choix avec la dominance des *M. ciliaris* (C) par une production de matière verte de 9027,24g/m<sup>2</sup> et une teneur azotée la plus élevée (32,49%) et une assez faible teneur en parois (30,08% NDF, 18,8%CB1, 7.95%Ln). Néanmoins, la production en matière sèche fait discriminer les *M. intertexta* avec un rendement de 1116,9 g/m<sup>2</sup> que lui correspond une moyenne des ramifications la plus élevée de 35,13 cm. Pour la production de gousses, qui peut être considérée comme source de protéine estivale aux pâturages, les rendements les plus élevés sont de 4,91 et de 4,85 kg/m<sup>2</sup> respectivement chez *M. intertexta* et *M. ciliaris*, ce facteur est hautement corrélé avec la largeur des ramifications ( $r$  est de 0,47\*\*).
- Les espèces introduites (*M. granadensis* et *M. muricoleptis*) manifestent une adaptation différente aux conditions pédoclimatiques du pays. En effet, les rendements en vert, en sec et la moyenne des ramifications sont meilleurs chez *M. granadensis* ; mais les deux espèces produisent presque la même quantité de gousses avec respectivement 1,92 kg/m<sup>2</sup> et 2,37 kg/m<sup>2</sup>. Leur composition chimique offre un taux intéressant d'azote (26,5%), mais avec un taux de parois assez élevé (40%NDF et 20,74%CB1).
- Toutes les populations présentent un taux minéral important ; celui-ci varie de 15,16% (chez les pérennes) et 17,89% (chez *M. truncatula*).
- La valeur nutritive des 42 populations sont très rapprochées, avec une légère dominance des *M. ciliaris* (C). En effet, les systèmes PDIA et MAD donnent respectivement 73,2 et 342,34 g/kg MS qui leur correspondent des quantités énergétiques les plus élevées de 0,69UFL et 0,59UFV, mais aussi possèdent la plus basse digestibilité de la MO (0,5). Les populations introduites et pérennes offrent

des quantités respectives intermédiaires de 59,56 et 60,35g/kg MS pour le système PDIA ; 286,18 et 289,48 g/kg MS pour le système MAD.

- Chez l'ensemble des populations, le taux de digestibilité est relativement faible, 56%. Ce résultat, obtenu sur du matériel qui n'a pas subi de sélection artificielle, laisse présager un gain par son exploitation rapide dans les schémas de sélection.
- Enfin, pour une autonomie protéagineuse, il faut réduire le déficit de la balance commerciale en matière de protéines et d'élevage ; tout un réseau technique doit se mettre en place pour diffuser les résultats de la recherche agronomique et zootechnique sur l'utilisation de ces légumineuses fourragères. D'autant plus depuis 1971/1972 les efforts ont été essentiellement focalisés sur le matériel végétal à travers les collectes et les études biométriques. Ceci ne constitue qu'un aspect du problème des ressources génétiques, il est donc indispensable de les valoriser à travers une utilisation adéquate. D'ailleurs, c'est le seul moyen d'intervention rapide et efficace contre l'envahissement par d'espèces à haut potentiel génétique. Le secteur privé peut jouer un rôle important dans la production et la distribution de la semence.

### **P** erspectives

- Il serait souhaitable de poursuivre l'étude de ces populations de point de vue composition chimique et valeur nutritive, mais aussi pour une meilleure précision en diminuant le nombre de populations et introduire d'autres paramètres et d'autre stade physiologique de la plante.
- Des expériences au pâturage sans complémentation permettraient de quantifier les performances permises par les medics seuls et serviront de référence pour évaluer les réponses au concentré.
- Prendre en compte le milieu d'origine des populations et faire des analyses *in situ*.
- Envisager dans les périmètres de grande mise en valeur où l'eau est disponible un travail particulier pour déterminer en terme de Kg MS que peuvent produire ces populations par mètre cube.
- Déployer des efforts en vue de mettre en place une stratégie de production de semences dans laquelle les agriculteurs éleveurs participeront.
- Etudier la corrélation entre la composition chimique et la valeur nutritive de ces populations d'une part et avec les facteurs pédoclimatiques pour un meilleur choix selon les étages bioclimatiques.
- Enfin, il serait souhaitable de faire des études sur la digestibilité, l'ingestibilité, conservation, les techniques culturales...

**L** es populations locales ont donc un rôle plus important à jouer dans les cultures fourragères et l'amélioration de l'alimentation des ruminants.

---

# Référence bibliographiques

- Abdelguerfi A., 1976. Contribution à l'étude de la répartition des espèces locales des luzernes annuelles en fonction des facteurs du milieu (200 stations) liaison entre les caractères de ces 600 populations étudiées à Beni Slimane et leur milieu d'origine. Mémoire Ing. INA. 74p .
- Abdelguerfi A., 1989. L'utilisation des luzernes annuelles dans les systèmes de pâturage en Algérie. Communication en Italie. pp :1-14.
- Abdelguerfi A., 2002. Ressources génétiques d'intérêt pastoral et/ou fourrager, distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées (*Medicago*, *Trifolium*, *Scorpiurus*, *Hedysarum*, *Onobrychis*) en Algérie. Thèse d'Etat, INA El Harrach. 433p.
- Abdelguerfi.A., Chapot J.Y, Conessa.A.P., 1988. Contribution à l'étude de la repartition des luzernes annuelles spontanées en Algérie selon certains facteurs du milieu. Fourrages, 113 : 106-189.
- Abdelkafi A., Boussaid.M., Marzakchi M., 2000. Complexe d'espèces et régime de reproduction dans la sélection des *Intertextae* : *Medicago ciliaris*, *Medicago intertexta*. Cah. Optio Medit., serie A, 45 : 107-110.
- Adem L., 1974. Etude du comportement des *Medicago* annuelles (Ecotypes locaux et populations étrangères) dans les régions de Setif –Médéa-Tiaret et Alger. Mémoire Ing. INA. 95p.
- Adem L., 1989. Synthèse de la recherche sur les espèces annuelles de *Medicago* en Algérie. Rev. Céréaliculture, 21 : 8-10.
- Amellal R., 1995. La filière lait en Algérie entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Cahier Option Medit., serie B, 14.
- Amrane R., 2002. Prévion de la valeur nutritive des fourrages par des méthodes de laboratoire application à des fourrages algériens. Thèse de Doctorat INA El Harrach.137p.
- Andrieu J., Demarquilly C., Wegat-Litré E., 1981. Valeur alimentaire des foins et des pailles. In les fourrages. INRA France, pp 345-437.
- ACTA (Association de coordination technique agricole), 1984. La luzerne 1. 5<sup>ième</sup> edi. Fiche 401.
- AFNOR (Association Française de normalisation), 1985. Aliments des animaux méthodes d'analyses françaises et communautaires .2<sup>ème</sup> édition. 387p.
- Baumont R., 1999. Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants. Prév. Alim. pour ration site baumont (a) clement inra.fr.
- Bauneret H., Galais A., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. Paris.323-349.

