

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agro-Ecologie
Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de
MASTER
Spécialité : PRODUCTION ET NUTRITION ANIMALE

THEME

**Valeur nutritive des ressources fourragères
utilisées en Algérie : cas des graminées.**

Réalisé par

Mlles. LADJADJ NOUARA & KHOUATRIA FETH-EZZHAR

DEVANT LE JURY :

Présidente	Mme	MEFTI H.	Pr.	USD Blida 1
Promoteur	Mr	BENCHERCHALI M.	MCA	USD Blida 1
Examinatrice	Mme	CHEKIKENE A. H.	MAA	USD Blida 1

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH**, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes les années d'études et donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Nos sincères remerciements à notre promoteur **Mr BENCHERCHALI M** pour la confiance, les conseils que vous nous avez accordés tout le long de ce travail. Merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse monsieur.

Nos remerciements vont également aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

On remercie **Mme MEFTI H** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nos gratitude vont aussi à **Mme CHEKIKENE A. H** pour avoir accepté de juger et d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements vont aussi à nos enseignants et enseignantes du département de Biotechnologie et Agro-Ecologie, option Production Animale (Mr BENCHERCHALI, Mme MEFTI, Mme CHEKIKENE, Mme BOUBEKEUR, Mme OUAKLI, Mme MAHMOUDI, Mme KALLI, Mme SID, Mr BOUCHAIB, Mr BENZOUHRA, Mme BABA ALI.

A tous ceux qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Merci.

Dédicaces

Merci à dieu le tout miséricordieux, ton amour et tes grâces à mon égard m'ont donné la persévérance et le courage pour accomplir ce travail

À ma famille

Je dédie à **mon cher père** que dieu lui fasse miséricorde celui qui s'est changé la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions, à **ma chère mère**, à **mes sœurs** et leurs enfants (Aroua, kaouther, raihana, abdoulouahab et hadjer)

À mes chers amis

En souvenir de nos rires et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. Je dédie ce mémoire à **mon binôme**, à tous **mes amis de promotion**, à **mes amis plus proches** et à toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

Je souhaite que ce travail soit bénéfique pour moi et pour les autres.

🌸🌸🌸 nouara

Dédicaces

Dieu soit loué, qui nous a permis de réaliser ce travail et nous ne l'aurions pas atteint sans la grâce de Dieu

*A celui que je porte le nom avec fierté ... A celui qui me manque depuis mon enfance ... qui fait tremblé mon cœur à son souvenir.... qui m'a confié à Dieu, à l'âme de mon cher père **Abdelkader**.*

*A la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, maman **Nadia**.*

*A toutes mes très chères sœurs : **Hassina, Rima** et sa petite fille **Anfale-Wissame**, qui m'ont toujours aidées, soutenues et encouragées...*

A tout la famille, des plus petits aux plus grands.

*Et une dédicace spéciale à mon binôme **Ladjadj Noura** que j'adore, qui à énormément sacrifié pour la réussite de ce travail.*

Aux meilleurs et plus beaux amis, a ceux dont le souvenir reste dans le cœur reste plus doux A tous ceux-là.

Je vous remercie tous

Feth ezzhar

Résumé :

Ce travail, est une prévision de la valeur alimentaire des fourrages verts cultivés et spontanés du centre de l'Algérie, à partir de leur composition chimique classique (MS, MO, CB et MAT) déterminée entre 2002 et 2016 aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux.

Le calcul de cette valeur alimentaire a été réalisé grâce à l'utilisation d'équations de prédiction établies par l'INRA de France en 2007 et par CHABACA et CHIBANI en 2010. Ces équations, ont permis le calcul des teneurs en parois cellulaires, la digestibilité de la MO, les valeurs énergétiques et azotées, l'ingestibilité et les valeurs d'encombrement.

Les valeurs alimentaires de ces graminées, sont acceptables surtout lors des premiers stades de coupe. Elles sont très proches entre les cultivées et les spontanées. Les valeurs énergétiques oscillent entre 0,86 et 0,69 UFL et entre 0,81 et 0,60 UFV. Les valeurs azotées fluctuent au cour des stades phénologiques entre 86,84 et 39,65 g de PDIN et entre 88,23 et 69,00 g de PDIE. L'ingestibilité de ces fourrages, est de 59,29 à 72,26 g/kg P^{0,75}.

MOTS CLES :

Graminées fourragères, plantes spontanées, composition chimique, valeur nutritive, ingestibilité.

ملخص:

هذا العمل هو توقع لقيمة العلف الأخضر المزروع و العفوي في الجزائر, بناء على التركيب الكيميائي الكلاسيكي (المادة الجافة, المادة العضوية, المادة النيتروجينية العامة والألياف) المحددة بين عامي 2016 و 2002 في مراحل النمو الخضري, ظهور السنبله, السنبله, التحول الزهري, تكون الحبوب.

تم حساب هذه القيمة الغذائية بفضل استخدام معادلات التنبؤ التي انشأتها INRA الفرنسية في عام 2007 و CHIBANI و CHABACA في عام 2010. سمحت هذه المعادلات بحساب محتويات جدار الخلية, و هضم المادة العضوية, الطاقة, قيم النيتروجين, قيم الابتلاع و الكتلة.

القيم الغذائية لهذه الحشائش مقبولة خاصة خلال المراحل الأولى من التقطيع, هم قريبون جدا بين المزروعة و العفوية. تتأرجح قيم الطاقة بين 0,86 و 0,69 وحدة الأعلاف الخاصة بالحليب وبين 0,81 و 0,60 وحدة خاصة باللحم.

تتقلب قيم النيتروجين خلال المراحل الفينولوجية بين 86,84 و 39,65 جم من البروتين المهضوم في الأمعاء الدقيقة من أصل النيتروجين. و بين 88,23 و 69,00 جم من البروتين المهضوم في الأمعاء الدقيقة من أصل الطاقة.

تتراوح عدم قابلية الأعلاف من 59,29 إلى 72,26 جم \ كجم للوزن 0,75

الكلمات المفتاحية :

أعشاب علفية, نباتات تطوعية, تركيب كيميائي, قيمة غذائية, ابتلاع.

Abstract :

This work is a forecast of the feed value of cultivated and spontaneous green fodder in central Algeria, based on their classical chemical composition (MS, MO, CB and MAT) determined between 2002 and 2016 at the stages of upstreaming, beginning of heading, heading, flowering and milky.

The calculation of this food value was carried out thanks to the use of prediction equations established by INRA of France in 2007 and by CHABACA and CHIBANI in 2010.

These equations allowed the calculation of the cell wall contents, the digestibility of MO the energy and nitrogen values, ingestibility and bulkiness values.

The food values of these grasses are acceptable especially during the early stages of cutting. They are very close between cultivated and spontaneous. The energy values oscillate between 0,86 and 0,69 UFL and between 0,81 and 0,60 UFV. Nitrogen values fluctuate during the phenological stages between 86,84 and 39,65 g of PDIN and between 88,23 and 69,00 of PDIE. The ingestibility of these forages is 59,29 to 72,26 g / kg P^{0,75}.

KEYWORDS :

Forage grasses, volunteer plants, chemical composition, nutritional value, ingestibility.

Liste des tableaux

Tableau 01 : composition chimique d' <i>Aegilops triuncialis</i>	06
Tableau 02 : composition chimique des espèces du genre <i>Avena</i> .	09
Tableau 03 : composition chimique de <i>Brachypodium sylvaticum</i> .	11
Tableau 04 : composition chimique des espèces du genre <i>Brisa</i> .	13
Tableau 05 : composition chimique du genre <i>Bromus</i>	18
Tableau 06 : composition chimique du <i>Cynodon dactylon</i>	20
Tableau 07 : composition chimique du <i>Dactylis glomerata</i> .	22
Tableau 08 : composition chimique de <i>Festuca caerulescens</i>	24
Tableau 09 : composition chimique de l' <i>Hordeum murinum</i> .	26
Tableau 10 : composition chimique de <i>Lagarus ovatus</i>	27
Tableau 11 : composition chimique de <i>Lamarckia aurea</i>	29
Tableau 12 : composition chimique de <i>Lolium multiflorum</i>	31
Tableau 13 : composition chimique de <i>L'Oryzopsis miliacea</i>	33
Tableau 14 : composition chimique du <i>Phalaris brachystachis</i>	35
Tableau 15 : composition chimique de <i>Vulpia sicula</i>	36
Tableau 16 : composition chimique d' <i>Avena sativa</i>	39
Tableau 17 : composition chimique de l' <i>Hordeum vulgare</i>	42
Tableau 18 : composition chimique du <i>Lolium multiflorum</i>	45
Tableau 19 : composition chimique de <i>Sorghum bicolor</i>	47
Tableau 20 : valeur nutritive d' <i>Aegilops triuncialis</i> , <i>Avena alba</i> , <i>Avena sterilis</i> , et <i>Brachypodium sylvaticum</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	64

Tableau 21 : valeur nutritive des espèces du genre <i>Brisa</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	67
Tableau 22 : valeur nutritive des espèces du genre <i>Bromus</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	70
Tableau 23 : valeur nutritive de <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca caerulescens</i> , et <i>Hordeum murinum</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	78
Tableau 24 : valeur nutritive de <i>Lagurus ovatus</i> , <i>Lamarckia aurea</i> et <i>Lolium multiflorum</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	84
Tableau 25 : valeur nutritive de <i>L'Oryzopsis miliacea</i> , <i>Phalaris brachystachis</i> et <i>Vulpia sicula</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	90
Tableau 26 : valeur nutritive de <i>L'Avena sativa</i> , <i>Hordeum murinum</i> , <i>Lolium multiflorum</i> et <i>Sorghum bicolor</i> (équations de prédiction de l'INRA, 2007)	95
Tableau 27 : valeur nutritive d' <i>Aegilops tiunsalis</i> , <i>Avena alba</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Brachypodium sivatium</i> , <i>Brisa maxima</i> et <i>Brisa minor</i> (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)	101
Tableau 28 : valeur nutritive des espèces du genre <i>Bromus</i> (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)	103
Tableau 29 : valeur nutritive de <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca caerulescens</i> , <i>Hordeum murinum</i> et <i>Lagurus ovatus</i> (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)	108
Tableau 30 : valeur nutritive de <i>Lamarckia aurea</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Oryzopsis miliacea</i> , <i>Phalaris brachystachis</i> et <i>Vulpia sicula</i> (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)	113
Tableau 31 : valeur nutritive de <i>L'Avena sativa</i> , <i>Hordeum murinum</i> , <i>Lolium multiflorum</i> et <i>Sorghum bicolor</i> (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)	116

Liste des figures

Figure 01 : <i>Aegilops triuncialis</i> au stade floraison.	05
Figure 02 : <i>Avena alba</i> au stade floraison.	07
Figure 03 : <i>Avena sterilis</i> au stade floraison.	08
Figure 04 : <i>Brachypodium silvaticum</i> au stade épiaison.	10
Figure 05 : <i>Brisa maxima</i> au stade floraison.	12
Figure 06 : <i>Brisa minor</i> au stade floraison.	12
Figure 07 : <i>Bromus madritensis</i> au stade épiaison.	14
Figure 08 : <i>Bromus mollis</i> au stade épiaison.	15
Figure 09 : <i>Bromus rigidus</i> au stade épiaison.	15
Figure 10 : <i>Bromus squarrossus</i> au stade épiaison.	16
Figure 11 : <i>Cynodondactylon</i> au stade montaison.	19
Figure 12 : <i>Dactylis glomerata</i> au stade floraison.	21
Figure 13 : <i>Festuca caerulescens</i> au stade floraison.	23
Figure 14 : <i>Hordeum murinum</i> au stade épiaison.	24
Figure 15 : <i>Lagarus ovatus</i> au stade floraison.	26
Figure 16 : <i>Lamarckia aurea</i> au stade floraison.	28
Figure 17 : <i>Lolium multiflorum</i> au stade floraison.	29
Figure 18 : <i>Oryzopsis miliacea</i> au stade floraison.	32
Figure 19 : <i>Phalaris brachystachis</i> au stade floraison.	34
Figure 20 : <i>Vulpia sicula</i> au stade floraison.	36
Figure 21 : <i>Avena sativa</i> au stade floraison.	38
Figure 22 : <i>Hordeum vulgare</i> au stade épiaison.	40
Figure 23 : <i>Lolium multiflorum</i> au stade montaison.	43
Figure 24 : <i>Sorghum bicolor</i> au stade montaison.	46

Liste des abréviations

ADF : Teneur en lignocellulose

AOAC : Official methods of analysis

CB : Cellulose brute

dE = digestibilité de l'énergie

dr : digestibilité réelle des acides aminés alimentaires dans l'intestin grêle.

DT : Dégradabilité théorique des MAT de l'aliment dans le rumen

dMO : Digestibilité de la matière organique

EB : Energie brute

ED : Energie digestible

EM : Energie métabolisable

EN : Energie nette

ENL : Energie nette pour le lait

ENEV : Energie nette pour l'entretien et la viande

INRA : Institut national de la recherche agronomique de Paris

Kcal : Kilocalorie

Kf : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de viande.

Kg : Kilogramme

Kg^{P0.75} : Kilogramme de poids métabolique.

Kl : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de lait.

Km : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien.

Kmf : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien et la production de viande.

MAD : Matières azotées digestibles

MAT : Matières azotées totales

MM : Matières minérales

MO : Matière organique

MOD : matières organiques digestibles

MOF : matière organique fermentescible.

MS : Matière sèche

Na : Niveau alimentaire

PANDI : protéines alimentaires non digestibles dans l'intestin

Qi M : quantité ingérée par les moutons.

Qi L : quantité ingérée par les vaches laitières

QiB : quantité ingérée par les bovins

NDF : Teneur en parois totales

PDIA : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire

PDIE : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine énergétique

PDIM : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne

PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine azotée

UEB : Unité d'encombrement bovin

UEL : Unité d'encombrement lait

UEM : Unité d'encombrement mouton

UFL : Unité fourragère lait

UFV : Unité fourragère viande

% : Pourcentage

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
Caractéristiques botaniques et chimiques es graminées03
Partie 2 : Partie expérimentale	
1. Matériel et méthodes	44
2. Résultats et discussion.....	50
CONCLUSION GENERALE.....	109
Références bibliographiques.	

Introduction

La valeur alimentaire des fourrages, particulièrement la valeur nutritive a toujours été une préoccupation constante, de tous ceux qui s'intéressent à l'élevage et à l'alimentation rationnelle des ruminants.

Selon JARRIGE (1970), la connaissance de la valeur nutritive des fourrages verts ou conservés ainsi que la quantité que peuvent en ingérer les ruminants est indispensable. Elle permet non seulement d'établir des plans de rationnement adaptés aux besoins et à la capacité d'ingestion des animaux mais aussi d'aider au choix des plantes à cultiver et de fixer le stade de croissance auquel il faut les exploiter pour en tirer les quantités maximales d'éléments nutritifs ou de produits animaux à l'hectare.

Pour être en mesure de calculer la valeur d'un fourrage, il est nécessaire de connaître avec précision non seulement sa composition chimique mais aussi sa digestibilité et son ingestibilité. Néanmoins, cet itinéraire dans la pratique, est difficilement envisageable dans une démarche de routine.

En effet, la mesure de la digestibilité et des quantités ingérées sur les animaux est longue et onéreuse. Aussi, préfère-t-on disposer de données pouvant être obtenues facilement et permettant indirectement de prévoir la valeur alimentaire des fourrages disponibles dans l'exploitation avec une précision satisfaisante et au coût le plus faible (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981).

De part le monde, il existe différentes tables de valeur alimentaire des fourrages (remises à jours et complétées périodiquement en cas de besoin). Cette diversité dans les tables de part le monde s'explique d'une part par la diversité des aliments et des animaux en fonction des continents et d'autre part par les techniques culturales pratiquées, du climat, du mode et des conditions de récoltes et de conservation des fourrages (DEMARQUILLY et al, 1981).

Afin de connaître la valeur alimentaire des graminées fourragères spontanées et cultivées du centre de l'Algérie, aux différents stades phénologiques, nous avons utilisées des équations de prévision établies par l'INRA de France en 2007 et par

CHABACA et CHIBANI en 2010. Ces équations, permettent de prédire la composition chimique, la digestibilité et Dégradabilité, la valeur nutritive, les quantités ingérées et les valeurs d'encombrement à partir de la composition chimique classique. Les résultats utilisés dans cet essai, sont ceux réalisés au niveau du laboratoire d'analyses fourragères du département de Biotechnologie et Agro-Ecologie de Blida et le laboratoire de zootechnie de l'ENSA d'Alger par les promotions sortantes lors des années 2002 à 2016.

Partie bibliographique

Chapitre I : Caractéristiques botaniques et chimiques des graminées

Chapitre I : Caractéristiques botaniques et chimiques des graminées

1.1. Caractéristiques botaniques et chimiques des graminées spontanées

1.1.1. Le genre *Aegilops*

1.1.1.1. *Aegilops triuncialis*

Plante annuelle de 10 à 40 cm de hauteur (figure 01), à très petites feuilles de 2 à 5 cm de longueur et de 1 à 2 cm de largeur ; de couleur vert foncée, portant des poiles sur les deux faces. La tige est mince et fragile tombant à maturité. Les épis sont grêles et allongés à 4 ou 6 épillets non ventrus, fertiles, arêtes de l'épillet terminal plus longues que celles des épillets latéraux. Cette plante se trouve dans les prairies et les jachères du bassin méditerranéen (QUEZEL et SANTA ,1962)



Figure 01 : *Aegilops triuncialis* au stade floraison
(Source : HADJ KACI, 2003)

La composition chimique d'*Aegilops triuncialis* aux différents stades phénologiques, est représentée dans le tableau 01.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS, augmente au cours du cycle avec l'âge. Cette augmentation est de 21,48 points du stade début épiaison au stade laitieux. Des différences significatives sont observées entre les 4 stades phénologiques.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO de cette espèce, est pratiquement comparable du début à la fin du cycle de cette plante. Elle oscille entre 90,7 et 93,11 %.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT diminue progressivement avec l'âge de la plante (du 1^{er} au 4^{ème} stade), chez *Aegilops truncialis* (2,37 points). Selon JEAN BLIAN et al, (1992),

chez une plante la plus grande partie des matières azotées se trouve dans les feuilles. Cette différence serait due au fait que la teneur en matières azotées totales varie dans des proportions considérables en fonction de plusieurs facteurs dont le plus important est le stade de végétation.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

D'après JARRIGE et al, (1995), la teneur en CB augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut être aussi influencée par les facteurs agro climatiques en particulier les températures élevées.

Pour cette espèce spontanée, la teneur en CB, passe de 28,58 % en début épiaison à 34,30 % au stade laiteux, avec toutefois des teneurs qui se rapprochent entre les stades épiaison et floraison (31,93 et 32,66 %).

Tableau 01 : Composition chimique d'*Aegilops triuncialis*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Aegilops triuncialis</i>				
- Début épiaison	19,65	90,70	09,18	28,58
- Epiaison	29,16	90,92	08,62	31,93
- Floraison	37,88	91,87	07,41	32,66
- Laiteux	41,13	93,11	06,81	34,30

Sources : (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010.

1.1.1. Le genre *Avena*

1.1.2.1 *Avena alba*L

C'est une plante annuelle de 10 à 190 cm de hauteur à feuilles larges, plates et allongées, à tige moins épaisse que celle de *Avenasterilis*(figure 02). La panicule est généralement diffuse, rarement contractée. Les épillets de 1 à 1,5 cm arêtes non comprises, sont indépendants. (QUEZEL et SANTA ,1962).



Figure 02 : *Avena alba* au stade floraison

(Source : KIROUANI, 2004)

La composition chimique d'*Avena alba*, est rapportée dans le tableau 02.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS, augmente au cours du cycle de 9,35 points pour *Avena alba*. Des teneurs comparables ont été cependant constatées en fin de cycle (floraison et grains laiteux).

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

L'augmentation de la teneur en MO, est faible. Elle est de l'ordre de 1,67 points avec des teneurs comparables entre les trois derniers stades phénologiques

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT diminue faiblement avec l'âge de la plante. Cette diminution n'est que de 0,44 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade ; de 0,7 points entre ce dernier et le 3^{ème} stade et de 0,59 points entre le 3^{ème} et le 4^{ème} stade, soit une diminution totale de 1,73 points du 1^{er} au 4^{ème} stade.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Comme il a été rapporté par plusieurs auteurs, GAILAR (1974) ; ANDRIEU et WEISSE (1981) ; DEMARQUILLY et ANDRIEU (1988) ; SOLTNER (1988), la cellulose brute évolue avec l'âge de la plante.

Les moyennes des valeurs obtenues par : BENSEDDIK, (2002), HADJ KACI, (2003), KIROUANI, (2004) et BOUAISSAOUI et KARIM, (2010), est rapportées dans le tableau 02, sont respectivement de 27,13 ; 30,93 ; 31,53 et 35,74 % pour les stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux.

1.1.2.2 *Avena sterilis* L

Plante annuelle, communément appelée folle avoine. De couleur vert foncée, elle présente des feuilles vertes assez foncées, larges, plates, allongées et aiguës (figure 03). La gaine est cylindrique. L'inflorescence est en panicules à fleurs étalées, lâches, dressées ou peu penchées. Les épillets sont de 2 à 3 cm, renferment 3 fleurs, 2 fleurs stériles et une fertile (QUEZEL et SANTA, 1962 ; LAPEYRONIE, 1978).



Figure 03 : *Avena sterilis* au stade floraison
(Source : SAIDANI, 2009)

La composition chimique de *Avena sterilis* aux différents stades phénologiques est représentée dans le tableau 02.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

L'avoine stérile, présente une faible teneur en MS. Celle-ci est significativement différente entre les stades montaison (14,92 %) et début épiaison (25,45 %) ; épiaison (25,55 %) et floraison (30,76 %) et entre ce dernier et le stade laiteux (36,30 %). Elle est cependant comparable entre les stades début épiaison et épiaison. Cette baisse de la teneur en eau des végétaux s'explique selon HELLER (1977), par l'évolution du volume des vacuoles ; qui au fur et à mesure que les structures de la cellule se différencient (épaississement des membranes, développement des organes), la teneur en eau s'abaisse. Alors que RIVIERE (1978) annonce que les proportions d'eau varient en fonction de la phase végétale, de l'organe de la plante, de la saison et de la nature du sol et qu'à l'état jeune les plantes peuvent contenir jusqu'à 90% d'eau.

Les résultats obtenus aux stades montaison et début épiaison, sont comparables à ceux annoncés par l'INRA (2007) pour l'avoine cultivée (*Avena sativa*) avec respectivement 14,9 et 20,6%.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO de *Avena sterilis*, présente une faible évolution au cours du cycle. Elle passe de 88,62 au début du cycle à 92,91 % au stade laiteux, soit une faible augmentation de 4,29 points. Les valeurs obtenues, sont proches de celles annoncées par l'INRA (2007) pour *Avena sativa* aux stades montaison, début épiaison, floraison et laiteux pâteux avec respectivement 87,9 – 90,5 - 90 et 92,8 %.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT, est de 10,06 % en montaison ; 9,66 % en début épiaison 8,62 % en épiaison ; 7,48 % en floraison et 6,67 % au stade laiteux. Les variations observées à partir de la floraison, sont surtout dues aux modifications des tiges et du rapport feuilles/tiges. En effet d'après JEAN BLIAN et al, (1992), dans une plante la plus grande partie des matières azotées se trouve dans les feuilles. Selon JARRIGE et al, (1995), les plantes s'appauvrissent en matières azotées au cours de leur croissance avec la sénescence de leurs organes aériens.

Ces résultats, se rapprochent de ceux annoncés par le CIHEAM (1990) avec des valeurs de 8,6 % en montaison, 7,6 % en épiaison, 7,4 % en floraison et 5,8 % au stade grain pâteux.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Les moyennes de CB obtenues, montrent des teneurs proches entre les stades montaison et début épiaison et les stades épiaison et floraison. Cette teneur, passe de 27,19 % au stade montaison à 35,60 % au stade laiteux (tableau 02). Ces résultats, se rapprochent de ceux obtenus par le CIHEAM (1990) avec 30,8 - 30,9 - 31,8 - 31,9 et 32,3 % respectivement aux stades montaison, début épiaison, fin épiaison, floraison et laiteux pâteux et de ceux annoncés par l'INRA (2007) aux stades épiaison (30,2 %) et floraison (33,3 %).

Tableau 02 : Composition chimique des espèces du genre *Avena*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Avena alba</i>					
- Début épiaison	24,48	91,66	08,39	27,13	(1),(2), (3), (17)
- Epiaison	29,91	92,13	07,95	30,93	
- Floraison	33,79	92,78	07,25	31,53	
- Laiteux	33,83	93,33	06,66	35,74	
<i>Avenasterilis</i>					
- Montaison	14,92	88,62	10,06	27,19	(1), (2), (3), (5), (6), (8), (10), (13), (15), (24)
- Début épiaison	25,45	91,40	09,66	27,12	
- Epiaison	25,55	91,94	08,62	31,23	
- Floraison	30,76	93,52	07,48	32,71	
- Laiteux	36,30	92,91	06,67	35,60	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (3) KIROUANI, 2004 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ; (13) SAIDANI, 2009 ; (15) CHEKIKENE, 2010 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010 ; (24) BENYOUCEF, 2016.

1.1.2. Le genre *Brachypodium*

1.1.3.1 *Brachypodium silvaticum* Huds

C'est une plante à coloration verte grisâtre, à feuilles plates, allongées, étalées, enroulées, atténuées en pointe, presque piquante (figure 04). Sa hauteur, est de 10 à 100 cm. La tige est mince, dressée, fragile au vent et au piétinement. L'inflorescence est en épi dressé constitué par 1 à 5 épillets lancéolés rapprochés de 1 à 3 cm de long. Elle pousse aux bords des chemins, prairies, jachères et forêts (QUEZEL et SANTA ,1962).



Figure 04 : *Brachypodium silvaticum* au stade épiaison
(Source : HADJ KACI, 2003)

La composition chimique de *Brachypodium silvaticum* est représentée dans le tableau 03.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS, passe de 30,57 % au stade début épiaison à 38,76 % au stade laiteux, soit une augmentation de 8,19 points entre ces deux stades. L'augmentation de la teneur en MS pour cette espèce, est proche de celles de l'avoine blanche (+ 9,35 points) et de l'avoine stérile (+ 10,85 points) (cf. tableau 02), elle est cependant beaucoup plus faible que celle du *Brachypodium* (+ 21,48 points) (cf. tableau 01).

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Brachypodium silvaticum, présente des teneurs en MO comparables entre les trois derniers stades phénologiques. Sachant : que cette teneur, est liée à celle des matières minérales (MM) ; que cette espèce est spontanée n'ayant reçue aucune fertilisation ; ceci a provoqué une faible augmentation de la teneur en MO au cour du cycle (+ 1,93 points).

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT diminue progressivement avec l'âge de la plante (3,19 points), passant de 9,43 % en début épiaison à seulement 6,24 % au stade laiteux .

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB, passe de 28,60 % au stade début épiaison à 31,42 % au stade épiaison, puis à 33,82 % au stade floraison et enfin à 35,41 % au stade laiteux. Soit des augmentations de 2,82 ; 2,4 et 1,59 points d'un stade à un autre du début à la fin du cycle de cette espèce.

Tableau 03 : Composition chimique de *Brachypodium silvaticum*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Brachypodium silvaticum</i>				
- Début épiaison	30,57	92,12	09,43	28,60
- Epiaison	35,42	93,25	07,72	31,42
- Floraison	36,07	93,48	06,91	33,82
- Laiteux	38,76	94,05	06,24	35,41

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010.

1.1.3. Le genre *Brisa*

1.1.3.1. *Brisa maxima* L

Appelée communément langue de femme ou grand brisa, c'est une plante de 10 à 80 cm de hauteur (figure 5), poussant en nids serrés ou seules. Les limbes, sont plats et minces, légèrement rugueux sur les bords. La gaine est lisse, la panicule est lâche, composée de 1 à 12 épillets de 14 à 25 mm de longueur, ovoïdes ou allongés portant 7 à 20 fleurs. Les glumes sont profondément concaves et sans arêtes. Elle se trouve dans les pâtures, les terres cultivées et les bordures de chemins (SCHONFELDER, 1988 et JAUZEIN, 1995).



Figure 05 : *Brisa maxima* au stade floraison
(Source : HADJ KACI, 2003)

1.1.3.2. *Brisa minor* L

C'est une plante à tige dressée, glabre à la base. La petite brisa, présente une hauteur de 15 à 50 cm (figure 6). Les feuilles sont un peu rudes, planes, de 8 à 15 cm de longueur et de 5 à 12 cm de largeur, s'atténuant insensiblement en un sommet aigu. Les nervures, sont finement denticulées. Le limbe qui déborde la gaine, simule des oreillettes, la ligule restant collée au limbe dans sa partie basale. L'inflorescence est en panicule lâche, très ramifiée et étalée. Les épillets, sont triangulaires, très petits, vert pâle rarement violacés (SCHONFELDER, 1988 et JAUZEIN, 1995).



Figure 06 : *Brisa minor* au stade floraison
(Source : BENSEDDIK, 2002)

La composition chimique des 02 *Brisa* aux différents stades phénologiques est représentée dans le tableau 04.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS, augmente au cour du cycle de 12,57 points pour *Brisa maxima* et de 11,99 points pour *Brisa minor*, passant de 20,41 à 32,98 % pour la première et de 21,08 à 33,07 % pour la seconde respectivement du stade début épiaison au stade laiteux.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Ces deux espèces, présentent des teneurs en MO élevées et comparables aux différents stades phénologiques. Elles sont de 91,05 et 90,15 % au stade début épiaison, 92,28 et 92,30 % au stade épiaison, 93,20 et 93,56 % au stade floraison et de 93,92 et 93,56 % au stade laiteux respectivement pour *Brisa maxima* et *Brisa minor*.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Brisa maxima et *Brisa minor*, présentent à stade respectif des teneurs en MAT comparables, mais faibles ; de plus les deux espèces, ont des teneurs +/- semblables entre l'épiaison et la floraison. Même la diminution avec l'âge de la plante (du 1^{er} au 4^{ème} stade) est presque identique avec - 2,35 et - 2,72 points pour *Brisa maxima* et *Brisa minor*.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Au contraire de la teneur en MAT, celle de la CB, augmente avec l'âge de la plante. Cette augmentation est d'environ 8 points chez les deux espèces entre le 1^{er}

et le 4^{ème} stade (28,15 à 36,13 % pour *Brisa maxima* et 28,20 à 36,21 % pour *Brisa minor*).

