

# THESE

En vue de l'obtention du : **DOCTORAT**

*Structure de Recherche* : Equipe de Botanique et Valorisation des Ressources  
Végétales et Fongiques

*Discipline* : Biologie

*Spécialité* : Ecologie Végétale

Présentée et soutenue le 07/12/2019 par :

**Azeddine HACHMI**

***Impacts de quelques actions de réhabilitation des parcours sur  
quelques composantes de l'écosystème pastoral des hauts plateaux  
de l'oriental***

## JURY

<b>Mr Moustapha ARAHOU</b>	PES, Faculté des Sciences, Université Mohammed V- Rabat	<b>Président</b>
<b>Mme F.E. EL ALAOUI-FARIS</b>	PES, Faculté des Sciences, Université Mohammed V- Rabat	<b>Encadrant</b>
<b>Mr Hamid MAHYOU</b>	Dr, Directeur du Centre Régional de la Recherche Agronomique-Oujda	<b>Co-Encadrant</b>
<b>Mr Ahmed EL ABOUDI</b>	PES, Faculté des Sciences, Université Mohammed V- Rabat	<b>Rapporteur /Examineur</b>
<b>Mr Mohammed Taleb SGHIR</b>	PES, Institut Scientifique, Université Mohammed V- Rabat	<b>Rapporteur /Examineur</b>
<b>Mr Lahcen ZIDANE</b>	PES, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl- Kénitra	<b>Rapporteur /Examineur</b>
<b>Mr Ahmed EL AICH</b>	PES, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II- Rabat	<b>Examineur</b>

## Dédicaces

*Au nom de Dieu je dédie ce modeste travail :*

**A** *Mon père et Ma très chère mère, pour leurs prières et sacrifices ;*

*Ma sœur Souad et son mari Taher Jebbour et leurs enfants : Abdelfatah, Aziza, Chaïmae et la petite Niïma ;*

*Mes frères : Abdelkader, Abdelhak et leurs enfants : Nasr Allah et Mohamed ;*

*Tous mes enseignants, mes collègues et ami(e)s ;*

*Messieurs Aziz, Yahya et Mohammed du ministère d'intérieur ;*

*À toutes les personnes qui portent les noms : Hachmi, Khoukhi, El oukbani, Sérji, Sayad, Torbi, Jabri, Chahid, Chniouar, Ghafès, Affani, Saâdouni et Zarzar ;*

*Et à tous ceux que j'aime.*

# Avant-propos

Ce travail est le fruit de la collaboration positive entre la Faculté des Sciences de Rabat, Université Mohammed V-Rabat, Equipe de Botanique et Valorisation des Ressources Végétales et Fongiques sous la direction de madame **Fatima Ezzahra EL ALAOUI-FARIS**, Professeur à la Faculté des Sciences et le Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda sous le Co-encadrement de monsieur **Hamid MAHYOU**, docteur et directeur de ce Centre.

En premier lieu, je tiens avant tout à adresser mes vifs remerciements à madame **Fatima Ezzahra EL ALAOUI-FARIS** de m'avoir accueillie au sein de son honorable équipe en tant que doctorant-chercheur et de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce projet qui me tenait à cœur. Qu'elle trouve ici toute ma sympathie.

Mes vifs remerciements seront adressés aussi à monsieur **Hamid MAHYOU**, Directeur du Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda et mon encadrant. Pour m'avoir appuyé durant toutes les étapes de ce projet de recherche y compris dans sa phase cruciale de synthèse et de rédaction. J'ai énormément appris à ses côtés aussi bien sur le plan professionnel qu'humain. Je le remercie pour m'avoir rassuré et encouragé pendant les moments difficiles et aussi pour sa disponibilité malgré ses engagements et ses contraintes ainsi que pour la confiance qu'il m'a accordé.

Je tiens à exprimer mon respect à monsieur **Moustapha ARAHOU**, Professeur à la Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Rabat et responsable de l'Equipe de Botanique et Valorisation des Ressources Végétales et Fongiques au Département de Biologie, de l'honneur qui m'a fait en acceptant de présider le jury de ma thèse.

Ma reconnaissance est adressée également au Professeur **Ahmed EL ABOUDI** de la Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Rabat, Equipe de Botanique et Valorisation des Ressources Végétales et Fongiques d'avoir accepté de rapporter ce travail. Je suis honoré de sa présence parmi les membres de jury de cette thèse.

Je remercie chaleureusement Monsieur **Mohammed Sghir TALEB**, Professeur à l'Institut Scientifique, Université Mohammed V-Rabat, Département de Botanique et Ecologie Végétale, qui a accepté de rapporter ce travail. C'est un honneur pour moi de vous compter parmi le jury de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à monsieur **Lahcen ZIDANE**, Professeur à la Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl-Kénitra, Département de Biologie. Ses conseils, ses

remarques, ses encouragements et son soutien moral m'ont énormément aidé. Sa participation au jury est pour moi un grand honneur, qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance.

Avant de terminer, je voudrais remercier chaleureusement monsieur **Ahmed EL AICH**, Professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II-Rabat, pour avoir accepté d'examiner ce travail malgré ses multiples occupations. Je le prie de bien vouloir trouver ici l'expression de ma vive gratitude.

Aussi, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers monsieur **Karim ANDICH**, Coordinateur de l'Unité de Recherche : Gestion Durable des Ressources Naturelles de l'Institut National de la recherche Agronomique à Oujda, pour m'avoir accueillie au sein de leur unité et pour l'aide et toutes les facilités mises à ma disposition pour le bon déroulement de mon travail.

Mes respectueux hommages à Monsieur **Mohamed RAHOUTI**, Professeur à la Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Rabat, Equipe de Botanique et Valorisation des Ressources Végétales et Fongiques de la Faculté des Sciences de Rabat et Monsieur **Ahmed YAHYAOU**, Professeur à la Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Rabat, Laboratoire de Zoologie.

Je voudrais aussi exprimer mes remerciements aux membres du Centre d'Etudes Doctorales-Sciences et Technologies de notre Faculté: les professeurs **Mohamed LFERDE** et **Abdellah GUENBOUR** et madame **Karima ECHTIOUI** qui m'ont toujours apporté l'aide et le soutien administratif nécessaire pour l'élaboration de ce travail.

Mes remerciements vont également à tous les techniciens et agents du centre Régional de la Recherche Agronomique, qu'ils trouvent tous ici un gage de ma profonde reconnaissance pour leur aide et soutien au cours des sorties sur le terrain, en particulier Messieurs **Nasser MANSOURI**, **Marzouk AZZAHAF**, **Omar KARAMI** et **El Arbi SMAÏLI**.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres de Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda, en particulier Messieurs **Abdelmajid BECHCHARI**, **Wadie SNAIBI**, **Abdeslam MAATOUGUI**, **Rachid HADRIA**, **Mohamed ACHERKOUK**, **Abdessamad TOUIL**, **Said OUTOYA** et sans oublier Monsieur **Abderrahmane NAZIH**. Merci à tous pour nos discussions fructueuses ainsi qu'au soutien moral lors de mes séjours au Centre qui a été pour moi une école où j'ai approfondi mes connaissances sur l'Agro-Écologie.

De nombreuses personnes soit des membres de **coopératives pastorales et associations ou bien des propres amis** m'ont apporté une aide précieuse lors de la réalisation de ce travail, ils

sont trop nombreux pour être tous cités ici, j'espère qu'ils se reconnaîtront eux-mêmes à travers mes sincères remerciements que je leur adresse chacun à son nom.

# Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de trois techniques d'aménagement pastoral : la mise en repos, la plantation d'arbustes fourragers et les travaux de conservation de l'eau et du sol (CES) sur les paramètres de la végétation, de la faune et du sol de 3 sites réhabilités et 1 site de référence non aménagé des parcours pastoraux des hauts plateaux de l'oriental.

Trois composantes de l'écosystème pastoral de ces sites sont analysées. Les résultats d'étude floristique ont montré une nette amélioration de la plupart des paramètres étudiés suite à l'application de ces techniques de restauration.

- 98 espèces d'angiospermes répartis en 30 familles sont identifiées. 9 familles comptabilisent 71% de la richesse spécifique. La spécificité de la végétation est marquée par l'endémisme de certains taxons, et par la rareté ou la menace pesant sur certains taxons. Les techniques d'aménagement ont amélioré le recouvrement, la phytomasse et la valeur énergétique de la végétation soit respectivement 85%, 2,84 t/ha et 931 UF/ha ; contre 6%, 46 UF/ha et 0,31 t/ha pour le site en pâturage libre (PL).

- Les valeurs moyennes de la matière organique, l'humidité résiduelle, la perméabilité, le sodium et la conductivité électrique des sites aménagés est hautement significative par rapport aux moyennes du site PL. Ce dernier est marqué par des taux de Na et de CE élevés.

- L'étude faunistique a permis d'identifier 87 espèces d'animaux dont 65,51% sont rattachées aux insectes, 16% aux araignées et presque 7% aux oiseaux.

**Mots clés :** pastoralisme, parcours, flore, faune, sol, dégradation, réhabilitation.

# Abstract

This work aims to evaluate the impact of three pastoral management techniques: fencing, fodder shrubs plantation and water and soil conservation (CES) on vegetation, fauna and soil parameters of 3 rehabilitated sites and 1 undeveloped reference site in the pastoral rangelands of the Eastern Highlands.

Three components of the pastoral ecosystem of these sites are analyzed. The floristic results showed a clear improvement in most of the parameters studied following the application of these restoration techniques.

- 98 species of angiosperms divided into 30 families are identified. 9 families account for 71% of specific wealth. The specificity of vegetation is marked by the endemism of certain taxa, and by the rarity or threat to certain taxa. Management techniques have improved the coverage, phytomass and energy value of vegetation (85%, 2.84 t/ha and 931 UF/ha respectively); compared to 6%, 46 UF/ha and 0.31 t/ha for the open grazing site (PL).

- The average values of organic matter, residual moisture, permeability, sodium and electrical conductivity of the developed sites are highly significant compared to the averages of the PL site. The latter is characterized by high Na and CE levels.

- The faunal study identified 87 animal species, 65.51% of which are related to insects, 16% to spiders and almost 7% to birds.

**Key Word:** pastoralism, rangelands, flora, fauna, soil, degradation, rehabilitation.

## Liste des figures

Figure 1 : Carte de répartition des terres de parcours en Afrique (Mayeux et al., 2000).....	13
Figure 2: Carte de répartition des dix zones pastorales au Maroc (laboratoires de géomatique appliquée du centre régional de la recherche agronomique d'Oujda).....	18
Figure 3: Carte d'occupation du sol des hauts plateaux de l'oriental (INRA, 2012) .....	40
Figure 4: Nature de l'habitat principal (en %) de la population des HPO .....	43
Figure 5 : Distribution du nombre des coopératives pastorales par province (Snaibi, 2018) ..	47
Figure 6 : Localisation de la zone d'étude .....	48
Figure 7: Localisation des sites d'étude (S1 : mise en repos dominée par l'armoïse; S2 : mise en repos associée à la plantation d' <i>Atriplex</i> ; S3 : mise en repos avec la technique de CES; S4 : site non pâturé et dominé par <i>Stipa tenacissima</i> . PL : pâturage libre) .....	50
Figure 8: Photos des 5 sites étudiés (S1 : mise en repos dominée par l'armoïse; S2 : mise en repos associée à la plantation d' <i>Atriplex</i> ; S3 : mise en repos avec la technique de CES; S4 : site non pâturé et dominé essentiellement par <i>Stipa tenacissima</i> . PL : pâturage libre) .....	51
Figure 9: Evolution des précipitations (mm) entre 1931 et 2015 dans la région d'Ain Beni Mathar (INRA).....	53
Figure 10: Variabilité des précipitations (en mm) en 2014 et 2015 (INRA) .....	53
Figure 11: Evolution de la température annuelle (°C) entre 1991 et 2015 dans la région d'Ain Beni Mathar (INRA) .....	54
Figure 12: La variation de la température mensuelle (°C) d'Ain Beni Mathar en 2014 et 2015 (INRA) .....	54
Figure 13: Climagramme pluviothermique (Sauvage, 1963).....	57
Figure 14 : Représentation graphique du modèle structure-fonction (Bradshaw, 1984 ; Martin et Anthony, 2002).....	59
Figure 15 : Diagramme ombrothermique années de la station d'Ain Béni Mathar (1931-2014) .....	72
Figure 16: Evolution du nombre d'espèces dans les cinq sites (S1, S2, S3 et PL) en fonction de la surface d'échantillonnage en m <sup>2</sup> .....	75
Figure 17: Répartition des types phytogéographiques des espèces végétales inventoriées .....	79
Figure 18: Pourcentage des types biologiques dans les sites étudiés .....	94
Figure 19: Représentation graphique des paramètres : indice de diversité de Shannon-Wiener (H'), diversité maximale (H max) et équitabilité de Piélou (J) dans les cinq sites (S1, S2, S3, S4 et PL).....	97



Figure 20: Courbes de variations de la perméabilité (mm/h) du sol à l'eau des sites étudiés	113
Figure 21: Humidité résiduelle (en %) dans des sites étudiés .....	114
Figure 22: Comparaison entre les phytomasses hypogées des sites étudiés .....	115
Figure 23: Différentes classes faunistiques rencontrées dans les sites étudiés .....	117
Figure 24: Proportions (%) des familles d'espèces animales collectées dans les cinq sites ..	120
Figure 25: Répartition des familles présentes dans chaque site .....	121

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition et statut du pastoralisme dans le monde (Blench et Sommer, 1999)....	7
Tableau 2 : les types de climats décrits par Debrach (1968).....	56
Tableau 3: Équivalence entre classes d'aridité et tranches pluviométriques (Peyre, 1979).....	57
Tableau 4: Diversité floristique dans les cinq sites étudiés.....	72
Tableau 5: Les familles dominantes dans les cinq sites étudiés.....	73
Tableau 6: Nombre d'espèces pour chaque famille dans les cinq sites S1, S2, S3, S4 et PL..	74
Tableau 7: Degré de rareté des espèces végétales inventoriées .....	78
Tableau 8: Pourcentages des types biologiques des espèces végétales inventoriées dans les cinq sites.....	94
Tableau 9: Recouvrement global aérien de la végétation (RGA en %) au niveau des sites d'études durant 2014 et 2015. Min = minimum ; Max = maximum.....	100
Tableau 10: Phytomasse totale y compris le bois ( $t. ha^{-1}$ ) et valeurs énergétiques de la phytomasse des sites étudiés durant 2014 et 2015. Min = minimum ; Moy = moyenne ; Max = maximum ; $t. ha^{-1}$ = tonne de matière sèche par hectare. ....	101
Tableau 11: Les paramètres du sol mesurés dans les différents sites étudiés. pH ; MO : matière organique en % ; CE : conductivité en mS/cm ; Min : minimum ; Max : maximum ; Moy : moyenne. ....	109
Tableau 12: Les minéraux du sol mesurés dans les différents sites étudiés. P : phosphore en mg/kg ; K : potassium échangeable en mg/kg ; Na : sodium en mg/kg ; CaT : calcaire total en % ; Min : minimum ; Max : maximum ; Moy : moyenne.....	112

# Liste des abréviations

**ABH** : Agence du Bassin Hydraulique  
**ABM** : Ain Béni Mathar  
**AFN** : Nord Africain  
**AFN-ARAB** : Nord Africain et Péninsule Arabique  
**AFN-ASIE** : Nord Africain et Asie  
**AFN-TUR-ASIE** : Nord Africain, Turquie et Asie  
**AMER** : Américain  
**ANOC** : Association Nationale Ovins et Caprins  
**ANOVA** : Analyse Of Variance (Analyse de la Variance)  
**ANAT** : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire  
**APG** : Angiosperme Phylogénie Group  
**BAD** : Banque Africaine de Développement  
**BM** : Banque Mondiale  
**CANAR-AFN** : Canarien Nord Africain  
**CANAR-MED** : Canarien-Méditerranéen  
**CaT** : Calcaire Total  
**CCNUCC** : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques  
**CDB** : Convention sur la Diversité Biologique  
**CDN** : Contribution Déterminée au niveau National  
**CE** : Conductivité Electrique  
**CES** : Conservation de l'Eau et du Sol  
**Ch** : Chaméphytes  
**CIRCUM-BOR** : Circum-Boréale  
**CLD** : Convention de Lutte contre la Désertification  
**CMED** ou **centre MED** : Centre Méditerranéen  
**CN** : Commission Nationale  
**CNA** : Cours Normal des Affaires  
**CNES** : Conseil National Économique et Social  
**CNEDD** : Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable  
**CNTS** : Centre National des Techniques Spatiales  
**CNUED** : Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement  
**COSM** : Cosmopolite  
**CPDN** : Contribution Prévue Déterminée au niveau National  
**CSi** : Contribution Spécifique de l'espèce i  
**Dh** : Dirham  
**DPA** : Direction Provinciale de l'Agriculture  
**DRI** : Développement Rural Intégrés  
**Ds** : Densité Spécifique  
**Ebio**: Etage Bioclimatique  
**Ecol**: Ecologie  
**EM** : Évaluation des écosystèmes pour le millénaire  
**EMED** : Est Méditerranéen  
**ENA** : École Nationale d'Architecture  
**End** : Endémique  
**EUR** : Européen  
**EURAS** : Eurasiatique  
**EURAS-MED** : Eurasiatique-Méditerranéen  
**EUR-MED** : Euro-Méditerranéen  
**EVI** : Enhanced Vegetation Index (Indice de végétation amélioré)  
**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organisation)  
**FIDA** : Fonds International pour le Développement Agricole  
**Flo** : Floraison  
**FSi** : Fréquence Spécifique de l'espèce i  
**GES** : Gaz à Effet de Serre  
**GIEC** : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat  
**GIMMS** : Global Inventory Monitoring and Modeling System (Système mondial de surveillance et de modélisation d'inventaire)

**GLASOD** : Global Assessment of human-induced Soil Degradation (Évaluation globale de la dégradation des sols induite par l'homme)

**H**: Hémicryptophytes

**Ha**: Hectare

**HAC**: Haut Atlas Central

**HCDS** : Haut-Commissariat au Développement de la Steppe

**HCEFLCD** : Haut-commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification

**HCP** : Haut-commissariat au Plan

**HM** : Hautes Montagnes

**HPO** : Hauts plateaux du Maroc Oriental

**HR** : Humidité Résiduelle

**IAV HII** : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

**IBERO-MAUR**: Ibéro-Mauritanique

**ICARDA**: International Center of Agricultural Research in the Dry Areas

**INRA** : Institut National de Recherche Agronomique

**IRANO-AFN** : Irano-Nord Africain

**G** : Géophytes

**K** : Potassium échangeable

**Kcal** : Kilocalorie

**LARVO** : Laboratoire D'analyses et de Recherches Vétérinaires d'Oujda

**LADA** : Land Degradation Assessment in Drylands (Évaluation de la dégradation des terres dans les zones arides).

**MA** : Moyen Atlas

**MACAR-MED** : Macaronésien-Méditerranéen

**MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

**MADREF** : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

**MADRPM** : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche Maritime

**MARA** : Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire

**Max** : Maximum

**MC** : Meseta Côtière

**MdE** : Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Environnement

**MED** : Méditerranéen

**Min** : Minimum

**MO** : Matière Organique

**MODIS**: Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer

**Moy** : Moyenne

**MPC** : Mâamora et Plateau Central

**MS** : Matière Sèche

**MVB** : Mise en Valeur en Bour

**Na**: Sodium échangeable

**NAS**: National Academy of Sciences

**NDVI** : Indice de végétation par différence normalisée (Normalized Difference Vegetation Index)

**NMED** ou **MEDseptentr** : Nord Méditerranéen

**NUR** : Nombre d'Unité de Référence

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ONU** : Organisation des Nations unies

**ORMVA** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole

**ORMVAO** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole d'Ouarzazate

**OSS** : Observatoire du Sahara et du Sahel

**P** : Phosphore assimilable

**PALEO-SUB-TROP** : Paléo Sub tropicale

**PALEO-TEMP** : Paléo Tempéré

**PAP** : Périmètres d'Amélioration Pastorale

**PAS** : Programme d'Ajustement Structurel

**PASA** : Programmes d'Ajustement Structurel du Secteur Agricole

**PDI** : Projets de Développement Intégré

**PDPEO** : Projet de Développement Pastoral et de l'élevage dans l'Oriental

**PDPRT** : Programme de Développement des Parcours et la Régulation des Flux de Transhumants

**PDRME** : Projet de Développement Rural des zones Montagneuses de la province Errachidia

**PDRMO** : Projet de Développement Rural dans le Moyen Atlas Oriental  
**PDRTD** : Projet de Développement Rural de Tafilalet-Dadès  
**PDRTT** : Projet de Développement Rural Taourirt-Taforalt  
**Ph** : Phanérophytes  
**PIB** : Produit Intérieur Brut  
**PIBA** : Produit Intérieur Brut Agricole  
**PM** : Poids de Matière sèche  
**PMV** : Plan Maroc Vert  
**PNA** : Plaines et Plateaux au nord de l'Atlas  
**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le Développement  
**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
**POM** : Hauts plateaux de l'Oriental et la vallée de la Moulouya  
**PUR** : Poids de l'Unité de Référence  
**Qx** : Quintaux  
**R** : Taxon rare  
**R?** : Taxon soupçonné rare  
**RB** : Rif et ses Bordures  
**RCP**: Representative Concentration Pathway (Voie de concentration représentative)  
**Rep** : Répartition  
**RGA** : Recensement Général Agricole  
**RGA** : Recouvrement Général Aérien  
**RGPH** : Recensement Générale de la Population Humaine  
**RSA** : Recouvrement Spécifique Aérien  
**RGA** : Recouvrement Global Aérien  
**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat  
**RR** : Taxon très rare, nombre de localités connues  
**RR?** : Taxon soupçonné très rare  
**RSA** : Recouvrement Spécifique Aérien  
**SA** : Semi Aride  
**SAH-MED** : Saharo-Méditerranéen  
**SAU** : Superficie Agricole Utile  
**SH** : Subhumide  
**SIG** : Système d'Information Géographique  
**SMED** ou **MEDmérid** : Sud Méditerranéen  
**SNDD** : Stratégie Nationale du Développement Durable  
**T** : Thérophytes  
**TB** : Types Biologiques  
**UF** : Unité Fourragère  
**UFL** : Unité Fourragère Lait  
**UFV** : Unité Fourragère Viande  
**UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature  
**UNCCD** : Convention des Nations Unies sur la lutte Contre la Désertification  
**UNESCO**: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization  
**UR** : Unité de Référence  
**URBT** : Unité de Recherches Biologiques et Terrestres  
**UZ** : Unité Zootechnique  
**V** : Vulnérable  
**VE** : Valeur Energétique  
**WMED** ou **MEDoccident** : Ouest Méditerranéen  
**ZA** : Zone de l'Arganier  
**ZPS** : Zone Présaharienne  
**ZS** : Zone Saharienne

# Table des matières

Dédicaces .....	i
Avant-propos.....	ii
Résumé.....	v
Abstract .....	vi
Liste des figures .....	vii
Liste des tableaux.....	ix
Liste des abréviations .....	x
Table des matières .....	xiii
Introduction générale .....	1
CHAPITRE I: .....	4
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....	4
I.1. Définition des parcours et du pastoralisme .....	4
I.2. Terres de parcours et pastoralisme dans le monde.....	4
I.2.1. Terres de parcours arides .....	7
I.2.2. Importances de l'élevage pastoral et des terres de parcours.....	8
*Terres de parcours et sécurité alimentaire .....	9
I. 3. Terres de parcours et pastoralisme en Afrique.....	10
I.3.1. Contexte géographique et écologique .....	10
1.3.2. Contexte politique et foyer de conflits.....	13
1.3.3. Contexte économique, sociale et culturel .....	14
I.3.4. Pastoralisme et terres des parcours de l'Afrique du nord.....	14
I.3.5. Populations pastorales de l'Afrique du nord .....	15
I.3.6. Production animale de l'Afrique du nord .....	16
I.4. Terres de parcours et élevage pastoral au Maroc .....	16
I.4.1. Zone saharienne (ZS) .....	18
I.4.2. Zone présaharienne (ZPS) .....	19

<b>I.4.3. Meseta côtière (MC)</b> .....	<b>19</b>
<b>I.4.4. Zone de l'arganier (ZA)</b> .....	<b>19</b>
<b>I.4.5. Plaines et plateaux au nord de l'Atlas (PNA)</b> .....	<b>19</b>
<b>I.4.6. Zone Mâamora et plateau central (MPC)</b> .....	<b>19</b>
<b>I.4.7. Montagnes du Rif et ses Bordures (RB)</b> .....	<b>20</b>
<b>I.4.8. Haut Atlas Central (HAC)</b> .....	<b>20</b>
<b>I.4.9. Moyen Atlas (MA)</b> .....	<b>20</b>
<b>I.4.10. Hauts plateaux de l'oriental et vallée de la Moulouya (POM)</b> .....	<b>20</b>
<b>II. Dynamique des écosystèmes pastoraux</b> .....	<b>21</b>
<b>II.1. Perturbations et stress des écosystèmes pastoraux</b> .....	<b>21</b>
<b>II.2. Impacts du surpâturage sur l'écosystème pastoral</b> .....	<b>21</b>
<b>II.2.1. Impacts du surpâturage sur le sol</b> .....	<b>21</b>
<b>II.2.2. Impacts du surpâturage sur la végétation</b> .....	<b>22</b>
<b>II.2.3. Impacts du surpâturage sur la faune</b> .....	<b>22</b>
<b>II.3. Adaptation et résilience des écosystèmes pastoraux</b> .....	<b>22</b>
<b>II.4. Dégradation des terres de parcours</b> .....	<b>23</b>
<b>II.5. Principaux causes de la dégradation des terres de parcours</b> .....	<b>26</b>
<b>II.5.1. Sédentarisation et croissance démographique</b> .....	<b>26</b>
<b>II.5.2. Surpâturage continu</b> .....	<b>27</b>
<b>II.5.3. Transformation des terres de parcours en zone de culture</b> .....	<b>28</b>
<b>II.5.4. Déracinement des espèces pastorales</b> .....	<b>28</b>
<b>II.5.5. Politiques de gestion des parcours</b> .....	<b>28</b>
<b>II.5.6. Changements climatiques</b> .....	<b>29</b>
<b>II.6. Restauration, réhabilitation et réaffectation des terres de parcours</b> .....	<b>29</b>
<b>II.6.1. Mise en repos et pâturage différé</b> .....	<b>30</b>
<b>II.6.2. Plantation d'arbres et d'arbustes fourragers</b> .....	<b>31</b>
<b>II.6.3. Technique d'alley-cropping</b> .....	<b>32</b>

II.6.4. Conservation de l'eau et du sol.....	32
II.6.5. Scarification de la surface du sol.....	32
II.6.6. Collecte, multiplication de graines et semis d'espèces pastorales .....	32
II.6.7. Autres pratiques d'aménagement pastoral .....	33
<b>III. Méthodes de lutte contre la dégradation des terres de parcours au Maroc .....</b>	<b>33</b>
<b>III.1. Projets de développement des terres de parcours au Maroc .....</b>	<b>34</b>
III.1.1. Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental phase I (PDPEO I).....	34
III.1.2. Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental phase II (PDPEO II) .....	34
III.3.3. Projet de développement rural des zones montagneuses de la province Errachidia (PDRME).....	35
III.3.4. Projet de développement rural dans le moyen Atlas oriental (PDRMO) .....	35
III.3.5. Projet de lutte participative contre la désertification et la réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi-arides des hauts plateaux de l'Oriental .....	35
III.3.6. Projet du développement rural Taourirt-Tafoughalt (PDRTT).....	35
III.3.7. Projet de développement rural de Tafilalet-Dadès (PDRTD).....	35
<b>III.4. Programmes et stratégies de développement des terres de parcours au Maroc .</b>	<b>36</b>
III.4.1. Programme de développement des parcours et la régulation des flux de transhumants (PDPRT).....	36
III.4.2. Stratégie de développement des terrains de parcours .....	36
III.4.3. Stratégie 2020 du développement rural .....	36
<b>III.5. Cadre juridique de gestion et d'amélioration des terres de parcours au Maroc</b>	<b>36</b>
III.5.1. Action sectorielle sous forme de périmètres d'amélioration pastorale .....	37
III.5.2. Loi 33-94.....	37
III.5.3. Loi 113-13.....	37



<b>III.6. Acquis en matière de mise en valeur des terres de parcours : Cas du PDPEO I et II .....</b>	<b>37</b>
<b>CHAPITRE II:.....</b>	<b>39</b>
<b>PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE .....</b>	<b>39</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>39</b>
<b>II. Terres de parcours de la région de l'oriental.....</b>	<b>39</b>
<b>II.1. Parcours forestiers et pré-forestiers .....</b>	<b>40</b>
<b>II.2. Parcours steppiques.....</b>	<b>41</b>
<b>II.2.1. Parcours steppiques à graminées .....</b>	<b>41</b>
<b>II.2.2. Parcours steppiques à psammophytes et gypso-halophytes.....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.3. Parcours steppiques à chaméphytes.....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.4. Parcours steppiques à plantes succulentes .....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.5. Parcours dégradés et post-culturels .....</b>	<b>42</b>
<b>III. Habitat et milieu humain.....</b>	<b>42</b>
<b>III.1. Pauvreté .....</b>	<b>43</b>
<b>III.2. Emigration .....</b>	<b>43</b>
<b>III.3. Principales activités économiques .....</b>	<b>44</b>
<b>III.3.1. Agriculture .....</b>	<b>44</b>
<b>III.3.2. Elevage.....</b>	<b>44</b>
<b>III.3.3. Industrie .....</b>	<b>45</b>
<b>III.3.4. Artisanat.....</b>	<b>45</b>
<b>III.3.5. Tourisme et écotourisme .....</b>	<b>46</b>
<b>III.4. Cadre institutionnel .....</b>	<b>46</b>
<b>III.4.1. Structures administratives.....</b>	<b>46</b>
<b>III.4.2. Communes territoriales .....</b>	<b>46</b>
<b>III.4.3. Coopératives pastorales .....</b>	<b>46</b>
<b>IV. Zone d'étude .....</b>	<b>47</b>

<b>IV.1. Localisation géographique.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.2. Présentation des sites d'étude .....</b>	<b>48</b>
<b>IV.3. Aspects physiques.....</b>	<b>51</b>
<b>IV.3.1. Esquisse géologique .....</b>	<b>51</b>
<b>IV.3.2. Topographie et géomorphologie.....</b>	<b>52</b>
<b>IV.3.3. Pédologie.....</b>	<b>52</b>
<b>IV.3.4. Ressources en eau .....</b>	<b>52</b>
<b>IV.3.5. Climat .....</b>	<b>52</b>
<b>IV.3.5.1. Précipitations annuelles et mensuelles.....</b>	<b>52</b>
<b>IV.3.5.2. Les températures .....</b>	<b>54</b>
<b>IV.3.6. Synthèses bioclimatiques.....</b>	<b>55</b>
<b>IV.3.6.1. Système de Gaussen et Bagnols .....</b>	<b>55</b>
<b>IV.3.6.2. Système de Debrach (1968).....</b>	<b>55</b>
<b>IV.4.3. Quotient pluviothermique d'Emberger (Q2).....</b>	<b>56</b>
<b>IV.4.4. Système de Peyre (1979).....</b>	<b>57</b>
<b>CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>58</b>
<b>I. Cadre conceptuel de l'étude .....</b>	<b>58</b>
<b>I.1. Rappel des objectifs de l'étude.....</b>	<b>58</b>
<b>I.2. Hypothèses de l'étude .....</b>	<b>58</b>
<b>II. Etude de la végétation .....</b>	<b>59</b>
<b>II.1. Inventaire floristique.....</b>	<b>59</b>
<b>II.2. Ecologie et période de floraison de la végétation .....</b>	<b>60</b>
<b>II.3. Etages bioclimatiques des plantes récoltées .....</b>	<b>60</b>
<b>II.4. Aire de répartition des taxons rencontrés .....</b>	<b>60</b>
<b>II.5. Types phytogéographiques et degrés de rareté des espèces végétales .....</b>	<b>61</b>
<b>II.6. Types biologiques.....</b>	<b>61</b>
<b>II.7. Indice de diversité de Shannon-Wiener et l'indice de régularité de Piélou (J).....</b>	<b>62</b>

<b>II.8. Recouvrement et phytomasse .....</b>	<b>63</b>
<b>II.8.1. Recouvrement de la végétation .....</b>	<b>63</b>
<b>II.8.2. Estimation de la phytomasse.....</b>	<b>64</b>
<b>II.9. Densité spécifique .....</b>	<b>64</b>
<b>II.10. Fréquence et contribution spécifiques .....</b>	<b>65</b>
<b>II.11. Estimation de la valeur énergétique .....</b>	<b>65</b>
<b>III. Etude édaphique.....</b>	<b>66</b>
<b>III.1. Potentiel hydrogène ou pH.....</b>	<b>66</b>
<b>III.2. Matière organique.....</b>	<b>67</b>
<b>III.3. Conductivité électrique.....</b>	<b>67</b>
<b>III.4. Phosphore assimilable .....</b>	<b>67</b>
<b>III.5. Potassium échangeable .....</b>	<b>67</b>
<b>III.6. Sodium échangeable.....</b>	<b>67</b>
<b>III.7. Calcaire total .....</b>	<b>68</b>
<b>III.8. Perméabilité du sol.....</b>	<b>68</b>
<b>III.9. Humidité résiduelle .....</b>	<b>68</b>
<b>III.10. Phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal .....</b>	<b>69</b>
<b>IV. Etude faunistique .....</b>	<b>70</b>
<b>IV.1. Echantillonnage .....</b>	<b>70</b>
<b>IV.2. Détermination des spécimens .....</b>	<b>71</b>
<b>V. Analyse statistique .....</b>	<b>71</b>
<b>CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>71</b>
<b>I.1. Analyse climatique .....</b>	<b>71</b>
<b>I.2. Etude floristique.....</b>	<b>72</b>
<b>I.2.1. Diversité floristique .....</b>	<b>72</b>
<b>I.2.2. Analyse biogéographique.....</b>	<b>77</b>
<b>I.2.3. Ebauche d'une base de données sur la végétation des sites étudiés.....</b>	<b>79</b>

<b>I.2.4. Inventaire et chorologie floristique .....</b>	<b>80</b>
<b>I.3. Types biologiques .....</b>	<b>94</b>
<b>I.4. Indice de diversité de Shannon-Wiener et équitabilité de Piélou .....</b>	<b>96</b>
<b>I.5. Densité, fréquence et contribution spécifiques .....</b>	<b>98</b>
<b>I.6. Recouvrement et phytomasse.....</b>	<b>99</b>
<b>I.6.1. Recouvrement global aérien .....</b>	<b>99</b>
<b>I.6.2. Phytomasse totale .....</b>	<b>101</b>
<b>I.7. Valeur énergétique de la phytomasse.....</b>	<b>102</b>
<b>I.8. Conclusion.....</b>	<b>104</b>
<b>II. Étude édaphique .....</b>	<b>106</b>
<b>II.1. pH du sol.....</b>	<b>106</b>
<b>II.2. Matière organique .....</b>	<b>106</b>
<b>II.3. Conductivité électrique .....</b>	<b>108</b>
<b>II.4. Phosphore .....</b>	<b>109</b>
<b>II.5. Potassium échangeable.....</b>	<b>110</b>
<b>II.6. Sodium .....</b>	<b>110</b>
<b>II.7. Calcaire total.....</b>	<b>111</b>
<b>II.8. Perméabilité du sol à l'eau .....</b>	<b>112</b>
<b>II. 9. Humidité résiduelle .....</b>	<b>113</b>
<b>II.10. Phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal .....</b>	<b>114</b>
<b>II.11. Conclusion édapho-floristique.....</b>	<b>115</b>
<b>III. Étude faunistique .....</b>	<b>116</b>
<b>III.1. Inventaire faunistique.....</b>	<b>116</b>
<b>III.1.1. Classe des insectes .....</b>	<b>117</b>
<b>*Ordre des araignées .....</b>	<b>117</b>
<b>*Ordre des orthoptères.....</b>	<b>117</b>
<b>*Ordre des hémiptères .....</b>	<b>118</b>

*Ordre de coléoptères .....	118
*Ordre d'hyménoptères .....	118
*Ordre de lépidoptères .....	118
*Ordre de diptères .....	118
*Ordre des dermaptères .....	118
*Ordre des scolopendromorphes .....	119
*Ordre des scorpions .....	119
<b>III.1.2. Classe des stéropodes .....</b>	<b>119</b>
*Ordre des styломmatophores .....	119
<b>III.1.3. Classe des amphibiens.....</b>	<b>119</b>
*Ordre des anoures.....	119
<b>III.1.4. Classe des oiseaux.....</b>	<b>119</b>
*Ordre des Charadriiformes .....	119
*Ordre des passeriformes.....	119
*Ordre des pterocliiformes .....	119
*Ordre des otidiformes .....	119
<b>III.1.5. Classe des mammifères .....</b>	<b>119</b>
*Ordre des rongeurs .....	119
*Ordre des érinaceomorphes .....	120
<b>III.1.6. Classe des reptiles.....</b>	<b>120</b>
*Ordre des squamates .....	120
*Ordre des testudines .....	120
<b>III.2. Distribution des différents groupes faunistiques .....</b>	<b>120</b>
<b>III.3. Conclusion faunistique .....</b>	<b>124</b>
<b>Conclusion générale et recommandations.....</b>	<b>126</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>132</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>173</b>

<b>Glossaire .....</b>	<b>173</b>
<b>Annexe 1 : Loi 33-94.....</b>	<b>176</b>
<b>Annexe 2 : Loi 113-13.....</b>	<b>176</b>
<b>Création, aménagement et gestion des espaces pastoraux .....</b>	<b>177</b>
<b>Mise en repos des terrains et sanctions pour préserver l'écosystème .....</b>	<b>177</b>
<b>Annexe 3 : Liste des espèces végétales avec leur UF .....</b>	<b>178</b>
<b>Annexe 4 : Liste des espèces végétales de chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL) avec leurs classifications selon APG III et leurs types biologiques. L : longévité (A : annuelle, P : pérennes) ; TB : type biologique ; DR : degré de rareté. ....</b>	<b>180</b>
<b>Annexe 5 : Fréquence spécifique (Fsi), densité spécifique moyenne (Dsi) et contribution spécifique (Csi) dans chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL).....</b>	<b>182</b>
<b>Annexe 6 : Liste des espèces animales collectées avec leurs familles correspondantes .....</b>	<b>187</b>

# Introduction générale

Les terres de parcours forment une partie d'écosystème terrestre composée principalement d'une végétation naturelle de plantes herbacées, arbustes, arbrisseaux et de sous-arbrisseaux. Ces terres comprennent aussi des prairies, forêts, savanes, nombreux déserts, toundras, végétation des communautés alpines et des marais. Cependant, bien qu'elles puissent inclure des zones plantées d'espèces introduites, les groupements végétaux des parcours sont principalement des écosystèmes naturels (Society of Range Management, 2001).

Les terres de parcours sont surtout utilisées pour la production animale et accessoirement pour des fins environnementales (Menke & Bradford, 1992; Smet & Ward, 2006). Au niveau mondial ces terres occuperaient près de la moitié de la surface terrestre (Heady, 1975 ; Kotzé et al., 2013). Elles se répandent principalement en zones arides où la pluviométrie est faible et irrégulière et l'évaporation est très forte (Aidoud et al., 2006).

Dans les terres de parcours, l'agriculture laisse souvent place au pâturage nécessaire à la survie des dizaines de millions de personnes (Papanastasis, 2009). Cependant, les sécheresses répétitives liées aux changements climatiques et la surexploitation croissante de leurs ressources végétales ont rendu ces terres fragiles à travers le monde et leurs populations vulnérables. En effet, la présence des herbivores influence beaucoup la réponse de la végétation au pâturage (Adler et al., 2004; Sebastià et al., 2008).

Au Maroc les terres de parcours se rencontrent dans toutes les ambiances bioclimatiques définies initialement par Emberger (1939) (hautes montagnes, humides, subhumides, semi-arides, arides et sahariennes). Elles couvrent une superficie de 53 millions d'hectares soit 75 % du territoire national et s'étendent sur dix grands ensembles écologiques à attributs climatiques, édaphiques et floristiques particuliers (Mahyou et al., 2010). Leur production végétale est une ressource fourragère principale pour les ovins, caprins et camelins. Cependant, les parcours au niveau mondial restent vulnérables aussi bien au surpâturage qu'à la mise en culture combinée aux variations climatiques et à d'autres formes d'utilisation non durable des terres (Hoffman & Todd, 2000; Solomon et al., 2007; Schultz & Prasad, 2009; Al-Karablieh, 2010). Leur dégradation est responsable de la réduction de leur potentiel et menace la subsistance des populations qui y vivent (Gillson & Hoffman, 2007).

Les études récentes de la végétation naturelle au Maroc ont montré une réduction de l'étendue des parcours, la modification de leur composition floristique et la baisse de leur productivité

(De Waroux & Lambin 2012; Bechchari et al., 2014b; Mahyou et al., 2016). La faible production des parcours marocains est liée à leur état de dégradation avancée (Mahyou et al., 2001 ; Dutilly-Diane et al., 2007 ; Acherkouk et al., 2012).

Cette dégradation des parcours constitue une menace pour la biodiversité (Swaminathan, 1990). La sédentarisation liée à la réduction des mouvements des troupeaux n'ont fait qu'accélérer ce processus de dégradation auquel s'ajoutent des problèmes socio-économiques et environnementaux souvent graves (Bourbouze et al., 2001). Aussi, le surpâturage que connaissent ces parcours est responsable de la disparition de nombreuses plantes à valeur pastorale importante et leur remplacement par d'autres de mauvaise qualité fourragère. Ces dernières sont indicatrices du niveau de dégradation et de désertification de ces zones (Le Houérou & Ionesco, 1973). A titre d'exemple, *Peganum harmala*, *Atractylis serratuloides* et *Noaea mucronata*, plantes peu appétibles, ont remplacé l'*Artemisia herba-alba*, *Stipa tenacissima* et d'autres espèces à forte valeur nutritive.

Les parcours arides des hauts plateaux de l'oriental ont un potentiel biologique bien documenté, cependant, le potentiel de résilience de ces parcours n'a pas été investi. Ces terres sont fortement soumises à l'exploitation excessive de leurs ressources et ainsi leur dégradation inévitable. La décadence de ces parcours a interpellé les responsables de proposer des techniques de réhabilitation et de restauration urgentes pour leur sauvegarde. Aussi, le développement de nouvelles méthodes d'évaluation de ces actions est considéré irréfutable par les scientifiques pour une meilleure réhabilitation de ces parcours (Reynolds et al., 2007). Dans ce cadre, nous avons jugé utile de suivre l'impact des techniques d'aménagement pastoral sur l'évolution des systèmes écologiques afin d'apprécier leur réhabilitation. En effet, la réussite de ces techniques de restauration des terres de parcours est primordiale pour le développement de l'élevage de ces régions menacées en plus de désertification.

Pour ces raisons, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de certaines techniques d'aménagement pastoral, des parcours arides des hauts plateaux de l'oriental, sur la végétation, la faune et le sol.

Pour atteindre cet objectif notre travail s'articulera autour des cinq thématiques suivantes :

**Axe 1** : Diversité des écosystèmes pastoraux dans le Monde, en Afrique, Afrique du Nord et au Maroc

**Axe 2** : Problématiques et actions d'amélioration des écosystèmes pastoraux

**Axe 3** : Présentation de la zone d'étude



**Axe 4** : Effets d'occupation des terres sur la flore, faune et sol dans 3 sites aménagés et un en pâturage libre

**Axe 5** : Exemple de stratégie de gestion durable des parcours arides des hauts plateaux de l'oriental.

Ces cinq thèmes nous permettront de comparer l'effet des actions d'aménagement pastoral, dans les sites choisis pour cette étude, et de comprendre la redynamisation des écosystèmes pastoraux ainsi que les possibilités de leur réhabilitation ou/et leur restauration dans cette zone des parcours arides des hauts plateaux de l'oriental.

# CHAPITRE I:

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### **I.1. Définition des parcours et du pastoralisme**

Les parcours sont des terres composées principalement de la végétation autochtone (arbres, herbes, plantes herbacées ou d'arbustes). Ces terres comprennent aussi des prairies naturelles, des savanes, de nombreuses zones humides, certains déserts et la toundra. Bien qu'elles puissent inclure des zonesensemencées d'espèces introduites, les communautés végétales des parcours sont principalement des écosystèmes naturels (Society of Range Management, 2001).

Le pastoralisme se réfère à la production extensive de bétail utilisant des parcours localisés principalement dans les zones arides et semi-arides (FAO, 2014). Il est fondé sur des pâturages ouverts : savanes, prairies, steppes, zones arbustives) gérées par des éleveurs nomades. Selon l'Association Française du Pastoralisme(AFP), le pastoralisme est l'ensemble des activités d'élevage valorisant par un pâturage extensif les ressources fourragères spontanées des espaces naturels, pour assurer tout ou partie de l'alimentation des animaux. Le pastoralisme est une activité de production (élevage allaitant ou laitier, avec transformations éventuelles pour la production de fromages), il peut s'exercer sur des surfaces pastorales proches des sièges d'exploitation (parcours et estives locales) ou s'organiser à l'échelle régionale ou interrégionale en ayant recours aux transhumances estivales ou hivernales.

### **I.2. Terres de parcours et pastoralisme dans le monde**

Les terres de parcours occuperaient près de la moitié de la surface terrestre mondiale (Heady, 1975 ; Kotzé et *al.*, 2013), ces estimations varient considérablement selon la signification du terme « parcours » (Lund, 2007).

Ces terres sont généralement utilisées pour la production animale (Menke & Bradford, 1992 ; Smet & Ward, 2006) ; et ce situent essentiellement dans des zones à pluviométrie faible, irrégulière et évaporation très forte (Aidoud et *al.*, 2006). Elles couvrent environ 75% de la superficie totale de l'Australie (Taylor, 2004), 43% du continent africain (Hoffman & Vogel, 2008 ; Galvin et *al.*, 2008), 36% des États-Unis (department of rangeland ecology and management, 2009), 33% de l'Amérique du Sud (Yahdjian & Sala, 2008) et 32% de l'Asie (world resources institute, 1986). La Russie, l'Australie et le Canada sont les trois principaux

pays ayant la plus grande surface de parcours représentant respectivement 18%, 10% et 8% de la surface terrestre mondiale (Reeves et *al.*, 2014).

Aux États-Unis, la surface totale des terres de parcours est de 308 millions d'hectares (Havstad et *al.*, 2007). Ces parcours couvrent environ 10% des besoins annuels de ce pays en viande (USDA, 1989).

L'Amérique du Sud englobe à la fois des terres de parcours tropicaux (savanes) et tempérées (pampas). Ceux tropicaux constituent la majeure partie de la couverture végétale avec plus de 2 millions de km<sup>2</sup> (Blench & Sommer, 1999). Les deux écosystèmes de parcours les plus étendus sont le Cerrados brésilien (1 700 000 km et 540 espèces répertoriées) et les Lianos (plaines) en Colombie et au Venezuela (Blench, 1999).

La végétation des parcours d'Amazonie et d'Amérique Centrale est riche en xérophytes distinctes de la forêt tropicale (Sarmiento, 1983). Les parcours tempérés couvrent la majeure partie de l'Argentine et de l'Uruguay (Adamoli et *al.*, 1991). Dans les Andes, le pastoralisme se limite aux régions semi-arides ; ce type d'élevage se rencontre aussi dans le centre-sud du Pérou, en Bolivie et dans le nord du Chili (Blench, 1999).

Les parcours du sud de la Russie sont de type steppe aride (Golub, 1994), peuplées de nomades (Hölzel et *al.*, 2002) à mode de pastoralisme adapté aux conditions écologiques fragiles de la région (Walther & Box, 1983 ; Khodarkowsky, 1992).

En Australie, les terres de parcours ont de multiples usages et fonctions, et sont importantes dans l'économie nationale (Rola-Rubzen & McGregor, 2008).

En Mongolie, 72% des terres sont classées comme terres de parcours (Jamsranjav, 2009) riches en plantes (Groombridge, 1992) et en animaux (Blench & Sommer, 1999).

Les parcours chinois sont similaires à ceux de la Mongolie et se caractérisent par un bioclimat semi-aride à aride, particulièrement vulnérable à la dégradation, la désertification et la salinisation (Feng et *al.*, 2009).

Les parcours iraniens représentent près de 52% de la superficie du pays et sont classées de bons à médiocres (Rostami et *al.*, 2014). Le sud de l'Iran est riche en groupes pastoraux spécialisés dans l'élevage du mouton (Barth, 1961; Black-Michaud, 1986).

Les parcours steppiques syriens couvrent plus de la moitié de la superficie du pays (Al-Khatib, 2008).

La péninsule ibérique possède des parcours semi-arides et subhumides issus d'anciennes forêts de chênes méditerranéennes (Gea-Izquierdo et *al.*, 2006 ; Pulido-Fernández et *al.*,

2013). L'extension de l'agriculture et la dégradation des arbres et des arbustes ont créés une mosaïque de couvertures végétales, prairies et garrigues (Plieninger et *al.*, 2004).

Toutefois, la classification des terres de parcours se heurte au problème de l'ordination d'entités biogéographiques, à partir de facteurs aussi divers que le climat, la végétation, les sols, et les modalités d'exploitation du milieu par l'homme (Carriere & Toutain, 1995).

Actuellement, le climat et la végétation constituent la base la plus acceptable pour la classification des terres de parcours vu que les grandes formations végétales intègrent à la fois des critères climatiques, géographiques ainsi que des systèmes d'exploitation des parcours.

Chaque type physiologique de parcours présente un espace favorable à l'élevage pastoral extensif qui utilise environ 25% des terres du monde et produit environ 10% de la viande utilisée pour la consommation humaine (Grandval, 2012). Plus de 120 millions de pasteurs dépendent de plus de 5 milliards d'hectares de parcours pour leur subsistance (Joshi et *al.*, 2013). Swift (1988) a considéré que les populations pastorales représenteraient 10 à 25% de la population rurale, ou encore 12 à 16% pour les régions occidentales et orientales d'Afrique nord-tropicale (Bonfiglioli, 1992).

Le tableau 1 est une synthèse sur la répartition et le statut du pastoralisme dans le monde (Blench & Sommer, 1999). On note une grande diversité d'espèces animales partout des parcours à travers le monde. Mais, le statut de ces systèmes écologiques a une tendance à se transformer en terres agricoles. Toutefois, en Asie centrale et en Sibérie, des actions d'amélioration pastorale ont réussies à accroître les surfaces de terrains de parcours.

En Proche-Orient et en Afrique du Nord, l'élevage pastoral s'est développé à partir d'une ceinture de parcours semi-arides, arides et sahariens allant du détroit de Gibraltar aux déserts du Pakistan. Des preuves archéologiques ont confirmé que la production de moutons était le système pastoral permettant la colonisation de cette vaste ceinture, bien que maintenant les chameaux aient une contribution assez importante dans ce système d'élevage (Blench & Sommer, 1999).

**Tableau 1 : Répartition et statut du pastoralisme dans le monde (Blench et Sommer, 1999)**

Zone	Espèces principales	Statut
Afrique sub-saharienne	bovins, ovins, caprins, camelins	En déclin en raison de l'agriculture
Méditerranéenne	Petits ruminants	En déclin partout en raison de l'agriculture
Proche-Orient et sud d'Asie centrale	Petits ruminants	En déclin local en raison du confinement et du développement de l'agriculture
Inde	bovins, ovins, caprins, camelins	En déclin en raison de l'agriculture avec expansion de la production animale périurbaine
Asie centrale	yaks, bovins, ovins, caprins, camelins et équidés	Expansion après des actions d'amélioration pastorale
Circumpolaire	rennes	Expansion après des actions d'amélioration pastorale en Sibérie, mais sous pression en Scandinavie
Amérique du Nord	bovins, ovins	En déclin avec l'augmentation de la clôture des terres et des opportunités économiques alternatives
Andes	lamas, alpagas	Sous-traitance de la production des lamas en raison de l'expansion des réseaux routiers et de l'élevage européen, mais de l'expansion de la production de laine d'alpagas

### I.2.1. Terres de parcours arides

Le programme des nations unies pour l'environnement (PNUE) définit les terres arides par la valeur l'indice d'aridité (IA). Ce dernier correspond au rapport : précipitations annuelles moyennes / évapotranspiration potentielle.

En fonction des valeurs de l'IA, le PNUE subdivise les terres du globe en zones : hyper arides, arides, semi-arides et subhumides sèches (PNUE, 1992). Les terres ayant un IA inférieur à 0,65 sont classées comme arides. Ces régions arides se subdivisent en trois sous-types : hyperaride, aride, semi-aride respectivement pour les zones situées aux isohyètes de 100 mm, 100-400 mm et de 400-600 mm (Le Houérou, 2006).

Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), les terres arides couvrent environ 41% de la surface terrestre et sont caractérisées par la rareté des ressources en eau (FAO, 2017). La superficie générale des terres arides est de 6,1 milliards d'hectares, soit deux fois la surface du continent africain (FAO, 2017), et abritent plus de deux milliards de personnes réparties dans plus de 100 pays, soit 35% de la population mondiale (Safriel & Adeel, 2005). Selon Peters et *al.* (2013), environ 800 millions de personnes des zones arides assurent annuellement 37% de la production mondiale en aliments et fibres. Cependant, les terres arides se caractérisent par une productivité relativement faible avec une forte proportion de sol nu et ne représentent donc que 15% de la production primaire nette terrestre (Ellis & Ramankutty, 2008).

Ces terres arides se rencontrent dans certaines parties d'Afrique du nord et du Sahel, d'Afrique centrale et australe, du Paraguay, nord-est du Brésil, Amérique du sud, Australie, Mexique et d'Asie centrale et du sud (Ghiloufi et *al.*, 2014).

Ces écosystèmes reçoivent des quantités faibles de précipitations et sont vulnérables au surpâturage et à d'autres formes d'utilisation non durable des terres (Schultz et Prasad, 2009). Selon Allen-Diaz et *al.* (1996) les parcours arides et semi-arides abritent environ 50% des bétails du monde.

Les parcours des zones hyperarides sont peu productifs et se limitent aux dépressions, vallées, ... (Le Houérou, 2009).

Malgré que les conditions socioéconomiques et environnementales des terres arides soient inférieures à celles observées dans d'autres régions du monde et que la pauvreté est concentrée dans ces terres (PNUD et UNCCD, 2011), l'élevage dans ces parcours nourrit environ 675 millions de ruraux des pays en développement (Peters et *al.*, 2013). En effet, si la demande de viandes par habitant a atteint un niveau optimal dans les pays développés, elle est encore en nette augmentation dans les pays en voie de développement (Steinfeld et *al.*, 2010).

### **I.2.2. Importances de l'élevage pastoral et des terres de parcours**

Les terres de parcours constituent des espaces multifonctionnels susceptibles de fournir de nombreux produits et services essentiels à plus d'un milliard de personnes vivant dans les zones climatiques arides et semi-arides (Uriel et *al.*, 2005). Ces produits et services sont importants pour la subsistance des personnes qui y vivent (Alizadeh et *al.*, 2010). Les parcours contribuent pour 9% de la production mondiale de viande bovine et 30% de celle ovine et caprine (Ferchichi, 2004).

#### **\* Importances écologique et socio-économique**

Le processus de pâturage et le type du bétail sont une partie intégrante du système social et écologique de l'élevage dans les terres de parcours du monde. Le service écosystémique est l'un des privilèges que les populations tirent de ces écosystèmes (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005). Ce concept a été utilisé pour encourager les programmes de conservation de ces zones arides, mais souvent critiqué car cachait la complexité des systèmes naturels (Norgaard, 2010). Malgré une faible productivité, de nombreux produits et services écosystémiques, dérivés des parcours, sont de plus en plus reconnues (Havstad et *al.*, 2007). Parmi les services écologiques fournis par les parcours on peut citer : la conservation de l'eau, stabilisation des sols, atténuation des changements climatiques et le contrôle de l'érosion et de la désertification (Malagnoux et *al.*, 2007 ; Rotenberg & Yakir, 2010). Selon Campbell et *al.*

(2008), les terres de parcours stockent une quantité importante de carbone terrestre soit 36% au niveau mondial et 59% en Afrique, et contribuent ainsi à atténuer l'impact du changement climatique (Neely et *al.*, 2009).

L'élevage pastoral apporte une contribution importante aux pays concernés. A titre d'exemple presque 20% au PIB en Mongolie (Jamsranjav, 2009) et au Kirghizstan (IMPD, 2008). Au Kenya, 50 à 95% des revenus familiaux proviennent de l'élevage pastoral (Aklilu et Catley, 2009; Ministère de l'agriculture du Kenya, 2008), tandis qu'au Sénégal, 80% du lait consommé par les ménages est d'origine pastorale (Knips, 2006).

#### **\*Habitat et support de la biodiversité**

En plus de servir de base des ressources pour la production animale, les terres de parcours présentent une zone de filtrage des polluants et de préservation de la biodiversité (Sincich, 2002 ; Chatelard, 2005). Ces parcours offrent un habitat à la faune sauvage et divers produits d'usage varié aux populations (Kawanabe et *al.*, 1998). La diversité de la végétation des parcours contribue à la fertilité des sols et leur préservation contre l'érosion (Buresh & Tian, 1998). Une relation existe entre dégradation des parcours et perte de la biodiversité. En Californie par exemple, le pâturage du bétail améliore la biodiversité et la régénération des chênes (Barry, 2011) ainsi que la séquestration du carbone dans les terres de parcours (Booker et *al.*, 2012).

En Afrique et en Asie, la présence des grands mammifères jouent un rôle important dans l'écologie des terres de parcours. Ainsi, la diversité floristique des parcours africains, exprimé par le nombre d'espèces par 10 000 km<sup>2</sup>, est de 1750 espèces non loin des 2020 espèces que compte la forêt pluviale (Menaut, 1983).

#### **\*Terres de parcours et sécurité alimentaire**

La sécurité alimentaire des populations pastorales est dépendante de leur élevage, ce dernier lui-même dépendant de la végétation offerte par les parcours. Les parcours fournissent plus de 19 millions de tonnes de viande et 12% de lait dans le monde (FAO, 2012).

Les populations pastorales tirent leurs ressources alimentaires de la pratique de l'élevage. En Inde ou Tanzanie, un ménage rural avec un animal ou deux utilisera la production laitière pour sa propre consommation et ces animaux peuvent être vendus pour maintenir leur revenu ou s'acheter d'autres denrées alimentaires (Knips, 2006).

#### **\*Importances culturelles**

Le pastoralisme, ou l'utilisation extensive des parcours collectifs pour l'élevage, représente un mode de vie culturel essentiel qui concerne 100 à 200 millions de personnes à travers le

monde (Secrétariat de la convention sur la diversité biologique, 2010). Ces terres contribuent à l'identité et à la diversité culturelle et spirituelle des populations qui y vivent. La sacralité de plantes et leur respect des populations locales a permis de protéger de nombreuses espèces pastorales dont certaines ont été inscrites sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO et leur écosystème a été déclaré réserve de biosphère en 2008 (UNESCO, 2014).

### **I. 3. Terres de parcours et pastoralisme en Afrique**

#### **I.3.1. Contexte géographique et écologique**

L'Afrique couvre environ 30 millions de km<sup>2</sup> offrant une grande variabilité géographique et écologique à travers le continent ; cette variabilité influence la répartition et le fonctionnement des principaux types physiologiques de parcours (figure 1). Les parcours africains présentent 43% de sa surface totale et se répartissent entre terres arbustives, savanes, steppes et prairies. L'élevage du bétail se fait dans les marges des sols nus, en particulier durant les années pluvieuses (Hoffman & Vogel, 2008).

Les parcours des régions extratropicales et d'Afrique orientale à cause de leur saisonnalité des précipitations, ont une productivité plus importante que celles du Sahel (Le Houérou & Hoste, 1977; Le Houérou, 1984, 2006).

Les régimes pluviométriques bimodaux d'Afrique du nord et celle orientale, favorisent le développement d'espèces pérennes ; tandis que les régimes monomodaux, cas du Sahel, permettent l'installation des annuelles (Le Houérou, 2009).

Les parcours humides et subhumides sont composés de savanes dominés par des espèces annuelles principalement des graminées et un peuplement de plantes ligneuses éparses tels que les acacias africains de phénologie variées (Le Houérou, 1980 ; 2001) souvent envahis par une mauvaise herbe : *Chromolaena odorata*, qui inhibe la croissance des espèces fourragères. Ces parcours présentent des différences dans les caractéristiques des espèces dominantes (Sankaran & Ratnam, 2013).

Les parcours arides se rencontrent là où la saison des pluies estivales favorise la production d'arbustes ligneux mélangés à quelques herbes (Palmer, 2003). Les parcours semi-arides sont constitués de savanes dominées d'acacias (Le Houérou, 1977b). Cependant, les parcours semi-arides au Zimbabwe et dans le nord-est de l'Afrique du sud sont caractérisés par des arbustes à *Colophospermum mopane* (Naidoo et al., 2013). Contrairement à la zone aride, la zone semi-aride est adaptée au réensemencement des parcours où seules certaines espèces sont capables de s'installer (Le Houérou, 1989).



Les parcours de Karoo Nama occupent les régions centrale et occidentale de l'Afrique du sud et du sud de la Namibie, et sont représentés d'arbustes, de graminées annuelles et vivaces (Archer et *al.*, 2011; Palmer, 2003) ; et adaptées à la production de ruminants. Les parcours de Karoo Succulent ont une grande importance écologique, avec des niveaux élevés de biodiversité et d'endémisme (Naidoo et *al.*, 2013) et font l'objet de travaux de recherche de conservation (Archer et *al.*, 2011).

Les parcours arides du Kalahari et de la Namibie sont recouverts d'herbes vivaces et sont plus productifs que leurs homologues du Sahel, bien qu'ils se développent sur des sols sableux (Le Houérou, 2009). Ces parcours de désert comprennent des déserts rocheux et sablonneux et se situent principalement en Namibie (Palmer, 2003). Toutefois, les parcours de haute altitude du Lesotho, d'Afrique du sud et du Swaziland sont dominés de prairies (Naidoo et *al.*, 2013).

Les parcours arides et semi-arides du nord de Mali, Niger, Burkina Faso et Tchad sont valorisés par la pratique de l'élevage transhumant tandis que les terres de parcours du sud qui sont plus fertiles se prêtent à l'agriculture (Hellendorff, 2012).

En Éthiopie, les parcours arides et semi-arides constituent la base de ressources du système de production pastorale et couvrent environ 62% de la superficie du territoire national et fournissent des emplois pour environ 27% de la population (Kassahun et *al.*, 2008).

Les parcours tchadiens représentent 84 millions d'hectares, soit 65% de la superficie totale du pays (Ministère de l'élevage et des ressources animales de Tchad, 2008).

La végétation des parcours du Nord de Sénégal est à dominance herbacée, la strate arbustive négligeable (Ngom, 2008).

En Afrique, le pastoralisme est une activité répandue est contribue à la production agricole et à l'économie du continent ; il représente 20 à 30% du PIB de l'Afrique subsaharienne (Hoffman & Vogel, 2008). Néanmoins, l'élevage reste inégalement réparti : l'élevage des chameaux, bovins et ovins est pratiqué principalement dans les régions semi-arides du nord de l'équateur (Blench, 1999).

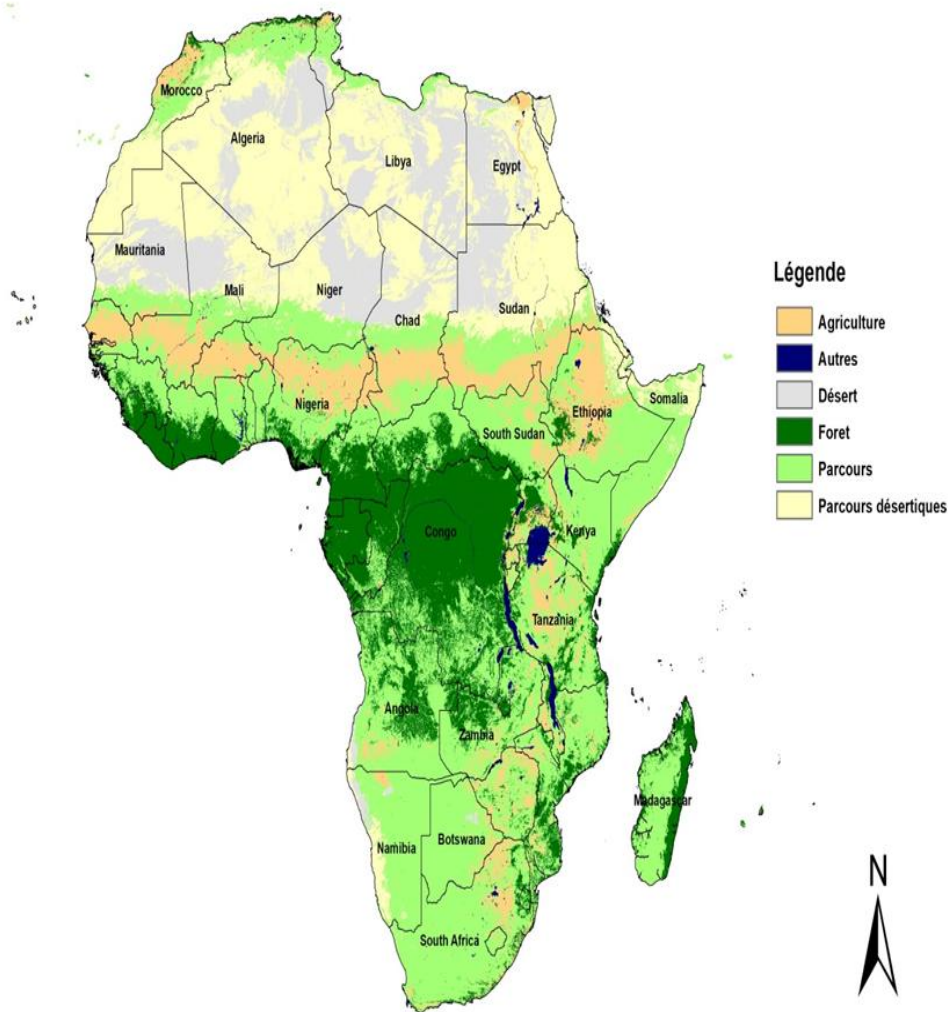
La zone sud d'Afrique se distingue par deux types d'élevages : commercial et communal, mais les parcours sont sujettes à une mauvaise gestion des terres à l'origine de leur la dégradation (Smet & Ward, 2006; FAO, 2009 ; WOCAT, 2009 ; Tefera et *al.*, 2010):

Les régions subsaharienne et équatoriale, ont un élevage pastoral important, il représente 70 à 90% du bétail sahélien (SWAC, 2012). Il contribue à la sécurité alimentaire des ménages ruraux et urbains (Djibril & Toko Imorou, 2015). Les communautés pastorales et agropastorales représentent respectivement 20 millions et 240 millions (Swallow, 1994 *in*

Holden et *al.*, 1997). Les systèmes pastoraux traditionnels de cette zone sont de type extensif, basés sur leur potentiel fourrager dans l'élevage traditionnel de ces populations nomades (Dongmo et *al.*, 2012).

Le nomadisme se pratique au travers des transhumances de plus de dix mois par an dans un rayon d'environ 200 Km (Dongmo et *al.*, 2012). Cette mobilité permet aux pasteurs de survivre et de se développer socio-économiquement dans ces zones arides et semi-arides peu productives (Nori, 2006). Banoïn et Jouve (2000) considèrent que cette mobilité organisée est une stratégie essentielle d'adaptation à l'inégalité spatio-temporelle des ressources biologique et hydraulique. En effet, cela permet de compenser le taux de régénération de ces ressources souvent bas, grâce à la méthode « Ardo », un chef qui prend la commande du déplacement du reste du clan, ce qui permet la conquête continue de nouveaux parcours favorables aussi bien pour l'Homme que son bétail (Dongmo et *al.*, 2012).

L'élevage pastoral en Afrique est soumis à différentes contraintes tels que les conflits entre populations nomades et sédentaires, les problèmes de la propriété foncière, les maladies, le parasitisme, ... tous jouent un rôle prépondérant (Dicko et *al.*, 2006; Hiernaux & Le Houérou, 2006).



**Figure 1 :** Carte de répartition des terres de parcours en Afrique (Mayeux et al., 2000)

### 1.3.2. Contexte politique et foyer de conflits

Toute action politique africaine peut soutenir ou entraver le développement économique et social de ses populations. Malheureusement, la gestion des parcours a souvent écarté les atouts politiques du secteur d'élevage pastoral. Cela a conduit à un déséquilibre entre éleveurs et gouvernance de ces écosystèmes très vulnérables. Cette marginalisation a favorisé de nombreux conflits armés et troubles civils violents dans plusieurs zones pastorales africaines. A titre d'exemple, au nord de Mali, ces rivalités ont entraîné, seulement pour l'année 2012, la fuite de 90% de la population vers la Mauritanie; ce qui a entravé la croissance économique et de la sécurité alimentaire du pays ; à cela s'ajoute certaines pratiques culturelles : razzias de

bétail, enlèvement forcé d'enfants, utilisation de la force pour accéder aux ressources, ... (AG Mohamed Mita, 2014).

### **1.3.3. Contexte économique, sociale et culturel**

En Afrique, les parcours sont la clé de nombreux moyens de subsistance (Naidoo et *al.*, 2013). Plusieurs types de leur utilisation se rencontrent telle que l'élevage, la production agricole, le tourisme, ... (Thornton et *al.*, 2007; Archer et *al.*, 2011).

En Afrique de l'est, les activités économiques du pastoralisme couvrent 46% de la viande bovine et plus de 40% de la viande d'autres ruminants ; en Afrique de l'ouest, le pastoralisme contribue respectivement à 37% et 33% (Raas, 2006).

En Ouganda, Ethiopie et Mali cette activité contribuent respectivement à 8,5%, 9% et 10% de leur PIB (Ham et *al.*, 2011). Au Niger, l'élevage joue un rôle moteur dans la croissance économique du pays et participe pour 12% au PIB national et 15% du budget des ménages (AG Arya, 2014). Au Tchad, l'élevage (7 millions de bovins, 8 millions d'ovins-caprins et 3 millions de camelins) représente 14-20% du PIB et fait vivre environ 40% de la population (Ministère de l'élevage et des ressources animales de Tchad, 2008 ; Sougnabe et *al.*, 2014).

Au Sénégal, les revenus de l'élevage constituent l'essentiel de l'activité pastorale : bovins, ovins et caprins à 97,9% ; asines et équins à 0,8% ; produits laitiers à 0,5% et d'autres sources à 0,8% (Wane et *al.*, 2010).

Au Bénin l'activité pastorale dont 5,8% du PIB revient à l'élevage, est de type traditionnel (INSAE, 2007). La production animale est évaluée à 58 835 t.an<sup>-1</sup> de viande dont 57,6% de bovins, 18,5% de volaille et 13% d'autres ruminants ; et à 92 000 t de lait ne couvrant pas les besoins de la population (DE, 2007).

