



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exacte et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par :

NOUIOUA Islam

Le : Mercredi 29 juillet 2022

La valeur nutritionnelle de quelques plantes fourragères de la région de Biskra

Jury :

Mr.	DEGHIMA Amirouche	MCB	Université de Biskra	Président
Mr.	AGGOUNI Madjed	MAA	Université de Biskra	Examineur
Mme.	YAACOUB Fedjéria	MAA	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Au premier, je remercie ALLAH le tout puissant d'avoir ma donner la patience, la volonté et le courage de mener à terminer le présent travail.

S'il faut beaucoup de motivation, de rigueur et d'enthousiasme pour mener à bien ce mémoire, alors, ce travail de recherche a eu besoin de la contribution de plusieurs personnes, que je tiens à remercier !

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon encadreuse Madame **YAACOUB Fedjéria**, pour son aide, ses orientations, sa patience et sa disponibilité.

Mes remerciements également au Madame **BOUKHAROUBA Khadidja**, qui m'a aidé à organiser ce travail.

Mes remerciements s'étendent également au chef département Madame **MOKRANI Djamilla** et à tous mes enseignants durant les années des études.

Enfin, je remercie toutes les personnes pour leur contribution et leur disponibilité pour me faire part de leur témoignage, grâce à eux, j'ai pu avoir une base de travail solide sur laquelle j'ai pu m'appuyer pour réaliser ma démarche de recherche et d'analyse.

Dédicace

*Je dédie mon travail à mes chers parents qui ils m'ont éduqué et qui ils
sont toujours présents dans mon chemin d'apprentissage.*

*À mes frères, Taha, Djamel, Ayoub et Abdellah, qui sont toujours
là pour moi.*

À toutes les familles : NOUJOUA et OURARI.

À ma fiancée

*À toutes les personnes qui m'ont enseigné et orienté durant notre
processus de recherche.*

*À mes chers amis : N. Ahmed, K. Omar, C. abdel-fateh, B.
Samir et tous.*

*À tous les enseignants et les étudiants de 2ème master biochimie
2021-2022.*

Islam

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des Tableaux.....I

Liste des Figures..... II

Liste des abréviations.....III

Introduction 1

Première partie : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : GÉNÉRALITÉ SUR LES PLANTES FOURRAGÈRES

1.1. Plantes fourragères..... 2

1.1.1. Définition 2

1.1.2. Classifications 2

1.1.2.1. Les graminées 3

1.1.2.2. Les légumineuses 3

1.1.2.3. Les arbres et les arbustes..... 3

1.1.3. Caractéristiques des plantes fourragères spontanées..... 3

1.2. Les facteurs influençant sur les plantes fourragères..... 4

1.2.1. Facteurs naturels..... 4

1.2.1.1. Facteur climatique..... 4

1.2.1.2. Le sol..... 4

1.2.1.3. Les engrais 4

1.2.2. Facteur non naturel..... 4

1.3. L'endroit du vie en Algérie 5

1.3.1. Les zones semi-arides en Algérie 5

1.3.2. Les zones arides en Algérie..... 5

Chapitre 2 : LA VALEUR NUTRITIONNELLE

2.1. Définition et notion 6

2.2. L'alimentation chez les ruminants 6

2.3. Les compositions chimiques des plantes fourragères 7

2.3.1. La matière sèche et l'eau 7

2.4. La digestibilité de matière sèche..... 8

2.5. Variation du contenu énergétique..... 9

2.6. La fermentation dans le rumen 9

Deuxième partie : PARTIE EXPÉRIMENTALE

Chapitre 3 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. Les méthodes utilisées	10
3.2. Echantillonnages	11
3.2.1. Le choix des espèces	11
3.2.2. Les régions étudiées	12
3.2.3. La préparation des échantillons	13
3.3. Détermination de la teneur nutritives.....	14
3.3.1. Les analyses chimiques	14
3.3.1.1. La méthode de Van Soest	14
3.3.1.2. La méthode de Kjeldahl	15
3.3.1.3. La méthode de Weende.....	16
3.3.1.4. La méthode de Makkar	16
3.3.2. La détermination de teneur énergétique	17
3.3.3. La digestibilité <i>in vitro</i> (ANKOM-DAISY).....	18
3.3.4. La production de gaz <i>in vitro</i>	19

Chapitre 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. Résultats et discussions	21
4.1.1. Les analyses chimiques	21
4.1.2. La valeur énergétique	25
4.1.3. La digestibilité <i>in vitro</i>	26
4.1.4. La production de gaz <i>in vitro</i>	28
Conclusion et perspectives.....	29

Bibliographie**Annexes****Résumés**

Liste des Tableaux

Tableau 1. Les méthodes étudiées sur la valeur nutritionnelle de diverses plantes fourragères et animaux.	10
Tableau 2. Les espèces étudiées et leurs régions d'étude.	13
Tableau 3. Les paramètres analysés de chaque espèce. (+) la présence d'analyse.	20
Tableau 4. Les compositions chimiques des plantes fourragères Algérienne.....	21
Tableau 5. L'unité fourragères (UFL et UFV) et l'énergie métabolisable des plantes fourragères Algérienne	25

Liste des Figures

Figure 1. Carte bioclimatique de l'Algérie.	5
Figure 2. A : Système digestif des bovins, B : Estomac des ruminants	7
Figure 3. Principaux constituants chimiques des fourrages.	8
Figure 4. Schéma résume la méthode de la production de gaz <i>in vitro</i>	19
Figure 5. La digestibilité de la MS <i>in vitro</i> des S. Tenacissima L., A. Herba-alba et R. Raetam.....	27

Liste des abréviations

ADF	Fibre détergente acide
BCT	Tanins condensés liés
CB	Cellulose brute
CP	Composés phénoliques
dE	Digestibilité moyenne de l'énergie
dMO	Digestibilité de matière organique
DMS	Digestibilité de la matière sèche
EB	Energie brute
ED	Energie digestible
EM	Energie métabolisable
ENL	Energie nette de lait
ENV	Energie nette de viande
EU	Energie des urines
FCT	Tanins condensés libres
IVDM-loss	Perte de matière sèche <i>in vitro</i>
IVD-TT	Digestibilité <i>in vitro</i> totale
MAT	Matière azotée totale
MO	Matière organique
MS	Matière sèche
N	L'azote
NDF	Fibre détergente neutre
PB	Protéine brute
PG	Production de gaz
TCT	Tanins condensés totaux
TEP	Phénols extractibles totaux
TET	Tanins extractibles totaux
TIVD	Vraie digestibilité <i>in vitro</i>
UF	Unité fourragère
UFL	Unités fourragères lait
UFV	Unités fourragères viande

Introduction

Introduction

L'alimentation est l'un des facteurs les plus importants affectant la production animale, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, surtout dans la présence de plantes spontanées qui n'ont pas besoin de soins et peuvent combler les besoins alimentaires de l'animal de manière peu coûteuse (Laouar & Abdelguerfi, 2006). La qualité nutritionnelle est affectée par plusieurs facteurs, qui sont largement impliqués et responsables des carences, parmi eux : l'intensification de l'élevage, l'instabilité climatique, la fertilisation, les propriétés du sol qui affectent la biodisponibilité de ces nutriments (Arab, *et al.*, 2009).

Avec la diversité de milieux algérienne et de ses sols, il a vocation pastorale et fourragère efficace, où il constitue un immense réservoir de plantes diverses réparties sur 3139 espèces végétales, notamment d'importance pastorale et fourragère (Abdelguerfi, *et al.*, 2008). Dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie, la disponibilité et la qualité de plantes fourragères sont souvent limitées en raison des faibles précipitations et des conditions de sécheresse (Mayouf & Arbouche, 2014). Ainsi, le bétail dans ces régions doit survivre à une pénurie récurrente de ressources fourragères d'une valeur nutritionnelle insuffisante pendant la majeure partie de l'année.

Selon Bouallala, *et al.* (2013), bien qu'il soit difficile de connaître les plantes fourragères dans leur milieu naturel, il est nécessaire d'évaluer leur valeur nutritionnelle afin de développer des méthodes d'utilisation rationnelle des ressources alimentaires existantes. Pour l'évaluation de la valeur nutritionnelles de quelques plantes fourragères spontanées, il y a plusieurs méthodes ont été déterminées par différents chercheurs, soit dans le côté chimique, biologique ou microbiologique (Jarrige, 1981 ; Jouany, 1994).

Pour cela, nous avons mené une étude bibliographique sur la différence entre la valeur nutritionnelle de certaines espèces fourragères dans les régions arides et semi-arides.

Dans la première partie ont abordé des généralités sur les plantes fourragères et des connaissances sur la valeur nutritionnelle. Une deuxième partie qui décrit matériels et les méthodes utilisées dans les études de quelque espèces fourragères ainsi que les résultats obtenus et leurs discussions pour un ensemble de paramètres : composition chimique, valeur énergétique, l'énergie métabolisable, la digestibilité *in vitro* et la production de gaz *in vitro*.

Première partie :
Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur les plantes fourragères

Chapitre 1 : Généralité sur les plantes fourragères

1.1. Plantes fourragères

Selon le dictionnaire robert, Les plantes fourragères se définissent comme étant les plantes servant de nourriture au bétail, où les flores fourragères sont parmi presque de 4 milliards d'hectares des plantes et des herbes dans le monde qui sont couvrent les terres consacrées à l'élevage (Baderhekuguma, *et al.*, 2019), ces terres sont des terres de parcours (maquis, steppe), sont constituée souvent des espèces pastorales ou fourragères nobles très peu connues (Goumiri & Abdelguerfi, 1989).

Kadi & Zirmi-Zembri (2016) montré que, dans la nature il y a deux types de ressources fourragères, soit cultivés soit naturels (spontanés), où selon Salem (2006), ces plantes qui sont naturelle, sont présente dans les terres pastorales naturels, alors que ce dernier est défini comme les terres non cultivées, qui sont dominées par une végétation naturelle propice au pâturage des herbivores et des prédateurs, et non adaptées à la culture économique en raison de nombreux facteurs limitants tels que les facteurs climatiques, les termites et autres.

1.1.1. Définition

Les espèces végétales qui se développent de manière naturelle sans l'intervention de l'homme et à l'état sauvage, sont appelées les plantes fourragères spontanées comme décrit Marouf (2000). Ces plantes fourragères se développe grâce à leur bonne adaptation aux conditions pédoclimatiques des zones semi-arides, ces végétations de friche, assimilables à des parcours, peuvent contribuer à résorber le manque énergétique dont souffrent les rations alimentaires dans ces zones contraignantes (Bencherchali & Houmani, 2017). L'étude de Salhi, *et al.* (2019) indique que, les mêmes plantes contribuent ainsi à favoriser une stratégie pastorale durable basée sur l'exploitation d'une ressource herbagère naturelle.

1.1.2. Classifications

Les plantes fourragères peuvent être classées de différentes manières selon Louis (2018). Sur le plan écologiques, besoins en lumière, en eau, en température ; leur réponse à la réaction du sol (acidiphiles (strictes ou préférentielles), basiphiles, indifférentes, halophiles, etc.), résistance au piétinement, où cette classification est décrite par Bustarret & Moule (1971). Ou selon Lebas en 2007, sur le plan botanique, on peut classifier ces plantes par leurs super famille (graminées, légumineuses...) et/ou selon le type de plante (arbres et arbuste, ou bien plantes herbacées).

1.1.2.1. Les graminées

Klein, *et al.* (2014) indique que, la super famille des *Gramineae* ou « *Poaceae* » dans l'alimentation ont une place considérable, où les plantes herbacées pour les animaux sont les plus communes dans les parcours étant des graminées. Dans presque tous les écosystèmes terrestres de la terre et au sein de cette famille il y a 9700 espèces connues où selon la durée du cycle de développement, il peut être annuel ou pérenne.

1.1.2.2. Les légumineuses

Avec les graminées, Les légumineuses, ou « *Leguminosae* » sont comptent parmi les plantes alimentaires les plus utiles au monde. Où les légumineuses regroupent trois familles (ou sous-familles) : les *Fabaceae* (ou *Papilionaceae*), les *Mimosaceae* et les *Caesalpinaceae*, et sont soit annuelles soit Pluriannuelles à pérennes. Sur les 17000 espèces connues, seules environ de 3700 ont été identifiées comme étant de qualité fourragère (Klein, *et al.*, 2014).

1.1.2.3. Les arbres et les arbustes

D'après Salem (2006), les arbres et les arbustes fourragères sont répandus dans différents environnements écologiques, qui sont d'une grande importance pendant la saison sèche (mars-juin) lorsque la contribution de la couverture herbagère diminue et que la valeur nutritionnelle tombe en dessous de 5%. Les arbres et les arbustes fourragères qui sont disponible à l'animal pour grignote et prends-le à son avantage, et comprend les feuilles, rameaux tendres, fruits et gousses (couverture des graines du légumineuses).

1.1.3. Caractéristiques des plantes fourragères spontanées

Selon Klein, *et al.*, en 2014, les plantes fourragères peuvent classifier selon les caractères biologiques, agronomiques ou qualitative. Les caractères de qualité sont basés sur la valeur alimentaire de chaque une de deux familles (*Gramineae*, *Leguminosae*).