- Bendifallah N., 2002. Etude du comportement et de la variabilité chez quelques populations de *Medicago ciliaris* et *Medicago intertexta*. Mémoire Ing. INA El Harrach. 91p.
- Bensidhoum S., 2002. Phénologie et biométrie de quelques de quelques populations de *Medicago ciliaris* et *Medicago intertexta*. 136p.
- Bessac J.P., 1967. Influence de la densité et de l'écartement sur quelques caractéristiques quantitatives de la Luzerne. Fourrages, 30 : 13-20.
- Bezille E.M., 1984. Influence des cultivars, des dates et des doses de semis sur le rendement et la qualité de la luzerne semée en fin d'été. Ann. Agr., 64 (3) : 667-678.
- Bounejamate M., 1992. Distribution des luzernes annuelles spontanées au Maroc en relation avec certains facteurs climatiques et édaphiques. *Al Awamia*, 79 :17-34.
- Boufiad H., Chonnard P.Y., Tremblay G.F., Petit H.V., Michard R. and Belanger G., 2003. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentration. Can. J. An. Sc., 83 : 501-511.
- Bousba A., 1984. Alimentation azotée du bersim (*Trifolium alexandrinum* L.) assimilation de l'azote. Mémoire Ing. INA. 53p.
- CIHEAM, 1995. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous produits d'origine méditerranéenne (CIHEAM). Cah. Opt. Medit., serie B, 4.
- Chaabena A., 2001. Situation des cultures fourragères dans le Sud-Est Septentrional du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et populations sahariennes de la luzerne cultivée. Thèse Magister INA El Harrach. 118.
- Chebouti A., Abdelguerfi A., 2002. L'étude de l'effet de déficit hydrique sur le développement et le rendement fourrager chez quatre populations de *Medicago truncatula* (L) Gaern. Rev. INRAA, 10 : 10-11.
- Chocarro C., LiedoM., Fanio R. and Lioveras J., 2001. Effect of winter grazing on the protein contents of alfalfa spring regrowth. Cah .Opt. Medit., serieA, 45: 253-255.
- Corsi G., Dalre L., Laffi G. and Ligabre M., 2000. Field reponse and quality evaluation of alfalfa variétés for desydrated forage production. Cah. Opt. Medit. serieA, 45 : 225-229.
- Crespo D.G., 1977. Quelques aspects de l'amélioration des productions pastorales et fourragères en Corse. Elvas Portugal.
- Cocks P.S., 1993. Legumes from the Mediterranean basin : a continuing source of agricultural wealth Australia. Rapport interne, CLIMA, University of Perth, western Australia. pp1-32.
- Sauvan D., Chapotot P., Peyrand J.L., Meschy F. et Doreau B., 2001. Valeurs nutritives pour les ruminants. In tables de composition et valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Edi Sc.INRAF.pp17-22 et pp43-49.
- Del Pozo M., 1995. Phosphorus use efficiency of *Medicago polymorpha* in the secano interior of central Chile. In « Systèmes sylvopastoraux pour un environnement, une agriculture et une économie durables » 8th Meeting of FAO European sub-Network of Mediterranean Pastures and fooder crops, Avignon (Fr). Cahiers Options Méditerranéennes, 12 : 83-86.

- Demarquilly C., Weiss Ph., 1970. Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. INRAF. 64p.
- Demarquilly C., 1981. Stratégie d'utilisation de l'analyse des fourrages. In prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. 213-216.
- Demarquilly C., 1987. La fenaison : évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Perte d'eau, métabolisme, modification de la composition morphologique et chimique. Edt. Les fourrages secs. INRA, Paris. 23-26.
- Demarquilly C et Andrieu J., 1987. Fenaison : pertes en cours de récolte et de conservation. Edt. Les fourrages secs. 103-122.
- Demarquilly C. et Andrieu J., 1987. Prévision de la valeur alimentaire des fourrages secs au laboratoire. INRAF. 243-251.
- Demarquilly C., Grenet E., Andrieu J., 1981. Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages. INRAF. 129-154.
- Demarquilly C., Dulphy J.P, Andrieu J.P., 1998. Valeurs nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. Fourrages, 55 : 349-369.
- Derkaoui M., Caddel J.L. and Roman L.L., 1993. Forage quality in annual *Medicago* spp. Agr. Medit., 123: 86-91.
- Derkaoui M., Caddel J.L. and Strup W.W., 1990. Biomass partitioning and root development in annual *Medicago* ssp. Agr. Medit., 120 : 407-416.
- Durant J.L., Lemaire G., Gosse et Chartier , 1989. Analyse de la conversion de l'énergie solaire en matière sèche par un peuplement de luzerne (*Medicago sativa* L.) soumis à un déficit hydrique. Agronomie, 9 : 599-607
- Duthil J., 1967. La production fourragère. 373.
- El Manfalouti M., 1991a. Prairie permanente à base de *Medicago*, cas d'EL Gaada El Kibra. II. Conduite des essais pastoraux .In Ley Farming. Séminaire national, Rabat (Maroc), 1-2/02/1990. Actes Editions. Ed. M.Amine, 43-45.
- El Manfalouti M., 1991b. Prairie permanente à base de *Medicago*, cas d'El Gaada El Kibra I. Périmètre d'amélioration pastorale. In Ley Farming. Séminaire national, Rabat (Maroc), 1-2/02/1990. Actes Editions. Ed. M.Amine, 46-54.
- Faix J., 1974. The effect of temperature and day length on the quality of morphological components of three legumes. PhD.Thesis. Cornell University. Ithaca, N.Y.
- Foury A., 1654. Service de la recherche agronomique. Rev. Rech. Agr., 10 : 196-285.
- Gaouas-Meghezzi Y., 1989. Valeur azotée de quelques fourrages algériens. Thèse Ing INA El Harrach, 83.
- Tram G. et Sauvart D., 2001. Données chimiques et valeur nutritive. In tables de composition et valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevages. 17-24.
- Goumiri R., 1987. Contribution à la détermination de la qualité fourragère de quelques légumineuses fourragères spontanées en Algérie des genres : *Hedysarum*, *Medicago*, *Onobrychis*, *Scorpiurus* et *Trifolium*. Mémoire Ing. INA El Harrach.105.

- Goumiri R., Abdelguerfi A., Longo-Hammouda F.Z., 1990. Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Medicago* en Algérie. Analyses chimiques du fourrage au stade végétatif. Rev. Céréaliculture, 22 : 25-27.
- Grenet E., 1966. Les particules végétales des fèces de mouton. Ann Zoo., 15 (4) : 303.
- Hamadache A., 1991. *Medicago sativa*. Rev. Céréaliculture, 24. 25-30.
- Heyn C.C., 16963. The annual species *Medicago*. Palestine.154.
- Hnatyszyn M., Gais A., 1988. Les fourrages et l'éleveur. Lavoisier. 345.
- ITGC, 1976. Résultats et perspectives d'extension de la luzerne annuelle (*Medicago*). Rev. Céréaliculture, 1 : 28-31.
- ITGC, 1979. Les légumineuses fourragères. La luzerne (*Medicago sativa*). Rev. Céréaliculture, 10 : 27-31.
- INRA, 1979. Alimentation des ruminants .Ed. INRA. France, Publication, Versailles. 597p.
- Jachy O., Mausard C., Thérèse P., Alegot M., 1989. Mémento fertilisation des cultures légumières. CTIFL. Paris. 398.
- Dulphy J.P., 1987. Fenaison : Pertes en cours de récolte et conservation. INRA. Laboratoire des Aliments CRTZ de Theix, 63122. Ceyrat. 103-121.
- Jarrige J., 1981. Précision de la valeur alimentaire des ruminants INRA. France. 13-40.
- Jarrige J., 1988. Alimentation Bovins, Ovins, Caprins., INRA France. 476.
- Khaldoun A, Bellah F., Ameroun R., 2000. Perspectives de développement des cultures fourragères. Rev. Céréaliculture, 34 : 40-46.
- Khedim A., 2003. Evaluation de la variabilité chez des populations du genre *Medicago* (section des *Intertextea*). Memoire Ing. INA El Harrach. 45.
- khelifi-Touhami R., 1991. Contribution à l'étude de la production, de la composition chimique et de valeur nutritive de 39 écotypes de *Medicago* dans la région d'El Khroub. Mém. Ing. INA.119.
- Labon M., 1976. Luzernes et facteurs climatiques. Mémoire Ing. Borguignon. 342.
- Lafer S., 1994. Effet de la fertilisation potassique et stress hydrique sur la physiologie d'espèces spontanées de luzernes annuelles. Mémoire Ing. INA El Harrach.79.
- Lapeyronie A., 1982. Les productions fourragères méditerranéennes. G.P.M. et Larose. 245.
- Larbi F., 1979. Influence des dates de semis sur la production du trèfle d'Alexandrie. Thèse Ing., INA El Harrach. 97.
- Lessins K. et Lessins I., 1979. Genus *Medicago* (Leguminosae). A taxogenetic study. Hague-Boston. London. 228.
- Laouar M., 1998. Autoecologie, variable agronomique et morphologique des *texa Medicago ciliaris* et *Medicago intertexta*. Thèse de Mag., INA. Alger. 179p.
- Little I.P, Hartres C.J and Young R.R., 1992. The relationship of soil proprieties to the growth of barrel medic at Condoblin, New South. Aus. J. soil. Res., 30 : 82-371.
- Loi A., Howieson J.G, Coks P.S and Carredda S., 1993. The adaptation of *Medicago polymorpha* to a range of edaphic and environmental conditions. Effect of