La culture pastorale africaine est partie intégrante de l'histoire du continent. Elle se caractérise par une diversité de langues, dialectes, récits oraux et écrits.

En Afrique du nord et subsaharienne, à dominance musulmane, la gestion des espaces pastoraux s'inspire de nombreuses lois et préceptes de cette religion. En Éthiopie, le pastoralisme constitue une tradition ancienne efficace dans une gestion durable des parcours (ESAP, 2000 ; Solomon et *al.*, 2007).

### **1.3.4. Pastoralisme et terres des parcours de l'Afrique du nord**

Le climat général de l'Afrique du nord est de type méditerranéen (Bourbouze, 1999), engendrant une physionomie particulière à ses pays (Le Houérou, 1995). Les parcours à précipitations annuelles supérieures à 600 mm, sont dominés de forêts dégradées, garrigues,

prairies et terrains accidentés ; tandis que les moins arrosés : 200 à 25 mm sont steppiques à physiologie variable : graminées, chaméphytes, halophytes, ... (Le Floc'h, 1995).

Les parcours steppiques au Maroc et en Algérie couvrent 20 millions d'hectares, soit 40% de leurs territoires (Dutilly-Diane, 2006b). L'Égypte et la Libye, pays à majorité désertique, leurs parcours ne couvrent que 1 à 2% de leur territoire national (Dutilly-Diane, 2006b).

Les terres de parcours tunisiens occupent 2,7 millions d'hectares et représentent 25% du pays (Zaafouri et al., 1994) ; ils se répartissent en parcours collectifs (47,7%), parcours privés (45,8%) et parcours domaniaux (6,5%), et ont une production naturelle de  $0,8 \cdot 10^8$  UF an<sup>-1</sup> soit 15% du besoin total de leur cheptel à ovin, caprin et camelin, estimé à  $5,2810^8$  UF an<sup>-1</sup> (Ferchichi, 1999).

En Algérie les parcours couvrent plus de 20 millions d'hectares (Slimani et al., 2010) ; ceux de Nâama–Mecheria (hauts plateaux au sud du pays) sont estimés à 215 000 ha et reçoivent un total de 200 mm.an<sup>-1</sup> de pluie (Saïdi & Gintzburger, 2012) ; dans les parcours arides de la steppe centrale on a répertorié 101 espèces végétales réparties sur 30 transects analysés (Merdas et al., 2017) dont la majorité, 26 espèces, appartiennent aux Astéracées, 18 espèces aux Poacées, et 8 espèces aux Fabacées (Merdas et al., 2017).

La végétation de l'Afrique du nord est remarquable par ses espèces vivaces, ligneuses ou herbacées, couvrant 10 à 80% de la surface totale (Bourbouze, 1999). Toutefois, les ligneuses sont relayées par d'autres espèces de physiologie comparable, ce qui augmente la proportion des vivaces (Boudet, 1973). Cela induit une physiologie de steppe particulière à ses parcours (Bourbouze, 1999). Les steppes à *Stipa tenacissima*, « Alfa », sont majoritaires dans les parcours arides et semi-arides, et résultent de la dégradation des strates arbustive et arborescente (Le Houérou, 2001) par l'activité humaine ancienne qui s'y pratique : pâturage, bois de chauffage, feu répété, ... (Barber et al., 1997) ; quand à l'appétibilité des ces plantes elle varie selon la nature des herbivores (Waechter, 1982).

La dégradation des parcours de l'Afrique du nord, soit 93% de la surface totale, est alarmante (Bounejmate et al., 2004). De 1970 à 1990 cette superficie est passée à 10% au Maroc et en Tunisie et à 14% en Algérie (Abdelguerfi et al., 2000) ; la production fourragère actuelle dans ces pays ne correspond qu'à 30% de celle de 1968 (Nedjraoui, 2004).

### **I.3.5. Populations pastorales de l'Afrique du nord**

Depuis le VII<sup>e</sup> siècle, les zones steppiques sont à vocation pastorale (Le Houérou, 1981). Cette pratique a été probablement uniformisée par les tribus venues du Proche-Orient au XI<sup>e</sup> siècle (Aidoud, 2006). La population pastorale d'origines nomade, semi-nomade et

sédentaire des steppes et du désert représenterait 38% de la population totale au Maroc et en Algérie, et 28% en Tunisie (Abaad et *al.*, 1995). Les ménages nomades représenteraient 1,3% de la population totale de l'Afrique du nord en 1975 et 1,2% au Maroc, 5% en Libye et 0,5% en Égypte (Le Houérou, 1975). En Tunisie, les nomades représentaient 1,3% de la population en de 1975 (Bedrani, 1987). En Algérie, la population nomade a diminué de 100 000 personnes entre 1950 et 1980, puis a augmenté de 200 000 entre 1980 et 2000, représentant 20% de la population totale des steppes soit 4 millions d'habitants en 1998 (Nedjraoui, 2004).

### **I.3.6. Production animale de l'Afrique du nord**

La production végétale, dépendante de nombreux facteurs : évapotranspiration, déficit hydrique ; nature physico-chimique des sols, ... (Fournier, 1996), est un paramètre précieux dans le fonctionnement d'un écosystème pastoral car elle constitue la base de la production animale (Le Houérou, 1988).

La production animale reste la seule activité agricole disponible pour les populations vivant dans les parcours de cette région d'Afrique. Elle est pratiquée par les ruraux est représentée respectivement 26%, 30% et 50% du PIB agricole du Maroc, de la Tunisie et de l'Algérie (Dutilly-Diane, 2006b). En Libye elle englobe 30% de la production agricole (Al-Masri, 1997). En Égypte malgré les 30% de la production agricole totale, la majorité des exploitations sont familiales exploitant moins d'un hectare, avec une production mixte de bétail et de cultures variées (Al-Keraby, 1997).

Concernant la diversité des troupeaux on rencontre des races bien adaptées aux conditions climatiques de chaque pays. Le cheptel ovin en Tunisie est principalement constitué par des races d'origines Barbarine, Queue fine de l'Ouest et Noire de Thibar. En Algérie, on trouve les races Hamra, Ouled Djellal et Rembi. Au Maroc, les principales races ovines locales sont celles de Timahdite, Beni Guil, Sardi, Boujaâd et D'man.

### **I.4. Terres de parcours et élevage pastoral au Maroc**

Les terres de parcours au Maroc sont des écosystèmes à végétation naturelle composée de forêts, matorrals, arbustes, steppes et de prairies. Ces terres se rencontrent dans les zones humides, subhumides, semi-arides, arides et sahariennes et s'étendent sur dix ensembles écologiques à attributs climatique, topographique, édaphique et floristique particuliers (figure 2) ; elles ont un statut juridique collectif, et contribuent pour près du tiers de l'ensemble des besoins alimentaires du cheptel national et jouent des rôles socio-économique et écologiques importants ; aussi ces parcours offrent l'habitat de nombreuses espèces animales sauvages,

protègent les sols de l'érosion hydrique et éolienne et constituent un réservoir de la biodiversité (Narjisse, 2006; Mahyou et *al.*, 2010).

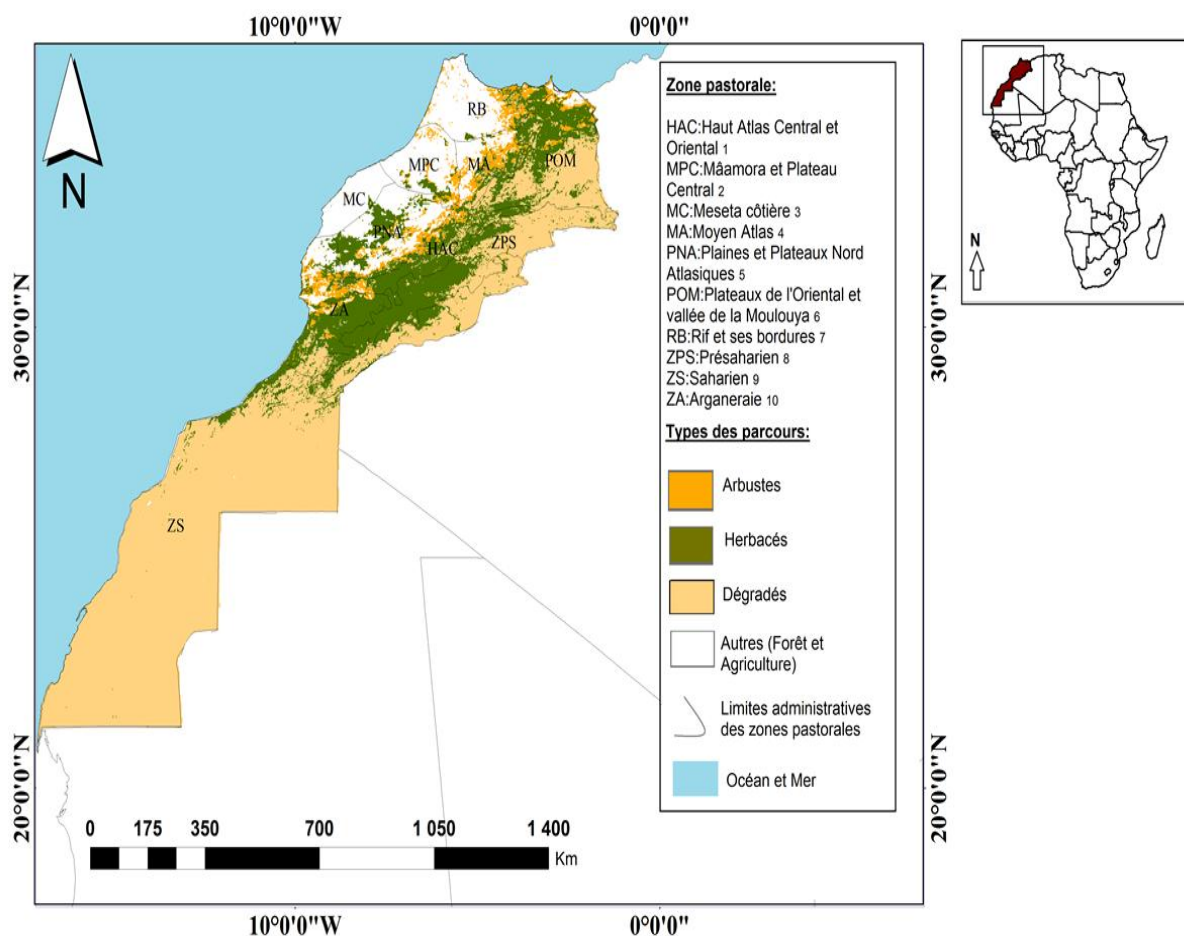
Berkat et *al.* (1992) ont décrits et cartographiés 10 groupes écologiques (figure 2) : Zone Saharienne (ZS), Zone Présaharienne (ZPS), Meseta Côtière (MC), Zone de l'Arganier (ZA), Plaines et Plateaux au nord de l'Atlas (PNA), Mâamora et Plateau Central (MPC), Rif et ses Bordures (RB), Haut Atlas Central (HAC), Moyen Atlas (MA) et les Hauts plateaux de l'Oriental et la vallée de la Moulouya (POM).

Au Maroc le secteur de l'élevage concerne plus d'un million de foyers ruraux et représente entre 25 et 42% de la production agricole brute (Narjisse, 2006) et il fournit 20% des emplois agricoles (Bellakhal, 2004).

Le cheptel national compte 25 millions : 2,8 millions de bovins, 17,1 millions d'ovins, 5,1 millions de caprins et moins d'un quart de millions de camelins ; et assure au pays une production annuelle de 150.000 tonnes de viandes et 4,5 millions de têtes de bétail pour la fête du Sacrifice (Ministère de l'agriculture, de la pêche maritime, du développement rural et des eaux et forêts, 2017).

Le cheptel ovin se répartit sur l'ensemble des zones pastorales : 19% à Chaouia-Rhamna (plateau Central), 17% à Oriental, 18% au Moyen Atlas, 10% au Rif et le reste, soit 24% dans le autres parcours (Office national de sécurité sanitaire des produits alimentaires, 2017). Ce cheptel se constitue principalement de 5 races : "Sardi" dans les plateaux et les plaines du centre, "D'man" dans les palmerais de Ouarzazate et de Tafilalet, "Béni-Guil" en Oriental, "Timahdite" au Moyen Atlas et "Boujaâd" dans la région de Khouribga.

Le semi-nomadisme marocain concerne 56 à 80% des éleveurs des Hauts plateaux, 22 à 47% de la région de Tafrata et 9 à 17% de Moulouya (Narjisse, 2006).



**Figure 2:** Carte de répartition des dix zones pastorales au Maroc (laboratoires de géomatique appliquée du centre régional de la recherche agricole d'Oujda)

#### I.4.1. Zone saharienne (ZS)

C'est la zone d'élevages camelin et caprin du pays ; elle s'étend sur une superficie de plus de 30 millions d'hectares. La zone bénéficie d'un climat saharien chaud et tempéré à pluviométrie variable : l'année 1974 est considérée la plus sèche a reçu 13,6 mm tandis que celle de 2014 avec ses 350 mm est la plus humide (Blanco & Michon, 2017).

La rareté des ressources fourragères oblige les éleveurs à compléter l'alimentation pour leur bétail (Lafdaili et al., 2016).

Les formations végétales steppiques et arbustives regroupent des espèces caractéristiques de la zone : *Vachellia tortilis* « talh », *Nucularia perrinii* « askaf », *Withania adpressa*, *Cornulaca monochantha* « hadd », *Cymbopogon schoenanthus*, *Hammada scoparia*, ... (Berkat et al., 1992).



#### **I.4.2. Zone présaharienne (ZPS)**

Elle s'étend sur 5,6 millions d'hectares et comprend les versants méridionaux du Haut Atlas et de l'Anti Atlas. Une végétation steppique relativement dégradée et assez productive domine ces parcours. Les plantes suivantes sont caractéristiques de ces parcours : *Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Artemisia herba-alba*, *Thymus sp.*, *Anvillea radiata*, *Launaea acanthoclada*,... (Berkat et al., 1992).

#### **I.4.3. Meseta côtière (MC)**

Cette zone s'étend sur 0,03 millions d'hectares. En été les pâturages s'appauvrissent obligeant les éleveurs de conduire leur bétail vers les plaines cultivables d'intérieures. La végétation de la région compte des plantes herbacées telles que : *Asphodelus microcarpus*, *Rumex bucephalophorus*, *Plantago coronopus*, *Spergularia fimbriata*, *Lotus maroccanus*, *Vulpia myuros*, ... Deux espèces ligneuses : *Chamaecytisus albidus* et *Retama monosperma* sont caractéristiques de ces parcours (Berkat et al., 1992).

#### **I.4.4. Zone de l'arganier (ZA)**

L'*Arganeraie* marocaine s'étend sur environ 3,22 millions d'hectares à élevage caprin dominant (Faouzi, 2011).

Les formations steppiques et arbustives se composent de : *Argania spinosa*, *Artemisia herba-alba*, *Euphorbia echinus*, *Euphorbia regis-jubae*, *Helianthemum confertum*, *Retama monosperma*, .... celles forestières et pré-forestières à bioclimats subhumide et semi-aride se caractérisent par : *Quercus ilex*, *Tetraclinis articulata*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Arbutus unedo*, *Juniperus phoenicea*, ... (Nouri, 1993).

#### **I.4.5. Plaines et plateaux au nord de l'Atlas (PNA)**

Ces plaines et plateaux s'étendent sur 1,87 million d'hectares, ils correspondent aux régions les productives de viandes bovines du Maroc. La production ovine concerne tous les systèmes agricoles de la zone : Bour, irrigué, aride, semi-aride et montagneux. Les parcours, à formations steppiques arbustives incluant des strates herbacées, sont composés de : *Ziziphus lotus*, *Atriplex halimus*, *Chamaerops humilis*, *Stipa capensis*, *Artemisia herba-alba*, *Lavandula dentata*, ... (Berkat et al., 1992).

#### **I.4.6. Zone Mâamora et plateau central (MPC)**

Les parcours de cette zone sont de type forestier à cortège floristique diversifié dont les espèces suivantes sont souvent rencontrées : *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Tetraclinis articulata*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, ... (Berkat et al., 1992).

Le surpâturage, la pression de l'Homme sur les ressources naturelles de la région (Fegrouche, 2014) ; les sécheresses répétitives, incendies et attaques de certains insectes et champignons sont tous responsables de la perte de nombreux plants chênes lièges et la régression générale des parcours de cette région (Harrachi, 2000).

#### **I.4.7. Montagnes du Rif et ses Bordures (RB)**

Cette zone compte parmi les régions les plus arrosées du Maroc. La variation des facteurs écologiques entraîne un étagement de la végétation de ces parcours. Les espèces suivantes sont caractéristiques : *Cedrus atlantica*, *Abies maroccana*, *Acer monspessulanum*, *Quercus ilex*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus suber*, ... (Berkat et al., 1992).

#### **I.4.8. Haut Atlas Central (HAC)**

La zone se caractérise par des formations à forêts et pelouses où dominent : *Quercus ilex*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera*, *Tetraclinis articulata*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, ... (Berkat et al., 1992).

Ces parcours sont de type collectif et sont soumis à une gestion communautaire ancestral nommée « l'agdal » ; il consiste en une gestion par mise en défens temporaire caractérisée par une alternance de périodes d'ouverture et de fermeture du territoire au bétail (Franchi, 2005). La date d'ouverture de l'agdal est liée à la phénologie des plantes à grande valeur fourragère telles que *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca maroccana*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Poa alpina*, ... ; l'élevage est essentiellement à caprins parfois s'y ajoutent des bovins le tout associé à une agriculture en terrasses à cause de la morphologie du paysage. (Dorioz, 1998).

#### **I.4.9. Moyen Atlas (MA)**

Les parcours de cette zone s'estiment à 1,17 million d'hectares, soit 2,3% des parcours nationaux et incluent des forêts, des terres arbustives ou steppiques composées de : *Quercus suber*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Tetraclinis articulata*, *Cedrus atlantica*, *Acer monspessulanum*... (Berkat et al., 1992).

#### **I.4.10. Hauts plateaux de l'oriental et vallée de la Moulouya (POM)**

Cette zone s'étend sur plus de 5 millions d'hectares et regroupe des steppes et des terres arbustives. Sur une période 20 ans la société pastorale est passée du mode nomadisme au sédentarisme (Bechchari et al., 2014a). L'élevage est de type ovin, caprin et camelin.

Au niveau de ces parcours cinq formations végétales dominent le paysage: (i) forêts, matorrals et steppes arborées ; (ii) steppes à *Stipa tenacissima* ; (iii) steppes dégradées mixtes ; (iv) steppes dégradées à base d'*Anabasis aphylla*, *Peganum harmala*, *Artemisia*

*herba-alba*, *Asphodelus microcarpus* et *Thymelaea microphylla* ; et (v) steppes très localisées à psammophytes (*Lygeum spartum* et *Thymelaea microphylla*) et à gypso-halophytes (*Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*) (Acherkouk et al., 2011).

## **II. Dynamique des écosystèmes pastoraux**

La dynamique naturelle des écosystèmes pastoraux est affectée par de nombreux facteurs de perturbations à différents niveaux de ces écosystèmes (Billaux & Brysine, 1967).

### **II.1. Perturbations et stress des écosystèmes pastoraux**

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux causes et conséquences des perturbations et stress des écosystèmes pastoraux. En générale, les perturbations et stress sont deux mécanismes clés dans l'étude de la dynamique d'un écosystème pastoral (Pickett & White, 1985), ce dernier suite à une variation dans les facteurs abiotiques du milieu influent la structure génétique des populations et donc de l'écosystème.

En 1977, Grime a considéré le stress comme facteur limitant la vitesse de développement des biocénoses tandis que la perturbation désorganise la structure et la fonction de l'écosystème en causant sa destruction partielle ou totale.

Selon Pickett & White (1985) ainsi que Montalvo (1993) la perturbation d'un écosystème se manifeste par la désorganisation générale de ses ressources.

Grubb (1977) évoque une théorie de niches de régénérations en réponse aux perturbations d'un écosystème. Tandis que d'autres auteurs énoncent que la perturbation d'un écosystème n'est jamais totale, selon eux une perturbation est toujours de type intermédiaire (Connell, 1978 ; Huston, 1979 ; Petraitis et al., 1989).

La perturbation d'un écosystème naturel se manifeste par une succession de formations végétales conduisant à un état d'équilibre (Clements, 1916). Ce mécanisme de succession explique le remplacement des espèces dans un écosystème suite à une perturbation (Odum, 1969 ; Margalef, 1974). Trois types de modèle qui régissent la succession des espèces : facilitation, tolérance et inhibition (Lepart & Escarré, 1983 ; Floret & Pontanier, 1993).

### **II.2. Impacts du surpâturage sur l'écosystème pastoral**

#### **II.2.1. Impacts du surpâturage sur le sol**

Les terres de parcours ont un rôle directe dans le cycle du carbone soit 10 à 30% du carbone organique total des sols dans le monde (Schuman et al., 2002). La réduction du carbone organique du sol causée par le surpâturage peut conduire à une baisse de la productivité et à la dégradation de l'écosystème pastoral (Fernandes & Burcroff, 2006). Des études antérieures ont montré que le surpâturage entraîne des pertes de carbone (C) et d'azote (N) dans le sol

(Tessema et *al.*, 2011; Bikila et *al.*, 2016). Nabuurs (2004) a estimé une perte d'environ 5% du taux de la matière organique du sol dans ces parcours.

### **II.2.2. Impacts du surpâturage sur la végétation**

Le pâturage peut constituer un mode de gestion durable des espaces naturels. Ce mode peut être adapté à la préservation et la restauration de la diversité conciliant ainsi enjeux écologiques et agronomiques (Isselstein et *al.*, 2007). Néanmoins, la principale perturbation des écosystèmes pastoraux est le surpâturage par son impact négatif sur le développement de la végétation (Cole & Bayfield, 1993 ; Crawley, 1997). Le piétinement crée des espaces nus ou à végétation chétive peu compétitive (Silverstowen & Wilkin, 1983 ; Bullock et *al.*, 2001 ; Bonis et *al.*, 2005).

L'impact directe du surpâturage est la rareté voir la disparition des plantes à forte valeur fourragère, et la prédominance d'espèces non comestibles relevant de certaines familles : *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lamiaceae* et *Liliaceae* (Le Houérou, 1981 ; Ghiloufi et *al.*, 2014) ; aussi il engendre une réduction de la biomasse sur pied et l'arrêt de croissance de plantes à grande valeur alimentaire (Chiche & El Aich, 1992).

### **II.2.3. Impacts du surpâturage sur la faune**

Dans un pâturage la diversité faunistique est fonction des capacités d'adaptations biologiques d'une espèce donnée aux conditions trophiques particulières (Hartley et Jones, 2003). Le surpâturage peut impacter directement ou indirectement la faune d'un écosystème pastoral : le piétinement des herbivores écrase certains insectes au stade juvénile (Lenoir & Lennartsson, 2010), il peut également détruire les fourmilières et les toiles d'araignées (Lenoir et Lennartsson, 2010). Selon Müller et *al.* (2005), Sabatier et *al.* (2010), le piétinement soutenu des pâturages peut détruire les nids des oiseaux nichant sur sol ; la diminution du couvert végétal peut réduire les niches écologiques nécessaires au bon développement des animaux dans leur milieu naturel, comme elle peut entraîner une compétition de la zoocénose sur les ressources alimentaires disponibles (Kruess & Tscharntke, 2002) ; la diminution drastique des insectes phytophages (Gibson et *al.*, 1992).

L'activité de nombreux arthropodes ainsi que la densité des oiseaux sont tributaire du milieu naturel : hauteur de la végétation, variations de température et d'humidité, ... (Treweek et *al.*, 1997 ; Milsom et *al.*, 1998).

## **II.3. Adaptation et résilience des écosystèmes pastoraux**

Par leur fixité, les plantes manifestent en continue une adaptation aux nouvelles conditions du milieu, aussi bien sur le plan morphologique : diversité de types biologiques,

morphologiques ; physiologique ; écologique, coévolution plantes-insectes ; .... que génétique : grande diversité du métabolisme secondaire (Ehrlich & Raven, 1964 ; Tilman, 1988 ; Cheromm, 2000 ; Davies *et al.*, 2012).

La résilience désigne la capacité d'un écosystème pastoral à absorber une perturbation sans changer de façon qualitative son comportement (Walker & Noy-Meir, 1982). Elle représente la limite d'élasticité qui si dépassée elle conduit le système vers un nouvel état d'équilibre métastable, dérivé de l'écosystème pastoral original (Aronson *et al.*, 1995). Noy-Meir (1974) considère que les écosystèmes arides méditerranéens manifestent une résistance faible mais une forte résilience attestée par leur capacité à se régénérer dès que les conditions deviennent moins défavorables.

Quand le milieu devient incapable de s'auto-générer, l'unique alternative serait sa restauration ou parfois sa réaffectation (Le Floc'h & Aronson, 1995).

#### **II.4. Dégradation des terres de parcours**

Si la déforestation et la dégradation des parcours des zones humides ont été bien étudiées, les parcours arides et semi-arides ont reçu moins d'attention des scientifiques (Grainger, 1999). La définition de la dégradation est complexe toute fois elle est liée aux modifications de la végétation et des sols (Washington-Allen *et al.*, 2006) et ces changements sont généralement permanents (Abel & Blaikie, 1989). Elle est souvent liée à la réduction persistante de la capacité de production biologique et/ou économique des terres (Vogt *et al.*, 2011).

On estime que 10 à 20% des terres arides sont déjà dégradées (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005) et qu'environ 12 millions d'hectares sont dégradés chaque année (Brauch & Spring, 2009 ; James *et al.*, 2013). Steinfeld *et al.* (2006) ont estimé qu'environ 20% des parcours mondiaux et 73% des parcours arides sont dégradés.

Beaucoup de littérature prouvent la complexités des processus de dégradation, ces derniers impliquent l'interaction à la fois de facteurs sociaux et biophysiques (Geist & Lambin, 2004 ; Reynolds *et al.*, 2007). L'action conjuguée de ces facteurs entraîne la diminution de la production végétale, la raréfaction des espèces fourragères et la prolifération de celles peu palatables, la raréfaction voire la disparition de la flore herbacée et arbustive, la réduction de la densité et de la taille des plantes, la réduction de l'activité biologique du sol et l'augmentation des ruissellements et d'érosion (Waechter, 1982 ; Aidoud & Aidoud, 1991 ; Feoli *et al.*, 2002 ; Heshmatti *et al.*, 2002 ; Toutain *et al.*, 2006 ; Tarhouni *et al.*, 2007).

Les actions négatives de l'Homme sont nombreuses (Oba et Kaitira, 2006 ; Solomon *et al.*, 2007) : la sédentarisation, l'explosion démographique, le surpâturage continu, l'extension des

zones cultivées, le prélèvement de bois de feu, les politiques inadéquates de gestion des terres de parcours, ... et restent un facteur limitant du développement socio-économique des zones pastorales, et sont identifiées comme l'un des problèmes environnementaux majeurs à résoudre (Hill *et al.*, 1995 ; Kassahun *et al.*, 2008).

Plusieurs auteurs ont tenté de déterminer les indicateurs appropriés pour remédier à la dégradation (Rapp, 1974 ; Mouat *et al.*, 1997 ; Ozer, 2000 ; Prince, 2002 ; Symeonakis et Drake, 2004). Parmi ces indicateurs le suivi de la végétation par cartographie semble un bon critère pour palper l'état des parcours (Reed & Dougill, 2002; Klein *et al.*, 2007). En effet, les plantes, par leur immobilité, sont fortement sensibles aux variations du milieu (Van Oudtshoorn, 1992; Van den Berg & Zeng, 2006).

Le suivi de la dégradation des parcours et de ses facteurs déterminants sont généralement estimés par analyses chronologiques de certains indices de la végétation en faisant appel aux données de télédétection et de modélisation (Higginbottom & Symeonakis, 2014). Ainsi, l'analyse des tendances de la série chronologique suivant la formule : MODIS - NDVI / EVI [où MODIS = moderate-resolution imaging spectroradiometer ; NDVI = indice de végétation normalisée ; EVI = indice de végétation amélioré] a été utilisée pour détecter la dégradation et la régénération des parcours (Schucknecht *et al.*, 2013; Eckert *et al.*, 2015; Stellmes *et al.*, 2015). L'utilisation de l'indice de végétation normalisée (NDVI) par télédétection comme indicateur indirect de la dégradation globale des terres a permis à Le *et al.* (2014) d'estimer que 40% des parcours ont été dégradé entre 1982 et 2006, en particulier l'est de l'Argentine, le Québec et l'Ontario, une grande partie de l'Afrique centrale, le nord d'Australie et le plateau de la Sibérie centrale (Bai *et al.*, 2008 ; Campbell *et al.*, 2008 ; Cai *et al.*, 2011).

A travers le monde, les terres de parcours subissent des changements biophysiques majeurs (Walker & Salt, 2012). Aux États-Unis ils causent la baisse de rentabilité de l'élevage pastoral (Sayre *et al.*, 2012), une réduction drastique de leur richesse spécifique végétale (Blench & Sommer, 1999) et animale où plus de trente espèces de vertébrés ont disparu (Bultena *et al.*, 1996).

Au Canada, les parcours sont passés d'environ 400 millions au 19<sup>ième</sup> siècle à presque 8 millions d'hectares en 1982 (Blench & Sommer, 1999). Au Chili, 42% de leur parcours a été perdue entre 1975 et 2008 (Schulz *et al.*, 2010). En Australie, le défrichement de la végétation ligneuse se poursuit encore ces dernières décennies (Seabrook *et al.*, 2006). En Chine, où près

de 42% de la superficie nationale est constituée de parcours, les trois quart sont dégradés (ministère de l'agriculture de la Chine, 2007).

En Europe, l'intensification agricole et la transformation des parcours sont générales par : l'expansion des villes et de l'agriculture (Blench & Sommer, 1999). On estime à 257 495 hectares de parcours en Angleterre en 1945 dont ne restent actuellement que 64 373 hectares ; des pertes similaires se sont produites dans les parcours humides européens (Joyce & Wade (1998).

En Afrique, certains parcours du Sahel : Mali, Burkina Faso, Niger et Soudan, sont dégradés (Oldeman et *al.*, 1990).

Les données du système mondial de surveillance et de modélisation d'inventaire (GIMMS) et l'indice de végétation normalisée (NDVI) recueillies entre 1982 et 2006 indiquent que plus de 40% des parcours sont sensibles à la dégradation des sols et à la désertification (Abdel-Kader, 2018).

L'Afrique du nord, connaît également un recul de ses parcours forestiers (Benabid, 1996 ; Benbrahim et *al.*, 2004) et steppiques (Kadi-Hanifi, 1998) qui ont été réduit d'environ 50% (Bounejmate et *al.*, 2004). Ces écosystèmes fragiles sont très vulnérables au surpâturage et la mise en culture combinés aux variations climatiques (Hoffman et Todd, 2000; Solomon et *al.*, 2007; Schultz & Prasad, 2009; Al-Karablieh, 2010). Leur dégradation est un phénomène qui a entraîné une diminution persistante de leur productivité et a menacé les moyens de subsistance de millions de personnes (Gillson & Hoffman, 2007). Cette dégradation se manifeste par la baisse de la richesse spécifique, l'appauvrissement du sol et par la dominance d'espèces à capacité colonisatrice élevée et bien adaptée aux milieux pauvres (Aidoud, 1994). En Tunisie centrale, Ghrab (1981) a estimé que les steppes d'Alfa ont régressé de 1% en moyenne par an pendant 60 ans.

En Algérie, l'apparition de formations à *Astragalus armatus*, *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala* traduisent une dynamique régressive de la végétation spontanée (Nedjraoui & Bedrani, 2009).

Au Maroc, les études récentes sur la dynamique de la végétation naturelle ont montré une réduction de l'étendue des parcours naturels, une modification de leur composition floristique et une baisse de leur productivité (De Waroux & Lambin, 2012 ; Bechchari et *al.*, 2014b ; Mahyou et *al.*, 2016 ), et que malheureusement, plusieurs hectares de parcours continuent à se détériorer à cause de l'activité humaine mais aussi aux variations climatiques (Oldeman et *al.*, 1990 ; Holm et *al.*, 2003 ; Kniivilä, 2004).

Les parcours steppiques des hauts plateaux marocains sont parmi les zones fragiles du pays à potentiel biologique réduit menaçant l'équilibre écologique et socio-économique, et responsables de l'érosion sévère de la biodiversité et du sol. La demande croissante en bois de chauffe et fourrage accélèrent la dégradation des terres (Gao et *al.*, 2011). Elle englobe les terres à forte désertification, salinisation, érosion, compaction, ou l'empiétement des espèces végétales envahissantes (Gibbs & Salmon, 2011).

La dynamique observée depuis les années soixante-dix témoigne de la disparition des sites pastoraux en bon état ; continuellement substitués par des espaces défrichés et des formations dominées par des espèces indicatrices de la dégradation (Bechchari et *al.*, 2014b). Ainsi, l'analyse diachronique par une carte de végétation et des images satellitaires Landsat TM, prises en 1970 et en 2013 dans le périmètre pastoral d'Ain Béni Mathar, a montré une réduction de la surface des parcours steppiques et un changement dans leur composition floristique (Bechchari et *al.*, 2014b).

L'analyse des tendances superficielles des formations végétales montre que les formations d'alfa (en bon état) et d'armoïse (moyens état) ont complètement disparus avec une extension des terrains dénudés et ceux mis en culture ont nettement progressé au sud ; les pertes globales sont estimées de 1 769 003 Kg de matière sèche entre 1970 et 2013 (Bechchari et *al.*, 2014b). Les changements enregistrés à Béni Mathar témoignent d'une baisse de superficie de 76% et 29% pour l'armoïse et l'alfa respectivement en faveur 35% des espaces de dégradation et 11% de cultures (Mahyou et *al.*, 2001) ; la perte annuelle des steppes d'alfa et d'armoïse est estimée à 3%, avec une tendance vers la disparition de l'armoïse (Mahyou et *al.*, 2001 ; 2005) comme en témoigne, la contribution spécifique de l'armoïse à la phytomasse totale qui n'excède pas les 1 à 2 % (Mahyou et *al.*, 2001 ; Acherkouk et *al.*, 2002). Cette espèce à haute valeur pastorale des steppes de l'Oriental est menacée par le défrichement, la mise en culture et un cheptel en croissance (El Koudrim et *al.*, 2001).

La dégradation des terres de parcours peut ainsi avoir des conséquences particulièrement graves pour la sécurité alimentaire des populations, étant donné leur dépendance économique à l'égard des ressources naturelles ; et, la pauvreté et l'insécurité alimentaire résultantes les conduisent à surexploiter les ressources restantes (PNUD et UNCCD, 2011).

## **II.5. Principaux causes de la dégradation des terres de parcours**

### **II.5.1. Sédentarisation et croissance démographique**

La croissance démographique galopante et la demande croissante des viandes rouges semblent parmi les principales causes de la dégradation des terres de parcours ; cette dégradation est



généralisée en Afrique et en augmentation en raison de la croissance démographique : la population de ce continent est passé de 217 millions en 1950 à 832 millions en 2000 (Le Houérou, 2009). Au Maroc, le défrichement, la désertification et la dégradation des terres de parcours se traduit par un coût total de 3 314 millions de dirhams (Croitoru et Sarraf, 2017), aggravé par l'augmentation de la population : passant de 11,6 millions en 1960 à presque 35 millions en 2014 (HCP, 2014) ; tandis que le nombre des nomades a chuté de 68 540 en 2004 à 25 274 en 2014 avec un niveau d'éducation très bas : 84% sans aucun niveau d'instruction (HCP, 2014).

Dans les années soixante, la population pastorale était représenté uniquement de transhumants, alors qu'actuellement ils sont en recule laissant place aux sédentaires sources de dégradation des terres de parcours : en Tunisie par exemple, ce phénomène auquel s'ajoute la mécanisation galopante à conduit à l'accentuation des défrichements des parcours steppiques et à la mise en culture des terres tunisiennes (Auclair et *al.*, 1996 ; Sabir et *al.*, 1996).

### **II.5.2. Surpâturage continu**

Le pâturage peut influencer différemment la structure et l'organisation des communautés végétales (Noy-Meir et *al.*, 1989). Wang et *al.* (2002) confirment que le surpâturage provoque une modification de la composition floristique, la richesse spécifique et la productivité des parcours : 680 millions d'hectares de terres de parcours sont en dégradation continue depuis 1945 (Oldeman et *al.*, 1991). En Amérique du nord par exemple, la majorité des parcours ont été dégradés par le bétail et une partie de la végétation vivace a été remplacée par deux espèces envahissantes : *Bromus tectorum* et *Artemisia tridentata* (Young et Sparks, 1985). En Turquie, le broutage continu entraîne une domination de *Thymus sipyleus* (Walter, 1956) et le remplacement de la haute végétation par des arbustes à *Artemisia santonicum* (Horn, 1970).

En Afrique, le surpâturage a réduit les espèces de haute valeur pastorale telles que *Cenchrus ciliaris*, *Tricholena teneriffae*, *Tetrapogon villosus*, *Medicago sativa* (Boussaid et *al.*, 1998) ; *Hedysarum humile* et *H. flexuosum*, ont disparues en Tunisie et ne subsistent au Maroc et en Algérie que sous forme de populations isolées (Ben Fadhel et *al.*, 1997) ; au Bénin l'abondance des points d'eau connaît une dégradation accrue pendant la saison sèche (Eigenheer et *al.*, 2005).

Au Maroc, l'augmentation du cheptel est dévastatrice sur la végétation pérenne et responsable de désertification (Aidoud, 1994) ; ces changements ont engendré un surpâturage continu sur les terres de parcours et risquent de compromettre la durabilité des systèmes pastoraux en

absence d'une bonne gestion des ressources fragilisés par les pressions climatiques et anthropiques (Pascon, 1973).

### **II.5.3. Transformation des terres de parcours en zone de culture**

L'extension des cultures sur les terres de parcours est un facteur de dégradation aussi important que le surpâturage : le labour est érosif, de manière irréversible, de l'horizon superficiel du sol, est destructeur des plantes vivaces qui retiennent le sol : en Algérie, la mise en culture est passée de 419 ha en 1978 à près de 9000 ha en 2001 (Nedjraoui & Bedrani, 2009) ; en Tunisie, le taux de recul annuel de la superficie des steppes au profit des terres cultivées est d'environ 0,5% (Hanafi, 2000) ; au Maroc, l'appropriation des meilleures terres pastorales et le manque d'une délimitation des terrains collectifs ont favorisé l'extension des zones de culture : la superficie cultivée est passée de 7,2 à 9,2 millions d'ha entre 1974 et 1996 (Mahyou et *al.*, 2010), les superficies mises en cultures ont été multipliées par 5 et 14 respectivement dans le sud et le nord des plateaux de l'oriental et la vallée de la Moulouya en référence à l'année 1970 (El Koudrim et *al.*, 2001 ; El Koudrim & Bechchari, 2005), à Ain Béni Mathar les surfaces cultivées se sont étendues sur toutes les terres de parcours en l'espace de trois décennies (El Koudrim et *al.*, 2001 ; El Koudrim et *al.*, 2006), dans le couloir Taourirt-Tafoughalt le taux de mise en culture des parcours varie de 5 à 100% (Acherkouk et *al.*, 2002).

### **II.5.4. Déracinement des espèces pastorales**

Les plantes manifestent de nombreuses stratégies d'adaptation face aux contraintes du milieu telles que la rareté de l'eau, la chaleur et le froid extrêmes, la salinité, ... (FAO, 2011). Cependant, les conditions climatiques extrêmes rendent les terres de parcours vulnérables à ces perturbations et font que leur restauration soit lente (Bainbridge, 2012). A ces conditions s'ajoute la pression humaine : prélèvement de bois en particulier à usage domestique (Floret & Pontanier, 1982) ; la consommation moyenne de bois de feu par exemple est de 1,5 kg de matière sèche par personne et par jour (Le Houérou, 1995).

### **II.5.5. Politiques de gestion des parcours**

L'extension des zones cultivées et la surexploitation des parcours sont souvent liées à la politique générale de gestion du milieu pastoral ; en Tunisie par exemple la privatisation des terres de parcours collectives a conduit à l'accentuation de la dégradation des parcours steppiques (Auclair & Picouet, 1994).

La mauvaise gouvernance est la cause principale de la dégradation des parcours à travers le monde : mauvaise politique efficace d'investissement, de soutien institutionnel et de processus de planification visant à appuyer les communautés pastorales, ... (FAO, 2016).

### **II.5.6. Changements climatiques**

Les changements climatiques est indiscutablement l'un des enjeux mondiaux dans la dégradation des terres de parcours à travers le monde (Hoffman et Todd, 2000 ; Eswaran et *al.*, 2001 ; Solomon et *al.*, 2007 ; Al-Karablieh, 2010) : irrégularité spatio-temporelle des pluies (Le Houérou, 1995) ; variation de la biodiversité (Nori & Davies, 2007) ; catastrophes naturelles fréquentes augment la pauvreté des populations (Dobie, 2003) ; plantes pérennes sont dans la difficulté de s'adapter aux nouvelles conditions ; ... (Bedrani, 1994).

Dans les zones semi-arides et arides, la pénurie de ressources en eau, la dégradation des sols et la désertification accrue ont un impact majeur sur la biodiversité des parcours (Belgacem et *al.*, 2008 ; Belgacem & Louhaichi, 2013) et affectent à la fois la quantité et la disponibilité aussi bien en eau et qu'en plantes fourragères (Hanif et *al.*, 2017) et par conséquent un taux élevé de mortalité de l'ensemble du cheptel (Akhter & Arshad, 2006) à cause de nombreuses maladies en particulier la trypanosomiase

Les sécheresses fréquentes et prolongées ont conduit à une insécurité alimentaire et à de nombreux défis sociaux et économiques des populations pastorales dont 90% des zones touchées relèvent des pays en développement ainsi les terres arides montrent le taux de mortalité infantile le plus élevé du monde (GIEC, 2007 ; UNCCD, 2007) et de nombreux conflits souvent mortels entre les populations (Prunier, 2005 ; Ban Ki-Moon, 2007 ; Hellendorff, 2012).

Par ailleurs, l'augmentation de la température de 0,4 à 2,25°C prévue au niveau mondial ne serait pas uniforme certaines régions souffriraient plus que d'autres (BAD, 2015) : en Afrique certaines pays seront plus touchés : Algérie, Mali, Niger, Soudan, Namibie, Angola, Botswana, ...

Au Maroc, les tendances météorologiques montrent une baisse des précipitations et une augmentation des températures au niveau national ; l'augmentation des températures avoisinera 3°C d'ici 2080 et atteindra même 5°C dans certaines zones pastorales (Gommes et *al.*, 2009 ; Mahyou et *al.*, 2010).

### **II.6. Restauration, réhabilitation et réaffectation des terres de parcours**

La restauration peut être interprétée en termes de fonction et de composition de l'écosystème, elle devrait viser à inverser les effets de la dégradation en améliorant la composition du sol

par augmentation de la couverture végétale et introduction de plantes ligneuses adaptées (Goudet, 1985 ; SER, 2004 ; Maestre & Cortina, 2004 ; Kettle et *al.*, 2011; Merritt & Dixon, 2011 ; Zucca et *al.*, 2013 ; Leger & Baughman, 2015). Ces objectifs sont atteints par des techniques peu coûteuses telles que la création de puits (Soliveres-Codina et *al.*, 2008), la plantation d'espèces tolérantes au stress (Padilla et *al.*, 2009) tout en respectant les ressources disponibles et leur connectivité pouvant ainsi maximiser la protection des sols ou minimiser la quantité d'eau transpirée (Bautista et *al.*, 2007).

La réhabilitation se base sur les aspects de la fonction de l'écosystème (Cortina & Vallejo, 2009), elle vise surtout à accroître la productivité de l'écosystème dégradé, auquel elle est appliquée selon un modèle (écosystème de référence) alternatif stable et autonome de l'écosystème préexistant (Aronson et *al.*, 1993). Ainsi, en Tunisie après quatre années de réhabilitation certaines espèces de la steppe à *Rhanterium suaveolens* ont pu être réinstallées (Pontanier et *al.*, 1995 ; Le Floch et *al.*, 1999) tandis que celle à *Artemisia herba-alba* ont été moins probantes (Aidoud et *al.*, 2006).

La réaffectation décrit ce qui se passe quand une partie ou la totalité d'un paysage, quel que soit son état, est transformée et qu'un nouvel usage lui est assigné ; les vastes plantations d'arbustes fourragers à *Atriplex*, *Acacia* et *Opuntia*, réalisées par exemple en Afrique du nord sont autant d'exemples de réaffectation (Aronson et *al.*, 1993).

### **II.6.1. Mise en repos et pâturage différé**

La mise en repos est basée sur l'exclusion temporelle du pâturage dans les terres dégradées en vue d'une restauration passive (Aerts et *al.*, 2009), ce mode est utilisé en Afrique pour améliorer la végétation et le sol des parcours arides (Kotzé et *al.*, 2013) et prend des noms régionaux variés cas de l'«agdal ou lghorm» au Maroc. Cette mise en repos est comparable à l'évolution étroite d'un écosystème selon ses caractéristiques propres (Noy Meir, 1974 ; Floret & Pontanier, 1982) est appliquée souvent aux types de parcours présentant des aptitudes de régénération rapide d'où un impact rapide sur l'amélioration de la biomasse et l'état des sols (Maâtougui, 1994).

Les mises en repos de courte durée sont temporaires, et consistent à interdire les parcours au pâturage pendant 12 à 16 mois, en vue d'entretenir la végétation existante et permettre l'établissement de jeunes plantes ; celles de longue durée, 2 ans ou plus, s'imposent lorsque le parcours est en mauvais état de dégradation, elles permettent la restauration du tapis végétal (Bourbouze et *al.*, 1987). Tandis que les mises en repos semencières correspondent à des petits dispersés dans l'ensemble du parcours ; et peuvent servir aussi de zones de références

en vue d'évaluer le système d'exploitation en vigueur des parcours environnants (Paptal et *al.*, 1987).

L'effet du pâturage sur la diversité végétale annuelle dans un parcours méditerranéen pendant 4 ans révèle une végétation herbacée diversifiée riche de 128 espèces (Osem et *al.*, 2002). En Tunisie, 3 ans de repos d'un parcours suivie d'une exploitation contrôlée avec période de repos, ont montré une diversification floristique plus élevée que celle des parcours soumis à une forte pression pastorale (Ould Sidi Mohamed et *al.*, 2002 ; Gamoun et *al.*, 2012). L'étude de certains paramètres de la végétation réalisée dans trois stations de mise en repos en Algérie a permis une productivité, diversité et recouvrement végétales importants (Kherief et *al.*, 2013). Au Maroc, des études similaires montrent une amélioration du recouvrement végétal global, de la phytomasse, la régénération des plantes pérennes et la protection du sol (Acherkouk et *al.*, 2012).

Le pâturage différé ou pâturage en rotation vise à accroître la production animale tout en respectant le bon développement des plantes (Voisin, 1959). Cependant, Sampson (1951) et Heady (1961) ne signalent que peu ou pas d'avantages de ce pâturage en rotation aussi bien sur le plan production que végétation.

### **II.6.2. Plantation d'arbres et d'arbustes fourragers**

Ce type de plantation est utilisé pour atténuer l'effet de la sécheresse, la désertification et afin d'améliorer la productivité des parcours dégradés (Le Houérou et *al.*, 1991). Les arbres et arbustes choisis, à forte adaptation édapho-climatique, ont une richesse protéique et en sels minéraux importantes ; ils contribuent à la réduction de l'érosion hydrique et éolienne et fournissent un fourrage en période de sécheresse ; leur choix ne doit pas être fortuit (Arif et *al.*, 1996). Parmi ces plantes utilisées dans la réhabilitation des parcours dégradés de la région méditerranéenne : *Acacia* (*A. saligna*, *A. horrida*, ...), *Lycium arabicum*, *Opuntia ficus-indica*, *Atriplex* (*At. halimus*, *At. leuoclada*, ...), *Retama raetam*, *Rhus tripartitum*, ....toutes ces espèces sont caractérisées par une adaptation à divers types de sols à pluviométrie annuelle inférieure à 300 mm (Le Houérou, 1995). L'*Atriplex nummularia* reste la plus utilisée dans diverses régions du monde ainsi qu'au Maroc car il a l'avantage de créer un micro-climat favorisant l'établissement des plantes autochtones et offre un abri pour la faune (Aganga et *al.*, 2003 ; Mulas & Mulas, 2007 ; Ben Salem et *al.*, 2010 ; Zucca et *al.*, 2013).

Ce type de plantation au Maroc oriental sur la période de 2006 à 2009 a permis de passer de 29 UF/ha à 167 UF/ha (Benhafoune, 2012) ; en effet, les plantations d'arbustes ont un impact positif sur la végétation naturelle des parcours même en période de sécheresse, en améliorant

la diversité floristique, le recouvrement global aérien et la production pastorale en matière sèche (Acherkouk, (2013).

### **II.6.3. Technique d'alley-cropping**

Elle consiste à associer dans la même parcelle des plantes ligneuses et des herbacées souvent céréalières ; ces dernières sont cultivées en bandes entre les lignes des arbustes dont la biomasse et les grains sont destinés au bétail ; cette technique permet d'augmenter et de diversifier la production végétale et animale, de réduire le ruissellement et l'érosion, et d'améliorer l'utilisation des nutriments par les plantes (NRCS, 1997). Elle est souvent recommandée pour les zones à complémentarité agriculture-élevage forte cas d'orge d'élevage des régions marginales ; dans la région de Doukkala, cette technique a permis de réduire la dégradation des sols et d'améliorer le couvert végétal (El Mzouri, 2002).

### **II.6.4. Conservation de l'eau et du sol**

Cette méthode, inspirée de la tradition paysanne des zones arides, consiste à assurer la protection des terres de parcours dégradées par la mise en place de sillons antiérosifs en vue de recueillir l'eau de pluie, de freiner l'érosion par ruissellement et de permettre l'infiltration d'eau dans le sol (Zhao et *al.*, 2013; Mcdonagh et *al.*, 2014). En Iran, la gestion de l'eau a permis une augmentation d'environ 40% de la production fourragère d'armoise ainsi qu'une capacité nutritionnelle durable (Azimi et *al.*, 2013). Au Kenya, l'usage de micro-barrages ou « Micro-catchments » était favorable pour la survie et la croissance de plantes ligneuses à grand apport fourragère ainsi que la survie des semis (Rono et *al.*, 2013).

La technique de conservation de l'eau et du sol a permis de restaurer les sols dégradés et de protéger la diversité biologique en Tunisie ainsi qu'au Maroc selon l'article 37 de la loi 33-94 (Achouri, 1995 ; Laouina, 2010).

### **II.6.5. Scarification de la surface du sol**

Elle est utilisée avant l'ensemencement et la plantation d'un parcours (Nyland, 2002) ; cette technique permet de faciliter la germination des semis (Zaczek et *al.*, 1997; Lhotka, 2001 ; Zaczek, 2002). Au Chili, ce procédé a permis la régénération de certaines forêts (Reyes et *al.*, 2014).

### **II.6.6. Collecte, multiplication de graines et semis d'espèces pastorales**

Le semis est conditionné par certains facteurs notamment la date de semis, les conditions édapho-climatiques, l'espèce végétale, ... et cette technique peut être combinée à d'autres relatives telles que la mise en repos (Morgan et Rickson, 1995) ; quand au choix des graines il

fait appel à de nombreux critères tels que une variabilité génétique adéquate aux caractéristiques spécifiques des sites à restaurer ou à réhabiliter (Broadhurst et al., 2008).

### **II.6.7. Autres pratiques d'aménagement pastoral**

En Chine, la technique d'enrobage des semences de *Lolium multiflorum* et d'*Astragalus sinicus* par un mélange de gommés polysaccharidiques hygroscopiques et de poudre d'algue (*Phaeocystis sp.*) ainsi que l'inoculation avec des spores de microorganismes (*Aspergillus sp.* et *Streptomyces sp.*) en tant que décomposeurs des matériaux de revêtement est une méthode prometteuse pour la restauration des parcours dégradés (Liu et al., 2010).

En Australie, le gouvernement a imposé l'élaboration de plans régionaux pour la conservation de la végétation et la biodiversité indigène (McAlpine et al., 2007).

Aux États-Unis, les organisations de gestion et de conservation des terres cherchent également à promouvoir la gestion de la séquestration du carbone dans les parcours privés et publics (Audubon, 2012 ; Booker et al., 2013). Dans les régions plus sèches du sud-ouest des États-Unis et dans une grande partie du Mexique, les incitations à la séquestration du carbone ont été une source de revenus pour les éleveurs pastoraux (Cheatum et al., 2011 ; Gosnell et al., 2011 ; Ma et Coppock, 2012).

En Éthiopie, le maintien d'une intensité de pâturage modérée a aidé à équilibrer les moyens de subsistance des éleveurs pastoraux et la durabilité des ressources naturelles (Liao & Clark, 2018).

### **III. Méthodes de lutte contre la dégradation des terres de parcours au Maroc**

Le défi actuel du développement des terres de parcours est de mettre en place les institutions, les politiques, les technologies et les stratégies susceptibles de renforcer les effets bienfaisants du pâturage et d'en atténuer les effets préjudiciables (Le Houérou & Hoste, 1977). La compréhension des systèmes pastoraux basés sur les déplacements saisonniers des troupeaux est devenue une nécessité pour élaborer des plans de gestion des parcours (Houinato, 2001). L'Etat marocain, a déployé des moyens importants, pour améliorer les pâturages, à travers de nombreuses actions, projets et programmes :

- **1965-1980** : Action sectorielle sous forme de périmètres d'amélioration pastorale ;
- **1978-2010** : Projet de développement rural Taourirt-Taforalt (PDRTT) ;
- **1981-1989** : Projet de développement intégré (PDI) ;
- **1990-2008** : Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental (PDPEO) phases I et II;
- **1993-2005** : Projet de développement rural de Tafilalet-Dadès (PDRTD) ;

- **1994** : Loi 33-94 ;
- **1995-2000**: Stratégie de développement des terres de parcours ;
- **2000-2020** : Stratégie de développement rural à l'horizon 2020 ;
- **2009-2015** : Projet de lutte participative contre la désertification et la réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi-arides des hauts plateaux de l'Oriental ;
- **2014** : Projet de développement rural dans le moyen Atlas oriental (PDRMO) ;
- **2014** : Projet de développement rural des zones montagneuses de la province d'Errachidia (PDRME)
- **2014-2017** : Programme de développement des parcours et de régulation des flux de transhumants (PDPRT) ;
- **2016** : Loi 113-13.

### **III.1. Projets de développement des terres de parcours au Maroc**

#### **III.1.1. Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental phase I (PDPEO I)**

Ce projet est adopté en 1990 et clôturé en 2001, il a visé l'implication de la population dans la réalisation des actions d'aménagement pastoral à travers des coopératives celles de Timahdit.

La zone concernée s'étend sur 9 communes rurales 80.000 habitants, étendues sur 3,2 millions d'ha et groupant 925 000 ovins, 234 000 caprins et 11 800 bovins (PDPEO, 2002).

Le projet vise la réalisation d'aires de mise en repos sur environ 750 000 ha, une diversification des ressources fourragères par plantation d'*Atriplex* sur 17 000 ha et le scarifiage des sols battants sur 58 500 ha dont 19 500 ha avec semis, ... (PDPEO, 2002).

Concernant la santé animale des vaccinations, traitements antiparasitaires ainsi que des programmes d'amélioration génétique ont été réalisés. Aussi ce projet appuie la formation des enfants d'éleveurs et des bergers ; et l'accompagnement et le renforcement institutionnel (PDPEO, 2002).

#### **III.1.2. Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental phase II (PDPEO II)**

Ce projet a duré 6 ans et était financé par un prêt auprès du fonds international pour le développement agricole (FIDA). Ses principales actions ont porté sur la délimitation d'une réserve semencière de 200 ha, des travaux de préparation du sol sur 2600 ha, la plantation d'*Atriplex nummularia* sur 1550 ha, l'aménagement de 41 points d'eau et l'organisation de concours au profit des éleveurs (PDPEO II, 2008).



### **III.3.3. Projet de développement rural des zones montagneuses de la province**

#### **Errachidia (PDRME)**

Ce projet a concerné 17 communes rurales et une urbaine regroupant 157 000 habitants. Parmi ses objectifs : la poursuite des travaux d'aménagement et de conservation des terres agricoles, la construction de 4 points d'eau pour l'abreuvement du bétail et la contribution à l'amélioration des écosystèmes forestiers par la distribution de 80 fours et la plantation d'arbustes à bois d'énergie (PDRME, 2014).

#### **III.3.4. Projet de développement rural dans le moyen Atlas oriental (PDRMO)**

Il a concerné 10 communes rurales relevant de la province de Boulemane ; ses principales réalisations en 2014 : la poursuite des travaux d'aménagement et de conservation des terres agricoles, la vaccination de 700 000 têtes de bétail et la création de 9 points d'eau pour l'abreuvement du cheptel (PDRMO, 2014).

#### **III.3.5. Projet de lutte participative contre la désertification et la réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi-arides des hauts plateaux de l'Oriental**

Durant 6 ans (2009-2014) et sur 38 000 km<sup>2</sup> le projet s'est intéressé à l'amélioration des capacités techniques, administratives et managériales des coopératives pastorales et sur le renforcement des capacités institutionnelles de 11 communes rurales des provinces de Figuig, Jerada et Taourirt. Ainsi que la protection et la réhabilitation de l'écosystème pastoral et l'atténuation de la dégradation des terres dans les hauts plateaux (FIDA, 2013).

#### **III.3.6. Projet du développement rural Taourirt-Tafoughalt (PDRTT)**

Ce projet avait pour but la réalisation de nombreux objectifs tels que le développement de l'agriculture pastorale, l'organisation du pâturage à l'intérieur de la forêt, l'approvisionnement en eau potable, plantation d'arbustes fourragers ... ; il a concerné 13 communes rurales des provinces de Berkane, Taourirt et Oujda-Angad soit 100 716 personnes sur une étendue de 646 000 ha.

#### **III.3.7. Projet de développement rural de Tafilalet-Dadès (PDRTD)**

Il vise à améliorer la production agricole de la petite et moyenne hydraulique (PMH) dans les vallées et les oasis ; protéger les ressources naturelles et lutter contre leur dégradation ; renforcer l'infrastructure de base et les équipements sociaux en milieu rural et développer les institutions et les organisations locales (FIDA, 2006).

Aussi la création de nombreuses coopératives pastorales pour l'amélioration de la race ovine D'man dont 7 à Dadès et 5 au Tafilalet ; aussi la mise en repos de 110 200 ha de parcours et

des programmes de lutte contre l'ensablement à l'aide de quadrillage des dunes en palmes ou par installation des plaques en fibrociments (FIDA, 2006).

### **III.4. Programmes et stratégies de développement des terres de parcours au Maroc**

#### **III.4.1. Programme de développement des parcours et la régulation des flux de transhumants (PDPRT)**

Dans ce programme 6 régions pastorales sont concernées : l'oriental, Draâ-Tafilalt, Guelmim-Oued Noun, Laâyoune-Sakia Al Hamra, Dakhla-Oued Eddahab et Souss-Massa. Il vise la plantation d'arbustes fourragers, la mise en valeur des terres de parcours, la création de zones de mise en repos sur 357 000 ha et la création de points d'eau pour l'abreuvement du cheptel. Le programme se répartie en deux tranches : la 1<sup>ère</sup> a concerné les régions Souss-Massa-Draâ et Guelmim Es-Smara ; la 2<sup>ème</sup> celles de l'Oriental, Oued Eddahab-Lagouira, Laâyoune-Boujdour, Sakia El Hamra et les zones d'action des offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA) de Tafilalet et d'Ouarzazate.

#### **III.4.2. Stratégie de développement des terrains de parcours**

Elle a tenu compte de la participation concrète des ayants-droit, l'intégration des terres de parcours dans leur environnement socio-économique et l'inventaire des modes d'organisation traditionnelle des zones pastorales marocaines (Narjisse, 2006).

#### **III.4.3. Stratégie 2020 du développement rural**

Elle repose sur 3 principes : territorialisation, intégration et participation. La territorialisation sollicite le développement agricole et rural ; l'intégration met en évidence les interdépendances entre les différents acteurs et secteurs d'activité ; la participation insiste sur la nécessité de prise en charge de toute action de développement durable par les acteurs concernés. La mise en œuvre de cette stratégie devrait contribuer à la réduction des disparités territoriales. En matière d'amélioration des espaces pastoraux, trois grands projets de développement intégré ont été réalisés sur une superficie de 7 millions d'ha dans les régions de l'Oriental et du Sud (Narjisse, 2006).

### **III.5. Cadre juridique de gestion et d'amélioration des terres de parcours au Maroc**

L'exploitation des parcours suit l'offre fourragère potentielle des parcours (Fernandez-Gimenez et Swift, 2003). La gestion des parcours vise à garder un équilibre entre la taille des troupeaux avec les ressources fourragères disponibles, et à analyser les synergies entre les différents systèmes d'exploitation de ces ressources (Scoones, 1999) ; aussi à renforcer la résilience au sein des systèmes pastoraux (Mamo, 2007; Barrow et *al.*, 2007).

Mais les mouvements du bétail sont sources de conflits entre nomades et agriculteurs sédentaires comme en témoignent les incidents de la région de Marrakech-Safi, Souss-Massa et de Drâa-Tafilalet. Afin d'éviter ces conflits, le Maroc a adopté un cadre juridique de gestion des terres de parcours.

### **III.5.1. Action sectorielle sous forme de périmètres d'amélioration pastorale**

Le décret numéro 2-69-312 du 25 juillet 1969 a pour but la création des périmètres d'amélioration pastorale. L'office régional de mise en valeur agricole et le ministère de l'agriculture ont été chargés de tenir un registre des droits de parcours comportant la liste nominative des ayants droit et la répartition entre eux du nombre total des bêtes admises. Ce registre a comporté notamment des dispositions générales destinées à encourager l'amélioration pastorale et le développement de la production animale. Vu les articles premier, 4, 5, 6 et 7 de ce décret, les subventions de l'Etat sont discernées pour la réalisation de travaux d'amélioration des parcours collectifs dans les zones désignées comme périmètres d'amélioration pastorale (PAP).

Selon les articles 4 et 5, chaque éleveur reçoit une carte de justification de ses droits au parcours. Cette carte délivrée par l'office régional de mise en valeur agricole ou les services techniques du ministère de l'agriculture et de la réforme agraire (ancien appellation), précise le nom, le prénom, l'adresse, le nombre et l'espèce des troupeaux, la surface de parcours à exploiter et la durée de validité de la carte. Les collectivistes détenteurs d'une carte de pâturage peuvent céder tout ou partie de son droit au parcours à d'autres collectivistes ou à une coopérative d'élevage d'installer sur les lieux pendant la durée de validité de la carte. Toutefois, les propriétaires de terres privées ne peuvent céder leurs droits au pâturage qu'à l'occasion de la cession ou de la location de leurs terres.

### **III.5.2. Loi 33-94**

La loi 33-94 élaborée en 1994 représente un instrument crucial de la politique pastorale marocaine (Annexe 1 : Loi 33-94).

### **III.5.3. Loi 113-13**

La loi 113-13 sur la transhumance pastorale et la gestion et l'aménagement des espaces pastoraux a été publiée sur le bulletin officiel le 7 Juillet 2016 (Annexe 2 : Loi 113-3).

### **III.6. Acquis en matière de mise en valeur des terres de parcours : Cas du PDPEO I et II**

Le PDPEO I et II a permis la création 46 coopératives pastorales regroupant plus de 9 000 éleveurs ; la création de réserves semencières et des mises en repos, la plantation d'arbustes

fourragers et d'arbres de bois d'énergie, le traitement sanitaire d'ovins et caprins, la réhabilitation et l'équipement de points d'eau (ONCA, 2018).

Aussi, il a contribué à la création d'un cadre institutionnel ; a augmenté la production animale ; a amélioré les conditions environnementales et la productivité pastorale ; a privilégié le dialogue et la concertation avec les populations concernées d'où l'acceptation, pour la première fois, par les populations usagères du paiement de redevances de pâturage dans les sites améliorés (Narjisse, 2006).

# **CHAPITRE II:**

## **PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

### **I. Introduction**

Selon le recensement de la population nationale de 2014, la région de l'oriental totalise une population de l'ordre de 2 314 346 habitants répartis en 494 530 ménages (HCP, 2014) soit 4,67 personnes par ménage avec un taux d'urbanisation de 1 513 911 habitants (HCP, 2014).

La région de l'oriental regroupe la préfecture d'Oujda-Angad et les provinces de Berkane, Driouch, Figuig, Guercif, Jerada, Nador et Taourirt. Elle s'étend sur 82 820 km<sup>2</sup> soit un peu plus de 11,5% du territoire national ; et compte environ 22 municipalités et 113 communes dont 22 urbaines et 91 rurales réparties sur 15 cercles (Acherkouk, 2013).

Sur le plan zones de parcours la région compte plus de 5 millions ha localisés essentiellement en zones arides : hauts plateaux et couloir Oujda-Guercif, et où le foncier collectif prédomine (Acherkouk, 2013). Devant la dégradation généralisée et continue dans ces parcours, des programmes d'aménagement et de mise en valeur de ces terrains ont été entrepris en vue de leur réhabilitation.

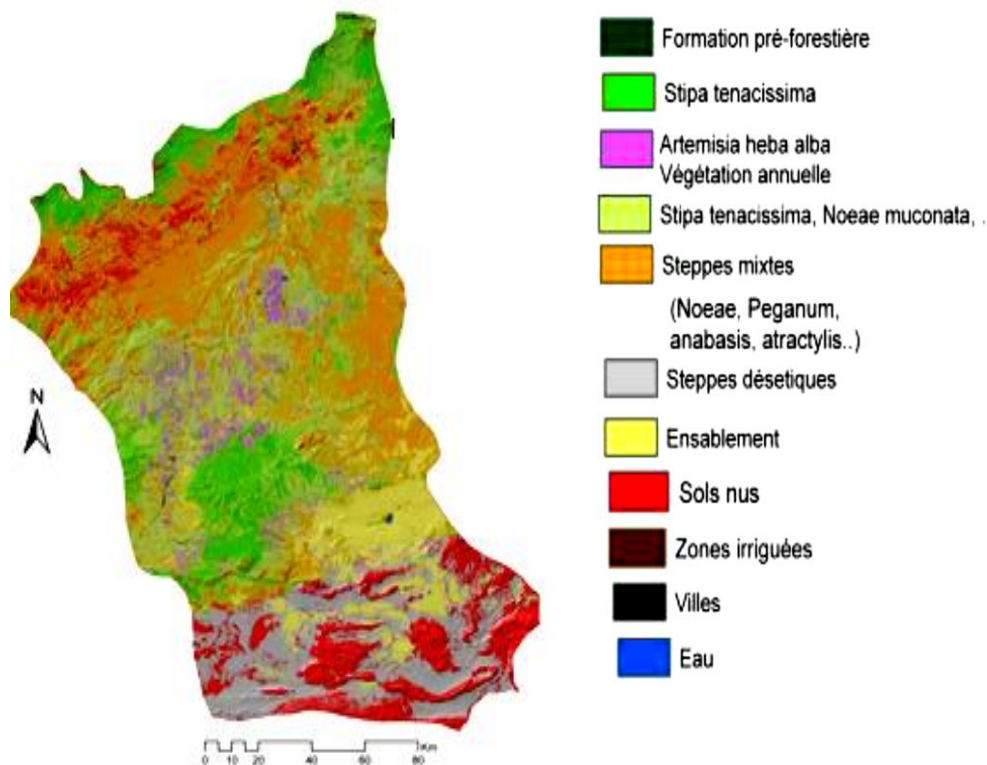
Le projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental (PDPEO) a visé des techniques d'amélioration pastorale variées : réhabilitation et enrichissement du couvert végétal afin de conserver le sol, augmentation de la productivité pastorale et réduction de la dégradation de ces zones, mise en repos et plantation d'arbustes fourragers. (PDPEO, 1999).

Les résultats soulignent l'importance des paramètres biologiques : phytomasse, recouvrement global de la végétation et densité spécifique, dans la description de l'état des terres de parcours. En revanche, une étude approfondie du sol ainsi que des communautés végétales et animales s'avère nécessaire.

### **II. Terres de parcours de la région de l'oriental**

Ces terres représentent environ 58% de la région et l'essentiel des apports est assuré par les parcours à alfa (44%) et à armoise (39%) soit 4/5 des apports soit 113 millions UF (El Koudrim *et al.*, 2006). Les parcours steppiques s'étendent sur les provinces de Figuig, Jerrada et Taourirt (figure 3) soit environ 3 millions ha de formations végétales variées (El Gharbaoui *et al.*, 1996) ; supportent plus de 1,5 millions d'ovins et caprins (Haut-Commissariat au Plan, 2005) et ont un rôle important dans l'économie de la région et dans la

lute contre l'exode rural (Acherkouk, 2013). Aussi, ces parcours ont un statut tribal avec une tendance au campement infra-tribal (INRA, 2005).



**Figure 3:** Carte d'occupation du sol des hauts plateaux de l'oriental (INRA, 2012)

## II.1. Parcours forestiers et pré-forestiers

Selon EVE & Agroforest (2000), ces parcours, à bioclimat semi-aride supérieur avec hiver très froid, se composent de formations dominées par *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* et *Tetraclinis articulata* et se localisent au sommet de la chaîne des Horsts sur des lithosols.

Les principaux écosystèmes rencontrés sont :

- Les forêts du bioclimat subhumide à *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Stipa tenacissima* et *Rosmarinus officinalis*. La strate herbacée est dominée par *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina* et *Koeleria vallesiana*.
- Les boisements du bioclimat semi-aride à *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus villosus*, *Lavandula multifida*, *Dactylis glomerata* et *Artemisia herba-alba*.

La paléobotanique révèle que le déboisement et l'usage systématique du feu ont favorisé le développement de plantes plus résistantes telle que l'expansion du chêne vert au détriment du chêne pubescent (Pons et *al.*, 1990). La dégradation du chêne lui-même réduit les parcours à

des taillis voir des matorrals (Leonardi & Rapp, 1982). Ce stade de dégradation est visible à Jbel Boukeltoum où le thuya, sur sol caillouteux, est en harmonie avec *Quercus coccifera*, *Qu. ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus sp.*, *Rosmarinus officinalis* et *Globularia alypum* ; l'alfa et *Ampelodesma mauritanica* sont accompagnatrices du thuya. Cette formation en perchis suite à l'action anthropogène a été protégée par le Haut-commissariat des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD). Quand au *Pistacia atlantica* cette amplitude bioclimatique lui est favorable et se rencontre, avec *Ziziphus lotus*, le long des oueds sur l'axe Oujda-Ain Béni Methar.

## **II.2. Parcours steppiques**

Les plantes des parcours arides manifestent de nombreuses adaptations aux conditions climatiques (Frontier et al, 2004). Selon Trabaud (1994), les feux répétés et la pauvreté du sol favorisent la formation d'écosystèmes à ligneux bas où les formations forestières se font rares (Quézel et al., 1990 ; Le Houérou, 1995).