Tableau 04 : Composition chimique des espèces du genre *Brisa*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Brisa maxima</i>					
- Début épiaison	20,41	91,05	09,05	28,15	(2), (17)
- Epiaison	24,96	92,28	07,82	31,25	
- Floraison	26,91	93,20	07,58	32,87	
- Laiteux	32,98	93,92	06,70	36,13	
<i>Brisa minor</i>					
- Début épiaison	21,08	90,15	09,12	28,20	(1), (17)
- Epiaison	22,45	92,30	08,16	31,91	
- Floraison	25,95	93,56	07,50	34,60	
- Laiteux	33,07	93,81	06,40	36,21	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010.

1.1.4. Le genre *Bromus*

1.1.4.1. *Bromus madritensis* L

Le Brome de Madrid, a une hauteur comprise entre 10 et 50 cm (figure 07). C'est une plante annuelle à feuilles plates allongées et aigues, plus ou moins poilues sur les deux faces et sur la gaine. La tige est mince, grêle, peu poilue (QUEZEL et SANTA, 1962). Cette espèce, a une inflorescence dressée, un peu penchée à la fin, composée de rameaux rudes ou étalés par 2 à 5 épillets assez grands, de 3 à 5 cm élargis en éventail avec des arrêtes rouges violacées droites et fines comprenant 7 à 12 fleurs (LAPEYRONIE, 1978).



Figure 07 : *Bromus madritensis* au stade épiaison

(Source : ALLALI et SAADAOU, 2009)

1.1.4.2. *Bromus mollis* L ou *Bromus hordeaceus* L

C'est une plante annuelle de 40 à 60 cm de hauteur, très accommodante sur la nature du sol, il a été parfois recommandé de l'associer aux mélanges des semis pour prairies temporaires. Un pâturage précoce est nécessaire car elle est elle-même très précoce, les feuilles sont molles à couleur grisâtre (figure 08), l'inflorescence est en panicules (LAPEYRONIE, 1978).



Figure 08 : *Bromus mollis* au stade épiaison

(Source : ALLALI et SAADAoui, 2009)

1.1.4.3. *Bromus rigidus* ROTH ou *Bromus maximus* DESF ou *Bromus villosus* FORSK

Les feuilles du Brome rigide, sont plates, dépassant 6 mm de large, poilues sur les deux faces et sur la gaine, rugueuses sur les bords (figure 09). Espèce de 10 à 120 cm de hauteur, elle est à tige épaisse et rugueuse, la gaine est cylindrique. La panicule est lâche, verte ou violacée, épillets (1 à 3) de 2 à 5 cm. Brome de grande taille, non cultivé, se trouve dans les prairies, bords des chemins et terres cultivées (QUEZEL et SANTA, 1962).



Figure 09 : *Bromus rigidus* au stade épiaison

(Source : ALLALI et SAADAoui, 2009)

1.1.4.4. *Bromus squarrossus*

C'est une plante annuelle de 20 à 60 cm de hauteur (figure 10) à coloration verte grisâtre à tige mince et sans poils, à feuilles molles et poilues, à panicule lâche inclinée composer de branches groupées ne portant généralement qu'un seul épillet verdâtre à fleurs comprimées. Espèce non cultivée se trouve dans les bords des chemins et les prairies amendées. L'inflorescence est en panicule verte, lâche et inclinée (QUEZEL et SANTA, 1962).



Figure 10 : *Bromus squarrossus* au stade épiaison

(Source : ALLALI et SAADAoui, 2009)

La composition chimique des espèces du genre *Bromus* aux différents stades phénologiques est illustrée dans le tableau 05.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

Une comparaison intra espèce des teneurs en MS des quatre Bromes, montre des différences significatives entre les différents stades phénologiques. Ces teneurs, passent respectivement de 27,52 ; 25,78 ; 25,60 et 25,36% au stade début épiaison à 40,45 ; 37,33 ; 38,55 et 39,36 % au stade laiteux pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarrossus*, soit des augmentations respectives 12,93 ; 11,55 ; 12,95 et 14 points.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, est fonction de l'absorption minérale de la plante, cette absorption régresse le long de son cycle de développement pour s'arrêter en fin de cycle. En effet, selon DURU (1992) l'absorption des éléments minéraux cesse à partir de l'épiaison chez les espèces fourragères ce qui entraîne par déduction une augmentation de la teneur en MO.

Cependant, les évolutions des teneurs en MO des Bromes, au cours de leurs cycles, sont comme pour toutes les graminées spontanées étudiées, assez faibles. Ces augmentations sont respectivement de 3,23 ; 1,72 ; 2,54 et 3,06 % pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarrossus*.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT, est inversement proportionnelle à celles de la MS, MO et CB puisqu'elle diminue avec l'âge de la plante. Elle passe respectivement pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarrossus* de 09,49 ; 09,26 ; 09,84 et 09,46% en début épiaison à 09,14 ; 09,19 ; 08,53 et 09,04% en épiaison puis à 07,44 ; 07,64 ; 07,36 et 07,77% en floraison et enfin à 06,84 ; 06,98 ; 06,85 et 06,14% en fin de cycle. La diminution entre les stades début épiaison et floraison de 21,60 ; 17,49 ; 30,28 et 35,09 % respectivement pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarrossus*, est plus faible que celle observée par l'INRA (2007) pour le *Bromus catharticus* qui est de 40,15 % (de 12,7 à 7,6 %).

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB, augmente avec l'âge de la plante. Une différence d'environ 5,78 ; 6,54 ; 7,04 et 6,37 points a été constatée entre le début et la fin du cycle respectivement pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarrossus*. Les valeurs de CB de ces 04 espèces, sont proches de celles annoncées par l'INRA (2007) pour le *B. catharticus* avec respectivement 27,8 ; 31,7 et 33,4% aux stades : début épiaison, épiaison et floraison.

Tableau 05 : Composition chimique des espèces du genre *Bromus*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Bromus madritensis</i>					
- Début épiaison	27,52	91,07	09,49	29,62	(1), (2), (3),
- Epiaison	29,45	92,74	09,14	33,15	(5), (7), (8),
- Floraison	36,32	93,27	07,44	34,51	(9), (11),
- Laiteux	40,45	94,30	06,84	35,40	(18), (25)
<i>Bromus mollis</i>					
- Début épiaison	25,78	91,75	09,26	28,67	(1), (2), (3),
- Epiaison	30,12	92,23	09,19	33,28	(7), (8), (9),
- Floraison	33,78	93,08	07,64	33,83	(11), (18),
- Laiteux	37,33	93,47	06,98	35,21	(25)
<i>Bromus rigidus</i>	18,17				
- Montaison	25,60	88,72	10,50	27,57	(1), (2), (3),
- Début épiaison	29,83	91,09	09,84	29,41	(5), (7), (8),
- Epiaison	32,22	92,69	08,53	31,92	(9), (11),
- Floraison	38,55	93,23	07,36	33,58	(18), (25)
- Laiteux		93,63	06,85	36,45	
<i>Bromus squarossus</i>	25,36				
- Début épiaison	29,13	90,68	09,46	28,69	(1), (5), (7),
- Epiaison	34,69	91,94	09,04	30,64	(8), (9),
- Floraison	39,36	92,81	07,77	33,83	(11), (18),
- Laiteux		93,74	06,14	35,06	(25)

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (3) KIROUANI, 2004 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (7) HADDAD et SELMI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (9) GACEMI et MOUAICI, 2007 ; (11) ALLALI et SAADAOU, 2009 ; (18) BOUREGAA et LAGUEL, 2010 ; (25) BOUGUERN, 2016.

1.1.5. Le genre *Cynodon*

1.1.5.1. *Cynodon dactylon* L

Herbe à longue tige, rampante, enracinée aux nœuds de 10 à 50 cm de hauteur. Appelée communément chien dent, ces feuilles sont régulièrement disposées sur deux rangs opposés. Les limbes des feuilles sont linéaires, généralement velus et rugueux sur les deux bords (figure 11). L'inflorescence est composée de 3 à 7 épis en éventail de 1 à 8 cm de longueur. C'est une espèce vivace, se développant dans les prairies et sur les bords de chemins. Elle constitue la base de certains gazons (QUEZEL et SANTA, 1962).



Figure 11 : *Cynodon dactylon* au stade montaison

(Source : BOUAISSAOUI et KARIM, 2010)

La composition chimique de *Cynodon dactylon*, figure dans le tableau 06.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS trouvée par HADJ KACI, (2003) et BOUAISSAOUI et KARIM, (2010), pour cette espèce, est de 27,23 ; 29,62 ; 32,69 et 36,49 % aux 04 stades phénologiques. Soit une augmentation de 9,26 points du stade début épiaison au stade laiteux.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO de cette espèce, est pratiquement semblable aux 04 stades phénologiques (tableau 06). En effet la différence de MO entre le 1^{er} et le 4^{ème} stade n'est que de 2,32 points.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT diminue progressivement avec l'âge de cette plante. Elle passe de 9,37 % au 1^{er} stade à 6,50 % au 4^{ème} stade, soit une baisse de seulement 2,87 points. Cette faible évolution des MAT lors du cycle de cette plante serait liée à son rapport feuilles/tiges (espèce très feuillue).

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Comme pour les autres composants chimiques, cette espèce présente une faible évolution dans sa teneur en CB. En effet cette teneur augmente de 5,82 points seulement, passant de 26,78 % en début épiaison à 32,60 % au stade laiteux. Cela pourrait être vraisemblablement expliqué par le fait que c'est une espèce vivace, rampante et ayant des rhizomes ce qui lui permet d'emmagasiner constamment de l'humidité.

Tableau 06 : Composition chimique de *Cynodon dactylon*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Cynodon dactylon</i>				
- Début épiaison	27,23	90,51	09,37	26,78
- Epiaison	29,62	91,84	08,69	29,32
- Floraison	32,69	92,65	07,91	30,69
- Laiteux	36,49	92,83	06,50	32,60

Sources : (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010

1.1.6. Le genre *Dactylis*

1.1.6.1. *Dactylis glomerata* L

Plante vivace de longue durée, appelée communément dactyle aggloméré ou pied de poule. Très touffue, à racines profondes, croissant généralement par bouquets importants; son hauteur varie de 15 à 140 cm. Les feuilles sont assez souples de couleur verte bleutée, à nervures médianes saillantes et blanchâtres (figure 12). Elle possède une tige volumineuse, dressée et plate à la base. L'inflorescence est en panicule dans laquelle les épillets sont agglomérés en amas. Elle pousse dans les forêts et les pâturages (QUEZEL et SANTA, 1962).

Malgré sa consistance assez fibreuse, le dactyle produit en abondance un fourrage succulent, utilisable pour le pâturage, l'ensilage ou la fenaison, à condition qu'on ne le laisse pas exagérément mûrir, la plante est appétissante et peut être broutée par les bovins, la période de végétation est très longue. Il fournit de très bonnes coupes de repousse et possède une bonne teneur en protéines (WHYTE et COOPER, 1959, LAPEYRONIE, 1978).



Figure 12 : *Dactylis glomerata* au stade floraison

(Source : BEKHEDDA, 2009)

La composition chimique du Dactyle, est représentée dans le tableau 07.

➤ **Teneur en matière sèche (MS)**

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 (GILLET, 1983). Le dactyle présente une teneur en MS significativement différente entre les stades phénologiques. Cette teneur, augmente de la montaison (23,54%) au stade laiteux (41,49%), soit une augmentation de 17,95 points. Cette teneur est plus élevée que celle rapportée dans les tables de l'INRA (2007) pour le *Dactylis glomerata* cultivée, avec une teneur en MS de 16,3% au stade début épiaison, 16,7% en épiaison et 22,7% en floraison.

➤ **Teneur en matière organique (MO)**

La teneur en MO, qui caractérise la teneur en énergie de la plante, est élevée et augmente avec l'âge de la plante. En effet, MOULE (1980), montre que l'évolution de la teneur en MO suit la diminution de l'absorption minérale au fur et à mesure que la plante vieillit. Cette teneur en MO, est plus élevée au stade laiteux (93,08 %) qu'au stade montaison (86,72 %).

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT)**

SCHEHOVIC et al, 1985, indiquent que l'azote total est souvent considéré comme un facteur déterminant de l'appétabilité du fourrage. Son abondance dans les plantes jeunes, surtout dans les 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. C'est ainsi qu'avec l'âge, les plantes s'enrichissent en cellulose au dépend des matières azotées (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974).

La teneur en MAT, est inversement proportionnelle à celle des MS, MO et CB puisqu'elle diminue progressivement avec l'âge de la plante. Elle passe de 12,41 % au stade montaison à 7,30 % au stade laiteux, soit une diminution de 5,11 points. Notons que parmi toutes les espèces étudiées, le Dactyle est le plus pourvu en MAT. Les valeurs obtenues pour cette espèce, sont cependant plus faibles que celles annoncées par l'INRA (2007) pour le dactyle cultivé avec respectivement 15,9 ; 14,4 et 9,8 % en début épiaison, en épiaison et en floraison.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB)**

Selon JEANGROS et SCHEOVIC, 1996, plus la plante vieillit, plus le rapport feuilles / tige diminue, plus la teneur en cellulose brute augmente et la plante devient moins digestible.

Le dactyle (plante vivace) présente des teneurs en CB élevées, passant de 25,57 % au stade montaison à 35,91 % au stade laiteux, soit une augmentation de 10,34 points.

Tableau 07 : Composition chimique de *Dactylis glomerata*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Dactylis glomerata</i>					
- Montaison	23,54	86,72	12,41	25,57	(1), (2),
- Début épiaison	26,46	89,61	11,49	31,24	(5),(6), (8),
- Epiaison	31,24	90,28	09,61	32,75	(10), (12),
- Floraison	35,01	92,56	08,75	34,63	(19), (24)
- Laiteux	41,49	93,08	07,30	35,91	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ; (12) BEKHEDDA, 2009 ; (19) HADDACHE, 2010 ; (24) BENYOUCEF, 2016.

1.1.7. Le genre *Festuca*

1.1.7.1. *Festuca caerulescens*

Plante à feuilles vertes foncées (figure13), poilues sur les deux faces, caulinaires plus ou moins planes. Sa hauteur, est de 10 à 70 cm. La largeur des feuilles est de 2 mm, celle des limbes est de 3 à 5 mm. Les nervures, sont bien marquées à la face supérieure. La tige est dressée et mince. Les ovaires, sont poilus au sommet. On retrouve cette espèce dans les prairies, les bordures des chemins et les jachères (QUEZEL et SANTA ,1962).



Figure 13 : *Festuca caerulescens* au stade floraison

(Source : BOUAISSAOUI et KARIM, 2010)

La composition chimique de la Fétuque spontanée, est représentée dans le 08.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS de *Festuca caerulea*, est de 25,89 au stade début épiaison, 32,17 au stade épiaison, 35,75 au stade floraison et 42,19 % au stade laiteux. Ces valeurs, sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA (2007) pour la fétuque élevée avec respectivement 19,5 ; 20,9 et 23 % aux stades début épiaison, épiaison et floraison.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Cette espèce, présente une teneur en MO comparable entre les stades phénologiques. En effet, l'augmentation de cette teneur, au cour du cycle, est pratiquement nulle à faible ; elle n'est que de 0,25 ; 0,81 et 0,54 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade, entre celui-ci et le 3^{ème} stade et entre ce dernier et le 4^{ème} stade.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT de la fétuque spontanée, est de 9,47 % en début épiaison, 8,32 % en épiaison, 6,7 % en floraison et 6,33 % au stade laiteux. Ces valeurs, sont plus faibles que celles de la fétuque cultivée avec respectivement 12,9 ; 11,1 et 9,7 % aux stades début épiaison, épiaison et floraison (INRA, 2007).

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB de cette espèce, passe de 29,10 % au 1^{er} stade à 35,76 % au 4^{ème} stade, soit une augmentation de 6,66 points. Par rapport à la fétuque élevée, l'augmentation entre le début épiaison et la floraison (4,16 points) est plus faible (6,1 points) (INRA, 2007).

Tableau 08 : Composition chimique de *Festuca caerulea*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Festuca caerulea</i>				
- Début épiaison	25,89	90,98	09,47	29,10
- Epiaison	32,17	91,23	08,32	31,18
- Floraison	35,75	92,04	06,70	33,26
- Laiteux	42,19	92,58	06,33	35,76

Sources : (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010

1.1.8. Le genre *Hordeum*

1.1.8.1. *Hordeum murinum* L

Le genre *Hordeum*, comprend des espèces à petits grains, toutes sauvages (Orge des rats, orge maritime) et des espèces à gros grains comme l'orge cultivée qui dérive de l'espèce *Hordeum spontaneum* (DESCLAUDE, 1971).

L'Hordeum murinum, est une plante annuelle de 10 à 50 cm de hauteur, velue, à tige feuillue jusqu'au sommet, les feuilles sont assez étroites, planes, rudes, de couleur vert clair qui ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (figure 14). L'inflorescence est en épis de grande taille, constituée d'épillets à une fleur, groupés par 03 dont seul l'épillet central est fertile (CLEMENT et PRATS, 1971).



Figure 14 : *Hordeum murinum* au stade épiaison

(Source : SAIDANI, 2009)

La composition chimique de *l'Hordeum murinum* aux différents stades phénologiques, est représentée dans le tableau 09.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS de l'orge des rats, présente des valeurs différentes durant tout le cycle végétatif. Elle passe de 18,71 % au stade montaison, à 21,71 % au stade début épiaison, à 28,65 % au stade épiaison, à 31,17 % au stade floraison, et en fin à 41,41 % au stade laiteux. *L'Hordeum murinum* présente des valeurs différentes de celles de *l'Hordeum vulgare* avec respectivement 15 % et 24,8 % de MS en montaison et en début épiaison et une teneur comparable en floraison avec 31,9 % (CIHEAM 1990).

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, passe de 89,35 à 93,61 % du début à la fin du cycle de la plante. Par rapport aux autres espèces, l'orge présente une teneur intermédiaire entre les espèces étudiées dans se travail.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Les teneurs en MAT, passent de 10,93 % au stade montaison à 6,86 % au stade laiteux, soit une diminution de 4,07 points. Ces valeurs, sont inférieures à

celles rapportées dans les tables de l'INRA (1988) pour l'orge cultivé avec des valeurs de 15% à la montaison, 12% en début épiaison, 10% en fin épiaison et 8,5% à la floraison.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB de l'orge spontané, présente des valeurs proches entre les stades montaison (27,58 %) et début épiaison (27,93 %) et les stades floraison (35,34 %) et laiteux (36,16 %). Les teneurs de ces deux derniers stades, sont plus élevées que celles de l'orge cultivé avec respectivement 32,9 et 30 % aux stades floraison et laiteux (INRA, 2007).

Tableau 09 : Composition chimique del' *Hordeum murinum*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Hordeum murinum</i>					
Montaison	18,71	89,35	10,93	27,58	(1), (2), (5),
Début épiaison	21,71	91,50	09,40	27,93	(6), (8),(10),
Epiaison	28,65	92,91	08,24	31,62	(13), (16)
Floraison	31,17	93,37	07,62	35,34	
Laiteux	41,41	93,61	06,86	36,16	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ;(13) SAIDANI, 2009 ; (16) AISSOU et BOUROUBA (2010).

1.1.9. Le genre *Lagurus*

1.1.9.1. *Lagurus ovatus* L

Herbe droite ou ascendante de 10 à 70 cm de hauteur (figure15), communément appelée queue de lièvre. Ces feuilles, sont vert grisâtre, plates et couvertes de poiles soyeux. La gaine est lâche (gaine supérieure légèrement renflée). L'inflorescence est ovoïde ou courtement cylindrique, couvertes de poiles doux avec quelques arêtes saillantes. Epillets aux pédoncules très courts, a une fleure ornée de poils étalés avec une brosse mince. C'est une plante annuelle, qui se trouve en bordures des chemins et en jachères (SCHONFEDER, 1988 ; JAUZEIN, 1995).



Figure 15 : *Lagurus ovatus* au stade floraison

(Source : HADJ KACI, 2003)

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS de *Lagurus ovatus*, est de 21,27 au stade début épiaison, 27,17 au stade épiaison, 35,80 au stade floraison et 40,41 % au stade laiteux, soit une augmentation assez importante de 19,41 points du début à la fin du cycle de la plante. Les valeurs de MS de cette espèce, se rapprochent de celles de *Festuca caerulescens*.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Cette espèce, présente une teneur en MO pratiquement identique entre les 04 stades phénologiques. En effet, cette teneur est de 90,94 ; 91,28 ; 91,77 et 92,89 % lors, du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} stade. L'augmentation de cette teneur, au cour du cycle, n'est que de 1,95 points.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT de cette espèce, est de 9,73 % en début épiaison, 7,87 % en épiaison, 7,50 % en floraison et 6,33 % au stade laiteux ; soit des diminutions respectives d'un stade à un autre de 1,86 ; 0,37 et 1,17 points. Ces évolutions, montrent une différence non significative entre les stades épiaison et floraison.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB de cette espèce, passe de 27,72 % au 1^{er} stade à 34,67 % au 4^{ème} stade, soit une augmentation de 6,95 points.

Tableau 10 : Composition chimique de *Lagurus ovatus*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Lagurus ovatus</i>				
- Début épiaison	21,27	90,94	09,73	27,72
- Epiaison	27,17	91,28	07,87	30,11
- Floraison	35,80	91,77	07,50	33,50
- Laiteux	40,41	92,89	06,33	34,67

Sources : (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010

1.1.10. Le genre *Lamarckia*

1.1.10.1. *Lamarckia aurea* L

Herbe basse (8 à 50 cm de hauteur) à tiges droites ou ascendantes, à feuilles plates et souples, de couleur vert pâle (figure 16). La panicule est ovale est de grande taille (3 à 12 cm), tout d'abord verte, puis jaune doré. Les épillets sont écartés et unilatéraux sur des pédoncules velus, ils sont fertiles et entourés par 3 à 4 stériles. Cette plante se trouve dans les pâturages, cultures et jachères. (QUEZEL et SANTA, 1962, SCHONFELDER, 1988).



Figure 16 : *Lamarckia aurea* au stade floraison

(Source : HADJ KACI, 2003)

La composition chimique de *Lamarckia aurea*, figure dans le tableau 11.

➤ Teneur en matière sèche (MS).

La teneur en MS, augmente au cours du cycle avec l'âge de cette plante. Elle est de 26,56 ; 31,52 ; 33,05 et 42,70 % respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laitieux.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Lamarckia aurea, présente une teneur en MO comparable entre les 02 premiers stades (91,20 et 92,27 %) et entre les 02 derniers stades (94,06 et 94,42 %). A ce stade (laiteux), cette espèce est la plus pourvue en MO par rapport à toutes les espèces étudiées dans se travail.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Selon JEAN BLIAN et al, (1992), la teneur en matières azotées totales varie dans des proportions considérables en fonction de plusieurs facteurs dont le plus important est le stade de végétation. Ceci s'applique pour cette espèce puisqu'on constate, une diminution de 2,94 points entre le 1^{er} et le 4^{ème} stade phénologique.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

D'après JARRIGE et al, (1995), la teneur en CB augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut être aussi influencée par les facteurs agro climatiques en particulier les températures élevées. Les valeurs les plus faibles sont observées en début du cycle lors des stades début épiaison (26,15 %) et épiaison (30,32 %) ; alors que les plus élevées, apparaissent en fin du cycle au cours des stades floraison (33,51 %) et laiteux (35,36 %).

Tableau 11 : Composition chimique de *Lamarckia aurea*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Lamarckia aurea</i>				
- Début épiaison	26,56	91,20	09,12	26,15
- Epiaison	31,52	92,27	08,47	30,32
- Floraison	33,05	94,06	07,27	33,51
- Laiteux	42,70	94,42	06,18	35,36

Sources : (2) HADJ KACI, 2003 ; (17) BOUAISSAOUI et KARIM, 2010

1.1.11. Le genre *Lolium*

1.1.11.1. *Lolium multiflorum* L

Plante annuelle vigoureuse de 43 à 130 cm de hauteur, formant de fortes touffes (WHYTE et COOPER, 1959), de couleur verte assez claire (figure 17) à feuilles nombreuses, plates, allongées, aigues, brillantes et lisses (DUTHIL, 1987, cité par MOURAS et KAHIA, 2008). La gaine est cylindrique. L'épi est assez mince et comprimé de 10 à 50 cm de longueur.

Cette espèce appelée Ray-grass d'Italie, s'installe très vite et permet une bonne production au printemps, en revanche, elle supporte mal la chaleur estivale.

Son port droit lui confère une bonne adaptation à la fauche. Intéressante pour la fenaison et l'ensilage, en association avec les trèfles violets dans les prairies temporaires de courte durée. On l'inclut également dans les mélanges pour prairies permanentes afin d'obtenir une couverture rapide du sol (WHYTE et COOPER, 1959, ANONYME, 2004).



Figure 17 : *Lolium multiflorum* au stade floraison

(Source : SAIDANI, 2009)

La composition chimique du *Lolium multiflorum* aux différents stades phénologiques est représentée dans le tableau 12.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS augmente de 11,54 points entre le début et la fin du cycle du *Lolium multiflorum* (23,95 % au stade montaison et 35,49 % au stade laiteux). Les teneurs aux stades épiaison et floraison avec respectivement 30,28 et 32,9 %, sont assez proches. Les valeurs obtenues, sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA (2007), pour la même espèce cultivée : 16,5 % au stade début épiaison, 20,4 % au stade épiaison et 27,5 % au stade floraison. Cette différence importante, pourrait être due au fait que dans notre cas, c'est une espèce spontanée, prélevée sur des sols non labourés et non irrigués.

Cette baisse de la teneur en eau des végétaux s'explique selon HELLER (1977), par l'évolution du volume des vacuoles ; qui au fur et à mesure que les structures de la cellule se différencient (épaississement des membranes, développement des organes), la teneur en eau s'abaisse. Alors que RIVIERE (1978) annonce que les proportions d'eau varient en fonction de la phase végétale, de l'organe de la plante, de la saison et de la nature du sol et qu'à l'état jeune les plantes peuvent contenir jusqu'à 90% d'eau.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, est fonction de l'absorption minérale de la plante. Celle-ci régresse le long de son cycle de développement pour s'arrêter complètement en fin de cycle. DURU (1992) annonce que l'absorption des éléments minéraux cesse à partir de l'épiaison chez les espèces fourragères ce qui entraîne par déduction une augmentation de la teneur en MO. Dans notre cas, celle-ci passe de 88,46 à 93,61 % au cours du cycle, avec cependant des valeurs comparables entre les stades épiaison et floraison. Nos valeurs sont plus élevées que celles du *Lolium perenne* et *Lolium rigidum* qui présentent respectivement 90,8 et 89,5 % de MO au stade épiaison (CIHEAM, 1990) et celles du *Lolium multiflorum* qui présente respectivement 89,9 - 91,2 et 91,6 aux stades début épiaison, épiaison et floraison (INRA, 2007).

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Les teneurs en MAT sont inversement proportionnelles à celles de la MS, MO et CB puisqu'elles diminuent avec l'âge de la plante. Elles passent de 11,69 à 7,72 respectivement du 1^{er} au 5^{ème} stade. Entre l'épiaison et la floraison, les moyennes des teneurs obtenues lors des onze années, sont statistiquement comparables. Pour cette espèce, les variations les plus importantes interviennent entre la montaison et l'épiaison (moins 2,83 points) qui correspond à une modification notable de la morphologie de la plante. Les variations observées, seraient surtout dues aux modifications des tiges et du rapport feuilles/tiges. En effet d'après JEAN BLIAN et al, (1992), dans une plante la plus grande partie des matières azotées se trouve dans les feuilles. Cette différence serait due au fait en fonction de plusieurs facteurs dont le plus important est le stade de végétation.

Aux stades début épiaison et épiaison, nos valeurs, sont proches de celles annoncées par l'INRA, 2007 pour le ray-grass d'Italie cultivé (10,5 et 8,8 %), alors qu'en floraison, la notre est plus élevée (8,08 contre 6,0 %).

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

D'après JARRIGE et al, (1995), la teneur en CB augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut être aussi influencée par les facteurs agro climatiques en particulier les températures élevées.

Nous remarquons que les teneurs en CB du ray-grass, sont proches aux stades épiaison et floraison et entre les stades floraison et laiteux (tableau 12). Aux stades début épiaison et épiaison, les valeurs obtenues sont plus élevées que celles

annoncées par l'INRA (2007) pour la même espèce cultivée, avec respectivement 24,4 et 26,5 %.

Tableau 12 : Composition chimique de *Lolium multiflorum*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Lolium multiflorum</i>					
- Montaison	23,95	88,46	11,69	26,00	(1), (2), (3),
- Début épiaison	27,90	90,86	10,70	29,11	(5), (6), (8),
- Epiaison	30,28	92,38	08,86	31,36	(10), (13),
- Floraison	32,48	93,01	08,08	32,63	(20), (22),
- Laiteux	35,49	93,61	07,72	33,79	(24)

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (3) KIROUANI, 2004 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ; (13) SAIDANI, 2009 ; (20) MERMOURI, 2010 ; (22) LASSACI et SIFOUR, 2011 ; (24) BENYOUCEF, 2016.