- temperature on growth and acidity, stress on nodulation and nod gene induction. *Aus. J. Exp. Agri.*, 33: 25-30.
- Majak W., Garland G.J. and Lysyk T.J., 2003. The effect of herbage mixtures of alfalfa and orchard grass on the incidence of bloat cattle. *Can. Journal of Animal Sc.*, December 2003 : 827-829.
- Martin B., Hurtand C., Micol D., 2002. Le rôle des fourrages dans la qualité la qualité des produits animaux. Comment répondre à l'attente du consommateur. *Fourrages*, 171 : 253-264.
- Martinello P., Landado V., Pinto V., Ciruzzi B., 2000. Influence des techniques de culture sur la production de sulla et sainfoin en milieu méditerranéen. *Fourrages*, 161 : 53-59.
- Mauriès M., 1994. La luzerne d'aujourd'hui : Vaches laitières, vaches allaitantes, Chèvres –brebis, chevaux. C.E.P/PP.108-125.
- Mazliak P., 1981. Physiologie végétale : Nutrition et métabolisme .349p.
- Meziani M., 1998. Comportement et évaluation de quelques populations du genre *Medicago* dans la région de Sétif. *Memoire Ing. INA El Harrach*.126.
- Mc Donald P., Edwards R.A., Greenhgh J.F.D., 1988. *Animal nutrition* .4<sup>ième</sup> Edition. 543p.
- MA (Ministère de l'agriculture), 1988-1998. Statistiques agricoles.
- Morley F.H.W. and Katznelson J., 1965. Colonisation Australia by *Trifolium subterraneum* L. Symposium on genetics of colonizing species. California Academia Press New York. 269-282.
- Moule C., 1980. Fourrages « phytotechnie speciale ». *Maison rustique*. 13-245.
- Moussab-Bouaboub K, 2001. Comportement des variétés et des populations de la luzerne pérenne *Medicago sativa* L. dans la région de d'Adrar. thèse de magister INA El Harrach. 152p.
- Odoardi M, Tamaconi C, Borrelli L, Pintus B. et Ursino A., 2000. NIRS monitoring of quality parameters and digestibility of new lucerne cultivars in northern Italy. *Cah. Opt. Medi, serie A*, 45: 193-197.
- Oluf chr Bockman, Ola Koarstad, oleh.Lie Ian Richards, 1988 . *Agriculture et fertilisation*. Edit Lavoisier.258p. REVOIR cette reference!!!
- Ouchai M., 1990. Etude de quelques aspects physiologiques du déficit hydriques chez deux espèces de luzernes annuelles. *Mémoire Ing. INA*. 58P.
- Piano .E. and Francis C.M., 1992. The annual species of *Medicago* in the Mediterranean region. Ecogeography and related aspects of plant introduction and breeding. In the *Lucerne Biotechnologie, Breeding and variety constitution*. Proc X, Int. Conf. Eucarpia *Medicago* spp Group.Eds. P.Rotili and L.Zannone.15-19/07/92. Lodi (Italy) : 373-385.
- Porqueddu C., 2000. Screening germplasm and varieties for quality : constraints and potentials in annual medics. *Cahier Opti. Medi., serie A.*, 45 : 89-98.
- Prosperi J.M., Delgado E.I et Angevain M., 1989a. Prospection du genre *Medicago* en Espagne et Portugal. *Plant Genetic Ressource Newsletter*, 1978/1979 : 27-29.

- Prosperi J.M, Guy P et Balfourier F., 1995. Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon. INRA. France. 219p.
- Quezel P., Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 462-558.
- Quiros C.F. and Bauchman G.R., 1988. The genus *Medicago* and the origin of the *Medicago sativa* complex. In *Alfafa and Alfafa improvement*. Agronomy Monographi, 29 : 93-124.
- Radcliffe J.C. and Cochrane M.G., 1970. Digestibility and crud protein changes in ten maturing species. Soc. An. Prod, 8/531. 536.
- Rahal–Bouziiane H., Mossab K, Hamdi-Kharsi M., 2003. Situation des fourrages cultivés dans la région d'Adrar. Rev . Rech. Agr., 12 : 37-47.
- Ru, Y.J. and Fortun J.A., 2000. Variation in nutritive value of plant parts of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Aust. J. Exp. Agric., 40 : 397-403.
- Sablionière B., 2001. Nutrition: carrières sanitaires et sociales .Edit ellipses.181p.
- Small E., 1981. A numerical analysis of major groupings in *Medicago* employing traditionally USED CHARACTERS. Can. J. Bot., 59 (9) : 1553-1577.
- Seklani H., ZoghlamiA., Mezni M., Hassen H., 1996. Synthèse des travaux de recherche réalisée sur les *Medicago* à l'institut national de la recherche agronomique de Tunisie. Cahier Option. Medit., serie A., 18 : 31-37.
- Silisbury J.H., Adem L., Bachurst P. and Carter E.D., 1979. A quantitative examination of the growth of swards of *Medicago truncatula* Jemalong .Aus. J. Agri. Res., 30 : 53-63.
- Soltner D., 1990. Les grandes productions végétales. Tome1.17<sup>ième</sup> edit. STA. 464p.
- Soltner D., 1990. Alimentation des animaux domestiques. Tome1. 19<sup>ième</sup> editio STA .176p.
- Tefiani. A., 1985. Effet du régime hydrique et de la fertilisation phosphatée sur la luzerne pérenne (*Medicago Sativa* L.).55p.
- Van et Soest P.J et Wine, 1963. Use of detergent in analysis fibruns feed. An of Agr ch., 466-829.
- Verité R., Journet M.R., 1979. A new system for the protein feeding ruminants : The PDI system Livest. Prod. Sc., 6 : 349-367.
- Verité R., Sauvant D., 1981. Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants « Ed. Demarquilly. INRA publication ». Route de Saint-Cyr, 7800 Versailles, pp.276-296.
- Yu, Mac Zead G.R, Stone J.B. and Grieve D.G., 1977. Influence of heating on nutritive value of alfafa –bromegrass hay for sheep .J. Dairy Sc., 60 : 1436-1439.
- Zeghida A., 1986. Possibilités et limites du matériel végétal d'introduction résultats d'expérimentations des écotypes locaux. Revue céréaliculture, n°16.pp58-62.