En général, les écosystèmes des parcours steppiques se délimitent au Nord par l'isohyète 400 mm et au Sud par l'isohyète 100 mm, cette dernière correspond à la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Quezel, 1965; Djebaili, 1978 ; Le Houérou et al., 1979 ; Le Houérou, 1985).

Selon l'espèce végétale dominante on distingue différents types de steppes : herbacée à graminées ou ligneuse à sous-arbrisseaux, et xérophytes épineux en coussinet quand les conditions climatiques sont les défavorables (Ruffier-Lanche, 1964 ; Quézel, 1966 ; Le Houérou, 1995).

Les parcours steppiques de l'Oriental regroupent 5 formations végétales (MADREF, 2001) où les espèces suivantes sont souvent observées : *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Noaea mucronata*, *Helianthemum sp.*, *Atractylis sp.*, *Lygeum spartum*, *Thymelaea microphylla*, *Arthrophytum scoparium*, *Aristida pungens* et *Atriplex halimus*.

Les 5 types de parcours décrit dans ce travail sont :

### **II.2.1. Parcours steppiques à graminées**

On rencontre plusieurs faciès à *Stipa tenacissima*, sur différents types de sols et à l'origine, suite à sa dégradation, de la majorité des groupements steppiques (Le Houérou, 1969 ; Le Houérou et al., 1975 ; Aidoud-Lounis, 1984 et 1997), elle s'associe souvent à d'autres graminées : *Aristida pungens*, *Stipa parviflora* et *Lygeum spartum* et constituent une réserve de fourrage. D'autres espèces de ce cortège floristique ont souvent une signification phytosociologique (Djbaili, 1978).

Le faciès où *Stipa tenacissima* est dominante, il occupe la partie nord des hauts plateaux et contribue souvent à la protection des versants de fortes pentes.

Les faciès mixtes à *Stipa tenacissima*, *Noaea mucronata*, *Peganum harmala* et *Atractylis serratuloides* se localisent sur des plateaux calcaires à recouvrement végétal moyen à faible adapté au substrat calcaire.

Les faciès mixtes à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* dominant sur les plateaux à sols encroûtés.

### **II.2.2. Parcours steppiques à psammophytes et gypso-halophytes**

Ils correspondent à des petits faciès très dispersés et peu homogènes tels que les steppes à *Lygeum spartum* et *Thymelaea microphylla*. Le faciès à *Lygeum spartum* a un recouvrement végétal de 35 à 50% (Le Houérou, 1969) tandis que celui à *Thymelaea microphylla* est peu répandu.

### **II.2.3. Parcours steppiques à chaméphytes**

Il est dominé d'*Artemisia herba-alba*, *Helianthemum hirtum*, *Helianthemum lippii*, *Atractylis serratuloides* et *Arthrophytum scoparium*.

### **II.2.4. Parcours steppiques à plantes succulentes**

Sur sols riches en chlorure de sodium et en gypse s'installent des gypsophiles et des halophiles telles que *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata* et *Suaeda fruticosa* (URBT, 2001). Ces parcours ont subis des défrichements répétitifs suite à des monocultures aléatoires de céréales ou de la culture irriguée (Le Houérou, 1995).

### **II.2.5. Parcours dégradés et post-culturels**

On y rencontre des espèces indicatrices telles que *Lycium intricatum*, *Halogeton alopecuroides*, *Anabasis aphyllum*, *Asphodelus microcarpus*, *Thymelaea microphylla*, *Noaea mucronata*, *Asatragalus armatus* et *Peganum harmala*.

Le faciès à *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala* forment des mosaïques sur des sols bruns calcaires aux quelles s'ajoute d'autres espèces cas de *Launaea acanthoclada*, *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima* et *Ziziphus lotus* (Quézel et al., 1992). Celui à *Noaea mucronata*, *Asphodelus microcarpus* et *Ziziphus lotus* se rencontre sur sols défrichés et caillouteux ; quand au *Ziziphus lotus*, à faible apport fourager, il se rencontre surtout en zones de collecte des eaux : cuvettes, ravins, ...

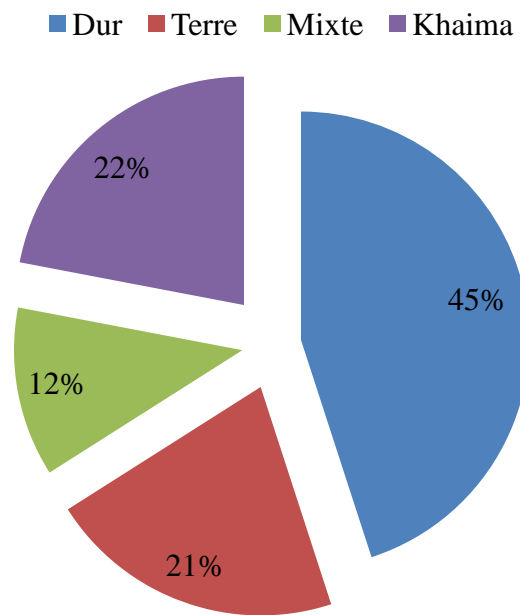
## **III. Habitat et milieu humain**

La population pastorale de l'oriental, formée en grande partie d'éleveurs, est estimée à 80 000 habitants réparties en 8 000 foyers (El Koudrime et al., 2006). Les moins de 24 ans forment



plus de la moitié de la population, alors que l'urbanisation a augmenté par exemple de 60% à Ain Béni Mathar le nombre de ruraux reste stagnant (INRA, 2005).

Selon SCET-SCOM (2008) les constructions en dur concernent 45% de ménages en particuliers d'éleveurs, seuls 22% habitent des tentes (figure 4) dans la zone sud des hauts plateaux et la région de Taourirt car ces populations pratiquent encore la transhumance.



**Figure 4:** Nature de l'habitat principal (en %) de la population des HPO

### III.1. Pauvreté

Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire National (2003), la pauvreté est élevée dans de nombreuses communes rurales telles que Tendirara et Béni Guil, moyenne dans celles du nord et faible à Ain Béni Mathar. En milieu urbain, le taux de chômage atteint 24 à 29% comme à Debdou ou Figui et il est plus important qu'en milieu rural (INRA, 2005).

Malgré les potentialités de la zone en diversité de ressources fourragères et sa longue tradition de production animale en particulier la race ovine Beni Guil, ils restent encore beaucoup de contraintes de développement liées aux faibles pluviométries, la dégradation des terres de parcours et la pauvreté des sols due à l'érosion hydrique et/ou éolienne.

### III.2. Emigration

La région compte un nombre important d'émigrés, en moyenne un pour deux familles (INRA, 2005). Bni Mathar et Tendirara-Maâtarka comptent parmi les communes à forte migration.

L'émigration peut se faire dans 60% des cas vers l'étranger en particulier dans le sud de l'Espagne où la majorité des marocains travaillent tant qu'ouvrier agricole ou bien dans le bâtiment. Dans les 40% des cas restant l'émigration se fait à l'intérieur du Maroc (INRA, 2005).

### **III.3. Principales activités économiques**

#### **III.3.1. Agriculture**

Dans notre zone d'étude 67% de la population pratiquent l'élevage contre 28% optant pour la culture d'orge ou/et de blé ; seuls 5% choisissent le commerce dans les centres de Tendrara, Bouarfa et Ain Béni Mathar (SCET-SCOM, 2008).

Les cultures irriguées fourragère ou maraîchère procurent des revenus supplémentaires pour certains ménages des communes rurales comme à Bni Mathar. Cependant, diverses activités salariales : ouvriers agricoles, artisans, ... restent prépondérantes (SCET-SCOM, 2008).

#### **III.3.2. Elevage**

C'est l'activité principale de la population rurale. Les parcours naturels des hauts plateaux de l'Oriental comptent plus d'un million d'ovins/caprins relevant de plus de 8 000 éleveurs (Bechchari et *al.*, 2006). L'élevage extensif d'ovins nécessite une mobilité continue à la recherche de nouveaux pâturages (Rachik, 2000). Les dépenses moyennes annuelles réservées à l'activité d'élevage s'élèvent à environ 60 000 Dh par éleveur contre seulement 6 500 Dh pour les cultures céréalières, maraîchères ou fourragères (Bechchari et *al.*, 2006).

Les éleveurs de la zone d'étude peuvent être regroupés en trois catégories : grands éleveurs soit 14% des éleveurs, possèdent à eux seuls 65% du cheptel et sont propriétaires de nombreuses unités de production ; moyens éleveurs possesseurs de 16% du cheptel de la zone et forment des unités de production familiales ; petits éleveurs soit 65%, disposent de 19% du cheptel et constituent des unités de production de subsistance (PDPEO, 2002). Les petits et moyens éleveurs sont pour la plupart des naisseurs, tandis que les grands éleveurs font de l'engraissement. Aussi, la zone compte de nombreuses races d'ovins dont Beni Guil ou Ouled Jellal, tandis que les caprins peu diversifiés dominent les parcours montagneux (Yahyaoui, 1999).

La transhumance dépend de l'abondance des parcours en plantes fourragères : l'hiver sont recherchés les parcours d'alfa qui constituent un abri pour le bétail malgré leur faible valeur fourragère (50 UF/ha/an), tandis que le reste de l'année les animaux préfèrent l'armoïse (Elghazi, 2003). Cette mobilité était importante pour plus de la moitié des éleveurs (53%) et moyenne pour 16% d'entre eux (Acherkouk et *al.*, 2000). Cependant, la situation s'est

totalelement inversée car la mobilité est presque absente chez la moitié des éleveurs (48%), elle est faible pour 32% d'entre eux et la transhumance reste importante uniquement pour 10% (Bechchari et *al.*, 2006).

La diminution du nombre de cheptel, le manque des moyens de transport, l'installation des mises en défens, les délimitations administratives et la mise en culture sont tous des facteurs responsables de ces changements, aux quels s'ajoute la sécheresse, le manque d'eau et les changements climatiques. Cette situation est à l'origine du déséquilibre que connaît l'exploitation des terres de ces parcours et qui est responsable du déclin de l'activité d'élevage, principale source de revenus de la majorité des éleveurs de la zone et en particulier ceux les plus pauvres (PDPEO, 2002).

Suite aux dégradations répétitives de ces parcours la supplémentation du fourrage devient nécessaire (Hammoudi & Mharchi, 1997). Trois systèmes d'élevage se rencontrent dans cette zone (MARA, 1988 ; El Asraoui et *al.*, 1993) :

- Système semi-intensif, couvre 60% des besoins et concerne la commune rurale d'Ouled Sidi Abdelhakem à cheptel de taille moyenne à très grande.
- Système semi-extensif, couvre 40% des besoins et concerne les communes rurales de Mérija et Ain Béni Mathar à cheptel de taille moyenne à grande.
- Système extensif, couvre 80% des besoins et concerne les communes rurales de Tendrara, Bouârfa et El Ateuf à cheptel nombreux et supplémentation relativement faible.

### **III.3.3. Industrie**

L'activité économique de la région se limite aux souks hebdomadières de bétail et à un commerce modeste d'approvisionnement quotidien des populations locales. Aussi, la zone ne connaît aucunes activités génératrices de revenus telles que la valorisation des produits locaux ou bien une industrialisation locale.

### **III.3.4. Artisanat**

La vannerie, tissage et tapisserie sont fréquents dans la zone. Cette activité doit être encouragée par la mise en place de filières de formation professionnelle. Les coopératives artisanales que comptent la région soit 27 à 1045 adhérents, ainsi que celle plus récente d'Ahfir pour le traitement du cuir restent très insuffisantes pour améliorer les revenus de cette population (INRA, 2005).

### **II.3.5. Tourisme et écotourisme**

La région est riche de nombreuses ressources touristiques et écotouristiques : mode de transhumance, tradition et artisanat, gastronomie, biodiversité et SIBE, Oasis, culture, ... des atouts qui peuvent être exploités dans le développement de cette zone.

### **III.4. Cadre institutionnel**

#### **III.4.1. Structures administratives**

Notre zone d'étude s'étend sur les provinces de Jerrada, Figuig et Taourirt (INRA, 2012). Les centres urbains relèvent de la Bachaouiat d'Ain Béni Mathar et Bouarfa, alors que la zone rurale est régie par de nombreux Caidats : Ain Béni Mathar/Ouled Sidi Abedlhakem, Mérija/Ouled Ghzail, ...

Aussi, la zone est administrée par deux Directions Provinciales d'Agriculture celles de Figuig et Oujda. Les terres collectives (66,3%) sont dominantes, vient celles domaniales (21,1%), puis des terres personnelles (7,8%) où de statuts divers (1,5%) (EDESA, 1996).

Sur le plan exploitation des ressources fourragères la Direction Provinciale d'Agriculture de Figuig couvre un vaste territoire à dominance steppique alors que celle d'Oujda s'occupe du reste des écosystèmes déployés sur quatre provinces : Jerrada, Taourirt, Oujda et Berkane. Cependant, l'espace forestier fait partie de la zone d'action de la Direction Régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification de l'Oriental qui couvre les provinces d'Oujda-Angad, Nador, Taourirt, Jerrada, Berkane et Bouarfa.

#### **III.4.2. Communes territoriales**

Notre zone couvre 11 communes territoriales responsables de l'aménagement des terres de parcours, la gestion de leurs ressources naturelles et le développement économique, social et culturel de la population. Ces communes se subdivisent en une trentaine de fractions administratives aidées par des Cheikhs élus par les différentes tribus (INRA, 2005).

#### **III.4.3. Coopératives pastorales**

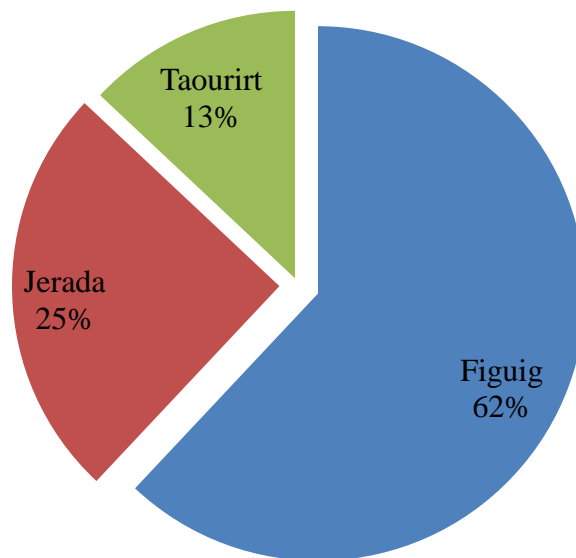
Les coopératives pastorales sont créées sur la base du système ethno-lignager local : tribu, fraction ou douar (Lazarev et al., 1996). Ce système se compose historiquement de cinq entités tribales : « Zwa » peuplant les communes El Ateuf/Ouled M'Hammed ; « Ouled Ali Bouchnafa » des communes de Mrija et Ouled Ghzial ; « Béni Mathar » à Ain Béni Mathar ; « Ouled Sidi Abdel Hakem » relevant de la commune rurale du même nom ; « Béni Guil » des communes de Tendrara, Maâtarka et Béni Guil (INRA, 2005).

Cette organisation est créée pour être un interlocuteur entre l'administration et les populations locales en ce qui concerne l'aménagement des terrains de parcours ; garantir la pérennité des

travaux d'amélioration pastorale ; approvisionner les éleveurs coopérateurs en fourrage et produits vétérinaires ; ... (Snaibi, 2018).

Selon l'importance de leur autonomie on distingue 3 types de coopératives : celles très faibles forment 11,8% ; les moyennement faibles sont majoritaires soit 58,8% ; tandis que celles moyennes sont de 29,4% (INRA, 2005). La province de Figuig (figure 5), par son activité d'élevage élevée, concentre le plus grand nombre de coopératives que compte la région.

La création de coopératives pastorales devait améliorer la gestion rationnelle des ressources pastorales (El Alaoui, 1997). Cependant, leur activité principale est la production de services : distribution de fourrage, réhabilitation de certains parcours ... (Herzenni et *al.*, 2002) ce qui engendre une dégradation continue et alarmante de cette zone (Bounejmate et El Mourid, 2001 ; Acherkouk et *al.*, 2005).



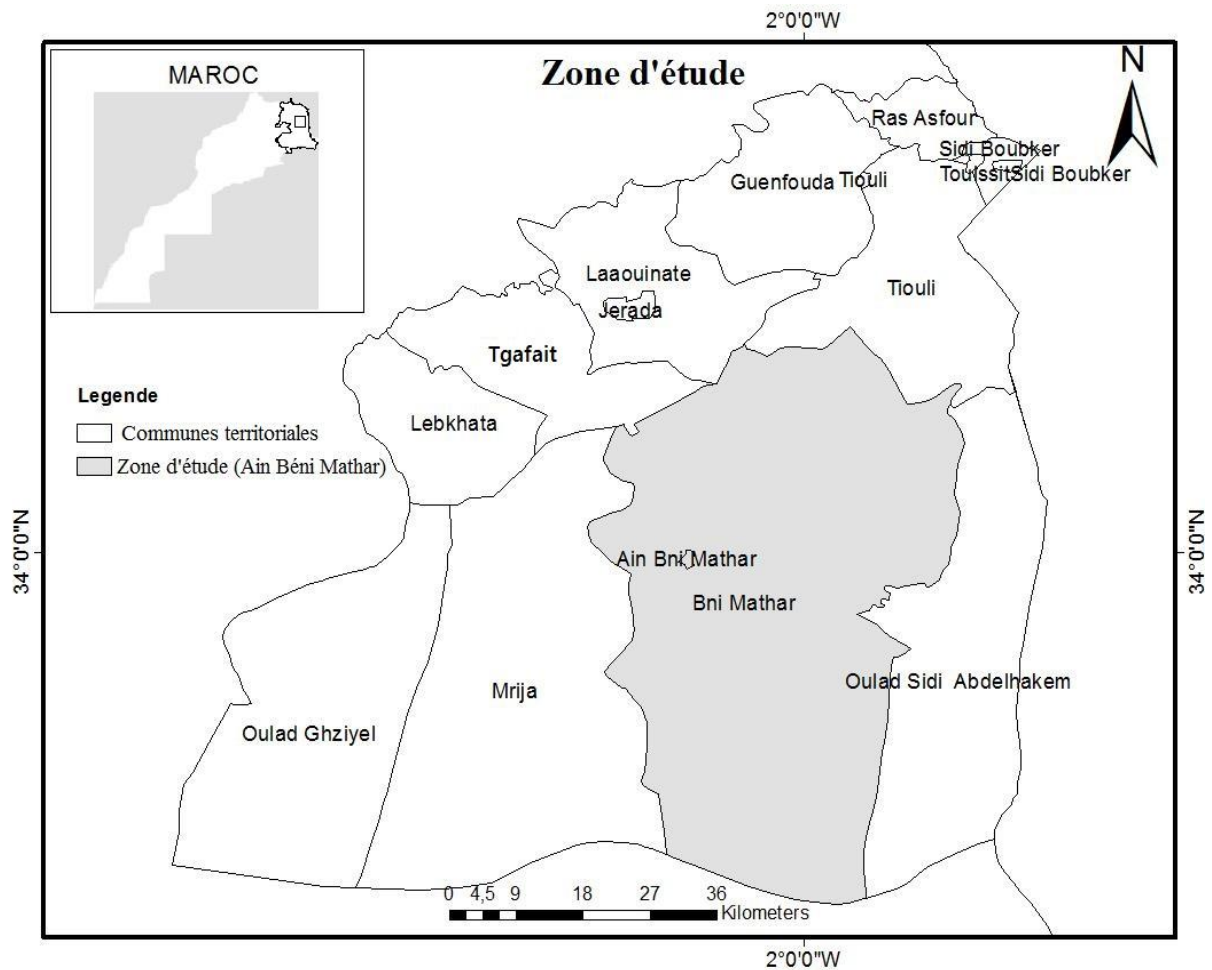
**Figure 5 :** Distribution du nombre des coopératives pastorales par province (Snaibi, 2018)

#### **IV. Zone d'étude**

##### **IV.1. Localisation géographique**

Les parcours des hauts plateaux sont rattachés à la province de Jerada. Ils se limitent au nord et à l'est respectivement par les matorrals de la chaîne du Horst et la frontière algéro-marocaine et au Sud par la province de Figuig.

Notre étude est réalisée dans la commune rurale d'Ain Béni Mathar des hauts plateaux de l'oriental à l'est du Maroc (figure 6).



**Figure 6 :** Localisation de la zone d'étude

#### IV.2. Présentation des sites d'étude

Les sites d'étude sont situés à l'est du Maroc :  $1,57^{\circ}$ - $1,50^{\circ}$  est et  $34,00^{\circ}$ - $34,04^{\circ}$  nord, à 1062 m d'altitude (figure 6). Les formations végétales sont dégradées et composées essentiellement de *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba*, *Peganum harmala*, *Atractylis serratuloïdes* et *Noaea mucronata*. La zone a connue en 1991 une restauration pastorale de ces parcours avec la participation des populations locales.

Dans le cadre de notre étude, et pour répondre à nos objectifs, cinq sites ont été choisis (figures 7 et 8).

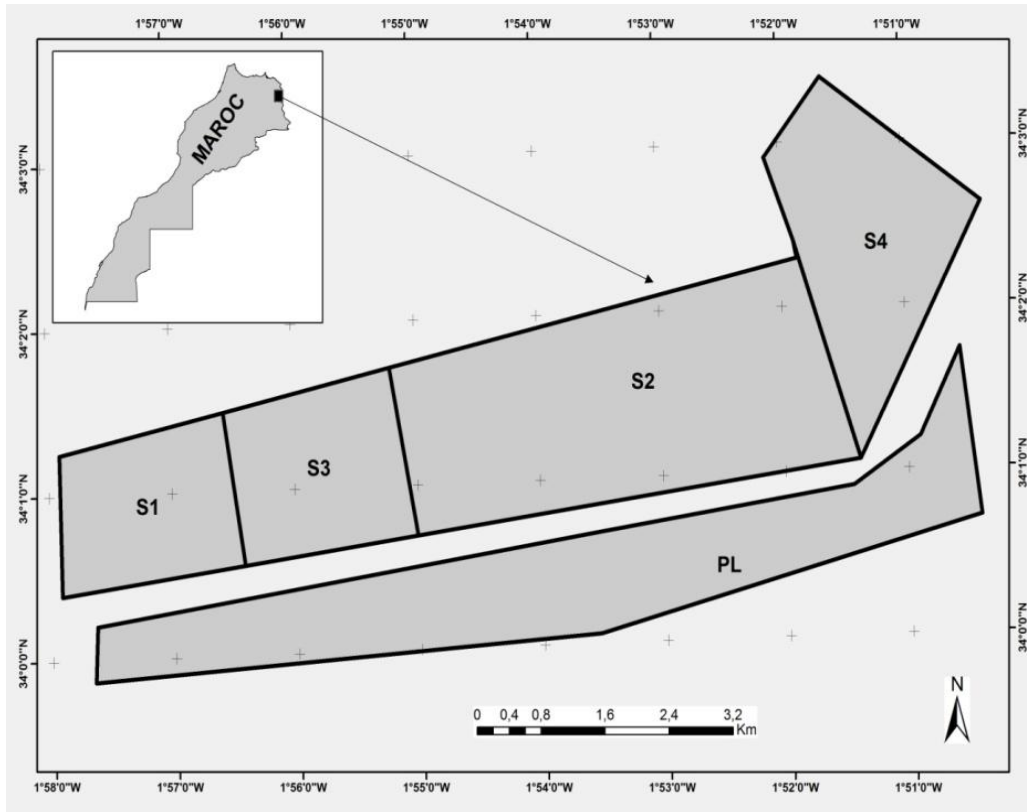
1. Site 1 (S1) d'une superficie de 370 ha est dominé principalement par *Artemisia herba-alba* et mis en repos dès 2010.
2. Site 2 (S2) de 1730 ha, est un faciès mixte à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Ce site a été mis en repos dès 1991 puis planté d'*Atriplex nummularia* en 2010 avec une densité de 1000 pieds/ha.

3. Site 3 (S3) étalé sur 400 ha est dominé par *Artemisia herba-alba* avec une faible fréquence de *Stipa tenacissima*. Site mis en repos dès 1991 puis amélioré par la technique de conservation des eaux et du sol en 2010.
4. Site 4 (S4) de 562 ha, il correspond à une formation naturelle steppique non pâturée et dominée par *Stipa tenacissima*. Ce site a été choisi dans un but comparative entre ceux aménagés et ceux non aménagés.
5. Site en pâturage libre (PL) d'une superficie de 1042 ha, dominé par *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala* et *Noaea mucronata*. C'est un parcours libre où la charge animale est d'environ 4,13 têtes par ha.

L'exploitation et la gestion des sites S1, S2 et S3 sont confiées à la population locale organisée en coopérative pastorale nommée « Mataf » sous une assistance technique des Agents de Développement de l'Agriculture.

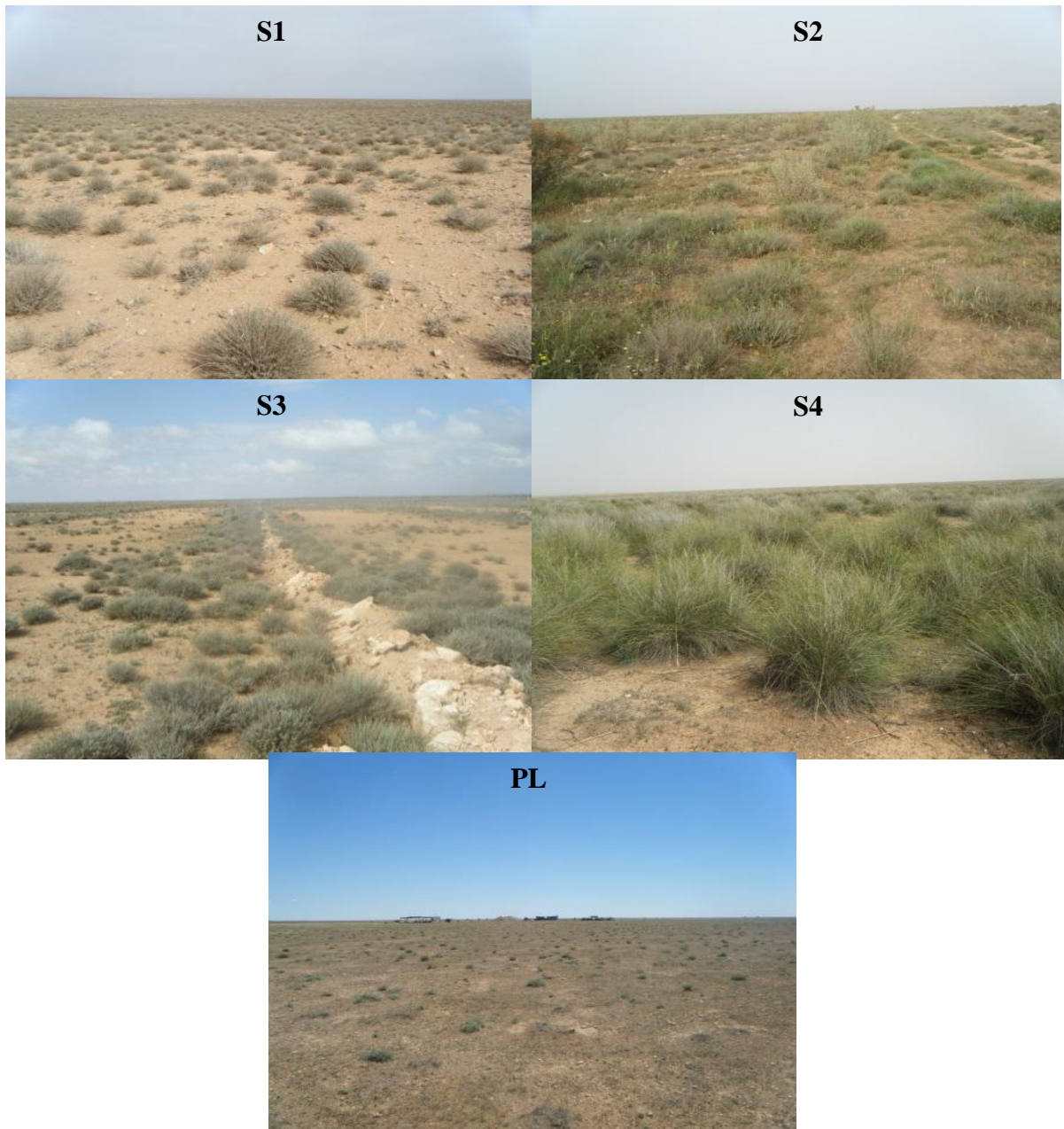
Suivant les conditions pluviométriques, les trois sites sont en rotation de pâturage pendant 3 à 4 mois de 2000 à 2830 d'ovins entre décembre et mars de chaque année moyennant une redevance annuelle de 5 DH par animal.

Nos investigations de terrain sont réalisées aux mois d'avril et mai des années 2014 et 2015 pendant la période de croissance de la végétation. En plus de la récolte des différentes plantes rencontrées nous avons menés des enquêtes complémentaires sur la végétation et les modes de gestion auprès des éleveurs et des membres de la coopérative pastorale « Mataf ».



**Figure 7:** Localisation des sites d'étude (S1 : mise en repos dominée par l'armoise; S2 : mise en repos associée à la plantation d'*Atriplex*; S3 : mise en repos avec la technique de CES; S4 : site non pâturé et dominé par *Stipa tenacissima*. PL : pâturage libre)





**Figure 8:** Photos des 5 sites étudiés (S1 : mise en repos dominée par l'armoise; S2 : mise en repos associée à la plantation d'Atriplex; S3 : mise en repos avec la technique de CES; S4 : site non pâturé et dominé essentiellement par *Stipa tenacissima*. PL : pâturage libre)

### IV.3. Aspects physiques

#### IV.3.1. Esquisse géologique

Les terrains constituant notre zone d'étude ont une structure tabulaire de type « meseta » de formations géologiques allant du primaire au quaternaire. Ils sont recouverts par du permotrias à marnes et basaltes. Au-dessus de ces terrains, vient une série calcaire et dolomitique allant du Lias au Dogger. Puis des séries détritiques à conglomérat, grès et marnes datant du

fin Jurassique au Crétacé. Ce dernier étage d'âge Turonien est marqué par des dépôts de calcaire massif à lits de silex formant une couche aquifère sur les hauts plateaux au sud d'Ain Béni Mathar. Le Mio-pliocène est marqué par une alternance d'argile, sable, grès et calcaire lacustre. Le quaternaire formant les terrains superficiels est constitué de dépôts fluviatiles encroûtés à calcaires blanchâtres d'origine lacustre, des conglomérats et des grès à matrice calcaire (Bouazza *et al.*, 2013).

#### **IV.3.2. Topographie et géomorphologie**

Du point de vue géomorphologique, la zone d'étude s'inscrit dans les hauts plateaux justes au sud de la chaîne des Horsts. Cette dernière marque la transition entre la zone saharienne au sud et la zone montagnarde au nord. Notre région se caractérise par des terrains plats où les zones hautes ne dépassant pas 900 à 1100 m d'altitude. La topographie du terrain est assez régulière, les pentes varient de 0 à 5% à l'exception des parties proches des oueds ou des ravins, où la pente peut s'accroître pour atteindre des valeurs supérieures à 25%.

#### **IV.3.3. Pédologie**

Le bioclimat, le sol et la géomorphologie de notre zone d'étude offrent à la région d'Ain Beni Mathar une diversité de terres de parcours à sols limoneux à argilo-limoneux, peu évolués, peu perméables, de profondeur variable allant de 20 à 50 cm, pauvres en matière organique et très vulnérable à l'érosion hydrique et éolienne (Ruellan, 1966 ; Bechchari *et al.*, 2014b).

#### **IV.3.4. Ressources en eau**

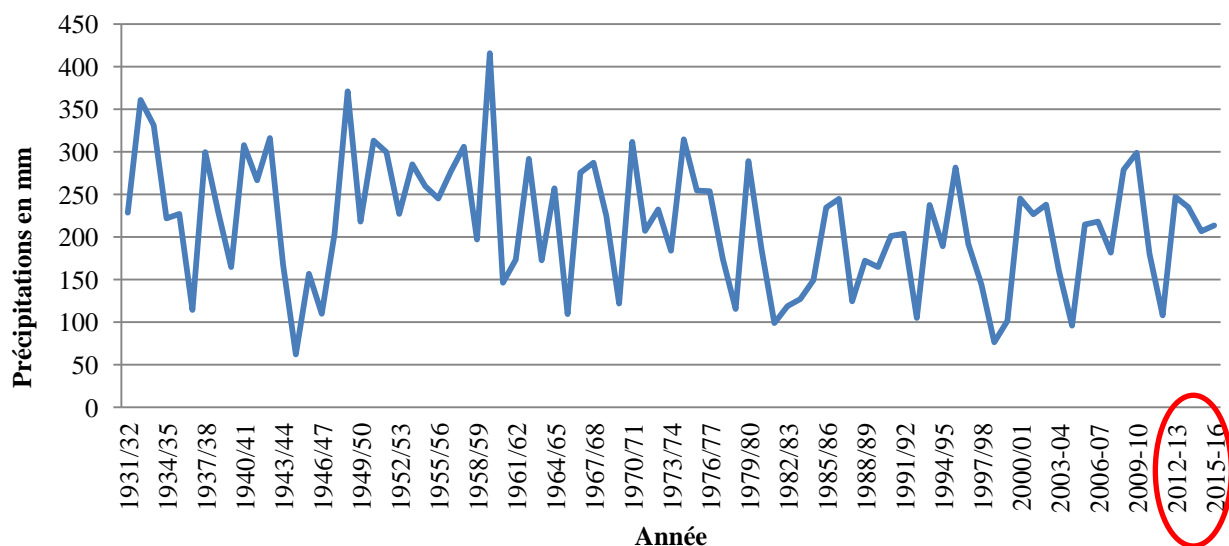
La zone d'étude possède un réservoir aquifère de plusieurs milliers de km<sup>2</sup>, traversé par plusieurs oueds dont le régime d'écoulement est lié aux précipitations : oued Echaref de type temporaire est le principal, oued El Hay permanent et oued Mesakhsakha bordant le centre urbain d'Ain Béni Mathar du côté sud-ouest. D'autres oueds et ravines s'inscrivent dans la zone d'étude témoignant d'importants écoulements de surface. Les crues de ces oueds sont très brutales et provoquent souvent des inondations du centre urbain d'Ain Beni Mathar.

#### **IV.3.5. Climat**

##### **IV.3.5.1. Précipitations annuelles et mensuelles**

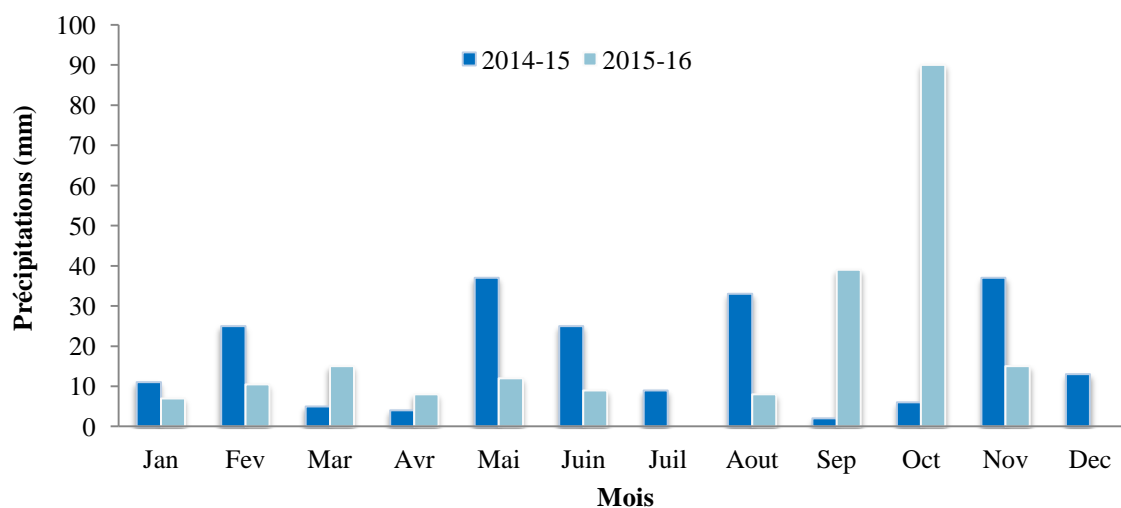
L'évolution annuelle des précipitations durant ces 84 dernières années à Ain Beni Mathar (figure 9), représente des variations remarquables d'une année à l'autre.

Nous observons qu'en 2015, les précipitations étaient peu élevées et atteignent 213, 5 mm. Par contre en 2014, les précipitations étaient de l'ordre de 207 mm. Cette valeur reste inférieure à la moyenne des précipitations annuelles durant ces 84 années (215, 12).



**Figure 9:** Evolution des précipitations (mm) entre 1931 et 2015 dans la région d’Ain Beni Mathar (INRA)

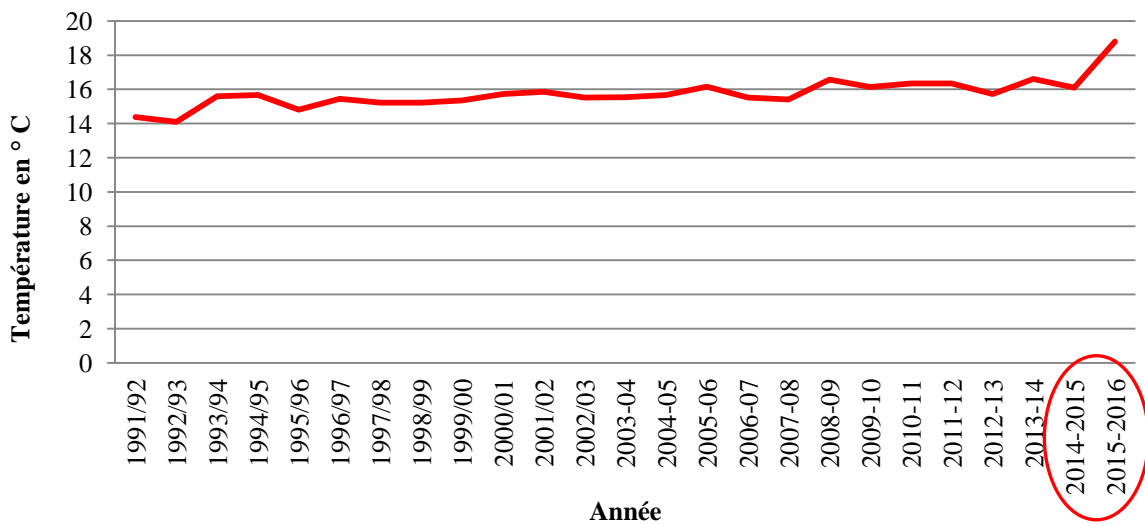
En Septembre et Octobre de l’année 2015, il y a eu de fortes précipitations 39 mm et 90 mm respectivement, ce qui a favorisé la croissance de la végétation spontanée, et la régénération des plantes steppiques. Par contre, les précipitations en 2014 sont mal réparties et ont favorisé davantage le développement des autres espèces végétales.



**Figure 10:** Variabilité des précipitations (en mm) en 2014 et 2015 (INRA)

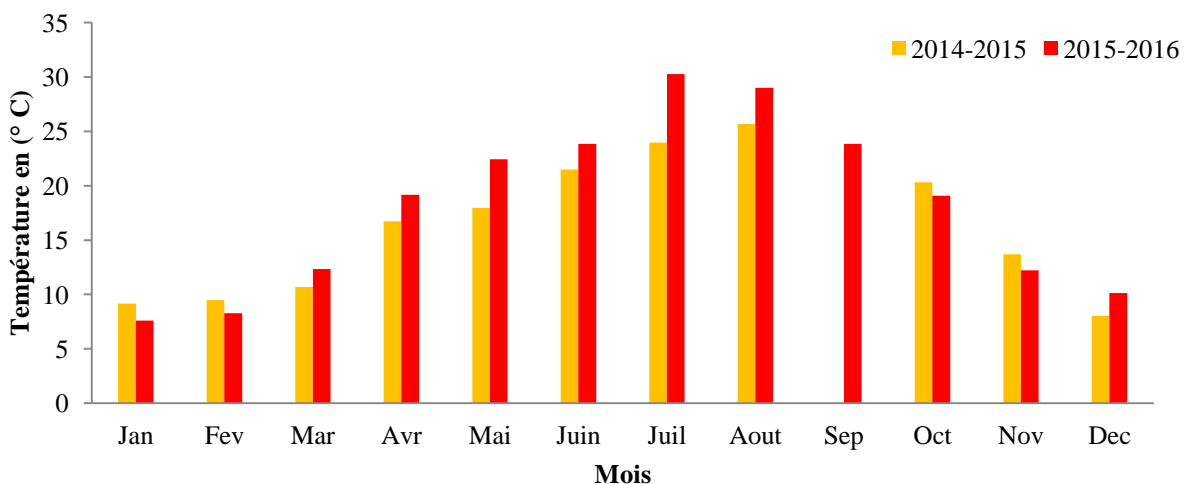
### IV.3.5.2. Les températures

L'évolution des températures à Ain Beni Mathar pendant ces vingt quatre dernières années (figure 11) montre que l'année 2015 a enregistré une valeur de température moyenne plus élevée que l'année 2014 avec des valeurs de 18,8 et 16,1 respectivement pour 2015 et 2014.



**Figure 11:** Evolution de la température annuelle (°C) entre 1991 et 2015 dans la région d'Ain Beni Mathar (INRA)

La courbe de variation de la température d'Ain Beni Mathar indique que les températures mensuelles moyennes varient entre 8,03 et 25,67 (° C) en 2014 (figure 12). Tandis qu'en 2015, elles varient entre 7,59 °C et 30,26 °C.



**Figure 12:** La variation de la température mensuelle (°C) d'Ain Beni Mathar en 2014 et 2015 (INRA)

### **IV.3.6. Synthèses bioclimatiques**

Dans les parcours d'Ain Beni Mathar les hivers sont très froids, les étés très chauds et les vents dominants peuvent venir de l'ouest, du nord-ouest ou de sud ; ces derniers sont desséchants, souvent chargé de sable et responsables d'une forte évapotranspiration (Le Houérou, 1995).

Les terres de parcours d'Ain Beni Mathar présentent une zone de transition entre le bioclimat aride au nord et le saharien au sud. Cette transition se caractérise par un gradient de précipitations annuelles faible et irrégulière soit 194 mm en 1998 et 2009 (avec un minimum de 77 mm et un maximum de 299 mm) et une température moyenne de 15,5°C et le mois d'août étant le plus chaud est celui de janvier le plus froid et une physionomie particulière de la végétation.

#### **IV.3.6.1. Système de Gaussen et Bagnols**

Gaussen et Bagnols (1953) ont évoqué la notion du mois sec en comparant la précipitation total et le double de la température de ce mois. Il faut avoir ( $P < 2T$ ) pour parler de cette notion. En générale, la variabilité des précipitations et les épisodes de sécheresse sont des caractéristiques normales pour les climats arides. Ces conditions ont exigé les populations à développer des stratégies de survie flexibles fondées sur une mobilité extrême et une diversification des revenus, passant du nomadisme à la transhumance, au pastoralisme extensif, à l'agriculture saisonnière de céréale. Lors des périodes de sécheresse les nomades se déplacent vers le nord, en créant une contrainte supplémentaire pour les parcours steppiques déjà en équilibre précaire.

Les précipitations et la température sont deux facteurs d'appréciation des conditions climatiques. Sur la base de la variation annuelle des températures moyennes du mois le plus froid (t) 3 types de climats sont décrits (Gaussen & Bagnols, 1953) :

- Climat chaud :  $t > 10^{\circ}\text{C}$
- Climat tempéré :  $0^{\circ}\text{C} < t < 10^{\circ}\text{C}$
- Climat froid :  $t < 0^{\circ}\text{C}$

La température du mois le plus froid de notre zone étant  $m = 5,97^{\circ}\text{C}$  ce qui placera cette région dans un climat de type tempéré.

#### **IV.3.6.2. Système de Debrach (1968)**

Ce système est basé sur la représentation graphique de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) en fonction de la moyenne des minima du mois le plus froid (m). En se basant

sur la moyenne des températures extrêmes  $(M + m)/2$  et l'amplitude thermique extrêmes  $(M - m)$ , plusieurs climats ont été décrits (tableau 2).

**Tableau 2 :** les types de climats décrits par Debrach (1968)

Climats de type $(M + m) / 2$		Climats de type $(M - m)$	
* $(M + m) / 2 > 20^{\circ}\text{C}$	→ climat chaud	* $M - m < 15^{\circ}\text{C}$	→ climat insulaire
* $15^{\circ}\text{C} < (M + m) / 2 < 20^{\circ}\text{C}$	→ climat modéré	* $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$	→ climat littoral
* $10^{\circ}\text{C} < (M + m) / 2 < 15^{\circ}\text{C}$	→ climat froid	* $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$	→ climat semi-continental
* $(M + m) / 2 < 10^{\circ}\text{C}$	→ climat très froid	* $M - m > 35^{\circ}\text{C}$	→ climat continental

Notre zone d'étude ayant  $(M + m) / 2 = 18,14^{\circ}\text{C}$  et  $M - m = 24,34^{\circ}\text{C}$ , elle bénéficiera d'un climat de type littoral modéré.

#### IV.4.3. Quotient pluviométrique d'Emberger (Q2)

Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens du plus aride jusqu'à celui de haute montagne. Ce type de climat méditerranéen se rencontre uniquement au Maroc.

Le quotient pluviométrique se définit par la formule :  $Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$

**P** = Moyenne des précipitations annuelles en mm

**M** = Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en  $^{\circ}\text{C}$

**m** = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en  $^{\circ}\text{C}$

En appliquant nos données relevées dans la zone d'étude soit :  $P = 194,34 \text{ mm}$  ;  $M = 30,01^{\circ}\text{C}$  ;  $m = 5,97^{\circ}\text{C}$  le quotient pluviométrique Q2 est :

$$Q2 = 3,43 \times 194,34 / (30,31 - 5,97) = 27,38$$

Une représentation graphique des valeurs de **Q2** en ordonnées et celles de **m** en abscisses a permis à Sauvage (1963) de dresser un climagramme regroupant les zones bioclimatiques méditerranéennes avec leurs variantes thermiques, souvent nommées « étages bioclimatiques méditerranéens ». Six étages bioclimatiques sont décrits : saharien, aride, semi-aride, subhumide, humide, de haute montagne.

Chaque étage est subdivisé d'après les valeurs de **m** en quatre variantes thermiques ou sous étages :

- Sous étage à hiver froid :  $m < 0^{\circ}\text{C}$
- Sous étage à hiver frais :  $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$
- Sous étage à hiver tempéré :  $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$
- Sous étage à hiver chaud :  $m > 7^{\circ}\text{C}$

Nos données relatives à la zone d'étude place Ain Béni Mathar dans une ambiance bioclimatique aride moyenne à hiver tempéré ou doux (figure 13).

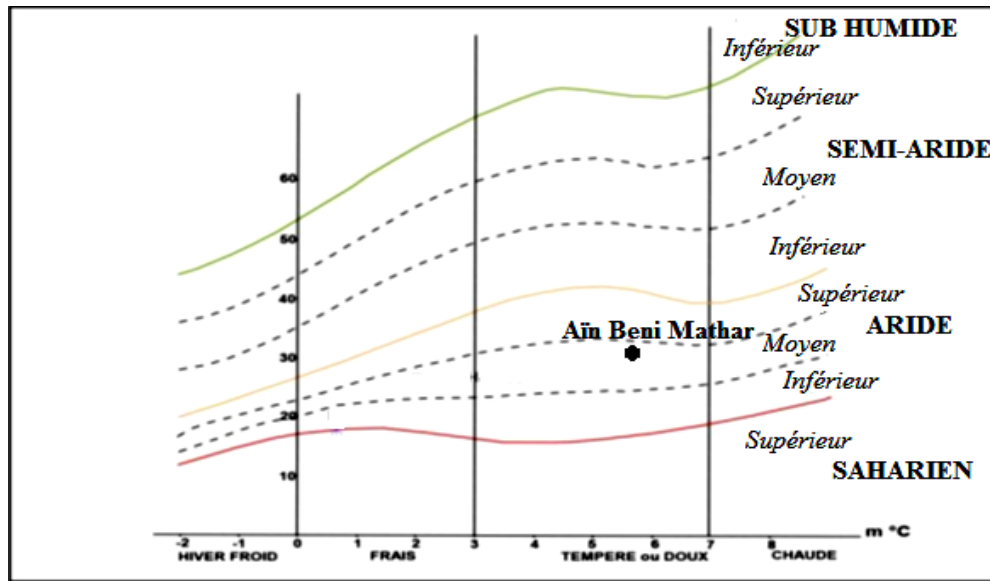


Figure 13: Climagramme pluviothermique (Sauvage, 1963)

#### IV.4.4. Système de Peyre (1979)

Par défaut de données thermiques, Peyre (1979) a proposé des classes de pluviométrie correspondant aux différents étages déjà définis par Emberger. La région d'étude reçoit environ 194,34 mm d'eau par an, elle sera située dans l'aride inférieur (tableau 3).

Tableau 3: Équivalence entre classes d'aridité et tranches pluviométriques (Peyre, 1979)

Classes d'aridité		Tranches des précipitations (mm)
<b>Per-humide</b>	Humide supérieur	> 1200
<b>humide</b>	Humide inférieur	1000 - 1200
<b>Subhumide</b>	Subhumide supérieur	800 - 1000
	Subhumide moyen	700 - 800
	Subhumide inférieur	600 - 700
<b>Semi-aride</b>	Semi-aride supérieur	500 - 600
	Semi-aride moyen	400 - 500
	Semi-aride inférieur	300 - 400
<b>Aride</b>	Aride supérieur	250 - 300
	Aride moyen	200 - 250
	<b>Aride inférieur</b>	<b>150 - 200</b>
<b>Saharien</b>	Saharien supérieur	100 - 150
	Saharien moyen	50 - 100
	Saharien inférieur	< 50

# CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

## I. Cadre conceptuel de l'étude

### I.1. Rappel des objectifs de l'étude

Cette thèse a pour objectif d'étudier les impacts de quelques actions de réhabilitation des terres de parcours sur quelques composantes de l'écosystème pastoral des hauts plateaux de l'oriental. Les objectifs spécifiques sont :

- Étudier les formations végétales des terres de parcours des hauts plateaux de l'Oriental (HPO).
- Évaluer l'impact des actions d'aménagement sur la restauration des parcours (sol, faune et flore).

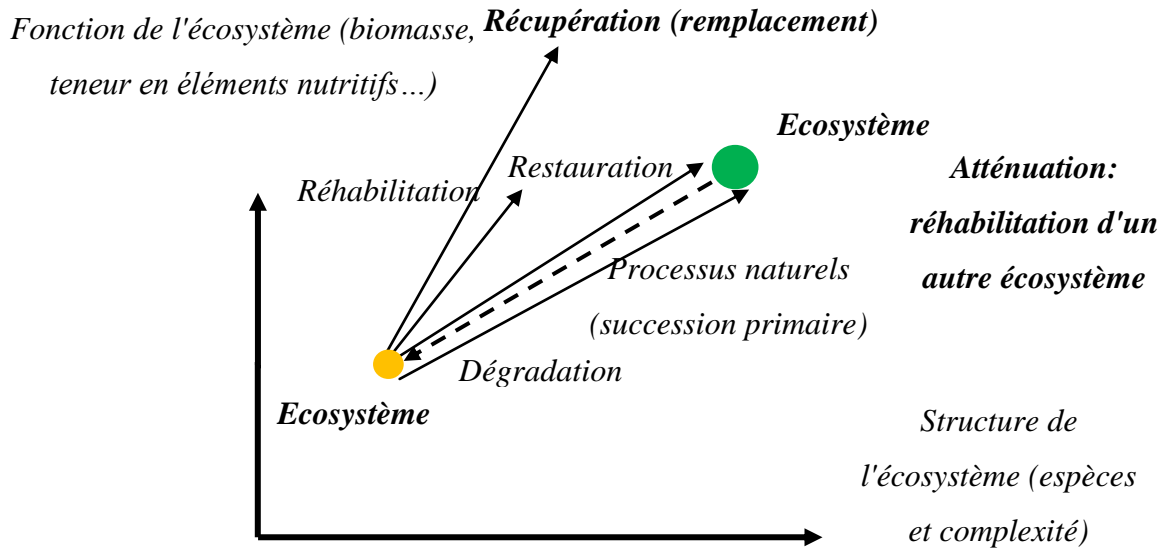
### I.2. Hypothèses de l'étude

La gestion raisonnable des terres de parcours permet un niveau de production supérieur à celui actuellement atteint (Bourbouze, 1997). Cependant, le seuil de dégradation affectant la structure et la fonction des écosystèmes sont largement décrits dans la littérature (Scheffer et *al.*, 2001) ; par contre, le seuil d'apparition de changements abrupts dans la structure et la fonction de l'écosystème en réponse à un effort de restauration ou de réhabilitation ont reçu moins d'attention (Lindig-Cisneros et *al.*, 2003) ; et tous les modèles d'aménagement reposent sur trois démarches : restauration, réaffectation et réhabilitation, regroupés sous le terme général de récupération (Bradshaw, 1987) et ont permis de comprendre les processus dynamiques de la gestion et de la reconstitution des parcours (Pontanier, 1995).

La restauration s'applique aux milieux les moins perturbés quand à la réaffectation consiste à remplacer un espace ou un écosystème pastoral par un autre écosystème de même usage mais de composition floristique différente et la réhabilitation consiste à mettre en place un écosystème simplifié, inspiré d'un écosystème de référence ; ces deux derniers modèles nécessitent une forte intervention humaine.

La figure 14 fournit un modèle conceptuel de notre étude pour évaluer l'impact des actions d'aménagement sur la restauration de quelques composantes édaphiques, floristiques et faunistiques de l'écosystème pastoral dans cinq sites écologiques différents.





**Figure 14** : Représentation graphique du modèle structure-fonction (Bradshaw, 1984 ; Martin et Anthony, 2002).

## II. Etude de la végétation

### II.1. Inventaire floristique

L'objectif de cet inventaire floristique est de compléter les informations sur les espèces présentes dans les parcours arides du Maroc et de permettre d'apprécier la diversité de nos cinq sites d'étude et leur potentialité. La richesse spécifique est déterminée par l'effectif des espèces végétales présentes dans chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL) et la diversité floristique est représenté par la liste de tous les végétaux de rang taxonomique divers peuplant nos sites (Long, 1974).

Cet inventaire est réalisé lors de nos deux campagnes de terrain en 2014 et 2015 durant les mois de mars et avril quand la végétation est en plein développement dans les parcours des hauts plateaux de l'oriental.

Afin de lister toutes les espèces végétales, l'échantillonnage par « aire minimale » de Braun-Blanquet (1926) est utilisé dans les cinq sites. Le principe de la méthode consiste à lister les espèces présentes sur des surfaces de taille croissante allant de 0,25 m<sup>2</sup> à 256 m<sup>2</sup> (Gounot, 1969). Ainsi, on admet qu'à partir d'une surface de 256 m<sup>2</sup> il n'y aurait plus d'apparition de nouvelles espèces. C'est le même aire minimale homogène qui nous a servi par la suite à l'étude de la diversité floristique et de la détermination des types biologiques des plantes rencontrées.

Les espèces ont été identifiées, après leur récolte et mise en herbier avec leur nom vernaculaire, au laboratoire du centre régional de la recherche agronomique d'Oujda. Les ouvrages suivants ont été utilisés pour l'identification botanique des taxons récoltés : Catalogue des Plantes du Maroc (Jahandiez & Maire, 1931, 1932 et 1934 ; Emberger & Maire, 1941); Flore de l'Afrique du Nord (Maire, 1952-1987) ; Flore du Sahara (Ozenda, 1958) ; Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales (Quézel et Santa, 1962-1963) ; Flore Pratique du Maroc : Fennane et *al.* (1999, 2007 et 2014).

## **II.2. Ecologie et période de floraison de la végétation**

La connaissance des préférences écologiques des espèces végétales permet de choisir les taxons appropriés dans les techniques de réhabilitation des parcours dégradés au Maroc. Dans cette partie on signale les exigences écologiques de chaque espèce et ses divers habitats possibles. Après l'identification des espèces végétales, une analyse bibliographique a été effectuée pour la description de l'écologie de chaque espèce. Il s'agit simplement des grands traits écologiques du taxon. C'est le cas de certains facteurs édaphiques telle que la texture du sol : sableux, argilo-limoneux, .... ; la période de floraison : printemps, janvier, ... ; en générale sont utilisées les diverses indications écologiques collectées sur le terrain est rapportées dans la Flore des Subérais Marocaines (Sauvage, 1961), le Catalogue des Plantes du Maroc (Jahandiez & Maire, 1931, 1932, 1934 ; Emberger & Maire, 1941) ; Flore Pratique du Maroc (Fennane et *al.*, 1999, 2007 et 2014).

## **II.3. Etages bioclimatiques des plantes récoltées**

Les étages bioclimatiques d'Emberger ont été utilisés de façon traditionnelle en Afrique du Nord et en Méditerranée. L'étage bioclimatique est un facteur important dans la répartition de plantes. Après l'identification des taxons rencontrés, une analyse bibliographique a été effectuée pour la détermination de l'étage bioclimatique de chaque taxon. Les différentes ambiances bioclimatiques retenues sont celles définies initialement par Emberger (1939), il s'agit du Saharien (**S**), Aride (**A**), Semi-aride (**SA**), Subhumide (**SH**), Humide (**H**), Hautes Montagnes (**HM**).

## **II.4. Aire de répartition des taxons rencontrés**

Pour chaque taxon son aire de répartition biogéographique a été indiquée pour les divisions géographiques adoptées par Jahandiez & Maire (1931) ; Berkat & Hammoumi (1990) ou par d'autres travaux en littérature cas de la Base de Données Bibliographiques Pascal & Francis, qui permet l'accès à plus de 20 millions de références (articles, brevets, cartes, conférences, livres, rapports et thèses).

Pour ce volet dix zones pastorales sont retenues : Zone Saharienne (**ZS**), Zone Présaharienne (**ZPS**), Meseta Côtière (**MC**), Zone de l'Arganier (**ZA**), Plaines et Plateaux au Nord de l'Atlas (**PNA**), Mâamora et Plateau Central (**MPC**), Montagnes du Rif (**RB**), Haut Atlas Central (**HAC**), Moyen Atlas (**MA**) et Hauts Plateaux de l'Oriental et la Vallée de la Moulouya (**POM**).

## **II.5. Types phytogéographiques et degrés de rareté des espèces végétales**

Les types phytogéographiques et les degrés de rareté des taxons rencontrés sont celles adoptés par Jahandiez & Maire (1931-1934), Nègre (1960), Quezel & Santa (1962-1963), Fennane & Ibn Tattou (1998), Fennane et *al.* (1999, 2007 et 2014) et Valdès et *al.* (2002) : Méditerranéen (**MED**) ; Ouest Méditerranéen (**WMED** ou **MEDoccident**) ; Ibéro-Mauritanique (**IBERO-MAUR**) ; Centre Méditerranéen (**CMED** ou **centreMED**) ; Est Méditerranéen (**EMED**) ; Sud Méditerranéen (**SMED** ou **MEDmérid**) ; Nord Méditerranéen (**NMED** ou **MEDseptentr**) ; Canarien-Méditerranéen (**CANAR-MED**) ; Nord Africain (**AFN**) ; Nord Africain et Péninsule Arabique (**AFN-ARAB**) ; Nord Africain et Asie (**AFN-ASIE**) ; Nord Africain, Turquie et Asie (**AFN-TUR-ASIE**) ; Eurasiatique (**EURAS**) ; Européen (**EUR**) ; Paléo tempéré (**PALEO-TEMP**) ; Paléo sub tropicale (**PALEO-SUB-TROP**) ; Circum-Boréale (**CIRCUM-BOR**) ; Euro-méditerranéen (**EUR-MED**) ; Macaronésien-Méditerranéen (**MACAR-MED**) ; Eurasiatique-Méditerranéen (**EURAS-MED**) ; Irano-Nord Africain (**IRANO-AFN**) ; Américain (**AMER**) ; Canarien Nord Africain (**CANAR-AFN**) ; Cosmopolite (**COSM**) ; Saharo-Méditerranéen (**SAH-MED**).

Afin d'avoir une idée sur la rareté des taxons échantillonnés, plusieurs travaux de littérature ont été utilisés, en particulier la Base de Données Bibliographique Pascal & Francis. Le degré de rareté utilisé dans ce travail et celui adopté par Fennane & Ibn Tattou (1998). Ainsi, le degré de rareté comprend six catégories :

**??** : Taxon éteint ou de présence douteuse.

**RR** : Taxon très rare, nombre de localités connues.

**RR?** : Taxon soupçonné très rare.

**R** : Taxon rare, en général signalé dans 1 ou 2 divisions du Catalogue des Plantes du Maroc de Jahandiez & Maire (1931-1934) et Emberger & Maire (1941).

**R?** : Taxon soupçonné rare.

**V** : Taxon vulnérable (ou semble l'être) en voie de régression et pourrait devenir rare à court terme.

## **II.6. Types biologiques**

Les types biologiques (**TB**) permettent d'identifier les formes morphologiques sous lesquelles un végétal passe la mauvaise saison, chez nous l'hiver. En général, les types biologiques

renseignent sur les caractéristiques morphologiques grâce auxquelles les végétaux se sont adaptés aux milieux dans lesquels ils vivent (Dajoz, 1996).

L'idée de classer les végétaux selon leur organisation dans leur milieu a été évoquée par le naturaliste Von Humboldt. Le botaniste Warming a proposé les termes « forme de vie botanique » mais sa classification reste confuse. En 1904 l'écologue danois Raunkiær a préconisé une classification basée sur le critère « positionnement des organes de survie et des bourgeons de régénération », cette classification, utilisée de nos jours, serait adoptée par les botanistes dès 1934.

Les plantes seront classées en cinq catégories selon leur type biologique : Phanérophytes (**Ph**), Chaméphytes (**Ch**), Hémicryptophytes (**H**), Géophytes (**G**) et Thérophytes (**T**) et nous avons adopté les types biologiques reportés en littérature suivante : Flore des Subérasies Marocaines (Sauvage, 1961) et Flore Pratique du Maroc (Fennane et al. (1999, 2007 et 2014). La Base de Données Bibliographique ou celle des sites suivantes : [www.flowersinisrael.com](http://www.flowersinisrael.com) ; [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org) ; [www.teline.fr](http://www.teline.fr) ; [inpn.mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr) ; [www.naturevivante.org](http://www.naturevivante.org) et [www.conservation-nature.fr](http://www.conservation-nature.fr) ont été adoptés pour les types biologiques des taxons manquants.

## **II.7. Indice de diversité de Shannon-Wiener et l'indice de régularité de Piélou (J)**

L'indice de Shannon-Wiener (**H'**) permet d'exprimer la diversité en tenant compte du nombre des espèces et de leur abondance : nombre d'individus au sein de chacune de ces espèces (Daget & Poissonet, 1971 ; Gray et al., 1992 ; Grall & Coïc, 2006 : Institut Universitaire Européen de la Mer-Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin sur :

[http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/Grall\\_Synthese\\_indicateurs\\_benthos.pdf](http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/Grall_Synthese_indicateurs_benthos.pdf)).

Dans une aire minimale de 256 m<sup>2</sup>, cet indice a été calculé pour renseigner sur les structures du peuplement et la répartition des individus, il est d'autant plus élevé qu'un grand nombre d'espèces participe à l'occupation du sol. Il s'exprime en bits par individu, et varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log S (lorsque toutes les espèces ont une même abondance). Cet indice est calculé selon la formule suivante :

$$H' = -\sum (ni/N) \times \text{Log}_2 (ni/N)$$

**H'** : Indice de diversité du site est compris entre 0,5 et 4,5.

$\sum$  : Somme des effectifs des S espèces constituant chaque site.

**ni** : Nombre d'individus de l'espèce i.

**N** : Somme des effectifs des S espèces constituant chaque site.

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'uniformité de Pielou (1966). Cet indice constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (Ramade, 1997). Selon Dajoz (1975), c'est la distribution du nombre d'individus par espèce. Elle s'exprime comme suit :

$$J = H'/H \text{ max} ; H \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

**S** : Nombre total d'espèces dans chaque site.

L'indice de Pielou permet de comparer entre les structures des peuplements dans les trois sites aménagés (S1, S2, S3), le site S4 et le site en pâturage libre (PL). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une même espèce ; et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

## **II.8. Recouvrement et phytomasse**

La méthode utilisée pour mesurer le taux de recouvrement et la phytomasse est celle adaptée en phytécologie, elle est basée sur l'utilisation des transects et des quadrats (Braun-Blanquet *et al.* (1951) ; Brown, 1954). Le nombre de transects utilisés est de 3 ; 9 ; 8 ; 9 et 5 respectivement dans les sites S1, S2, S3, S4 et PL. Le long de chaque transect de 100 m, des quadrats de 4 m<sup>2</sup> espacés de 8 m ont été utilisés pour mesurer les paramètres de la végétation. Chaque quadrat est divisé en 64 carrés élémentaires de 25x25 cm. Ainsi, les différents transects ont été placés dans le sens du gradient de variation du terrain en ce qui concerne sa pente et la densité de végétation (Le Houerou, 1969).

### **II.8.1. Recouvrement de la végétation**

Le recouvrement général aérien (RGA) et le recouvrement spécifique aérien (RSA) correspondent au pourcentage du sol couvert par les plantes. Le RSA des différentes espèces est estimé par le nombre des carrés élémentaires couverts par l'espèce végétale divisé par le nombre total des carrés élémentaires (64) exprimé en pourcentage. Par contre, l'estimation des recouvrements de *Stipa tenacissima* et d'*Atriplex nummularia* a été basée sur les rayons perpendiculaires r1 et r2 de l'espace occupé par ces deux espèces (Gaddes, 1978). Ainsi, la surface S couverte par chaque plante en m<sup>2</sup> est :  $S = [(r1 + r2)/2]^2 \times 3,14$

Le RSA et le RGA ont été évalués par :

$$RSA (\%) = (\sum S)/4 \times 100$$

$$RGA (\%) = \sum RSA(\%)$$

**RSA** : recouvrement spécifique aérien

**RGA** : recouvrement général aérien

## II.8.2. Estimation de la phytomasse

L'estimation de la phytomasse de nos plantes telles que : *Artemisia herba-alba*, *Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala* et *Atriplex nummularia*, s'est basée sur la méthode de l'unité de référence (UR) (Kirmse & Norton, 1985) qui consiste à choisir une plante entière moyenne représentative d'une espèce donnée dans un quadrat. Dans chaque quadrat on compte le nombre de fois où cette unité de référence est présente pour chaque espèce donnée (NUR). Les plantes de références des différentes espèces sont séchées puis pesées (PUR poids des unités de référence en gramme de matière sèche MS). La phytomasse moyenne (PM) en gramme est calculée en multipliant le nombre de fois où l'unité de référence est présente par son poids sec en MS. La phytomasse obtenue est relative à un quadrat de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m).

$$\text{PM (gr MS par 4 m}^2\text{)} = \text{NUR} \times \text{PUR (gr MS par 4 m}^2\text{)}$$

**PM** : poids de matière sèche

**MS** : matière sèche

**NUR** : nombre d'unité de référence

**PUR** : poids de l'unité de référence

L'estimation de la phytomasse des plantes annuelles à l'intérieure d'un quadrat est basée sur la méthode de Floret et Pontanier (1982) où chaque plante annuelle est coupée au ras du sol, séchée puis pesée.

Le séchage d'une plante est réalisé au laboratoire dans une étuve jusqu'à ce que le poids de celle-ci reste constant à une température de 65°C. Le poids de matière sèche obtenu, exprimé en gramme par 4 m<sup>2</sup> est converti en tonne de matière sèche par hectare (t/ha).

## II.9. Densité spécifique

La densité spécifique (Ds) est le nombre d'individus par espèce (i) dans des quadrats de 4 m<sup>2</sup>. Il est utilisé pour mesurer la phytomasse (PM) et le recouvrement général aérien (RGA) dans chacun des sites étudiés. Nous l'avons approchée par dénombrement. La Dsi est exprimé par le rapport de l'effectif total de l'espèce i (Ni) dans chaque quadrat par (S) (S = 4 m<sup>2</sup>). Le rapport obtenu en Ni par 4 m<sup>2</sup> est converti en Ni par 40 m<sup>2</sup> puis en Ni par hectare (Ni/ha).

$$\text{Dsi} = \text{Ni} / \text{S en Ni.ha}^{-1}$$

**Ni** : effectif total de l'espèce i

**S** : surface d'un quadrat ici S = 40 m<sup>2</sup>

## II.10. Fréquence et contribution spécifiques

La fréquence et la contribution spécifiques des plantes annuelles ou vivaces sont des indicateurs de l'état de l'écosystème pastoral. Elles renseignent sur la tendance à l'installation ou à la raréfaction des individus de certains taxons, et permettent ainsi d'évaluer les tendances évolutives : résilience ou dégradation, d'une formation végétale.

La fréquence spécifique de l'espèce *i* (FSi) a été déterminée par la présence de cette espèce à l'intérieur d'un quadrat de 4 m<sup>2</sup> par rapport au nombre total (N) des quadrats installés dans nos sites. Le rapport obtenu est exprimé en pourcents (%). Les fréquences et les contributions spécifiques sont alors calculées selon les formules ci-après (Diamouangana, 2002) :

$$FSi = ni/N \times 100$$

La contribution spécifique de l'espèce *i* (CSi) est donnée par l'expression :

$$CSi = FSi / \sum FSi \times 100$$

**FSi** : fréquence spécifique de l'espèce *i*

**CSi** : contribution spécifique de l'espèce *i*

**N** : nombre total de quadrats

**ni** : nombre de fois présente l'espèce *i* dans un quadrat

Les espèces ayant une contribution spécifique supérieure à 5% seront nommées « espèces principales » (Apani, 1990),

La fréquence et la contribution spécifiques peuvent être combinées à d'autres descripteurs de la végétation tels que la phytomasse ou le recouvrement pour une meilleure caractérisation de la végétation d'un parcours donnée.

## II.11. Estimation de la valeur énergétique

La valeur énergétique de la phytomasse totale dans chaque site est exprimée en unités fourragères (UF). L'UF est l'équivalent énergétique d'un kilogramme d'orge. Cette énergie est évaluée à 1880 kcal pour les ruminants (Soltner, 1976).

Aidoud (1989) a estimé les valeurs énergétiques des espèces suivantes :

Espèces	Valeur énergétique de la matière sèche (MS) en unité fourragère (UF)
<i>Atriplex nummularia</i>	0,45
<i>Stipa tenacissima</i>	0,25
<i>Artemisia herba-alba</i>	0,45
<i>Peganum harmala</i>	0,45
<i>Atractylis serratuloides</i>	0,31
<i>Noaea mucronata</i>	0,80

Pour estimer la valeur énergétique du reste de nos espèces fourragères, la littérature suivante (Annexe 3) est utilisée : Bouattoura, 1973 ; Le Houérou, 1975 ; Nedjraoui 1981 ; Gûnter et Bounejmate, 1997; Boussaid *et al.*, 2004 ; Bouallala *et al.*, 2013).