Les légumineuses elles ont été la base de la production de lait et de viande pendant des siècles, cela selon Russelle (2001), où les études réalisées par Demarquilly, *et al.* (1988) ; Hariz (2004) et Baumont, *et al.* (2007) sur les légumineuses indique que, ce dernier est plus riche en matières azotées totales (MAT), Certains minéraux, en particulier le calcium, le sodium et le magnésium. Les études de Jarrige (1981) et Baumont, *et al.* (2016) indiquent que, les légumineuses sont plus pauvres en glucides solubles, parois végétales totales (NDF), valeur énergétique plus faible ou équivalente à celle des graminées et phosphore.

Les études réalisés par Jarrige (1981) ; Demarquilly, *et al.* (1988) et Hariz (2004) sur les graminées mentionnent que, ce dernier est caractérisé par leur richesse en énergie totale (plus de

glucides solubles dans l'eau ainsi que des composants de la paroi), et plus pauvre en matière azotées dans la lignine qui est cependant moins condensée.

1.2. Les facteurs influençant sur les plantes fourragères

1.2.1. Facteurs naturels

D'après Pflimlin (2000), les données du milieu (climat, sol, relief parcellaire, etc.) conditionnent très largement le type de ressources fourragères.

1.2.1.1. Facteur climatique

Merdjane & Yakhlef, (2016) ont montré que, en Algérie il y a plusieurs zones bioclimatiques peuvent être distinguées selon les facteurs climatiques et édaphiques qui déterminent la répartition de la végétation naturelle et du potentiel agricole. Où ces deux auteurs ont montré dans leur étude que la diversité climatique (température, précipitations, ensoleillement, etc.) a un impact significatif sur les plantes fourragères, malgré leur tolérance à divers climats, et donc un impact sur la qualité et la valeur nutritionnelle importante pour les ruminants.

1.2.1.2. Le sol

Les propriétés des sols agissent comme des « filtres », excluant certaines espèces au profit d'autres en fonction de leur tolérance à des conditions plus ou moins défavorables à la croissance et à la survie. Ces propriétés (influencées par l'histoire du lieu, sa topographie et la nature de la roche mère) et le régime de perturbation sont les deux principaux facteurs qui déterminent l'existence d'espèces et de communautés végétales (Freschet, *et al.*, 2018).

1.2.1.3. Les engrais

Malgré l'effet direct des engrais chimiques sur les plantes fourragères, il existe des déchets, qui considérés comme des engrais naturels peuvent être définis comme la partie de la plante qui n'a pas été exploitée économiquement. Où par le déplacement de ces déchets dans l'eau, elles peuvent combler le déficit nutritionnel des animaux, ce qui influencent sur la production et le développement de plantes fourragères spontanées (Saleh, *et al.*, 2021).

1.2.2. Facteur non naturel

L'étude de Barriere, *et al.* (1997) indique que, L'amélioration génétique de la valeur d'utilisation des plantes fourragères par les animaux, à savoir non seulement leurs digestibilité et valeur énergétique et leur ingestibilité, mais aussi leur aptitude à être exploitée au pâturage par l'animal. Avec l'amélioration des caractères agronomiques, il est un mode de réduction des coûts alimentaires des rations distribuées aux animaux, ainsi l'absence d'éventuels effets toxiques des fourrages, qui liés à des infestations par des champignons, endophytes.

1.3. L'endroit du vie en Algérie

Selon Houmani (1998), Les terres qui produisent les plantes fourragères en Algérie sont de 88.6%, où les zones arides et semi arides sont plus de 29 millions d'ha. Dans ces zones, les espèces fourragères sont réparties entre les prairies naturelles, les cultures fourragées, la jachère et les parcours. Les différentes zones algériennes sont représentées dans la figure 01.

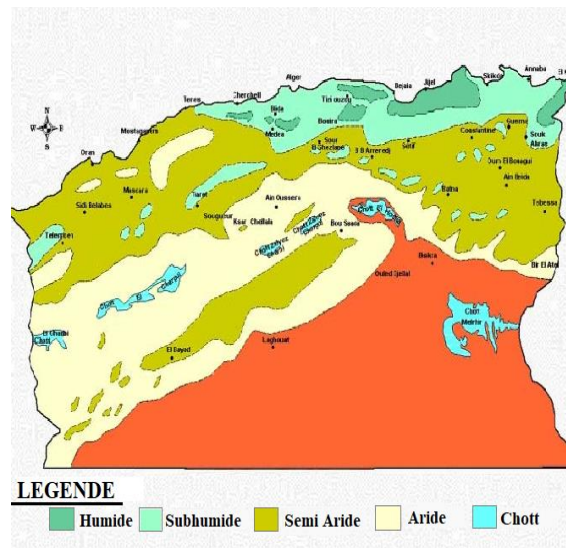


Figure 1. Carte bioclimatique de l'Algérie (ANAT, 2004).

1.3.1. Les zones semi-arides en Algérie

Merdjane & Yakhlef (2016) ont montré que, en fonction des facteurs climatiques et édaphiques dans l'Algérie, on peut distinguer plusieurs zones bioclimatiques. Parmi elles, figure la zone semi-aride, située au niveau des hauts plateaux. Cette zone comprend les Wilayate de Saida, Tiaret, Djelfa, Souk-Ahras, Tébessa, M'sila, Batna, Biskra, Oum-El-Bouaghi et Khenchela. D'après Houmani (1998), dans ces zones présentes les cultures fourragère (3.0%), la jachère (3.7%) et les parcours (83.6%) sont essentiellement localisées dans la zone semi-aride.

1.3.2. Les zones arides en Algérie

La contribution des pâturages indigènes aux besoins nutritionnels des animaux domestiques est essentielle dans les zones arides de l'Est algérien (Haddi, *et al.*, 2009). Où selon Walker, *et al.* (2014), ces zones sont parmi les régions les plus vulnérables à cause de la sécheresse, la salinité, la désertification et aux phénomènes extrêmes telles que les inondations. D'après Houmani (1998), dans la zone aride de l'Algérie localisées, les prairies naturelles (100%), les cultures fourragère (97.0%), la jachère (96.3%) et les parcours (16.4%).

Chapitre 2

La valeur nutritionnelle

Chapitre 2 : La valeur nutritionnelle

2.1. Définition et notion

Demarquilly & Andrieu (1992) ont montré que, Parmi les caractères d'un aliment dans le côté nutritionnel : la digestibilité et la valeur nutritive (énergie, valeur azotée, teneur en minéraux et en vitamines etc.). Ces deux caractères sont la quantité de matière sèche volontairement ingéré par un herbivore qui reçoit ce fourrage. La valeur alimentaire est particulièrement utilisée pour exprimer l'apport énergétique potentiel des aliments, car il s'agit du facteur limitant le plus important de l'apport alimentaire des ruminants (Huyghe & Delaby, 2013).

L'étude de Nathalie, *et al.* (2016) mentionne que, la fermentation aussi augmente la valeur nutritive des aliments, la biodisponibilité des nutriments ainsi que la teneur en enzymes, en plus de neutraliser plusieurs substances toxiques, où la lactofermentation peut détruire ou neutraliser ces substances toxiques comme le cyanure, les phytates et les saponines.

2.2. L'alimentation chez les ruminants

Les besoins alimentaires des bovins varient selon l'état physiologique de l'animal et se répartissent en besoins d'entretien, de croissance, de production et de reproduction de l'animal, cela selon Rivière en 1991.

D'après Djaalab (2017), Dans le côté anatomique (Figure 2A), en particulier l'estomac de système digestif des bovins (Figure 2B), se compose du réseau, rumen, feuillet et la caillette, ils sont adaptés à la digestion d'aliments riches en fibres, comme les fourrages. La digestion est réalisée par des enzymes cellulolytiques, qui peuvent être sécrétées par des micro-organismes dans le rumen, le réseau et le gros intestin. La présence de dégradation microbienne dans la caillette modifie grandement la digestion et l'utilisation des aliments chez les ruminants par rapport aux animaux monogastriques, avant la dégradation chimique des sécrétions gastriques dans la caillette. Pour cela, la digestion fait intervenir des phénomènes mécaniques, microbiologiques et chimiques.

La composition du lait et de la viande bovine, en particulier la composition en acides gras, peut être fortement influencée par le régime alimentaire. Dans de nombreuses régions du monde, les vaches et le bétail sont nourris à l'intérieur et reçoivent un régime d'ensilages et d'herbe. Cependant, ils sont généralement nourris à l'extérieur où ils ont accès à des pâturages frais, c'est pourquoi il existe un régime de vèlage saisonnier et un système de production de lait prédominants (Stanton, *et al.*, 2021).

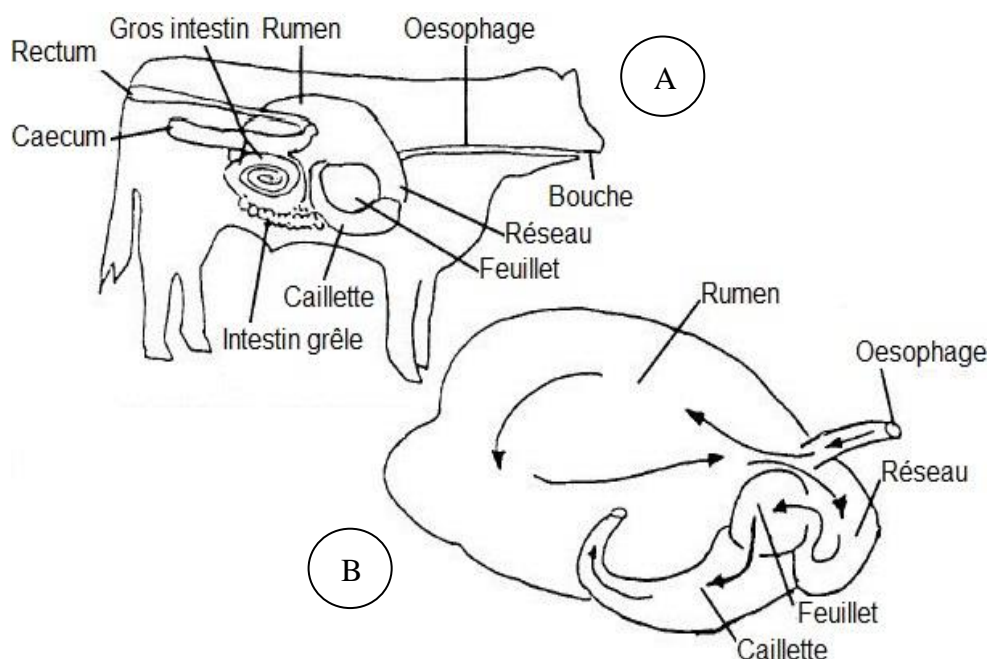


Figure 2. A : Système digestif des bovins, B : Estomac des ruminants (Ontario, 2010)

2.3. Les compositions chimiques des plantes fourragères

L'étude de Robert, *et al.* (2015) indique que, les plantes fourragères ou les fourrages sont constituées d'un ensemble de nutriments, qui seront plus ou moins digérés selon de nombreux facteurs reliés à la plante (espèce, conditions environnementales etc.) et à l'animal (âge, stade de production etc.). Ces éléments nutritifs sont repartis dans des matières organique et inorganique de la matière sèche MS en plus de la présence d'eau (Fig. 2).

2.3.1. La matière sèche et l'eau

Selon INRA en 2018, la teneur des plantes fourragères en matière sèche peut-être la plus grande raison de variation dans la composition des plantes. Pour cela, les constituants chimiques et biologiques sont rapportés sur la base de la matière sèche. Selon la figure ci-dessous, ce dernier, comprend d'une coté la matière organique composée des constituants pariétaux, des glucides intracellulaires (amidon et sucres solubles), des lipides, et des matières azotées totales, d'autre coté de la matière minérale (macroéléments et oligo-éléments), la teneur en eau est varié d'environ 10 % à 90 %, selon la super famille de plante.

