

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires

Département d'Agronomie

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Alimentation et performances zootechniques chez les ruminants

CARACTERISATION CHIMIQUE DE LA PRODUCTION FOURRAGERE
DE PLUSIEURS VARIETES DE GRAMINEES FOURRAGERES ET D'UNE
CULTURE DE TREFLE D'ALEXANDRIE

Par

Mustapha NABI

Devant le jury composé de :

R. KAIDI	Professeur, U. de Blida	Président
A. ABDELGUERFI	Maître de conférences, INA., El Harrach	Promoteur
A. BERBER	Maître de conférences, U. de Blida	Examineur
A. HADJ KADDOUR	Chargée de cours, U. de Blida	Examinatrice
H. MEFTI	Chargée de cours, U. de Blida	Examinatrice

Blida, Janvier 2007

RESUME

Les ressources fourragères en Algérie constituent l'entrave majeure à tout développement de la production animale, car peu d'intérêt a été accordé à l'amélioration de la production des pâturages et ce malgré les potentialités agricoles que recèle notre pays. Devant ce déficit fourrager, il est plus qu'urgent d'étudier et de relancer de nouvelles variétés fourragères (graminées ou légumineuses) adaptées aux conditions algériennes afin de mieux couvrir les besoins des animaux durant toute l'année et même pendant les périodes dites creuses.

L'essai graminées a montré la capacité de quelques variétés/populations de produire en quantité et en qualité, en conditions d'alimentation hydrique difficile et même à des basses températures. La variété Porto bis par rapport aux autres de l'espèce Dactyle a enregistré un rendement élevé de 19.13 et 5.34 t/ha respectivement pour la matière verte et la matière sèche et une composition chimique intéressante avec une teneur en MS de 29.75%, MO de 89.02%, MAT de 10% et CB de 30.18%.

Le meilleur rendement des variétés de la Fétuque est attribué à la variété Fraydo avec une production en matière verte de 10.93 t/ha et celle de la matière sèche de 3.36 t/ha. Sa composition chimique est comparable à celle de la variété Porto bis.

Quant à la variété Partenope de l'espèce Phalaris, celle-ci a donné un meilleur rendement en matière verte de 19.78 t/ha et une production en matière sèche de 5.04 t/ha mais sa teneur en MAT est faible comparée aux autres variétés étudiées.

Pour le bersim, l'étude a fait apparaître que cette plante a une grande importance en raison de sa capacité d'adaptation aux conditions pédoclimatiques sévères en enregistrant un rendement en matière verte de 31 et 21 t/ha respectivement à la première et deuxième coupe et celui de la matière sèche de 5.21 et 4.23 t/ha respectivement à la première et deuxième coupe. Sa composition chimique est très intéressante avec des teneurs en MAT de 20.3 et 16.9% respectivement à la première et deuxième coupe.

Mots clés : graminées, bersim, composition chimique, rendement.

ملخص

تشكل المصادر العلفية في الجزائر العائق الأساسي أمام تطور الإنتاج الحيواني و قد يرجع هذا الأمر لقلة الاهتمام بتحسين المراعي رغم ما يتوفر عليه الوطن من امكانيات هامة .

أمام هذا النقص العلفي و بالأخص البروتيني يتضح أن دراسة إمكانية إدخال أصناف علفية نجيليات و باقوليات متكيفة مع الظروف و العوامل المناخية الجزائرية الخاصة, أمرا مستعجلا و هذا لتغطية الاحتياجات الغذائية للحيوان خلال كل السنة و بنفس الوتيرة .

أظهرت التجارب التي أجريت على بعض أصناف النجيليات أنها قادرة على الإنتاج كما و نوعا حتى في ظروف جافة و درجات حرارة منخفضة .

أعطى الصنف Porto bis من النوع Dactyle مردودا مرتفعا قارب 19,13 و 5,34 طن/ هكتار بالترتيب بالنسبة للمادة الخضراء و المادة الجافة إضافة إلى مكونات كيميائية هامة بنسبة 29,7 % من المادة الجافة 89,02 % من المادة العضوية, 10 % من المادة الازوتية الكلية و 30,18 % من السيليلوز الخام .

لاحظنا أن أحسن مردود أنتجه صنف Fraydo من نوع Féтуque و كان 10,93 طن / هكتار من المادة الخضراء و 3,36 طن/ هكتار من المادة الجافة كما مائل التكوين الكيميائي ما تحصلنا عليه مع ال صنف Porto bis .

بينما أعطى الصنف Parthénope من نوع Phalaris أحسن منتوج من المادة الخضراء و قدر ب 19,78 طن / هكتار من المادة الجافة إلا أن نسبة المادة الازوتية الكلية كانت ضعيفة مقارنة بالأصناف المدروسة .

من جهة أخرى أثبتت التجارب أن البرسيم bersim يتميز بقدرات تكيفيه كبيرة رغم الظروف المناخية و الترابية الصعبة , حيث سجلنا مردود من المادة الخضراء قدر ب 31 و 21 طن / هكتار خلال مرحلة الحش الأولى و الثانية بالترتيب و قد قدر إنتاج المادة الجافة ب 5,21 و 4,23 طن / هكتار بالنسبة للمرحلتين المذكورتين سابقا, كما كانت المكونات الكيميائية لهذه النبتة جد مهمة بنسب 20,3 % و 16,9 % من المادة الازوتية الكلية بالترتيب لمرحلة الحش الأولى و الثانية .

الكلمات المفتاحية: نجيليات , برسيم, مكونات كيميائية, مردود.

SUMMARY

The resources of forage form a big handle to the animal production developpement because of the little interests in amelioration of pasturages despite the big potentialities offered by our country.

This deficit in forage consequently in protein. We had been obliged to study a new varieties of forage (grasses and legumes) adapted to Algerian conditions to better cover the animal needs during the whole days of the year, even during the creusiel periods.

The experiments in seeds have demonstrated the capacity of some varieties/populations to produce in the quantity and quality under difficult hydric alimentation and even in low temperatures.

The Porto bis variety comparing to other species of *Dactylis* has showed a big yield of 19.13 and 5.34 t/ha respectively for the green matter and dry matter, with interesting chemical composition by a tenor 29.75% of MS, 89.02% of MO, 10% of MAT and 30.18% of CB respectively.

The best yield of varieties of the Tall fescue has attributed to the Fraydo variety with production in green matter of 10.93 t/ha and 3.36 t/ha in dry matter. Its chemical composition is comparable to this of Porto bis variety.

For the Partenope variety the *Phalaris* species has given a better yield in green matter of 19.78 t/ha and 5.04 t/ha in dry matter but its tenor in MAT is weak compared to other studied varieties.

For the bersim, the study showed that this plant has a big importance in terms of its adaptation capacity to tough climate conditions, we enrigistraded the yield in green matter of 31 and 21 t/ha respectively at the first and second cut. Its chemical composition is very interested with tenors of 20.3 and 16.9% respectively at the first and second cut.

Key word: grasses; bersim; chemical composition; yield.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Monsieur ABDELGUERFI. A, Maître de conférences à l'Institut national d'Agronomie d'El Harrach, qui m'a confié un sujet de recherche fondamentale passionnant, qui m'a conseillé et guidé tout au long de ce mémoire. Ses compétences scientifiques et sa rigueur ont permis de diriger et conduire ce travail à son terme.

Ma gratitude et mes vifs remerciements à monsieur KAIDI. R, Professeur à la faculté d'Agro-Vétérinaire de l'Université Saad Dahlab de Blida, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je remercie Monsieur BERBER. A, Maître de conférences à la faculté d'Agro-Vétérinaire de l'Université Saad Dahlab de Blida, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail en acceptant d'être membre du jury.

Que Madame HADJ KADDOUR. A et Madame MEFTI. H, Chargées de cours à la faculté d'Agro-Vétérinaire de l'Université Saad Dahlab de Blida, trouvent ici l'expression de mon respect et ma reconnaissance pour avoir bien voulu faire partie du jury.

Je n'oublie pas d'exprimer mes vives reconnaissances à mes parents, à ma femme et à ma famille pour leur soutien moral dans les moments les plus difficiles.

En fin, de nombreuses personnes, de tout horizon, m'ont aidé, ne serait que par un sourire ; qu'ils reçoivent ici le témoignage de ma reconnaissance.

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1.1 : Superficie des espèces fourragères cultivées, consommées en sec et en Vert (1993-2002) [7].	15
Tableau 1.2 : Evolution des effectifs du cheptel de 1993 à 2002 [7].	17
Tableau 2.1 : Composition chimique et valeur alimentaire de l'orge fourragère [23].	24
Tableau 2.2 : Composition chimique et valeur alimentaire de l'avoine fourragère [13].	26
Tableau 2.3 : Production (en irrigué) de la Fétuque par coupe en Mitidja [29].	28
Tableau 2.4 : Composition chimique et valeur alimentaire de <i>Festuca arundinacea</i> variété Grombalia [31].	28
Tableau 2.5 : Composition chimique et valeur alimentaire du <i>Dactylis glomerata</i> [33].	30
Tableau 3.1 : Effet de la date de semis sur le rendement (en MV/ha) du bersim dans quatre régions du Maroc [49].	35
Tableau 3.2 : Valeurs moyennes de la composition chimique et la digestibilité in vivo du bersim [50].	36
Tableau 4.1 : Pourcentage de feuilles (légumineuses) et de limbes (graminées) des Plantes fourragères à différents stades de croissance [51].	38
Tableau 4.2 : Variations des teneurs en matières azotées, en cellulose brute et en glucides solubles et en constituants pariétaux [54].	39
Tableau 4.3 : Variation de la teneur en matière azotée, en cellulose brute des feuilles et des tiges de luzerne et des limbes et des tiges plus gaines de graminées [60].	40
Tableau 5.1 : Liste et origine des populations mises en essai.	42
Tableau 5.2 : Relevés pluviométriques (mm) durant la campagne agricole 2004/2005.	43
Tableau 5.3 : Données thermiques durant la campagne agricole 2004/2005.	44
Tableau 6.1 : Analyse de la variance des teneurs en matière organique.	57
Tableau 6.2 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en matière organique.	57
Tableau 6.3 : Analyse de la variance des teneurs en matières azotées totales.	58
Tableau 6.4 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en matières azotées totales.	59

Tableau 6.5 : Analyse de la variance des teneurs en cellulose brute.	60
Tableau 6.6 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en cellulose brute.	61
Tableau 6.7 : Analyse de la variance des teneurs en calcium.	62
Tableau 6.8 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en calcium.	63
Tableau 6.9 : Analyse de la variance des teneurs en phosphore.	64
Tableau 6.10 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en phosphore.	65
Tableau 6.11 : Analyse de la variance du rendement en matière verte.	66
Tableau 6.12 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière verte.	67
Tableau 6.13 : Analyse de la variance du rendement en matière sèche.	68
Tableau 6.14 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière sèche.	69
Tableau 6.15 : Analyse de la variance du rendement en matière verte du bersim.	70
Tableau 6.16 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière verte du bersim.	71
Tableau 6.17 : Analyse de la variance du rendement en matière sèche du bersim.	72
Tableau 6.18 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière sèche du bersim.	72
Tableau 6.19 : Evolution de la composition chimique du bersim au cours des deux cycles.	73
Figure 2.1 : Caractéristiques morphologiques de l' <i>Hordeum vulgare</i> [19].	23
Figure 2.2 : Caractéristiques morphologiques d' <i>Avena sativa</i> [24].	25
Figure 2.3 : Caractéristiques morphologiques de <i>Festuca arundinacea</i> [11].	27
Figure 2.4 : Caractéristiques morphologiques du <i>Dactylis glomerata</i> [11].	29
Figure 2.5 : Caractéristiques morphologiques du <i>Phalaris aquatica</i> [11].	30
Figure 5.1 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai graminées.	46
Figure 6.1 : Evolution des teneurs moyennes en matière sèche (%) chez les variétés.	55
Figure 6.2 : Evolution des teneurs moyennes en matière organique (en % de MS) chez les variétés.	56
Figure 6.3 : Evolution des teneurs moyennes en matières azotées totales (en % de MS) chez les variétés.	58
Figure 6.4 : Evolution des teneurs moyennes en cellulose brute (en % de MS) chez les variétés.	60
Figure 6.5 : Evolution des teneurs moyennes en calcium (g/kg de MS) chez les variétés.	62

Figure 6.6 : Evolution des teneurs moyennes en phosphore (g/kg de MS) chez les variétés.	64
Figure 6.7 : Evolution des rendements moyens en matière verte (t/ha) chez les variétés.	66
Figure 6.8 : Evolution des rendements moyens en matière sèche (t/ha) chez les variétés.	68
Figure 6.9 : Evolution du rendement (t/ha) en matière verte pour les deux coupes.	70
Figure 6.10 : Evolution du rendement (t/ha) en matière sèche pour les deux coupes.	71

TABLE DES MATIERES

RESUME	1
REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES	5
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	8
INTRODUCTION	11
1. SITUATION DU CHEPTEL ET DES FOURRAGES CULTIVES EN ALGERIE	13
1.1 Situation des fourrages cultivés	13
1.2 Aperçu sur l'élevage en Algérie	13
2. LES GRAMINEES	18
2.1 Généralités	18
2.2 Classification botanique	18
2.3 Caractéristiques morphologiques	19
2.3.1 L'appareil végétatif	19
2.3.2 L'appareil reproducteur	19
2.4 Cycle végétatif	20
2.4.1 La période végétative	20
2.4.2 La période de reproduction	20
2.5 Phases du cycle végétatif	21
2.6 Intérêts des graminées	22
2.6.1 Intérêts agro-pédologiques	22
2.6.2 Intérêts écologiques et économiques	22
2.6.3 Intérêts zootechniques	22
2.7 Etude de quelques espèces de graminées	23
2.7.1 Orge	23
2.7.2 Avoine	25

2.7.3 Fétuque élevée	26
2.7.4 Dactyle	29
2.7.5 Phalaris	30
3. LES LEGUMINEUSES	32
3.1 Classification	32
3.2 Rôle des légumineuses dans l'alimentation du bétail	32
3.3 Etude du bersim	33
3.3.1 Généralités	33
3.3.2 Exigences et intérêt	33
3.3.3 Conduite et exploitation	34
4. VALEUR ALIMENTAIRE ET FACTEURS DE VARIATIONS	37
4.1 Notion de valeur alimentaire	37
4.2 Facteurs de variations de la valeur alimentaire	37
4.2.1 La famille botanique	37
4.2.2 Le stade de végétation	39
4.2.3 Le milieu	40
4.2.4 Les conditions de récolte et de conservation	41
5. MATERIEL ET METHODES	42
5.1 Matériel végétal	42
5.1.1 Essai graminées	42
5.1.2 Essai bersim	43
5.2 Conditions expérimentales	43
5.2.1 Localisation des essais	43
5.2.2 Conditions climatiques	43
5.2.3 Les conditions édaphiques et travail du sol	44
5.2.4 Le dispositif expérimental	44
5.2.5 Entretien et déroulement de l'essai	47
5.2.6 Nombre et date de coupes	47
5.2.7 Rendements	48
5.3 Analyses chimiques	48
5.3.1 Détermination de la matière sèche	49

5.3.2 Détermination de la matière minérale	49
5.3.3 Détermination de la matière organique	50
5.3.4 Détermination de la cellulose brute	50
5.3.5 Détermination des matières azotées totales	51
5.3.6 Dosage du calcium	52
5.3.7 Dosage du phosphore	53
5.4 Analyses statistiques	54
6. RESULTATS ET DISCUSSION	55
6.1 Essai graminées	55
6.1.1 Teneurs en matière sèche	55
6.1.2 Teneurs en matière organique	56
6.1.3 Teneurs en matières azotées totales	58
6.1.4 Teneurs en cellulose brute	60
6.1.5 Teneurs en calcium	62
6.1.6 Teneurs en phosphore	64
6.1.7 Rendement en matière verte	66
6.1.8 Rendement en matière sèche	68
6.2 Essai bersim	70
6.2.1 Rendement en matière verte	70
6.2.2 Rendement en matière sèche	71
6.2.3 Composition chimique	72
6.2.4 Evaluation du coût de revient de l'unité fourragère du bersim	74
CONCLUSION	76
APPENDICES	78
REFERENCES	89

INTRODUCTION

En Algérie, la satisfaction des besoins protéiques de la population doit passer par une maîtrise des productions animales. Parmi celles-ci, l'élevage des ruminants, fournisseur de lait et de viande, tient une place très importante. Le développement de cette catégorie d'animaux est strictement lié à la production fourragère.

Les besoins alimentaires du cheptel estimés à plus de 11×10^9 UF/an accusent en moyenne un déficit fourrager avoisinant les 5×10^9 UF/an ; cette situation oblige le plus souvent au recours à d'autres ressources alimentaires, tels que les sous-produits [1].

L'une des particularités des systèmes fourragers de notre pays est l'absence totale de la prairie artificielle à base de graminées ou graminées et légumineuses [2].

Les ressources fourragères sont assurées principalement par les parcours, les jachères, les chaumes des céréales et le foin grossier de la culture des associations (vesce-avoine, pois-avoine, vesce-orge...) [3].

Les cultures fourragères dites intensives destinées à l'alimentation du bovin laitier sont limitées et méritent une attention particulière [4]. La production quantitative et qualitative de ces cultures est très mal connue et l'utilisation de nouvelles espèces ou cultivars fourragers de graminées et de légumineuses adaptés aux conditions algériennes peut être d'un apport déterminant.

Cette solution, nécessite des investissements dans les semences, l'irrigation, la formation et la vulgarisation des techniques de production, de transformation et de conservation des fourrages ; par conséquent de nombreuses années sont nécessaires au développement d'une telle solution obligatoire et radicale.

Ainsi, ce présent travail s'incère dans cet ordre d'idées et s'articulera autour de deux aspects :

- La connaissance de la composition chimique et du rendement du bersim (*Trifolium alexandrinum*) mis en place à la Station de l'ITGC de Oued Smar ; cette culture fourragère, très fréquente en Mitidja, est parfois cultivée en association ;
- L'évaluation de la composition chimique et du rendement de plusieurs variétés de graminées fourragères pérennes mises en essai à Oued Smar¹.

¹ Cette partie du travail entre dans le cadre du projet PERMED (PL 509140) sur « Amélioration des plantes fourragères pérennes locales pour la durabilité des systèmes agricoles méditerranéens », financé par l'UE (Projet INRAA-UE).

CHAPITRE 1

SITUATION DU CHEPTEL ET DES FOURRAGES CULTIVES EN ALGERIE

1.1. Situation des fourrages cultivés

En raison des facteurs du milieu naturel, souvent contraignants et difficiles (relief, température et pluviométrie) et l'absence de tradition dans la culture de l'herbe, l'Algérie ne présente pas une grande vocation pour les productions fourragères [4].

D'après le tableau 1.1, seulement 395 480 ha sont annuellement réservés aux fourrages cultivés soit 1,62% de la SAU, ce qui représente une très faible part devant les besoins alimentaires du cheptel surtout si on ajoute la faiblesse des rendements qualitatif et quantitatif.

Les fourrages cultivés sont localisés, en grande partie, dans les zones les plus arrosées (humides et sub-humides) et sont dominés par les fourrages annuels conduits en sec et exploités en foin. Selon HAMMADACHE [5] ces derniers occupent près de 80% de la sole des fourrages cultivés et sont représentés essentiellement par l'avoine et l'association de vesce-avoine, 10% de la superficie est affectée aux céréales (orge, avoine et seigle) alors que la luzerne et le sorgho sont peu représentés (1 à 5% de la superficie cultivée) [3].