1.1.12. Le genre *Oryopsis*

1.1.12.1. *Oryopsis miliacea* L

C'est une plante vivace de 40 à 185 cm de hauteur, appelé communément faux millet, à feuilles vert clair, à limbe plus long de 20 à 50 cm que large (figure 18). La tige est dressée et dure à la maturité. L'inflorescence est en panicule de grande taille, la gaine est cylindrique. Plante à vocation fourragère, se développe dans les côtés des chemins (QUEZEL et SANTA ,1962)



Figure 18 : *Oryopsis miliacea* au stade floraison

(Source : BEKHEDDA, 2009)

La composition chimique du faux millet aux différents stades phénologiques, est illustrée dans le tableau 13.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS varie en fonction du stade de développement de la plante ; elle passe de 25,41 au stade montaison à 44,04 % au stade laiteux, soit une augmentation de 18,63 points. Cette espèce, présente des différences importantes entre les stades phénologiques ; elles sont de l'ordre de + 5,49 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade, + 4,79 points entre celui-ci et le 3^{ème} stade, + 5,61 points entre ce dernier et le 4^{ème} stade et + 2,74 points entre le 4^{ème} et le 5^{ème} stade.

Au stade montaison, *Oryzopsis miliacea* présente une teneur plus élevée que celle rapportée dans les tables de l'INRA (1981) (22,9 %).

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, passe de 88,43 à 94,28 % du début à la fin du cycle de la plante avec des valeurs proches entre les stades épiaison et floraison. L'oryzopsis, présente les teneurs les plus élevées en MO au cour du cycle.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Au cours du cycle de cette plante, les teneurs en MAT, diminuent pour passer de 11,60 % en montaison à 9,32 % en début épiaison à 8,80 % en épiaison à 7,85 % en floraison et à 6,39 % au stade laiteux ; soit une diminution de 5,21 points.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB, est inversement proportionnelle à celle des MAT, elle augmente avec l'âge de la plante, passant de 28,07 % au stade montaison à 35,20 % au stade floraison et à 35,72 % au stade laiteux (valeurs comparables), soit une augmentation de 7,65 points. Au stade montaison, *Oryzopsis miliacea* présente une teneur comparable à celle rapportée dans les tables de l'INRA (1981) (27,9 %).

Tableau 13 : Composition chimique del' *Oryzopsis miliacea*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Oryzopsis miliacea</i>					
- Montaison	25,41	88,43	11,60	28,07	(1), (2), (3),
- Début épiaison	30,90	91,18	09,32	30,89	(5), (6), (8),
- Epiaison	35,69	92,89	08,80	32,98	(10), (12),
- Floraison	41,30	93,31	07,85	35,20	(21)
- Laiteux	44,04	94,28	06,39	35,72	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (2) HADJ KACI, 2003 ; (3) KIROUANI, 2004 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ; (12) BEKHEDDA, 2009 ; (21) MESKINE, 2010.

1.1.13. Le genre *Phalaris*

1.1.13.1. *Phalaris brachystachis*

Plante annuelle appelée communément alpiste à épis courts, de grande taille (20 à 120 cm de hauteur) formant souvent de grosses touffes à gaines aplaties au stade végétatif. La préfoliation est pliée, les feuilles sont longues, larges, carénées et glauques (vert bleu) à grande ligule translucide de forme irrégulière.

L'inflorescence est en panicule, ramifiée, de couleur verte à violette (figure 19). Le Fruit (les glumelles sont collées à la graine) de taille moyenne (6-7 mm avec arête), sont légèrement dentés, assez allongés, conservant une courte arête courbée ce qui donne à la graine un aspect de "virgule" (QUEZEL et SANTA ,1962).



Figure 19 : *Phalaris brachystachis* au stade floraison

(Source : BEKHEDDA, 2009)

La composition chimique du *Phalaris brachystachis* aux différents stades phénologiques, se trouve dans le tableau 14.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

Le *Phalaris brachystachis*, présente des teneurs en MS faibles et comparables lors des deux premiers stades avec respectivement 20,27 et 20,52 %. Par la suite, on remarque une évolution remarquable entre le stade début épiaison (20,52 %) et le stade épiaison (27,40 %) et entre ce dernier et le stade laiteux (38,81 %), soit une augmentation respective de 6,88 et 11,41 points. L'INRA, 1988, annonce pour le *Phalaris truncata* des teneurs en MS de 16,3 % au stade feuillu et 51,4 % au stade épiaison.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO de cette espèce, est comparable entre les trois premiers stades avec respectivement 88,46 ; 89,72 et 89,68 % ; elle l'est également entre les deux derniers stades avec 91,43 et 92,23 %. Pour le *Phalaris truncata*, cette teneur est de 88,1 % au stade feuillu et 92,6 % au stade épiaison (INRA, 1988).

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Les teneurs en MAT, diminuent avec l'âge de la plante. Elles passent de 11,23 à 10,88 puis 8,22 ; 7,86 et enfin à 6,12 % et ce du 1^{er} au 5^{ème} stade phénologique. La diminution au cours du cycle de la plante est d'environ 45 %. On remarque cependant que l'alpiste, présente parmi les teneurs les plus élevées par rapport aux autres espèces.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB augmente significativement avec le développement de la plante ; où l'on a constaté une différence de 10,92 points entre le début et la fin du cycle. Cette augmentation est plus élevée que celle de l'Oryzopsis (7,65 points). Pour le *Phalaris truncata*, cette teneur est de 22,7 % au stade feuillu et 40 % au stade épiaison (INRA, 1988).

Tableau 14 : Composition chimique de *Phalaris brachystachis*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Phalaris brachystachis</i>					
- Montaison	20,27	88,46	11,23	26,93	(1), (6), (8),
- Début épiaison	20,52	89,72	10,88	30,63	(10), (12),
- Epiaison	27,40	89,68	08,22	33,09	(16)
- Floraison	32,01	91,43	07,86	34,73	
- Laiteux	38,81	92,23	06,18	37,85	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (6) MEDAOUAR et SEHAIRI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (12) BEKHEDDA, 2009 ; (16) AISSOU et BOUROUBA, 2010.

1.1.14. Le genre *Vulpia*

1.1.14.1. *Vulpia sicula*

C'est une plante annuelle appelée également queue de chacal, à feuilles vert clair. Les panicules, sont dressées (figure 20), sub unilatérales, de 5 à 20cm, la glume inférieure est uninervée, la supérieure est trinervée (QUEZEL et SANTA, 1962).



Figure 20 : *Vulpia sicula* au stade floraison

(Source : ALLALI et SAADAoui, 2009)

Les teneurs en composants chimiques de *Vulpia sicula*, figurent dans le tableau 15.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

Vulpia sicula, présente des teneurs en MS différentes entre les stades phénologiques. Elle passe de 24,76 % en début épiaison à 36,13% au stade laiteux, soit une augmentation de 11,37 points.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, est proche entre les stades début épiaison et épiaison et entre les stades floraison et laiteux. Le maximum est atteint au stade laiteux avec une teneur de 93,41 %. Ceci est lié directement à la teneur en MM où l'on a constaté une faible teneur à ce stade.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Les teneurs en MAT, passent de 9,23 % au 1^{er} stade à 8,85 % au 2^{ème} stade à 7,64 % au 3^{ème} stade puis à 6,22 % au 4^{ème} stade, soit une diminution totale au cours du cycle de 3 points. Comparer aux autres espèces spontanées étudiées, celle-ci est faiblement pourvue en azote.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB, passe de 29,41 % lors du 1^{er} stade à 31,17 % au second, à 32,68 % au 3^{ème} et à 34,38 % au dernier stade du cycle de cette plante, soit une augmentation de 5 points.

Tableau 15 : Composition chimique de *Vulpia sicula*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
1. <i>Vulpia sicula</i>					
- Début épiaison	24,76	91,43	09,23	29,41	(2), (5), (7), (8), (10), (11), (16)
- Epiaison	29,63	92,71	08,85	31,17	
- Floraison	34,83	93,28	07,64	32,68	
- Laiteux	36,13	93,47	06,22	34,38	

Sources : (1) BENSEDDIK, 2002 ; (5) ADAOURI et YAHIAOUI, 2005 ; (7) HADDAD et SELMI, 2006 ; (8) BENMOUSSA et TOUIR, 2007 ; (10) MOURAS et KAHIA, 2008 ; (11) ALLALI et SAADAOU, 2009 ; (16) AISSOU et BOUROUBA, 2010.

1.2. Caractéristiques botaniques et chimiques des graminées cultivées

1.2.1. *Avena sativa* L

Avena sativa L., est une espèce, annuelle, rustique, cultivée dans les régions tempérées (ITGC, 2006 ; HUSSON et al, 2012). Les racines sont fasciculées, relativement puissantes, pouvant s'enraciner jusqu'à plus de 1,5 m. Aussi, l'avoine peut produire des racines adventives au niveau des nœuds.

La tige est cylindrique, de 25 à 150 cm de haut (figure 21), au port dressé, simples ou ramifiées à la base, elle développe un tallage important. Les feuilles, sont habituellement glabres, ont une largeur de 2 à 10 mm, engainant les tiges. Elles présentent une ligule blanche de 2 à 5 mm au niveau de leur insertion sur la tige (HUSSON et al, 2012).

Les inflorescences sont des panicules lâches. Elles mesurent 8 à 30 cm de long, portant des épillets de deux à trois fleurs, mesurant 20 à 25 mm de long. Les fleurs sont arrangées en épillets de 16 à 24 mm à pédoncules barbus, retombants et protégés par deux glumes nervurées presque égales et dépassant la fleur (HUSSON et al, 2012). Le lemme est induré, sauf au sommet, et adhère aux grains, un caryopse indéhiscent à graine unique soudé au péricarpe. (LENON et al, 2012).



Figure 21 : *Avena sativa* au stade floraison

(Source : <https://www.google.com/url.dreamstime.photo-champ-avoine>)

La teneur en MS de l'avoine cultivée, est représentée dans le tableau 16.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

La teneur en MS, augmente avec l'âge des plantes. Une comparaison intra espèce entre les cinq stades phénologiques, montre des différences notables dans cette teneur entre les stades : montaison (16,66 %) et début épiaison (20,24 %) ; épiaison (21,85 %) et floraison (28,79 %) ; floraison et laiteux (36,77 %). Ainsi, l'avoine débute le cycle avec 16,66 % et le termine avec 36,77 %, soit un accroissement de 20,11 points.

GILLET, 1980, note que la teneur en MS varie en fonction du stade de développement de la plante et qu'elle évolue aussi en fonction de la composition morphologique et la vitesse de la croissance de l'herbe.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, est fonction de l'absorption minérale de la plante. Celle-ci régresse le long de son cycle de développement pour s'arrêter complètement en fin de cycle. DURU (1992) annonce que l'absorption des éléments minéraux cesse à partir de l'épiaison chez les espèces fourragères ce qui entraîne par déduction une augmentation de la teneur en MO.

A l'exception du stade montaison, où la teneur en MO est de 88,46 %, les autres stades, présentent des teneurs très proches allant de 91 % en début épiaison à 92,27 % au stade laiteux. Les valeurs obtenues chez l'avoine, sont proches de

celles annoncées par l'INRA (2007) pour *Avena sativa* aux stades montaison, début épiaison, floraison et laiteux avec respectivement : 87,9 – 90,5 - 90 et 92,8 %.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT de l'avoine, passe de 13,19 à 7,50 % entre le début et la fin du cycle, soit une régression de 6,4 points ; avec toute fois, des valeurs comparables entre les stades épiaison, floraison et laiteux (tableau 16).

Nos résultats, sont comparables avec ceux annoncés par le CIHEAM (1990) avec des valeurs de 7,6 % en épiaison et 7,4 % en floraison. Ils sont aussi comparables avec ceux de la fléole qui présente des valeurs moyennes de 7,7 et 7,2 %, respectivement aux stades épiaison et floraison (INRA, 1998).

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Pour cette espèce, la teneur en CB, augmente progressivement d'un stade phénologique à un autre. Ces augmentations, sont de 3,85 ; 1,91 ; 2,41 et 2,46 points du début à la fin du cycle. Ces résultats, sont presque équivalents à ceux publiés par le CIHEAM (1990) pour l'avoine cultivée avec respectivement : 30,8 - 30,9 - 31,8 - 31,9 et 32,3 % aux stades montaison, début épiaison, fin épiaison, floraison et laiteux pâteux. Ils sont également proches de ceux obtenus par l'INRA (2007) aux stades épiaison (30,2 %) et floraison (33,3%) et par CHEKIKENE (2010) avec *Avena sterilis* qui en faisant la moyenne des résultats de huit années, a trouver : 27,23 – 28,71 – 32,35 – 33,94 et 35,39 % respectivement aux stades, montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux pâteux.

Tableau 16 : Composition chimique d'*Avena sativa*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Avena sativa</i>					
- Montaison	16,66	88,46	13,19	25,50	(4), (14), (23), (26)
- Début épiaison	20,24	91,00	08,91	29,31	
- Epiaison	21,85	92,11	07,81	31,26	
- Floraison	28,79	91,61	07,50	33,67	
- Laiteux	36,77	92,27	07,50	36,13	

Source : (4) HARIZ, 2004 ; (14) ZEKRI, 2009 ; (23) CHABACA et CHIBANI, (2010) ;(26) AISSANI et CHANANE, 2012.

1.2.2. *Hordeum vulgare*

L'orge appartient au genre *Hordeum*, à la tribu des Triticeae de la famille des Poaceae (Gramineae). La tribu des Triticeae est un groupe de plantes tempérées

regroupant plusieurs céréales économiquement importantes ainsi qu'environ 350 espèces sauvages (VON BOTHMER 1992 in ANONYME, 2008).

L'orge cultivée, est une céréale annuelle d'hiver (ITGC, 2006). Les racines de l'orge, sont fibreuses et de type fasciculé. Les tiges sont robustes et dressées, à pailles creuses (figure 22). Les feuilles sont planes et rudes, la ligule est membraneuse et courte (moins de 3mm). Les oreillettes sont glabres en crochet bien développées comme celles du blé. La gaine est non velue (MOULE, 1971).

L'inflorescence est un épi anguleux en forme d'épillets imbriqués. En dégageant délicatement l'épi, on trouve 3 épillets à chaque nœud pour l'orge à 6 rangs (on trouverait un seul épillet par nœud sur l'orge à 2 rangs). Les épillets, tous fertiles, sont aristés (avec des arêtes) comprenant une seule fleur. À la base de chaque épillet se trouvent deux glumes étroites, minces et terminées par une longue pointe. Elles sont linéaires atténuées en arête. Les glumelles sont presque égales et possèdent des arêtes dressées longues de 10 à 20 cm.

Le fruit est un caryopse ovale, de poids moyen variable selon les espèces : environ 45 mg pour l'orge. Il est dit "*vêtu*" dans la mesure où il reste inséré dans les glumelles au cours de la dissémination (MOULE, 1971).



Figure 22 : *Hordeum vulgare* au stade épiaison

(Source : <https://www.google.com/griciculture-culture-d'orge>)

La teneur en MS de l'orge cultivée, figure dans le tableau 17.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

L'orge cultivé, présente de faibles teneurs en MS en montaison et début épiaison (12,67 et 20,64 %). Ces teneurs, passent à 24,67 ; 28,54 et 32,32 % respectivement en épiaison, floraison et grains laitieux. Soit une évolution de 19,65

points du début à la fin du cycle. Cette baisse de la teneur en eau des végétaux s'explique selon HELLER (1977), par l'évolution du volume des vacuoles ; qui au fur et à mesure que les structures de la cellule se différencient (épaississement des membranes, développement des organes), la teneur en eau s'abaisse.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

La teneur en MO, est comparable entre les deux premiers stades (88,07 et 87,92 %) ; elle augmente de pratiquement 3 points à l'épiaison pour atteindre une teneur de 90,84 % ; puis de 2 points à la floraison (93 %) qui est comparable au 5^{ème} stade (93,27%). Cette teneur en MO, est fonction de l'absorption minérale de la plante qui régresse le long de son cycle de développement pour s'arrêter complètement en fin de cycle. L'évolution de la composition morphologique peut expliquer aussi, les variations de la MO. Généralement en 1^{er} cycle, les limbes foliaires sont plus riches en minéraux que les tiges et les gaines (MOULE, 1980). Ces teneurs, sont plus élevées que celles rapportées par l'INRA (2007) aux stades montaison, épiaison, floraison et laiteux pâteux avec respectivement 86,20 ; 87,50 ; 90,60 et 91,60 %.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

L'orge, présente un pourcentage de 13,53 au 1^{er} stade et de 7,96 au 5^{ème} stade, soit une diminution de 5,57 points. Notons que les valeurs du 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} stade, se rapprochent. On en conclut que les variations observées à partir de la floraison sont surtout dues aux modifications des tiges et du rapport feuilles/tiges. En effet, JEAN BLIAN et al, (1992), notent que dans une plante, la plus grande partie des matières azotées se trouve dans les feuilles.

Ces teneurs, sont plus élevées que celles rapportées par l'INRA (2007) aux stades montaison (13,53 contre 12,30 %) et épiaison (10,67 contre 08,40 %) et par CHAIB-DERAA et REHAIMINE (2009) au stade montaison avec 12,46%.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Selon JARRIGE et al, (1995), la teneur en CB augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut être aussi influencée par les facteurs agro climatiques en particulier les températures élevées. En effet, pour cette espèce, la teneur en CB augmente de 12,26 points du début à la fin du cycle. Les taux les plus élevés ont été enregistrés aux stades floraison et laiteux avec 34,71 et 35,29 %.

Tableau 17 : Composition chimique de l'*Hordeum vulgare*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Hordeum vulgare</i>					
- Montaison	12,67	88,07	13,53	23,64	(4), (14), (23), (26)
- Début épiaison	20,64	87,92	10,17	30,90	
- Epiaison	24,67	90,84	10,67	31,24	
- Floraison	28,54	93,00	09,11	34,71	
- Laiteux	32,32	93,27	07,96	35,29	

Source : (4) HARIZ, 2004 ; (14) ZEKRI, 2009 ; (23) CHABACA et CHIBANI, (2010) ; (26) AISSANI et CHANANE, 2012.

1.2.3. *Lolium multiflorum*

Le ray-grass d'Italie, est une graminée fourragère herbacée annuelle ou bisannuelle selon les régions. Elle est plus ou moins gazonnante, d'une longueur variable de 60 à 120 cm (ITGC, 2011). Les racines, sont de type fasciculé avec un chevelu dense. Les tiges, à préfoliation enroulée (section cylindrique ou ovoïde) sont souvent teintées à la base en rouge claire. La plante est non velue. Les feuilles sont larges à bords lisses, longues et souples, de couleur vert-foncé (figure 23), leur surface inférieure est luisante et en forme de V, les oreillettes sont petites et très embrassantes, (ITGC, 2011).

L'inflorescence est formée d'épis composés d'épillets aristés, lancéolés et appliqués sur l'axe. Les épillets sont nombreux, plus ou moins espacés à la base, plus ou moins serrés au sommet. Les graines sont des caryopses, de petite dimension, le poids de 1000 grains est variable, selon la ploïdie (nombre de chromosomes), celui des tétraploïdes est plus important (ITGC, 2011).

Chez le Ray-grass d'Italie, on distingue deux types de variétés :

Le type alternatif : c'est le type précoce, qui épis dès la première année d'installation et fournit très vite après le semis, une grande quantité de tiges et permet de produire en début d'été (fin juin, début juillet) un ensilage ou un foin.

On distingue des variétés précoces telles que : *Avance* et *Billion* ; semi précoce : *Promenade* et tardive : *Lutil*.

Le type non alternatif : ce type, n'épis pas la première année, il procure à l'éleveur un fourrage entièrement végétatif et sa production n'est intéressante que sous irrigation. Les variétés les plus connues sont : *Mégamo*, *Sabalanet Sérénade* (BETIN, 1975).

Selon l'ITGC, 2011, le niveau de ploïdie différencie entre les variétés : les diploïdes produisent moins de matière sèche que les tétraploïdes qui ont un grain plus gros, des feuilles plus larges et plus foncées et qui sont plus riches en eau. Selon AHMIM et al, 1975, les tétraploïdes ont une production significativement, plus élevée, le rendement étant supérieure de 10 à 12%.

Selon BETIN, 1975, les variétés du type non alternatif, sont incontestablement les plus intéressantes pour l'éleveur. Les Critères de choix des variétés sont : Pérennité, Alternativité, Résistance aux rouilles et ploïdie.



Figure 23 : *Lolium multiflorum* au stade montaison

(Source : <https://www.google.com/italian-ryegrass-lolium-multiflorum>)

La composition chimique du ray-grass cultivé, est illustrée dans le tableau 18.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

Une comparaison intra espèce entre les stades phénologiques, montre des différences significatives dans cette teneur, sauf entre les stades début épiaison et épiaison (19,49 et 20,72 %). Ainsi, le ray-grass débute le cycle avec 14,50 % et le termine avec 40,50 %, soit un accroissement de 26 points. Cette teneur élevée au stade laiteux, peut s'expliquer par le fait que le ray-grass, perd pratiquement toutes ces feuilles en fin de cycle (le rapport feuilles / tiges, n'est que de 0,25 (AISSANI et CHANANE, 2012)).

GILLET, 1980, note que la teneur en MS varie en fonction du stade de développement de la plante et qu'elle évolue aussi en fonction de la composition morphologique et la vitesse de la croissance de l'herbe.

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

L'évolution de la composition morphologique peut expliquer, les variations de la MO. Généralement en 1^{er} cycle, les limbes foliaires sont plus riches en minéraux que les tiges et les gaines (MOULE, 1980).

Une comparaison des teneurs en MO de cette espèce, révèle des valeurs comparables entre les différents stades. Le ray-grass, est riche en matières minérales. En effet sa teneur en MO est la plus faible parmi les espèces étudiées : 87,03 – 91,21 – 90,83 – 90,00 et 90,45 %, respectivement du 1^{er} au 5^{ème} stade phénologique.

La teneur du *Lolium multiflorum* au stade épiaison (90,83 %), est proche de celles du *Lolium perenne* et *Lolium rigidum* qui présentent respectivement 90,8 et 89,5 % de MO au même stade (CIHEAM, 1990).

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

La teneur en MAT du ray-grass, passe de 11,56 % au stade montaison à 12,74 % au stade début épiaison puis régresse jusqu'au stade laiteux pour atteindre une teneur de 08,95 %, soit une diminution de presque 04 points. Aux stades début épiaison, épiaison et floraison, nos valeurs, sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA, 2007 pour le ray-grass d'Italie, respectivement : 12,74 contre 10,50 %, 12,23 contre 08,80 % et 09,20 contre 06,00 %.

On en conclut que les variations observées à partir de la floraison sont surtout dues aux modifications des tiges et du rapport feuilles/tiges. En effet, JEAN BLIAN et al, (1992), notent que dans une plante, la plus grande partie des matières azotées se trouve dans les feuilles. De même, JARRIGE et al, (1995), notent que les plantes s'appauvrissent en matières azotées au cours de leur croissance avec la sénescence de leurs organes aériens.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

Selon JARRIGE et al, (1995), la teneur en CB augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut être aussi influencée par les facteurs agro climatiques en particulier les températures élevées. En effet, dans notre cas, les taux les plus élevés ont été enregistrés en fin de cycle (32,25 et 32,48 % aux stades floraison et laiteux).

Pour le *Lolium multiflorum*, les teneurs en CB obtenues, sont proches de celles du *Lolium multiflorum* spontané aux stades début épiaison (29,30 contre 29,11 %), épiaison (29,16 contre 31,36 %), floraison (32,25 contre 32,63 %) et laiteux

(32,48 contre 33,79 %). Par contre en début épiaison, épiaison et floraison, les valeurs obtenues sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA (2007) pour la même espèce, avec respectivement 24,4 ; 26,5 et 30,7 %.

Tableau 18 : Composition chimique du *Lolium multiflorum*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS	Sources
<i>Lolium multiflorum</i>					
- Montaison	14,50	87,03	11,56	28,58	(14), (23), (26)
- Début épiaison	19,49	91,21	12,74	29,30	
- Epiaison	20,72	90,83	12,23	29,16	
- Floraison	26,76	90,00	09,20	32,25	
- Laiteux	40,50	90,45	08,95	32,48	

Source : (14) ZEKRI, 2009 ; (23) CHABACA et CHIBANI, (2010) ;(26) AISSANI et CHANANE, 2012.

1.2.4. *Sorghum bicolor*

Le *Sorghum bicolor*, est une plante herbacée annuelle ou vivace (FAO, 1995). Ces tiges, sont dressées, robustes, aux entrenœuds pleins, pouvant atteindre 100 à 600 cm de long et 50 à 300 mm de diamètre et portent une panicule terminale. C'est une plante qui ressemble au maïs et à la canne à sucre (CLAYTON et al, 2018).

Le sorgho commun a un système racinaire fibreux, très étendu et a la capacité de devenir dormant dans les périodes de stress hydrique, ce qui contribue à la résistance à la sécheresse de la plante et en fait une culture adaptable dans les systèmes agricoles marginaux des zones arides (ANONYME, 2017).

Les feuilles, ressemblent à celle du maïs, et ont un limbe plat, linéaire à lancéolé, largement arrondi à la base, de 30 à 100 cm de long sur 5 à 10 mm de large, et une ligule membraneuse de 1 à 3 mm de long. Elles sont disposées de façon alterne sur les côtés opposés de la tige et on compte de 14 à 18 feuilles sur une plante adulte au moment de la floraison (CLAYTON et al, 2018).

L'inflorescence est une panicule ouverte ou contractée (figure 24), lancéolée, ovale ou globuleuse, non verticillée, de 4 à 50 cm de long sur 2 à 20 cm de large, aux ramifications terminées par un racème. Les ramifications primaires de la panicule sont apprimées ou étalées. Le pédoncule est droit ou recourbé vers le bas. Les racèmes comptent de 1 à 6 épillets fertiles, sessiles (CLAYTON et al, 2018).

Le fruit est un caryopse de 4 mm environ, qui est exposé à maturité entre lemme et paléole écartées. Son taux d'humidité à maturité est encore relativement élevé (25 à 30 %) et la récolte doit être séchée rapidement (CLAYTON et al, 2018).



Figure 24 : *Sorghum bicolor* au stade montaison
(Source : <https://www.google.com/culture-du-sorgho>)

La composition chimique du sorgho, est rapportée dans le tableau 19.

➤ **Teneur en matière sèche (MS).**

Le sorgho, présente de faible teneur en MS. Celle-ci passe de 16,40 % au stade montaison à 24,90 % au stade laiteux, soit une augmentation de 8,5 points. Cette faible teneur en MS, est vraisemblablement liée au fait d'une part que c'est une culture irriguée et d'autre part à la morphologie de l'espèce (tiges et limbes volumineuses emmagasinant des quantités importantes d'eau).

➤ **Teneur en matière organique (MO).**

Cette espèce, présente des teneurs en MO élevées et comparables entre les stades début épiaison, épiaison et floraison (91,25 ; 91,30 et 92,65 %). Au stade montaison, cette teneur est de 88,70 %, alors qu'elle est de 94,20 % au stade laiteux, soit une augmentation de + 5,5 points.

➤ **Teneur en matières azotées totales (MAT).**

Le sorgho, est une espèce à faible teneur en MAT. En effet, celle-ci est de 9,20 ; 9,50 ; 7,85 ; 7,15 et 6,20 % respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux. Soit une diminution avec l'âge de la plante de 3 points. Les valeurs obtenues pour cette espèce, sont plus faibles que celles annoncées par l'INRA (2007) pour les cinq stades phénologiques avec respectivement : 19 ; 12,2 ; 10,8 ; 8,7 et 6,9 % en montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux.

➤ **Teneur en cellulose brute (CB).**

La teneur en CB du sorgho, fluctue au cours du cycle de la plante. Elle passe de 27,50 % au stade montaison, à 31,30 % en début épiaison à 32,15 % au stade épiaison, puis à 31,75 % au stade floraison et enfin à 30,20 % au stade laiteux. Aux mêmes stades respectifs, l'INRA (2007) rapporte les teneurs suivantes : 26,4 ; 30,4 ; 32,3 ; 32,1 et 30,7 %, soit des teneurs très proche du sorgho cultivé en Algérie.

Tableau 19 : Composition chimique du *Sorghum bicolor*

Espèces / stades	MS en %	MO % MS	MAT % MS	CB % MS
<i>Sorghum bicolor</i>				
- Montaison	16,40	88,70	09,20	27,50
- Début épiaison	20,45	91,25	09,50	31,30
- Epiaison	22,30	91,30	07,85	32,15
- Floraison	24,55	92,65	07,15	31,75
- Laiteux	24,90	94,20	06,20	30,20

Source : (14) ZEKRI, 2009 ; (23) CHABACA et CHIBANI, (2010).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Objectif

L'objectif de ce travail, consiste en une estimation de la valeur alimentaire des graminées spontanées et cultivées de la région centre de l'Algérie tout au long de leurs cycles de développement à partir de leurs constituants chimiques classiques (MS, MO, MAT, CB) en utilisant des équations de prédiction mises au point par l'INRA de France (2007) et par CHABACA et CHIBANI (2010).

