

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Tiaret
Institut des sciences agronomiques

**ETUDE STRUCTURELLE ET NUTRITIONNELLE
DE LA COMMUNAUTE VEGETALE STEPPIQUE
DANS LA REGION DE KSAR CHELLALA
(cas de quelques zones de parcours)**

Mémoire
En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Agronomie
Spécialité : Ecologie- Environnement

Présenté par :
Khadoudja MOULAY

Date de soutenance : 26 juin 2002

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Tiaret
Institut des sciences agronomique

**ETUDE STRUCTURELLE ET NUTRITIONNELLE
DE LA COMMUNAUTE VEGETALE STEPPIQUE
DANS LA REGION DE KSAR CHELLALA
(cas de quelques zones de parcours)**

Mémoire
En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Agronomie
Spécialité : Ecologie- Environnement

Présenté par :

Khadoudja MOULAY

Date de soutenance : 26 juin 2002

Membres du jury :

| | |
|---|------------|
| - Professeur KAID HARCHE.M | Présidente |
| - Docteur OUAFFAI .A | Rapporteur |
| - Maître de conférence , Mr DELLAL .A | Examineur |
| - Maître de conférence , Mr MEDERBAL .K | Examineur |
| - Maître de conférence , Mr HOUMANI .M | Examineur |
| - Maître de conférence , Mr DILEM .A | Examineur |

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau N° 1:** Occupation du sol des zones steppiques et leur végétation.
- Tableau N°2:** Variation de la productivité de l'Alfa selon différents auteurs.
- Tableau N°3:** Variation de la productivité des Atriplex selon différents auteurs.
- Tableau N°4:** Diminution de la valeur nutritive entraînée par la fenaison
(ANDRIEU et al; 1981).
- Tableau N°5:** Modification de la composition minérale des fourrages dus à la
fenaison en % du fourrage vert (BOUCHET et GUEGUEN, 1981)
- Tableau N°6:** Modifications de composition minérale des fourrages à l'ensilage, en
%
du fourrage vert (BOUCHET et GUEGUEN, 1981)
- Tableau N°7:** Comparaison entre les analyses VAN SOEST et la cellulose brute
dans
la précision de la prévision de la digestibilité des foins
(DEMARQUILLY et JARRIGUE, 1981).
- Tableau N°8:** Coordonnées géographiques des zones étudiées.
- Tableau N°9:** Composition granulométrique et caractères de la surface du sol
(A.N.R.H, 1989).
- Tableau N°10:** Pluviométries moyennes mensuelles et annuelles période
(1990-1999) dans la région de Ksar chellala (zone d'étude) selon
O.N.M (2000).
- Tableau N° 11:** Températures moyennes mensuelle période (1990-1999) selon
O.N.M (2000).
- Tableau N°12:** Vitesses moyennes mensuelles du vent, période (1990-1999) selon
O.N.M(2000).
- Tableau N° 13:** Les moyennes mensuelles des humidités relatives période
(1990-1999) selon O.N.M (2000).
- Tableau N°14:**Composition botanique observée de la station Métales.
- Tableau N°15:** Couverture aérienne observée de la station Métales.
- Tableau N°16:** Composition botanique observée de la station Draâ Zoubiat.

Tableau N° 17: Couverture aérienne observée de la station Draâ Zoubiat.

Tableau N°18: Composition botanique observée de la station Pastoretum.

Tableau N°19: Couverture aérienne observée de la station Pastoretum.

Tableau N°20: Composition botanique et Couverture aérienne observées de la station

Hmar khadou.

Tableau N°21: Composition botanique et Couverture aérienne observées de la station Draâ leben non pâturée.

Tableau N°22: Composition botanique et Couverture aérienne observées de la station Draâ leben pâturée.

Tableau N°23: Composition botanique et Couverture aérienne observées de la station

Hassi oued el ouahch.

Tableau N° 24: Classification des espèces pastorales étudiées.

Tableau N°25: Composition chimique de la solution saline d'après MC. DOUGALL

(1948).

Tableau N°26: Composition chimique des espèces pastorales étudiées.

Tableau N°27: Taux de disparition ou digestibilité in vitro des constituants

Chimiques des espèces pastorales étudiées et production de gaz .

Tableau N° 28 : Paramètre des régressions entre la quantité de gaz produite et le temps de fermentation des espèces pastorales étudiées.

Tableau N°29: Teneur en énergie brute des espèces pastorales étudiées.

Tableau N°30: Digestibilité in vitro de l'énergie brute et la teneur en énergie digestible des espèces pastorales étudiées.

Tableau N°31: Valeurs du rapport (EM/ED) et teneurs en énergie métabolisable (EM) déterminée sur les plantes pastorales étudiées.

Tableau N°32: Valeurs de la concentration en énergie métabolisable (q) du rendement de l'énergie métabolisable pour la lactation (kl) et de l'énergie nette pour la lactation (ENL) des plantes pastorale étudiées.

Tableau N°33: valeur énergétique (UFL/Kg Ms) des plantes pastorales étudiées.

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1: Carte de situation.

Figure N°2: Diagramme pluviothermique et bioclimats (POUGET, 1980).

Figure N°3: Relation de contiguïté entre les principaux groupements steppiques des hautes plaines (AIDOUD et AIDOUD, 1991).

Figure N°4: Représentation schématique de la démarche suivie pour la détermination de

la productivité pastorales et de la valeur pastorale d'une unité de végétation

(AIDOUD, 1983).

Figure N°5: Effet de la température sur le développement de deux variétés de trèfle blanc

(4700 et HUIA) d'après (HOGLUND et BROCK, 1974).

Figure N°6: Effet de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages (PERIGAUD, 1975).

Figure N°7: Evolution de la composition chimique en fonction du stade de végétation

d'après AERTS et al (1977).

Figure N°8: Evolution du taux de disparition de la composition chimique (MS, MO,

MAT et CB) (a) et de l'énergie brute (b) de la phytomasse consommable

des arbustes étudiés d'*Atriplex canescens* au cours de l'âge (p.100)

(OUAFFAI et al, 2000).

Figure N°9: Evolution de la digestibilité de la matière organique (dMo) et de la teneur en

cellulose brute en (g/Kg MO) de fléole avec l'âge au cours du premier cycle

de végétation (JARRIGE, 1981).

Figure N°10: Climatogramme d'Emberger.

Figure N°11: Diagramme ombrothermique de Ksar chellala, période (1990-1999).

Figure N°12: Schéma du protocole expérimental.

Figure N°13: Evolution de la composition botanique de la station Métales (1980-2000).

Figure N°14: Evolution de la couverture aérienne de la station Métales (1980-2000).

Figure N°15: Evolution de la composition botanique de la station Draâ zoubiat (1980- 2000).

Figure N°16: Evolution de la couverture aérienne de la station Draâ zoubiat (1980-2000).

Figure N°17: Evolution de la composition botanique de la station Pastoretum (1980-2000).

Figure N°18: Evolution de la couverture aérienne de la station Pastoretum (1980-2000).

Figure N° 19: Composition bota(100)- flore pastorale - Hmar khadou 5/2000.

Figure N° 20: Couverture aérienne des espèces pérennes de la station Hmar khadou.

Figure N° 21: Variation de la composition botanique en fonction du degré de pâturage (station 1 et 2 Draâ leben).

Figure N°22: Variation de la couverture aérienne en fonction du degré de pâturage (station 1 et 2 Draâ leben).

Figure N°23:Composition botanique des espèces pérennes de la station Hassi oued el ouahch

Figure N°24:Couverture aérienne des espèces pérennes de la station Hassi oued el ouahch.

Figure N°25: La sonde oesophagienne

Figure N°26: Système de fermentation

Figure N°27: Dispositif de filtration.

Figure N°28: Protocole des dosages des matières azotées par l'analyseur.

Figure N°29: Protocole des dosages de cellulose brute par le fibretec.

Figure N°30: Protocole de dosage et la détermination de la valeur énergétique par le calorimètre.

Figure N°31: Schéma du protocole expérimental.

Figure N°32: Protocole de détermination de la digestibilité in vitro.

Figure N°33: Digestibilité des constituants chimiques et production de gaz des espèces pastorales étudiées, obtenus après 48 h de fermentation in vitro.

Figure N°34: Evolution de la production de gaz de fermentation en fonction du temps d'incubation selon les espèces pastorales étudiées.

DES PHOTOS

Photo N° 1: Effets de la céréaliculture sur les parcours steppiques.

Photo N° 2: Réduction de la superficie pâturable conduisant au surpâturage.

Photo N° 3: Plantation d'Atriplex à différents âges.

Photo N°4: Montrant les différents stations d'études.

Photo N° 5: Relevé effectué avec la roue à pointes.

Photo N° 6: Montrant un changement progressif de la physionomie d'une zone steppique dans la région de Ksar Chellala (Station Métales).

Photo N° 7: Montrant l'occupation des parcours par *peganum Harmala* dans la région de Ksar Chellala (Station Draâ Zoubiat).

Photo N° 8 à 13 : Plantes pastorales étudiées

TABLE DES MATIERES

Introduction

partie bibliographique

Chapitre I : Aperçu général sur les parcours steppiques

| | |
|--|----|
| 1. Caractéristiques générales..... | 3 |
| 1.1. Délimitation géographique et superficie..... | 3 |
| 1.2. Données climatiques..... | 5 |
| 1.2.1. La pluviosité..... | 5 |
| 1.2.2. La température..... | 6 |
| 1.2.3. Les vents..... | 6 |
| 1.2.4. Autres facteurs climatiques..... | 6 |
| 1.2.5. Synthèse climatique..... | 7 |
| 1.3. Les Sols..... | 8 |
| 1.4. Les ressources hydriques..... | 8 |
| 1.5. <i>La végétation steppique</i> | 9 |
| 1.5.1. <i>Les différents types de parcours steppiques</i> | 9 |
| 1.5.2. <i>Caractéristiques biotiques et adaptations</i> | 12 |
| 2. Situation actuelle des parcours..... | 15 |
| 2.1. Facteurs de variation de la physionomie générale des parcours steppiques..... | 15 |
| 2.1.1. Action du climat..... | 15 |
| 2.1.2. Action anthropique..... | 16 |
| 3. Tentatives d'amélioration..... | 23 |
| 3.1. La mise en défens..... | 23 |
| 3.2. Plantation d'arbustes fourragers..... | 24 |
| 3.3. Exploitation rationnelle..... | 25 |

Chapitre II : Méthodes d'études quantitatives de la végétation

| | |
|--|----|
| 1. Méthodes d'études quantitatives..... | 29 |
| 1.1. Méthodes de mesures et d'évaluation de la phytomasse..... | 29 |
| 1.1.1. Méthode directe ou méthode destructive..... | 30 |
| 1.1.2. Méthode indirecte ou méthode non destructive..... | 30 |
| 1.2. Méthodes de mesure du recouvrement de la végétation..... | 30 |
| 1.2.1. Relevé phytosociologique..... | 30 |
| 1.2.1.1. Abondance-dominance..... | 30 |
| 1.2.1.2. Sociabilité..... | 31 |
| 1.2.2. Relevé phytoécologique..... | 32 |
| 1.2.2.1. Méthode linéaire ou méthode de points quadrats..... | 32 |
| 1.2.2.2. Méthode de la roue à pointes..... | 32 |

| | |
|--|----|
| 1.2.2.3. Autres relevé phytoécologique | 33 |
| 1.3. Evaluation de la valeur pastorale | 34 |
| 1.4. Evaluation de la productivité | 36 |

Chapitre III :La valeur alimentaire et ses facteurs de variations

| | |
|---|----|
| 1. Notion de la valeur alimentaire | 38 |
| 2. Facteurs de variation de la valeur alimentaire | 38 |
| 2.1. Effet du climat | 38 |
| 2.1.1. Effet du climat sur les différents composants de la plante..... | 39 |
| 2.1.2. Effet du climat sur la digestibilité et l'ingestibilité..... | 40 |
| 2.2. Effet de la fertilisation..... | 41 |
| 2.3. Effet de l'âge et du stade de développement | 43 |
| 2.4. Influence du mode de conservation des fourrages sur la valeur alimentaire | 46 |
| 2.4.1. Déshydratation artificielle | 46 |
| 2.4.2. La fenaison | 47 |
| 2.4.3. L'ensilage..... | 49 |

Chapitre IV : Méthodes de Prévion de la Digestibilité

| | |
|--|----|
| 1. Définition de la digestibilité..... | 50 |
| 2. Méthodes de prévision de la digestibilité | 50 |
| 2.1. Méthodes chimiques | 50 |
| 2.1.1. La cellulose brute (CB) | 51 |
| 2.1.2. Autres critères pariétaux | 52 |
| 2.2. Méthodes biologiques | 53 |
| 2.2.1. Méthodes enzymatiques | 53 |
| 2.2.2. Méthodes microbiologiques | 54 |
| 2.2.2.1. Digestibilité in vivo..... | 54 |
| 2.2.2.2. Digestibilité in vitro | 54 |
| 2.2.2.3. Digestibilité in sacco..... | 56 |

Partie expérimentale

Première partie: Etude de la structure végétale

| | |
|--|----|
| Objectif | 58 |
| 1. Matériel et méthodes..... | 58 |
| 1.1. Matériel | 58 |
| 1.1.1. Zones de parcours | 58 |
| 1.1.1.1. Situation et Description des stations tests | 59 |
| 1.1.1.2. Données climatologiques | 63 |
| 1.2. Méthode d'échantillonnage | 67 |
| 2- Protocole expérimental | 68 |
| 3. Résultats et discussions..... | 69 |
| 3.1 Station de Métales..... | 69 |
| 3.2. Station de Draâ Zoubiat | 75 |
| 3.3. Station de Pastoretum | 78 |
| 3.4. Station Hmar Khadou | 84 |
| 3.5. Station Draâ leben..... | 87 |
| 3.6. Station Hassi oued el Ouahech..... | 91 |

Deuxième partie: Etude de la valeur nutritive

| | |
|--|-----|
| Objectif..... | 95 |
| 1. Matériels et méthodes | 95 |
| 1.1. Matériels | 95 |
| 1.1.1. Le Végétal | 95 |
| 1.1.1.1. Choix des espèces | 95 |
| 1.1.1.2. Description et exigences écologiques | 95 |
| 1.1.1.3. Classification | 99 |
| 1.1.2. Animaux donneurs de jus..... | 99 |
| 1.1.3. Dispositif de prélèvement..... | 99 |
| 1.1.4. Système de fermentation | 100 |
| 1.1.5. Dispositif de filtration | 102 |
| 1.2. Méthodes d'analyse chimique..... | 102 |
| 1.2.1. Teneur en matière sèche (MS) | 102 |
| 1.2.2. Teneur en matière organique (MO) | 103 |
| 1.2.3. Teneurs en matières azotées totales (MAT) | 103 |
| 1.2.4. Teneur en cellulose brute (CB) | 104 |
| 1.2.5. Teneur en énergie brute (EB) | 105 |
| 2. Protocole expérimental | 108 |
| 2.1. Sur parcours..... | 108 |
| 2.1.1. Le prélèvement | 108 |
| 2.2. Au laboratoire..... | 108 |
| 2.2.1. Traitements préliminaires des échantillons..... | 108 |
| 2.2.1.1. Préséchage | 108 |
| 2.2.1.2. Broyage | 108 |
| 2.2.2. Fermentation..... | 109 |
| 2.2.2.1. Inoculation et mise en route du fermenteur..... | 109 |
| 2.2.2.2. Arrêt de fermentation et filtration..... | 109 |
| 2.2.3. Analyses | 109 |
| 3. Résultats et discussions..... | 112 |
| 3.1. Composition chimique des plantes étudiées | 112 |
| 3.1.1. Teneur en matière sèche..... | 112 |
| 3.1.2. Teneur en matière organique..... | 112 |
| 3.1.3. Teneur en matières azotées totales | 112 |
| 3.1.4. Cellulose brute | 113 |
| 3.2. Dégradabilité | 114 |
| 3.3. Valeur énergétique..... | 119 |
| 3.3.1. Teneur en énergie brute | 119 |
| 3.3.2. Teneur en énergie digestible..... | 120 |
| 3.3.3. Teneur en énergie métabolisable | 122 |
| 3.3.4. Énergie nette de lactation (ENL) | 123 |
| 3.3.5. Unité fourragère lait (UFL) | 125 |
| Conclusion générale | |
| Références bibliographiques | |

RESUME

Le présent travail a pour but de diagnostiquer la situation actuelle de certaines zones de parcours dans la région de Ksar chellala à travers l'étude de la flore pastorale de 6 stations, d'une part et d'établir le lien entre l'aspect structurel et le critère nutritionnel de la communauté végétale présente, d'autre part.

Pour atteindre cet objectif, une double démarche est utilisée dans ce travail.

- Etude de la structure de la végétation (composition botanique et couverture aérienne) réalisée selon la méthode de la roue à pointes dans son aspect dynamique et ponctuel.
- Etude de la valeur nutritive basée sur la détermination de la composition chimique (MAT, CB, MO...) selon les méthodes de l'analyse fourragère, la mesure de la digestibilité selon la méthode in vitro et de la valeur énergétique.

Les données des inventaires floristiques montrent que la communauté végétale présente sur parcours est très peu diversifiée. Elle ne compte que 15 espèces au maximum, dans les zones de parcours mis en défens et 8 espèces pour les stations de parcours pâturées. Dans toutes les stations étudiées, la flore pastorale est dominée par les vivaces avec une forte proportion d'espèces à intérêt fourrager moindre (*Peganum harmala* et *Noaea mucronata*). Le recouvrement est faible. Il est compris entre 6,40 et 15,95 p.100 selon les stations dans le cas des parcours pâturés. La mise en défens des parcours améliore le taux de recouvrement global (30,6 p.100 dans le cas du pastoretum).

L'étude de la valeur nutritive a permis d'identifier *Iris sisyrinchium*, *Artemisia herba alba* et *Poa bulbosa*, comme espèces les plus intéressantes sur le plan nutritionnel. Elles capitalisent à la fois des teneurs élevées en matières azotées (entre 10,54 et 14,34 p.100 MS) et un contenu pariétal relativement fermentescible, la digestibilité de la cellulose brute varie entre: 37,90 et 58,84 p.100.

De plus, ces trois espèces déterminent un apport énergétique compris entre 0,43 et 0,56 UFL / Kg MS et sont notés entre 5 et 7 selon l'indice spécifique de qualité, ce qui explique certainement leur régression dans les zones de parcours pâturés par rapport aux zones mises en défens.

Mots clés : Parcours, Plantes pastorales, digestibilité in vitro, inventaire floristique, valeur nutritive, UFL, MAT,

ملخص

الهدف من دراستنا هذه ، هو تشخيص دراسة الوضعية الحالية لبعض المناطق السهبية الرعوية لقصر الشلالة من خلال دراسة النباتات الرعوية ، لسنة (6) محطات من المناطق الرعوية من جهة ، ومن جهة أخرى لإستخراج العلاقة بين الخاصية الغذائية والخاصية البنوية للنباتات الرعوية وذلك للوصول إلى هدفنا المقصود .

فمن هنا إستعملت خطوتين أساسيتين في هذا العمل :

-دراسة البنية النباتية (الغطاء النباتي، تركيبته وتصنيفه) بإستعمال طريقة العجلة النقطية (المسمارية).

- دراسة القيمة الغذائية بإعتماد تعيين التركيبة الكيميائية (المادة الأزوتية، المادة العضوية ، السيليلوز الخام...) وذلك حسب طرق التحاليل العلفية وكذا قياس قابلية الهضم مخبريا وقياس القيمة الطاقة الحريية .

ومن خلال نتائج الجرد النباتي للمحطات الرعوية المدروسة اتضح لنا أن المجموعة النباتية المتواجدة لدينا قليلة التنوع ، حيث وجد في المناطق الرعوية المحمية 15 صنفا على الأكثر ويقبل هذا العدد إلى 8 أصناف في المناطق الرعوية المستغلة .

-في كل المحطات المدروسة هناك نباتات رعوية ذات قيمة رديئة (*Peganum harmala* ، *Noaea mucronata*) نسبة تغطيتها قليلة تتراوح ما بين (6.40 و 15.95%) حسب المحطات الرعوية المدروسة .

أما بالنسبة للمحطات الرعوية المحمية ،تم تحسين في نسبة التغطية الإجمالية إلى (30.6%) بمحطة الباستوريتوم .

-دراسة القيمة الغذائية سمحت لنا بالتعرف على: *Artemisia herba alba* ، *Iris sisyrinchium* ، *Poa bulbosa* كأصناف بالغة الأهمية من الناحية الغذائية وتجمع في المرة على إحتواءها على مواد آزوتية 10.54 إلى 14.34 % كنسبة عالية وقابلية الهضم للسيليلوز الخام متغيرة بين 37.90 و 58.84% .

وبالإضافة إن هذه الأصناف الثلاثة تعطي زيادة طاقوية تتراوح بين 0.43 و 0.56 وحدة علفية / كغ للمادة الجافة وقيمت ب 5 إلى 7 حسب عامل الجودة وهذا يوضح لنا حقيقة التفهقر في المناطق الرعوية السهبية المستغلة بالنسبة للمناطق المحمية .

مفاتيح الأطروحة :

مناطق رعوية،النباتات الرعوية ، قابلية الهضم مخبريا، لتجريد النباتي، القيمة الغذائية، وحدة علفية ، المادة الأزوتية.

Avant propos

Le présent travail a été réalisé sous la direction du Docteur OUAFFAIA , qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude , pour sa disponibilité et sa bienveillance .je lui suis très reconnaissante de m'avoir bénéficié de ses conseils. et de ses aides précieuses.

- Dr KAID HARCHE .H , professeur à l'université des sciences et de la Technologie d'Oran qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de mémoire , je lui exprime ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements pour son déplacement .

- Mes vifs remerciements vont également au Docteur MEDERBAL Khalladi , maître de conférence au centre universitaire de Mascara pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail et pour son déplacement .

- Il m'est également agréable de devoir remercier : Docteur HOUMANI.M , maître de conférence au centre universitaire de Blida d'avoir accepté de juger ce travail et pour son déplacement .

- Mes vifs remerciements vont également au Docteur DELLAL .A et DILEM. A maître de conférence à l'institut des sciences agronomiques de Tiaret pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail

Je tiens également à remercier

- Ma famille pour son soutien moral .*
- Mme MAKHLOUFI. C pour ses conseils et ses encouragements .*
- Mr BADRANE. S ,chef de projet de m'avoir apporté aide et logistique.*
- Mr ROTAL .A ,chef de station de ITELV de Ksar chellala .*
- Mr YAGOUB .M*
- Mr ADAM .L .*
- Mes amies : Nacéra , Zahira , Salima , Nadia et khaldia .*

Enfin que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail .Qu'ils trouvent tous ici l'expression de ma gratitude de ma parfaite considération .

K. Moulay

INTRODUCTION

Dans les zones steppiques, l'élevage ovin y est particulièrement dépendant de ressources fourragères locales dont les disponibilités s'amenuisent d'année en année ; en raison des changements intervenus ces deux dernières décennies, dans les rapports socio-économiques entre l'éleveur et/ou l'agro-éleveur et son milieu (la steppe). Ces changements ont provoqué une sédentarisation d'une part importante des nomades.

Le mode de conduite du cheptel qui obéissait jadis aux règles du nomadisme ; ce qui permettait une soustraction momentanée du végétal de la pression animale, favorisant ainsi une régénération des espèces pérennes et une dissémination des annuelles, a cédé la place au semi-nomadisme et principalement, au sédentarisme.

Ces nouveaux modes de conduite ont fait que le cheptel dont l'effectif est paradoxalement, en augmentation se retrouve cantonné en permanence sur les mêmes zones dont la surface est réduite de plus en plus par l'extension d'une céréaliculture, dans la plupart des cas ne peut même pas être qualifiée de vivrière, au détriment des meilleurs terrains de parcours ; d'où une pression animale quasi-permanente.

Par conséquent, la phytomasse consommable prélevée annuellement dépasse les capacités productives des espèces fourragères pastorales ; déjà fragilisées par une sécheresse qui ne fait que perdurer, d'où un déséquilibre des potentialités naturelles.

De ce fait, on assiste à une diminution importante de l'offre fourragère, surtout durant les longues périodes de sécheresse. Le cheptel dont l'effectif est en nette augmentation, ne subsistant parfois que grâce à des apports (pailles, foin, orge en grains) de l'extérieur (Tell, littoral...) pour complémentarité est malheureusement impossible pour diverses raisons (indisponibilité, prix excessif...) , dans la plupart du temps. Une sous-alimentation chronique s'installe, alors. Elle affecte à la fois la productivité et la santé des élevages.

Face à cette situation, la demande socio-économique pour l'amélioration de ces parcours est devenue pressante.

Le recours à des études d'inventaire, de dynamique et particulièrement de la valeur nutritive de la communauté végétale peuplant les parcours steppiques s'impose: pour identifier les aptes d'entre elles à protéger le sol, résister aux conditions climatiques contraignantes et à nourrir l'animal en vue de leur régénération, voire leur réintroduction.

Or, les études entreprises dans le domaine de la connaissance des communautés végétales steppiques portent, principalement sur des aspects phyto-sociologiques et phyto-écologiques. Les études intéressant la dynamique sont peu nombreuses, tandis que celles portant sur la valeur nutritive des espèces fourragères steppiques sont rares; de sorte qu'il est difficile d'établir une relation entre ces trois paramètres essentiels dans le fonctionnement de l'écosystème steppique.

Ce travail se propose d'étudier la composante végétale et d'en apprécier la valeur nutritive. Il tente de répondre à la nécessité d'établir le liant entre l'aspect structurel (composition botanique et couverture aérienne) et le critère nutritionnel (composition chimique, digestibilité et valeur énergétique) de la communauté végétale pastorale, présente sur certaines zones de parcours dans la région de Ksar Chellala.

L'étude de la structure végétale est réalisée par la méthode de la roue à pointes. Celle de la valeur nutritive est appréciée par la composition chimique déterminée par l'analyse fourragère et par la digestibilité de la matière sèche et de ses principaux constituants, mesurée in vitro.

Etude expérimentale

Première partie

Première partie: Etude de la structure végétale

Objectif :

Inventorier la communauté végétale steppique en vue d'apprécier sa dynamique et sa composition.

1. Matériel et méthodes

1.1. Matériel

1.1.1. Zones de parcours.

Les inventaires floristiques ont porté au totale sur 6 stations tests désignées comme suit :

- Station de Métales ;
- Station de Draâ Zoubiat ;
- Station de Pastoretum ;
- Station de Hmar Khadou ;
- Station de Hassi Oued el-Ouahech) ;
- Station de Draâ Leben .

Les stations Métales, Draâ Zoubiat et Pastoretum sont retenues dans cette étude en raison de la disponibilité de relevés floristiques effectués en 1980 par la mission australienne (D.P.O.M). Ces données servent comme base référentielle dans l'étude de l'évolution de la composition botanique et du taux de recouvrement du sol au niveau de ces zones du présent travail.

Par contre, pour les stations Draâ Leben, Hassi Oued el Ouahech et Hmar Khadou, pour lesquelles nous ne disposons pas de données de base (données référentielles), il s'agit d'une étude ponctuelle.

La diversité des stations répond au souci de mieux cerner la situation qui prévaut au niveau des zones de parcours dans cette région.

1.1.1.1. Situation et description des stations tests

a) La station de Métales:

La station d'observation de Métales est située à environ 20 Km à l'ouest de la ville de Ksar Chellala.

Elle est limitée au nord par la route reliant Ksar Chellala à Ain Dzarit, au sud par le Djebel Métales, à l'ouest par la piste qui est la limite territoriale, de la commune avec celle d'Ain Dzarit et à l'est par l'Oued Métales.

Les sols de cette station sont à accumulation calcaire occupant la totalité de la superficie, ils sont peu profonds (20 à 30 cm). La topographie est d'une légère pente.

La surface du sol est pierreuse (pierrosité de 30 à 40 P.100). Les pierres sont surtout de taille moyenne (inférieure à 2 cm).

Ce site se caractérise par l'existence de deux faciès d'accumulation de calcaire, très différenciés (dalles calcaires) et à faible profondeur.

L'horizon de surface est de texture sablo-limoneuse et de structure polyédrique fine et riche en éléments grossiers.

C'est une zone à pâturage intense (forte concentration de cheptel) en raison de la proximité d'un point d'eau.

b) Station de Draâ Zoubiat

Cette station est située à 880 m d'altitude et s'étend sur une superficie de 282 hectares. Elle comporte des pentes érodées drainées vers les plaines et des poches de sol plat squelettique.

c) Station de Pastoretum

Cette station est une ancienne jachère aménagée en pastoretum en 1980 par la mission australienne (D.P.O.M) afin de suivre l'évolution des espèces pastorales.

Elle est située à 5 km au Nord-Ouest de la ville de Ksar-Chellala, sur un glacis de très faible pente (0 à 1 p.100). La roche mère est un dépôt marneux calcaire du pliocène.

Les coordonnées géographiques et les données de l'analyse physico-chimiques de cette station sont mentionnées dans les tableaux N° 8 et 9.

Le sol est très hétérogène, peu profond (20-30 cm) et de texture très variable: limoneuse, sablo- limoneuse ou limono argileuse.

Le profil du pastoretum montre une accumulation calcaire à 30 cm et une dalle calcaire à 90 cm.

d) Station Draâ Leben

La station est située à 3,5 km à l'ouest de la ville de Ksar Chellala. Elle est divisée en deux zones :

Zone 1 :considérée comme mise en défens (protégée) , parce qu'elle est entourée sur une grande superficie par un passage de cover croop, qui permet de signaler aux autres éleveurs que cette zone est réservée et qu'il est interdit d'y pâturer (M'GDALA).

Zone 2 :c'est une zone accessible à tout le monde, que nous appelons station pâturée (non protégée) .

e) Station de Hmar khadou

La station d'observation est située à 6 km au Nord Est de la ville de Ksar Challala, au pied de djebel du Hmar Khadou à une altitude de 800 m, sur un glaciaire de pente légère (1 à 5 p. 100).

Les coordonnées géographiques et les données de l'analyse physico-chimiques de cette zone figurent dans les tableaux N° 8 et 9.

C'est une station anciennement mise en défens (1980 à 1989).

Depuis, elle est soumise à un pâturage libre sans relâchement.

Tableau N° 8 : Coordonnées géographiques des zones d'études

| Stations | Longitudes | Latitudes | Altitudes | Superficies |
|------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|-------------|
| Pastoretum | 2° 21' 19" 2° 25' 00" | 35° 17' 30" 35° 14' 35" | 760 m | 33 ha |
| <i>Hmar khadou</i> | 2° 16' 15" 2° 18' 39" | 35° 15' 28" 35° 14' 15" | 800 m | 2600 ha |
| <i>Draâ Zoubiat</i> | — | — | 880 m | 282 ha |
| <i>Métales</i> | — | — | 860-880 m | 3057 ha |
| <i>Draâ Leben</i> | — | — | 802 m | 100 ha |
| <i>Hassi oued el ouahech</i> | — | — | 800-820 | 80 ha |

Tableau N° 9 : Composition granulométrique et caractères de la surface du sol (A.N.R.H, 1989)

| Composition granulométrique moyenne (p.100) | | | | | | | | | Caractères de la surface du sol (p.100) | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----------|-------------------|---|---------|------|----|
| Station | A | L.F | L.G | S.F | S.G | MO | C/N | PH | P.G | V.E | E.G | L |
| <i>Pastoretum</i> | 23 | 22 | 10 | 41 | 4 | 0,97 à 1,68 | 7 à 9 | 7,86 à 8,02 | 1-3 | Présent | 5,35 | 19 |
| <i>Hmar khadou</i> | 15 | 12 | 6 | 60 | 6 | 0,99 à 1,19 | 8 à 10 | 7,82 à 8,08 | 1-3 | 22 | 18,4 | 10 |

A : Argile

L.F : Limons fins

L.G : Limons grossiers

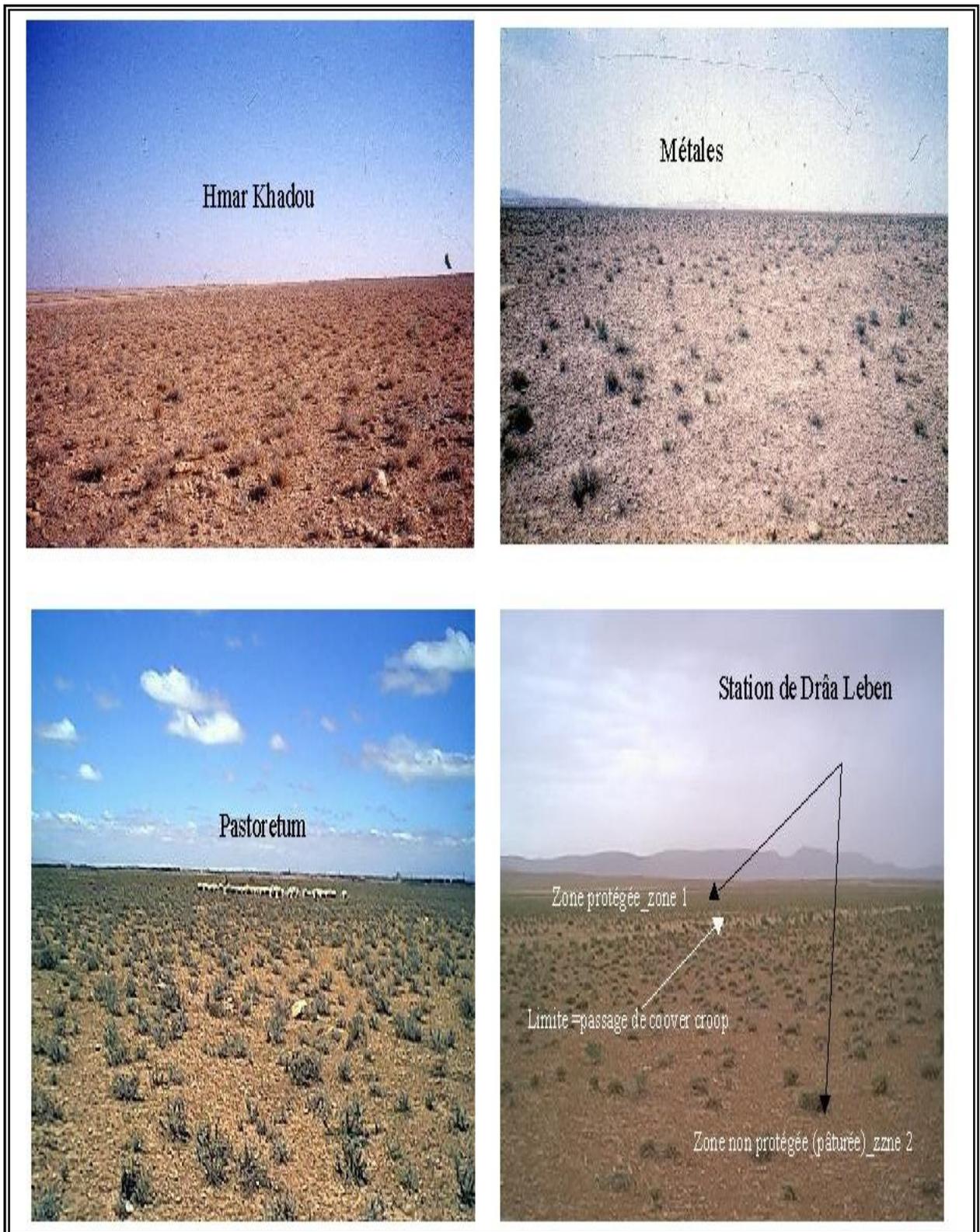
S.F : Sable fins

P.G : Pellicule de glaçage

E.G : Eléments grossiers

V.E : Voile éolien

L : Litière



S.G : Sable grossiers

M.O : Matière organique

Photo N° 4 : Montrant les différentes stations d'études

1.1.1.2. Données climatologiques

a) La Pluviométrie

La pluviométrie de la région d'étude (Ksar-Chellala) est très faible et mal répartie dans le temps. Elle varie entre 10,9 et 37,1 mm durant l'année, comme le montrent les données du tableau N° 10.

