

DYNAMIQUE RÉGRESSIVE DE LA VÉGÉTATION DES HAUTES PLAINES SÉTIFIENNES : ÉROSION DE LA DIVERSITÉ FLORISTIQUE DU DJEBEL YOUSSEF (ALGÉRIE)

Sabah CHERMAT¹, Yamna DJELLOULI² & Rachid GHARZOULI³

SUMMARY.— *Regressive dynamics of vegetation of Setif high plains : erosion of plant diversity in djebel Youssef (Algeria).*—The extensive degradation of the vegetation of djebel Youssef (Setif High Plains) is mainly due to the anthropozoic action, worsened by very constraining climatic conditions, including recurrent periods of droughts. The flora and vegetation of this mountain had not been previously studied. Surveys that we have undertaken show the presence of a relatively rich and varied flora. To follow the evolution of the flora and vegetation, we conducted a diachronic study of 10 years. Results presented in this paper are the first observations for the decade 2000-2010. Regression of vegetation was accompanied by depletion of phanerophytes and proliferation of therophytes. At a very advanced dematorralization already succeeded a steppe, resulting from an extensive therophytization highlighted by the analysis of biological spectra. The flora is thus constituted by 70 % therophytes and marked by the scarcity of phanerophytes (7 %). The relative importance of desert species (over 12 % of the saharan-arabic species), indicates the progressive aridity of the region.

RÉSUMÉ.— La dégradation très avancée de la végétation du djebel Youssef (hautes plaines sétifiennes) est due essentiellement à l'action anthropozoïque, aggravée par des conditions climatiques très contraignantes, notamment des périodes de sécheresse récurrentes. La flore et la végétation de ce massif n'avaient fait l'objet jusqu'ici d'aucune étude scientifique. Les prospections que nous avons entreprises font ressortir la présence d'une flore relativement riche et variée. Du fait de l'absence de travaux floristiques, nous nous sommes proposé de suivre l'évolution de la flore et de la végétation à partir d'une étude diachronique de 10 années. Les résultats que nous présentons dans ce travail constituent le fruit des premières observations pour la décennie 2000-2010. La régression de la végétation s'est accompagnée de la raréfaction des ligneux et de la prolifération des thérophytes. À une dématerralisation déjà très poussée a succédé une steppisation, résultat d'une importante thérophytisation mise en lumière par l'analyse des spectres biologiques. La flore est ainsi constituée par 70 % de thérophytes et marquée par la rareté des phanérophytes (7 %). L'importance relative des espèces désertiques, plus de 12 % des espèces relevant surtout de l'élément saharo-arabique, dénote l'aridification progressive de la région.

Le phénomène de thérophytisation est bien connu et démontré à maintes reprises en zone méditerranéenne. Il s'agit d'une tendance à l'augmentation de la richesse en thérophytes qui est un corollaire de la dégradation et de la désertification. Ce phénomène a été mis en évidence

¹ Laboratoire Projet Urbain Ville et Territoire (L.P.U.V.T.), Département de Pharmacie, Faculté des Sciences Médicales, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie. E-mail : sabahchermat@yahoo.fr

² Département de Géographie, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université du Maine, Le Mans, France. E-mail : yamna.djellouli@univ-lemans.fr

³ Laboratoire Projet Urbain Ville et Territoire (L.P.U.V.T.), Département d'Écologie et de Biologie Végétale, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie. E-mail : gharzoulir2002@yahoo.fr

notamment par Quézel & Barbéro (1993) au Maroc, Aidoud-Lounis (1997) en Algérie et Floret & Pontanier (1982) en Tunisie. Cette thérophytisation est une caractéristique des zones arides. Selon Nègre (1966) et Daget (1980), la thérophytisation est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Aidoud & Aidoud-Lounis (1991) signalent qu'un tapis végétal couvert d'éphémérophytes peut varier considérablement en fonction des conditions climatiques et saisonnières. L'évolution diachronique traduit mieux la réponse environnementale aux changements climatiques et aux pressions anthropiques (Bourbouze, 2006 ; Haddouche *et al.*, 2007). La dynamique végétale a préoccupé un certain nombre de chercheurs parmi lesquels Ben Dali (1987), Barbéro *et al.* (1990), Chaib *et al.* (1994), Melzi (1995), Olivier *et al.* (1995), Gauquelin *et al.* (1996, 1998), Kadi Hanifi (1998), Bouazza *et al.* (2004), etc. L'étude de la succession conduit souvent à réunir de nombreuses observations décrivant la disparition, le remplacement d'espèces ou de communautés végétales.

Les perturbations d'origine anthropique sont pour une large part responsables de l'état actuel des structures de végétation au Maghreb (Quézel & Barbéro, 1993). Au cours des quatre dernières décennies, période marquée par des sécheresses récurrentes plus ou moins graves selon les régions (Benabadji *et al.*, 2009), les milieux steppiques semblent avoir subi des changements particulièrement rapides et intenses. Dans le sud-ouest de l'Oranie, Bouazza *et al.* (2004) ont montré que les formations végétales steppiques entrent actuellement dans une phase de dégradation qui prend une allure fort inquiétante. Pour leur part Aidoud *et al.* (2006) confirment que la régression des steppes d'alfa, sans doute la plus forte, est celle enregistrée dans le sud oranais, où la quasi-totalité des nappes à alfa de plaine a disparu en moins de 10 ans. Le couvert végétal naturel y est soumis en permanence à un double impact, d'une part celui des sols (trop secs et légers) et du climat (faible précipitations) et d'autre part celui des actions de l'homme et de ses animaux (Floret, 1981). Ces processus de dégradation liée à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme conduisent à la désertification des terres.