### **III. Etude édaphique**

Devant la rareté des données en littérature concernant ce domaine, nous nous sommes proposé d'avancer des hypothèses selon lesquelles les caractéristiques d'un type de sol donné seraient soumises au gradient d'intensité du pâturage ainsi qu'aux techniques d'aménagement pastoral. Dans cette étude nous avons cherché à de déterminer l'impact de ces techniques d'aménagement sur les paramètres physico-chimiques du sol des terres de parcours. Ainsi, dans la zone d'étude, 34 échantillons de sol ont été choisis. Selon la superficie du site, le nombre des échantillons varie : 3 dans S1, 9 dans 2, 8 dans S3, 9 dans S4 et 5 dans le site PL. Chaque échantillon correspond à 5 prélèvements réalisés entre 0-20 cm de profondeur. Les 5 prélèvements ont été mélangés pour obtenir un échantillon représentatif moyen (Baize, 1995). Les échantillons représentatifs moyens obtenus ont été séchés à l'air libre dans des bacs pendant une semaine. Ensuite, ils ont été tamisés afin de séparer la terre fine (< 2mm). Les paramètres analysés sont :

- pH, déterminé à l'aide d'un pH-mètre (Skoog *et al.*, 2004) ;
- matière organique (MO), évaluée selon la méthode Walkley et Black (1934) ;
- conductivité électrique (CE) a été mesurée à l'aide d'un conductimètre (USSL, 1954) ;
- phosphore assimilable (P), déterminé par la méthode d'Olsen (Olsen *et al.*, 1954) ;
- potassium échangeable (K) et sodium échangeable (Na) déterminés au moyen d'un photomètre à flamme (Blanchet, 1959) ;
- calcaire total (CaT) a été mesuré par la méthode de Bernard décrite par Chamley (1966).

#### **III.1. Potentiel hydrogène ou pH**

La valeur du pH indique le niveau général du sol en éléments chimiques assimilables, il est et influencé par l'activité biologique et par la stabilité structurale du sol. Sa variation dépend du niveau hydrique du sol, sa température et de la présence ou non de la végétation : il augmente en hiver et diminue au printemps et en automne. Le pH eau est mesuré en prélevant un échantillon de sol à 20 cm de profondeur : sur une toile de plastique on mélange différents prélèvements pour obtenir un échantillon homogène, puis le sol est tamisé à 2 mm est mélangé à de l'eau déminéralisée dans des proportions sol/eau de 1 pour 2,5. Enfin la valeur du pH est déterminé par potentiométrie à l'aide d'un pH-mètre (Skoog *et al.*, 2004).



### **III.2. Matière organique**

Elle résulte de la décomposition progressive des être vivants qui vivent dans le sol. Connaître la quantité de matière organique (MO) d'un sol est nécessaire pour le suivi de l'état des parcours ; la MO joue un rôle déterminant dans la capacité du sol à fournir les nutriments essentiels à la survie des plantes. La teneur en MO est évaluée selon la méthode Walkley et Black (1934) suite à l'oxydation à froid de la fraction organique du carbone par le bichromate du potassium en milieu acide puis un titrage en retour par le sel de Mohr. La MO est exprimé en % de carbone dans le sol.

### **III.3. Conductivité électrique**

La conductivité électrique (CE) renseigne sur la salinité du sol, sa variation dépend des actions d'amélioration pastorale. La CE est estimée par la méthode de la pâte saturée au 1/5, à l'aide d'un conductimètre (USSL, 1954) est exprimée en mS/cm (millisiemens par centimètre).

### **III.4. Phosphore assimilable**

C'est un élément majeur et indispensable au développement des plantes. Sa variation dépend des propriétés physico-chimiques du sol (El Alaoui, 2007). Le phosphore (P) est déterminé par la méthode d'Olsen (Olsen et *al.*, 1954). Son extraction est faite par hydrogénocarbonate de sodium à pH = 8,5. Cette méthode est basée sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide ortho-phosphorique et de l'acide molybdique ; la teneur de phosphore est estimée par un spectrophotomètre UV à 825 nm et le résultat est exprimé en mg/kg.

### **III.5. Potassium échangeable**

Comme le phosphore, le potassium échangeable (K) est un élément majeur et indispensable au développement des végétaux. Il est essentiel pour la translocation des sucres et pour la formation de l'amidon et intervient dans la régulation osmotique et ionique, ainsi que dans le processus d'ouverture et de fermeture des stomates (El Oumlouki et *al.*, 2014). Sa variation dépend des propriétés physico-chimiques du sol (El Alaoui, 2007) ; son extraction s'effectue par ajout d'acétate d'ammonium ; sa teneur est déterminée par photométrie à flamme (Blanchet, 1959) et exprimée en mg/kg.

### **III.6. Sodium échangeable**

Sa teneur est indicatrice de la salinité du sol. Le suivi de sa concentration est indispensable afin d'éviter la déstabilisation structurale et l'encroûtement calcaire du sol. Une forte teneur de sodium (Na) augmente le pH du sol, accélère sa dégradation et en conséquence perturbe la

régénération des végétaux. Sa proportion est estimée par photométries à flamme (Blanchet, 1959) et exprimée en mg/kg.

### **III.7. Calcaire total**

La présence du calcaire attribue au sol des caractéristiques physico-chimiques spécifiques ; son absence totale entraîne une acidification progressive du sol ; aussi le calcaire total (CaT) influe sur son l'activité biologique.

Sa présence dans le sol est appréciée par la méthode de Bernard décrite par Chamley (1966) : le sol, dans un milieu fermé, est mis en contact d'un acide fort qui dissoudra le calcaire, ce qui se traduit par le dégagement de CO<sub>2</sub> gazeux dont le volume est mesuré. Etant donné que l'acide est en excès dans le milieu, la quantité de CO<sub>2</sub> dégagé serait proportionnelle à la quantité de CaT contenu dans l'échantillon du sol analysé.

### **III.8. Perméabilité du sol**

La propriété de perméabilité d'un sol rend compte de son aptitude à laisser l'eau s'infiltrer et circuler, sous l'effet d'un gradient hydraulique (variation des charges d'eau). Elle se caractérise par un coefficient de perméabilité, appelé aussi conductivité hydraulique et noté K. Cette dernière va donc dépendre de l'état hydrique du sol (teneur en eau) et de la viscosité du fluide (notamment de sa température). Elle est donc variable dans le temps et dans l'espace (Gifford, 1979).

Dans notre cas la perméabilité est déterminée par la méthode de doubles anneaux concentriques d'un infiltromètre pour déterminer l'infiltration d'eau dans le sol et la conductivité hydraulique à saturation K. Le volume d'eau infiltré est mesuré à un intervalle régulier de 2 mn jusqu'à stabilisation. Ce volume est converti en hauteur de la lame d'eau infiltrée par unité de temps (mm/h). La perméabilité (mm/h) du sol à l'équilibre et considérée comme étant la moyenne des deux dernières 5 mn est équivaux à la conductivité hydraulique du sol à saturation (Libardi et *al.*, 1980 ; Aboulabbes, 1984).

### **III.9. Humidité résiduelle**

C'est la perte de poids d'un échantillon de sol après son séchage à 105°C par rapport à celui séché à l'air. L'humidité résiduelle (HR) permet de vérifier la qualité du séchage du sol à l'air, d'interpréter la perte liée au feu et d'exprimer les concentrations des éléments majeurs et traces par rapport à la matière sèche. La méthode appliquée pour la détermination de HR est conforme à l'ISO 11465, elle consiste au :

- 1- tamisage du sol prélevé à 2 mm ;

- 2- prélèvement de 5 g du sol tamisé dans une coupelle d'aluminium préalablement taré ( $m_0$ ) ;
- 3- séchage du sol tamisé à 105 °C pendant 24 h ;
- 4- laisser reposer le sol ¼ h après sortie de l'étuve ;
- 5- repeser le sol après séchage ( $m_1$ ).

L'humidité résiduelle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{HR (\%)} = (m_0 - m_1 / m_0) \times 100$$

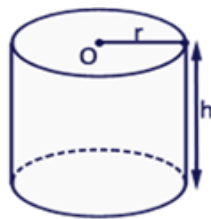
**HR** : humidité résiduelle

**$m_0$**  : poids du sol avant séchage

**$m_1$**  : poids du sol après séchage

### III.10. Phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal

La mesure du poids des parties souterraines (mortes ou vivantes) d'un végétal par unité de volume de sol est évaluée sous et hors couvert végétal par la méthode de sondages verticaux ou de carottage. La récolte de la phytomasse hypogée est réalisée à l'aide d'un cylindre de 11 cm de diamètre et 13 cm d'hauteur de que l'on enfonce deux fois de suite au même endroit soit 26 cm de profondeur. Dans chaque site, 10 prélèvements ont été effectués, le sol est tamisé à 2 mm et séchés. Le volume du cylindre est égal à  $\pi$  multiplié par son rayon au carré et sa hauteur.



$$\text{Volume du cylindre} = \pi \times r^2 \times h$$

Sachant que  $r = 5,5$  cm et  $h = 13$  cm, le volume de ce cylindre est de  $1234,8 \text{ cm}^3$ .

Le choix de cette méthode réside dans sa rapidité d'exécution et la possibilité de multiplier le prélèvement afin d'améliorer la précision des mesures.

Le manque de littérature dans ce domaine en zones arides, nous a conduits à l'usage d'une tarière et d'enregistrer ainsi directement la quantité et le volume du sol prélevé ce qui nous a permis le suivi de l'état du sol des sites choisis et l'impact des actions d'aménagement pastoral sur la stabilité de cet indice.

#### **IV. Etude faunistique**

Du point de vue géographique, climatique et écologique, le Maroc est l'un des pays le plus diversifié du continent africain. Il est le deuxième pays biologiquement diversifié du bassin méditerranéen après la Turquie.

Les plantes vivaces jouent un rôle important : elles assurent la physionomie et la protection des parcours contre toute dégradation et agression écologiques. Leur régression est une menace aussi bien pour la biodiversité animale, végétale, ... que pour la fertilité des sols.

La faune est diversifiée et contribue dans l'équilibre de ces écosystèmes : certains espèces sont des décomposeurs responsables du recyclage des nutriments ; ou procurent une source de nourriture à de nombreuses autres espèces animales ; d'autres participent à la pollinisation ; ou contribuent à la dissémination des graines ; ... (Tingle, 2002).

L'étude de la biodiversité permettrait de comprendre les liens complexes entre systèmes naturel-artificiel et d'appliquer ce savoir pour un bon développement durable des parcours (PNUE, 1994).

Le problème majeur pesant sur la biodiversité est associée à certaines espèces vulnérables, menacées ou encore en danger de disparition appartenant aux plantes et aux animaux (Hebert, 1999), qui sont souvent inconnues des populations et des décideurs et dont la compréhension est primordiale dans l'avenir de la biodiversité (PNUE, 1994).

Notre contribution dans l'inventaire de ces espèces permettrait de renseigner sur l'état actuel de la biodiversité et constituerait un outil précieux dans l'évaluation sur l'état de santé de nos sites au sein des parcours pastoraux des hauts plateaux de l'oriental.

##### **IV.1. Echantillonnage**

Pour l'échantillonnage de la faune on est inspiré de diverses méthodes décrites en littérature (Lecoq, 1978 ; Voisin, 1986). Dans chacun des 5 sites la répartition des peuplements animaux est étudiée selon la méthode des bandes. Après la limitation des sites d'études, on choisi des zones homogènes en évitant les zones de transition des faciès de la végétation. Ces zones choisies pour installer les bandes de mesures ont les mêmes topographies. Le nombre d'individus appartenant à chaque espèce répertoriée est compté séparément sur des bandes de 10 m de long sur 10 m de large (Duranton et *al.*, 1982). Les bandes sont placées d'une manière aléatoire mais représentative au sein de chaque site. Cette méthode, largement utilisée, permet d'apprécier la densité des espèces animales ainsi que la phénologie des peuplements (Duranton et *al.*, 1982).

## **IV.2. Détermination des spécimens**

La détermination des espèces rencontrées est réalisée, soit à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire, en utilisant de nombreuses clés d'identification : Chopard (1922 ; 1951) ; Dajoz (1982 ; 2000 et 2002) ; Jeannel (1941 ; 1942) ; Kocher & Raymond (1954) et Hochkirch & Husemann (2008). La nomenclature adoptée ainsi que la classification sont celles de Roth (1980) et Platinick (2012).

## **V. Analyse statistique**

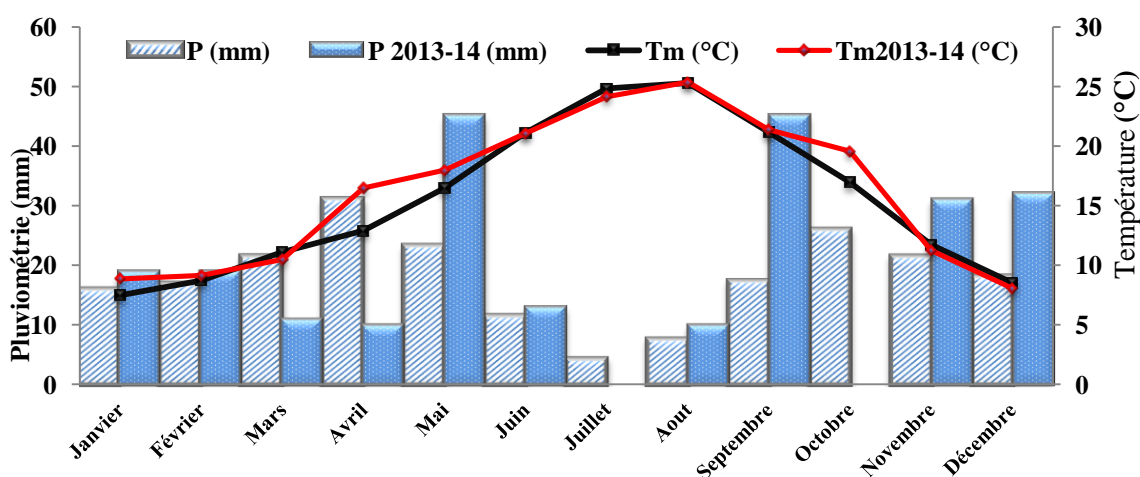
Une analyse de variance (ANOVA) en JMP version 10 est appliquée pour l'analyse statistique de l'ensemble des données collectées sur le sol et la végétation des sites étudiés. Cette analyse permet de tester l'égalité des moyennes de plusieurs variables par comparaison de leur variance par rapport celle au sein des groupes. Les paramètres relatifs à la végétation et ceux des propriétés physico-chimiques du sol sont considérés entant que variables dépendantes, tandis que les sites sont fixes. Le test de Student est utilisé pour estimer les différences entre les moyennes de chaque site. Les rapports de connexion des lettres entre les niveaux de signification dans chaque site sont insérés directement sur les tableaux et les niveaux non connectés par les mêmes lettres sont largement différents.

# **CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION**

## **I.1. Analyse climatique**

Afin de caractériser le climat global de la zone d'étude, les données climatiques enregistrées durant plusieurs années (1931-2014) au niveau de la commune rurale d'Ain beni Mathar sont analysées. Le diagramme ombrothermique (figure 15) permet de situer d'une manière générale la période de végétation active au niveau des parcours à l'aide d'une échelle où la quantité de pluie, exprimée en mm et divisée par 2, doit être supérieure à la température moyenne exprimée en °C. On remarque que les histogrammes des mois secs sont sous la courbe des températures durant la période allant du mois de mai à novembre ; par contre, les mois humides vont de décembre à avril, puisque les histogrammes dépassent la courbe des températures. La moyenne pluviométrique enregistrée au cours des 83 dernières années est de 215 mm/an avec des hauteurs maximales au cours des mois d'octobre (26 mm) et d'avril (31 mm). La température moyenne est de 15,5°C, avec le mois d'août le plus chaud de l'année (25,3°C) et le mois de janvier le plus froid (7,5°C).

La pluviométrie enregistrée au cours de l'année 2013-14 était supérieure à la moyenne avec 235 mm. Cependant, la répartition de cette pluie était irrégulière. En effet, les mois les plus humides sont septembre (45 mm), novembre (31 mm), décembre (32 mm), janvier (19 mm) et mai (45 mm). Tandis que les mois d'octobre (0 mm), mars (11 mm) et avril (10 mm) étaient secs. Il est à noter que cette année a enregistré des températures élevées par rapport à la moyenne principalement durant les mois d'octobre et avril. La température moyenne était de 16,1°C avec un maximum de 25,37°C durant le mois d'août et un minimum durant le mois de décembre avec 8,08°C.



**Figure 15 :** Diagramme ombrothermique années de la station d'Ain Béni Mathar (1931-2014)

## I.2. Etude floristique

### I.2.1. Diversité floristique

La flore vasculaire des sites étudiés (S1, S2, S3, S4 et PL) est caractérisée par une diversité floristique et une richesse systématique appréciables. La richesse floristique d'un écosystème est un indicateur de son état de santé. En zones arides, cette richesse dépend essentiellement des espèces annuelles rencontrées, et des conditions du milieu : climat, édaphisme et exploitation.

Nous avons dénombré sur nos cinq sites 98 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires (Annexe 4), et une espèce *Tirmania nivea*, relève du règne des champignons-Ascomycètes et appartenant à la famille des *Pezizaceae*.

Nos plantes vasculaires se répartissent en 31 familles et 24 genres (tableau 4).

**Tableau 4:** Diversité floristique dans les cinq sites étudiés

Sites	S1	S2	S3	S4	PL
Nombre d'espèces et sous-espèces	41	75	50	40	26
Nombre de familles	15	23	19	19	14

La comparaison en termes de richesse floristique indique qu'il existe une différence significative entre les cinq sites étudiés, S2 apparaît le plus diversifié aussi bien en nombre d'espèces que de familles. Les 31 familles d'angiospermes sont dominées par les eudicotylédones avec 84 espèces soit 83% de la richesse spécifique contre 14 espèces de monocotylédones ce qui correspond à 13,86% de cette richesse.

Parmi les familles d'angiospermes, 9 : *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Cistaceae*, *Lamiaceae*, *Borraginaceae*, *Fabaceae s.s.*, *Caryophyllaceae* et *Ranunculaceae*, dominent nettement la flore des sites (tableau 5).

**Tableau 5:** Les familles dominantes dans les cinq sites étudiés

Familles	<i>Astera.</i>	<i>Poa.</i>	<i>Brassi.</i>	<i>Cista.</i>	<i>Lamia.</i>	<i>Borragina.</i>	<i>Faba.</i>	<i>Caryophylla.</i>	<i>Runun.</i>
Nb. d'esp.	30	9	7	5	5	4	4	3	3

Ces familles totalisent 70 espèces soit 71,41% de la richesse spécifique. L'abondance de ces familles dans nos sites s'explique par leur contribution globale au sein de la flore marocaine comme le montre leur aire de répartition et leur aptitude à s'adapter à des biotopes instables et diversifiés (Taleb et *al.*, 1994 et 1998).

D'autres familles à importance écologique et richesse floristique élevées sont faiblement représentées c'est le cas des *Caprifoliaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rhamnaceae*, *Iridaceae*, *Resedaceae*, *Primulaceae* et les *Polygonaceae*, ... (tableau 6). Ces familles au nombre de 28, contribuent à 28,57% de l'effectif spécifique global.

**Tableau 6:** Nombre d'espèces pour chaque famille dans les cinq sites S1, S2, S3, S4 et PL

<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèces total</b>
<i>Aizoaceae</i>	1
<i>Amaranthaceae</i>	1
<i>Anacardiaceae</i>	1
<i>Apiaceae</i>	2
<i>Asparagaceae</i>	2
<i>Asteraceae</i>	30
<i>Boraginaceae</i>	4
<i>Brassicaceae</i>	7
<i>Caprifoliaceae</i>	1
<i>Caryophyllaceae</i>	3
<i>Cistaceae</i>	5
<i>Convolvulaceae</i>	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1
<i>Fabaceae</i>	4
<i>Geraniaceae</i>	1
<i>Iridaceae</i>	2
<i>Lamiaceae</i>	5
<i>Liliaceae</i>	1
<i>Malvaceae</i>	1
<i>Orobanchaceae</i>	2
<i>Papaveraceae</i>	2
<i>Plantaginaceae</i>	1
<i>Poaceae</i>	9
<i>Polygonaceae</i>	1
<i>Primulaceae</i>	1
<i>Ranunculaceae</i>	3
<i>Resedaceae</i>	1
<i>Rhamnaceae</i>	1
<i>Thymelaeaceae</i>	1
<i>Xanthorrhoeaceae</i>	1
<i>Zygophyllaceae</i>	2

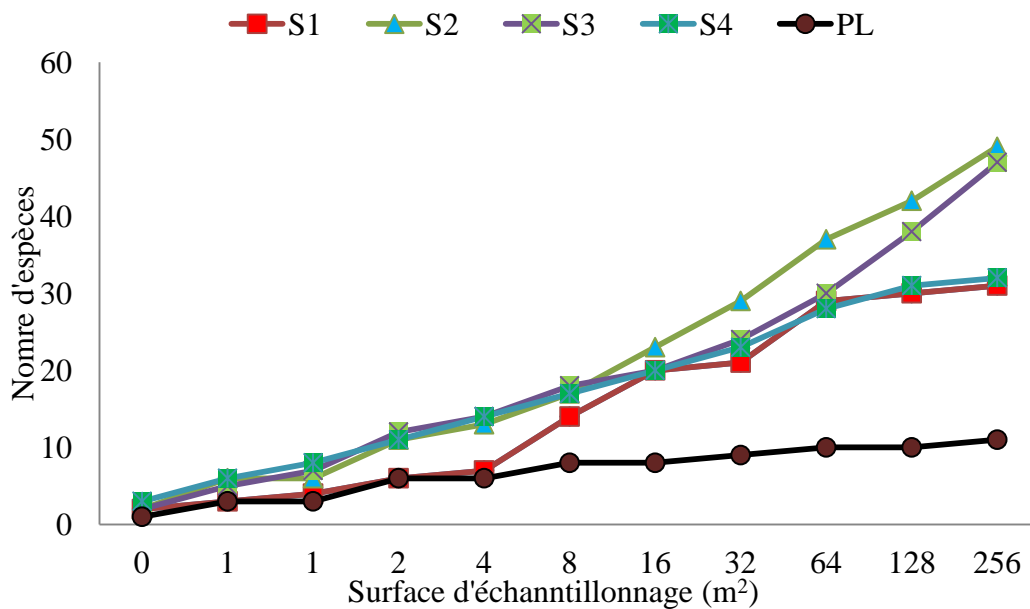
La figure 16 est une représentation de la relation de la richesse spécifique des cinq sites étudiés en fonction de la surface d'échantillonnage. Cette corrélation ou « courbe aire-espèces » à l'allure d'une courbe croissante et monotone qui tend vers une asymptote « infiniment petit », représentant le nombre maximal d'espèces rencontré dans chaque site. En



effet, cette relation aire-espèces dans nos sites, selon l'équation d'Arrhenius<sup>1</sup> (1921), montre des pentes de droites de valeur : 0,11 ; 0,17 ; 0,15 ; 0,09 et 0,02 respectivement pour les sites S1, S2, S3, S4 et PL. Et, à surface égale, il y a toujours plus d'espèces dans S1, S2, S3 et S4 que dans PL site pâturé librement.

L'augmentation de la richesse floristique de S1 à S4 est liée aux germinations des graines après les premières pluies, et à leurs capacités de développement rapide, floraison précoce et fructification (Le Floc'h, 2000). Elle pourrait s'expliquer aussi par l'amélioration du sol : accumulation de la litière (Descheemaeker et al., 2006) et amélioration de sa matière organique en nutriments diversifiés (Mekuria et al., 2007). Néanmoins, certaines espèces à grande valeur pastorale: *Teucrium polium*, *Thymus algeriensis*, *Helianthemum virgatum* et *Helianthemum hirtum*, restent faiblement représentées dans nos sites et sembleraient, malheureusement, être en voie de raréfaction voir de disparition dans la région.

S1, mis en repos après dégradation, présente un faible nombre d'espèces annuelles par rapport à S2 et S3. Ceci pourrait être expliqué par la compétition qu'exerce *Artemisia herba-alba* sur les autres espèces et à l'effet inhibiteur « allélopathique » d'*Artemisia herba-alba* (Modallal et Al-Charchafchi, 2006).



**Figure 16:** Evolution du nombre d'espèces dans les cinq sites (S1, S2, S3 et PL) en fonction de la surface d'échantillonnage en m<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Equation d'Arrhenius (1921) :  $S = C \cdot A^z$  ; S : richesse spécifique, A : surface, C : constante propre pour chaque site et z : la pente de la droite.

Avec ses 75 espèces S2 apparaît le plus diversifié. Certaines espèces à intérêt pastoral élevé : *Argyrolobium uniflorum*, *Helianthemum sp.* et *Stipa parviflora* réapparaissent dans ce site. Ce résultat nous a été confirmé par les populations locales qui affirmaient que ces espèces ont disparu des terres librement pâturées suite au surpâturage et aux sécheresses répétitives que connaient la région.

Concernant S2, formation steppique fortement dégradée, elle a été mise en repos depuis 1991. Puis, plus tard en 2010 et grâce à ses propriétés réparatrices des milieux naturels l'*Atriplex nummularia* a servi de reboisement dans ce parcours. En effet, cet arbuste constitue, pour la flore et la faune, un abri idéal contre les facteurs d'agression écologique. La plante possède un système racinaire très développé lui permettant d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon efficace et de former un réseau racinaire dense susceptible d'agréger le sol et de le rendre résistant à l'érosion (Osmond et al., 1980). Elle contribue, en outre, à la régénération de la végétation interstitielle et peut améliorer significativement la couverture du sol.

Les plantations à base de cet arbuste permettent aussi d'assurer l'équilibre de la ration alimentaire. En effet, la plante est connue pour sa richesse protéique comme en sels minéraux, et par sa forte adaptation aux conditions édapho-climatiques difficiles (Arif & Chriyaâ, 1996). A côté de l'*Atriplex nummularia* deux espèces sont également dominantes : *Stipa tenacissima* par sa facilité de régénération, ses nombreux rejets et ses nombreuses ramifications axillaires ; *Artemisia herba-alba* grâce à la capacité de régénération de ses graines.

Les 50 espèces que compte S3 place ce site, en terme richesse floristique, en second rang juste après S2. La technique adoptée de conservation de l'eau et des sols (CES) était bénéfique dans l'amélioration de ce site comme l'indique la richesse et répartition des espèces végétales. La mise en place des lignes de contour « ados » de la CES auraient créé et faciliter, durant la période de pluie, le transport hydrique des graines de nombreuses espèces et ainsi leur dissémination. Les plantes dont les graines ont profitées de ces ados sont : *Vicia sativa*, *Hordeum murinum*, *Chrysanthemum coronarium* et *Elizaldia calycina*. Ces résultats sont confirmés par Shrestha & Ligonja (2015) qui ont montré que les techniques de conservation des sols en Tanzanie ont augmenté le cortège floristique et la fertilité du sol, et ont contribué à la diminution de l'érosion des sols et à l'augmentation de fourrage de 50%.

S4 avec ses 40 espèces récoltées apparaît moins diversifié que S1. Cependant, ces taxons se répartissent en plus de familles : 19 familles au lieu de 15 en S1. Aussi, certaines espèces ne

se rencontrent que dans ce site et lui seront propres, c'est le cas de *Tulipa sylvestris*, *Androsace maxima*, *Iris sp.* et *Pistacia atlantica*.

Concernant le site en parcours libre PL, nous remarquons que la majorité des espèces rencontrées se caractérisent par une fréquence élevée dans nos surfaces d'échantillonnage, cas d'*Aizoanthemum hispanicum*, *Adonis dentata* et *Eruca vesicaria* ; aussi *Fagonia cretica* (*Zygophyllaceae*) et *Thymelaea microphylla* (*Thymelaeaceae*) sont deux espèces rencontrées uniquement dans ce site.

PL est remarquable par la présence de nombreuses espèces sans grand intérêt pastoral et indicatrices des milieux naturels dégradés, notamment, *Atractylis serratuloides*, *Noaea mucronata* et *Peganum harmala*, cette dernière espèce à faible valeur fourragère est dominante et une caractéristique des milieux dégradés. En effet, Nedjraoui (2009) considère que l'apparition du *Peganum harmala* montre l'ampleur destructrice de l'action anthropozoiq̄ue poussant cette espèce à avoir une écologie spéciale : elle domine en particulier au niveau des stationnements d'animaux (Aimé, 1988). *Fagonia cretica*, espèce non pâturée par les animaux, se rencontre uniquement dans ce site dans les zones sèches et très ensoleillées (Le Houérou, 1973). Les actions conjuguées de la pression anthropique négatives et croissante, et celles des conditions climatiques sévères de plus en plus marquées par des sécheresses répétitives, toutes engendrent des dysfonctionnements du milieu naturel (Wiese *et al.*, 2008). Il ressort de l'analyse de ce site en parcours libre que le pâturage excessif sans aucune gestion durable est la cause essentielle de la dégradation de la composition floristique du milieu naturel.

### **I.2.2. Analyse biogéographique**

La phytogéographie sert à comprendre la corrélation existant entre l'aire de répartition des espèces végétales et les facteurs et processus environnementaux présents et passés. Molinier (1934) a confirmé que cette répartition n'est pas due au hasard mais résulte des besoins naturels des êtres vivants. Selon Olivier *et al.* (1995), la phytogéographie constitue un véritable modèle permettant une meilleure interprétation des phénomènes de régression que manifestent certains organismes. Pour Quézel (1991), l'étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

La représentation spatiale des différents types phytogéographiques des espèces végétales inventoriées (figure 17) montre une prépondérance des taxons de type biogéographique méditerranéen soit 35% de l'ensemble des sites étudiés. Vient après les taxons originaires d'Afrique du nord avec 14%. Les espèces originelles euro-méditerranéennes dominent les

régions arides et avec une représentation de 8% elles jouent un rôle appréciable dans les parcours méditerranéens. Les taxons de provenance eurasiatique-nord africaine et celles nord africaine et d'Asie contribuent respectivement avec 7% et 4%. Les taxons eurasiatiques, paléo tempérés et méditerranéens-asiatiques partagent le même pourcentage de contribution qui est de 3%. Les restes représentent une faible participation, mais contribuent à la diversité et à la richesse du potentiel phytogéographique de la région des hauts plateaux.

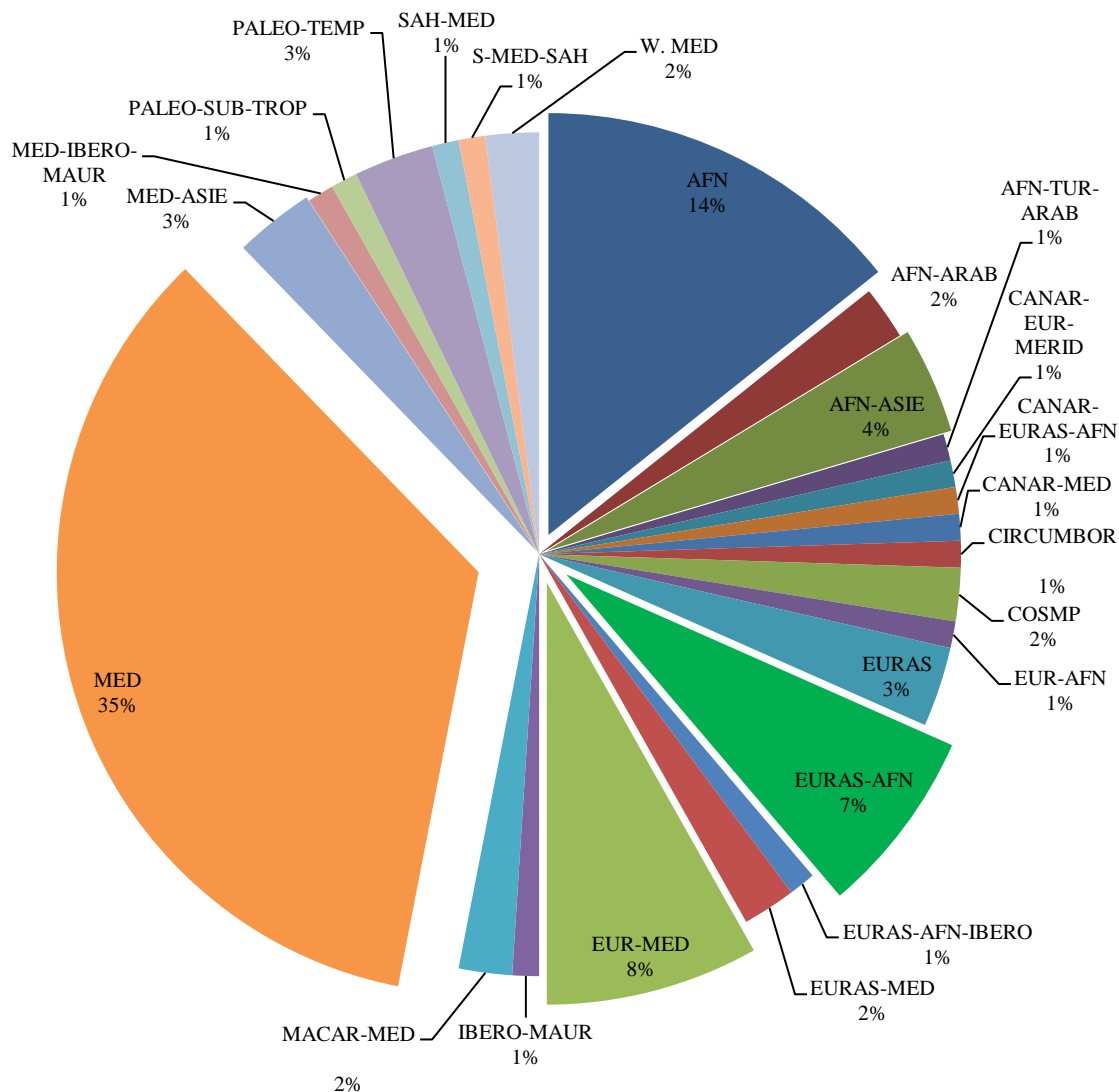
Nos sites choisis dans cette étude ne présentent aucune espèce parmi les plantes endémiques de notre flore marocaine. Cette absence de taxons originaires du Maroc serait liée principalement aux conditions écologiques spéciales qui règnent dans ces écosystèmes pastoraux. Quézel (1999) a mis l'accent sur le rôle de la haute montagne comme moteur dans les processus évolutifs de spéciation progressive locale à l'origine d'apparition de nouveaux taxons et donc de nouvelles espèces endémiques d'un territoire particulier.

Afin de caractériser nos taxons rencontrés dans les sites étudiés du point de vue degré rareté dans la flore marocaine nous nous sommes servi de la littérature concernant les plantes vasculaires du Maroc : Sauvage (1961), Fennane & Ibn Tattou (1998) et Valdès *et al.* (2002). Ainsi les 98 de taxons inventoriés et relevant de la flore vasculaire marocaine se répartissent selon le tableau 7.

**Tableau 7:** Degré de rareté des espèces végétales inventoriées

Degré de rareté des taxons	Taxons très rares (RR)	Taxons rares (R)	Taxons soupçonnés rares (R ?)	Taxons éteints ou de présence douteuse (??)	Taxons vulnérables (ou semble l'être), en voie de régression et pourrait devenir rare à court terme (V)	Taxons soupçonnés très rares (RR ?)
Nombre de taxons	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Notons que les 14 taxons signalés entant que très rares constituent 14,28 % de la flore marocaine vasculaire totale.



**Figure 17:** Répartition des types phytogéographiques des espèces végétales inventoriées

### I.2.3. Ebauche d'une base de données sur la végétation des sites étudiés

Les bases de données sur la végétation d'une région sont d'importance primordiale sur la connaissance de la biodiversité de ladite région pour le rôle capital que jouent les plantes dans le fonctionnement des écosystèmes, leur sensibilité aux changements climatiques et leur implication directe en tant qu'indicateur de la diversité taxonomique (Lughadha *et al.*, 2005). Cette base de données constituera un outil de référence pour le suivi de la biodiversité face aux diverses pressions animales, humaines et environnementales.

Nos sites étudiés appartiennent aux hauts plateaux de l'oriental, zones connues pour leur fragilité et leur menace de désertification suite aux changements climatiques et aux activités

pastorales. En effet, des modifications importantes dans la répartition et la composition de la flore steppique ont été déjà observées dans les parcours du sud de l'oriental.

Pour toutes ces raisons, nous avons commencé à établir l'ébauche d'une base de données sur la végétation des sites étudiés, que serait en ligne une fois terminé. Nous pensons que cette base, qui serait en consultation libre, permettra aux utilisateurs de suivre les variations pouvant affecter les principales formations des terres de parcours des hauts plateaux de l'oriental. La création de cette interface écologique, accessible en ligne pour tous les chercheurs marocains, nous faciliterait sans doute la saisie de nouvelles informations sur ces terres de parcours : apparition et disparition des taxons, études diachroniques de la végétation, ... Et servirait de base d'exploitation des données sur la végétation pour des recherches écologiques ou d'expertises sur le moyen et long terme de ces zones hautement sensibles à la désertification, dégradation, surpâturage, changements climatiques, ...

#### **I.2.4. Inventaire et chorologie floristique**

Signalons que dans la réalisation de ce paragraphe nous avons fait appel à de nombreuses sources bibliographiques : Fennane et *al.* 1999 ; 2007 et 2014) ; Fennane & Ibn Tattou (2005 et 2008), [www.flowersinisrael.com](http://www.flowersinisrael.com) ; [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org) ; [www.teline.fr](http://www.teline.fr) ; [inpn.mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr) ; [www.naturevivante.org](http://www.naturevivante.org) et [www.conservation-nature.fr](http://www.conservation-nature.fr).

Avant de commenté l'inventaire et la chorologie de nos plantes vasculaires, nous signalons qu'une espèce de champignon : *Tirmania nivea*, famille des *Pezizaceae* (groupe des Ascomycètes) ou Truffes du désert, communément appelées "terfez" ou "terfesse" a été récoltée dans S2. Ce champignon vit en association mycorhizienne avec certaines espèces de *Cistaceae* telle que l'*Helianthemum lipii* dans les parcours des hauts plateaux de l'oriental. Ce champignon préfère les sols sablonneux légers bien aérés à pourcentage en sable élevé (85-95%) et pH = 7,0 voir plus.

Cette truffe est très recherchée et appréciée par les populations locales pour ses diverses vertus et ses caractéristiques gastronomiques singulières. Ce Geophyte (type biologique de ce champignon) est plus abondant dans les étages bioclimatiques subhumides, semi-arides, arides et sahariens. Au Maroc, il se réparti en trois zones pastorales (MPC, MC, POM).

#### **Plantes vasculaires**

##### *Aizoaceae*

*Aizoanthemum hispanicum* (L.) Hartmann = *Aizoon hispanicum* L. Ecologie (Eco) : parcours rocailleux et argileux de la plaine et des basses montagnes dans les climats à prédominance méditerranéenne. Dans les régions arides et semi-arides elle pousse dans des

sols sableux salins ou légèrement salins. Floraison (Flo) : mars-mai. Etages bioclimatiques (Ebio) : A, H, SA, SH. Répartition (Rep) : Algérie, Arménie, Egypte, Iran, Irak, Israël, Italie, Libye, Maroc, Portugal, Espagne, Syrie, Tunisie. Rép dans les parcours marocains : POM, RB, MPC, ZPS, ZA, HAC. Type biologique (TB) : **Th**.

#### *Amaranthaceae*

*Atriplex nummularia* L. Ecol : espèce rustique, capable de prospérer dans des conditions difficiles (Le Houérou, 1991). Rép : originaire d'Australie, on la trouve en Océanie et à Taiwan. Elle a été introduite, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, dans d'autres régions du monde, notamment en Afrique du Sud et Afrique du Nord, pour des usages variés. TB : **Ph**.

#### *Anacardiaceae*

*Pistacia atlantica* Desf. Ecol : sol argilo-limoneux ou argilo-sableux, rochers, ravins, brousses, dayas des steppes, forêts des plaines, des basses et moyennes montagnes. Plante opportuniste elle s'accommode à tous les sols, excepté du sable. Elle se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm par an, parfois moins (Benhssaini & Belkhodja, 2004). Elle a une écologie difficile à cerner et bénéficie d'une grande plasticité, lui permettant de se développer depuis les bordures sahariennes jusqu'aux moyennes montagnes subhumides (Benabid et Fennane, 1994), mais l'usage excessif de son bois dans la fabrication du savon a certainement accéléré sa dégradation (Benabid, 1986) auquel s'ajoute d'autres facteurs tels que les ravageurs, les maladies et la sécheresse qui contribuent tous à sa dégradation continue (Benhssaini & Belkhodja, 2004). Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Afrique septentr, Iran. Au Maroc : POM, HAC, ZPS, MPC, RB. TB : **Ph**.

#### *Apiaceae*

*Ferula communis* L. Ecol et Rep : espèce largement distribuée en Asie où il compte plus de 120 espèces. Dans la région méditerranéenne et les Iles Canaries seulement une vingtaine d'espèces sont reportées et qui sont, pour la plupart, plus ou moins localisées, à l'exception de *Ferula communis* qui présente une grande aire de répartition (El Alaoui-Faris & Cauwet-Marc, 2004) et a différenciée 3 sous-espèces au Maroc (El Alaoui-Faris & Cauwet-Marc, 1989). La sous-espèce *brevifolia* (Mariz) Elalaoui & Cauwet, est subdivisée en deux variétés: var. *brevifolia* (Kinz) Mariz, est localisée dans la région de Rabat, sauf les zones côtières, et la var. *littoralis* Elalaoui & Cauwet, largement abondante le long du littoral atlantique. La sous-espèce *genuina* (G.&G.) Burnat, est très répandue dans la partie septentrionale interne du pays hormis la péninsule tingitane et les régions très arides et désertiques. Enfin, la sous-espèce *sousseensis* Elalaoui & Cauwet: correspond aux fêrules du sud, longtemps rattachées à

la variété *genuina* (G.&G.) Burnat (Jahandiez et Maire 1931-1934), elle se localise au sud du Maroc, et se subdivise en deux variétés. La var. *sousseensis* Elalaoui & Cauwet, occupe la plaine du Souss, l'Anti-Atlas et le Haut-Atlas occidental. La var. *intermedia* Elalaoui & Cauwet est limitée aux populations récoltées près de Marrakech : Chichaoua, Tahanaouet et Asni, et sur les remparts de Rabat : Darih et Chellah. Flo : avril-juillet. Ebio : A, SA, SH, H. TB : **Ge.**

***Thapsia garganica* L.** Ecol : Sol argilo-sableux ou argilo-limoneux, beaucoup plus rarement sableux, clairières des forêts, ermes, pâturages sablonneux et rocaillieux, steppes, plaines et basses montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Sardaigne, Sicile, Italie, Grèce, Crète, Turquie, Rhodes, De la Cyrénaïque à l'Algérie, Portugal, Espagne, Baléares. Au Maroc : ZA, MC, PNA, MPC, RB, MA, HAC, POM. TB: **Ge.**

#### ***Asparagaceae***

***Asparagus stipularis* Forsk = *A. horridus* L.** Ecol: steppes, lieux pierreux ou sablonneux arides des plaines et montagnes. Flo : juillet-octobre. Ebio : SH, H. Rép : Portugal, Espagne, Baléares, Sardaigne, Sicile, Grèce, Chypre, Syrie, Palestine, Afrique septentr, Canaries, Cap Vert. Au Maroc : HAC, MA, ZPS, MPC, POM, RB. TB : **Ph.**

***Muscari comosum* (L.) Miller.** Ecol : champs et lieux incultes sablonneux ou rocaillieux des plaines et clairières des forêts et montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : SA, SH. Rép : Europe centr et mérid, Asie occident et centr, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : HAC, MA, ZPS, MPC, POM, RB. TB : **Ge.**

#### ***Asphodelaceae***

***Asphodelus microcarpus* Salzm et Viv.** Ecol : steppes, parcours rocaillieux et clairières des forêts. Flo : février-mai. Ebio : SA, SH. Rep : plante originaire d'Afrique et des côtes méditerranéennes tels que sud-est d'Europe : France (Corse inclus), Portugal, Espagne (îles canaries, Baléares) ; ouest d'Asie : Chypre, Iraq, Palestine, Jordanie, Liban, Syrie, Türkiye ; nord d'Afrique : Algérie, Egypte, Lybie. Au Maroc : ZS, HAC, MA, MPC, POM, RB. TB : **Ge.**

#### ***Asteraceae***

***Anacyclus monanthos* subsp. *cyrtolepidioides* (Pomel) Humphries = *Anacyclus cyrtolepidioides* Pomel.** Ecol : steppes, parcours et cultures sablonneuses arides. Flo : février-juin. Ebio : A, SA, S, SH. Rép : Maghreb oriental, Libye et Egypte (End. N. Afr selon Adi et al. 2016). Au Maroc : MA, HAC, POM. TB : **Th.** Degré de rareté (DR) : **R.**



***Artemisia herba-alba* Asso.** Eco et Rep : l'espèce fait partie du genre *Artemisia* qui regroupe plus de 450 espèces (Jung et al., 2007 ; Yin et al., 2008), réparties sur les cinq continents. Notre plante, très utilisée en médecine traditionnelle, présente aussi un intérêt économique au Maroc, ce dernier détient 90% du marché mondial de son huile essentielle (USAID, 2005). L'*Artemisia herba-alba* est une plante spontanée largement répandue en Afrique du nord et au Moyen Orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et forme des peuplements importants en zones désertiques (Hurabielle et al., 1981). La plante est présente aussi dans les steppes irano-touraniennes, d'Espagne et dans le désert de Sinaï (Segal et al., 1987). Au Maroc, elle se rencontre à l'état spontané en formation désertique de grandes superficies où elle contribue naturellement dans la lutte contre l'érosion et la désertification (Bendjilali et Richard, 1980). Flo : juillet-octobre. Ebio : SA, A, S. TB : **Ch.**

***Asteriscus pygmaeus* (DC.) Coss. & Dur.** Ecol : sol sablo-argileux humide, parcours argileux humides l'hiver des basses montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie Mineure, Chypre, Syrie, Tripolitaine, Tunisie, Algérie, Canaries, Madère, Libye, Pakistan, Israël, Egypte, Iran, Iraq, Jordanie, Kuwait, Saudia Arabie, Qatar. Au Maroc : MA, HAC, POM, RB. TB : **Th.**

***Atractylis cancellata* L.** Écol : clairières des forêts, parcours et champs incultes des plaines et basses montagnes, lieux arides du littoral des Alpes-Maritimes. Flo : avril-juin. Ebio : S, A, SA, SH, H. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries. La variété *eremophila*, se rencontre au Sud algérien et tunisien. Au Maroc : MA, HAC, ZA, POM. TB : **Th.**

***Atractylis flava* Desf. = *Atractylis carduus* (Forsskiil).** Ecol: steppes et rocailles. Flo: juillet-septembre. Ebio : A, SA, SH. Rép : Afrique du Nord, Turquie, Syrie, Palestine, Sinaï, Arabie saoudite. La plante est connue en médecine traditionnelle nord-africaine pour ses effets diurétiques (Daniele et al., 2005). La phytochimie révèle des tri-terpènes, de stéroïdes, de saponines et de flavonoïdes (Chabani et al., 2016). Au Maroc : AA, HAC, PNA, MC, ZA, POM, APS. TB : **Th.** DR : **RR.**

***Atractylis humilis* Auct. = *Atractylis caespitosa* Desf.** Ecol : forêts à clairières, parcours pierreux arides, steppes, plaines et montagnes sèches. Flo : mai-juillet. Ebio: A, SA, S. Rép : Espagne, France mérid, Algérie, Tunisie. ZS, ZA, POM. TB: **H.** DR: **V.**

***Atractylis serratuloides* Sieber ex Cass.** Ecol : Steppes et rocailles désertiques, plante bien adaptée aux environnements arides et tolérante aux fluorures polluants du sol. Flo : mai-juin.

Ebio : S, A, SA. Rép : Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Egypte, Palestine. Au Maroc : POM, MA. TB : **Ch.**

*Calendula arvensis* (Vail.) L. Ecol : sol argilo-sableux, forêts à clairières, parcours pierreux, champs et lieux incultes des basses montagnes. Flo : avril-octobre. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe moyenne et méridionale, Asie Mineure, Afrique septentrionale. Au Maroc : MC, MA, HAC, PNA, POM, RB. TB : **Th.** DR : **RR.**

*Carduus pycnocephalus* L. Ecol : nitrophile, forêts pâturées, bords des champs et lieux incultes. Flo : mars-juin. Ebio : SA, SH, H. Rép : Europe occident et mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Açores. Au Maroc : PNA, MC, ZA, RB, MPC, HAC, POM. TB : **Th.**

*Carthamus lanatus* L. Ecol : forêts à clairières, parcours pierreux et argileux, champs des plaines et basses montagnes. Flo : mai-août. Ebio : SA, A, SH, H. Rép : Europe centr et mérid, Afrique septentr, Macaronésie. Au Maroc : PNA, MC, HAC, MA, RB, MPC, POM. TB : **Th.**

*Carthamus pinnatus* Desf. = *Carduncellus pinnatus*. Ecol : clairières des forêts, parcours pierreux et argileux des montagnes. Flo : mai-juin. Ebio : SA, A, SH, H. Rép : Iran, Caucase, Méditerranée Est, Asie centrale. Au Maroc : MA, HA, PNA, ZA, POM. TB : **H.** DR : **R.**

*Catananche caerulea* L. Ecol : terrains secs et calcaires plus ou moins rudérales de l'étage méditerranéen, pelouses sèches et landes à genêts. Flo : juin-août. Ebio : SA, SH, H. Rép : zone méditerranéenne. Au Maroc : MA, HAC, PNA, ZA, POM, RB, MC. TB : **H.** DR : **RR.**

*Chrysanthemum coronarium* L. Ecol : champs, moissons, pâturages sablonneux et argileux des plaines et basses montagnes. Flo : mars-mai. Ebio : SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : ZA, MA, HAC, PNA, MC, POM, RB. TB : **Th.**

*Cladanthus arabicus* (L.) Cass. Ecol : sol argilo-limoneux tassé ou squelettique en plaine, champs, parcours arides. Flo : mars-juin. Ebio : SA. Rép : Espagne mérid, Algérie, Tunisie, Tripolitaine. Au Maroc : ZA, ZPS, ZS, HAC, PNA, MC, POM, RB. TB : **Th.**

*Echinops spinosus* L. Ecol : forêts, parcours steppiques, plaines et montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : S, A, SA, SH, H. Rép : Méditerranée, Asie, Inde. Au Maroc : ZA, ZPS, ZS, HAC, PNA, MC, POM, RB. TB : **H.** DR : **R?**

*Filago pyramidata* L.= *Filago germanica* L. Ecol : forêts et clairières, parcours pierreux, argileux et sablonneux, plaines et basses et moyennes montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : S, A,

SA, SH, H. Rép : Europe, Asie occid et septentr, Afrique septentr, Macaronésie, Hoggar, Région méditerran. Au Maroc : POM, RB, PNA, MC, HAC, MA, ZA, PS. TB : **Th**. DR: **R?**

***Hypochaeris radicata* L.** Ecol : clairières des forêts, parcours terreux de la plaine et des montagnes. Flo : Avril-juillet. Ebio : SA, SH, H. Rép : Europe, Asie mineure, Algérie, Madère (naturalisé), Tripolitaine, Tunisie, Macaronésie, Nord Afrique. Au Maroc : POM, RB, PNA, MC, HAC, MA, ZA. TB : **H**. DR : **RR**.

***Launaea acanthoclada* Maire.** Ecol : Wahbi et *al.* (1995) classent cette espèce dans le groupe de plantes liées aux sols sableux ou limono-sableux. Aussi, elle caractérise les groupements végétaux des régions arides sur des sols secs et plus ou moins calcaires. Flo : avril-juin. Ebio : SA, A. Rép : Afrique, Péninsule Arabique. Au Maroc : POM, RB, PNA, MC, HAC, MA, ZA. TB : **Th**.

***Onopordum macracanthum* Schousboe.** Ecol : clairières des forêts, parcours et champs des lieux incultes et secs. Flo : mai-juillet. Ebio : SA, A, S. Rép : Portugal, Espagne, Algérie. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZS, ZPS, ZA, POM. TB : **H**. DR : **R?**

***Pallenis spinosa* (L.) Cass.** Ecol : espèce polymorphe, clairières des forêts et parcours des plaines et montagnes. Flo : mars-juillet. Ebio : SA, SH, H. Rép : Europe mérid, Asie occid, Afrique septentr, Canaries. Au Maroc : MA, HAC, ZPS, ZA, POM, RB, MC, PNA. TB : **H**.

***Picris hispanica* (Willd.) P.D. Sell.** Ecol : parcours et plaines des matorrals et clairières des forêts. Flo : mars-juin. Ebio : SH, H. Rép : Europe, Nord Afrique. Au Maroc : ZA, HAC, MA, POM. TB : **H**.

***Rhaponticum acaule* (L.) DC.** Ecol : clairières des forêts, parcours et champs des lieux incultes et secs. Flo : mai-juillet. Ebio : SA, A, S. Rép : Portugal, Espagne, Algérie. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM. TB : **H**. DR : **R?**

***Scolymus hispanicus* L.** Ecol : nitratophile des zones riches en matières organiques, clairières des forêts, parcours et cultures des plaines et montagnes. Flo : mai-août. Ebio : SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Egypte, Libye, Tunisie, Algérie, Canaries. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM. TB : **H**.

***Scorzonera angustifolia* L.** Ecol: rochers et pelouses arides. Flo : mai-juin. Ebio : SA, SH. Rép : Péninsule Ibérique, Nord d'Afrique. Au Maroc : PNA, RB, POM. TB : **Th**.

***Scorzonera laciniata* L. = *Launaea resedifolia* (L.) Kuntze.** Ecol : plante des parcours très appréciée du bétail. Flo : mai-juillet. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe, Nord Afrique. Au Maroc : MA, HAC, RB, POM, ZA. TB : **Th**.

*Scorzonera undulata* Vahl. Ecol: steppes et zones présahariennes. Flo : mai-juillet. Ebio : S, A, SA. Rép : Nord Afrique, Europe (Sicile et Italie). Au Maroc : ZA, MC, PNA, ZS, POM. TB : **H**.

*Scorzoneroïdes hispidula* (Delile) Greuter & Talavera. Ecol : bords de cultures, déserts sableux, prairies et zones rocheuses. Flo : juillet-septembre. Ebio : A, SA. Rép: sud-est de l'Espagne, Afrique du Nord, Asie du sud-ouest. Au Maroc : ZA, PNA, ZS, MA, POM. TB : **Th**.

*Silybum marianum* (L.) Gaertn. Ecol : nitrophile des décombres, champs et fosses des lieux incultes. La plante est groupée parmi les espèces indicatrices de sols sablo-limoneux ou limono-sableux ou limoneux (Bennig, 1995), elle a été utilisée comme plante médicinale dans traitement de certaines maladies du foie. Flo : avril-juin. Ebio : SA, SH. Rép : Europe centr et mérid, Asie occident et centr, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : HAC, MA, ZA, POM. TB : **Th**.

#### *Boraginaceae*

*Arnebia decumbens* (Vent.) Cross. & Kralik. Ecol : prairies sablonneuses sèches. Flo : février-mai. Ebio : S, A. Rép : nord Afrique, Europe et Asie tempérée et subtropicale sèche. Au Maroc : ZA, ZS, POM. TB : **Th**.

*Echium humile* Desf. Ecol : forêts et matorrals dégradés, ermes, steppes, plaines des basses et moyennes montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : H, SH, SA. Rép : Europe mérid, Asie occid, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte, Macaronésie. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM, RB, ZPS. TB : **H**. DR : **RR**.

*Elizaldia calycina* (Roemer & Schultes) Maire. Ecol : dunes côtières sablonneuses des terrains peu rudérales. Flo : avril-mai. Ebio : A, SA, SH. Rép : Afrique du Nord. Au Maroc : ZA, ZPS, MC, POM. TB : **H**. DR : **RR**.

*Lappula spinocarpos* Forssk. Ecol : parcours rocaillieux, clairières des forêts des basses et moyennes montagnes. Flo : mai-juillet. Ebio : A, SA, SH. Rép : Asie, Amérique boréales, Espagne, Russie mérid, Algérie, Tunisie. Au Maroc : MA, HAC, POM. TB : **Th**.

#### *Brassicaceae (Cruciferae)*

*Biscutella didyma* L. Ecol : espèce polymorphe, coteaux pierreux, rocailles, parcours et champs incultes des plaines et montagnes en dessous de 1500 m. Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM, RB, ZPS, ZS. TB: **Th**. DR : **??**

***Eruca sativa* Mill.** Ecol : parcours et cultures, sols argilo-limoneux superficiels et caillouteux, champs et bords des chemins, lieux pierreux des plaines. Flo : janvier-mai. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe centrale et méridionale, Asie occidentale, Afrique septentrionale. Au Maroc : PNA, MC, MPC, MA, RB, HAC, ZA, POM. TB : **Th.**

***Lepidium draba* L.** Ecol : champs et décombres des bords de chemins. Flo : avril-juillet. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe centrale et méridionale, Asie occidentale, Afrique septentrionale. Au Maroc : MPC, MA, RB, HAC, ZA, POM, PNA, MC. TB : **Th.**

***Matthiola fruticulosa* (L.) Maire.** Ecol : champs et parcours arides, terrains sablonneux découverts. Flo : mai-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Ibéro- Maur : littoral de la Méditerranée occidentale et Portugal. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM, RB, ZPS. TB: **Th. DR : R.**

***Savignya parviflora* (Delile) Webb.** Ecol : champs et parcours arides. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA. Rép : Afrique septentrionale. Au Maroc : ZA, POM, MA, HAC, PNA. TB : **Th.**

***Sinapis arvensis* L.** Ecol : champs et bords des chemins. Flo : mars-mai. Ebio : A, SA, SH. Rép : Portugal. Espagne, Baléares, Algérie. Au Maroc : POM, RB, MC, PNA, ZS, HAC, MA. TB : **Th.**

#### ***Caprifoliaceae (Dipsacaceae)***

***Lomelosia stellata* (L.) Raf.** Ecol : lieux incultes. Flo : mai-juillet. Ebio : S, A, SA. Rép : Espagne et Portugal, Baléares, Sardaigne, Italie, Dalmatie, Afrique septentrionale. Au Maroc : PNA, MC, MA, HAC, ZA, POM, RB, ZPS, ZS. TB : **Th.**

#### ***Caryophyllaceae***

***Herniaria hirsuta* L.** Ecol : champs sablonneux, lieux incultes arides en plaines et montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : S, A, SA, SH. Rép : Europe, Asie occident, Afrique, Canaries. Au Maroc : MC, RB, POM. TB : **H. DR : R.**

***Paronychia argentea* Lamk.** Ecol : lieux incultes secs, parcours des plaines et montagnes. Flo : février-juillet. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : MPC, POM, HAC, MA, RB, ZA, RB. TB : **Th. DR : RR.**

***Telephium sphaerospermum* Boiss.** Ecol : parcours et cultures, sols argilo-limoneux superficiels et caillouteux. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA. Rép : Afrique septentr. Au Maroc : ZA, PNA, POM. TB : **H.**

#### ***Cistaceae***

***Helianthemum ledifolium* (L.) Miller.** Ecol : espèce polymorphe, sols argilo-limoneux squelettiques, clairières des forêts, parcours et champs incultes des plaines et basses

montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : MPC, POM, HAC, MA, MC, RB, ZA, RB. TB : **Th.**

***Helianthemum virgatum* (Desf.) Pers.** Ecol : sol argilo-limoneux ou limoneux-sableux squelettiques, broussailles, parcours, matorrals, ermes sablonneux-rocaillieux, plaines et basses montagnes. Flo : février-mai. Ebio : A, SA, SH, H. Rep : plante africaine liée aux substrats calcaires (Raynaud, 1985). Au Maroc : plante abondante formant des populations importantes cas de *H. pilosum* en Espagne ou *H. apenninum* en France. TB : **Ch.**

***Helianthemum pilosum* (L.) Pers.** Ecol : espèce polytypique et polymorphe, calcifuge, sols sableux, clairières des forêts, parcours sablonneux des plaines et basses montagnes. Flo : mars-octobre. Ebio : SA, SH, H. Rép : Jordanie, Syrie, Palestine, Irak, Iran, Arabie, Egypte, Lybie, Tunisie, Algérie. Au Maroc : ZA, POM, MA, HAC. TB : **Ch.** DR: **RR.**

***Helianthemum hirtum* (L.) Mill.** Ecol : garrigues et coteaux calcaires. Flo : juin-juillet. Ebio : SA, SH. Rép : Espagne, Portugal, Afrique septentr. Au Maroc : POM. TB : **Ch.**

***Helianthemum lippii* (L.) Dum Cours.** Ecol : espèce thermophile, désertique, glycophyte. Flo : avril-juin. Ebio : S, A, SA. Rép : sud Italie, Chypre, Turquie, Jordanie, Liban, Syrie, Palestine, Irak, Iran, nord Arabie, Egypte, Lybie, Tunisie, Algérie. Au Maroc : ZA, PNA, MPC, HAC, MA, POM. TB : **Ch.**

### ***Convolvulaceae***

***Convolvulus althaeoides* L.** Ecol : sols argilo-limoneux ou sablo-argileux, clairières des forêts, matorrals, jachères et rochers broussailles, champs incultes, rocailles des plaines, basses, moyennes et hautes montagnes, rare sur sols sablonneux. Flo : mars-juillet. Ebio : (S), A, SA, SH, H, HM. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : PNA, MPC, POM, HAC, MA, MC, RB, ZA, RB. TB : **H.** DR : **RR.**

### ***Euphorbiaceae***

***Euphorbia falcata* L.** Ecol : sols sableux au moins superficiellement, champs et lieux incultes, ermes, cultures, jachères, parcours sablonneux ou pierreux des plaines et basses-moyennes montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe centr et mérid, Asie occident et centr, Afrique septentr. Au Maroc : PNA, MPC, POM, HAC, MA, MC, RB, ZA, RB. TB : **Th.**

### ***Fabaceae***

***Argyrolobium uniflorum* (Decne.) Jaub & Spach.** Ecol : oueds et plaines du désert. Flo : juin-août. Ebio : SA, A. Rép : Afrique du Nord, Sahara central, Région méditerranéenne orientale, Sinaï. Au Maroc : ZA, POM. TB : **Ch.**

*Astragalus epiglottis* L. Ecol : pelouses sèches, coteaux arides des plaines et basses montagnes. Flo : mars-mai. Ebio : SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Espagne. Au Maroc : PNA, MPC, POM, HAC, MA, MC, RB, ZA, RB. TB : **Th.**

*Astragalus armatus* Willd. Ecol : brousses arides, parcours rocaillieux des plaines et montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Espagne. Au Maroc : ZA, ZPS, PNA, POM, HAC, MA, RB, ZS. TB : **Ch.**

*Vicia sativa* L. Ecol : espèce polymorphe, sols argilo-limoneux ou argilo-sableux, clairières des forêts, matorrals, ermes, parcours, broussailles, jachères des plaines et basses et moyennes montagnes. Flo : mars-avril. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère, Açores, Portugal, Bassin méditerranéen, Italie mérid, Sicile, Istrie. Au Maroc : PNA, HAC, MA, POM, MC, RB, ZA, ZS. TB : **Th. DR : RR.**

#### *Geraniaceae*

*Erodium cicutarium* (L.) L'Hérit. Ecol : espèce polymorphe, sols argileux ou calcaires, jachères, bords des chemins, clairières des forêts, pâturages, champs, décombres, des plaines et montagnes calcaires et siliceuses. Flo : janvier-mai. Ebio : A, SA, SH, H, HM. Rép : Europe, Asie bor occident et centr, Afrique septentr, Canaries, Madère, Açores. Au Maroc : ZA, MC, PNA, HAC, MA, POM, ZS, RB, MPC. TB : **Th.**

#### *Iridaceae*

*Iris sisyrinchium* L. Ecol : lieux arides, pierreux ou sableux, de la plaine et des basses montagnes. Flo : février-avril. Ebio : SA, SH. Rép : Europe mérid excepté la France, Asie occident jusqu'à l'Inde, Afrique septentr. Au Maroc : PNA, POM, RB, MA, MC, ZA. TB : **Ge.**

*Iris xiphium* Desf. Ecol : parcours et champs argileux des plaines. Flo : mars-avril. Ebio : SA, SH, H. Rép : Portugal, Espagne, France méridionale, Corse, Sardaigne, Algérie, Tunisie (?). Au Maroc : MA, HAC, RB, POM. TB : **Ge. DR : V.**

#### *Lamiaceae*

*Marrubium vulgare* L. Ecol : plante médicinale et nitratophyle, sols argilo-sablonneux organiques non pâturés, clairières des forêts, parcours, broussailles, cultures des plaines et basses et moyennes montagnes jusqu'à 1500 m, aux abords des lieux d'habitations. Flo : avril-juillet. Ebio : SA, SH. Rép : Europe, Asie occident et centr, Afrique septentr, Canaries,

Madère, Açores, Naturalisé en Amérique. Au Maroc : ZA, MC, PNA, HAC, MA, POM, ZPS, RB, MPC. TB : **Ch.**

### *Liliaceae*

*Tulipa sylvestris* L. Ecol: parcours pierreux, broussailles, plaines et clairières des forêts et montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : SA, SH. Rép : Italie, Sicile, Grèce, Algérie, Tunisie. Naturalisé en Europe centr. La sous-espèce *australis* se rencontre en Europe mérid. Au Maroc : MA, HAC, POM, RB. TB : **Ge.**

*Salvia verbenaca* L. Ecol : espèce polymorphe, sols sableux ou argilo-limoneux, rocailles et terres compactes, clairières des forêts, broussailles, parcours, steppes des plaines et hauts plateaux des montagnes jusqu'à 2500 m, aux environs des habitations. Flo : février-juillet. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe centr et mérid, Asie occident, Afrique septentr, Hoggar, Macaronésie. Au Maroc : ZA, MC, PNA, HAC, MA, POM, ZPS, RB, MPC. TB : **H.**

*Teucrium luteum* (Mill.) Degen. Ecol : sols limoneux (Le Houérou, 1960) ou sur des dunes fixées et rocailleuses (Vanden Berghen, 1981). Flo : mai-juillet. Ebio : SA, SH. Rép : Méditerranée Occidentale. Au Maroc : AA, HAC, POM. TB : **Ch. DR : RR.**

*Teucrium polium* L. Ecol : saxicline, terricole, héliophile, xérophile, neutro-calcicole, lieux sablonneux ou rocailleux. Flo : mai-août. Ebio : A, SA, SH. Rép : Région méditerranéenne. Au Maroc : AA, ZA, POM. TB : **Ch. DR : R.**

*Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Ecol : sols secs et rocailleux. Flo : juin-octobre. Ebio : différents bioclimats de SH à l'A (Ben El Hadj Ali et *al.*, 2012). Rép : Europe, Bassin Méditerranéen, Israël, Afrique du nord (Lubinic, 2003). Espèce endémique du Maroc, Algérie, Tunisie et Lybie. Au Maroc : MA, HA, AA, R-forêt des Béni Snassen (Amarti et *al.*, 2010). TB : **Ch.**

### *Malvaceae*

*Althaea ludwigii* L. Ecol : sols sablo-argileux ou argilo-limoneux, jachères, clairières des plaines et basses et moyennes montagnes. Flo : mars-mai. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Portugal, Espagne, Algérie. Au Maroc : PNA, MC, HAC, POM, MA, RB, ZA, ZPS, MPC. TB : **Th.**

### *Orobanchaceae*

*Cistanche tinctoria* L. Ecol : Sahara et milieux dunaires littoraux, sols sableux. Flo : février-juin. Ebio : A, S. Rép : méditerranéo-saharienne. Au Maroc : MC, PNA, ZPS, ZA, POM. TB : **Ge.**



***Cistanche violacea* (Desf.) Beck.** Ecol : sols sablonneux et salés des hauts plateaux jusqu'au Sahara. L'espèce parasite plusieurs plantes de *Chenopodiaceae*, *Amarantaceae*, *Limoniastrum* et *Tetraena alba* (Vanden Berghen, 1981). Flo : février-juin. Ebio : A, S. Rép : espèce endémique nord-africaine : elle se rencontre de la Libye jusqu'au Sahara central. Au Maroc : ZA, ZPS, POM. TB : **Ge.**

#### ***Papaveraceae***

***Fumaria agraria* Lag.** Ecol : forêts, broussailles, champs, terrains calcaires et siliceux parfois argileux et sablonneux. Flo : février-juin. Ebio : S, A, SA, SH, H. Rép : Méditerranée, péninsule Ibérique. Au Maroc : RB, MC, PNA, MPC, POM, ZA, ZPS, MA. TB : **Th. DR : RR.**

***Papaver rhoeas* L.** Ecol : espèce polymorphe, champs, moissons, lieux incultes, des plaines, basses et moyennes montagnes. Flo : avril-juin. A, SA, SH, H. Rép : Europe centr et mérid, Asie, Afrique septentr, Abyssinie, Canaries, Madère, Açores, Cap Vert. Au Maroc : ZPS, ZA, HAC, MA, POM, PNA, MPC, MC. TB : **Th.**

#### ***Plantaginaceae***

***Plantago albicans* L.** Ecol : matorral et erme secs, steppes, plaines et basses montagnes. Flo : février-juin. Ebio : SA. Rép : Europe mérid, Asie occident, Abyssinie, Afrique septentr, Canaries, Madère, Cap Vert. Au Maroc : ZPS, ZA, HAC, ZS, MA, POM, PNA, MPC, MC. TB : **H.**

#### ***Poaceae***

***Bromus madritensis* L.** Ecol : espèce polymorphe, sols argilo-limoneux ou sableux et humide, riche en matières organiques, forêts, broussailles, parcours sablonneux ou rocailloux des plaines et montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA, SH, H. Rép : Europe occident et mérid, Asie occident, Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Canaries, Madères, Açores. Au Maroc : POM, MA, HAC, MC, ZA, PNA, RB, PS, ZS. TB : **Th.**

***Bromus rubens* L.** Ecol : sols argilo-limoneux, bords des chemins et cultures, steppes, moissons, parcours sablonneux ou rocailloux arides des plaines et des basses montagnes. Flo : mars-juin. Ebio : S, A, SA, SH, H. Rép : Europe occident et mérid, Asie occident, Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Canaries, Madères, Açores. POM, MA, HAC, MC, ZA, PNA, RB, PS, ZS. TB : **Th. DR : RR.**

***Centropodia forskalii* Vahl.** Ecol : steppes arides et zones désertiques sableuses. Flo : avril-juin. Ebio : S, SA, A. Rép : espèce largement répartie du sud marocain jusqu'en l'Iran et

commune dans tout le Sahara., Mauritanie, Mali, Niger, Soudan, Kenya, Angola, Moyen-Orient et Inde (Cuénod, 1954). Au Maroc : MA, ZPS, POM, ZA, ZS, PNA. TB : **H**.