Les fortes précipitations sont observées durant les mois de mai, septembre et janvier.

Tableau N° 10 : Pluviométries moyennes mensuelles et annuelles, période (1990-1999) , Ksar - chellala (O.N.M, 2000) .

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Année |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| P(mm) | 31,3 | 27,4 | 30,4 | 21,6 | 32,4 | 12,2 | 12,4 | 10,9 | 37,1 | 20,9 | 12,9 | 23,4 | 272,9 |

b) Températures

L'amplitude thermique extrême varie entre 7 et 16 °C. Les mois les plus chauds sont les mois de juillet, août .Par contre les mois de décembre, janvier et février sont considérés comme les mois les plus froids (Tableau N° 11) .

Tableau N° 11 : Températures moyennes mensuelles, période (1990-1999) Selon O.N.M., (2000)

| Tmens(°C) | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T max | 12,3 | 14,5 | 17,5 | 19,9 | 26,3 | 32,3 | 36,4 | 35,5 | 29,7 | 23,1 | 17,1 | 11,9 |
| T min | 2,9 | 3,3 | 5,8 | 7,8 | 12,5 | 17,1 | 20,3 | 20,4 | 16,6 | 11,6 | 6,8 | 4,8 |
| T moy | 7,5 | 9,1 | 11,7 | 12,6 | 17,3 | 24,7 | 28,4 | 28,0 | 23,2 | 17,3 | 12,0 | 8,0 |

c) Données complémentaires

- Le vent

Les vents soufflent suivant diverses directions et se manifestent en toute saison avec une faible vitesse. Le tableau N° 12 donne les vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région d'étude.

**Tableau N° 12 : Vitesses moyennes mensuelles du vent, période (1990-1999)
Selon O.N.M., (2000)**

| <i>Mois</i> | <i>J</i> | <i>F</i> | <i>M</i> | <i>A</i> | <i>M</i> | <i>J</i> | <i>J</i> | <i>A</i> | <i>S</i> | <i>O</i> | <i>N</i> | <i>D</i> |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Vitesse m/s</i> | 3,4 | 3,0 | 4,1 | 4,2 | 3,6 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,1 | 3,0 | 3,4 | 3,5 |

- **Humidité relative**

L'humidité relative varie beaucoup au cours de l'année. Pendant la période froide de l'année, l'humidité relative de l'air oscille entre 65,4 à 75,3p.100, tandis qu'en période estivale, elle varie entre 32,8 à 39,7p.100.

Tableau N° 13: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative, période (1990 – 1999) Selon O.N.M., (2000)

| Mois | <i>J</i> | <i>F</i> | <i>M</i> | <i>A</i> | <i>M</i> | <i>J</i> | <i>J</i> | <i>A</i> | <i>S</i> | <i>O</i> | <i>N</i> | D |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Humidité relative (p.100)</i> | 71,3 | 65,4 | 59,2 | 48,6 | 50,2 | 39,7 | 32,8 | 34,8 | 48,9 | 59,9 | 66,2 | 75,3 |

c) Synthèse climatique

- **Quotient pluviométrique d'Emberger**

Les conditions climatiques d'une région sont synthétisées par la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger. Ce quotient est déterminé par la relation suivante :

$$Q = 3,43x \frac{P}{M - m}$$

P: précipitations annuelles en mm. ;

M-m: amplitude thermique;

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud;

m: moyenne des minima du mois le plus froid.

Il est égal à 27,92 pour Ksar -chellala. Ainsi, la zone d'étude se situe dans l'étage aride variante à hivers froid à frais, selon le climatogramme d'Emberger (figure N° 10).

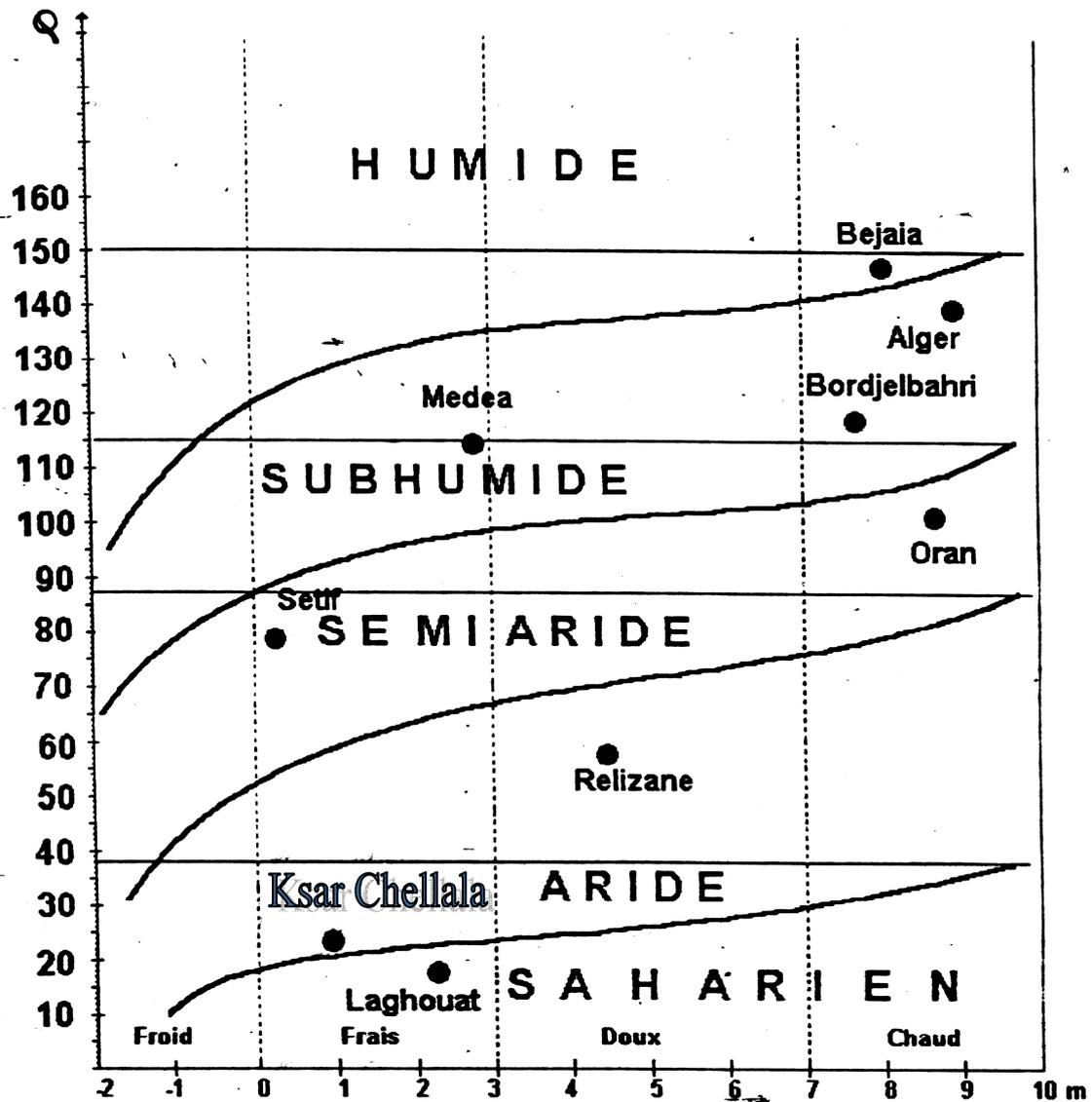


Figure N° 10: Climatogramme d'Emberger

• **Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen**

A partir des données brutes, précipitations et températures, nous avons pu dresser un diagramme ombrothermique selon la méthode proposée par Bagnouls et Gaussen (1953), (Figure N° 11)

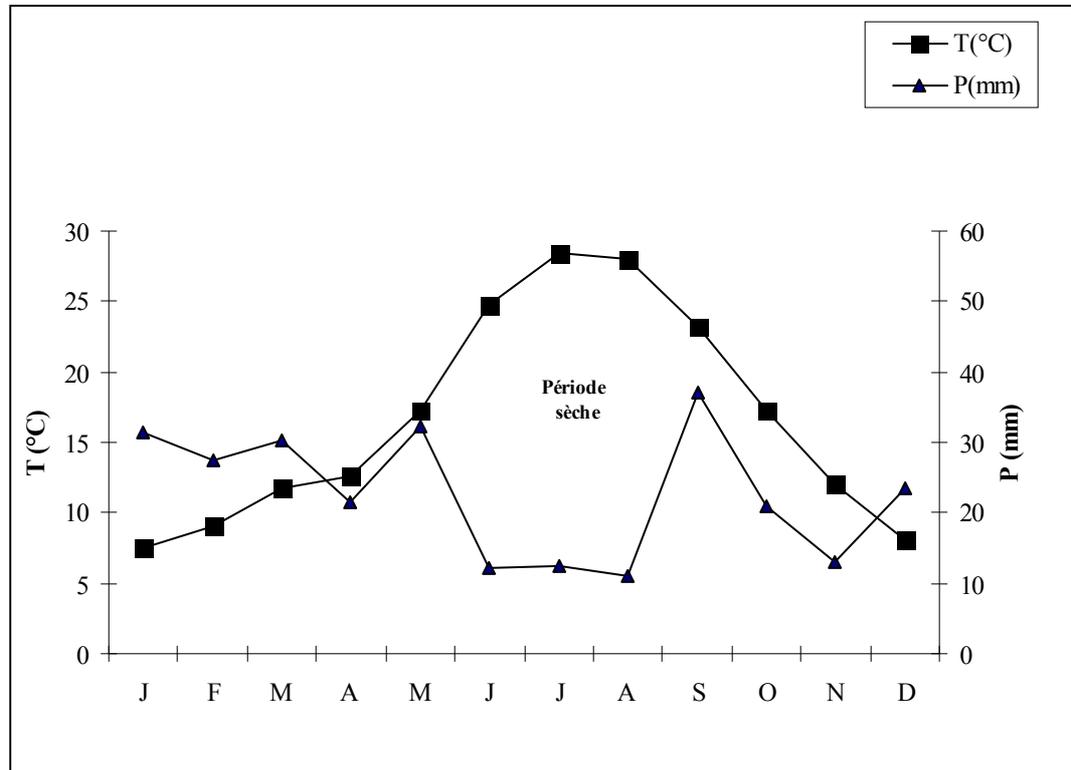


Figure N° 11: Diagramme ombrothermique de Ksar-Chellala, Période (1990-1999)

L'observation de ce diagramme montre que le climat de la région d'étude se caractérise par deux périodes bien distinctes : l'une froide et humide qui s'étale de mi-décembre jusqu'à fin mars, l'autre chaude et sèche de la fin du mois de mars jusqu'au mi-décembre.

La sécheresse se manifeste quand de faibles précipitations se conjuguent avec une forte chaleur.

1.2 Méthode d'échantillonnage

Les relevés floristiques sont effectués au mois de mai 2000 selon la méthode de la roue à pointes (Photo N°5). Cette méthode est retenue dans notre étude parce qu'elle a été utilisée en 1980 par la mission australienne (données référentielles), ce qui permet une meilleure comparaison floristique entre les 2 dates.



Photo N° 5 : Relevé effectué à l'aide de la roue à pointes

2- Protocole expérimental

Le Protocole expérimental de notre étude est représenté par la figure N° 12.

Il repose sur les étapes suivantes:

- Relevés floristiques;
- Détermination de la composition botanique et de la couverture aérienne.

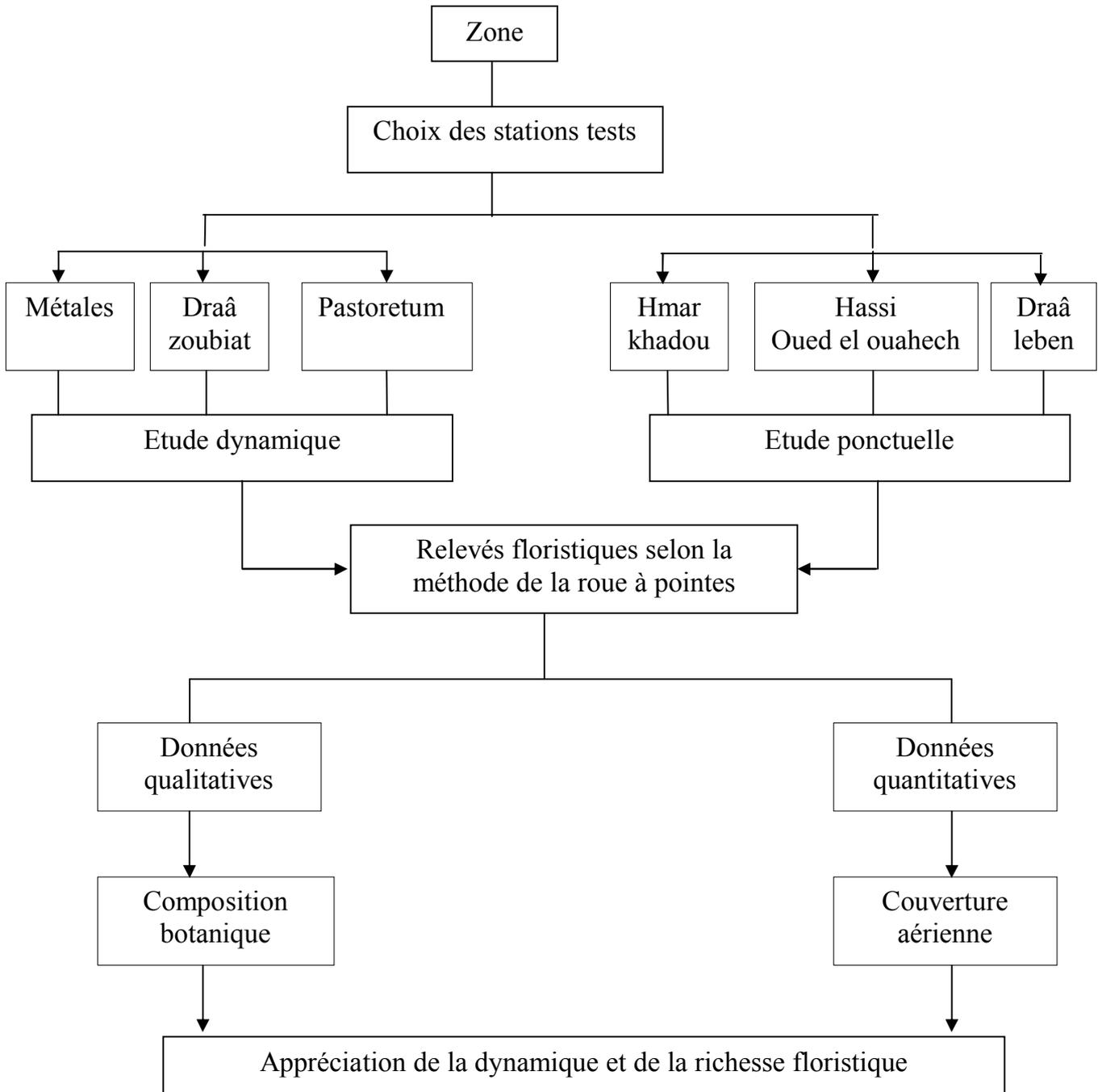


Figure N° 12: Schéma du protocole expérimental.

3. Résultats et discussions

Cette étude est réalisée à partir de 2000 points d'observations pour la couverture aérienne et 1000 points pour la composition botanique, pour chacune des stations

retenues. Les résultats sont données dans les tableaux N° 14 à 23 et illustrés par les figures N° 13 à 24.

3.1 Station de Métales

Les résultats rapportés dans les tableaux N° 14 et 15 et figures N° 13 et 14, font apparaître un important changement au niveau de la physionomie de cette zone d'étude entre 1980 et 2000, qui s'est traduite par :

- Une augmentation de la part du sol dénudé (vide) d'environ 6 fois plus en 2000 qu'en 1980 ;
- Un appauvrissement en nombre d'individus, représentés par les espèces pérennes et annuelles.

Chez les espèces pérennes, on assiste à une régression intense. Leur contribution dans la composition botanique a chuté de 40 points environ (59,5 p.100 en 1980 contre 19,6 p.100 en 2000). (Tableau N° 14 et Figure N° 13). Cette régression est très conséquente par *Artemisia herba alba* dont la proportion passe de 42,10 p.100 en 1980 à 5,6 p.100 en 2000.

Pour *Stipa parviflora*, la régression étant de 7,4 points en passant de 8,6 p.100 en 1980 à 1,2 p.100 en 2000.

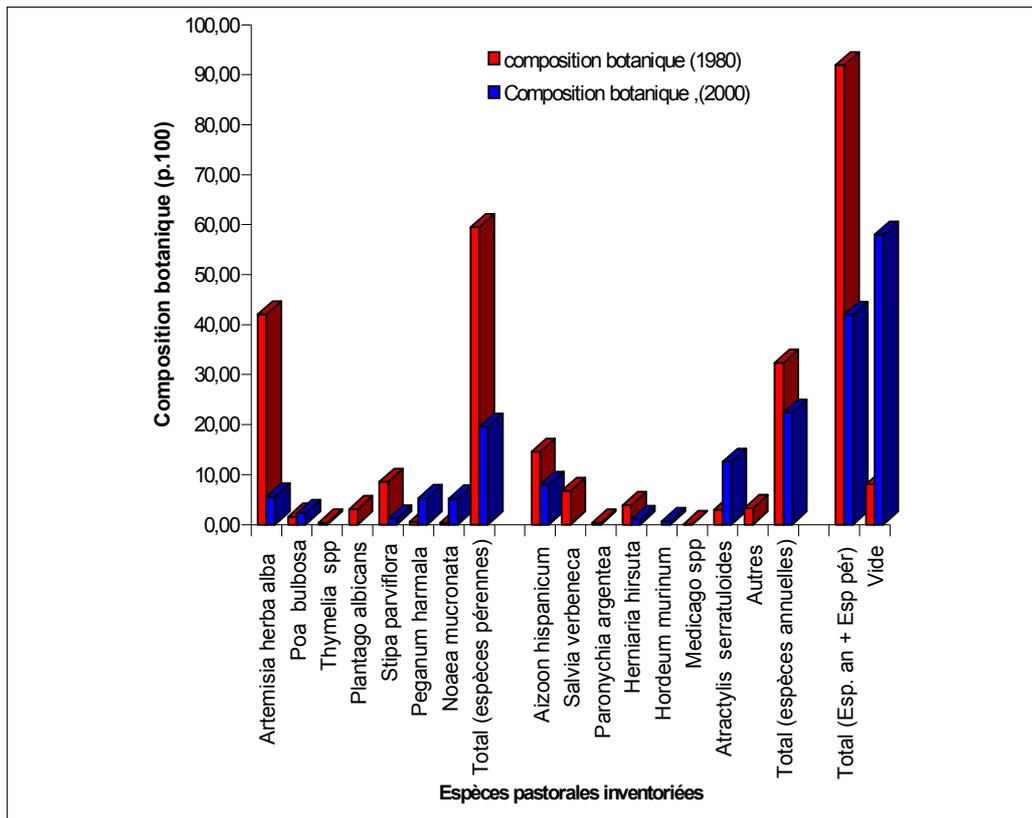
En outre, on enregistre une disparition des espèces comme *Iris sisyrinchium*, *Thymelia Spp* et *Plantago albicans*.

Les espèces annuelles ont subi le même phénomène, mais d'une manière moins intense. Ainsi, la proportion d'*Aizoon hispanicum* et *Herniaria hirsuta*, a régressé de 6,6 points et 2,8 points en passant de 14,6 p.100 et 3,9 p.100 en 1980 à 8 p.100 et 1,1 p.100 en 2000, respectivement (Tableau N° 14 et Figure N° 13).

Tableau N° 14 : Composition botanique observée de la station Métales

| <i>Espèces recensées</i> | <i>Composition botanique</i> | |
|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| | <i>(P.100)</i> | |
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 42,10 | 5,60 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 2,70 | — |
| <i>Poa bulbosa</i> | 1,60 | 2,30 |
| <i>Thymelia spp</i> | 0,40 | — |
| <i>Plantago albicans</i> | 3,10 | — |
| <i>Stipa parviflora</i> | 8,60 | 1,20 |
| <i>Peganum harmala</i> | 0,60 | 5,30 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 0,40 | 5,20 |
| Total (espèces pérennes) | 59,50 | 19,60 |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | 14,60 | 8,00 |
| <i>Salvia verbeneca</i> | 6,80 | — |
| <i>vella annua</i> | 0,10 | — |
| <i>Paronychia argentea</i> | 0,40 | — |
| <i>Herniaria hirsute</i> | 3,90 | 1,10 |
| <i>Hordeum murinum</i> | — | 0,70 |
| <i>Medicago spp</i> | 0,10 | — |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 3,00 | 12,60 |
| <i>Astragalus cruciatus</i> | 0,20 | — |
| <i>Autres</i> | 3,30 | — |
| Total (espèces annuelles) | 32,40 | 22,40 |
| Total (Esp. An + Esp pér) | 91,90 | 42,00 |
| Vide | 8,10 | 58,00 |

Figure N°13 : Evolution de la composition botanique de la Station Métales(1980-2000)



D'autres espèces telles que: *Salvia verheneca*, *Vella annua*, *Paronychia argentea*, *Medicago Spp* et *Astragalus cruciatus* ont disparu de la composition floristique en 2000, alors qu'elles représentaient une part non négligeable en 1980.

Par contre, la part d'*Atractylis serratuloides* dans la composition floristique a augmenté d'environ 9,6 points en passant de 3 p.100 en 1980 à 12,6 p.100 en 2000. L'*Hordeum murinum* est apparu dans le relevé de 2000 avec 0,7 p.100 alors qu'il ne figurait pas dans l'inventaire de 1980.

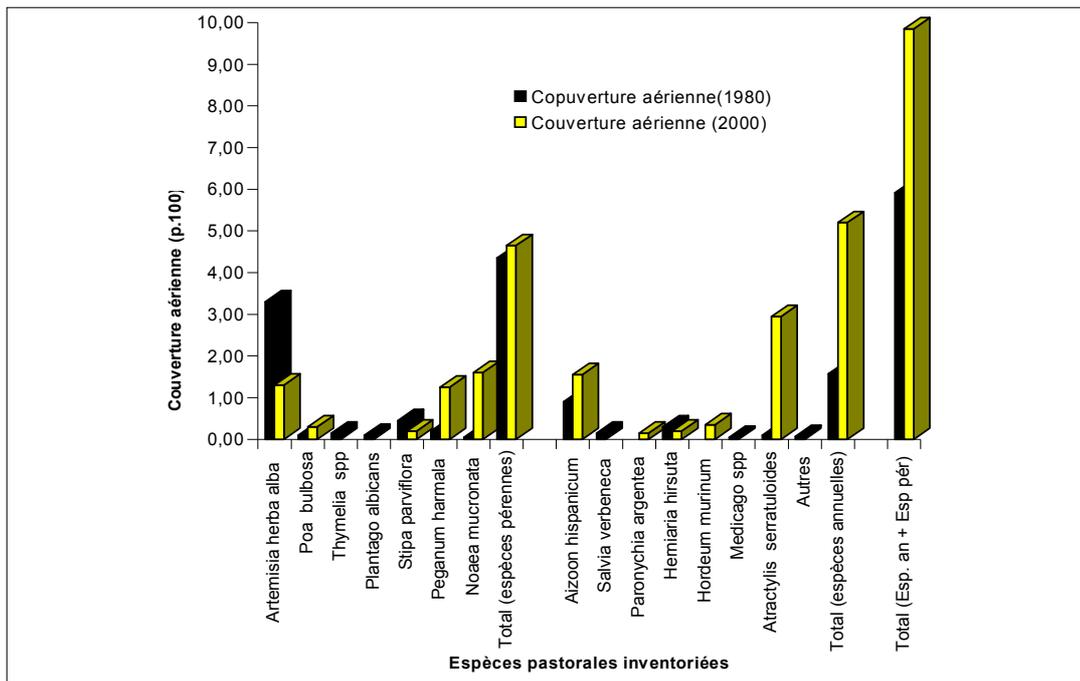
La dynamique observée au niveau du peuplement s'est traduite par une évolution progressive du taux de recouvrement global qui passe de 5,92 p.100 en 1980 à 9,85 p.100 en 2000 (Tableau N° 15) mais il reste très faible, il renseigne sur l'état de dégradation de cette zone de parcours.

Cette légère augmentation est due en grande partie à la contribution des espèces annuelles telles que: *Aizoon hispanicum*, *Hordeum murinum* et *Atractylis serratuloides* et des espèces pérennes comme *Peganum harmala*, et *Noaea mucronata* (Tableau N° 15 et figure N° 14).

Tableau N° 15 : Couverture aérienne observée de la station Métales

| <i>Espèces recensées</i> | <i>Couverture aérienne (P.100)</i> | |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------|
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 3,30 | 1,30 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0,10 | 0,30 |
| <i>Thymelia spp</i> | 0,15 | — |
| <i>Plantago albicans</i> | 0,10 | — |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0,45 | 0,20 |
| <i>Peganum harmala</i> | 0,20 | 1,25 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 0,05 | 1,60 |
| Total (espèces pérennes) | 4,35 | 4,65 |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | 0,90 | 1,55 |
| <i>Salvia verbeneca</i> | 0,15 | — |
| <i>Paronychia argentea</i> | — | 0,15 |
| <i>Herniaria hirsute</i> | 0,30 | 0,20 |
| <i>Hordeum murinum</i> | — | 0,35 |
| <i>Medicago spp</i> | 0,05 | — |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 0,10 | 2,95 |
| <i>Autres</i> | 0,07 | — |
| Total (espèces annuelles) | 1,57 | 5,20 |
| Total (Esp. An + Esp pér) | 5,92 | 9,85 |

Figure N° 14 : Evolution de la couverture aérienne de la station Métales (1980-2000)



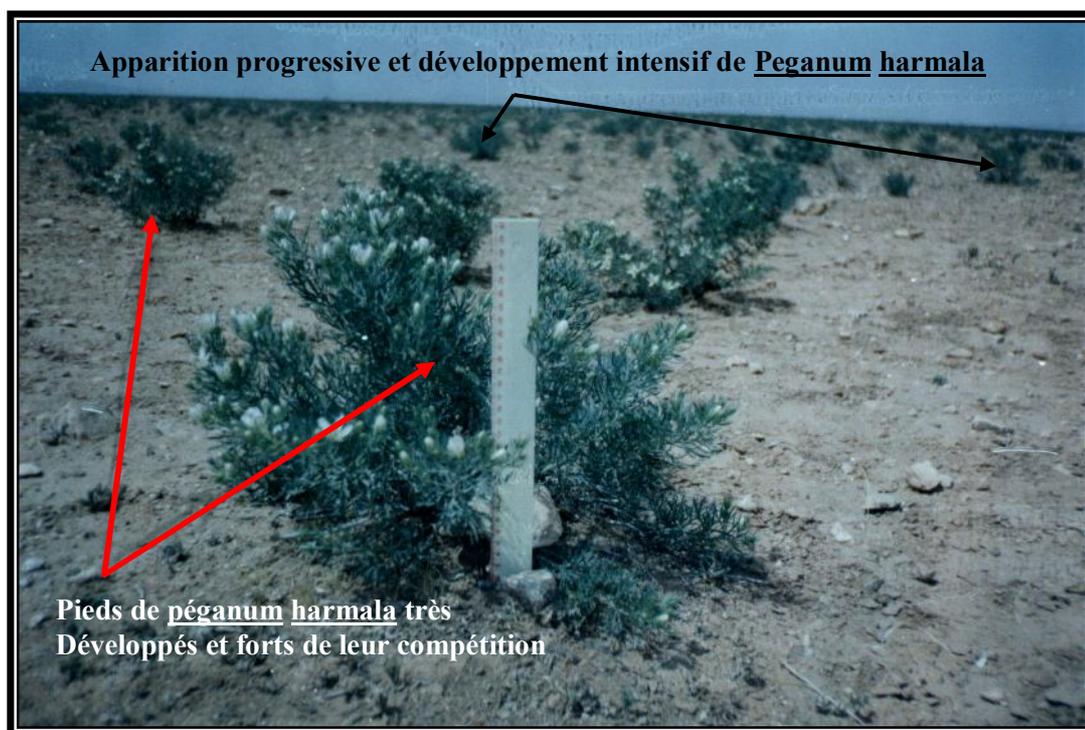
Notons, qu'il s'agit d'une zone à pâturage libre où on observe généralement d'importants troupeaux en raison de la proximité de points d'eau, ce qui accentue la pression animale sur les espèces palatables, à indice spécifique élevé telles que *Artemisia herba alba* (C.R.B.T, 1978), et leur remplacement par des espèces à faible indice spécifique (entre 3 et 4) comme *Peganum harmala*, *Noaea mucronata* et *Atractylis serratuloïdes*.

Cette situation peut être illustrée par la photo N° 6. Celle-ci montre l'armoise qui se présente en individus clairsemés et à l'état rabougris par un pâturage intense. Graduellement, çà et là les touffes meurent et disparaissent pour aboutir à une zone colonisée par d'autres espèces délaissées ou très peu consommées par les animaux, en raison de leur toxicité (*Peganum harmala*) ou de leur présentation physique, présence d'épines (*Atractylis serratuloïdes* et *Noaea mucronata*).

Aux effets indésirables du surpâturage s'ajoutent ceux du climat principalement la sécheresse, ce qui ne permet pas une meilleure régénération de la végétation.



Photo N° 6 : Montrant un changement progressif de la physionomie d'une zone steppique dans la région de ksar chellala (station Métales).



*Photo N°7 : Montrant l'occupation des parcours par *Péganum harmala* dans la région de ksar chellala (station Draâ Zoubiat).*

3.2. Station de Draâ Zoubiat

L'examen des résultats obtenus à partir des relevés effectués (Tableaux N° 16 et 17) et (Figures N° 15 et 16), montre un changement qualitatif et quantitatif de la communauté végétale entre 1980 et 2000.

Pour ce qui est des espèces annuelles, on remarque que *Aizoon hispanicum* et *Hordeum murinum*, espèces absentes dans la composition botanique de 1980, sont apparues dans le relevé de 2000 pour une contribution dans la composition floristique de 8,5 p.100 et 0,5 p.100, respectivement.

L'apparition de ces nouvelles espèces en 2000, serait probablement due :

- A la lésion des téguments ;
- Au lessivage des substances inhibitrices.

Ces deux actions ne peuvent avoir lieu que lorsque les pluies sont abondantes. Ceci est à mettre en relation avec les observations de LAPEYRONIE (1982), selon lequel l'existence de substances inhibitrices dans les semences de certaines espèces de régions arides, empêche la germination en temps de sécheresse. Cette inhibition n'est levée que grâce à des apports d'eau suffisants (pluviométrie de l'ordre de 10 mm au minimum).

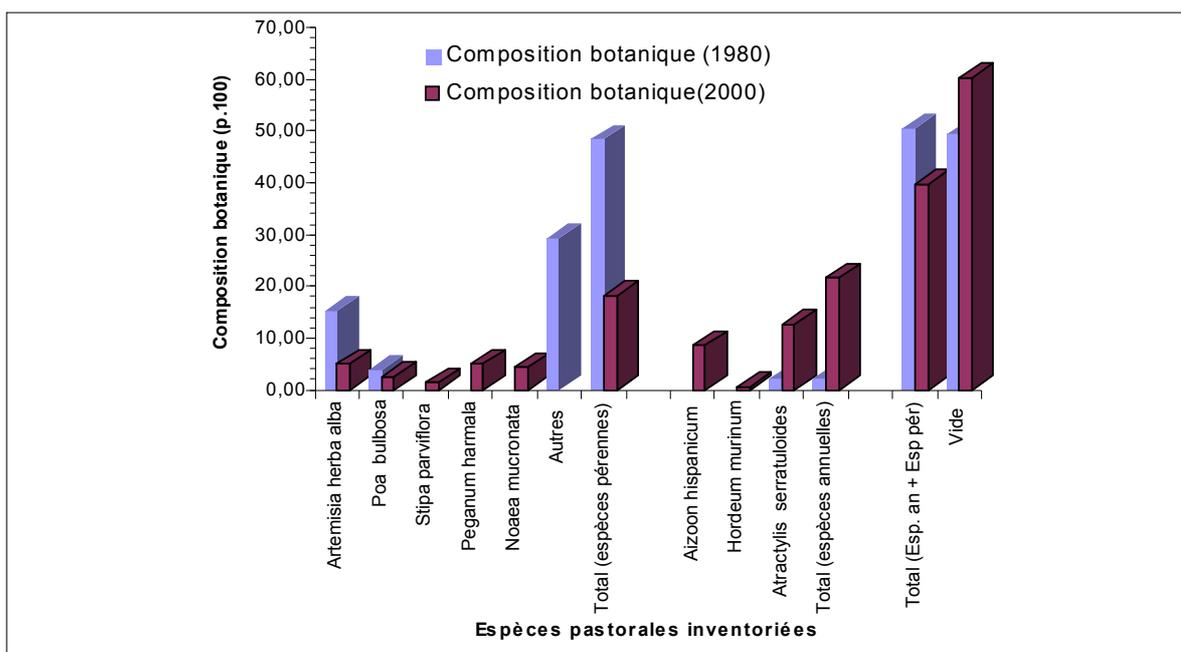
Enfin, l'*Atractylis serratuloides* a subi une nette augmentation dans la composition botanique, en passant de 2,00 p.100 en 1980 à 12,60 p.100 en 2000.

En ce qui concerne les espèces pérennes, on relève une régression de la contribution de certaines d'entre elles dans la composition floristique. Ainsi la proportion d'*Artemisia herba alba* a chuté d'environ 10 points en passant de 15,2 p.100 en 1980 à 5,00 p.100 en 2000 (Tableau N° 16 et Figure N° 15).

Tableau N°16: Composition botanique observée de la Station Draâ Zoubiat.

| Espèces recensées | Composition botanique (. p.100) | |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 15.20 | 5.00 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 3.90 | 2.50 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 0.10 | — |
| <i>Stipa parviflora</i> | — | 1.40 |
| <i>Peganum harmala</i> | — | 4.90 |
| <i>Noaea mucronata</i> | — | 4.30 |
| Autres | 29.20 | — |
| Total (espèces pérennes) | 48.40 | 18.10 |
| <i>Vella annua</i> | 0.20 | — |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | — | 8.50 |
| <i>Hordeum murinum</i> | — | 0.50 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 2.00 | 12.60 |
| Total (espèces annuelles) | 2.20 | 21.60 |
| Total (Esp. an + Esp pér) | 50.60 | 39.70 |
| Vide | 49.40 | 60.30 |

Figure N°15 : Evolution de la composition botanique de la station Drâa Zoubiat (1980-2000)

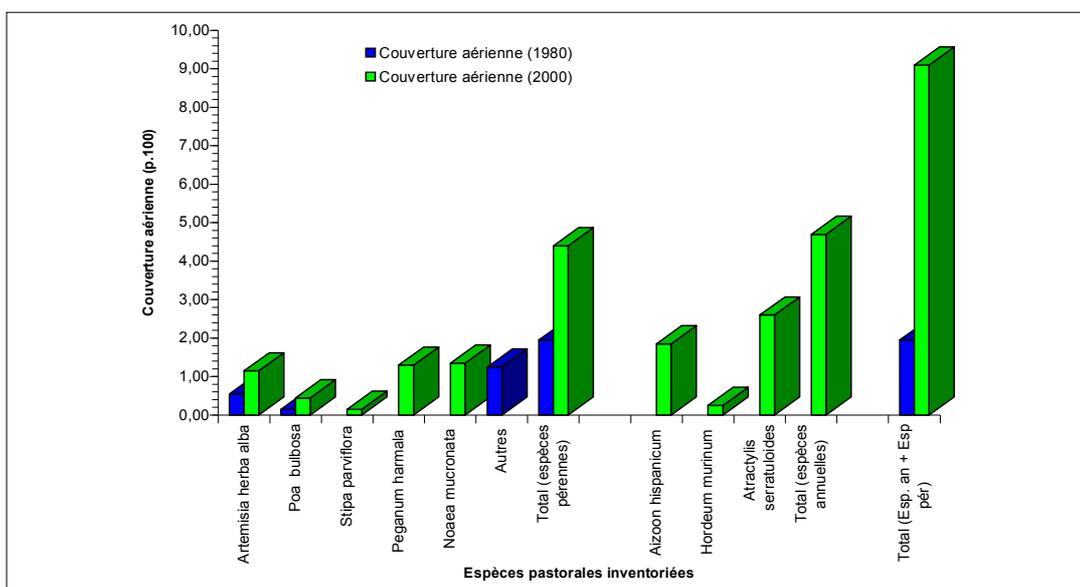


De plus, on enregistre une présence en 2000 des espèces qui étaient absentes en 1980. Il s'agit de *Stipa parviflora*, *Peganum harmala* et *Noaea mucronata*, avec une proportion de 1,40 ; 4,90 et 4,30 p.100 , respectivement. La dynamique observée au niveau du peuplement s'est traduite par une évolution progressive du taux de recouvrement global. Celui-ci passe de 1,95 p.100 en 1980 à 9,10 p.100 en 2000 (Tableau N° 17 et Figure N° 16). Cette situation est signalée dans la station de Métales.