Selon Nedjraoui & Bédrani (2008), la manifestation apparente de la désertification se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques, et une détérioration des sols et des ressources hydriques. Par désertification on entend une situation de dégradation des terres, liée au contexte socio-économique de l'utilisation des ressources naturelles au-delà de leur capacité de restauration, aggravée souvent par les fluctuations des conditions climatiques (Benslimane *et al.*, 2008).

Les changements de types biologiques, au niveau de la flore d'un lieu, constituent désormais une nouvelle approche à prendre en compte pour les écosystèmes fragiles.

Les transformations du tapis végétal survenues en Algérie nord-orientale depuis plusieurs années ont bouleversé le système d'exploitation des ressources naturelles et engendré la diminution de la diversité floristique. La végétation de la plupart des massifs forestiers septentrionaux des hautes plaines sétifiennes est relativement bien connue, par contre celle des djebels méridionaux a été peu étudiée. Ce désintérêt a probablement pour origine l'apparente pauvreté de ces écosystèmes en ligneux et à leur dégradation réputée très avancée. En vue de contribuer à combler cette lacune, nous nous sommes focalisés sur l'étude du djebel Youssef (1400 m d'altitude), en raison de son intérêt écologique et de sa grande richesse floristique présumés. Nous nous proposons dans cette étude : i) de suivre les effets des principales contraintes climatiques et anthropiques soupçonnées pouvoir affecter le cortège floristique et ii) proposer des stratégies d'aménagement et de préservations du massif en vue de la valorisation et de la lutte contre la dégradation de la végétation dans la partie méridionale des hautes plaines sétifiennes.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

Le djebel Youssef est localisé dans la partie méridionale des Hautes Plaines Sétifiennes : « les Hautes Plaines Telliennes » (Fig. 1), il est situé entre 5°23'-5°29' de longitude Est et 36°-36°27' de latitude Nord. C'est un massif allongé dans un axe est-ouest sur une dizaine de km et d'une superficie de près de 976 ha. Le point culminant se trouve à 1442 m

avec des piémonts autour de 910 m. Le relief est très pentu, avec des ravinelements résultant d'une érosion hydrique intense. Ce massif daté du tertiaire est géologiquement homogène avec des sols peu évolués, squelettiques très pauvres en éléments nutritifs. Il s'agit en grande partie de sols bruns calcaires (Glaçon, 1967). Sur le plan phytogéographique et selon Lapie (1914), Maire (1926), Quézel & Santa (1962-1963), Quézel (1978), le djebel Youssef appartiendrait au domaine nord-africain steppique, au secteur des hauts plateaux et au sous-secteur des hauts plateaux constantinois.

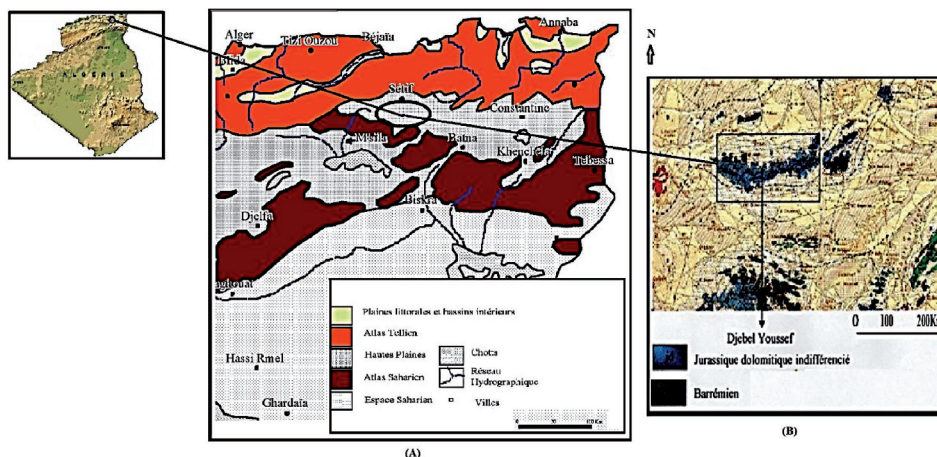


Figure 1. — Localisation de la zone d'étude (djebel Youssef). (A) - Les principaux reliefs des hautes plaines orientales algériennes. (B)- Carte géographique de djebel Youssef (feuille de Sétif n° 3-4, extrait de la carte géologique de l'Algérie).