*Dactylis glomerata* L. Ecol : espèce polymorphe, parcours, broussailles et forêts des plaines et montagnes, terrains acides. Flo : mars-juillet. Ebio : SA, SH, H. Rép : Europe, Asie bor et occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : MA, HAC, ZA, POM. TB : **H**.

*Festuca caerulescens* Desf. Ecol : parcours sablonneux ou pierreux, broussailles des plaines et basses montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : SA, SH, H. Rép : Ibéro-Maur-sicile (Espagne mérid, Sicile, Algérie, Tunisie). Au Maroc : ZA, MPC, HAC, POM, MA, RB. TB : **H**.

*Hordeum murinum* L. Ecol : bords des chemins et vieux murs, décombres, parcours des plaines et montagnes, nitrophile. Flo : mars-juillet. Ebio : SA, SH. Rép : Europe occident et centr, Afrique septentr, Canaries, Madère, Bassin méditerranéen. Au Maroc : MA, HAC, MPC, POM, ZA, MC. TB : **Th**. DR : **RR**.

*Schismus barbatus* L. Ecol : steppes, parcours arides, vieux murs, sables des rivières des plaines et basses montagnes. Flo : février-juin. Ebio : A, SA. Rép : Espagne, France mérid, Macédoine, Asie occident, Afrique septentr, Canaries, Madère. Au Maroc : MA, HAC, POM. TB : **Th**.

*Stipa parviflora* Desf. Ecol : Steppes, champs incultes secs, parcours pierreux arides des plaines et basses montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA. Rép : Espagne. Grèce. Syrie. Arabie Pétrée. Afrique septentr. Hoggar. Au Maroc : MA, HAC, ZA, POM. TB : **H**.

*Stipa tenacissima* L. Ecol : steppes, parcours rocaillieux et rochers des plaines et hauts plateaux des montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : SA, A, SH. Rép : Portugal mérid, Espagne, Baléares, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Fezzan. Au Maroc : MA, HAC, POM. TB : **H**.

#### *Polygonaceae*

*Rumex vesicarius* L. Ecol : Rochers, lieux pierreux de la plaine et des basses montagnes, régions sèches. Flo : mars-juin. Ebio : A, SH, S. Rép : Canaries, nord Afrique, Ouest Asie jusqu'au Népal. Au Maroc : POM, ZA, HAC, MA. TB : **Th**.

#### *Primulaceae*

*Androsace maxima* L. Ecol: steppes, parcours rocaillieux des montagnes, champs calcaires et basiques. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : Europe méridionale et centrale, Asie occidentale et boréale, Afrique septentrionale. Au Maroc : ZPS, ZA, HAC, PNA, POM. TB : **Th**.

#### *Ranunculaceae*

***Adonis dentata* Delile.** Plante toxique voir mortelle pour le bétail. Ecol : sols calcaires. Flo : mars-juin. Ebio : A. Rép : Afrique du Nord, Sinâï, Palestine, Arabie, Turquie et Iran. Au Maroc : PNA, MPC, POM. TB : **Th.** DR : **R?**

***Adonis aestivalis* L.** Ecol : moissons des terrains calcaires et basique, bords de chemins, lieux arides. Flo : mars-juin. Ebio : A. Rép : Europe excepté le nord, Asie centrale et occidentale, Afrique septentrionale. Au Maroc : RB, PNA, MPC, POM. TB : **Th.** DR : **R?**

***Ceratocephala falcata* Maire & Weiller.** Ecol : champs cultivés ou en friche. Flo : mars-mai. Ebio : A, SA, SH. Rép : Est et Sud de l'Europe, Centre et ouest de l'Asie, Nord de l'Afrique. Au Maroc : HAC, POM. TB : **Th.**

#### ***Resedaceae***

***Reseda alba* L.** Ecol : sols argileux-calcaires ou argileux-sablonneux, parcours rocaillieux des basses montagnes, vieux murs. Flo : avril-juin. Ebio : SH. Rép : Europe mérid, Asie occident, Afrique septentr. Au Maroc : POM, HAC, MA, ZA, PNA, RB, MC, PMC. TB : **Th.** DR : **R.**

#### ***Rhamnaceae***

***Ziziphus lotus* (L.) Lam.** Ecol : sols argilo-sablonneux rocaillieux, plaines argileuses, coteaux, steppes et dayas désertiques des plaines et basses montagnes. Flo : mai-juillet. Ebio : SA. Rép : Espagne mérid, Sicile, Grèce, Chypre, Arabie Pétrée, Afrique septentr. Au Maroc : ZS, ZPS, HAC, MA, PNA, MC, MPC, RB, POM, ZA. TB : **Ph.** DR : **RR?**

#### ***Thymelaeaceae***

***Thymelaea microphylla* Coss & Dur.** Plante toxique non broutée des herbivores (Cuénod, 1954). Ecol : lieux secs arides et calcaires. Flo : juin-septembre. Ebio : S, A, SA. Rép : endémique du Nord d'Afrique. Au Maroc : hauts plateaux, Atlas Saharien et Sahara septentrional (POM, ZS, ZA, ZPS). TB : **Ch.**

#### ***Zygophyllaceae***

***Fagonia cretica* L.** Ecol : forêts claires, matorrals, rochers, rocailles, plaines et basses montagnes. Flo : avril-juin. Ebio : A, SA, SH. Rép : régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, Algérie, Égypte, Maroc, Tunisie, Chypre, Péninsule arabique, ouest Inde et Pakistan où la plante souvent est récolté pour son usage en médecine traditionnelle (Ali et al., 2008). Au Maroc : MPC, RB, POM, ZS, ZPS, HAC, MA, PNA, MC, ZA. TB : **Ch.**

***Peganum harmala* L.** Ecol : steppes, champs incultes, décombres, plaines et basses montagnes, zones arides à sols sableux légèrement nitrés. Flo : mai-juillet. Ebio : SA, A. Rép : zones arides méditerranéennes cas du Maroc oriental, Sahara septentrional et hauts plateaux algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Égypte, Espagne, steppes de la Russie

méridionale, Hongrie, steppes de l'Iran, Pakistan, Turkestan jusqu'au Tibet et Sibérie (Chopra *et al.*, 1960; Paris et Dilleman, 1960 ; Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1977; Bézanger-Beauquesne *et al.*, 1980). Au Maroc : MPC, RB, POM, ZS, ZPS, HAC, MA, PNA, MC, ZA.TB : **Ch**.

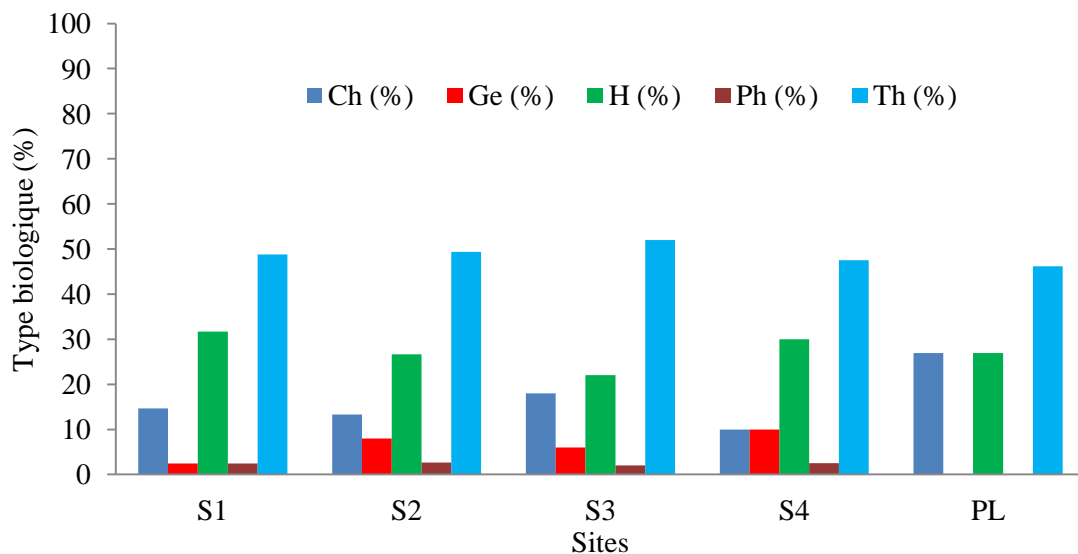
### I.3. Types biologiques

Le tableau 8 montre les pourcentages des types biologiques des espèces végétales des sites étudiés.

**Tableau 8:** Pourcentages des types biologiques des espèces végétales inventoriées dans les cinq sites

Types biologiques	Thérophytes	Hémicryptophytes	Chaméphytes	Géophytes	Phanérophtes
Pourcentage	48,78%	31,71%	14,63%	2,44%	2,44%

Les plantes herbacées vivaces ou annuelles sont majoritaires et contribuent pour 82,93%, tandis que les ligneuses avec 17,07% restent minoritaires. Parmi nos plantes herbacées les thérophytes ce placent au premier rang tandis que dans les plantes ligneuses ce sont les chaméphytes qui sont les plus représentées (figure 18 et Annexe 5).



**Figure 18:** Pourcentage des types biologiques dans les sites étudiés

Concernant la répartition des différents types biologiques au sein des cinq sites étudiés on remarque que :

- S1 à S4 montrent tous les types biologiques mais à des proportions différentes. Cependant, les quatre sites révèlent la même séquence pour les trois types suivants : les thérophytes

occupent le premier rang, vient après les hémicryptophytes puis les chaméphytes. Les phanérophytes et géophytes sont aux mêmes proportions à S1 alors que ces derniers sont relativement plus abondants de S2 à S4. Dans ce dernier site, les géophytes et les chaméphytes sont autant représentés ;

- PL se distingue par l'absence des phanérophytes et géophytes et une représentation similaire des hémicryptophytes et chaméphytes. Concernant les sites S1 à S4, les chaméphytes sont plus répandus dans le site PL.

La suprématie des thérophytes par rapport aux autres types biologiques est tout à fait remarquable. Cette dominance est une caractéristique des zones arides liée aux stratégies d'adaptation des plantes aux conditions climatiques prépondérantes dans ces zones (Amghar et *al.*, 2004). Parmi les caractères adaptatives des thérophytes leur cycle biologique court permettant d'occuper le sol durant les brèves périodes favorables à leur développement et cela est valable dans tous les ensembles bioclimatiques et étages de végétation (Quezel, 2000). Aussi, ces espèces herbacées annuelles se distinguent par une production importante de graines d'où cette capacité de colonisation des espaces libres et d'augmentation du taux de recouvrement végétal (Kadi-Hanifi, 2003).

Du point de vue dynamique de la végétation cette abondance des thérophytes ou thérophysation serait l'ultime stade de dégradation après la démantorralisation et la steppisation (Quezel, 2000).

Pour Grime (1977) et Daget (1980), l'aridité et la dégradation des formations végétales méditerranéennes seraient responsables de l'abondance des thérophytes dans ces régions. En effet, de nombreux auteurs ont montré l'influence des facteurs de l'environnement : climat, précipitations, température, nature de substrat, altitude, ... sur la distribution des types biologiques (Daget, 1980 ; Floret et *al.*, 1990).

La mise en repos associée aux travaux d'aménagement de la CES (conservation de l'eau et du sol) de S3 a permis de recenser 26 espèces de thérophytes localisées le long des lignes de contour (appelés aussi ados) de la CES. Ces lignes ont créé des passages hydriques pour la dissémination des graines durant la période de pluie. La proportion élevée de ce type biologique peut être expliquée par certaines conditions édaphiques : sol léger et bien aéré, et microclimatiques : périodes hivernale et printanière relativement humides alternant avec des périodes assez prolongées de sécheresse (Henaoui, 2007). Aussi, selon Sheuyange et *al.*, (2005) il paraît que la pression du pâturage n'augmente pas le nombre des thérophytes. Au contraire, ce nombre serait plus influencé par la pluviométrie.

Il est à noter que la proportion importante de thérophytes à S3 est recherchée et appréciée des petits ruminants car malgré que leur disponibilité très irrégulière selon les années, de nombreuses thérophytes ont une valeur nutritive appréciable du bétail.

Le nombre de phanérophytes en S1 à S4 est relativement faible, rares sont les espèces rattachées à ce type biologique : *Atriplex nummularia*, *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*. Mais, l'absence totale des phanérophytes au niveau du site PL est un indicateur de l'état de dégradation très avancée que connaît la zone.

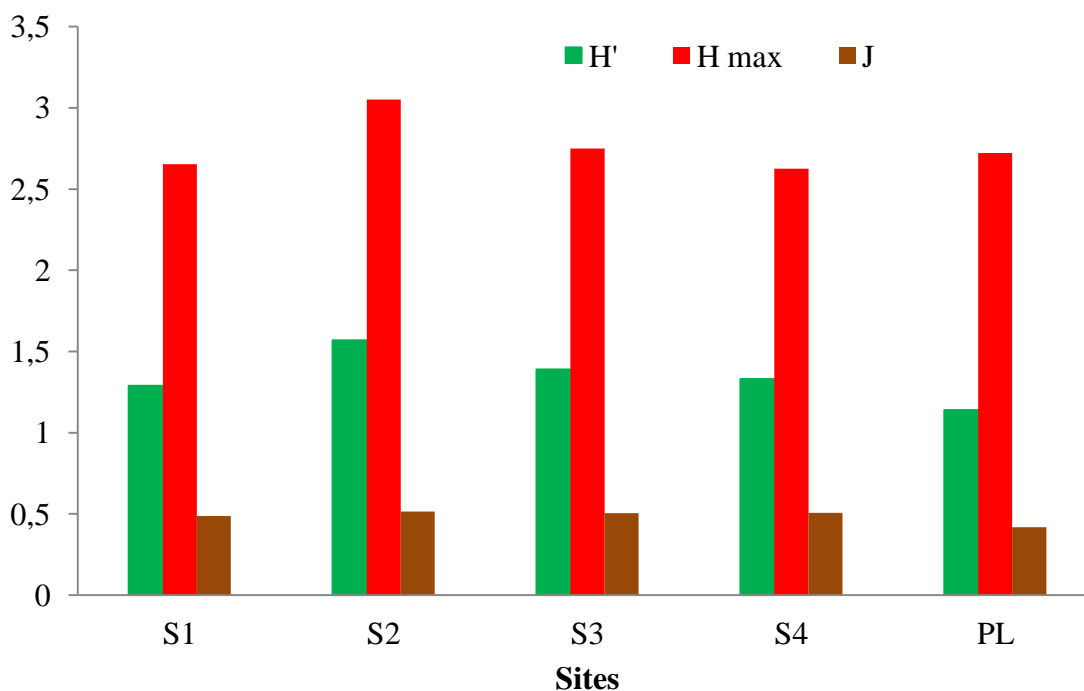
Les hémicryptophytes compte parmi les types biologiques les mieux adaptés à l'aridité, ces plantes herbacées vivaces ont cette capacité de s'installer progressivement lors de la dégradation d'un écosystème forestier (Ghezlaoui et al., 2011). Il serait possible qu'une pluviométrie favorable soit en faveur de l'augmentation du taux des hémicryptophytes (Jeanmonod et al. 2011). Et que l'abondance de ces derniers au Maghreb serait liée à la richesse du sol en matière organique, l'humidité relative importante et l'altitude élevée adoucissant les températures de ces régions (Barbero & Quezel, 1989).

Notons que les chaméphytes du site PL sont représentés par *Atractylis serratuloïdes*, *Noaea mucronata* et *peganum harmala*, toutes espèces peu fourragères et non appréciées du bétail. Tandis que les chaméphytes des sites S1 à S4 sont composées par de nombreuses espèces à forte valeur nutritive telles qu'*Argyrolobium uniflorum*, *Artemisia herba-alba*, *Helianthemum virgatum*,...

Dans les sites S1, S2, S3 les géophytes sont rares voir absent dans le site PL, seul le site S4 présente une proportion peu élevée de géophytes. Le nombre réduit de ce type biologique est liée au gradient climatique plus favorable au bon développement de plantes à cycle de vie court en particulier ce lui des thérophytes (Aidoud, 1983).

#### **I.4. Indice de diversité de Shannon-Wiener et équitabilité de Piélou**

La comparaison des valeurs de l'indice de diversité H' de nos sites montre une similitude entre les cinq sites. Seul le site S2 présente un indice de diversité de Shannon-Wiener (H') relativement plus important (figure 19).



**Figure 19:** Représentation graphique des paramètres : indice de diversité de Shannon-Wiener ( $H'$ ), diversité maximale ( $H \max$ ) et équitabilité de Pielou ( $J$ ) dans les cinq sites (S1, S2, S3, S4 et PL)

Il va de même pour la valeur de la diversité maximale ( $H \max$ ) où S2 se distingue encore par une diversité plus importante. Quand à l'indice d'équitabilité de Pielou ( $J$ ) elle est importante et montre une ressemblance entre les sites S1 à S4, seul le site PL en pâturage libre à un indice d'équitabilité faible.

Les valeurs importantes de diversité  $H'$  enregistrées dans nos sites est due à la ressemblance du potentiel de reproduction des différents peuplements au sein des sites et ainsi peut expliquer la régularité observé dans la distribution des espèces dans cette zone d'étude. A S2 les peuplements se révèlent plus diversifiés ce qui explique la stabilité de cet écosystème.

Certains auteurs suggèrent que lorsque l'indice de diversité est élevé cela se traduit par une égalité dans la contribution individuelle du couvert végétal, et ainsi l'hétérogénéité atteinte par la végétation (Dajoz, 1975 ; N'Zala et al., 1997). Dans notre étude, les valeurs que prennent  $H'$  et  $J$  seraient liées à la prédominance de certaines espèces caractéristiques. Tandis que la faible équitabilité comme la diversité enregistrées dans le site PL témoignent de la dominance d'un groupe d'espèces originaires de la dégradation de formations anciennes, comme le montre nombre total d'individus collectés dans ce site dont 59% appartiennent à trois espèces dominantes : *Noaea mucronata*, *Peganum harmala* et *Atractylis serratuloïdes*.

L'indice de diversité ( $H'$ ) est souvent utilisée pour la caractérisation qualitative d'un écosystème donnée, puisque toute augmentation de la richesse floristique peut être à l'origine d'un processus d'auto-restauration de l'écosystème initialement dégradé (Zhang *et al.*, 2005). La diminution de la valeur de  $H'$  altère les capacités d'un pâturage libre à réagir aux nouvelles perturbations, et explique la raréfaction voire la disparition de certaines espèces notamment celles à valeur pastorale élevée et l'aboutissement à un système pastoral homogène et fragilisé dans toutes ses caractéristiques écologiques (N'Zala, 1997).

Pour toutes ces raisons il ressort que quelle que soit le type d'aménagement d'un système pastoral donné, l'indice de diversité spécifique et l'équitabilité apparaissent nettement plus élevés à l'intérieur des sites protégés qu'à l'extérieur desdits sites. En effet, dans les espaces aménagés les espèces sont toujours en état dynamique suite à leur capacité de régénération spontanée ; tandis que dans les pâturages libres les espèces sont en continu en situations écologiques incertaines. Et, donc le manque de gestion durable des terres de parcours entraîne un appauvrissement floristique et une perturbation dans la répartition des espèces.

### **I.5. Densité, fréquence et contribution spécifiques**

L'analyse du peuplement végétal sur la base de la densité, la fréquence et la contribution spécifiques (Annexe 5) révèle une hétérogénéité entre nos cinq sites permettant les constats suivants :

- *Artemisia herba-alba*, est plus dense en S1 qu'en S2 alors qu'à S3, S4 et au site PL cette espèce est de faible densité ; *Peganum harmala*, absente de S4, est plus dense en S3 ; *Atractylis serratuloides* est plus dense en S2 que dans le reste des sites étudiés.

-S1 et S3 ont en commun *Artemisia herba-alba*, taxon ayant la fréquence spécifique la plus élevée ; tandis qu'à S2 c'est *Atriplex nummularia*, à S4 c'est *Stipa tenacissima* et dans le site PL on a *Atractylis serratuloides*, ce sont toutes des plantes à fréquence spécifique la plus importante.

Notons que l'*Atractylis serratuloides* est une caractéristique des parcours dégradés. Concernant la contribution spécifique d'une espèce dans une région donnée, Apani (1990) considère comme « espèces principales » celles ayant une contribution spécifique supérieure à 5%. Il ressort de l'analyse de nos sites que :

- *Artemisia herba-alba*, avec une contribution spécifique de 75,8%, serait le taxon principal à S1 suivi d'*Eruca vesicaria*, *Plantago albicans* et *Peganum harmala* avec respectivement 47% ; 24,2% et 22%.



- *Atriplex nummularia*, *Artemisia herba-alba*, *Hordeum murinum*, ... et *Schismus barbatus* avec une contribution spécifique allant de 29% à 10% seraient les espèces principales à S2.

- *Artemisia herba-alba* domine le site S3 avec une contribution spécifique de 16%.

- S4 se distingue par la présence de plusieurs plantes qui ont une contribution spécifique supérieure à 10% mais *Stipa tenacissima* avec sa contribution de 78,2% est la plus dominante à S4.

- Le site PL est dominé par des espèces caractéristiques des milieux dégradés : *Atractylis serratuloides*, *Aizoanthemum hispanicum*, *Peganum harmala* et *Erodium cicutarium* avec respectivement une contribution spécifique de 19%, 13%, 7% et 6%.

Concernant les espèces très accidentelles dont la fréquence spécifique est de 1%, leur nombre diffère d'un site à l'autre.

L'effet de mise en repos du parcours pastoral sur l'ensemble des paramètres de la végétation apparaît plus efficace lorsque le degré de dégradation est réversible et la végétation pourrait encore se régénérer spontanément (Chaieb, 1991). Ainsi, bien que la densité, la fréquence et la contribution spécifiques soient très variables (de 100 à 56 000 plantes/ha pour la densité et de 1 à 29% pour la fréquence), ces trois paramètres semblent rester relativement acceptables dans les sites aménagés. En effet, Aidoud (1989) rapportait qu'une steppe algérienne en bon état de conservation présentait une densité moyenne de son peuplement de l'ordre de 35 000 plantes/ha.

D'une manière générale, la variation de ces paramètres de suivi de la végétation serait due en particulier aux types de faciès échantillonnés et aux espèces dénombrées. Le site PL par exemple, présente une végétation plus clairsemée que le reste des sites étudiés ; et certaines plantes basses : *Atractylis serratuloides*, *Aizoanthemum hispanicum* et *Peganum harmala*, se trouvent plus abondantes et plus développées que d'autres végétaux.

Nos résultats sont en faveur des travaux antérieurs dénonçant l'impact négatif de la pression anthropique sur la physionomie de la végétation en réduisant sa densité et en augmentant le nombre des espèces peu appréciables du bétail ou à court cycle de développement et donc la pression humaine n'affecte pas la composition floristique mais influât plutôt sur sa physionomie (Feoli et al., 2002 ; Heshmatti et al., 2002 ; Tarhouni et al., 2007).

## **I.6. Recouvrement et phytomasse**

### **I.6.1. Recouvrement global aérien**

La comparaison des moyennes du recouvrement global aérien de la végétation (RGA) des différents sites étudiés durant deux années de suite 2014 et 2015 (tableau 9) montre une

différence hautement significative entre les cinq sites durant la même année et aussi entre deux années successives ; tandis que le site PL pâturé librement, comme le révèle les pourcentages de RGA, soit 6% en 2014 et 4% en 2015, il apparaît le moins couvert parmi les sites étudiés.

**Tableau 9:** Recouvrement global aérien de la végétation (RGA en %) au niveau des sites d'études durant 2014 et 2015. Min = minimum ; Max = maximum.

Années	2014			2015		
	RGA Min (%)	RGA moyen (%)	RGA Max (%)	RGA Min (%)	RGA moyen (%)	RGA Max (%)
<b>S1</b>	11	<b>17 d</b>	23	32	<b>35 b</b>	39
<b>S2</b>	38	<b>51 a</b>	63	49	<b>63 a</b>	85
<b>S3</b>	19	<b>24 c</b>	31	22	<b>38 b</b>	64
<b>S4</b>	28	<b>43 b</b>	58	30	<b>43 b</b>	58
<b>PL</b>	3	<b>6 e</b>	10	3	<b>4 c</b>	6

a, b, c, d : des valeurs de recouvrement sont significativement différentes ( $P < 0.05$ ) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun

Par rapport à l'année 2014, le RGA durant l'année 2015 c'est nettement amélioré pour S1, S2 et S3 ; il reste stable pour S4 ; cependant il est abaissé pour le site PL. L'amélioration des sites S1, S2 et S3 est due en partie aux travaux de restauration de la CES, particulièrement à S3, qui ont rendu les conditions édaphiques favorables à la restauration d'*Artemisia herba-alba* ainsi qu'à un cortège floristique diversifié.

Selon Le Houérou (1995), cette amélioration du taux de recouvrement est due au processus de « la remontée biologique », cette dernière correspond à l'ensemble des transformations inverses de ceux de la steppisation et de la désertisation. La remontée biologique se caractérise par l'augmentation du taux de recouvrement permanent de la biomasse des plantes vivaces, du taux de matière organique dans le sol, de la stabilité structurale, de la perméabilité et du bilan en eau, de l'activité biologique et de la productivité primaire, tandis que la production annuelle est en nette diminution.

L'important recouvrement de S2 reviendrait essentiellement au recouvrement spécifique d'*Atriplex nummularia*, comme il a été signalé en Tunisie. En effet, la mise en repos des parcours tunisiens à *Artemisia herba-alba* et *Arthrophytum schmittianum* a révélé une amélioration du taux de recouvrement lors des piques de végétation printanière : 28% en 1997 et 40% en 1999, cependant l'aptitude pastorale de ces parcours n'a pas réussi à atteindre ses normes d'origine en raison de nombreuses espèces envahissantes (Tbib & Chaieb, 2004).

## I.6.2. Phytomasse totale

L'analyse de la phytomasse totale (inclus la partie ligneuse des plantes vivaces : Amoise et Atriplex) exprimée par le taux de matière sèche produite en tonne par hectare (tableau 10) montre une différence relativement significative entre les cinq sites durant la même année et aussi entre deux années successives. Le site PL en pâturage libre, comme pour le recouvrement global total se révèle le mois reproductif en phytomasse total.

La comparaison de la phytomasse moyenne des sites S1 à S4 permet les remarques suivantes : -S1, présente la phytomasse moyenne la plus faible ; tandis que S2 et S4 apparaissent les plus productifs ;

**Tableau 10:** Phytomasse totale y compris le bois ( $t. ha^{-1}$ ) et valeurs énergétiques de la phytomasse des sites étudiés durant 2014 et 2015. Min = minimum ; Moy = moyenne ; Max = maximum ;  $t. ha^{-1}$  = tonne de matière sèche par hectare.

Années	2014			2015			Valeurs énergétiques (UF. $ha^{-1}$ )
	Phytomasse Min	Phytomasse Moy	Phytomasse Max	Phytomasse Min	Phytomasse Moy	Phytomasse Max	
S1	1,45	<b>1,50 b</b>	1,56	1,18	<b>1,74 b</b>	2,23	<b>624 b</b>
S2	2,42	<b>2,60 a</b>	2,83	1,69	<b>2,44 a</b>	2,84	<b>931 a</b>
S3	1,77	<b>1,95 b</b>	2,10	1,43	<b>1,87 b</b>	2,17	<b>795 a</b>
S4	1,40	<b>2,28 a</b>	3,07	1,28	<b>2,35 a</b>	2,84	<b>613 b</b>
PL	0,18	<b>0,25 c</b>	0,32	0,11	<b>0,20 c</b>	0,31	<b>46 c</b>

a, b, c : des valeurs de phytomasse sont significativement différentes ( $P < 0.05$ ) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun

- S3, les travaux de réaménagement de la CES ont améliorés les conditions édaphiques du site d'où la restauration de certaines espèces de ce parcours telles que : *Artemisia herba-alba*, *Stipa tenacissima* et *Stipa parviflora*, engendrant ainsi une production moyenne de phytomasse.

Les RGA en S1 et S3 durant 2014 sont différents tandis que leur phytomasses sont proches, cela est liée à la présence de certaines espèces à faible phytomasse mais à forte production de graines qui colonisent les espaces libres et contribuent ainsi à l'augmentation du taux de recouvrement (Kadi-Hanifi, 2003). Afin de confirmer ces résultats nous avons récolté le fruit de nombreuses espèces et affirmer sa richesse en graines. Par ailleurs, nous avons constaté que plusieurs espèces annuelles rencontrées telles que *Savignya parviflora*, *Schismus barbatus*, *Scorzoneroïdes hispidula*, ... sont des éphémérophytes à cycle de développement court pouvant ainsi éventuellement germer et fleurir jusqu'à trois fois durant la même année (Aidoud, 1989).

Durant l'année 2013-2014 la région a connue une pluviométrie relativement importante soit 235 mm/an mais elle était mal répartie, le printemps a été marqué d'un déficit hydrique important et des températures élevées. Le RGA et la production de la végétation des sites aménagés n'ont pas affecté. Tandis qu'au niveau du PL ces conditions climatiques combinées au pâturage ont eu un impact négatif notable sur le RGA et la phytomasse totale de ce site à pâturage libre. Le pacage aurait affecté ces deux variables et les espèces pastorales à qualité fourragère élevée ont été remplacées par d'autres à intérêt pastoral médiocre. Cette constatation a été rapporté en Syrie où dans une steppe aride la phytomasse des zones pâturées était de 0,49 t.ha<sup>-1</sup> contre 2,34 t.ha<sup>-1</sup> dans les régions protégées (Louhaichi et *al.*, 2012). Par ailleurs, il est à noter que les valeurs de phytomasse totale des sites S1, S2, S3 et S4 sont largement supérieures à celles rapportées par Acherkouk et *al.*, (2012) au niveau des HPO car ces auteurs n'ont pas tenus compte de la phytomasse des espèces annuelles. Contrairement, la phytomasse totale des sites S1 à S4 reste inférieure à celle rapporté par Bousmaha (2012) dans une steppe algérienne mise en défens à base de *Stipa tenacissima*.

L'amélioration de la productivité dans les sites S1, S2 et S3 a encouragé les membres de la coopérative à investir dans l'achat de nouveaux ovins à retombés économiques importants. Par contre, les terres pâturées librement sont marqués de nombreux espaces dénudés, autre fois occupées de nomades, puis délaissés car ces populations seraient déplacés soit vers d'autres parcours ou vers les centres urbains voisins après la dégradation de ces parcours.

### **I.7. Valeur énergétique de la phytomasse**

La valeur énergétique de la phytomasse (VE) des cinq sites révèle une différence hautement significative entre nos sites étudiés (tableau 10). Les actions de mise en repos, des travaux d'aménagement de CES ainsi que les plantations pastorales ont amélioré nettement la valeur pastorale des sites S1 à S4 où les équivalents énergétiques sont compris entre de 613 UF.ha<sup>-1</sup> à 931 UF.ha<sup>-1</sup>. Tandis que cette valeur ne dépasse pas 46 UF.ha<sup>-1</sup> dans le site PL en pâturage libre. En effet, la majorité des steppes pâturées ont des équivalents énergétiques compris entre 10 et 60 UF.ha<sup>-1</sup> (Aidoud, et *al.* 2006).

La restauration du site S1 par la mise en repos a permis l'abondance d'*Artemisia herba-alba* grâce en particulier à son système racinaire superficiel très dense. Cette espèce est prometteuse dans l'amélioration des parcours pastoraux grâce à sa résistance à divers stress, une bonne régénération, sa valeur énergétique, une bonne appétibilité. Aussi cette espèce produit une bonne phytomasse, son recouvrement global aérien et sa valeur énergétique sont significativement différents par rapport au site pâturé librement PL. En Tunisie, par exemple

la mise en repos des terres de parcours arides a engendré des effets favorables sur aussi bien la composition floristique que dans la lutte contre l'érosion du sol (Ould Sidi Mohamed et *al.*, 2002).

Le site S2 a bénéficié d'une mise en repos de 25 ans lui a permis la régénération de *Stipa tenacissima* par ramifications axillaires et rejets. Cette long mise en repos a permis aussi l'évolution progressive d'*Artemisia herba-alba* où la multiplication ce fait par graines. Cette mise en repos à permis l'amélioration du recouvrement végétal, de la phytomasse et de la valeur énergétique de ce site. En conséquence, les 25 ans de gestion avec mise en repos de S2 ont été suffisants pour la codominance de *Stipa tenacissima* et d'*Artemisia herba-alba*, deux espèces qui sont à la base de l'alimentation du bétail des zones arides. Par ailleurs, le fourrage des parcours est souvent fournis par les chaméphytes et les herbacées annuelles ; mais quand il arrive que ce fourrage diminue suite à la dégradation des parcours libres, les branches d'*Atriplex nummularia* constituent un complément alimentation au bétail.

La mise en place des sillons de CES de S3 a permis l'interception des eaux de pluie et d'infiltration, ce qui semble contribuer au bon développement de certaines espèces de *Poaceae* telles que : *Bromus rubens*, *Dactylis glomerata*, *Hordeum murinum* et *Schismus barbatus* et la restauration d'*Artemisia herba-alba* et *Stipa parviflora* et ainsi l'amélioration de la valeur énergétique de ce site.

Le site S4 est caractérisé par des sols peu profonds, il est formé d'une mosaïque de touffes d'alfa. Le microenvironnement créé par ces touffes est exploité par de nombreuses espèces de mousses et lichens. Les feuilles sont sclérophylles et après leur mort, elles restent dans la touffe. Pour affronter les conditions de sécheresse typiques de ces milieux arides, les feuilles d'alfa s'adaptent au stress hydrique en s'enroulant sur elles même de sorte à minimiser leur exposition au rayonnement solaire et les pertes d'eau par évapotranspiration.

Dans le site PL, la charge pastorale élevée a accéléré sa perturbation et sa dégradation d'où la disparition des espèces à valeur fourragère élevée et l'expansion de celles à faible intérêt pastoral. Sabir et *al.* (1992) ont montré qu'un surpâturage, au taux de 2 fois la charge d'équilibre, dans un milieu steppique durant deux années de suite a réduit la couverture végétale de 16 à 35%. Dans notre étude, ce site marqué d'un surpâturage de 16 fois la charge d'équilibre durant 25 ans a réduit le recouvrement de 43% (cas à S4, site de référence) à 5 % et la phytomasse de 2,31 t.ha<sup>-1</sup> (enregistré à S4) à 0,2 t.ha<sup>-1</sup>.

Le site PL est caractérisé aussi par la présence de nombreuses espèces annuelles à feuillage réduit à faible biomasse soit facilement brouté ou éliminé par érosion des sols. Ainsi, ces

terres laissées ouvertes au pâturage non contrôlé connaissent une forte dégradation de la végétation appétible laissant place aux plantes connues pour leur faible valeur énergétique telles que : *Peganum harmala*, *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Fagonia cretica* ou d'autres espèces épineuses.

La surexploitation de ce couvert végétal précaire favorise la dénudation des sols et l'apparition de plantes bien adaptées à ces terres en carence physico-chimique. *Peganum harmala*, en est un exemple. Son système racinaire est beaucoup plus développé que celui aérien d'où la formation d'une litière fragile facilement dispersée par le vent.

Le pâturage intense de ce site PL aggravé par le piétinement animal réduisent le couvert végétal, sa diversité, tassent le sol et augmentent le ruissellement.

Pour une gestion durable des parcours, il est nécessaire de garder 50% de la phytomasse produite sur place pour une meilleure protection de ces terres en vue d'une productivité durable (Chriyaâ et *al.*, 1998). Ainsi, le disponible fourrager autorisé dans nos sites serait réduit de moitié.

## **I.8. Conclusion**

Afin de cerner le maximum de facteurs influençant l'évolution de la végétation dans nos sites d'études, nous avons fait appel à l'étude de nombreux paramètres tels que : la richesse floristique, le type biologique, l'indice de Shannon-Wiener, l'équitabilité, la phytomasse et la valeur énergétique, le recouvrement aérien et la densité, la fréquence et la contribution spécifiques. Il ressort de cette étude de la végétation que :

- au niveau floristique la prédominance de certaines familles à savoir : Astéracées (30 taxons), Poacées (9 taxons), Brassicacées (7 taxons), Cistacées (5 taxons), Lamiacées (5 taxons), Boraginacées (4 taxons), Papilionacées (4 taxons), Caryophyllacées (3 taxons) et Ranunculacées (3 taxons). Ces familles comptabilisent 71,41% de l'ensemble de la flore de la région étudiée ;

- six espèces sont signalées pour la première fois dans les parcours de l'oriental : *Atractylis cancellata*, *Carduus pycnocephalus*, *Scorzonera angustifolia*, *Telephium sphaerospermum*, *Teucrium luteum* et *Androsace máxima*;

- plusieurs facteurs sont responsables de la répartition des espèces végétales des parcours non aménagés : surpâturage, pratiques agricoles, ... et suite à cette dégradation de nombreuses plantes non palatables prolifèrent dans ces parcours dégradés : *Peganum harmala*, *Atractylis serratuloides*, *Thymeleae microphylla*, *Fagonia cretica*, *Noaea mucronata*.

- l'ébauche d'une base de données sur la végétation des parcours contribuera à fournir des informations sur l'évolution et la capacité d'adaptation de la flore steppique ainsi que les modifications qui pourraient affectées la diversité végétale de ces parcours. Par conséquent, la base de données des plantes pastorales pourrait constituer un outil de suivi à long terme de la diversité végétale des terres des parcours. Coordonner sa réalisation et sa mise à jour régulière avec tous les acteurs dans le domaine d'environnement est un défi à relever afin de fournir des éléments utiles pour les politiques environnementales à l'échelle nationale. Cependant, malgré les enjeux évidents que pose le suivi de la biodiversité, le plus grand défi et d'y intégrer tous les politiques chacun à son niveau de responsabilité ; mais avec la création d'un système d'observation cela permettrait peut être la réalisation de ce projet et son financement.

- A partir du Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc (Fennane & Ibn Tatou, 1998) nos plantes peuvent être groupées ainsi : 14 taxons seront très rares (**RR**), soit 14,14% de la flore totale ; 6 seront rares (**R**) ; 5 sont soupçonnés rares (**R ?**) ; 3 taxons seraient éteints ou de présence douteuse (**??**) ; 2 seront vulnérables (ou semble l'être), en voie de régression et pourraient devenir rare à court terme (**V**) et 1 taxon serait soupçonné très rare (**RR ?**). Signalé le statut de certaines de nos espèces est d'un grand intérêt pour leur protection ainsi que dans l'estimation de la biodiversité pour une gestion durable de ces parcours.

- Concernant les types phytogéographies des espèces végétales rencontrées : 34 taxons sont endémiques du territoire méditerranéen, 14 endémiques d'Afrique du Nord, 8 endémiques du territoire Euro-méditerranéen et 6 espèces sont endémiques du territoire Eurasiatiques Méditerranéennes. Le reste des espèces, soit 37 taxons, relèvent d'autres types phytogéographies.

- Concernant la diversité floristique des sites aménagés S1, S2 et S3, l'amélioration de la richesse floristique est considérable. La couverture végétale, indicateur fiable du degré de protection du sol contre l'érosion, est nettement améliorée suite à la mise en repos et à la plantation d'*Atriplex nummularia*. La phytomasse et sa valeur énergétique se sont significativement amélioré dans l'ensemble des sites aménagés par rapport aux terrains non aménagés.

Ajoutons que les espèces éphémères, étroitement tributaires des conditions pluviométriques de l'année, auraient largement contribué à l'amélioration du taux du recouvrement végétal et de la phytomasse.

Enfin, il est important de signaler que l'évaluation des projets d'amélioration pastorale nécessite le développement et le suivi de nombreux indicateurs physiques et biologiques tout en tenant compte des interactions entre les différentes composantes de l'écosystème (faune, flore, sol et eau). En étant conscient de tous cela nous nous proposons l'analyse d'autres indicateurs, dans la suite de notre travail, en plus de ceux de la végétation.

## **II. Étude édaphique**

### **II.1. pH du sol**

La valeur de pH des sols dans les 5 sites étudiés révèle des différences non significatives (tableau 11). Cette observation a été rapportée par Pei et *al.* (2008) qui remarquaient la faible différence de pH entre parcours aménagés et parcours en pâturage libre. D'autres auteurs rapportaient une influence significative de l'accumulation de litière sur le pH (Fterich et *al.*, 2012), ou bien celle des sols à *Atriplex* (Zucca et *al.*, 2011).

En se référant aux normes d'interprétation de Bruce et Rayment (1982), les résultats de l'analyse du pH montrent que les sols des cinq sites ont des pH neutres à faiblement alcalins. Selon Ruellan (1970), l'alcalinisation est due à la présence de sodium dans le complexe adsorbant, et le plus souvent avec une forte proportion de magnésium (30 à 70%) cependant un taux faible de magnésium actif.

En général, le pH influence les processus chimiques et physiologiques du sol et la disponibilité des éléments nutritifs des plantes. La variation de pH dépend des saisons, du pouvoir tampon du sol c.-à-d. le nombre d'ions en réserve du complexe argilo-humique, de l'état hydrique du sol et de sa température (Dinon & Gerstmans, 2008). Au quel s'ajoute l'impact du pâturage qui augmente le pH des sols en raison principalement de l'urée (Haynes & Williams, 1999).

### **II.2. Matière organique**

Le taux de matière organique relevé est variable d'un site à l'autre et le site PL étant le moins riche en matière organique (tableau 11). S2 et S4 ont enregistré le taux le plus élevé de matière organique, cependant S1 et S3 à taux similaire sont moyennement riche.

Nos sites révèlent des taux de MO assez élevées, car en comparaison des taux de cette matière reportés dans les steppes du Maghreb, excepté pour quelques sols forestiers reliques des massifs montagneux (Floret & Pontannier, 1982).

Le taux élevé de la MO des sites S1, S2 et S3 est certainement liés à la présence d'*Atriplex nummularia*, *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*, ces espèces ont cette capacité de retenir l'humidité du sol qui favorise son activité microbienne responsable de la dégradation



de la litière (Prieto et *al.*, 2011). En général, la dégradation de la matière organique et sa biodisponibilité est liée à la structure et la texture du sol ainsi que son taux en calcaire (Chenu et *al.*, 2011).

La différence hautement significative entre les moyennes de la MO en S1, S3 et PL et le taux moyen de la MO en S2 pourrait être due au système racinaire très développé d'*Atriplex nummularia* dans ce site S2. Ces racines permettent à la plante l'utilisation appropriée de l'eau du sol, le développement d'un réseau racinaire dense susceptible d'agréger le sol et le rendre efficace contre l'érosion en particulier éolienne (Osmond et *al.*, 1980).

Le taux de matière organique des sites aménagés est important dans l'amélioration des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol et offre un milieu favorable au bon développement des espèces pastorales très appétibles telles que : *Moricandia suffruticosa*; *Teucrium luteum*; *Festuca arundinacea*; *Thymus algeriensis* ou *Astragalus epiglottis*. A S2 s'y ajoute la plantation d'*Atriplex nummularia*, adaptée aux conditions arides et riche en protéines et sels minéraux (Arif & Chriyaa, 1996). Au Maroc central, la plantation de cette espèce avait un effet bénéfique aussi bien sur la végétation pérenne, en créant des microclimats favorables au développement des plantes fourragères autochtones et en offrant un abri à la faune sauvage, que sur les caractéristiques physico-chimiques des sols tels qu'Ouled Dlim et Ouled Nejim (Zucca et *al.*, 2013).

De nombreux auteurs rapportent l'effet positif de la mise en repos ou bien de la réintroduction d'espèces fourragères dans les terres de parcours. En Ethiopie, la mise en repos a enregistré un impact positif sur la fertilité des sols (Moeyersons et *al.* 2008). En Tunisie, le même procédé a permis une diversité floristique importante, cette dernière a contribué par ailleurs à la lutte contre l'érosion du sol (Ould Sidi Mohamed et *al.*, 2002). En Afrique du sud, cette technique a améliorée les sols argileux des prairies semi-arides de certains parcours (Kotzé et *al.*, 2013).

Le site PL riche en plantes annuelles, génère une biomasse minimale souvent éliminée par le pâturage, l'érosion et la minéralisation de la matière organique. Dans S1, S2 et S3 la régénération de la flore c'est beaucoup améliorée d'où l'enrichissement de la litière du sol comme ont signalé Kalinina et *al.* (2015).

Nos résultats sur le recouvrement global de la végétation, la phytomasse et le taux de matière organique relevés dans nos sites ont été reportés dans littérature par plusieurs auteurs : Batjes (1999) ; Silver et *al.* (2000) ; Puigdefábregas (2005) et Traoré et *al.* (2007) qui confirmaient tous que l'état du couvert végétal affecte directement celui de la matière organique du sol. Par

ailleurs, nos espèces steppiques autochtones telles que *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba* ou bien les hélianthèmes des sites aménagés forment un microclimat pour le bon développement des plantes annuelles ce qui enrichit l'écosystème.

Aussi, la mise en place des sillons par la technique de CES à S3 a permis une meilleur interception de l'eau des pluies et d'infiltration, comme il a été signalé au Nigeria, que cette méthode non seulement a favorisé la protection de l'environnement, mais également a augmenté la teneur en matière organique des sols et a limité le taux de gaz carbonique de l'air (Selbut et al., 2000). Beaucoup de nos espèces profitent de cette eau collectée, à S3 il y a *Brachypodium distachyon*, *Hordeum murinum* et *Schismus barbatus*, ou bien les chénopodiacées et cistacées à S2 dont la chute du feuillage enrichie la litière, tandis que la végétation du site en pâturage libre (PL) est progressivement remplacée par des espèces à feuillage réduit et de mauvaise qualité fourragère.

Des études antérieures ont montrés que la durée de la mise en repos influence beaucoup l'amélioration globale des parcours. Richter et al. (1999) ont signalé que la restauration de la matière organique après 35 ans de mise en repos était excellente, tandis que Kalinina et al. (2015) ont reporté une légère amélioration de la MO et de P après 55 ans de repos d'un parcours. Moeyersons et al. (2008) ont remarqué que les éléments nutritifs du sol ont augmenté rapidement durant les 5 premières années, cependant le taux de ces éléments a régressé les années suivantes. Le Floc'h (1997) et Maâtougui et al. (2013) soulignent que la mise en repos doit être soumise à un suivi adéquat, rigoureux et continu de tous les paramètres du parcours tels que son aménagement, la durée et les périodes de pâturage, ... si toutes ces techniques de gestion ne sont pas respectées la mise en repos aurait à l'inverse, un effet négatif sur le parcours.

### **II.3. Conductivité électrique**

L'analyse de cette variable permet d'évaluer la conductivité électrique (CE) des sites étudiés et donc leur teneur en sels hydrosolubles, cette dernière étant dépendante de la teneur des électrolytes présents dans le sol :  $SO_4$ , Cl, K, Na, Mg, Ca,  $CO_2^{-3}$ ,  $HCO^{-3}$ , ...

La comparaison de la conductivité des cinq sites montre une différence hautement significative entre ceux aménagés et celui en pâturage libre (tableau 11). S4, notre site témoin, montre la plus faible conductivité tandis que le site PL se distingue par sa CE plus élevée.

Tenant compte de la classification de l'AGR (2004), S1, S2, S3 et S4, tous restaurés et réhabilités, seraient considérés des sols non salins. À l'inverse, le site PL et sa forte conductivité le place dans la catégorie des sols peu salins.

La faible conductivité à S2 serait liée à la richesse de sa litière en *Atriplex nummularia*. En effet, Sharma et al. (1973) ont démontré que l'augmentation de la conductivité des sites à *Atriplex* est liée aux cations potassium, magnésium, sodium et calcium libérés des feuilles des plantes de cette espèce suite à leur décomposition et à la forte mobilité du sodium entre les horizons de surface et sous-jacent du sol. Aussi, les sols des zones arides sont souvent riches en sels d'où leur alcalisation sodique importante (Ruellan, 1970).

Selon Djebaili (1978), l'augmentation du sel dans un sol abaisse son potentiel hydrique et réduit la disponibilité de l'eau pour les plantes, le milieu serait physiologiquement sec. Aussi, les régions arides, cas de nos sites, à roches carbonatées riches en calcaire et dolomite où le calcaire total est originaire de la dégradation de la roche-mère (Ruellan, 1976). Par conséquent, l'évapotranspiration du site PL serait responsable de sa forte concentration en sels. Et, sa salinisation importante pourrait induire son appauvrissement fourrager voir son abandon des populations locales.

Ces mécanismes de salinisation-évapotranspiration sont la cause principale de dégradation du sol des parcours arides au Maroc. Cependant, la salinisation observée à S2 serait peu menaçante car sa plantation en *Atriplex nummularia*, plante halophyte, est une espèce fortement adaptée à ses conditions particulières de salinité (Osmond et al., 1980) comme le prouve sa production fourragère relativement élevée (Le Houérou, 1995).

**Tableau 11:** Les paramètres du sol mesurés dans les différents sites étudiés. pH ; MO : matière organique en % ; CE : conductivité en mS/cm ; Min : minimum ; Max : maximum ; Moy : moyenne.

Sites	pH Min	pH Moy	pH Max	Mo Min	MO Moy	MO Max	CE Min	Moy CE	CE Max
S1	7,23	<b>7,33 a</b>	7,51	1,36	<b>1,81 ab</b>	2,20	1,3	<b>2,49 b</b>	4,47
S2	7,22	<b>7,44 a</b>	7,72	1,74	<b>2,13 a</b>	2,45	1,06	<b>1,32 b</b>	1,48
S3	7,15	<b>7,43 a</b>	7,6	1,56	<b>1,79 b</b>	2,12	1,04	<b>1,62 ab</b>	4,33
S4	7,15	<b>7,38 a</b>	7,72	1,77	<b>2,22 a</b>	2,50	1,08	<b>1,27 b</b>	1,37
PL	7,18	<b>7,43 a</b>	7,67	1,32	<b>1,54 b</b>	1,86	1,05	<b>5,64 a</b>	16,25

a, b, c : des valeurs de phytomasse sont significativement différentes ( $P < 0.05$ ) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun

#### II.4. Phosphore

Comme pour le pH les teneurs moyennes en phosphore assimilable dans les cinq sites étudiés révèlent une différence peut significative (tableau 12). Notons que la valeur minimale du phosphore a été mesuré dans le site PL tandis que celle maximale est en enregistré à S2, site riche en plantation d'*Atriplex nummularia*. Malgré la plus grande valeur de P (0,62 mg/kg)

enregistrée à S2, la moyenne en phosphore dans ce site est inférieure à celles des sites S1, S3 et S4.

Selon la classification de Delaunois (2008), nos sites sont tous pauvres en phosphore. Ce qui nécessite des prochains projets de développement pastoral au Maroc aride une supplémentation en phosphore des terres de parcours.

Le site PL enregistre la plus faible disponibilité en phosphore. Cependant, la différence entre tous les sites en cet élément reste faible, elle serait due à une différence dans les procédés pédologiques influencés par la plantation d'*Atriplex nummularia* dans S2 et la technique de CES dans S3, et non à l'influence de la température sur la minéralisation de la matière organique. En effet, en Tunisie, la technique de CES a améliorée la fertilité des sols en phosphore assimilable suite à l'amélioration des horizons superficiels des parcours arides (Boufaroua & Yemna, 2003).

En général, ces actions ont améliorés la disponibilité du phosphore dans les sites S1, S2 et S3, malgré son taux encore insuffisant. Le maintien d'un taux optimal de cet élément dans ces parcours pourrait jouer un rôle essentiel dans la mise en place des systèmes racinaires de la végétation et dans l'amélioration de la fertilité des sols et de la productivité des parcours.

## **II.5. Potassium échangeable**

La teneur de nos sites en potassium échangeable est presque similaire entre tous les sites (tableau 12). Aussi, la différence entre les moyennes enregistrées dans chaque site est non significative. Selon Delaunois (2008) ces taux enregistrés dans nos sites seraient très élevés.

L'excès de potassium dans nos sites est dû essentiellement à la texture limoneuse du sol, car les sols à texture fine, cas des sols limoneux, sont potentiellement plus riches en K que les sols à texture grossière (Mhiri, 2002). Cet excès peut se transformer en sel et polluer ainsi les nappes phréatiques par percolation et infiltration (Koné et *al.*, 2009), pouvant aussi provoquer des carences en magnésium pour les plantes (Boynton & Burrell, 1944).

## **II.6. Sodium**

L'analyse du sodium (Na) contenu dans le sol de nos sites révèle une différence hautement significative (tableau 12) de sa teneur entre les sites aménagés : S1, S2 et S3 et le site en pâturage libre : PL.

La teneur la plus élevée en Na est enregistrée dans le site PL, tandis que celle la plus faible est observée à S4 notre site témoin.

La comparaison des sites S1, S2 et S3 laisse penser que le taux élevé de Na à S1 serait lié probablement à la courte durée de mise en repos et au pâturage non contrôlé que connaît ce site avant 2010.

L'excès de Na dans le site PL a entraîné une dégradation générale de la structure de son sol. Cela est particulièrement visible à sa surface par l'aggravation de la battance. Aussi, le taux de Na échangeable vis-à-vis du complexe adsorbant déclenche un processus de dispersion. Ce dernier réduit les forces d'attraction entre les particules colloïdales lors de l'humectation des agrégats dans l'eau (Sumner, 1993).

En général, dans les régions arides, le Na est présent en grande quantité soit sous forme de cristaux ou d'efflorescences résultant de l'évaporation de l'eau salée (Farifteh et *al.*, 2008). Une valeur élevée de cet élément signifie une grande quantité d'ions sodium en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les plantes et peut causer une salinité trop élevée du sol (Saidi et *al.*, 2008).

Concernant l'effet néfaste du sodium échangeable sur la structure des sols, le seuil de 460 mg/kg est initialement considéré comme le niveau critique qui affecte la stabilité structurale des sols (Metson, 1961). Des nombreux travaux ont montré que ce seuil est variable selon certains paramètres caractéristiques des sols tels que la texture, la nature des colloïdes et des constituants secondaires (Lebron et *al.*, 2002). Ces excès de Na affectent la croissance des plantes par toxicité directe et réduisent la disponibilité d'eau en abaissant le potentiel osmotique. Cette sodification, ou accumulation excessif de sodium, constitue un danger pour la durabilité des systèmes d'exploitation des terres de parcours. Par ailleurs, quand la nappe phréatique s'approche de la surface du sol, les sels initialement dissous précipitent sous l'effet de l'évapotranspiration potentielle élevée ce qui entraîne l'augmentation de la concentration du sodium dans le sol (Dekak et *al.*, 2011).

## **II.7. Calcaire total**

Le taux moyen du calcaire total révèle une différence non significative entre les cinq sites (tableau 12). Cependant, S3 montre un taux élevé en cet élément due à son sol dénudé riche en une croûte calcaire alors que S4, site de référence montre le taux le plus bas.

Plusieurs auteurs signalent cette augmentation du carbone organique. Certains pensent que cela peut être lié à l'augmentation des résidus organiques résultant de la décomposition des plantes (Cao et *al.* 2008) ; ou bien due à sa précipitation et son accumulation dans les horizons du sol (Duchaufour, 1977). Alors que Ruellan (1976) suggère que ce taux élevé en calcaire est en rapport avec la nature de la roche mère sous adjacente naturellement riche en calcaire.

D'autres auteurs rappellent que la seule présence dès la surface du calcaire dans un sol provoquerait une augmentation de la teneur en matière organique totale des plantes (Le Tacon, 1978).

Le taux du calcaire total enregistré dans nos sites serait fortement élevé (Baize, 2000). La valeur du CaT enregistré à S4 aurait pour rôle de préserver la matière organique dans les steppes arides du Maroc. Le taux élevé à S3 pourrait être lié aux travaux de CES. En effet, lors de nos investigations dans ce site nous avons remarqué que son sol était imprégné de particules blanches d'origine calcaire.

S2, planté en 2010 par l'*Atriplex nummularia*, enregistre des teneurs en CaT proches de celle de S3. Ceci a été signalé par Yahiaoui et al. (2014) sur des sols où cette espèce était introduite. La faible alcalinisation de nos sites étudiés serait liée à la présence du CaT. En effet, l'absence de ce dernier élément a pour conséquence une acidification progressive du sol suivant les conditions pédoclimatique.

**Tableau 12:** Les minéraux du sol mesurés dans les différents sites étudiés. P : phosphore en mg/kg ; K : potassium échangeable en mg/kg ; Na : sodium en mg/kg ; CaT : calcaire total en % ; Min : minimum ; Max : maximum ; Moy : moyenne.

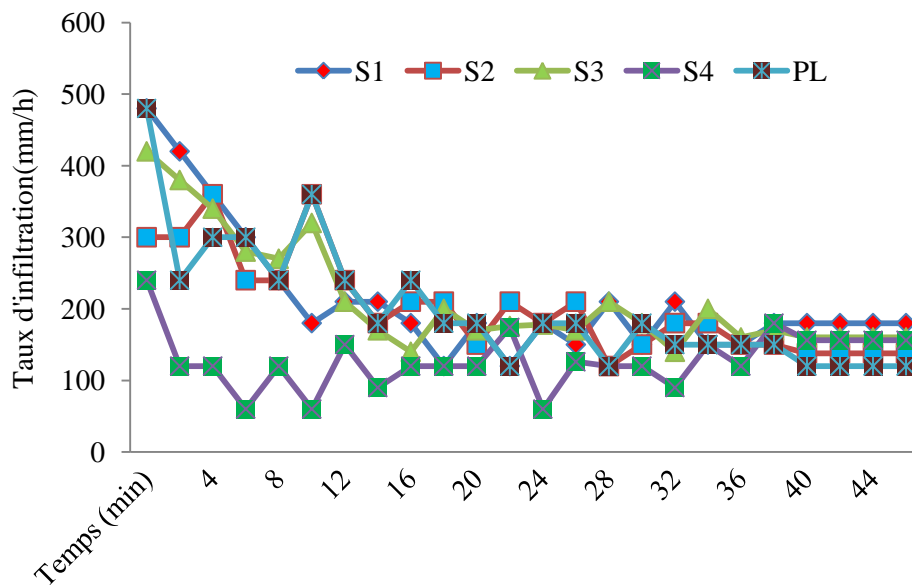
Sites	P Min	P Moy	P Max	K Max	K Min	K Moy	K Max	Na Min	Na Moy	Na Max	CaT Min	CaT Moy	CaT Max
S1	0,27	<b>0,41 a</b>	0,46	772,73	573,64	<b>677,12 a</b>	772,73	239,24	<b>351,56 ab</b>	549,24	26,04	<b>30,01 ab</b>	36,46
S2	0,11	<b>0,38 a</b>	0,62	897,58	664,75	<b>728,49 a</b>	897,58	155,00	<b>214,15 b</b>	357,17	25,30	<b>33,4 a</b>	42,41
S3	0,12	<b>0,47 a</b>	0,6	995,44	597,26	<b>752,06 a</b>	995,44	171,85	<b>244,29 b</b>	347,07	31,25	<b>36,09 a</b>	40,18
S4	0,28	<b>0,48 a</b>	0,59	806,47	617,51	<b>726,61 a</b>	806,47	131,41	<b>169,23 b</b>	205,54	19,35	<b>24,22 b</b>	30,51
PL	0,09	<b>0,31 a</b>	0,57	789,60	614,13	<b>684,99 a</b>	789,6	165,11	<b>463,65 a</b>	879,46	26,79	<b>32,89 a</b>	47,62

a, b, c : des valeurs de phytomasse sont significativement différentes ( $P < 0.05$ ) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun

## II.8. Perméabilité du sol à l'eau

La perméabilité (en mm/h) du sol à l'eau ce révèle sensiblement différente entre les cinq sites (figure 20). Les sites S1, S2, S3 et S4 ont tendance à une saturation hydraulique à des taux d'infiltration relativement bas. Donc le pâturage ainsi que les actions d'amélioration pastorale que connaissent ces sites avaient un effet positif sur l'infiltration de l'eau dans le sol et cela selon le type de faciès de chaque site. Tandis que la plus faible perméabilité du sol à l'eau est enregistrée dans le site PL. Cela pourrait être du au fort piétinement animal que connaît ce site. Comme l'ont démontré Kemper & Miller (1976), la déstructuration de la surface du sol a pour conséquence la diminution de sa porosité.

En conséquence, l'hypothèse d'amélioration de la perméabilité du sol à l'eau sous l'action du piétinement animal dans les zones arides, émise par un certains nombre d'auteurs, serait non valable dans nos sites (Goodloe, 1969; Savory, 1978; Savory et Parsons, 1980).



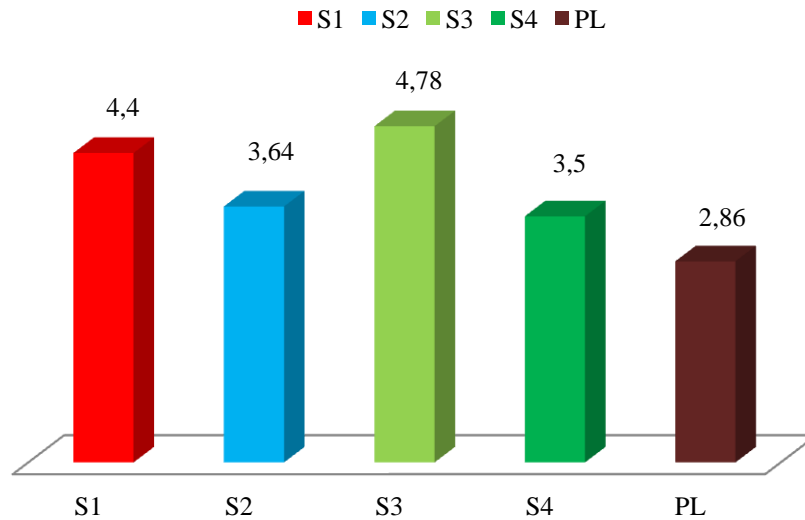
**Figure 20:** Courbes de variations de la perméabilité (mm/h) du sol à l'eau des sites étudiés

## II. 9. Humidité résiduelle

L'humidité résiduelle (HR) est proportionnelle au taux d'argile et de matières organiques dans le sol. Généralement les sols à texture argileuse ont une HR de 4-8% tandis que ceux à horizons sableux peu humifères se distinguent par une HR inférieure à 1% (Reboza, 2010).

L'analyse de cette variable révèle une hétérogénéité entre les cinq sites (figure 21). S3, aménagé par la technique de CES, se distingue par sa forte HR. S1, à faciès d'armoise, montre une HR plus élevée que S4, à faciès d'alfa, ou bien S1, à plantation pastorale. Alors que le site PL, en pâturage libre a enregistré l'HR la plus faible.

Nos résultats confirment des travaux antérieurs sur les sols favorables au développement et à la régénération d'*Artemisia herba-alba* (Floret & Pontannier, 1982; Le Floc'h, 1989).



**Figure 21:** Humidité résiduelle (en %) dans des sites étudiés

### **II.10. Phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal**

L'étude de la phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal a pour objectif de comprendre les mécanismes qui régissent la dynamique racinaire des parcours steppiques, d'identifier, de quantifier et de prédire les modifications de ces mécanismes sous l'effet de pâturage. Cette étude portera sur l'analyse de la réponse des écosystèmes aux perturbations et la détermination des seuils de perturbation au-delà desquels les écosystèmes sont irréversiblement modifiés.

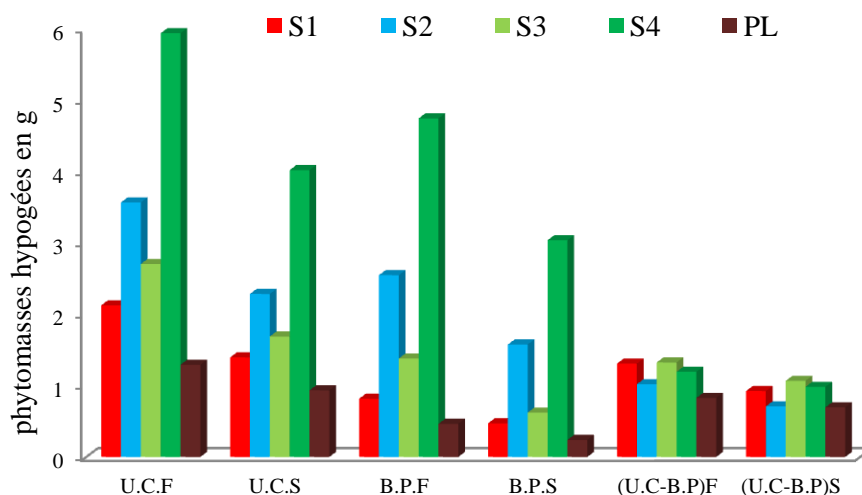
Nous essayerons à travers l'analyse de cette phytomasse de proposer un nouvel indice de suivi de ces perturbations, nommé indice hypogé de dégradation ou de désertification : IHD.

Il serait donc judicieux de développer une recherche approfondie sur l'utilisation de l'indice hypogé de dégradation ou de désertification et de mettre des outils simples et pertinents permettant de détecter les seuils d'irréversibilité au-delà desquels les écosystèmes pastoraux sont durablement endommagés et donc leur restauration ou réhabilitation deviennent synonymes de dépenses excessives inutiles.

Dans cette étude, la présence de milieux steppiques homogènes dans les hauts plateaux du Maroc oriental nous a facilité la mise en œuvre de l'analyse de cet indice après plusieurs sorties de terrain.

Nos résultats nous ont permis de montrer que la phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal (figure 22) est importante dans le site témoin S4, relativement faible dans les sites S1, S2 et S3, et drastiquement abaissée dans le site en pâturage libre PL, ce dernier a été marqué par la formation d'une couche de sable importante d'environ 10 cm d'épaisseur qui couvrait tout le site.





**Figure 22:** Comparaison entre les phytomasses hypogées des sites étudiés  
**Légendes :** U.C.F: Under canopée frais ; U.C.S: Under canopée sec; B.P.F: Between plant frais, B.P.S: Between plant sec.

La valeur élevée de la phytomasse hypogée sous et hors couvert végétal dans le site S4 est accompagnée d'un enracinement profond de sa végétation en particulier dans les espaces couverts d'alfa. Sur le terrain, nous avons distingué deux types de systèmes racinaires. Ces deux types ont des fonctions différentes : des racines tubérisées responsables de l'ancrage de la végétation ; et des racines fibreuses responsables de l'absorption de l'eau et des éléments minéraux.

Ainsi, la compréhension de la nature de la biomasse racinaire des espèces pastorales permettrait une meilleure connaissance de la morphologie sous-terrainne des espèces autochtones en vue de leur choix dans les travaux d'aménagement et de réhabilitation des écosystèmes dégradés.

## II.11. Conclusion édapho-floristique

Rappelons que dans notre étude les cinq sites choisis sont pour certains particulier : S4 est le site de référence il est non pâturé ; à l'opposé PL est le site en pâturage libre ; S1, S2 et S3 sont 3 sites où des techniques de restauration et de réhabilitation différents ont été introduits tels que : la mise en repos, conservation de l'eau et du sol, plantation d'*Atriplex nummularia*, ...

Suite à l'analyse d'un certains nombres de paramètres édapho-floristique de nos sites, il ressort que :

- les différentes techniques de restauration et de réhabilitation des sites S1, S2 ont considérablement amélioré la matière organique, l'humidité résiduelle, la perméabilité, le recouvrement végétal, la phytomasse et la valeur pastorale de ces sites étudiés.
- en se référant au site S4, on a démontré que les actions d'aménagement pastoral appliquées aux sites S1, S2 et S3 ont influencé positivement les propriétés physico-chimique du sol et ont contribué à la restauration de la majorité des paramètres édapho-floristiques étudiés.
- la plupart des propriétés physico-chimique du sol en S1, S2 et S3, comparées au site PL, sont statistiquement améliorées.
- sur le plan édaphique, la teneur des sols en sodium échangeable (Na) et la conductivité électrique (CE) des parcours non aménagés a révélé une élévation des ces paramètres.
- une nette amélioration du couvert végétal des sites aménagés par rapport à celui en pâturage libre ; la phytomasse est globalement importante et dépasse celle du site pâturé librement.
- en terme d'offre fourragère, la valeur moyenne obtenue dans les sites aménagés dépassait largement celle des parcours libres.

Nos résultats suggèrent que, moyennant des actions d'aménagement et de gestions rationnelles adéquats, la régénération et la reconstitution des espaces de parcours dégradés seront possibles et améliorés. En effet, l'impact de toutes les actions d'aménagement et de gestions était positif pour l'ensemble des paramètres analysés des sites aménagés. Et cela, malgré les contraintes du milieu et du climat souvent défavorables.

Aussi, ces résultats constitueraient des outils précieux pour une bonne gestion des terrains pastoraux aménagés, ainsi que des indicateurs d'évolution de ces espaces aidant à la prise de décisions futures opportunes par les opérateurs : autorités locales, élus, développeurs, éleveurs et société civile. Et qu'une amélioration pastorale efficace permettrait le maintien d'un équilibre écologique durable et adéquat envers les crises climatiques.

En effet, toutes ces actions d'aménagement et de restauration des parcours auraient un impact socio-économique positif permettant une vie décente aux populations locales et un moyen de lutte adéquat contre l'exode rural que connaît ces régions. Aussi ces actions apporteraient des solutions durables dans la gestion des parcours aussi bien sur le plan élevage que couvert végétal.

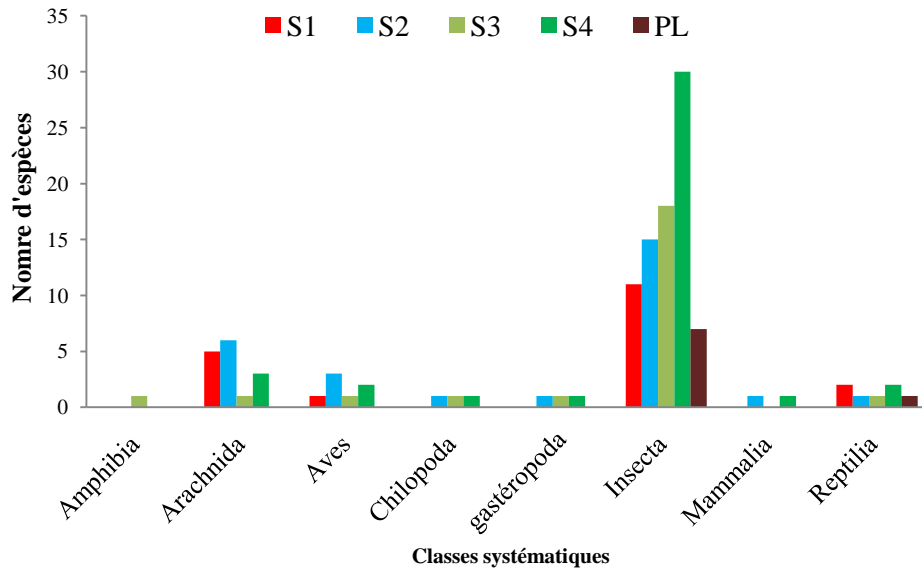
### **III. Étude faunistique**

#### **III.1. Inventaire faunistique**

La faune rencontrée est diversifiée et riche de 87 espèces (figure 19, Annexe 6). La classe des insectes avec ses 57 espèces est la plus importante. Vient ensuite celle des araignées ou

arachnides avec 14 espèces. Les classes des oiseaux ou faune aviaire, reptiles, amphibiens et mammifères comptabilisent chacune 6, 4, 2 et 2 espèces respectivement. Quand aux classes des chilopodes et amphibiens elle compte chacune une espèce. Nous notons aussi la présence des sous embranchements des Eumollusques et des hexapodes.