Tableau N°17: Couverture aérienne observée de la Station Draû Zoubiat.

| Espèces recensées | Couverture aérienne (p.100) | |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0.55 | 1.15 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0.15 | 0.45 |
| <i>Stipa parviflora</i> | — | 0.15 |
| <i>Peganum harmala</i> | — | 1.30 |
| <i>Noaea mucronata</i> | — | 1.35 |
| Autres | 1.25 | — |
| Total (espèces pérennes) | 1.95 | 4.40 |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | — | 1.85 |
| <i>Hordeum murinum</i> | — | 0.25 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | — | 2.60 |
| Total (espèces annuelles) | — | 4.70 |
| Total (Esp. an + Esp pér) | 1.95 | 9.10 |

Figure N° 16 : Evolution couverture aérienne de la station Drâa Zoubiat (1980-2000)



Enfin, ces résultats montrent que certaines espèces telles que : *Peganum harmala*, *Noaea mucronata* et *Atractylis serratuloide* , quoiqu'elles n'interviennent pas dans le régime ingéré sur parcours, contribuent tout de même à protéger le sol comme le montre la photo N° 7.

3.3. Station de Pastoretum

Contrairement aux stations Métales et Draâ Zoubiat, la dynamique des espèces vivaces, au niveau du pastoretum (ancienne jachère aménagée en une station expérimentale de comportement) prend un sens progressif pour le taux de recouvrement. Celui-ci passe de 2,70 p.100 en 1980 à 21,85 p.100 en 2000.(Tableau N° 19 et Figure N° 18) , par suite de :

- L'installation progressive d'espèces telles : *Artemisia herba alba*, *Poa bulbosa* et *Iris sisyrinchium* dont la contribution au peuplement est passé de 5,25 à 6,6 p.100 de 8,85 à 11 p.100 et de 7,7 à 17,3 p.100 entre 1980 et 2000 respectivement;
- L'apparition d'*Anabasis oropediorum*, *Noaea mucronata*, *Lygeum spartum* et *Sisymbium torilosum*, durant cet intervalle de temps.

L'augmentation ainsi observée au sein du peuplement des vivaces (Tableau N° 18 et Figure N° 17) peut être attribuée à:

- La mise en défens de la station ;
- La résistance de certaines espèces aux rigueurs climatiques.

C'est le cas de *Poa bulbosa* et *Iris sisyrinchium* dont le mode d'adaptation, leur permet de résister aux rigueurs climatiques et d'être l'abri de broutage des organes de réserves (géophytes).

En revanche, l'évolution de la communauté végétale représentée par les espèces annuelles traduit une dynamique régressive pour la même période (1980-2000) par suite :

- D'une baisse de la proportion de certaines espèces telles que: *Astragalus cruciatus* et *Atractylis serratuloides* et la disparition de la plupart d'entre elles (*Vella annua*, *Eruca vesicaria*, *Vicia monantha*,...) de la composition botanique en 2000 Parallèlement, on assiste à une légère augmentation de la contribution de *Paronychia argentea* , ce qui a conduit à une sensible amélioration de la part des éphémères au couvert du tapis végétal (Tableaux N° 18 et 19 et Figure N° 18).

L'appauvrissement en espèces ainsi observé au sein de la communauté des annuelles, peut s'expliquer par la sécheresse qui a sévi ces deux dernières décennies. Le manque d'eau aurait bloqué la germination des graines de certaines espèces et perturbé le déroulement normal du cycle phénologique d'autres.

Cette situation témoigne de la faible résistance des éphémères face à un déficit hydrique par rapport aux espèces vivaces.

Tableau N°18: Composition botanique observée de la station Pastoretum

| Espèces recensées | Composition botanique (p.100) | |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------|
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 5,25 | 6,60 |
| <i>Anabasis oropediorum</i> | — | 13,50 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 2,50 | 1,30 |
| <i>Noaea mucronata</i> | — | 0,30 |
| <i>Plantago albicans</i> | 4,55 | — |
| <i>Poa bulbosa</i> | 8,85 | 11,00 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 7,70 | 17,30 |
| <i>Lygeum spartum</i> | — | 3,40 |
| <i>Peganum harmala</i> | 1,20 | 0,20 |
| <i>Sisymbium torilosum</i> | — | 5,70 |
| Total (espèces pérennes) | 30,05 | 59,30 |
| <i>Paronychia argentea</i> | 2,10 | 16,10 |
| <i>vella annua</i> | 3,15 | — |
| <i>Salvia verbeneca</i> | 0,95 | — |
| <i>Medicago spp</i> | 0,90 | — |
| <i>Astragalus cruciatus</i> | 2,85 | 0,10 |
| <i>Minnartia geniculata</i> | 1,35 | — |
| <i>Calendula aegyptica</i> | 0,85 | — |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | — | 1,50 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0,70 | — |
| <i>Eruca vesicaria</i> | 3,55 | — |
| <i>Vicia monantha</i> | 15,50 | — |
| <i>Murinonia</i> | — | 2,90 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 1,95 | 0,80 |
| <i>Anacyclis valentinus</i> | 1,60 | — |
| <i>Autres</i> | 24,45 | — |
| Total (espèces annuelles) | 59,90 | 21,40 |
| Total (Esp. an + Esp pér) | 89,95 | 80,70 |
| Vide | 10,05 | 19,30 |

Tableau N°19: Couverture aérienne observée de la station Pastoretum

| <i>Espèces recensées</i> | <i>Couverture aérienne (p.100)</i> | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------|
| | 1980 | 2000 |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0,50 | 3,00 |
| <i>Anabasis oropedioidum</i> | — | 3,70 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0,50 | 0,70 |
| <i>Noaea mucronata</i> | — | 1,55 |
| <i>Plantago albicans</i> | 0,15 | — |
| <i>Poa bulbosa</i> | 1,25 | 5,70 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 0,25 | 4,70 |
| <i>Lygeum spartum</i> | — | 1,15 |
| <i>Peganum harmala</i> | 0,05 | 0,20 |
| <i>Sisymbium torulosum</i> | — | 1,15 |
| Total (espèces pérennes) | 2,70 | 21,85 |
| <i>Paronychia argentea</i> | 0,50 | 7,05 |
| <i>vella annua</i> | 0,05 | — |
| <i>Hordeum murinum</i> | — | 0,15 |
| <i>Salvia verbeneca</i> | 0,10 | — |
| <i>Medicago spp</i> | 0,30 | — |
| <i>Astragalus cruciatus</i> | 0,70 | 0,05 |
| <i>Minnartia geniculata</i> | 0,35 | — |
| <i>Calendula aegyptica</i> | 0,15 | — |
| <i>Aizoon hispanicum</i> | — | 0,20 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0,15 | — |
| <i>Eruca vesicaria</i> | 0,95 | — |
| <i>Vicia monantha</i> | 1,10 | — |
| <i>Murinonia</i> | — | 1,20 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 0,30 | 0,10 |
| <i>Anacyclis valentinus</i> | 0,60 | — |
| <i>Autres</i> | 3,70 | — |
| Total (espèces annuelles) | 8,95 | 8,75 |
| Total (Esp. an + Esp pér) | 11,65 | 30,60 |

Chapitre I : Aperçu général sur les parcours steppiques

1. Caractéristiques générales

Le terme steppe évoque d'immenses étendues à relief peu accusé, couvertes d'une végétation herbacée et clairsemée. (LE HOUEROU, 1995).

1.1. Délimitation géographique et superficie

La steppe algérienne constitue une vaste région qui s'étend sur plus de vingt millions d'hectares de parcours (BENREBIHA, 1984). Géographiquement, elle est limitée au nord par l'Atlas tellien et au sud par l'Atlas saharien (Figure N° 1).

Cette délimitation géographique des régions steppiques reste souvent basée d'une part, sur les éléments du climat principalement (la pluviosité et la température) et d'autre part, sur la végétation dont on se sert pour la classification des étages bioclimatiques.

En prenant en considération cet aspect, la steppe se situerait dans l'étage aride à semi-aride, délimitée au nord, par l'isohyète 400 mm /an et au sud par l'isohyète 100mm/an (POUGET, 1980).

Sur les 238.174.100 ha du territoire national, il existe environ :

- 200 millions d'hectares de désert;
- 20 millions d'hectares de parcours;
- 5 millions d'hectares de forêts et de maquis;
- 7,5 millions d'hectares de SAU.

Ces quelques indicateurs situent au départ, l'importance des zones steppiques quant à leur contribution à l'équilibre écologique et socio-économique.

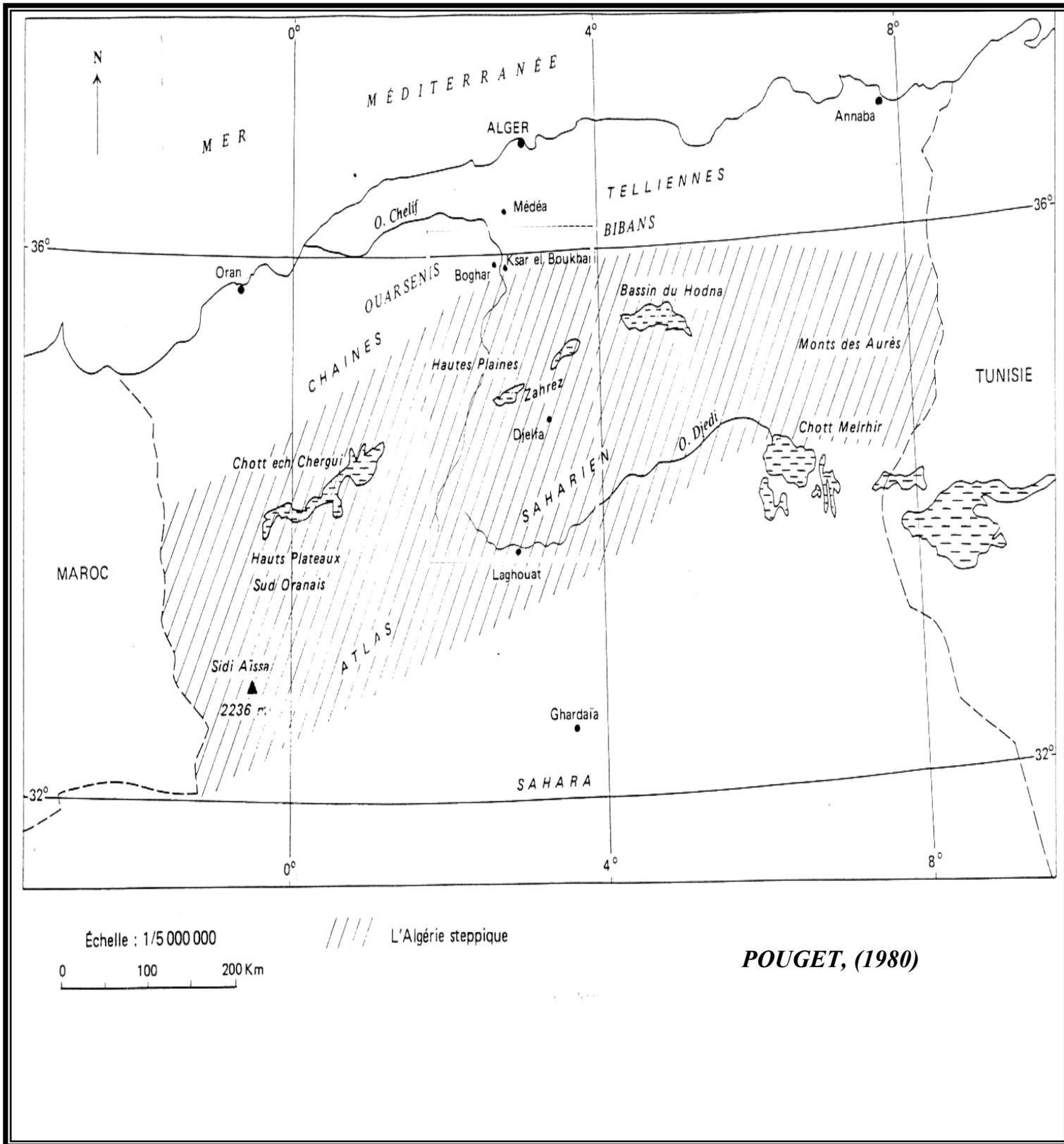


Figure N° 1 : carte de situation

La répartition de terres selon leur vocation présumée est reportée dans le tableau

Tableau N° 1 : Occupation du sol des zones steppiques et leur végétation.

| <i>Auteurs</i> | <i>Cultures</i> | <i>Forêts</i> | <i>Zones improductives (estimation)</i> | <i>Total partiel (estimation)</i> | <i>Sup. Palatable total estimation</i> | <i>Total</i> |
|----------------------|-----------------|---------------|---|-----------------------------------|--|--------------|
| BEDRANI ,1994 | 2,4 à 2,9 | 1,4 | 2,9 | 6,7 à 7,2 | 12,8 à 13,3 | 20 |
| M .A .R .A ,1974 | 1,1 | 1,4 | 2,5 | 5 | 15 | 20 |
| Ecart | -1,3 à 1,8 | 0 | +0,4 | +1,7 à 2,2 | -2,2 à 1,7 | 0 |

Les résultats du tableau N° 1 montrent que la superficie des parcours palatables pourrait avoir perdue entre 1,7 et 2,2 millions d'hectares au profit des terres cultivées (y compris jachère) et 0,4 millions d'hectares au profit des zones improductives, en raison de l'extension de la céréaliculture au détriment des meilleurs terrains de parcours d'une part, et la disparition du couvert végétal par suite d'un surpâturage très poussé, d'autre part.

1.2. Données climatiques

1.2.1. La pluviosité

La pluviosité moyenne annuelle est faible (100 à 400 mm/an) et sa répartition est irrégulière dans l'espace et dans le temps.

L'efficacité de cette pluviosité varie selon son importance, sa répartition et selon le substrat édaphique et l'état du parcours.

Selon les données pluviométriques de la steppe (SELTZER, 1946 cité par LE HOUEROU, 1979), les hautes plaines Algéro-Oranaises, recevaient entre 200

et 400 mm en moyenne par an. La pluviosité s'abaisse sensiblement dans la région du Chott-El Hodna. Elle diminue encore plus sur le piémont sud de l'Atlas Saharien.

1.2.2. La température

La température joue également un rôle important dans la vie des végétaux et des animaux. Il s'agit surtout des températures extrêmes (minima et maxima). La moyenne des minima du mois le plus froid (m) varie de - 3 à + 6 ° C. (BENREBIHA, 1984).

Selon la classification faite par LE HOUEROU, (1977) ; l'Algérie steppique reste dans sa plus grande partie comprise entre les isothermes +1°C et +3°C avec cependant des minima plus bas localement (El-Bayadh -3°C) et entre les isothermes 34 et 37°C. Cette moyenne augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer (dépassant 38°C).

L'amplitude thermique extrême (M-m) reste sensiblement égale à 34,6°C

1.2.3. Les vents

La steppe est un champ de remous pour les masses d'air, en raison des immenses étendues et des couloirs qu'elle comporte.

En hiver, elle est traversée par les courants de vents glaciaux qui risquent de geler les jeunes pousses des pâturages et par conséquent réduire les pousses vertes du printemps.

En été, elle est parcourue par des courants d'air secs et chauds (Sirocco) qui favorisent l'évapotranspiration des parcours et accélèrent le phénomène de défoliation.

1.2.4. Autres facteurs climatiques

a) La neige

Le nombre de jours d'enneigement varie de 5 à 18 jours et augmente un peu plus en altitude (DJEBAILLI, 1987).

b) le gel

La moyenne est de 40 à 60 jours de gelée blanche par an.

1.2.5. Synthèse climatique

La végétation est le reflet des conditions du milieu notamment climatiques. Ainsi, comme le rapporte DJELLOULI (1981) l'une des préoccupations des phytogéographes et climatologues est de chercher ; en étudiant les données climatiques disponibles, des expressions susceptibles de traduire au mieux et de façon globale la combinaison des variables climatiques influençant la vie des végétaux.

La diversité bioclimatique de la steppe se caractérise par trois contraintes majeures:

- Une aridité, particulièrement en saison chaude ;
- Un hiver rigoureux ;
- Une variabilité climatique d'un mois à l'autre et une année à l'autre.

Cette diversité bioclimatique peut être résumée par la figure N° 2

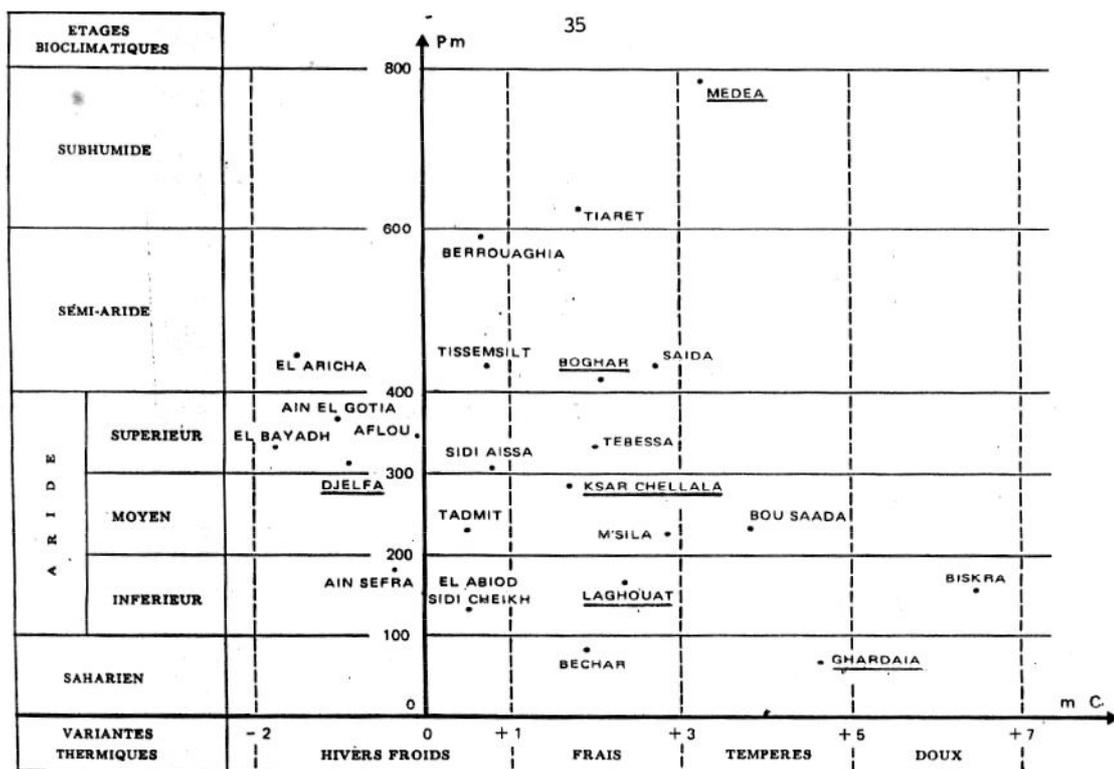


Figure N° 2: Diagramme pluvio-thermique et bioclimat (POUGET, 1980)

1.3. Les Sols

La répartition des sols steppiques correspond à une mosaïque complexe du point de vue pédologie.

Les sols sont généralement calcimagnésiques peu profonds, et sujets à un ruissellement très visible (LABADI, 1998). Ceci est dû à une couche limoneuse appelée pellicule de glaçage qui empêche la pénétration de l'eau dans le sol.

De plus, ils sont pauvres en matières organiques (POUGET, 1980), ce qui favorise les phénomènes d'érosion hydrique et éolien.

1.4. Les ressources hydriques

Le sous-sol de la steppe renferme d'importantes nappes d'eau dont la plupart restent inexploitées. Celles-ci sont disséminées à travers toute l'étendue steppique selon LABADI (1998), comme suit:

- La nappe albienne affleurant sur le moyen Oued Touil: son débit est de 2600 l/s.
- Le barrage inféroflux unique dans son genre (Tadjemout).
- La nappe correspondant à la bordure sud du bassin tectonique de Tebessa. Son débit est de 800 l/s.
- La nappe alimentant le barrage de Ain Sekhouna (20.000.000 m³).
- Le synclinal de Chrea d'un débit de 600 l/s.
- Le bassin d'El Ma Labiod, son débit est de 30 l/s.

Enfin, ces ressources hydriques sont associées à d'importantes réserves foncières favorables à l'intensification céréalière.

1.5. La végétation steppique

La végétation steppique peut revêtir diverses physionomies et structures. Ainsi, on peut distinguer plusieurs types de parcours steppiques.

1.5.1. Les différents types de parcours steppiques

a) Parcours à alfa (*Stipa tenacissima*)

Ils sont estimés le plus souvent à 4 millions d'hectares environ et peuvent recouvrir presque toute la surface des étages semi-arides et arides variantes fraîche et froide ; avec des précipitations s'étendant de 100 à 450 mm/an, sur tous les substrats géologiques de 400 à 1800 m d'altitude (DJEBAILI et al, 1989).

Les nappes alfatières se dégradent rapidement depuis une trentaine d'années dans les hautes plaines steppiques. Dans de nombreux sites, l'alfa tend à être remplacé par l'armoïse (BENSID et DEBOUZIE, 1996).

La productivité au niveau de ces parcours, laisse apparaître des variations selon plusieurs auteurs (Tableau N° 2).

Tableau N° 2: Variation de la productivité de l'alfa selon différents auteurs.

| Auteurs | Densité (Pieds / Ha) | Production en M.Frai(Kg/Ha) | Production en M.S (Kg/Ha) | UF et UFL/Ha |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| DJEBAILI et al (1989) | - | - | 1000-1500 | ⁽¹⁾ 130 |
| OUAFFAI et al (2001) | 4000 | 1710 | 1098 | ⁽²⁾ 210 |

(1) calculée selon BREIREM (1954).

(2) calculée selon le système français (I.N.R.A, 1978).

L'écart observé entre les résultats rapportés par DJEBAILI et al (1989) et ceux de OUAFFAI et al (2001), peut s'expliquer par des différences dans les conditions pédoclimatiques et d'utilisation des parcours.

b) Parcours à armoise (*Artemisia herba alba*)

Les parcours à armoise recouvrent en moyenne une superficie de 3 millions d'hectares environ. Ils se situent dans les étages arides et semi-arides frais ; avec des précipitations comprises entre 100 et 300 mm, souvent sur des croûtes plus ou moins profondes ; mais avec une pellicule de glaçage en superficie (DJEBAILI et al, 1989).

Ainsi, la production primaire varie de 500 à 4500 kg MS/Ha/an en fonction du degré de dégradation. La production annuelle peut être estimée à 500Kg MS/Ha, ce qui correspond à une productivité pastorale de 150 à 200 UF/Ha/an.

Ce type de parcours fournit des réserves estivales fourragères pour l'alimentation sur pied pour ovins (LAPEYRONIE ,1982).

c) Parcours à sparte (*Lygeum spartum*)

Ces parcours occupent une superficie de 2 millions d'hectares environ. Ils sont localisés dans les étages semi-arides frais et surtout arides frais ou froids, souvent sur des croûtes calcaires plus ou moins profondes, mais avec une pellicule de glaçage en superficie (DJEBAILI et al 1989).

Leur productivité est comprise entre 300 à 500 Kg MS/Ha/an. En terme d'UF, les parcours à sparte sont d'un niveau productif moindre, évalué à 150 UF/Ha/an, selon NEDJRAOUI, (1981).

*Ces résultats sont comparables à ceux de OUAFFAI et al (2001), qui dans une étude dans la zone de Djelfa, ont déterminé une productivité en matière sèche du **Lygeum spartum** à 818 Kg MS/Ha, soit un rendement énergétique de 168 UFL/Ha.*

Cependant, cette espèce ne constitue qu'un pâturage assez pauvre, sa valeur énergétique étant de 0,20 UFL/Kg MS (OUAFFAI et al. 2001). Elle n'est

broutée qu'au moment des bourgeonnements aériens des rhizomes (mars-avril) (LAPEYRONIE, 1982).

d) Parcours à halophytes

Ils couvrent 1 million d'hectares environ (DJEBAILI et al,1989). Les espèces dominantes les plus courantes comprennent beaucoup de chénopodiacées dont les principales espèces sont:

- **Atriplex halimus;**
- **Salsola vermiculata.**

Les Atriplex présentent un double intérêt :

- *Un intérêt fourrager : Ils peuvent constituer une réserve fourragère sur pied non négligeable, pour l'alimentation du cheptel. Ceci est démontré par les récents travaux in vitro et in vivo de OUAFFAI et al. (2000) et OUAFFAI et BELADJINE (2001) en ce qui concerne la valeur nutritive de l'**Atriplex canescens** par l'étude in vitro réalisée SOURADJ, (2002) pour ce qui est de l'**Atriplex halimus** (Tableau 3)*
- *Un intérêt écologique : protection des terrains de parcours contre l'érosion (éolienne et hydrique) et la valorisation des étendues salées. Ainsi FRANCLET et LE HOUEROU,(1971), signalent que les Atriplex permettent de réduire la salinité des sols d'environ 1100 kg de NaCl /Ha/an.*

*Par ailleurs, notons que **Salsola vermiculata**, offre également un intérêt fourrager puisqu'elle permet un apport énergétique de 0,47 UFL / Kg MS (OUAFFAI et al, 2001). De plus, c'est une plante qui, selon les observations de BOTSCHANTZEV et al (1970), se caractérise par une longue période d'utilisation (printemps et été) et par une bonne appétabilité.*

Elle est consommée par les principales espèces de ruminants qu'on rencontre dans les zones steppiques (ovins, caprins et camelins)

Tableau N° 3: Variation de la productivité des Atriplex selon différents auteurs

| Espèces | | Teneurs en énergie (/Kg MS) | Productivité /Ha | Auteurs |
|--------------------------------|----------|---------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Phytomasse consommable globale | Atriplex | 0,59 UFL ⁽¹⁾ | - | <i>OUAFFAI et BELADJINE (2001)</i> |
| | | 0,58-0,61 UFL ⁽²⁾ | 278-592,9UFL | <i>OUAFFAI et al (2000)</i> |
| | canesens | 0,35 UF | - | <i>HAMROUNI et SARSON (1975)</i> |
| | Atriplex | - | 130-200 UF | <i>DJEBAILI et al (1989)</i> |
| | | 0,13 UFL ⁽¹⁾ | - | <i>SOURADJ (2002)</i> |
| halimus | | | | |

⁽¹⁾ - *In vivo* (Béliers)

⁽²⁾ - *In vitro*

1.5.2. Caractéristiques biotiques et adaptations

La végétation dans les zones arides et semi-arides développe certains caractères adaptatifs, pour faire face aux contraintes climatiques et édaphiques. Ces derniers lui permettent d'économiser et de rentabiliser de façon optimale l'eau de pluie.

Selon AIDOUD (1989), les caractères adaptatifs relatifs au xérophytisme peuvent être répartis comme suit :

- A l'échelle de l'individu ou de la population.

- Morphologie et anatomie ;
- Physiologie ;
- Phénologie spécifique.

- A l'échelle de la communauté :

- Compétition et distribution spatiale ;
- Symphénologie ;
- Spectre biologique et phyto-géographique..

Des types biologiques ou formes de vie ont été distingués en fonction de leur adaptation. Ils constituent une réponse aux exigences du milieu et en particulier à celles du climat (REISIGL et DANESCH, 1985), ainsi on a :

a) *Les thérophytes (annuelles à cycle court)*

Leurs graines germent au début des pluies hivernales, fleurissent au premier printemps et atteignent leur maturité (graines) avant l'entrée de la saison sèche estivale. Elles se dessèchent alors et passent l'été sous forme de graines au repos.

On peut distinguer dans ce groupe :

- Les annuelles de printemps, dont la vie active se déroule en hiver et au début du printemps (beaucoup de graminées, de crucifères et de papilionacées) ;
- Les bisannuelles, ce sont en général des herbes assez robustes qui, la première année, ne donnent naissance qu'à une rosette de feuilles. Durant la deuxième année, ils fleurissent, fructifient et meurent (cas de beaucoup de Borraginacées).

Ce type biologique, est introduit dans la catégorie des éphémères (arido-passives), selon EVENARI et al (1975) cités par FLORET et PONTANIER, (1982), qui échappent au stress hydrique en entrant en dormance physiologique.

b) Les géophytes (plantes à bulbes ou à rhizomes)

Ce sont des plantes vivaces qui, à l'instar des précédentes, ne manifestent leur plein développement que pendant la période pluvieuse et se dessèchent en été, après avoir stockés au préalable des éléments nutritifs dans leurs organes de réserve souterrains. Ceux-ci peuvent vivre longtemps sous formes de bulbes ou de rhizomes.

Ainsi, POUGET (1980) rapporte que la présence de bulbes ou de rhizomes chez la plupart des géophytes représente une bonne adaptation aux longues périodes de froid hivernal et de sécheresse estivale; nul besoin alors de développer un système racinaire considérable. Citons comme exemple *Iris sisyrinchium* et *Poa bulbosa*.

Enfin, les géophytes sont inclus dans la catégorie des éphémères (arido-passives) au sens d'EVENARI et al (1975) cités par FLORET et PONTANIER, (1982).

c) Les chaméphytes

Ce sont des plantes ligneuses et vivaces, elles se protègent du froid ou du vent desséchant par leur faible hauteur au-dessus du sol (moins de 0,25m). Elles forment donc de petits buissons à l'aspect de touffe, de boule ou de coussinet. Citons comme exemple l'armoise.

Au sens d'EVENARI et al (1975), cités par FLORET et PONTANIER, (1982) ; les Chaméphytes appartiennent à la catégorie des pérennes (arido-actives) qui maintiennent des organes verts, donc une certaine activité photosynthétique, durant la période sèche.

De plus, dans ce type biologique, on en rencontre les arbustes épineux (Xérophytes épineux). Les épines sont dues à la transformation d'organes variés (tiges, feuilles), et elles accompagnent souvent un port sphérique de la plante ou une forme en coussinet dense. Citons comme exemple *Noaea mucronata*.

d) Graminées xérophytes

Celles-ci peuvent s'adapter à la sécheresse par leurs feuilles capables de s'enrouler ou de se plier, leurs épidermes sclérifiés et leurs stomates situés dans des sillons. Ces espèces forment, généralement de grandes touffes denses. C'est le cas de *Stipa tenacissima*, de Diss (*Ampelodesmos mauretanicus*) et enfin du *Lygeum spartum*, plantes arido-actives (hémicryptophytes), bien adaptée aux conditions de sécheresse.

e) Plantes grasses (ou succulentes)

Celles-ci endurent la sécheresse estivale grâce aux réserves d'eau qu'elles ont accumulées dans leurs feuilles ou leurs tiges charnues. Citons à titre d'exemple les figuiers de barbarie (*Opuntia*) et Bougriba (*Zygophyllum cornutum*).

2. Situation actuelle des parcours

La notion de parcours désigne des terres recouvertes de végétation naturelle servant de base au pâturage. (LE HOUEROU, 1991).

L'état actuel des parcours est alarmant. Le processus de dégradation a pris de l'ampleur sans précédent durant ces deux dernières décennies (AIDOUD, 1994). Ainsi plus de 80 % de la surface totale ont atteint un niveau de production inférieur à 50 % de leur potentiel écologique productif (BENREBIHA, 1984).

A l'origine de cette situation porteuse de graves risques à l'écosystème steppique, il y a une conjonction de facteurs naturels ou provoqués imputables essentiellement à l'exploitation anarchique des parcours, pour la survie d'une activité pastorale devenue désormais aléatoire ainsi qu'aux aléas climatiques.

2.1. Facteurs de variation de la physionomie générale des parcours steppiques

2.1.1. Action du climat

L'action du climat s'est accentuée de façon significative surtout par la sécheresse des deux dernières décennies dont les effets ne sont qu'une circonstance favorable à la dégradation et non la cause (BOUGHANI, 1995).

Toutefois, selon le même auteur si une aridification du climat se précisait, la sécheresse conjointement au surpâturage deviendrait une cause essentielle de cette dégradation.

En effet, sous climat aride, ce sont les conditions hydriques qui déterminent le fonctionnement d'un écosystème au niveau de la phytocénose ; s'exprimant d'un point de vue qualitatif par la richesse floristique et la phénologie et d'un point de vue quantitatif par la production primaire nette. (AIDOUD, 1989).

Par ailleurs, LAPEYRONIE (1982) souligne que les conditions climatiques, notamment la sécheresse et surtout une succession d'années sèches éliminent un grand nombre de plantes, en favorisant d'autres.

2.1.2. Action anthropique

L'action anthropique a fait subir à la physionomie de la steppe depuis quelques années d'importants changements qui semblent indiquer une tendance régressive de la végétation (AIDOUD, 1989)

Ce phénomène accentue la fragilité de l'écosystème, en raison de l'exploitation du milieu, selon des modes et moyens inappropriés et inadaptés.

Cette action, trouve sa traduction dans :

- La mise en culture des terrains de parcours;
- Le surpâturage;
- L'éradication des plantes ligneuses.

a) La mise en culture

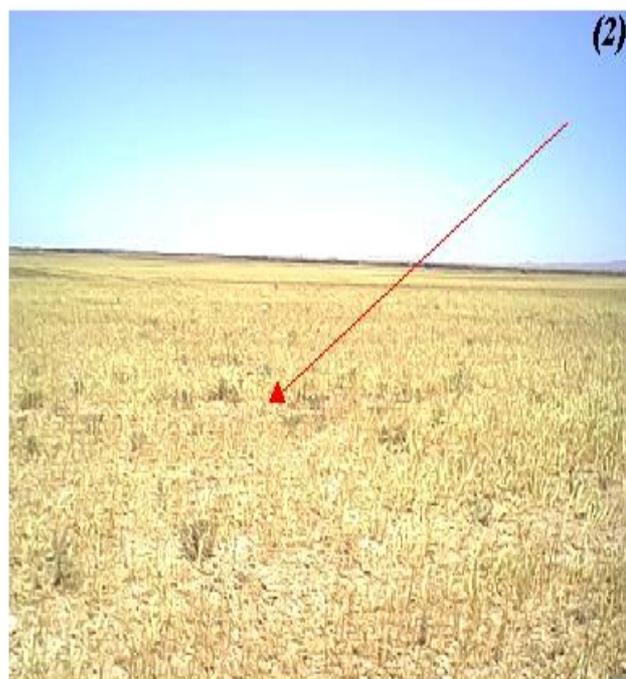
selon POUGET (1980), la mise en culture sous entend au préalable, un défrichement, lui-même à l'origine de la diminution de la superficie de parcours palatables et de même la dégradation certaine des terres mises en culture, car présentant des caractères physiques favorisant une déperdition au moindre aléa externe.

En effet, l'absence d'une réglementation d'accès aux parcours a favorisé et encouragé les labours et les défrichements des meilleurs parcours pour la mise en place d'une céréaliculture épisodique (KANOUN, 2000).