2. Matériel végétal

Les équations de prédiction de la valeur alimentaire, ont été appliquées sur les résultats de la composition chimique des espèces fourragères suivantes :

2.1. Graminées Spontanées :

Il s'agit de vingt (20) espèces : *Aegilops triuncialis*, *Avena alba*, *Avena sterilis*, *Brachypodium silvaticum*, *Brisa maxima*, *Brisa minor*, *Bromus madritensis*, *Bromus mollis*, *Bromus rigidus*, *Bromus squarrossus*, *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Festuca caerulescens*, *Hordeum murinum*, *Lagurus ovatus*, *Lamarckia aurea*, *Lolium multiflorum*, *Oryzopsis miliacea*, *Phalaris brachystachis* et *Vulpia sicula*. Ces espèces, ont été récoltées en vert entre 2002 et 2016 aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux dans la région centre de l'Algérie. Leurs composition chimique, a été déterminée au niveau du laboratoire d'analyses fourragères du département des sciences agronomiques de Blida par les étudiants des promotions sortantes (Ingénieurs et Master 2) : BENSEDDIK, (2002) ; HADJ KACI, (2003) ; KIROUANI, (2004) ; ADAOURI et YAHIAOUI, (2005) ; HADDAD et SELMI, (2006) ; MEDAOUAR et SEHAIRI, (2006) ; BENMOUSSA et TOUIR, (2007) ; GACEMI et MOUAICI, (2007) ; MOURAS et KAHIA, (2008) ; ALLALI et SAADAOUI, (2009) ; BEKHEDDA, (2009) ; SAIDANI, (2009) ; AISSOU et BOUROUBA (2010) ; BOUREGAA et LAGUEL, (2010) ; BOUAISSAOUI et KARIM, (2010) ; CHEKIKENE, (2010) ; HADDACHE, (2010) ; MERMOURI, (2010) ; MESKINE, (2010) ; LASSACI et SIFOUR, (2011) ; BENYOUCEF, (2016) et BOUGUERN, (2016).

2.2. Graminées cultivées :

Il s'agit de quatre (04) espèces : *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum* et *Sorghum bicolor*. Ces espèces, ont été récoltées en vert en 2004, 2009, 2010 et 2012 aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux dans la région centre de l'Algérie. Leurs composition chimique, a été déterminée au niveau du laboratoire d'analyses fourragères du département des sciences

agronomiques de Blida et l'INA d'El Harrach par: HARIZ, (2004) ; ZEKRI, (2009) ; CHABACA et CHIBANI, (2010) et AISSANI et CHANANE, (2012).

NB : les auteurs et les années de prélèvements pour chaque espèce (spontanée et cultivée), figurent au niveau des tableaux de la composition chimique présentés dans la partie bibliographique. Par conséquent, les valeurs de composition chimique présentées dans ce document, sont la moyenne des résultats obtenus au cours de ces années.

3. Composition chimique.

Les techniques d'analyses chimiques utilisées par ces différents auteurs, ont été celles de l'AOAC (1990) et ont concernées : la matière sèche (MS) analytique (105 °C / 24 heures), les cendres (MM) (au four à moufle à 200 °C / 1h30' et à 500 °C / 2h30'), la matière organique (MO) (par déduction MS – MM), les matières azotées totales (MAT) (par la méthode Kjeldahl) et la cellulose brute (CB) (par la méthode de Weende).

4. Equations de prédiction de la valeur alimentaire.

4.1. Equations de prédiction de la valeur alimentaire de l'INRA (2007).

Les équations utilisées, ont permis d'estimer :

- La teneur en parois totales (NDF) et en lignocellulose (ADF)
- La teneur en énergie brute (EB)
- La digestibilité de la matière organique (dMO)
- Les valeurs énergétiques (UFL et UFV)
- Les valeurs azotées (PDIN et PDIE)
- L'ingestibilité chez les ovins ($Q_i \text{ MS g/kg P}^{0,75}$)
- Les valeurs d'encombrement (UEM, UEL et UEB)

4.1.1 Equations de prévision des parois cellulaires.

Relation entre la teneur en parois totales (NDF) et la teneur en cellulose brute (CB) :

- **NDF = 0,90 CB + 306** pour les graminées fourragères spontanées
- **NDF = 1,14 CB + 260** pour les graminées fourragères cultivées

Avec NDF et CB en g / Kg de MS.

Relation entre la teneur en lignocellulose (ADF) et la teneur en cellulose brute (CB) :

- **ADF = 0,83 CB + 76** pour les graminées fourragères spontanées

- **NDF = 0,95 CB + 40** pour les graminées fourragères cultivées
Avec ADF et CB en g / Kg de MS.

4.1.2. Equations de prévision de la valeur énergétique.

- **EB = 4531 + 1,735 MAT + Δ**

EB = énergie brute en Kcal / Kg de MO.

MAT = matières azotées totales en g/Kg de MO.

Δ = - 71 pour les graminées fourragères cultivées.

Δ = + 82 pour les graminées fourragères spontanées

- **EB = 4478 + 1,265 MAT** pour le sorgho en vert
- **EM = EB x dE x (EM / ED).**

EM = énergie métabolisable en Kcal / Kg de MS.

EB = énergie brute en Kcal / Kg de MS.

dE = digestibilité de l'énergie en %.

- **EM / ED = (84,17 – 0,0099 CBo – 0,0196 MATo + 2,21 NA) / 100.**

EM/ED rend compte des pertes d'énergie sous forme de gaz et dans les urines.

CBo = teneur en CB en g/Kg de MO.

MATo = teneur en MAT en g/Kg de MO.

NA = niveau alimentaire = 1,7 chez les fourrages verts.

4.1.3. Equations de prévision de la digestibilité de la MO (dMO).

- **dMO = 90,1 - 0,095CB + 0,044 MAT** pour les graminées fourragères spontanées
 - **dMO = 90,8 – 0,091 CB + 0,035 MAT** pour les graminées fourragères cultivées
- dMO en %, MAT et CB en g / Kg de MS.

4.1.4. Equation de prévision de la digestibilité de l'énergie (dE).

- **dE = 0,957 dMO – 0,068** pour les graminées cultivées et spontanées
- dE = digestibilité de l'énergie, elle est fonction de la dMO de l'aliment.
dE et dMO en %.

4.1.5. Calculs des valeurs énergétiques.

- **UFL / Kg de MS = ENL / 1700.**
 - **UFV / Kg de MS = ENEV / 1820.**
- UFL = unité fourragère lait.
UFV = unité fourragère viande.
- **ENL = EM x KI** en Kcal / Kg.
 - **ENEV = EM x Kmf** en Kcal / Kg.

EM = énergie métabolisable en Kcal / Kg de MS.

- $KI = 0,60 + 0,24 (q - 0,57)$ = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de lait.
- $Km = 0,287 q + 0,554$ = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien.
- $Kf = 0,78 q + 0,006$ = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de viande.
- $Kmf = (Km \times Kf \times 1,5) / (Kf + 0,5 Km)$
- $q = EM / EB$ = concentration en EM de l'aliment.

4.1.6. Equation de prévision de la Dégradabilité théorique des MAT de l'aliment dans le rumen (DT).

- $DT = 51,2 + 0,14 MAT - 0,00017 MAT^2 + \Delta$

DT en %, MAT en g / Kg de MS.

$\Delta = 8,8$ pour les graminées cultivées

$\Delta = 4,4$ pour les graminées spontanées

4.1.7. Equation de prévision de la digestibilité réelle des acides aminés alimentaires dans l'intestin grêle (dr).

- $dr = 100 \times [1,11 \times (1 - DT / 100) \times MAT - PANDI] / [1,11 \times (1 - DT / 100) \times MAT]$

dr en %, MAT en g / Kg de MS.

- $PANDI = 7,9 + 0,08 MAT - 0,00033 MAT^2 + \Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3$ = protéines alimentaires non digestibles dans l'intestin

$\Delta 1 = - 1,9$ au 1^{er} cycle.

$\Delta 2 = - 2,3$ pour les graminées.

$\Delta 3 = - 2,0$ pour les fourrages verts.

4.1.8. Calculs des valeurs azotées (g / Kg).

- $PDIN = PDIA + PDIMN$

- $PDIE = PDIA + PDIME$

- $PDIA = MAT \times [1,11 (1 - DT)] \times dr.$

PDIN = protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'azote disponible (g/Kg de MS).

PDIE= protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'énergie disponible (g/Kg de MS).

PDIA = protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (g/Kg de MS).

PDIMN = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limitées par l'azote dégradable (g/Kg de MS).

$$- \text{PDIMN} = \text{MAT} \times [1 - 1,11 (1 - \text{DT})] \times 0,9 \times 0,8 \times 0,8$$

PDIME = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limitées par l'énergie fermentescible (g/Kg de MS).

$$- \text{PDIME} = \text{MOF} \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8$$

MOF = matière organique fermentescible.

$$- \text{MOF} = [\text{MAT} \times (1 - \text{DT})].$$

MAT et MOF en g / Kg de MS.

4.1.9. Equations de prévision de l'ingestibilité des fourrages.

$$- \text{Qi M} = - 16,0 + 0,806 \text{ dMO} + 0,115 \text{ MAT} + 0,686 \text{ MS} + \Delta \text{ M}$$

Qi M = quantité ingérée par les ovins en g / Kg de P^{0,75}

$$- \text{Qi L} = 66,3 + 0,655 \text{ dMO} + 0,098 \text{ MAT} + 0,626 \text{ MS} + \Delta \text{ L}$$

Qi L = quantité ingérée par les vaches laitières en g / Kg de P^{0,75}

$$- \text{Qi B} = 6,44 + 0,782 \text{ dMO} + 0,112 \text{ MAT} + 0,679 \text{ MS} + \Delta \text{ B}$$

Qi B = quantité ingérée par les bovins en g / Kg de P^{0,75}

$\Delta \text{ M} = 0$ pour les graminées spontanées

$\Delta \text{ M} = - 1,7$ pour les graminées cultivées

$\Delta \text{ L} = 0$ pour les graminées spontanées

$\Delta \text{ L} = - 3,7$ pour les graminées cultivées

$\Delta \text{ B} = 0$ pour les graminées spontanées.

$\Delta \text{ B} = - 1,6$ pour les graminées cultivées

dMO et MS en %, MAT en g / Kg de MS

4.1.10. Equations de prévision de la valeur d'encombrement.

$$- \text{UEM} = 75 / \text{Qi M}$$

$$- \text{UEB} = 95 / \text{Qi B}$$

$$- \text{UEL} = 140 / \text{Qi L}.$$

Qi M, Qi B et Qi L en g / Kg de P^{0,75}

4.2. Equations de prédiction de la valeur alimentaire de CHABACA et CHIBANI (2010).

Les équations utilisées, ont permis d'estimer :

- La teneur en énergie métabolisable (EM)
- La digestibilité de la matière organique (dMO)
- Les valeurs énergétiques (UFL et UFV)
- La valeur azotée en MAD (ancien système)
- L'ingestibilité chez les ovins (Qi MS g/kg P^{0,75})

- Le niveau alimentaire (NA)

4.2.1 Equation de prévision de l'énergie métabolisable

- **EM = 38,474 dMO – 149,4676**

EM = énergie métabolisable en Kcal / Kg de MS.

dMO = digestibilité de la matière organique en %.

4.2.2. Equation de prévision de la digestibilité de la MO

- **dMO = - 1,04 CB + 0,136 MAT + 94,20**

dMO, CB et MAT en %.

4.2.3. Equations de prévision des valeurs énergétiques

- **UFL = 0,0012 MAT + 0,648** (UFL = unité fourragère lait).
- **UFV = 0,0013 MAT + 0,5467** (UFV = unité fourragère viande).

MAT en g/kg

4.2.4. Equation de prévision de la valeur azotée

- **MAD = 0,8319 MAT – 0,089 CB + 11,3056**

MAT et CB en %

4.2.5. Equation de prévision de l'ingestibilité

- **NA = - 0,0183 CB + 0,034 MAT + 1,581**
- **MSi = 32,495 NA + 0,4819 MAT + 0,486 CB – 8,353**

Résultats et discussion

Chapitre 1. Valeur alimentaire des graminées fourragères selon les équations de prédiction de l'INRA (2007).

1.1. Valeur alimentaire des graminées fourragères spontanées

1.1.1. *Aegilops triuncialis*

➤ Teneur en parois totales (NDF)

La teneur en parois totales (NDF), passe de 56,32% au stade début épiaison à 61,47% au stade laitex, soit une augmentation de 5,15 points. Les valeurs des stades épiaison et floraison, sont comparables (tableau 20).

➤ Teneur en ligno-cellulose (ADF)

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 31,32% à 36,07% du début à la fin du cycle de la plante, soit une augmentation de 4,75 points. De même que pour les parois totales, les valeurs ADF des stades épiaison et floraison, sont comparables.

➤ Teneur en énergie brute (EB)

La teneur en EB passe de 4343,26 à 4413,32 Kcal/kg de MS du début à la fin du cycle, soit une augmentation de 70,06 points. Les teneurs observées aux trois 1^{er} stades, sont comparables (tableau 20).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO)

Le stade de développement de la plante à un effet très sensible sur la digestibilité de la matière organique. Les valeurs les plus élevées apparaissent en début épiaison, les premiers stades seraient les plus digestibles. En effet selon VAN SOEST, (1967), la digestibilité de la matière organique dépend essentiellement des parois de la plante, caractérisées par la fraction cellulose brute. ANDRIEU et WEISSE (1981), notent qu'au premier cycle de végétation, la digestibilité et la valeur énergétique d'une plante sont liées positivement à sa teneur en MAT et négativement à sa teneur en CB.

La dMO de cette espèce, est de 66,99% en début épiaison, 63,56 % à l'épiaison, 62,33 % en floraison et 60,51 % au stade grain laitex.

➤ Valeurs énergétiques et azotées.

- Valeurs énergétiques.

Les valeurs énergétiques par Kg de MS sont de 0,80 UFL et 0,73 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,67 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV au stade laitex (tableau 20).

- **Valeurs azotées.**

La valeur azotée, dépend de la teneur en MAT. Pour les PDIE, on note respectivement les moyennes suivantes : 80,92–76,94–73,68 et 71,37g / Kg de MS, respectivement en début et fin épiaison, en floraison et en fin de cycle. Pour, les PDIN, on note 60,86–57,14–49,09 et 45,04 g/Kg de MS pour les mêmes stades. Au cours du cycle, les PDIE sont plus élevées que les PDIN, ce qui démontre la richesse des graminées en énergie beaucoup plus qu'en azote. Selon DEMARQUILLY et al (1981)et JARRIGE (1984), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité des matières azotées et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

- **Quantités ingérées.**

Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de matière sèche ingérée et les différents critères chimique et morphologique de la plante (DEMARQUILLY et al, 1969).

Les quantités de MS ingérées en g/kg $P^{0,75}$ sont de 62,03 - 65,15 - 68,75 et 68,82 g/Kg $P^{0,75}$ respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux. Notons qu'avec l'âge l'ingestibilité de cette espèce augmente d'un stade à un autre ; cela pourrait être expliqué par la diminution de la quantité d'eau dans la plante et donc de sa valeur d'encombrement.

- **Valeurs d'encombrement.**

Les valeurs d'encombrement aux différents stades phénologiques, se rapprochent. Elles sont de 1,21 -1,15 -1,09 et 1,09UEM / Kg de MS ; 1,06 -1,04- 1,01 et 1,01UEL / Kg de MS et 1,15- 1,11- 1,06 et 1,06 UEB / Kg de MS respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 20).

1.1.2. Le genre *Avena*

➤ **Teneur en parois totales (NDF).**

Selon JARRIGE, (1981), la teneur des tiges en parois cellulaires augmente avec l'âge et est plus élevée que celle des feuilles.

La teneur en parois totales (NDF), augmente de 55,02 % au stade début épiaison à 62,76% au stade laiteux et de 55,07 % au stade montaison à 62,64 %au stade laiteux respectivement pour l'avoine blanche et l'avoine stérile, soit des augmentations de 7,74et 7,57 points (tableau 20). Notons qu'à stades respectifs ces

teneurs, sont très proches entre les deux espèces. Ces valeurs aux stades début épiaison et floraison, sont plus faibles que celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007) (respectivement 60,1 et 63,8 %), alors qu'elles sont plus élevées au stade laiteux (56,2 %).

➤ **Teneur en lignocelluloses (ADF).**

La ligno-cellulose(ADF) augmente avec l'âge, passant de 30,19 à 37,26 % pour *Avena alba* et de 30,17 à 37,15 % pour *Avena sterilis* du début à la fin du cycle de ces plantes, soit une augmentation respective de 7,07 et 6,98 points. Les deux espèces, présentent pratiquement les mêmes teneurs. Les valeurs trouvées, sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA (2007) aux stades montaison et laiteux (27,8 et 31,8 %) mais plus faibles aux stades début épiaison et floraison 34,9 et 37,9 %).

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB des deux avoines, augmente respectivement de 47 et 139 points pour la blanche et la stérile. Les teneurs obtenues, sont comparables entre le 1^{er}, le 2^{ème}, le 3^{ème} et le 4^{ème} stade (tableau 20). Les teneurs observées, sont plus élevées que celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007) avec *Avena sativa* (4181, 4268, 4243et 4311Kcal / Kg de MS respectivement aux stades montaison, début épiaison, floraison et laiteux pâteux).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO).**

Une comparaison inter-espèce à stade équivalent, dévoile des digestibilités comparables entre les deux espèces. Par contre, la comparaison intra-espèce, montre des différences dans la dMO entre les stades phénologiques pour les deux espèces où nous remarquons une diminution avec l'âge (tableau 20). En effet, JEAN BLIANT et al, (1992), rapportent que la digestibilité de la matière organique est fonction de l'avancement du stade de végétation, lorsque le taux de cellulose brute augmente, la digestibilité décroît. De même, ANDRIEU et WEISSE (1981), notent qu'au premier cycle de végétation, la digestibilité et la valeur énergétique d'une plante sont liées positivement à sa teneur en MAT et négativement à sa teneur en CB.

La digestibilité de la matière organique des deux avoines, est inférieure à celle obtenu par l'INRA, (2007) et le CIHEAM (1990) pour l'avoine cultivée à tous les stades de développement.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques par Kg de MS, sont respectivement pour *l'Avena alba* et *l'Avena sterilis* de 0,83 – 0,84 UFL et 0,76 – 0,77 UFV au stade début épiaison ; 0,77 UFL et 0,69 UFV au stade épiaison ; 0,76 – 0,75 UFL et 0,68 – 0,67 UFV au stade floraison et 0,70 UFL et 0,61 UFV au stade laiteux (tableau 20). Les tables de l'INRA (2007), annoncent pour l'avoine cultivée d'outre mer : 1 – 0,84– 0,74 UFL et 0,98– 0,78 – 0,67 UFV respectivement en montaison, début épiaison, floraison. Au stade laiteux, nos valeurs sont comparables à celles de l'INRA (0,67UFL et 0,58 UFV).

- **Valeurs azotées.**

La valeur azotée de l'avoine dépend de sa teneur en MAT. Lors des deux 1^{er} stades, l'avoine stérile est plus pourvue en PDIN et PDIE que l'avoine blanche ; lors des deux derniers stades, les deux espèces, présentent des valeurs très proches (tableau 20). Cependant au cours du cycle des deux espèces, les PDIE sont plus élevées que les PDIN, ce qui démontre la richesse des graminées en énergie beaucoup plus qu'en azote. Selon JARRIGE (1984) et DEMARQUILLY et al (1981), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité des matières azotées et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

- **Quantités ingérées.**

La quantité ingérée, est presque identique entre les 03 premiers stades chez l'avoine blanche et les 03 derniers stades chez l'avoine stérile (tableau 20). Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de matière sèche ingérée et les différents critères chimique et morphologique de la plante (DEMARQUILLY et al, 1969).

- **Valeurs d'encombrement.**

Les valeurs d'encombrement exprimées en UEM, UEL et UEB / Kg de MS des deux espèces, présentées dans le tableau 20, sont plus faibles que celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007), pour *l'Avena sativa* avec respectivement : 0,94 – 1,25 – 1,59 et 1,44 UEM / Kg de MS ; 0,97 - 1 - 1 et 1,03 UEL / Kg de MS et 0,95 – 1 - 1 et 1,05 UEB / Kg de MS, aux stades montaison, début épiaison, floraison et laiteux pâteux.

1.1.3. *Brachypodium silvaticum*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales (NDF), est respectivement de 56,34 ; 58,88 ; 61,04 et 62,47 % au 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} stade, soit une augmentation de 6,13 points au cours du cycle de la plante (tableau 20).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 31,34 % à 36,99 % du début à la fin du cycle de la plante, soit une augmentation de 5,65 points.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB, augmente de 22,45 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade, comparable entre le 2^{ème} et le 3^{ème} stade et augmente de 14,67 points entre le 3^{ème} et 4^{ème} stade (tableau 20).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO de cette espèce, est de 67,08 % en début épiaison, 63,65 % à l'épiaison, 61,01 % en floraison et 59,21 % au stade grain laiteux.

Cette régression de la digestibilité de la matière organique, est liée essentiellement à la teneur et à la digestibilité des constituants pariétaux. En effet, SCEHOVIC (1991) rapporte que la dMO, diminue au fur et à mesure que la teneur en ces constituants et le degré de lignification de ces derniers augmente.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques par Kg de MS, régressent le long du cycle de la plante. Elles sont de 0,81 UFL et 0,74 UFV au stade début épiaison, 0,77 UFL et 0,69 UFV au stade épiaison, 0,73 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,71 UFL et 0,61 UFV au stade laiteux (tableau 20).

- **Valeurs azotées.**

Les valeurs PDI, sont plus élevées au stade début épiaison puis diminuent essentiellement en épiaison de 11,4 g pour les PDIN et de 6,07 g pour les PDIE, au stade floraison, cette baisse est de 5,42 et 4,09 g pour les PDIN et PDIE alors qu'au stade laiteux la chute est moins importante ; elle est de 4,51 et 3,18 g/kg de MS pour les PDIN et les PDIE.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

- **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées, sont comparables entre les stades début épiaison et épiaison (69,88 et 68,48 g/kg $P^{0,75}$) et entre les stades floraison et laiteux (65,87 et 65,49 g/Kg $P^{0,75}$). Notons qu'avec l'âge l'ingestibilité de cette espèce diminue de 4,39 points du début à la fin du cycle.

- **Valeurs d'encombrement.**

Les valeurs d'encombrement chez cette espèce, passent de 1,07 à 1,15 UEM de 1,01 à 1,03 UEL et de 1,05 à 1,10 UEB / Kg de MS du stade début épiaison au stade laiteux (tableau 20).

Tableau 20 : Valeur nutritive d'*Aegilops triunsalis*, *Avena alba*, *Avena sterilis* et *Brachypodium sylvaticum* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg P ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Aegilops triunsalis</i>													
Début épiaison	19,65	0,80	0,73	60,86	80,92	1,21	1,06	1,15	62,03	56,32	31,32	4343,26	66,99
Epiaison	29,16	0,75	0,67	57,14	76,94	1,15	1,04	1,11	65,15	59,33	34,10	4343,70	63,56
Floraison	37,88	0,74	0,65	49,06	73,68	1,09	1,01	1,06	68,75	59,99	34,71	4366,53	62,33
Laiteux	41,13	0,72	0,63	45,04	71,37	1,09	1,01	1,06	68,82	61,47	36,07	4413,32	60,51
<i>Avena alba</i>													
Début épiaison	24,48	0,83	0,76	55,60	80,26	1,15	1,04	1,11	65,26	55,02	30,12	4373,84	68,02
Epiaison	29,91	0,77	0,69	52,67	76,70	1,15	1,04	1,11	65,42	58,44	33,27	4387,89	64,21
Floraison	33,79	0,76	0,68	47,99	74,68	1,13	1,03	1,09	66,57	58,98	33,77	4405,73	63,34
Laiteux	33,83	0,70	0,61	44,03	69,88	1,20	1,06	1,14	62,48	62,76	37,26	4420,86	59,08
<i>Avena sterilis</i>													
Montaison	14,92	0,81	0,74	66,71	82,87	1,23	1,07	1,16	61,17	55,07	30,17	4262,58	68,70
Début épiaison	25,45	0,84	0,77	64,05	84,07	1,11	1,02	1,08	67,85	55,08	30,11	4408,79	68,59
Epiaison	25,55	0,77	0,69	57,14	78,11	1,19	1,05	1,14	63,21	58,71	33,52	4390,75	64,22
Floraison	30,76	0,75	0,67	49,53	74,78	1,17	1,05	1,13	63,93	60,04	34,75	4443,86	62,32
Laiteux	36,30	0,70	0,61	44,10	69,79	1,17	1,04	1,12	64,30	62,64	37,15	4401,66	59,21
<i>Brachypodium sylvaticum</i>													
Début épiaison	30,57	0,81	0,74	62,52	82,41	1,07	1,01	1,05	69,88	56,34	31,34	4413,11	67,08
Epiaison	35,42	0,77	0,69	51,13	76,34	1,10	1,02	1,07	68,48	58,88	33,68	4435,56	63,65
Floraison	36,07	0,73	0,64	45,71	72,25	1,14	1,03	1,10	65,87	61,04	35,67	4432,12	61,01
Laiteux	38,76	0,71	0,61	41,20	69,32	1,15	1,03	1,10	65,49	62,47	36,99	4446,79	59,21

1.1.4. Le genre *Brisa*

➤ Teneur en parois totales (NDF).

La teneur en parois totales (NDF), est presque identique entre les 02 espèces de *Brisa*. Elle est de 55,93 ; 58,72 ; 60,18 et 63,12 % pour la grande brise et de 55,98 ; 59,32 ; 61,74 et 63,19 % pour la petite brise, respectivement au stade début épiaison, épiaison, floraison et stade laiteux (tableau 21).

➤ Teneur en lignocelluloses (ADF).

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 30,96 à 37,56 % pour *Brisa maxima* et de 31,00 à 37,65 % pour *Brisa minor* du début à la fin du cycle de ces plantes, soit une augmentation respective identique de 6,6 et 6,65 points.

➤ Teneur en énergie brute (EB)

La teneur en EB calculée pour ces deux espèces, est plus élevée de 22 – 7 et 16 points respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison en faveur de la grande brise alors qu'au stade laiteux la petite brise a une teneur plus élevée de 10 points (tableau 21).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO).

Une comparaison entre les 02 espèces, montre des digestibilités comparables aux 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} stades phénologiques. Par contre au 3^{ème} stade, la 1^{ère} espèce a une dMO plus élevée de 2 points que la 2^{ème} (tableau 21). Au cours du cycle, cette dMO diminue de pratiquement 9 points chez les deux espèces. Selon DEMARQUILLY et JARRIGE, (1981), la digestibilité varie considérablement avec la phase végétative, ou l'âge chez les fourrages classiques.

➤ Valeurs énergétiques et azotées.

- Valeurs énergétiques.

Les valeurs énergétiques par Kg de MS, sont respectivement pour *Brisa maxima* et *Brisa minor* de 0,81 – 0,80 UFL et 0,74 – 0,75 UFV au stade début épiaison ; 0,76 UFL et 0,68 UFV au stade épiaison ; 0,75 – 0,72 UFL et 0,66 – 0,63 UFV au stade floraison et 0,70 – 0,69 UFL et 0,61 – 0,60 UFV au stade laiteux (tableau 21).

- Valeurs azotées.

Les valeurs azotées chez les deux espèces, diminuent respectivement de 15,7 et 18,18 g de PDIN et de 11,16 et 11,73 g de PDIE du début à la fin du cycle chez *Brisa maxima* et *Brisa minor*.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

- **Quantités ingérées.**

La quantité ingérée, est comparable entre les 03 derniers stades chez la grande brise et entre les 02 stades intermédiaires chez la petite brise (tableau 21). Une comparaison inter espèce, révèle des ingestibilités comparables au 1^{er} et au 4^{ème} stade.

- **Valeurs d'encombrement.**

Les valeurs d'encombrement exprimées en UEM, UEL et UEB / Kg de MS de ces deux espèces, sont plus élevées que celles des espèces étudiées ci-dessus. Elles sont plus constantes chez la première espèce que chez la deuxième (tableau 21).

Tableau 21 : Valeur nutritive des espèces du genre *Brisa* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg $P^{0,75}$	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
Brisa maxima													
Début épiaison	20,41	0,81	0,74	60,00	81,15	1,20	1,06	1,14	62,68	55,93	30,96	4357,15	67,34
Epiaison	24,96	0,76	0,68	51,80	76,18	1,22	1,07	1,16	61,58	58,72	33,54	4392,55	63,85
Floraison	26,91	0,75	0,66	50,20	74,74	1,22	1,07	1,16	61,32	60,18	34,88	4430,83	62,21
Laiteux	32,98	0,70	0,61	44,30	69,99	1,22	1,06	1,15	61,66	63,12	37,56	4448,77	58,72
Bris minor													
Début épiaison	21,08	0,80	0,75	60,46	80,73	1,19	1,06	1,14	63,21	55,98	31,00	4379,13	67,32
Epiaison	22,45	0,76	0,68	54,07	76,56	1,25	1,08	1,18	59,87	59,32	34,08	4399,38	63,38
Floraison	25,95	0,72	0,63	49,66	73,30	1,27	1,08	1,19	59,21	61,74	36,32	4446,05	60,53
Laiteux	33,07	0,69	0,60	42,28	69,00	1,23	1,06	1,19	61,21	63,19	37,65	4438,50	58,52

1.1.5. Le genre *Bromus*

➤ Teneur en parois totales (NDF).

Une augmentation respective de la teneur en NDF de 5,2 (57,26 à 62,46 %) ; 5,89 (56,40 à 62,29 %) ; 7,99 (55,41 à 63,40 %) et 5,73 points (56,42 à 62,15 %) au cours du cycle de *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarossus* est constatée (tableau 22). Ces valeurs, sont proches de celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007) pour *Bromus catharticus* aux stades : début épiaison, épiaison et floraison avec respectivement 56,3 ; 59 et 62,6 %

➤ Teneur en lignocelluloses (ADF).

La teneur en lignocelluloses (ADF), est pratiquement comparable entre les stades phénologiques des quatre espèces de bromes. Celle-ci augmente de 32,18 ; 31,39 ; 32,01 et 31,41 % au stade début épiaison à 36,98 ; 36,82 ; 37,85 et 36,70 % au stade laiteux respectivement chez le brome de madrid, le brome mou, le brome rigide et le brome raboteux. Le Brome d'outre mer est moins riche en lignocellulose, notamment aux stades : début épiaison, épiaison et floraison avec respectivement : 29,2 ; 33,7 et 35 % (INRA 2007).