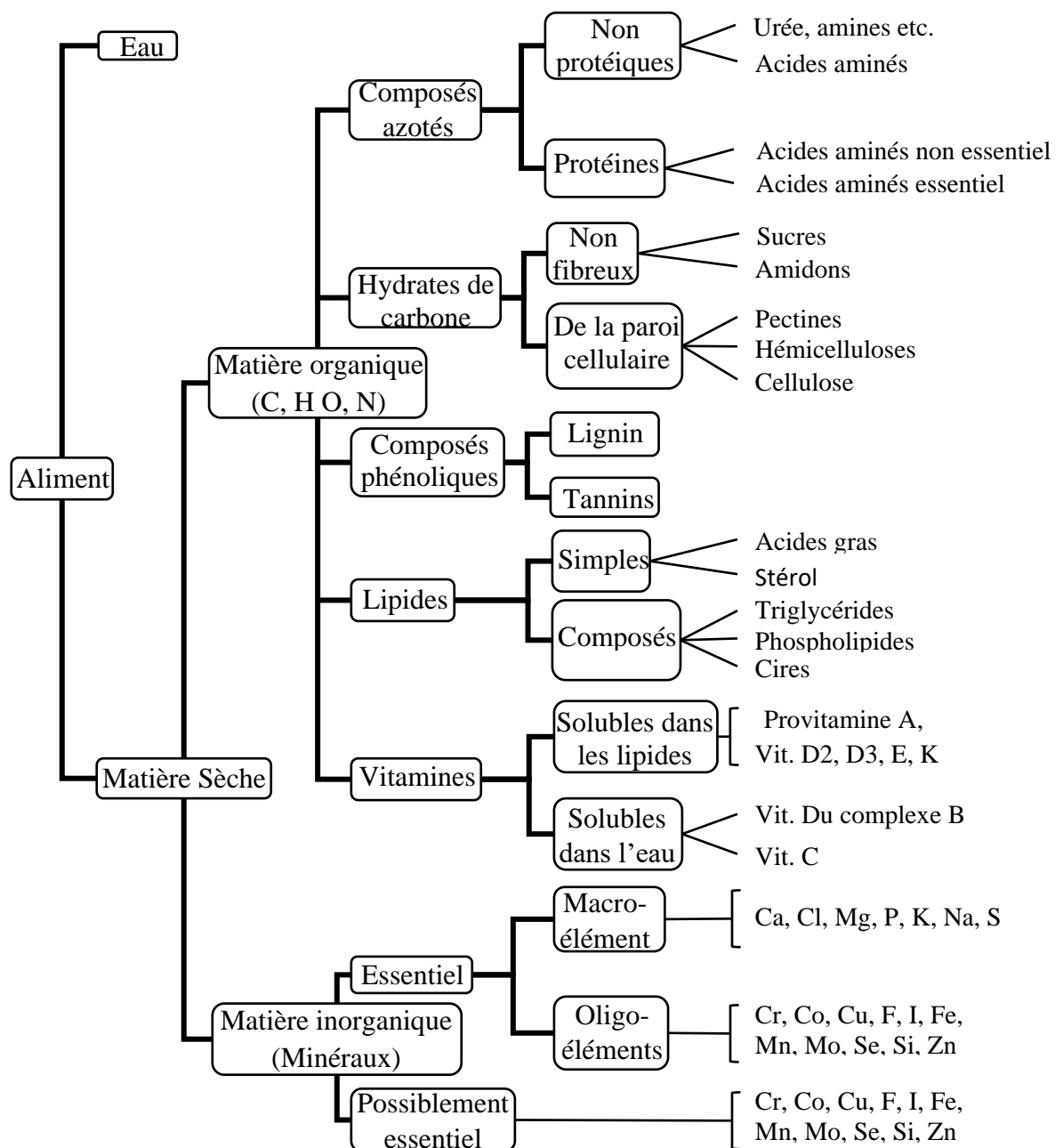


Figure 3. Principaux constituants chimiques des fourrages (Babcock Institute)

2.4. La digestibilité de matière sèche

L'étude réalisée par Lawrencea, *et al.*, 2013 indique que, la digestibilité est importante pour interpréter la qualité des nutriments ingérés par les ruminants. En pratique, il représente la différence entre la quantité d'aliments ingérés et la quantité de matières fécales produites. Il peut être calculé en termes de poids sec (matière sèche), de matière organique ou de tout constituant proche (Lawrencea, *et al.*, 2013). La digestibilité de matière sèche, est le principal facteur de variation de la valeur alimentaire de fourrages, où elle va donc dépendre en premier

lieu de la valeur nutritive de ce fourrage, l'ingestibilité est la quantité de matière sèche (MS) volontairement ingérée par un animal donné.

La digestibilité et l'ingestibilité des fourrages (la vitesse de dégradation) varient avec les facteurs : âge, composition morphologique, la lignification des tissus, mais les lois de réponse à ces facteurs concerneront des temps courts pour l'ingestibilité et des temps longs pour la digestibilité (Andrieu & Baumont, 2000).

2.5. Variation du contenu énergétique

L'étude de Pierre, *et al.* (2016) mentionne que, les apports énergétiques présentait une grande variation dans la composition chimique et la teneur énergétique. Lorsque l'on compare la production de viande par l'élevage de bovins à celle impliquant d'autres animaux d'élevage, l'efficacité énergétique simple est généralement inférieure en raison de leur dépendance à l'égard du fourrage et des coproduits fibreux comme aliments et du rôle de la fermentation dans leur digestion, où la principale source d'énergie métabolisable par le ruminant, est les constituants des acides gras volatils qui absorbés dans le rumen.

2.6. La fermentation dans le rumen

Selon Jouany (1994), le rumen est le principal constituant d'estomac, il dit comme un fermentateur lorsque la fermentation est le processus le plus important dans ce compartiment. La fermentation donc déclencher par des micro-organismes et régler par la salive de ruminant qui a un rôle nécessaire dans la minimisation des fluctuation (contient des bicarbonates) du pH ruminal et rendre les bicarbonates en équilibre avec le CO₂, et aussi pour les bonnes conditions des micro-organismes dans le rumen, où ces micro-organismes dégrade l'amidon, chloroplastes, les fibres cellulosique etc., ils sont la plupart des protozoaires comme les ciliés (entodiniomorphes), et des bactéries anaérobies comme les bactéries cellulolytiques, amylolytiques, protéolytiques, méthanogènes et lipolytiques.

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Dans cette partie, nous avons été comptés sur des études théoriques de la valeur nutritionnelle, lequel ce dernier a été étudié en choisissant diverses plantes fourragères spontanées ayant consommé par les ruminants en Algérie, où les sources d'informations utilisées sont les publications scientifiques algériennes (articles, thèses...), qui contenant les travaux sur des différentes plantes fourragères, avec de condition que les échantillons analysés proviennent d'Algérie exactement des régions de la wilaya de Biskra et de sa banlieue.

L'évaluation de la valeur nutritive des plantes fourragères repose sur plusieurs analyses qui peuvent aller des mesures chimiques primitives jusqu'à l'étude de la digestibilité, soit *in vivo* ou *in vitro*.

Dans le but de notre étude de la valeur nutritive de cultivars qui nous choisis, nous avons pu des études théoriques des analyses relatives au contenu chimique (matière azotée, composé phénolique et composantes des parois cellulaires). La teneur en énergie et la digestibilité de cultivars choisis ont été noté après les mesurées déjà par les chercheurs à partir des matières premières.

Les études des chercheurs ont été réalisées pour le but de comprendre les méthodes d'analyse et la comparaison entre les résultats de valeurs nutritives des différents espèces fourragères de chaque méthode. Dans ce chapitre, on parle sur les préparations et les méthodes qui ont été étudiées par différents auteurs dans des régions de zone aride et semi-aride en Algérie.

3.1. Les méthodes utilisées

Notre étude dans cette mémoire dans la partie expérimentale est sur les compositions chimiques, la valeur énergétique, l'extraction de liquide ruminal pour les études de la digestibilité et la production de gaz *in vitro*, dans laquelle comme il ressort du tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1. Les méthodes étudiées sur la valeur nutritionnelle de diverses plantes fourragères et animaux.

Les études	Les méthodes étudiées
Compositions chimiques	Van Soest, <i>et al.</i> , 1991
	Kjeldahl, 1883
	Weende, 1866

	Makkar, 2003
Analyse énergétique	Les unités fourragères et l'énergie métabolisable (Jarrige, 1981)
Analyse biologique	La digestibilité <i>in vitro</i> (la procédure ANKOM-DAISY) (Ammar, <i>et al.</i> , 1999)
Analyse microbienne	La production de gaz <i>in vitro</i> (Menke & Steingass, 1988)

3.2. Echantillonnages

3.2.1. Le choix des espèces

Les espèces étudiées sont identifiées selon leurs analyses sur différentes études algériennes. Où nous avons choisi juste les plantes fourragères qui poussent de manière spontanée et le plus comestible par les animaux domestiques, dans des zones différentes des régions arides et semi-arides (Tableau 2). Les familles des plantes étudiées et ses descriptions botaniques sont représentées comme suite (Ozenda, 2004 ; Chehma, 2006) : (**Annexe 1**)

Stipagrostis plumosa :

• **Famille** : *Poaceae*

• **Descriptions** : Graminée annuelle, en touffe de 15 à 30 cm de haut, feuilles courtes, étroites, la partie inférieure des gaines laineuse, les inflorescences sont des épillets verdâtres. La plante résiste aux fortes sécheresses sous forme de chaumes jaunes.

Aristida pungens :

• **Famille** : *Poaceae*

• **Descriptions** : Plante vivace très robuste, plus de 1 m de haut, feuilles raides, très rigides, piquantes à l'extrémité, fines et partant d'une souche souterraine, inflorescence, de petits épis (II) ou épillets.

Stipa tenacissima L.:

• **Famille** : *Poaceae*

• **Description** : Plante très robuste, en touffes de hauteur entre 40-60 cm, longues feuilles coriaces et une longue inflorescence très fournie.

Cyperus conglomeratus:

• **Famille** : *Cyperaceae*

• **Descriptions** : Plante vivace, à touffes minces à très robustes, feuilles nombreuses, à partir de la base 3–15 cm, inflorescence et capitule terminal de 3–50 épillets groupés.

Tamarix Africana:

• **Famille** : *Tamaricaceae*

• **Descriptions** : Arbre ou arbuste, de hauteur jusqu'à 1-10 mètres, fleurs groupées en chaton cylindrique et floraison en mars-avril.

Anabasis articulata:

• **Famille** : *Amaranthaceae*

• **Description** : Arbuste buissonnant vivace, plus de 2 m de recouvrement, de fleurs rosées, fruits entourés d'ailes étalés et des rameaux caducs dans les périodes sèches.

Suaeda mollis:

• **Famille** : *Amaranthaceae*

• **Description** : Herbe vivace ou arbrisseau, feuilles varier d'une petite sphère jusqu'à un long cylindre, a des fleurs actinomorphes et des fruits utricules au péricarpe membraneux.

Retama raetam:

• **Famille** : *Fabaceae*

• **Description** : Arbrisseau à longs rameaux, dépasser le 3 m de hauteur, a des feuilles simple et inférieures trifoliolées, de blanches fleurs en grappes petites et Gousses ovoïdes aiguës.

Artemisia herba-alba:

• **Famille** : *Asteraceae*

• **Description** : Plante vivace formant un arbuste à rameaux, d'hauteur entre 15 à 30 cm, a des feuilles laineuses, enchevêtrées et finement divisées.

3.2.2. Les régions étudiées

Les études réalisées par Farhi (2001) et Khabar (2019) indiquent que, La région de Biskra et de sa banlieue sont des zones caractérisées par l'aridité et la semi-aridité de transition entre les domaines plissés et atlasiques montagneux du Nord et les étendues désertiques et plates du Sahara septentrional au Sud, les limites territoriales de la wilaya de Biskra se résument : Par la wilaya de Batna au nord, par la wilaya de Khenchla au nord-est, par les wilayas d'El-Oued au sud-est, par la wilaya de Ouled Djallal au sud-ouest et au Sud la wilaya D'Ouargla.

Les études des différents auteurs sur de nombreux types d'espèces fourragères ont été dans différentes régions Algériennes, où nous avons sélectionné des plantes fourragères spontanées qui gravitent autour des régions arides et semi-arides. Dans ces régions, les conditions environnementales sont similaires, ce qui signifie que les plantes étudiées sont les mêmes que ceux de la région de Biskra. De manière générale, ces régions sont la plupart situées dans le sud-est et le centre d'Algérie (Tableau 2).

Tableau 2. Les espèces étudiées et leurs régions d'étude.

Espèces	Régions	Auteurs
<i>Stipagrostis plumosa</i>	Sahara nord-occidental Algérien	(Bouallala, <i>et al.</i> , 2013)
<i>Aristida pungens</i>	Dans le sud-est de Biskra Constantine (280 km au nord de Biskra)	(Medjekal, <i>et al.</i> , 2011)
<i>Stipa tenacissima L.</i>	Le Nord de l'Algérie, région d'El djelfa	(Medjekal, <i>et al.</i> , 2015)
<i>Cyperus conglomeratus</i>	La région de Saoura du sud-ouest algérien	(Bouallala, <i>et al.</i> , 2011)
<i>Tamarix Africana</i>	Sud-est de Biskra au niveau de la localité El-Haouch au sud-est algérien	(Arab, <i>et al.</i> , 2009)
	Ia région de Djelfa le centre-nord de l'Algérie	(Haddi, <i>et al.</i> , 2009)
<i>Anabasis articulata</i>	Parcours semi-aride, Tébessa, à l'est de l'Algérie	(Mayouf & Arbouche, 2014)
<i>Sueda mollis</i>	La région de Djelfa le centre-nord de l'Algérie	(Haddi, <i>et al.</i> , 2009)
	Une région aride nommé Benguecha (d'El-Oued), Située au sud-est de l'Algérie	(Medila, <i>et al.</i> , 2015)
<i>Retama raetam</i>	Bousaâda, au centre nord de l'Algérie	(Boufennara, <i>et al.</i> , 2012)
	Région de Sedrata de souk ahras (est de l'Algérie)	(Chehma, <i>et al.</i> , 2010)
<i>Artemisia herba-alba</i>	Djelfa, Bousaâda et M'sila se trouvent dans le centre-nord de l'Algérie	(Bouazza, <i>et al.</i> , 2012)
	Différents parcours sahariens	(Houmani, <i>et al.</i> , 2004)

3.2.3. La préparation des échantillons

Les différentes espèces ont été collecté et échantillonnés à plusieurs reprises par la méthodologie de la « hand plucking method » comme décrits par Bouallala, *et al.* (2011), cette

méthode est la prendre seulement les parties végétales qui sont réellement broutées par les chameaux (rameaux tendres, feuilles, fleurs, fruits), ou à l'aide des ciseaux, la coupure des feuilles, jeunes tiges et certaines fleurs (Boufennara, *et al.*, 2012).