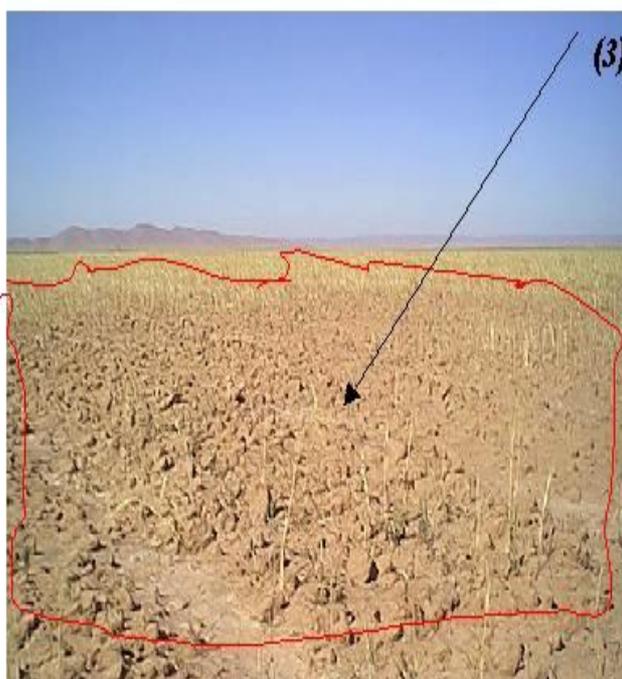
Cette situation peut être illustrée par la photo N° 1



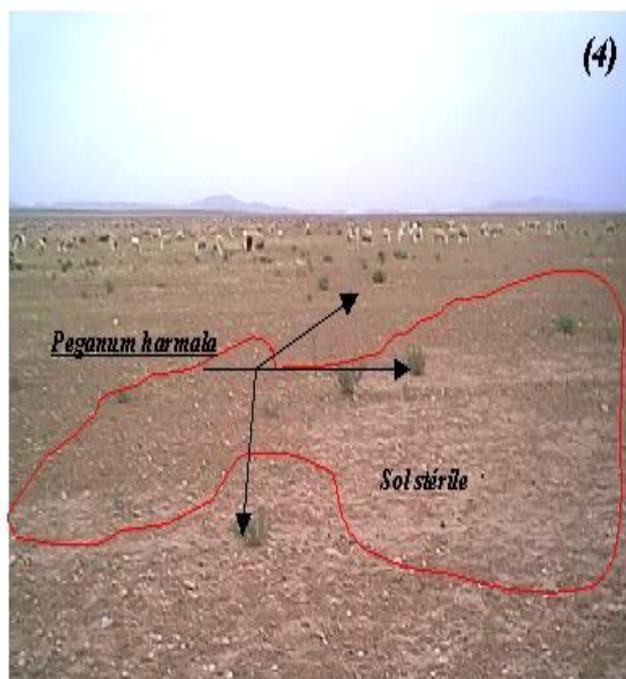
(1)



(2)



(3)



(4)

Introduction et extension de la céréaliculture sur les meilleurs terrains de parcours à l'aide d'outils aratoires mal adaptés (1). Elle réussit mal (culture vivrière) (2). La germination et la levée y sont parfois compromises (3). En cas d'abondance, elle laisse un sol stérile sur lequel ne peut subsister ni le végétal (à l'exception de quelques espèces, généralement toxiques), ni l'animal. (4)-OUAFFAÏ A. I.S.A.-C.U.Tiaret / Octobre/Mai/Juin/1999-2000.

Photo N° 1 : Effets de la céréaliculture sur les parcours steppiques.

Ainsi, selon ABDELGHERFI et LAOUAR (1998), le défrichage pour la mise en culture a été très important au cours de ces trente dernières années. Ce qui a accentué la surcharge du reste des parcours, augmentant les risques de désertisation

Par ailleurs, notons que la mise en culture favorise l'installation d'une végétation d'annuelle (végétation messicole) avec d'une façon générale la disparition plus ou moins rapide et complète des espèces vivaces et spontanées. (LAPEYRONIE, 1982).

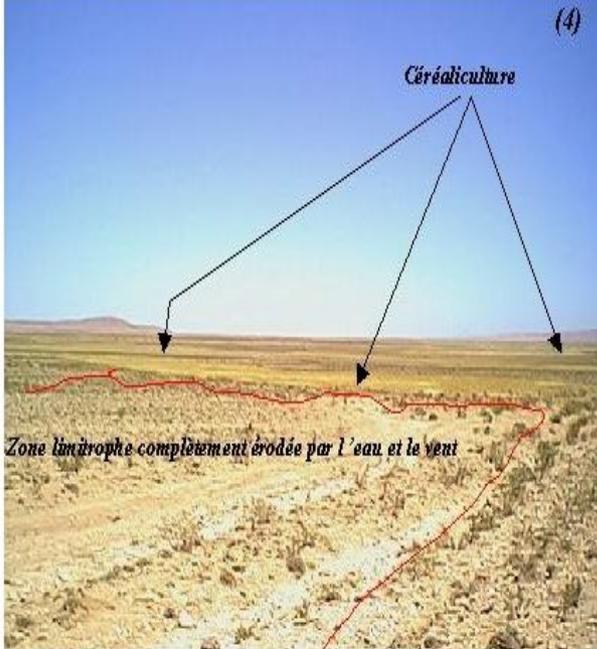
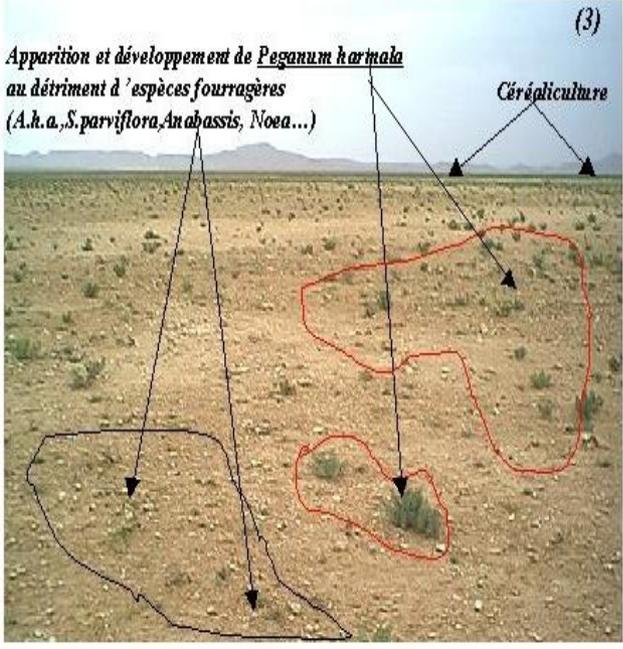
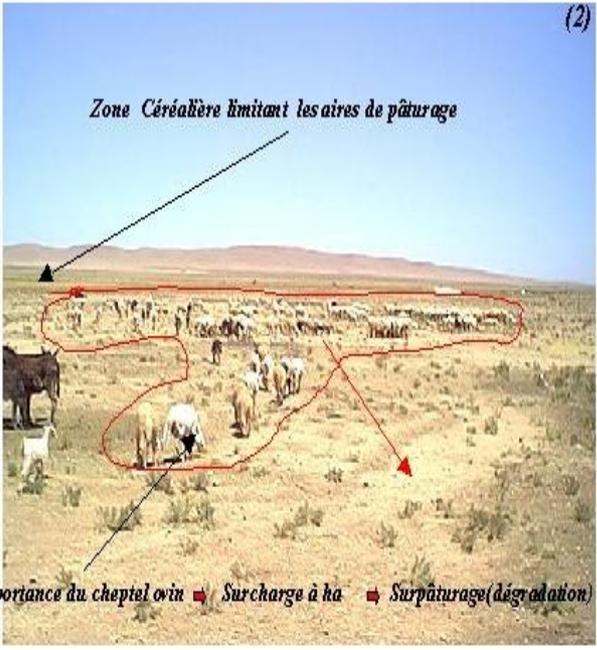
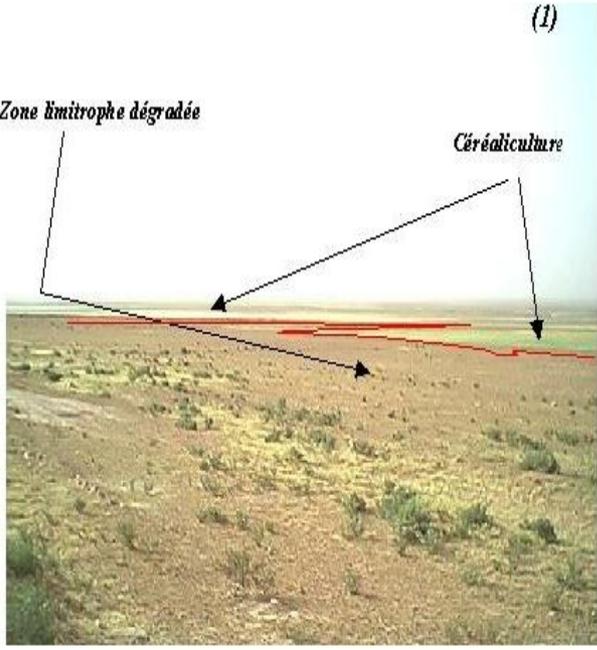
a) Le Surpâturage

Le surpâturage se définit comme étant l'action qui consiste à prélever sur une végétation donnée, une quantité de fourrage supérieure à la capacité de production annuelle (MONGI, 1989).

Celui-ci peut être essentiellement dû :

- A la forte concentration du cheptel, en raison de l'augmentation du nombre de têtes parallèlement à une diminution de la surface palatable;
- Au cantonnement permanent sur les mêmes terrains de parcours, généralement autour des points d'eau et les lieux d'habitations.

Ce constat peut être illustré par la photo N° 2.



Photos montrant la contribution de l'homme par les labours et de l'animal par le surpâturage ((1;2;3 et 4) à la dégradation des parcours steppiques. On observe une disparition progressive des espèces pérennes à intérêt fourrager (1;2 et 3) et leur remplacement par des espèces très faiblement appréciées par l'ovin(2 et 3) et l'apparition de signes d'érosion du sol (4) -Zones de la région de Ksar Chellala (OUAFFAI A.- Institut des Sciences Agronomiques -Centre Universitaire de Taret-Avril-Mai 2000)

Photo N° 2 : Réduction de la superficie pâturable conduisant au surpâturage

BEDRANI (1995), estime que la population ovine a triplé entre 1960 et 1990 et a enregistré une croissance de 83 % entre 1970 et 1983. Cette nette augmentation conduit à une surcharge à l'hectare, ce qui provoque un surpâturage généralisé.

L'impact du surpâturage sur la végétation se traduit selon AIDOUD (1989) par :

- Le développement des espèces «indésirables » refusées ou très peu consommées par le troupeau qui deviennent dominantes;
- Le développement d'une flore « post-pastorale » riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles);
- La régression du couvert végétal en général, celui des pérennes en particulier. Ainsi, en mauvaise année, l'animal manquant d'aliment est orienté vers les espèces pérennes se trouvant alors au minimum de leurs réserves. Ces espèces représentent en fait l'essentiel du potentiel productif des parcours.

L'évolution des groupements steppiques peut être schématisé selon AIDOUD et AIDOUD (1991). (Figure N° 3).

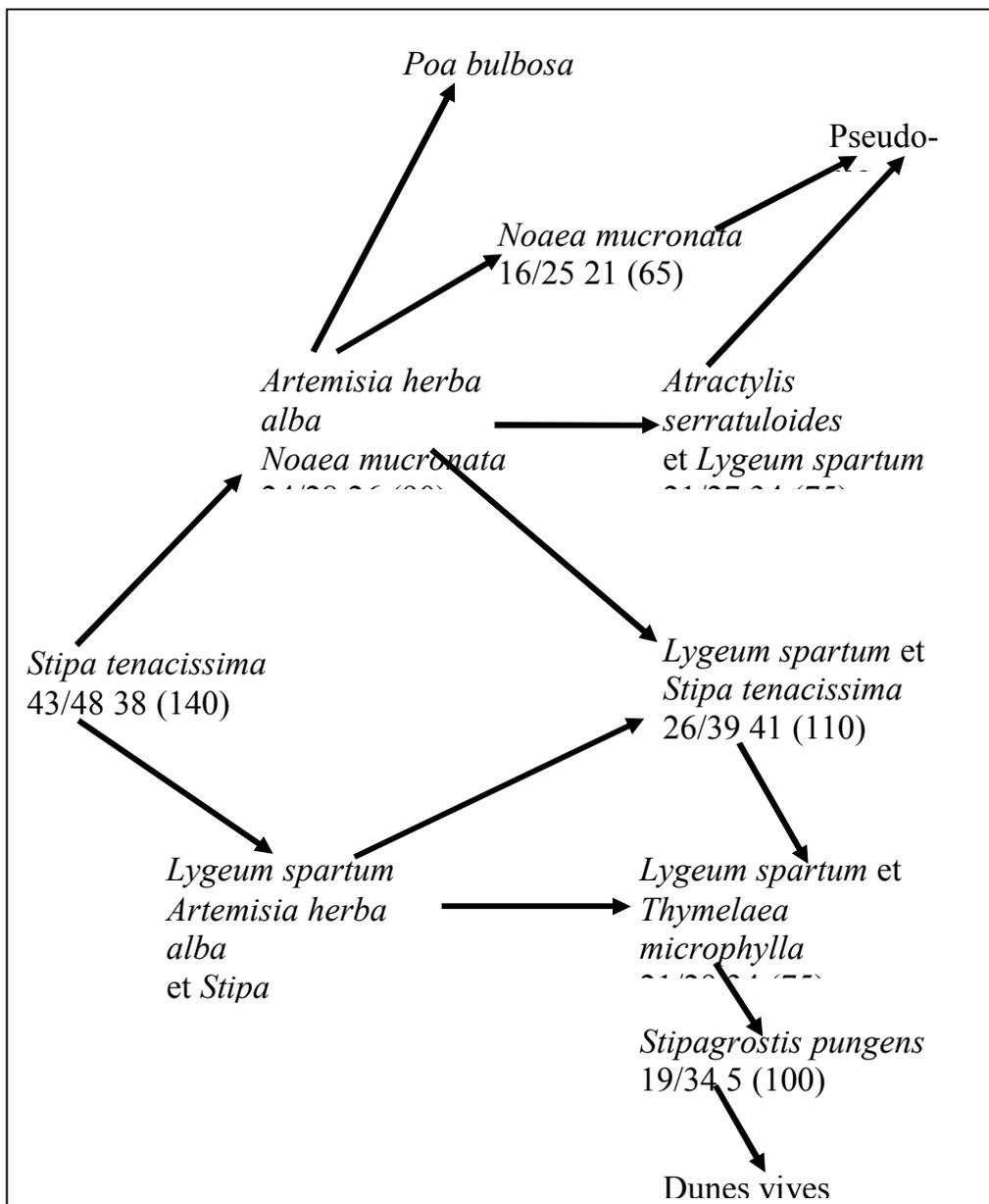


Figure N° 3: Relation de contiguïté entre les principaux groupements steppiques

(AIDOUD et AIDOUD, 1991)

Les valeurs numériques sont données comme suit: RV / RG RF (VP)

RV (%): Recouvrement des espèces pérennes;

RG (%): Recouvrement global de la végétation;

RF (%): Richesse spécifique (nombre moyen d'espèces végétales recensé dans le groupement) ;

VP (UF/Ha/an): Productivité primaire nette aérienne en unités fourragères (UF).

A partir des groupements à *Stipa tenacissima* pur, la dégradation semble suivre deux voies essentielles qui aboutissent aux groupements à armoise blanche par érosion et aux groupements à sparte par dépôts sableux.

Le remplacement des groupements d'alfa est assuré par celui à *Artemisia herba alba* et *Noaea mucronata*. Il peut évoluer, avec une intensification de la pression pastorale, vers un groupement à *Atractylis serratuloides* et *lygeum spartum* ou vers une pelouse à *Poa bulbosa*, comme observé dans le sud algérois. L'évolution vers un groupement à *Noaea mucronata* a été constatée dans le sud algérois.

D'une manière générale, la dégradation s'accompagne d'un appauvrissement du cortège floristique et d'une baisse du couvert végétal global, celui des plantes pérennes plus particulièrement.

c) L'éradication des plantes ligneuses

Cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, mais tend de plus en plus à diminuer (BOUGHANI, 1995).

L'état actuel de la dégradation des peuplements forestiers montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à déraciner les espèces ligneuses (Armoise blanche, Noaea mucronata, Salsola vermiculata et Tetrandra, Hammada scoparia, etc...) où à couper les arbres ou arbustes qui subsistent (Juniperus phoenicoide, Tamaris, jujubier, etc...).(HEDDADJ, 1986).

Enfin, on peut conclure, qu'en voulant exploiter ces milieux à son avantage ; l'homme est manifestement, en grande partie responsable de leur détérioration, mais il en est également la victime. IL contraint de vivre dans des écosystèmes fragiles, soumis à une grande variabilité des précipitations et un retour épisodique de la sécheresse.

3. Tentatives d'amélioration

Devant la gravité d'une telle situation, de nombreuses techniques d'amélioration pastorale ont été conduites, et ce afin d'y remédier au processus de dégradation.

3.1. La mise en défens

La mise en défens temporaire ou différée est la soustraction temporaire d'une surface de pâturage ayant pour but la reconstitution des espèces vivaces, l'établissement des jeunes semis ou la mise à graine des annuelles ou des vivaces (BOURBOUZE et DONADIEU, 1987).

L'efficacité de la mise en défens est d'autant plus grande que le climat est moins aride et les sols sont plus profonds, perméables et fertiles ; cependant cette efficacité dépend aussi de la dynamique de l'écosystème envisagé en particulier de son entropie, de sa résilience et de l'importance spatiale relative des écosystèmes dégradés et non ou peu dégradés en présence (LE HOUEROU, 1985).

La durée de la mise en défens dépend du degré de dégradation des parcours et de la conjoncture pluviométrique au cours de la période de protection (KHELIL, 1997).

De nombreux travaux, notamment ceux de RODIN et al (1970); FLORET (1981) et AIDOUD (1983,1989), montrent que la mise en défens de courte durée permet d'augmenter la production. Malheureusement, l'abus de cette technique n'a pas toujours donné les résultats escomptés.

Par contre, la mise en défens de longue durée aboutit à la lignification de la végétation qui perd de son intérêt pastoral (AIDOUD, 1989). De plus, elle présente l'inconvénient de soustraire pendant longtemps une quantité d'unités fourragères disponibles et surcharger les autres parcours (BENREBIHA, 1984).

Donc ; la solution d'amélioration passe non pas par l'interdiction absolue des pâturages de plusieurs années mais par un simple contrôle de charge par lequel l'animal exerce un effet stimulant sur la végétation (LAPEYRONIE, 1982).

En effet, les piétinements enfouissent les graines et ameublissent le sol, de sorte que les plantes annuelles pourront être favorisées lors de la prochaine germination (PEYRE et FABREGUE, 1971 in UNESCO, 1983). Par contre, lorsque

les piétinements sont trop intenses, ils détruisent les souches de vivaces qui diminuent d'importance relative.

Enfin, la mise en défens pourrait dans des cas particuliers, être accompagnée d'intervention de type recepage, resemis, "pitting" ⁽¹⁾, et devrait être suivie d'une exploitation pastorale rationalisée (BOUGHANI, 1995).

3.2. *Plantation d'arbustes fourragers*

KHELIL (1997) indique que la plantation d'arbustes fourragers présente les avantages suivants:

- Résistance élevée à la sécheresse;
- Réserves sur pied d'aliments généralement de bonne qualité pour les périodes sèches ou de soudure;
- Très grande productivité;
- Aptitude à utiliser les nappes phréatiques plus ou moins profondes (2,20m);
- Utilisation des sols marginaux (dunes, marnes, sols salés, fortes pentes, submersibles...);
- Mise en œuvre relativement facile avec des taux de réussite élevés, lorsque les normes techniques sont respectées;
- Conservation du sol, lutte contre l'érosion et la désertification.

Cette technique, bien que présentant des avantages certains et indéniables, notamment ceux se rapportant à la transformation du paysage steppique et par conséquent, des mentalités pour ceux qui ne voient dans la steppe que le mouton ; est soumise à un certain nombre de contraintes (contrôle absolu du troupeau, gestion relativement élaborée variant d'une espèce à l'autre...), qu'il s'agira de lever

⁽¹⁾ - Il consiste à créer des alvéoles dans le sol qui piégeront les graines, les éléments fins du sol et l'eau de Pluie, pour favoriser les germinations.

et de maîtriser pour faire de la steppe un écosystème en évolution positive s'intégrant dans un véritable système de production.

Cette technique mérite donc d'être développée à grande échelle sur l'ensemble du territoire steppique, comme a commencé à le faire: le H.C.D.S, en introduisant le *cactus*, l'*Atriplex canescens*, l'*Acacia* et le *Medicago arboria* qui donnent des résultats encourageants, dès lors qu'elles sont suivies. L'avenir de ces introductions végétales reste cependant lié, à l'adhésion des éleveurs. (Photo N°3)

3.3. Exploitation rationnelle

L'amélioration de ces parcours et de leur productivité ne doit pas se limiter à de simples actions de mise en défens ou de plantation. Elle suppose une organisation de la gestion de ces parcours qui préserve et améliore la végétation à travers des statuts juridiques adoptés et une exploitation rationnelle.

L'exploitation rationnelle nécessite, une mise en place d'un système de rotation de pâturage dont le respect de la charge à l'hectare est l'élément fondamental et qui prend différentes significations. (BOUGHANI, 1995).

La charge est définie comme étant le nombre d'animaux d'un type précis par hectare et pour une période donnée.

On l'estime théoriquement en nombre d'hectares par unité ovine ou en UF/Ha, on admette que :

- 1 unité ovine = 400UF/an ;
- 1 unité caprine = 300UF/an ;
- 1 unité caméline = 2000UF/an .

1 unité ovin = 1 brebis + 1 agneau (jusqu'à l'âge de 3 mois).

Les éléments servant à la détermination de la charge sont:

- La production fourragère et période végétative;
- La fréquence de repousses;
- La consommation par jour et par tête.

Ainsi, plusieurs types de charge ont été définis selon LE HOUEROU et FROMENT (1966):

a) Charge réelle:

C'est la charge effective, actuellement imposée au parcours ou le rapport pondéré du nombre d'animaux à la surface du parcours. Elle est presque toujours excessive et conduit à la dégradation pastorale et à la désertification

b) Charge d'équilibre

C'est la charge maximale que peut supporter, en moyenne, un pâturage sans que sa flore pastorale ne se dégrade. Celle-ci est synonyme de charge optimale actuelle.

c) Charge de régénération

C'est la charge à ne pas dépasser pour qu'un pâturage plus ou moins dégradé revienne à son état d'équilibre initial (pastoro-climax) dans un laps de temps variable (5 à 10 ans), selon la conjoncture climatique.

d) Charge optimale potentielle

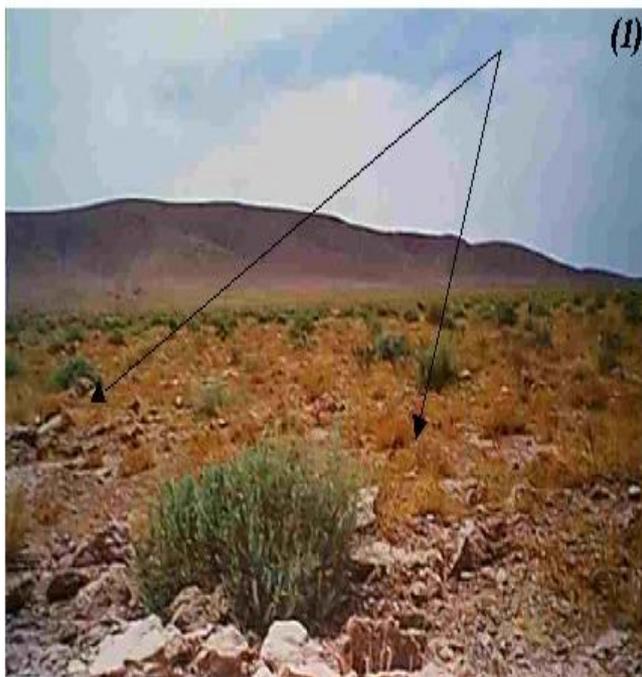
C'est une notion théorique qui désigne la charge d'équilibre d'un pâturage régénéré. En d'autre terme, c'est l'expression d'un pastoro-climax où la charge serait en équilibre avec une végétation et un sol non dégradé.

La charge optimale potentielle peut être réalisée sur des surfaces restreintes dans des conditions bien déterminées.

e) Coefficient de surpâturage

C'est le rapport de la charge d'équilibre (C_e) à la charge réelle (C_r). Il est exprimé en P.100 de la charge d'équilibre. La relation peut s'écrire:

$$S = 100 \left(1 - \frac{C_e}{C_r} \right)$$



*Photos montrant des plantations d' *Atriplex canescens* de différents âges dans la région de Rechaïga(1; 2 et 3) et de Ksar Chellala(4). Autour de chaque pied on observe une reprise de la végétation -OUAFFAI A.-I.S.A.-C.U.Tiarei/Mai-Juin/2000*

*Photo N° 3 : Plantation d' *Atriplex* à différents âge*

1. Méthodes d'études quantitatives de la végétation

L'évaluation pastorale en milieu steppique a progressé selon des approches qui sont devenues de plus en plus rigoureuses et précises au fur et à mesure que s'améliore la connaissance du milieu et les techniques de mesure.

L'application et la généralisation d'une telle ou telle technique étant très difficile; surtout dans les régions à végétation ouverte et soumise aux influences des différents facteurs liés au milieu qui agissent négativement sur son développement.

En effet, l'évaluation des groupements végétaux est soumise à des grandes variations saisonnières et inter-annuelles. Ces variations sont dues à deux principaux facteurs: les conditions climatiques propres à chaque saison et le comportement de chaque espèce.

Enfin, établir une étude quantitative d'une végétation; c'est connaître sa structure, sa composition floristique et ses potentialités productives. Nombre de méthodes ont été élaborées pour la quantification, et ce à partir de relevé phytosociologique, relevé phytoécologique, ainsi que des méthodes destructives ou non destructives d'évaluation de la phytomasse.

1.1. Méthodes de mesures et d'évaluation de la phytomasse

Les mesures de phytomasse sont actuellement de plus en plus utilisées. Le principe consiste à déterminer la biomasse d'une ou plusieurs espèces ou d'une communauté végétale. Il s'agit de la quantité en poids de matière végétale fraîche ou sèche par unité de surface.

La détermination de la biomasse végétale peut être obtenue directement par les coupes de végétation ou indirectement par la méthode dite "non destructive".

1.1.1. Méthode directe ou méthode destructive

Le principe consiste à couper toute la végétation au ras sol, sur la surface d'échantillonnage. Les échantillons prélevés sont séparés en partie verte (jeunes pousses) et partie morte (partie ligneuse) puis séchés. Les résultats sont exprimés en matière sèche.

C'est une méthode rigoureuse ne nécessitant pas de compétences. En revanche, elle exige beaucoup de temps pour sa réalisation.

1.1.2. Méthode indirecte ou méthode non destructive

La méthode indirecte ou non destructive du matériel végétal (GOUNOT, 1969), dite aussi méthode allométrique, est couramment utilisée. Elle a été utilisée par AIDOUD (1983). Son principe consiste à établir des corrélations entre le poids d'un végétal et certains paramètres morphologique (hauteur de la plante, diamètre de la couronne, de la touffe).

Elle est rapide, peu coûteuse, nécessite des travaux antérieurs dans la surface d'étude pour le même type de végétation.

1.2. Méthodes de mesure du recouvrement de la végétation

Plusieurs méthodes ont été élaborées, elles reposent sur des relevés phytosociologiques et phytoécologiques.

1.2.2 Relevé phytosociologique

Les espèces ne sont pas distribuées d'une manière identique dans le relevé; certaines sont beaucoup plus abondantes, couvrant une partie importante du sol et paraissent jouer un rôle dominant, d'autres sont relativement rares. Des échelles chiffrées permettent de décrire cette distribution en surface.

1.2.1.1. Abondance-dominance

- **Abondance:** C'est la proportion relative des individus d'une espèce donnée ;
- **Dominance:** C'est la surface couverte par cette espèce.

Dans la pratique, ces deux notions sont très voisines. C'est pourquoi, il a été convenu d'une échelle générale permettant de les apprécier simultanément en considérant que c'est le degré de recouvrement qui est important à définir pour les espèces les mieux représentées et au contraire l'abondance qui importe pour les espèces plus rares.

C'est l'échelle de BRAUN-BLANQUET (1959), qui est généralement adoptée, s'exprimant en coefficient de 1 à 5.

- 1 = espèces bien représentées mais couvrant moins de 1/20;
- 2 = espèce abondantes mais couvrant moins de 1/4;
- 3 = espèces couvrant environ de 1/4 à 1/2 de la surface ;
- 4 = espèces couvrant environ de 1/2 à 3/4 de la surface ;
- 5 = espèces couvrant environ de 3/4 de la surface.

1.2.1.2. Sociabilité

Celle-ci se traduit par un coefficient défini dans une échelle comprise entre 1 et 5. Cette échelle donne une idée de la disposition des individus de l'espèce considérée par un relevé de végétation.

L'échelle de sociabilité de BRAUN-BLANQUET étant la suivante :

- 1 = individus isolés ;
- 2 = individus formant de petits groupes ;
- 3 = individus formant de troupes ;
- 4 = individus formant de petites colonnes ;
- 5 = peuplement compacts.

1.2.2. Relevé phytoécologique

1.2.2.1. Méthode linéaire ou méthode de points quadrats

Son principe consiste à noter la fréquence (GOUNOT, 1969; DAGET et POISSONET, 1971) des différents éléments: Espèces, sol nu, cailloux, roche mère, litière etc...., le long d'une ligne matérialisée par un ruban gradué, double décimètre par exemple, tendu au-dessus du tapis végétal. La lecture le long de la ligne se fait par point à un intervalle régulier tous les 10cm, transect retenu par le C.R.B.T (1978) dans le cas des parcours steppiques.

A l'aplomb de chacun des points, matérialisés par des aiguilles métalliques, généralement au nombre de 10 de faible diamètre (4 mm). On note les caractères suivants:

- L'espèce ou les espèces en contact avec l'aiguille ;
- Si aucune espèce n'est présente, on note les éléments rencontrés à la verticale de l'aiguille, tels que: sol nu, litière, cailloux, roche mère, etc....

C'est une méthode simple, rapide et objective. Elle peut être utilisée pour étudier la structure de toute végétation basse à condition qu'il n'ait pas de vents trop fréquents.

1.2.2.2. Méthode de la roue à pointes

Cette méthode a été mise au point par TIDMARSH et HAVEGNA (1955). Elle a été développée en Afrique du sud et en Australie. Elle a été utilisée dans l'étude de la végétation steppique dans la région de Ksar-Chellala par (DPOM,1980)

Le dispositif expérimental est une roue avec un point mobile se déplaçant sur une circonférence de 2 mètres pour une distance parcourue (transect) de 1kilomètre. Ce transect permet de recueillir 2000 points pour la couverture du feuillage et 1000 points pour la composition botanique.

A chacun des points de données, l'espèce vivante la plus proche est enregistrée et si aucune plante n'existait à 25cm de diamètre du point, on enregistre un "sol vide". Cette donnée définit la composition botanique des espèces et les sols vides sur 1000 points enregistrés.

La couverture aérienne est définie comme " un touché " si le point touche le feuillage, pendant qu'il décrit un arc de cercle de la position horizontale à la position verticale.

C'est une technique très simple et facile d'utilisation. Elle permet de réaliser des relevés sur de grandes distances et le nombre de points de lecture est important (1000 à 2000 points). Elle s'applique principalement à l'étude de structure de la végétation ouverte et discontinue.

1.2.2.3. Autres relevé phytoécologique

- Relevé circum-linéaire c'est un relevé linéaire auquel est associé un mouvement circulaire.

Le principe consiste à prendre un relevé linéaire classique, on fixe l'une des extrémités du ruban gradué, dans les quatre directions des points cardinaux. Cela permet d'évaluer le recouvrement de, non pas une ligne, mais de balayer un cercle de diamètre égal à vingt mètres (TAZAIRT, 1992).

- Le relevé phytoécologique, mis au point par GODRON et al.,(1968), fut adapté par quelques modifications aux conditions particulières des zones arides (AIDOUD, 1984).

Dans ce relevé, la liste floristique est notée en suivant le dispositif de carrés à surfaces croissantes : les espèces sont relevées sur une surface de 1/4 m², puis 1/2 m² en ajoutant les espèces nouvelles et ainsi de suite en doublant les surfaces jusqu'à atteindre 32m². Nous considérons alors que l'essentiel des espèces est recensé.

- Surface terrière (recouvrement basal):

C'est la surface occupée par les parties aériennes des individus de l'espèce au niveau du sol.

D'après BROWN (1954), la mesure des surfaces basales dans les prairies peut être facilitée par l'emploi de décimètres comportant des cercles de surface variable qui permettent des estimations plus sûres. On l'exprime par unité de surface (cm², ha).

Cette méthode présente l'avantage d'être facile à apprécier et plus stable que le recouvrement total dans le cas des formations herbacées ouvertes.

Parmi les inconvénients de cette méthode, citons:

- Sa faible contribution chez les espèces où la surface basale varie trop ou peu.
- La nécessité de couper la végétation pour préciser la mesure.

1.3. Evaluation de la valeur pastorale

La valeur pastorale d'un faciès de végétation est définie comme étant un indice global de qualité effectué à un parcours, en fonction de la composition floristique et de sa contribution au tapis végétal.

Ce coefficient a été utilisé pour l'évaluation pastorale de la végétation des herbages d'Europe par DEVRIES et al, (1942); (DAGET et POISSONET, 1971).

Par la suite, il est généralisé aux parcours steppiques du Maghreb par IONESCO (1968), et enfin le C.R.B.T l'a appliqué en Algérie à partir de l'année 1978.

La valeur pastorale peut être déduite facilement grâce à l'analyse linéaire de la végétation et aux indices spécifiques. Celle-ci est obtenue en multipliant pour chaque espèce, sa contribution spécifique (CS_i) au tapis végétal par son indice de qualité spécifique (IS_i) et en additionnant ensuite les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces, d'où la relation :

$$Vp = 0,1 \cdot \left(\sum_{i=1}^{i=n} C_{si} \times I_{si} \right) \cdot \frac{RG}{100}$$

- Vp : Valeur pastorale de la station;
 C_{si} : La contribution spécifique;
 0,1 : Coefficient utilisé pour la steppe;
 I_{si} : Indice spécifique;
 RG : Recouvrement global.

La détermination de la valeur pastorale fait intervenir certains paramètres qui sont:

- **La fréquence absolue (F_a):** c'est le nombre de fois où on a rencontré l'espèce sous la ligne

- **La fréquence spécifique**

La fréquence spécifique F_s(i) d'une espèce i est une fréquence relative égale au rapport du nombre de points où l'espèce a été relevée au nombre total de points échantillonnés.

$$F_{si} = \frac{\text{Fréquence absolue}}{\text{Nombre de points}}$$

- **Contribution spécifique**

La contribution spécifique C_s(i) d'une espèce i au tapis végétal est égale au rapport de la fréquence F_{si} sur la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés :

$$C_{si} = \frac{F_{si}}{\sum F_{si}} \times 100$$

- Indice spécifique ou coefficient de valeur

Sur le plan pastoral, chaque espèce est caractérisée par un indice de qualité spécifique (I_{si}).

Cet indice varie de 0 à 10 (C.R.B.T, 1978), et s'obtient par l'interprétation des données multiples essentiellement Zootechniques: (Vitesse de croissance, valeur nutritive, appétibilité, digestibilité ...).