MÉTHODOLOGIE

Pour répondre à l'objectif de cette étude, nous avons effectué des relevés phytocéologiques. Le choix des relevés repose sur un échantillonnage qui tient compte de la structure de la végétation où le critère d'homogénéité floristico-écologique a été privilégié. Les facteurs pris en compte dans l'exécution des relevés sont : la période de développement optimal de la végétation, l'altitude, l'exposition, la pente et le type de relief. La liste des espèces a été établie à partir des relevés floristiques effectués sur les deux versants du djebel Youssef selon la méthodologie phytosociologique de Braun-Blanquet & Pavillard (1928). La période d'étude s'étale sur 10 années de 2000 à 2010 ; nous avons réalisé un total de 230 élevés floristiques à différentes périodes de l'année couvrant à la fois des périodes sèches et d'autres pluvieuses. Nous avons réalisé deux lots de 100 relevés chacun sur les mêmes plateaux des deux versants à deux dates différentes en 2000 et 2010 pour pouvoir les comparer. Mais nous avons réalisé 30 autres relevés à des périodes différentes de celle-ci en particulier en années sèches pour poursuivre l'évolution et la structure de la végétation.

Le degré de recouvrement de la végétation est déterminé par la projection verticale des organes aériens sur le sol. Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées du coefficient abondance-dominance (estimation du nombre d'individus et surface de recouvrement) selon l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet *et al.* (1952). Pour la détermination des espèces et leur chorologie nous avons eu recours aux flores de Quézel & Santa (1962-1963), de Maire (1952-1987) et d'Ozenda (1991). L'analyse de la diversité biologique et phytogéographique a été facilitée par la réalisation de trois types de spectres : global, brut et réel. Pour le spectre réel, le paramètre de pondération utilisé est celui de l'abondance-dominance ; le pourcentage de chaque type biologique ou phytogéographique est calculé par rapport au couvert végétal du groupement (Kadi-Hanifi, 2003). Le coefficient de recouvrement est égal à la somme des moyennes attribuées à l'espèce chaque fois qu'elle est présente dans un relevé avec le coefficient d'abondance-dominance respectif.

Les types biologiques ont été attribués à partir des travaux de Raunkiaer (1905). Pour le suivi de la végétation nous avons utilisé la méthode diachronique directe de Dutoit (1996). Cette méthode prend en considération l'état le plus ancien comme étant le point de départ de l'observation. Il s'agit d'étudier un site à un état initial et d'estimer les modifications survenues sur la composition floristique entre ces deux observations. Pour l'analyse des données climatiques, nous avons tenté de définir les principales variables climatiques en nous référant à l'office national de la météorologie de Sétif (O.N.M.S).

ANALYSE DES DONNÉES CLIMATIQUES

Les données climatiques utilisées couvrent une période de 25 ans (de 1985 à 2009). Nous avons étudié les séries des pluies et des températures à cause de leurs conséquences sur le milieu, notamment sur le sol et la végétation. La région considérée est caractérisée par un été chaud et sec et un hiver frais et humide. Selon l'indice d'Emberger (1955), le quotient pluviothermique calculé « $Q_2 = 47,53$ » a permis de localiser la zone d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais.

Les précipitations moyennes sont estimées à 400 mm/an, avec de fortes variations annuelles et interannuelles. L'irrégularité temporelle des années pluvieuses et des années sèches est remarquable ; ainsi la figure 2 fait ressortir une alternance de phases pluvieuses et sèches sans distribution régulière. Ces phases ne dépassent pas 3 années successives pour les années humides et peuvent atteindre plus de 4 années sèches successives.

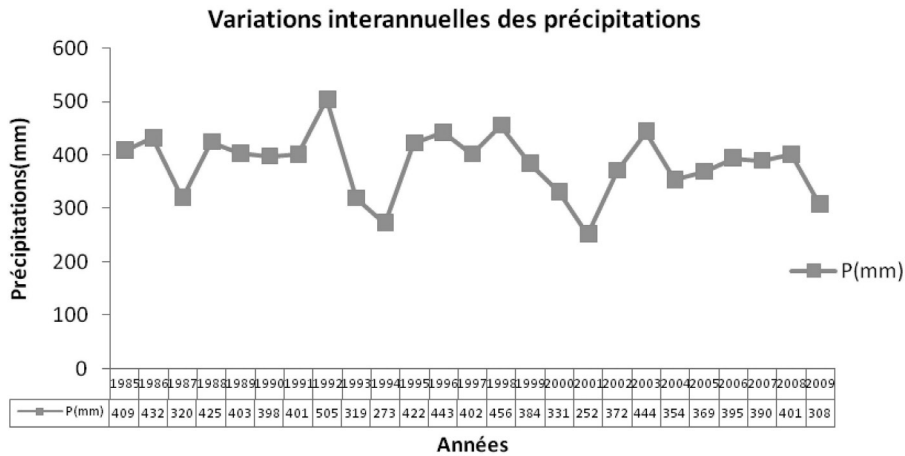


Figure 2.— Variations interannuelles des précipitations (1985- 2009).

Dans un deuxième temps, avec une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité nous avons calculé l'indice de variabilité qualitative « *IVQ* » (Tab. I).

TABLEAU I

Paramètres statistiques des séries pluviométriques (1985-2009)

Précipitation Max (mm/an)	Précipitation Min (mm/an)	Moyenne (mm/an)	Médiane (mm/an)	Indice de variabilité qualitative (<i>IVQ</i>)
504	251,70	400,33	402,40	0,998

L'indice *IVQ* peut prendre une valeur entre 0 signifiant une absence complète de variabilité jusqu'à une valeur de 1 correspondant une variabilité maximale (Baillargeon, 2008). L'indice de variabilité qualitative est exprimé par la formule :

$$IVQ = \frac{P}{n^2(p-1)}(n^2 - \sum ni^2)$$

avec P = nombre de modalités possibles du caractère (nombre des années), n = taille de l'échantillon, ni = effectif de la modalité.