L'étude de Chemmam, *et al.* (2009) indique que, il y a une méthode de prendre les échantillons, appelé la méthode des quadrates qui décrites par Chessel, *et al.* (1975) et Barbault (1981), cette méthode est pour le but d'obtenir une estimation satisfaisante de la diversité de la population, lequel le principe consiste à compter le nombre d'individus présents sur une surface déterminée, les analyses se fait directement à partir de la collecte fécale totale des petits ruminants, pour évaluer l'apport en nutriments et la digestibilité.

Selon Medjekal, *et al.* (2015), Après avoir collecté les échantillons, ils passent au processus de séchage, dans lequel l'ajustement de la température et le temps qu'il faut sont légèrement différents, mais ils sont environ de 60°C pendant presque 3 jours. Par contre, l'étude de Houmani, *et al.* (2004) indique que, le séchage est réalisé à l'ombre ou à l'air libre. En suite l'étude de Bouazza, *et al.*, 2012 mentionne que, les échantillons sont broyés dans un broyeur, pour le passer à une grille de 1 mm (dans la plupart des auteurs).

Tous les échantillons chez tous les auteurs sont pesés, stockés et conservés pour les analyses.

3.3. Détermination de la teneur nutritives

La détermination de la valeur nutritive se fait par différents méthodes et techniques d'analyse, où les méthodes étudié sont les méthodes chimiques, la détermination de la valeur énergétique, la digestibilité *in vitro*, la production de gaz *in vitro* (Jarrige, 1981 ; INRA, 2018).

3.3.1. Les analyses chimiques

Mayouf & Arbouche (2014) ont montré que, cette méthode est constituée la base des méthodes de détermination de la valeur alimentaire des plantes fourragères, parce qu'il vise à déterminer la composition chimique de certaines espèces fourragères communément ingéré par les animaux domestiques dans différent zones aride et semi-aride algérienne.

3.3.1.1. La methode de Van Soest

Les valeurs NDF, ADF sont déterminé selon la **méthode de Van Soest**. Le principe de cette méthode est l'extraction dans des détergents, des constituants solubles à partir des parois cellulaires, ces détergents pour NDF est neutre qu'est un résidu insoluble contenant résidu des parois cellulaires ou la cellulose, la lignine et hémicellulose. Soit pour ADF est acide qu'est un

résidu insoluble contenant la lignocellulose ou la cellulose et la lignine, l'obtention de la lignine se fait par l'acide sulfurique du résidu ADF à 72% (Van Soest, *et al.*, 1991).

Par l'utilisation de la méthode de Van Soest, l'étude de Arab, *et al.* (2009) indique que, les teneurs en fibres détergentes neutres (NDF), fibres détergentes acides (ADF) ont été mesurées, où pour la détermination du NDF la sulfite de sodium, mais pas d'a-amylase, a été ajouté à la solution. Les deux fractions de fibres ont été exprimées, y compris les cendres résiduelles (Van Soest, *et al.*, 1991).

3.3.1.2. La méthode de Kjeldahl

D'après Jarrige (1981), la teneur en azote et en protéine totale d'un produit biologique peut être déterminée par **la méthode de Kjeldahl**. Cette méthode est applicable à des aliments, des ingrédients et des matières premières (végétales et animales) etc. Le principe de cette méthode est divisé en trois étapes essentielles :

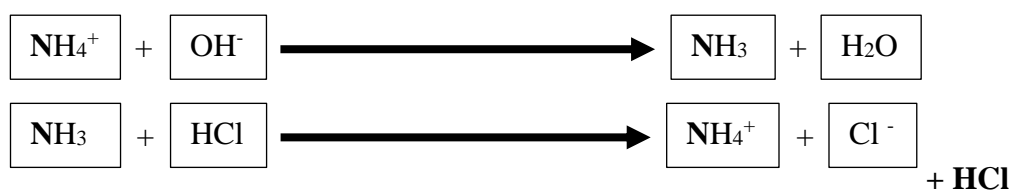
- Minéralisation

La minéralisation de l'échantillon dans un milieu d'acide sulfurique contenant le cuivre et l'oxyde de titane (un catalyseur), lequel l'azote organique est sous forme ammonium dans les conditions de minéralisation :



- Distillation

Par le passage en milieu alcalin, ces ions d'ammonium sont transformés en ammoniac (NH_3), on entraîne ce dernier à la vapeur d'eau et recueilli une quantité d'**HCl** en excès :



- Dosage

Par dosage volumétrique acide/base, on dose l'acide chlorhydrique n'ayant pas réagi par la soude :



- La mesure de protéines dans l'échantillon en % est comme suite : En multipliant le facteur F par % d'azote, dépendant du type d'aliment analysé :

$$\% \text{ protéines} = \% \text{ N} \times \text{F} = (\text{VE} - \text{VB}) \times \text{CN} \times 14,01 \times \text{F} / \text{M} \text{ (échantillon)}$$

Sachant que : Le VE : Consommation échantillon étalon solution acide. Le VB : Consommation échantillon aveugle solution de titration. CN : concentration d'azote et M : masse molaire.

A l'aide de la méthode de Kjeldahl, la teneur en azote (N) a été mesurée chez toutes les espèces étudiées (tableau 4), où le PB a été calculé en % comme $N \times 6,25$. Conformément aux méthodes d'analyses d'Association française de normalisation (Kjeldahl, 1883 ; AFNOR, 1985).

3.3.1.3. La méthode de Weende

L'étude de Chehema, *et al.* (2010) indique que, la cellulose brute a été estimée par **la méthode de Weende**. Cette méthode est un 2 hydrolyses, l'un acide avec 1,25% de H₂SO₄, extraire les sucres et l'amidon, et l'autre alcaline (basique) avec 1,25 % de NaOH, permet d'extraire les protéines et une partie de l'hémicellulose et de la lignine. Les hydrolyses acido-basiques sont séparées et isolées à l'aide d'une filtration et avec un rinçage à l'eau chaude. La cellulose brute (CB) est contenante dans le résidu sec, il comprend la cellulose vraie, la lignine et l'hémicellulose (Jarrige, 1981).

3.3.1.4. La méthode de Makkar

Les composés phénoliques (CP) ont été extraits selon les **procédures de Makkar** (2003), où l'un des analyses chimiques a été réalisées par cette méthode comme décrites par Bouazza, *et al.* (2012), selon les étapes suivantes :

- Le réactif de Folin Ciolateau et l'acide tannique sont utilisés comme standard, par ces derniers, les phénols extractibles totaux (TEP) ont été déterminés.
- Après adsorption de TEP sur la polyvinylpyrrolidone insoluble, les tanins extractibles totaux (TET) ont été estimés indirectement et les phénols totaux restants (ou phénols non précipitables) dans le surnageant ont été mesurés.
- La concentration de TET a été calculée selon l'équation suivante : $TET = TEP - \text{phénols non précipitables}$.
- Les tanins condensés libres (FCT) ont été mesurés dans l'extrait à l'aide du dosage butanol-HCl, avec les modifications de Makkar (2003) et en utilisant un étalon de tanin de quebracho purifié.
- Après extraction des composés phénoliques, les tanins condensés liés (BCT) ont été mesurés dans le résidu solide restant.

- La concentration de tanins condensés totaux (TCT) a été calculée par l'équation de la somme comme suite : $TCT = FCT + BCT$.
- Les concentrations de phénols et de tanins ont été exprimées en g équivalent d'acide tannique/kg MS, alors que la concentration de tanins condensés a été exprimée en g équivalent quebracho/kg MS.

3.3.2. La détermination de teneur énergétique

L'étude de Baumont, *et al.* en 2007 indique que, la valeur énergétique des fourrages s'exprime par unité fourragère (UF), la quantité d'énergie qui sera utilisée pour l'entretien et les productions de l'animal correspond à leur teneur en énergie nette dans le système des unités fourragères (UFL et UFV). La digestibilité de l'énergie brute est le principal facteur de variation de la teneur en énergie nette de viande et de lait (ENV et ENL) ou aussi en énergie métabolisable (EM) des aliments, qu'ils sont très étroitement liés à la digestibilité de la matière organique (DMO).

L'Énergie métabolisable (EM) est calculé à partir de son énergie digestible EM/ (ED = EB x dE) et obtenue à partir de l'énergie brute (EB) du fourrage par différentes pertes d'énergie via les fèces pour EB, les urines (EU) et le gaz (CH) pour ED et la chaleur associée au métabolisme pour EM (Jarrige, 1981).

L'étude de Medjekal, *et al.* (2015) qui se basent sur le travail de Menke & Steingass (1988) indique que, l'énergie métabolisable (EM) et la digestibilité de la matière organique (DMO) ont été estimées par l'utilisation de gaz cumulé, qui produit par 200 mg de MS à 24 h et par la teneur en PB, la détermination de EM et DMO est à l'aide des équations de régression de (Menke & Steingass, 1988):

$$EM \text{ (Méga Joules/Kg MS)} = 2.2 + 0.1357 \times PG \text{ (ml/200 mg MS)} + 0.0057 \times PB \text{ (g/kg MS)} + 0.0002859 \times PB^2.$$

$$DMO \text{ (g/Kg MS)} = 24.91 + 0.7222 \times PG \text{ (ml/200 mg MS)} + 0.0815 \times PB \text{ (g/kg MS)}.$$

Le travail de Bouallala, *et al.* (2013) indique que, les valeurs de DMS ont été utilisées pour estimer l'énergie digestible (ED, kcal/kg), puis les valeurs ED ont été converties en énergie métabolisable EM, nette lait (ENL) et nette viande (ENV) respectivement.

Par contre, d'après Houmani (1998), (ENL) et (ENV) ont été mesuré après la détermination de l'énergie brute (EB), qui évalué par une incinération totale des échantillons dans un calorimètre adiabatique (Adiabat 350).

3.3.3. La digestibilité *in vitro* (ANKOM-DAISY)

L'étude de Ammar, *et al.* (1999) indique que, la digestibilité *in vitro* de la matière sèche a été déterminée par **la procédure ANKOM-DAISY** selon deux approches différentes, celle décrite :

- Par Tilley & Terry (1963), en 2 étapes : la première incubation est une action de la digestion microbienne dans le liquide ruminal a température de 38-39°C et un pH de 6,7 à 6,9 pendant 48 heures, suivie d'une seconde incubation de 48 heures par l'attaque d'une solution de pepsine et d'acide chlorhydrique (pepsine-HCl).

- Par Van Soest (1994) : Le rinçage doucement à l'eau froide des échantillons qui trempés dans le liquide du rumen et les solutions préparées, suivi d'une extraction avec une solution détergente neutre (élimine les parois cellulaires bactériennes et d'autres produits endogènes) à 100°C pendant 1 h.

La digestibilité *in vitro* (IVDM-loss, IVD-TT et TIVD) a été déterminé après l'alimentation du matin et l'extraction du liquide ruminal chez des moutons matures, où le liquide emmené immédiatement au laboratoire, filtré et maintenu à 39°C sous un flux constant de CO₂. Toute la procédure estimée en quatre exemplaires (Boufennara, *et al.*, 2012) :

- La préparation de milieu de culture par des solutions minérales, tampon bicarbonate et de la résazurine à 39°C et saturé en CO₂ avec l'élimination d'O₂ (cystéine-HCl et du sulfure de sodium), puis l'ajoute de liquide ruminal.
- Des échantillons de matériel végétal (400 mg) ont été pesés et placés dans des bocaux d'incubation (récipients en verre).
- Chaque bocal d'incubation a été rempli de 2 litres de fluide de rumen tamponné transféré par voie anaérobie avec le mélange de contenu.
- Les bocaux ont ensuite été placés dans un incubateur rotatif (système de digestion Ankom Daisy II, ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) à 39°C, avec une rotation continue pour assurer l'immersion efficace des sacs dans le liquide ruminal.
- Après la première incubation par la méthode de Tilley & Terry (1963), les échantillons ont été séchés pour estimer la perte de matière sèche *in vitro* (IVDMloss).
- Les sacs ont ensuite été utilisés pour mesurer la digestibilité *in vitro* selon la 2 -ème étape de la méthode de Tilley & Terry (1963).

- Le résidu sec restant dans le sac a été considéré comme la MS apparemment indigeste pour l'estimation de digestibilité *in vitro* (IVD-TT). Puis la détermination de la vraie digestibilité *in vitro* (TIVD) selon la méthode de Van Soest (1994).