Les facteurs écologiques (milieu, climat) peuvent affecter la valeur de l'indice spécifique qui reste également sujette à des appréciations parfois subjectives.

L'application des indices permet d'effectuer des comparaisons valable et instructives entre parcours d'une même région.

- Le couvert végétal (ou recouvrement global RG) est égal au rapport du nombre total de points de végétation à celui des points échantillonnés

A chaque point de végétation, plusieurs espèces peuvent être notées. La somme des fréquences est ainsi au moins égale au recouvrement global.

1.4. Evaluation de la productivité

La productivité pastorale est l'équivalent énergie exprimé en UF /ha/temps. Elle est déterminée par la formule suivante:

$$P_{ei} = R_i \times V_{ei}$$

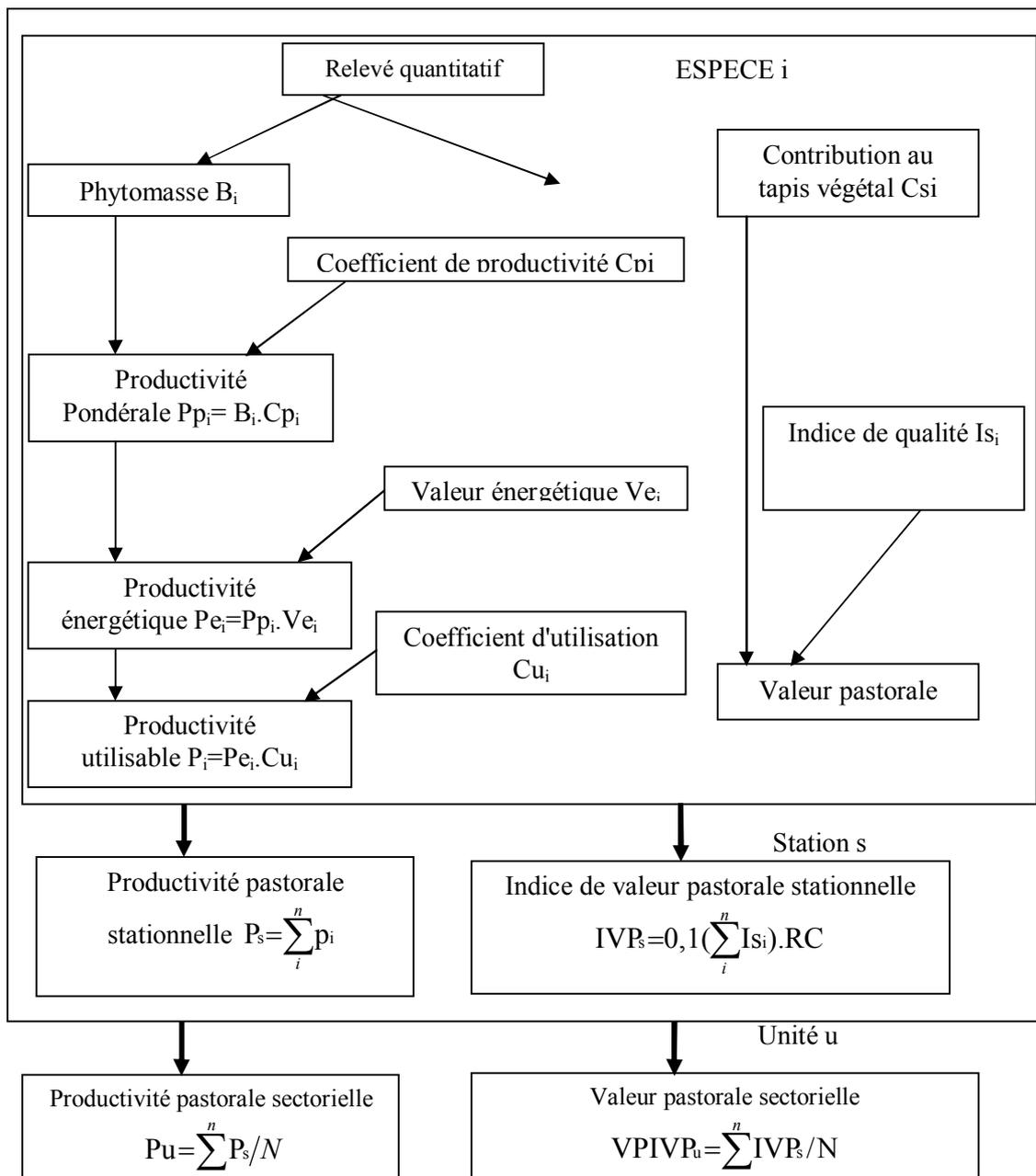
P_{ei} : Productivité pastorale en UFL/Ha/an ou saison ;

R_{ei} : Productivité consommable en kg/Ha/an ou saison ;

V_{ei} : Valeur énergétique en UFL/kg Ms ;

i : Espèce donnée.

La productivité pastorale et la valeur pastorale sont déterminées selon le schéma ci-dessous de synthèse établi par AIDOUD (1983).



n : nombre d'espèces recensées par station .
 N : nombre de stations considérées dans l'unité cartographiée.
 RG : recouvrement global de la végétation.

Figure N° 4 : Représentation schématique de la démarche suivie pour la détermination de la productivité pastorale et de la valeur pastorale d'une unité de végétation (AIDOU, 1983).

Etude expérimentale

Deuxième partie

Deuxième partie: Etude de la valeur nutritive

Objectif

Déterminer la valeur nutritive (composition chimique, digestibilité in vitro et valeur énergétique) des principales espèces végétales steppiques parmi celles qui prédominent dans les communautés observées dans l'étude structurale, en vue d'évaluer leur potentiel nutritionnel.

1. Matériels et méthodes

1.1. Matériels

1.1.1. Le Végétal

1.1.1.1. Choix des espèces

L'étude de la valeur nutritive porte sur *Artemisia herba alba*, *Anabasis oropediorum*, *Noaea mucronata*, *Stipa parviflora*, *Poa bulbosa* et *Iris sisyrrinchium*. Ces 6 espèces sont retenues dans cette étude en raison de leur dynamique observée entre 1980 et 2000 ainsi que de leur dominance au sein des communautés végétales inventoriées.

1.1.1.2 Description et exigences écologiques.

a) *Artemisia herba alba*

- **Nom arabe** : Chih
- **Description** : C'est un sous-arbrisseau au parfum caractéristique, avec une hauteur de 30-40 cm, un diamètre de 10-20cm. Les tiges sont nombreuses, les feuilles vert blanc laineuses, ainsi que les rameaux. capitules très petits (1 à 1,5 mm) ovoïde (Photo N° 8).
- **Exigences écologiques**: fonds humides sur terre meuble et limoneuse, pâturages rocailleux, Hauts plateaux.

b) *Anabasis oropediolum*

- **Nom arabe :** Adjram
- **Description :** c'est un buisson bas, à souches épaisses et tortueuses, émettant des rameaux articulés presque aphyllés. Les fleurs isolées à l'aisselle de chaque feuille. Un fruit entouré par 3 ailes dues à la dilatation de trois des cinq sépales; pendant les périodes de grande sécheresse, les rameaux sont caducs et tombent au pied de la plante. Feuilles à partie libre plus longue, terminée par une pointe souvent recourbée vers l'extérieur (Photo N° 9).
- **Exigences écologiques:** s'adapte aux sols rocailloux, aux abords de l'Atlas saharien.

c) *Noaea mucronata*

- **Nom arabe :** Choubroug
- **Description :** C'est un sous arbrisseau xérophyte, à tige dressée terminée en épine ; feuilles alternées linéaires (1 à 2cm) de long, souvent très denses sur les rameaux courts (Photo N° 10).
- **Exigences écologiques :** Pâturage rocailloux.

d) *Stipa parviflora*

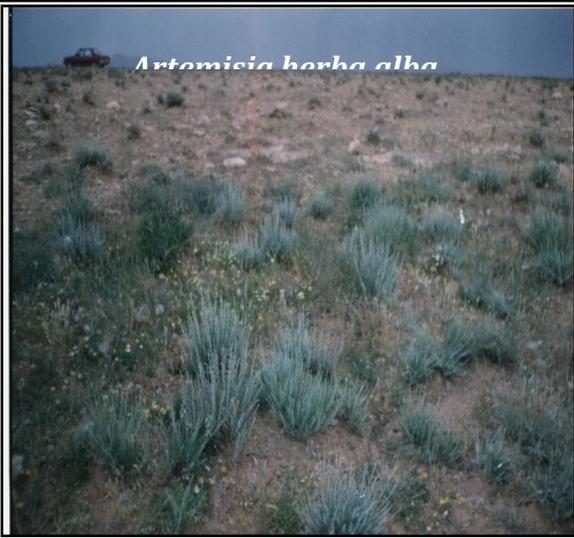
- **Nom arabe:** Zouai.
- **Description:** plante vivace caractérisée par les longues barbes de l'inflorescence et des feuilles filiformes ordinairement enroulées. L'épillet est uniflore, les glumes membraneuses sont bien plus longues que la glumelle inférieure.
Le fruit est un caryopse en fuseau libre dans les enveloppes (Photo N° 11) .
- **Exigences écologiques :** Du littoral oranais au Sahara. Steppes dégradées sur sol squelettiques des glacis à croûtes.

e) *Poa bulbosa*

- **Nom arabe :** Bechna
- **Description:** C'est une géophyte en coussinet (parfois gazonnante) qui commence à verdir dès l'automne. Elle se développe de façon très abondante si l'automne est humide et relativement froid. (Photo N° 12).
- **Exigences écologiques :** s'adapte aux pâturages surchargés.

f) *Iris sisyrinchium*

- **Nom arabe:** Boucila, cheraïq
- **Description :** plante vivace, bulbeuse, tige de 5 à 30 cm de hauteur. 1 à 2 feuilles étroitement linéaires, en gouttière, plus longues que la tige, incurvés en dehors. Fleurs par 2 à 5, mauves, à taches jaunes ou blanches sur les pièces externes du périanthe.
- **Exigences écologiques :** Lieux arides et sablonneux, rocaïles au voisinage de la mer. Communs dans le tell et sur les hauts plateaux.



Artemisia herba alba



Anabasis oropediorum (9)



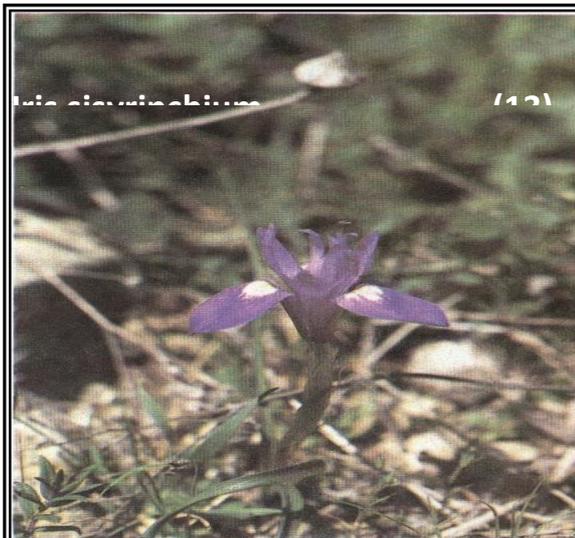
Nucca myrsinifera



Stipa pennata (11)



Poa bulbosa



Lilia sinuatum (12)

Photo N° 8 à 13 : plantes pastorales étudiées

1.1.1.3. Classification

La classification est illustrée dans le tableau N° 24.

Tableau N° 24 : classification des espèces pastorales étudiées.

| <i>Famille</i> | <i>Genre</i> | <i>Espèces</i> | <i>Types biologiques</i> |
|----------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| Composées | Artemisia | <i>Artemisia herba alba</i> | Chaméphyte |
| Chénopodiacées | Noaea | <i>Noaea mucronata</i> | |
| | Anabasis | <i>Anabasis oropediorum</i> | |
| Graminées | Stipa | <i>Stipa parviflora</i> | Hémicryptophyte |
| | Poa | <i>Poa bulbosa</i> | Géophyte |
| Iridacées | Iris | <i>Iris sisyrinchium</i> | |

1.1.2. Animaux donneurs de jus

Le jus de rumen provient de 3 béliers de race **Ouled Djellal**. Durant la période expérimentale, ces animaux reçoivent une alimentation à base de paille, complémentée par du concentré.

1.1.3. Dispositif de prélèvement

C'est une sonde oesophagienne, de conception simple, constituée d'un tuyau en caoutchouc dont une extrémité est enfoncée par la bouche dans le rumen de l'animal et la deuxième reliée à une seringue de 500 ml, permettant d'aspirer le jus de rumen comme l'indique la figure N° 25.

Le jus aspiré est récupéré dans un thermos afin de maintenir sa température constante durant le temps séparant le moment de prélèvement et celui de la mise en route de la fermentation. Le prélèvement s'effectue 2 heures après le repas du matin.

1.1.4. Système de fermentation

C'est un fermenteur du type vase clos conçu par OUAFFAI, selon les principes de la méthode de TILLEY et TIRRY (1963). Il est équipé de 27 ballons de 250ml à col rodé chacun et hermétiquement fermés par des bouchons portant un système de réfrigération à eau pour limiter les pertes de certains produits de fermentation (Ammoniac, Acides gras volatils...) (Figure N° 26). Chaque ballon est relié à un système permettant la récupération des gaz de fermentation et de mesurer la quantité produite à tout moment de la période d'incubation.

Les ballons sont maintenus dans un bain-marie dont la température est stabilisée à 39 - 40 °C grâce à un agitateur chauffeur thermostaté.

Chacun des ballons contient le substrat, l'inoculum et la solution saline et saturé en CO₂.

La composition chimique de la solution saline (salive artificielle) est indiquée dans le tableau N° 25. Elle dérive de celle proposée par MC DOUGALL (1948) et permet d'apporter dans le milieu les éléments minéraux nécessaires à la croissance microbienne et de maintenir le pH dans une zone proche de la neutralité.

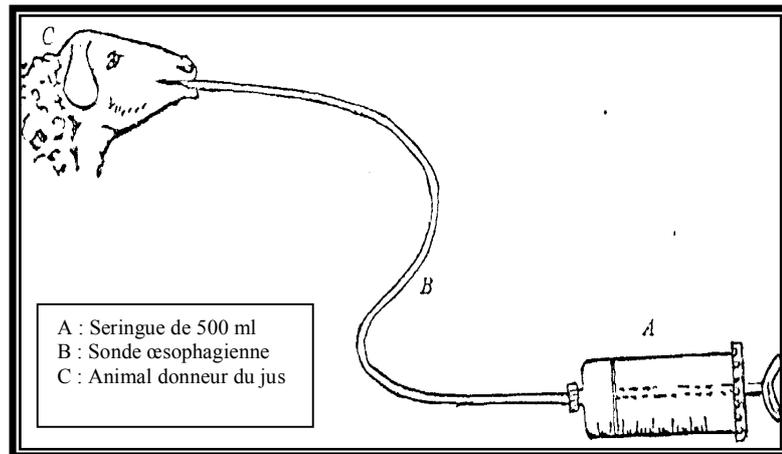


Figure N° 25 : La sonde œsophagienne (Conçue par OUAFFAI Labo zootechnie)

Figure N° 26 : Système de fermentation (Conçu par Mr OUAFFAI au labo. de zootechnie)



Figure N° 27 : Dispositif de filtration.

**Tableau N° 25: Composition chimique de la solution saline d'après
MC.DOUGALL**

(1948)

| <i>Composants</i> | <i>Quantité (g/ litre)</i> |
|---|----------------------------|
| NaHCO ₃ | 9,240 |
| N ₂ HPO ₄ , 12 H ₂ O | 7,125 |
| NaCl | 0,470 |
| Kcl | 0,450 |
| MgCl ₂ , 6H ₂ O | 0,10032 |
| FeSo ₄ , 7 H ₂ O | 0,075 |
| CaCl ₂ , 2H ₂ O | 0,073 |
| NaSo ₄ | 0,068 |
| MnSo ₄ , H ₂ O | 0,004 |
| CoCl | 0,00354 |
| CuSo ₄ , 5H ₂ O | 0,002 |
| ZnSo ₄ , 7 H ₂ O | 0,0001 |

1.1.5. Dispositif de filtration

Il est composé de 6 entonnoirs reliés en deux séries de 3 par un système de tuyauterie et aboutissant à une pompe à vide.

Chaque entonnoir est muni d'un morceau de tissu en nylon d'une porosité égale à 50 microns (µm) environ. (Figure N° 27).

1.2. Méthodes d'analyse chimique

1.2.1. Teneur en matière sèche (MS)

La teneur en matière sèche est déterminée à partir d'une prise d'essai de 10 grammes, après un séjour de 48 heures à l'étuve à 80 °C.

1.2.2. Teneur en matière organique (MO)

C'est le complément à 100 de la teneur en cendre de la matière sèche. La teneur en cendre est déterminée à partir d'une prise d'essai de 1 gramme de matière sèche par calcination dans un four à moufle pendant 07 heures à 550 °C.

1.2.3. Teneurs en matières azotées totales (MAT)

La teneur en matières azotées totales est obtenue en multipliant la teneur en azote total par le coefficient d'analyse qui est pour les fourrages 6,25. La teneur en azote total est déterminée selon la méthode de KJELDAHL, à partir d'une prise d'essai de 1 gramme de matière sèche. Le protocole de dosage est illustré dans la figure N° 28.

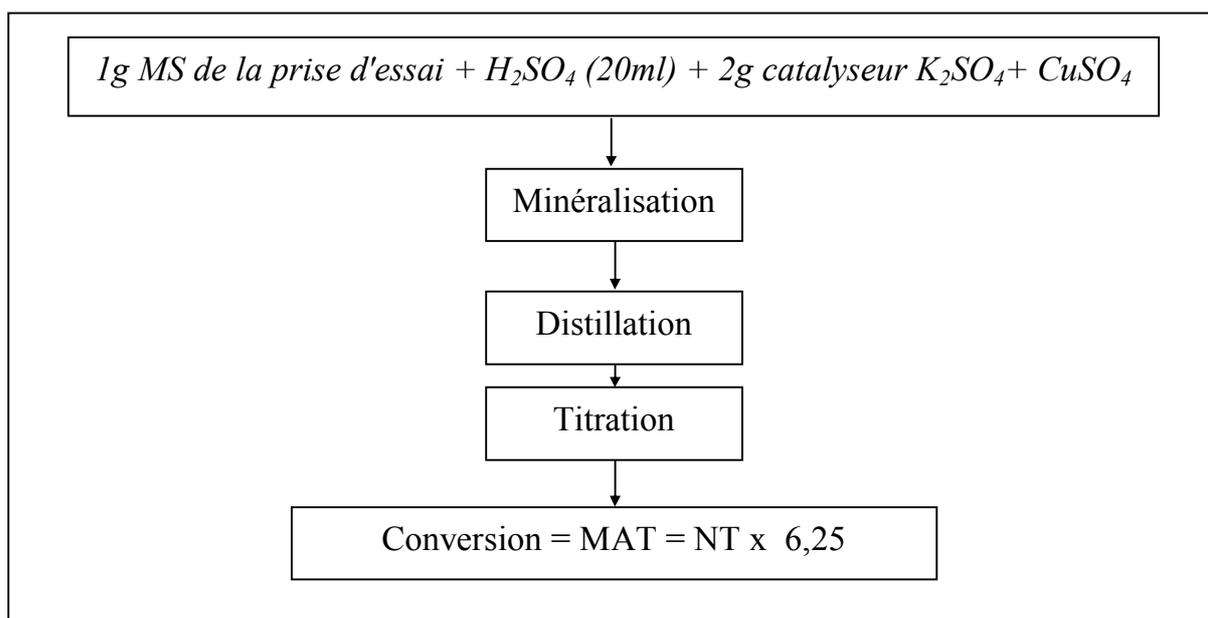


Figure N° 28: protocole des dosages des matières azotées par l'analyseur

1.2. 4. Teneur en cellulose brute (CB)

Elle est déterminée à partir d'une prise d'essai de 1 gramme par un auto-analyseur "fibretec".

C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse, la première par l'acide sulfurique et la deuxième par l'hydroxyde de potassium, suivie d'un lavage à l'acétone, un étuvage de 8 heures à 105 °C et une calcination de 7heures à 550 °C.

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante:

$$CB (\%) = \frac{P' - P''}{\text{poids de l'échantillon}} \times 100$$

Où

P' : poids à l'étuvage correspond au poids de la cellulose brute, sèche en gramme avant calcination.

P'' : poids après calcination correspond au poids des cendres de la cellulose

Le protocole est décrit par la figure N° 29.

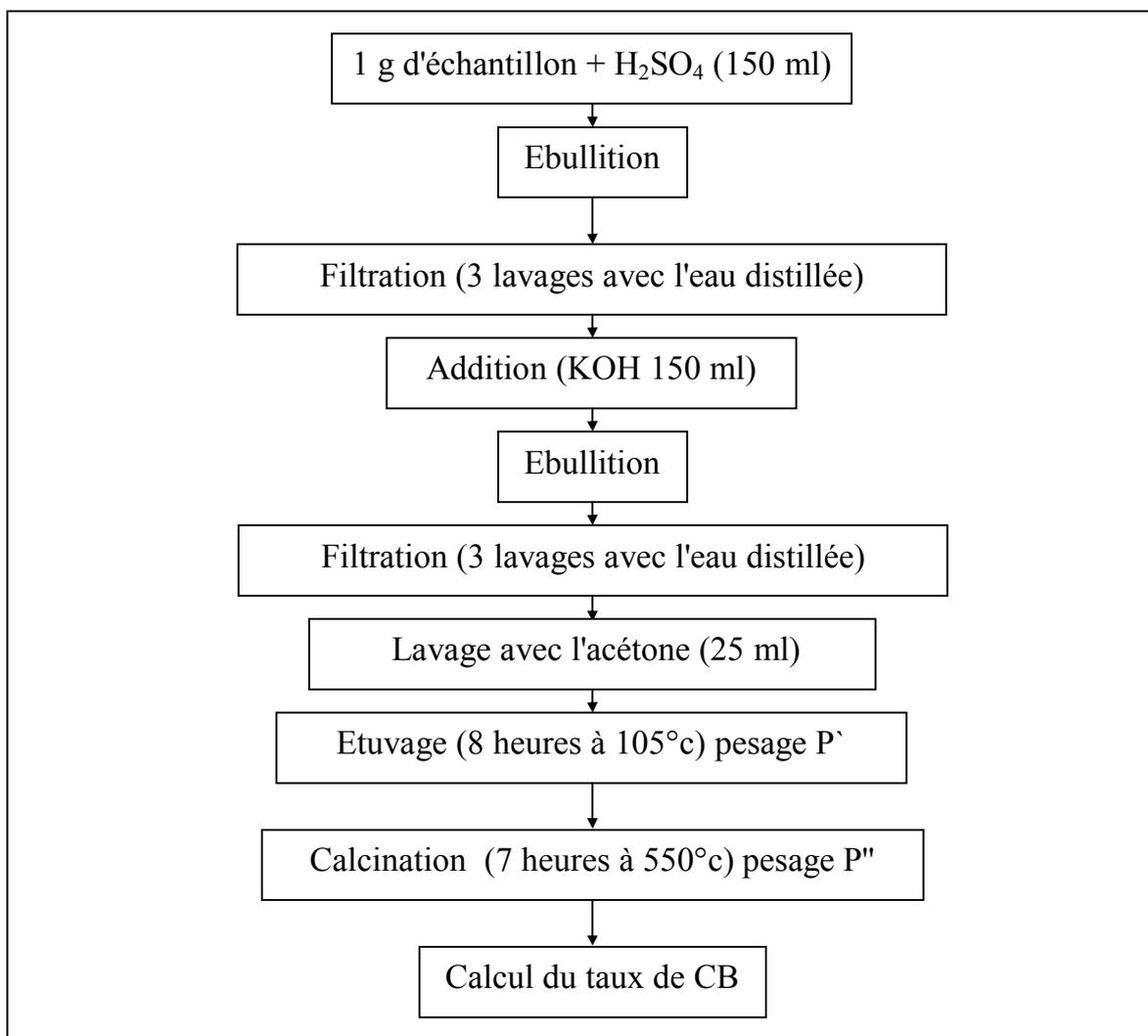


Figure N° 29: Protocole des dosages de la cellulose brute par le fibretec

1.2.5. Teneur en énergie brute (EB)

L'énergie brute est déterminée à l'aide d'un calorimètre de modèle (HAAC, HC 10), selon le protocole décrit par la figure N° 30.

a) Calcul de la capacité du calorimètre

Celle-ci est obtenue en étalant le calorimètre par des pastilles d'acides benzoïques.

La capacité calorifique du calorimètre est donnée par la formule suivante:

$$C = \frac{Q_B \cdot m - (LQ_N - Q_S)}{dt}$$

Avec :

C : capacité calorifique du calorimètre (j/Kelvin) .

dt : augmentation de la température du système calorifique (°K) lors de la combustion de l'échantillon (acide benzoïque).

Q_B : valeur calorifique brute de l'acide benzoïque (j/ g) = 26457 j/g .

m : poids de la pastille d'acide benzoïque (g) .

Q : chaleur de la combustion du fil de nickel = 2,69 j/cm.

Q_s : chaleur de la combustion du fil de coton =47 j/fil.

L : longueur du fil de nickel (cm).

a) Calcul de la valeur calorifique de l'aliment

La valeur calorifique de l'aliment est déterminée par la formule suivante :

$$Q = \frac{C \cdot dt - (LQ_N - Q_s)}{m}$$

Avec :

Q : Valeur calorifique de l'échantillon testé (j/Kg).

m : poids de l'échantillon testé.

Les résultats sont exprimés en joules La conversion du système standard international permet d'obtenir les résultats en calories par l'égalité $1 \text{ j} = 0,2388 \text{ cal}$. Nous utilisons le kcal pour exprimer nos résultats $1 \text{ cal} = 10^{-3} \text{ kcal}$.

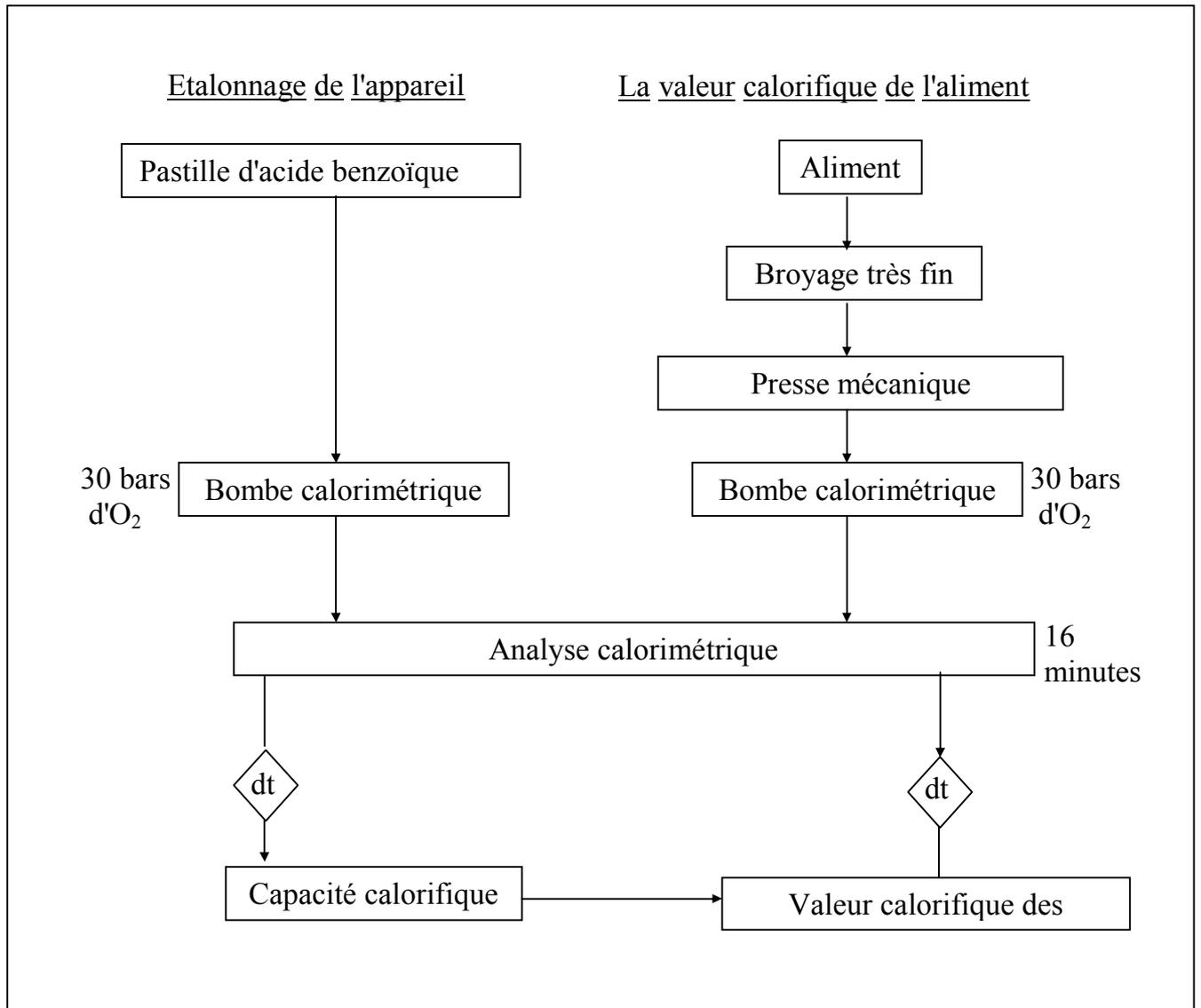


Figure N° 30 : Protocole de dosage et la détermination de la valeur énergétique par le calorimètre.

2. Protocole expérimental

Le protocole expérimental de notre étude est représenté par la figure N° 31.

Il repose sur les étapes suivantes :

- Prélèvement et échantillonnage ;
- Traitements préliminaires des échantillons ;
- Fermentation ;
- Analyses.

2.1. Sur parcours

2.1.1. Le prélèvement

Le prélèvement est réalisé dans différents endroits des stations d'études, sur chaque pied ou touffe de chacune des espèces retenues, selon la méthode directe (destructive) qui consiste à couper la partie consommable de la végétation. Il est fractionné en partie ligneuse (pousses âgées) et en partie herbacée (jeunes pousses). Seule la partie herbacée est retenue pour notre étude.

2.2. Au laboratoire

2.2.1. Traitements préliminaires des échantillons

2.2.1.1. Préséchage

Les échantillons prélevés sont préalablement exposés à l'air libre pour réduire leur teneur en eau, ensuite mis à l'étuve pour un séchage complet afin de faciliter l'opération de broyage.

2.2.1.2. Broyage

Le broyage des échantillons s'effectue à l'aide d'un broyeur muni d'une grille de 10 mesh de diamètre environ.

2.2.2. Fermentation

2.2.2.1. Inoculation et mise en route du fermenteur

Le jus de rumen préalablement obtenu est filtré à travers 4 couches de bande à gaz. Chaque ballon reçoit 1 gramme de l'aliment testé et 100 ml d'inoculum constitué de 50 ml de jus de rumen filtré et 50 ml de solution saline. L'ensemble est saturé en CO₂ et maintenu dans un bain- marie à une température de 39 à 40°C pendant 48 heures (Figure N° 32).

2.2.2.2. Arrêt de fermentation et filtration

Après 48 heures d'incubation, la fermentation est arrêtée par addition de 10 ml de HCl (20 p.100).

Le contenu de chaque ballons est filtré sous vide, sur tissu en nylon à maille de 50 µm environ préalablement taré, rincé à l'eau distillée jusqu'à décoloration totale de l'eau de rinçage.

Le résidu alimentaire est mis à l'étuve à 80 °c pendant 48 heures, puis pesé en vue de déterminer le taux de disparition de la matière sèche. Il est ensuite stocké pour des analyses ultérieures.

Le taux de disparition des échantillons est déterminé comme suit:

$$T D = \frac{P_1 - (P_3 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Où

P₁: poids de matière sèche initial

P₂: poids de tissu filtré sec

P₃: poids de matière sèche résiduelle + tissu sec.

2.2.3. Analyses

Pour chacune des espèces retenues, les analyses ont porté sur la matière organique, matières azotées totales, cellulose brute et énergie brute sur le substrat (avant fermentation) et sur le résidu (après fermentation).