1.2. Aperçu sur l'élevage en Algérie

L'élevage en Algérie a gardé un caractère traditionnel basé sur les nomades, les sédentaires et sur l'exploitation des ressources de la steppe, des parcours des hauts plateaux et de la jachère. Selon LAPEYRONIE [6] l'Algérie est un grand pays d'élevage. Le cheptel est constitué par des espèces asines, caprines et camelines dont la rusticité fait qu'elles tirent profit des plus maigres ressources naturelles ainsi que des rations les plus réduites et les moins régulières, et des espèces ovines, bovines et équines moins rustiques et plus exigeantes que les précédentes espèces.

On remarque qu'entre 1993 et 2002, les espèces ont connu des augmentations dans leurs effectifs avec des taux variables (Tableau 1.2). Tandis que le cheptel ovin, la moitié de son effectif se localise dans la zone semi-aride, a connu des fluctuations qui ont porté son effectif à un pic de plus 18 millions de têtes en 1993 ; en 2002, cet effectif atteint 17 587 740 têtes.

Devant cette situation, l'offre énergétique alimentaire est estimée à 8 milliards d'UFL/an et la production fourragère ne peut assurer que 55% des besoins du cheptel algérien qui sont de l'ordre de 12 milliards d'UFL/an, soit un déficit de 4 milliards d'UFL/an [1].

Tableau 1.1 : Superficie des espèces fourragères cultivées, consommées en sec et en vert (1993-2002) [7].

Produit	Superficies consommées en sec (ha)					Superficies consommées en vert ou ensilé (ha)						Total en vert et en sec
	Vesce-avoine	Luzerne	Céréales reconvertis	Divers	Total en sec	Orge Avoine Seigle	Bersim	Luzerne	Mais Sorgho	Autres	Total en vert	
1993	153200	5320	_	204620	363140	95860	2050	2650	1250	170	101890	465030
1994	137840	8860	_	243280	389980	95380	2770	3830	2560	330	104870	494850
1995	108740	16210	_	199750	324700	156710	1810	3050	2440	150	164160	488860
1996	116000	360	16400	178480	311240	88670	5170	3700	3370	_	100910	412150
1997	79560	3850	66120	159740	309270	73560	4870	950	2980	_	82360	391630
2000	74390	980	167300	108860	351530	92620	4000	980	4930	3990	106520	458050
2001	65240	1360	42420	134500	243520	72720	4500	1010	3580	5510	87750	331270
2002	55330	2950	86110	155890	300280	75140	4600	1000	3790	11030	95560	395480

Pour résorber ce déficit, des solutions doivent être trouvées :

- **à court terme**
 - Choisir des espèces fourragères adaptées aux conditions pédoclimatiques du pays ;
 - Utilisation des arbres et des arbustes fourragers ;
 - Utilisation des sous produits agro-industriels ;
 - Utilisation de la taille des arbres fruitiers.

- **à moyen terme**
 - Augmenter les superficies irriguées pour augmenter les rendements ;
 - Diversifier les cultures afin d'établir un calendrier fourrager sans périodes creuses.

- **à long terme**
 - Sélectionner les meilleures espèces fourragères spontanées ;
 - Améliorer les parcours ;
 - Installer des prairies naturelles et artificielles.

Tableau 1.2 : Evolution des effectifs du cheptel de 1993 à 2002 [7].

Années Effectifs (têtes)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Bovins	1313820	1269130	1266620	1227940	1255410	1317240	1579640	1595380	1613040	155157
Vaches	552850	713990	698650	676720	635660	675730	987720	997060	1007230	892960
Autres	560970	555140	567970	551220	619750	641510	591920	598320	605810	658510
Ovins	18864640	17841840	17301560	17565400	17387000	17948940	17938480	17615930	17298790	175877
Brebis	11871280	11584790	11062790	11108580	9863100	9954980	9644040	9446320	9642080	976466
Autres	6793360	6293050	6238770	6456820	7523900	7993960	8344440	8169610	7656710	782300
Caprins	2683310	2543790	2779790	2894770	3121500	3256580	3061660	3026730	3129400	328054
Chèvres	1626790	1575820	1647400	1703540	1730230	1706530	1700530	1704950	1790380	188489
Autres	1056520	967970	1132390	1191230	1391270	1550050	1361130	1321780	1339020	139565
Equins	420410	374220	366680	345500	320540	278300	266030	264200	267450	261720
Chevaux	72800	66510	62160	603000	52370	45990	45980	43840	43570	46430
Mulets	88140	81440	80080	75500	68740	49690	48900	42780	43720	45120
Anes	259470	226270	224440	210000	199430	182620	171150	177580	180160	170170
Camelins	114380	114120	126350	136000	150870	154310	217370	234220	245290	249690

CHAPITRE 2 LES GRAMINEES

2.1. Généralités

Les espèces fourragères les plus importantes appartiennent aux familles des légumineuses et des graminées.

La famille des graminées est très homogène, elle fait partie de la classe des monocotylédones, comptant 10 000 espèces réparties dans le monde entier [8].

Les graminées sont des plantes herbacées aisément reconnaissables par leurs caractéristiques morphologiques. Elles constituent la famille des herbes, des céréales, des plantes de prairies, de steppes, etc.

2.2. Classification botanique

Règne : des végétaux

Embranchement : des Spermaphytes

Sous embranchement : des Angiospermes

Classe : des Monocotylédones

Série : Monocotylédones super ovarie

Ordre : des Poales (Glumâles)

Famille : Graminées

Les graminées se divisent en deux sous familles :

- Panicacées (saccarifères) comprenant les genres : *Zea*, *Oryza*, *Sacharum*.
- Poacées (fructosifère) comprenant les genres : *Poa*, *Bromus*, *Avena*, *Lolium*, *Agropyrum*, *Triticum*, *Ordeum* [6].

2.3. Caractéristiques morphologiques

Les caractéristiques morphologiques les plus importantes, sont :

- Une tige creuse, cylindrique, portant des nœuds.
- Les feuilles sont alternées, distiques et engainantes composées par :
 - La gaine : partie inférieure entourant la jeune pousse.
 - Le limbe : partie supérieure, généralement rubanée et parfois pliée ou enroulée.
- Une inflorescence : en panicule, ou en épi.
- La graine est un caryopse à cotylédon unique.

2.3.1. L'appareil végétatif

Les graminées sont des plantes herbacées ; celles qui sont annuelles possèdent des racines fasciculées ; celles qui sont vivaces sont pourvues d'un rhizome ramifié qui assure chaque année, la pousse de nouvelles tiges aériennes. Les tiges ou chaumes sont de taille réduite. Les feuilles sont distiques, engainantes, pourvues à la base d'une ligule.

2.3.2. L'appareil reproducteur

Les fleurs des graminées comprennent chacune un pédoncule court sur lequel sont fixées à la base deux glumelles et au sommet les pièces florales, constituées en générale de deux sépales, de trois étamines et d'un carpelle à double stigmate plumeux dont l'ovaire est le futur grain. Parfois, assez nombreuses (de 2 à 15 suivant les espèces), elles s'insèrent sur un axe très court qui porte à sa base deux bractées protectrices et forment, alors, un épillet [9].

On distingue deux types bien distincts d'épillets :

- Les épillets sessiles, directement répartis sur un axe qui leur est commun.
- Les épillets pédicellés, insérés sur des pédoncules ramifiés et qui constituent une grappe composée, ou panicule.

Le fruit est un caryopse, c'est-à-dire un akène à enveloppe soudée au tégument de graine.

2.4. Cycle végétatif

Le cycle de développement d'une graminée comprend trois grandes périodes :

- La période végétative.
- La période de reproduction.
- La période de maturation.

2.4.1. La période végétative

Selon GILLET [9] la période végétative comprend trois stades :

1- Stade germination-levée : c'est la première étape du cycle, très exigeante en humidité (30% à 40%) et en température (8°C). Quand ces conditions sont réunies, apparaissent alors, dans l'ordre, la racine principale, la coléoptile et la première feuille au dessus du sol. On parle de la levée.

2- Stade tallage : A ce stade, il y a formation du plateau de tallage, puis l'émission de talles et la sortie de nouvelles racines. Ce stade est en relation avec la température, la densité de semis, la disponibilité de l'azote et les caractéristiques de la variété [10].

3- Stade montaison : Ce stade se traduit par l'arrêt du tallage herbacé et s'étale jusqu'à la formation des ébauches d'épillets dans le tiers inférieur du futur épi. Il est fortement influencé par la température, la densité et l'azote disponible dans le sol [11].

2.4.2. Période de reproduction

Selon MOULE [12] cette période comporte trois phases principales :

1- Epiaison-floraison : l'épiaison se caractérise par l'émergence de l'épi hors de la gaine de la dernière feuille ; la floraison aura lieu après 8 jours de cette phase.

2- Période de maturation : cette période s'étale en moyenne sur 50 jours, elle est marquée par la migration des réserves élaborées par les feuilles vers les graines.

3- Formation de grains : Ce stade joue un rôle déterminant dans l'élaboration du rendement qualitatif et quantitatif et se déroule en trois étapes :

- La première étape correspond à l'augmentation du poids par multiplication cellulaire et la formation des enveloppes. Cette phase se termine après 10 à 15 jours par une graine dans sa forme définitive ;
- La deuxième étape correspond au palier hydrique, l'eau dans la graine devient constante, celle-ci s'enrichit en glucide et en protéine, préalablement stockés dans les tiges et les feuilles ;
- La dernière étape correspond à la dessiccation du grain dont le poids devient fixe, par la diminution de l'eau, dans la graine et la stabilisation de la matière sèche.

2.5. Phases du cycle végétatif

Selon JARRIGE [13] le développement des graminées passe par plusieurs stades :

- 1- Stade montaison : absence totale d'épis sortis de la gaine.
- 2- Stade épis à 10 cm : la base de l'épi est située dans la gaine à une hauteur comprise entre 07 et 10 cm au dessus du plateau tallage.
- 3- Stade début épiaison : apparition des épis hors de la gaine, en pratique 05 à 10% des plantes examinées sur une ligne de 01 m ont leurs épis sortis de la gaine.
- 4- Stade épiaison : 50% des plantes examinées sur une ligne de 01 m ont leurs épis sortis de la gaine.
- 5- Stade début floraison : 5 à 10% des plantes ont leurs étamines sorties.
- 6- Stade floraison : les étamines visibles sur 50% des plantes.
- 7- Stade laiteux : le grain a pris sa forme définitive, s'est rempli d'un liquide laiteux.
- 8- Stade pâteux : le grain est coloré. Il s'écrase facilement sur la pression des doigts et son contenu est pâteux.
- 9- Stade vitreux : le grain a un aspect corné. Il est ferme, bien qu'on puisse encore le rayer à l'ongle.

2.6. Intérêts des graminées

2.6.1. Intérêts agro-pédologiques

Les graminées jouent un rôle important dans l'enrichissement du sol en matière organique et ce de façon directe (résidus) ou indirecte (fumier de ferme). Par leur système racinaire puissant, elles laissent une quantité importante de matière organique au niveau des sols. En plus des racines, le sol s'enrichit en matière organique par les chaumes et les déchets (rhizomes, feuilles) ; ces matières organiques peuvent être évaluées à 10-30% du poids de la récolte [14].

2.6.2. Intérêts écologiques et économiques

La diversité floristique des prairies, des parcours et des pâturages est fortement recherchée et constitue un élément de qualité. Ceci va dans le sens du maintien et l'enrichissement de la biodiversité [15].

Les graminées sont à la base de l'alimentation des grands herbivores tels que les ruminants, et forment aussi la base du régime alimentaire des Hommes (riz, blé, maïs...).

L'essor et le développement des industries de transformation des produits d'origine animale dépendent donc en grande partie des ressources fourragères et pastorales [16].

2.6.3. Intérêts zootechniques

Selon GILLET [9] les graminées, par leur richesse en glucides solubles, ont un intérêt double :

- 1- Elles s'ensilent plus facilement ;
- 2- Elles sont plus appétibles à cause de leurs goûts sucrés.

Outre les glucides solubles, elles diminuent aussi la toxicité des nitrates [17].

Il est important de mentionner que les productions fourragères sont à la base de toute production animale (production de lait, de viande, de cuir et de poil) [18].

2.7. Etude de quelques espèces de graminées

2.7.1. Orge

C'est une poacée annuelle, bien connue des éleveurs (Figure 2.1) et des agro-éleveurs au Maghreb. L'orge est originaire d'Asie Occidentale, elle est très cosmopolite et on la rencontre aussi bien dans les régions boréales les plus éloignées (Scandinavie) qu'en Afrique du Nord [14].

Au Maghreb, particulièrement en zone marginale, l'orge est la plus importante des céréales compte tenu de sa rusticité et de son rôle dans l'alimentation animale particulièrement (en vert et en grain).

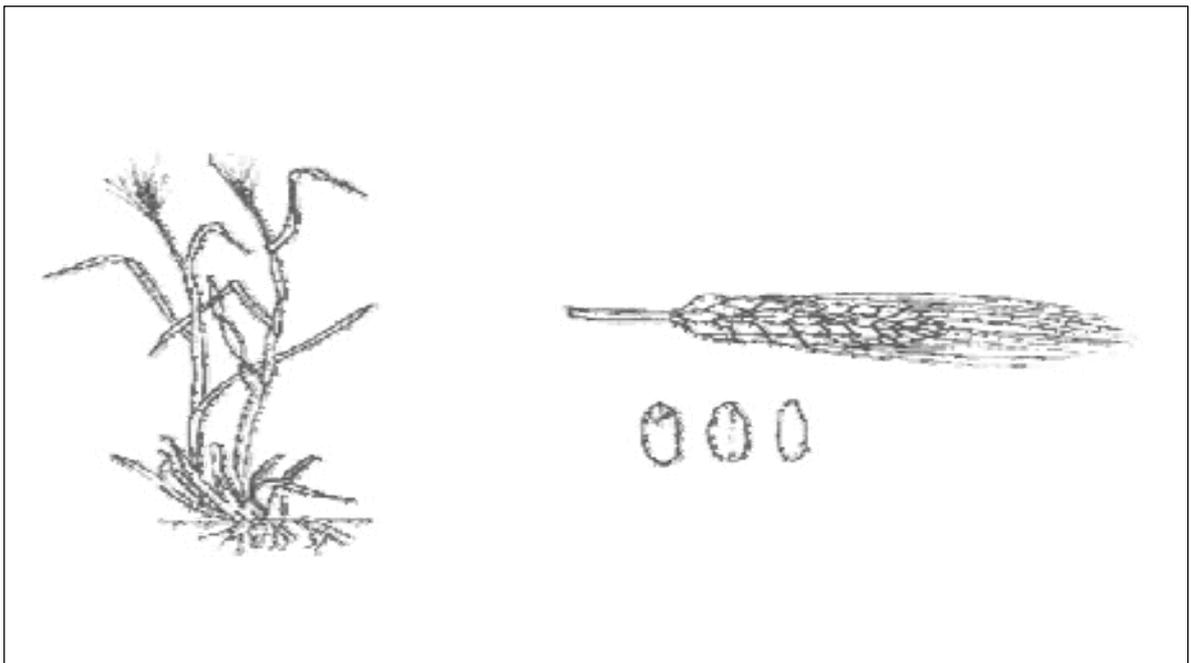


Figure 2.1 : Caractéristiques morphologiques de l'*Hordeum vulgare* [19].

Les exigences climatiques de l'orge sont assez modestes. Cette espèce supporte le froid hivernal et les gelées, elle supporte bien les chaleurs et la sécheresse. Elle supporte bien la salinité des sols. Les meilleurs rendements s'obtiennent sur sols argileux, limoneux et fertiles [20].

Elle est cultivée seule ou en association avec une légumineuse (vesce, pois, gesse). Elle peut être pâturée, fauchée, ensilée, ou fanée (en association) ; son grain et sa paille sont très utilisés dans l'alimentation animale [21].

Selon HASSANI [22] un essai de déprimage, mené durant deux années dans la région du Tiaret sur quatre variétés d'orge, a donné des rendements assez intéressants allant de 0,5 à 1,2 t MS/ha.

Des essais, menés dans le Nord-Est de l'Espagne, ont montré que la chute du rendement en grain après la coupe varie de 7 à 70% selon la période de coupe, du génotype et des conditions environnementales [20].

D'après CIHEAM-ECC [23], la digestibilité de la MO qui dépasse 80% au stade tallage chute à partir de la montaison et se stabilise à 68% entre l'épiaison et le stade pâteux (Tableau 2.1) ; la concentration énergétique (UFL) suit une évolution similaire, mais diminue à partir de la transition fin laiteux/ début pâteux ; la teneur en MAD chute plus tôt et atteint des valeurs faibles déjà au stade épiaison.

Tableau 2.1 : Composition chimique et valeur alimentaire de l'orge fourragère [23].

Stade	MS	UFL	MAD	MOD	MO	MAT	CB	P	Ca
	%	Kg MS	g/kg MS	%	g/kg MS				
Début montaison	12.4	0.90	131	81	850	163	190	-	-
Montaison	15.0	0.82	78	73	856	122	246	3.1	7.0
Epiaison	22.8	0.72	42	67	903	81	316	2.5	6.6
Laiteux	37.1	0.76	31	68	902	67	308	2.6	1.5
Pâteux	41.5	0.75	26	68	892	64	287	2.4	1.0
Paille	86.4	0.49	-	48	896	34	402	0.6	3.6

2.7.2. Avoine

L'avoine, poacée annuelle, est bien connue au Maghreb. Elle est cultivée seule ou en association pour sa production fourragère (Figure 2.2). Plusieurs espèces d'avoines spontanées existent au Maghreb [24].

L'air de dispersion de ce genre est très large, elle s'étend des Iles Canaries à l'Himalaya en passant par le Bassin Méditerranéen et le Moyen-Orient [25].

Selon LEGGRET et al. [26] le Maroc serait un centre de diversification du genre. L'avoine cultivée et les espèces les plus proches (*A. sterilis* et *A. fatua*) ont la plus large distribution.