Ainsi les insectes représentent 66% de la faune totale rencontré dans nos sites ; les araignées 16% ; les oiseaux 7% ; les reptiles 5% pour; les mammifères et les gastéropodes 2% et 1% pour les chilopodes et amphibiens.



**Figure 23:** Différentes classes faunistiques rencontrées dans les sites étudiés

### III.1.1. Classe des insectes

#### \*Ordre des araignées

Il est représenté par 12 espèces réparties en 10 familles. S1 et S2 comptabilisent à eux seuls 5 espèces. Cet ordre n'a pas été signalé dans le site en pâturage libre PL. Cependant, une espèce rattachée à cet ordre et relevant de la famille des Thomisidae a été rencontrée à S3. Les deux espèces rencontrées à S4 appartiennent aux familles des Salticidae et Thomisidae.

La majorité des familles relevant de l'ordre des araignées sont monospécifiques.

#### \*Ordre des orthoptères

Ce sont des insectes à métamorphose incomplète (hétérométaboles). L'ordre est représenté par 3 familles, il est absent du site PL et compte 2; 1; 3 et 4 espèces dans les sites S1, S2, S3 et S4 respectivement. La famille des Pyrgomorphidae compte une seule espèce présente à S3 et S4 ; tandis qu'une espèce rattachée aux Pamphagidae a été rencontrée à S4.

### **\*Ordre des hémiptères**

Cet ordre est représenté par 4 espèces rattachées à 4 familles différentes. Trois familles monospécifiques sont rencontrées à S4 tandis qu'une espèce relevant des Cicadidae est signalée à S2.

### **\*Ordre de coléoptères**

Les coléoptères regroupent 28 espèces. Celles-ci se répartissent entre 12 familles (annexe 6). La famille des Tenebrionidae avec 6 espèces est la plus riche ; vient après des Carabidae avec 5 espèces ; Chrysomelidae et Curculionidae comptent chacune 4 espèces alors que Meloidae et Scarabaeidae regroupent 2 espèces chacune. Le reste des familles est monospécifiques.

On compte 11 espèces de coléoptères à S4 ; 10 espèces à S3 et 7 espèces à S2. Par contre S1 et PL ont 6 espèces de coléoptères chacun.

### **\*Ordre d'hyménoptères**

Dans notre zone d'étude, l'ordre des Hyménoptères compte 5 espèces réparties entre 3 familles. La famille des Formicidae est la plus représentée avec 3 espèces. Les deux autres familles des Apidae et des Vespidae sont monospécifiques. Le nombre d'espèces d'Hyménoptères dans le site S3 est 3 ; 2 espèces dans les sites S2 et S4 et une seule espèce dans le site PL.

### **\*Ordre de lépidoptères**

Ces insectes comptent parmi ceux pollinisateurs et donc ont un rôle primordial dans la reproduction des plantes. Dans les sites étudiés 6 espèces de lépidoptères ont été rencontrées. Ces espèces se répartissent en 5 familles. Les Pieridae sont représentées par 2 espèces. Le reste des familles sont monospécifiques. Avec 4 espèces, réparties entre 3 familles, S4 apparaît le plus diversifié ; suivie de S1 et S2 avec respectivement 2 et une seule espèce. Cependant cet ordre est absent de S3 et PL.

### **\*Ordre de diptères**

L'ordre regroupe 5 familles monospécifiques : Asilidae, Tabanidae, Muscidae, Brachycera et Sarcophagidae. Ces familles se rencontrent dans les sites S2, S3 et S4 avec 3, 1, et 2 espèces respectivement.

### **\*Ordre des dermaptères**

Cet ordre est représenté par une espèce, *Forficula auricularia* ou perce-oreille, rattachée à la famille des Forficulidae, est rencontrée dans le site S4. C'est insecte nocturne dont la dispersion est liée à l'activité humaine et se rencontre dans toutes les régions tempérées du

monde (Zack et al., 2010). Cependant, il est originaire d'Europe, d'Asie occidentale et de l'Afrique septentrionale (Lamb & Wellington, 1975).

#### **\*Ordre des scolopendromorphes**

*Scolopendra cingulata* est la seule espèce relevant de cet ordre et appartenant à la famille des Scolopendridae, elle a été rencontrée dans les sites S2 et S3 et souvent signalée comme prédateur de certaines espèces de scorpions (Iorio, 2006).

#### **\*Ordre des scorpions**

Cet ordre est représenté par *Buthus occitanus* et *Androctonus australis* rattachées à la famille des Buthidae, rencontrées respectivement dans les sites S4 et S2. *Buthus occitanus* est le seul scorpion venimeux de France, bien que cette toxicité soit moindre que celles des taxons nord africains du même genre (Emerit, 1995). *Androctonus australis* est l'une des espèces les plus répandues dans le monde (Geniez, 2009).

### **III.1.2. Classe des stéropodes**

#### **\*Ordre des stylommatophores**

Les mollusques sont représentées par l'unique famille des Helicidae où deux de ses espèces : *Otala depageana* et *Otala tigris* ont été rencontrées respectivement dans les sites S3, S2 et S4.

### **III.1.3. Classe des amphibiens**

#### **\*Ordre des anoures**

L'ordre est représenté par une seule espèce : *Sclerophrys mauritanica* prélevée dans le site S3.

### **III.1.4. Classe des oiseaux**

#### **\*Ordre des Charadriiformes**

Cet ordre présent dans le site S2 par *Cursorius cursor* rattachée aux Glareolidae.

#### **\*Ordre des passeriformes**

Fringillidae et Alaudidae, 2 familles rattachées à cet ordre sont signalées dans le site S4, alors que S1 ne montre qu'une seule famille.

#### **\*Ordre des pterocliiformes**

Il est présent dans les sites S2 et S3 par la seule espèce : *Pterocles alchata*.

#### **\*Ordre des otidiformes**

*Chlamydotis undulata* rattachée à cet ordre est présente dans le site S2.

### **III.1.5. Classe des mammifères**

#### **\*Ordre des rongeurs**

*Jaculus jaculus* rattaché à cet ordre est représenté dans le site S4.

**\*Ordre des érinaceomorphes**

*Aterix algirus* de la famille des Erinaceidae est signalée dans le site S2.

**III.1.6. Classe des reptiles**

**\*Ordre des squamates**

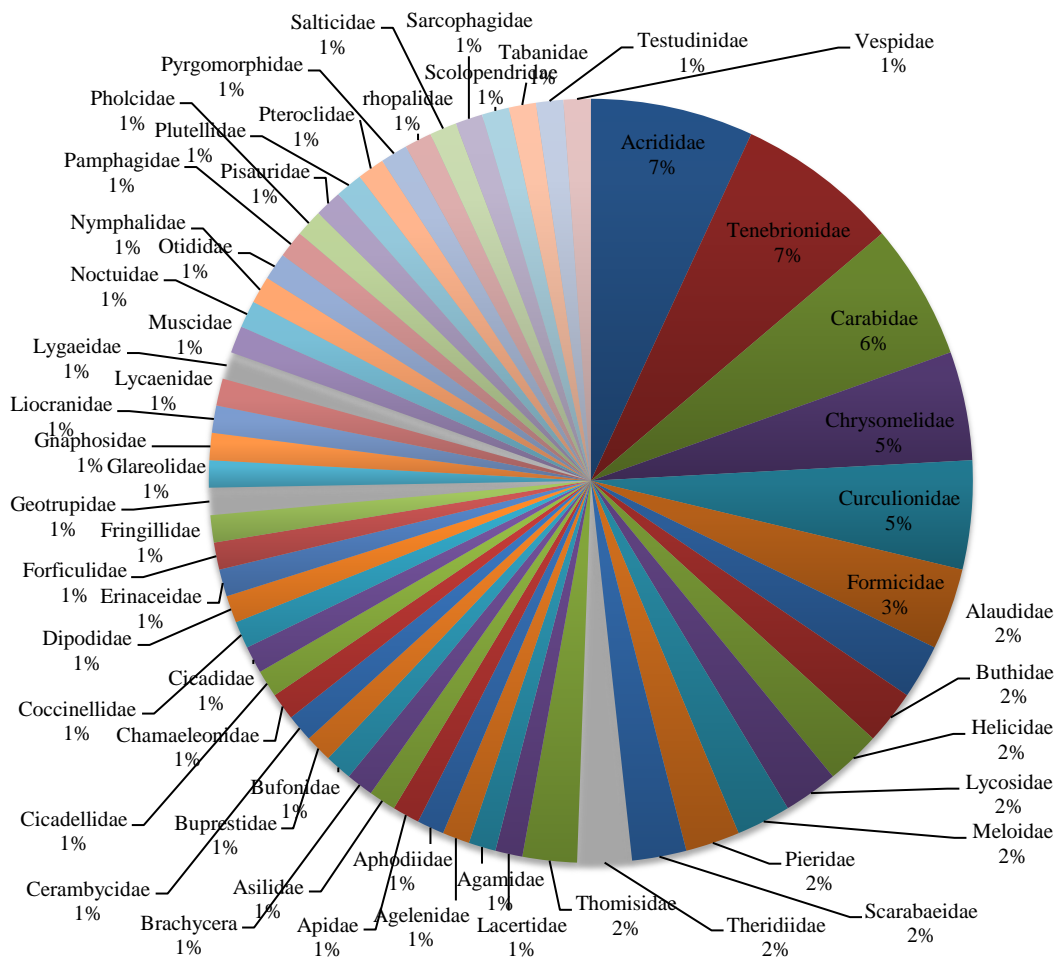
Trois familles de cet ordre ont été signalées : Chamaeleonidae à S2, Lacertidae à S1, S3 et PL et Agamidae à S4.

**\*Ordre des testudines**

*Testudo graeca* est signalée dans le site S4.

**III.2. Distribution des différents groupes faunistiques**

Les 87 espèces inventoriées se répartissent en 56 familles (figures 24, Annexe 6).

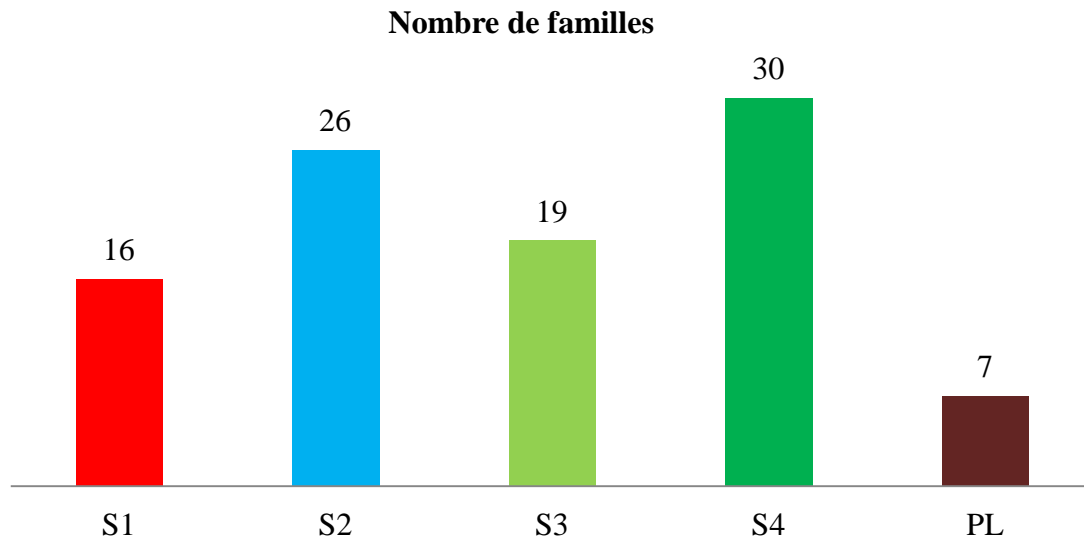


**Figure 24:** Proportions (%) des familles d'espèces animales collectées dans les cinq sites

Parmi les familles les plus représentatives : les Acrididés et Ténébrionidés comptent 6 taxons chacune ; Carabidés ont 5 taxons ; Curculionidés ont 4 taxons et les Formicidés comptent 3 taxons. Ces familles comptabilisent à elles seules 33% de l'ensemble de la faune

des sites étudiés. Le reste des espèces, soit 65% appartiennent à 51 familles monospécifiques dans cette étude telles que : Buthidées, Hélicidés, Lycosidées, ...

La comparaison de la richesse faunistique montre une différence significative entre les sites étudiés (figure 25).



**Figure 25:** Répartition des familles présentes dans chaque site

S4 apparaît le plus diversifié, il compte 38 espèces appartenant 30 familles différentes. Il est suivi de S2 avec 28 espèces et 26 familles. Quand au site S3 il est représenté par 24 espèces réparties en 19 familles et S1 compte 19 espèces appartenant à 16 familles. Le site PL en pâturage libre est le moins diversifié il compte 7 familles monospécifiques.

Sur le plan diversité faunistique, la classe des insectes avec leurs 57 espèces forment le groupe le plus représenté en particulier dans les sites aménagés (S1, S2 et S3) et notre site de référence S4. Cette richesse spécifique en insectes est due leur grande stratégie adaptative. Par ailleurs, les insectes détritvires ont un rôle primordial dans la décomposition de la matière organique (Faucheux, 2009). Leur abondance en S4 pourrait expliquer le taux élevé de matière organique que connaît ce site.

Les carabidés, par leur mode de vie particulier, se rencontrent dans tous les sites (Lambeets et *al.*, 2008), ce groupe systématique peut caractériser une association végétale particulière (Quezel & Verdier, 1953).

Les acrididés, vivent généralement sur terrains secs et sablonneux, beaucoup d'entres elles sont floricoles (Colas, 1966) elles sont représentés par 6 espèces : *Calliptamus barbarus*, *Chorthippus albomarginatus*, *Gryllomorpha dalmatina*, *Sphingonotus caerulans*,

*Dociostaurus maroccanus* et *Oedipoda germanica*. Elles sont absentes du site PL et comptent 2, 1, 3 et 4 espèces dans les sites S1, S2, S3 et S4 respectivement.

Les curculionidés sont représentées par 4 espèces : *Coniocleonus excoriatus* à S3 et *Brachycerus callosus*, *Sciaphilus asperatus* et *Tychius aureolus* à S4.

Les forficulidés compte une espèce, *Forficula auricularia* ou perce-oreille européen, rencontrée à S4. Cette espèce est originaire d'Europe, Asie occidentale et Afrique septentrionale (Lamb et Wellington, 1975) mais se rencontre un peu partout dans les régions tempérées du monde. Le perce-oreille est une espèce nocturne souvent cachée le jour dans différents habitats. Ce comportement fait de l'insecte un excellent candidat pour la dispersion par les différentes activités humaines (Zack et al., 2010).

Les scolopendridées sont présentes en S2 et S3 par l'espèce *Scolopendra cingulata*. Des cas de prédation de cette espèce sur des scorpions ont été signalées (Iorio, 2006).

Les asilidés sont rencontrés en S2. C'est un groupe d'insectes prédateurs capables de se nourrir de guêpes, papillons, mouches ou pucerons (Lavigne et al., 2000).

Les chrysomélidées sont représentées par *Timarcha punctella* à S1, S2 et S3. *Cryptocephalus sericeus* est présente uniquement à S1, *Galeruca tanacetii* à S4 et *Timarcha tenebricosa* dans le site pâturé librement PL.

Le sol des sites S2, S3 et S4 montre à sa surface la présence de nombreuses espèces terricoles telles que *Crematogaster auberti* et *Messor capitatus* qui sont des fourmis fouisseuses rencontrées souvent au pied des plantes qui leur assurent une certaine protection contre le piétinement. La nature meuble des sols steppiques facilite l'installation des nids de ces hyménoptères. Généralement les fourmis sont des espèces terricoles qui reflètent la nature du milieu où elles se trouvent (Cagniant, 1965), elles jouent un rôle important dans la composition du tapis végétal (Plaisance et Cailleut, 1958). Ces fourmis peuvent maintenir l'homéostasie environnementale en réglant la température et l'humidité de la fourmilière en la rendant moins stressante (Holway et al., 2010). Les fourmis sont responsables de la dégradation de la litière environnante (Bull et Hawkswor, 2006). Luc et Serge (2005) ont montré que *Crematogaster auberti* végétalise son nid et fabrique des jardins suspendus en incorporant des graines d'épiphytes dans les parois de leurs fourmilières faites de fibres ou pulpes de bois mâchées.

S2, planté avec l'*Atriplex nummularia*, enregistre la présence de 6 espèces d'araignées et 3 espèces d'oiseaux, contre une espèce de chacun des deux groupes à S3. *Latrodectus tredecimguttatus* rencontrée à S2 est une aranéomorphe, elle profite de la protection des



chaumes pour installer sa toile irrégulière en maille asymétrique (Williams et *al.*, 1994) caractéristique des thériidiés (Foelix, 1996). Cette araignée fabrique ses pièges près du sol pour capturer les invertébrés vivant à la surface du sol (Duma, 2006).

S4 montre la présence de *Salticus scenicus*, une araignée qu'utilisent les plants de *Stipa tenacissima* pour chasser ses proies, le feuillage de cette plante est un milieu hostile pour leur aliment. Le taux de recouvrement élevé de cette espèce donne une physionomie spéciale au milieu ainsi qu'aux stratégies de chasse pour d'autres araignées. La densité des touffes d'alfa ont permis aux insectes : *Amara lunicollis*, *Calliptamus barbarus*, *Chorthippus albomarginatus*... de se déplacer facilement entre les touffes. Toutefois, les araignées préparent leur toile en nappe attachée aux feuilles d'alfa et d'*Atriplex* pour chasser les petits insectes.

Le site PL en pâturage libre présente une végétation très clairsemée laissant paraître le sol dénudé où quelques coléoptères tels que *Timarcha tenebricosa*, *Carabus coriaceus*, *Carabus problematicus* et le géotrupe du fumier (*Geotrupes stercorarius*) arrivent encore à survivre.

Dans les parcours dégradés, l'absence d'abris menace la survie des animaux ce qui leur impose à développer de nombreuses stratégies adaptatives. Ainsi, *Coccinella septempunctata* par exemple dans le site PL sécrète de l'hémolymphe (autohémorrhée) riche en alcaloïdes toxiques qui font repousser ses prédateurs ; *Timarcha tenebricosa*, insecte aptère, sécrète une hémolymphe, rouge-orangée d'un goût désagréable pour ses prédateurs, par sa cavité buccale (phénomène de saignée réflexe) puis par ses articulations.

Les buthidés sont représentés par deux espèces : *Buthus occitanus* rencontré à S4, se rencontre sur le pourtour méditerranéen, France, Espagne, sud d'Italie, Grèce, Egypte, Afrique du Nord et de l'Ouest, est c'est le seul scorpion venimeux de France mais beaucoup moindre que les espèces nord africaines du même genre (Emerit, 1995); *Androctonus australis* rencontré à S2 compte parmi les espèces les plus répandues de la famille des Buthidés et largement répandue au nord-est du Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Niger, Tchad, Soudan et Egypte (Geniez, 2009).

*Psammodromus hispanicus*, d'aspect brun indiscernable du sol, est un reptile chez qui le mimétisme est une adaptation de protection contre leur ennemies.

Le piétinement que connaît le site PL a réduit non seulement la capacité de charge de ses pâturages mais aussi la fragmentation voir la perte de nombreux habitats naturels aussi bien au niveau floristique que faunistique (Blaum & Wichmann, 2007) qui seraient responsables de la raréfaction voir la disparition de nombreuses espèces (Garay & Dias, 2001).

Parfois ces perturbations peuvent se répercuter sur la structure génétique des peuplements (Gibbs, 2001) ce qui est à l'origine d'une évolution adaptative et l'apparition de nouvelles populations (Grum, 1994 et Fahrig, 2003).

Signalons que la présence des herbivores est favorable à la dispersion des graines (Marriott et al., 2004) soit par épizoochorie, lorsque le transport se fait dans leur toison (Fischer & Stöcklin, 1997), ou par endozoochorie, après le passage des graines par leur tube digestif elles se trouvent dans leur déjection (Malo et Suarez, 1995). Ces dernières seront source d'alimentation à de nombreuses espèces de coléoptères qui contribueront à la dissémination de nombreuses espèces végétales.

L'hétérogénéité des peuplements (Sebastià et al., 2008) et le contrôle des espèces compétitives (Amiaud et al., 2008) comptent parmi les facteurs impactant le pâturage et qui ont un rôle directe sur la composition floristique et la diversité des communautés végétales.

Les insectes pollinisateurs comme les coléoptères dépendent de certaines légumineuses à fleurs riches en pollen et nectar (Gibson et al., 1992 ; Backowski & Borón, 2005 ; Goulson et al., 2005). Ces légumineuses sont souvent sélectionnées par les ruminants (Dumont et al., 2007).

La pression anthropique sur les parcours pastoraux induit une modification dans la structure de la végétation qui serait variable selon le type d'écosystèmes (McGeogh et al., 2002).

Il ressort de cette étude que l'évaluation diachronique des groupes systématiques appropriés serait utile pour estimer de l'état général des écosystèmes pastoraux au Maroc. En effet, et à titre d'exemple, les fourmis ont été identifiées comme de bons indicateurs de succession et de perturbation dans les zones arbustives naines du Karoo (Dean et Milton, 1995) et dans les parcours semi-arides d'Australie (Hoffmann, 2000). Tandis que les araignées ont été révélés des indicateurs appropriés dans les savanes du Nord de l'Australie (Churchill & Ludwig, 2004) et des paysages agricoles (Duelli et al. 1999) ; comme les papillons dans les forêts tropicales (Spitzer et al., 1997).

### **III.3. Conclusion faunistique**

L'étude quantitative et qualitative de la faune rencontrée dans nos cinq sites durant la période allant de 2014 à 2017 nous a permis de relever 87 espèces dont 66% appartiennent à la classe des insectes, vient après les araignées avec 16% ; les oiseaux, reptiles, mammifères + gastéropodes, chilopodes + amphibiens avec respectivement : 7%, 6%, 2%, 1%.

Au niveau des ordres, celui des coléoptères est le plus riche et compte 28 espèces, les Orthoptères groupent 8 espèces et les Lépidoptères comptent 6 espèces. Chez les

Hyménoptères, 3 espèces de Formicidés sont signalées. Plusieurs ordres rattachés à la classe des araignées sont représentés par plusieurs familles toutes monospécifiques, elles que : Liocranidae, Pholcidae, Pisauridae, ...

Les actions d'amélioration pastorale entreprises dans les sites aménagés révèlent une organisation et un partage des ressources appropriés dans les sites S2 et S3. Ces parcours, en tant que zones naturelles de biodiversité, représentent aussi une ressource génétique qui serait exploitable dans des domaines variés tels que celui de l'agronomie ou des plantes médicinales et aromatiques, .... Aussi, certains Hétéroptères qui sont des prédateurs naturels pouvaient être utilisés dans la lutte biologique contre de nombreux ravageurs.

## *Conclusion générale et recommandations*

Les terres de parcours occupent de vastes superficies et procurent de nombreux rôles : économique, sociale et écologique. Aussi, elles assurent des habitats pour la faune et la flore et préservent la biodiversité terrestre.

Dans plusieurs régions du monde, les parcours fournissent des produits et des services divers pour des dizaines de millions de personnes. Elles contribuent aussi à la stabilité sociale et géopolitique ainsi qu'à la sécurité alimentaire des populations pastorales.

Toutefois, la littérature scientifique et le suivi diachronique de la végétation et des sols des parcours rapportent une dégradation générale de la plupart des parcours à travers le monde. A titre d'exemple en Afrique du nord, le caractère steppique des parcours auquel s'ajoute le surpâturage, le défrichement, la sédentarisation le tout aggravé par les changements climatiques tous sont des facteurs qui ont accéléré la dégradation des terres et ont engendré des conflits entre pasteurs transhumants et agriculteurs sédentaires.

Pour remédier à cette problématique, des techniques de gestion et d'amélioration pastorales ont été mise en œuvre. Ces techniques basées sur trois approches : la restauration, la réhabilitation et la réaffectation, ont permis de réduire les dommages que connaissent les terres de parcours et d'améliorer leur production végétale et animale.

Au Maroc, les parcours naturels occupent près de 75% de la superficie globale du pays et fournissent plus de 30% du besoin fourrager des troupeaux. Ces terres se répartissent en dix zones pastorales à forte diversité végétale et animale. Cependant, malgré l'existence d'une politique d'aménagement nationale de mise en valeur et de protection des parcours, régit de cadres constitutionnel, organisationnel et juridique, ces écosystèmes pastoraux connaissent malheureusement encore de nombreuses dégradations. Il est donc urgent que tous les partenaires, en particulier les coopératives pastorales, préservent ces ressources tout en assurant un développement durable de ces parcours aussi bien au niveau pâturage que d'élevage.

Notre travail se place dans le cadre général de la recherche sur le suivi, la gestion et la valorisation des terres de parcours des hauts plateaux de l'oriental du Maroc. Et l'objectif dudit travail était d'évaluer l'impact des trois techniques d'aménagements pastoraux qui sont : la mise en repos du site S1 ; la plantation d'arbustes fourragers à S2 ; les travaux de conservation de l'eau et du sol réalisés dans le site S3 ; auxquels s'ajoutent l'apport de la population locale, organisée en coopérative pastorale nommée « Mataf », assistée par des

agents de développement de l'agriculture. Cet impact a été évalué sur la variabilité de nombreux paramètres biotiques et abiotiques au niveau des trois sites de parcours réhabilités. Parmi ces paramètres : la diversité floristique ; l'indice de diversité de Shannon-Wiener ; la répartition des espèces ; le recouvrement global de la végétation ; le type biologique ; la densité, la fréquence et la contribution spécifique ; la phytomasse de type épigée et hypogée ; la valeur énergétique de la phytomasse ; sur le plan faunistique nous avons fait appel à des méthodes classiques de capture qui nous ont permis d'évaluer la diversité faunistique inféodée aux différents sites étudiés.

L'inventaire floristique réalisé sur nos 3 sites aménagés par la mise en repos en S1, la plantation d'*Atriplex nummularia* en S2 et la technique de conservation de l'eau et du sol en S3, nous a permis de montrer que le cortège floristique de ces sites était plus riche et plus diversifié que le site pâturé librement PL. En effet, le nombre total d'espèces inventorié sur nos cinq sites d'étude : S1, S2, S3, S4 et le site en pâturage libre PL est de l'ordre de 99 taxons (Annexe 4). Ces espèces et sous-espèces se répartissent dans 30 familles soit 41 espèces à S1, 75 à S2, 50 à S3, 40 à S4 et uniquement 26 taxons dans le site PL.

Parmi les espèces inventoriées : *Atractylis cancellata*, *Carduus pycnocephalus*, *Scorzonera angustifolia*, *Telephium sphaerospermum*, *Teucrium luteum*, *Androsace maxima* sont toutes signalées pour la première fois dans les parcours de l'oriental.

Aussi, nous avons remarquées que trois facteurs influençaient la répartition des plantes rencontrées, ce sont : le surpâturage, l'ensablement et les pratiques agricoles. Et, que les plantes non palatables connaissent une forte prolifération dans les parcours dégradés. C'est le cas de *Peganum harmala*, *Atractylis serratuloides*, *Thymeleae microphylla*, *Fagonia cretica*, *Noaea mucronata*. Ceci serait dû à la présence d'une forte pression de l'homme et son troupeau surtout dans les parcours où l'Alfa et l'Armoise sont en voie de régression.

Cette étude a permis d'élaborer une liste presque exhaustive, de la flore des hauts plateaux de l'oriental, qui pourrait constituer une référence de base pour les études diachroniques futures. Compte tenu des résultats de nos investigations, des plans d'urgences, d'accompagnement et des actions de conservation ou de restauration doivent être proposées et opérationnalisées dans le cadre d'un aménagement pastoral nécessaire.

La répartition des espèces inventoriées exprimée par les stratégies adaptatives fait ressortir la dominance des thérophytes, hémicryptophytes et chaméphytes dans les sites aménagés. L'augmentation des herbacées serait due aux contraintes climatiques aggravées par l'action de l'homme et son troupeau sur les espèces ligneuses et herbacées vivaces steppiques. L'absence

de phanérophyles du site pâturé librement révèle le niveau de dégradation alarmant que connaissent les parcours des hauts plateaux de l'oriental.

Sur le plan systématique, parmi les 32 familles recensées neuf sont rencontrées dans tous les sites c'est le cas des Astéracées et leur 30 taxons, les Poacées avec 9 taxons, les Brassicacées avec 7 taxons, les Cistacées avec 5 taxons, les Lamiacées avec 5 taxons, les Borraginacées avec 4 taxons, les Fabacées avec 4 taxons, les Ranunculacées avec 3 taxons et les Caryophyllacées avec 3 taxons. Ces neuf familles totalisent à elles seules 70 espèces sur les 99 inventoriées, soit 71,41% de la richesse spécifique totale.

Concernant le niveau de rareté des 99 taxons inventoriés, il ressort que : 14 sont très rares (**RR**), 6 rares (**R**), 5 soupçonné rare (**R ?**), 3 éteints ou de présence douteuse (**??**), 2 vulnérables (ou semble l'être) en voie de régression et pourraient devenir rare à court terme (**V**) et 1 taxon soupçonné très rare (**RR ?**).

Au niveau biogéographique, le caractère méditerranéen est dominant dans les sites étudiés avec un pourcentage de plantes endémiques important soit 35% des taxons inventoriés dont 14 taxons sont endémiques d'Afrique du Nord, 8 endémiques du territoire Euro-méditerranéen et 6 espèces sont endémiques du territoire Eurasiatiques et Méditerranéennes. Le reste des espèces, soit 37 taxons, relèvent d'autres régions phytogéographiques.

L'importance du couvert végétal de nos sites est indicateur du degré de protection du sol contre l'érosion. Ce taux a été estimé à 4,6% dans le site en pâturage libre contre 45% relevés dans les sites aménagés et nettement améliorés suite à la mise en repos, la conservation de l'eau et du sol et suit à la plantation d'*Atriplex nummularia*.

La phytomasse voit sa production améliorée dans l'ensemble des sites aménagés où elle est passée à 2 t.ha<sup>-1</sup> contre 0,2 t.ha<sup>-1</sup> relevée dans le site non aménagé cela est une preuve de plus que toutes les actions d'aménagements telles que la mise en repos, la conservation de l'eau et du sol et la plantation d'espèces fourragères ont contribuées toutes à l'amélioration de la valeur pastorale des sites aménagés en fournissant des équivalents énergétiques importants de 624 UF/ha à S1, 931 UF/ha à S2 et 795 UF/ha à S3 ; bien-que la densité soit 100 à 56 000 plantes/ha, la fréquence qui est de 1 à 80% et la contribution spécifique variant de 1 à 29% soient très variables entre les cinq sites. Cependant, ces trois variables ont des valeurs meilleures dans les sites aménagés.

De cette étude floristique, il ressort que l'*Atriplex nummularia*, *Artemisia herba-alba*, *Hordeum murinum*, *Vicia sativa*, *Anacyclus monanthos*, *Stipa tenacissima*, *Plantago albicans*, *Filago pyramidata*, *Bromus rubens*, *Chrysanthemum coronarium*, *Stipa parviflora*,

*Helianthemum lipii*, *Salvia verbenaca* et *Schismus barbatus* sont toutes des espèces capables de jouer un rôle important dans le développement pastoral des parcours de l'oriental. L'état actuel de ces ressources nous interpellent à prendre des mesures de mise en défens rigoureuse dans un cadre de programmes de valorisation, de développement et de gestion durable de la végétation de ces terres de parcours.

Ajoutons, qu'il serait judicieux de renforcer la conservation, in-situ, des espèces autochtones inventoriées et cela par la création de banques de semences et des pépinières de reproduction des espèces menacées. Aussi, promouvoir une législation préservatrice et valorisante de cette biodiversité.

Toutefois, il est urgent de prendre des mesures appropriées, telles que des travaux de régénération, de reboisement et de mise en défens, pour remédier à la dégradation exponentielle que connaissent les régions en pâturage libre. Parmi ces actions, le seul déplacement des clôtures des sites aménagés vers ceux dégradés aurait un impact positif dans l'amélioration de ces parcours fortement dégradés.

Suite à cette étude floristique une question s'est posé à nous : "quels impacts auraient-ils générés ces aménagements pastoraux sur l'amélioration de la fertilité du sol des sites aménagés ?". Afin d'y répondre nous nous sommes fixés un objectif principal : l'étude de certaines actions d'aménagements et leurs impacts sur neuf paramètres relatifs au sol et qui sont : la perméabilité, l'humidité résiduelle (HR), le pH, la matière organique (MO), le phosphore assimilable (P), le calcaire total (CaT), le potassium (K) et le sodium (Na) échangeables et la conductivité électrique (CE).

Ces aménagements ont eu un impact positif sur les différents paramètres du sol en comparaison avec leurs témoins dans le site pâturé librement. Le pH du sol des cinq sites est neutre à faiblement alcalin tandis que la valeur moyenne dépasse la norme de neutralité qui est à pH = 6,5 et pH = 7,3. Aussi, les sols des 5 sites sont pauvres en phosphore et riches en potassium.

La teneur du sol en sodium est élevée dans tous les sites. Toutefois, le surpâturage et le défrichement ont eu des impacts différents sur cette teneur ainsi que sur la matière organique et la conductivité électrique du site en pâturage libre. Aussi, ce site est marqué, par des taux élevés du sodium et de la conductivité électrique avec des valeurs moyennes de 463,65 mg.kg<sup>-1</sup> et 4,66 mS.cm<sup>-1</sup> respectivement. Ce site a été marqué également par un taux très faible de la matière organique avec une valeur moyenne de 1,54 %. Quand au calcaire, sa

teneur est normale mais légèrement basique comme d'ailleurs la majorité des steppes arides au Maghreb.

La mise en repos, la plantation d'*Atriplex nummularia* et la technique de conservation de l'eau et du sol ont permis des niveaux appréciables dans la quantité de la matière organique, du sodium et de la conductivité électrique. Ces nouvelles conditions ont offert un milieu favorable au bon développement des espèces pastorales très appétibles telles que *Moricandia suffruticosa*, *Teucrium luteum*, *Teucrium polium*, *Festuca arundinacea*, *Helianthemum virgatum*, *Helianthemum ledifolium*, *Thymus algeriensis*, *Matthiola fruticulosa* et *Stipa parviflora*.

D'autre part, la mise en repos a permis la dominance d'*Artemisia herba-alba* grâce à son système racinaire superficiel très dense. Cette espèce, par sa résistance à divers stress, sa bonne régénération, sa valeur énergétique élevée et sa bonne appétibilité, est prometteuse pour une meilleure amélioration des parcours.

La plantation d'*Atriplex nummularia* dans le site S2 et ses 25 ans de mise en repos ont permis un développement favorable, progressif et continu de *Stipa tenacissima* et d'*Artemisia herba-alba* ce qui a généré une matière organique importante et plus élevée de ce site que les autres sites aménagés.

Les sillons de conservation de l'eau et de sol (CES) ont permis l'interception des eaux de pluie et d'infiltration, ce qui semble contribuer au développement de certaines *Poaceae* telles que: *Bromus rubens*, *Dactylis glomerata*, *Hordeum murinum* et *Schismus barbatus*, engendrant ainsi une amélioration de la matière organique. Aussi, les travaux de CES ont rendu certains conditions édaphiques : eau, Na et CE, favorables à la restauration d'*Artemisia herba-alba* et *Stipa parviflora*.

En ce qui concerne la perméabilité du sol (exprimé en mm/h) dans les cinq sites étudiés, les courbes de variation de ce paramètre dans les sites S1, S2, S3 et S4 montrent une tendance à la saturation hydraulique avec des taux d'infiltration respectivement de 180 ; 138 ; 160 et 156 mm/h. Et, la plus faible perméabilité du sol à l'eau a été enregistrée dans le site PL avec une valeur de 120 mm/h. Nos résultats montrent que le surpâturage fait diminuer l'infiltration de l'eau dans les parties souterraines des sols, alors que les actions d'amélioration pastorale ont eu un effet positif sur l'infiltration de l'eau dans les parcours aménagés.

Concernant la diversité faunistique, les études qualitative et quantitative ont révélé une richesse spécifique de 87 taxons dont la majorité relève de la classe des insectes soit 66% du



total échantillonné, contre 16% d'araignées, 7% des oiseaux, 6% de reptiles, 2% de mammifères et gastéropodes et 1% de chilopodes et d'amphibiens.

Au sein des insectes, l'ordre des coléoptères avec ses 28 espèces occupe le premier rang, suivie des orthoptères avec 8 taxons alors que les lépidoptères comptent 6 espèces. Quand aux hyménoptères sont représentées par 3 espèces rattachées à la famille des formicidés.

La classe des araignées compte 10 familles toutes mono-spécifiques : liocranidées, pholcidées, pisauridées, ...

Notre travail, a pu apporter, à une large catégorie d'utilisateurs, de nombreuses informations aussi bien sur le plan biologique qu'écologique. Néanmoins, étant donnée que notre étude était limitée aussi bien dans le temps que l'espace, il serait judicieux d'élargir ce travail par des relevés mensuels afin d'établir l'ensemble de la diversité floristique et faunistique peuplant une plus grande partie des parcours des hauts plateaux de l'oriental. Car ces terres de parcours présentent une banque de ressources génétiques inestimables dans le domaine de la recherche fondamentale qu'appliquée. Plusieurs espèces, animales et végétales, pourraient faire l'objet d'études ultérieures. C'est les cas de l'usage de certaines espèces d'hétéroptères dans le domaine de la lutte biologique contre des ravageurs du coton, de la pomme ou de la tomate. Ou bien, en éco-éthologie et éco-physiologie l'adaptation de certaines espèces aux milieux extrêmes dominant ces terres de parcours.

La gestion durable des parcours doit être accompagnée d'autres activités génératrices de revenu aux populations locales. Aussi, la création des aires protégées pourrait promouvoir la gestion durable des terres de parcours et l'écotourisme pourrait devenir un levier économique important dans les hauts plateaux et constituer une source de revenu aussi bien pour les éleveurs et que les communes territoriales. Toutefois, la gestion des risques liés aux changements climatiques sur les terres de parcours exige la prise de décisions responsables vis-à-vis des générations futures et de l'environnement.

## Références bibliographiques

- Aafi A. 2004.** Contribution des écosystèmes forestiers marocains à la sécurité alimentaire : cas de la forêt de la Mâamora. Célébration de la journée Mondiale de l'Alimentation du 16 Octobre 2004, MADRPM/FAO/IAV Hassan II, Maroc.
- Abdelguerfi A., Si Ziani T., Kies N., Ouada M. 1996.** From auto ecology to variability of medics in Algeria: Synthetisis trial of works realized at the National Agronomic Institute El Harrach. *Cah. Opt. Mediter*, 18 (1): 39-52.
- Abdel-Kader F.H. 2018.** Assessment and monitoring of land degradation in the northwest coast region, Egypt using Earth observations data (article in press). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 21 (3): 201-210.
- Abdelkefi A., Boussaid M., Marrakchi M. 1990.** Prospection et inventaire des espèces spontanées du genre *Medicago* L. en Tunisie. Actes Coll. Inter. Complexes d'Espèces, Flux de Gènes et Ressources Génétiques des Plantes. Paris 8-10, Janvier 1992.
- Abel N.O.J., Blaikie P.M. 1989.** Land degradation, stocking rates and conservation policies in the communal rangelands of Botswana and Zimbabwe. *Land Degrad. Rehabil*, 10: 101-123.
- Aboulabbes O. 1984.** Infiltration characteristics on a small watershed. Ph.D. in watershed Sc., Utah state univ. P 131-136.
- ABARES. 2010.** Australian bureau of agricultural and resource economics and sciences.
- Acherkoug M., Bouayed A., Maâtougui A. 2000.** Les systèmes de productions de l'Oriental marocain ; caractéristiques et coûts de production. Convention de recherche entre l'INRA et la DPA de Figuig dans le cadre du projet de développement pastoral et de l'élevage de l'Oriental (PDPEO), Rapport de travail, Oujda. 82 p.
- Acherkoug M., Bouayad A., El Koudrim M., Maâtougui A., Mahyou H., Rahmi M. 2002.** Etude phytoécologique. Rapport final. Convention de Recherche & Développement- Etudes de Base Marché n° 54 sur 97-98. INRA/ CRRA d'Oujda. P 32-48.
- Acherkoug M., Maatougui A., El Houmaizi M.A. 2011.** Communautés végétales et faciès pastoraux dans la zone de Taourirt-Tafoughalt du Maroc oriental : Écologie et inventaire floristique. *Acta Botanica Malacitan*, 36: 125-136.
- Acherkoug M., Maatougui A., El Houmaizi A.M. 2012.** Etude de l'impact d'une mise en repos pastoral dans les pâturages steppiques de l'Oriental du Maroc sur la restauration de la végétation. *Sécheresse*, 23 : 102-12.
- Acherkoug M. 2013.** Evaluation de l'impact des aménagements pastoraux sur la restauration des pâturages dégradés du couloir Taourirt-Taforalt (Maroc Oriental).Thèse de doctorat, université Mohamed 1<sup>er</sup>, Faculté des Sciences, Oujda (Maroc). 222 p.
- Achouri M. 1995.** La conservation des eaux et du sol en Tunisie : bilan et perspectives. In : Zekri S. & Laajimi A. Agriculture, durabilité et environnement. *CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes*, 9: 35-47.
- Adamoli J., Sennhauser E., Acero J.M., Rescia A. 1991.** Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. In Werner, P.A. (ed.) *Savanna ecology*

- and management. Australian perspectives and intercontinental comparisons, Oxford: Blackwell Scientific Publications. P 147–156.
- Adi N., Amrani S., Hirche A., Boughani A., Nedjraoui D. 2016.** Diversité biologique et phytogéographique pour des niveaux différents de salinité dans la région du Chott-ech-cherghi (sud ouest de l'Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71 (4): 342-355.
- Aerts R., Nyssen J., Haile M. 2009.** On the difference between "exclosures" and "enclosures" in ecology and the environment. *J. Arid Environ*, 73:762-763.
- Aganga A.A., Mtheto J.K., Tshwenyane S. 2003.** *Atriplex nummularia* (Old Man Saltbush): a potential forage crop for arid regions of Botswana. *Pakistan journal of nutrition*, 2: 72–75.
- Aidoud A. 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes Plaines Algéro-Oranaises, Algérie. Thèse de Doctorat d'État, Université des Sciences et Techniques H. Boumediene. 180 p.
- Aidoud A., Aidoud F. 1991.** La végétation steppique des hautes plaines : Principaux indicateurs et facteurs de dégradation et de désertification. *Techniques et Sciences (Alger)*, 5 : 26-32.
- Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houérou H.N. 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 17: 19-30.
- Aimé S. 1988.** Aspects écologiques de la présence de quelques espèces steppiques (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-alba*, *Noaea mucronata*) en Oranie littorale, *Biocénoses*, 12 : 16-24.
- Akhter R., Arshad M. 2006.** Arid rangelands in the Cholistan desert (Pakistan). *Science et Changements Planétaires/Sécheresse*, 17 (1): 210–217.
- Akpo L.E., Masse D., Grouzis M. 2002.** Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays tropicaux*, 55(4): 275- 283.
- Ali S.S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U., 2008.** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem. Biol Interact*, 160: 1–40.
- Alive L. 2006.** Pastoral livelihoods between aid dependence and self-reliant drought management. Alive LEAD keynote Session 1. 17 p.
- Alizadeh M., Mahdavi M., Jouri M.H. 2010.** Capability investigation of carbon sequestration in two species (*Artemisia sieberi* Besser and *Stipa barbata* Desf) under different treatments of vegetation management (Saveh, Iran). *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 70: 295–298.
- Al-Karablieh E.K. 2010.** Effects of socioeconomic factors on rangeland institutional options on the semi-arid regions in Jordan. *J. Agric. Sci*, 6: 387-410.
- Al-Keraby F. 1997.** Egypt country report. In: Thomson E.F., von Kaufmann R., Li Pun H., Treacher T., Van Houten H. (eds). 2000. Global Agenda for Livestock Research. Proceedings of a Consultation on Setting Livestock Research Priorities in West Asia and North Africa (WANA) Region, ICARDA, Aleppo, Syria, 12–16 November 1997. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya, and ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), Aleppo, Syria. 172p.

- Al-Khatib M. 2008.** The current status of rangelands in Syria and project programs for developments. Proceedings of the 48<sup>th</sup> Annual Science Week conference on the Animal wealth in Syria: Current Status and Prospects for Future Development; 17–20 November; Aleppo University, Aleppo, Syria. 194-195.
- Allen-Diaz B., Chapin F. S., Diaz S., Howden M., Puigdefàbregas J., Staord Smith M., Benning T., Bryant F., Campbell B., DuToit J., Galvin K., Holland E., Joyce L., Knapp A. K., Matson P., Miller R., Ojima D., Polley W., Seastedt T., Suarez A., Svejcar T., Wessman C. 1996.** Rangelands in a changing climate: Impacts, adaptations and mitigation. In: Watson R. T., Zinyowera M. C., Moss R. H., Dokken D. J. (eds.) Climate Change Impacts, Adaptation and Mitigation, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 131-158.
- Ali S.S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U. 2008.** Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int.* 41(1):1–15.
- Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Abdellah F., Aarab L., El Ajjouri M., Chaouche A. 2010.** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss & Reut et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth du Maroc. *Biothechnol. Agron. Soc. Environ.* 1(14): 141-148.
- Al-Masri M. 1997.** Libya country paper. In: Thomson E.F., von Kaufmann R., Li Pun H., Treacher T., Van Houten H. (eds). 2000. Global Agenda for Livestock Research. Proceedings of a Consultation on Setting Livestock Research Priorities in West Asia and North Africa (WANA) Region, ICARDA, Aleppo, Syria, 12–16 November 1997. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya, and ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), Aleppo, Syria. 172 p.
- Amghar F., Kadi-Hanifi H. 2004.** Effet du pâturage sur la biodiversité et l'état de la surface du sol dans cinq stations à alfa du Sud Algérois, In : Ferchichi A., Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens, Djerba (Tunisia). *CIHEAM*, 11: 399-402.
- Amiaud B., Touzard B., Bonis A., Bouzillé J.B. 2008.** After grazing exclusion, is there any modification of strategy for two guerrilla species: *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis Stolonifera* (L.). *Plant Ecology*, 197: 107-117.
- Andrew M., Noble I.R., Lange R.T., Johnson A.W. 1981.** The measurement of forage weight: three methods compared, *Australian Rangeland Journal*, 3:74-82.
- Apani E. 1990.** Contribution à l'étude phytoécologique de la savane à *Loudetia demeusei* et *Hymenocardia acida* des contreforts des plateaux Téké (République Populaire du Congo). Thèse de Doctorat. Université de Rennes I. 147p.
- Aquino D.P. 1998.** Les options agro-pastorales des sahéliens et leurs évolutions dans le nord du Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, 7(2): 93-101.
- Archer E.R.M., Davis C.L., Hoffman M.T., Todd S. 2011.** Rangelands. Second National Communication to the UNFCCC. Pretoria and Cape Town, South Africa, SANBI.
- Arif A., Chriyaâ A. 1996.** Utilisation des arbustes fourragers dans les zones arides du Maroc, rapport final. Convention 33/91/DE: INRA, Direction Elevage, Settat, Maroc. 41p.
- Arrhenius O. 1921.** Species and area, *Journal of Ecology*, 9: 95-99.

- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier R. 1993.** Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. *Restoration Ecology*, 1(1): 8-17.
- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier R. 1993.** Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. II. Case studies in Southern Tunisia, Central Chile and Northern Cameroon. *Restoration Ecology*; 1(3): 168-187.
- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier R. 1995.** Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. In : Pontanier R., M'Hiri A., Akrimi N., Aronson J., Le Floc'h E. (Eds) : L'homme peut-il refaire ce qu'il a dé fait?, *John Libbey Eurotext*, Paris. 11-29.
- Asner G., Archer R. 2010.** Livestock and carbon cycle. In: Steinfeld H., Mooney H.A., Schneider F., Neville L.E., (Eds.). Livestock in a changing landscape. Drivers, consequences and responses. Scientific Committee on the Problems of the Environment (SCOPE): Island Press, 69-82.
- Association des fabricants d'engrais du Québec, 1987.** Guide de fertilisation, 2<sup>ème</sup> édition. Montréal. 44p.
- Atlay G.L., Ketner P., Duvigneaud P. 1979.** Terrestrial primary production and phytomasse. In Bolin B., Degens E.T., Kempe S., Ketner, P. (Editors). The global carbon cycle. John Wiley and Sons, Chichester, U.K., 120-181.
- Auclair L., Picouet M. 1994.** Dynamique démographique et utilisation des ressources: le cas de la Tunisie rurale. *C.R. Acad. Agric. FR.*, n° 8, 133-148.
- Auclair L., Chaize-Auclair M., Delaitre E., Sandron F. 1996.** Dynamique sociale et désertification : le cas de Menzel Habib dans le Sud Tunisien. Séminaire inter. « Acquis et perspectives pour un développement durable des zones arides », Jerba, 5-7 décembre. 8p.
- Audubon C. 2012.** Le carbone breakfast club cherche une nouvelle façon de lutter contre le réchauffement climatique. Disponible à: [http://ca.audubon.org/lsp\\_carbon\\_breakfast.php](http://ca.audubon.org/lsp_carbon_breakfast.php).
- Azimi M., Heshmati Gh.A., Farahpour M., Faramarzi M., Abbaspour K.C. 2013.** Modeling the impact of rangeland management on forage production of sagebrush species in arid and semi-arid regions of Iran. *Ecological modeling*, 250: 1-14.
- Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L., Schaepman M.E. 2008.** Proxy global assessment of land degradation. *Soil Use and Management*, 24 (3): 223-234.
- Baize D., Jabiol B. 1995.** Guide pour la description des sols, INRA, Paris. 388p.
- Bąkowski M., Boroń M. 2005.** Flower visitation patterns of some species of Lycaenidae (Lepidoptera). *Biological letters*, 42: 13-19.
- Ban Ki-Moon. 2007.** A Climate Culprit in Darfur. Washington post. Disponible sur : <http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2007/06/15/AR2007061501857.html>.
- Banoïn M., Jouve P. 2000.** Déterminants des pratiques de transhumance en zone agropastorale sahélienne. Cas de l'arrondissement de Mayahi, au Niger, Actes du congrès

- Options méditerranéennes, Sér. A/n°39, Rupture nouvelle image de l'élevage sur parcours. Montpellier, CIHEAM-IAMM. 91p.
- Barbault R. 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2<sup>ème</sup> tirage, Masson. 273p.
- Barbero M., Quezel P., 1989.** Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. *Bull. Ecol.* 20 (1): 7-14.
- Barrow C.J. 1991.** Land Degradation : Development and Breakdown of Terrestrial Environments. Cambridge University Press, Cambridge. 295p.
- Barry S. J. 2011.** Current findings on grazing impacts of California's special status species. *Santa Clara Cooperative extension newsletter keeping landscapes working*, 7:2-6.
- Barth F. 1961.** Nomads of South Persia: the Basseri tribe of the Khamseh Confederacy. London: Allen & Unwin. 159p.
- Batjes N.H. 1999.** Management options for reducing CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. ISRIC, Wageningen, Netherland. 126p.
- Bautista S., Mayor A.G., Bourakhouadar J., Bellot J. 2007.** Plant spatial pattern predicts hillslope runoff and erosion in a semiarid Mediterranean landscape. *Ecosystems*, 10: 987-998.
- Bechchari A., Acherkouk M., El Koudrim M., Maatougui, A. 2006.** Caractérisation, atouts et contraintes de l'élevage ovin au Maroc oriental. INRA, Maroc, 77-91.
- Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M. 2014a.** Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67(4) : 151-162.
- Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad B., Bendaou M. 2014b.** Etude de la dégradation des pâturages steppiques dans les communes de Maâtarka et Béni Mathar (Maroc oriental). *J. Mater. Environ. Sci*, 5: 2572-2583.
- Bedrani S. 1987.** Les pasteurs et agro-pasteurs au Maghreb. FAO, Rome. 62p.
- Belgacem A.O., Salem H.B., Bouaicha A., El-Mourid M. 2008.** Communal rangeland rest in arid area, a tool for facing animal feed costs and drought mitigation: the case of Chenini Community, Southern Tunisia. *Journal of Biological Sciences*, 8: 822-825.
- Belgacem A.O., Louhaichi M. 2013.** The vulnerability of native rangeland plant species to global climate change in the West Asia and North African regions. *Climatic Change*, 119: 451-463.
- Bellakhdar J. 1997.** La Pharmacopée marocaine traditionnelle : Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris. 764p.
- Benabid A. 1986.** Grands écosystèmes naturels marocains, équilibre de fonctionnement, perturbation, préservation et restauration. In : Grande Encyclopédie du Maroc, Vol. Flore et végétation, Rabat, 117-190.
- Benabid A., Fennane M. 1994.** Connaissances sur la végétation du Maroc : phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. *Lazaroa*, 14: 21-97.
- Benabid A. 2000.** Flore et écosystèmes du Maroc, Evaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris. 360p.
- Bendjilali B., Richard H. 1980.** Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc *Artemisia herba-alba*. *Rivista Italiana E.P.P.O.S*, LXII (2): 69-74.

- Ben El Hadj Ali, I., Guetat A., Boussaid M. 2012.** Chemical and genetic variability of *Thymus algeriensis* Boiss et Reut (Lamiaceae), a north African endemic species. *Industrial crops and products*, 40: 277-284.
- Ben Fadhel N., Boussaid M., Marrakchi M. 1997.** Polymorphisme des populations Nord Africaines de l'*Hedysarum flexuosum*. *El Awamia*, 96 : 77-99.
- Ben Fadhel N., Zaouali Y., Boussaid M. 2000.** Aptitudes de deux légumineuses Pastorales (*Hedysarum carnosum* Desf. et *Argyrolobium uniflorum* Jaub. & Spach.) à la réhabilitation des parcours en milieu aride de la Tunisie. *Cah. Opt. Med*, 45: 95-98.
- Benhafoune M. 2012.** Lutte contre la sécheresse et la désertification: les réponses probantes de l'Oriental marocain. AGRIDAPE. vol. 28. 3p.
- Benhssaini H., Belkhodja M. 2004.** Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre la survie et disparition. *La feuille et l'aiguille*, 54: 1-2.
- Benlekhal A. 2004.** Les filières d'élevage. Diagnostic et Analyse de la Situation Actuelle. Projet FAO/TCP/MOR/2801. Appui à l'identification d'une stratégie de développement des petites et moyennes exploitations agricoles.
- Ben M'hamed M. 1990.** Forage shrubs in North Africa-Studies of the green Belt of North Africa. ALESCO, Tunisie. 233p.
- Benmessaoud M. 2015.** Elaboration d'un plan de gestion des périmètres pastoraux des hauts plateaux de l'oriental. Organisation des nations unies pour le développement industriel. HCEFLCD, Maroc. 94p.
- Bennig O. 1995.** Flore adventice de la betterave à sucre dans le périmètre irrigué de Tadla : aspects botanique, agronomique et écologique. Thèse de doctorat : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agronomie, Rabat (Maroc). 85p.
- Ben Salem H., Norman H.C., Nefzaoui A., Mayberry D.E., Pearce K.L., Revell D.K. 2010.** Potential use of Oldman Saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.) in sheep and goat feeding. *Small Ruminant Research*, 91: 13-28.
- Bentouhami A. 1994.** Colloque nutrition et développement. Soc. Maroc. Nutrition et développement quelle stratégie ? Actes du colloque organisé par la SNN, Rabat.
- Bernus E., Centlivres-Demont M. 1982.** Le nomadisme. *Encyclopedia universalis*. Supplément, Paris, n°9. 107-122.
- Berkat O., Hammoumi M. 1990.** Etude de synthèse cartographique sur les parcours des communes rurales de Mérija, El Ateuf, Tendirara et Bouarfa. Rapport final: notice des cartes par commune rurale et orientations d'aménagement des grands types de pâturage. Dir. Elevage. MAMVA. Rabat. Maroc. 56p.
- Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M., Trotin F. 1980.** Plantes médicinales des régions tempérées. Ed Maloine, Paris. 156p.
- Bikila N.G., Tessema Z.K., Abule E.G. 2016.** Carbon sequestration potentials of semiarid rangelands under traditional management practices in Borana, southern Ethiopia. *Agric. Ecosyst. Environ*, 223: 108-114.
- Black-Michaud J. 1986.** Sheep and land. The economics of power in a tribal society. Cambridge: Cambridge University Press & Paris: Maison des Sciences de l'Homme. 231p.

- Blanchet R. 1959.** Energie d'absorption des ions minéraux par les colloïdes du sol et nutrition minérale des plantes. *Ann. Agron*, 10: 267-307.
- Blanco J., Michon G. 2017.** Vivre et produire en contexte d'aléa et de risque climatiques, L'enseignement des agropasteurs de la bordure saharienne dans le Sud-ouest du Maroc. *Hespéris-Tamuda* LII, 1: 163-192.
- Blaum N., Wichmann M. 2007.** Short term transformation of matrix into hospitable habitat facilitates gene flow and mitigates fragmentation. *J Anim Ecol*, 76:1116-1127.
- Blench R. 1995.** A History of Domestic Animals in Northeastern Nigeria. Cahiers de Science Humaine, ORSTOM, Paris.181-238.
- Blench R. 1998.** Le West African Shorthorn au Nigeria. In: Des taurins et des hommes: Cameroun, Nigeria. Seignobos C., Thys E. (eds). Paris: IEMVT, Maisons-Alfort. 249-292.
- Blench R. 1999.** The Nigerian national livestock resource survey: a personal account. In : Baroin C. (ed.), Boutrais Jean (ed.). L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad. Paris : IRD. (Colloques et Séminaires). Réseau Méga-Tchad : Colloque, Orléans (FRA), 1997/10/15-17. 627-648.
- Blench R. 2000.** Extensive Pastoral Livestock Systems: Issues and options for the future. Projet de coopération FAO-Japon GCP/JPN/005/JPN, Collecte d'informations sur la santé et la production animales. 78p.
- Blench R., Sommer F. 1999.** Understanding rangeland biodiversity. Overseas development. Institute Portland House Stag Place London. 51p.
- Blondel J. 1995.** Biogéographie, approche écologique et évolutive. Collection Ecologie N°27. Masson. 297p.
- Bonis A., Bouzillé J.B., Amiaud B., Loucougaray G. 2005.** Plant community patterns in old embanked grasslands and the survival of halophytic flora. *Flora*, 200: 74-87.
- Bonfiglioli A.M. 1992.** Sociétés pastorales à la croisée des chemins. Survie et développement du pastoralisme africain. NOPA, projet UNICEF/BNUS pour les pasteurs Nomades d'Afrique, version finale. 103p.
- Booker K., Huntsinger L., Bartolome J.W., Sayre N., Stewart W. 2012.** What can ecological science tell us about opportunities for carbon sequestration on arid rangelands in the United States? *Journal of Global Environmental Change*, 23(1): 240-251.
- Bouallala M., Chehma A., Hamel F. 2013.** Évaluation de la valeur nutritive de quelques plantes herbacées broutées par le dromadaire dans le Sahara nord algérien. *Lebanese Science Journal*, 14: 33-39.
- Bouattoura N. 1973.** Principes et méthodes d'amélioration des pâturages en zones arides (steppes). Sém. Internl. Pastor., Algérie. 36p.
- Bouazza M., Khattach D., Houari M.R, Kaufmann O. 2013.** Apport du modèle géologique 3D à l'étude de la structure de l'aquifère profond d'Aïn Béni Mathar, Maroc Oriental. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*, 35: 53-61.
- Boudet G. 1973.** Les pâturages de la vallée du Fanfan et de la basse vallée du Wabi Shebelli (Ethiopie). IEMVT, Maison-Alfort. 75p.



- Bourbouze A. 1999.** Gestion de la mobilité et résistance des organisations pastorales des éleveurs du Haut Atlas marocain face aux transformations du contexte pastoral maghrébin. In: *Managing mobility in African rangelands: The legitimization of transhumance*. FAO. Rome (Italie). 30p.
- Bourbouze A., Lhoste P., Marty A., Toutain B. 2001.** Problématique des zones pastorales. In : *Etude sur la lutte contre la désertification dans les projets de développement*. CSFD/AFD. 12 p.
- Bourbouze A., El Aïch A. 2005.** L'élevage caprin dans l'Arganeraie : l'utilisation conflictuelle d'un espace. *Cahiers Agricultures*, 14(5): 447-53.
- Bourreil P., Gillet H., Quezel P. 1975.** A propos des caractères phyto-sociologiques et écologiques d'*Aristida meccana* et d'*Aristida mutabilis* (Graminées) et de leurs implications. *Boissiera*, 24: 173-196.
- Bousmaha T. 2012.** Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha, Naâma, Université Aboubekr Belkaïd-Tlemcen. 95p.
- Boussaid M., Ben Fadhel N., Ben M'hamed M. 1998.** Structure of vegetation in Northern and Central Tunisia and protective measures. *Cah. Opt. Mediter.* 38: 295-302.
- Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A., Abdelkefi A. 2004.** Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. In: Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. CIHEAM, *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62: 55-59.
- Bradai L., Bissati S., Chenchouni H. 2013.** Étude mycologique et bioécologique de la truffe blanche du désert (*Tirmania nivea* Desf.) dans la région de oued M'ya (Ouargla, Sahara algérien). *Revue des Bio Ressources*, 3(1): 6-14.
- Bradshaw A. D. 1984.** Ecological principles and land reclamation practice. *Landscape Planning*, 11: 35-48.
- Bradshaw A.D. 1987.** The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. In: *Restoration Ecology*. Jordan W.R., Gilpin M.E. & Aber J.D (eds). Cambridge University Press. 53-74.
- Brauch H.G., Spring U.O. 2009.** Securitizing the ground grounding security. UNCCD issue paper no. 2. Secretariat of the United Nations convention to Combat Desertification, Bonn. 52p.
- Braun-Blanquet J. 1926.** Une reconnaissance phytosociologique dans le Briançonnais. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 73 p.
- Braun-Blanquet J., Roussine N., Negre R. 1951.** Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Paris: CNRS édition. 297p.
- Broadhurst L.M., Lowe A., Coates D.J., Cunningham S.A., McDonald M., Vesk P. A., Yates C. 2008.** Seed supply for broad scale restoration: Maximizing evolutionary potential. *Evolutionary applications*, 1: 587-597.
- Brown D. 1954.** Methods of surveying and measuring vegetation. *Bull. Com. Agric. Dom. Farnham Royal*, 42: 223.
- Brown J. 2010.** Sites écologiques: leur histoire, leur statut et leur avenir. *Rangelands*, 32: 5-8.

- Bruce R.C., Rayment G.E. 1982.** Analytical methods and interpretations used by the agricultural chemistry branch for soil and land use surveys. Queens land department of primary industries bulletin. 10p.
- Bull T.A., Hawkswor D.L. 2006.** Arthropod diversity and conservation. Springer Netherlands. 525p.
- Bullock J.M., Franklin J., Stevenson M.J., Silvertown J., Coulson S.J., Gregory S.J., Tofts R. 2001.** A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of applied ecology*, 38: 253-267.
- Bultena G.L., Duffy M.D., Jungst S.E., Kanwar R.S., Menzel B.W., Misra M. K., Singh P., Thompson J.R., van de Valk A., Willham R.L. 1996.** Effects of agricultural development on biodiversity: lessons from Iowa. In: Srivastava J.P., Smith N.G.H. and Forno D.A. (eds.). Biodiversity and agricultural intensification. Washington D.C. World Bank. 80-94.
- Buresh R., Tian G. 1998.** Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. *Agrofor Syst*, 38: 51-76.
- Cagniant H. 1965.** Deuxième liste de fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêts (1<sup>ère</sup> partie). *Bull.soc.hist.nat.*, Toulouse, 105(3-4): 405-430.
- Cai X., Zhang X., Wang D. 2011.** Land availability for biofuel production. *Environmental Science and Technology*, 45(1): 334-339.
- Callot Y. 1987.** Géomorphologie et paléoenvironnements de l'Atlas Saharien au Grand Erg Occidental : dynamique éolienne et paléolacs holocènes. Thèse d'État Sciences Naturelles, université Pierre-et-Marie-Curie (Paris 6), Mémoires des Sciences de la Terre. 412p.
- Campbell J.E., Lobell D.B., Genova R.C., Field C.B. 2008.** The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environmental Science and Technology*, 42(15): 5791-5794.
- Cannell R.Q., Hawes J.D. 1994.** Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Res*, 30: 245-282.
- Cao C., Jiang D., Teng X., Jiang Y., Liang W., Cui Z. 2008.** Soil chemical and microbiological properties along a chronosequence of *Caragana microphylla* Lam. plantations in the Horqin sandy land of Northeast China. *Appl. Soil Ecol*, 40: 78-85.
- Carriere M. 1989.** Les pâturages mauritaniens. In: CTA/IEMVT: Elevage et potentialités pastorales sahéennes; synthèse cartographique Mauritanie. 27p.
- Carriere M. 1996.** Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et subtropicale aride et subaride. Scientific environmental Monitoren Group, Institut für Biogeografie Saarbrücken, Allemagne. 70p.
- Chabani S., Lavaud C., Benkhaled M., Harakat D., Long C., Haba H. 2016.** Three new oleanane-type triterpene saponins from *Atractylis flava*. *Phytochem Lett*, 15: 88-93.
- Chaieb M. 1991.** Steppes tunisiennes, état actuel et possibilités d'amélioration. *Sécheresse*, 2: 49-60.
- Chamley H. 1966.** Guide des techniques du laboratoire de Géologie Marine de Luminy. 198p.

- Chapin F.S. 1980.** The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 11: 233-260.
- Chatelard G. 2005.** Desert tourism as a substitute for pastoralism ? Tuareg in Algeria and Bedouin in Jordan. In: Chatty D. (eds). *Nomadic societies in the Middle East and North Africa: entering the 21<sup>st</sup> century*. Handbook of Oriental studies series. Leiden, the Netherlands: Brill. 710-736.
- Cheatum M., Casey F., Alvarez P., Parkhurst B. 2011.** Payments for ecosystem services: A California rancher perspective. Conservation economics white paper. Conservation economics and finance program. Washington, DC: Defenders of Wildlife. 48p.
- Chopard L. 1922.** Orthoptères et Dermaptères. Faune de France 3, I-VI, Ed. Le chevalier, Paris. 212p.
- Chopard L. 1951.** Orthoptéroïdes. Faune de France, 56, Ed. Le chevalier, Paris. 359p.
- Chopra I.C., Abrial B.K., Handa K.L. 1960.** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. Ed: UNESCO. 48p.
- Chuan L., Patrick E.C. 2018.** Rangeland vegetation diversity and transition pathways under indigenous pastoralist management regimes in southern Ethiopia. *Agriculture, ecosystems & environment*, 52: 105-113.
- Churchill T.B., Ludwig J.A. 2004.** Changes in spider assemblages along grassland and savanna grazing gradients in northern Australia. *Rangel J*, 26: 3-16.
- Clements F.E. 1916.** Plant succession: on analysis of the development of vegetation. *Carnegie Inst., Washington Publications*, 242: 1-512.
- Conacher A.J., Sala M. 1998.** Land degradation in Mediterranean environments of the world: nature and extent, causes and solutions, John Wiley & Sons, Chichester. 491p.
- Connell J.H. 1978.** Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- Colas G. 1966.** Guide de l'entomologie. Ed. N. Boubée et Cie. 51p.
- Cole L., Buckland S.M., Bardgett R.D. 2005.** Relating micro-arthropod community structure and diversity to soil fertility manipulations in temperate grassland. *Soil biology and Biochemistry*, 37: 1707-1717.
- Cornet A. 2000.** La désertification : un problème d'environnement, un problème de développement. In : L'approche scientifique de l'environnement à partir des données spatiales : le bassin méditerranéen. Montpellier : ORSTOM, multigr. L'Approche Scientifique de l'Environnement à partir des Données Spatiales : Le Bassin Méditerranéen : Conférence, La Londe les Maures (FRA), 2000/07/15-29. 25p.
- Cortina J., Vallejo V. R. 2009.** Restoration ecology. *Ecology*. vol 1, EOLSS. OXFORD, United Kingdom. 10p.
- Crawley M.J. 1997.** Biodiversity. *Plant Ecology*, 2<sup>nd</sup> edn (ed. by M.J. Crawley), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 595-632.
- Croitoru L., Sarraf M. 2017.** Le Coût de la Dégradation de l'Environnement au Maroc. Groupe de la banque mondiale. 147p.
- Cuénod A. 1954.** Flore analytique et synoptique de la Tunisie. Impr. S.F.A.N., Tunis. 248p.
- CSA : Conseil Scientifique pour l'Afrique, 1956.** Phytogéographie, (Yangambi, 1956). Londres, CCTA, 22: 35p. Réimpression n°53 (1961). 35p.

- CSA: Central Statistical Authority, 1996.** The 1994 population and housing census of Ethiopia: results for Oromia region. vol. I, Part I. Statistical report on population size and characteristics. 431p.
- Daget P., Poissonnet J. 1971.** Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies, *Annales Agronomique*. INRA, Paris, 5-41.
- Daget P. 1980.** Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). In: Barbault R., Blandin P. & Meyer J.A. (éds). Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Maloine, Paris, 89-114.
- Daget P., Godron M. 1995.** Pastoralisme : troupeaux, espaces et sociétés. Hatier-Aupelf, Paris. 510p.
- Daget P., Poissonnet J., Brau-Nogué C. 2000.** Quelques méthodes de terrain en pastoralisme et leur interprétation. In : Bornard A., Braunogue C., (Eds). Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000. Pastum numéro HS, 209-215.
- Dajoz R. 1975.** Précis d'Ecologie. Paris. Dunod (Eds). Troisième Edi. 549p.
- Dajoz R. 1982.** Les peuplements des Coléoptères terricoles de Tunisie. *Cahiers des naturalistes*, 32: 33-67.
- Dajoz R. 1996.** Précis d'écologie, Paris, Dunod (Eds), 6<sup>ème</sup> Edition. 551p.
- Dajoz R. 2000.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 615p.
- Dajoz R. 2002.** Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés. Ed. Tec & Doc. 521p.
- Daniele C., Dahamna S., Firuzi O., Sekfali N., Saso L., Mazzanti G. 2005.** *Atractylis gummifera* L. Poisoning: an ethnopharmacological review. *J Ethnopharmacol*, 97(2): 175-81.
- DE : Direction de l'Elevage, 2007.** Programme de développement des productions animales pour les cinq prochaines années (2007-2012). Rapport de la Direction de l'Elevage, Cotonou. 159p.
- Dean W.R.J., Milton S.J. 1995.** Plant and invertebrate assemblages on old welds in the arid southern Karoo, South Africa. *Afr J Ecol*, 33:1-13.
- Defourny C., Vancutsem P., Bicheron C., Brockmann F., Nino L., Schouten Leroy M. 2006.** Glob Cover: a 300 m global land cover product for 2005 using ENVISAT MERIS time series. In: Proceedings of the ISPRS Commission VII mid-term symposium, remote sensing: from pixels to processes, Citeseer, 8-11.
- De Haan C., Steinfeld H., H. Blackburn. 1997.** Livestock and the environment: finding a balance. Brussels: European Commission/FAO/World Bank. 186p.
- Delaunois A., Ferrie Y., Bouche M., Colin C., Rionde C. 2008.** Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols. Chambre d'agriculture du Tarn et INRA de Montpellier. 39p.
- Department of rangeland ecology and management, 2009.** Rangelands. An introduction to Idaho's wild open spaces. University of Idaho. College of natural resources and Idaho rangeland resource commission. 17p.
- Descheemaeker K., Muys B., Nyssen J., Poesen J., Raes D., Haile M., Deckers J. 2006.** Litter production and organic matter accumulation in exclosures of the Tigray Highlands, Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 233: 21-35.