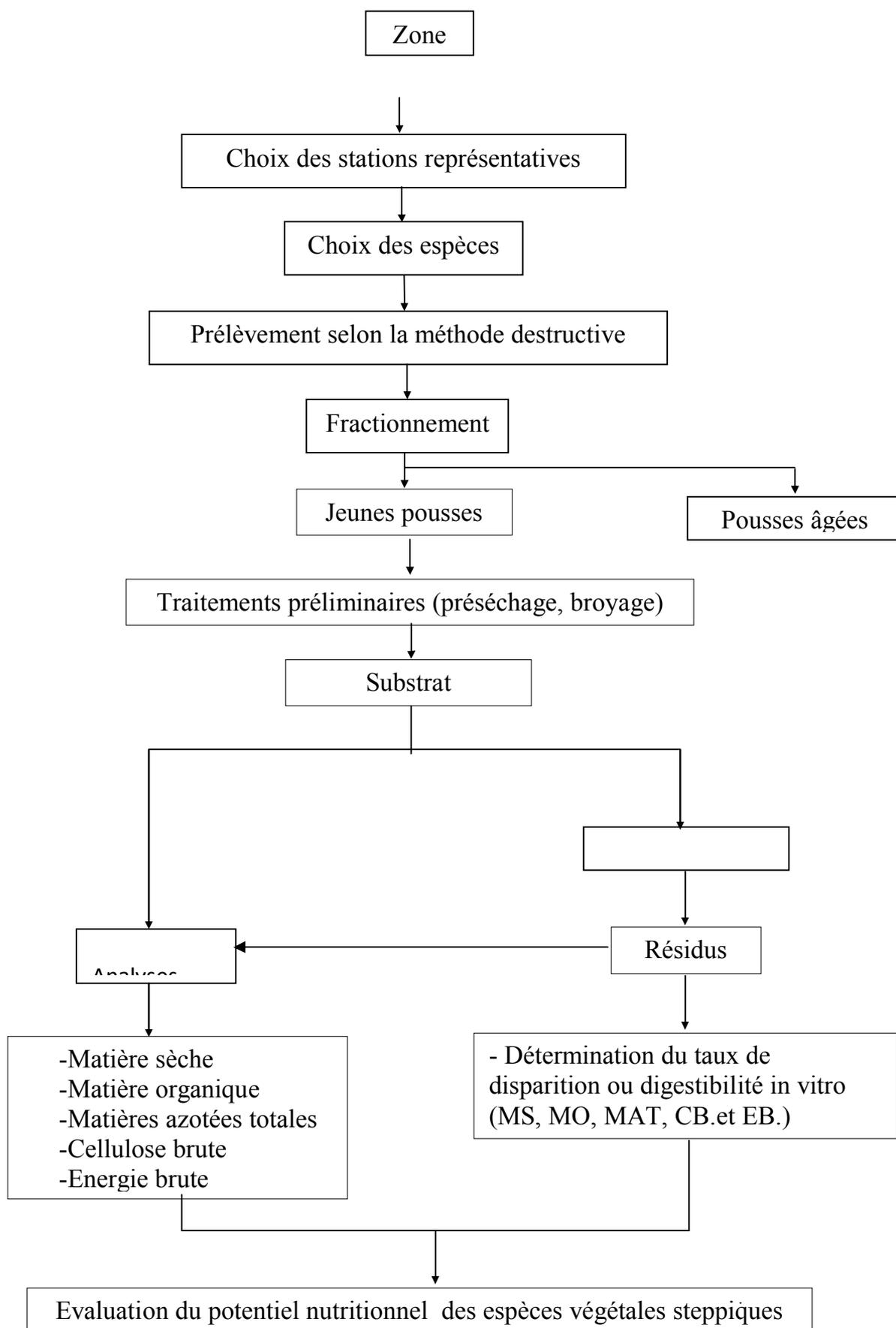


Figure N° 31 : Schéma du protocole expérimental

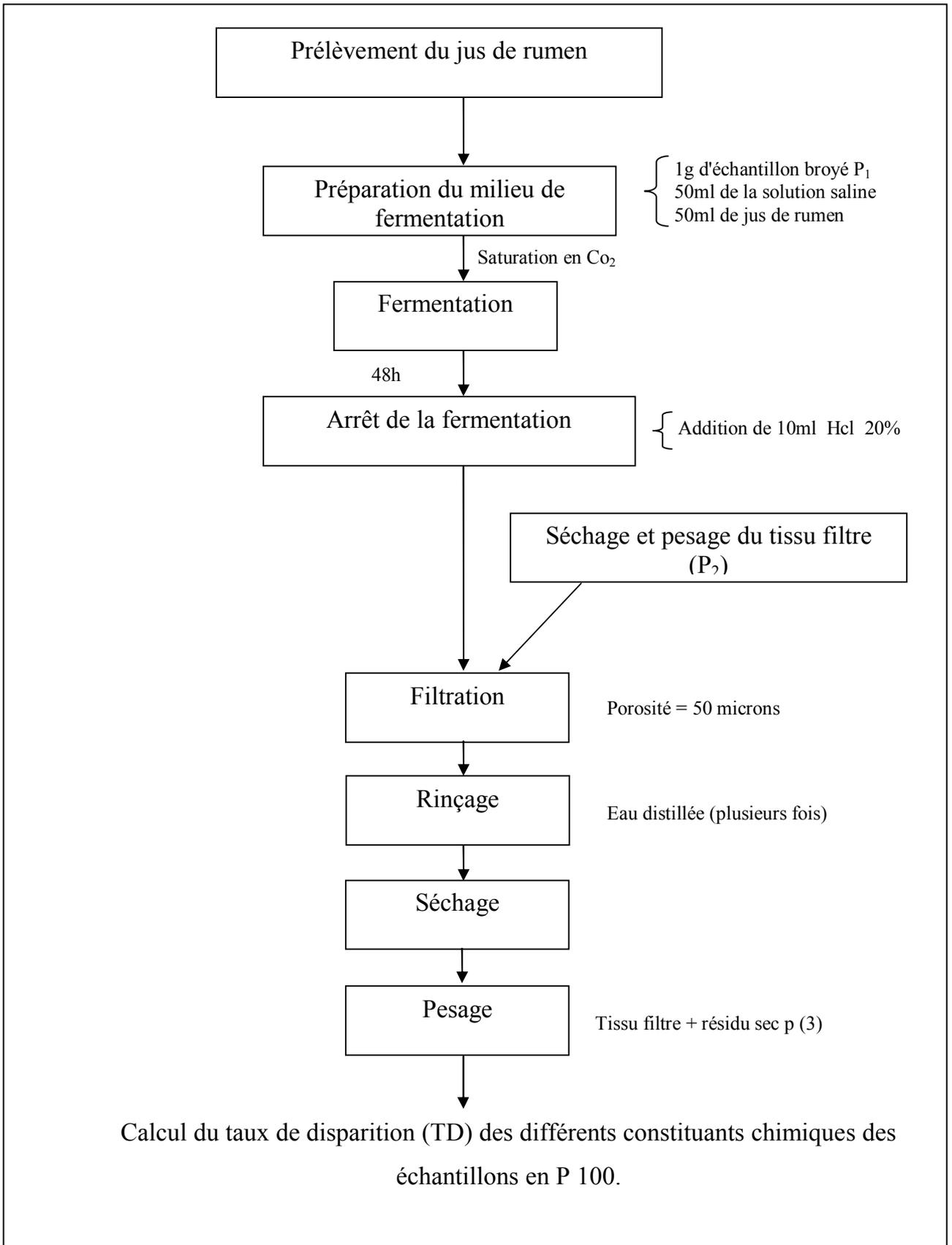


Figure N° 32 : protocole de détermination de la digestibilité in vitro

3. Résultats et discussions

3.1. Composition chimique des plantes étudiées

Les résultats de l'analyse fourragère des espèces pastorales étudiées sont consignés dans le tableau N° 26.

3.1.1. Teneur en matière sèche

Au moment de leur prélèvement (début mai 2000), les six plantes pastorales présentent des teneurs en matière sèche variant entre 74,00 p.100 et 51,00 p.100 du produit brut.

Noaea mucronata et *Iris sisyrinchium* renferment moins d'eau par rapport au reste des plantes étudiées. Par contre, *Stipa parviflora* se caractérise par une teneur en matière sèche la plus faible.

L'Anabasis oropetiorum et *Poa bulbosa* présentent une teneur en matière sèche d'un niveau intermédiaire.

3.1.2. Teneur en matière organique

La teneur en matière organique des plantes étudiées est comprise entre 96,16 et 66,56 p.100 Ms. Elle est sensiblement identique pour *Artemisia herba alba* et *Iris sisyrinchium* de l'ordre de 93,00 p.100. Mais nettement plus élevée chez *Poa bulbosa* et *Stipa parviflora* (Tableau N° 26).

En revanche, le contenu organique le plus faible de toutes les espèces étudiées est observé chez *Anabasis oropetiorum* avec 66,56 p.100. Ceci est probablement dû à une forte accumulation d'éléments minéraux.

3.1.3. Teneur en matières azotées totales

La teneur en matières azotées totales varie très peu entre les espèces étudiées (Tableau N° 26). Elle est comparable entre *Anabasis oropetiorum* et *Stipa parviflora* soit 9,53 et 9,76 p.100 MS, respectivement. Toutefois, ce taux demeure très faible par rapport à celui enregistré chez l'espèce de la famille des Iridacées (*Iris sisyrinchium*), soit 14,34 p.100 Ms.

Artemisia herba alba, *Noaea mucronata* et *Poa bulbosa* se caractérisent par une teneur en matières azotées totales d'un niveau intermédiaire entre 10,54 et 12,35 p.100 .

3.1.4. Cellulose brute

La teneur en cellulose brute varie extrêmement entre espèce, contrairement aux matières azotées totales. Elle est comprise entre 16,38 et 37,25 p.100 Ms (Tableau N° 26).

Artemisia herba alba et *Stipa parviflora*, étant les deux espèces les plus riches en parois cellulosiques, avec des teneurs sensiblement identiques et respectivement de 36,48 et 35,25 p.100 MS.

A l'opposé, *Anabasis oropediorum* étant l'espèce la plus pauvre en contenu pariétal (CB) par rapport aux autres espèces pastorales étudiées, soit 16,38 p.100 Ms.

En ce qui concerne l'*Iris sisyrinchium*, *Noaea mucronata* et *Poa bulboa*, leur teneur en cellulose brute est d'un niveau intermédiaire.

Ces résultats sont en accord avec ceux observés chez les mêmes espèces par BOTSCHANTZEV et al (1969) dans une étude géobotanique des pâturages de la région ouest de l'ancien département de Médéa, Comprenant l'actuel territoire de la commune de Ksar Chellala (zone de notre étude).

L'appartenance de ces espèces à des familles botaniques différentes (Composées, Chénopodiacées, Iridacées, et graminées) est vraisemblablement la variable explicative la plus plausible.

A cela, il peut s'ajouter les variations de base liées à la composition morphologique de la phytomasse étudiée.

Tableau N° 26: Composition Chimique des espèces pastorales étudiées.

| Constituants chimiques Espèces | Ms (p.100 PB) | | Mo (p.100 MS) | | MAT (p.100 MS) | | CB (p.100 MS) | |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------|------------------|----------|-------------------|----------|------------------|----------|
| | Moy. | δ | Moy. | δ | Moy. | δ | Moy. | δ |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 56.00 | 0.03 | 93.33 | 1.38 | 10.54 | 0.36 | 36.48 |
| <i>Anabasis Oropediorum</i> | 70.00 | 0.01 | 66.56 | 5.47 | 9.53 | 0.83 | 16.38 | 2.07 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 74.00 | 2.00 | 84.92 | 0.53 | 12.35 | 0.23 | 23.88 | 0.50 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 74.00 | 0.03 | 93.65 | 0.00 | 14.34 | 1.80 | 32.65 | 1.43 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 71.00 | 0.02 | 96.16 | 0.00 | 11.28 | 3.63 | 29.04 | 0.96 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 51.00 | 0.01 | 96.05 | 1.60 | 9.76 | 1.03 | 37.25 | 1.45 |

3.2. Dégradabilité

Les résultats de la digestibilité in vitro après 48 heures d'incubation montrent d'importantes variations entre espèces et entre constituants organiques (Tableau N° 27).

Tableau N° 27: Taux de disparition ou digestibilité in vitro des constituants chimiques des espèces pastorales étudiées et production de gaz.

| Plantes Steppiques | MS (p.100 PB) | | MO (p.100 Ms) | | CB (p.100 MS) | | MAT (p.100 Ms) | | Gaz (ml) |
|-----------------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|-------------------|----------|-------------|
| | Moy. | σ | Moy. | σ | Moy. | σ | Moy. | σ | Moy. |
| <i>Artemisia heba alba</i> | 58.50 | 0.96 | 59.40 | 0.93 | 50.81 | 1.13 | 59.56 | 0.93 | 234 |
| <i>Anabasis oropediorum</i> | 59.03 | 0.85 | 51.32 | 1.00 | 17.27 | 1.70 | 58.87 | 0.84 | 156 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 61.90 | 0.64 | 75.77 | 0.43 | 70.66 | 0.52 | 63.47 | 0.65 | 197 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 72.30 | 0.88 | 71.40 | 0.83 | 58.84 | 1.20 | 87.08 | 0.38 | 294 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 63.98 | 1.03 | 63.99 | 1.02 | 37.90 | 1.76 | 72.36 | 0.78 | 205 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 45.62 | 0.85 | 45.66 | 0.85 | 26.21 | 1.16 | 54.70 | 0.71 | 149 |

Ainsi, *Stipa parviflora* se caractérise par une faible dégradabilité de la matière sèche, matière organique et matières azotées totales, avec des taux respectifs de 45,62 ; 45,66 et 54,70 p.100.

Anabasis oropetiorum et *Artemisia herba alba* présentent des taux de disparition de la matière sèche, et de matières azotées totales sensiblement identiques. Par contre, ils se distinguent par la dégradabilité de leur matière organique et particulièrement de leur cellulose brute : 59,40 contre 51,32 p.100 pour la MO et 17,27 contre 50,81 p.100 pour la CB, en faveur de l'*Artemisia herba alba*.

L'*Iris sisyrynchium* étant l'espèce la plus dégradable, en ce qui concerne la matière sèche (72,30 p.100), la matière organique (71,40 p.100) et particulièrement les matières azotées totales (87,08 p.100).

Noaea mucronata se caractérise par un contenu organique et un contenu pariétal (Cellulose brute) très dégradables 75,77 et 70,66 p.100, respectivement. De même, les constituants chimiques de *Poa bulbosa* étant dégradés dans des proportions peu différentes.

La variation de dégradabilité observée entre espèces peut s'expliquer par des différences de composition chimique et particulièrement des différences entre teneurs en matières azotées et de cellulose brute d'une part et par les écarts de digestibilité observés entre contenus pariétaux (cellulose brute) d'autre part. L'exemple d'*Anabasis oropetiorum* et d'*Iris sisyrynchium* est très remarquable.

L'*Anabasis oropetiorum*, étant pauvre en contenu pariétal (CB) mais de faible dégradabilité. A l'opposé, l'*Iris sisyrynchium* est très dégradable bien qu'il soit nettement riche en cellulose brute. Cette constatation permet de retenir l'hypothèse selon laquelle les écarts de dégradabilité s'expliqueraient en grande partie par les différences des teneurs en lignine et principalement de son degré de polymérisation entre espèces.

Ces observations sont confortées par la quantité de gaz produite après 48 heures de fermentation et par la cinétique de cette production. Ainsi, la quantité produite en 48 heures varie entre espèces dans le même sens que le taux de disparition de la matière organique et plus précisément que celui de la cellulose brute(Figure N° 33).

Quant à la cinétique cette production de gaz (Figure N° 34 et Tableau N° 28), elle traduit une fermentescibilité beaucoup plus rapide et évolutive dans le cas de la fermentation *Iris sisyrynchium* que chez *Artemisia herba alba* et *Poa bulbosa*. Cette fermentescibilité étant faible et relativement stable dans le temps dans le cas de l'incubation *Anabasis oropediorum* et de *Stipa parviflora*

Ainsi, la lignine et son degré de condensation étant le facteur fondamental de l'indigestibilité des parois et des matières azotées qui y sont contenues et par conséquent de la matière organique (JARRIGE, 1981).

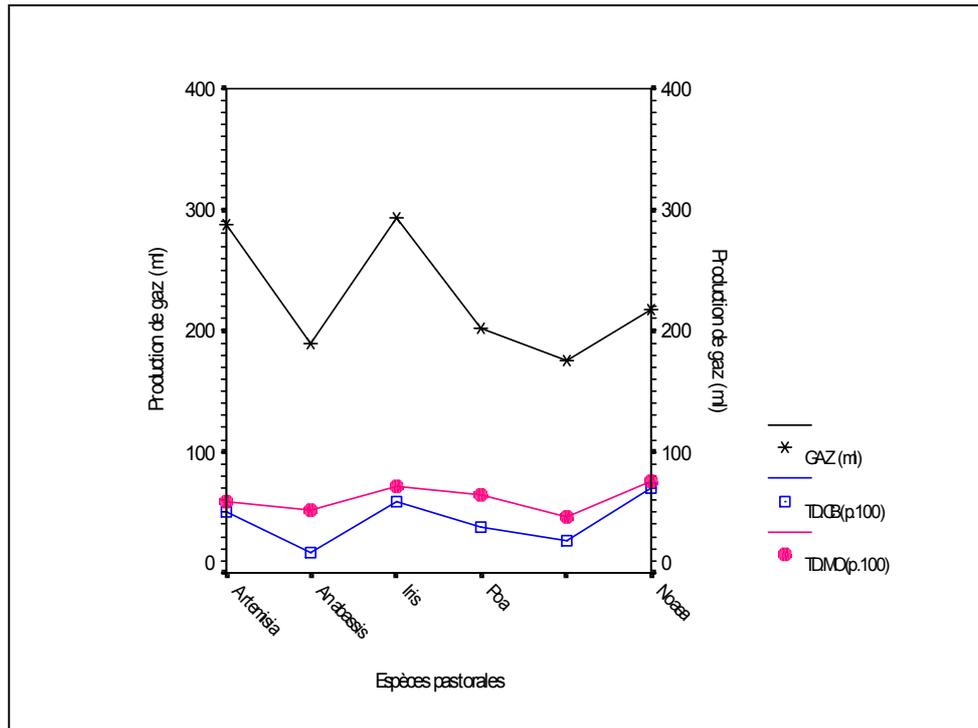


Figure N° 33 : Digestibilité des constituants chimiques et production de gaz des espèces pastorales étudiées, obtenus après 48 h de fermentation in vitro.

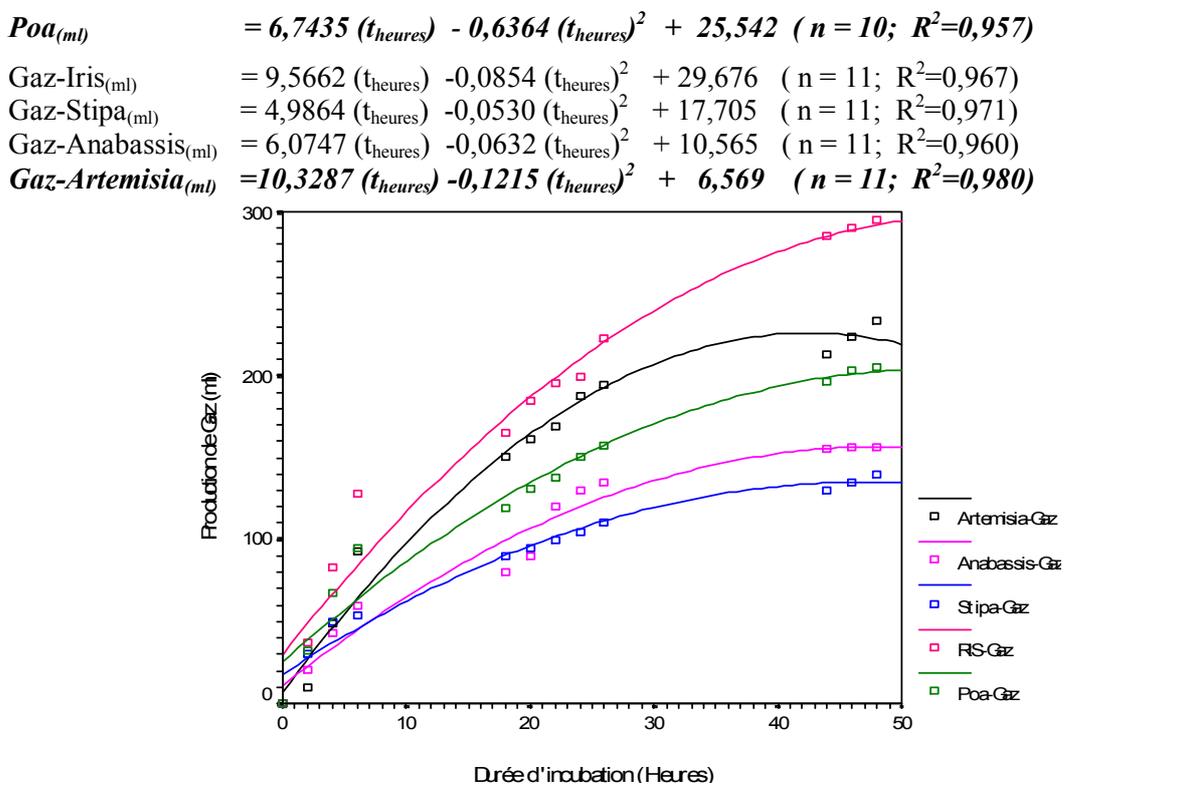


Figure N° 34: Evolution de la production de gaz de fermentation en fonction du temps d'incubation selon les espèces pastorales étudiées.

Tableau N°28: Paramètres des régressions entre la quantité de gaz produite et le temps de fermentation des espèces pastorales étudiées.

| Variables in the Equation | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-------|
| Dependent variable Gaz-POA (ml) | | | | Method.. QUADRATI | |
| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
| DURÉE (h) | 6,743519 | ,950673 | 1,751421 | 7,093 | ,0001 |
| DURÉE (h) **2 | -,063641 | ,018820 | -,834937 | -3,382 | ,0081 |
| (Constant) | 25,541998 | 9,313407 | | 2,742 | ,0228 |
| R Square | ,95697 | | | | |
| Variables in the Equation | | | | | |
| Dependent variable:Gaz-IRIS (ml) | | | | Method.. QUADRATI | |
| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
| DURÉE | 9,566216 | 1,226664 | 1,692708 | 7,799 | ,0000 |
| DURÉE**2 | -,085425 | ,024283 | -,763564 | -3,518 | ,0065 |
| (Constant) | 29,676323 | 12,017193 | | 2,469 | ,0356 |
| R Square | ,96675 | | | | |
| Variables in the Equation | | | | | |
| Dependent variable.Gaz-STIPA (ml) | | | | Method.. QUADRATI | |
| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
| DURÉE | 4,986368 | ,518631 | 1,942211 | 9,614 | ,0000 |
| DURÉE**2 | -,052994 | ,010267 | -1,042695 | -5,162 | ,0006 |
| (Constant) | 17,704991 | 5,080844 | | 3,485 | ,0069 |
| R Square | ,97120 | | | | |
| Variables in the Equation | | | | | |
| Dependent variable.Gaz-ANABASSIS (ml) | | | | Method.. QUADRATI | |
| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
| DURÉE | 6,074691 | ,761061 | 1,895737 | 7,982 | ,0000 |
| DURÉE**2 | -,063199 | ,015066 | -,996273 | -4,195 | ,0023 |
| (Constant) | 10,564930 | 7,455845 | | 1,417 | ,1902 |
| R Square | ,96018_ | | | | |
| Variables in the Equation | | | | | |
| Dependent variable.Gaz-ARTEMISIA (ml) | | | | Method.. QUADRATI | |
| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
| DURÉE | 10,328747 | ,813705 | 2,148492 | 12,693 | ,0000 |
| DURÉE**2 | -,121488 | ,016108 | -1,276546 | -7,542 | ,0000 |
| (Constant) | 6,568703 | 7,971578 | | ,824 | ,4312 |
| R Square | ,97978 | | | | |

3.3. Valeur énergétique

3.3.1 Teneur en énergie brute

La teneur en énergie brute déterminée à la bombe calorimétrique sur les six plantes steppiques étudiées varie entre 2724 et 4070 Kcal/Kg Ms (Tableau N° 29).

La variation étant plus importante entre *Anabasis oropediorum* et les autres plantes étudiées.

La teneur en énergie brute étant comparable entre *Artemisia herba alba* et *Stipa parviflora* (4056 et 4070 Kcal/Kg Ms). Il s'agit là des plus hautes teneurs, parmi les espèces étudiées.

En revanche, *Anabasis oropediorum* apparaît comme étant l'espèce la plus pauvre en énergie brute (2724 Kcal/Kg Ms), en raison de sa faible teneur en matière organique et inversement sa richesse en cendres. Ce qui est en accord avec les observations de DEMARQUILLY et al (1978), selon lesquels la teneur en énergie brute varie dans le même sens que celle de la matière organique et diminue avec l'augmentation de la teneur en cendres.

Noaea mucronata, *Iris sisyrinchium* et *Poa bulbosa* se caractérisent par une teneur en énergie brute de l'ordre 3500 Kcal/Kg Ms.

Globalement, le contenu énergétique varie dans le même sens que le contenu pariétal entre espèces étudiées. Cette observation est en accord avec les résultats obtenus par OUAFFAI et al, (2001) dans une étude portant sur la détermination de la valeur nutritive chez 4 plantes steppiques (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Aristida pungens* et *Salsola vermiculata*).

Tableau N° 29 : Teneur en énergie brute des espèces pastorales étudiées

| <i>Plantes pastorales</i> | Energie brute (EB) en Kcal /kg de Ms | |
|------------------------------|--------------------------------------|----------|
| | Moyenne | σ |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 4056 | 192 |
| <i>Anabasis oropediorium</i> | 2724 | 101 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 3560 | 174 |
| <i>Iris sisyrrinchium</i> | 3559 | 85 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 3069 | 68 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 4070 | 421 |

3.3.2. Teneur en énergie digestible

L'énergie digestible (ED)=Energie brute (EB) x Digestibilité de l'énergie (dE)

La digestibilité de l'énergie (dE), dans nos conditions expérimentales correspond au taux de disparition (TD) de l'énergie brute après 48 heures de fermentation in vitro (digestibilité in vitro). Elle est exprimée par la relation suivante:

$$dE \text{ ou TD EB} = \frac{\text{Quantité EB mise à fermenter} - \text{quantité EB résiduelle}}{\text{Quantité EB mise à fermenter}} \times 100$$

Ce taux varie d'une espèce à l'autre de 43,52 et 66,71 p.100. (Tableau N° 30). Il est faible (40,61p.100) pour *Anabasis oropediorum* et relativement élevé (66,71p.100) pour *Iris sisyrrinchium*.

En ce qui concerne, *Artemisia herba alba*, *Noaea mucronata* et *Poa bulbosa*, la dégradabilité de leur énergie brute est d'un niveau intermédiaire avec des taux respectifs de (50,46; 56,32 et 59,65 p.100).

Ce taux de disparition du contenu énergétique varie dans le même sens que celui de la cellulose brute (Tableau N° 27). OUAFFAI et al, (2001) montrent que la teneur en cellulose brute et plus précisément sa dégradabilité constitue le principal facteur de variation de la digestibilité de la matière organique et par conséquent de la digestibilité de l'énergie brute des plantes pastorales étudiées.

Tableau N° 30 : Digestibilité in vitro de l'énergie brute et la teneur en énergie digestible des espèces pastorales étudiées.

| Espèces pastorales | Teneur en énergie brute (Kcal/ kg MS) | | Digestibilité de l'énergie (p.100) | | Teneur en énergie digestible (Kcal/kg MS) | |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|---|----------|
| | Moyenne | σ | Moyenne | σ | Moyenne | σ |
| <i>Artemisia heba alba</i> | 4056 | 192 | 50.46 | 1.14 | 2046 | 46 |
| <i>Anabasis oropediorum</i> | 2724 | 101 | 40.61 | 1.22 | 1106 | 21 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 3560 | 174 | 56.32 | 0.77 | 2005 | 27.50 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 3559 | 85 | 66.71 | 0.97 | 2374 | 35 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 3069 | 68 | 59.65 | 1.14 | 1831 | 35 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 4070 | 421 | 43.52 | 0.89 | 1771 | 36 |

Les résultats du tableau N° 30 montrent que la teneur en énergie digestible des différentes espèces pastorales étudiées, varie du simple au double (1106 à 2374 Kcal/ kg Ms). Cette variation étant faible entre les deux espèces de la famille des graminées (*Poa bulbosa* et *Stipa parviflora*)

L'*Anabasis oropediorum* présente une teneur en énergie digestible moindre, en raison de son potentiel énergétique (énergie brute) qui est à la fois faible et relativement peu dégradable. En revanche, elle est plus élevée pour *Iris sisyrinchium* (Iridacées) et *Artemisia herba alba*. (Composée).

3.3.3. Teneur en énergie métabolisable

Celle-ci est exprimée à partir de la formule suivante:

$$EM = ED \times EM / ED$$

Le rapport EM/ED dépend des teneurs en matières azotées et en cellulose brute, ainsi que du niveau d'alimentation (INRA, 1978).

Il est déterminé selon les données recueillies dans le tableau N° 26 pour les teneurs en matières azotées totales et en cellulose brute pour chacune des espèces étudiées et pour un niveau d'alimentation égale à 1 (NA=1). Ce niveau est supposé couvrir juste les besoins d'entretien.

Les valeurs du rapport EM/ED calculées sont rapportées dans le tableau N° 31.

Tableau N° 31 : Valeurs du rapport EM/ ED et teneurs en énergie métabolisable (EM) déterminée sur les plantes pastorales étudiées.

| <i>Plantes pastorales</i> | <i>EM/ED</i> | | <i>EM (Kcal/Kg Ms)</i> | |
|-----------------------------|--------------|----------|------------------------|----------|
| | Moyenne | σ | Moyenne | σ |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0.8026 | 0 | 1642 | 37 |
| <i>Anabasis oropediorum</i> | 0.8220 | 0 | 909 | 18 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 0.81 | 0 | 1625 | 22 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 0.7993 | 0 | 1898 | 28 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0.8078 | 0 | 1479 | 28 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0.8030 | 0 | 1423 | 29 |

Ces résultats montrent que toutes les espèces étudiées se caractérisent par un rapport EM/ED sensiblement identique à l'exception d'*Anabasis oropediorum* dont le rapport est relativement plus élevé. La différence de EM/ED observée entre l'*Anabasis oropediorum* et les autres espèces d'une part et la similitude de ce rapport entre *Artemisia herba alba*, *Iris sisyrinchium*, *Poa bulbosa*, et *Stipa parviflora* d'autres part, s'explique par la variation des teneurs en matières azotées totales et en cellulose brute entre ces espèces .

Ces deux constituants organiques interviennent négativement dans la détermination du rapport EM/ED parce qu'ils représentent la partie d'énergie perdue sous forme de gaz et d'urine.

La teneur en énergie métabolisable ainsi déterminée, diffère entre espèces selon la famille botanique. Elle est deux fois supérieure chez l'*Iris sisyrinchium*, *Artemisia herba alba* et *Noaea mucronata* qu'au niveau de l'*Anabasis oropediorum* (Tableau N° 31).

Pour *Poa bulbosa* et *Stipa parviflora*, espèces de même famille botanique (graminées), la teneur en énergie métabolisable est sensiblement identique.

3.3.4. Énergie nette de lactation (ENL)

L'énergie nette de lactation est déterminée selon la formule suivante:

$$\boxed{ENL = EM \times KI} \quad (\text{INRA, 1978}).$$

Où

EM: Energie métabolisable

KI : Rendement de l'énergie métabolisable pour la lactation

$$\boxed{KI = 0,463 + 0,24 q} \quad (\text{INRA, 1978}).$$

q: étant la concentration en énergie métabolisable et varie selon les plantes pastorales étudiées.

Tableau N° 32 : Valeurs de la concentration en énergie métabolisable (q), du rendement de l'énergie métabolisable pour la lactation (Kl) et de l'énergie nette pour la lactation (ENL) des plantes pastorales étudiées.

| <i>Espèces pastorales</i> | <i>Concentration en énergie métabolisable (q)</i> | | <i>Rendement de l'énergie métabolisable pour la lactation (Kl)</i> | | <i>Energie nette pour la lactation (ENL) en Kcal/kg Ms</i> | |
|-----------------------------|---|----------|--|----------|--|----------|
| | <i>Moyenne</i> | σ | <i>Moyenne</i> | σ | <i>Moyenne</i> | σ |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0.4050 | 0.0091 | 0.5602 | 0.0022 | 920 | 24 |
| <i>Anabasis oropediorum</i> | 0.3337 | 0.0010 | 0.5431 | 0.0024 | 494 | 11 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 0.46 | 0.01 | 0.57 | 0.00 | 930 | 15 |
| <i>Iris sisyrynchium</i> | 0.5332 | 0.0078 | 0.5910 | 0.0019 | 1122 | 20 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0.4819 | 0.0092 | 0.5786 | 0.0022 | 856 | 20 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0.3500 | 0.0071 | 0.5470 | 0.0017 | 778 | 18 |

Ces résultats montrent que l'*Iris sisyrynchium* étant l'espèce steppique la plus énergétique de toutes les plantes étudiées. Elle renferme une teneur en énergie nette de 1122 Kcal/ kg Ms. De plus, c'est une plante qui, selon les observations de YAHIA TENE (2002), se caractérise par une bonne appétibilité puisqu'elle occupe une place importante dans l'alimentation des ovins sur parcours.

En revanche, l'*Anabasis oropediorum* est relativement pauvre en énergie nette (494 Kcal/ kg Ms.) *Artemisia heba alba*, *Noaea mucronata*, *Poa bulbosa* et *Stipa parviflora* présentent des teneurs d'un niveau intermédiaire (entre 778 et 920 Kcal/ kg de Ms). Ces écarts seraient dus à des différences de rendement (Kl) de l'utilisation de l'énergie métabolisable dont le principal facteur est la concentration en énergie métabolisable de l'espèce végétale (q), comme le montrent les données du tableau N° 32.

3.3.5. Unité fourragère lait (UFL)

L'apport énergétique (UFL /Kg Ms) des plantes pastorales étudiées est exprimé en rapportant la valeur en énergie nette pour la lactation de ces même espèces à la quantité d'énergie nette pour la lactation (2010 Kilo calorie) contenu dans 1 Kg de Ms d'orge de référence (INRA, 1978). Cet apport est donné dans le tableau N° 33.

Il varie entre 0,25 et 0,56 UFL selon l'espèce considérée.

Tableau N° 33: Valeur énergétique (UFL/Kg Ms) des plantes pastorales étudiées

| <i>Plantes pastorales</i> | <i>Unité fourragère pour la lactation (UFL/kg Ms)</i> | |
|------------------------------|---|----------|
| | <i>Moyenne</i> | σ |
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0,46 | 0,01 |
| <i>Anabasis oropediorium</i> | 0,25 | 0,01 |
| <i>Noaea mucronata</i> | 0,46 | 0,01 |
| <i>Iris sisyrinchium</i> | 0,56 | 0,01 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0,43 | 0,01 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0,39 | 0,01 |

Ces résultats permettent de classer l'*Iris sisyrinchium* à la tête des plantes étudiées, avec 0,56 UFL/KgMS. Cette valeur se situe à la limite minimale de ce que peut rapporter, 1 kg de foin de trèfle violet (entre 0,56 et 0,76 UFL/ Kg Ms) ou de foin de dactyle (entre 0,56 et 0,72UFL/Kg Ms) selon le stade de coupe (DEMARQUILLY et al 1978).

Artemisia herba alba et *Noaea mucronata* sont d'un niveau énergétique équivalent, soit 0,46 UFL/kg Ms, comparable à celui rapporté par Rodin et al (1970) et se situe dans la fourchette des valeurs (0,19 UF/Kg MS sur les prélèvements de mars et 0,44 UF/Kg MS sur ceux du mois de septembre) observées par BOUATTOURA (1973). Alors que pour NEDJRAOUI (1981), la valeur

énergétique de l'*Artemisia herba alba* varie entre 0,25 UF/Kg MS pour les prélèvements de février et 0,85 UF/Kg MS pour les prélèvements de septembre.

L'apport énergétique déterminé sur *Poa bulbosa* (0,43 UFL/Kg MS) est relativement élève à celui rapporté par BECHET et NEDJRAOUI (1982), qui est de (0,28 UFL/Kg MS).

Les écarts observés entre ces résultats seraient dus à des différences de conditions de laboratoires et particulièrement à des différences de stade phénologique au moment des prélèvements et de conditions pédoclimatiques.

Dans nos conditions expérimentales, l'*Artemisia herba alba*, *Noaea mucronata* et *Poa bulbosa* se présentent comme des espèces moyennement énergétiques (Tableau N° 33) alors que, *Stipa parviflora* et *Anabasis oropetiorum* renferment un apport relativement faible. Il est égal à 0,39UFL/KgMS et 0,25 UFL/KgMS, respectivement.

1. Méthodes d'études quantitatives de la végétation

L'évaluation pastorale en milieu steppique a progressé selon des approches qui sont devenues de plus en plus rigoureuses et précises au fur et à mesure que s'améliore la connaissance du milieu et les techniques de mesure.

L'application et la généralisation d'une telle ou telle technique étant très difficile; surtout dans les régions à végétation ouverte et soumise aux influences des différents facteurs liés au milieu qui agissent négativement sur son développement.

En effet, l'évaluation des groupements végétaux est soumise à des grandes variations saisonnières et inter-annuelles. Ces variations sont dues à deux principaux facteurs: les conditions climatiques propres à chaque saison et le comportement de chaque espèce.

Enfin, établir une étude quantitative d'une végétation; c'est connaître sa structure, sa composition floristique et ses potentialités productives. Nombre de méthodes ont été élaborées pour la quantification, et ce à partir de relevé phytosociologique, relevé phytoécologique, ainsi que des méthodes destructives ou non destructives d'évaluation de la phytomasse.

1.1. Méthodes de mesures et d'évaluation de la phytomasse

Les mesures de phytomasse sont actuellement de plus en plus utilisées. Le principe consiste à déterminer la biomasse d'une ou plusieurs espèces ou d'une communauté végétale. Il s'agit de la quantité en poids de matière végétale fraîche ou sèche par unité de surface.

La détermination de la biomasse végétale peut être obtenue directement par les coupes de végétation ou indirectement par la méthode dite "non destructive".

1.1.1. Méthode directe ou méthode destructive

Le principe consiste à couper toute la végétation au ras sol, sur la surface d'échantillonnage. Les échantillons prélevés sont séparés en partie verte (jeunes pousses) et partie morte (partie ligneuse) puis séchés. Les résultats sont exprimés en matière sèche.

C'est une méthode rigoureuse ne nécessitant pas de compétences. En revanche, elle exige beaucoup de temps pour sa réalisation.

1.1.2. Méthode indirecte ou méthode non destructive

La méthode indirecte ou non destructive du matériel végétal (GOUNOT, 1969), dite aussi méthode allométrique, est couramment utilisée. Elle a été utilisée par AIDOUD (1983). Son principe consiste à établir des corrélations entre le poids d'un végétal et certains paramètres morphologique (hauteur de la plante, diamètre de la couronne, de la touffe).

Elle est rapide, peu coûteuse, nécessite des travaux antérieurs dans la surface d'étude pour le même type de végétation.

1.2. Méthodes de mesure du recouvrement de la végétation

Plusieurs méthodes ont été élaborées, elles reposent sur des relevés phytosociologiques et phytoécologiques.