➤ Teneur en énergie brute (EB)

La teneur en EB, augmente au cours du cycle différemment entre les 04 Bromes. Cette augmentation est de 103, 39, 66 et 83kcal / kg de MS du stade début épiaison au stade laiteux, respectivement pour le *B. madritensis*, *mollis*, *rigidus* et *squarossus*. Les teneurs observées dans notre cas sont plus élevées que celles annoncées par l'INRA (2007) avec le *Bromus catharticus* (4194, 4218 et 4226 Kcal / Kg de MS respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO).

La digestibilité de la matière organique (dMO), est très proche entre les 4 espèces aux 4 stades phénologiques. Cependant cette digestibilité diminue d'un stade à un autre chez les 4 espèces (de la 1^{ère} à la 4^{ème} espèce) : 6,92 ; 7,22 ; 8 et 7,52 points respectivement entre les stades début épiaison et laiteux. Cette diminution est plus importante entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade : 3,51 ; 4,41 ; 3,37 et 2,04 points respectivement pour *B. madritensis*, *mollis*, *rigidus* et *squarossus*. Il apparaît ainsi que la règle selon laquelle la digestibilité varie considérablement avec la phase végétative, ou l'âge chez les fourrages classiques s'applique aussi pour les bromes (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981). Les valeurs observées dans notre cas, sont

plus faibles que celles de l'INRA (2007) pour les stades début épiaison, épiaison et floraison avec respectivement : 75 ; 73 et 67 %.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques par Kg de MS sont respectivement pour *B. madritensis*, *mollis*, *rigidus* et *squarrossus* de :

- 0,79 et 0,72 ; 0,81 et 0,74 ; 0,80 et 0,72 ; 0,80 et 0,73 UFL et UFV au stade début épiaison. Ces valeurs, sont inférieures à celles de l'INRA (2007) pour le *catharticus* (0,89 UFL et 0,85 UFV).
- 0,75 et 0,66 ; 0,74 et 0,66 ; 0,76 et 0,68 ; 0,78 et 0,70 UFL et UFV au stade épiaison, contre 0,85 UFL et 0,80 UFV pour l'INRA (2007).
- 0,72 et 0,63 ; 0,73 et 0,64 ; 0,73 et 0,65 ; 0,73 et 0,64 UFL et UFV au stade floraison. Valeurs plus faibles que celles de l'INRA (2007) avec 0,77 UFL et 0,70 UFV.
- 0,71 et 0,62 ; 0,71 et 0,62 ; 0,69 et 0,60 ; 0,71 et 0,62 UFL et UFV au stade laiteux, soit des diminutions de 0,08 à 0,11 UFL et 0,10 à 0,12 UFV par rapport au stade début épiaison.

- **Valeurs azotées.**

Les valeurs PDIN chez les quatre espèces de bromes, varient entre 61,39 à 65,25 g au stade début épiaison, 56,54 à 60,93 g au stade épiaison, 48,72 à 51,47 g au stade floraison et 40,53 à 46,18 g au stade laiteux (tableau 22).

Les valeurs PDIE, varient entre 81,09 à 82,13 g au stade début épiaison, 77,76 à 79,66 g au stade épiaison, 73,05 à 74,25 g au stade floraison et 69,15 à 71,30 g au stade laiteux (tableau 22).

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

Les valeurs de Qi en g de MS/kg P^{0,75}, sont comparables entre les différents stades phénologiques et entre les quatre *Bromes* (tableau 22). Cette situation, est liée au fait que ces espèces et aux quatre stades étudiés, présentent des valeurs d'encombrement comparables. L'INRA (2007), cite les valeurs d'encombrement suivantes pour le *B. catharticus* : 1,08 ; 1,27 et 1,69 UEM / Kg de MS - 1,04 ; 1,10 et 1,22 UEL / Kg de MS et 1,06 ; 1,19 et 1,45 UEB / Kg de MS, respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison.

Tableau 22 : Valeur nutritive des espèces du genre *Bromus* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg P ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Bromus madritensis</i>													
Début épiaison	27,52	0,79	0,72	62,92	81,09	1,12	1,03	1,09	67,10	57,26	32,18	4365,71	66,14
Epiaison	29,45	0,75	0,66	60,60	78,35	1,15	1,04	1,11	65,19	60,43	35,11	4436,68	62,63
Floraison	36,32	0,72	0,63	49,26	73,05	1,13	1,03	1,09	66,31	61,66	36,24	4431,63	60,59
Laiteux	40,45	0,71	0,62	45,24	71,21	1,11	1,02	1,08	67,56	62,46	36,98	4468,73	59,48
<i>Bromus mollis</i>													
Début épiaison	25,78	0,81	0,74	61,39	81,70	1,13	1,03	1,10	66,29	56,40	31,39	4393,09	66,94
Epiaison	30,12	0,74	0,66	60,93	78,07	1,14	1,04	1,10	65,63	60,55	35,22	4414,09	62,53
Floraison	33,78	0,73	0,64	50,60	74,05	1,15	1,04	1,11	65,39	61,05	35,68	4426,33	61,32
Laiteux	37,33	0,71	0,62	46,18	71,30	1,14	1,03	1,10	65,77	62,29	36,82	4432,87	59,72
<i>Bromus rigidus</i>													
Montaison	18,17	0,81	0,74	69,62	83,68	1,18	1,05	1,13	63,77	55,41	30,48	4274,83	68,53
Début épiaison	25,6	0,80	0,72	65,25	82,13	1,13	1,03	1,09	66,47	57,07	32,01	4372,71	66,49
Epiaison	29,83	0,76	0,68	56,54	77,76	1,15	1,04	1,11	65,48	59,33	34,09	4423,79	63,53
Floraison	32,22	0,73	0,65	48,72	73,57	1,17	1,05	1,12	64,09	60,82	35,47	4428,40	61,44
Laiteux	38,55	0,69	0,60	45,30	70,00	1,15	1,03	1,12	65,46	63,40	37,85	4438,00	58,49
<i>Bromus squarossus</i>													
Début épiaison	25,36	0,80	0,73	62,72	81,52	1,13	1,03	1,10	66,28	56,42	31,41	4347,20	67,01
Epiaison	29,13	0,78	0,70	59,93	79,66	1,12	1,03	1,09	66,74	58,18	33,03	4398,04	64,97
Floraison	34,69	0,73	0,64	51,47	74,25	1,13	1,03	1,10	66,21	61,05	35,68	4416,13	61,38
Laiteux	39,36	0,71	0,62	40,53	69,15	1,14	1,03	1,10	66,01	62,15	36,70	4430,76	59,49

1.1.6. *Cynodon dactylon*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales (NDF), passe de 56,32% au stade début épiaison à 59,94 % au stade laiteux, soit une augmentation de 3,62 points. Les valeurs des stades début épiaison et épiaison, sont comparables (tableau 23).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 31,32% à 34,66 % du début à la fin du cycle de la plante, soit une augmentation de 3,34 points. De même que pour les parois totales, les valeurs ADF des stades début épiaison et épiaison, sont comparables.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB passe de 4337,80 à 4395 Kcal/kg de MS du début à la fin du cycle, soit une augmentation de 57 points. Notons que la teneur la plus élevée, est observée au stade floraison (tableau 23).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO du chiendent, est de 67,07 % en début épiaison, 66,07 % à l'épiaison, 64,42 % en floraison et 61,99 % au stade grain laiteux. Comparé aux espèces du tableau 23 et aux 04 stades phénologiques étudiés, le *Cynodon* a une dMO plus élevée. Ceci est vraisemblablement lié au fait que c'est une espèce à rhizomes qui est toujours verte et qui possède un rapport feuilles / tige élevé, donc plus digestible.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques par Kg de MS sont de 0,80 UFL et 0,73 UFV au stade début épiaison, 0,80 UFL et 0,72 UFV au stade épiaison, 0,78 UFL et 0,70 UFV au stade floraison et 0,74 UFL et 0,66 UFV au stade laiteux (tableau 23).

- **Valeurs azotées.**

Pour les PDIE, on note respectivement les moyennes suivantes : 81,28 – 79,78 – 77,10 et 71,71 g / Kg de MS, respectivement en début et fin épiaison, en floraison et en fin de cycle. Pour, les PDIN, on note 62,13 – 57,60 – 52,40 et 42,95 g/Kg de MS pour les mêmes stades. Les valeurs PDIN chez une plante, dépendent de sa teneur en MAT. En effet, selon DEMARQUILLY et al (1981) et JARRIGE (1984), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité des matières azotées et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

- **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées en g/kg P^{0,75}, sont de 67,52 - 67,56 - 67,45 et 66,46 g/Kg P^{0,75} respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux. Notons que l'ingestibilité de cette espèce, est pratiquement stable le long de son cycle, les valeurs étant comparables entre les 04 stades.

- **Valeurs d'encombrement.**

L'ingestibilité comparable aux différents stades phénologiques, est en liaison directe avec les valeurs d'encombrement qui sont très proche entre les 04 stades (tableau 23).

1.1.7. *Dactylis glomerata*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales (NDF), passe de 53,61 au stade montaison à 62,92% au stade laiteux, soit une augmentation de 9,31 points. L'augmentation de la teneur en constituants pariétaux, pourrait s'expliquer par la variation morphologique de la plante (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981) (tableau 23). Le Dactyle cultivé, présente des teneurs NDF de 56 ; 59,8 et 68,8 % respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison (INRA, 2007).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

SCHEOVIC,1979, annonce que les fibres, sont 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 (DURU, 1997).

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 28,82 à 37,40 % du stade montaison au stade laiteux, soit une augmentation de 8,58 points. Notons que les teneurs des stades début épiaison et épiaison, sont plus élevées que celles annoncées aux mêmes stades par l'INRA (2007) (28,4 et 31,4 %) alors que la valeur du stade floraison est comparable.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en énergie brute (EB) augmente significativement de 118 kcal entre les stades montaison et début épiaison. Par la suite, on constate des teneurs

comparables entre les stades début épiaison et épiaison et entre les stades épiaison et floraison (tableau 23).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

Selon DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1992, tous les fourrages, ont une digestibilité maximale au début du premier cycle ; puis elle diminue lentement jusqu'au stade épi à 10 cm chez le ray-grass d'Italie, la fléole et la fétuque élevée et au stade début épiaison chez le ray-grass anglais et le dactyle, puis diminue rapidement ensuite de 0,4 à 0,5 points/jour. En effet la dMO, passe de 71,27 % au stade montaison à 65,48 % au stade début épiaison, soit une diminution de 5,79 points. Par la suite les chutes de dMO, ne sont que de 2,26 points entre les stades début épiaison et épiaison, 2,17 points entre ce stade et la floraison et de 1,85 points entre les deux derniers stades. Ces valeurs, sont plus faibles que celle annoncées par l'INRA (2007) pour le dactyle cultivé, avec respectivement 74 et 72 % aux stades début épiaison et épiaison ; alors que la dMO du dactyle spontané est plus élevée que celle du cultivé au stade floraison (61 contre 59%).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

Pour le dactyle spontané, les valeurs énergétiques par Kg de MS sont de 0,83 UFL et 0,77 UFV au stade montaison, 0,77 UFL et 0,69 UFV au stade début épiaison, 0,74 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,72 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,70 UFL et 0,61 UFV au stade laiteux (tableau 23). Ces valeurs, sont plus faibles que celle rapportées dans les tables de l'INRA (2007), pour le dactyle cultivée d'outre mer avec 0,87 et 0,83 UFL et 0,82 et 0,77 UFV aux stades début épiaison et épiaison ; alors quelles sont comparables au stade floraison (0,73 UFL et 0,65 UFV).

- **Valeurs azotées**

Les valeurs azotées PDIE, sont plus élevées que les PDIN, de plus ces dernières régressent plus au cours du cycle du dactyle. En effet les PDIE, passent de 88,23 au stade montaison à 71,41 g au stade laiteux, soit une diminution de 16,82 points ; alors que les PDIN, reculent de 82,25 g à 48,32 g entre le 1^{er} et le 5^{ème} stade, donc une chute de 33,93 g. Les tables de l'INRA (2007), annoncent pour le dactyle cultivé, des valeurs plus élevées: 102 ; 92 et 71 g de PDIN et 88 ; 85 et 76 g de PDIE respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

La quantité ingérée, est de 71,86 g / kg P^{0,75} au stade montaison ; aux autres stades, cette ingestibilité, est comparable et est de l'ordre de 67 à 68 g / kg P^{0,75} (tableau 23). Cette situation, est directement liée aux valeurs d'encombrement du dactyle qui sont comparables aux 04 derniers stades et qui sont plus faible qu stade montaison.

1.1.8. *Festuca caerulea*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales (NDF), passe de 56,79 % en début épiaison à 58,66 % à l'épiaison, 60,53 % en floraison et à 62,78 % au stade laiteux, soit une augmentation totale de 6 points (tableau 23). Ces valeurs se rapprochent de ceux de la fétuque élevée avec respectivement 57,9 ; 59,4 et 64,9 % (INRA, 2007).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La ligno-cellulose (ADF) augmente avec l'âge, passant de 31,75 % à 37,28 % du début à la fin du cycle de la plante, soit une augmentation de 5,53 points. Chez la fétuque élevée cette teneur est de 30,7 ; 32,1 et 36,3 % en début et fin épiaison et en floraison (INRA, 2007).

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB, est comparable entre le 1^{er}, le 2^{ème} et le 3^{ème} stade phénologique (tableau 23). Au stade floraison, ce teneur augmente de 18 points pour passer à 4380 Kcal/kg de MS.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO de la fétuque, est de 66,62 % en début épiaison, 64,14 % à l'épiaison, 61,45 % en floraison et 58,91 % au stade laiteux, soit une diminution de 7,71 points. Ces valeurs, sont plus faibles que celles de la fétuque cultivée aux stades début épiaison et épiaison (68 et 65 %) alors qu'en floraison les dMO, sont très proche entre la spontanée et la cultivée (58,91 et 57 %) (INRA, 2007).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques par Kg de MS sont de 0,80 UFL et 0,72 UFV au stade début épiaison, 0,76 UFL et 0,68 UFV au stade épiaison, 0,73 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,69 UFL et 0,60 UFV au stade laiteux (tableau 23). L'INRA (2007), annonce pour la fétuque élevée des valeurs énergétiques plus faibles

: 0,76 UFL et 0,70 UFV au stade début épiaison, 0,72 UFL et 0,64 UFV au stade épiaison, 0,61 UFL et 0,52 UFV au stade floraison

- Valeurs azotées.

Les valeurs azotées par kg de MS sont de 62,79 g de PDIN et 81,40 g de PDIE en début épiaison, 55,14 g de PDIN et 76,94 g de PDIE en épiaison, 44,30 g de PDIN et 71,30 g de PDIE en floraison et 41,81 g de PDIN et 68,49 g de PDIE en fin de cycle. Comparées à celles de la fétuque cultivée (INRA, 2007), les PDIE de la fétuque spontanée, sont très proches (79, 75 et 67 g en début épiaison, épiaison et floraison) alors que les PDIN, sont beaucoup plus faibles (83, 71 et 62 g en début épiaison, épiaison et floraison) ; ceci pourrait être lié au fait que notre fétuque, n'a reçue ni fertilisation ni irrigation. Or on sait que les valeurs PDIN chez une plante, dépendent de sa teneur en MAT. En effet, selon DEMARQUILLY et al (1981) et JARRIGE (1984), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité des matières azotées et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

➤ **Quantités ingérées et valeurs d'encombrement.**

Les quantités de MS ingérées en g/kg $P^{0,75}$, sont de 66,35 - 67,33 - 65,76 et 67,71 g/Kg $P^{0,75}$ respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux. Notons que l'ingestibilité de cette espèce, est comparable entre les 04 stades du fait que les valeurs d'encombrement sont très proche entre les 04 stades phénologiques (tableau 23).

1.1.9. *Hordeum murinum*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

Les teneurs en parois totale (NDF) sont comparables entre les stades montaison et début épiaison et entre les stades floraison et laiteux. Elles passent de 55,42 au stade montaison à 63,14% au stade laiteux, soit une augmentation de 7,72 points (tableau 23). La teneur au stade laiteux, est plus élevée de 3,34 points comparée à celle rapportée avec l'orge cultivée (59,8 %) par l'INRA (2007).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La teneur en lignocellulose (ADF) augmente avec l'âge de la plante. Elle passe de 30,49 à 37,63 % du stade montaison au stade laiteux, soit une augmentation de 7,14 points. Ces teneurs, sont comparables entre les stades montaison et début épiaison et entre les stades floraison et laiteux (tableau 23). La

teneur observée dans au stade floraison, est comparable à celle de l'INRA (2007) au même stade avec 37,6%.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB est de 4311 et 4384 kcal/kg de MS aux stades montaison et début épiaison. Aux stades épiaison, floraison et laiteux, cette teneur est comparable avec respectivement de 4429 ; 4439 et 4437 kcal/kg de MS. Comparées à celles rapportées par l'INRA (2007) avec l'orge cultivée, elles sont plus élevées aux stades floraison (4439 contre 4183 kcal/kg de MS) et laiteux (4437 contre 4310kcal/kg de MS).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO diminue avec l'âge de la plante en raison de l'augmentation des teneurs en parois totales (NDF) et en cellulose (CB) souvent accompagnées d'une lignification ce qui limite la dMO. En effet, la valeur la plus élevée est observée au stade montaison avec 68,71% et la valeur la plus faible au stade laiteux avec 58,76% ; soit une diminution de presque 10 points. Les valeurs aux stades floraison et laiteux, sont inférieures à celles rapportées par l'INRA (2007) avec l'orge cultivée avec respectivement 65 et 61%.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

Les valeurs UFL et UFV, sont de 0,82 et 0,75 lors des 02 premiers stades, puis passent respectivement à 0,77 et 0,69 ; 0,71 et 0,62 et 0,69 et 0,60 aux stades épiaison, floraison et laiteux. L'INRA (2007), rapporte avec l'orge cultivée des valeurs comparables aux stades floraison (0,71 UFL et 0,63 UFV) et laiteux (0,72 UFL et 0,63 UFV).

- **Valeurs azotées**

Les valeurs PDIN et PDIE, varient de 72,47 et 85,08 g/kg de MS au stade montaison à 45,37 et 70,25 g/kg de MS au stade laiteux, soit des diminutions de 27,1 et 14,83 points respectivement pour les PDIN et PDIE (tableau 23). Avec l'orge cultivée, l'INRA (2007) rapporte des valeurs plus élevées aux stades floraison avec 75 g de PDIN et PDIE et laiteux avec 62 et 71 g / kg de MS pour les PDIN et les PDIE.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

- **Quantités ingérées.**

Les quantités ingérées, sont comparables aux trois premiers stades (64,78 ; 64,27 et 64,46 g MS/ kg P^{0,75}), régressent au 4^{ème} stade (62,41 g) puis augmentent au dernier stade (67,66 g). Cette augmentation au stade laiteux, est liée à une diminution de la valeur d'encombrement de l'orge à ce stade (tableau 23).

- **Valeur d'encombrement :**

Les UEM, varient de façon non significative de la montaison à la floraison (1,16 à 1,20) puis diminuent à 1,10 au stade laiteux. Avec l'orge cultivée, l'INRA (2007) rapporte des valeurs plus élevées au stade floraison (1,58 contre 1,20) et au stade laiteux (1,77 contre 1,10).

Les UEL, sont comparables aux stades montaison, début épiaison, épiaison et floraison avec des valeurs allant de 1,05 à 1,06 /kg de MS. Au stade laiteux, la valeur UEL est de 1,01. Comparées à celles de l'orge cultivée (INRA, 2007), l'UEL est légèrement plus élevée au stade floraison (1,00), au stade laiteux elle est comparable (1,02)

Les UEB, évoluent de la même manière que les UEM et les UEL du stade montaison au stade laiteux (tableau 23). Elles sont plus élevées que celles rapportées par l'INRA (2007) avec l'orge cultivée, soit 1,00 UEB/kg de MS au stade floraison et 1,03 UEB/kg de MS au stade laiteux-pâteux.

Tableau 23 : Valeur nutritive de *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Festuca caerulescens* et *Hordeum murinum* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg P ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Cynodon dactylon</i>													
Début épiaison	27,23	0,80	0,73	62,13	81,28	1,11	1,03	1,08	67,52	56,32	31,32	4337,80	67,07
Epiaison	29,62	0,80	0,72	57,60	79,78	1,11	1,02	1,08	67,56	56,99	31,94	4387,35	66,07
Floraison	32,69	0,78	0,70	52,40	77,10	1,11	1,02	1,08	67,45	58,22	33,07	4411,18	64,42
Laiteux	36,49	0,74	0,66	42,95	71,71	1,13	1,03	1,09	66,47	59,94	34,66	4395,02	61,99
<i>Dactylis glomerata</i>													
Montaison	23,54	0,83	0,77	82,25	88,23	1,04	1,00	1,03	71,86	53,61	28,82	4215,71	71,27
Début épiaison	26,46	0,77	0,69	76,17	83,63	1,10	1,02	1,07	68,14	58,71	33,53	4333,06	65,48
Epiaison	31,24	0,74	0,66	63,72	78,41	1,11	1,02	1,08	67,43	60,07	34,78	4331,35	63,22
Floraison	35,05	0,72	0,64	58,00	76,04	1,11	1,02	1,08	67,31	61,77	36,34	4421,61	61,05
Laiteux	41,49	0,70	0,61	48,32	71,41	1,09	1,01	1,07	68,57	62,92	37,40	4420,44	59,20
<i>Festuca caerulescens</i>													
Début épiaison	25,89	0,80	0,72	62,79	81,40	1,13	1,03	1,10	66,35	56,79	31,75	4361,21	66,62
Epiaison	32,17	0,76	0,68	55,14	76,94	1,11	1,02	1,08	67,33	58,66	33,48	4352,79	64,14
Floraison	35,75	0,73	0,64	44,30	71,30	1,14	1,03	1,10	65,76	60,53	35,21	4362,05	61,45
Laiteux	42,19	0,69	0,60	41,81	68,49	1,11	1,02	1,08	67,71	62,78	37,28	4380,54	58,91
<i>Hordeum murinum</i>													
Montaison	18,71	0,82	0,75	72,47	85,08	1,16	1,05	1,12	64,78	55,42	30,49	4311,35	68,71
Début épiaison	21,71	0,82	0,75	62,33	82,49	1,17	1,05	1,12	64,27	55,74	30,78	4383,99	67,70
Epiaison	28,65	0,77	0,69	54,60	77,37	1,16	1,04	1,12	64,46	59,06	33,84	4428,90	63,69
Floraison	31,17	0,71	0,62	50,46	72,92	1,20	1,06	1,15	62,41	62,41	36,93	4439,37	59,88
Laiteux	41,41	0,69	0,60	45,37	70,25	1,10	1,01	1,07	67,66	63,14	37,63	4437,25	58,76

1.1.10. *Lagurus ovatus*

➤ Teneur en parois totales (NDF)

La teneur en parois totales de cette espèce, augmente de 6,25 points au cours du cycle, en passant de 55,55 % au stade début épiaison à 61,80 % au stade laiteux. Notons qu'aux deux derniers stades, les valeurs de NDF sont très proches (tableau 24).

➤ Teneur en ligno-cellulose (ADF)

Les teneurs en ADF, varient de la même manière que les teneurs en NDF. En effet, elles passent de 30,61 % au stade début épiaison à 36,37 % au stade laiteux, soit une augmentation de 5,76 points. Ces teneurs sont proches entre les stades floraison et laiteux.

➤ Teneur en énergie brute (EB)

La teneur en EB ne semble pas varier significativement entre les trois premiers stades du cycle de *Lagurus ovatus* ; elles sont respectivement de 4363, 4347 et 4363 kcal/kg de MS. Au dernier stade, cette teneur augmente de 31 points (4394 kcal)(tableau 24).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO)

La dMO, diminue d'un stade à un autre au cours du cycle de la plante. En effet, des diminutions de l'ordre de 3,09 ; 3,38 et 1,63 points, sont observées entre le 1^{er} et le 2^{ème} ; le 2^{ème} et le 3^{ème} ; le 3^{ème} et le 4^{ème} stade phénologique.

➤ Valeurs énergétiques et azotées

- Valeurs énergétiques

Les valeurs UFL et UFV par kg de MS, passent respectivement de 0,82 et 0,75 en début épiaison à 0,71 et 0,62 au stade laiteux ; soit une baisse de 0,11 UFL et 0,13 UFV durant le cycle.

La valeur énergétique de *Lagurus ovatus*, est surtout intéressante aux stades phénologiques début épiaison et épiaison ; par la suite, ces apports énergétiques régressent.

- Valeurs azotées

Durant tout le cycle, les apports azotés de cette espèce, sont plus élevés en PDIE qu'en PDIN. Des différences de 18,6 ; 24,51 ; 23,53 et 27,75 points en faveur des PDIE sont observées respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 24).

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

L'ingestibilité du *Lagurus ovatus*, est comparable entre les 02 premiers stades (64,63 et 64,05 g). Suite à une diminution des valeurs d'encombrement au 3^{ème} et 4^{ème} stade (tableau 24), cette ingestibilité à tendance à augmenter pour passer à 66,81 et 67,32 g respectivement au stade floraison et laiteux.

1.1.11. *Lamarckia aurea*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales de *Lamarckia aurea*, est de 54,13 % au stade début épiaison, 57,89 % au stade épiaison, 60,76 % au stade floraison et 62,42 % au stade laiteux. Soit une augmentation de 8,29 points au cours du cycle (tableau 24).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

Les teneurs en ADF, passent de 29,3 % au stade début épiaison à 36,95 % au stade laiteux, soit une augmentation de 7,65 points. Ces teneurs sont proches entre les stades floraison et laiteux.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB de *Lamarckia aurea*, est de 4365 kcal au stade début épiaison, 4403 kcal au stade épiaison, soit une augmentation de 38 kcal et de 4465 kcal au stade floraison, soit un accroissement de 62 kcal. Cette dernière, est comparable à celle du stade laiteux (4462 kcal/kg de MS).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO, de cette espèce, est différente entre les stades phénologiques. En effet, cette digestibilité régresse de 10,04 points au cours du cycle de cette plante. Cette diminution, est répartie comme suit : 4,25 ; 3,56 et 2,23 points, respectivement entre le 1^{er} et le 2^{ème} ; le 2^{ème} et le 3^{ème} ; le 3^{ème} et le 4^{ème} stade.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

Les valeurs énergétiques, passent respectivement de 0,84 et 0,78 en début épiaison à 0,71 et 0,62 UFL et UFV par kg de MS au stade laiteux, soit une baisse de 0,13 UFL et 0,12 UFV durant le cycle. La chute la plus importante, est observée entre les stades début épiaison et épiaison.

- **Valeurs azotées**

Les apports azotés de cette espèce, sont de 83,03 g de PDIE et 60,46 g de PDIN au stade début épiaison. Ces apports, passent à 69,39 g de PDIE et 40,80 g

de PDIN au stade laiteux, soit des pertes de l'ordre de 13,64 de PDIE et 19,66 g de PDIN.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

L'ingestibilité du premier et du dernier stade, sont très proches (68,54 et 68,14 g/kg P^{0,75}). Celles des stades intermédiaires, sont plus faibles (67,77 et 64,57 g). A l'inverse, les valeurs d'encombrement du 2^{ème} et 3^{ème} stade, sont plus élevés (tableau 24).

1.1.12. *Lolium multiflorum*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en parois totales (NDF), est de 54 % au stade montaison, 56,8 % au stade début épiaison, 58,82 % au stade épiaison, 59,97 % au stade floraison et 61 % au stade laiteux, soit une augmentation de 7 points (tableau 24). Ces valeurs aux stades début épiaison et épiaison, sont plus élevées que celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007), pour le ray-grass d'Italie et le ray-grass Anglais, respectivement 53,6 et 54,1 % pour le premier et 52,1 et 56,4 % pour le second. Au stade floraison, la teneur est comparable à celle du ray-grass d'Italie (59,9 %) et plus faible que celle du ray-grass Anglais (62,1 %) (INRA, 2007).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La teneur en ADF, passe de 29,18 % en début du cycle à 35,64 % à la fin de celui-ci, soit une augmentation de 6,46 points. Les valeurs trouvées, aux stades début épiaison et épiaison, sont plus élevées aux mêmes stades que celles annoncées par l'INRA (2007) pour le ray-grass cultivé avec respectivement 28,3 et 29,2 % ; au stade floraison, les deux teneurs sont comparables (34,4 %).

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB, n'évolue que faiblement au cour du cycle de cette espèce. En effet celle-ci passe de 4283 à 4452 Kcal / Kg de MS entre le début et la fin du cycle phénologique, soit une augmentation de 169 points, répartis comme suit : 94 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade, 38 points entre le 2^{ème} et le 3^{ème} stade, 15 points entre le 3^{ème} et le 4^{ème} stade et enfin 22 points entre le 4^{ème} et le 5^{ème} stade. Les teneurs observées dans notre cas sont plus élevées de 255, 235 et 241 points par rapport à celles annoncées par l'INRA (2007) avec *Lolium multiflorum*(4122, 4180 et 4189 Kcal / Kg de MS respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO est de 70,54 % pour la première phase, suivi de 67,15 % en début épiaison, 64,21 % en épiaison, 62,66 % en floraison et 61,39 % au stade laiteux (Tableau 24). Nos résultats, concordent avec ceux de JEAN BLIANT et al, (1992), qui rapporte que la digestibilité de la matière organique est en fonction de l'avancement du stade de végétation, lorsque le taux de cellulose brute augmente, la digestibilité décroît. Il apparaît ainsi que la règle selon laquelle la digestibilité varie considérablement avec la phase végétative, ou l'âge chez les fourrages classiques (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981) peut s'appliquer aussi sur le ray-grass.