La valeur d'*IVQ* obtenue est de 0,998 ce qui indique une importante dispersion. L'intermède humide est d'assez courte durée. Il pleut à des intervalles irréguliers et sans périodicité constante.

Régime thermique

L'analyse des données relatives à la température fait ressortir des valeurs thermiques très variées. La moyenne des minima du mois le plus froid « m » varie de - 2° C à +3° C et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » est comprise entre 37° C et 38° C.

Période sèche

Selon les systèmes proposés par Bagnouls & Gaussen (1953) un mois est biologiquement sec si « le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades », ainsi la période sèche est définie par la formule $P \leq 2T$. Les dernières années (2000, 2001 et 2009) sont moins arrosées que les années précédentes, avec une saison sèche la plus longue enregistrée sur les hautes plaines sétifiennes de 5 mois et demi, avec des températures assez élevées (Fig. 3). L'impact de cette saison est accentué par la fréquence du sirocco « vent du sud » chaud et sec qui souffle surtout en été, en moyenne 200 fois par an, et dure plus de 45 jours par an, en accentuant la saison sèche et ramenant des quantités appréciables de sable.

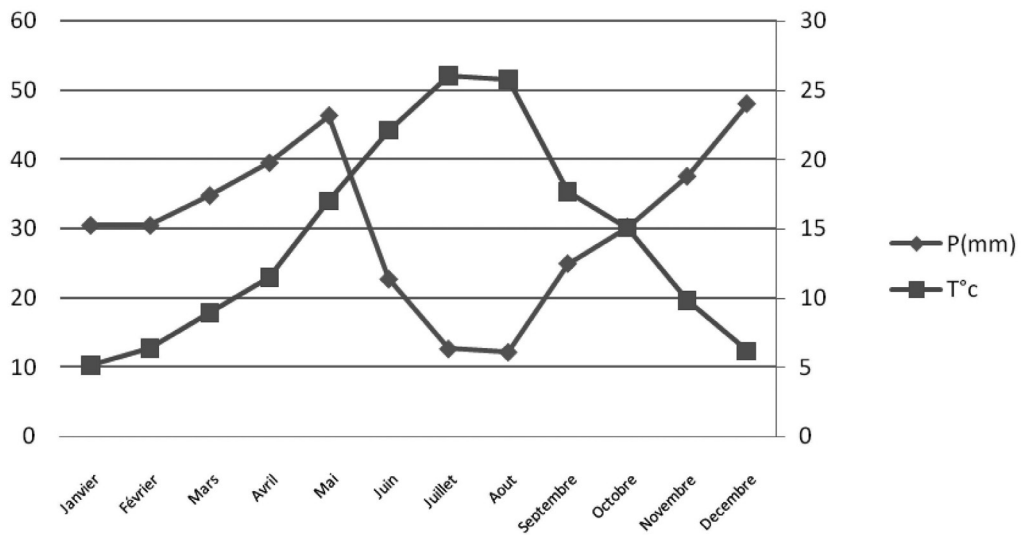


Figure 3.— Diagramme ombrothermique (1985-2009).

RÉSULTATS : LE SUIVI DE LA VÉGÉTATION

ÉTAT INITIAL DE LA VÉGÉTATION EN 2000

Les unités de formations végétales se rapportent aux trois grands ensembles physiologiques qui se succèdent dans l'espace suivant un gradient altitudinal :

– Le matorral bas occupe les altitudes entre 1270 et 1400 m à recouvrement variable et faible (35 à 45 %) à base d'*Olea europea* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Crataegus azarolus* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Prunus prostrata* Labill., *Quercus rotundifolia* L., *Pinus halepensis* Mill., *Rhamnus alaternus* L. et *Genista mirocephala* Coss. & Dur.

– La steppe chamaephytique à *Artemisia herba-alba* Asso est observée entre 1000 et 1250 m d'altitude. Elle constitue les pâturages de meilleure qualité, les espèces fourragères y sont nombreuses et surtout abondantes. Le cortège floristique est constitué principalement d'*Artemisia herba-alba* Asso, *Trisetum flavescens* (L.) Beauv., *Poa bulbosa* L., *Dactylis glomerata* L., *Bromus maritensis* L., *Hedysarum naudinianum* Coss., *Hippocrepis scabra* DC., *Filago germanica* L., *Pallenis spinosa* (L.) Coss., *Atractylis cancellata* L. et *Helichrysum staechas* (L.) DC.

– La végétation rupicole occupe les fentes des falaises calcaires, parmi les espèces on citera : *Asplenium trichomanes* L., *Gymnogramme leptophylla* (L.) Desv., *Polypodium vulgare* L., *Silene atlantica* Coss., *Alyssum alpestre* L., *Erodium glaucophyllum* L., *Campanula rotundifolia* L., *Asparagus officinalis* L., *Fumana levipes* (L.) Spach, *Sedum acre* L. et *Melica ciliata* L.