- De Waroux Y.P., Lambin E.F. 2012.** Monitoring degradation in arid and semi-arid forests and woodlands: The case of the Argan woodlands (Morocco). *Applied geography*, 32: 777-786.
- DFID. 2000.** Sustainable livelihoods, current thinking and practice. DFID, Londres. 150p.
- Diamouangana J. 2002.** Relations interspécifiques dans les strates herbacées des savanes de Louboulou (Congo-Brazzaville). *Annales de l'Université Marien-Ngouabi*, 3 : 93-107.
- Dicko M.S., Djiteye M.M.A., Sangaré M. 2006.** Les systèmes de production animale au Sahel. Livraison spéciale sur les parcours et la production animale. *Sécheresse*, 17(1-2):83-97.
- Direction de l'Aménagement du Territoire, 2003.** Schéma de Développement et d'Aménagement Régional de l'Oriental. Ministère de l'Aménagement du Territoire National, de l'Urbanisme, Maroc.
- Djebaili S. 1978.** Recherches phyto-sociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier. 177p.
- Djenontin A.J.P., Houinato M., Toutain B., Sinsin B. 2009.** Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin. *Sécheresse*, 20(4) : 346-53.
- Djibril H., Toko Imorou I. 2015.** Dynamique des formations végétales riveraines et capacité de charge autour de la retenue d'hydraulique pastorale de Dunkassa au Nord-Est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*. vol.27, Issue 1: 4161-4169.
- Donadieu P. 1977.** Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéologique au Maroc. Inst. Agron. et Vétér. Hassan II, Rabat. 128 p.
- Dongmo A.L., Djamen P., Vall É., Mian-Oudanang K., Coulibaly D., Lossouarn J. 2012.** Du nomadisme à la sédentarisation. *Revue d'ethnoécologie*, 1: 1-19.
- Doriot J.M. 1998.** Alpagnes, prairies et pâturages d'altitude: l'exemple du Beaufortain. *Courier de l'environnement* 35: 33-42.
- Duchaufour Ph. 1977.** Pédogenèse et classification. Edit. Masson. Paris. 477p.
- Dubar C.L. 2002.** La Socialisation : construction des identités sociales et professionnelles. Paris: Armand Colin. 255p.
- Duelli P., Obrist M.K., Schmatz D.R. 1999.** Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agric Ecosyst Environ*, 74: 33-64.
- Duma I. 2006.** *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Araneae: Theridiidae) in Romania. Distribution and Ecology. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle XLIX: 75-81.
- Dumont B., Rook A.J., Coran Ch., Röver K.U. 2007.** Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 2. Diet selection. *Grass and forage science*, 62: 159-171.
- Dupuy A.R. 1986.** La conservation de la nature au Maroc. *Le Courier de la nature*, 104: 19-21.
- Duranton J.F., Launois M., Launois-luong M.H., Lecoq M. 1982.** Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche (2 vols). Groupement d'Étude et des Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (G.E.R.D.A.T.), Paris. 1496p.

- Dutilly-Diane C. 2006a.** Gestion collective des parcours en zone agro-pastorale : le cas d'Ait Ammar (Maroc). *Afrique contemporaine*, 219: 103-117.
- Dutilly-Diane C. 2006b.** Review of the literature on Pastoral Economics and Marketing: North Africa. Report prepared for the World Initiative for Sustainable Pastoralism, IUCN EARO. 19p.
- Dutilly Diane C., Acherkouk M., Bechchari A., Bouayad A., El Koudrim M., Maatougui A. 2007.** Dominance communautaire dans l'exploitation des espaces pastoraux: impacts sur les modes de vie et implications pour la gestion des parcours du Maroc oriental. *Cahiers Agricultures*. 16: 338-34.
- Eckert S., Fabia Hüsler F., Liniger H., Elias Hodel E. 2015.** Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia. *J. Arid Environ*, 113:16-28.
- Ehrlich P.R., Raven P.H. 1964.** Butterflies and plants: a study in co evolution. *Evolution*, 18: 586-608.
- Eigenheer A., Garba Yaye A., Lamba B., Wistschi S. 2005.** Gestion de la transhumance transfrontalière au Bénin : cas de Banikoara. Ouagadougou, Cycle post grade sur le développement. 92p.
- El Alaoui A. 2007.** Fertilisation minérale des cultures les éléments fertilisants majeurs (Azote, Potassium, Phosphore), Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTA.
- El Alaoui-Faris F.E., Cauwet-Marc A-M. 1989.** Les populations marocaines de *Ferula communis* L. *Bull. Amélio. Pro. Agr. Milieu aride*, 3: 91-97.
- El Alaoui-Faris F.E., Cauwet-Marc A-M. 2004.** Etude du pollen de quatre espèces de fêrues (*Ferula, Apiaceae*) marocaines. *Fl Medit*, 14: 295-304.
- El Asraoui M., Aït M'birik A., Hammoudi M. 1993.** Place et importance des parcours dans les hauts plateaux de l'Oriental. Aménagement pastoral et environnement. Journées d'étude, 11 et 12 novembre, Direction Provinciale d'Agriculture d'Oujda, Oujda-Maroc.
- El gharbaoui A., El yamani A., El maghraoui A., Boutouba R., Alaoui M., Kabak A. 1996.** Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental: Stratégie de développement des terrains de parcours. *Terre et Vie* 24.
- Elghazi Y. 2003.** Caractérisation des élevages des petits ruminants dans la commune rurale d'Aïn Sfa (Province d'Oujda-Angad). Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle en agronomie, option Productions animales, Meknès, Ecole nationale d'agriculture. 47p.
- El Koudrim M., Thomas N., Gintzburger G., Rahmi M., Bounejmate M. 2001.** Etude du phénomène de mise en culture sur parcours : cas de la Commune Rurale de Aïn Béni Mathar. Gestion Durable des ressources Agro-pastorales. Compte rendu de l'atelier régional. 20-22 février 2001 organisé par INRA/CRRA, Oujda, Maroc, 73-84.
- El Koudrim M., Bechchari A. 2005.** Mise en culture des parcours du Maroc oriental. Proceeding du séminaire "Gestion durable des ressources agropastorales de base dans le Maghreb". Oujda, 175-185.
- El Koudrim M., Maatougui A., Bechchari A., Acherkouk M., Mahyou H., Rahmi M. 2006.** Etat, gestion et contraintes des parcours du Maroc oriental. INRA, Centre Régional d'Oujda. 116p.

- Ellis E.C., Ramankutty N. 2008.** Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Front. Ecol. Environ*, 6: 439-447.
- El Mzouri E., Chriyaa A., Mazhar M., Arif A., Sibaoueh M. 2001.** Options techniques pour le développement de l'intégration cultures/élevages des zones d'action du projet Mashreq & Maghreb. Séminaire de clôture du projet INRA/ICARDA/Mashreq and Maghreb. Centre Régional de la Recherche Agronomique Chaouia-Abda-Doukkala. 344p.
- El Oumlouki K., Moussadek R., Zouahri A., Dakak H., Chati M., El amrani M. 2014.** Étude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région Souss Massa, (Cas de périmètre Issen), Maroc. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (S2) : 2365-2374.
- Emberger L., 1939.** Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc, 1/500 000. Ed. Hans Huber, Berne.
- Emberger L., Maire R. 1941.** Catalogue des Plantes du Maroc. vol. 4, Minerva éd., Alger. Supplément général, vol. 1, 2 et 3. 1045p.
- Emerit M. 1995.** Les scorpions de France. *Insectes*, 98 (3) : 19-21.
- ERES. 1971.** Etude pour l'aménagement des terrains de parcours du Maroc Oriental. 1<sup>er</sup> partie: situation actuelle. MARA-DMV, Rabat. 439p.
- ESAP. 2000.** Proceeding of Ethiopian Society of Animal Production. Addis Ababa, Ethiopia. 395p.
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM) : Millennium Ecosystem Assessment. 2005.** Ecosystems and Human Well Being: Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 155p.
- Eve & Agroforest. 2000.** Etudes d'aménagement des forêts des Bni Snassène, Debdou et El Ayat. Cartes et notices. DREF Oriental, Oujda (Maroc). In : Acherkouk M., Maatougui A., El Houmaizi M.A. 2011. Communautés végétales et faciès pastoraux dans la zone de Taourirt-Tafoughalt du Maroc oriental : Écologie et inventaire floristique. *Acta Botanica Malacitan*, 36: 125-136.
- Fahrig L. 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 487-515.
- FAM : France Agri Mer. 2015.** Marché mondial de la viande ovine : un commerce en mutation. Synthèses de France Agri Mer, France. 20p.
- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 1994.** Interaction entre les systèmes de production d'élevage et l'environnement. Présentation des systèmes d'élevage avec statistiques par grandes régions et par pays. 46p.
- FAO, 2001.** Pastoralism in the new millennium. Animal production and health, Paper n°:150, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 93p.
- FAO, 2005.** Thésaurus multilingue du foncier, 2ème édition. 216p.
- FAO, 2009.** Examen des données sur les systèmes pastoraux des zones arides et les changements climatiques. In : Neely C., Bunning S., Wilkes A. (Eds.), Document de travail sur les terres et l'eau n°8, Division des terres et de l'aménagement du territoire (NRLA), Rome, Italie.
- FAO, 2011a.** Energy-smart food for people and climate. Rome: United Nations food and Agriculture organization. 78p.

- FAO, 2011b.** World livestock 2011-livestock in food security. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization. 130p.
- FAO, 2012.** FAOSTAT et indicateurs du développement dans le monde : population humaine et données sur la production. Site de l'association française du pastoralisme: <http://www.pastoralisme.org>. 202p.
- FAO, 2015.** Global forest resources assessment. Rome. 253p.
- FAO, 2016.** Directives mondiales pour la restauration des forêts et des paysages dégradés dans les terres arides: renforcer la résilience et améliorer les moyens d'existence. Par Berrahmouni N., Regato P., Parfondry M. Étude FAO: Forêts n°175, Rome. 190p.
- FAO, 2017.** Arbres, forêts et utilisation des terres dans les zones arides. Première évaluation mondiale. Résultats préliminaires. Rome. 44p.
- Faouzi H. 2011.** L'Agdal dans la dynamique des systèmes agraires des *Arganeraies* des Haha (Haut-Atlas Occidental, Maroc). *Études caribéennes*, 20 : 55-69.
- Faucheux M.J. 2009.** Coléoptères Ténébrionidés du Maroc atlantique : Prospections de 1996 à 2006, Considérations morphologiques et écologiques. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France*, nouvelle série, tome 31(4):155-178.
- Fegrouche R. 2014.** Bioécologie de *Sphodroxia maroccana* (Coleoptera : Melolonthidae). Effets collatéraux du contrôle des larves de ce ravageur sur la faune entomologique non cible dans les parcelles de régénération du chêne-liège de la forêt de la Mamora (Maroc). Thèse de doctorat Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences, Rabat. 211p.
- Feng Y., Lu Q., Tokola T., Liu H., Wang X. 2009.** Assessment of grassland degradation in Guinan county, Qinghai province, China, in the past 30 years. *Land Degrad. Develop.*, 20: 55-68.
- Fennane M., Ibn Tattou M. 1998.** Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc. *Bocconea*, 8:5-243.
- Fennane M., Ibn Tattou M., Mathez J., Ouyahya A., El Oualidi J. 1999.** Flore Pratique du Maroc, vol. 1. Trav. Inst. Sci., sér. Bot. 36, 558p.
- Fennane M., Ibn Tattou M. 2005.** Flore vasculaire du Maroc : Inventaire et Chorologie, vol. 1, Trav. Inst. Sci., sér. Bot. 37, 483p.
- Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A., El Oualidi J. 2007.** Flore pratique du Maroc, vol. 2. Trav. Inst. Sci., sér. Bot. 38, 635p.
- Fennane M., Ibn Tattou M., El Oualidi J. 2014.** Flore pratique du Maroc, vol. 3. Trav. Inst. Sci., sér. Bot. 40, 793p.
- Ferchichi A. 1999.** Rangelands of pre-Saharan Tunisia: Potential desertification state and management problems. In: Etienne M. (ed.). Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems. *Zaragoza: CIHEAM*, 39: 137-141.
- Fernandez-Gimenez E.M., Swift M.D. 2003.** Strategies for sustainable grazing management in developing word. In : Allsop N., Palmer A. R., Milton S. J., Kirkman K. P., Kerley G. I. H., Hurt C. R., Brown C. J. (Ed.). Proceedings of the VII<sup>th</sup> international Rangelands Congress, 821-831.
- Fernandes E., Burcroff R. 2006.** Sustainable land management: Challenges, opportunities and trade-offs. The World Bank, Washington DC, USA. 112p.



- Feoli E., Vuerich L.G., Zerihun W. 2002.** Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio-economic factors. *Agric Ecosyst Environ*, 91: 313-25.
- FIDA, 1988.** Projet de développement des parcours et de l'élevage de l'Oriental. Rapport d'identification. Vol. I, 15-17.
- FIDA, 2006.** Tafilalet and Dades rural development project (PDRT). Évaluation terminale. Bureau d'évaluation. Maroc. 108p.
- FIDA, 2013.** Lutte participative contre la désertification et la réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi-arides des hauts plateaux de l'Oriental (GEF-LCD). Revue à mi-parcours. Division Proche-Orient, Afrique du Nord et Europe Département de la gestion des programmes. 61p.
- Fily M., Balent G. 1991.** Les interactions entre la végétation herbacée et les grands vertébrés herbivores : le pâturage considéré comme un facteur évolutif pour les plantes. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 24: 1-42.
- Fischer M., Stöcklin J. 1997.** Local extinctions of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950-1985. *Conservation biology*, 11: 727-737.
- Floret C., Pontannier R. 1982.** L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. ORSTOM. 544p.
- Floret C., Galan M.J., Le Floc'h E., Orshan G., Romane F. 1990.** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *J. Veget. Sci.*, 1: 71-80.
- Floret C., Pontanier R. 1993.** La jachère en Afrique de l'ouest. Colloques et Séminaires, Editions Orstom, Paris, 175-229.
- FIDA : Fonds international de développement agricole, 2002.** Royaume du Maroc : Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental (PDPEO). Rapport évaluation intermédiaire N°1304-MA Rome (Italie) : FIDA, Bureau évaluation. 199p.
- Foelix R. F. 1996.** Biology of spiders, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge et Londres, Harvard University Press. 330p.
- Fournier A. 1996.** Cours d'écologie des savanes d'Afrique de l'Ouest. Document multigraphié, Orstom Bobo-Dioulasso. 194 p.
- De Franchi T. 2005.** Société pastorale et société urbaine: enjeux territoriaux autour d'un Agdal (l'Agdal n'Oukaïmeden, Haut Atlas de Marrakech). Mémoire de l'I.U.P Environnement, LPED, Université de Provence, Marseille. 84p.
- FSIN: food security information network, 2017.** Rapport mondial sur les crises alimentaires. Rome. 20p.
- Gaddes N. 1978.** Etude des relations végétation-milieu et effet biologique de la mise en défens notamment sur l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans le bassin versant dans l'Oued Gabès. Thèse écologie générale, Univ. Sei. Techn.Tunisie.129p.
- Galvin K.A., Reid R.S., Behnke R.H., Hobbs Jr. N.T. 2008.** Fragmentation in Semi-Arid and Arid Landscapes: Consequences for Human and Natural Systems. Springer. 195-224.

- Gamoun M., Ouled Belgacem A., Hanchi B., Neffati M., Gillet F. 2012.** Effet du pâturage sur la diversité floristique des parcours arides du Sud Tunisien. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 67: 271-282.
- Gao Y., Zhong B.L., Yue H., Wu B., Cao S. 2011.** A degradation threshold for irreversible loss of soil productivity: a long-term case study in China. *Appl. Ecol.* 48:1145-1154.
- Garay I.E.G., Dias B.F.S. 2001.** Conservacao da biodiversidade em ecossistemas tropicais: vanc, osconceituaise revisao de novasmétodologias de avaliacao emonitoramento. Editoras Vozes, Petroópolis. 430p.
- Gastón R.O., Martín R.A. 2016.** Continuous moderate grazing management promotes biomass production in Patagonian arid rangelands. *Journal of arid environments*, 125: 73-79.
- Gauquelin T. 1988.** Dynamique de la végétation et des formations superficielles dans les montagnes du bassin occidental de la Méditerranée: étude des formations à genévrier thurifère et xérophytes épineuses en coussinet des Atlas marocains. Doctorat d'État, Université Paul Sabatier, Toulouse. 148p.
- Gayé M. 2000.** Elevage, gestion des ressources naturelles et lutte contre la pauvreté. PNUD–FAO, République islamique de Mauritanie. 67p.
- Gea-Izquierdo G., Cañellas I., Montero G. 2006.** Acorn production in Spanish holm oak woodlands. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 15: 339-354.
- Geerken R., Ilaiwi M. 2004.** Assessment of rangeland degradation and development of a strategy for rehabilitation. *Remote sensing of environment*, 90: 490-504.
- Geist H. J., Lambin E. F. 2004.** Dynamic causal patterns of desertification. *BioScience*, 54(9): 817-829.
- Geniez P. 2009.** Découverte au Maroc d'*Androctonus australis* (Linnaeus, 1758) (Scorpiones, Buthidae). *Poiretia*, 1: 1-4.
- Gertel J., Breuer I. 2007.** Pastoral Morocco-introduction. In: Gertel J., Breuer I. (Eds.), Pastoral Morocco–Globalizing scapes of mobility and insecurity. Reichert, Wiesbaden. 3-9.
- Ghezlaoui B., Benabadji N., Benmansour D. 2011.** Analyse des peuplements végétaux halophytes dans le chott el-gharbi (Oranie-Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, 11336: 113-124.
- Ghrab S. 1981.** Etude de la variabilité éco-phénologique de l'alfa en Tunisie centrale: application en vue de la sauvegarde et de l'aménagement des nappes alfatières. Thèse, Université de droit d'économie et des sciences, Aix-Marseille, Marseille, France. 135p.
- Gibbs J.P. 2001.** Demography versus habitat fragmentation as determinants of genetic variation in wild populations. *Biol. Conserv.* 100: 15-20.
- Gibbs H., Salmon J. 2015.** Cartographie des terres dégradées de la planète, *Applied geography*, 57 :11-24.
- Gibson C.W.D., Brown V.K., Losito L., McGavin G.C. 1992.** The response of invertebrate assemblies to grazing. *Ecography*, 15: 166-176.
- Gifford G.F. 1979.** Infiltration dynamics under various rangeland treatments on uniform sandy-loam soils in southeastern Utah. *J. Hydrol*, 42: 179-185.

- Gilles J.L., Jamtgaard K. 1981.** Overgrazing in pastoral areas: the commons reconsidered. *Sociologia ruralis*, 21: 129-141.
- Gillson L., Hoffman M.T. 2007.** Rangeland ecology in a changing world. *Science*, 315: 53-54.
- Golub V.B. 1994.** The desert vegetation communities of the Lower Volga valley. *Feddes Repertorium*, 105: 499-515.
- Gommes R., El Hairech T., Rosillon D., Balaghi R. 2009.** Impact of climate change on agricultural yields in Morocco. FAO. Roma, Italy. 105p.
- Gosnell H., Robinson M.N., Charnley S. 2011.** Engaging ranchers in market-based approaches to climate change mitigation: Opportunities, challenges, and policy implications. *Rangelands*, 64: 20-24.
- Gray J.S., McIntyre A.D., Stirn J. 1992.** Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO, document technique sur les pêches. n° 324. 53p.
- Grime J.P. 1977.** Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist*, 111: 1169-1194.
- Groombridge B. 1992.** Global biodiversity. Status of the earth's living resources. London: Chapman & Hall. 624p.
- Groves R.H. 1981.** Australian vegetation. Cambridge: Cambridge University Press. 449 p.
- Grubb P.J. 1977.** The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of regeneration niche. *Biological Review*, 52: 107-145.
- Grum L. 1994.** Habitat preference and competition among Carabus. In: Desender K., Dufrene M., Loreau M., Luff M.L., Maelfait J.P. (eds), Carabid Beetles: Ecology and Evolution. Kluwer Academic Publishers. P 295-298.
- Gounot M. 1969.** Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris. 314 p.
- Goulson D., Hanley M.E., Darvill B., Ellis J.S., Knight M.E. 2005.** Causes of rarity in Bumblebees. *Biological conservation*, 122: 1-8.
- Goodloe S. 1969.** Short duration grazing in Rhodesia. *J. Range Manage.* 22: 369-373.
- Günter J., Bounejmate M. 1997.** Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc. Édition de l'Institut national de la recherche agronomique, Rabat, Maroc. 389p.
- Hachmi A., El Alaoui-Faris F.E., Acherkouk M., Mahyou H. 2015.** Parcours arides du Maroc : restauration par mise en repos, plantations pastorales et conservation de l'eau et du sol. *Geo-Eco-Trop*, 39: 185-204.
- Hachmi A., Andich K., El Alaoui-Faris F.E., Mahyou H. 2018.** Amélioration de l'état de la végétation et de la fertilité des sols des parcours arides du Maroc par les techniques de restauration et de réhabilitation. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 73 (4): 401-413.
- Ham F., Metais T., Hoorelbeke P., Fillol E., Crahay P. 2011.** ACF. One horn of the cow: an innovative GIS-based surveillance and early warning system pastoral areas of Sahel Action Contre le Faim, In: Risk returns, United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat (UNISDR) Publishers, Leicester, United Kingdom. P 127-131.

- Hammoudi A. 2002.** Subéraie et Biodiversité du paysage. Colloque, Vivexpo, Institut Méditerranéen du liège. France. 5p.
- Hammoudi A., Mharchi M. 1997.** Données générales sur le berceau de la race ovine Beni Guil et ses relations avec l'amélioration de cette race. Atelier de travail sur l'amélioration de la race Beni Guil. PDPEO-ANOC.CRRA. Juin 2007, Oujda.
- Hanafi A. 2000.** Cartographie des systèmes écologiques et étude de leur évolution depuis 1978 dans la région de Menzel Habib (Gabès). DEA, FSHS de Tunis. 104p.
- Hanafi A., Jauffret S. 2008.** Are long-term vegetation dynamics useful in monitoring and assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia? *Journal of Arid Environments*, 72: 557-572.
- Hanif Z., Naeem M., Ali H.H., Tanveer A., Javaid M.M., Peerzada A.M., Chauhan B.S. 2017.** Effect of Environmental Factors on Germination of *Salsola foetida* Delile ex Moq: Potential Species for Rehabilitation of Degraded Rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 70 (5): 638-643.
- Harrachi K. 2000.** Investigation sur les causes de dépérissement du chêne-liège dans la forêt de la Mamora. Thèse Doct. Univ. George Auguste, Göttingen, Allemagne. 130p.
- Hartley S.E., Jones T.H. 2003.** Plant diversity and insect herbivores: effects of environmental change in contrasting model systems. *Oikos*, 101: 6-17.
- HCP : Haut-commissariat au Plan, 2005.** Recensement général de la population et de l'habitat de 2004. Population légale du Maroc. Rabat : Haut-commissariat au Plan.
- Havstad K.M., Peters D.P.C., Skaggs R., Brown J., Bestelmeyer B., Fredrickson E., Herrick J., Wright J. 2007.** Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecological Economics*, 64:261-268.
- HCP, 2014.** Recensement général de la population au Maroc. Site du haut-commissariat au plan. Rabat.
- Havstad K.M., Peters D.P.C., Skaggs R., Brown J., Bestelmeyer B., Fredrickson E., Herrick J., Wright J. 2007.** Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecol. Econ*, 64: 261-326.
- Heady H.F. 1961.** Continuous vs. specialized grazing systems: a review and application to California annual type. *Journal of Range Management*, 14:182-193.
- Heady H.F. 1975.** Rangeland management. McGraw-Hill Book Co, NY. 460p.
- Heady H.F. 1988.** The vail rangeland rehabilitation program: An evaluation. USDA Forest Serv., Pacific Northwest Res. Sta.; USDI, Bureau of Land Manage, Res. Bull. PNW-RB. 157p.
- Hebert C. 1999.** Utilisation des insectes dans le processus de détermination des critères de développement durable en foresterie. In : Réflexions sur la biodiversité et l'état de la recherche. Symposium tenu à Hull, au Canada, le 26 octobre 1999. *Antennae*, vol. 7 n°1 Hiver 2001. 12p.
- Hellendorff B, 2012.** Changement climatique et conflits agro-pastoraux au Sahel, Note d'Analyse du GRIP, Bruxelles. 14p.
- Henaoui I.A. 2007.** Les cistes dans la région de Tlemcen : aspect écologique et cartographique. Université de Tlemcen. Algérie. 415p.

- Heshmatti G.A., Facelli J.M., Conran J.G. 2002.** The biosphere revisited: plants species patterns close to water points in small, fenced paddocks in chenopod scrublands of South Australia. *J Arid Environ*, 51: 547-60.
- Hiernaux P. 1998.** Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecol*, 138: 191-202.
- Hiernaux P., Le Houérou H.N. 2006.** Les parcours du Sahel. Livraison spéciale sur les parcours et la production animale en zone aride. *Sécheresse*, 17(1-2): 51-71 et 83-97.
- Higginbottom T.P., Symeonakis E. 2014.** Assessing Land Degradation and Desertification Using Vegetation Index Data: Current Frameworks and Future Directions. *Remote Sens*, 6: 9552-9575.
- Hmaouchi M. 1999.** Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Fedala. 390p.
- Hochkirch A., Husemann M. 2008.** A review of the Canarian Sphingonotini with description of a new species from Fuerteventura (Orthoptera: Acrididae: Oedipodinae). *Zoological Studies*, 47, 495-506.
- Hoffmann B.D. 2000.** Changes in ant species composition and community organisation along grazing gradients in semi-arid rangelands of the northern Territory. *Rangel J*, 22:171-189.
- Hoffman M., Todd S. 2000.** A national review of land degradation in South Africa: the influence of biophysical and socio-economic factors. *J. Southern Afri. Stud*, 26: 743-758.
- Hoffman M.T., Vogel C. 2008.** Climate change impacts on African rangelands. *Rangelands*, 30:12–17.
- Holden S., Ashley S., Bazeley P. 1997.** Livestock and Poverty Interactions: A review of the literature. Report to DFID. Available from Livestock in Development, Somerset, UK. 94p.
- Holm A., Cridland S., Roderick M. 2003.** L'utilisation du temps-intégrée les données NOAA NDVI et précipitations pour évaluer la dégradation du paysage dans la zone arbustive aride de l'ouest de l'Australie. *Remote sensing of environment*, 2: 145-158.
- Holway D.A., Krushelnycky P.D, Lebrun E.G. 2010.** Invasion Processes and Causes of Success. Chap 14. In: Abott L., Lach L. Et Parr C.L. (eds) - Ant Ecology. Oxford University Press, New York. 245-260.
- Hölzel N., Haub C., Ingelfingert M.P., Otte A., Pilipenko V.N. 2002.** The return of the steppe – large-scale restoration of degraded land in southern Russia during the post-Soviet era. *J. Nat. Conserv.* 10: 75-85.
- Houinato M. R. B. 2001.** Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des monts Kouffé (Bénin). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique. 255p.
- Hurabielle M., Malsot M., Paris M. 1981.** Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'Artémisia : *Artémisia herba alba* asso et *Artemisia vulgaris* L., intérêt chimiotaxonomique. *Rivista italiana E.P.P.OS*, LXIII (6): 296-299.
- Hurst K.F., Paxton-Ramsdell C., Sorice M.G. 2016.** A life course approach to understanding social drivers of rangeland conversion. *Ecology and Society*, 22(1): 19.

- Hussain I. 1968.** Determination of forage production. Division of forestry research, Govt of Punjab, Lahore. 29p.
- Huston M. 1979.** A general hypothesis of diversity. *American Naturalist*, 113 : 81-101.
- Ickowicz A., Aminou B.K., Ancy V., Azoulay G., Benamour A. 2010.** Interventions financées par l'AFD dans le secteur de l'hydraulique pastorale au Tchad sur la période 1994- 2004. Note de synthèse. Rapport AFD-CIRAD, Montpellier. 19p.
- IMPD : Initiative mondiale pour un pastoralisme durable, 2008.** Forgotten Services, Diminished Goods: understanding the agroecosystem of pastoralism. WISP POLICY NOTE n°8.
- INRA. 1988.** Des bovins, ovins et caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, France. 192p.
- INRA. 2005.** Autonomisation des ruraux pauvres et la volatilité des politiques. Projet de recherche sur l'autonomisation des ruraux pauvres et la volatilité des politiques. INRA, Maroc. 203p.
- INRA. 2012.** Etude sur la situation de référence au niveau des Hauts Plateaux du Maroc Oriental. Projet de lutte participative contre la désertification et de réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi arides des hauts plateaux du Maroc Oriental. Rapport final. Centre Régional de La Recherche Agronomique d'Oujda. 84p.
- INSAE : Institut national de la statistique et de l'analyse économique est le service officiel des statistiques du Bénin. 2007.** Annuaire de l'Institut National de Statistique. Ana Eco, Cot. 23-35.
- Iorio E. 2006.** Le scolopendromorphe *Scolopendra cingulata* Latreille, 1829 (Scolopendromorpha, Scolopendridae), un prédateur du scorpion *Euscorpius (Tetratrachobothrius) flavicaudis* (De Geer, 1778) (Scorpiones, Euscorpiidae). *Le bulletin d'Arthropoda*, 30: 60-62.
- Isselstein J., Griffith B.A., Prade P., Venerus S. 2007.** Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock Performance. *Grass and Forage Science*, 62: 145-158.
- Jahandiez E., Maire R. 1931-1934.** Catalogue des plantes du Maroc (Ptéridophytes et Spermaphytes). Mém. Hist. Sc. Nat. Maroc LIX-LXXV: 120-138.
- Jamsranjav C. 2009.** Sustainable rangeland management in Mongolia: the role of herder community institutions. Land Restoration Training Programme, Keldnaholt, 112 Reykjavík, Iceland. 86p.
- Jaritz G., Bounejmate M. 1997.** Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc. Institut National de la Recherche Agronomique, Maroc. 225-235.
- Jean V. 1972.** *Rumex cantabricus* Rech et *Stipa parviflora* Desf., Phanérogames méconnues de la Flore française. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 119: 5-6.
- Jeanmonod D., Schlüssel A., Gamisans J. 2011.** Analyse de la flore Corse : aspects biologiques. *Candollea*, 66 : 5-25.
- Jeannel R. 1941-1942.** Faune de France. 39-40. Coléoptères Carabiques. Ed. Le chevalier, Paris. 1-571 et 572-1173.

- Jia G.M., Liu B.R., Wang G., Zhang B. 2010.** The microbial biomass and activity in soil with shrub (*Caragana korshinskii* K.) plantation in the semi-arid loess plateau in China. *Eur. J. Soil Biol.*, 46: 6-10.
- Joshi L., Shrestha R.M., Jasra A.W., Joshi S., Gilani H., Ismail M. 2013.** Rangeland ecosystem services in the Hindu Kush Himalayan region. International centre for integrated mountain development, Nepal. 18p.
- Jung U.J., Baek N.I., Chung H.G., Bang M.H., Yoo J.S., Jeong T.S., Lee K.T., Kang Y.J., Lee M.K., Kim H.J., Yeo J.Y., Choi M.S. 2007.** The anti-diabetic effects of ethanol extract from two variants of *Artemisia princeps* Pampanini. *Mice Food and Chemical Toxicology*, 45(10): 2022-2029.
- Kabbali A., Berger Y.M. 1990.** L'élevage du mouton dans un pays à climat méditerranéen – Le système agro-pastoral du Maroc. Manuels Scientifiques et Techniques – Actes Editions. 236 p.
- Kadi-Hanifi H. 2003.** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse*, 14: 169-179.
- Kalinina O., Goryachkin S.V., Karavaeva Na., Lyuri Di., Najdenko L., Giani L. 2015.** Self-restoration of post-agrogenic soils of Calcisol–Solonetz complex: Soil development, carbon stock dynamics of carbon pools. *Geoderma*, 237-238: 117-128.
- Kassahun A., Snyman H.A., Smit G.N. 2008.** Impact of rangeland degradation on the pastoral production systems, livelihoods and perceptions of the Somali pastoralists in Eastern Ethiopia. *J. Arid Environ*, 72(7): 1265-1281.
- Kawanabe S., Nan T., Oshida Z., Kou D., Jiang N., Takada-Oikawa S., Mukaiyama S. 1998.** Degradation of grassland in Keerqin Sandland, Inner Mongolia, China. *J. Japanese Soc. Grassland Sci*, 44(2): 109-114.
- Kayje B., Lynn H., James W., Bartolome N., Sayre F., William S. 2013.** What can ecological science tell us about opportunities for carbon sequestration on arid rangelands in the United States? *Global environmental change*, 23: 240-251.
- Kemper W.D., Miller D.E. 1976.** Management of crusting soils: Some practical possibilities. *Arizona Agr. Exp. Station. Tech. Bull*, 214: 1-6.
- Kettle C.J., Ghazoul J., Ashton P., Cannon C.H., Ching L., Diway B., Burslem D.F. R. P. 2011.** Seeing the fruit for the trees in Borneo. *Conservation Letters*, 141: 84–191.
- Kherief Nacereddine S., Nouasria D., Salemkour N., Benchouk K., Delhamra M. 2013.** La mise en repos : une technique de gestion des parcours steppiques. *Journal Algerian des regions arides*, n° special: 115-124.
- Khodarkowsky M. 1992.** Where two worlds met: The Russian state and the Kalmyk nomads, 1600–1771. Cornell university press, Ithaca and London. 280p.
- Kiema A., Chantal Y.K.Z., Nianogo A.J. 2007.** Effets des digues filtrantes sur la productivité des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. *Tropicultura*, 25(2): 97-102.
- Kinloch J.E., Friedel M.H. 2005.** Soil seed reserves in arid grazing lands of central Australia. Part 2: availability of “safe sites”. *J arid environ*, 60: 163-85.
- Killian Ch. 1948.** Conditions édaphiques et relations des plantes indicatrices de la région alfatière algérienne. *Annales agronomiques*, 4-27.

- Kirmse R.D., Norton B. 1985.** Comparison of the reference unit method and dimensional analysis for two large shrub by species in Caatinga woodlands. *J. Range Manage*, 38: 425-428.
- Kitalyi A., Mtenga L., Morton J. U., McLeod A., Thornton P., Dorward A., et al. 2005.** Why keep livestock if you are poor? In Owen E., Kitalyi A., Jayasuriya N., Smith T. (Eds.). *Livestock and wealth creation: Improving the husbandry of animals kept by resource-poor people in developing countries*. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 13-27.
- Kniivilä M. 2004.** La dégradation des terres et l'utilisation des terres / sources de données de couverture. Document de travail des Nations Unies: Département des affaires économiques et sociales, Division de la statistique.
- Knips V. 2006.** Developing countries and the global dairy sector. Pro-poor livestock policy initiative (PPLPI). Working paper n° 31.
- Kocher L., Raymond A. 1954.** Les Hamada sud marocaines. *Entomologie, Travaux de l'Institut Chérifien, série générale n°2*. Editions internationales, Tanger. 191-260.
- Koh L.P., Ghazoul J., Butler R.A., Laurance W.F., Sodhi N.S., Mateo-Vega J. et al. 2010.** Wash and spin cycle threats to tropical biodiversity. *Biotropica*, 42(1): 67-71.
- Kotze A., Sandhage-Hofmann J., Meinel A., Du Preez C.C., Amelung W. 2013.** Rangeland management impacts on the properties of clayey soils along grazing gradients in the semi-arid grassland biome of South Africa. *Journal of Arid Environments*, 97: 220-229.
- Kruess A., Tschardt T. 2002.** Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological conservation*, 106: 293-302.
- Kruijne A., De Vries D.M. 1968.** Vegetatieve herkenning van onze grassland planten. H. Veenman en Zonen, Wageningen. 112p.
- Lafdaili M., Agdim H., Falaki M., Mounsif M., Mokhtari N., Keli A. 2016.** Conduite des élevages caprins dans le sud du Maroc : Cas de la région de Dakhla. In: Napoléone M., Ben Salem H., Boutonnet J.P., López-Francos A., Gabiña D. (ed.). *The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems*. Zaragoza : CIHEAM, 115: 453-458.
- Lamb R.J., Wellington W.G. 1975.** Life history and population characteristics of the European earwig, *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae), at Vancouver, British Columbia. *Canadian Entomologist*, 107: 819-824.
- Lambeets K., Hendrickx F., Vanacker S., Van Looy K., Maelfait J. P., Bonte D. 2008.** Assemblage structure and conservation value of spiders and carabid beetles from restored lowland river banks. *Biodiversity and conservation*, 17: 3133-3148.
- Laouina A. 2010.** Conservation des eaux et des sols au Maroc: prise en compte de la diversité géographique. *Revue Norois*, 214: 85-99.
- Lavigne R., Dennis S., Gowen J.A. 2000.** Asilid Literature Update 1956-1976. Rapport non publié, Université du Wyoming (Etats-Unis). 93p.
- Lazarev A., El Harizi K., Lazarev G. 1996.** Une société pastorale en question : leçons d'une évaluation de projet. Maroc, projet de développement des parcours et de l'élevage de



l'Oriental. Rome : Fonds international de développement agricole (FIDA), Bureau de l'évaluation et des études.

- Le Q. B., Nkonya E., Mirzabaev A. 2014.** Biomass productivity-based mapping of global land degradation hotspots. ZEF-Discussion papers on development policy No. 193. University of Bonn. 55-84.
- Lecoq M. 1978.** Biologie et dynamique d'un peuplement acridien soudanien en Afrique de l'Ouest. *Ann. Soc. Ent., France*, 4: 603-681.
- Lee S., Nicky A. 2007.** Rehabilitation of Rangelands in Paulshoek, Namaqualand: understanding vegetation change using biophysical manipulations. *Journal of arid environments*, 70(4): 755-766.
- Leger E.A., Baughman O.W. 2015.** What seeds to plant in the great basin? Comparing traits prioritized in native plant cultivars and releases with those that promote survival in the field. *Natural areas journal*, 35: 54-68.
- Le Floch E., Aronson J. 1995.** Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures-Sciences-Sociétés*, Hors-série : 29-35.
- Le Floch E. 1995.** Les écosystèmes des zones arides du Nord de l'Afrique : Orientations pour l'établissement d'un Réseau de Réserves de Biosphère. In: Essai de synthèse sur la végétation et la phytoécologie tunisiennes. vol. 5 et 6. Eds. I. O. R Tunisie. 490-507.
- Le Floch E., Neffati M., Chaieb M., Floret C., Pontanier R. 1999.** Rehabilitation Experiment at Menzel Habib, southern Tunisia. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 13: 357-368.
- Le Floch E., Dembele F., Yossi H. 2000.** Succession et diversité floristique des jeunes jachères. Influence du feu et du pâturage (zone soudanienne-nord du Mali). In: Floret Ch., Pontanier R. (Eds.), « La jachère en Afrique Tropicale: rôles, aménagement, alternatives » : vol. I. Actes du séminaire international. Dakar (Sénégal), 13-16 avril 1999. *John Libbey*. 2: 415-421.
- Le Houérou H.N. 1960.** Plantes nouvelles ou méconnues de la Tunisie méridionale. *Bull. Soc. Bot de France*, 107 (1-2): 17-29.
- Le Houérou H.N. 1969.** La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues au Maroc, en Algérie et en Libye). INRA, Tunisia. 624p.
- LE Houérou H.N. 1973.** Fire and vegetation in the mediterranean basin. Proceedings Annual Tall Timbers fire Ecology Conference, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida. 13. p. 237-277.
- Le Houérou H.N. 1975.** The nature and causes of desertification. In Proceedings of the IGU Meeting on Desertification, Cambridge, 22-26 September 1975. (Also reprinted in Desertification (M.H. Glantz, ed.) Westview Press, 1977).
- Le Houérou H.N. 1977a.** Man and desertification in the Mediterranean region. *Ambio*, 6(6): 363-365.
- Le Houérou H.N. 1977b.** The grassland of Africa: classification, production, evolution and development outlook. Proc, 13 Intern, Grassl, Congress, Leipzig, GDR, 18-27 may. 99-116.

- Le Houérou H.N. 1980a.** The role of browse in the sahelian and sudanian zones of Africa. In: Le Houérou HN, ed. Browse in Africa. The current stage of knowledge. Addis Ababa: International livestock centre for Africa (ILCA). 157-178.
- Le Houérou H.N. 1980b.** Les fourrages ligneux en Afrique du Nord. Colloque "Les fourrages ligneux en Afrique" Le Houérou (ed.) CIPEA, Addis-Abeba. 57-67.
- Le Houérou H.N. 1984.** Rain-use efficiency, a unifying concept in arid land ecology. *J. Arid Environ*, 7: 213–247.
- Le Houérou H.N. 1989.** The grazing land ecosystems of the African Sahel. Springer, Berlin Heidelberg New York. Ecological studies vol. 75. 288p.
- Le Houérou H.N. 1991.** The role of salt bushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: a review. *Agro forestry Systems*, 18: 107-148.
- Le Houérou H.N. 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes Ser B Études et Recherches*, 10: 1-396.
- Le Houérou H.N. 1995.** Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique. In : Pontanier R., M'Hiri A., Akrimi N., Aronson J., Le Floch H. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Paris. 65-102.
- Le Houérou H.N. 2001.** Multipurpose forage legumes for the Sahel. A data base. Rome: FAO.
- Le Houérou H.N. 2006.** Range and animal production in the arid lands of East Africa. Special issue on range and animal production. *Sécheresse*, 17(1-2): 105-132.
- Le Houérou H.N. 2009.** Bioclimatology and Biogeography of Africa. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 241p.
- Le Houérou H.N., Ionesco T. 1973.** Appétibilité des espèces végétales de la Tunisie steppique. Projet FAO. Tunisie /71/525. 68p.
- Le Houérou H.N., Hoste C.H. 1977.** Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelian and Sudanian zones. *J. Range Manage*, 30:181-189.
- Lenoir L., Lennartsson T. 2010.** Effects of timing of grazing on arthropod communities in semi-natural grasslands. *Journal of insect science*, 10: 1-24.
- Lepart J., Escarre J. 1983.** La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bulletin d'Ecologie*, 14(3): 133-178.
- Lhotka J.M. 2001.** The effects of soil scarification on oak regeneration in upland and bottomland forests of southern Illinois. M. Sc. thesis, Southern Illinois Univ., Carbondale, IL. 92p.
- Libardi P.L., Reichardt K., Nielsen D.R., Biggar J.W. 1980.** Simple field methods for estimating soil hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal, Madison*, 44: 3-7.
- Liu Y., Horisawa S., Mukohata Y. 2010.** Effect of seed coating on plant growth and soil conditions: A preliminary study for restoration of degraded rangeland in the Qinghai–Tibetan plateau, China. *Grassland Science*, 56(3): 145-152.
- Lindig-Cisneros R., Desmond J., Boyer K. E., Zedler J. B. 2003.** Wetland restoration thresholds: Can a degradation transition be reversed with increased effort? *Ecological applications*, 13: 193-205.

- Livingstone I. 1985.** Pastoralism: an overview of practice, process and policy. FAO, Rome: 79 p.
- Long G. 1974.** Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire (principes généraux et méthodes). T.1 .Masson et Cie éditeurs, Paris. 24p.
- Louhaichi M., Ghassali F., Salkini A.K., Petersen S.L. 2012.** Effet de pâturage des moutons sur les communautés végétales de parcours: étude de cas de dépressions du paysage dans syriennes steppes arides. *Journal of arid environments*, 79: 101-106.
- Lubinic E. 2003.** Manuel pratique d'aromathérapie, les huiles essentielles et leur utilisation. Edition Vigot. 154-193.
- Luc P., Serge A. 2005.** Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution ; les presses scientifiques du C.N.R.S., Ottawa, Canada. 480p.
- Ludwig J.A., Bastin G.N. 2008.** Rangeland condition: its meaning and use. A discussion paper. ACRIS (Australian Collaborative Rangelands Information System). 90p.
- Lughadha E.N., Baillie J., Barthlott W., Brummitt N.A., Cheek M.R., Farjon A. et al. 2005.** Measuring the fate of plant diversity: towards a foundation for future monitoring and opportunities for urgent action. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*. 360, 359–372.
- Lund H.G. 2007.** Comptabilité pour les pâturages du monde. *Rangelands*, 29: 3-10.
- MA: Ministry of Agriculture, Jordan. 1996.** Annual report. Department of Livestock, Ministry of Agriculture, Amman, Jordan. 160p.
- Ma S., Coppock L.D. 2012.** Perceptions of Utah ranchers toward carbon sequestration: policy implications for U.S. rangelands. *Journal of environmental management*, 111: 78-86.
- MADR : ministère de l'agriculture et du développement rural. 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie.
- Maestre F.T., Cortina J. 2004.** Insights on ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. *Restoration Ecology*, 12: 494-502.
- Mahyou H., Tahri M., Nicola T., Bounejmate M. 2001.** Etude de la dégradation des parcours d'Aïn Beni Mathar. Compte rendu de l'Atelier Régional «Gestion durable des ressources agropastorales de base dans le Maghreb». Oujda. 84p.
- Mahyou H., Maâtougui A., Acherkouk M., Tiedeman J., El Mourid M. 2005.** Etude de la dégradation des parcours de la commune Rurale de Maâtarka. Proceeding du séminaire «Gestion durable des ressources agropastorales de base dans le Maghreb». Oujda. 161-174.
- Mahyou H., Tychon B., Balaghi R., Mimouni J., Paul R. 2010.** Désertification des parcours arides au Maroc. *Tropicicultura*, 28(2): 107-114.
- Mahyou H., Tychon B., Balaghi R., Louhaichi M., Mimouni J. 2016.** A knowledge-based approach for mapping land degradation in the arid rangelands of North Africa. *Land degradation & development*, 27(6): 1574-1585.
- Malo J.E., Suarez F. 1995.** Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoochorous seeds. *J. of Vegetation Sci.*, 6 (2): 169-174.

- MARA: Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. 1986.** Plan national de lutte contre la désertification. Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols; Ministère de l'Agriculture et la Réforme Agraire; Rabat. 59p.
- MARA. 1988.** Etude sur les systèmes d'élevage dans les hauts plateaux de l'Oriental. Direction d'élevage. Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Rabat. 77p.
- MARA. 1992.** Stratégie de développement des terres de parcours au Maroc. Situation actuelle des terres de parcours. Vol. I. Inventaire des ressources fourragères des parcours. Rabat: Direction de l'Élevage. 109p.
- Margalef R. 1974.** Ecologia. Ed. Omega, Barcelone. 951 p.
- Marriott C.A., Fothergill M., Jeangros B., Scotton M., Louault F. 2004.** Long-term impacts of extensification of grassland management on biodiversity and productivity in upland areas. *Agronomie*, 24: 447-462.
- Martin P.R., Anthony J.D. 2002.** Handbook of ecological restoration, principles of restoration. University of Cambridge. 11p.
- Mayaux P., De Grandi G.F., Malingreau J.P. 2000.** Central Africa Forest Cover Revisited: a Multi-Satellite Analysis". *Remote Sensing of Environment*, 71:183-196.
- Mcalpine C.A., Heyenga S., Taylor B., Peterson A., Mcdonald G. 2007.** Regional planning in Queensland's rangelands: challenges and prospects for biodiversity conservation. *Geographical research*, 45(1): 27-42.
- Mcdonagh J., Lu Y., Semalulu O. 2014.** Adoption and adaptation of improved soil management practices in the Eastern Ugandan Hills. *Land degradation & development*, 25: 58–70.
- McGeogh M.A., Van Rensburg B.J., Botes A. 2002.** The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J Appl Ecol*, 39: 661-672.
- Menaut J.C. 1983.** The vegetation of African savannas. In Bourlière, F. (ed.) Tropical savannas. *Ecosystems of the world*, 13: 109-149.
- Menke J., Bradford G.E. 1992.** Rangelands. *Agriculture, ecosystems and environment*, 42: 141-163.
- Mekuria W., Veldkamp E., Haile M., Nyssen J., Muys B., Gebrehiwot K. 2007.** Efficacité de la mise en défens de restaurer les sols dégradés à la suite du surpâturage dans le Tigré en Ethiopie. *J. aride Environ.* 69: 270-284.
- Merdas S. Menad A., Mostephaoui T., Sakaa B. 2017.** Plant community structure and diversity under grazing gradient in arid Mediterranean steppe of Algeria. *J. Mater. Environ. Sci.*, 8 (12): 4329-4338.
- Merritt D.J., Dixon K.W. 2011.** Restoration seed banks - a matter of scale. *Science*, 332: 424-425.
- Metzger K.L., Coughenour M.B., Reich R.M., Boone R.B. 2005.** Effects of seasonal grazing on plant species diversity and vegetation structure in a semi-arid ecosystem. *J Arid Environ*, 61: 147-60.
- Milchunas D.G, Sala O.E., Lauenroth W.K. 1988.** A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American naturalist*, 132: 87-106.

- Milsom T.P., Ennis D.C., Haskell D.J., Langton S.D., McKay H.V. 1998.** Design of grassland feeding areas for waders during winter: the relative importance of sward landscape factors and human disturbance. *Biological conservation*, 84: 119-129.
- Milton S.J., Dean W.R.J., Du Plessis M.A., Siegfried W.R. 1994.** A conceptual model of arid rangeland degradation. The escalating cost of declining productivity. *Bioscience*, 44(2): 70-76.
- Ministère de l'agriculture de la chine. 2007.** National Rangeland Monitoring Report 2006. Ministry of Agriculture, Beijing, China. In: Li W., and Huntsinger L. 2011. China's grassland contract policy and its impacts on herder ability to benefit in Inner Mongolia: tragic feedbacks . *Ecology and Society*, 16(2): 1.
- Ministère de l'élevage et des ressources animales du Tchad. 2008.** Plan national de développement de l'élevage (2009-2016). République du Tchad. 84p.
- Modallal N.M., Al-Charchafchi F. 2006.** Allelopathic effect of *Artemisia herba-alba* on germination and seedling growth of *Anabasis setifera*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 1795-1798.
- Moeyersons J., Nyssen J., Poesen J., Deckers J., Mitiku H. 2008.** Efficacité de la gestion conservatoire des eaux et des sols au Tigré. Éditions des archives contemporaines, Ethiopie. 269-273.
- Mohamed AG., Mohamed M. 2014.** Survie de l'économie pastorale en zone de conflit. Onzièmes rencontres internationales du pastoralisme, France. 58p.
- Molinier R. 1934.** Cours de géobotanique. Univ. Aix Marseille. Cen. Reg. De Doc. Peda. Marseille VI. 1-41.
- Mongolian Society for Range Management. 2008.** Warm welcome to the steppes of Mongolia. Brochure for the participants of the International VIII Rangeland Congress. XXI International Grassland Congress Post Tour in Mongolia. In: Wuerthner G., Crist Eileen., Butler T. 2015. Protecting the wild: parks and wilderness, the foundation for conservation, DOI 10.5822/ 978-1-61091-551-9, by the foundation for deep ecology. 87p.
- Mongolian Society for Range Management. 2009.** Livelihood Studies of Herders in Mongolia: Draft study report. Unpublished internal report. Ulaanbaatar. Mongolia. In: Jamsranjav C. 2009. Sustainable rangeland management in Mongolia: the role of herder community institutions. Land Restoration Training Programme Final project 2009 Keldnaholt, 112 Reykjavík, Iceland. 36p.
- Montalvo J., Casada M.A., Levassor C., Pineda F.D. 1993.** Species diversity patterns in Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 4(2): 213-222.
- Morgan R.P.C., Rickson R.J. 1995.** Water erosion control. In: Morgan R.P.C., Rickson R.J. (eds). Slope stabilization and runoff control: a bioengineering approach. E & FN Son, New York. 133-190.
- Mouat D., Lancaster J., Wade T., Wickham J., Fox C., Kepner W., Ball T. 1997.** Desertification evaluated using an integrated environmental assessment model. *Environment Monitoring and Assessment*, 48: 139-156.
- Moussa A.G. Arya. 2014.** Pastoralisme au Niger, enjeux et défis. Onzièmes rencontres internationales du pastoralisme, France. 58p.

- Msika B., El Harizi K., Bourbouze A., Lazarev G. 1997.** Projet de développement de l'élevage et des parcours de l'Oriental. Rome ; Montpellier : Fonds international de développement agricole (FIDA) ; Centre International de Hautes études agronomiques et méditerranéennes-Institut agronomique méditerranéen de Montpellier (Ciheam-IAMM) Réseau Parcours. In : Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houérou H.N. 2006. Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 17: 19-30.
- Mulas M., Mulas G. 2007.** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. In: Bellavite D., Zucca C., Belkheiri O., Saidi H. Etudes techniques et scientifiques à l'appui de l'implémentation du projet démonstratif SMAP de lutte contre la désertification, Université de Sassari, Italie. 112p.
- Müller M., Spaar R., Schifferli L., Jenni L. 2005.** Effects of changes in farming of subalpine meadows on a grassland bird, the whinchat (*Saxicola rubetra*). *Journal of Ornithology*, 146: 14-23.
- Nabuurs G.J. 2004.** Current consequences of past actions: how to separate direct from indirect. In: Field C. B., Raupach M. R. (Eds.), the global carbon cycle. Washington, DC: Island Press. 317–326.
- Naidoo S., Davis C., Archer van Garderen E. 2013.** Forests, rangelands and climate change in southern Africa. Forests and Climate Change Working. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 12p.
- Narjisse H. 2006.** Les écosystèmes agricoles et pastoraux, état des lieux et voie d'évolution. Rapport d'agriculture, Maroc. 362p.
- Nedjraoui D. 1981.** Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. Thèse 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediene, Algérie. 156p.
- Nedjraoui D., Bedrani S. 2009.** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, 8: 7-15.
- Neely C., Bunning S., Wilkes A. 2009.** Review of Evidence on Drylands Pastoral Systems and Climate Change: Implications and Opportunities for Mitigation and Adaptation. FAO, Rome, Italy. 48p.
- Nègre R. 1960.** Les associations végétales du lac Zima. Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Rabat, 40 -16. PASKOFF, R. (1989). Les dunes du littoral. La Recherche, 212 (Juillet —Août), 883-895p.
- Neimanis V., Kerr A. 1996.** Developing national environmental indicators. In Berger A.R., Iams W.J. (eds.), Geoinicators-Assessing rapid environmental changes in earth systems, A.A. Balkema, Rotterdam. 369-376.
- Ngom D. 2008.** Identification d'indicateurs de gestion durable des ressources sylvo-pastorales au Ferlo (Nord Sénégal). Thèse de Doctorat en Biologie Végétale, UCA. 148p.
- Niamir-Fuller M. 1999.** Managing mobility in African rangelands: The legitimization of transhumance. London, UK, intermediate technology publications Ltd. 240p.
- Nic Lughadha E., Baillie J., Barthlott W., Brummitt N.A., Cheek M.R., Farjon A., Govaerts R., Hardwick K.A., Hilton-Taylor C., Meagher T.R., Moat J., Mutke J., Paton A.J., Pleasants L.J., Savolainen V., Schatz G.E., Smith P., Turner I., Wyse-**

- Jackson P., Crane P.R. 2005.** Measuring the fate of plant diversity: towards a foundation for future monitoring and opportunities for urgent action. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences*, 360: 359-372.
- Norgaard R.B. 2010.** Ecosystem services: from eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological Economics*, 69 (6): 1219-1227.
- Nori M. 2006.** Moyens mobiles d'existence, ressources fragmentaires, droits variables : appréhender les territoires pastoraux. International Land Coalition. In : Nori M., Taylor M., Sensi A. 2008. Droits pastoraux, modes de vie et adaptation au changement climatique, IIED, Dossier n° : 148. 33p.
- Nori M., Davies J. 2007.** Vent de changement : Changement climatique, adaptation et pastoralisme. Document de travail de l'IMDP, Nairobi. 26p.
- Nori M., Taylor M., Sensi A. 2008.** Droits pastoraux, modes de vie et adaptation au changement climatique, IIED, Dossier n° : 148. 33p.
- Noss R.F. 1990.** Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation biology*, 4: 355-364.
- Noy Meir I. 1974.** Stability in arid ecosystems and the effects of man on it. In: Cove A. I. (eds). Structure, fonctionnement and management of ecosystems. Proc of the first international congress of ecology, Wangening. 220-225.
- Nyland R. 2002.** Silviculture concepts and applications. McGraw-Hill, New York, USA, 631p.
- N'zala D., Nongamani A., Moutsamboté J.M., Mapangui A. 1997.** Diversité floristique dans les monocultures d'eucalyptus et de pin au Congo. *Cahiers agricultures*, 6(3): 196-174.
- Odum E.P. 1969.** The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- Oldeman L., Hakkeling R., Sombroek W. 1990.** World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. Wageningen (Pays-Bas), International Soil Reference and Information Centre. 27p.
- Olivier L., Muracciole N., Ruderon J.P. 1995.** Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observation diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5-8 octobre 1993) à l'occasion des débats et conclusions. Pp: 356- 358.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. 1954.** Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Cir. U.S Dep. Agr. 24p.
- Olson J.S., Watts J.A., Allison L.J. 1983.** Carbon in live vegetation of major world ecosystems. ORNL-5862, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge. 181p.
- ONCA. 2018.** Office national des conseils agricoles.Séminaire sur la "Gestion durable des terres pastorales au Maroc". CRRA-Oujda, 27-28 Novembre.
- Osem Y., Perevolotsky A., Kigel J. 2002.** Grazing effect on diversity of annual plant communities in a semi-arid rangeland: interactions with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity. *Journal of ecology*, 90(6): 936-946.
- Osmond C., Bjorkman O., Anderson D. 1980.** Physiological process in plant ecology, toward a synthesis with Atriplex. Ecological studies, Springer. 468p.

- Ould Sidi Mohamed Y., Neffati M., Henchi B. 2002.** Effet du mode de gestion des phytocénoses sur leur dynamique en Tunisie présaharienne : cas du parc national de Sidi Toui et de ses environs. *Sécheresse*, 13: 195-203.
- Ould Sidi Mohamed Y. 2002.** Biodiversité et suivie de la dynamique des phytocénoses en Tunisie présaharienne : cas des observations de Sidi Toui et de Oued Dekouk. Thèse de doctorat en bio, FST. 245p.
- Ourcival J.M. 1992.** Réponse de deux chaméphytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Thèse Doc, USTL, Montpellier. 167p.
- Ozenda P. 1958.** La flore de Sahara septentrional et central. CNRS. Paris. 486p.
- Ozenda P. 1977.** Flore du Sahara, Ed CNRS. 312-322.
- Ozer P. 2000.** Les litho-météores en région sahélienne. *GEO-ECO-TROP*, 24: 1-317.
- Pabamé S. 2014.** Le pastoralisme tchadien, entre fragilité et résilience. Onzièmes rencontres internationales du pastoralisme, France. 58p.
- Padilla F., Miranda J., Jorquera M., Pugnaire F. 2009.** Variability in amount and frequency of water supply affects roots but not growth of arid shrubs. *Plant Ecology*, 204: 261-270.
- Palmer T. 2003.** Rangeland resources: South Africa, Namibia, Botswana, Lesotho, Swaziland, Zibabwe. Booklet prepared for delegates to the VII International Rangeland Congress, Durban, South Africa (FAFO and ARC Range and Forage Institute). In: Ramoelo A., Stolter C., Joubert D., Cho M.A., Groengroeft A., Madibela O.R., Zimmermann I., Pringle H. 2018. Rangeland monitoring and assessment: a review. In: Climate change and adaptive land management in southern Africa – assessments, changes, challenges, and solutions (ed. by Revermann, R., Krewenka, K.M., Schmiedel, U., Olwoch, J.M., Helmschrot, J. & Jürgens, N.), Klaus Hess Publishers, Göttingen & Windhoek. *Biodiversity & Ecology*, 6: 170-176.
- Papanastasis V.P. 2009.** Restoration of degraded grazing lands through grazing management: can it work? *Restor. Ecol.* 17: 441-445.
- Paris R., Dillemann G. 1960.** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue pharmacologique. Ed UNESCO. 71-72.
- Paul G., Nevill S.T., Carole P.E., Erin K.E., Kingsley W.D., David J.M. 2016.** Seed production areas for the global restoration challenge. *Ecology and Evolution*, 6(20): 7490-7497.
- PDPEO. 2002.** Rapport d'achèvement du Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental. Ministère de l'Agriculture, du Développement rural et des Eaux et Forêts, Direction provinciale de l'agriculture de Figuig. 8p.
- Pellett P.L., Ghosh S. 1997.** Global nutritional problems with special attention to the role of animal foods in human nutrition. In: Thomson E.F., von Kaufmann R., Li Pun H., Treacher T. and van Houten H. (eds). (2000). Global Agenda for Livestock Research. Proceedings of a Consultation on Setting Livestock Research Priorities in West Asia and North Africa (WANA) Region, ICARDA, Aleppo, Syria, 12-16 November 1997. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya, and ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), Aleppo, Syria. 172p.



- Peters D.P.C., Bestelmeyer B.T., Havstad K.M., Rango A. et al. 2013.** Desertification of rangelands. Elsevier, Climate Vulnerability, USA. vol. 4. 239-258.
- Petratis P.S., Latham R.E., Niesbaum R.A. 1989.** The maintenance of species diversity by disturbance. *Quart. Rev. Biol.* 64: 393-418.
- Pickett S.T.A., White P. 1985.** The ecology of natural disturbances and patch dynamics. Academic Press, New York, USA. 472p.
- Pielou E. C. 1966.** Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theoret. Biol.* 10: 370-383.
- PNUE. 1994.** Stratégie mondiale de la biodiversité. Bureau des ressources génétiques, France. 259 p.
- Plaisance G., Cailleux A. 1958.** Dictionnaire des sols. Ed. La maison rustique, Paris. 604p.
- Platnick N.I. 2012.** The world spider catalog. American museum of natural history. Version 12.5.
- Plieninger T., Pulido F.J., Schaich H. 2004.** Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *Journal of Arid Environments*, 57: 345-364.
- Pontanier R, M'hiri A, Aronson J, Akrimi N, Le Floc'h E. 1995.** L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Montrouge : John Libbey Eurotext. 494p.
- Prieto L.H., Bertiller M.B., Carrera A.L., Olivera N.L. 2011.** Soil enzyme and microbial activities in a grazing ecosystem of Patagonian Monte, Argentina. *Geoderma*, 162: 281-287.
- Prince S.D., Brown De Colstoun E., Kravitz L.L. 1998.** Increased rain-use efficiencies indicate no extensive Sahelian desertification. *Global Change Biology*, 4: 359-374.
- Prince S.D., Becker-Reshef I., Rishmawi K. 2009.** Detection and mapping of long-term land degradation using local net production scaling: Application to Zimbabwe. *Remote Sensing of Environment*, 113 (5): 1046-1057.
- SWAC: Sahel and West Africa Club. 2012.** Promoting and Supporting Change in Transhumant Pastoralism in the Sahel and West Africa. ECOWAS, CSAO, Policy Note n°3. 4p.
- Prospersi J.M. 1988.** Les Medicago méditerranéennes, systématique, distribution et utilisations éventuelles. CR. Réunion Section Plantes Fourragères de l'A.S.F. Changin (Suisse). In : Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A., Abdelkefi A. 2004. Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens . Zaragoza : CIHEAM, 62 : 55-59.
- Prunier G. 2005.** Darfur: The Ambiguous Genocide. Cornell University Press, New York. In: Welzer H., 2009. Klimakriege –Wofür im 21. Jahrhundert getötet wird. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main. 212p.
- PuigDeFábregas J. 2005.** The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in dry lands. *Earth surface processes and landforms*, 30: 133-147.
- Pulido-Fernández M., Schnabel S., Lavado-Contador J. F. Mellado I.M., Pérez R.O. 2013.** Soil organic matter of Iberian open woodland rangelands as influenced by vegetation cover and land management. *Catena*, 109: 13-24.

- Quezel P. 1957.** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biogéographique et écologique. éd. P. Lechevalier. Paris. 463p.
- Quezel P. 1965.** La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. Masson et Cie éd., Paris. 333p.
- Quézel P. 1966.** A propos de xérophytes épineuse en coussinet. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 113:109-120.
- Quezel P. 1991.** Structure de végétation et flore en Afrique du Nord: leurs incidences sur les problèmes de conservation. In: Conservation des ressources végétales. Actes éditions, Rabat (Maroc). 19-34.
- Quézel P. 1999.** Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne : facteurs déterminants dans leur mise en place postglaciaire. *Geobios*, 32 (1): 19-32.
- Quézel P. 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. IBIS PRESS. 42-49.
- Quezel P., Barbero M., Bonin G., Loisel, R. 1991.** Pratiques agricoles et couvert forestier en région méditerranéenne humide et subhumide. Univ. Aix-Marseille III. Saint-Jérôme. UA. CNRS 1152. 71-90.
- Quezel P., Santa S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Paris, Centre national de la recherche scientifique, Tome I, 7<sup>ème</sup> Edition. 564 p. et Tome II. Paris, CNRS, 7<sup>ème</sup>, 1170p.
- Quezel P., Verdier P. 1953.** Les méthodes de la phytosociologie sont-elles applicables à l'étude des groupements animaux? Quelques associations ripicoles de Carabiques dans le Midi de la France et leurs rapports avec les groupements végétaux correspondants. *Vegetatio*, 4: 165-18.
- Rachik H. 2000.** Comment rester nomade, Casablanca, Afrique-Orient. Etudes rurales. P 262-263.
- Ramade F. 1997.** Conservation des écosystèmes méditerranéens. Les fascicules du plan bleu, Economica. France.189p.
- Raunkiaer C. 1934.** The life form of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press. 632p.
- Raynaud Ch. 1985.** Contribution to the study of some species of the genus *Helianthemum* sect. *Helianthemum*. Preliminary note. *Anales Jard. Bot. Madrid* 41(2): 303-311.
- Reeves M., Washington-Allen R. A., Angerer Jay., Raymond Hunt E.Jr., Kulawardhana R. W., Kumar L., Loboda T., Loveland T.R., Metternicht G., Ramsey R.D. 2014.** Global view of remote sensing of rangelands: Evolution, applications, future pathways: Chapter 10. USGS, CRC Press. 40p.
- Reboza A. 2010.** Indicateurs texturaux pertinents pour l'infiltration des eaux traitées en assainissement non collectif. Rapport de stage de master recherche. École Nationale des Ponts et Chaussées. France. 44p.
- Reynolds J.F., Stafford Smith D.M., Lambin E.F., Turner B.L., Mortimore M., Batterbury S.P.J., Downing T.E., Dowlatabadi H., Fernández R.J., Herrick J.E., Huber-Sannwald E., Leemans R., Lynam T., Maestre F.T., Ayarza M., Walker B.**

- (2007). Global desertification: building a science for dry land development. *Science*, 316: 847-851.
- Reyes J., Thiers O., Gerding V., Donoso P. 2014.** Effect of scarification on soil change and establishment of an artificial forest regeneration under *Nothofagus* spp. In Southern Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(1): 115-127.
- Roberto A.D. 2016.** Grazing ecology and the conservation of the Caldenal rangelands, Argentina. *Journal of arid environments*, 134: 49-55.
- Robbins P., Meehan K., Gosnell H., Gilbertz S.J. 2009.** Writing the new West: a critical review. *Rural Sociology*, 74(3): 356–382.
- Robinson C.A., Cruse R.M., Kohler K.A. 1994.** Soil management. In: Hatfield J.L., Karlen D.L. (EDS.). Sustainable agriculture systems. Lewis publishers, USA. 109-134.
- Rola-Rubzen M.F., McGregor M. 2008.** Impact of the desert economy. In ‘Desert Knowledge Symposium 2008’. Alice Springs.
- Rono J., Koech E., Kireger E., Mburu F. 2013.** Effects of micro-catchment rain water-harvesting on survival and growth of multipurpose trees and shrubs in Nyando district, Western Kenya. *Int. J. Agr. Agri. Res*, 3 (1): 17-25.
- Rostami E., Hamidreza M., Mehdi F. 2014.** Determining Rangeland Suitability for Sheep Grazing Using GIS (Case Study: Sadegh Abad Watershed, Kermanshah Province, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 4 (4) : 320-329.
- Roth M. 1980.** Initiation à la morphologie, la Systématique et la Biologie des insectes. Ed. O.R.S.T.O.M., Paris. 212p.
- Ruellan A. 1966.** Les sols iso humiques subtropicaux au Maroc. Conf. Sols médit, Madrid, 81-89.
- Ruellan A. 1970.** Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes: les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental). Thèse de doctorat, faculté des sciences de l'université de Strasbourg. France. 302p.
- Ruellan A. 1976.** Morphologie et la répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. Calcareous soils. Rome : FAO. 271-300.
- Ruffier-Lanche R. 1964.** Les plantes en coussinet. *Bulletin de la Société des Amateurs de Jardins Alpains*, 49(4): 3-13.
- Sabatier R., Doyen L., Tichit M. 2010.** Modeling trade-offs between livestock grazing and water conservation in a grassland agro ecosystem. *Ecological modelling*, 221: 1292-1300.
- Safriel U., Adeel Z. 2005.** Dry lands systems. Scientific commons. Island Pres. 40p.
- Saïdi S. ? Gintzburger G. 2012.** Un indicateur spatial de désertification pour les parcours arides de la Méditerranée: une étude de cas en Algérie. *Rangeland Journal*, 35(1): 47-62.
- Salhi-Hannachi A., Boussaid M., Marrakchi M. 1998.** Genetic variability organization and gene flow in natural populations of *Medicago polymorpha*. L prospected in Tunisia. *Genetics*, 30: 121-135.
- Sampson A.W. 1951.** A symposium on rotation grazing in North America. *Journal of Range Management*, 4:19–24.