3.3.4. La production de gaz *in vitro*

Cette technique permet d'obtenir des informations sur le processus de fermentation dans le rumen. La valeur nutritive des plantes a été étudiée en mesurant le volume de gaz produit lors de l'incubation *in vitro* des échantillons, Le contenu du rumen des ruminants abattus a été choisi pour ses caractéristiques appropriées de production de gaz *in vitro*, Tout le contenu du rumen a été transportés au laboratoire immédiatement après avoir été recueilli dans des thermos préchauffés et hermétiquement fermés (Haddi, *et al.*, 2009 ; Medjekal, *et al.*, 2011) :

- Les blancs et 200 mg d'échantillons ont été stocké et incubés après séchage et le broyage, suivie un graissage par la vaseline et préchauffées pour les essais *in vitro*.
- Mélanger un volume de liquide ruminal filtré avec deux volumes de tampon contenant de l'hydrogénocarbonate de sodium (salive artificielle), suivie d'une incubation dans un récipient chauffé électriquement ou dans un bain-marie à 39°C sous flux de CO₂ d'oxygène libre (Menke & Steingass, 1988).
- L'injection de 30 ml de mélange dans chaque seringue, l'observation de gaz cumulé a été corrigé pour le blanc et exprimé en PG (ml)/ MO (g).

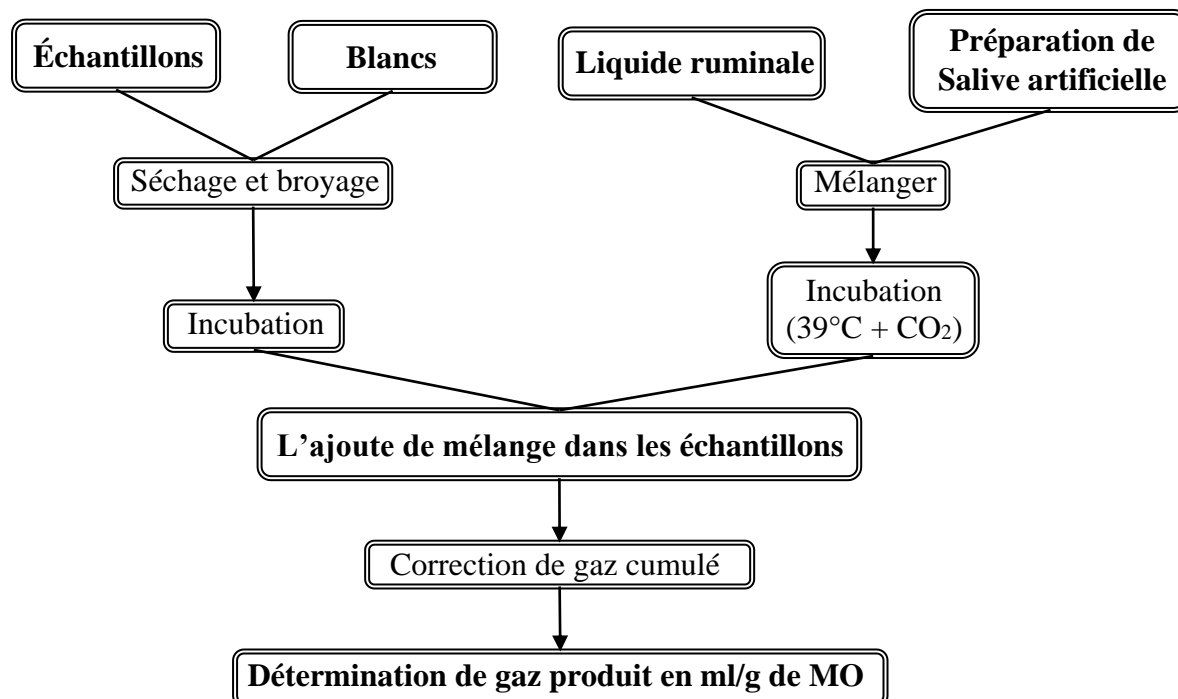


Figure 4. Schéma résume la méthode de la production de gaz *in vitro* (Haddi, *et al.*, 2009).

Selon Degnon, *et al.* (2016), Toutes les analyses ont été effectuées périodiquement pour suivre le développement de la qualité des échantillons qui conservés, parmi lesquels la détermination de la température, l'acidité, les paramètres biochimique et microbiologiques de qualité qui ont été déterminées par l'utilisation des méthodes standards d'analyses chimique et microbiologiques. Toutes les analyses identifiées par les méthodes et techniques que nous avons mentionnées précédemment ont été réparties pour chaque espèce dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3. Les paramètres analysés de chaque espèce. (+) la présence d'analyse.

Les paramètres analysés	MAT	Fibres	Energie	CB	CP	IVDM-loss IVD-TT TIVD	PG	Auteurs
<i>Anabasis articulata</i>	+	+						Mayouf & Arbouche (2014)
<i>Aristida pungens</i>	+	+						Medjekal, <i>et al.</i> (2011)
<i>Sueda mollis</i>	+	+			+		+	Medila, <i>et al.</i> (2015) Haddi, <i>et al.</i> (2003)
<i>Tamarix Africana</i>	+	+	+				+	Arab, <i>et al.</i> (2009) Haddi, <i>et al.</i> (2009)
<i>Stipa tenacissima L.</i>	+	+	+			+		Boufennara, <i>et al.</i> (2012) Medjekal, <i>et al.</i> (2015)
<i>Stipagrostis plumosa</i>	+		+	+				Bouallala, <i>et al.</i> (2013)
<i>Artemisia herba-alba</i>	+		+	+	+	+		Bouazza, <i>et al.</i> (2012) Houmani, <i>et al.</i> (2004)
<i>Retama raetam</i>	+			+	+	+		Boufennara, <i>et al.</i> (2012) Chehma, <i>et al.</i> (2010)
<i>Cyperus conglomeratus</i>	+			+				Bouallala, <i>et al.</i> (2011)

MAT : Matière azotée totale, CB : Cellulose brute, CP : Composés phénoliques, IVDM-loss : Perte de matière sèche *in vitro*, IVD-TT : Digestibilité *in vitro* totale TIVD : Vraie digestibilité *in vitro*.

Chapitre 4

Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Résultats et discussions

Les résultats de l'analyse fourragère de 9 espèces qui étudient par les différents auteurs sont répertoriés dans le tableau 4 et **annexe 2**, lequel l'unité de la valeur nutritive de compositions chimiques chez certaines auteures est en gramme pour chaque kilogramme de MS (g/kg MS), donc on les transforme tous en pourcentage (%) pour une bonne discussion, la transformation se fait selon l'équation suivant :

$$\text{Valeur nutritive (\%)} = \frac{\text{Valeur nutritive (g)}}{1000 \text{ (g) de MS}} \times 100 \text{ (\% de MS)}$$

Tableau 4. Les compositions chimiques des plantes fourragères Algérienne.

Espèces	Composition chimique (en %)						Auteurs	
	MAT	Fibres		CB	Composés phénoliques			
		NDF	ADF		TEP	TET		FCT
<i>Anabasis articulata</i>	17.13	43.43	26.91				Mayouf & Arbouche (2014)	
<i>Aristida pungens</i>	5.20	85.2	60.9				Medjekal, <i>et al.</i> (2011)	
<i>Sueda mollis</i>	16,25	51,42	35,46		4,59	3,83	0,056	Medila, <i>et al.</i> (2015)
<i>Tamarix Africana</i>	13,9	45,07	27,10					Arab, <i>et al.</i> (2009) Haddi, <i>et al.</i> (2009)
<i>Stipa tenacissima L.</i>	5,027	77,52	56,21		1,22	0,38	16,55	Boufennara, <i>et al.</i> (2012) Medjekal, <i>et al.</i> (2015)
<i>Stipagrostis plumosa</i>	6,65			39,35				Bouallala, <i>et al.</i> (2013)
<i>Artemisia herba-alba</i>	12,26			31,9	4,73	4,51	2,92	Bouazza, <i>et al.</i> (2012) Houmani, <i>et al.</i> (2004)
<i>Retama raetam</i>	10,87			34,4	0,85	0,2	4,05	Boufennara, <i>et al.</i> (2012) Chehma, <i>et al.</i> (2010)
<i>Cyperus conglomeratus</i>	4.76			31.39				Bouallala, <i>et al.</i> (2011)

MAT : Matière azotée totale, NDF : Fibre détergente neutre, ADF : Fibre détergente acide, CB : Cellulose brute, TEP : Phénols extractibles totaux, TET : Tanins extractibles totaux, FCT : Tanins condensés libres.

4.1.1. Les analyses chimiques

La teneur en matière azotée totale chez *A. Articulata*, *T. Africana* et *A. Herba-alba* est plus ou moins élevée par rapport les autres plantes, ces espèces d'arbustes variait de 12,26 à 17,13 % (tableau 4). Il y avait des différences significatives entre les teneurs en MAT des espèces arbustives, où la teneur maximale a été enregistrée pour *A. Articulata* (Mayouf & Arbouche, 2014). Le résultat de Chehema, *et al.* (2010) indique que, la teneur en matière azotée totale était faible chez les restes plantes qui sont vivaces de 4,76 à 10,87 %.

Mayouf & Arbouche (2014) ont montré que, des variations similaires de la composition chimique ont été signalées chez *A. Articulata*, *T. Africana* et *A. Herba-alba*, qui sont des arbres et arbustes fourragers des zones arides et semi-arides algériennes, où les résultats d'analyse montrent que ces plantes à une teneur en matière azotées presque moyenne, alors que les résultats de Boufennara, *et al.* (2012) indique que, pour la même espèce végétale collectée dans les parcours algériens, il y a des valeurs légèrement supérieures aux valeurs observées. Pour une prise alimentaire et une fonction optimale du rumen chez les ruminants, la teneur en MAT des espèces arbustives qui étudiées par Boufennara, *et al.* (2012), était toujours supérieure au niveau minimum de 7 à 8% de MS requis (Van Soest, 1994).

L'étude de Bouazza, *et al.* (2012) dans le centre-nord de l'Algérie indique que, les résultats de teneur en MAT des arbustes comme *A. Herba-alba* a une valeur moyenne, comme les résultats de l'étude marocaine par El Aich, (1992), car *A. Herba-alba* pousse dans les zones sèches et arides et courante dans les sols salés, en plus est une plante halophyte et produisent plus de biomasse que les plantes non halophytes.

Pour les autres plantes qui sont des plantes vivaces étudiées par Chehema, *et al.* (2010), possède certaine variabilité interspécifique en MAT, lequel au stade de récolte ou à la variation génétique, cette variation est en fonction de rapport tiges/feuilles, c'est-à-dire la composition morphologique de la plante. Par contre, l'étude de Boufennara, *et al.* (2012) indique que, la pauvreté en matière azotée totale liée à la mode d'adaptation de ces plantes vivaces saharienne (inférieure à 70 mg g⁻¹ MS équivalent à 7% en MS), comme chez *S. tenacissima*, les proportions élevées de feuilles et de brindilles matures dans les échantillons peuvent être probablement à l'origine de cette carence. En fait, selon Medjekal, *et al.* (2015) et Boufennara, *et al.* (2012) qui se basant sur la discussion de Van Soest, (1994), l'optimisation de dégradation de la paroi cellulaire nécessite un minimum de protéines brutes de 7 à 8%, pour une bonne fonction du microbe ruminal.

La teneur en ADF et en NDF a été noté (tableau 4), lequel variait de 26.91 à 60.9% et de 43.43 à 85.2 %, respectivement. Mayouf & Arbouche (2014), ont montré que, NDF et ADF d'*A. Articulata* était significativement inférieur (43.43 et 26.91, respectivement) que les autres plantes qu'ils ont étudiées (*H. schmittianum* et *A. armatus*) et que le reste des plantes mentionnées dans le tableau 4. Alors que, les résultats de Medjekal, *et al.* (2011) indique que, la valeur maximale est notée chez *A. Pungens* de 85.2 pour NDF et 60.9 pour ADF.

Selon le tableau 4, les deux espèces *A. pungens* et *S. tenacissima L.* étaient riches en contenu de paroi cellulaire, les résultats de Medjekal, *et al.* (2011) indiquent que, les deux plantes fourragères peuvent être considérés comme des substrats grossiers, en raison de leur déficit en protéines brutes (matière azotées totale) et leur forte teneur en parois cellulaires, qui liée au rôle phénologique de chacun des deux espèces (Chermiti, 1997). Mais selon Medila, *et al.* (2015), cette richesse n'est pas au niveau requis dans les normes NDF et l'ADF à 70-88% et 39-67%, respectivement, donc *A. pungens* et *S. tenacissima L.* sont classées comme des espèces fourragères de faible qualité et les niveaux élevés de la fraction NDF dans ces stations peuvent s'expliquer par haute température et faibles précipitations (les conditions environnementales dans chaque région), où dans le cas des températures élevées et de faibles précipitations ont tendance à augmenter la fraction pariétale (NDF) des plantes et à réduire le contenu soluble des plantes.

Dans d'autre coté, l'étude de Haddi, *et al.* (2009) mentionne que, les parties aériennes comestibles des arbustes arides et les légumineuses des régions semi-arides sont moins riche en fibres NDF que de nombreuses pailles de céréales, où l'étude de ces auteurs concordait avec l'étude de Boufennara, *et al.* (2012), qui indique qu'avec la maturité, le contenu de la paroi cellulaire (NDF et ADF) est augment, en raison des différentes proportions de feuillage et de brindilles dans les échantillons et les différents stades phénologiques des plantes au moment du prélèvement.