# Annexes

## **ANNEXE I :**

La moyenne des résultats chimiques des 42 populations.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

populations	NDF/ MS %	SDF/ %MS	MS/MS	CB2 / %MS	LN/%MS	MS2(%)	%hygr	MM%	MAT%	CB1 (%MS)
S15										
B1	27.55	16.56	10.99	11.21	5.02	98.81	0.32	15.23	26.71	12.80
B2	28.47	17.04	11.43	11.64	5.17	98.88	0.33	15.29	25.53	12.66
B3	26.67	16.81	9.86	11.79	5.01	98.70	0.36	15.26	34.23	13.34
moy/pop	27.56	16.80	10.76	11.55	5.06	98.79	0.34	15.26	28.83	12.70
S9										
B1	38.13	23.72	14.41	10.10	7.75	98.76	0.31	15.23	24.43	17.69
B2	34.60	22.50	12.10	6.77	11.70	98.81	0.34	15.32	26.14	21.42
B3	34.16	22.08	12.08	4.66	12.55	98.69	0.35	15.43	25.24	22.41
moy/pop	35.63	22.77	12.86	7.18	10.67	98.75	0.34	15.33	25.27	20.51
S6										
B1	20.57	13.60	6.97	11.87	2.48	98.84	0.32	14.76	31.34	16.54
B2	20.96	15.32	5.64	10.75	4.51	98.75	0.33	14.82	30.21	17.78
B3	19.64	13.41	6.23	0.24	15.11	98.86	0.34	14.88	29.99	15.84
moy/pop	20.39	14.11	6.28	7.62	7.37	98.81	0.33	14.82	30.51	16.72
S8										
B1	44.55	22.46	22.10	7.70	14.07	98.93	0.25	15.60	23.78	17.05
B2	41.44	16.93	24.50	12.89	5.11	97.25	0.74	21.16	23.02	15.70
B3	38.61	17.32	21.29	9.39	7.75	98.91	0.27	15.30	25.01	15.00
moy/pop	41.53	18.90	22.63	10.00	8.97	98.36	0.42	17.35	23.94	16.15
S5										
B1	32.68	15.94	16.74	8.29	8.12	98.99	0.34	15.67	32.28	17.87
B2	28.45	15.31	13.14	10.09	6.28	98.69	0.35	15.61	38.75	17.13
B3	33.93	11.44	22.49	6.63	8.47	98.70	0.37	15.74	30.27	17.86
moy/pop	31.68	14.23	17.46	8.34	7.62	98.80	0.35	15.68	33.77	17.62
S4										
B1	43.16	18.18	24.98	12.30	6.22	98.91	0.31	14.44	25.56	13.49
B2	32.99	17.69	15.30	12.67	5.68	99.19	0.30	14.28	25.63	25.44
B3	37.26	19.80	17.47	14.52	5.80	99.38	0.32	14.18	23.62	23.35
moy/pop	37.80	18.56	19.25	13.16	5.90	99.16	0.31	14.30	24.94	20.76
S11										
B1	37.95	7.39	30.55	10.51	7.66	98.77	0.34	17.23	27.99	22.14
B2	33.97	17.47	16.50	9.82	8.07	98.72	0.34	17.28	27.96	17.33
B3	37.17	20.95	16.22	20.83	10.91	98.56	0.35	16.45	29.06	22.02
moy/pop	36.36	15.27	21.09	13.72	8.88	98.69	0.34	16.98	28.34	20.50
S7										
B1	34.49	3.86	30.63	8.66	9.44	98.68	0.38	15.79	31.37	18.11
B2	42.42	32.38	10.04	8.98	10.00	98.48	0.39	15.86	22.22	15.70
B3	31.71	20.62	11.09	4.50	9.13	98.62	0.41	15.97	25.88	16.45
moy/pop	36.21	18.95	17.25	7.38	9.52	98.59	0.39	15.87	26.49	16.75
S3										
B1	34.89	16.26	18.63	9.99	7.56	98.89	0.33	17.16	23.51	14.63
B2	32.18	18.76	13.42	10.38	7.77	98.82	0.32	17.22	24.11	15.01
B3	33.03	17.56	15.46	11.81	5.57	98.78	0.32	17.29	22.85	15.78
moy/pop	33.36	17.53	15.84	10.72	6.97	98.83	0.32	17.22	23.49	15.14
moy/esp	33.39	17.46	15.93	9.96	7.89	98.75	0.35	15.87	27.29	17.43
POL205										
B1	34.29	14.31	19.98	5.44	4.25	98.56	0.34	19.60	35.20	17.10
B2	33.99	20.39	13.61	9.05	9.55	98.72	0.35	20.11	33.76	13.24
B3	35.54	15.76	19.79	10.14	8.59	98.68	0.33	19.41	29.85	16.79
moy/pop	34.61	16.82	17.79	8.21	7.46	98.66	0.34	19.71	32.94	15.71
POLY58										
B1	44.42	22.47	21.96	10.65	9.62	99.55	0.10	19.81	24.71	31.07
B2	34.07	18.72	15.35	7.24	10.13	99.50	0.10	19.28	26.66	19.75
B3	31.83	17.12	14.71	13.34	4.75	99.16	0.25	17.31	25.68	20.68

## ANNEXE II :

Résultats des analyses de la variance de 30 populations.

Caractères	MV (g)	MS1 (g)	HU%	MS1 %	MS2 %	Log cm	PG Kg	NDF %	ADF %	Hc %	CB2 %	Ln %
Moyenne des 30 populations	680.97	85.12	85.71	14.29	99.16	24.61	0.65	41.71	21.02	20.69	10.54	9.86
Moyenne bloc1	504.45	68.07	85.25	14.75	99.2	23.08	0.51	39.59	19.6	19.99	9.69	9.34
Moyenne bloc2	747.52	90.89	86.36	13.64	99.14	24.45	0.70	43.69	21.76	21.94	11.23	9.83
Moyenne bloc3	790.94	96.40	85.51	14.49	99.12	25.29	0.75	41.85	21.71	20.14	10.7	10.41
Ecart type	234.65	26.54	6.03	6.03	0.15	5.32	0.21	8.54	3.63	8.3	3.39	3.20
C.V%	34.45	31.2	7.0	42.2	0.2	21.6	32.3	20.47	17.3	40.12	32.2	32.45
F. observé du facteur	0,0000	0,0000	0,592	0,593	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000
F. observé du bloc	0,0000	0,0003	0,763	0,76	0,15	0,163	0,0002	0,18	0,037	0,61	0,21	0,44
Signification paramètre	***	***	NS	NS	***	***	***	***	***	***	***	***
Signification bloc	***	***	NS	NS	NS	NS	***	NS	*	NS	NS	NS

\*\*\* : très hautement significative, \*\* : hautement significative, \* : significative, NS : non significative.

## Annexe III :

Matrice de corrélation chez 42 populations (DDL : 40) : rth à 5% : 0.3044, rth à 1% : 0.3932, rth à 0.1% : 0.4896.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