- Sandford S. 1983.** Management of pastoral development in the third world. London, John Wiley, in association with the Overseas Development Institute. 316p.
- Sankaran M., Ratnam J. 2013.** African and Asian Savannas. *Encyclopedia of Biodiversity*, 2<sup>nd</sup> Edition, vol. 1 (ed S. A. Levin). New York: Elsevier. 58-74
- Sarmiento G. 1983.** The savannas of tropical America. In Bourlière, F.(ed.) *Tropical savannas. Ecosystems of the world*. 13. Elsevier Amsterdam. 245-288.
- Sauvage Ch. 1961.** Flore des subéeraies marocaines. (Catalogue des cryptogames vasculaires et des phanérogames). Travaux De L'institut Scientifique Chérifien, Série Botanique n°22, Rabat, 25 Août, 1961: X + 257P.
- Savory A. 1978.** A holistic approach to ranch management using short duration grazing. In: Hyder D.M. Proc. First International Rangeland congress. *Soc. Range Manage*, 10: 555-557.
- Savory A., Parsons S.D. 1980.** The Savory grazing method. *Rangelands*, 2: 234-237.
- Sayre N.F., Carlisle L., Huntsinger L., Fisher G., Shattuck A. 2012.** The role of rangelands in diversified farming systems: innovations, obstacles, and opportunities in the USA. *Ecology and Society*, 17(4): 43.
- SCET-SCOM. 2008.** Actualisation de la situation de référence, projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental (PDPEO)-phase II, assistance technique et conseil pour la mise à niveau d'un système de suivi-évaluation et l'actualisation d'une situation de référence. In : INRA. 2012. Etude sur la situation de référence au niveau des Hauts Plateaux du Maroc Oriental. Projet de lutte participative contre la désertification et de réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi arides des hauts plateaux du Maroc Oriental. Rapport final. Centre Régional de La Recherche Agronomique d'Oujda. 84p.
- Scheffer M., Carpenter S., Foley J.A., Folke C., Walker B. 2001.** Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591-596.
- Scheromm P. 2000.** La résistance des plantes à la sécheresse. ed. INRA. Centre de Montpellier. 3p.
- Schucknecht A., Erasmi S., Niemeyer I., Matschullat J. 2013.** Assessing vegetation variability and trends in north-eastern Brazil using AVHRR and MODIS NDVI time series. *Eur. J. Remote Sens*, 46: 40–59.
- Schultz B., Prasad K. 2009.** Development and management of drylands: the need for adapted education and knowledge-sharing. In: Lee C. & Schaaf T., *The future of dry lands*. Springer, Netherlands. 699-718.
- Schuman G.E., Janzen H.H., Herrick J.E. 2002.** Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental pollution*, 116: 391-396.
- Scoones I. 1999.** Nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique. Vivre dans un environnement incertain. Wageningen-Paris : CTA-Karthala. 362p.
- Sebastià M.T., De Bello F., Puig L., Taull M. 2008.** Grazing as a factor structuring grasslands in the Pyrenees. *Applied Vegetation Science*, 11: 215-222.
- Secrétariat de la convention sur la diversité biologique (SCDB). 2009.** Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation. Report of the Second Ad

- Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Série technique n°41. 127p.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. 2010.** Pastoralisme, conservation de la nature et développement: un guide des bonnes pratiques. Montréal. 40p.
- Segal R., Feurstein I., Danin A. 1987.** Chemotypes of *Artemisia herba alba* in Israel based on their sesquiterpene lactone and essential oil constitution. *Biochemical systematics and Ecology*, 15(4): 411-416.
- Selbut R., Longtau A.C., Odunze B.A. 2000.** La conservation de l'eau et des sols au nord du Nigeria: rapport de l'étude de cas préparé par: l'Edo (Eco-System développement organisation). Londres, Royaume-Uni. 44p.
- SER: Society for Ecological Restoration 2004.** SER international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Science & Policy Writing Group. Retrieved from: <http://www.ser.org>
- Sharma M.L., Tongway D.J. 1973.** Plant induced soil salinity patterns in two saltbush (*Atriplex* spp.) communities. *J. Range Manage*, 26: 121-125.
- Sheuyange A., Oba G., Weladji R.B. 2005.** Effects of anthropogenic fire history on savanna vegetation in northeastern Namibia. *J Environ Manage*. 75: 189-98.
- Shrestha R., Ligonja P. 2015.** Perception sociale des prestations de conservation des sols dans la région de Kondoa Usé de Tanzanie, *Elsevier*, doi: 10.1016 / j.iswcr.2015.08.001.
- Silver W.L., Ostertag R., Lugo A.E. 2000.** The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. *Restor. Ecol*, 8: 394-407.
- Silvertown J.W., Wilkin F.R. 1983.** An experimental test of the role of micro-spatial heterogeneity in the co-existence of congeneric plants. *Biological journal of the Linnaean society*, 19: 1-8.
- Sincich F. 2002.** Bedouin traditional medicine in the Syrian steppe. Rome, Italy: FAO Plant Production and Protection Division. 114-115.
- Skoog Douglas A., Donald West M., James Holler F., Stanley Crouch R. 2004.** Fundamentals of analytical chemistry, Thomson, 8<sup>ème</sup> édition. 992p.
- Slimani H., Aidoud A., Rozé F. 2010.** 30 ans de protection et de suivi d'un parcours steppiques en voie de désertification. *J. Arid Environ*, 74: 685-691.
- Smet M., Ward D. 2006.** Soil quality gradients around water points under different management systems in a semi-arid savanna, South Africa. *Journal of Arid Environments*, 64: 251-269.
- Snaibi W. 2018.** Les coopératives de gestion de l'espace pastoral: Etat des lieux et performance -Cas de la zone des HPO-. Séminaire sur la "Gestion durable des terres pastorales au Maroc".CRRA-Oujda, 27-28 Novembre.
- Solbrig O. T. 1996.** The diversity of the savannah ecosystem. In: Solbrig O. T., Medina E. and Silva. P. (eds). Biodiversity and savannah ecosystem processes. *Springer*. 1-27.
- Soliveres-Codina S., Monerris-Llopis J.J., Cortina J. 2008.** El uso de parches artificiales mejora el rendimiento de una repoblación de *Rhamnus lycioides* en medio semiárido. *Cuadernos de la SECF*, 28: 125-130.

- Solomon D. 2000.** Pastoralism and natural resource management: the case of the pastoral Borana in southern Ethiopia. In: Proceedings of the Eighth Annual Conference of Ethiopian Society of Animal Production, 24–26 August, 2000, Addis Ababa, Ethiopia. 17-27.
- Solomon T.B., Snyman H.A., Smit G.N. 2007.** Cattle-rangeland management practices and perceptions of pastoralists towards rangeland degradation in the Borana zone of southern Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 82: 481–494.
- Soltner D. 1976.** Alimentation des animaux domestiques, 9<sup>e</sup> éd. Collect. Sci. Tech. Agric., Le Clos Lorelle (Fr.). 392p.
- Society for Range Management. 2001.** Rangelands and Global Change. An Issue Paper Created by the Society for Range Management
- Soto G. 1997.** *Atriplex nummularia*, espèce pionnière contre la désertification. FAO. XI congrès Forestier Mondial. 13-22 Oct. 1997. Antalya- Turquie, Vol.2, thème 10. 2 p.
- Spitzer K., Jaros J., Havelka J., Leps J. 1997.** Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest. *Biol Conserv*, 80: 9-15.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., De Haan C. 2006.** Livestock's long shadow: Environmental issues and options. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization. 26p.
- Steinfeld H., Mooney H.A., Schneider F., Neville L.E. 2010.** Livestock in a changing Landscape. Drivers, consequences, and responses, Vol. 1, Island press. 416p.
- Stellmes M., Sonnenschein R., Röder A., Udelhoven T., Sommer S., Hill J. 2015.** Land degradation assessment and monitoring of dry lands. In: Thenkabail P.S. (Editor), remote sensing of water resources, disasters, and urban studies, CRC Press. P 417-451.
- Swaminathan S.M. 1990.** Foreword. In : Mc Nely J.A., Miller K.M., Reid W.V., Mittermeier R.A. & Werner T. (eds). Conserving the world's biodiversity. World Bank, Washington D.C. 155p.
- Swift J. 1988.** Major issues in pastoral development with special emphasis on selected African countries. FAO, Rome. 64 p.
- Swift J. 1998.** Les grands thèmes du développement pastoral et le cas de quelques pays Africains. FAO/ESH, working papers on pastoral and agro-pastoral societies. Rome. 83p.
- Symeonakis E., Drake N. 2004.** Monitoring desertification and land degradation over sub-Saharan Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 573-592.
- Taleb A., Maillet J. 1994.** Mauvaises Herbes Des Céréales De La Chaouia (Maroc) Ii. Aspect Ecologique. *Weed Res.* 34: 353-360.
- Taleb A., Bouhache M., Rzozi S.B. 1998.** Flore Adventice Des Céréales D'automne Au Maroc. Actes Inst. Agron. Vet. Hassan Ii, Rabat, Maroc. 18(2): 121-130.
- Tanaka J.A., Brunson M., Torell L.A. 2011.** A social and economic assessment of rangeland conservation practices. In: Briske D.D. editor. Conservation benefits of rangeland practices: assessment, recommendations, and knowledge gaps. United States department of agriculture, natural resources conservation service. 371-422.

- Tarhouni M., Ouled Belgacem A., Neffati M., Henchi B. 2007.** Qualification of rangeland degradation using plant life history strategies around watering points in southern Tunisia. *Pak J Biol Sci*, 10: 1229-35.
- Taylor J. 2004.** Being in the Rangelands for the long run: Balancing economic, environment and social outcomes. Short course participant's workbook. Gatton: The University of Queensland.
- Tbib A., Chaieb M. 2004.** La mise en défens des parcours en zones arides : avantages écologiques et obstacles socio-économiques. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. *Zaragoza: CIHEAM*, 62: 473-476.
- Tefera S., Dlamini B.J., Dlamini A.M. 2010.** Changes in soil characteristics and grass layer condition in relation to land management systems in the semi-arid savannas of Swaziland. *Journal of Arid Environments*, 74: 675-684.
- Tessema Z., De Boer W., Baars R., Prins H. 2011.** Changes in soil nutrients, vegetation structure and herbaceous biomass in response to grazing in a semi-arid savanna of Ethiopia. *J. Arid Environ*, 75: 662–670.
- Thornton P.K., Boone R.B., Galvin K.A., Burnsilver S.B., Waithaka M.M., Kuyiah J., Karanja S., González-Estrada E., Herrero M. 2007.** Coping strategies in livestock-dependent households in East and southern Africa: a synthesis of four case studies. *Human Ecology*, 35(4): 461–476.
- Tilman D. 1988.** Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton, N.J. 360p.
- Tingle C.C.D. 2002.** Terrestrial invertebrates. In: Grant I.F. and TINGLE C.C.D., Edt - Ecological Monitoring Methods for the Assessment of Pesticide Impact in the Tropics. Chatham, UK: Natural Resources Institute, Chap. 8. 159-179.
- Traore S., Thiombiano L., Rasolodimby Millogo J., Guinko S. 2007.** Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. in eastern Burkina Faso: relation to soil respiration and microbial biomass. *Appl. Soil Ecol.*, 35: 660-669.
- Treweek J.R., Watt T.A., Hambler C. 1997.** Integration of sheep production and nature conservation: experimental management. *Journal of experimental management*, 50: 193-210.
- UNCCD. 2007.** Climate change and desertification. UNCCD thematic fact sheet series 1. 2 p.
- UNESCO. 1981.** Ecosystèmes pâturés tropicaux. Un rapport sur l'état des connaissances préparé par l'UNESCO, le PNUE et la FAO. Coll. Recherches sur les Ressources Naturelles, XVI. 675p.
- USAID, 2005.** Filière des plantes aromatiques et médicinales, note de synthèse. *Chemonics International, Inc.* 608 (05): 1-43.
- US Department of Agriculture, Forest Service. 1989.** RPA assessment of the forest and rangeland situation, U. S. Department of agriculture, forest service, forest resource report 26. U.S. department of agriculture, Washington, D.C. 72p.
- USSL: United States Salinity Laboratory. 1954.** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, United States department of agriculture. 166p.

- Valdés B., Rejdali M., Achhal El Kadmiri A., Jury J.L., Montserrat J.M. (2002).** Catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc incluant des clés d'identification. Biblioteca De Ciencias, Consejo Superior De Investigaciones Cientificas (Csic). Madrid. (Edit), 2002; 2 Volumes. 1007p.
- Vanden Berghen C. 1981.** Liste commentée des plantes vasculaires observées dans l'île de Djerba (Tunisie méridionale). *Lejeunia*, 105: 1-38.
- Van den Berg L., Zeng Y. 2006.** Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *S. Afr. J. Bot.*, 72(2): 284-286.
- Van Oudtshoorn F.P. 1992.** Guide to grasses of South Africa. Briza, Pretoria. 288p.
- Verlaque M., Auby I., Plus M., Belsher T. 2006.** Première évaluation de la flore introduite dans le bassin d'Arcachon. In: PNEC « Lagunes Méditerranéennes », Atelier 2.3 espèces introduites – Traçabilité des espèces algales introduites en milieu ostréicole. Rapport CNRS UMR 6540 & Ifremer. 27p.
- Vogt J.V., Safriel U., Von Maltitz G., Sokona Y., Zougmore R., Bastin G., Hill J. 2011.** Monitoring and Assessment of Land Degradation and Desertification: Towards New Conceptual and Integrated Approaches. *Land Degrad. Develop.* 22: 150–165.
- Voisin A. 1959.** Grass productivity. New York, NY, USA: Philosophical Library. 353 p.
- Voisin J.F. 1986.** Une méthode simple pour caractériser l'abondance des orthoptères en milieux ouverts. *L'Entomologiste*, 42: 113-119.
- Waechter P. 1982.** Etude des relations entre animaux domestiques et la végétation dans les steppes du sud de la Tunisie. Implications pastorales. Thèse Doct. Ing.; Univo Sciences et Technique du Languedoc, Montpellier. 293p.
- Wahbi M., Taleb A., 1995.** Mauvaises herbes des vergers d'agrumes de la région du Souss : aspects botanique et agronomique. In : Actes du Séminaire de l'Association Marocaine de la Protection des Plantes (A.M.P.P.) sur la protection phytosanitaire des agrumes, 19-20 mars, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat. 30-41.
- Walker B.H., Noy-Meir I. 1982.** Aspects of the stability and resilience of savannaecosystems. In: Huntley B.H., Walker B.H. (Eds). Ecology of tropical savannas, Springer-Verlag, Berlin, Allemagne. 556-590.
- Walker B.H. 1995.** Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation biology*, 9: 747-752.
- Walker B., Salt D. 2012.** Thresholds on the range: a safe operating space for grazing enterprises. In: Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function. Island Press/Center for resource economics. 27–34.
- Walkley A., Black I. A. 1934.** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37: 29-38.
- Walter H., Box E.O. 1983.** Overview of Eurasian continental deserts and semi deserts. In: Ecosystems of the world (Ed NE West). Vol V, Elsevier, Amsterdam. P 3–269.
- Wane A., Touré I., Ancy V. 2010.** Pastoralisme et Recours aux marchés - Cas du Sahel sénégalais (Ferlo). *Cahiers Agricultures*, 19(1): 14-20.



- Washington-Allen R.A., West N.E., Ramsey R.D., Efroymsen R.A. 2006.** A protocol for retrospective remote sensing-based ecological monitoring of rangelands. *Rangeland Ecol. Manage*, 59: 19–29.
- Weicheng W. 2003.** Application de la géomatique au suivi de la dynamique environnementale en zones arides. Sciences de l'Homme et Société. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, France. 230p.
- Westoby M. 1989.** Selective forces exerted by vertebrate herbivores on plants. *Tree*, 4(4): 115-117.
- Société de gestion des parcours. 1978.** What is prime rangeland? *Range man's journal*, 5(6): 198-200.
- Whittaker R., Likens G.E. 1975.** Primary production: the biosphere and man. In Primary Productivity of the Biosphere (Lieth H., Whittaker R. H. Eds.). Springer Verlag, Berlin. 305-328.
- Whittaker R., Levin S.A. 1977.** The role of mosaic phenomena in natural communities. *Theor Pop Biol*, 12: 117-139.
- Wickens G.E. 1996.** Rôle des acacias dans l'économie rurale des régions sèches d'Afrique et du Proche-Orient. Cahier FAO conservation. 1020-1149.
- Wiegmann K., Hennenberg K. J., Fritsche U. R. 2008.** Degraded land and sustainable bioenergy feedstock production. Paper presented at the joint international workshop on high natural value criteria and potential for sustainable use of degraded Lands, Paris. 12p.
- Wiese H., Schweinberger S., Hansen K. 2008.** Age of the beholder: ERP evidence of an own-age bias in face memory. *Neuropsychologia*, 46: 2973-2985.
- Williams H.E., Breene R.G., Riley S. R. 1994.** The black widow spider. The university of Tennessee agricultural extension service. PB1193. 12p.
- WOCAT. 2009.** World Overview of Conservation Approaches and Technologies, Benefits of Sustainable Land Management. UNCCD, Swiss agency for development and cooperation. FAO, Centre for Development and Environment. 15p.
- World Resources Institute. 1986.** World resources. New York, NY: Basic Books, Inc. 353 p.
- Yahdjian L., Sala O.E. 2008.** Climate Change Impacts on South American Rangelands. *Rangelands*, 30(3): 34–39.
- Yahyaoui M. 1999.** Caractérisation des systèmes d'élevage ovin du Maroc Oriental et comparaison des performances des races ovines Béni Guil et Ouled Djellal (cas des communes rurales de Béni Mathar et Ouled Sidi Abdelhakem). Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle en agronomie, option Productions animales, Meknès, Ecole nationale d'agriculture. In : INRA. 2012. Etude sur la situation de référence au niveau des Hauts Plateaux du Maroc Oriental. Projet de lutte participative contre la désertification et de réduction de la pauvreté dans les écosystèmes arides et semi arides des hauts plateaux du Maroc Oriental. Rapport final. Centre Régional de La Recherche Agronomique d'Oujda. 84p.
- Yin Y., Gong F.Y., Wua X.X., Yuna S., Lia Y.H., Chena T., Xu Q. 2008.** Anti-inflammatory and immunosuppressive effect of flavones isolated from *Artemisia vestita*. *J. Ethnopharmacol*, 120(1): 1-6.

- Young J.A., Sparks B.A. 1985.** Cattle in the cold desert. Utah state university press, Logan, UT. 255 p.
- Zaafouri M.S., Akrimi N., Floret C., Le Floc'h E., Pontannier R. 1994.** Les plantations sylvopastorales en Tunisie présaharienne. *Sécheresse*, 5: 265-275.
- Zack R.S., Streng D., Landolt P.J., Looney C. 2010.** European earwig, *Forficula auricularia l.* (dermaptera: forficulidae), at the Hanford reach national monument, Washington state. *Western North American Naturalist*, 70(4): 441-445.
- Zacsek J.J., Harding J., Welfley J. 1997.** Impact of soil scarification on the composition of regeneration and species diversity in an oak shelter wood. In: Pallardy S.G. et al. (eds.). Proc. of the 11<sup>th</sup> central hardwood forest conf. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC-188. P 341-348
- Zacsek J.J. 2002.** Composition, diversity, and height of tree regeneration three years after soil scarification in a mixed-oak shelter wood. *For. Ecol. Manage*, 163: 205-215.
- Zhang X., Parisi-Presicce F., Sandhu R., Park J. 2005.** Formal model and policy specification of usage control. *ACM Trans. Inform. Syst. Secur.* 8 (4): 351–387.
- Zhao G., Mu X., Wen Z., Wang F., Gao P. 2013.** Soil erosion, conservation and Eco-environment change in the loess plateau of China. *Land degradation & development*, 24: 499-510.
- Zucca C., Pulido-Fernández M., Fava F., Dessena L., Mulas M. 2013.** Effects of restoration actions on soil and landscape functions: *Atriplex nummularia* L. plantations in Ouled Dlim (Central Morocco). *Soil and Tillage Research*, 133: 101-110.

# Annexes

## Glossaire

**Agropastoralisme:** est la combinaison de pâturage sur des terres non cultivées, de cultures fourragères, de sous-produits agricoles et agro-industriels et d'aliments achetés, dans une exploitation de polyculture et d'élevage (Aquino, 1998).

**Biodiversité:** Ce terme a été défini par la convention sur la diversité biologique (CDB) lors du sommet de la terre de Rio en 1992 comme étant « la variabilité des organismes vivants de toutes origines et les complexes écologiques dont ils font partie » (article 2 de la CDB). La biodiversité englobe trois niveaux d'organisation du vivant (Noss, 1990) : la diversité génétique, la diversité spécifique et la diversité écologique.

**Dégradation :** est la diminution ou la disparition de la productivité biologique ou économique des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées, du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes tels que l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau, la détérioration des sols et la disparition à long terme du couvert végétal (UNCCD, 1994). Selon Barrow (1991), la dégradation est un processus qui réduit le potentiel de production des sols ou de l'utilité des ressources naturelles. Elle se définit également comme un changement de tous les aspects naturels ou biophysiques de l'environnement par une activité anthropique au détriment de la végétation, des sols, de l'état de surface, de l'eau de surface et souterraine et des écosystèmes (Conacher et Sala, 1998). Il y a désaccord entre les données de dégradation qui comprennent les processus naturels et ceux qui ont été induites uniquement par l'activité humaine (Weigmann et al., 2008). Par exemple, en Indonésie; une forêt exploitée et une prairie très érodé peuvent tous deux être définies comme des zones dégradées malgré les distinctions claires entre ces catégories de terres (Koh et al., 2010 ). La définition qui a un consensus presque universel est celle qui relié la dégradation avec la réduction de la productivité de la terre ou le sol en raison de l'activité humaine (Holm et al., 2003; Kniivilä, 2004 ; Oldeman et al., 1990).

**Éleveur:** désigne toute personne qui participe à l'activité de l'élevage soit comme berger soit comme propriétaire de troupeaux, ou bien les deux.

**Erme :** est une formation herbacée basse, plus ou moins discontinue, à rythme saisonnier marqué, qui dérive du matorral par dégradation très poussée et qui est donc également limitée aux bioclimats semi-arides, subhumide et humide (Ionesco et Mathez, 1967). L'erme est dominée par des annuelles, des géophytes et des plantes à rhizome, dont la plupart sont des espèces refusées par les animaux. Selon les espèces ligneuses qui subsistent dans l'erme, Donadieu (1977) a distingué trois types d'erme : erme arborée à *Quercus suber*, erme buissonnante à *Chamaerops humilis* et erme cultivée à *Ziziphus lotus*. L'erme est une formation herbacée basse (généralement moins de 30 cm), à hémicryptophytes, géophytes, méso-hygrophytes et thérophytes. Les pelouses sont surtout localisées dans les montagnes et les plateaux à partir de 1000 m d'altitudes.

**Ethnie:** groupe humain possédant un héritage socioculturel commun (une langue, une religion ou des traditions communes). C'est un concept important de l'ethnologie et de la sociologie (Dubar, 2002).

**Forêts :** selon Le Houérou (1977) sont des formations végétales d'au moins 5m de hauteur ayant une densité d'au moins 100 arbres par hectare. Donadieu (1977) distingue les forêts denses (d'un recouvrement supérieur à 75%), les forêts claires (50 à 75 %) et les forêts trouées ou clairières (25 à 50%).

**Jmaâ :** est le comité de sages représentant toutes les fractions constituant une ethnie ou une tribu. Son pouvoir est reconnu moralement et s'applique sans force physique.

**Matorrals :** sont des formations végétales ligneuses qui ne dépassent pas 5 m de hauteur et qui peuvent être climaciques ou dérivées des forêts par des traitements dégradants (Le Houérou, 1981). Selon sa structure, le matorral peut être arborée ou à xérophytes épineux. Les termes maquis et garrigue désignent des matorrals dérivant de la dégradation de forêts sur sols acides (maquis ou chaparral) et sur sols calcaires (garigue).

**Nomadisme:** implique la mobilité totale d'un groupe humain, grâce à un habitat transportable ou suffisamment sommaire pour être reconstruit à chaque déplacement (Bernus et Centlivres-Demont, 1982). Le nomade est appelé à se déplacer pour trouver la meilleure végétation possible dans les différentes zones pastorales.

**Offre fourragère:** est la caractéristique principale des parcours. L'offre fourragère s'inspire de la capacité de charge d'un parcours (Daget et al., 2000).

**Pasteur et agropasteur:** désigne toute personne pratiquant des activités pastorales et agropastorales ou participant au mode de vie correspondant.

**Prairies :** sont des formations azonales largement indépendantes du bioclimat, les prairies se trouvent au bord des oueds, dans les dépressions à nappe phréatique proche de la surface et autour des lacs. Les prairies sont dominées par une végétation graminéenne et restent vertes durant toute l'année grâce à un approvisionnement en eaux quasi permanent.

**Ressources pastorales:** sont l'ensemble des ressources naturelles nécessaires à l'alimentation des animaux. Elles sont constituées généralement par l'eau, les parcours, et les terres salées, voire les prés salants (Niamir, 1999).

**Steppes :** sont des formations végétales, primaires et secondaires basses et ouvertes des bioclimats arides, sahariens et de haute montagne, trop secs ou trop froids pour les forêts et les matorrals (Ionesco et Mathez, 1967 ; Donadieu, 1977). En fonction du nombre de strate, de la nature des espèces dominantes et du bioclimat, Donadieu (1977) a distingué des steppes graminéennes, chaméphytiques, arborées, arbustives et buissonnantes ainsi que semi arides, arides et désertiques. D'après Maniere et Chamignon (1986), le terme « steppe » évoque d'immenses étendues arides couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Le Houérou (1995) a défini les steppes comme étant des formations végétales basses et ouvertes, dominée par des espèces pérennes, dépourvue d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables. Selon Kaabeche (1990), la steppe repose souvent une combinaison de critères à la fois physiologiques, structuraux et écologiques. Aidoud (1994) a signalé que la végétation

steppique est dominée par des écosystèmes où s'exacerbent l'ensemble des contraintes méditerranéennes par le déficit hydrique qui devient permanent (aridité) et par la pression anthropique qui est dans la plupart des cas, de plus en plus intense.

**Surpâturage:** est le prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours (Le Houérou, 1995).

**Transhumance:** est un système d'exploitation des ressources pastorales caractérisé par des mouvements saisonniers des animaux sous le gardiennage de bouviers. Selon Nori (2007), ces mouvements peuvent s'étendre à un territoire national ou régional, ils s'effectuent entre des zones écologiques complémentaires.

**Valeur fourragère:** est la somme des recouvrements des espèces présentes pondérées par un indice de qualité spécifique (Kruijne et De Vries, 1968). Elle est exprimée en unité fourragère (UF). L'UF est l'équivalent énergétique d'un kilogramme d'orge dont l'énergie nette est évaluée à 1880 kcal pour les ruminants (Soltner, 1976).

### ***Annexe 1 : Loi 33-94***

Les zones d'amélioration pastorale visées à l'article 2 de la présente loi sont créées à l'intérieur des périmètres de mise en valeur en Bour, en vue d'enrayer la dégradation des parcours et d'en assurer la reconstitution et l'exploitation rationnelle. Selon l'article 23 de la loi 33-94, l'amélioration pastorale comporte les deux opérations suivantes :

- 1) La réalisation des points d'eau, pépinières, fosses, repères, bains parasitocides, silos, abris et logements de gardiens ;
- 2) Les travaux de conservation des sols, fumures et amendements, semis ou plantation d'espèces fourragères, herbacées ou arbustives, élimination d'espèces nuisibles, implantation de brise-vent, boqueteaux et plantes-abris.

Selon l'article 27 de la loi 33-94, les travaux de régénération et d'enrichissement des parcours ne sont effectués que dans les parcelles de mise en défens créées et délimitées par l'administration à l'intérieur de la zone d'amélioration pastorale, sur la base d'une étude technique. L'introduction d'animaux en surnombre ou appartenant à des espèces non autorisées et l'introduction d'animaux dans les zones d'amélioration pastorale par des personnes non-titulaires d'un droit de pâturage est punie d'une amende calculée par tête d'animal introduit en infraction (article 49 et 50 de la loi 33-94).

Le contenu de la loi 33/94 est attrayant de par sa conception originale : échelle maîtrisable d'intervention, aménagement intégré, participatif et décentralisé (Narjisse, 2006). Toutefois, l'analyse de ce contenu et des modalités de sa mise en œuvre sur le terrain a soulevé une série d'interrogations concernant le référent technique qui préside au choix des zones et aux modalités de leur aménagement, et le décalage entre les principes qui sous-tendent la loi et les conditions effectives de sa mise en œuvre (Narjisse, 2006).

### ***Annexe 2 : Loi 113-13***

Cette loi a pour objets de définir les principes et les règles régissant la transhumance pastorale ainsi que l'aménagement et la création des espaces pastoraux ; assurer les conditions durables et les sources de vie des populations concernées et leur cheptels ; définir les instances et organes chargé de la transhumance pastorale à travers la mise en place des structures spécifiques chargées de la gestion des espaces pastoraux et enfin, définir les sanctions et pénalités afin d'éviter tout conflit à travers la responsabilisation des parties notamment l'Etat, les collectivités territoriales et les bénéficiaires (Bulletin officiel, 2016).

### ***Création, aménagement et gestion des espaces pastoraux***

La loi 113-13 vise à mettre en place un cadre juridique spécifique et approprié en mesure de fixer par voie réglementaire les conditions et modalités de création et de délimitation des espaces pastoraux, apporter les solutions aux problèmes d'aménagement et de gestion des parcours et leur développement, prévoir des zones de mise en défens et fixer les conditions de création et de gestion de ces zones et prévoir l'octroi d'une indemnité dite « mise en défens », aux éleveurs jusqu'à l'ouverture de ces zones au pâturage (Bulletin officiel, 2016).

Concernant la mobilité des troupeaux, la loi 113-13 stipule que les espaces de pâturage et de transhumance doivent être créés par le département de l'agriculture ou le département des eaux et forêts, les collectivités locales et les organisations professionnelles. Le département de l'agriculture ou le département des eaux et forêts déterminent chaque année les périodes d'ouverture ou de fermeture de ces espaces ainsi que les couloirs de passage des animaux pour aller d'un parcours à l'autre. Le pâturage et la transhumance doivent « *s'effectuer dans le respect de la propriété d'autrui* » (Bulletin officiel, 2016). Cette loi instaure la nécessité pour les propriétaires de troupeau de détenir une autorisation dénommée « autorisation de transhumance pastorale » pour le déplacer en transhumance. Lorsque les animaux se retrouvent sur les lieux qui leur sont autorisés, le propriétaire doit en tenir informée l'administration. S'il s'agit d'un terrain privé, le propriétaire du troupeau peut signer un contrat avec celui du terrain. Dans le cas des parcours d'arganier, l'administration peut ouvrir des terrains au pâturage sans l'autorisation de leurs propriétaires.

### ***Mise en repos des terrains et sanctions pour préserver l'écosystème***

Les autorités peuvent également décider de la mise en repos d'un espace, y compris s'il est privé afin que la végétation se régénère. Les mises en repos ne doivent pas « *mettre en péril* » les troupeaux, les propriétaires de troupeaux reçoivent alors une indemnité.

La loi évoque des aides techniques et financières pour la réalisation de points d'eau, d'abris, de plantations et des couloirs de passage des troupeaux dans le but d'aménager, préserver ou développer les espaces pastoraux et sylvopastoraux. Le milieu forestier peut être ouvert au pâturage par l'administration, qui délivre une autorisation préalable, en cas de sécheresses ou d'inondations ou toute calamité naturelle mettant en péril le cheptel national.

L'une des nouveautés apportées par ce texte prévoit l'indemnisation des propriétaires d'un parcours mis en défens sur une durée supérieure à une année. En cas de non-respect de ces obligations, le propriétaire des troupeaux encourt jusqu'à 20 000 dirhams d'amendes. Les animaux peuvent être envoyés à la fourrière puis mis aux enchères si cette amende n'est pas

payée dans un délai de sept jours. Les frais relatifs à la sécurité, à l'alimentation et à la santé des animaux sont à la charge du propriétaire des animaux en question.

La charge animale sera fixée par voie réglementaire. En cas d'introduction en surnombre ou l'introduction d'animaux appartenant à des espèces non autorisées dans les zones pastorales: l'infraction est punie d'une amende calculée par tête d'animal. Le montant d'infraction est de 100 dh/tête pour les ovins/caprins, 250 dh/tête de bovins/équins/asins et 500 dh/tête de camélins.

Lors du séminaire national sur la gestion durable des terres de parcours au Maroc, organisé au centre régional de la recherche agronomique d'Oujda le 27 et 28 novembre 2018, El Mostafa Darfaoui (consultant en pastoralisme) a considéré que la loi 113-13 est la première loi indépendante dans le domaine agricole à l'échelle nationale. Cette loi a été considérée comme une bonne initiative qui donne l'importance à la transhumance et à la fonction du pâturage. Toutefois, cette loi a évité de s'attaquer au problème du renforcement des liens entre l'homme et la terre pour rationaliser la gestion mais elle a omis les autres usages des parcours et risque d'avoir une portée limitée en absence d'une politique claire et d'une stratégie nationale de gestion des terres de parcours.

### ***Annexe 3 : Liste des espèces végétales avec leur UF***

<b>Espèces</b>	<b>Phytomasse Kg de MS</b>	<b>UF/Kg de MS</b>	<b>UFL / kg MS</b>	<b>UFV / kg MS</b>
<i>Asteriscus graveolens</i>		0,60		
<i>Fagonia glutinosa</i>		0,25		
<i>Helianthemum lippii</i>		0,50		
<i>Salvia aegyptiaca</i>		0,47		
<i>Festuca arundinacea</i>	50.000 kg/ha Vert	5.500 UF/ha		
<i>Medicago salilla</i>	25.000	3.000		
<i>Dactylis glomerata</i>	17.600	2.800		
<i>Dactylis glomerata</i>		0,62		
<i>Moricandia arvensis</i>		0,25		
<i>Astragalus armatus</i>		0,21		
<i>Helianthemum lippii</i>		0,30		
<i>Rosmarinus officinalis</i>		0,16		
<i>Globularia alypum</i>		0,29		
<i>Plantago albicans</i>		0,42		
<i>Artemisia herba-alba</i>		0,59		
<i>Atractylis serratuloides</i>		0,19		
<i>Stipagrostis pungens</i>			0,48	0,37
<i>Haloxylon scoparium</i>			1,55	1,65
<i>Zilla spinosa</i>			0,55	0,45
<i>Retama retam</i>			0,73	0,64
<i>Piturantus chlorantus</i>			0,51	0,40
<i>Thymelia microphylla</i>			0,61	0,50
<i>Rantherium adpressum</i>			0,60	0,51
<i>Randonia africana</i>			0,64	0,54
<i>Genista saharae</i>			0,50	0,38
<i>Traganum nudatum</i>			0,55	0,46
<i>Zygophyllum album</i>			0,81	0,79
<i>Tamarix articulata</i>			0,63	0,56
<i>Tamarix aphylla</i>			0,86	0,82



### Annexe 3 : Liste des espèces végétales avec leur UF

Espèces	Phytomasse Kg de MS	UF/Kg de MS	UFL / kg MS	UFV / kg MS
<i>Limonastrum guynianum</i>			0,73	0,67
<i>Limonastrum guynianum</i>			0,64	0,57
<i>Ephedra alata</i>			0,56	0,45
<i>Calligonum comosum</i>			0,69	0,59
<i>Anabasis articulata</i>			0,56	0,48
<i>Cornulaca monantha</i>			0,54	0,45
<i>Salsola tetragona</i>			0,60	0,54
<i>Sueda fructosa</i>			1,18	1,23
<i>Oudneya africana</i>			1,11	1,11
<i>Aristida mutabilis</i>	(rapport d'INRA)	0,67		
<i>Vicia sativa</i>		0,75		
<i>Hordeum vulgare</i>		0,95		
<i>Lolium multiflorum</i>		1,01		
<i>Festuca arundinacea</i>		0,69		
<i>Atriplex nummularia</i>		0,45		
<i>Atriplex halimus</i>		0,41		
<i>Anacyclus clavatus-</i>			0,49	0,37
<i>Astragalus armatus</i>			0,82	0,73
<i>Bromus madritensis</i>			0,84	0,78
<i>Bromus maximus</i>			0,82	0,76
<i>Dactylis glomerata</i>			0,89	0,82
<i>Festuca arundinacea</i>			0,79	0,71
<i>Launaea arborescens</i>			0,46	0,34
<i>Lygeum spartum</i>			0,55	0,44
<i>Medicago littoralis</i>			0,88	0,80
<i>Plantago albicans</i>			0,87	0,78
<i>Phragmites australis</i>			0,66	0,56
<i>Piturantho schloranthus</i>			0,47	0,36
<i>Salvia aegyptiaca</i>			0,47	0,37
<i>Stipa parviflora</i>			0,89	0,82
<i>Stipa tenacissima</i>			0,56	0,44
<i>Stipagrostis pungens</i>			0,42	0,31
<i>Dactylis glomerata</i>		0,62		
<i>Moricandia arvensis</i>		0,25		
<i>Astragalus armatus</i>		0,21		
<i>Rosmarinus officinalis</i>		0,16		
<i>Globularia alypum</i>		0,29		
<i>Plantago albicans</i>		0,42		
<i>Artemisia herba-alba</i>		0,59		
<i>Atractylis serratuloides</i>		0,19		
<i>Aristida mutabilis</i>		0,67		
<i>Vicia sativa</i>		0,75		
<i>Hordeum vulgare</i>		0,95		
<i>Lolium multiflorum</i>		1,01		
<i>Festuca arundinacea</i>		0,69		
<i>Atriplex nummularia</i>		0,45		
<i>Atriplex halimus</i>		0,41		

**Annexe 4 : Liste des espèces végétales de chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL) avec leurs classifications selon APG III et leurs types biologiques. L : longévité (A : annuelle, P : pérennes) ; TB : type biologique ; DR : degré de rareté.**

Espèces	S1	S2	S3	S4	PL	L	TB	Biogeo	DR	Famille
<i>Iris xiphium</i> L.	-	-	-	+	-	P	Ge	W. MED	V	Iridaceae
<i>Filago pyramidata</i> L.	+	+	+	+	+	A	Th	EUR-MED	R?	Asteraceae
<i>Adonis aestivalis</i> L.	-	-	-	-	+	A	Th	EURAS	R?	Ranunculaceae
<i>Adonis dentata</i> Delile.	-	-	-	-	+	A	Th	MED	R?	Ranunculaceae
<i>Aizoanthemum hispanicum</i> (L.) HEKHartmann	-	-	+	+	+	A	Th	MED-ASIE		Aizoaceae
<i>Althaea ludwigii</i> L.	-	+	+	+	-	A	Th	MED		Malvaceae
<i>Anacyclus monanthos</i> Pomel.	-	+	-	+	-	A	Th	AFN	R	Asteraceae
<i>Androsace maxima</i> L.	-	-	-	+	-	A	Th	EURAS-AFN		Primulaceae
<i>Argyrobium uniflorum</i> Jaub. & Spach	-	+	-	-	-	P	Ch	AFN		Fabaceae
<i>Arnebia decumbens</i> (vent.) Cross. & Kralik.	+	+	+	-	-	A	Th	EURAS-AFN		Boraginaceae
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	+	+	+	+	+	P	Ch	EURAS-AFN		Asteraceae
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	+	+	-	-	-	P	Ge	MED		Asparagaceae
<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm et Viv.	-	+	+	-	-	P	Ge	CANAR-MED		Asphodelaceae
<i>Asteriscus pygmaeus</i> (DC.) Coss. & Dur.	+	+	-	-	-	A	Th	CANAR-EUR-MERID		Asteraceae
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	+	-	-	-	-	P	Ch	MED		Fabaceae
<i>Astragalus epiglottis</i> L.	+	+	-	-	-	A	Th	MED		Fabaceae
<i>Atractylis cancellata</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	MED		Asteraceae
<i>Atractylis flava</i> Desf.	-	-	-	-	+	P	Ch	AFN-TUR-ARAB	RR	Asteraceae
<i>Atractylis humilis</i> Desf.	+	+	+	+	+	P	H	MED-IBERO-MAUR	V	Asteraceae
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	-	+	-	-	-	P	Ch	SAH-MED		Asteraceae
<i>Biscutella didyma</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	MED	??	Brassicaceae
<i>Bromus madritensis</i> L.	-	+	+	-	-	A	Th	MED		Poaceae
<i>Bromus rubens</i> L.	+	+	+	+	+	A	Th	PALEO-SUB-TROP	RR	Poaceae
<i>Calendula arvensis</i> L.	+	+	+	+	-	A	Th	EURAS-AFN	??	Asteraceae
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	EURAS-MED		Asteraceae
<i>Carthamus lanatus</i> L.	-	-	+	+	-	A	Th	MED		Asteraceae
<i>Carthamus pinnatus</i> Desf.	-	+	-	-	-	A	Th	MED	R	Asteraceae
<i>Catananche caerulea</i> L.	-	-	+	-	-	P	H	W-MED	RR	Asteraceae
<i>Centropodia forsskalii</i> Vahl.	-	+	-	+	-	A	H	AFN		Poaceae
<i>Ceratocephala falcata</i> Maire & Weiller	-	-	-	+	+	A	Th	EURAS		Ranunculaceae
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	+	+	+	+	-	A	Th	MED		Asteraceae
<i>Cistanche tinctoria</i> L.	-	+	-	-	-	P	Ge	AFN-ASIE		Orobanchaceae
<i>Cistanche violacea</i> (Desf.) G. Beck	-	+	-	-	-	P	Ge	AFN-ASIE		Orobanchaceae
<i>Cladanthus arabicus</i> (L.) Cass.	-	+	+	-	-	A	Th	MED		Asteraceae
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	+	-	-	-	P	H	MACAR-MED		Convolvulaceae
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	-	-	-	P	H	PALEO-TEMP		Poaceae
<i>Echinops spinosus</i> L.	-	+	-	-	-	P	H	S-MED-SAH	R?	Asteraceae
<i>Echium humile</i> Desf.	+	+	+	+	+	P	H	MED	RR	Boraginaceae
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	+	+	+	+	+	A	H	AFN	RR	Boraginaceae
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	+	+	+	+	+	A	Th	MED		Geraniaceae
<i>Eruca sativa</i> Mill.	+	+	+	+	+	A	Th	MED		Brassicaceae
<i>Euphorbia falcata</i> L.	+	-	-	+	-	A	Th	COSMP		Euphorbiaceae
<i>Fagonia cretica</i> L.	-	-	-	-	+	P	Ch	MED		Zygophyllaceae
<i>Ferula communis</i> L.	-	-	-	+	-	P	Ge	MED	??	Apiaceae
<i>Festuca coerulescens</i> Desf.	-	+	-	-	-	P	H	EUR-AFN		Poaceae
<i>Fumaria agraria</i> Lag.	-	+	-	-	-	A	Th	MED	RR	Papaveraceae
<i>Helianthemum hirtum</i> (L.) Mill.	-	-	+	-	-	P	Ch	AFN		Cistaceae
<i>Helianthemum ledifolium</i> (L.) Mill.	-	+	-	-	-	A	Th	CANARIES-EURAS-AFN		Cistaceae

**Annexe 4 : Liste des espèces végétales de chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL) avec leurs classifications selon APG III et leurs types biologiques. L : longévité (A : annuelle, P : pérennes) ; TB : type biologique ; DR : degré de rareté.**

Espèces	S1	S2	S3	S4	PL	L	TB	Biogeo	DR	Famille
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.Cours.	+	+	+	+	+	P	Ch	EURAS-MED		Cistaceae
<i>Helianthemum pilosum</i> Pers.	-	-	-	-	-	P	Ch	AFN-ASIE	RR	Cistaceae
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	-	+	+	+	-	P	Ch	AFN		Cistaceae
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	+	+	+	+	+	P	H	EURAS-AFN	R	Caryophyllaceae
<i>Hordeum murinum</i> L.	+	+	+	+	+	A	Th	CIRCUMBOR	RR	Poaceae
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	+	+	+	+	+	A	H	MED	RR	Asteraceae
<i>Iris sisyrynchium</i> L.	-	-	-	+	-	P	Ge	MED		Iridaceae
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	+	+	+	+	+	A	Th	AFN		Asteraceae
<i>Lappula spinocarpos</i> Forssk.	+	+	+	-	-	A	Th	AFN-ARAB		Boraginaceae
<i>Launaea acanthoclada</i> Maire.	+	+	-	-	-	A	Th	AFN-ARAB		Asteraceae
<i>Lepidium draba</i> L.	+	-	-	-	-	A	H	EURAS-AFN		Brassicaceae
<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	-	+	+	-	-	A	Th	MED		Caprifoliaceae
<i>Marrubium vulgare</i> L.	-	+	-	-	-	P	Ch	COSMP		Lamiaceae
<i>Matthiola fruticulosa</i> (ou <i>M. longipetala</i> ) (L.) Maire.	-	+	+	-	-	A	Th	EURAS-AFN	R	Brassicaceae
<i>Moricandia suffruticosa</i> Coss. & Durieu	-	+	+	-	-	P	Ch	MED		Brassicaceae
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	-	+	+	-	-	P	Ge	MED		Asparagaceae
<i>Noaea mucronata</i> Asch. & Schweinf	+	+	+	-	+	P	Ch	AFN-ASIE		Amaranthaceae
<i>Onopordon macracanthum</i> Coss. & Bonnet	-	+	-	-	-	P	H	MED	R?	Asteraceae
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	-	+	+	-	-	P	H	EUR-MED		Asteraceae
<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	PALEO-TEMP		Papaveraceae
<i>Paronychia argentea</i> Lamk.	+	+	+	+	-	A	Th	MED	RR	Caryophyllaceae
<i>Peganum harmala</i> L.	+	+	+	-	+	P	Ch	MED-ASIE		Zygophyllaceae
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell	+	+	-	+	-	A	H	EUR-MED		Asteraceae
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	-	-	-	+	-	P	Ph	IRAN-AFN		Anacardiaceae
<i>Plantago albicans</i> L.	+	+	+	+	+	P	H	MED		Plantaginaceae
<i>Reichardia tingitana</i> L.	-	-	+	-	-	A	Th	MED		Asteraceae
<i>Reseda alba</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	EURAS	R	Resedaceae
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	-	+	+	+	-	A	Th	AFN		Asteraceae
<i>Rumex vesicarius</i> L.	-	-	-	-	+	A	Th	MED		Polygonaceae
<i>Salvia verbenaca</i> L.	+	+	-	+	-	P	H	MED-ASIE		Lamiaceae
<i>Savignya parviflora</i> (Delile) Webb	+	+	+	-	-	A	Th	AFN		Brassicaceae
<i>Schismus barbatus</i> L.	+	+	+	+	+	A	Th	MACAR-MED	RR	Poaceae
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	+	-	-	-	P	H	MED		Asteraceae
<i>Scorzonera angustifolia</i> L.	-	+	-	-	-	A	Th	EUR-MED		Asteraceae
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	+	+	-	+	-	A	Th	EUR-MED		Asteraceae
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	+	+	+	+	+	A	H	EUR-MED		Asteraceae
<i>Scorzoneroides hispidula</i> Greuter & Talavera	-	+	+	-	-	A	Th	AFN		Asteraceae
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	+	+	+	-	-	P	Th	MED		Asteraceae
<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	+	+	-	-	A	Th	PALEO-TEMP		Brassicaceae
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	+	+	+	-	-	P	H	EURAS-AFN-IBERO		Poaceae
<i>Stipa tenacissima</i> L.	+	+	+	+	-	P	H	IBERO-MAUR		Poaceae
<i>Telephium sphaerospermum</i> Boiss.	-	+	-	+	-	P	H	AFN		Caryophyllaceae
<i>Teucrium luteum</i> (Mill.) Degen.	-	-	+	-	-	P	Ch	MED	RR	Lamiaceae
<i>Teucrium polium</i> L.	+	-	+	-	-	P	Ch	MED	R	Lamiaceae
<i>Thapsia garganica</i> L.	-	-	+	-	-	P	Ge	MED		Apiaceae
<i>Thymelaea microphylla</i> Coss. & Dur.	-	-	-	-	+	P	Ch	AFN		Thymelaeaceae
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.	-	+	-	+	-	P	Ch	AFN		Lamiaceae
<i>Tirmania nivea</i> (Desf.) Trappe.	-	+	-	-	-	A	Ge	AFN		Pezizaceae
<i>Tulipa sylvestris</i> L.	-	-	-	+	-	P	Ge	EUR-MED	RR	Liliaceae
<i>Vicia sativa</i> L.	-	+	+	-	-	A	Th	EUR-MED	RR	Fabaceae
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	+	+	+	-	-	P	Ph	MED	RR?	Rhamnaceae

**Annexe 5 : Fréquence spécifique (Fsi), densité spécifique moyenne (Dsi) et contribution spécifique (Csi) dans chaque site (S1, S2, S3, S4 et PL)**

Fsi : nombre de présence moyen (dans 340 quadrats) ; Fsi (%) : fréquence relative (Fsi/340)

**Site S1**

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi %
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	36125	100	29,4	75,8
<i>Eruca vesicaria</i> L.	17702	62	18,2	47,0
<i>Plantago albicans</i> L.	36016	32	9,4	24,2
<i>Peganum harmala</i> L.	3362	29	8,5	22,0
<i>Filago pyramidata</i> L.	47391	23	6,8	17,4
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	10000	22	6,5	16,7
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.Cours.	2100	21	6,2	15,9
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	7292	12	3,5	9,1
<i>Echium humile</i> Desf.	3636	11	3,2	8,3
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	3333	9	2,6	6,8
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	10278	9	2,6	6,8
<i>Schismus barbatus</i> L.	12750	9	2,6	6,8
<i>Calendula arvensis</i> L.	6429	7	2,1	5,3
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	10714	7	2,1	5,3
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	11786	7	2,1	5,3
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	10313	7	2,1	5,3
<i>Noaea mucronata</i> Asch. & Schweinf	3214	7	2,1	5,3
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	4528	7	2,1	5,3
<i>Stipa tenacissima</i> L.	2500	7	2,1	5,3
<i>Dactylis glomerata</i> L.	6000	5	1,5	3,8
<i>Hordeum murinum</i> L.	11000	5	1,5	3,8
<i>Bromus rubens</i> L.	6875	4	1,2	3,0
<i>Paronychia argentea</i> Lamk.	6875	4	1,2	3,0
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell	1600	4	1,2	3,0
<i>Salvia verbenaca</i> L.	3750	4	1,2	3,0
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	6875	4	1,2	3,0
<i>Arnebia decumbens</i> Coss. & Kralik	6667	3	0,9	2,3
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	2500	3	0,9	2,3
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	10000	3	0,9	2,3
<i>Lepidium draba</i> L.	800	3	0,9	2,3
<i>Sinapis arvensis</i> L.	13333	3	0,9	2,3
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	622	2	0,6	1,5
<i>Astragalus epiglottis</i> L.	2500	2	0,6	1,5
<i>Atractylis cancellata</i> L.	1205	2	0,6	1,5
<i>Lappula spinocarpos</i> Forssk.	7500	2	0,6	1,5
<i>Launaea acanthoclada</i> Maire.	5000	2	0,6	1,5
<i>Teucrium polium</i> L.	500	2	0,6	1,5
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	200	2	0,6	1,5
<i>Euphorbia falcata</i> L.	5000	1	0,3	0,8
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	5000	1	0,3	0,8

**Site S2**

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi (%)
<i>Atriplex nummularia</i> L.	3226	95	27,9	28,7
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	2500	86	25,3	26,0
<i>Hordeum murinum</i> L.	14846	64	18,8	19,3
<i>Vicia sativa</i> L.	12544	56	16,5	16,9
<i>Anacyclus monanthos</i> Pomel.	5000	53	15,6	16,0
<i>Stipa tenacissima</i> L.	3578	50	14,7	15,1
<i>Plantago albicans</i> L.	36531	48	14,1	14,5
<i>Filago pyramidata</i> L.	16645	47	13,8	14,2
<i>Bromus rubens</i> L.	3489	46	13,5	13,9
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	7000	40	11,8	12,1
<i>Salvia verbenaca</i> L.	4872	37	10,9	11,2

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi (%)
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	14079	37	10,9	11,2
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.Cours.	34	34	10,0	10,3
<i>Schismus barbatus</i> L.	14926	33	9,7	10,0
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	10859	31	9,1	9,4
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	7429	30	8,8	9,1
<i>Centropodia forsskalii</i> Vahl.	6500	24	7,1	7,3
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	4091	24	7,1	7,3
<i>Sinapis arvensis</i> L.	20921	18	5,3	5,4
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	24200	16	4,7	4,8
<i>Noaea mucronata</i> Asch. & Schweinf	3382	16	4,7	4,8
<i>Bromus madritensis</i> L.	1400	13	3,8	3,9
<i>Biscutella baetica</i> Boiss. & Reut.	1000	12	3,5	3,6
<i>Savignya parviflora</i> (Delile) Webb	6500	12	3,5	3,6
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	6452	12	3,5	3,6
<i>Echium humile</i> Desf.	800	11	3,2	3,3
<i>Arnebia decumbens</i> Coss. & Kralik	2500	9	2,6	2,7
<i>Asteriscus pygmaeus</i> (DC.) Coss. & Dur.	379	9	2,6	2,7
<i>Argyrobium uniflorum</i> (deene.) Jaub. & Spach	6500	8	2,4	2,4
<i>Dactylis glomerata</i> L.	843	8	2,4	2,4
<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	3000	8	2,4	2,4
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	2813	8	2,4	2,4
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	500	8	2,4	2,4
<i>Calendula arvensis</i> L.	11596	7	2,1	2,1
<i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire.	3571	7	2,1	2,1
<i>Cistanche tinctoria</i> L.	16098	6	1,8	1,8
<i>Eruca vesicaria</i> L.	13158	6	1,8	1,8
<i>Helianthemum ledifolium</i> (L.) Mill.	2500	6	1,8	1,8
<i>Scorzoneroides hispidula</i> (Delile) Greuter & Talavera	1200	6	1,8	1,8
<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) Christ	2684	5	1,5	1,5
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	11000	5	1,5	1,5
<i>Atractylis cancellata</i> L.	300	4	1,2	1,2
<i>Cistanche violacea</i> (Desf.) G. Beck	3000	4	1,2	1,2
<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	3200	4	1,2	1,2
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	1696	4	1,2	1,2
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1438	4	1,2	1,2
<i>Reseda alba</i> L.	5000	4	1,2	1,2
<i>Rhaphiticum acaule</i> (L.) DC.	5000	4	1,2	1,2
<i>Telephium sphaerospermum</i> Boiss.	1200	4	1,2	1,2
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	7143	3	0,9	0,9
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	9167	3	0,9	0,9
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	9167	3	0,9	0,9
<i>Launaea acanthoclada</i> Maire.	2500	3	0,9	0,9
<i>Scorzonera angustifolia</i> L.	1500	3	0,9	0,9
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.	1000	3	0,9	0,9
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	9722	2	0,6	0,6
<i>Carthamus pinnatus</i> Desf.	1300	2	0,6	0,6
<i>Cladanthus arabicus</i> (L.) Cass.	2500	2	0,6	0,6
<i>Festuca coerulescens</i> Desf.	500	2	0,6	0,6
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	5000	2	0,6	0,6
<i>Marrubium vulgare</i> L.	500	2	0,6	0,6
<i>Moricandia suffruticosa</i> (Desf.) Coss. & Durieu	1500	2	0,6	0,6
<i>Althaea ludwigii</i> L.	800	1	0,3	0,3
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	14023	1	0,3	0,3
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	1800	1	0,3	0,3
<i>Echinops spinosus</i> L.	3476	1	0,3	0,3
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	2000	1	0,3	0,3
<i>Lappula spinocarpos</i> Forssk.	5000	1	0,3	0,3
<i>Onopordon macracanthum</i> Coss. & Bonnet	845	1	0,3	0,3
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	1385	1	0,3	0,3
<i>Paronychea argentea</i> Lamk.	7500	1	0,3	0,3
<i>Peganum harmala</i> L.	2500	1	0,3	0,3
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell	845	1	0,3	0,3

## Site S3

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi (%)
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	17692	90	26,5	16,0
<i>Plantago albicans</i> L.	23455	55	16,2	9,8
<i>Filago pyramidata</i> L.	23438	47	13,8	8,4
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.	4046	41	12,1	7,3
<i>Sinapis arvensis</i> L.	22895	38	11,2	6,8
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	18900	25	7,4	4,5
<i>Stipa tenacissima</i> L.	4808	25	7,4	4,5
<i>Peganum harmala</i> L.	16563	24	7,1	4,3
<i>Eruca vesicaria</i> L.	14625	19	5,6	3,4
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	2125	18	5,3	3,2
<i>Echium humile</i> Desf.	9231	12	3,5	2,1
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	12500	12	3,5	2,1
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	6364	11	3,2	2,0
<i>Noaea mucronata</i> Asch. & Schweinf	5250	10	2,9	1,8
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	8563	9	2,6	1,6
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	16389	9	2,6	1,6
<i>Savignya parviflora</i> (Delile) Webb	4000	8	2,4	1,4
<i>Schismus barbatus</i> L.	5313	8	2,4	1,4
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	3488	8	2,4	1,4
<i>Vicia sativa</i> L.	7708	8	2,4	1,4
<i>Althaea ludwigii</i> L.	3322	7	2,1	1,2
<i>Bromus madritensis</i> L.	1588	6	1,8	1,1
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	3000	5	1,5	0,9
<i>Calendula arvensis</i> L.	19500	4	1,2	0,7
<i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire.	2500	4	1,2	0,7
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	800	4	1,2	0,7
<i>Scorzoneroïdes hispidula</i> (Delile) Greuter & Talavera	800	4	1,2	0,7
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	800	4	1,2	0,7
<i>Catananche caerulea</i> L.	4167	3	0,9	0,5
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	43333	3	0,9	0,5
<i>Hordeum murinum</i> L.	182500	3	0,9	0,5
<i>Lappula spinocarpos</i> Forssk.	7500	3	0,9	0,5
<i>Moricandia suffruticosa</i> (Desf.) Coss. & Durieu	500	3	0,9	0,5
<i>Paronychea argentea</i> Lamk.	11667	3	0,9	0,5
<i>Reichardia tingitana</i> L.	10833	3	0,9	0,5
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	7500	3	0,9	0,5
<i>Arnebia decumbens</i> Coss. & Kralik	2500	2	0,6	0,4
<i>Asteriscus pygmaeus</i> (DC.) Coss. & Dur.	13750	2	0,6	0,4
<i>Cladanthus arabicus</i> (L.) Cass.	2500	2	0,6	0,4
<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	400	2	0,6	0,4
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	2487	2	0,6	0,4
<i>Teucrium luteum</i> (Mill.) Degen.	800	2	0,6	0,4
<i>Teucrium polium</i> L.	2000	2	0,6	0,4
<i>Thapsia garganica</i> L.	500	2	0,6	0,4
<i>Aizoanthemum hispanicum</i> (L.) H.E.K.Hartmann	24673	1	0,3	0,2
<i>Bromus rubens</i> L.	2500	1	0,3	0,2
<i>Carthamus lanatus</i> L.	2500	1	0,3	0,2
<i>Helianthemum hirtum</i> (L.) Mill.	400	1	0,3	0,2
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	2500	1	0,3	0,2
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	7500	1	0,3	0,2

## Site S4

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi (%)
<i>Stipa tenacissima</i> L.	9196	97	28,5	78,2
<i>Hordeum murinum</i> L.	9600	25	7,4	20,2
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	47167	24	7,1	19,4
<i>Filago pyramidata</i> L.	32783	23	6,8	18,5
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	3800	20	5,9	16,1
<i>Schismus barbatus</i> L.	12600	20	5,9	16,1
<i>Plantago albicans</i> L.	37882	17	5,0	13,7
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	5294	17	5,0	13,7
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.Cours.	16	16	4,7	12,9
<i>Carthamus lanatus</i> L.	6143	14	4,1	11,3
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	9000	14	4,1	11,3
<i>Anacyclus monanthos</i> Pomel.	9636	11	3,2	8,9
<i>Bromus rubens</i> L.	9818	11	3,2	8,9
<i>Ceratocephala falcata</i> Maire & Weiller	2718	11	3,2	8,9
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	14000	11	3,2	8,9
<i>Calendula arvensis</i> L.	8000	10	2,9	8,1
<i>Eruca vesicaria</i> L.	14444	9	2,6	7,3
<i>Tulipa sylvestris</i> L.	4222	9	2,6	7,3
<i>Androsace maxima</i> L.	11500	8	2,4	6,5
<i>Salvia verbenaca</i> L.	5333	7	2,1	5,6
<i>Iris sisyrynchium</i> L.	2500	6	1,8	4,8
<i>Centropodia forsskalii</i> Vahl.	4000	4	1,2	3,2
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	8000	4	1,2	3,2
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	2000	3	0,9	2,4
<i>Ferula communis</i> L.	1500	3	0,9	2,4
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	11333	3	0,9	2,4
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	800	3	0,9	2,4
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	6000	3	0,9	2,4
<i>Echium humile</i> Desf.	2000	2	0,6	1,6
<i>Eruca sativa</i> Mill.	8000	2	0,6	1,6
<i>Iris filifolia</i> Boiss.	4000	2	0,6	1,6
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell	3000	2	0,6	1,6
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	7500	2	0,6	1,6
<i>Telephium sphaerospermum</i> Boiss.	500	2	0,6	1,6
<i>Aizoanthemum hispanicum</i> (L.) H.E.K.Hartmann	1586	1	0,3	0,8
<i>Althaea ludwigii</i> L.	525	1	0,3	0,8
<i>Euphorbia falcata</i> L.	4000	1	0,3	0,8
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	1500	1	0,3	0,8
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	4000	1	0,3	0,8
<i>Paronychea argentea</i> Lamk.	4000	1	0,3	0,8
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.	800	1	0,3	0,8

## Site PL

Espèces	Dsi	Fsi	Fsi (%)	Csi (%)
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass	5633	100	29,4	19,0
<i>Aizoanthemum hispanicum</i> (L.) H.E.K.Hartmann	28654	67	19,7	12,7
<i>Filago pyramidata</i> L.	20511	66	19,4	12,5
<i>Eruca vesicaria</i> L.	5194	58	17,1	11,0
<i>Peganum harmala</i> L.	1750	40	11,8	7,6
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	4375	32	9,4	6,1
<i>Schismus barbatus</i> L.	3973	28	8,2	5,3
<i>Adonis dentata</i> Delile.	1813	20	5,9	3,8
<i>Hordeum murinum</i> L.	3750	20	5,9	3,8
<i>Noaea mucronata</i> Asch. & Schweinf	1458	16	4,7	3,0
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	3661	14	4,1	2,7
<i>Elizaldia calycina</i> Roem. & Schult.	12865	12	3,5	2,3
<i>Helianthemum lipii</i> (L.) Dum.Cours.	8	8	2,4	1,5
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	2500	8	2,4	1,5
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	833	6	1,8	1,1
<i>Plantago albicans</i> L.	11042	6	1,8	1,1
<i>Thymelaea microphylla</i> Coss. & Dur.	1250	6	1,8	1,1
<i>Adonis microcarpa</i> D.C.	1432	4	1,2	0,8
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	1563	4	1,2	0,8
<i>Atractylis humilis</i> Desf.	624	2	0,6	0,4
<i>Bromus rubens</i> L.	1875	2	0,6	0,4
<i>Ceratocephala falcata</i> Maire & Weiller	1875	2	0,6	0,4
<i>Fagonia cretica</i> L.	1250	2	0,6	0,4
<i>Rumex vesicarius</i> L.	2	2	0,6	0,4
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl.	1250	2	0,6	0,4
<i>Echium humile</i> Desf.	300	1	0,3	0,2



**Annexe 6 : Liste des espèces animales collectées avec leurs familles correspondantes**

Espèces	S1	S2	S3	S4	PL	Famille
<i>Sclerophrys mauritanica</i> (Schlegel, 1841)	-	-	+	-	-	<i>Bufo</i> nidae
<i>Alopecosa kuntzi</i> (Denis, 1953)	-	+	-	-	-	<i>Lycosidae</i>
<i>Anelosimus vittatus</i> (Cl. Koch, 1836)	+	-	-	-	-	<i>Theridiidae</i>
<i>Buthus occitanus</i> (Amoreux, 1789)	-	-	-	+	-	<i>Buthidae</i>
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (Cl. Koch, 1866)	-	+	-	-	-	<i>Gnaphosidae</i>
<i>Latrodectus tredecimguttatus</i> (Rossi, 1790)	-	+	-	-	-	<i>Theridiidae</i>
<i>Salticus scenicus</i> (Clerck, 1757)	-	-	-	+	-	<i>Salticidae</i>
<i>Xysticus cribratus</i> (Simon, 1885)	-	-	-	+	-	<i>Thomisidae</i>
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	-	+	+	-	-	<i>Thomisidae</i>
<i>Androctonus australis</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	<i>Buthidae</i>
<i>Eratigena atrica</i> (Cl. Koch, 1843)	+	-	-	-	-	<i>Agelenidae</i>
<i>Lycosa narbonensis</i> (Walckenaer, 1806)	-	+	-	-	-	<i>Lycosidae</i>
<i>Mesiotelus tenuissimus</i> (Cl. Koch, 1866)	+	-	-	-	-	<i>Liocranidae</i>
<i>Pholcus phalangioides</i> (Fuesslin, 1775)	+	-	-	-	-	<i>Pholcidae</i>
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	+	-	-	-	-	<i>Pisauridae</i>
<i>Chlamydotis undulata</i> (Jacquin, 1784)	-	+	-	-	-	<i>Otididae</i>
<i>Cursorius cursor</i> (Latham, 1787)	-	+	-	-	-	<i>Glareolidae</i>
<i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	<i>Fringillidae</i>
<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	<i>Alaudidae</i>
<i>Pterocles alchata</i> (Linnaeus, 1766)	-	+	+	-	-	<i>Pteroclididae</i>
<i>Ramphocoris clotbey</i> (Bonaparte, 1850)	-	-	-	+	-	<i>Alaudidae</i>
<i>Scolopendra cingulata</i> (Latreille, 1829)	-	+	+	-	-	<i>Scolopendridae</i>
<i>Otala depageana</i> (Pallary 1923)	-	-	+	-	-	<i>Helicidae</i>
<i>Otala tigris</i> (Gervais)	-	+	-	+	-	<i>Helicidae</i>
<i>Adesmia metallica</i> (Klug, 1830)	-	+	-	-	-	<i>Tenebrionidae</i>
<i>Amara lunicollis</i> (Schiodte, 1837)	-	-	-	+	-	<i>Carabidae</i>
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus 1758)	+	-	+	+	-	<i>Apidae</i>
<i>Asilus barbarus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	<i>Asilidae</i>
<i>Beduinus bodilus</i> (Reitter 1892)	-	+	-	-	-	<i>Aphodiidae</i>
<i>Berberomeloe majalis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	<i>Meloidae</i>
<i>Brachycerus callosus</i> (Gyllenhal, 1833)	-	-	-	+	-	<i>Curculionidae</i>
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	-	-	-	+	-	<i>Acrididae</i>
<i>Carabus coriaceus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+	<i>Carabidae</i>
<i>Carabus glabratus</i> (Paykull, 1790)	-	+	-	+	-	<i>Carabidae</i>
<i>Carabus problematicus</i> (Herbst, 1786)	-	-	-	-	+	<i>Carabidae</i>
<i>Certallum ebulinum</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	+	-	<i>Cerambycidae</i>
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (DE Geer, 1773)	-	-	-	+	-	<i>Acrididae</i>
<i>Cicada orni</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	<i>Cicadidae</i>
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+	<i>Coccinellidae</i>
<i>Colias croceus</i> (Fourcroy, 1785)	-	-	-	+	-	<i>Pieridae</i>
<i>Coniocleonus excoriatus</i> (Gyllenhal, 1834)	-	-	+	-	-	<i>Curculionidae</i>
<i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	<i>Rhopalidae</i>
<i>Crematogaster auberti</i> (Emery, 1869)	-	-	-	+	-	<i>Formicidae</i>
<i>Cryptocephalus sericeus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	<i>Chrysomelidae</i>
<i>Cucullia tanacetii</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	+	-	-	-	<i>Noctuidae</i>
<i>Dailognatha quadricollis</i> (Eschscholtz, 1829)	+	-	-	-	-	<i>Tenebrionidae</i>
<i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunberg, 1815)	+	-	+	-	-	<i>Acrididae</i>
<i>Eupelix cuspidata</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	+	-	<i>Cicadellidae</i>
<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	<i>Forficulidae</i>

**Annexe 6 : Liste des espèces animales collectées avec leurs familles correspondantes**

Espèces	S1	S2	S3	S4	PL	Famille
<i>Galeruca tanacetii</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	Chrysomelidae
<i>Geotrogus araneipes</i> (Fairmaire, 1860)	-	-	+	+	+	Scarabaeidae
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+	Geotrupidae
<i>Gryllomorpha dalmatina</i> (Ocskay, 1832)	-	-	+	+	-	Acrididae
<i>Hybomitra micans</i> (Meigenn, 1804)	-	-	-	+	-	Tabanidae
<i>Julodis aequinoctialis deserticola</i> (Fairmaire, 1859)	-	+	+	-	-	Buprestidae
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	+	-	-	+	-	Lycaenidae
<i>Melanargia ines</i> (Hoffmannsegg, 1804)	+	-	-	-	-	Nymphalidae
<i>Messor capitatus</i> (Latreille, 1798)	-	+	+	-	-	Formicidae
<i>Micipsa mulsanti</i> (Levrat, 1853)	-	-	-	+	-	Tenebrionidae
<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	Muscidae
<i>Mylabris quadripunctata</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	-	Meloidae
<i>Oedipoda germanica</i> (Latreille, 1804)	+	+	+	-	-	Acrididae
<i>Oniscus asellus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+	Formicidae
<i>Onthophagus nuchicornis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	Scarabaeidae
<i>Philonicus albiceps</i> (Meigen, 1820)	-	-	+	-	-	Brachycera
<i>Pimelia angusticollis</i> (Solier, 1836)	-	-	+	-	-	Tenebrionidae
<i>Pimelia bipunctata</i> (Fabricius, 1781)	+	-	+	-	-	Tenebrionidae
<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	Plutellidae
<i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)	-	+	+	-	-	Vespidae
<i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777)	-	-	-	+	-	Pieridae
<i>Prionotropis rhodanica</i> (Uvarov, 1923)	-	-	-	+	-	Pamphagidae
<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Krauss, 1877)	-	-	+	+	-	Pyrgomorphidae
<i>Sarcophaga Carnaria</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	+	-	Sarcophagidae
<i>Sciaphilus asperatus</i> (Bonsdorff, 1785)	-	-	-	+	-	Curculionidae
<i>Sepidium aliferum</i> (Erichson, 1841)	-	+	-	-	-	Tenebrionidae
<i>Sphingonotus caeruleus</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	+	-	Acrididae
<i>Sphodrus leucophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	-	Carabidae
<i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	-	-	-	+	-	Lygaeidae
<i>Timarcha punctella</i> (Marseul, 1870)	+	+	+	-	-	Chrysomelidae
<i>Timarcha tenebricosa</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	+	Chrysomelidae
<i>Tychius aureolus</i> (Kiesenwetter, 1851)	-	-	-	+	-	Curculionidae
<i>Atelerix algirus</i> (Lereboullet, 1842)	-	+	-	-	-	Erinaceidae
<i>Jaculus jaculus</i> (Linné, 1758)	-	-	-	+	-	Dipodidae
<i>Agama impalearis</i> (Boettger, 1874)	+	-	-	+	-	Agamidae
<i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	Chamaeleonidae
<i>Psammodromus hispanicus</i> (Fitzinger, 1826)	+	-	+	-	+	Lacertidae
<i>Testudo graeca</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	Testudinidae