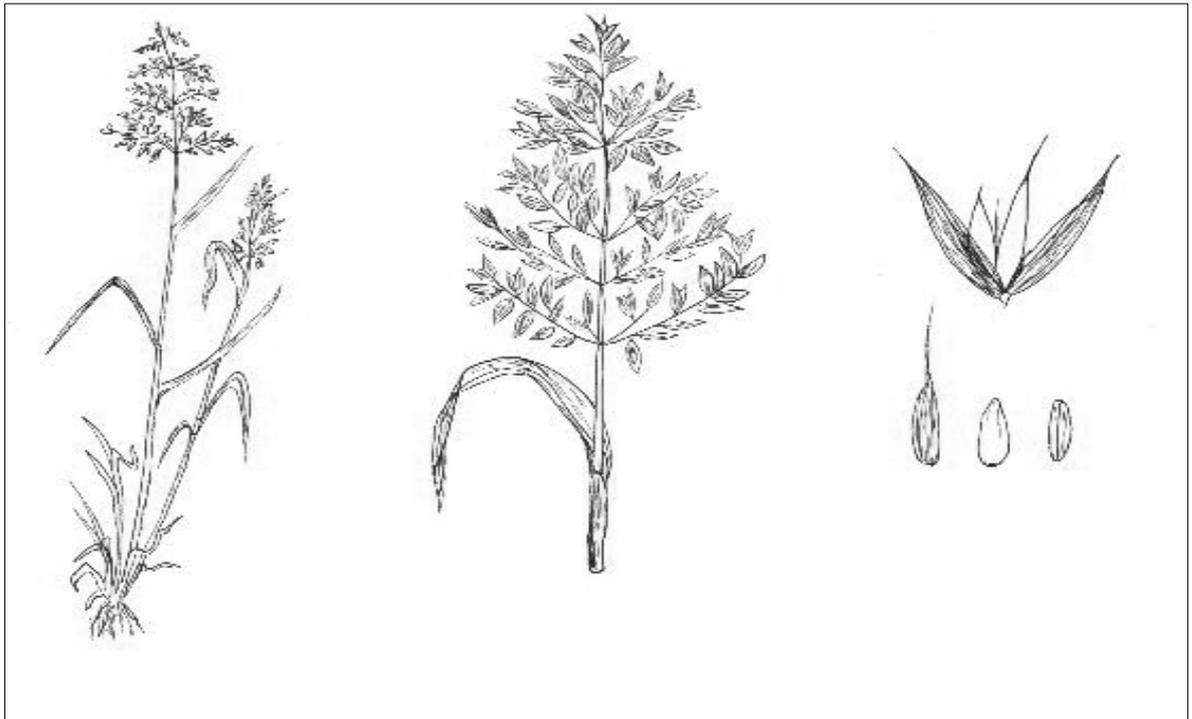


Figure 2.2 : Caractéristiques morphologiques d'*Avena sativa* [24].

C'est une espèce qui préfère les régions à climats modérés, frais et plus ou moins humides. Elle serait plus exigeante que l'orge au point de vue sol ; les meilleurs rendements sont généralement obtenus sur les sols profonds à forte capacité de rétention. Elle exige plus d'eau que les autres céréales à pailles [14].

La culture d'avoine peut être utilisée comme fourrage vert (déprimage ou coupe), ensilage (avril-mai), foin, grains et paille. Le rendement dépend surtout du stade de coupe pour la conservation de fourrage ainsi que des facteurs interdépendants (déprimage, génotype et milieu), et de l'état de croissance de la culture, normalement de moins de 0.5 à 1.5 t MS/ha. Le rendement en MS de l'avoine augmente généralement jusqu'au stade laiteux-pâteux et diminue ensuite à cause de l'égrenage et la perte des feuilles sénescents [24].

Selon JARRIGE [13] la composition chimique et la valeur alimentaire de l'avoine varient en fonction du stade phénologique, du milieu (climat, sol) et du génotype. D'après le tableau 2.2, la digestibilité de la MO se situe au moment de la coupe entre 64 et 70 % pour le foin et 58 et 64 % pour l'ensilage ; l'évolution de la teneur énergétique est similaire, tandis que la teneur en MAD chute beaucoup plus rapidement.

Tableau 2.2 : composition chimique et valeur alimentaire de l'avoine fourrager [13].

Stade	MS %	UFL/ kg MS	MAD g/kg MS	MOD %	g/kg MS				
					MO	MAT	CB	P	Ca
Début épiaison	20.6	0.84	70	71	905	102	302	3.5	4.5
Floraison	17.7	0.74	69	66	900	101	333	3.0	4.0
Laiteux- pâteux	31.8	0.67	40	59	928	67	270	2.5	3.5
Pâteux	38.3	0.65	32	57	930	63	263	2.5	3.0

2.7.3. Fétuque élevée

La Fétuque est une poacée pérenne et allogame (Figure 2.3). Elle est très répandue au nord et au sud de la Méditerranée, de la Scandinavie à l'Atlas et de l'Atlantique à la Sibérie. Elle est originaire de l'Europe de l'ouest et se trouve répandue sous ses formes spontanées. On distingue deux races géographiques au sein de *F. arundinacea* subsp. *arundinacea* : la race européenne qui couvre une grande partie de l'Europe et a été introduite partout dans le monde et la race méditerranéenne répandue en Afrique du Nord et au Sud de l'Espagne [27].



Figure 2.3 : Caractéristiques morphologiques de *Festuca arundinacea* [11].

La Fétuque est apte à supporter des conditions édaphiques et hydriques extrêmes. Elle est capable de pousser sur des sols de pH 4.7 à 9.5, aussi bien sur des sols légers, en pentes et séchants que non drainés [9].

Selon VILLAX [14] la Fétuque peut être utilisée pour le pâturage, la fauche, l'ensilage et le foin. Son potentiel de croissance, de tallage et ses qualités de rusticités permettent une large gamme d'utilisation. Elle peut être cultivée seule ou en association avec une ou plusieurs espèces. Elle est associée au Trèfle, au Sulla et au Sainfoin [11].

D'après GAILLARD et RUFFIN [28] les essais menés en secs à EL Khemis (semi-aride) ont permis une production de 7.1 t MS/ha avec une pluviosité de 120 mm de novembre à décembre et 230 mm de janvier à avril. Par contre selon KOLLI [29] des essais en Mitidja et en irrigué ont permis un rendement assez intéressant (16.2 t MS/ha) en 6 coupes.

Tableau 2.3 : Production (en irrigué) de la Fétuque par coupe en Mitidja [29].

Coupe	Date de coupe	Rendement (t MS/ha)
1 ^{ère}	24/10	1.7
2 ^{ème}	05/12	3.1
3 ^{ème}	16/01	2.4
4 ^{ème}	28/02	3.4
5 ^{ème}	27/03	2.4
6 ^{ème}	02/05	3.2
Total		16.2

Des rendements plus élevés ont été obtenus dans le sub-humide tunisien, à savoir 6 t de foin/ha plus 100 kg de gain de poids vif d'agneaux [30].

Selon THERIEZ [31] la composition chimique et la valeur alimentaire varient en fonction du rapport feuilles/tiges, du stade de développement au moment de la coupe et de l'environnement. D'après le tableau 2.4, la concentration en énergie et la digestibilité *in vitro* de la matière organique (DIVMO) chutent à partir de l'épiaison. La teneur MAD par UF est satisfaisante pour des animaux exigeants jusqu'au stade montaison et déficitaire ensuite.

Tableau 2.4 : Composition chimique et valeur alimentaire de *Festuca arundinacea* variété Grombalia [31].

cycle	Stade	MS %	UF/ Kg MS	MAD g/kg MS	MAT g/kg MS	CB g/kg MS	DIVMO %
1	Végétatif	19.3	0.67	140	193	246	70.7
	Montaison	21.3	0.63	108	160	298	67.8
	Début épiaison	25.8	0.57	84	124	325	63.7
	Epié	40.2	0.57	71	118	376	62.8
2	Début épiaison	18.8	0.67	90	129	248	70.0
	Epié	27.2	0.62	50	80	309	65.7

2.7.4. Dactyle

On distingue le *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* L. utilisé dans les régions tempérées ou continentales et le *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica*, utilisé dans les régions méditerranéennes (Figure 2.4) [32].

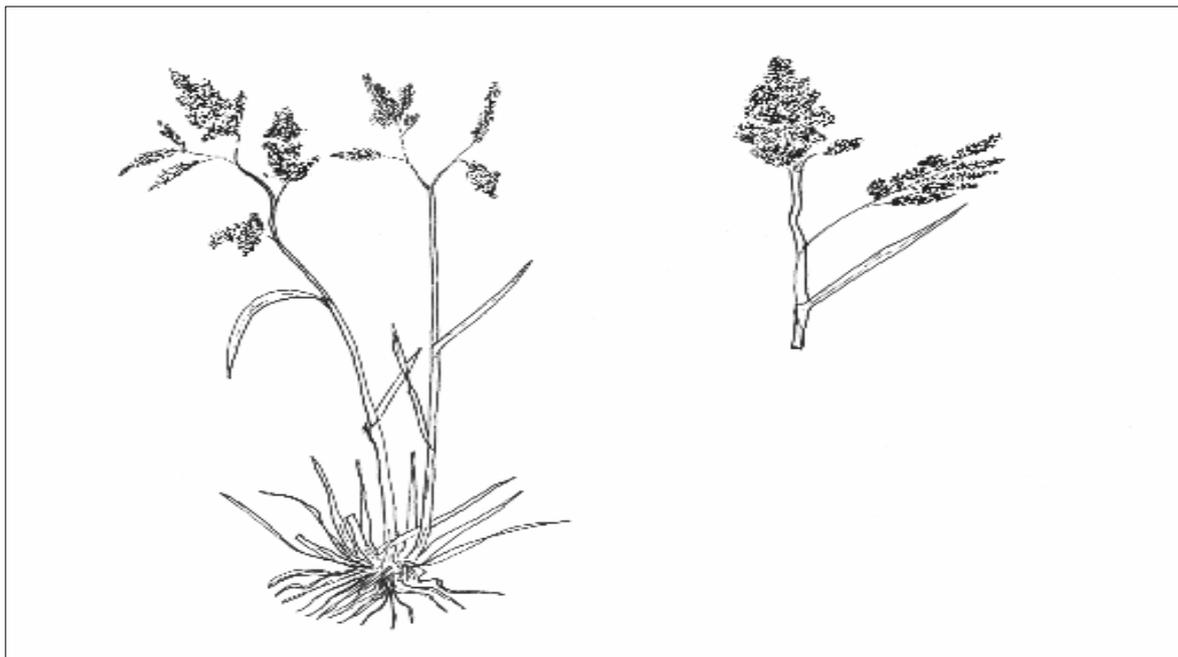


Figure2.4 : Caractéristiques morphologiques du *Dactylis glomerata* [11].

Selon JARITZ [11] le Dactyle est largement indifférent vis-à-vis du pH et de la texture du sol ; mais exige des sols drainants. Il peut résister au froid et aux gelées, par contre, il ne supporte pas une chaleur forte et durable, et encore moins la sécheresse [14].

Durant la première année (année d'installation) le Dactyle doit être ménagé pour lui permettre une bonne installation. Les années suivantes, il peut être pâturé, fauché, ensilé ou fané. Le Dactyle tout comme la fétuque présente une dormance estivale au Maghreb, il repart très vite aux premières pluies automnales et a une bonne croissance hivernale.

La production annuelle va de 10 à 12 t MS/ha [11].

Le Dactyle est très peu cultivé au Maghreb. Il est moins persistant que la fétuque mais a une valeur nutritive supérieure (Tableau 2.5).

Cette espèce mérite d'être développée dans les régions où l'eau n'est pas un facteur limitant pour l'alimentation d'un cheptel laitier (bovin, ovin, caprin).

Tableau 2.5 : Composition chimique et valeur alimentaire du *Dactylis glomerata* L. [33].

Stade	MS %	UFL/ Kg MS	MAD g/kg MS	MM g/kg MS	MAT g/kg MS	CB g/kg MS
Vert Début épiaison	16.3	0.87	114	122	159	256
foin	85	0.76	87	101	138	307

2.7.5. Phalaris

L'alpiste bulbeux : *Phalaris aquatica* L. (= *P. tuberosa* L., *P. bulbosa* L., *P nodosa*) est une plante vivace à port touffu, à système racinaire important (Figure 2.5).

Trois autres espèces peuvent être citées : *Phalaris truncata* Guss, *Phalaris caerulescens* Desf. et *Phalaris canariensis*.



Figure 2.5 : Caractéristiques morphologiques du *Phalaris aquatica* [11].

Son aire géographique s'étend des Canaries jusqu'au Moyen-Orient. Cette espèce a été introduite pour la culture notamment en Australie, aux Etats-Unis d'Amérique et en Afrique du Sud. Au Maghreb, elle n'est cultivée qu'occasionnellement pour l'amélioration des parcours et des prairies [11].

C'est une poacée pastorale persistante, très appréciée, à développement d'automne et d'hiver très précoce, à croissance continue malgré le froid. Elle préfère des terres de limons riches, mais peut s'accommoder des sols pauvres.

Selon LAPEYRONIE [6] la plante peut être exploitée aussi bien en fauche qu'en pâturage. En première année, le pâturage doit être léger. Selon le même auteur, cette espèce a été préconisée en Tunisie dans des marnes, sous des pluviosités de 350 à 800 mm et peut avoir un rendement très intéressant allant jusqu'à 90 t MV/ha.

Cette espèce est caractérisée par des teneurs faibles en MAT (5.1%) et des teneurs élevées en CB (33.8%) [23].

Selon JARITZ [11] le *Phalaris aquatica* contient des constituants toxiques dont la teneur en diméthyltryptamin varie en fonction du génotype et de l'environnement. Les plantes en croissance active en sont plus riches ; seules des plantes sèches ne sont pas dangereuses. Le stress hydrique augmente la teneur, de même que des températures élevées et une forte teneur en nitrate.

CHAPITRE 3 LES LEGUMINEUSES

3.1. Classification

La famille des légumineuses appartient à l'embranchement des spermaphytes et sous-embranchement des angiospermes, classées parmi les dicotylédones et sous classe des dialypétales ; ordre des rosales [34].

Selon la morphologie des fleurs, les légumineuses sont divisées en trois sous familles [35] :

- Sous-famille des **mimosacées** comprend quelque 3000 espèces dont les acacias et les mimosas, presque toujours arborescentes ;
- Sous-famille des **césalpiniacées** regroupe environ 100 genres et 2000 espèces, ce sont des espèces arborescentes ;
- Sous-famille des **papilionacées** comprend environ 350 genres et 12000 espèces. Ce sont des plantes herbacées aux feuilles simples et aux fleurs très irrégulières.

3.2. Rôle des légumineuses dans l'alimentation du bétail

Selon CHARLES et LEHMANN [36] le rôle des légumineuses dans l'alimentation du bétail est déterminant. Leur richesse alimentaire en protéines et leur contribution pondérale aux graminées les rendent préférentielles à d'autres espèces fourragères. Cette association devrait permettre théoriquement un fourrage équilibré [37].

Des études ont montré que l'association binaire graminée-légumineuse présente un intérêt particulier dans les systèmes de production fourragère où on cherche à diminuer l'emploi d'engrais azoté [38].

ROBINSON [39] trouve que le rendement en protéines est amélioré de 36% par la pratique de l'association par rapport à l'utilisation seule. Cet auteur explique cette amélioration par la présence de la légumineuse dans l'association. Aussi, pour assurer une production élevée à partir de ces associations il est indispensable que celles-ci soient de haute qualité et riches en énergie pour être ingérées en grande quantité. Dans ce domaine, l'équilibre dans la composition botanique de l'association et le stade de récolte joue un rôle éminent.

3.3. Etude du bersim

3.3.1. Généralités

D'après BOUNEJMATE [40] le bersim : *Trifolium alexandrinum* L. est représenté par deux variétés botaniques :

- *T. alexandrinum* L. var. *alexandrinum* Boiss : plante non ou très peu ramifiée à la base, incapable de repousser après une coupe. Cette variété ne donne qu'une seule coupe, elle est utilisée en Egypte en culture dérobée. Elle a été, parfois, importée par erreur ou méconnaissance en Algérie.
- *T. alexandrinum* L. var. *serotinum* Zoh. et Lem. : plante très ramifiée à la base, permettant plusieurs coupes et utilisée pour l'affouragement en vert.

Le centre primaire du bersim serait la Syrie et l'Asie Mineure. Il aurait été introduit en Egypte au 6^{ème} siècle (d'où son nom trèfle d'Alexandrie). C'est une culture annuelle très répandue dans le bassin Méditerranéen. Selon VILLAX [14] le bersim a été introduit vers les années vingt au Maroc. Dans certains pays du Maghreb, le bersim est la principale légumineuse utilisée en vert.

3.3.2. Exigences et intérêt

Le bersim préfère les régions à hiver doux et sans risque de gel. Sa croissance est optimale entre 12 et 25°C. A 35°C, les jeunes plantes meurent. A 6°C sa végétation se ralentit considérablement [41].

Le bersim préfère les sols argileux ou limoneux, calcaires, assez profonds. Il craint les sols hydromorphes, asphyxiants et particulièrement l'excès d'eau au semis et la levée [14].

Son développement au Maghreb s'explique, entre autre, par la disponibilité des semences, car produites en grande partie par les agriculteurs eux-mêmes, et par son rôle important dans l'alimentation des vaches laitières.

Par ailleurs, par sa végétation luxuriante et en raison des coupes fréquentes, il étouffe la plupart des adventices et laisse un sol propre en plus du reliquat d'azote [42].

3.3.3. Conduite et exploitation

3.3.3.1. Mise en place

La mise en place nécessite une bonne préparation du sol : labour 20 à 25 cm, suivi de façons superficielles (cover-cropage et/ou hersage). Le semis se fait très tôt, dès la mi-août (en irrigué) ou au début de l'automne (en sec). La dose de semis varie de 30 à 40 kg/ha en fonction de la date et du mode de semis, du lit de semences et de la concurrence des mauvaises herbes. La profondeur de semis est de 1-2 cm [40].

La fertilisation azotée n'est que de 15 à 20 kg/ha au moment du semis. Le bersim est exigeant en phosphore et en potassium. Les besoins seraient de 80 à 100 kg/ha de P_2O_5 et 100 à 150 kg/ha de K_2O_5 pour un rendement de 10 t MS/ha [43].

3.3.3.2. Exploitation et utilisation

Bien que sa vocation d'utilisation fourragère soit la distribution en vert, le bersim peut être ensilé si certaines précautions de conservation par voie humide pour la réussite de l'ensilage d'une légumineuse très acceuse sont prises en considération.

PICARD et DEMARQUILLY [44] montrent que le trèfle violet riche en glucides solubles s'apprête mieux à l'ensilage et que le problème fondamentale posé par l'ensilage du bersim provient de sa teneur élevée en eau ce qui entraîne, après la coupe, des pertes non négligeables d'éléments nutritifs dans le jus.

Sa transformation en foin est très problématique par suite des difficultés de fanage dues, d'une part, à sa forte teneur en eau et, d'autre part, à l'époque où se situent les diverses récoltes [45].

Le bersim demeure le fourrage le plus intéressant pour l'affouragement quotidien en vert de la zone à hiver peu marqué.

La durée entre coupe dépend des conditions climatiques, elle varie de 45 à 60 jours en hiver et de 30 à 35 jours, parfois moins, au printemps [40].

Dans de bonnes conditions, AMEZIANE [46] et GUESSOUS [47] trouvent un rendement moyen qui dépasse 15-16 t MS/ha.

Chez les agriculteurs, la production varie de 8 à 10 t MS/ha [48].

Le nombre de coupes reste lié à la date de semis et aux conditions du milieu, il varie de 3 (semis très tardif) à 8 coupes (semis précoce en irrigué) [40].

Les semis les plus précoces donnent les rendements les plus importants et plus étalés dans le temps (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Effet de la date de semis sur le rendement (en t MV/ha) du bersim dans quatre régions du Maroc [49].

Date de semis	Afouer	Déroua	Tessaout	Souhila
15 septembre	118.6	109.2	106.2	109.5
1 ^{er} octobre	120.0	107.9	94.7	97.9
15 octobre	93.5	97.1	88.7	88.0
1 ^{er} novembre	82.5	84.2	56.9	86.2
15 novembre	75.5	67.7	53.0	71.2

Selon BOUNEJMATE [40] la valeur énergétique du bersim se situe autour de 0.74 UFL/kg MS pendant la phase de croissance végétative ; durant la phase reproduction, elle chute à 0.50 UFL/kg MS. La teneur en azote est assez élevée (130 à 160g de MAD/kg MS) pour un fourrage exploité entre 35 et 45 jours d'âge.