	MV	MS	Lg	Hu	pg	NDF	ADF	Hc	CB2	Ln	MS2	hygr	MAT	CB1	MM	MAD	UF	PDIA	UFL	UFV	
MV	1.00																				
MS	0.86	1.00																			
Lg	0.87	0.72	1.00																		
Hu	0.24	0.21	0.32	1.00																	
Pg	0.66	0.64	0.47	0.36	1.00																
NDF	0.23	0.32	0.18	0.16	0.06	1.00															
ADF	0.38	0.45	0.26	0.06	0.11	0.63	1.00														
Hc	0.09	0.17	0.09	0.17	0.02	0.91	0.26	1.00													
CB2	0.41	0.32	0.53	0.06	0.27	-0.01	0.08	-0.05	1.00												
Ln	0.06	0.22	-0.08	0.03	-0.05	0.50	0.57	0.32	-0.60	1.00											
MS2	0.23	0.16	0.28	-0.08	0.33	0.14	0.17	0.08	0.14	-0.05	1.00										
hygr	-0.10	0.13	0.18	0.10	0.46	-0.16	-0.22	-0.08	0.03	0.09	0.90	1.00									
MAT	-0.45	0.38	0.46	0.04	-0.05	0.23	-0.36	-0.09	0.36	0.01	-0.29	0.24	1.00								
CB1	0.58	0.56	0.54	-0.05	0.09	0.45	0.57	0.26	0.26	0.25	0.46	-0.41	0.45	1.00							
MM	-0.42	0.43	0.40	0.10	-0.36	0.09	-0.07	0.14	-0.31	0.11	0.00	-0.19	0.09	-0.37	1.00						
MAD	-0.45	0.38	0.46	0.04	-0.05	0.23	-0.36	-0.09	0.36	0.01	-0.29	0.24	1.00	-0.45	0.09	1.00					
UF	0.03	0.08	0.01	-0.06	0.25	-0.23	-0.20	-0.19	0.01	-0.09	0.20	0.31	0.60	-0.02	0.74	0.60	1.00				
PDIA	-0.45	0.38	0.46	0.04	-0.05	0.23	-0.36	-0.09	0.36	0.01	-0.29	0.24	1.00	-0.45	0.09	1.00	0.60	1.00			
UFL	-0.46	0.39	0.47	0.04	-0.06	0.24	-0.37	-0.10	0.36	0.00	-0.30	0.25	1.00	-0.48	0.10	1.00	0.59	1.00	1.00		
UFV	-0.50	0.43	0.50	0.04	-0.07	0.27	-0.41	-0.12	0.37	-0.03	0.33	0.27	0.99	-0.55	0.13	0.99	0.56	0.99	1.00	1.00	

**ANNEXE IV :**

**RELATION LINEAIRE ENTRE LES PARAMETRES DEUX A DEUX.**

**ANNEXE IV1: Relation linéaire entre les teneurs en matière verte (g) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	r	ET
MS Log pg CB1 CB2 ADF	$Y = 0.0166x + 17.643$ $Y = 0.0004x + 13.151$ $Y = 72.584x + 0.3947$ $Y = 0.0034x + 898.26$ $Y = 0.0031x + 8.3137$ $Y = -0.0022x + 18.274$ $Y = -42.806x + 17.75$ $Y = -45.636x + 1721.5$ $Y = -190.44x + 3437.4$ $Y = -9 E-06x + 1721.5$ $Y = -90872x + 0.6882$ $Y = 48840$	0.86*** 0.87**	26565.32 0.58*** 6143.39 363.29 24.90

**ANNEXE IV2 : Relation linéaire entre la teneur en matière sèche (g) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres(X)	Equations	r	ET
Log pg CB1 ADF MM CB2 NDF MAT MIAD UFV PDIA UFL	$Y = 0.0037x + 13.633$ $Y = 7.8339x - 86.393$ $Y = -0.0206x + 17.668$ $Y = 0.0242x + 17.962$ $Y = 0.0566x + 8.5047$ $Y = -4.016x + 35.213$ $Y = -4.2817x + 180.02$ $Y = -8741.5x + 341.01$ $Y = -17.868x + 4715.4$ $Y = -7E-05x + 0.688$	0.643***	0.3205213*0.4563*2.9833398.52* 40932

**ANNEXE IV.3: Relation linéaire entre la largeur ou hauteur(cm) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres(X)	Equations	r	ET
pg CB1 CB2 MAT MM Hu MAT PDIA UFL	$Y = 0.2306x - 3.3868$ $Y = -0.8387x + 5.0444$ $Y = -1.4593x + 45.18$ $Y = 0.6735x + 46.56$ $Y = -0.8941x + 65.63$ $Y = -3.7313x + 78.799$ $Y = -0.0005x + 45.18$ $Y = -1747.9x + 0.6942$ $Y = 951.08$	0.474**	0.535***0.215321*3.3946.91-2.0618*0.522136

**ANNEXE IV.4: Relation linéaire entre le taux de matière sèche (MS2) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres(X)	Equations	r	ET
Hygr CB1 Pg UFV UFL	$Y = -0.2173x + 21.79$ $Y = 0.0317x + 98.422$ $Y = -0.38x + 38.45$ $Y = -0.32.614x + 116.39$	-0.902***	0.464*0.403.53**0.2133.01-0.31

**ANNEXE IV5 : Relation linéaire entre les teneurs en NDF (g/ Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres(X)	Equations	r	ET
ADF HC Ln CB1	$Y = 0.2703x + 9.4529$ $Y = 0.7297x - 9.4529$ $Y = 1.1026x + 17.048$	0.635***	0.9123*68.530*3.2043.51

**ANNEXE IV6 : Relation linéaire entre les teneurs en ADF (g / Kg MS) et les paramètres étudiés.**

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Les paramètres (X)	Equations	r	ET
Ln CB1 MAT MAD UFV PDIA	Y=0.5338x +15.091 Y=0.5944x +8.0909 Y=-0.2806x +27.653 Y=-0.2992x +38.903 Y=-0.619.23x +349.04 Y=-1.2486x +27.653 Y=-0.0009x +0.7013	0.568***	0.5733*2003361 408577.0340.01-03352*0.

**ANNEXE IV7 : Relation linéaire entre les teneurs en CB2(g/Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	r	ET
Ln MAT MM UFL UFV PDIA	Y=0.568x +15.521 Y=-0.2798x +17.802 Y=-0.2004x +18.545 Y=-0.0009x +0.6919 Y=-0.0002x +0.5338 Y=-0.1013x +7.1172 Y=-0.4229x+67.3	-0.603***	-0.363.20.419+2380.0136.01-03352*5.0.1

**ANNEXE IV8 : Relation linéaire entre les teneurs en MAT (g/Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	r	ET
CB1 MAD PDIA UF UFV UFL	Y=-0.5955x +39.045 Y=0.938x +37.6 Y=4.4489+2 E-09 Y=2196.4x-54.385 Y=1898.9x-981.74 Y=0.0019x +0.6305	-0.451**	1*** 13.60.50.11366.9930.04093*0.01

**ANNEXE IV9 : Relation linéaire entre les teneurs en CB1 (g/Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ET
UFV MM MAD PDIA UFL	Y=-0.0004x +0.539. Y=-0.2458x +21.445 Y=-0.5586x +74.224 Y=-1.5193x +29.37 Y=-0.0012x+0.7074	-0.553**	-0.377010*1-0.9517.1045.7200405**

**ANNEXE IV10: Relation linéaire entre les teneurs en MM (g/ Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ET
UF Pg	Y=-0.0004x +0.0438. Y=-0.0438x+1.353	-0.743***	-0.360.04 0.21

**ANNEXE IV11 : Relation linéaire entre les teneurs en MAD (g/Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ET
UF PDIA UFL UFV	Y=2060.2x-13.413 Y=4.1731x+37.6 Y=0.0021x+0.552 Y=1781.1x-883.27	0.601*** 1***	0.04 0.993*** 0.01 0.01

**ANNEXE IV12 : Relation linéaire entre les teneurs en PDIA (g/Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ETR
UFL UFV	Y=0.0086x+0.6305 Y=426.82x-220.67	1*** 0.993***	0.01 0.01

**ANNEXE IV13 : Relation linéaire entre les teneurs en UF(Kg MS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ET
Hygr PDIA UFL UFV	Y= 14.344x-0.268 Y=493.4x-12.224 Y=4.1998x+0.5272 Y=0.2936x-0.1189	0.315* 0.601**	6.05 0.52* 0.05 0.01

**ANNEXE IV14 : Relation linéaire entre les teneurs en UFL (KgMS) et les paramètres étudiés.**

Les paramètres	Equations	R	ET
UFV	Y=3.6928x-1.2789	0.996***	0.01

## ANNEXE V :

**La ppds et les groupes homogènes des paramètres.**

**ANNEXE V1 : La ppds et les groupes homogènes de la MS.**

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

le facteur MS 90 répétitions, 30 populations ppds =7.905507														
populations	moyenne (g)	Groupes												
I756	239.19	a												
I755	178.19	a												
C35	171.57	a	b											
I58	171.54	a	b											
Poly27	171.41	a	b											
poly236	163.82		b	c										
poly218	157.01			c	d									
el miniaa	83.28				d	e								
poly58	82.07					e	f							
tr27	82.07					e	f							
tr221	78.86					e	f							
polu60	78.73					e	f							
I52	75.12						f	g						
C58	74.64						f	g						
I107	70.82							g	h					
C242	64.17								h	i				
C11	62.76									i				
AUS106	58.57									i	j			
I253	57.52									i	j			
C2	54.07										j	k		
C52	50.15											k	l	
I11	49.68											k	l	
Tr238	46.18											k	l	
C204	45.72												l	
Aus107	36.47													m
Tr55	35.01													m
I31	34.46													n
Aus100	31.5													n
Tr201	25.61													
Aus103	23.46													o

**ANNEXE.V.2 : La ppds et groupes homogènes de la MV.**

le facteur MV 90 répétitions DDL:58 CM:55062. T de student =1.998 ppds =69.89.