1.2.3 Relevé phytosociologique

Les espèces ne sont pas distribuées d'une manière identique dans le relevé; certaines sont beaucoup plus abondantes, couvrant une partie importante du sol et paraissent jouer un rôle dominant, d'autres sont relativement rares. Des échelles chiffrées permettent de décrire cette distribution en surface.

1.2.1.2. Abondance-dominance

- **Abondance:** C'est la proportion relative des individus d'une espèce donnée ;
- **Dominance:** C'est la surface couverte par cette espèce.

Dans la pratique, ces deux notions sont très voisines. C'est pourquoi, il a été convenu d'une échelle générale permettant de les apprécier simultanément en considérant que c'est le degré de recouvrement qui est important à définir pour les espèces les mieux représentées et au contraire l'abondance qui importe pour les espèces plus rares.

C'est l'échelle de BRAUN-BLANQUET (1959), qui est généralement adoptée, s'exprimant en coefficient de 1 à 5.

- 1 = espèces bien représentées mais couvrant moins de 1/20;
- 2 = espèce abondantes mais couvrant moins de 1/4;
- 3 = espèces couvrant environ de 1/4 à 1/2 de la surface ;
- 4 = espèces couvrant environ de 1/2 à 3/4 de la surface ;
- 5 = espèces couvrant environ de 3/4 de la surface.

1.2.1.2. Sociabilité

Celle-ci se traduit par un coefficient défini dans une échelle comprise entre 1 et 5. Cette échelle donne une idée de la disposition des individus de l'espèce considérée par un relevé de végétation.

L'échelle de sociabilité de BRAUN-BLANQUET étant la suivante :

- 1 = individus isolés ;
- 2 = individus formant de petits groupes ;
- 3 = individus formant de troupes ;
- 4 = individus formant de petites colonnes ;
- 5 = peuplement compacts.

1.2.2. Relevé phytoécologique

1.2.2.1. Méthode linéaire ou méthode de points quadrats

Son principe consiste à noter la fréquence (GOUNOT, 1969; DAGET et POISSONET, 1971) des différents éléments: Espèces, sol nu, cailloux, roche mère, litière etc...., le long d'une ligne matérialisée par un ruban gradué, double décimètre par exemple, tendu au-dessus du tapis végétal. La lecture le long de la ligne se fait par point à un intervalle régulier tous les 10cm, transect retenu par le C.R.B.T (1978) dans le cas des parcours steppiques.

A l'aplomb de chacun des points, matérialisés par des aiguilles métalliques, généralement au nombre de 10 de faible diamètre (4 mm). On note les caractères suivants:

- L'espèce ou les espèces en contact avec l'aiguille ;
- Si aucune espèce n'est présente, on note les éléments rencontrés à la verticale de l'aiguille, tels que: sol nu, litière, cailloux, roche mère, etc....

C'est une méthode simple, rapide et objective. Elle peut être utilisée pour étudier la structure de toute végétation basse à condition qu'il n'ait pas de vents trop fréquents.

1.2.2.2. Méthode de la roue à pointes

Cette méthode a été mise au point par TIDMARSH et HAVEGNA (1955). Elle a été développée en Afrique du sud et en Australie. Elle a été utilisée dans l'étude de la végétation steppique dans la région de Ksar-Chellala par (DPOM,1980)

Le dispositif expérimental est une roue avec un point mobile se déplaçant sur une circonférence de 2 mètres pour une distance parcourue (transect) de 1kilomètre. Ce transect permet de recueillir 2000 points pour la couverture du feuillage et 1000 points pour la composition botanique.

A chacun des points de données, l'espèce vivante la plus proche est enregistrée et si aucune plante n'existait à 25cm de diamètre du point, on enregistre un "sol vide". Cette donnée définit la composition botanique des espèces et les sols vides sur 1000 points enregistrés.

La couverture aérienne est définie comme " un touché " si le point touche le feuillage, pendant qu'il décrit un arc de cercle de la position horizontale à la position verticale.

C'est une technique très simple et facile d'utilisation. Elle permet de réaliser des relevés sur de grandes distances et le nombre de points de lecture est important (1000 à 2000 points). Elle s'applique principalement à l'étude de structure de la végétation ouverte et discontinue.

1.2.2.3. Autres relevé phytoécologique

- Relevé circum-linéaire c'est un relevé linéaire auquel est associé un mouvement circulaire.

Le principe consiste à prendre un relevé linéaire classique, on fixe l'une des extrémités du ruban gradué, dans les quatre directions des points cardinaux. Cela permet d'évaluer le recouvrement de, non pas une ligne, mais de balayer un cercle de diamètre égal à vingt mètres (TAZAIRT, 1992).

- Le relevé phytoécologique, mis au point par GODRON et al.,(1968), fut adapté par quelques modifications aux conditions particulières des zones arides (AIDOUD, 1984).

Dans ce relevé, la liste floristique est notée en suivant le dispositif de carrés à surfaces croissantes : les espèces sont relevées sur une surface de 1/4 m², puis 1/2 m² en ajoutant les espèces nouvelles et ainsi de suite en doublant les surfaces jusqu'à atteindre 32m². Nous considérons alors que l'essentiel des espèces est recensé.

- Surface terrière (recouvrement basal):

C'est la surface occupée par les parties aériennes des individus de l'espèce au niveau du sol.

D'après BROWN (1954), la mesure des surfaces basales dans les prairies peut être facilitée par l'emploi de décimètres comportant des cercles de surface variable qui permettent des estimations plus sûres. On l'exprime par unité de surface (cm², ha).

Cette méthode présente l'avantage d'être facile à apprécier et plus stable que le recouvrement total dans le cas des formations herbacées ouvertes.

Parmi les inconvénients de cette méthode, citons:

- Sa faible contribution chez les espèces où la surface basale varie trop ou peu.
- La nécessité de couper la végétation pour préciser la mesure.

1.3. Evaluation de la valeur pastorale

La valeur pastorale d'un faciès de végétation est définie comme étant un indice global de qualité effectué à un parcours, en fonction de la composition floristique et de sa contribution au tapis végétal.

Ce coefficient a été utilisé pour l'évaluation pastorale de la végétation des herbages d'Europe par DEVRIES et al (1942); (DAGET et POISSONET, 1971).

Par la suite, il est généralisé aux parcours steppiques du Maghreb par

IONESCO (1968), et enfin le C.R.B.T l'a appliqué en Algérie à partir de

l'année 1978.

La valeur pastorale peut être déduite facilement grâce à l'analyse linéaire de la végétation et aux indices spécifiques. Celle-ci est obtenue en multipliant pour chaque espèce, sa contribution spécifique (CS_i) au tapis végétal par son indice de qualité spécifique (IS_i) et en additionnant ensuite les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces, d'où la relation :

$$Vp = 0,1 \cdot \left(\sum_{i=1}^{i=n} C_{si} \times I_{si} \right) \cdot \frac{RG}{100}$$

- Vp : Valeur pastorale de la station;
 C_{si} : La contribution spécifique;
 0,1 : Coefficient utilisé pour la steppe;
 I_{si} : Indice spécifique;
 RG : Recouvrement global.

La détermination de la valeur pastorale fait intervenir certains paramètres qui sont:

- **La fréquence absolue (F_a)**: c'est le nombre de fois où on a rencontré l'espèce sous la ligne

- **La fréquence spécifique**

La fréquence spécifique F_s(i) d'une espèce i est une fréquence relative égale au rapport du nombre de points où l'espèce a été relevée au nombre total de points échantillonnés.

$$F_{si} = \frac{\text{Fréquence absolue}}{\text{Nombre de points}}$$

- **Contribution spécifique**

La contribution spécifique C_s(i) d'une espèce i au tapis végétal est égale au rapport de la fréquence F_{si} sur la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés :

$$C_{si} = \frac{F_{si}}{\sum F_{si}} \times 100$$

- **Indice spécifique ou coefficient de valeur**

Sur le plan pastoral, chaque espèce est caractérisée par un indice de qualité spécifique (I_{si}).

Cet indice varie de 0 à 10 (C.R.B.T, 1978), et s'obtient par l'interprétation des données multiples essentiellement Zootechniques: (Vitesse de croissance, valeur nutritive, appétibilité, digestibilité ...).

Les facteurs écologiques (milieu, climat) peuvent affecter la valeur de l'indice spécifique qui reste également sujette à des appréciations parfois subjectives.

L'application des indices permet d'effectuer des comparaisons valable et instructives entre parcours d'une même région.

- **Le couvert végétal** (ou recouvrement global RG) est égal au rapport du nombre total de points de végétation à celui des points échantillonnés

A chaque point de végétation, plusieurs espèces peuvent être notées. La somme des fréquences est ainsi au moins égale au recouvrement global.

1.4. Evaluation de la productivité

La productivité pastorale est l'équivalent énergie exprimé en UF /ha/temps. Elle est déterminée par la formule suivante:

$$P_{ei} = R_i \times V_{ei}$$

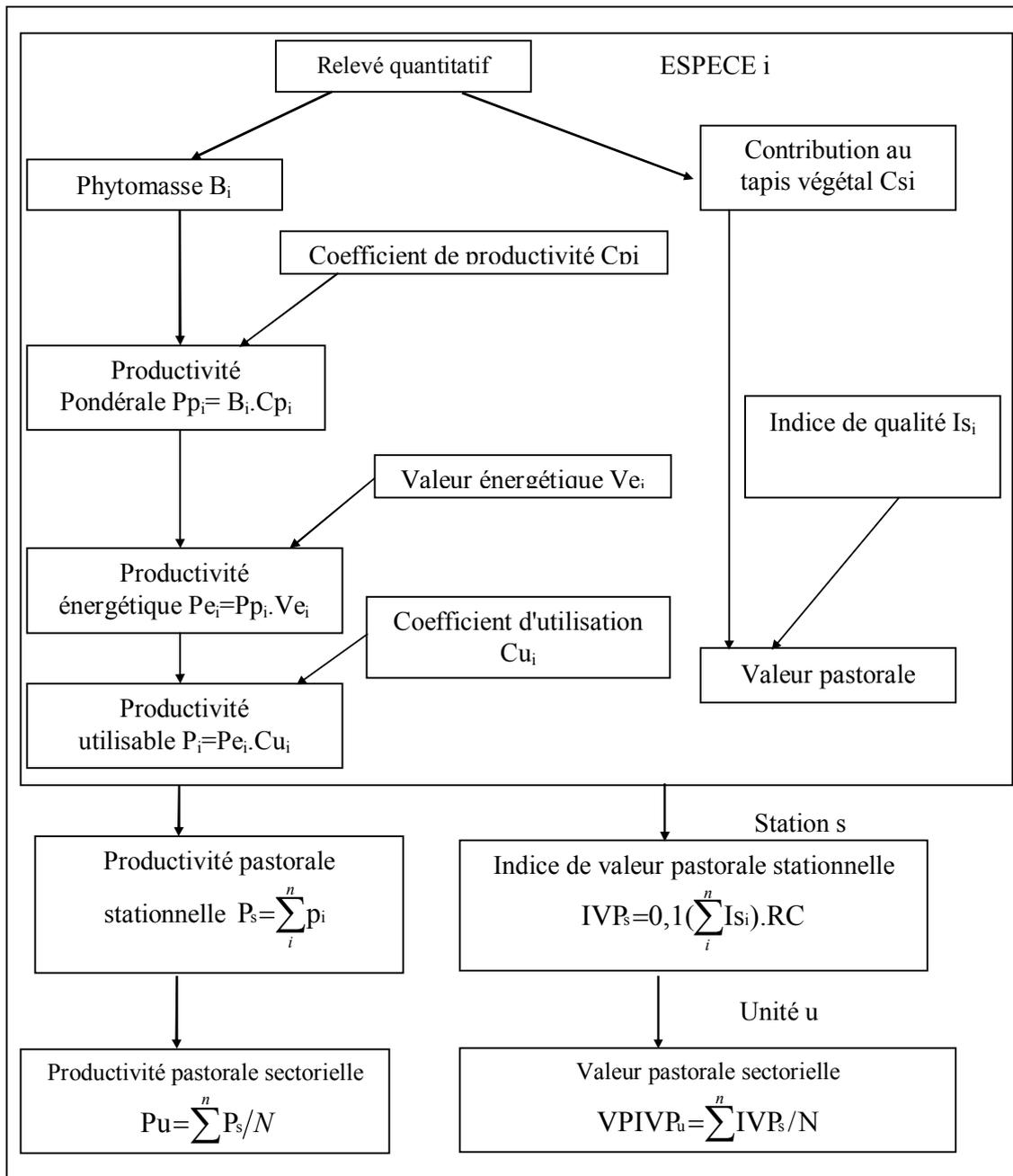
P_{ei} : Productivité pastorale en UFL/Ha/an ou saison ;

R_{ei} : Productivité consommable en kg/Ha/an ou saison ;

V_{ei} : Valeur énergétique en UFL/kg Ms ;

i : Espèce donnée.

La productivité pastorale et la valeur pastorale sont déterminées selon le schéma ci-dessous de synthèse établi par AIDOUD (1983).



n : nombre d'espèces recensées par station .
 N : nombre de stations considérées dans l'unité cartographiée.
 RG : recouvrement global de la végétation.

Figure N° 4 : Représentation schématique de la démarche suivie pour la détermination de la productivité pastorale et de la valeur pastorale d'une unité de végétation (AIDOU, 1983).

1. Notion de la valeur alimentaire

La valeur alimentaire d'un fourrage se définit comme étant la quantité d'éléments nutritifs apportée par l'aliment (seul) à l'animal qui le consomme ad libitum.

Ce terme recouvre deux notions complémentaires :

- La valeur nutritive de ce fourrage: C'est sa concentration en éléments nutritifs et sa digestibilité qui est affectée par divers équilibres entre les différents constituants (minéraux, vitaminiques et azotés) et le rapport énergie/azote. Elle est déterminée selon les étapes suivantes :

- Analyse fourragère ;
- Mesure de la digestibilité ;
- Calcul de la valeur énergétique et azotée .

- Son ingestibilité: C'est la quantité de matière sèche volontairement ingérée par l'animal, qui est déterminée par les caractéristiques physico-chimiques et organo-leptiques de l'aliment. Elle dépend de :

- La teneur en parois ;
- Effet d'encombrement ;
- Appétabilité: Odeur, goût, rugosité; car même s'il est hautement dégradable, il n'aura de valeur que s'il est accepté avec appétit (acceptabilité).

Cependant, la valeur alimentaire est susceptible à des variations importantes qui sont liées aux conditions pédoclimatiques (sol, climat) ; aux conditions d'exploitation (fertilisation, stade de coupe) et aux procédés de conservations des fourrages (fenaïson, ensilage ou déshydratation artificielle).

2. Facteurs de variation de la valeur alimentaire

2.1. Effet du climat

La productivité ou l'aptitude d'une culture à élaborer une masse de matière sèche et l'utilisation digestive de cette même matière sèche, se trouvent déterminées par l'espèce exploitée et par l'incidence du climat sur le complexe: plante-techniques culturales- sol (FELIX et RAUZI, 1971).

2.1.1. Effet du climat sur les différents composants de la plante

Les différentes espèces végétales et leurs variétés réagissent différemment aux conditions climatiques. Leur vitesse de croissance est liée à la température et l'insolation ; ce phénomène présente un optimum variable d'une espèce végétale à une autre.

Ainsi, les plantes originaires des contrées relativement froides ont une très bonne conversion de l'énergie pour des températures basses et des intensités lumineuses réduites (HENIN, 1969).

Au contraire, les plantes originaires des pays chauds ont leur optimum pour des valeurs beaucoup plus élevées de température et de radiation.

Ainsi pour une espèce fourragère donnée, l'intensité lumineuse et la température affectent respectivement, sa photosynthèse dans un large spectre et son degré de développement (GMELLIG, 1973) ce qui affecte la production de la matière sèche (Figure N° 5).

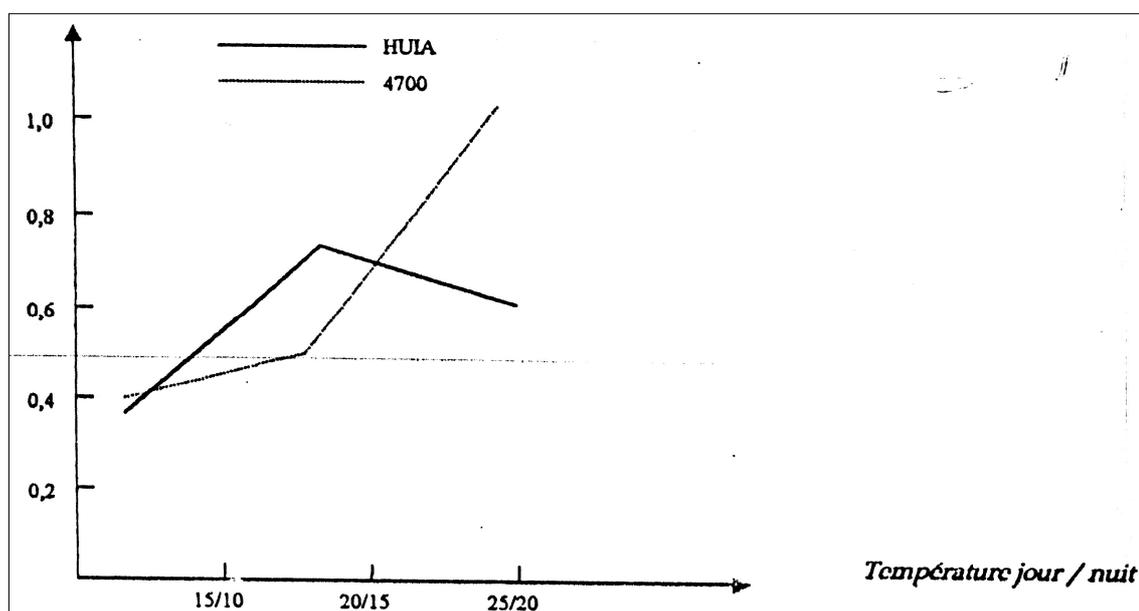


Figure N° 5: Effet de la température sur le développement de deux variétés

(4700 et HUIA) HOGLAND et BROCK (1974)

Les conditions climatiques peuvent avoir une influence sur la teneur en éléments minéraux (COPPENET, 1972), comme ils conditionnent aussi à la fois, la production herbagère et la composition morphologique d'une espèce végétale donnée et par conséquent sa digestibilité .

Cependant, les effets sont moins perceptibles pour le premier cycle (GUEGUEN et FAUCONNEAU,1961) que pour les cycles suivants (MERIAUX,1965)

C'est ainsi que la teneur en matières azotées , principalement celle des graminées est liée à leur croissance .Lorsque celle-ci est ralentie par des conditions défavorables (sécheresse, froid), les glucides sont alors mis en réserve sous forme de fructosanes au lieu de servir pour la synthèse de protéines .De même que le vieillissement des organes s'accompagne d'une diminution importante des matières azotées.

2.1.2. Effet du climat sur la digestibilité et l'ingestibilité

Pour un fourrage donné, la digestibilité diminue dans l'espace et dans le temps sous l'influence du climat.

Les principaux facteurs agissant sur la digestibilité de la plante sont : la sécheresse et la chaleur ou le froid .

En plus de leurs actions sur le développement de la plante et de la formation des tiges et des feuilles ; ces facteurs affectant d'une manière significative la composition chimique qui aura par la suite un affect sur la digestibilité de la plante .

Ainsi (GUEGUEN et FAUCONNEAU, 1961) montrent que le climat modifié peu la composition chimique des fourrages au premier cycle ,alors que les variations sont beaucoup plus sensibles au cours des cycles suivants.

En définitive le climat influence directement la digestibilité des fourrages en modifiant leur composition morphologique et surtout chimique.

2.2. Effet de la fertilisation

Le sol constitue le point de départ du cycle sol-plante-animal. C'est une réserve d'éléments minéraux pour la plante sous des formes plus ou moins assimilables.

La productivité et la valeur fourragère dépendent étroitement de l'application d'engrais organiques et minéraux, surtout des engrais azotés. Cet apport d'éléments essentiels à la croissance et au développement des végétaux influence la production herbagère de trois façons:

- Il augmente la production par unité de surface;
- Il modifie la composition chimique des fourrages;
- Il améliore la composition botanique.

Cependant , cette influence est très complexe .Elle dépend du type de fourrage, de sa précocité, de son cycle de végétation, des conditions climatiques et du niveau de réserve disponible dans le sol (FLEMING, 1973 et AERTS, 1979).

Toutefois , la fertilisation ne peut donc avoir à priori les mêmes conséquences partout et en toutes conditions (DEMARQUILLY et al., 1980).C'est la raison pour laquelle les résultats des travaux sur la fertilisation sont différents et souvent contradictoires (FLEMING, 1973).

Les résultats rassemblés par PERIGAUD (1975) montrent qu'un apport d'azote, de phosphore ou de potassium peut agir bénéfiquement ou dépressivement sur la composition chimique des fourrages et même sur sa digestibilité (figure N°6). Comme, il accroît la surface foliaire, le nombre de talle ou de tige ainsi que le nombre des feuilles et par conséquent augmente la production d'herbe (CHENOST 1973).

Ainsi, les plantes s'enrichissent en cellulose brute au dépend des matières azotées et à des stades plus avancés, elles s'imprègnent de lignine (JARRIGE et DEMARQUILLY, 1974)

De plus, dans une étude réalisée par OUAFFAI et al (2000), portant sur la détermination de la valeur énergétique de l'Atriplex canescens, il a été démontré que la digestibilité de la matière organique, cellulose brute, matières azotées totales et même de l'énergie brute, diminue avec l'âge. La diminution étant plus perceptible entre 2 et 3 ans d'âge après plantation, comme le montre la figure N° 8.

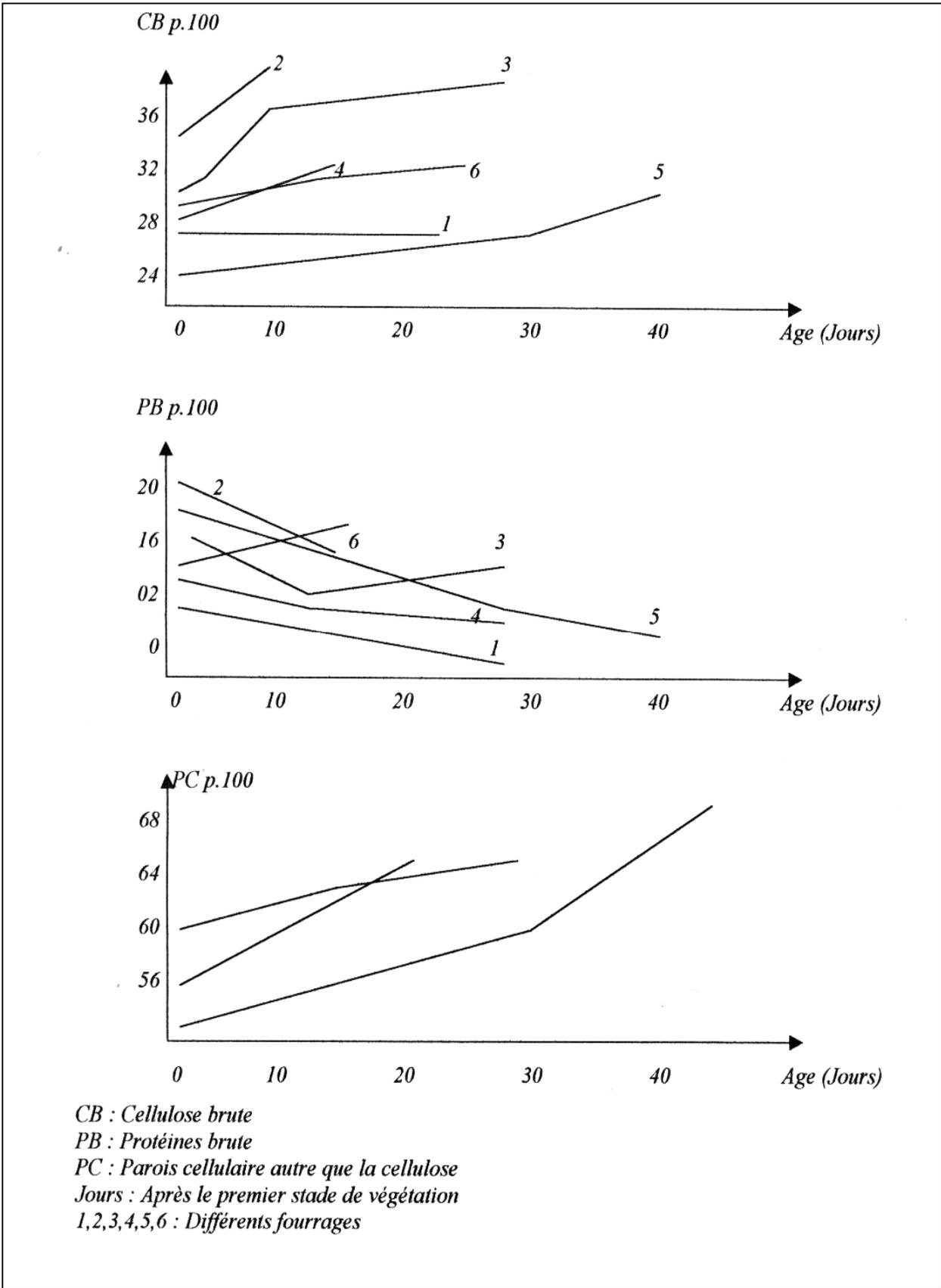


Figure N° 7 : Evolution de la composition chimique en fonction du stade de végétation, d'après AERTS et al, (1977)

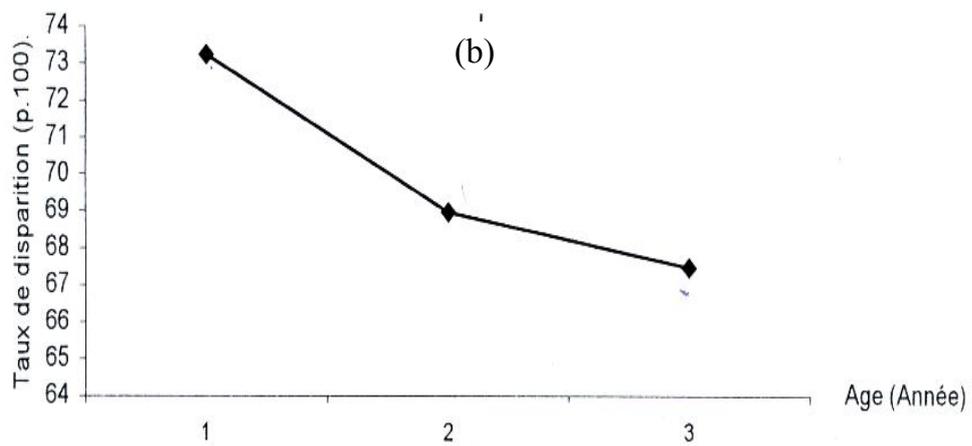
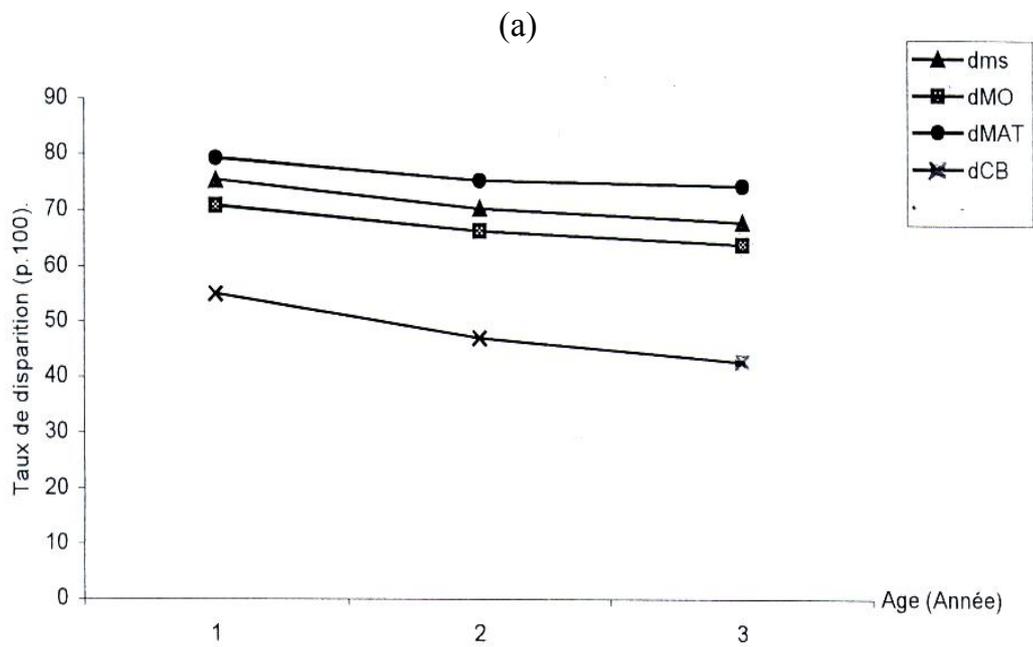


Figure N° 8: Evolution du taux de disparition de la composition chimique (MS, MO, MAT et CB) (a) et de l'énergie brute (b) de la phytomasse consommable des arbustes étudiés d'*Atriplex canescens* au cours de l'âge (P.100) (OUAFFAI et al, 2000)

2.4. Influence du mode de conservation des fourrages sur la valeur alimentaire

La digestibilité des fourrages conservés dépend d'abord de celle des fourrages verts au moment de la fauche, mais aussi des modifications résultants de la récolte et de la conservation (INRA, 1995).

Les différentes formes de conservation sont:

- La déshydratation artificielle ;
- La fenaison ;
- L'ensilage.

2.4.1. Déshydratation artificielle

Si elle est bien conduite, la déshydratation modifie peu l'ingestibilité des fourrages et provoque une diminution très faible (1,0 points en moyenne) de la digestibilité de la matière organique ; mais une diminution non négligeable (10 à 15 p.100 de la digestibilité des matières azotées) (DEMARQUILLY, 1972).

La valeur alimentaire d'un fourrage déshydraté est donc identique à celle du fourrage vert correspondant, mais va être modifiée par le conditionnement qui suit la déshydratation.

Lors de la déshydratation et l'agglomération, les différents traitements entraînent une diminution d'importance très variable du coefficient de la digestibilité de la matière organique. Cette diminution est d'autant plus importante que les fourrages sont plus finement broyés.

Elle affecte plus les graminées dont la digestibilité est lente que les légumineuses (DEMARQUILLY et WEISS, 1970). Parallèlement, à cette diminution de la digestibilité due à une réduction du temps de séjour des particules dans le rumen, on assiste à une augmentation de l'ingestibilité du fourrage.

2.4.2. La fenaison

C'est le passage du fourrage de l'état vert à l'état sec par la dessiccation de l'herbe sur champs. Ce mode de conservation entraîne des pertes importantes d'éléments nutritifs et une dépréciation du fourrage si elle est mal conduite.

Les différentes pertes sont dues :

- Aux pertes mécaniques (récoltes, transport,.....)

- Lessivage : la pluie entraîne des modifications accrues de la composition chimique, notamment les constituants solubles de la plante (sucres, matières azotées...) par conséquent la digestibilité (Tableau N° 4).

- A la respiration : qui se traduit par des pertes de sucre donc la matière sèche entièrement digestible (DEMARQUILLY et al, 1981).

De plus, la disparition d'une partie de la matière organique par respiration entraîne une augmentation passive de la teneur en minéraux, qui est de l'ordre de 3 à 5%, mais peut atteindre 18% pour des foins mal conservés (BOUCHET et GUEGUEN, 1981).

Ainsi, la fenaison entraîne des modifications de la composition minérale des fourrages comme le montre le tableau N° 5.

D'une manière générale la fenaison entraîne une diminution très variable de la digestibilité allant de zéro à 15 points (DEMARQUILLY et al, 1986).

**Tableau N° 4 : Diminution de la valeur nutritive entraînée par la fenaison
(ANDRIEU et al, 1981)**

| | Graminées et prairies naturelles | | | | Luzerne | | Trèfle Violet | |
|-------------------------------|----------------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| | Fanage au sol | | | | | | | |
| | Ventilé | Beau temps | Pluie séjour Au sol<10j | Pluie séjour Au sol>10j | Ventilé | Séché Au sol | ventilé | Séché Au sol |
| Teneur en MAT (g / Mg MS) | -6 | -6 | -10 | -15 | -16 | -42 | -13 | -16 |
| Digestibilité MO (points) | -0,4 | -0,4 | -5,6 | -9,2 | -3,6 | -7,8 | -6,6 | -10,6 |
| UFL / Kg MS | -0,06 | -0,06 | -0,09 | -0,13 | -0,08 | -0,14 | -0,11 | -0,17 |
| UFL / Kg MS | -0,07 | -0,07 | -0,10 | -0,16 | -0,08 | -0,16 | -0,1 | -0,2 |
| Ingestibilité | -12 | -19 | -24 | -29 | -15 | -26 | -12 | -15 |

Tableau N° 5 : Modification de la composition minérale des fourrages dus à la fenaison, en % du fourrage vert (BOUCHET et GUEGUEN, 1981).

| <i>Condition de récolte</i> | Graminées | | <i>Légumineuses</i> | |
|------------------------------|------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | <i>Ca, P, Mg</i> | <i>Na, K</i> | Ca, P, Mg | <i>Na, K</i> |
| Foins ventilés | 0 | 0 | -5% | 0 |
| Fanage au sol, beau temps | 0 | 0 | -10% | 0 |
| Fanage au sol, mauvais temps | -10% | -30% | -20% | -30% |

2.4.3. L'ensilage

La digestibilité de la matière organique des fourrages n'est pas diminuée par l'ensilage sauf s'ils ont une teneur en matière sèche inférieure à 20% à la mise en silo (DEMARQUILLY, 1973). Afin d'éviter les pertes de jus, l'ensilage doit avoir un pourcentage de la matière sèche de 25% au moins.

Le mode conservation par ensilage, s'il n'influence pas la digestibilité de la matière organique de manière significative, a au contraire une très grande influence sur l'ingestion, comme le rapporte DEBRANDER et al (1977), en comparant l'ingestion d'un fourrage ensilé directement au même fourrage ensilé après préfanage. L'écart étant de 2,4 Kg MS / mouton / jour en faveur de l'ensilage préfané.

Par contre, si on ne réalise pas de préfanage, l'écart de digestibilité et d'ingestion étant très réduit entre le fourrage ensilé directement et le même fourrage consommé à l'état vert (sur pied) ; cet écart étant de l'ordre de 5 %.

Par ailleurs, BOUCHET et GUEGUEN (1981), signalent que l'ensilage entraîne des modifications de la composition minérale des fourrages (tableau 6)

Tableau N° 6 : Modifications de la composition minérale des fourrages à l'ensilage, en % du fourrage vert (BOUCHET et GUEGUEN, 1981)

| Teneur en MS à la mise en silo | Ca, P, Mg | Na, K |
|--------------------------------|-----------|-------|
| >30% | +10% | +10% |
| 20 à 23% | 0 | -5% |
| 18% | -5% | -10% |
| 13% | -20% | -35% |

Chapitre IV: Méthodes de Prévision de la Digestibilité

1. Définition de la digestibilité

La digestibilité est la proportion d'un aliment, plus précisément de sa matière sèche ou de sa matière organique, qui disparaît dans le tube digestif. Elle est traduite par le coefficient d'utilisation digestif, exprimé de la manière suivante :

$$CUD_a = \frac{\text{ingéré} - \text{fécal ou résiduel}}{\text{ingéré}} \times 100$$

Le CUD est dit apparent (CUD_a), parce qu'il ne distingue pas la fraction fécale endogène (desquamation de l'épithélium digestif, mucus, corps microbiens) de la fraction fécale alimentaire dans l'excréta total. La séparation de la fraction fécale endogène de la fraction fécale alimentaire étant difficilement réalisable, c'est pourquoi qu'il est très rare d'évaluer le coefficient de l'utilisation digestive réel (CUD_r) dont l'expression est la suivante:

$$CUD_r = \frac{\text{Qté ingérée} - (\text{Qté excrétée totale} - \text{Qté excrétée endogène et microbienne})}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

2. Méthodes de prévision de la digestibilité

Plusieurs méthodes sont élaborées pour estimer la digestibilité. Elles peuvent être regroupées selon les moyens utilisés en :

- Méthodes chimiques;
- Méthodes biologiques.