Les études réalisées par Houmani, *et al.* (2004) et Bouallala, *et al.* (2013) sur la teneur en cellulose brute (CB) indique que, chez toutes les plantes des zones arides et semi-arides a une valeur élevée, quel que soit les espèces mentionnées dans le tableau 4, mais une variabilité plus moins entre eux d'intervalle de 31.39 à 39,35%, où ces espèces sont caractérisées en cellulose brute surtout chez *S. Plumosa* et *R. raetam*.

L'étude de Bouallala, *et al.* (2011) indique que, l'élévation des valeurs en CB chez les espèces étudié est due à la richesse en cette matière, lequel expliquée par le fait que les plantes aride et semi-aride ou bien saharienne, développent des cuticules épaisses et des mécanismes

d'adaptations à la sécheresse pour réduire l'évaporation et la transpiration, où la lignification des tissus de soutien est stimulée par les fortes températures (Ozenda, 2004 ; Chehema, *et al.*, 2010).

En ce qui concerne les composés phénoliques et toujours dans le même tableau, les études réalisées par Boufennara, *et al.* (2012) et Medila, *et al.* (2015) sur ces composés indique que, le pourcentage de TEP TET et FCT est peu variable entre 0,85 à 4,59%, 0,2 à 3,83% et 0,056 à 16,55, respectivement, où les phénols et les tanins extractibles totaux (TEP et TET) étaient notés dans les familles *Asteraceae* (*A. Herba-alba*) et *Amaranthaceae* (*S. Mollis*), tandis que, selon les légumineuses de famille *Fabaceae* (*R. Raetam*) présentent des pourcentages plus faibles.

Les teneurs en phénols totaux sont variables selon les espèces, ces différences peuvent être dues non seulement aux espèces végétales, mais aussi à la saison de récolte et au stade de maturité des plantes comme décrits Makkar, *et al.* (2007). De plus, La méthode d'analyse est également liée à cette différence lors de l'examen des différentes fractions phénoliques qui ont été analysées par Medila, *et al.* (2015), où ce dernier mentionne qu'il y a capable une interaction entre les produits chimiques de chaque méthode et le type et la quantité des tannins dans chaque espèce. En bref, les études de Bouazza, *et al.* (2012) et Medila, *et al.* (2015) indiquent que, la nature du tanin dans différentes espèces fourragères peut être à l'origine des différences entre les valeurs de tanin, en plus au stade de croissance des plantes et à l'influence des facteurs pédologiques et climatiques, à la nature des dosages utilisés et aux normes utilisées pour la quantification sont aussi les raisons de cette différence.

Les études des différents auteurs algériens dans les zones arides et semi-arides sur les plantes mentionnées dans le tableau 4, indiquent de faibles teneurs en composé phénoliques surtout chez *R. raetam* et *S. tenacissima L.* qui ont été étudiées par Boufennara, *et al.* (2012) et Medila, *et al.* (2015), respectivement. Par contre, selon Bouazza, *et al.* (2012), *A. herba-alba* étant l'espèce la plus riche en polyphénols totaux (4,73 % de MS), mais d'après le même auteur, l'effet est peu important sur la digestion des nutriments par les ruminants. D'un autre côté, le résultat de Boufennara, *et al.* (2012) indique que, des niveaux élevés de ces composés phénoliques déprécie la qualité du fourrage surtout une teneur élevée de tanins condensés totaux (TCT) qui a été récupérée sous forme de tanins condensés libres (FCT) comme chez *Stipa tenacissima L.* de 16,55%, les TCT pourrait être responsable des éventuels effets néfastes des tanins condensés par l'inhibition de l'activité fermentaire microbienne des nutriments ruminant.

Par conséquent, l'étude réalisée par Bouazza, *et al.* (2012) mentionne que, les analyses des composés phénoliques permettent la détermination des effets biologiques et la mesure de la

teneur en tanins qui identifie les espèces végétales en quantités supérieures aux composés antinutritionnels actifs et l'activité fermentaire de rumen par différentes techniques parmi eux, la production de gaz *in vitro* couplée à l'utilisation du polyéthylène glycol.

En générale, la variation morphologique de la plante a un effet positif ou négatif sur l'alimentation ruminale par la variabilité de la valeur nutritive, où en dessous de 7 à 8% de teneur en protéine brute, la consommation alimentaire est réduite, donc ces plantes nécessitent une supplémentation en azote, ainsi une bonne valeur en fibres et en cellulose brute (l'élévation en protéine brute exprime une diminution significative en fibres et en cellulose brute), ce qui signifie que les plantes peuvent être considérées comme des substrats grossiers, lequel provoque une bonne fermentation ruminal dans le cas d'une basse valeur en polyphénols, donc l'amélioration d'ingestion et la digestion, ainsi une bonne alimentation par les ruminants. (Bouazza, *et al.*, 2012 ; Medjekal, *et al.*, 2011 ; Van Soest, 1994).

4.1.2. La valeur énergétique

Selon Houmani, *et al.* (2004) et la référence d'INRA, (1988), les valeurs énergétiques de *A. herba-alba* sont plus proches à celles de certaines plantes fourragères comme les légumineuses, avec 0,70 UFL/Kg MS et 0,65 UFV/Kg MS, et les graminées avec 0,72 UFL et 0,64 UFV/kg MS. On constate qu'il y a une certaine variabilité interspécifique entre les espèces, parce que chez *S. Plumosa* qui étudié par Bouallala, *et al.* (2011) indique que, la valeur énergétique est inférieure de 0,48 et 0,38 pour UFL/Kg MS et UFV/Kg MS, respectivement.

Tableau 5. L'unité fourragères (UFL et UFV) et l'énergie métabolisable des plantes fourragères Algérienne

Espèces	Valeur énergétique (UF/kg)		EM (MJ/kg)	Auteurs
	UFL	UFV		
<i>Tamarix Africana</i>			9,99	Arab, <i>et al.</i> (2009)
<i>Stipa tenacissima L.</i>			5.58	Medjekal, <i>et al.</i> (2015)
<i>Stipagrostis plumosa</i>	0,48	0,38		Bouallala, <i>et al.</i> (2013)
<i>Artemisia herba-alba</i>	0,70	0,63	8,63	Houmani, <i>et al.</i> (2004)

UFL : Unités fourragères lait, UFV : Unités fourragères viande, EM : Energie métabolisable

Selon le tableau 5, la teneur en énergie métabolisable (EM) varie de 5,58 à 9,99 MJ par un Kg de MS, Medjekal, *et al.* (2015) mentionne que l'EM chez *S. tenacissima L.* était faible de 5.58 MJ/Kg, par contre, les études réalisées par Haddi, *et al.* (2009) et Houmani (1998) sur

l'arbuste *T. Africana* indiquent une valeur importante en EM pour ce dernier, estimée à 9,10 MJ/Kg.

Selon Houmani, *et al.* (2004), on trouve que les plantes fourragères des régions sèches et chaud sont plus ou moins riches en énergie comme chez l'arbuste *A. herba-alba*, la haute valeur énergétique est notée dans les parties consommées par les ruminants, qui sont représentées soit par des feuilles, des rameaux ou de tiges feuillées, comme décrits Mamizara en 2018. Il est important de noter que cette valeur énergétique dépasse 0,6 MJ/Kg de MS, ce qui est essentiel pour des fourrages spontanés n'ayant été soumis à aucun itinéraire cultural, et cela selon l'étude de Kadi & Zirmi-Zembri en 2016.

D'après Mamizara (2018), la valeur énergétique des plantes est à une relation positive avec leur teneur en matières azotées et en étroite relation avec la digestibilité de la matière organique (DMO), en plus il est lié aussi en rapport feuilles sur tiges, donc l'échantillonnage est en rapport direct avec cette valeur énergétique où plus la hauteur de coupe grande plus le fourrage concentré en éléments nutritifs.

Selon Arab, *et al.* (2009), L'énergie des aliments utilisé par l'animal aboutit pour la formation de l'énergie nette qui est la valeur énergétique réelle d'un aliment, donc la formation d'énergie métabolisable (EM), qui exprime la quantité d'énergie théoriquement utilisée par les tissus animal, l'énergie métabolisable est diminuée avec l'âge de la plante et liée directement à la digestibilité du fourrage. La teneur en énergie métabolisable des légumineuses qui étudiées par certains auteurs, semble dépendre des teneurs en MO, en MAT et en NDF, ainsi que de la qualité de l'azote (Mamizara, 2018).

Les résultats réalisés par Samiha, *et al.* (2021) et qui représente dans le tableau 4 indique que, l'énergie métabolisable est estimée à partir de la production de gaz des parties aériennes des trois espèces (*Stipa tenacissima L.*, *Artemisia herba-alba* et *Retama raetam*), où la différence des valeurs due aux conditions environnementales et le développement de la plante.

4.1.3. La digestibilité *in vitro*

La digestibilité *in vitro* de MS était variables selon les fourrages examinés, les résultats sont exprimés en g/g de matière sèche (Figure 5 et **Annexe 2**). Les résultats de la digestibilité *in vitro* de la MS de trois substrats (*S. tenacissima L.*, *A. Herba-alba* et *R. Raetam*) ont été réalisées par Bouazza, *et al.* (2012) et Boufennara, *et al.* (2012), où les valeurs la plus élevée de digestion de la MS *in vitro* ont été observées chez les deux dicotylédone *R. Raetam* et *A. Herba-alba* de IVDM-loss (0.509 et 0.517), IVD-TT (0.558 et 0.580) et TIVD (0.590 et 0.595)

respectivement, alors que dans d'autre coté, les monocotylédones *S. tenacissima* avaient des valeurs significativement plus faibles (à IVDM-loss, IVD-TT et TIVD de 0.252, 0.269 et 0.341 respectivement).

Sachant que, IVDM-loss : Perte de matière sèche *in vitro*, IVD-TT : Digestibilité *in vitro* totale TIVD : Vraie digestibilité *in vitro*.

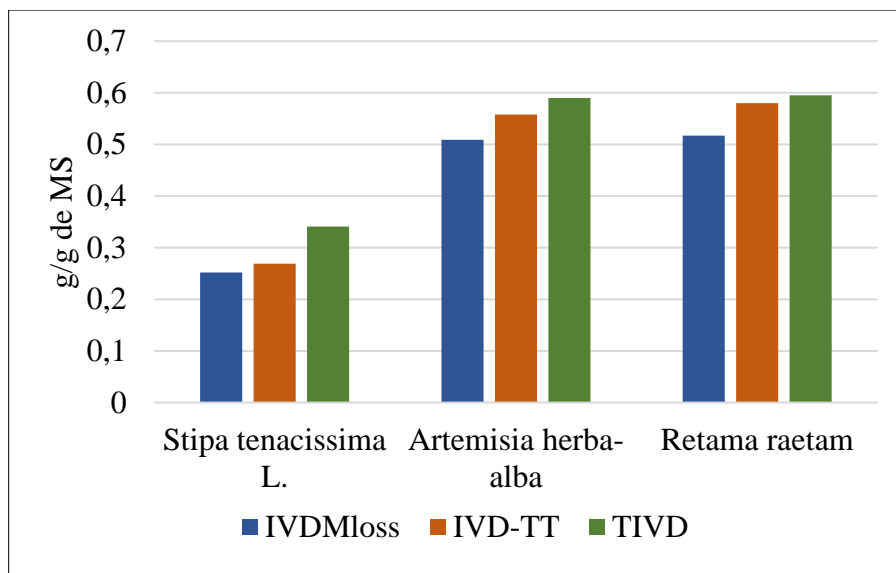


Figure 5. La digestibilité de la MS *in vitro* des *S. Tenacissima* L., *A. Herba-alba* et *R. Raetam* (Bouazza, *et al.*, 2012 ; Boufennara, *et al.*, 2012).

L'étude de Makkar, *et al.* (2007) indique qu'après la fermentation, la digestibilité apparente qui consiste en échantillon non dégradé et en biomasse bactérienne, est calculée à partir du résidu total (IVD-TT), où dans d'autre coté et après traitement avec la solution qui élimine une partie des bactéries adhérentes aux particules alimentaires, la mesure gravimétrique du résidu fermentaire est la base de la digestibilité réelle (TIVD).

Selon Bouazza, *et al.* (2012), la TIVD et IVD-TT ont montré qu'avec la lignine, des corrélations négatives significatives, qui exprime statistiquement en : $r = -0,89$; $P = 0,001$ et $r = -0,89$; $P = 0,001$, respectivement, où les différences entre la digestibilité apparente et réelle par rapport à les espèces fourragères, probablement due à la composition chimique et le contenu en tanins dans les différentes espèces.

La digestibilité des légumineuses (*Artemisia herba-alba* et *Retama raetam*) qui ont été étudiées par Bouazza, *et al.* (2012) est comparable et/ou supérieure à celle de l'étude de Boufennara, *et al.* (2012), qui est sur des graminées (*Stipa tenacissima* L.), où les résultats sont représentés graphiquement dans la figure 4. Les résultats de Makkar, *et al.* (2007) indiquent que,

par le microbiote ruminal, le contenu fibreux des légumineuses est digestible, par contre, des niveaux élevés de tanins condensés chez certaines espèces comme *Stipa tenacissima L.* (les composés phénoliques FCT de 16,55%), provoques l'interaction et la formation d'une barrière limitant l'accessibilité des enzymes microbiennes, donc peuvent réduire la digestibilité de l'aliment chez les ruminants.