Le tableau ci dessous indique les valeurs moyennes de la composition chimique et la digestibilité *in vivo* du bersim.

Tableau 3.2 : Valeurs moyennes de la composition chimique et la digestibilité *in vivo* du bersim [50].

Numéro du cycle	Age (en jours)	MS %	Composition chimique (g/kg MS)			Digestibilité %		
			CB	MAT	MM	MO	MAT	CB
1	47	8.4	199	204	188	74.1	75.1	60.9
	68	10.7	237	175	150	71.0	73.2	58.1
2	28	9.2	173	200	216	74.6	74.6	66.1
	49	9.6	238	182	144	71.8	74.2	60.5
3	42	9.5	167	217	166	77.6	77.2	70.1
	46	11.2	175	199	151	76.2	75.8	62.3

CHAPITRE 4

VALEUR ALIMENTAIRE ET FACTEURS DE VARIATIONS

4.1. Notion de valeur alimentaire

Selon DEMARQUILLY et WEISS [51] la notion de valeur alimentaire d'un fourrage recouvre deux termes complémentaires et interdépendants :

- la valeur nutritive de ce fourrage, c'est-à-dire sa teneur en éléments nutritifs digestibles (valeurs énergétique, azotée, minérale et vitaminique).
- son ingestibilité, c'est-à-dire la quantité volontairement consommée par le ruminant recevant le fourrage à volonté.

Cependant, la valeur alimentaire d'un fourrage est une donnée dynamique susceptible de variations importantes.

4.2. Facteurs de variations de la valeur alimentaire

De part l'existence de différences relativement systématiques de composition morphologique et de composition chimique entre les grandes familles des plantes fourragères (légumineuses et graminées) et entre les espèces au sein d'une même famille [52].

Pour une espèce donnée, la composition morphologique et la composition chimique varient en fonction d'un certain nombre de facteurs qui sont selon AUFRENE [53], la famille botanique, l'espèce, le stade de végétation, les facteurs du milieu (climat et sol) et les conditions de récolte et de conservation.

4.2.1. La famille botanique et l'espèce

La valeur alimentaire des plantes fourragères diffère d'une famille à une autre et d'une espèce à une autre au sein de la même famille. Ces différences sont d'ordre

morphologiques (biomasse, rapport feuille/tige) et chimique (teneur en énergie, azote, minéraux et vitamines).

Qu'à stade de végétation comparable, la morphologie des légumineuses et graminées est très différente, notamment le rapport feuille/tige (Tableau 4.1) [51].

Par ailleurs, les mêmes auteurs indiquent que la proportion de l'azote des légumineuses sous forme non protéique est plus importante notamment dans les tiges ; ils trouvent que 40% de l'azote des tiges de la luzerne est sous forme non protéique.

Tableau 4.1: Pourcentage de feuilles (légumineuses) et de limbes (graminées) des plantes fourragères à différents stades de croissance [51].

Espèce	Premier cycle		Deuxième cycle		Troisième cycle	
	Début du cycle	Floraison	01 mois	02 mois	01 mois	02 mois
Luzerne	65	20	50	35	55	45
Trèfle Violet	70	35	70	40	85	65
Dactyle Ray-grass anglais Fétuque	80	25 à 30	70 à 80	70 à 80	80 à 85	80 à 85
Ray-grass d'Italie	75	20	40	20	65	55
Fléole	75	25	60	50	-	65

ANDRIEU [54] note qu'à stade de végétation comparable, les légumineuses par rapport aux graminées sont plus riches en minéraux notamment en calcium, en carotène, en acide organique et en azote par contre, elles sont plus pauvres en glucides solubles et en constituants pariétaux (Tableau 4.2).

Tableau 4.2 : Variations des teneurs en matières azotées, en cellulose brute et en constituants pariétaux de trois légumineuses et trois graminées (en % MS) [54].

Espèces	Matières azotées		Cellulose brute		Constituants pariétaux	
	Feuilles	Tiges	Feuilles	tiges	Feuilles	Tiges
Luzerne	25 à 30	10 à 25	12 à 14	25 à 45	18 à 24	35 à 58
Trèfle violet	20 à 25	10 à 20	10 à 12	20 à 38	19 à 22	31 à 48
Trèfle Blanc	20 à 30	-	13 à 24	-	22 à 39	-
Ray-grass anglais						
Dactyle	10 à 15	5 à 15	15 à 27	25 à 35	28 à 50	35 à 62
Fétuque						

4.2.2. Le stade de végétation

La valeur nutritive du fourrage diminue au cours de l'évolution de la plante à cause des modifications de la composition morphologique, en particulier du rapport feuille/tige.

A mesure que la plante vieillit, il y a une diminution relative de proportion des feuilles par rapport aux tiges qui retentit sur la valeur nutritive des fourrages, du faite de la composition chimique différente de ces deux organes [55].

Selon DEMARQUILLY et JARRIGE [56] la composition morphologique des légumineuses change moins vite que celle des graminées au cours du premier cycle de végétation, car les légumineuses gardent plus longtemps leurs feuilles, alors que la proportion des feuilles diminue régulièrement au cours du cycle pour les graminées.

DEMARQUILLY et ANDRIEU [57] observent qu'à un âge égal, la proportion des feuilles augmente avec le numéro du cycle chez les graminées : la plante devient donc de plus en plus feuillue.

Chez les légumineuses, la proportion des feuilles augmente avec le numéro de la repousse [58].

Ce changement dans la composition morphologique a un effet direct sur la composition chimique, la digestibilité et l'ingestibilité des fourrages [59].

D'après DEMARQUILLY et JARRIGE [60], les feuilles sont plus riches en constituants cellulaires, et plus pauvres en constituants pariétaux que les tiges et leur composition chimique évoluent moins vite avec l'âge (Tableau 4.3).

Tableau 4.3 : Variation de la teneur en matières azotées, en cellulose brute des feuilles et des tiges de luzerne et des limbes et des tiges plus gaines de graminées [60].

Constituants (% MS)	Graminées		Luzerne	
	Limbes	Tiges+ gaine	Feuilles	Tiges
Matières azotées				
- plantes jeunes	15 - 25	10 - 15	30 - 33	20 - 23
- plantes âgées (1 ^{er} cycle)	7 - 10	3 - 5	23 - 25	9 - 10
Cellulose brute				
- plantes jeunes	15 - 17	22 - 25	11 - 12	22 - 25
- plantes âgées	26 - 28	35 - 38	13 - 14	40 - 45

4.2.3. Le milieu

Tout comme la composition morphologique, la composition chimique varie dans le temps sous l'influence des conditions du milieu [61].

Pour une espèce végétale et pour un âge donné, la teneur en cellulose augmente dans le temps et sous l'influence de sécheresse et il s'ensuit généralement une diminution de la digestibilité du fourrage [62].

Dans les conditions de la Mitidja AKROUF [63] montre que les températures élevées ont un effet significatif sur la valeur nutritive et sur le rendement du bersim.

Par leurs caractères intrinsèques, les sols conditionnent l'adaptation des plantes et influencent la production et la qualité des fourrages [17].

En effet, GILLET [9] indique que l'apport d'engrais azotés en augmentant la surface foliaire, le nombre de talles ainsi que le poids des feuilles et des tiges, accroît la production. L'apport d'azote se traduit selon DURU [17] pour une même biomasse récoltée, par un accroissement des teneurs en azote et en potassium.

4.2.4. Les conditions de récolte et de conservation

Parmi les différentes techniques de conservation de l'herbe, la fenaison au champ demeure la méthode la plus utilisée dans de nombreux pays, notamment en Algérie.

Selon DEMARQUILLY [64] la valeur alimentaire d'un fourrage conservé dépend de celle du fourrage vert correspondant au moment de la coupe, des conditions de récolte et de conservation.

A cet effet, la maîtrise de la date de récolte est importante. Dans le cas de la fenaison, il faut attendre des conditions climatiques favorables ce qui peut entraîner quelques jours voire quelques semaines de retard, d'où une perte plus ou moins importante de valeurs nutritive sur pied. Aussi, entre la plante verte sur pied et sa distribution sous forme de foin, existent des pertes de matière sèche et d'éléments nutritifs. Ces pertes ont lieu d'abord sur le champ lors de la récolte mais aussi en cours de la conservation [65].

CHAPITRE 5 MATERIEL ET METHODES

5.1. Matériel végétal

5.1.1. Essai graminées

Le matériel végétal mis en essai est indiqué dans le tableau 5.1 et comprend 07 populations de Dactyle, 07 populations de Fétuque élevée et 02 populations de Phalaris. Ce matériel nous a été fourni par l'INRA France dans le cadre du projet PERMED.

Tableau 5.1 : Liste et origine des populations mises en essai

Espèce	Population	Origine
<i>Dactylis glomerata</i>	Jana (V _J)	Italie
	Medly (V _M)	Sud de la France
	Kasbah (V _K)	Sud Marocain
	Delta-1 (V _D)	Portugal
	Currie (V _C)	Algérie
	Porto bis (V _{Pb})	Nord du Portugal
	Ottava (V _O)	Italie
<i>Festuca arundinacea</i>	Tanit (V _T)	Italie
	Sisa (V _S)	Espagne
	Grombalia (V _G)	Tunisie
	Centurion (V _{Ce})	Méditerranéenne sélectionnée à INRA Montpellier
	Fletcha (V _F)	Tunisie
	Lutine (V _L)	Sélectionnée à INRA Lusignan hybride entre type continental et méditerranéen
	Fraydo (V _{Fr})	Australie
<i>Phalaris aquatica</i>	Partenope (V _P)	Italie
	Australian (V _A)	Australie

5.1.2 Essai bersim

Il s'agit d'une culture de bersim de variété Miscawi mise en place à la Station de l'ITGC.

5.2. Conditions expérimentales

5.2.1. Localisation des essais

Notre expérimentation s'est déroulée durant la campagne 2004/2005, au niveau de la Station Expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Oued Smar, située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux, à latitude 36° 43 Nord, la longitude 30° 84 Est et une altitude de 24 m.

5.2.2. Conditions climatiques

Les données climatiques de la campagne agricole 2004/2005 sont données dans les tableaux 5.2 et 5.3.

Tableau 5.2 : Relevés pluviométriques (mm) durant la campagne agricole 2004/2005.

Décade	S	O	N	D	J	F	F	A	M	J	J	A
1 ^{ère} décade	3.0	5	33.9	49.2	00	31	37.5	26.7	2.3	00	00	00
2 ^{ème} décade	00	00	63.2	19.4	00	101	1.1	00	00	00	00	00
3 ^{ème} décade	3.0	35	00	69	92	53	3.3	00	00	00	00	00
Nbre jours de pluie	02	03	05	09	04	14	07	04	01	00	00	00
Total mm	06	40	97.1	139	92	185	41.9	26.7	2.3	00	00	00

n= neige

Tableau 5.3 : Les données thermiques durant la campagne agricole 2004/2005.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
M T° min	18.4	15.0	8.2	7.3	3.0	4.4	7.1	9.9	13.9	17.9	20.5	19.4
M T° max	30.6	28.1	18.9	15.6	12.9	13.6	16.5	21.1	24.8	28.4	31.3	31.3
M T°	24.5	21.6	13.6	11.4	7.9	9.0	11.8	15.5	16.3	23.2	25.9	25.3
T° min	13.0	10.0	5.0	3.0	1.0	2	2.0	6.0	7.2	14.4	17.1	14
T° max	45.0	36.7	25.0	21.5	19.7	21	24.0	30.0	30.8	36.7	39	38.4

La campagne 2004/2005 est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 630 mm concentrée en automne et en hiver, avec des basses températures et de gelées successives en hiver.

5.2.3. Les conditions édaphiques et travail du sol

Notre expérimentation a été réalisée sur un sol à texture argilo-limoneux dont le précédent cultural était un essai de céréales (Blé dur).

Les différentes opérations de travail du sol sont les suivantes :

- Labour d'automne, fin octobre à une profondeur de 25 cm
- Fertilisation de fond avec un apport de 02 quintaux de TSP (tri super phosphate) 46%
- Passage croisé de cover crop réalisé le 20/11/2004
- Passage d'une herse rotative pour la préparation du lit de semences.

5.2.4. Le dispositif expérimental

Toutes les variétés/populations de graminées, citées dans le tableau 14, ont été semées le 23 novembre 2004 à une profondeur de 0.5 cm, selon le dispositif expérimental bloc aléatoire complet avec 04 répétitions.

Nous avons d'abord procéder au traçage de la parcelle à l'aide d'un mètre ruban et d'une ficelle afin d'avoir des angles bien droits. De la même manière les limites des micro parcelles et des bordures ont été délimitées. Et c'est ainsi que nous avons pu avoir des microparcelles de 2.5 m de longueur et 2 m de largeur.

Nous avons obtenu donc un dispositif de quatre blocs identiques. Chaque bloc est constitué de 16 microparcelles avec les dimensions citées plus haut et qui correspondent au nombre de variétés/populations à mettre en place dans chaque bloc.

L'opération qui a suivi le traçage est le billonnage et qui a été effectuée à l'aide de petites binettes. Nous avons mis 10 lignes par microparcelle et qui sont distantes de 20 cm entre elles, ce qui correspond à une répétition d'une variété dans chaque bloc.

Des distances de 40 cm ont été laissées entre les microparcelles, de même que des marges de 60 cm ont été laissées entre les blocs et c'est ainsi qu'une ligne de bordure a été semée entre les microparcelles, dans les deux sens horizontal et vertical, et deux lignes entre les blocs (dans les deux sens aussi).

L'opération du semis a été la dernière ; un semis à la main a été réalisé, nous avons disposé les graines des différentes variétés à l'intérieur des sillons d'une manière plus ou moins homogène, et puis l'opération de couverture des graines est venue en dernier pour terminer le semis.

Il convient de mentionner que trois populations n'ont pas germé à cause de la défaillance de leurs semences. Il s'agit de Grombalia, Lutine et Australian.

Pour le Bersim, la variété *Trifolium alexandrinum* Miscawi a été utilisée par l'ITGC pour le semis de 02 ha. Le semis a été réalisé la fin octobre à la dose de 35-40kg/ha à l'aide d'un semoir de précision.

Medly	Centurion	Lutine	Currie	Jana	Sisa	Fletcha	Currie
Sisa	Delt-1	Ottava	Kasbah	Fraydo	Centurion	Tanit	Ottava
Tanit	Jana	Grombalia	Porto bis	Porto bis	Lutine	Kasbah	Partenope
Fletcha	Fraydo	Australian	Partenope	Medly	Australian	Grombalia	Delta-1
Fletcha	Medly	Ottava	Porto bis	Ottava	Partenope	Currie	Grombalia
Currie	Kasbah	Tanit	Australian	Sisa	Australian	Centurion	Porto bis
Sisa	Grombalia	Lutine	Fraydo	Medly	Jana	Fraydo	Kasbah
Jana	Partenope	Delta-1	Centurion	Lutine	Delta-1	Tanit	Fletcha

Figure 5.1 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai graminées

5.2.5. Entretien et déroulement de l'essai

Pour la bonne conduite de l'essai graminée, plusieurs opérations ont été réalisées :

- Désherbage manuel chaque 2-3 jours pour éviter l'envahissement des mauvaises herbes.
- Désherbage par binette tout au tour de la parcelle et entre les microparcelles pour détruire les mauvaises herbes qui risquent de créer un microclimat favorable pour le développement des parasites.
- Une irrigation par aspersion a été réalisée 2 à 3 fois par semaine au mois de mai (56 mm). Les asperseurs avaient une portée de 12 m et un débit horaire de 8 mm/h. Le système d'irrigation a été installé le 04/05/2005, suite à la sécheresse printanière qui a faillit compromettre l'essai ainsi que pour subvenir aux besoins des plantes dont la réussite était conditionnée par une bonne alimentation hydrique. Cependant, une anomalie a été relevée lors des différentes irrigations ; les microparcelles de l'extrémité externes des blocs 2 et 4 étaient les moins irriguées par rapport au reste et ce à cause du vent qui est l'inconvénient majeur de ce mode d'irrigation. D'autres irrigations à l'aide d'arrosoirs ont eu lieu avant l'installation du réseau d'irrigation avec une dose de 2 mm chaque 2 jours.
- L'essai graminée a reçu 40 U d'azote par hectare le 15/03/2005 au stade tallage.
- Pour tous les stades phénologiques de la plante, nous avons noté des attaques de fourmis sur les graines, ce qui nous a obligé à utiliser insecticide (Pychlorex) à une dose de 170 ml/100ml.

5.2.6. Nombre et dates de coupes

5.2.6.1 Essai graminées

Une seule coupe a été effectuée le 15/06/05. Celle-ci commençait quand 4/16 des variétés de chaque bloc étaient en pleine épiaison. Hormis les quatre variétés (Porto bis, Ottawa, Delta-1 et Partenope), les autres étaient pour la quasi-totalité en début épiaison.

5.2.6.2. Essai bersim

Deux coupes ont été effectuées pour le bersim :

- 1^{ère} coupe : réalisée le 27/03/05 au stade végétative, constituée de bersim et de blé dur (association sauvage).
- 2^{ème} coupe : réalisée le 21/05/05 au stade floraison.

5.2.7. Rendements

5.2.7.1. Essai graminées

Le rendement en matière verte exprimé en t/ha est déterminé par pesée de la biomasse récoltée (RdtV). Un échantillon de 1 000 g est mis à l'étuve à 65°C pendant 36h pour déterminer la matière sèche (MS) et le rendement en matière sèche en t/ha (RdtS). Ce même échantillon est conservé pour le broyage et les analyses fourragères.

5.2.7.2. Essai bersim

La parcelle est parcourue en zigzag et à l'aide d'un cadrat métallique de 1 m², six (06) récoltes ont été effectuées pour déterminer le rendement en vert moyen de la parcelle (RdtmV) de la 1^{ère} et 2^{ème} coupe.

Un échantillon de 1 000g représentatif des six échantillons est placé à l'étuve à 65°C pendant 36 h pour avoir la teneur en matière sèche et le rendement moyen en sec t/ha (RdtmS) de la 1^{ère} et 2^{ème} coupe. Ce même échantillon est conservé pour le broyage et les analyses fourragères.

5.3. Analyses chimiques

La détermination de la composition chimique à savoir, la MS, MM, MO, MAT et CB a été réalisée en trois répétitions selon INRA [66] au laboratoire d'analyses fourragères du Département d'Agronomie (Université de Blida) et les résultats sont exprimés en pourcentage de MS.

Le dosage du Ca et P a été effectué au laboratoire d'analyses de l'ONAB [67].

5.3.1. Détermination de la matière sèche

- Dans une capsule séchée et tarée préalablement, introduire 1 à 5g de l'échantillon à analyser.
- Porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, laisser refroidir au dessiccateur, peser, remettre 1h à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'à poids constant.