Au niveau de ce massif la diversité floristique est très importante. Le dépouillement des relevés floristiques a dégagé 276 espèces, relevant de 54 familles et 201 genres. Les familles les mieux représentées sont : les *Asteraceae* avec 38 genres et 49 espèces, les *Poaceae* avec 28 genres et 31 espèces, les *Fabaceae* avec 20 genres et 30 espèces. Ces trois familles représentent à elles seules 110 espèces soit 40 % de la richesse spécifique de ce massif et 86 genres (43 %) sur les 201 genres distingués. Les autres familles sont, bien entendu, moins représentées (Tab. II).

Pour les types biologiques nous avons utilisé le spectre pondéré, ce spectre apporte une meilleure approche à l'analyse des formations végétales, il permet de connaître le degré de

recouvrement de chaque forme biologique. Grâce au coefficient de recouvrement, la pondération des types biologiques a permis une comparaison plus significative (Tab. III).

TABLEAU II
Les familles botaniques inventoriées dans le djebel Youssef en 2000 (espèces et genres)

Famille	Genres	Espèces	Famille	Genres	Espèces
Anacardiaceae	1	1	Liliaceae	10	14
Apiaceae	10	15	Linaceae	1	3
Apocynaceae	1	1	Malvaceae	1	2
Aspleniaceae	3	3	Moraceae	1	1
Asteraceae	38	49	Oleaceae	2	2
Brassicaceae	9	11	Orobanchaceae	1	2
Boraginaceae	6	7	Papaveraceae	2	2
Campanulaceae	1	2	Pinaceae	1	1
Capparaceae	1	1	Poaceae	28	31
Caryophyllaceae	3	6	Plantaginaceae	1	5
Celastraceae	1	1	Primulaceae	1	2
Chenopodiaceae	2	2	Polygonaceae	2	2
Cistaceae	3	6	Rafflesiaceae	1	1
Convolvulaceae	2	4	Renonculaceae	2	2
Crassulaceae	2	6	Resedaceae	1	2
Cupressaceae	1	1	Rhamnaceae	2	2
Dipsacaceae	1	2	Rosaceae	4	4
Ephedraceae	1	2	Rubiaceae	3	7
Euphorbiaceae	2	3	Rutaceae	1	2
Fabaceae	20	30	Santalaceae	1	1
Fagaceae	1	1	Saxifragaceae	1	1
Frankeniaceae	1	1	Scrophulariaceae	2	3
Fumariaceae	2	4	Thymeleaceae	2	3
Geraniaceae	3	5	Urticaceae	1	1
Globulariaceae	1	1	Verbenaceae	1	1
Hypericaceae	1	1	Zygophyllaceae	2	2
Lamiaceae	9	14			

TABLEAU III
Pourcentages des types biologiques

Type biologique	Proportions (%)	
	2000	2010
Thérophytes	53,17	70,02
Chaméphytes	16,69	11,16
Phanérophytes	12,51	6,2
Hémicryptophytes	15,42	9,18
Géophytes	2,21	3,44

Les espèces recensées sont dominées par les thérophytes qui représentent 53,2 % de l'ensemble de la flore, suivies par les chamaephytes avec 16,7 %, les hémicryptophytes avec 15,4 %, les phanérophytes avec 12,5 % et les géophytes avec un taux faible de 2,2 %.

Du point de vue chorologique, la flore étudiée relève essentiellement de l'ensemble méditerranéen qui représente plus de 60 % des taxons comptabilisés. Cet élément caractérise les familles les mieux représentées sur le plan spécifique et générique.

Les éléments d'influence saharienne représentent 28 taxons (10 % des espèces) répartis entre l'élément saharo-arabique avec 14 espèces, l'élément saharien avec 8 espèces et le saharo-méditerranéen se manifestant par 6 espèces.

Les taxons endémiques marquent bien ce site avec 38 espèces soit un taux de 14 % des espèces déterminées. Quézel (2002) mentionne 320 espèces endémiques pour l'Algérie dont 12 % se trouvent dans le djebel Youssef. Les espèces endémiques nord-africaines sont les mieux représentées avec 21 espèces soit un taux de 55,3 % (Tab. IV).

Le territoire considéré reflète bien le taux d'endémisme dans les hautes plaines sétifiennes, citons en particulier : *Pistacia atlantica* Desf., *Ebenus pinata* L., *Hedysarum naudinianum* Coss., *Thymus ciliatus* Desf., *Hertia cheirifolia* (L.) Kuntze, *Thymelaea nitida* Desf. et *Genista mirocephala* subsp. *capitellata* (Coss.) Maire.

COMPARAISON ENTRE LES ÉTATS DE VÉGÉTATION DE 2000 ET 2010

La première constatation importante a trait à la physionomie de la végétation et au recul du taux de recouvrement moyen de la végétation qui passe de 40 à 25 % et même jusqu'à 10 % par endroits. En comparant les inventaires floristiques réalisés en 2000 et en 2010, il ressort un changement au niveau des formations végétales : une dématossilisation avec une steppisation et l'apparition des ermes. Les types de formations végétales rencontrés en 2010 sont clairsemés et se limitent à une steppe et des ermes, se succédant de la ligne de crête au piedmont par :

- Erme à *Asphodelus aestivus* entre 1300 m et 1442 m d'altitude.
- Steppe à *Artemisia herba-alba* entre 1200 m et 1300 m dont le recouvrement n'excède pas 20 %.
- Erme à *Peganum harmala* et *Thapsia garganica* au niveau du piedmont avec un bon recouvrement.