4.1.4. La production de gaz *in vitro*

Dans des temps différents (à 24 h et 48 h), la production de gaz a été déterminées par Haddi, *et al.* (2003) et Haddi *et al.* (2009) chez deux espèces (*Sueda mollis* et *Tamarix Africana*, respectivement) en millilitre par un gramme de MO, les valeurs rapportées étaient élevées et plus ou moins variables de 118 à 121 et de 155,6 à 159 ml/g de MO à 24 h et 48 h, respectivement (**Annexe 2**). Les résultats de Haddi, *et al.* (2009) mentionne que, les valeurs dans les deux temps sont supérieures de 121 ml/g MO à 24 h, et de 159 ml/g de MO à 48 h chez *T. Africana*, leurs résultats du mois de Mars à Mai ont augmenté. Alors que chez *S. mollis* de 118 ml/g MO à 24 h et 155,6 ml/g de MO à 48 h, où les valeurs la plus basse ont été atteinte en été, donc les résultats capables de se varier selon la saison, cela selon l'étude menée par Haddi *et al.* (2003).

Donc, l'étude de Haddi *et al.* (2009) indique que, la morphologie, les espèces et la saison affecte significativement tous les paramètres d'analyse, où les plantes fourragères deviennent difficiles à récolter et poussent à faible densité dans les régions aride, en particulier les parties aériennes vertes comestibles. Cependant, les études réalisées par Komisarczuk-Bony & Durand en 1991 et Breman & Kessler en 1995 sur la production de gaz indique que, l'arbuste *T. Africana* est plus riche en phosphore que *S. mollis*, car il y a des corrélations positives entre la production de gaz et la teneur en phosphore (P), l'augmentation de la concentration en P sur la dégradation du contenu cellulaire indiquent un effet stimulant sur la quantité de gaz produite, donc les éléments minéraux sont probablement nécessaires pour la microflore ruminale et 0,5 % de phosphore étaient nécessaires pour les ruminants nourris avec du fourrage grossier.

Alors que, l'étude de Haddi, *et al.* (2003) sur les deux liquides du rumen (l'un obtenu à partir de dromadaire en Algérie et l'autre à partir de vache en Italie) indique que, à cause du niveau de sensibilité différent des deux inoculum aux ADL et au contenu de la paroi cellulaire, les paramètres de la production de gaz *in vitro* ont été affectés par la source d'inoculum, où la paroi cellulaire (comme NDF et ADL) et les teneurs en cendre semblent être des facteurs importants pour les paramètres cinétiques *in vitro* de la fermentation obtenue avec la microflore du rumen de la vache et du dromadaire (Kayouli, *et al.*, 1991).

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Cette étude a été portée sur les analyses des différents travaux de recherche concernant la valeur nutritionnelle de quelques plantes fourragères spontanées, qui ont été choisis afin de résoudre la problématique de la production quantitative et qualitative chez les ruminants au moindre coût, que ce soit en termes de lait ou de viande qui représentent les éléments de base en nutrition chez les humains et les animaux.

A l'issue de cette étude théorique, nous avons pu avoir une connaissance sur les variations de la composante floristique et des ressources nutritives des différents types de plantes spontanées qui présentes dans la région de Biskra, malgré toutes les conditions défavorables qui limitent sa productivité, il est considéré comme une ressource fourragère tangible qui assure l'alimentation de base des ovins, et assure ainsi leur production.

En général, les résultats nous ont prouvé dans la deuxième partie du travail que les arbres et les arbustes comme chez *A. Articulata*, *T. Africana*, *A. Herba-alba*, *R. Raetam*, ont une valeur nutritionnelle relativement élevée que les herbacées (*A. Pungens*, *S. Mollis*, *S. Tenacissima L.*, *S. Plumosa*, *C. Conglomeratus*), surtout la matière azotée totale, l'énergie métabolisable et la digestibilité de matières sèches, où chez toutes les espèces sont très riches en composition pariétale. L'évaluation de la production de gaz *in vitro* montre que *T. Africana* et *S.Mollis* sont efficacement dégradables par la microflore ruminale des ruminants.

En fin, dans la perspective d'une gestion raisonnée et durable des zones désertiques vastes en Algérie, les résultats obtenus semblent suggérer que l'utilisation occasionnelle de ces pâturages par les herbivores est également possible surtout les petits ruminants comme les caprins et les ovins, au moins la diminution en conduisant certains troupeaux de petits ruminants vers les parcours sahariens proches suffisamment riches en espèces de valeur nutritive appropriée, c'est-à-dire les espèces pauvres en lignine et tanins, les plus digestibles et les plus riches en azote.

Pour développer et améliorer une très grande partie de ces pâturages, l'eau doit être disponible principalement, parce que ce dernier est l'un des principaux obstacles à cela. Toutefois, cela ne serait profitable qu'en maintenant une diversité suffisante de la flore pastorale dont profite plus le ruminant.

Bibliographie

Bibliographie

- Abdelguerfi, A., Laouar, M., & M'hAmmedi Bouzina, M. (2008). Les productions fourragères et pastorales en Algérie : situation et possibilités d'amélioration. *Revue Semestrielle 'Agriculture & développement'' (INVA, Alger)(6)*, 14-25.
- AFNOR. (1985). Recueil de normes françaises. Méthodes d'analyses françaises et communautaires. Aliments des animaux (éd. 2e). La Plaine Saint-Denis (France): AFNOR.
- Ammar, H., Lopez, S., Bochi, O., Garcia, R., & Ranilla, M. (1999). Composition et digestibilité *in vitro* des feuilles et des tiges de graminées et de légumineuses récoltées dans les prairies permanentes de montagne à différents stades de maturité. *Journal des sciences animales et alimentaires*, 8, 599-610.
- ANAT, (. N. (2004). Carte bioclimatique de l'Algérie. *EMBERGER*.
- Andrieu, J., & Baumont, R. (2000). Digestibilité et ingestibilité du maïs fourrage: facteurs de variation et prévision. *Fourrages*, 163, 239-252.
- Arab, H., Haddi, M., & Mehennaoui, S. (2009). Evaluation de la valeur nutritive par la composition chimique des principaux fourrages des zones aride et semi-aride en algérie. *Sciences & Technologie(30)*, 50-58.
- Baderhekuguma, N., Elois, C. L., Iragi, K., Moïse, M. M., Charles, M. B., Pazo, D., . . . Baluku, B. (2019). Identification de quelques espèces fourragères dans les pâturages en groupement de Bugorhe, Bushumba, Irhambi et Miti en territoire de Kabare. *Global Scientific JOURNALS*, 7(8), 1476-1488.
- Barbault, R. (1981). *Ecologie des populations et des peuplements*. Paris: Masson.
- Barriere, Y., Hazard, L., emile, J., Ghesquiere, M., Julier, B., Mousset, C., & Hebert, Y. (1997). Maximiser l'utilisation des fourrages par l'amélioration génétique de la valeur agronomique et de la valeur alimentaire des variétés. *rencontre recherche ruminants(4)*, 125-132.
- Baumont, R., Bastien, D., Féraud, A., Maxin, G., & Niderkorn, V. (2016). Les intérêts multiples des légumineuses fourragères pour l'alimentation des ruminants. *Fourrages(227)*, 171-180.

- Baumont, R., Dulphy, J., Sauvant, D., Meschy, F., Aufrere, J., & Peyraud, J. (2007). Chapitre 8. Valeur nutritive des fourrages et des matières premières : tables et prévision. *Alimentation des bovins, ovins et caprins, Tables INRA 2007*, 149-179.
- Bencherchali, M., & Houmani, M. (2017). Valorisation d'un fourrage de graminées spontanées dans l'alimentation des ruminants. *Revue Agrobiologia*(7), 353.
- Bouallala, M., Chehma, A., & Bensetti, M. (2011). Variation de la composition chimique de principales plantes broutées par le dromadaire du Sud-Ouest Algérien. *Recherche sur l'élevage pour le développement rural*, 23(5), 9.
- Bouallala, M., Chehma, A., & Hamel, F. (2013). Évaluation de la valeur nutritive de quelques plantes herbacées broutées par le dromadaire dans le sahara nord-occidental algérien. *Revue scientifique libanaise*, 14(1), 33-39.
- Bouazza, L., Bodas, R., Boufennara, S., Bousseboua, H., & López, S. (2012). Evaluation nutritive du feuillage des arbres et arbustes fourragers caractéristiques des zones arides et semi-arides algériennes. *Journal des sciences animales et fourrages*(21), 521–536.
- Boufennara, S., Lopez, S., Bousseboua, H., Bodas, R., & Bouazza, L. (2012). Composition chimique et digestibilité de quelques espèces de plantes fourragères récoltées dans les parcours arides algériens. *Revue espagnole de recherche agricole*, 10(1), 88-98.
- Breman, H., & Kessler, J. J. (1995). *Woody plants in agro-ecosystems of semi-arid regions*. . Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Bustarret, J., & Moule, C. (1971). *Fourrages*. PARIS: LA MAISON RUSTIQUE -PARIS.
- Chehma, A. (2006). *Catalogue des plantes spontanées du sahara septentrional algérien*. Sahara algérien: LABORATOIRE DE RECHERCHE : « PROTECTION DES ECOSYSTEMES EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES ».
- Chehma, A., Faye, B., & Bastianelli, D. (2010). Valeurs nutritionnelles de plantes vivaces des parcourssahariens algériens pour dromadaires. *Fourrages*, 204, 263-268.
- Chemmam, M., Moujahed, N., Ouzrout, R., & Guellati, M. (2009). Variations saisonnières de la composition chimique, de l'ingestion et de la digestibilité par les brebis des pâturages naturels dans les régions du sud-est de l'Algérie. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*(85), 123-127.

- Chermiti, A. (1997). Prédiction de l'ingestion volontaire des fourrages chez les ovins à partir des caractéristiques chimiques et de dégradation ruminale. *Options Méditerranéennes*, 34, 37-41.
- Chessel, D., Debouzie, D., Donadieu, P., & Klein, D. (1975). Introduction à l'étude de la structure horizontale en milieu steppique. I. Echantillonnage systématique par distance et indice de régularité. *Écologie végétale*, 10(1), 25-42.
- Degnon, G., Adjou, E. S., Metome, G., & Dahouenon-ahoussi, E. (2016). Efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Mentha piperita* dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 0(4), 1894-1902.
- Demarquilly, C., & Andrieu, J. (1992). Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. *INRAE Productions Animales*, 5(3), 213-221.
- Demarquilly, C., Chenost, M., & Dulphy, J. P. (1988). Valeurs nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation: foin ensilage enrubannage. *fourrage*(155), 349-369.
- Djaalab, I. (2017). Nutrition des ruminants. Constantine: Institut des Sciences Vétérinaires.
- El Aich, A. (1992). Arbres et arbustes fourragers dans les parcours et les systèmes de culture en Afrique du Nord : Dans : Légumineuses et autres arbres fourragers comme sources de protéines pour le bétail. *FAO Production et santé animales*, 102, 61-73.
- Farhi, A. (2001). Macrocéphalie et pôles d'équilibre : la wilaya de Biskra. in *Espace Géographique*(3), 245-255.
- Freschet, G., Violle, C., Roumet, C., & Garnier, E. (2018). Interactions entre le sol et la végétation : structure des communautés de plantes et fonctionnement du sol. Dans P. Lemanceau, & M. Blouin (Éds.), *Les sols au coeur de la zone critique - écologie* (pp. 83-99). London: ISTE.
- Goumiri, R., & Abdelguerfi, A. (1989). Contribution à l'étude des espèces spontanées de la tribue des hedysarees en Algérie: analyses chimiques du fourrage au stade végétatif. *Annales de l'Institut national agronomique El Harrach*, 13(2), 558.
- Haddi, M. L., Arab, H., Yacoub, F., Hornick, J. L., Rollin, F., & Mehennaoui, S. (2009). Changements saisonniers de la composition chimique et de la production de gaz *in vitro* de six plantes des régions arides de l'Est algérien. *Recherche sur l'élevage pour le développement rural*, 21(4), 16.