Populations	Moyenne (g)	Groupes									
I107	2129.16	a									
C2	1930.8	a									
C242	1720.1	a									
C52	1726.3	a									
I756	1679.71	a									
C11	1575.79		b								
C204	1566.53		b	c							
Poly27	1537.78		b	c							
I52	1492.36			c							
I58	1360.29				d						
Tr27	1339.63				d						
Tr55	1266.89					e					
I253	1259.58					e					
I11	1235.08					e	f				
I31	1171.79						f				
Tr201	1022.95						g				
C35	796.58						g				
Aus107	590.21							h			
Aus 106	551.2							h			
Aus100	544.54							h			
I755	449.09								i		
Tr238	405.36								i		
Poly236	384.32								i	j	
Tr221	323.03									j	k
Aus103	318.79									j	k
Poly60	262.03										k
el miniaa	181.79										l
Poly58	164.54										l
Poly218	162.87										l
C58	121.65										l

## ANNEXE V.3 : La ppds et groupes homogènes de l' HU.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Le facteur HU ppds =0.042 ddl : 58 CM: 0.02														
Populations	Moyenne (%)	Groupes												
Aus100	99.57	a												
I107	99.44	a												
I52	99.42	a	b											
Poly58	99.40	a	b	c										
Tr221	99.40		b	c	d									
AUS103	99.39			c	d									
Aus107	99.36				d	e								
poly218	99.33					e								
Tr221	99.33					e								
el meniaa	99.3						f							
Poly27	99.23						f							
I756	99.22						f	g						
Tr238	99.21							g	h					
Poly60	99.18								h					
I755	99.16								h					
I755	99.16								h	j				
I253	99.14								h	j				
I11	99.14									i	j			
poly236	99.1										j	k		
I31	99.07										j	k	l	
C204	99.06											k	l	
I58	99.05											k	l	
Aus106	99.05											k	l	
C58	99.04												l	
Tr27	99.02													m
C2	98.97													m
Tr201	98.96													m
C52	98.95													m
C242	98.95													n
C11	98.88													n
Tr55	98.92													o

**ANNEXE V.4 : La ppds et groupes homogènes des MAT.**

La valeur MAT 3 blocs 90 répétitions DDL:58 CM:24.09 ppds est de 1.462													
Populations	Moyenne (%)												
I755	23.81	a											
Tr221	21.55	a											
Tr201	21.14	a											
poly218	20.4	a											
C35	20.3	a											
C204	20.12	a	b										
poly58	18.8		b	c									
Aus103	18.05			c	d								
Aus100	17.79			c	d	e							
poly60	17.59			c	d	e							
Tr238	16.84				d	e	f						
poly236	16.82				d	e	f						
Aus106	16.49					e	f						
I58	16.27						f	g					
I11	15.96						f	g	h				
Tr55	15.86						f	g	h				
C242	15.84						f	g	h				
C58	15.73						f	g	h	i			
C2	15.55						f	g	h	i			
I107	15.13							g	h	i	J		
poly27	14.97							g	h	i	J	k	
Aus107	14.79								h	i	J	k	l
C52	14.59								h	i	J	k	l
el méniaa	14.29									i	J	k	l
I756	14.28									i	J	k	l
Tr27	14.06										J	k	l
C11	13.6											k	l
I52	13.31												l
I31	12.68												m
I253	12.47												n

ANNEXE.V.5 : La ppds et groupes homogènes de MM.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

le facteur MM, 90 répétitions 3blocs, t=1.998, ppds = 0.887558																
Populations	Moyennes (%)	Groupes														
I755	23.81	a														
Tr221	21.55	a														
Tr201	21.14	a														
poly218	20.4		b													
c35	20.3		b													
C204	20.12		b													
poly58	18.8			c												
Aus103	18.05			c	d											
Aus100	17.79				d											
poly60	17.59				d	e										
Tr238	16.84					e										
AUS106	16.49					e	f									
I58	16.27					e	f	g								
I11	15.96					e	f	g	h							
Tr55	15.86						f	g	h							
C242	15.84						f	g	h	i						
C58	15.73						f	g	h	i						
C2	15.55							g	h	i	j					
I107	15.13								h	i	j	k				
poly27	14.97									i	j	k				
Aus107	14.79										j	k	l			
C52	14.59											k	l			
I52	14.59											k	l			
el méniaa	14.29												l	m		
I256	14.28												l	m		
Tr27	14.06												l	m		
C11	13.6													m		
I31	12.68														n	
I253	12.47														n	
poly236	12.47															

**ANNEXE.V.6:La ppds et groupes homogènes de la CB1.**

La cellulose brute CB1 90 répétitions, DDL:58 CM:13.03, 3 blocs t de stident est de 1.988, ppds = 1.06975

Populations	Moyennes (%)	Groupes															
I31	28.46	a															
I253	27.17	a															
Tr27	27.17	a															
I52	27.01	a															
I107	24.92		b														
I58	24.5		b	c													
poly58	23.84			c	d												
Poly236	22.96				d	e											
Aus103	22.7					e											
Tr221	22.15					e											
I756	21.96					e	f										
C204	21.06						f	g									
Aus107	20.95						f	g	h								
Tr238	20.88							g	h								
poly27	20.59							g	h								
Aus106	20.4							g	h								
Tr55	20.2							g	h								
I11	20.06							g	h								
C35	19.96								h	i							
Aus100	18.92									i	j						
C52	18.67										j						
poly60	18.64										j						
C11	18.39										j						
Poly218	17.2											k					
C242	16.85											k					
el ménia	16.62											k	l				
C58	16.59											k	l	m			
C2	15.78												l	m	n		
I755	15.54													m	n		
Tr201	15.48														n		

ANNEXE.V.7 : La ppds et groupes homogènes de l'ADF.



le facteur NDF 90 répétitions DDL=58 CM:72.92, t de student =1.998, ppds=2.543387													
Populations	Moyennes	Groupes											
	(%)												
I31	74.91	a											
c204	57.8	a											
poly236	54.31	a											
c35	49	a											
Tr238	48.97	a											
Aus107	46.54	a	b										
Tr55	45.62		b										
C242	45.11		b	c									
I253	44.02		b	c	d								
Tr27	43.69			c	d								
Tr201	43.29			c	d								
poly218	42.63				d	e							
I755	42.42				d	e							
Aus103	41.69				d	e							
I52	40.49					e	f						
poly27	40.12					e	f	g					
Aus106	39.18						f	g	h				
I756	39.15						f	g	h				
I107	38.48						f	g	h	i			
Tr221	38.34						f	g	h	i			
poly60	38.17						f	g	h	i			
c2	38.07						f	g	h	i			
C52	37.75							g	h	i	j		
POLY58	36.77								h	i	j	k	
I58	36.58									i	j	k	
Aus100	35.3										j	k	l
I11	35.06											k	l
el menia	33.46												l
c11	26.04												m
c58	21.37												n