La teneur en MS est donnée par la relation :

$$\text{MS}\% = \frac{\text{Y}}{\text{X}} \times 100$$

X : poids de l'échantillon humide

Y : poids de l'échantillon après dessiccation

5.3.2. Détermination de la matière minérale

- Porter au four à moufle, la capsule contenant 2g d'échantillon, chauffer progressivement afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse.
 - 1h 30mn à 200°C
 - 2h 30mn à 500°C
- L'incinération doit être poursuivie, s'il y a lieu, jusqu'à combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair.
- Refroidir au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération puis peser.

$$\text{Teneur en MM (\%MS)} = \frac{\text{A}}{\text{B}} \times 100$$

A : poids des cendres

B : poids de l'échantillon

5.3.3. Détermination de la matière organique

La teneur en matière organique est estimée par différence entre la matière sèche (MS) et la matière minérale (MM) :

$$\text{Teneur en MO (\% MS)} = 100 - \text{MM}$$

5.3.4. Détermination de la cellulose brute

La teneur en CB est déterminée par la méthode de WEENDE, où les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

- Peser 2 g d'échantillon ; l'introduire dans un ballon de 500ml muni d'un réfrigérant rodé sur le goulot ; ajouter 100ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12.5 g d'acide sulfurique pour 1 litre.
- Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30mn, agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse ; séparer le ballon du réfrigérant. Transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible du produit dans le ballon. Centrifuger jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides.
- Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube à centrifuger avec 100 ml de solution bouillante contenant 12.5 g de soude pour 1 litre, faire bouillir durant 30mn, ensuite filtrer sur creuset plus le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant. Après rafraîchissement au dessiccateur, peser puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5h.
- Refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.
- La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques, une grande partie de cellulose vraie, une partie de la lignine, et des résidus d'hémicellulose.

$$\text{Teneur en CB (\%MS)} = \frac{(A - B) \times 100}{C \times \text{MS}}$$

A : poids du creuset + résidu après dessiccateur

B : poids du creuset + résidu après incinération

C : poids de l'échantillon de départ.

5.3.5. Détermination des matières azotées totales

L'azote est dosé par la méthode de KJELDHAL.

5.3.5.1. Minéralisation

- Opérer sur un échantillon de 0.5 à 2g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon), l'introduire dans un matras de 250 ml, ajouter 2g de catalyseur, 250g de K_2SO_4 , 250g de $CuSO_4$, 5g de Se et 20ml d'acide sulfurique ($d=1.84$).
- Porter le matras sur le support d'attaque et chauffer jusqu'à obtention d'une coloration verte stable, laisser refroidir.
- Puis ajouter peu à peu avec précaution 200ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau.

5.3.5.2. Distillation

- Transvaser 10 à 50 ml du contenu du matras dans l'appareil distillateur (BUCHI), rincer la burette graduée. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20ml de composé de : pour 1 litre de solution, de 20g d'acide borique, 200ml d'éthanol absolu, 10ml d'indicateur contenant : $\frac{1}{4}$ de rouge de méthyle à 0.2%, dans l'alcool à 95° et $\frac{3}{4}$ de vert de bromocresol à 0.1% dans l'alcool à 95°.
- Verser lentement dans l'appareil distillateur 50ml de lessive de soude ($d=1.33$), mettre en marche l'appareil laisser l'attaque se faire jusqu'à l'obtention d'au moins 100ml de distillat. Titrer en retour par de l'acide sulfurique N/20 jusqu'à l'obtention de la couleur initiale de l'indicateur.

1ml d' H_2SO_4 ----- 0.0014g d'N

1ml d' H_2SO_4 ----- 0.0007g d'N

$$Ng = X \cdot 0.0007 \cdot \frac{100}{Y} \cdot \frac{200}{A}$$

$$\text{Teneur en MAT (\%MS)} = Ng \cdot 6.25$$

X : descente de burette (ml)

Y : poids de l'échantillon

A : volume de la prise d'essai

5.3.6. Dosage du calcium

Le dosage du calcium a été effectué par la méthode titrimétrique.

- Peser, à 1 mg près, 5 g environ de l'échantillon, les calciner à 550°C et transvaser les cendres dans un bécher de 250 ml. Ajouter 40ml d'acide chlorhydrique, 60ml d'eau et quelques gouttes d'acide nitrique.
- Porter à ébullition et maintenir celle-ci pendant trente minutes. Refroidir, transvaser la solution dans un ballon jaugé de 250ml. Rincer, compléter le volume jusqu'au trait de jauge avec l'eau, homogénéiser et filtrer.
- Prélever à la pipette, selon la teneur présumée en calcium, une quantité aliquote contenant de 10 à 40 mg de calcium et l'introduire dans un bécher de 250 ml. Ajouter 1 ml de solution d'acide citrique et 5 ml de solution de chlorure d'ammonium. Compléter le volume à 100 ml environ avec de l'eau ; porter à ébullition, ajouter 8 à 10 gouttes de solution de vert de bromocrésol et 30 ml de solution chaude d'oxalate d'ammonium. Si un précipité apparaît, dissoudre celui-ci par addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.
- Neutraliser ensuite très lentement par l'ammoniaque en agitant constamment, jusqu'à obtention d'un pH de l'ordre de 4.4 à 4.6 (virage de l'indicateur). Placer le bécher dans un bain d'eau bouillante, maintenir durant trente minutes pour laisser déposer le précipité formé. Retirer le bécher du bain d'eau. Laisser reposer durant une heure et filtrer dans un creuset filtrant de porosité 4.
- Laver le bécher et le creuset à l'eau jusqu'à élimination de l'excès d'oxalate

d'ammonium.

- Dissoudre le précipité sur le filtre par 50 ml d'acide sulfurique chaud. Rincer le creuset à l'eau chaude et amener le filtrat à 100 ml environ. Amener la température à 70-80°C et titrer goutte à goutte par la solution de permanganate de potassium jusqu'à obtention d'une coloration rose persistant pendant 1 minute.
- 1 ml de permanganate de potassium 0.1N correspond à 2.004 mg de calcium.

5.3.7. Dosage du phosphore

Le phosphore est dosé par la méthode spectrophotométrique.

- Peser à 1 mg près, 2.5 g environ de l'échantillon pour essai dans un creuset à incinération. Mélanger intimement la prise d'essai à 1g de carbonate de calcium. Incinérer dans le four à 550°C jusqu'à l'obtention de cendres blanches ou grises.
- Transférer les cendres dans un bécher de 250 ml. Ajouter 20 ml d'eau et de l'acide chlorhydrique jusqu'à cessation de l'effervescence. Ajouter encore 10 ml d'acide chlorhydrique.
- Placer le bécher sur un bain de sable et évaporer à sec pour rendre la silice insoluble. Laisser refroidir.
- Reprendre le résidu par 10 ml d'acide nitrique et faire bouillir durant 5 min sur le bain de sable sans évaporer à sec.
- Transvaser le liquide dans une fiole jaugée de 500 ml en rinçant le bécher à plusieurs reprises à l'eau chaude. Laisser refroidir, compléter au trait-repère avec de l'eau, homogénéiser et filtrer.
- Diluer avec de l'eau une partie aliquote du filtrat obtenu pour obtenir une concentration en phosphore atteignant au maximum 40 µg/ml.
- Introduire à la pipette 10 ml de cette solution dans un tube à essais et y ajouter à la pipette 10 ml du réactif vanado-molybdique.
- Homogénéiser et laisser reposer au moins 10 min à environ 20°C (en général à la température du laboratoire).

- Verser une partie de la solution obtenue dans une cuve de mesure et mesurer l'absorbance au spectrophotomètre, à 430 nm, par comparaison avec une solution obtenue par addition de 10 ml du réactif vanado-molybdique à 10 ml d'eau.

5.4. Analyses statistiques

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques. Le logiciel STATITCF a été utilisé pour le traitement de ces données. Dans le cas des variances significatives les moyennes sont comparées deux à deux selon le Test de NEWMAN et KEULS.

CHAPITRE 6 RESULTATS ET DISCUSSION

6.1. Essai graminées

L'analyse statistique a montré que globalement notre essai sur les graminées présente une homogénéité relative pour un même traitement dans les quatre blocs.

6.1.1. Teneurs en matière sèche

Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure 6.1. L'analyse de la variance a montré que la matière sèche présente une différence non significative entre les variétés avec un coefficient de variation élevé de 23.9%.

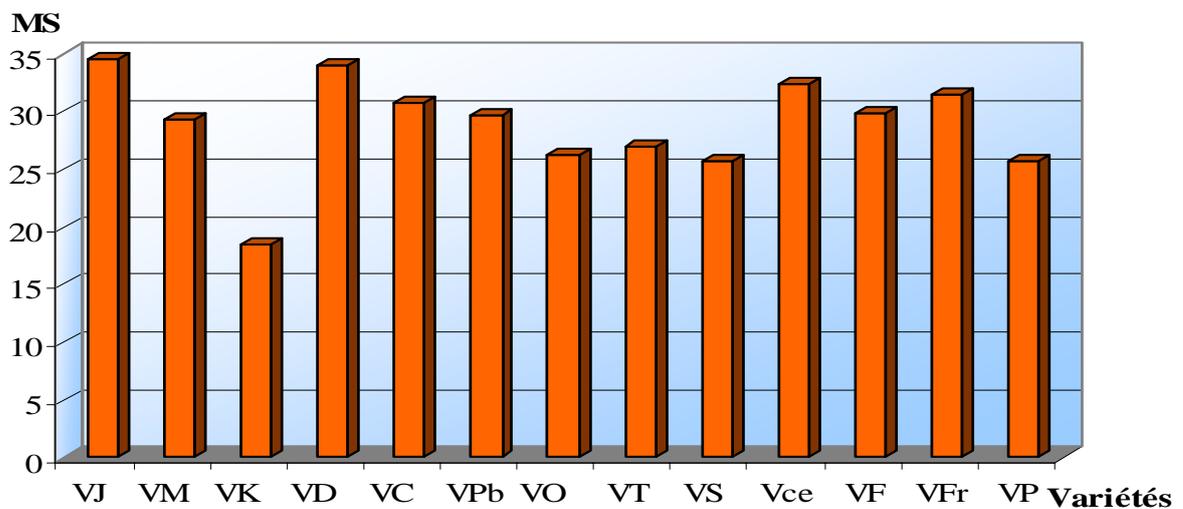


Figure 6.1. : Evolution des teneurs moyennes en matière sèche (%) chez les variétés

Selon GILLET [9] la teneur en matière sèche varie en fonction du stade de développement de la plante, elle évolue aussi en fonction de la composition morphologique et la croissance de l'herbe, elle est chez les graminées fourragères de 15 à 25% et parfois de 10 à 40%.

D'après INRA [68] le Dactyle et la Fétuque au stade épiaison ont des teneurs en MS respectivement de 16.7 et 20.9%. Pour le même stade le Phalaris a une teneur en MS de 19% [23].

Concernant nos résultats, les teneurs en MS sont élevées chez toutes les variétés étudiées mis à part la variété Kasbah qui ne s'est pas bien développée.

L'élévation du taux de MS est due principalement à la sécheresse printanière étalée entre le mois de Mai et Juin.

6.1.2. Teneurs en matière organique

Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 6.2.

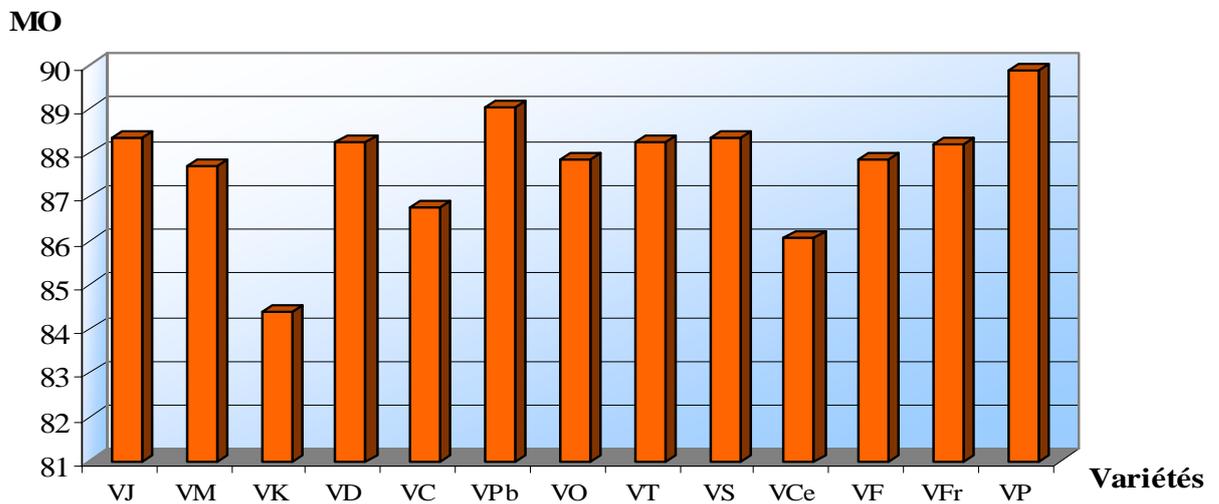


Figure 6.2 : Evolution des teneurs moyennes en matière organique (en % de MS) chez les variétés

Les teneurs en matière organique sont comprises entre 84.41 et 89.87% et correspondent respectivement à la variété Kasbah de l'espèce Dactyle et la variété Partenope de l'espèce Phalaris.

Le tableau 6.1 montre que l'analyse de la variance présente une différence très hautement significative d'une variété à une autre avec un coefficient de variation faible de 1.4%.

Tableau 6.1 : Analyse de la variance des teneurs en matière organique

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	154.72	51	3.03				
VAR. Facteur 1	89.64	12	7.47	4.68	0.0002		
VAR. Blocs	7.64	3	2.55	1.60	0.2063		
VAR. Résiduelle	57.45	36	1.60			1.26	1.4%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% nous a permis de faire ressortir 5 groupes de moyennes (Tableau 6.2).

Tableau 6.2 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en matière organique

Variétés	Moyennes (en % de MS)	Groupes homogènes
Partenope	89.87	A
Porto bis	89.02	AB
Sisa	88.35	AB
Jana	88.33	AB
Delta-1	88.26	AB
Tanit	88.24	AB
Fraydo	88.18	AB
Ottava	87.86	AB
Fletcha	87.85	AB
Medly	87.69	AB
Currie	86.77	B
Centurion	86.09	BC
Kasbah	84.41	C

Les teneurs en matière organique obtenues sont comparables à celles annoncées par INRA [68] 88.8 et 89.8% respectivement au stade début épiaison et épiaison pour le Dactyle et 87.4 et 88.3% respectivement au stade début épiaison et épiaison pour la Fétuque. THERIEZ [31] enregistre des teneurs en MO avoisinantes.

6.1.3. Teneurs en matières azotées totales

Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 6.3.

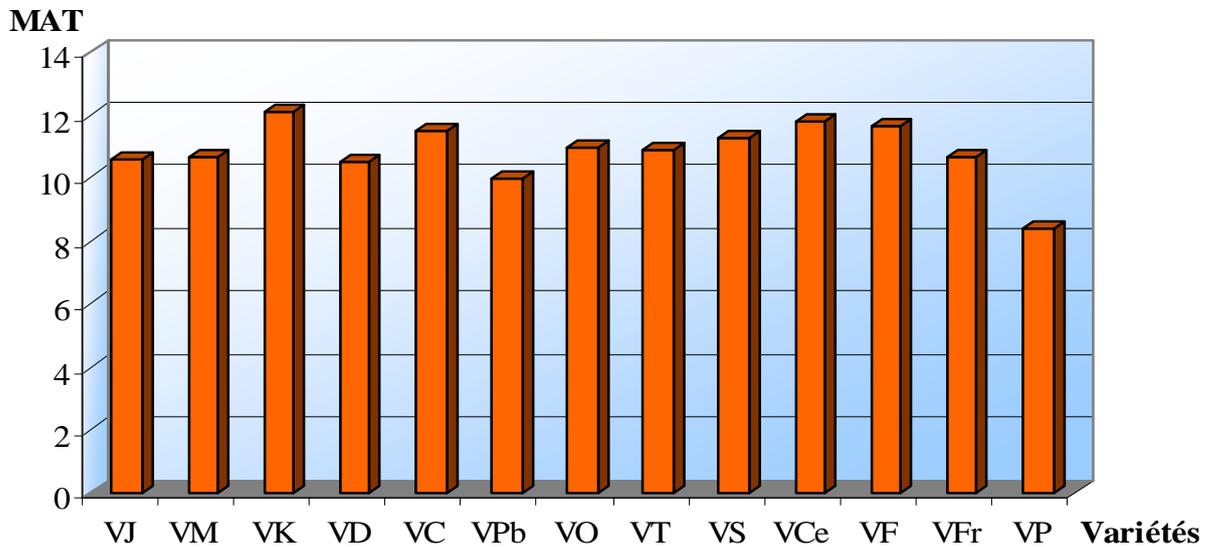


Figure 6.3 : Evolution des teneurs moyennes en matières azotées totales (en % de MS) chez les variétés.

Le tableau 6.3 de l'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative avec un coefficient de variation faible de 7.7%.

Tableau 6.3 : Analyse de la variance des teneurs en matières azotées totales

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	86.99	51	1.71				
VAR. Facteur 1	43.03	12	3.59	5.17	0.0001		
VAR. Blocs	18.98	3	6.33	9.12	0.0001		
VAR. Résiduelle	24.97	36	0.69			0.83	7.7%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% nous a permis de classer les moyennes en 4 groupes.

Tableau 6.4 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en matières azotées totales

Variétés	Moyennes (en % de MS)	Groupes homogènes
Kasbah	12.11	A
Centurion	11.79	AB
Fletcha	11.62	AB
Currie	11.47	AB
Sisa	11.27	AB
Ottava	10.98	AB
Tanit	10.90	AB
Medly	10.68	AB
Fraydo	10.64	AB
Jana	10.55	AB
Delta-1	10.49	AB
Porto bis	10.00	B
Partenope	8.38	C

Les teneurs en MAT sont comprises entre 8.38 et 12.11%, le taux le plus élevé caractérise la variété Kasbah appartenant à l'espèce Dactyle, valeur légèrement inférieure à celle trouvée par INRA [68] (15.9%) pour la même espèce et au stade début épiaison.

Tandis que la teneur la plus faible caractérise la variété Partenope de l'espèce Phalaris, valeur supérieure à celle donnée par CIHEAM-ECC [23] qui trouve 5.1%.

Dans l'ensemble les variétés du Dactyle (V_J , V_M , V_K , V_D , V_C , V_{Pb} , V_O) et celles de la Fétuque (V_T , V_S , V_{Ce} , V_F , V_{Fr}) ont eu des teneurs en MAT supérieures à celles données par CIHEAM-ECC [23] (9%) au stade début épiaison et légèrement inférieures aux résultats rapportés par INRA [68] (14.4 et 12.9% respectivement pour le Dactyle et Fétuque élevée).

SCEHOVIC et al. [69] indiquent que l'azote total est souvent considéré comme un facteur déterminant de l'appétibilité du fourrage ; son abondance dans les plantes jeunes et dans les parties les plus appétibles (feuilles) donne l'impression d'être la cause de la préférence des animaux pour ces dernières d'où la nécessité de fournir un fourrage riche en feuille.

Cependant, une teneur de 15 à 16% couvre largement les besoins azotés des animaux en croissance et en engraissement et ceux d'une vache laitière produisant 20 à 25 kg de lait par jour [70].

6.1.4. Teneurs en cellulose brute

Les teneurs de la cellulose brute sont portées sur la figure 6.4.