Nos valeurs sont plus faibles que celles rapportées par l'INRA (2007) pour le *Lolium multiflorum* cultivé aux stades début épiaison et épiaison (76 et 69 %), alors qu'au stade floraison, notre valeur est plus élevée (62,66 contre 60 %).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

La valeur énergétique par Kg de MS est de 0,84 UFL et 0,77 UFV au stade montaison, 0,80 UFL et 0,73UFV au stade début épiaison, 0,77 UFL et 0,69UFV au stade épiaison, 0,75 UFL et 0,67UFV au stade floraison et 0,73 UFL et 0,64 UFV au stade laiteux. La valeur obtenue, au stade début épiaison est plus faible que celle rapportée dans les tables de l'INRA (2007) pour le ray-grass cultivé (0,87 UFL et 0,82 UFV /Kg de MS), alors que celle de la floraison, est plus élevée (0,66 UFL et 0,58 UFV /Kg de MS).

➤ **Valeurs azotées**

Selon DEMARQUILLY et al (1981) et JARRIGE (1984), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité des matières azotées et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

Les PDIN, passent de 77,49 à 51,13 g / Kg de MS entre le début et la fin du cycle, soit une diminution de 26,36 g. La chute la plus importante s'est réalisée entre la montaison et l'épiaison, elle est de l'ordre de 18,76g.

Les tables de l'INRA (2007), annoncent pour la même espèce cultivée des valeurs de l'ordre de : 67 g au stade début épiaison, 51 g au stade épiaison et 38 g / kg de MS au stade floraison.

Une chute moins importante, est observée pour les PDIE aussi bien au cours du cycle (87,47 à 72,64 g/Kg de MS, soit une diminution de 14,83 points), qu'entre le stade montaison et le stade épiaison (une diminution de 8,59 points) (tableau 24). A

stades respectifs, les valeurs PDIE sont plus élevées que les PDIN, surtout en fin de cycle où l'on a noté une différence de 20 points en faveur des PDIE. Ceci, démontre la richesse des graminées en général et le ray-grass en particulier en énergie beaucoup plus qu'en azote.

Les tables de l'INRA (2007), annoncent pour le ray-grass cultivé des valeurs plus faibles que celles qu'on a pu estimées. Elles sont de: 81 g au stade début épiaison, 73 g au stade épiaison et 64 g / kg de MS au stade floraison.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

- **Quantités ingérées.**

La quantité de ray-grass spontané ingérée, se rapproche entre les stades phénologiques. Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de matière sèche ingérée et les différents critères chimique et morphologique de la plante (DEMARQUILLY et al, 1969)

Les quantités ingérées, sont de 70,73 ; 69,57 ; 66,11, 66,07 et 64,89 g/Kg P^{0,75} respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 24).

- **Valeur d'encombrement :**

Les valeurs d'encombrement par kg de MS sont de 1,01 UEL, 1,06 UEM et 1,04 UEB au stade montaison, 1,01 UEL, 1,08 UEM et 1,06 UEB au stade début épiaison, 1,03 UEL, 1,12 UEM et 1,09 UEB au stade épiaison, 1,03 UEL, 1,14 UEM et 1,10 UEB au stade floraison et 1,03 UEL, 1,15 UEM et 1,11 UEB au stade laiteux. Les tables de l'INRA (2007), annoncent pour la même espèce cultivée des valeurs assez proches des nôtres : 1,04 UEM, 1,02 UEL et 1,03 UEB au stade début épiaison, 1,17 UEM, 1,07 UEL et 1,12 UEB au stade épiaison et 1,37 UEM, 1,14 UEL et 1,26 UEB au stade floraison.

Tableau 24 : Valeur nutritive de *Lagurus ovatus*, *Lamarckia aurea* et *Lolium multiflorum* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg p ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Lagurus ovatus</i>													
Début épiaison	21,27	0,82	0,75	64,52	83,12	1,16	1,05	1,12	64,63	55,55	30,61	4363,88	68,05
Epiaison	27,17	0,77	0,70	52,13	76,64	1,17	1,05	1,12	64,05	57,70	32,59	4347,29	64,96
Floraison	35,80	0,72	0,64	49,66	73,19	1,12	1,03	1,09	66,81	60,75	35,40	4363,48	61,58
Laiteux	40,41	0,71	0,62	41,81	69,56	1,11	1,02	1,08	67,32	61,80	36,37	4394,84	59,95
<i>Lamarckia aurea</i>													
Début épiaison	26,56	0,84	0,78	60,46	83,03	1,09	1,02	1,07	68,54	54,13	29,30	4365,29	69,27
Epiaison	31,52	0,78	0,71	56,14	78,66	1,11	1,02	1,08	67,77	57,89	32,76	4403,37	65,02
Floraison	33,05	0,74	0,65	48,12	73,85	1,16	1,04	1,12	64,57	60,76	35,41	4465,12	61,46
Laiteux	42,70	0,71	0,62	40,80	69,39	1,10	1,02	1,07	68,14	62,42	36,95	4462,82	59,23
<i>Lolium multiflorum</i>													
Montaison	23,95	0,84	0,77	77,49	87,47	1,06	1,01	1,04	70,73	54,00	29,18	4283,48	70,54
Début épiaison	27,90	0,80	0,73	70,95	84,28	1,08	1,01	1,06	69,57	56,80	31,76	4377,02	67,15
Epiaison	30,28	0,77	0,69	58,73	78,88	1,12	1,03	1,09	66,71	58,82	33,63	4415,21	64,21
Floraison	32,48	0,75	0,67	53,54	76,18	1,14	1,03	1,10	66,07	59,97	34,68	4430,74	62,66
Laiteux	35,49	0,73	0,64	51,13	72,64	1,15	1,03	1,11	64,89	61,01	35,64	4452,17	61,39

1.1.13. *Oryzopsis miliacea*

➤ Teneur en parois totales (NDF)

La teneur en NDF, la plus élevée, est observée au stade laiteux avec 62,75 % et la plus faible au stade montaison avec 55,86 % (tableau 25). L'augmentation au cours du cycle, n'est que de 6,89 points.

➤ Teneur en ligno-cellulose (ADF)

Les teneurs en ADF varient peu entre les stades phénologiques, elles passent de 30,89 % au stade montaison à 37,25 % au stade laiteux, soit une augmentation de 6,36 points. Cette augmentation, est comparable à celle obtenue avec les NDF (6,36 contre 6,89 points).

➤ Teneur en énergie brute (EB)

La teneur en EB ne semble pas varier significativement d'un stade à l'autre. Corrélée à la teneur en MAT (MAT exprimée par rapport à la teneur en MO), elle devrait pourtant varier dans le même sens. Elle augmente du stade montaison avec 4280 kcal au stade laiteux avec 4460, soit une différence de 180 kcal/kg de MS.

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO)

La dMO, la plus élevée avec 68,54%, est observée à la montaison et la plus faible avec 58,97%, au stade laiteux, soit une différence de 9,57 points (tableau 25). La diminution durant le cycle est évidente en raison de la baisse de la teneur en MAT et la hausse des teneurs en CB, en NDF et en ADF. Comparée à *Hordeum vulgare* (INRA, 2007), la dMO observée dans notre essai est inférieure aux stades floraison (60,11 contre 65%) et laiteux (58,97 contre 61%).

➤ Valeurs énergétiques et azotées

- Valeurs énergétiques

Les valeurs UFL et UFV par kg de MS, passent respectivement de 0,80 et 0,74 en montaison à 0,70 et 0,61 au stade laiteux ; soit une baisse de 0,10 UFL et 0,13 UFV durant le cycle.

La valeur énergétique de *Oryzopsis miliacea*, est surtout intéressante aux stades phénologiques montaison, début épiaison et épiaison pour une exploitation rationnelle, alliant valeur énergétique et production fourragère (ou rendements de la plante).

- Valeurs azotées

Les PDIN, passent de 76,90 à 42,21 g/kg de MS du stade montaison au stade laiteux, soit une baisse de 54,88 % ou 34,69 g. Aux stades habituels d'exploitation, la

baisse est de 15,11 g en début épiaison et de 18,56 g à l'épiaison par rapport au stade montaison (tableau 25).

Les PDIE, sont plus élevées que les PDIN à tous les stades. Elles varient de 85,63 à 69,63 g/kg de MS du stade montaison au stade laitieux, soit une baisse de 16 g. Avec l'âge, les valeurs en PDIN chutent beaucoup plus rapidement que les valeurs en PDIE mais les écarts entre les valeurs en PDIN et PDIE augmentent avec l'âge durant tout le cycle.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

- **Quantités ingérées.**

Pour quantifier les quantités ingérées, nous empruntons l'équation utilisée par l'INRA (2007) pour les prairies permanentes. Volontairement à défaut d'équation spécifique, nous considérons que nos échantillons sont prélevés d'une prairie permanente d'*Oryzopsis miliacea*. Les quantités ingérées ne sont donc qu'une estimation. Nous n'avons pas observé de différence significative d'un stade phénologique à l'autre (tableau 25).

- **Valeur d'encombrement :**

Les valeurs d'encombrement en unités d'encombrement ovin (UEM), lait (UEL) et bovin (UEB) ne changent pas significativement d'un stade phénologique à l'autre (tableau 25). L'unité d'encombrement, augmente avec l'âge en raison des modifications chimiques suite aux modifications morphologiques. Ces unités d'encombrement ainsi rapportées, doivent être confirmées ou infirmées par des tests *In Vivo*. Elles n'ont donc qu'une valeur qui reste à valider.

1.1.14. *Phalaris brachystachis*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en NDF augmente avec le développement de la plante. Elle passe de 54,84 % à 64,66 % de la montaison au stade laitieux, soit une hausse d'environ 10 points (tableau 25). Il est à signaler que la hausse entre ces deux stades est presque identique entre la CB et les NDF.

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La teneur en ADF évolue dans le même sens que les NDF. Cette teneur, passe de 29,95% au stade montaison à 33,02 % au stade début épiaison, puis à 35,06 % à l'épiaison, à 36,42 % à la floraison et à 39,01 % au stade laitieux, soit une

augmentation globale d'environ 9 points. Cette hausse de l'ADF est proche de celles de la CB et des NDF entre les mêmes stades.

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB, augmente de 52 points entre le 1^{er} et le 2^{ème} stade, puis diminue de 48 points au 3^{ème} stade, augmente de 75 points au 4^{ème} stade et de seulement de 7 points au 5^{ème} stade, soit une hausse de 86 kcal entre les stades montaison et laiteux (tableau 25).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO la plus élevée est observée au stade montaison avec 69,46 % ; elle chute significativement à 65,79 % au stade début épiaison, diminue encore pour atteindre 62,28% au stade épiaison, 60,56 % et 56,86 % aux stades floraison et laiteux. La diminution observée entre les stades montaison et laiteux est de 12,6 points. La dMO rapportée par l'INRA (1981) avec *Phalaris truncata* au stade montaison est inférieure à la notre au même stade avec 51 contre 69,46 %.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

Les valeurs les plus élevées, sont observées au stade montaison (0,82 UFL et 0,75 UFV/kg de MS), diminuent au stade début épiaison de 0,06 UFL et 0,05 UFV, puis continue leur baisse jusqu'au stade laiteux pour atteindre des valeurs de 0,65 UFL et 0,56 UFV/kg de MS (tableau 25). Au stade épiaison avec *Phalaris truncata*, l'INRA (1981), note une valeur de 0,52 UFL et 0,42 UFV/kg de MS. La différence pourrait provenir des méthodes de mesure et d'évaluation qui ont changé depuis 1981.

➤ **Valeurs azotées**

Les PDIN et PDIE, varient entre 74,45 et 85,70 g/kg de MS au stade montaison à 40,79 et 66,16 g/kg de MS au stade laiteux, soit des baisses de 33,66 et 19,54 g respectivement pour les PDIN et les PDIE. Les chutes les plus importantes, ont lieu entre les stades début épiaison et épiaison et entre la floraison et le stade laiteux (tableau 25). Avec *Phalaris truncata* au stade épiaison, l'INRA (1981) rapporte une valeur de 46,88 g de PDIN et 68,93 g de PDIE.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

- **Quantités ingérées.**

L'ingestibilité, varie très peu au cours du cycle du phalaris. Elle est de 66,80 g au 1^{er}, 63,61 g au 2^{ème}, 62,45 g au 3^{ème}, 63,81 g au 4^{ème} et 63,56 g de MS/kg P^{0,75} au

5^{ème} stade. Nous remarquons qu'elle est très proche entre les 04 derniers stades (tableau 25).

- Valeur d'encombrement :

Les UEM, varient différemment d'un stade à l'autre entre 1,12 et 1,17 UEM/kg de MS. Avec *Phalaris truncata* au stade épiaison, l'UEM est de 1,63 /kg de MS (INRA, 1981). Les UEL, sont comparables entre les 05 stades. Les UEB, fluctuent au cours du cycle de la même manière que les UEM (tableau 25).

1.1.15. *Vulpia sicula*

➤ **Teneur en parois totales (NDF)**

La teneur en NDF évolue d'un stade à l'autre de la même façon que la CB, de 57,07 à 61,54 % du stade début épiaison au stade laiteux (tableau 25). Comparée aux résultats de l'INRA (2007) pour l'orge cultivée, la teneur en NDF est inférieure au stade floraison (60,01 contre 63,5 %) et supérieure au stade laiteux-pâteux (61,54 contre 57,2%).

➤ **Teneur en ligno-cellulose (ADF)**

La teneur en ADF évolue d'un stade à l'autre de la même façon que les NDF, passant de 32,01 à 36,13 % entre les stades début épiaison et laiteux ; soit une augmentation de seulement 4,12 points (tableau 25).

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

Chez *Vulpia sicula*, l'EB ne varie pas significativement d'un stade à l'autre, passant, par kg de MS, de 4377 kcal au stade début épiaison à 4430 kcal au stade épiaison, à 4435 kcal à la floraison puis à 4419 kcal au stade laiteux. Ces teneurs en EB sont plutôt supérieures à celles notées par l'INRA (2007) pour l'orge cultivée avec 4163 kcal à la floraison et 4310 kcal au stade laiteux-pâteux.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO passe de 66,22 à 60,18% du début à la fin du cycle de cette plante, soit une baisse de 6 points. Les dMO observées aux stades floraison et laiteux sont proches à légèrement inférieures à celles notées par l'INRA (2007) avec l'orge cultivée, soit 62,42 contre 65% à la floraison et 60,18 contre 61% au stade laiteux.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

Les valeurs énergétiques, sont très proches entre les stades phénologiques de *Vulpia sicula*. Elles sont de 0,79 UFL et 0,72 UFV/kg de MS au stade début épiaison et de 0,72 ULF et 0,63 UFV/kg de MS au stade laiteux (tableau 25).

- **Valeurs azotées**

Les PDIN chutent de presque 20 g entre le début et la fin du cycle de *Vulpia* (61,20 g au stade début épiaison et 41,07 g au stade laiteux). Les PDIE, passent de 80,83 au stade début épiaison à 64,44 g/kg de MS au stade laiteux, soit une diminution de 11 g, moins importante que pour les PDIN.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

- **Quantités ingérées.**

La quantité ingérée, est stable au cours du cycle. Elle est de 64,97 ; 66,40 ; 66,99 et 64,44 g MS/kg P^{0,75} respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 25). Nous n'avons pas d'explication plausible à fournir à cette évolution sauf que les variations des parois totales et de la lignocellulose, sont faibles d'un stade à l'autre et semblent donc peu influencer l'ingestibilité.

- **Valeur d'encombrement :**

Les valeurs d'encombrements exprimées en UEM, UEL et UEB sont pratiquement identiques entre les quatre stades phénologiques (tableau 25) ; c'est ce qui peut expliquer la stabilité de l'ingestibilité de cette espèce aux cours des stades phénologiques.

Tableau 25 : Valeur nutritive de l'*Oryzopsis miliacea*, *Phalaris brachystachis* et *Vulpia sicula* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg P ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Oryzopsis miliacea</i>													
Montaison	25,41	0,80	0,74	76,90	85,63	1,07	1,01	1,05	70,01	55,86	30,89	4280,54	68,54
Début épiaison	30,90	0,77	0,69	61,79	79,71	1,10	1,02	1,07	68,19	58,40	33,24	4367,84	64,86
Epiaison	35,69	0,75	0,67	58,34	77,71	1,09	1,01	1,06	69,09	60,28	34,97	4437,70	62,64
Floraison	41,30	0,71	0,62	52,00	73,62	1,07	1,01	1,05	69,81	62,28	36,81	4440,59	60,11
Laiteux	44,04	0,70	0,61	42,21	69,63	1,08	1,00	1,06	69,09	62,75	37,25	4460,00	58,97
<i>Phalaris brachystachis</i>													
Montaison	20,27	0,82	0,75	74,45	85,70	1,12	1,03	1,09	66,80	54,84	29,95	4275,50	69,46
Début épiaison	20,52	0,77	0,70	72,14	82,79	1,18	1,05	1,13	63,61	58,15	33,02	4327,55	65,79
Epiaison	27,40	0,72	0,64	54,47	74,25	1,20	1,06	1,15	62,45	60,38	35,06	4279,56	62,28
Floraison	32,01	0,71	0,62	52,07	72,98	1,18	1,05	1,13	63,81	61,86	36,42	4354,04	60,56
Laiteux	38,81	0,65	0,56	40,79	66,16	1,17	1,04	1,12	63,56	64,66	39,01	4361,79	56,86
<i>Vulpia sicula</i>													
Début épiaison	24,76	0,79	0,72	61,20	80,83	1,15	1,04	1,11	64,97	57,07	32,01	4377,81	66,22
Epiaison	29,63	0,78	0,70	58,67	79,21	1,13	1,03	1,09	66,40	58,65	33,47	4430,26	64,38
Floraison	34,83	0,75	0,67	50,60	75,11	1,12	1,03	1,09	66,99	60,01	34,72	4435,56	62,42
Laiteux	36,13	0,72	0,63	41,07	69,80	1,16	1,04	1,12	64,44	61,54	36,13	4419,69	60,18

1.1.16. Valeur alimentaire des graminées fourragères cultivées : *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum* et *Sorghum bicolor*.

➤ Teneur en parois totales (NDF)

La teneur en parois totales des graminées fourragères cultivées, augmente avec l'âge de ces dernières et est inversement proportionnelle à l'évolution du rapport feuilles / tiges (AISSANI et CHANANE, 2012). En effet, JARRIGE, (1981), note que la teneur des tiges en parois cellulaires augmente avec l'âge et est plus élevée que celle des feuilles.

Au stade montaison, le ray-grass et le sorgho, avec 58,58 et 57,35 %, ont les teneurs les plus élevées. Aux stades début épiaison et épiaison, les quatre espèces, présentent des teneurs en NDF très proches. Aux stades floraison et laiteux, l'avoine et l'orge détiennent les valeurs les plus élevées. Au cours de leurs cycles, la teneur en parois totales de ces plantes, augmente de 13,28 points chez l'orge, suivi par l'avoine avec 12,10 points et en fin le ray-grass et le sorgho avec seulement 4,45 et 3,08 points (tableau 26).

Les teneurs en NDF obtenues avec l'avoine, aux stades début épiaison et floraison, sont proches de celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007) (respectivement 60,1 et 63,8 %), alors qu'elles sont plus élevées au stade laiteux (56,2 %). De même, avec l'orge notre valeur au stade floraison (65,57 %) se rapproche de celle de l'INRA, 2007 (63,4 %). Aux stades début épiaison, épiaison et floraison, les teneurs en NDF du ray-grass, sont plus élevées que celles rapportées dans les tables de l'INRA (2007) pour le ray-grass d'Italie et le ray-grass Anglais, avec respectivement 53,6 ; 54,1 et 59,9 % pour le premier et 52,1 ; 56,4 et 62,1 % pour le second. De même pour le sorgho, l'INRA (2007), annonce des teneurs pour le sorgho comparables aux nôtres (55,7 ; 60,8 ; 63,1 ; 62,9 et 60,7 % aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux).

➤ Teneur en ligno-cellulose (ADF)

Les résultats obtenus chez les quatre espèces étudiées, pour se composant chimique (ADF), présentent des teneurs très proches entre les stades :

- Début épiaison et épiaison ; floraison et laiteux chez l'orge.
- Montaison, début épiaison et épiaison ; floraison et laiteux chez le ray-grass.
- Début épiaison, épiaison et floraison chez le sorgho.
- L'avoine, présente des teneurs différentes entre les 05 stades phénologiques.

Comme c'est le cas pour les parois totales, la lignocellulose ou ADF, augmente avec l'âge des plantes. Cette augmentation entre le début et la fin du cycle est respectivement de 10,10 – 11,06 – 3,70 et 2,57 points pour l'avoine, l'orge, le ray-grass et le sorgho (tableau 26).

➤ **Teneur en énergie brute (EB)**

La teneur en EB, augmente avec l'âge des plantes fourragères ; elle passe de 4174 au stade montaison à 4245 kcal au stade laiteux chez l'avoine ; de 4214 à 4297 kcal chez l'orge ; de 4082 à 4189 kcal pour le ray-grass et de 4088 à 4296 kcal/kg de MS pour le sorgho, soit des augmentations respectives de 71, 83, 107 et 208 kcal (tableau 26).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO diminue avec l'âge des plantes en raison de l'augmentation des teneurs en parois totales (NDF) et en cellulose (CB) souvent accompagnées d'une lignification ce qui limite la dMO. En effet, les valeurs les plus élevées sont observées au stade montaison et les plus faibles au stade laiteux (tableau 26). Il apparaît ainsi que la règle selon laquelle la digestibilité varie considérablement avec la phase végétative, ou l'âge chez les fourrages classiques (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981) peut s'appliquer aussi sur ces espèces.

La régression est plus importante chez l'avoine et l'orge avec - 11,66 et - 13,60 points que chez le ray-grass et le sorgho avec - 4,46 et - 3,50 points. Notons cependant des digestibilités comparables entre l'avoine et l'orge aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux ; de même qu'entre le ray-grass et le sorgho aux stades montaison, floraison et laiteux. Une comparaison inter espèces, montre que l'orge au stade montaison, détient la dMO la plus élevée et l'avoine la dMO la plus faible au stade laiteux. Nos résultats concordent avec ceux de JEAN BLIANT et al, (1992), qui rapporte que la digestibilité de la matière organique est en fonction de l'avancement du stade de végétation, lorsque le taux de cellulose brute augmente, la digestibilité décroît.

Les résultats de la dMO, obtenus dans cet essai, sont proches à plus faibles que ceux annoncés par l'INRA, (2007). Ainsi, cette dernière rapporte des dMO de :

- 71, 66 et 59 % respectivement aux stades début épiaison, floraison et laiteux pâteux chez *Avena sativa* contre : 67,25 ; 62,79 et 60,55 % dans notre cas.
- 65 et 61 % aux stades floraison et laiteux pâteux chez *Hordeum vulgare* contre : 62,40 et 61,47 % dans cet essai.

- 76, 69 et 60 % respectivement aux stades début épiaison, épiaison et floraison chez le *Lolium multiflorum* contre : 68,60 ; 68,54 et 64,67 % dans notre essai.
- 71, 64, 61 et 60 % respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison et floraison chez le sorgho contre : 68,99 ; 65,64 ; 64,29 et 64,41 % dans cet essai.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées**

- **Valeurs énergétiques**

La valeur énergétique par kg de MS, est de : 0,83 ; 0,86 ; 0,77 et 0,78 UFL au début du cycle et de 0,69 ; 0,71 ; 0,73 et 0,78 UFL en fin de cycle, respectivement pour l'avoine, l'orge, le ray-grasset le sorgho. Soit des diminutions respectives de 0,14 ; 0,15 ; 0,04 et 00 UFL.

Les valeurs obtenues, sont proches de celles rapportées par l'INRA (2007), qui annonce, 0,84 ; 0,74 et 0,67 UFL, alors que nos valeurs sont de 0,78 ; 0,72 et 0,69 UFL pour l'avoine aux stades début épiaison, floraison et laiteux-pâteux. 0,71 et 0,70 UFL pour 0,72 et 0,71 UFL dans notre essai pour l'orge aux stades floraison et laiteux. 0,87 ; 0,81 et 0,66 UFL contre 0,80 ; 0,80 et 0,73 UFL pour le ray-grass aux stades début épiaison, épiaison et floraison. 0,72 ; 0,69 et 0,68 contre 0,75 ; 0,73 et 0,75 pour le sorgho aux stades début épiaison, épiaison et floraison.

La valeur énergétique, exprimée en UFV par kg de MS, est très proche entre :

- Le ray-grass et le sorgho au stade montaison.
- L'orge et le sorgho au stade début épiaison.
- L'avoine et l'orge au stade épiaison.
- L'avoine, l'orge et le ray-grass au stade floraison.
- L'avoine et l'orge au stade laiteux.

Le sorgho et le ray-grass, présentent une valeur UFV plus stable au cours de leurs cycles, puisqu'ils ne régressent que de 0,02 et 0,05 UFV entre le début et la fin du cycle, alors que l'avoine et l'orge, régressent de 0,18 UFV (tableau 26).

- **Valeurs azotées**

Une comparaison inter espèces et intra stades, fait ressortir que le ray-grass, est plus riche en PDIN que les trois autres espèces. En effet :

- Au stade montaison, l'orge (86,84 g) a une valeur proche de l'avoine (84,67 g) est plus riche que le ray-grass de 12,60 g et le sorgho de 27,78 g de PDIN.
- En début épiaison, le ray-grass (81,79 g) est plus riche que l'orge le sorgho et l'avoine, de respectivement 16,46 ; 20,77 et 24,57 g de PDIN.

- A l'épiaison, le ray-grass (78,53 g) est plus riche que l'orge de 9,99 g, que le sorgho de 28,16 g et l'avoine de 28,41 g de PDIN.
- En floraison, le ray-grass (59,09 g), a une valeur PDIN proche de celle de l'orge (58,51 g). Il est supérieur de 10,98 et de 13,25 g de PDIN par rapport à l'avoine et au sorgho.
- Au stade laiteux, le ray-grass (57,48 g) a une valeur PDIN, plus élevée que celle de l'orge de 6,39 g, de l'avoine de 9,37 g et du sorgho de 17,83 g.

Les valeurs PDIE des espèces étudiées, régressent avec l'âge de ces dernières. En effet, des chutes respectives de 16,39 ; 15,81 ; 5,66 et 5,23 g pour l'avoine, l'orge, le ray-grass et le sorgho, ont été constatées. Ces valeurs, suivent la même tendance que celles des PDIN et des MAT, étant donné, qu'ils ont été calculés avec les équations de l'INRA qui tiennent compte des teneurs en MAT.

➤ **Quantités ingérées et valeur d'encombrement**

L'ingestibilité exprimée en $g/kg P^{0,75}$, est plus élevée au stade :

- montaison chez l'avoine (67,10 g) et l'orge (66,21 g).
- début épiaison chez le ray-grass (65,61 g).
- épiaison chez le ray-grass (65,83 g) et l'orge (64,78 g).
- floraison chez le ray-grass (63,36 g) et l'orge (62,65 g).
- laiteux chez le ray-grass (72,26 g).

Les valeurs d'encombrements de ces fourrages, exprimées en UEM, UEL et UEB, sont proches entre les quatre espèces et entre les stades chez une même espèce (tableau 26).

Tableau 26 : Valeur nutritive de l'*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum* et *Sorghum bicolor* (équations de prédiction de l'INRA, 2007)

Espèces	MS %	Energie UF/Kg		Azote g/Kg		Encombrement UE / Kg			Qi MS g / Kg P ^{0,75}	NDF %	ADF %	EB kcal/kg MS	dMO %
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	UEM	UEL	UEB					
<i>Avena sativa</i>													
Montaison	16,66	0,83	0,78	84,67	85,63	1,12	1,05	1,09	67,10	55,09	28,22	4174,16	72,21
Début épiaison	20,24	0,78	0,71	57,22	76,75	1,24	1,09	1,17	60,63	59,41	31,84	4213,19	67,25
Epiaison	21,85	0,76	0,68	50,12	73,61	1,28	1,11	1,20	58,73	61,63	33,70	4243,61	65,09
Floraison	28,79	0,72	0,64	48,11	70,77	1,22	1,08	1,16	61,28	64,38	35,99	4215,93	62,79
Laiteux	36,77	0,69	0,60	48,11	69,24	1,15	1,06	1,11	64,95	67,19	38,32	4245,37	60,55
<i>Hordeum vulgare</i>													
Montaison	12,67	0,86	0,81	86,84	87,28	1,13	1,06	1,10	66,21	52,95	26,46	4214,72	75,07
Début épiaison	20,64	0,74	0,67	65,33	76,09	1,22	1,09	1,16	61,54	61,22	33,35	4097,68	66,24
Epiaison	24,67	0,76	0,69	68,54	78,55	1,16	1,06	1,12	64,78	61,61	33,68	4236,59	66,11
Floraison	28,54	0,72	0,64	58,51	74,16	1,20	1,07	1,14	62,65	65,57	36,97	4305,86	62,40
Laiteux	32,32	0,71	0,63	51,09	71,47	1,19	1,07	1,14	63,17	66,23	37,52	4297,95	61,47
<i>Lolium multiflorum</i>													
Montaison	14,50	0,77	0,70	74,24	79,73	1,23	1,09	1,17	61,02	58,58	31,15	4082,10	68,84
Début épiaison	19,49	0,80	0,73	81,79	83,82	1,14	1,06	1,11	65,61	59,40	31,83	4289,01	68,60
Epiaison	20,72	0,80	0,73	78,53	82,85	1,14	1,06	1,10	65,83	59,24	31,70	4263,21	68,54
Floraison	26,76	0,73	0,66	59,09	74,47	1,18	1,07	1,14	63,36	62,76	34,64	4173,62	64,67
Laiteux	40,50	0,73	0,65	57,48	74,07	1,04	1,01	1,03	72,26	63,03	34,85	4189,35	64,38
<i>Sorghum bicolor</i>													
Montaison	16,40	0,78	0,72	59,09	77,25	1,26	1,10	1,19	59,74	57,35	30,12	4088,36	68,995
Début épiaison	20,45	0,75	0,68	61,02	76,55	1,25	1,10	1,18	60,16	61,68	33,73	4206,35	65,642
Epiaison	22,30	0,73	0,66	50,37	72,53	1,28	1,11	1,20	58,44	62,65	34,54	4187,71	64,291
Floraison	24,55	0,75	0,67	45,84	72,09	1,27	1,10	1,19	59,28	62,19	34,16	4239,31	64,410
Laiteux	24,90	0,78	0,70	39,65	72,02	1,26	1,10	1,19	59,29	60,43	32,69	4296,70	65,488

Chapitre 2. Valeur alimentaire des graminées fourragères selon les équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI (2010)

2.1. Valeur alimentaire des graminées fourragères spontanées

2.1.1. *Aegilops triuncialis*

➤ Teneur en énergie métabolisable(EM).