- Haddi, M. L., Filacorda, S., Meniai, K., Rollin, F., & Susmel, P. (2003). Cinétique de fermentation *in vitro* de quelques arbustes halophytes prélevés à trois stades de maturité. *Science et technologie de l'alimentation animale*, 104 , 215-225.
- Hariz, D. (2004). Estimation de la valeur nutritive de quelques espèces fourragères cultivées en utilisant leur composition chimique (region de Mitidja) d'ingénieur agronome. faculté des sciences Agro-vétérinaire: Blida.
- Houmani, M. (1998). Cheptel et bilan fourrager dans les zones sèches Algériennes. *Annales de l'Institut National Agronomique - El Harrach* -, 19(2), 82-95.
- Houmani, M., Houmani, Z., & Skoula, M. (2004). Intérêt de *Artemisia herba alba* Asso dans l'alimentation du bétail des steppes algériennes. *Acta Botanica Gallica*, 151(2), 165-172.
- Huyghe, C., & Delaby, L. (2013). *Prairies et systèmes fourragers* (éd. 2e). Paris: France Agricole.
- INRA. (1988). *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Paris: INRA.
- INRA. (2018). Connaître la valeur alimentaire de ses fourrages 2. La bonne analyse pour caractériser son fourrage. 4.
- ISO. (1997). Détermination de la teneur en azote et calcul de la teneur. Dans ISO (Éd.), *Aliments des animaux* (p. 9). ISO 5983.
- Jarrige, R. (1981). Les constituants glucidiques des fourrages digestibilité et dosage in C Demarquilly. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants table de prévision de la valeur alimentaire de fourrage*, 13-40.
- Jouany, J.-P. (1994). Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. *INRA Prod. Anim.*, 7(3), 207-225.
- Kadi, S. A., & Zirmi-Zembri, N. (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2- Les arbres et arbustes. *Livestock Research for Rural Development*, 28, 1-5.
- Kamoun, M. (2008). Recueil de méthodes d'analyses et de mesures utilisées en alimentation animale. *Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi-Thabet. Centre de Publication Universitaire*, 84-85.

- Kayouli, C., Jouanny, J. P., & Ben-Amor, J. (1991). Comparaison de l'activité microbienne dans les préestomacs du dromadaire et du mouton mesurée *in vitro* et *in sacco* sur des fourrages méditerranéens. *Anim. Nourrissez Sci. Technol.*, 33, 237-245.
- Khabar, E. (2019). *un renfort pour le développement socioéconomique*.
- Kjeldahl, J. (1883). Nouvelle méthode pour la détermination de l'azote dans les substances organiques. *Journal de chimie analytique*, 22(1), 366-383.
- Klein, H. D., Rippstein, G., Huguenin, J., Toutain, B., Guerin, H., & Louppe, D. (2014). *Les cultures fourragères*. Versailles Cedex: Quæ.
- Komisarczuk-Bony, S., & Durand, M. (1991). Besoin en nutriments des microbes du rumen. dans « Avancées récentes sur la nutrition des herbivores ». *MSAP*, 133-141.
- Laouar, M., & Abdelguerfi, A. (2006). Variabilité de la production de gousses et des graines chez quelques populations spontanées de *Medicago intertexta*. *Options Mediteraneenes*, 111-117.
- Lawrencea, J. M., Addison, L. L., & W., S. A. (2013). Alimentation, digestion et digestibilité des oursins. Dans J. M. Lawrence (Éd.), *Biologie et Ecologie* (pp. 135-154). Elsevier B.V. All rights reserved.
- Lebas, F. (2007). *Méthodes et Techniques d'élevage du Lapin* (éd. association CUNICULTURE). France: French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE).
- Longo-Hammouda, F. H., Siboukheur, O. E., & Chehma, A. (2017). Aspects nutritionnels des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie. *Cahiers Agricultures*, 16(6), 477-483.
- Louis, H. (2018). Observations sur l'origine, la classification et l'écologie des espèces fourragères. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, 10(1-4), 10.
- Makkar, H. (2003). *Quantification des tanins dans le feuillage des arbres et des arbustes*. Dordrecht (Pays-Bas): Éditeurs académiques Kluwer.
- Makkar, H. P., Francis, G., & Becker, K. (2007). Bioactivité des composés phytochimiques dans certaines plantes moins connues et leurs effets et applications potentielles dans les systèmes de production animale et aquacole. *Animaux*, 1(9), 1371-1391.

- Mamizara, M. R. (2018). Aspects nutritionnels et typologiques des principales ressources fourragères naturelles dans le district d'ambovombe. Antananarivo: Département d'enseignement des sciences et de médecine vétérinaire.
- Marouf, A. (2000). les phanérogames. *Dictionnaire de botanique*, 246.
- Mayouf, R., & Arbouche, F. (2014). Composition chimique et valeur nutritive relative de trois arbustes fourragers méditerranéens. *Journal Africain de la Recherche Agricole*, 9(8), 746-749.
- Medila, I., Adamou, A., Arhab, R., & Hessini, K. (2015). Spécificités nutritionnelles de certains halophytes, consommés par les chameaux, originaires des écosystèmes salins algériens. *Recherche sur l'élevage pour le développement rural*, 27(3), 7.
- Medjekal, S., Arhab, R., & Bousseboua, H. (2011). Nutritive value assessment of some desert by-products by gas production and rumen fermentation *in vitro*. *Livestock Research for Rural Development*, 23 (3), 5.
- Medjekal, S., Ghabbane, M., & Bousseboua, H. (2015). Composition chimique et production de gaz *in vitro* de trois poacées locales dans la région d'El Djelfa, centre-nord algérien. *Revue mondiale des sciences appliquées*, 33(2), 271-277.
- Menke, K. H., & Steingass, H. (1988). Estimation de la valeur énergétique de l'alimentation obtenue à partir de l'analyse chimique et de la production de gaz *in vitro* à l'aide de liquide ruminal. *Recherche et développement animal*, 28, 7-55.
- Merdjane, L., & Yakhlef, H. (2016). Le déficit fourragier en zone semi-aride : une contrainte récurrente au développement durable de l'élevage des ruminants. *REVUE AGRICULTURE* (1), 43-51.
- Nathalie, S., Lena, R.-H., Inga, T., & Ann-Sofie, S. (2016). L'augmentation de la biodisponibilité du fer des légumes à fermentation lactique est probablement un effet favorisant la formation de fer ferrique (Fe³⁺). *Eur. J. Nutr.*, 373-382.
- Ontario. (2010). Principes de nutrition relatifs aux bovins de boucherie. *Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales*, 10.
- Ozenda, P. (2004). *Flore du Sahara*. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) (éd. 3e). Paris.

- Pflimlin, A. (2000). Fourrages, élevages et environnement : place et perspectives pour les fourrages annuels. *Fourrages*(163), 339-348.
- Pierre, N., Isabelle, O.-M., Gonzalo, C.-H., & Jean, V. (2016). De l'énergie de la ration à l'utilisation des nutriments chez les ruminants : quel rôle pour les tissus splanchniques. *UMR Herbivores INRA*, 52(1), 9.
- Rivière, R. (1991). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. *Manuels et précis d'élevage : IEMVT*, 556.
- Robert, B., Alain, F., & Gaëtan, T. (2015). La digestibilité des fourrages. (p. 12). Québec: CRAAQ - Journée d'information scientifique sur les bovins laitiers et les plantes fourragères.
- Robertson, J. B., & Van Soest, P. J. (1981). Le système détergent d'analyse. Dans : James, W.P.T. et Theander, O., Eds., L'analyse des fibres alimentaires dans les aliments. 123. *Marcel Dekker, New York*, 158 .
- Russelle, M. (2001). Alfalfa. *Scientifique américain*(89), 252-259.
- Saleh, b. M.-G., Fahd, b. N.-K., Saad, b. A.-H., & all., e. (2021). *Conférences sur la mécanisation des déchets agricoles* (éd. Membres du corps professoral du Département de génie agricole). Banhā: Département de génie agricole.
- Salem, A. (2006). *étude sur les plantes pastorales prometteuses dans le monde arabe*. Khartoum: Organisation arabe pour le développement agricole.
- Salhi, H., Meziane, M., Noura, A., Ali-Benamara, B., & Bensaïd, A. (2019). Evaluation du potentiel fourrager des végétations de friche dans cinq localités de Chlef (Algérie). *Association Française pour la Production Fourragère (AFPF)*(237), 96.
- Samiha, K., Hamadi, H., Sadok, B., & Sondes, S. E. (2021). Évaluation de la valeur nutritive de trois espèces de vesces Tunisiennes : *Vicia sativa* L., *Vicia villosa* Roth. et *Vicia narbonensis* L. (Fabaceae, Faboïdeae). *Journal des sciences animales et végétales*, 47(3), 8527-8541.
- Stanton, C., Mill, S., Ryan, A., Di Gioia, D., & Ross, R. (2021). Influence de l'alimentation au pâturage sur le lait et les produits carnés en termes de santé humaine et de qualité des produits. *Journal irlandais de recherche agricole et alimentaire*, 59(2), 292-302.

- Tilley, M., & Terry, R. (1963). Une technique en deux temps Digestion *in vitro* des cultures fourragères. *J Brit Grastl Soc*, 18, 11-104.
- Van Soest, P. J. (1994). Écologie nutritionnelle du ruminant. *Cornell University Press. Ithaque, NY*.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Leis, B. A. (1991). Méthodes pour les fibres alimentaires. les fibres détergentes neutres et les polysaccharides non amylacés en relation avec la nutrition animale. *Journal des sciences laitières*, 74(10), 15.
- Walker, D. J., Lutts, S., Sanchez-Garcia, M., & Correal, E. (2014). *Atriplex halimus* L.: Its. *J. Arid Environ.*, 100(10), 111-121.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Les 9 espèces fourragères spontanées des régions arides et semi-arides dans l'Algérie qui ont été étudiées (Ozenda, 2004 ; Chehma, 2006).



Stipagrostis plumosa

Aristida pungens

Stipa tenacissima L.



Cyperus conglomeratus

Tamarix Africana



Anabasis articulata



Sueda mollis



Retama raetam



Artemisia herba-alba

Annexe 2. La digestibilité de matière sèche et la production de gaz *in vitro*.

Espèces	Digestibilité <i>in vitro</i> (g/g MS)			Production de gaz (ml/g MO)		Auteurs
	IVDM-loss	IVD-TT	TIVD	24 h	48 h	
<i>Stipa tenacissima L.</i>	0.252	0.269	0.341			Boufennara, <i>et al.</i> (2012)
<i>Artemisia herba-alba</i>	0.509	0.558	0.590			Bouazza, <i>et al.</i> (2012)
<i>Retama raetam</i>	0.517	0.580	0.595			Boufennara, <i>et al.</i> (2012)
<i>Tamarix Africana</i>				121	159	Haddi, <i>et al.</i> (2009)
<i>Sueda mollis</i>				118	155,6	Haddi, <i>et al.</i> (2003)

الملخص

يدور هذا العمل حول بحث نظري وببليوغرافي لمختلف المؤلفين، يهدف هذا العمل الى تقييم ومقارنة القيمة الغذائية لـ 9 أنواع علفية عفوية الأكثر استهلاكاً من قبل الحيوانات المجترة. وقد تم جمع هذه الأنواع من مراعي المناطق القاحلة وشبه القاحلة في وسط الجزائر بالضبط منطقة ولاية بسكرة وضواحيها. يتميز تركيبها الكيميائي بالمحتوى العالي من المركبات الجدارية والسليلوز الخام ومحتويات مختلفة من المادة النيتروجينية الكلية (MAT) والعفص، بين الشجيرات والنباتات العشبية. تتراوح قابلية الهضم في المختبر تقريباً من 0.2 إلى 0.5 غم/غ (MS)، وانتاج غاز معتبر. التباين الكبير الملاحظ بين الأنواع مرتبط بالظروف البيئية. ومع ذلك، فإن الأنواع التي تحظى بتقدير كبير من قبل المجترات تبين أنها غنية إلى حد ما بالمركبات الجدارية، قليلة العفص، سيئة الهضم وأكثر تخمراً.

الكلمات المفتاحية: القيمة الغذائية، نباتات العلف، المناطق القاحلة وشبه القاحلة، ولاية بسكرة، المجترات.

Résumé

Ce travail s'agit d'une recherche théorique et bibliographique de déferents auteurs, dont l'objectif de ce travail est d'évaluer et comparer la valeur nutritionnelle de 9 espèces fourragères spontanées le plus consommées par les ruminants, ces espèces ont été collectés à partir des parcours des zone arides et semi-arides dans le centre d'algerien exactement la région de la wilaya de Biskra et de sa banlieue. Leur composition chimique est caractérisée par une teneur élevée en composés pariétaux et en cellulose brute et des teneurs différents en MAT et en tanins, entre les arbustes et les plantes herbacées. La digestibilité *in vitro* varie environ de 0,2 à 0,5 g/g MS, et PG significative. La grande variabilité observée entre les espèces est liée aux conditions environnementales. Cependant, les espèces les plus appréciées des ruminants s'avèrent plutôt riches en composés pariétaux, pauvres en tanins, peu digestibles et plus fermentable.

Mots clés : Valeur nutritive, plantes fourragères, zone arides et semi-arides, wilaya de Biskra, ruminants.

Abstract

This work is about a theoretical and bibliographical research of deferent authors whose objective of this work is to evaluate and compare the nutritional values of 9 spontaneous fodder species most consumed by ruminants, these species were collected at from the rangelands of the arid and semi-arid zones in the center of Algeria exactly the region of the wilaya of Biskra and its suburbs. Their chemical composition is characterized by a high content of parietal compounds and crude cellulose and different contents of MAT and tannins, between shrubs and herbaceous plants. The *in vitro* digestibility varies approximately from 0.2 to 0.5 g/g DM, and significant GP. The large variability observed between species is related to environmental conditions. However, the species most appreciated by ruminants turn out to be rather rich in parietal compounds, low in tannins, poorly digestible and more fermentable.

Keywords: Nutritional value, fodder plants, arid and semi-arid zones, wilaya of Biskra, ruminants.