2.1. Méthodes chimiques

Les méthodes chimiques consistent en un dosage des différents constituants pariétaux. Ainsi, connaître la teneur en paroi non digestible ou l'indigestibilité pariétale, c'est déterminer la teneur en matière organique indigestible d'un fourrage. Par conséquent, doser la teneur en ingestible pariétal, c'est prévoir la digestibilité de ce fourrage.

2.1.1. La cellulose brute (CB)

La teneur en cellulose est généralement un bon critère de parois non digestible d'une espèce fourragère, parce qu'elle est liée positivement aux parois et à la teneur en lignine (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981).

Par ailleurs, la digestibilité de la matière sèche ou de la matière organique d'une espèce fourragère donnée est liée négativement à sa teneur en paroi indigestible (JARRIGE, 1981).

La cellulose brute permet de prévoir la digestibilité des différentes espèces avec une précision généralement satisfaisante (ANDRIEU et al, 1981).

Cependant, la précision décroît lorsque les plantes sont plus proches de la floraison et que la teneur en cellulose brute dépasse 30 à 35% ; pour la simple raison que la digestibilité continue à décroître linéairement avec le temps, alors que la teneur en cellulose brute augmente de plus en plus lentement (Figure N° 9)

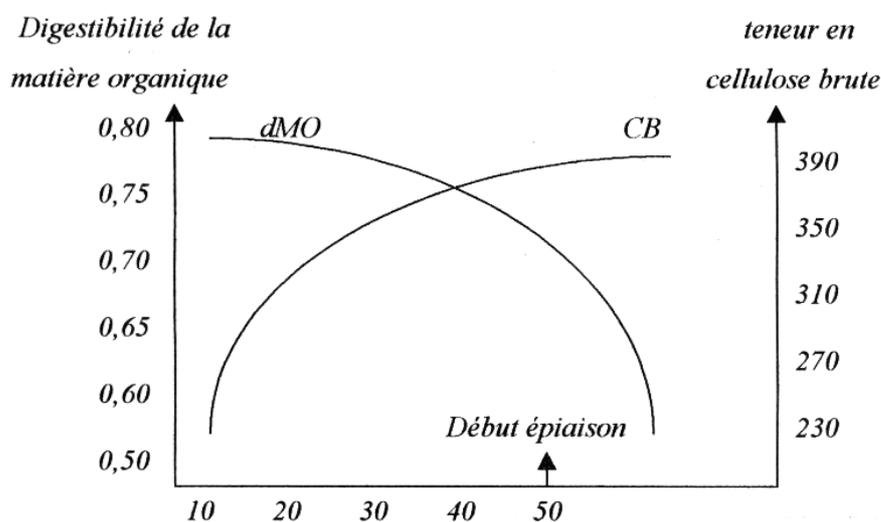


Figure N° 9 : Evolution de la digestibilité de la matière organique (dMO) et de la teneur en cellulose brute en (g/Kg MO) de fléole avec l'âge au

2.1.2. Autres critères pariétaux

De tous les critères pariétaux proposés, la ligno-cellulose au détergent acide (ADF) de VAN SOEST, (1963) est la plus utilisée en raison de sa rapidité.

En plus, elle permis de prévoir la digestibilité avec une précision un peu meilleure que la cellulose brute (Tableau N° 7), parce qu'elle contient la majeure partie de la lignine alors que la cellulose brute n'en contient qu'une faible proportion

Tableau N° 7 : Comparaison entre les analyses VAN SOEST et la cellulose brute dans la précision de la prévision de la digestibilité des foins. (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981).

| Fourrages | Nombre d'échantillon | Digestibilité | Précision | CB | ADF | ADL |
|-----------------------------|----------------------|---------------|-----------|-----|-----|-----|
| Graminées (vertes) | 42 | MO | SR | 2,8 | 2,6 | 2,5 |
| | 75 | | | | | |
| Graminées (foins) | 42 | MO | CV | 7,1 | 6,0 | 4,9 |
| Prairies naturelles (foins) | 32 | MS | SR | 2,8 | 2,4 | — |

CV: coefficient de variation

SR: écart – type résiduel

Toutefois, cette précision varie selon la famille botanique, ce qui nécessite des adaptations aux conditions de traitements à chaque groupe de fourrages (NAINSON, 1972).

Selon DEMARQUILLY (1987), une augmentation moyenne de 1 p.100 de lignine dans la matière sèche, accroît de 3,8 P.100 la quantité de l'indigestible pariétal dans la matière sèche.

2.2. Méthodes biologiques

2.2.1. Méthodes enzymatiques

Face aux difficultés rencontrées dans la préparation du jus ruminal et l'entretien des animaux fistulés, DONEFER et al (1963) et JARRIGE et THIVEND, (1969) ont proposé une digestion cellulolytique se rapprochant nettement de la digestion *in vivo*. Ils ont ainsi préparé des enzymes ayant à peu près la même activité cellulolytique que celle de la population microbienne du rumen.

De nombreuses méthodes de digestibilité à "la cellulase" ont été proposées. Elles présentent des variations notamment, par la nature des enzymes cellulolytiques, et peuvent être classées comme suit:

- Des préparations fongiques, principalement *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesi*;
- Des cocktails d'enzymes (hemicellulases, cellulases, protéases.....) (CASTAGNA et al 1984) ;
- Des enzymes purifiées qui permettent de connaître le mode d'action de ces enzymes ;
- Des préparations microbiennes des fèces qui seraient plus proches des conditions du rumen (OMED et al 1989).

Afin d'estimer la digestibilité d'aliments riches en amidon, LILA et al., (1986), associent des enzymes amylolytiques à la séquence pepsine + Hcl + cellulase.

La matière sèche solubilisée pendant 24 heures par la "cellulase" dans un milieu tampon, permettait de prévoir la digestibilité des principales catégories des fourrages avec une précision aussi bonne que la digestibilité "in vitro" et de façon plus simple et plus reproductible.

Les méthodes à la cellulase sont peu onéreuses par rapport aux méthodes "in vivo" de référence, plus rapides, plus faciles à mettre en œuvre et permettent une bonne prévision de la digestibilité de la matière organique des fourrages.

2.2.2. Méthodes microbiologiques

2.2.2.1. Digestibilité in vivo

C'est la méthode de référence. Le principe de la digestibilité in vivo est basé sur l'utilisation de 2 à 6 sujets adultes, mâles, castrés, en bonne santé, recevant le fourrage soit à volonté, soit en quantité limitée et placés en cage à digestibilité. Elle comporte deux étapes:

- Une étape pré-expérimentale au cours de laquelle les animaux sont accoutumés au fourrage à étudier. Cette étape dure trois semaines (période d'adaptation) ;
- Une étape expérimentale qui dure une semaine à 10 jours, durant laquelle les quantités de l'aliment distribuées et refusées ainsi que les quantités de fèces produites sont pesées quotidiennement.

La composition chimique est déterminée sur l'ingesta et l'excréta. La différence entre les quantités ingérées et celles excrétées sous forme de fèces permet d'évaluer la digestibilité des différents constituants alimentaires (matière sèche, matière organique, matières azotées totales, cellulose brute).

2.2.2.2. Digestibilité in vitro

C'est la méthode, la plus classique d'appréciation en grande série de la digestibilité en dehors de l'animal est sans doute le test réalisé "in vitro".

Cette dernière consiste à mettre dans un récipient en verre un échantillon d'un fourrage considéré, soit à l'état libre soit contenu dans des sachets en nylon, en présence de jus de rumen (inoculum). Afin de créer les conditions physico-chimiques régnantes dans le rumen, on ajoute dans le milieu une solution saline (salive artificielle) de MC DOUGALL (1948) dont le rôle est de:

- Maintenir le pH du milieu dans une zone proche de la neutralité, en jouant le rôle tampon. ;
- Apporter des éléments minéraux nécessaire à la croissance de la population microbienne.

Le substrat et l'inoculum sont maintenus dans un récipient en verre plongé dans un bain-marie dont la température est stabilisée entre 39 à 40°C grâce à un appareil chauffeur agitateur thermostaté.

Le milieu est saturé en CO₂, afin d'obtenir une anaérobie aussi proche que possible de celle du rumen.

A la fin de chaque période d'incubation, on mesure la quantité résiduelle (MS, MO, MAT, CB....) du fourrage testé. La différence entre la quantité initiale et la quantité résiduelle, renseigne sur la quantité disparue. Le résultat est rapporté à la quantité initiale et exprimé en p.100.

Plusieurs méthodes de digestibilité in vitro sont proposées (TILLEY et TIRRY, 1963; SLYTER et PUTMAN, 1967; ISAACSON et al 1975; CZERKAWSKI et BERCKENRIDGE, 1977). Ces méthodes diffèrent les unes des autres par la préparation de l'inoculum (jus de rumen), les quantités de substrat (fourrage), le mode opératoire, la durée de fermentation et la mesure des constituants organiques fermentés (matière sèche, matière organique, cellulose brute, NDF, ADL, matière azotées...).

Les mises au point successives de ces méthodes ont pour objectif principal:

- La simulation aussi fidèle que possible du fonctionnement de rumen et la reproduction de ses conditions physico-chimiques qui y règnent .

La méthode de TILLEY et TERRY (1963) s'avère la plus intéressante et d'utilisation très répandue, en raison de :

- Sa simplicité et sa rapidité, de plus elle simule les deux étapes de la digestion des fourrages chez les ruminants (digestion ruminale et gastrique) ;
- Attaque microbienne en présence du jus de rumen et la salive (simulation de la digestion dans le rumen) ;
- Attaque enzymatique (pepsine) en milieu acide (simulation de la digestion dans la caillette).

La mise au point de système de fermentation semi-contenu RUSITEC (Rumen Simulation Technique) par CZERKAWSKI et BRECKENRIDGE (1977) a apporté un plus aux méthodes de mesure de la digestibilité "in vitro". Ce système comme son nom l'indique est conçu sur le même principe que le rumen :

- Maintien de l'activité des protozoaires;
- Maintien du taux de dilution;
- Infusion de la salive en contenu;
- Phase d'adaptation d'une semaine permettant à la population microbienne de s'accoutumer au substrat à tester;
- Une phase de mesure qui peut s'étaler sur 03 semaines;
- Existence de trois phases, dans le milieu: phase solide, phase liquide et phase intermédiaire.

La méthode in vitro dite RUSITEC est une technique qui par son principe de fonctionnement et par ses avantages (études des activités de dégradation et de synthèse) est en mesure de supplanter toutes les autres méthodes déjà conçues.

Ainsi, selon OUAFFAI (1989), cette méthode présente l'avantage d'étudier les activités de la population microbienne ruminale (les activités de dégradation et de synthèse et leur cinétique) tout comme chez l'animal avec l'avantage d'éliminer les interférences (recyclage et absorption de l'azote) avec l'animal.

2.2.2.3. Digestibilité in sacco

C'est la méthode des sachets de nylon suspendus dans le rumen; dérivant de celle proposée par QUINN et al (1938), qui ont utilisé des poches de soie pour étudier l'effet de la nature du régime consommé par le ruminant sur la digestion de la cellulose dans le rumen.

Cette technique consiste à introduire l'aliment à étudier en petites quantités dans des sachets, en tissu de nylon de dimensions et porosités variables.

Les sachets sont fixés à une chaîne en inox suspendue, dans le rumen d'un animal porteur d'une canule permanente. Ces sachets sont retirés à la fin des périodes de fermentation dont les durées varient de 4 à 72 heures selon les auteurs et les objectifs des essais (DEMARQUILLY et CHENSOT, 1969 ; LOWREY, 1969; OUAFFAI, 1989).

Après leur sortie du rumen, les sachets sont soigneusement lavés et incubés dans une solution d'HCl + pepsine pendant 48 heures .Ils sont de nouveau lavés séchés puis pesés.

La digestibilité in sacco est déterminée par différence entre la quantité initiale mise à fermenter et la quantité finale retrouvée dans les sachets à la fin de chaque période d'incubation. Le pourcentage de matière sèche dégradé est pris comme index de la digestibilité du fourrage étudié.

CONCLUSION GENERALE

La technique de la roue à pointes pour étudier la structure de la végétation steppique est très simple à mettre en œuvre et facile d'utilisation.

L'étude de la communauté végétale, dans le temps et dans l'espace par cette technique a permis de dégager deux situations de zone de parcours bien distinctes :

- Les zones pâturées (Métales et Draâ Zoubiat) où les effets d'une faible pluviométrie associés à un intense surpâturage ont réduit de façon significative la communauté végétal entre 1980 et 2000. Dans ces zones, la composition botanique est très peu diversifiée. Elle est dominée dans son ensemble par des espèces de qualité fourragère moindre telles que : (*Noaea mucronata*, *Peganum harmala* et *Atractylis serratuloides*).

La dominance de ces espèces étant très remarquable au niveau des stations de Hmar Khadou ,Hassi Oued el Ouhchs , Draâ Leben , avec cependant une forte proportion de *sisymbium torulosum* et *paronychia argentea* .

- Les zones protégées (Pastoretum, et Draâ Leben) où le facteur animal étant exclu, les effets de la sécheresse semblent être ressentis beaucoup plus :
 - Par les annuelles dont la contribution au couvert végétal et à la composition botanique a régressé entre 1980 et 2000 (cas du Pastoretum)
 - Que par les vivaces dont la dynamique prend un sens progressive suite à une régénération et à un développement de certaines d'entres elles .

Ces résultats suggèrent que :

- L'ovin par ses choix alimentaires peut avoir un effet très prépondérant sur l'évolution du couvert végétal et de la composition botanique des parcours. Soit en les favorisant (il épargne les espèces à faible intérêt fourrager) ou au contraire, il surexploite la végétation (cas des espèces à indice palatables).

- Actuellement, dans la plupart des zones steppiques l'équilibre des ressources fourragères est très menacé par une désertisation en raison des effets synergiques d'un surpâturage et de la sécheresse.

L'étude de la valeur nutritive a révélé que les espèces potentiellement intéressantes sur le plan nutritionnel, sont celles qui présentent des teneurs élevées en matières azotées totales et à parois fermentescibles. Dans cette catégorie d'espèces peuvent être retenues, *l'Iris sisyrinchium*, *Artemisia herba alba*, *Poa bulbosa* et *Noaea mucronata*.

Ces quatre espèces se caractérisent à la fois par des teneurs en matières azotées et par un contenu pariétal nettement plus dégradable que *l'Anabasis Oropediorum* et *stipa parviflora*.

De plus, elles sont d'une valeur énergétique relativement élevée ce qui explique certainement leur régression dans les zones pâturées, à l'exception de *Noaea mucronata* qui n'est que faiblement broutées en raison de l'existence des épines très piquante qu'elle développe et renforce au cours de son cycle phénologique.

Enfin, ce travail ne prétend pas être une étude exhaustive et complète de la dégradation des parcours steppiques. C'est une première approche dans la région de Ksar Chellala visant à intégrer dynamique et valeur nutritive des espèces pastorales et d'évaluer l'importance de chacun des deux principaux facteurs (climat et animal) déterminant le fonctionnement de l'écosystème pastoral.

Il serait souhaitable de poursuivre ce travail par d'autres études portant sur :

- La détermination de la valeur nutritive et de la productivité durant tout le cycle phénologique des espèces afin de déterminer le stade optimum de leur utilisation.
- La structure de la végétation au niveau d'autres zones pour mieux cerner la situation des parcours de la région.
- Et l'évolution saisonnière de la végétation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A et LAOUR M., 1998 :** Conséquences des changements sur les Ressources génétiques du Maghreb: Sem. Inter Réseau parcours. El jadida (MAROC) 16-18 Avril 1998. PP. 77-78.
- AERTS, J.V., COTTYN B.G., BUYSSE FX., 1977:** Comparaison of laboratory methods for predicting the organic matter digestibility of forages , anim , feed sci . techno ; (2):337
- AIDOU A., 1983 :** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse doct 3^{ème} cycle USTHB. ALGER.
- AIDOU F., 1984 :** Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*LYGEUM SPARTUM L*) des hauts plateaux sud oranais. Etude phyto-écologique et syntaxonomique, thèse, I .S. N, USTHB, ALGER, 256 P.
- AIDOU A., 1989:** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés hautes plaines Algéro –Oranaise (ALGERIE) . Thèse Doct. USTHB .Alger. PP 43-210.
- ADOUD F., AIDOU-LOUNIS., 1991:** Evaluation et régression des ressources végétales steppiques des hautes plaines Algériennes. IV^{ème} Congrès. Inter. des terres de parcours, *MONTPELLIER* (FRANCE) 22-26/04/1991. Tome1: 307-309.
- AIDOU A., 1994 :** Les changements écologiques dans l'espace steppique, causes et implications pastorales in stratégie de mise en valeur du développement pastorale. 2nd semi, internat. Réseau parcours 14.18/09/1993, Ifrane (MAROC) 9-14.
- ANDRIEU., DEMARQUILLY C., WAGAT L., 1981:** Tables de prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, édit. INRA. Pub. PP. 345-349.
- A.N.R.H., 1989:** Agence national des recherches hydrauliques.
- BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 :** Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Cartes product. Végét., Sér. Généralités, 3(1) , 47 p.+ Carte.
- BEDRANI S., 1994 :** Le développement des zones de parcours. p59.
- BEDRANI S., 1995:** Une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-arides (Maghreb et Iran). Rapport de la Banque Mondiale, Août 1995. 53 p + annexes.
- BECHET G., NEDJRAOUI D., 1982:** Valeur énergétique des principales espèces des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda ; Biocénose. Bulletin d'écologie terrestre N°1, Ann.1982.C.R.B.T. pp 79-94.
- BENREBIHA A., 1984:** Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : Cas de la coopérative pastorale d'AIN-OUSSERA (W.Djelfa) Th. Magister I.N.A ; ALGER, pp 4-77.

- BENSID T., DEBOUZIE D., 1996:** Ségrégation spatiale dans l'implantation de l'alfa, *stipa tenacissima*, et de l'armoise *Artemisia herba alba*, dans les hautes plaines steppiques d'Algérie: In *Ecologia Mediterranea* XXII (3/4) 1996: 9.17.
- BOTSCHANTEV V., KALINOV H., MIROCHNITCHENKO Y U., PELT N., RODIN L., VINOGRADOV B V., 1970:** Etude geobotanique de pâturage du secteur ouest du département de Médéa .Edit . NAOKA LENINGRAD. 123 p.
- BOUATTOURA N ., 1973 :** principes et méthodes d'amélioration des pâturages en zone aride (steppe). Sém .Inter. Pastoral ; Alger 36 P
- BOUCHET J.P., GUEGUEN L., 1981:** Constituants minéraux majeurs des fourrages et des aliments concentrés. In: R. Jarrige (ed), prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, 189 –202. INRA publications, versailles.
- BOUGHANI A., 1995:** Construction à l'étude de la flore et des formations végétales au sud des monts du Zab (Ouled Djellal , Wilaya de Biskra) : Phytomasse, application cartographique et aménagement. Magister ISN ; Alger, pp 169 – 190.
- BOURBOUZE A., DONADIEU P., 1987:** L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes, Opt. Médit; série d'étude, CIHEAM/IAM, MONTPELLIER , 104 p.
- BRAUN–BLANQUET J., 1975:** Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. Ann. Estac. EXP. de Aula. die, 5 (1- 4), 266 p + tabl..h.t.
- BREIREM K ., 1954:** In 100 Jahre Mockern. Die Bewertung der Futterstoffe und andere probleme der Tierernahrung. 2,97 – 115. k. Nehring Ed .(VEB, Leipzig).
- BROWN D., 1954:** Methods of surveying and measiuring vegetation comm. Bur, pasturs and Filds Crops, Bull, 42. Harley. 223 p.
- CASTAGNA A., SAUVANT D.J., DORLEANS M., GIGER S., 1984:** Etude de la dégradabilité enzymatique des aliments concentrés et sous produit. Ann Zoot. (33): 265-290 p.
- CHENOST M., 1973:** La valeur alimentaire de quatre graminées et une légumineuse tropicale et ces facteurs de variation. Rev fourrages, (54) : 87 –95.
- COPPENET M., 1972 :** Composition minérale des maïs récoltés dans le finistère. Rev. fourrages, (49) : 53.
- C. R.B. T., 1978:** Centre de recherche sur les ressources biologiques terrestres: Rapport phyto-écologiques et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda. CRBT, Alger, 256 p. + Ann.+ Cartes.
- CZERKAWSKI J.W., BRECKENRIDGE., 1977:** Design and développement of a long term rumen simulation technique Br. J, (38): pp 317 – 75.
- DAGET PH., POISSONET J., 1971:** Une méthode d'analyse phyto-sociologique des prairies. Ann. Agro; 21(1) , pp 5 – 41.
- DEBRANDER D.L., AERTS J.V., BOUCQUE C.V., BUYSSE F.X, 1977:** Valeur alimentaire et ingestion d'herbe sous différentes formes de conservation chez les vaches laitières. Rev .Agri ; (1) : 109.

- DEINUM B., DRIVEN J.G., 1976:** Climate nitrogen and grass :7 :Comparison of production and chemical composition of Brach aria resize and set aria speculate grown at different temporaries. Neth J Agric sci ; 24:67
- DEMARQUILLY C., WEISS PH .,1970:** la valeur fourragère des fois .Rev Fourrages (42): 46
- DEMARQUILLY C., 1972:** Digestibilité, valeur nutritive et ingestion des betteraves à différentes teneurs en matière sèche Ann. Zoot. (21) : 415.
- DEMARQUILLY C., 1973:** Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée des ensilages de fourrages : Modification par rapport au fourrage vert initiale. Ann. Zoot. (22).
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., DULPHY J.P., 1978:** Composition et valeur nutritive des aliments.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M., SAUVANT D., 1980:** Simple methods to product value : applied aspects in energy and protein feeding applied to the rearing and finishing of beef – cattle. Ann ; (29) 351 p.
- DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1981:** Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages .
- DEMARQUILLY C., 1986:** Les matières azotées des plantes fourragères. Le sélectionneur français (37). pp 25 – 38.
- DEMARQUILLY C., 1987:**Prévision de la valeur alimentaire in: Les fourrages secs: Récolte, traitement et utilisation. 16^{eme} journées du grenier de theix, 21 – 23 mai 1987.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1988:**Les fourrages in: R. Jarrige (éd); Alimentation des bovins, ovins et caprins INRA, Pub. VERSAILLES pp 315 - 335.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1992:**Caractéristiques des fourrages européens exploités en vert. INRA. Prod. Anim ; (5); 213 - 221.pp 621 – 622.
- DEVRIES DM., DEBOERT . A., 1942 :** méthodes used in botanical grassland research in the netherlands and their applications herbage abstracts , 29 (1) : 1-17
- DJEBAILI S., 1987:** Rapport phyto-écologique et pastorale. w.Djelfa. unité de pêche. ress. bio. terrestre. 159 p.
- DJEBAILI S., DJELLOULI Y., DAGET., 1989:** Les steppes pâturées des hauts plateaux Algériens .In Fourrages (1989) 120 , 393 - 400.
- DJELLOULI Y., 1981:**Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud oranais (wilaya de Saïda) .Thèse Doct .3eme cycle, U.S.T.H.B , Alger , 187 p +Ann.
- DONEFER E., NIEMAN J., CRAMPTONE W., ILOYD GE., 1963:**Dry matter disappearing by enzyme and aqueous solution to predict the nutritive value of forage.

- DOUH M., 1993:**Essai sur la productivité fourragère des parcours à Atriplex dans une région steppique (w de Djelfa).Thèse Ing. Agro I.NES BLIDA . 88 p
- D.P.O.M., 1981:**Division de projet d'outre mer. projet de développement Agro – pastoral intégré de la steppe de Ksar chellala. Rapport de Mission de 12 mois végétation des terres de parcours. pp 29-72
- EVANARI M., SCHULZE D., LANGE D.L., 1975:** The diurnal course of carbon dioxide exchange and transpiration and it's balance in regard to primary production . In : Ecophysiological foundation of ecosystems productivity in arid zonz (ed) , LE Rodin , 66 -71 –Naouka Leningrad
- FELIX L., RAUZI G., 1971:** Contribution à la prévision de la production de plantes cultivées au moyen d'un indice agro -climatique loca . Rev. Fourrages, (45) : 71.
- FLORET C., 1981:** The effects of protection on steppic végétation in the Mediterranean arid zone of southern Tunisia. Végétation ; 46 , 117 – 129.
- FLORET C., PONTANIER R., 1982:**L'aridité en Tunisie présaharienne: climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M n° 150 MONTPELLIER 183 P.
- FLEMING G.A., 1973:** Mineral composition of herbage chemistry and biochemistry of herbage , (1): 529.
- FRANCLET A., LE HOUEROU HN., 1971:** les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord .Document F.A.O Rome 1971. p 181.
- GMELLING H.D., 1973:** Effect of light intensif, température and day length on the rate of leaf apperarence of maïs. J. Agric. Sci; (21): 68.
- GODRON M., DAGET PH., EMBERGERC., LONG G., LE FLOCH E., POISSONET J., SAUVAGE CH., WACQUANT J.P., 1968:** Code pour le relève méthodique de la végétation et du milieu. C.N.R.S .PARIS 126 P.
- GOUNOT M., 1969:**Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Paris MASSON. 314 P
- GUEGUEN L ., FOUCONNEAU G., 1961 :** Etudes sur les variations des teneurs en matières Azotées et en éléments minéraux de la fétuque des prés .Ann . Zoot , (10):69
- HAMROUNI A ., SARSON M ., 1975:** Appétabilité de certains Atriplex spontanés ou introduite en Tunisie I.N.R.F .note de recherche .P18
- HALEM M., 1997:** La steppe Algérienne : Causes de la désertification et propositions Pour un développement durable . thèse Magister I.N.A , Alger 6p

- HEDDADJ D., 1986:** Eléments de réflexion pour un plan d'action en matière de lutte contre la désertification. Séminaire intern. sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. TEBESSA du 26-30/04/1986.p 99.
- HENIN S., 1969:** Essai de synthèse. Rev Fourrages (39) : 113.
- HOGLUND J.M., BROCK J.L., 1974:** Growth of «Grassland Hui» and «Transland 4700 » with clovers: l'effectifs of temperature and nitrogen . J .Agro .Res, (17):41.
- INRA., 1978:** Alimentation des ruminants. edit .INRA .PUB ; 78000 VERSAILLES.
- INRA., 1988:** Alimentation des bovins, ovins et caprins. edit .INRA. pp 304 – 335.
- INRA., 1995:** Nutrition des ruminants domestiques: Ingestion et Digestion. edit. INRA. pp 723 – 729.
- ISAASCON H., HIND F.C., BRYAN TH.R., OWENS F.N., 1975:** Efficiency of energy utilisation by mixed rumen bacteria in continuous culture J. Dairy. sci (58): 1645 – 1659.
- JARRIGE R., THIVEND., 1969:** Action d'une cellulase fongique sur les membranes et sur intérêt pour prévoir la digestibilité des plantes fourragères. Ann. Bioph; (9):184 p.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., 1974:** L'ingestibilité des fourrages: ses variations et ses conséquences. Bull . tech. CRZV ; INRA . THEIX ; (16): 5.
- JARRIGE R., 1981:** Les constituants glucidiques des fourrages : variations, digestibilité et dosage. In prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA. 13 - 40.
- KHELIL A., 1997:** l'écosystème steppique : quel avenir ? Edit. DAHLAB .pp 104- 106 .
- KANOUN M., KANOUN A., 2001:** Contribution à la connaissance de l'impact de la culture des céréales en milieu steppique, Cas de la région de Djelfa. Séminaire National sur la problématique de l'Agriculture des zones arides et de la reconvention 22 au 24 janvier 2001 Sidi Bel Abbés 313 p.
- LABADI AS., 1998:** Contribution à l'étude hydro-géologique des monts carbonates fissures de Ksar chellala (Tiaret) .Thèse Magister . I.S.T / U.S.T.H.B.
- LAPEYRONIE A., 1982:** Les productions fourragères méditerranéennes: Tome 1 généralités caractères botaniques et biologiques pp 121 – 153.
- LE HOUEROU H.N., FROMENT., 1966:** Définition d'une doctrine pastorale pour la Tunisie steppique ; Bull Ec- Sup – D'agri .TUNISIE.
- LE HOUEROU H.N., 1969:** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Rech. Agro. Tunis, 42 (5) 624 p.
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J., HAYWOOD M., DONADIEU. J., 1975:** Etude phyto - écologique du Hodna Rapp. Techn; Fao (Rome) p 269.
- LE HOUEROU H.N., 1977:** Etude bioclimatique des steppes Algériennes. Bull. Soc Hist .Nat. Afro. Nord. Alger.T 68, Fasc. 3 et 4 1977. pp 33 – 74.

- LE HOUEROU H.N., 1979:** La désertification des régions arides. La recherche N° 99. volume 10 pp 337 – 344.
- LE HOUEROU H.N., 1985:** La régénération des steppes Algériennes. Rapport de mission de Consultation et d'évaluation .Ministère de l'Agriculture Alger. 45 p.
- LE HOUEROU H.N., 1991:**Les terres de parcours et l'aménagement de l'espace: un jeu pour le développement et l'environnement .IV Congrès des terres de parcours.
- LE HOUEROU H.N., 1995:** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation «options méditerranéennes » Série B: N°10. Etude et recherche Montpellier CIHAM/ACCT.
397 P.
- LILA M., 1986:** Mise en point et l'étude d'un test enzymatique de la digestibilité des fourrages pauvres on riches en amidon .Agr (6) :285 – 291.
- LOWREY S., 1969:** Contribution à la détermination de la valeur alimentaire des fourrages grossiers. III estimation à la détermination de la valeur énergétique par la méthode de sachet en nylon. Revu de l'agriculture 2: 255.
- MAAZOUZ C., LAHRECHE F., 1989:** Contribution à l'étude des effets de la mise en défens dans les parcours à chamephytes (*Artémisia herba alba et Noea mucronata*) à Ksar Chellala. Thèse .Ing 21 p.
- M.A.R.A., 1974:** Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. Recensement des terres pastorales et à vocation pastorale .
- MC. DOUGALL E.I., 1948:** Studies on ruminant saliva .The composition and out put of sheep's saliva. Biochem. J (43); 99 - 109.
- MONGI BM., 1989:** Cours intensifs de perfectionnement en amélioration pastoral projet des parcours de la Tunisie. Centrale (U.S.A.I.D). Présentation et inventaire des ressources pastorales. P 5
- MINSON D.J., MC LEOD M.N., 1970:** The digestibility of temperate and tropical grasses. In: proc 11 th .Int. Grassld longr surfers paradise, Australia, 719–722 university press, Brisbane .
- NEDJRAOUI D., 1981:** Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saida thèse de Doct. 3^{eme} cycle en sciences biologiques U.S.T.A Alger 156 P- Annexes.
- OMED M; AXFORD. F.E., GIVENS D.I., 1989:** Three laboratory techniques for the estimation of digestibility feeds tuffs for ruminants J-Agric Sci (113) : 35-39.
- O.N.M., 2000:** Office National de la météorologie. Données climatiques de la période(1990-1999), Ksar Chellala .
- OUAFFAI A., 1989:** Rendement de la transformation en matières azotées microbiennes des matières azotées dégradées dans le rumen . Thèse Doc .I.N.P.L France p 70.

- OUAFFAI A., 2000:** Aspects actuels de physiologie des parcours steppiques (Diaporamas) : cas de quelques zones dans la végétaison de Ksar Chellala et Rechaiga (Tiaret). Séminaire National sur la biologie de la faune et de la flore des zones arides et sahariennes :Bilan (1980-2000). Perspectives pour la lutte contre la désertification dans les zones steppiques : 20-21 Nov 2000 .El Bayadh.
- OUAFFAI A., BRAGUE A., KHADER S., 2000:** Intérêt fourragers de l'Atriplex canescens (Etude diachronique de la productivité et de la valeur nutritive). Séminaire National sur la Biologie de la faune et de la flore des zones arides et sahariennes:Bilan. (1980-2000). Perspectives pour la lutte contre la désertification dans les zones steppiques: 20-21 Nov 2000. El Bayadh Pp 18-41.
- OUAFFAI A., BELADJINE M., 2001:** Détermination de la digestibilité, ingestibilité et valeur énergétique de l'Atriplex canescens chez l'ovine . Séminaire National sur la valorisation intégrée des milieux semi-arides: 28-29 Mai 2001 Oum El Bouaghi P 21.
- OUAFFAI A, BRAGUE A, ADOUM IY., 2001:** Intérêt fourragers de quelques plantes steppiques .In Ecosystème 1(01). Pp 28-32.
- PERIGAUD S., 1975:** Influence de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages et satisfaction de besoins en minéraux des ruminants. Bull Tech. C.R.Z.U. Edit. INRA Thèse., (21): 42
- PEYRE., FABREGUE., 1971:** Pâturages naturels sahéliens du sud tamesna. Etudes de cas sur la désertification P 142.
- POUGET M., 1980:** Les relations sol- végétation dans les steppes sud-algéroise. Trav. Doct. ORSTOM; 116, 555 p.
- U.N.E.S.C.O ., 1983:** Etudes de cas sur la désertification. Ed .J.A. Mabbutt et C.Floret UNESCO , Genève.
- QUINN J.O., VANDER WATH J., MYBURGHES., 1938:** Studies on the alimentary tract of merinos sheep in south Africa – 4 description of expérimental and technique onder stepport. 1 vet sci. Ani. Industry (II): 341-360.
- REISIGL H., DANESCH O., 1985:** Flore méditerranéennes. Editions PAYOT LAUSANNE. PP 6-8.
- RODIN L., BOTSCHANTZEV V., KALENOV H., MIROCHNITCHENKO YU PELT. N., VINOGRADOV. B., 1970 :** Etude géobotanique des pâturages du secteur ouest de département de Médéa .edit –NAOKA . LENINGRAD. 123 P .
- SAUVANT D., 1977:** La composition en éléments majeurs des aliments des ruminants. In: Les minéraux et les vitamines.
- SELTZER P., 1946:** Le climat de l'Algérie. Travaux de l'institut de Météorologie et de physique du globe; UNIV .d'Alger. 220 P.
- SLYTER L.L., PUTMAN P.A., 1967:** In vivo us in vitro continuous of ruminal microbial population .J. Anim . Sci, (26) : pp 1421-1427.

SOURADJ S., 2002: Détermination de la valeur énergétique (UFL) de la phytomasse consommable (globale et fractionnée) de l'*Atriplex halimus* (Etude in vitro).Thèse ing ISA (Tiaret) p 62.

TAZAIRT K., 1992: Etude de la variabilité morphologique caryologique et électrophoretique de l'Alfa (*Stipa tenacissima L*) Dans trois régions d'Algérie selon un gradient longitudinal. Résultats préliminaires d'un essai de révision de la systématique de l'Alfa. Thèse Magistère I.S.N /U.S.T.H.B ; Alger.

TIDMARSH C.E.M., HAVEGNA C.M., 1955: the wheel-point method of survey and measurement of semi open grasslands and karoo vegetation in south Africa .Bot.survey s .Africa. Mem. N° 29. Gouvernement printer, Pretoria.

TELLY J.M.A., TERRY R.A., 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forages crops. J.Br . Grassld .Sc; (18) :104-111.

VANSOEST P.J., 1963: Use of the détergent in the analysis of fibrous feeds. II A rapid method of the détermination of fiber and lignin .J A.O.A.C (46): 829-835.

YAHIA TENE S., 2002: Etude qualitative et quantitative du régime alimentaire ingérée sur parcours chez les Brebis. Thèse. ing ISA (Tiaret) p . 87.