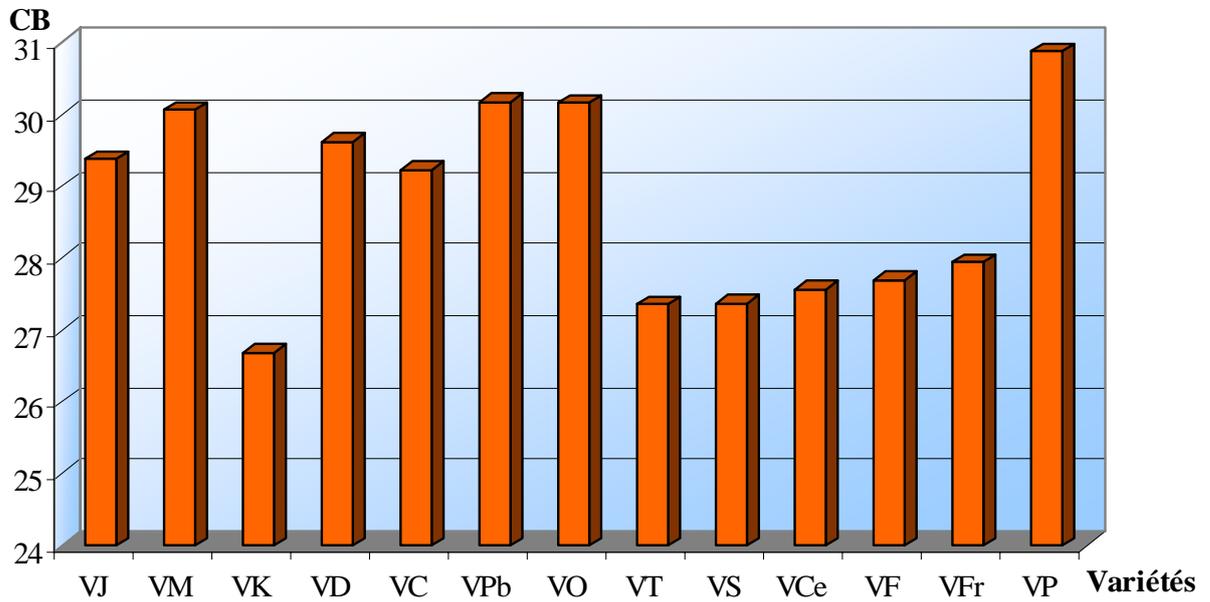


Figure 6.4 : Evolution des moyennes des teneurs en cellulose brute (en % de MS) chez les Variétés

Le tableau 6.5 de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative avec un coefficient de variation faible de 3.1%.

Tableau 6.5 : Analyse de la variance des teneurs en cellulose brute

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	129.88	51	2.55				
VAR. Facteur 1	91.78	12	7.65	9.57	0.0000		
VAR. Blocs	9.34	3	3.11	3.90	0.0164		
VAR. Résiduelle	28.76	36	0.80			0.89	3.1%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a fait ressortir 08 groupes de moyennes.

Tableau 6.6 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en cellulose brute

Variétés	Moyennes (en % de MS)	Groupes homogènes
Partenope	30.87	A
Porto bis	30.18	A
Ottava	30.16	A
Medly	30.07	A
Delta-1	29.62	AB
Jana	29.38	ABC
Currie	29.23	ABCD
Fraydo	27.94	BCDE
Fletcha	27.69	CDE
Centurion	27.57	CDE
Sisa	27.37	DE
Tanit	27.36	DE
Kasbah	26.68	E

Les teneurs en CB sont comprises entre 26.68 et 30.87%. La teneur la plus élevée caractérise la variété Partenope appartenant à l'espèce Phalaris, valeur inférieure à celle trouvée par CIHEAM-ECC [23] (33.8%). La valeur la plus faible correspond à la variété Kasbah de l'espèce Dactyle, résultat comparable à celui donné par CIHEAM-ECC [23] (27%) et inférieur à la valeur enregistrée par INRA [68] (33.7%).

Hormis la variété Kasbah, les autres variétés du Dactyle (V_{Pb} , V_O , V_M , V_D , V_J , V_C) ont eu des teneurs en CB supérieures à la valeur trouvée par CIHEAM-ECC [23] au stade début épiaison.

Au même stade de développement, les variétés de la Fétuque (V_{Fr} , V_F , V_{Ce} , V_S , V_T) ont présenté des teneurs en CB comparables aux valeurs données par INRA [68] (26.9%).

Ainsi plus la plante est âgée plus le rapport feuille/tige diminue, plus la teneur en cellulose brute augmente et moins la plante est digestible [71].

Toujours est il, la cellulose, comme l'indique SCEHOVIV [72] est la source principale d'énergie pour la population microbienne du rumen, pour autant que l'action cellulolytique de celle-ci ne soit pas entravée par la présence de lignine. Cette lignification des tissus augmente avec la température ce qui cause la diminution de la digestibilité du fourrage [73].

6.1.5. Teneurs en calcium

Les teneurs en calcium sont illustrées par la figure 6.5.

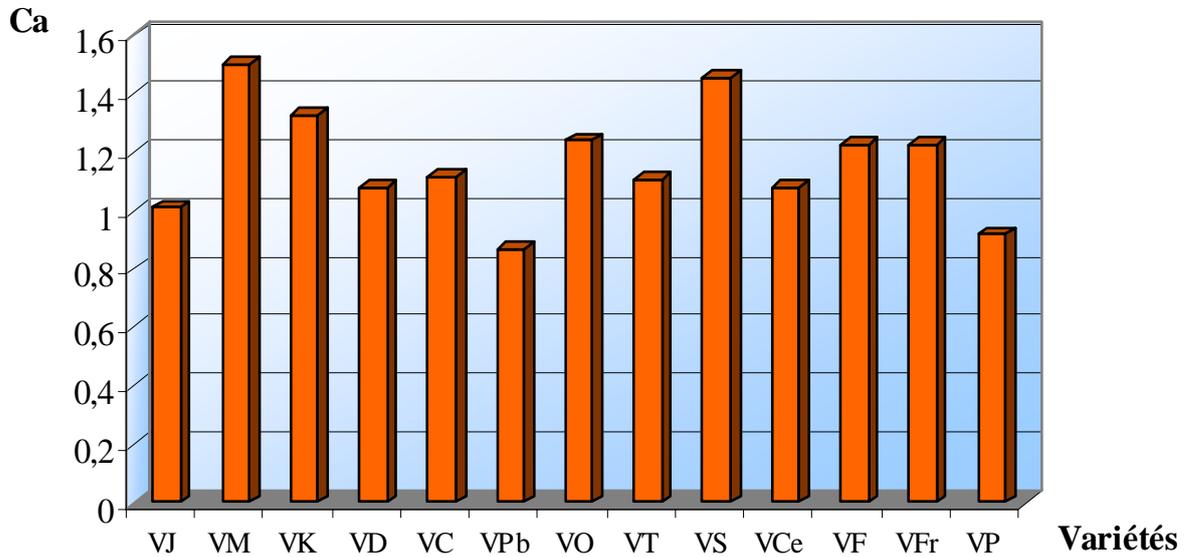


Figure 6.5 : Evolution des teneurs moyennes en calcium (g/kg de MS) chez les variétés

Le tableau 6.7 de l'analyse de la variance a montré une différence significative d'une variété à une autre avec un coefficient de variation élevée de 20.2%.

Tableau 6.7 : Analyse de la variance des teneurs en calcium

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	3.77	51	0.07				
VAR. Facteur 1	1.73	12	0.14	2.60	0.0133		
VAR. Blocs	0.05	3	0.02	0.32	0.8111		
VAR. Résiduelle	1.99	36	0.06			0.24	20.2%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% nous a fait ressortir 03 groupes.

Tableau 6.8 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en calcium

Variétés	Moyennes (en g/kg de MS)	Groupes homogènes
Medly	1.50	A
Sisa	1.46	A
Kasbah	1.33	AB
Ottava	1.24	AB
Fletcha	1.23	AB
Fraydo	1.23	AB
Currie	1.12	AB
Tanit	1.11	AB
Centurion	1.08	AB
Delta-1	1.08	AB
Jana	1.01	AB
Partenope	0.92	AB
Porto bis	0.87	B

Les teneurs en calcium sont comprises entre 0.87 et 1.50 g/kg de MS. La valeur la plus élevée correspond à la variété Medly de l'espèce Dactyle et la plus faible caractérise la variété Porto bis appartenant à la même espèce.

L'ensemble des variétés fourragères étudiées ont enregistré des teneurs en Ca inférieures à celles données par INRA [68] (3.5 g/kg de MS pour la Fétuque et 3 g/kg de MS pour le Dactyle).

Cette différence est due à la nature du sol et à la diminution de l'absorption minérale de la plante causée par la sécheresse qui a sévi durant l'essai.

6.1.6. Teneurs en phosphore

Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 6.6.

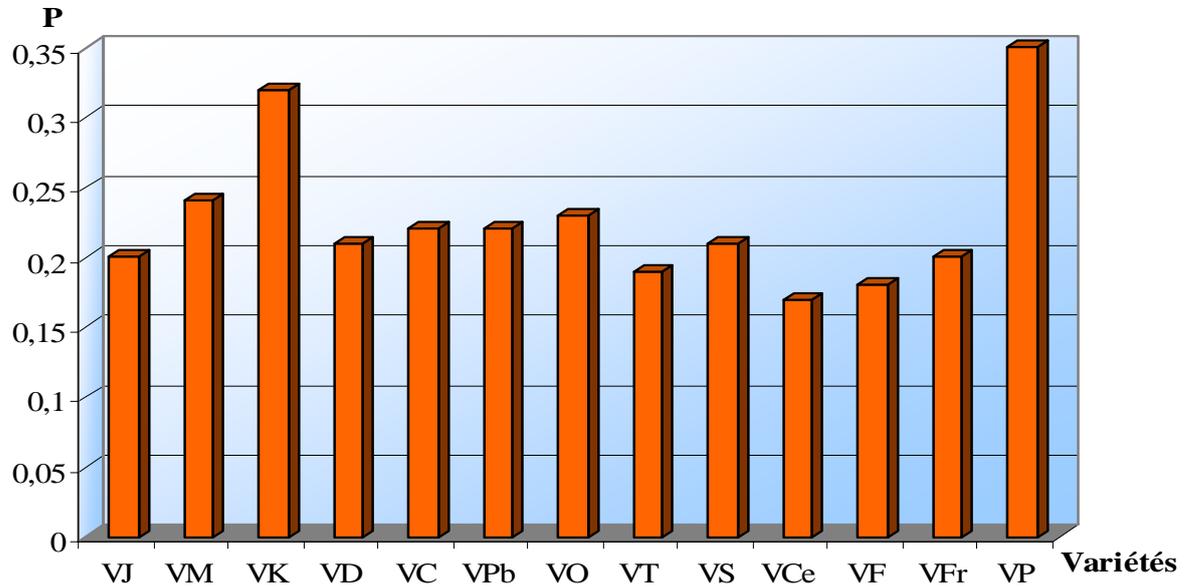


Figure 6.6 : Evolution des teneurs moyennes en phosphore (g/kg de MS) chez les variétés

Le tableau 6.9 de l'analyse de la variance a relevé une différence très hautement significative avec un coefficient de variation moyen de 13.9%.

Tableau 6.9 : Analyse de la variance des teneurs en phosphore

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	0.17	51	0.00				
VAR. Facteur 1	0.14	12	0.01	11.73	0.0000		
VAR. Blocs	0.00	3	0.00	0.42	0.7424		
VAR. Résiduelle	0.04	36	0.00			0.03	13.9%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a permis d'avoir 02 groupes.

Tableau 6.10 : Moyennes et groupes homogènes des teneurs en phosphore

Variétés	Moyennes (en g/kg de MS)	Groupes homogènes
Partenope	0.35	A
Kasbah	0.32	A
Medly	0.24	B
Ottava	0.23	B
Porto bis	0.22	B
Currie	0.22	B
Sisa	0.21	B
Delta-1	0.21	B
Jana	0.20	B
Fraydo	0.20	B
Tanit	0.19	B
Fletcha	0.18	B
Centurion	0.17	B

Les teneurs en phosphore sont comprises entre 0.17 et 0.35 g/kg de MS. La plus élevée correspond à la variété Partenope de l'espèce Phalaris et la plus faible caractérise la variété Centurion appartenant à la Fétuque.

Tous les résultats obtenus des différentes variétés sont inférieurs à la valeur enregistrée par INRA [68] (2.5 et 3 g/kg de MS respectivement pour le Dactyle et la Fétuque).

Cette différence est due principalement à la diminution de l'absorption minérale de la plante.

6.1.7. Rendement en matière verte

Les rendements enregistrés sont portés sur la figure 6.7.

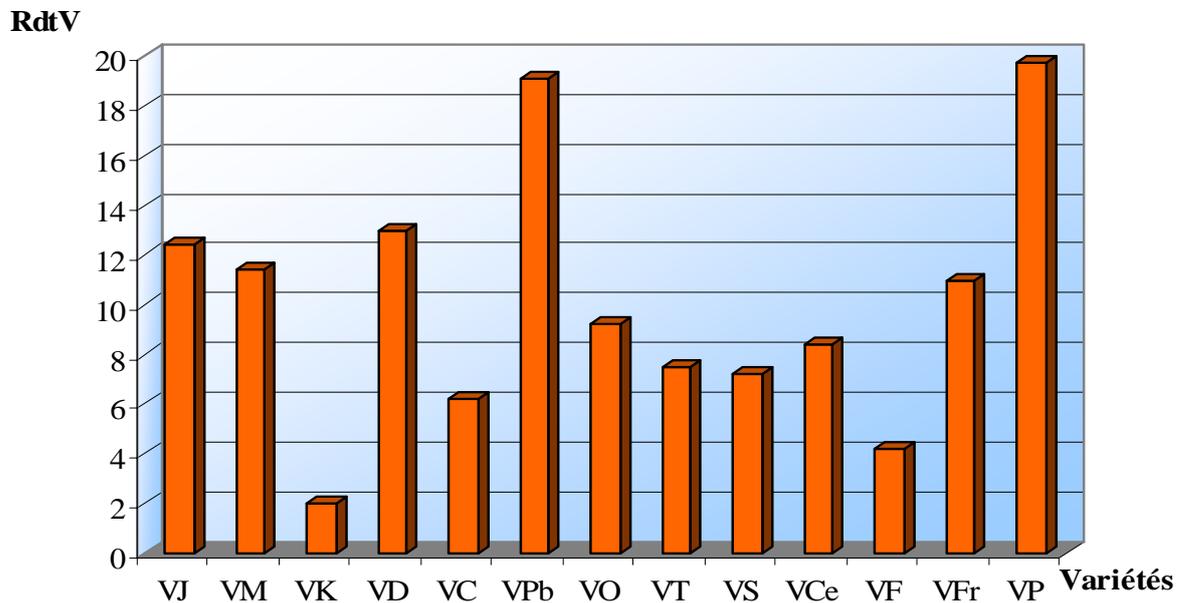


Figure 6.7 : Evolution des rendements moyens en matière verte (t/ha) chez les variétés

Le tableau 6.11 de l'analyse de la variance a donné une différence hautement significative avec un coefficient de variation élevé de 54.7%.

Tableau 6.11 : Analyse de la variance du rendement en matière verte

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	2744.33	51	53.81				
VAR. Facteur 1	1303.02	12	108.59	3.55	0.0016		
VAR. Blocs	341.44	3	113.81	3.73	0.0196		
VAR. Résiduelle	1099.87	36	30.55			5.53	54.7%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a fait ressortir 05 groupes de moyennes.

Tableau 6.12 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière verte

Variétés	Moyennes (en t/ha)	Groupes homogènes
Partenope	19.78	A
Porto bis	19.13	A B
Delta-1	12.95	A B C
Jana	12.43	A B C
Medly	11.42	A B C
Fraydo	10.93	A B C
Ottava	9.20	A B C
Centurion	8.36	A B C
Tanit	7.52	A B C
Sisa	7.24	A B C
Currie	6.17	B C
Fletcha	4.20	C
Kasbah	2.00	C

Les variétés étudiées ont donné des rendements en matière verte compris entre 2.00 et 19.78 t/ha. La production la plus élevée est attribuée à la variété Partenope de l'espèce Phalaris et la valeur la plus faible caractérise la variété Kasbah de l'espèce Dactyle.

Dans l'ensemble, nos variétés ont donné un rendement en vert (RdtV) relativement satisfaisant. Pour le Dactyle, la meilleure production est attribuée à la variété Porto bis avec un rendement de 19.13 t/ha. La variété Fraydo de la Fétuque a enregistré un rendement en vert de 10.93 t/ha, valeur supérieure aux autres variétés et à celle annoncée par KOLLI [29] (6.59 t/ha) dans un essai mené en Mitidja et en irrigué.

ABOUZAKHEM [74] a enregistré un rendement de 21.35 et 15.14 t/ha répartie en cinq coupes caractérisant respectivement la Fétuque élevée et le Dactyle, avec un rendement de 4.2 t/ha pour une première coupe chez la variété Clarin (Fétuque) et 4.13 t/ha pour la variété Germinal (Dactyle).

Il faut rappeler que, l'alimentation des herbivores est assurée essentiellement par la biomasse verte de la plante et pour cela, il faut penser à maximiser les feuilles et les tiges tant en quantité qu'en qualité [75].

6.1.8. Rendement en matière sèche

Les résultats obtenus sont portés sur la figure 6.8.

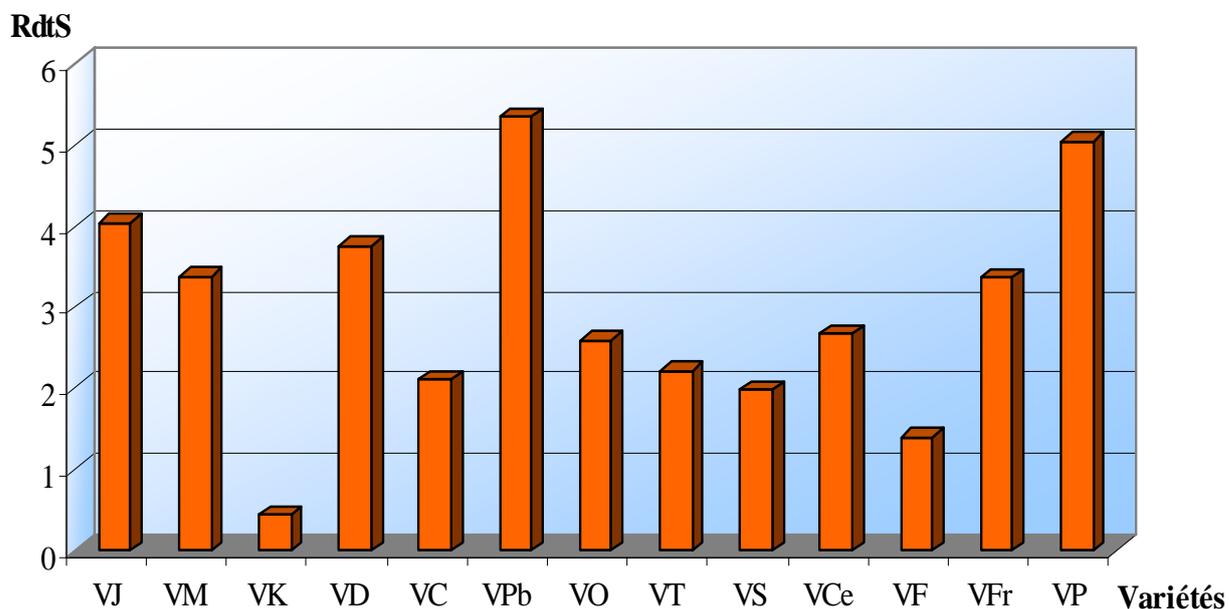


Figure 6.8 : Evolution des rendements moyens en matière sèche (t/ha) chez les variétés.