L'analyse des relevés réalisés en 2010 a permis de déceler les changements principaux survenus sur le nombre d'espèces inventoriées qui a diminué de 276 à 255 soit un taux de 8 % d'espèces disparues sur l'ensemble des familles inventoriées (Tab. V). On relève principalement :

- la disparition de *Quercus rotundifolia* L. (*Fagaceae*), d'*Hedysarum carnosum*, *Hedysarum naudinianum*, *Antyllis tetraphylla*, *Trifolium nigrescens* et *Medicago minima* chez les *Fabaceae*, de *Jasminum fruticans* (*Oleaceae*) et, chez les *Poaceae*, de *Stippa tenacissima* et d'autres graminées fourragères.
- La diminution de la fréquence des espèces ligneuses comme *Pistacia atlantica* (espèce rare et protégée), *Olea europaea*, *Crataegus azarolus*, *Prunus prostrata* et *Osyris alba*.
- L'apparition de nouvelles espèces telles que *Peganum harmala*, *Deverra scoparia*, *Bassia muricata*, *Fagonia olivieri*, *Zygophyllum simplex* et *Gymnosporia senegalensis*.
- L'augmentation de la fréquence d'*Astragalus armatus*, *Asteriscus pygmaeus*, *Ziziphus lotus* et *Noaea mucronata*.

Pour les types biologiques les espèces recensées en 2010 sont majoritairement des thérophytes qui représentent environ les trois quarts des espèces (70 %) des espèces inventoriées, alors qu'en 2000 les thérophytes ne représentaient que 53,2 % (Fig. 4). Le taux des phanérophytes a baissé de 12,5 % (en 2000) à 6,2 % (2010) soit une forte diminution de 50 %.

TABLEAU IV

Les espèces endémiques inventoriées en 2000 dans le djebel Youssef

Espèces	Types biogéographiques
<i>Arabis pubescens</i> (Desf.) Poir.	End.N.A
<i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>tragacanthoides</i> (Desf.) Maire	End.N.A
<i>Atractylis polycephala</i> Coss.	End.N.A.
<i>Avena macrostachya</i> Balansa	End
<i>Brassica dimorpha</i> Coss. & Dur.	End
<i>Carduncellus ilicifolius</i> Pomel	End
<i>Catananche arenaria</i> Coss. & Dur.	End.N.A.
<i>Centaurea involucrata</i> Desf.	End.Alg.Mar
<i>Crucianella patula</i> L.	End.N.A
<i>Daucus biseriatus</i> Murb.	End
<i>Devera scoparia</i> Coss. & Dur. ex Coss.	End.N.A
<i>Ebenus pinnata</i> L.	End.N.A
<i>Ephedra altissima</i> Desf.	End.N.A
<i>Eryngium triquetrum</i> Vahl	End.N.A
<i>Euphorbia atlantica</i> Coss.	End.N.A
<i>Festuca atlantica</i> Du. Jouve	End.Alg.Mar
<i>Gagea granatelli</i> subsp. <i>granatelli</i> (Parl.) Parl.	End.N.A
<i>Galim tunetanum</i> Lam.	End.N.A
<i>Genista microcephala</i> Coss. & Dur.	End.N.A.
<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.	End.Alg.Tun
<i>Hedysarum naudinianum</i> Coss.	End
<i>Helianthemum helianthemoides</i> Desf.	End.N.A
<i>Hertia cheirifolia</i> (L.) Kuntze.	End.Alg.Tun
<i>Hippocrepis minor</i> Munby	End.Méd
<i>Hippocrepis scabra</i> DC.	End.Alg.Mar
<i>Lonchophora capiomontana</i> Dur.	End.N.A
<i>Onosma echioides</i> L. = <i>Onosma fastigiatum</i> Br. Bl.	End.Alg.Mar
<i>Paronychia arabica</i> subsp. <i>aurasiaca</i> (Webb.) Maire & Weill.	End.N.A
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	End.N.A
<i>Rhanterium suaveolens</i> Desf.	End.N.A
<i>Scilla lingulata</i> Poir.	End.N.A
<i>Sedum tuberosum</i> Coss. & Letourn.	End.Alg.Tun
<i>Silene atlantica</i> Coss.	End.N.A
<i>Silene choulettii</i> Coss.	End
<i>Teucrium santae</i> Quézel & Simonneau	End
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss & Reut.	End.N.A
<i>Thymus lanceolatus</i> Desf.	End
<i>Thymus ciliatus</i> subsp. <i>eu-ciliatus</i> Maire	End.N.A