La teneur en énergie métabolisable (EM), passe de 2379 à 2138 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 241 points. Ces teneurs, sont proches de celles du *Brachypodium* et des deux *Brisa* (tableau 27).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO).

La digestibilité de la MO de cette plante, varie faiblement entre les stades épiaison et laiteux. Elle est respectivement de 65,73 ; 62,17 ; 61,24 et 59,45 % du 1^{er} au 4^{ème} stade phénologique.

➤ Valeurs énergétique et azotées.

➤ Valeurs énergétiques.

Les valeurs énergétiques par Kg de MS, sont de 0,76UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,73 UFL et 0,64 UFV au stade laiteux (tableau 27).

➤ Valeur azotée.

Cette teneur, est exprimée dans les équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI (2010) des apports nutritifs des aliments pour ruminants en matières azotées digestibles (MAD) (ancien système). Cette valeur, diminue de 62,24 g au stade début épiaison à 37,43 g au stade laiteux, soit une diminution de 24,81 g (tableau 27).

➤ Quantités ingérées.

Les quantités de MS ingérées en g/kg $P^{0,75}$, sont de 54,48 – 53,23 – 51,23 et 50,10g/Kg $P^{0,75}$ respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 27).

2.1.2. Le genre *Avena*

2.1.2.1 *Avena alba*

➤ Teneur en énergie métabolisable(EM).

La teneur en EM de l'avoine blanche, diminue de 353 points entre les stades début épiaison (2433) et laiteux (2080 Kcal / Kg de MS). Les diminutions les plus

importantes, sont observées entre les stades début épiaison et épiaison (155 points) et les stades floraison et laiteux (172 points).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO).**

A stades équivalents, la dMO de *Avena alba*, est très proche de celle de *Avena sterilis*. Même les diminutions de digestibilité au cours du cycle, sont très proches à savoir 9,19 points pour la première et 9,23 pour la seconde (tableau 27).

➤ **Valeurs énergétique et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques, sont de 0,75UFL et 0,66 UFV au stade début épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,73 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux. Comme pour la dMO les valeurs énergétiques des deux avoines, sont très proches aux mêmes stades phénologiques (tableau 27).

➤ **Valeur azotée.**

Les apports en MAD de cette espèce, sont de 56,96 g au stade début épiaison, 49,91 g au stade épiaison, 43,56 g au stade floraison et 34,90 g au stade laiteux, soit une diminution au cours du cycle de 22,06 g (tableau 27). La chute des apports azotés de cette plante est moins importante que celle de l'avoine stérile entre les stades début épiaison et laiteux (32,42 g).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées, sont respectivement de 53,39 – 52,28 – 51,10 et 49,71 g/Kg P^{0,75} aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux. Soit une certaine constance dans les quantités ingérées à ces différents stades phénologiques (tableau 27).

2.1.2.2 *Avena sterilis*

➤ **Teneur en énergie métabolisable(EM).**

La teneur en énergie métabolisable, passe de 2439,47 à 2085,22 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 354,25 points.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO).**

La digestibilité de la MO de l'avoine stérile, est comparable entre les stades montaison et début épiaison (67,29 et 67,31 %). Elle diminue au stade épiaison pour atteindre une dMO de 62,89 % qui est proche de celle du stade floraison avec 61,20

%, puis diminue de 3 points pour atteindre une dMO de 58,08 % en fin de cycle (tableau 27).

➤ **Valeurs énergétique et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques, sont de 0,77UFL et 0,68 UFV au stade montaison, 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,73 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux. Toutes ces valeurs, sont proches puisqu'elles ne diminuent que de 0,04 UFL et 0,05 UFV du début à la fin du cycle alors que dans les équations de l'INRA, ces valeurs chutent de 0,11 et 0,13 UFL et UFV (cf. tableau 20).

➤ **Valeur azotée.**

Ces valeurs, diminuent de moitié entre le début (70,80 g) et la fin du cycle (35,11 g) pour cette plante. Au milieu du cycle ces valeurs, chutent de respectivement 3, 12, 11 et 11 g entre le 1^{er} et le 2^{ème}, entre celui-ci et le 3^{ème}, entre le 3^{ème} et le 4^{ème} et en fin entre ce dernier et le 5^{ème} stade phénologique.

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées, sont de l'ordre de 56,03 – 55,40 – 53,31- 51,34 et 49,74g/Kg P^{0,75} respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 27). Nous remarquons qu'aux deux premiers stades l'ingestibilité est très proche, par la suite elle diminue conséquence de l'augmentation des parois cellulaires et donc des valeurs d'encombrement.

2.1.3. *Brachypodium silvaticum*

➤ **Teneur en énergie métabolisable(EM).**

La teneur en énergie métabolisable, passe de 2379,75 à 2090,57 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 289 points. Cette chute au cours du cycle du *Brachypodium*, est plus élevée que chez *Aegilops* (241 points), mais plus faible que chez les deux avoines (355 et 353 points chez la stérile et la blanche).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO).**

La digestibilité de la MO de cette plante, est de 65,74 % au 1^{er} stade, elle diminue de 03 points au second pour atteindre une dMO de 62,57 %, de 03 points également au 4^{ème} stade pour parvenir à 59,97 % qui est proche du stade laiteux avec 58,22 % (tableau 27).

➤ **Valeurs énergétique et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques, obtenues selon ces équations, sont plus faibles que celles des équations de l'INRA (2007) au stade début épiaison (0,76UFL et 0,67 UFV contre 0,81 UFL et 0,74 UFV). Passer ce stade, ces valeurs énergétiques calculées selon les deux équations, sont très proches (0,74 UFL et 0,65 UFV contre 0,77 UFL et 0,69 UFV au stade épiaison, 0,73 UFL et 0,64 UFV contre 0,73 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV contre 0,71 UFL et 0,61 UFV au stade laiteux) (tableau 27 et 20).

➤ **Valeur azotée (MAD).**

La teneur en matières azotées digestibles (MAD), diminue de 64,30 g au stade début épiaison à 31,70 g au stade laiteux, soit une diminution de 32,6 points, soit pratiquement la même que celle de l'avoine stérile (32,42 points) (tableau 27).

Quantités ingérées.

L'ingestibilité du *Brachypodium silvaticum* est de 54,88 g au stade début épiaison, 51,86 g au stade épiaison, 50,31 au stade floraison et 49,08g/Kg P^{0,75} au stade laiteux (tableau 27).

2.1.4. Le genre *Brisa*

➤ **Teneur en énergie métabolisable (EM).**

La teneur en EM chez *Brisa maxima*, passe de 2395,77 à 2064,17 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 331,6 points. Par contre chez *Brisa minor*, elle passe de 2394,14 à 2059,40 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 334,74 points. On en conclut que la teneur en EM des deux espèces est très proche.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO).**

La dMO des deux espèces, est comparable aux stades début épiaison 66,15 et 66,11 % ; épiaison 62,76 et 62,12 % et laiteux 57,54 et 57,41 % respectivement chez la maxima et la minor. Seul le stade floraison présente une différence en faveur de maxima (61,05 contre 59,24 %) (Tableau 27).

➤ **Valeurs énergétique et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques des deux espèces, sont identiques. Elles sont respectivement chez la première et la seconde de 0,76UFL - 0,66 UFV et 0,76UFL -

0,67 UFV au stade début épiaison, 0,74 UFL - 0,65 UFV et 0,75 UFL - 0,65 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL - 0,65 UFV et 0,74 UFL - 0,64 UFV au stade floraison et 0,73 UFL - 0,63 UFV et 0,72 UFL - 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 27).

- Valeurs azotées.

Les apports en MAD, diminuent chez les deux espèces de 61,54 et 62,08 % au stade début épiaison à 34,89 (*Brisa maxima*) et 32,32 % (*Brisa minor*) au stade laiteux, soit des diminutions respectives de 26,65 et 29,76 points chez la première et la seconde (tableau 27).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées en g/kg P^{0,75} sont les mêmes chez les deux espèces. Elles sont de 54,32 – 52,03 – 51,48 49,73g chez la grande brise et 54,43 – 52,50 – 51,16 - 49,24 g chez la petite brise respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 27).

Tableau 27 : Valeur nutritive d'*Aegilops triuncalis*, *Avena alba*, *Avena sterilis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Brisa maxima* et *Brisa minor* (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)

Espèces	Énergie UF/Kg		MAD g	MSi g/kgP ^{0,75}	EM Kcal/kg Ms	dMO%
	UFL	UFV				
<i>Aegilops triuncalis</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	62,24	54,48	2379,25	65,73
Epiaison	0,75	0,66	54,60	53,23	2242,27	62,17
Floraison	0,74	0,64	43,88	51,23	2206,73	61,24
Laiteux	0,73	0,64	37,43	50,10	2137,97	59,45
<i>Avena alba</i>						
Début épiaison	0,75	0,66	56,96	53,39	2433,13	67,13
Epiaison	0,74	0,65	49,91	52,28	2278,78	63,11
Floraison	0,74	0,64	43,56	51,10	2251,11	62,94
Laiteux	0,73	0,63	34,90	49,71	2079,57	57,94
<i>Avena sterilis</i>						
Montaison	0,77	0,68	70,80	56,03	2439,47	67,29
Début épiaison	0,76	0,67	67,53	55,40	2440,18	67,31
Epiaison	0,75	0,66	55,22	53,31	2270,28	62,89
Floraison	0,74	0,64	44,42	51,34	2205,10	61,20
Laiteux	0,73	0,63	35,11	49,74	2085,22	58,08
<i>Brachypodium sylvaticum</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	64,30	54,88	2379,75	65,74
Epiaison	0,74	0,65	47,56	51,86	2257,97	62,57
Floraison	0,73	0,64	38,69	50,31	2157,70	59,97
Laiteux	0,72	0,63	31,70	49,08	2090,57	58,22
<i>Brisa maxima</i>						
Début épiaison	0,76	0,66	61,54	54,32	2395,77	66,15
Epiaison	0,74	0,65	48,55	52,03	2265,30	62,76
Floraison	0,74	0,65	45,11	51,48	2199,22	61,05
Laiteux	0,73	0,63	34,89	49,73	2064,17	57,54
<i>Brisa minor</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	62,08	54,43	2394,14	66,11
Epiaison	0,75	0,65	50,79	52,50	2240,67	62,12
Floraison	0,74	0,64	42,90	51,16	2129,58	59,24
Laiteux	0,72	0,63	32,32	49,24	2059,40	57,41

2.1.5. Le genre *Bromus*

➤ Teneur en énergie métabolisable(EM).

La teneur en énergie métabolisable des quatre espèces du genre *Bromus*, passent respectivement pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarossus* de 2339,26 - 2376,06 - 2426,57 et 2376,31 à 2094,11 - 2102,45 - 2052,15 et 2104,06 Kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit des diminutions respectives de 245,15 - 273,61 - 374,42 et 272,25 kcal. Il apparait donc que *B. rigidus*, présente la teneur la plus élevée en début du cycle, mais la plus faible à la fin de celui-ci ; il détient la plus forte perte d'énergie durant son cycle (tableau 28).

➤ Digestibilité de la matière organique (dMO).

A l'exception du stade épiaison où le *B. rigidus* et *B. squarossus*, détiennent des valeurs supérieures aux deux autres bromes (62,16 et 63,56 %), aux autres stades phénologiques, les 04 Bromes, présentent des dMO similaires. Même les pertes de digestibilité au cours du cycle de ces bromes, sont équivalentes (tableau 28).

➤ Valeurs énergétique et azotées.

➤ Valeurs énergétiques.

Les valeurs énergétiques par Kg de MS, sont de 0,76UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison chez *B. madritensis*, *B. mollis* et *B. squarossus* ; chez *B. rigidus*, elles sont de 0,77UFL et 0,68 UFV au stade montaison et 0,77 UFL - 0,67 UFV au stade début épiaison. En fin de cycle, elles sont de 0,73 UFL chez *B. madritensis*, *B. mollis*, et *B. rigidus* et 0,72 UFL chez *B. squarossus* et 0,63 UFV chez *B. madritensis* et *B. squarossus* et 0,64 UFV pour le *B. mollis* et *B. rigidus* (tableau 28).

➤ Teneur en MAD.

La teneur en MAD, diminue du stade début épiaison au stade laiteux de 27,19 - 24,78 - 31,14 et 33,29points respectivement pour *B. madritensis*, *B. mollis*, *B. rigidus* et *B. squarossus*. Une comparaison entre ces espèces, montre que le brome rigide, détient les valeurs les plus élevées aux stades montaison et début épiaison ; aux stades épiaison et floraison, le brome raboteux a les apports les plus élevés alors qu'au stade laiteux, c'est le brome mou qui est le plus riche en MAD (tableau 28).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de MS ingérées exprimées en g/kg P^{0,75}, sont presque les mêmes chez les quatre espèces avec respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux : 54,86 – 53,92 – 51,08 et 50,03g pour *B. madritensis* ; 54,60 – 53,99 – 51,47 et 50,27 g pour *B. mollis* ; 56,69 – 53,09 – 51,05 et 49,93g pour *B. rigidus* et 54,91 – 54,04 – 51,67 et 48,95g/Kg P^{0,75} pour *B. squarossus* (tableau 28).

Tableau 28 : Valeur nutritive des espèces du genre *Bromus* (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)

Espèces	Énergie UF/Kg		MAD g	MSi g/kgP ^{0,75}	EM Kcal/kg Ms	dMO %
	UFL	UFV				
<i>Bromus madritensis</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	63,89	54,86	2339,26	64,69
Epiaison	0,76	0,67	57,84	53,92	2196,18	60,97
Floraison	0,74	0,64	42,49	51,08	2132,87	59,32
Laiteux	0,73	0,63	36,70	50,03	2094,11	58,31
<i>Bromus mollis</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	62,82	54,60	2376,06	65,64
Epiaison	0,76	0,67	58,14	53,99	2191,24	60,84
Floraison	0,74	0,65	44,75	51,47	2161,12	60,06
Laiteux	0,73	0,64	38,04	50,27	2102,45	58,53
<i>Bromus rigidus</i>						
Montaison	0,77	0,68	74,12	56,69	2426,57	66,96
Début épiaison	0,77	0,67	66,99	55,44	2349,49	64,95
Epiaison	0,75	0,66	53,86	53,09	2242,20	62,16
Floraison	0,74	0,64	42,65	51,05	2169,66	60,28
Laiteux	0,73	0,64	35,85	49,93	2052,15	57,22
<i>Bromus squarossus</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	64,47	54,91	2376,31	65,65
Epiaison	0,76	0,66	59,24	54,04	2296,09	63,56
Floraison	0,74	0,65	45,84	51,67	2161,80	60,07
Laiteux	0,72	0,63	31,18	48,95	2104,06	58,57

2.1.6. *Cynodon dactylon*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable du *Cynodon dactylon*, passe de 2462,56 à 2204,37 kcal/Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 258 points. Cette espèce, détient la teneur en EM la plus élevée parmi les espèces du tableau 30.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

Le stade de développement de la plante, a un effet très sensible sur la digestibilité de la matière organique. En effet, les premiers stades (phase végétative) seraient les plus digestibles (67,62% en début épiaison et 64,89% en épiaison). Les phases de reproduction (floraison) et maturation des grains (laiteux), sont par contre moins digestibles (63,36 et 61,18%). Ces résultats, concordent avec ceux de JEAN BILIANI et al, (1992), qui rapportent que la digestibilité de la matière organique est fonction de l'avancement du stade de végétation ; lorsque le taux de cellulose brute augmente, la digestibilité décroît.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour le chiendent, la valeur énergétique par Kg de MS est de 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison et 0,73 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 29).

➤ **Valeur azotée.**

On note respectivement les moyennes suivantes : 65,42 – 57,50 – 49,79 et 36,37 g de MAD/Kg de MS en début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux. On note donc des chutes importantes de MAD entre les stades phénologiques : 7,92 g – 7,71 g et 13,42 g entre le 1^{er} et le 2^{ème}, entre celui-ci et le 3^{ème} et entre ce dernier et le 4^{ème}.

➤ **Quantités ingérées.**

Il n'existe pas de différences importantes entre les quantités de matière sèche ingérées chez cette espèce. Elles sont de 54,98 – 53,62- 52,24 et 49,79 g/Kg de P^{0,75} respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 29).

2.1.7. *Dactylis glomerata*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable du *Dactylis glomerata*, passe de 2516,59 à 2076,11 kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle. Soit une diminution de 440 points. Les teneurs observées chez cette plante, sont parmi les plus faibles entre les graminées spontanées présentées dans le tableau 30.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

Cette dMO, est de 69,29% en montaison, 63,27% en début épiaison, 61,45% en épiaison, 59,37% en floraison et 57,85% au stade laiteux (tableau 29).

Il apparait ainsi, que la règle selon laquelle la digestibilité varie avec la phase végétative, ou l'âge chez les fourrages classique (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981) peut s'appliquer aussi sur *Dactylis glomerata*.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour *Dactylis glomerata*, la valeur énergétique par Kg de MS est de 0,80 UFL et 0,71 UFV au stade montaison, 0,79 UFL et 0,70 UFV au stade début épiaison, 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade floraison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade laiteux (tableau 29).

➤ **Valeur azotée.**

La valeur azotée, dépend de la teneur en MAT ; on note respectivement les moyennes suivantes pour cette plante : 91,79 – 79,09 – 62,10 – 53,28 et 40,07 g/Kg de MS en montaison, début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 29). Parmi les graminées spontanées, le Dactyle aggloméré, détient la valeur azotée la plus élevée.

➤ **Quantités ingérées.**

Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de matière sèche ingérée et les différents critères chimiques et morphologiques de la plante (DEMARQUILLY et al, 1969). Les quantités ingérées en g/Kg de $P^{0,75}$ sont de : 59,93 – 57,86 – 54,71 – 53,14 et 50,70 g/Kg de $P^{0,75}$ respectivement aux stades montaison début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 29). Vu sa richesse en MAD, le *Dactylis glomerata*, a une ingestibilité plus élevée que celles des autres graminées spontanées.

2.1.8. *Festuca caerulescens*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en EM de la fétuque, est de 2359,96 kcal au stade début épiaison et de 2077,04 kcal/Kg de MS au stade laiteux, soit une diminution de 282 points(tableau 30).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

La dMO de cette espèce, est de 65,22% en début épiaison, 62,90% en épiaison, 60,52% en floraison et 57,87% au stade laiteux (tableau 29). Cette digestibilité, diminue de 2,32 ; 2,38 et 2,65 points du début à la fin du cycle du dactyle.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour *Festuca caerulea* la valeur énergétique est de 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,65 UFV au stade épiaison, 0,73 UFL et 0,63 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV par Kg de MS au stade laiteux (tableau 29). Les valeurs énergétiques de *Festuca*, sont moins riches que le *Dactylis*, et proche de celles du *Cynodon dactylon*.

➤ **Valeur azotée.**

On note respectivement les moyennes suivantes : 64,19 – 52,77 – 37,44 et 32,14 g/Kg de MS en début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux. Soit des diminutions respectives entre les stades d'environ 12, 15 et 5 g de MAD (tableau 29).

➤ **Quantités ingérées.**

L'ingestibilité de la fétuque, diminue de 2 points en début du cycle (début épiaison - épiaison et épiaison – floraison) puis se stabilise en fin de cycle. Les quantités de matière sèche ingérées sont de : 54,89 – 52,84 – 50,04 et 49,18 g/Kg de P^{0,75} respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 29). Ces valeurs, sont proches de celles du *Cynodon dactylon* mais plus faibles que celles du *Dactylis glomerata*.

2.1.9. *Hordeum murinum*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en EM de l'*Hordeum murinum*, est de 2428, 2406, 2252, 2100 et 2063 kcal / Kg de MS entre les stades montaison et laiteux. Soit une diminution de 365 points du début à la fin du cycle (tableau 29). Cette chute, est moins importante que celle de l'orge cultivée (495 points, tableau 32).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

La dMO de l'orge des rats, est de 67,00% en montaison, 66,43% en début épiaison, 62,44% en épiaison, 58,48% en floraison et 57,53% au stade laiteux (Tableau 29). Aux mêmes stades l'orge cultivé, présente des dMO proches de celles du spontané (tableau 32).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour l'*Hordeum murinum*, les valeurs énergétiques sont de 0,78 UFL et 0,69 UFV en montaison, 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,65

UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison, 0,73 UFL et 0,64 UFV par Kg de MS au stade laiteux (tableau 29). Les valeurs énergétiques de l'*Hordeum*, sont moins riches que celles du *Dactylis*, et proche des valeurs du *Cynodon dactylon*.

➤ **Valeur azotée.**

On note respectivement les moyennes suivantes chez l'*Hordeum murinum*: 77,69 – 64,65 – 51,71 – 43,24 et 36,19 g/Kg de MS en montaison, début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 29).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérées exprimées en g/Kg de P^{0,75}, sont de : 57,37 – 54,90 – 52,66 – 51,27 et 49,98 g/Kg de P^{0,75} du début à la fin du cycle de l'orge spontané.

2.1.10. *Lagurus ovatus*

➤ **Energie métabolisable (EM)**

La teneur en énergie métabolisable de *Lagurus ovatus*, passe de 2416,54 à 2120,66 kcal / Kg de MS du début à la fin du cycle, soit une diminution de 296 points (tableau 29).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO)**

La dMO de cette espèce, est de 66,69% en début épiaison, 63,96% en épiaison, 60,38% en floraison et 59,00% au stade laiteux, soit une baisse de digestibilité de 7,69 points (tableau 29).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour *Lagurus ovatus* la valeur énergétique par Kg de MS, est de 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 29).

➤ **Valeur azotée.**

La valeur azotée de *Lagurus ovatus*, présente respectivement les moyennes suivantes : 67,58 – 49,98 – 43,88 et 33,11 g/Kg de MS en début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux, soit une diminution totale de plus de 50 % (tableau 29).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérées exprimées en g/Kg de P^{0,75} sont de : 55,45 – 52,24 – 51,28 et 49,30 g/Kg de P^{0,75} du 1^{er} au 4^{ème} stade phénologique.

Tableau 29 : Valeur nutritive de *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Festuca caerulea*, *Hordeum murinum* et *Lagurus ovatus*(équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)

Espèce	Energie UF/Kg		MAD g	MSig/k g P ^{0,75}	EM Kcal / Kg MS	dMO %
	UFL	UFV				
<i>Cynodon dactylon</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	65,42	54,98	2462,56	67,62
Epiaison	0,75	0,66	57,50	53,62	2347,07	64,89
Floraison	0,74	0,65	49,79	52,24	2288,17	63,36
laiteux	0,73	0,63	36,37	49,79	2204,37	61,18
<i>Dactylis glomerata</i>						
Montaison	0,80	0,71	91,79	59,93	2516,59	69,29
Début épiaison	0,79	0,70	79,09	57,86	2284,90	63,27
Epiaison	0,76	0,67	62,10	54,71	2214,64	61,45
Floraison	0,75	0,66	53,28	53,14	2134,92	59,37
Laiteux	0,74	0,64	40,07	50,70	2076,11	57,85
<i>Festuca caerulea</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	64,19	54,89	2359,96	65,22
Epiaison	0,75	0,65	52,77	52,84	2270,71	62,90
Floraison	0,73	0,63	37,44	50,04	2179,01	60,52
laiteux	0,72	0,63	32,14	49,18	2077,04	57,87
<i>Hordeum murinum</i>						
Montaison	0,78	0,69	77,69	57,37	2428,42	67,00
Début épiaison	0,76	0,67	64,65	54,90	2406,41	66,43
Epiaison	0,75	0,65	51,71	52,66	2252,69	62,44
Floraison	0,74	0,65	43,24	51,27	2100,60	58,48
Laiteux	0,73	0,64	36,19	49,98	2063,81	57,53
<i>Lagurus ovatus</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	67,58	55,45	2416,54	66,69
Epiaison	0,74	0,65	49,98	52,24	2311,17	63,96
Floraison	0,74	0,64	43,88	51,28	2173,59	60,38
Laiteux	0,72	0,63	33,11	49,30	2120,66	59,00

2.1.11. *Lamarckia aurea*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable de *Lamarckia aurea*, est de 2476,16 kcal au stade début épiaison, 2305,91 kcal au stade épiaison, 2172 kcal au stade floraison et 2092,26 kcal / Kg de MS au stade laiteux, soit une diminution d'environ 384 points du début à la fin du cycle (tableau 30).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

Cette dMO, est de 68,24% en début épiaison, 63,82% en épiaison, 60,34% en floraison et 58,27% au stade laiteux ; soit des baisses de digestibilité de 4,42 ; 3,48 et 2,07 points entre les 4 stades (tableau 30).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour *Lamarckia aurea*, la valeur énergétique par Kg de MS est pratiquement stable du début à la fin du cycle. Elle est de 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,64 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 30).

➤ **Valeur azotée.**

La valeur azotée exprimée en MAD de *Lamarckia aurea*, est respectivement de : 63,90 – 54,78 – 41,96 et 31,25 g/Kg de MS en début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 30).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérées, sont de : 54,65 – 53,17- 50,92 et 48,99 g/Kg de P^{0,75} respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 30).

2.1.12. *Lolium multiflorum*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable du ray-grass spontané, passe de 2495,61 à 2163,14 kcal/Kg de MS entre les stades montaison et laiteux, soit une diminution de 332 points (tableau 30). Cette chute est beaucoup plus importante que celle du ray-grass cultivé avec 169 points (tableau 31).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

La dMO, est de 68,75% en montaison, 65,38% en début épiaison, 62,79% en épiaison, 61,36% en floraison et 60,11% au stade laiteux. Cette baisse de digestibilité est plus importante entre le 1^{er} et le 2^{ème} et entre le 2^{ème} et le 3^{ème} stade phénologique (tableau 30).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

➤ **Valeurs énergétiques.**

Pour le *Lolium multiflorum*, la valeur énergétique, diminue de 0,05 UFL et UFV entre le 1^{er} et le 5^{ème} stade phénologique. Elle est, de 0,79 UFL et 0,70 UFV en

montaison, 0,78 UFL et 0,69 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison et 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade laiteux (tableau 30). Les valeurs observées chez le *Lolium multiflorum*, sont proches de celles du *Dactylis glomerata*.

➤ **Valeur azotée.**

La valeur azotée du *Lolium multiflorum*, est respectivement de : 68,75 – 65,38 – 62,79 – 61,36 et 60,11 g/Kg de MS en montaison, début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 30).

➤ **Quantités ingérées.**

Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de la matière sèche ingérée et les différences critère chimique et morphologique de la plante (DEMARQUILLY et al, 1969). Les quantités de matière sèche ingérée, sont de : 58,75 – 56,84- 53,67 – 52,30 et 51,60 g/Kg de P^{0,75} respectivement du début à la fin du cycle de cette plante (tableau 30).

2.1.13. *Oryopsis miliacea*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable de l'*Oryopsis miliacea*, est parmi les plus faibles entre les espèces rapportées dans le tableau 30. En effet, elle passe de 2412,32 au stade montaison à 2078,96 kcal / Kg de MS au stade laiteux. Elle régresse donc 333 points.

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

Le stade de développement de la plante, a un effet très sensible sur la digestibilité de la matière organique. En effet, les valeurs les plus élevées apparaissent en début du cycle (66,58% en montaison et 63,34% en début épiaison) et les plus faibles en fin du cycle (61,10% en épiaison, 58,66% en floraison et 57,92% au stade laiteux). Ces résultats, concordent avec ceux de JEAN BILIANI et al, (1992), qui rapportent que la digestibilité de la MO, est fonction de l'avancement du stade de végétation. Lorsque le taux de cellulose brute augmente, la digestibilité décroît.

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Pour le faux millet, la valeur énergétique, est de 0,79 UFL et 0,70 UFV en montaison, 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au

stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 30). Une diminution de 0,03 UFL et UFV, est observée entre le premier et le second stade de la plante.

- **Valeur azotée.**

Les apports en MAD de l'*Oryopsis*, sont respectivement : 82,82 – 61,35 – 55,16 – 45,28 et 32,67 g/Kg de MS en montaison, début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 30). Les chutes sont d'environ 21 - 6 – 10 et 13 g entre ces stades phénologiques.

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérée, régressent de 4 g entre les stades montaison (58,38 g) et début épiaison (54,40 g) ; de 1 g entre celui-ci et le stade épiaison (53,40 g) ; de 2 g à la floraison (51,65 g) et de 2 g aussi au stade laiteux (49,28 g/Kg de P^{0,75}).

2.1.14. *Phalaris brachystachis*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en énergie métabolisable du *Phalaris brachystachis*, est de 2456 kcal au 1^{er}, 2306 kcal au 2^{ème}, 2194 kcal au 3^{ème}, 2126 au 4^{ème} et 1992 kcal / Kg de MS au 5^{ème} stade phénologique, soit des pertes de 150, 112, 68 et 134 kcal entre ces stades (tableau 30).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

Pour cette espèce, la dMO est de 67,72 en montaison, 63,82 en début épiaison, 60,90 en épiaison, 59,15 en floraison et 55,68% au stade laiteux. Le long du cycle, le *Phalaris* perd 17,78 % de sa dMO (tableau 30).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

La valeur énergétique, est la même aux stades montaison et début épiaison (0,78 UFL et 0,69 UFV), ainsi qu'aux stades épiaison et floraison (0,74 UFL et 0,65 UFV). Au stade laiteux, elle est de 0,72 UFL et 0,63 UFV (tableau 30). Ces valeurs, sont proches de celles du *Cynodon dactylon*, mais plus faibles que celles du *Dactylis glomerata*.