Le tableau 6.13 de l'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative avec un coefficient de variation élevé de 47.9%.

Tableau 6.13 : Analyse de la variance du rendement en matière sèche

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	196.55	51	3.85				
VAR. Facteur 1	93.42	12	7.79	3.90	0.0008		
VAR. Blocs	31.32	3	10.44	5.23	0.0043		
VAR. Résiduelle	71.81	36	1.99			1.41	47.9%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a fait ressortir 05 groupes de moyennes.

Tableau 6.14 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière sèche

Variétés	Moyennes (en t/ha)	Groupes homogènes
Porto bis	5.34	A
Partenope	5.04	A
Jana	4.04	A B
Delta-1	3.75	A B C
Medly	3.38	A B C
Fraydo	3.36	A B C
Centurion	2.67	A B C
Ottava	2.59	A B C
Tanit	2.21	A B C
Currie	2.11	A B C
Sisa	1.98	A B C
Fletcha	1.40	B C
Kasbah	0.44	C

Le rendement en matière sèche varie de 0.44 à 5.34 t/h. La production la plus élevée caractérise la variété Porto bis de l'espèce Dactyle et plus faible correspond à la variété Kasbah toujours de la même espèce.

Dans l'ensemble, nos variétés ont enregistré des rendements en matière sèche satisfaisants.

Le rendement en matière sèche de la Fétuque dans la région de Oued Smar est selon HAMMADACHE [2] de 1.73 et 3.44 t/ha caractérisant respectivement les variétés Maris Kasba et Clarine fauchées au stade épiaison.

MOHGUENE [76] a obtenu un rendement sec moyen variant de 5.74 t/ha chez la variété Lunibelle et une moyenne générale de 2.25 t/ha.

MOUSSET et al. [32] ont trouvé un rendement de 3.1 t/ha chez les populations spontanées de Dactyle de type *glomerata*.

6.2 Essai bersim

6.2.1. Rendement en matière verte

Les rendements réalisés lors des deux coupes sont illustrés par la figure 6.9.

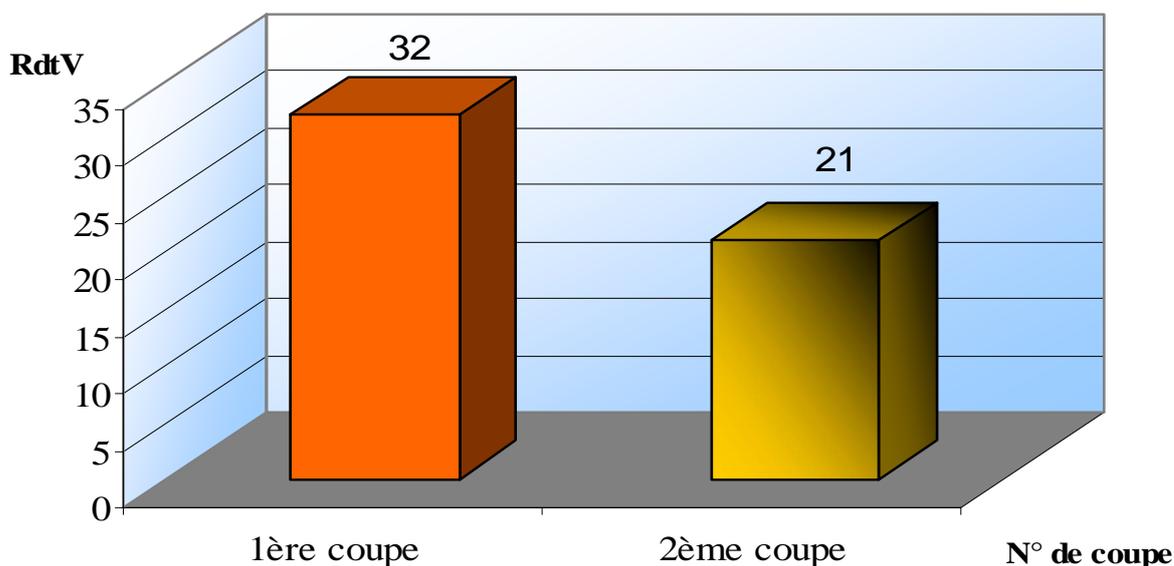


Figure 6.9 : Evolution du rendement (t/ha) en matière verte pour les deux coupes

Le tableau 6.15 de l'analyse de la variance a montré une différence hautement significative avec un coefficient de variation moyen de 16.1%.

Tableau 6.15 : Analyse de la variance du rendement en matière verte

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	545.00	11	49.55				
VAR. Facteur 1	363.00	1	363.00	19.95	0.0013		
VAR. Résiduelle	182.00	10	18.20			4.27	16.1%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a fait ressortir 02 groupes de moyennes.

Tableau 6.16 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en vert

Numéro de coupe	Moyennes (en t/ha)	Groupes homogènes
1 ^{ère} coupe	32.00	A
2 ^{ème} coupe	21.00	B

Le rendement en matière verte du bersim au cours de la première coupe (32 t/ha) est plus élevé que celui calculé pour la deuxième coupe (21 t/ha) ; la valeur est supérieure à celle enregistrée par KERBAA [77] (27.98 t/ha) et ATTOU [78] (14.6 t/ha).

La chute du rendement de la deuxième coupe est due beaucoup plus à la sécheresse printanière qui a influencé le développement normal et la production du bersim.

LEGOUPIL [79] montre que les besoins en eau du bersim sont de l'ordre de 879 mm.

6.2.2. Rendement en matière sèche

Les résultats des deux coupes sont mentionnés dans la figure 6.10.

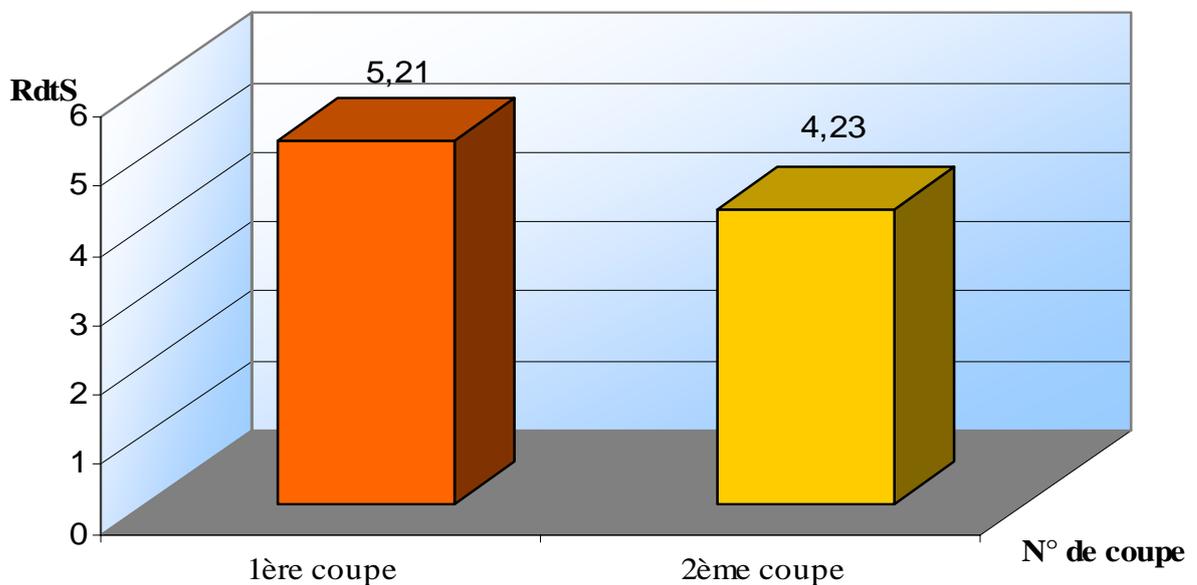


Figure 6.10 : Evolution du rendement (t/ha) en matière sèche pour les deux coupes

Le tableau 6.17 de l'analyse de la variance a montré une différence significative avec un coefficient de variation moyen de 15.3%.

Tableau 6.17 : Analyse de la variance du rendement en matière sèche

Variation	S.C.E	D.D.L	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
VAR. Totale	8.12	11	0.74				
VAR. Facteur 1	2.90	1	2.90	5.56	0.0387		
VAR. Résiduelle	5.22	10	0.52			0.72	15.3%

Le Test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% a fait apparaître 02 groupes de moyennes.

Tableau 6.18 : Moyennes et groupes homogènes du rendement en matière sèche

Numéro de coupe	Moyennes (en t/ha)	Groupes homogènes
1 ^{ère} coupe	5.21	A
2 ^{ème} coupe	4.23	B

Le rendement en matière sèche du bersim de la première coupe est supérieur à celui trouvé par KERBAA [77] (4 t/ha) et ATTOU [78] (3.9 t/ha).

Par contre, la production de la deuxième coupe est comparable à la valeur enregistrée par KERBAA [77] (4.20 t/ha) mais elle est supérieure à celle de RAIS [50] (3.1 t/ha).

6.2.3. Composition chimique

A titre indicatif, les résultats de la composition chimique du bersim au cours des deux cycles sont reportés dans le tableau 6.19.

Tableau 6.19 : Evolution de la composition chimique du bersim au cours des deux cycles

Numéro de cycle	Date de prélèvement	Stade de coupe	Teneurs en MS (%)	Composition chimique (% de MS)				
				MO	CB	MAT	Ca	P
1	27/03/05	Végétatif	12.88	88.70	19.97	20.30	1.53	0.19
2	21/05/05	Début floraison	15.97	91.60	27.40	16.90	2.00	0.28

La teneur en MS de la première coupe s'établit à 12.88%. Cette teneur augmente avec le numéro de coupe. Elle passe à 15.97% à la deuxième coupe.

Nos résultats sont comparables à ceux de KERBAA [77] qui rapporte des teneurs en MS de 12.6 et 15.67% respectivement à la première et deuxième coupe.

INRA [68] trouve des teneurs en MS inférieures à nos résultats et qui sont à l'ordre de 10 et 11% respectivement à la première et deuxième coupe.

WILLIAM et al. [80] rapportent un taux de MS de 12% en moyenne.

En effet, la teneur en matière sèche des fourrages évolue dans le même sens que le numéro de coupe [65].

La teneur en MO du bersim de notre essai a tendance à augmenter avec le stade de coupe. Elle est de 88.70% à la première coupe et de 91.60% à la deuxième coupe. Ces teneurs sont comparables aux résultats trouvés par ATTOU [78] (88 et 91% respectivement à la première et deuxième coupe) et inférieures à ceux enregistrés par ETSOURI [81] (72 et 78% respectivement à la première et deuxième coupe).

Nos résultats sont en accord avec les études de KERBAA [77], DEMARQUILLY et WEISS [51] et qui observent une augmentation de la teneur en matière organique avec l'âge de la plante.

La teneur en MAT de la première coupe s'établit à 20.3%. Elle diminue de 3.4 points à la deuxième coupe pour s'établir à 16.9%.

La diminution de la teneur en azote avec le stade de coupe est tout à fait normale. Elle pourrait s'expliquer par la diminution du rapport feuille/tige qui se manifeste après le vieillissement de la plante [65].

Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par ATTOU [78] (20.9 et 17.6% respectivement à la première et deuxième coupe) et CIHEAM-ECC [23] (20.1 et 16.4% respectivement à la première et deuxième coupe).

L'augmentation de la teneur en CB pourrait s'expliquer par la variation morphologique de la plante qui accompagne l'herbe dans son évolution [60].

Les résultats de DEMARQUILLY [51] et KERBAA [77] montrent une nette augmentation de la teneur en cellulose brute d'un cycle à un autre. Ceci confirme nos résultats.

La teneur en CB de la deuxième coupe (27.4%) est supérieure à celle de la première coupe (19.97%) ; les valeurs sont comparables à celles trouvées par KERBAA [77] (20.1 et 29.9% respectivement à la première et deuxième coupe) et par CIHEAM-ECC [23] (20 et 26.7% respectivement à la première et deuxième coupe).

Les teneurs en Ca et P du bersim de la première et deuxième coupe sont faibles comparées aux valeurs rapportées par CIHEAM-ECC [23] (29 et 24.4 g/kg de MS respectivement à la première et deuxième coupe pour le calcium et 3.8 et 1.4 g/kg de MS respectivement à la première et deuxième coupe pour le phosphore).

KERBAA [77] rapporte aussi des teneurs faibles et comparables à nos résultats. Cette faiblesse est due à la diminution de l'absorption minérale de plante causée principalement par le stress hydrique.

6.2.4 Evaluation du coût de revient de l'unité fourragère du bersim

Sur la base de la formule suivante nous avons calculé le coût de revient de l'unité fourragère du bersim (C_{UFB}).

$$C_{UFB} = \frac{\text{Somme de charges}}{\text{Nombre d'UF}}$$

- Evaluation des charges

- Charge locative = 50000 DA/ha
- Charge mains d'œuvres = 21600 DA (pour 27 jours de fauche)
- Charge carburant = 5400 DA (27 jours à raison de 200 DA)
- Amortissement camion = 100000 DA/an et pour 27 jours on aura 7400 DA
- Assurance et vignette = 15000 DA/an et pour 27 jours on aura 1100 DA

Somme des charges = 85500 DA

- Evaluation du nombre d'UF

Sachant que le rendement en matière sèche des deux coupes est de 9.44 t/ha et que 01 kg de MS de bersim dose en moyenne 0.74 UF, on aura le nombre d'UF = 6985.6

Donc le C_{UFB} sera égal à 12.24 DA/UF

L'éleveur utilise dans sa ration de base aussi de la vesce-avoine qui lui revient (y compris les charges) à raison de 450 DA/botte pesant en moyenne 25 kg de MS.

L'apport d'une botte de foin est de 13.25 UF sachant que 01 kg de MS de vesce-avoine dose 0.53 UF.

Donc le coût de revient de l'unité fourragère de vesce-avoine C_{UFV} sera égal à :

$$C_{\text{UFV}} = 38.59 \text{ DA/UF}$$

Par ce calcul économique simplifié, nous pouvons dire que le coût de revient d'une unité fourragère de bersim revient moins cher à l'éleveur par rapport à celui de la vesce-avoine utilisée dans la ration de base et par conséquent, l'encouragement de mettre en place des cultures fourragères dites intensives destinées à l'alimentation du bovin laitier mérite une attention particulière.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, les deux essais ont mis en évidence l'intérêt d'introduction des fourrages verts à base de graminées ou légumineuses dans le système fourrager de l'Algérie du Nord.

La Mitidja est une zone où nous pouvons faire de l'élevage en intensif si nous introduisons des graminées pérennes conduites en sec, elles expriment, cependant, mieux leur potentiel en irrigué. L'exploitation des graminées fourragères se fait durant une grande partie de l'année par des coupes successives entre lesquelles la plante repousse.

L'essai graminées a montré la capacité de quelques variétés/populations pérennes de produire en quantité et en qualité, en conditions d'alimentation hydrique difficile et même à des basses températures.

Au stade début épiaison, la comparaison entre variétés de Dactyle étudiées montre que par rapport aux autres variétés, la variété Porto bis a enregistré un rendement élevé en matière verte de 19.13 t/ha et en matière sèche de 5.34 t/ha et une composition chimique satisfaisante avec une teneur en MS de 29.75%, MO de 89.0.2%, MAT de 10% et CB de 30.18%.

Le meilleur rendement des variétés de Fétuque élevée est attribué à la variété Fraydo avec une production en matière verte de 10.93 t/ha et celle de la matière sèche de 3.36 t/ha. Sa composition chimique est comparable à celle de la variété Porto bis.

Concernant la variété Partenope appartenant à l'espèce Phalaris, elle a enregistré un meilleur rendement en matière verte de 19.78 t/ha et une production en matière sèche de 5.04 t/ha mais avec une teneur en matières azotées totales faible comparée aux autres variétés étudiées.

Pour l'essai bersim, cette étude fait apparaître que cette plante a une grande importance en raison de sa capacité d'adaptation aux conditions pédoclimatiques de

certaines régions algériennes. Le bersim demeure l'une des meilleures espèces fourragères utilisées pour l'affouragement en vert par les éleveurs pendant la période hiver-printemps.

Le bersim a donné une production en matière verte de 31 t/ha à la première coupe. Celle de la deuxième coupe était de 21 t/ha malgré le manque de pluviométrie en période printanière. Il a enregistré des rendements en matière sèche satisfaisants à raison de 5.21 et 4.23 t/ha respectivement à la première et à la deuxième coupe.

Le bersim a présenté une composition chimique très intéressante avec une teneur en MAT élevée à la première coupe de 20.3% qui diminue à la deuxième coupe pour atteindre 16.9%. L'évolution de la composition morphologique avec l'âge de la plante traduit sa composition chimique. En effet, au cours des deux cycles, les teneurs en matière sèche, en matière organique et en cellulose brute du bersim augmentent avec le développement et la croissance de la plante.

Les teneurs en Ca et P issues des deux essais sont faibles dues à la nature du sol et à la diminution de l'absorption minérale des plantes causée principalement par le stress hydrique.

Enfin, certains points sont à recommander :

- Les graminées sont riches en matière organique qui constitue une appréciable source d'énergie pour les ruminants et sont moyennement pourvues en matières azotées totales (source de protéine) d'où l'intérêt de l'association graminée-légumineuse susceptible d'augmenter en qualité et en quantité l'offre fourragère.
- Après avoir tester les potentialités de ces variétés de graminées sous climat sub-humide et ce de point de vue aspect qualitatif et quantitatif, il sera intéressant de les tester dans les zones types d'élevage ou le déficit hydrique est plus prononcé tels que les hauts plateaux algériens.
- Il faudrait cependant confirmer ces résultats par des tests d'ingestibilité, par l'étude de la valeur nutritive et par des tests sur animaux à différents stades physiologiques.