ANNEXE V.9 : La ppds et groupes homogènes de HC.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Les facteurs hémicellulose (HC) 3 blocs 30 populations DDL:58 CM : 68.85 ppds = 2.47															
Populations	Moyenne	Groupes													
	(%)														
I31	47.32														
C204	36.16														
Aus107	31.2														
poly236	28.35	a													
C35	25.97	a													
C35	25.97	a	b												
I755	25.61		b												
Tr238	25.43		b	c											
C242	24.15			c											
poly27	23.5			c											
Tr55	21.14				d										
Aus103	20.36				d										
C2	20.31				d										
POLY60	20.27				d										
I52	19.05				d	e									
poly218	18.48					e									
C52	18.45					e									
Tr201	18.26					e									
I107	17.68					e	f								
poly58	17.34					e	f								
Aus106	17.31					e	f								
I756	17.06					e	f	g							
Aus100	16.83					e	f	g							
el menia	15.06						f	g							
I58	14.9						f	g	h						
Tr27	14.71							g	h						
Tr221	14.71							g	h						
I253	14.7							g	h						
C11	13.87								h						
I11	13.28								h						

**ANNEXE.V.10 : La ppds et groupes homogènes de la CB2.**





le facteur largeur (Lg) en cm, 90 répétions, 30 populations, 3 blocs DDL :58 ppds = 1.58												
Populations	Moyenne (cm)	Groupes homogènes										
I107	51.39	a										
Poly27	31.78	a										
I756	38.67	a										
poly236	37.78	a										
poly218	35.56	a										
C52	33.09		b									
I58	32.67		b									
C11	31.78		b									
I755	14.91											
C35	29.05			c								
Tr221	28.78			c								
Tr27	28.11			c								
Tr55	17.38											
El menia	25.91											
I52	21.32				d							
Aus107	20.39				d	e						
Aus106	19.83				d	e						
Aus100	19.56					e						
Poly58	19.55					e						
I253	19.23					e						
C58	18.83					e	f					
C242	17.39						f					
Aus103	14.77											
C242	16.09							g				
I31	16.05							g				
Poly60	14.91							g	h			
I11	14.6							g	h	i		
Tr238	13.89								h	i		
C204	13.11									i		
Tr201	11.22											

ANNEXE.V.13 : La ppds et groupes homogènes des MS2.

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Le facteur MS2 3 blocs 90 répétitions 30 populations CM:0.02 DDL:58 ppds = 0.0421																		
Populations	Moyenne (%)																	
Aus100	99.57	a																
I107	99.44	a																
I52	99.42	a	b															
poly58	99.4	a	b	c														
AUS103	99.39		b	c														
Aus107	99.36			c	d													
poly218	99.33				d													
Tr221	99.33				d													
el meniaa	99.3				d													
poly27	99.23					e												
I756	99.22					e												
tr238	99.21					e	f											
poly60	99.18						f	g										
I755	99.16							g										
I755	99.16							g										
I253	99.14							g	h									
I11	99.14							g	h									
poly236	99.1								h	i								
I31	99.07									i	j							
C204	99.06										i	j	k					
I58	99.05											j	k					
Aus106	99.05												j	k				
C58	99.04													j	k			
tr27	99.02														k			
C2	98.97															l		
Tr201	98.96															l		
C52	98.95															l		
C242	98.95															l	m	
Tr55	98.92																m	n
C11	98.88																	n

**ANNEXE.V.13 : La ppds et groupes homogènes de la Ln.**

le facteur lignine (Ln) 90 répétitions, DDI=58, CM:10.23, ppds=1.998.															
Populations	Moyenne (%)	Groupes													
Tr238	21.52	a													
Tr27	18.39	a													
Tr201	16.67	a													
poly236	16.66	a													
I755	15.54		b												
Tr55	15.54		b												
I31	15.22		b												
I11	15.22		b												
C204	15.13		b												
I756	13.71														
Tr221	12.09		c												
Aus107	11.63		c												
C242	8.82			d											
C35	8.78			d											
poly58	8.18			d	e										
El méni <sup>aa</sup>	7.71				e	f									
I52	7.6				e	f	g								
Aus103	7.08					f	g								
poly60	6.99					f	g								
Aus106	6.35						g	h							
I58	6.24						g	h							
I253	6.13						g	h							
poly218	6.11						g	h							
Aus100	6.1						g	h							
C58	5.63						g	h	i						
I107	4.82							h	i	j					
poly27	4.65							h	i	j					
C11	3.94								i	j					
C2	3.45									j					
C52	3.45									j					

## ANNEXE VI :

### Les paramètres de la valeur nutritive des populations étudiées

#### ANNEXE VI.1 : Moyenne des paramètres de la valeur nutritive des 42 populations étudiées.



**ANNEXE VI.2 : Analyse de la variance des paramètres de la valeur nutritive des 42 populations étudiées.**

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Populations	MO%	MAD g/Kg MS	PDIA g/KgMS	dMO	UF/Kg MS	UFL/Kg MS	UFV/Kg MS
S15	79.11	307.98	64.79	0.56	0.7	0.69	0.58
S9	81.28	307.98	56.8	0.56	0.5	0.68	0.58
S6	80.81	274.64	68.58	0.57	0.8	0.69	0.57
S8	84.8	323.82	53.8	0.56	0.3	0.68	0.58
S5	80.99	262.13	75.89	0.57	0.9	0.7	0.57
S4	78.31	354.32	56.06	0.56	0.5	0.68	0.59
S11	80.13	271.54	63.69	0.56	0.6	0.69	0.57
S7	78.02	303.4	59.54	0.56	0.5	0.68	0.58
S3	77.87	286.05	52.80	0.56	0.3	0.68	0.58
POLY205	76.51	257.94	74.03	0.57	0.6	0.69	0.57
POLY58	67.06	355.91	57.72	0.56	0.3	0.68	0.59
POLY218	74.32	278.49	55.197	0.56	0.2	0.68	0.57
POLY236	75.44	300.67	63.04	0.56	0.5	0.69	0.57
POLY60	71.95	370.07	79.67	0.58	0.9	0.7	0.58
POLY27	64.56	251.41	51.24	0.55	0.4	0.68	0.6
TR55	77.21	311.02	65.52	0.57	0.7	0.69	0.57
TR201	70.85	302.91	63.57	0.56	0.4	0.69	0.58
TR238	71.72	287.06	59.78	0.56	0.5	0.68	0.58
TR27	73.41	237.74	47.96	0.55	0.3	0.67	0.58
TR221	78.66	241	48.74	0.57	1.09	0.67	0.56
C242	69.99	330.66	70.226	0.57	0.8	0.69	0.59
C2	71.16	319.08	67.45	0.57	0.7	0.69	0.58
C11	56.45	308.21	64.809	0.56	0.8	0.69	0.58
C58	72.52	446.09	97.88	0.59	0.16	0.72	0.61
C204	62.57	295.4	61.78	0.56	0.4	0.68	0.58
C35	71.15	388.73	84.142	0.58	0.9	0.7	0.6
C52	73.74	308.2	64.84	0.56	0.7	0.69	0.58
I11	75.88	283.89	59.02	0.56	0.5	0.68	0.57
I31	78.32	263.79	54.203	0.56	0.6	0.68	0.57
I756	68.76	214.79	42.46	0.55	0.2	0.68	0.56
I58	69.99	252.5	51.49	0.55	0.3	0.67	0.57
I253	71.16	221.15	43.98	0.55	0.3	0.68	0.56
I52	56.45	304.91	64.051	0.56	0.7	0.69	0.58
I107	72.52	198.75	38.62	0.54	0.1	0.66	0.55
I755	62.57	250.5	51.49	0.55	0.1	0.68	0.57
AUS 100	71.14	251.77	51.32	0.55	0.2	0.68	0.57
AUS106	73.74	282.04	58.576	0.56	0.5	0.68	0.57
AUS103	75.88	307.65	64.71	0.56	0.5	0.69	0.58
AUS107	80.99	303.27	63.66	0.56	0.7	0.69	0.58
EL Miniaa	74.33	333.12	70.816	0.57	0.9	0.69	0.59
Tamentit	81.71	257.79	52.76	0.56	0.4	0.68	0.57
Tamacine	81.71	277.39	57.46	0.56	0.4	0.68	0.57
MOYENNE	73.52	290.73	60.8	0.56	0.5	0.68	0.58
SCE	5021.396	266858.65	15623.302	0.01	0.11	0.01	0.01
CM	122.473	6508.75	381.056	2.17	2.59	2.7	3.58
CV%	0.11	0.2	0.23	0.02	0.71	0.02	0.2
ET	8.22	57.13	13.72	0.01	0.04	0.01	0.01
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Signification	***	***	***	***	***	***	***