- **Valeur azotée.**

On note respectivement les moyennes suivantes : 80,76 – 74,56 – 50,24 – 45,78 et 29,03 g/Kg de MS aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 30). Ces valeurs, se rapprochent des valeurs du *Lolium multiflorum*.

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérée, sont de : 57,91 – 56,96 – 52,47 – 51,72 et 48,71 g/Kg de P^{0,75} respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 30). Ces valeurs, sont plus faibles que celles du dactyle.

2.1.15. *Vulpia sicula*

➤ **Energie métabolisable (EM) :**

La teneur en EM de *Vulpia sicula*, est proche de celle de *Festuca caerulescens*. Elle rétrograde de 215 points durant le cycle, en passant de 2346,30 kcal au stade début épiaison à 2131,68 kcal / Kg de MS au stade laiteux (tableau 30).

➤ **Digestibilité de la matière organique (dMO) :**

La régression de la teneur en EM, est liée à celle de la dMO. Effet, celle-ci est de 64,87% en début épiaison, 62,99% en épiaison, 61,25% en floraison et 59,29% au stade laiteux (tableau 30).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Pour *Vulpia sicula*, la valeur énergétique est pratiquement identique entre les 04 stades. Elle est de 0,76 UFL et 0,67 UFV au stade début épiaison, 0,75 UFL et 0,66 UFV au stade épiaison, 0,74 UFL et 0,65 UFV au stade floraison et 0,72 UFL et 0,63 UFV au stade laiteux (tableau 30).

- **Valeur azotée.**

La valeur azotée moyenne de *Vulpia sicula*, est respectivement de : 61,92 – 57,19 – 45,78 et 32,45 g/Kg de MS aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 30).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérées en g/Kg de P^{0,75} sont de : 54,47 – 53,68 – 51,59 et 49,16, respectivement aux stades début épiaison, épiaison, floraison et laiteux (tableau 30).

Tableau 30 : Valeur nutritive de *Lamarckia aurea*, *Lolium multiflorum*, *Oryopsis miliacea*, *Phalaris brachystachis* et *Vulpia sicula* (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)

Espèce	Energie UF/Kg		MAD g	MSig/k g P ^{0,75}	EM Kcal / Kg MS	dMO %
	UFL	UFV				
<i>Lamarckia aurea</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	63,90	54,65	2476,16	68,24
Epiaison	0,75	0,66	54,78	53,17	2305,91	63,82
Floraison	0,74	0,64	41,96	50,92	2171,99	60,34
Laiteux	0,72	0,63	31,25	48,99	2092,26	58,27
<i>Lolium multiflorum</i>						
Montaison	0,79	0,70	85,41	58,75	2495,61	68,75
Début épiaison	0,78	0,69	74,41	56,84	2365,99	65,38
Epiaison	0,75	0,66	57,10	53,67	2266,34	62,79
Floraison	0,74	0,65	49,48	52,30	2211,44	61,36
Laiteux	0,74	0,65	45,46	51,60	2163,14	60,11
<i>Oryopsis miliacea</i>						
Montaison	0,79	0,70	82,82	58,38	2412,32	66,58
Début épiaison	0,76	0,67	61,35	54,45	2287,55	63,34
Epiaison	0,75	0,66	55,16	53,40	2201,20	61,10
Floraison	0,74	0,65	45,28	51,65	2107,40	58,66
Laiteux	0,72	0,63	32,67	49,28	2078,96	57,92
<i>Phalaris brachystachis</i>						
Montaison	0,78	0,69	80,76	57,91	2455,99	67,72
Début épiaison	0,78	0,69	74,56	56,96	2306,12	63,82
Epiaison	0,75	0,65	50,24	52,47	2193,77	60,90
Floraison	0,74	0,65	45,78	51,72	2126,26	59,15
Laiteux	0,72	0,63	29,03	48,71	1992,63	55,68
<i>Vulpia sicula</i>						
Début épiaison	0,76	0,67	61,92	54,47	2346,30	64,87
Epiaison	0,75	0,66	57,19	53,68	2273,89	62,99
Floraison	0,74	0,65	45,78	51,59	2207,14	61,25
Laiteux	0,72	0,63	32,45	49,16	2131,68	59,29

2.1.16. Valeur alimentaire des graminées fourragères cultivées : *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum* et *Sorghum bicolor*

➤ **Teneurs en énergie métabolisable(EM).**

La teneur en énergie métabolisable des graminées fourragères cultivées, diminue d'un stade phénologique à un autre. Cette baisse entre les stades

montaison et laiteux, est de 455 points pour l'*Avena sativa* (2523,47 à 2068,36 kcal), 495 points pour l'*Hordeum vulgare* (2599,67 à 2104,38 kcal), 170 points pour le *Lolium multiflorum* (2391,70 à 2221,99 Kcal) et 124 points pour le *Sorghum bicolor* (2422,57 à 2298,83 Kcal/Kg de MS). Ainsi, l'avoine et l'orge détiennent les teneurs les plus élevées en début du cycle alors que le ray-grass et le sorgho, ont des teneurs plus élevées en fin de cycle. De même les pertes en EM, sont plus importantes chez les deux premières espèces (tableau 31).

➤ **Digestibilités de la matière organique (dMO).**

Le stade de développement de la plante à un effet très sensible sur la digestibilité de la matière organique. Les valeurs les plus élevées apparaissent en phase végétative et au début de l'épiaison, les premiers stades seraient les plus digestibles. Cette dMO est respectivement pour l'avoine, l'orge, le ray-grass et le sorgho cultivées dans le centre de l'Algérie de : 69,47 ; 71,45 ; 66,05 et 66,85 % en montaison - 64,93 ; 63,45 ; 65,54 et 62,94% en début épiaison - 62,75 ; 63,16 ; 65,54 et 61,83 % en épiaison - 60,20 ; 59,34 ; 61,91 et 62,15 % en floraison - 57,64 ; 58,58 ; 61,64 et 63,64 % au stade laiteux (tableau 31).

➤ **Valeurs énergétiques et azotées.**

- **Valeurs énergétiques.**

Les valeurs énergétiques exprimées en UFL et UFV par Kg de MS, varient selon l'espèce et le stade phénologique. Elles sont :

- en montaison de : 0,81 UFL et 0,72 UFV chez l'avoine et l'orge, de 0,79 UFL et 0,70 UFV chez le ray-grass et de 0,76 UFL et 0,67 UFV pour le sorgho.
- en début épiaison de : 0,75 UFL et 0,66 UFV pour l'avoine, 0,77 UFL et 0,68 UFV pour l'orge, 0,80 UFL et 0,71 UFV pour le ray-grass et 0,76 UFL et 0,67 UFV pour le sorgho.
- en épiaison de : 0,74 UFL et 0,65 UFV, 0,78 UFL et 0,69 UFV, 0,79 UFL et 0,71 UFV et 0,74 UFL et 0,65 UFV respectivement pour l'avoine, l'orge, le ray-grass et le sorgho.
- en floraison de : 0,74 UFL et 0,64 UFV chez l'avoine, 0,76 UFL et 0,67 UFV chez l'orge et le ray-grass et 0,73 UFL et 0,64 UFV chez le sorgho.
- au stade laiteux de : 0,74 UFL et 0,64 UFV, 0,74 UFL et 0,65 UFV, 0,76 UFL et 0,66 UFV et 0,72 UFL et 0,63 UFV respectivement pour l'avoine, l'orge, le ray-grass et le sorgho (tableau 31).

- **Valeurs azotées (MAD).**

Les valeurs azotées, dépendent de la teneur en MAT de chaque espèce. On note respectivement les moyennes suivantes : 98,34 – 59,34 – 48,46 – 43,73 et 41,54 g/Kg de MS chez l'avoine, 102,82 – 69,41 – 72,27 – 56,20 et 46,12 g/Kg de MS chez l'orge, 82,04 – 91,21 – 87,09 – 59,14 et 56,25 g/Kg de MS chez le ray-grass et 63,37 – 62,48 – 48,00 – 42,53 et 36,01 g/Kg de MS chez le sorgho et ceux respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison, et laiteux (tableau 31). Les pertes en MAD durant le cycle, sont identiques entre l'avoine et l'orge (56,8 et 56,7 g) et entre le ray-grass et le sorgho (25,79 et 27,36 g).

➤ **Quantités ingérées.**

Les quantités de matière sèche ingérées exprimées en g/Kg de $P^{0,75}$, sont respectivement aux stades montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux de :

- 61,18 ; 53,67 ; 52,02 ; 51,26 et 51,00 g/Kg de $P^{0,75}$ chez l'avoine, soit une diminution au cours du cycle de 10,18 g.
- 61,92 ; 55,80 ; 56,56 ; 53,71 et 51,82 g/Kg de $P^{0,75}$ chez l'orge, soit une perte au cours du cycle de 10,10 g.
- 58,26 ; 60,05 ; 59,26 ; 54,12 et 53,69g/Kg $P^{0,75}$ chez le ray-grass, soit une chute entre le 1^{er} et le 5^{ème} stade de seulement 4,57 g.
- 54,63 ; 54,69 ; 51,98 ; 50,92 et 49,58 g/Kg $P^{0,75}$ chez le sorgho, soit une réduction au cours du cycle de 5,05 g (tableau 31).

Tableau 31 : Valeur nutritive de l'*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum* et *Sorghum bicolor* (équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI, 2010)

Espèce	Energie UF/Kg		MAD g	MSig/k g P ^{0,75}	EM Kcal / Kg MS	dMO %
	UFL	UFV				
<i>Avena sativa</i>						
Montaison	0,81	0,72	98,34	61,18	2523,47	69,47
Début épiaison	0,75	0,66	59,34	53,97	2348,62	64,93
Épiaison	0,74	0,65	48,46	52,02	2264,84	62,75
Floraison	0,74	0,64	43,73	51,26	2166,79	60,20
Laiteux	0,74	0,64	41,54	51,00	2068,36	57,64
<i>Hordeum vulgare</i>						
Montaison	0,81	0,72	102,82	61,92	2599,67	71,45
Début épiaison	0,77	0,68	68,41	55,80	2291,60	63,45
Épiaison	0,78	0,69	72,27	56,56	2280,61	63,16
Floraison	0,76	0,67	56,20	53,71	2133,60	59,34
Laiteux	0,74	0,65	46,12	51,82	2104,38	58,58
<i>Lolium multiflorum</i>						
Montaison	0,79	0,70	82,04	58,26	2391,70	66,05
Début épiaison	0,80	0,71	91,21	60,05	2369,07	65,46
Épiaison	0,79	0,71	87,09	59,26	2372,00	65,54
Floraison	0,76	0,67	59,14	54,12	2232,50	61,91
Laiteux	0,76	0,66	56,85	53,69	2221,99	61,64
<i>Sorghum bicolor</i>						
Montaison	0,76	0,67	63,37	54,63	2422,57	66,85
Début épiaison	0,76	0,67	62,48	54,69	2272,09	62,94
Épiaison	0,74	0,65	48,00	51,98	2229,09	61,83
Floraison	0,73	0,64	42,53	50,92	2241,78	62,15
Laiteux	0,72	0,63	36,01	49,58	2298,83	63,64

Conclusion

Ce travail, constitue une ébauche en vue de l'élaboration des tables de la valeur alimentaire des fourrages cultivés et spontanés en Algérie. Il a eu pour but la connaissance de la valeur alimentaire de vingt espèces de graminées fourragères spontanées et de quatre espèces de graminées fourragères cultivées. Les prélèvements des échantillons pour la réalisation des analyses chimiques, ont été effectués dans la région centre de l'Algérie lors des stades phénologiques : montaison, début épiaison, épiaison, floraison et laiteux.

Le calcul de la valeur alimentaire, a été fait en utilisant la composition chimique classique (MS, MO, MAT et CB) de ces espèces (moyenne des valeurs de 2002 à 2016) en utilisant des équations de prédiction établies par l'INRA de France en 2007 et par CHABACA et CHIBANI en 2010.

Il en ressort de ce travail que :

Les fourrages cultivés et spontanés, présentent une valeur alimentaire intéressante notamment au début de leurs cycles lors des stades montaison, début épiaison et épiaison. Passé ces stades, leur valeur alimentaire diminue. Cette chute est due essentiellement à l'augmentation de la teneur en parois, la diminution des teneurs en MAT et des taux de digestibilité (dMO). Ces graminées, sont en général plus riches en énergie (UFL et UFV) qu'en azote (PDI) ; ces dernières, sont notamment limitées par leur valeur PDIN plus faibles que les PDIE.

Pour ce qui est des formules de prédiction utilisées. Il ressort que malgré le fait qu'elles ont été obtenues à partir de fourrages poussant dans des conditions pédoclimatiques différentes des nôtres, les formules de l'INRA, sont cependant plus précises et plus détaillées que les formules de CHABACA et CHIBANI. En effet, les premières, offrent toute une panoplie d'équations qui tiennent compte de la nature de l'aliment (fourrage, concentré, sous produits...) de la famille et l'espèce botanique, du cycle des fourrages, du lieu de prélèvements des échantillons (fourrages de plaine ou de montagne, issu de prairies artificielles, temporaires ou permanentes) et du mode de conservation. A l'inverse, les secondes sont beaucoup plus générales (une seule équation pour l'ensemble des fourrages).

Néanmoins, on peut conclure que vu les valeurs nutritives, d'encombrements et les ingestibilités intéressantes obtenues surtout pour les graminées spontanées

adaptées aux conditions pédoclimatiques locales et qui constituent une source de nutriments gratuite pour le bétail, vu qu'elles n'ont suivies aucun itinéraire cultural (pas de fertilisation et d'irrigation), peuvent être distribués à volonté à des animaux à différents stades physiologiques.

Ces résultats, restent partiels. Ils doivent être confirmés par des analyses aux laboratoires et des essais sur animaux afin d'infirmes ou de confirmer si ces équations, permettent une estimation juste de la valeur alimentaire de nos fourrages. Il faudrait aussi, établir nos propres équations de prédiction de la valeur alimentaire de nos aliments.

Références bibliographiques

- **A.O.A.C, 1990**, Official methods of analysis, 12th ed. Washington DC.
- **ADAOURI M., et YAHYAOUI N., 2005**, Etude de la composition chimique de quelques espèces de graminées fourragères spontanées. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **AHMIM M., KOLLIR., et LEMAIRE G., 1975**, Rendement et valeur alimentaire de Cinq variétés de ray-grass d'Italie Cultivées en Mitidja en relation Avec le rythme d'exploitation. Revue fourrages n°63. INA, Alger. Ed AFPF. Pp 35-45.
- **AISSANI I., et CHANANE N., 2012**, Etude de la valeur nutritive de quelques fourrages cultivés, cas : de l'avoine, de l'orge et du ray-grass d'Italie. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des sciences agronomiques, Blida.
- AISSOU et BOUROUBA (2010).
- **ALLALI M., SAADAOUI A., 2009**, Valeur nutritive de quelques espèces de graminées spontanées a partir de leur composition chimique et de la dégradabilité in sacco. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des sciences agro-vétérinaire, Blida. P72
- **ANDRIEU J., WEISS PH., 1981**, Préviation de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses. In C.DEMARQUILLY. Préviation de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Table de préviation de la valeur alimentaire de fourrages. P61-71
- **ANONYME, 2004**. Encyclopédie encarta.
- **ANONYME, 2008**, Dactyle fleurs de Roussillon www.jeantosti.com/fleurs6/dactyle.html
- **BEKHEDDA S., 2009**, Valeur nutritive du Dactyle, de l'Oryzopsis et du Phalaris spontanés à partir de leurs compositions chimiques et de la dégradabilité In-sacco. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **BENMOUSSA A., et TOUIR A., 2007**, Etude biométrique et composition chimique de quelques graminées fourragères spontanées (plante entière, tiges, feuilles et épis). Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **BENSEDDIK H., 2002**, Détermination de la composition chimique de quelques espèces de graminées fourragères et composées spontanées, durant les stades

phénologiques. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.

- **BENYOUCEF K., 2016**, Estimation de la valeur nutritive des graminées fourragères spontanées à partir de leurs compositions chimiques : cas de l'avoine, du ray-grass et du dactyle spontanés. Mémoire de master. Faculté SNV, Blida.
- **BOUAISSAOUI K., et KARIM MA., 2010**, Estimation de la valeur alimentaire de quelques graminées fourragères spontanées de la région de la Mitidja à partir de leur composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des sciences agro-vétérinaire, Blida
- **BOUGUERN, K., 2016**, Estimation de la valeur nutritive des graminées fourragères spontanées à partir de leurs compositions chimiques : cas des Bromes spontanés. Mémoire de master. Faculté SNV, Blida.
- **BOUREGAA E., LAGUEL R., 2010**, Estimation de la valeur alimentaire des bromes spontanées à partir de leur composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des sciences agro-vétérinaire, Blida. P65.
- **CHIBANI C., et CHABACA R., 2010**, Fourrages algériens. 1. Composition chimiques et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. Livestock research for rural development. N°22
- **CHAIB-DERAA et REHAIMINE., 2009**, Ebauche d'une table de valeur alimentaire des fourrages Algériens : reconstitution d'échantillons et validation. Mémoire d'Ingénieur Agronome (zootechnie) INA. El-Harrach, Alger, p11
- **CHEKIKENE A.H, 2010**, Estimation de la valeur alimentaire et effet du climat sur la composition chimique de l'Avena sterilis. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **CIHEAM 1990**, Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages pour les ruminants. Options méditerranéennes. Série B. études et recherche N° 4
- **CLAYTON W.D., VORONTSOVA M., HARMAN K.T., & WILLIAMSON H., 2018**, « *Sorghum bicolor* » *The Online World Grass Flora*.
- **CLEMENT M., et PRATS, 1971**, Les céréales. Ed N°2.J-B. BAILLIERE, Paris.
- **DEMARQUILLY C., et CHENOST M., 1969**, Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon : liaison avec la valeur alimentaire. Ann. Zootech. 18 (4) : 419-436.

- **DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., et WEISS PH., 1981**, L'ingestibilité des fourrages verts et des foin et sa variation. In C.DEMARQUILLY. Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Table de prévion de la valeur alimentaire de fourrages. p155-167
- **DEMARQUILLY C., et JARRIGE R., 1981**, Panorama des méthodes de prévion de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages in : Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants : Tables de prévion de la valeur alimentaire des fourrages. INRA publications, Versailles, 41-59.
- **DEMARQUILLY C., and JARRIGE R., 1982**, " Assessment of the protein value of forages and its expression in the new protein feeding systems " In Forage protein conservation and utilization (Griffith TW, Maguire MF, eds). CEC, Dublin, 147-173.
- **DEMARQUILLY C., et ANDRIEU J., 1987**, In alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, 1988, pp 315 – 335.
- **DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1992**, Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. Revue production animale, 1992, 5 (3). Ed INRA, pp 213-221
- **DESCLAUDE 1971**, Les orges et les avoines dans les céréales de Pp15-141.
- **DURU 1992**, Diagnostique de la nutrition minérale des prairies permanentes au printemps, établissement de références agronomiques 12. Pp219-233 INRA France.
- **DURU M., BALENT G., GIBON A., MAGDA D., THEAU J.P., CRUZ P., et JOUANY C., 1998**, " Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemple des Pyrénées centrales " Fourrages, n° 153, 97-113.
- **FAO 1995**,Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 1995.
- **GACEMI M., et MOUAICI F.Z., 2008**, Etude de la valeur nutritive des espèces fourragères spontanées appartenant au genre *Bromus*. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **GILLET, 1980**, Les graminées fourragères : description, fonctionnement, application à la culture d'herbe ; Paris. GNIS, 2004, gouvernements nationaux.
- **GILLET M., et BREISCH H., 1982**, " Crise du tallage et re-montaison chez les graminées fourragères : données complémentaires " Agronomie, EDP Sciences, 2 (2), 187-192.

- **HADDACHE S., 2010**, Estimation de la valeur alimentaire du dactyle spontané (*Dactylis glomerata*) a partie de leur composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des sciences agronomiques, Blida.
- **HADDAD S., et SELMI O., 2006**, Etude de la composition chimique des graminées fourragères spontanées. Cas de *Vulpia sicula*, et des espèces du genre *Bromus* : *madritensis*, *mollis*, *rigidus* et *squarrosus*. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **HADJ KACI K., 2003**, Détermination de la composition chimique de quelques espèces de graminées fourragères spontanées de la région de la Mitidja durant les différents stades phénologiques. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **HARIZ D., 2004**, Estimation de la valeur nutritive de quelques espèces fourragères cultivées en utilisant leur composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida
- **HUSSON O., CHARPENTIER H., MICHELLON R., RAZANAMPARANY C., MOUSSA N., ENJALRIC F., NAUDIN K., RAKOTONDAMANANA, SEGUY L., 2012**, Avoine, *Avena sativa* et *Avena strigosa*. Fiches techniques plantes de couverture : Graminées annuelles. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume III. Chapitre 3. § 3. 1. Ed afd
- **INRA 1981**, Alimentation des bovins, ovins, caprins ; Ed I.N.R.A. France
- **INRA 1988**, Alimentation des bovins, ovins, caprins ; Ed I.N.R.A. France.
- **INRA 2007**, Alimentation des bovins, ovins, caprins ; Ed I.N.R.A. France
- **ITGC, 2006**, Recueil des fiches techniques : Céréales d'hivers, fourrages, légumineuses alimentaires, oléagineuses.
- **ITGC, 2011**, Programme de développement des fourrages. Rapport, 32 pages.
- **JARRIGE R., 1970**, Introduction. In INRA Alimentation des ruminants. Paris 597 p
- **JARRIGE R., 1981**, Les constituants glucidiques des fourrages : variations, digestibilité et dosage, ingestion des fourrages. Ed INRA p 150.
- **JARRIGE R., 1984**, Alimentation des bovins .Ed ITEB, p396.
- **JARRIGE R., GRENET E., DEMARQUILLY C., BESLE J.M., 1995**, Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères in R.JARRIGE,Y.RUCKEBUSH, C.DEMARQUILLY, M.-H. FARCE, M.JOURNET.

Nutrition des ruminants domestiques ; ingestion et digestion. Ed INRA, paris, p25-71

- **JAUZEIN Ph., 1995**, la flore des champs cultivés, INRA, paris
- **JEANGROS et SCEHOVIC, 2001**, Etude de l'effet de diverses espèces de plantes des prairies permanentes sur l'hydrolyse enzymatique des constituants pariétaux. Annales de Zootechnie 44, p87-96
- **KIROUANI A., 2004**, Etude de la composition chimique et étude biométrique de quelques espèces fourragères spontanées : cas des graminées. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **LAPERONIE A., 1978**, La production fourragère méditerranéenne ; Tome10 maison la neuve rustique, Paris ; Pp105-113.
- **LAPEYRONIE A., 1982**, La production fourragère méditerranéenne. Ed GP maison la neuve Paris ; 425p
- **LASSACI et SIFOUR, 2011**, Etude de la valeur alimentaire du ray-grass d'Italie spontané (*Lolium multiflorum*). Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **LENON., GRAFTON., OTAKAR., IZAK et SAUL., 2012**, L'avoine d'hiver et de printemps nues. Guide Technique 2012 Sem-partners, la nouvelle dynamique des semences. <http://www.sem-partners.com/doc/avoine.pdf>
- **MEDAOUARD., et SEHAIRIB., 2006**, Etude de la composition chimique des graminées fourragères spontanées. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **MERMOURI A., 2010**, Estimation de la valeur alimentaire du ray-grass d'Italie spontané (*Lolium multiflorum*) à partir de sa composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **MESKINE A., 2010**, Estimation de la valeur alimentaire de *Oryzopsis miliacea* à partir de sa composition chimique. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.
- **MOULE C., 1971**, Fourrage, la maison rustique, PARIS MOULE, (1980).
- **MOURAS C., et KAHIA C., 2008**, Etude de la valeur nutritive de quelques espèces de graminées fourragères. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.

- **QUEZEL P., et SANTA S., 1962**, Nouvelle flore de l'Algérie de régions désertiques méridionale de la recherche scientifique. Tom1 Pp 558.
- **RIVIERE R., 1978**, Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2eme Ed. IEMV, 527P.
- **SAIDANI A., 2009**, Valeur nutritive de l'avoine, de l'orge et du ray-grass spontanés à partir de leur composition chimique et de la dégradabilité in sacco. Mémoire d'Ingénieur agronome. Faculté des sciences Agro-Vétérinaire, Blida
- **SCEHOVIC J., POISSON C., et GILLET M., 1985**, " Appétabilité et caractéristiques organoleptiques des graminées. I. - Comparaison du ray-grass et de la fétuque élevée " Agronomie, EDP Sciences, 5 (4), 347-354.
- **SCEHOVIC J., 1991**, " Considération sur la composition chimique dans l'évaluation de la qualité des fourrages des prairies naturelles " Revue Suisse Agric. n° 23 (5), 305-310.
- **SCHONFELDER P., 1988**, guide de la flore méditerranéenne. Édition française, 1988, p278-284
- **SOLTNER D., 1988**, Alimentation des animaux domestiques. Paris, Sciences et techniques agricoles, 176p.
- **VAN SOEST et WIN 1967**, Use of detergent in the analysis of fibrous feed. Ann, Agric, Chem pp 466 – 829.
- **WHYTE et COOPER 1959**, Guide des graminées ; Paris. Pp123.
- **ZEKRI R., 2009**, Etude de la valeur nutritive de quelques fourrages cultivés. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida.

Table des matières

INTRODUCTION	01
PARTIE 1 : Synthèse bibliographique	
CHAPITRE 1 : CARACTERISTIQUES BOTANIQUES ET COMPOSITION CHIMIQUES DES GRAMINEES SPONTANEE ET CULTIVEES	05
1. CARACTERISTIQUES BOTANIQUES ET COMPOSITION CHIMIQUES DES GRAMINEES SPONTANEEES	05
1.1. Le genre <i>Aegilops</i>	05
<i>Aegilops triunsalis</i>	05
1.2. Le genre <i>Avena</i>	06
<i>Avena alba</i>	06
<i>Avena sterilis</i>	07
1.3. Le genre <i>Brachypodium</i>	10
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	10
1.4. Le genre <i>Brisa</i>	11
<i>Brisa maxima</i>	11
<i>Brisa minor</i>	12
1.5. Le genre <i>Bromus</i>	14
<i>Bromus madritensis</i>	14
<i>Bromus mollis</i>	14
<i>Bromus rigidus</i>	15
<i>Bromus squarrossus</i>	15
1.6. Le genre <i>Cynodon</i>	18
<i>Cynodon dactylon.</i>	18
1.7. Le genre <i>Dactylis</i>	20
<i>Dactylis glomerata</i>	20
1.8. Le genre <i>Festuca</i>	22
<i>Festuca caerulea</i>	22
1.9. Le genre <i>Hordeum</i>	24
<i>Hordeum murinum</i>	24
1.10. Le genre <i>Lagurus</i>	26

<i>Lagurus ovatus</i>	26
1.11. Le genre <i>Lamarckia</i>	27
<i>Lamarckia aurea</i>	27
1.12. Le genre <i>Lolium</i>	29
<i>Lolium multiflorum</i>	29
1.13. Le genre <i>Oryzopsis</i>	32
<i>Oryzopsis miliacea</i>	32
1.14. Le genre <i>Phalaris</i>	33
<i>Phalaris brachystachis</i>	33
1.15. Le genre <i>Vulpia</i>	34
<i>Vulpia sicula</i>	34
2. CARACTERISTIQUES BOTANIQUES ET COMPOSITION CHIMIQUES DES GRAMINEES CULTIVEES	37
2.1. <i>Avena sativa</i>	37
2.2. <i>Hordeum vulgare</i>	39
2.3. <i>Lolium multiflorum</i>	42
2.4. <i>Sorghum bicolor</i>	45

Partie 2 : Partie expérimentale

1. Matériel et méthodes	50
1.1. OBJECTIF	50
2. Matériel végétal	50
2.1. Graminées spontanées	50
2.2. Graminées cultivées	50
3. Composition chimique	51
4. Equations de prédiction de la valeur alimentaire	51
4.1. Equations de prédiction de la valeur alimentaire de l'INRA (2007)	51
4.1.1. Equations de prévision des parois cellulaires	51
4.1.2. Equations de prévision de la valeur énergétique	52
4.1.3. Equation de prévision de la digestibilité de la MO (d MO)	52
4.1.4. Equation de prévision de la digestibilité de l'énergie (dE)	52
4.1.5. Calculs des valeurs énergétiques	52
4.1.6. Equation de prévision de la dégradabilité théorique des MAT de l'aliment dans le rumen (DT)	53

4.1.7. Equation de prévision de la digestibilité réelle des acides aminés alimentaires dans l'intestin grêle.	53
4.1.8. Calculs des valeurs azotées (g/kg)	54
4.1.9. Equations de prévision de l'ingestibilité des fourrages	54
4.1.10. Equations de prévision de la valeur d'encombrement	55
4.2. Equations de prédiction de la valeur alimentaire de CHABACA et CHIBANI (2010)	55
4.2.1. Equation de prévision de l'énergie métabolisable	55
4.2.2. Equation de prévision de la digestibilité de la (MO)	55
4.2.3. Equation de prévision des valeurs énergétiques	55
4.2.4. Equation de prévision de la valeur azotée	56
4.2.5. Equation de prévision de l'ingestibilité	56
5. Résultats et discussion	58
5.1. Valeur alimentaire des graminées fourragères selon les équations de prédiction de l'INRA (2007)	58
1. Valeur alimentaire des graminées fourragères spontanées	58
2. Valeur alimentaire des graminées fourragères cultivées	91
2.2. Valeur alimentaire des graminées fourragères selon les équations de prédiction de CHABACA et CHIBANI (2010)	96
CONCLUSION	118
Références bibliographiques	