Signification des abréviations de types biogéographiques utilisées dans les tableaux IV et V : Circumbor = Circumboréal ; Circum-Méd = Circum-Méditerranéen ; Cosm = Cosmopolite ; End = Endémique Algérie ; End.Alg. Mar = Endémique Algérie-Maroc ; End.Alg.Tun = Endémique Algérie-Tunisie ; End.N.A = Endémique Nord-Africain ; Euras = Eurasiatique ; Eur-Méd = Européen-Méditerranéen ; Ibéro-Maur = Ibéro-Mauritanien ; Iran-Tour-Eur = Irano-Touranien-Européen ; Macar-Méd = Macaronésien-Méditerranéen ; Méd = Méditerranéen ; Méd-Atl = Méditerranéen Atlantique ; Méd. Iran-Tour = Méditerranéen Irano-Touranien ; Méd-Sah-Iran-Tou = Méditerranéen-Saharo-Irano-Touranien ; Méd-Sah-Sind = Méditerranéen-Saharo-Sindien ; N.A-Sah = Nord-Africain Saharien ; N.A-Trop = Nord-Africain Tropical ; Paléo.Temp = Paléotempéré ; Paléo.Sub.Trop = Paléo-Sub-Tropical ; Sah = Saharien ; Sah. Méd = Sahara-Méditerranéen ; Sah-Sind = Sahara-Sindien ; Sah-Sind-Méd = Saharo-Sindien-Méditerranéen ; S. Méd = Sud Méditerranéen ; W.Méd = Ouest-Méditerranéen ; L.P.U.V.T = Laboratoire du Projet Urbain, Ville et Territoire.

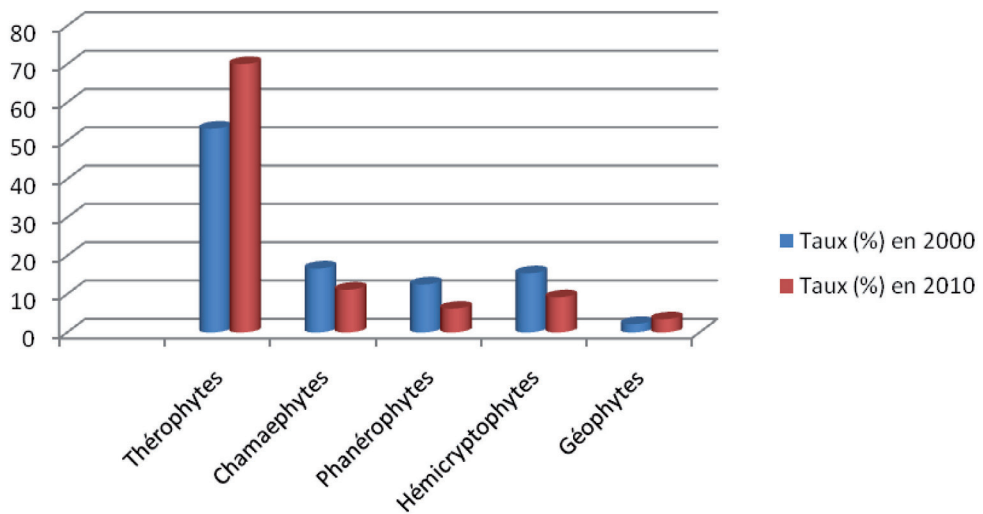


Figure 4.—Les types biologiques.

TABEAU V

Espèces inventoriées dans le djebel Yousef (en 2000 et 2010) avec les coefficients de recouvrement

Taxons	Famille botanique	Coefficient de recouvrement		Chorologie	Type biologique
		2000	2010		
<i>Aira sterilis</i> L.	Poaceae	30,28	102,3	Méd	Th
<i>Alyssum alpestre</i> L.	Brassicaceae	25,757	57,366	Oro-Méd	Ch
<i>Alyssum linifolium</i> Steph.	Brassicaceae	12,98	34,471	Méd. Iran-Tour	Th
<i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poir.) T. Durand & Schinz	Poaceae	63,271	44,239	W-Méd	He
<i>Anchusa undulata</i> L.	Boraginaceae	7,361	76,261	Méd	Th
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	287,383	99,837	Méd	He
<i>Anthemis cotula</i> L.	Asteraceae	232,52	56,075	Cosm	He
<i>Anthemis pedunculata</i> Desf.	Asteraceae	524,39	95,794	Ibero-Maur	He
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	16,617	0	Circumbor	G
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>eu-campestris</i> Briq. & Cav.	Asteraceae	463,415	28,037	Méd-steppe	Ch
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	Asteraceae	969,512	474,299	Méd-steppe	Ch
<i>Asparagus albus</i> L.	Liliaceae	17,196	86,406	Euras	G
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot. = <i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm. et Viv.	Liliaceae	104,673	507,673	Méd	G
<i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss. & Kral.	Asteraceae	0,747	32,683	Sah-Sind	Th
<i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>tragacanthoides</i> (Desf.) Maire	Fabaceae	2,804	572,927	End.N.A	Ch
<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.)Christ.	Asteraceae	0	2,032	Sah	Th
<i>Atractylis gummifera</i> L.	Asteraceae	40,093	86,61	Méd	G
<i>Atractylis humilis</i> L.	Asteraceae	42,804	169,187	Circum-Méd	Th