\*\*\* : très hautement significative.

**ANNEXEVI.3 : Les groupes homogènes des paramètres de la valeur nutritive.**

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

Matière organique, ddl = 82 ppds = 2.776													
Populations	MO%MS	Groupes											
S8	84.8	a											
TEMACINE	81.71	a											
TAMENTIT	81.71	a											
S9	81.28	a											
AUS107	80.99	a											
S5	80.99	a	b										
S6	80.81		b	c									
S15	79.11		b	c	d								
I31	78.32		b	c	d								
S4	78.31			c	d	e							
S7	78.02			c	d	e							
S3	77.87			c	d	e							
TR55	77.21			c	d	e							
I756	76.51				d	e	f	g					
I11	75.88					e	f	g					
POLY236	75.44						f	g	h				
ELMINIAA	74.33						f	g	h				
POLY218	74.32						f	g	h	i			
AUS103	73.88						f	g	h	i			
AUS106	73.74						f	g	h	i			
C52	73.74							g	h	i	j		
TR27	73.41								h	i	j	k	
C58	72.52								h	i	j	k	
POLY60	71.95								h	i	j	k	
TR238	71.72									i	j	k	l
I253	71.16									i	j	k	l
C2	71.16									i	j	k	l
C35	71.15									i	j	k	l
AUS100	71.14										j	k	l
TR201	70.85											k	l
C242	69.99											k	l
I58	69.99											l	m
I736	68.76												m
POLY58	67.06												n
POLY27	64.56												n
C204	62.57												o
I755	62.57												o
c11	56.45												o
I52	56.45												P

MAD ppds = 20.24 ddl=82

Populations	MAD	Groupes											
C35	388.73	a											
POLY60	370.07	a	b										
POLY58	355.91		b										
S4	354.32		b	c									
ELMINIAA	333.12			c	d								
C242	330.66			c	d	e							
S8	323.82			c	d	e	f						
C204	319.08				d	e	f						
TR55	311.02					e	f	g					
C11	308.21					e	f	g					
C52	308.2					e	f	g					
S15	307.98					e	f	g					
S9	307.98					e	f	g	h				
AUS103	307.65					e	f	g	h	i			

PDIA ppds : 0.897																			
Populations	PDIA	Groupes																	
POLT60	79.67	a																	
S5	75.89	a	b																
POLY205	74.03		b	c															
ELMINIAA	70.82			c	d														
C242	70.23			c	d	e													
S6	68.58				d	e	f												
C2	67.45				d	e	f	g											
TR55	65.52					e	f	g											
C52	64.84						f	g											
S15	64.79						f	g											
C11	64.81						f	g											
AUS103	64.71							g											
I52	64.05							g											
S11	63.69							g											
AUS107	63.66							g											
TR201	53.57								h										
POLY236	53.04								h										
C201	51.78								h										
TR238	59.78									i									
S7	59.54									i									
I11	59.02									i	j								
AUS106	58.57									i	j	k							
POLY58	57.72									i	j	k	l						
TEMACINE	57.46									i	j	k	l						
S8	56.8									i	j	k	l						
S4	56.06									i	j	k	l	m					
POLY218	55.20									i	j	k	l	m					
I31	54.20										j	k	l	m					
S8	53.8											k	l	m					
S3	52.8											k	l	m					
TAMENTIT	52.76												l	m	n				
I755	51.49													m	n				
I58	51.32													m	n				
AUS100	51.24													m	n				
POLY27	48.74														n	o			
TR221	47.96														n	o	p		
TR27	43.98															o	p	q	
I736	42.46																	q	
I107	38.62																		r

La ppds et groupes homogènes des UF et DMO

**VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :**

DMO/ppds=0.36				UF/ppds=0.403				UFL/ppds=0.412				
0.59	a			1.1	a			0.7	a			
0.58	a	b		0.9	a			0.7	a			
0.57	a	b	c	0.8	a	b		0.7	a			
0.56	a	b	c	0.7	a	b	c	0.7	a			
0.55		b	c	0.6		b	c	d	0.7	a		
0.54			c	0.5		b	c	d				
				0.4		b	c	d				
				0.3			c	d				
				0.2				d				
				0.1				d				
UFV/ppds=0.475												
0.55	a											
0.56	a											
0.69	a											
1	a											
1	a											
1	a											

**Annexe du tableau8**

populations	MV(g)	MS(g)	Lg(cm)	Pg(Kg/m <sup>2</sup> )
s15				
B1	679,05	98,88	15,53	0,64
B2			18,5	0,915
B3			20,83	0,73
s9				
B1	806,39	118,38	13,9	0,51
B2			14	0,815
B3			21,33	0,915
s7				
B1	1074,98	136,88	16,86	0,86
B2			18,5	0,845
B3			20,83	0,8
s4				
B1	793,62	112,62	20,46	0,38
B2			19,16	1,03
B3			18,66	0,75
s5				
<b>B1</b>	<b>965,16</b>	<b>126,74</b>	<b>15,53</b>	<b>0,52</b>
B2			18,5	0,83
B3			20,83	0,815
s3				
B1	1069,76	135,86	15,6	0,31
B2			20,16	0,71
B3			19,73	0,88
s8				
B1	1082,24	136,22	14,33	0,435
B2			14,33	0,58
B3			21,33	0,93
s11				
B1	1368,82	163,13	22,33	0,56
B2			21,66	0,865
B3			22,83	0,775
Poly 205				
B1	589,83	72,91	14,83	0,295
B2			16	0,74
B3			15,86	0,04
Poly 60				
B1	219,77	32,33	20,167	0,145
B2	218,91	30,86	21,33	0,3
B3	347,41	46,21	19,33	0,535
Poly 58				
B1	116,92	39,85	18,67	0,04
B2	135,8	21,42	20,5	0,165
B3	240,9	33,22	19,5	0,54
Poly 236				
B1	274,02	39,59	20,67	0,175
B2	482,48	74,5	22,83	0,41
B3	396,46	61,62	16	0,605
Poly 218				
B1	52,43	8,57	10,67	0,105
B2	231,41	41,88	17,93	0,28
B3	204,78	19,92	20,67	0,25
Poly 27				
B1	291,92	44,09	30,67	0,165
B2	693,66	110,95	38,67	0,36
B3	552,2	33,23	26	0,37

## VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES :

---

Rendements :

la moyenne de 3 lignes \*6

1ha=10000m<sup>2</sup>

1qx=100000g qx /ha =1/10g/m<sup>2</sup>