REFERENCES

1. Houmani, M., "Situation alimentaire du bétail en Algérie", Ann. Agron. 4. (1999) ,35-41.
2. Hammadache, A., «Effet de la date d'interruption du premier cycle sur la production de deux variétés de féтуque élevée», Revue céréaliculture, n°19, (1989), 28-31.
3. Abdelguerfi, A., «Situation des fourrages en Algérie », Revue céréaliculture, n°16, (1987), 1-5.
4. Abdelguerfi, A., «Quelques réflexions sur l'élevage et les ressources fourragères et pastorales en Algérie», Séminaire national sur l'intervention et l'intégration de la production laitière en Algérie. Jijel, juin,(1994)
5. Hammadache, A., « Les fourrages cultivés : un impératif au développement de la production animale : résultats des travaux de recherches». Séminaire ; 2^{ème} journée de recherche sur les productions animales. Tizi-Ouzou, Novembre, (1997).
6. Lapeyronie, A., « Les production fourragères méditerranéennes. Généralités, caractères biométriques et biologiques », Tome I, Ed, Meisoneuse et larose, (1982), 390p.
7. Annuaire statistique agricole,. (1993-2002), Série B, MA. P.
8. Larousse agricole, Ed, Librairie Larousse (1981), 1208p.
9. Gillet, M., «Les graminées fourragères : Description, fonctionnement, application à la culture de l'herbe», Ed, Gauthier Villard, Paris, (1980), 306p.
10. Hnatyszyn, M. et Guais, A., «Les fourrages de l'éleveur. Agriculture d'aujourd'hui, techniques et applications», Ed, J-B Baillière, (1988), 440p.at

11. Jaritz, G., «Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc», Ed, INRA, Rabat, (1997), p.
12. Moule, C., «Les céréales», Tome II, «Phytotechnie spéciale», Ed, Maison rustique, Paris, (1980), 318.
13. Jarrige, R., «Alimentation des bovins, ovins et caprins», Ed, INRA, Paris, (1988), p.
14. Villax, E.J., «La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale», Ed, INRA, Rabat, (1963), 641p.
15. Bothmer, R., Jacobson, R., Baden, C., Jorgensen, R.B. et Laurensen, I., « An ecogeographical study of the genus *Hordeum*», 2nd Edition, «Systematic and ecogeographic studies on crop genepools», Ed, IPGR, Rome, (1995), 1-129.
16. El Euch, F., «Le sylvopastoralisme en Tunisie», In, «Systèmes sylvopastoraux : pour un environnement, une agriculture et une économie durable», Cahier options méditerranéennes, 29mai-2juin, n° 12, Avignon, France,(1995), 161-164.
17. Duru, M., «Diagnostic de la nutrition minérale de prairie permanentes au printemps. Etablissement de références», Revue, Agronomie, n°12, (1992), 219-233.
18. Monnier, M., «Les cultures fourragères irriguées au Maroc», Ed, Rabat, (1994), 267p.
19. Amri, M. et El Mzouri, E., «Orge fourragère (*Hordeum vulgare L.*)», In ; «Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc», Ed, INRA, Maroc, (1997), 225-235.
20. Royo, C. et Tribo, F., «Triticale and barley for grain and for dual purpose in a Mediterranean type environment. I. Growth analysis», Aust. J. Agric. Res., n° 48, (1997), 441-421.
21. Meyer, D.W., Erickson, D.O. et Foster, A.E., «Forage quality of barley straws as influenced by genotype», In; Proceeding of XIV Int, Grass, Congr, Lexington, (1981) 232-234.

22. Hassani, A., «Essai de comportement de quatre variétés d'orge et d'une variété de triticales exploitées à double fin (en vert par simulation de pâturage puis récoltées en grain) dans la région de Sersou», Thèse de Magister, INA, El Harrach, Alger, (1997).
23. Ciheam-Ecc., «Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous produits d'origine méditerranéenne», Revue, Option méditerranéennes, série B, n°4, (1990), p.
24. Al Faiz, C., Saidi, S. et Jarritz, G., «Avoine fourragère (*Avena sativa* L.)» In ; «production et utilisation des cultures fourragères au Maroc», Ed, INRA, Maroc, (1997), 209-224.
25. Murphy, J.P. et Hoffman, L.A., «The origin, history and production of oats», In;«H. G. Marshall and M.E. Sorrells», Ed, (1992), 1-28.
26. Legrett, J. M., Ladizinsky, G., Hagberg, P. et Oubani, M., «The distribution of nine *Avena* species in Spain and Morocco», Can. J. Bot, n° 70(2), (1992), 240-244.
27. Ghesquiere, M. et Jadas- Hecart, J., «Les fétuques ou le genre *Festuca*» In ; Prosperi, J.M., Guy, P., Balfourier, F., «Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon », Ed, INRA, Paris, (1995), 53-70.
28. Gaillard, B., et Ruffin, J.C., «Les graminées fourragères de type tempéré : recherche sur les possibilités de culture et d'utilisation dans le haut Cheliff», Ed, INRA, (1975), 72p.
29. Kolli, R., communication personnelle, Polycopié, INA, El-Harrach, Alger, (1979), 83p.
30. Rondia, G., Deker, A., Jabri, M. et Antoine, A., «Projet ferme modèle Frétissa, rapport Final», Ministère d'agriculture Tunisie, et, Admin. Gén. Coop. Au dev. Belge, Geomaere, Bruxelles,(1985).
31. Theriez, M., «Valeur alimentaire des fourrages tunisiens. Composition chimique et Digestibilité de la fétuque élevée», Bull, Ec, Nat, Sup, Agric, (1967), n°14/15, 27-37.

32. Mousset, C., Volaire, F. et Ghesquiere, M., «Caractérisation des populations Corses de Dactyle. Etude de l'adaptation en zone méditerranéenne», Revue, Fourrage, n°130, (1992), 191-209.
33. INRA., «Alimentation des bovins, ovins et caprins», Ed, INRA, France,(1981).
34. Deysson, G., «Organisation et classification des plantes vasculaires», Ed, INRA, Paris, (1976), 540p. .
35. Guy Georges, G.A., «Connaître et reconnaître la flore de la végétation méditerranéenne», Ed, CNRS, Paris, (1972) ,75p.
36. Charles, J.P. et Lehmann, J., «Intérêt des mélanges de graminées et de légumineuses fourragères en Suisse», Revue, Fourrage, n°119, (1989), 311-320.
37. Huguet, L. et Guy, P., «L'association graminée légumineuse», Revue, Elevage bovin, n°126, (1982), 16-24.
38. Pontailier, S., «Les engrais et la qualité des fourrages», Revue, Elevage ovins bovins caprins, n°58, (1977), 20-26.
39. Robinson, R.G., «Oat pean or oat vetch mixture for forage or seed», Agri, J, T, n°52(9), (1960), 546-549.
40. Bounejmate, M., «Bersim (*Trifolium alexandrium*) », In;« production et utilisation des cultures fourragères au Maroc»,Ed, INRA, Maroc, (1997), 140-147.
41. Graves, W.L., William, W.A., Wegrazyn, V.A., et Calderou, M.D., «Registration of a multicut bersim clover», Crop, Sci, n°29,(1989), 235-236.
42. Gaillard, B., Le Goupil, J.C. et Ruffin, J.C., «Le bersim ou trèfle d'Alexandrie : fourrage irrigué méditerranéen dans le haut Cheliff», Revue, Agronomie tropicale, n°4, (1977), 364-376.

43. Demarquilly, C., « Fertilisation et qualité du fourrage », Revue , Fourrage, n°69, (1977), 61 - 84.
44. Picard, J., et Demarquilly, C., « Le trèfle violet assure des économies de tourteaux», Revue, Elevage, (1977),n° 61, 51-61.
45. Mathieu, J., « Comment estimer les avantages de l'introduction de la luzerne ou du trèfle violet dans un système laitier intensif », Revue, Fourrage, n°90, (1982), 57-82.
46. Ameziane, T.E, «Contribution à l'étude de la production de bersim irrigué dans le Gharb», Mémoire de 3^{ème} cycle, IAU Hassan II, Rabat, Maroc, (1975).
47. Guessous, F., «Composition chimique et valeur nutritive du bersim », Thèse de doctorat d'état, Univ, Pierre et Marie Curie, Paris V, (1983).
48. Ameziane, T.E., «Les systèmes fourragers actuels et potentiels en irrigué au Maroc», Revue, El Awamia, n°62, (1987), 45-63.
49. Tabet, A. et Bouzoubaa, A., « Agrotechnie de la luzerne et du trèfle de Perse et d'Alexandrie », Journée d'études de production et de la santé animale, 5-6 mai, Rabat, Maroc, (1972).
50. Rais, A., «Valeur alimentaire et productivité du bersim conduit en irrigué dans le Gharb», Mémoire de 3^{ème} cycle, IAV Hassan II, Rabat Maroc, (1976).
51. Demarquilly, C. et Weiss, P.H., «La valeur alimentaire des fourrages verts», Revue, Fourrage, n°43,(1970),30p.
52. Demarquilly, C., « Valeur alimentaire des légumineuses (Luzerne et trèfle) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation », Revue, Fourrages, n°90, (1982), 181-202.
53. Aufrène, J., « Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique », Ann, Zoot, 31(2), (1982), 111-130.
54. Andrieu, J., « Valeur alimentaire des associations graminées trèfle blanc et prévision de leur valeur nutritive »,Revue, Fourrage, n°95, (1983), 145-160.

55. Jarrige, R., «Les fourrages, In ; Alimentation des bovins ovins et caprins », Ed, INRA, Paris, (1978), 438p.
56. Demarquilly, C. et Jarrige, R., « The composition nutritive value of grass and legumes », Revue, L'axtodling, n°28, (1973), 33-48.
57. Demarquilly, C. et Andrieu., « Les fourrages », In, «Alimentation des bovins, ovins et caprins», Ed, INRA, Paris, (1988), 315-334.
58. Moule, C., « Phytotechnie spéciale », Revue, Fourrage, n°75, (1971), 28-57.
59. Cordesse, K., « Valeur nutritive des aliments des ruminants », Revue, INSA Zootech, Montpellier, (1980), 40p.
60. Demarquilly, C. et Jarrige, R. « Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages », Ed, INRA, Publ, Paris, (1981), 41-59.
61. Duru, M. et Gibon, A., « Prévoir la valeur nutritive des foins et des regains dans les Pyrénées centrales. Principaux facteurs de variation de la composition chimique », Revue, Fourrage, n°114, (1988), 143-165
62. Deinum, B. et Diriven, J.G., « Climate nitrophile and grass : Comparaison of production and chemical composition ; Bracharia ruziziensis and Setaria sphacelata growth at différent température », Neth, J, Agric, Sci, n°24, (1976), 67p.
63. Akrouf, H., « Essai expérimental à différents stades phenologiques. Influence du rythme de coupe sur le comportement et rendement fourrager de Trifolium alexandrium conduit en sec et en irrigué », Thèse de Magister, INA, El-Harrach, Alger, (1983), 100p.
64. Demarquilly, C., « Influence de la fertilisation azotée sur la valeur alimentaire des fourrages verts », Ann, Zoot, n° 19, (1970), 423-437.
65. Demarquilly, C., « La fenaison : évolution de la plante au champs entre la fauche et la récolte. Perte d'eau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et

- chimique. », In, « Fourrages secs : récolte- traitement- utilisation », Ed, INRA, Paris, (1987), 23-46.
66. INRA., « Alimentation des bovins, ovins et caprins », Ed, INRA, France (1981), 365p.
67. Afnor., « Aliments des animaux. Méthodes d'analyses françaises et communautaires », Ed, Afnor, juin, (1980), 164-169.
68. INRA., « Tableaux de valeur alimentaire. », Annexes, « Alimentation des bovins, ovins et caprins », Ed, INRA, Paris, (1988), 471p.
69. Scheovic, J., Poisson, C. et Gillet, M., « Appétibilité et caractéristiques organoleptiques des graminées. I. Comparaison du ray gras et de la fétuque élevée », Revue, Agronomie, 5(4), (1985), 347-354.
70. Demarquilly, C., « Valeur alimentaire de l'herbe du pâturage », Revue, Fourrage, n°85, (1981), 59-72.
71. Jean Gros, B. et Scheovic, J., « Prairie permanente en herbage. III. Effet de la fréquence des coupes et de la fertilisation azotée sur la qualité du fourrage », Revue, Suisse, Agri, 28(4), (1996), 213-221.
72. Scheovic, J., « Prévion de la digestibilité de la matière organique et de la qualité de matière sèche volontairement ingérée des graminées, sur la base de leur composition chimique », Revue, Fourrages, n°79, (1979), 57-74.
73. Duru, M., « Digestibilité des espèces et communautés prairiales en fonction de la masse surfacique des limbes », Revue, Fourrages, n°149, (1997), 55-67.
74. Abouzakhem, A., « Etude de la croissance de quelques espèces de graminées pérennes méditerranéennes françaises (production fourragère et facteurs écologiques », Thèse, Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, (1975), 166p.
75. LeMaire, G., « Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée (*Festuca arundinacea*. Schreb) Pendant l'hiver et le printemps. Effet des facteurs climatiques », Thèse, Doctorat en sciences naturelles, Université de Caen, France, (1985), 96p.

76. Mohgene, K., «Comportement organique et valeur fourragère de quelques population de fétuque élevée (*Festuca arundinacea Schreb*)», Thèse de Magister, INA, El-Harrach, (2002), 36-45.
77. Kerbaa, F.,«Guide de la valeur alimentaire des fourrages cultivés en Algérie», IDEB, Alger,(1980), 35p.
78. Attou, S., « Détermination de la valeur alimentaire du trèfle d'Alexandrie. Digestibilité "in vivo" », Thèse, Ing, INA, El Harrach, (1983), 64p.
79. Le Goupil, C., « Le bersim ou trèfle d'Alexandrie. Bilan d'expérimentation 1968-1972 », Ed, INRA, Alger, (1972), 12p.
80. William, F., Walter, G. et Graig, T., « Le bersim : un fourrage annuel d'hiver pour l'agriculture de la Californie », Revue, DANR, Californie, (1996) ,16p.
81. Etsouri, N., « Influence du moment de coupe et de l'irrigation sur la valeur nutritive du bersim », Thèse, Ing, INA, EL Harrach, (2003) ,49p.

APPENDICES

APPENDICE A : LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

°C	: degré celsius
Ca	: calcium
CB	: cellulose brute
Cu SO ₄	: sulfate de cuivre
C.V	: coefficient de variation
DA	: dinars
D.D.L	: degré de liberté
DIV MO	: digestibilité in vitro de la matière organique
E.T	: écart type
K ₂ O ₅	: oxyde de potassium
K ₂ SO ₄	: sulfate de potassium
MAD	: matières azotées digestibles
MAT	: matières azotées totales
MM	: matière minérale
MO	: matière organique
MOD	: digestibilité de la matière organique
MS	: matière sèche
MT°	: moyenne des températures
MT° max	: moyenne des températures maximales
MT° min	: moyenne des températures minimales
N	: azote
P	: phosphore
P ₂ O ₅	: anhydride phosphorique
RdtS	: rendement en matière sèche
RdtV	: rendement en matière verte
S.A.U	: surface agricole utile

S.C.E	: somme des carrés des écarts
T°max	: températures maximales
T°min	: températures minimales
UF	: unité fourragère
UFL	: unité fourragère lait
cm	: centimètre
d	: densité
g	: gramme
h	: heure
ha	: hectare
kg	: kilogramme
m	: mètre
m ²	: mètre carré
ml	: millilitre
mm	: millimètre
t	: tonnes
%	: pourcentage

**APPENDICE B : COMPOSITION CHIMIQUE ET RENDEMENT DES VARIETES
ETUDIEES**

Tableau 20 : Teneurs moyennes en matière sèche en % chez les variétés

Variétés	Teneurs moyennes
V _J Jana	34.50
V _M Medly	29.35
V _K Kasbah	18.50
V _D Delta-1	34.05
V _C Currie	30.70
V _{Pb} Porto bis	29.75
V _O Ottava	26.20
V _T Tanit	27.00
V _S Sisa	25.73
V _{Ce} Centurion	32.40
V _F Fletcha	29.85
V _{Fr} Fraydo	31.55
V _P Partenope	25.67

Tableau 21 : Teneurs moyennes en matière organique (en % de MS) chez les variétés

Variétés	Teneurs moyennes
V _J Jana	88.33
V _M Medly	87.69
V _K Kasbah	84.41
V _D Delta-1	88.26
V _C Currie	86.77
V _{Pb} Porto bis	89.02
V _O Ottawa	87.86
V _T Tanit	88.24
V _S Sisa	88.35
V _{Ce} Centurion	86.09
V _F Fletcha	87.85
V _{Fr} Fraydo	88.18
V _P Partenope	89.87

Tableau 22 : Teneurs moyennes en matières azotées totales (en % de MS) chez les variétés

Variétés		Teneurs moyennes
V _J	Jana	10.55
V _M	Medly	10.68
V _K	Kasbah	12.11
V _D	Delta-1	10.49
V _C	Currie	11.47
V _{Pb}	Porto bis	10.00
V _O	Ottava	10.98
V _T	Tanit	10.90
V _S	Sisa	11.27
V _{Ce}	Centurion	11.79
V _F	Fletcha	11.62
V _{Fr}	Fraydo	10.64
V _P	Partenope	8.38

Tableau 23 : Teneurs moyennes en cellulose brute (en % de MS) chez les variétés

Variétés	Teneurs moyennes
V _J Jana	29.38
V _M Medly	30.07
V _K Kasbah	26.68
V _D Delta-1	29.62
V _C Currie	29.23
V _{Pb} Porto bis	30.18
V _O Ottava	30.16
V _T Tanit	27.36
V _S Sisa	27.37
V _{Ce} Centurion	27.57
V _F Fletcha	27.69
V _{Fr} Fraydo	27.94
V _P Partenope	30.87

Tableau 24 : Teneurs moyennes en calcium (en g/kg de MS) chez les variétés

Variétés		Teneurs moyennes
V _J	Jana	1.01
V _M	Medly	1.50
V _K	Kasbah	1.33
V _D	Delta-1	1.08
V _C	Currie	1.12
V _{Pb}	Porto bis	0.87
V _O	Ottava	1.24
V _T	Tanit	1.11
V _S	Sisa	1.46
V _{Ce}	Centurion	1.08
V _F	Fletcha	1.23
V _{Fr}	Fraydo	1.23
V _P	Partenope	0.92

Tableau 25 : Teneurs moyennes en phosphore (en g/kg de MS) chez les variétés

Variétés		Teneurs moyennes
V _J	Jana	0.20
V _M	Medly	0.24
V _K	Kasbah	0.32
V _D	Delta-1	0.21
V _C	Currie	0.22
V _{Pb}	Porto bis	0.22
V _O	Ottava	0.23
V _T	Tanit	0.19
V _S	Sisa	0.21
V _{Ce}	Centurion	0.17
V _F	Fletcha	0.18
V _{Fr}	Fraydo	0.20
V _P	Partenope	0.35

Tableau 26 : Rendement moyen en matière verte (en t/ha) chez les variétés

Variétés	Rendements moyens
V _J Jana	12.43
V _M Medly	11.42
V _K Kasbah	2.00
V _D Delta-1	12.95
V _C Currie	6.17
V _{Pb} Porto bis	19.13
V _O Ottava	9.20
V _T Tanit	7.52
V _S Sisa	7.24
V _{Ce} Centurion	8.36
V _F Fletcha	4.20
V _{Fr} Fraydo	10.93
V _P Partenope	19.78

Tableau 27 : Rendement moyen en matière sèche (en t/ha) chez les variétés

Variétés		Rendements moyens
V _J	Jana	4.04
V _M	Medly	3.38
V _K	Kasbah	0.44
V _D	Delta-1	3.75
V _C	Currie	2.11
V _{Pb}	Porto bis	5.34
V _O	Ottava	2.59
V _T	Tanit	2.21
V _S	Sisa	1.98
V _{Ce}	Centurion	2.67
V _F	Fletcha	1.40
V _{Fr}	Fraydo	3.36
V _P	Partenope	5.04

Tableau 28 : Rendement moyen en matière verte (en t/ha) du bersim

N° de coupe	Rendement moyen (t/ha)
1 ^{ère} coupe	32.00
2 ^{ème} coupe	21.00

Tableau 29 : Rendement moyen en matière sèche (en t/ha) du bersim

N° de coupe	Rendement moyen (t/ha)
1 ^{ère} coupe	5.21
2 ^{ème} coupe	4.23