Taxons	Famille botanique	Coefficient de recouvrement		Chorologie	Type biologique
		2000	2010		
<i>Atractylis prolifera</i> Boiss.	Asteraceae	25,981	68,455	Afr. Sep.Arb	Th
<i>Avena macrostachya</i> Balansa	Poaceae	77,383	127,383	End	Th
<i>Bassia muricata</i> (L.)Asch.	Chenopodiaceae	0	68,211	Sah-arab	Th
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Scrophulariaceae	2,276	16,542	Méd	Th
<i>Brassica dimorpha</i> Coss. & Dur.	Brassicaceae	46,635	6,422	End.N.A	Th
<i>Brassica nigra</i> (L.) Korch.	Brassicaceae	2,897	87,138	Euras	Th
<i>Brocchia cinerea</i> (Del.) Vis.	Asteraceae	22,15	65,04	Sah	Th
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link.	Fabaceae	665,887	594,309	W-Méd	N.Ph
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	Campanulaceae	2,336	0	Eur-Méd	Th
<i>Convolvulus humilis</i> Scap.	Convolvulaceae	41,775	2,151	Méd	He
<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	171,707	61,687	E-Méd	Microph
<i>Cuscuta epithimum</i> (L.) L.	Convolvulaceae	4,673	119,187	Cosm	Th
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Poaceae	98,037	158,217	Méd-Macar	Th
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	153,644	263,902	Paléo-Temp	He
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymelaeaceae	591,682	378,699	Méd	N-Ph
<i>Daphne oleoides</i> Schreber.	Thymelaeaceae	140,731	80,731	Méd	Ch
<i>Daucus gracilis</i> Stern.	Apiaceae	35,701	95,701	Méd	Th
<i>Devera scoparia</i> Coss. & Dur. ex Coss.	Apiaceae	0	804,146	End.N.A	Ch
<i>Diploxys harra</i> (Forssk.) Boiss.	Brassicaceae	0,804	11,65	Méd-Irano-Tour	Th
<i>Echinops spinosus</i> L.subsp. <i>bovei</i> (Boiss) Maire	Asteraceae	138,411	138,411	S.Méd-Sah	Th
<i>Echium creticum lavm</i> Desf.	Boraginaceae	15,08	32,52	Méd	Th
<i>Echium pycnanthum</i> Pomel.	Boraginaceae	3,984	14,953	Méd-Sah	Th
<i>Eryngium dichotomum</i> Desf.	Apiaceae	159,44	15,203	W-Méd	He
<i>Eryngium ilicifolium</i> Lamk.	Apiaceae	20,01	38,048	Ibéro-Maur	Th
<i>Eryngium triquetrum</i> Vahl.	Apiaceae	59,159	12,683	End.N.A	He
<i>Fagonia olivieri</i> Boiss.	Zygophyllaceae	0	2,336	Sah-Sind	Th
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	25,887	0	Méd	Microph
<i>Fumana laevipes</i> (L.) Spach	Cistaceae	79,439	23,16	Eur-Méd	Ch
<i>Genista microcephala</i> Coss. & Dur.	Fabaceae	120,654	14,715	End.W.N.A	N.Ph
<i>Globularia alypum</i> L. subsp. <i>eu alypum</i> L.	Globulariaceae	521,028	106,504	Méd	N.Ph
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lamk.) Loesener.	Celastraceae	0	695,122	Trop	Microph
<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.	Fabaceae	77,236	0	End.Alg.Tun	Th
<i>Hedysarum naudinianum</i> Coss.	Fabaceae	95,701	0	End	Th
<i>Helianthemum cinereum</i> (Cav.) Pers.	Cistaceae	65,514	14,146	Eur-Méd	Ch
<i>Helianthemum helianthemoides</i> Desf.	Cistaceae	52,149	8,455	End.N.A	Ch
<i>Hippocrepis minor</i> Munby	Fabaceae	9,345	14,227	End.Méd	Th
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Poaceae	16,533	310,975	Méd-Iran-Tour	Th

Taxons	Famille botanique	Coefficient de recouvrement		Chorologie	Type biologique
		2000	2010		
<i>Hordeummaritimum</i> = <i>H. marinum</i> Huds.	Poaceae	48,78	262,99	Circumbor	Th
<i>Hyoseris radiata</i> L.	Asteraceae	64,392	48,78	Eur-Méd	He
<i>Hypochoeris radicata</i> L. subsp. <i>eu-radicata</i> Maire	Asteraceae	55,607	18,292	Eur-Méd	He
<i>Jasminum fruticans</i> L.	Oleaceae	8,672	0	Méd	Microph
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Cupressaceae	310,747	52,882	Atl-Circum-Méd	Microph
<i>Koeleria phleoides</i> (Vill.) Pers.	Poaceae	17,663	48,78	Méd	Th
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poaceae	67,073	118,317	Macar-Méd	Th
<i>Launaea acanthoclada</i> M.	Asteraceae	38,411	400,406	Ibéro-Maur-Macar	Ch
<i>Linaria reflexa</i> (L.) Desf.	Scrophulariaceae	4,065	20,561	Méd	Th
<i>Lonchophora capiomontana</i> Dur.	Brassicaceae	0,561	13,496	End.N.A	Th
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	162,523	58,943	Euras	He
<i>Medicago hispida</i> Gaertn. <i>M. polymorpha</i> L.	Fabaceae	95,14	50,244	Méd	Th
<i>Medicago laciniata</i> (L.) All.	Fabaceae	101,063	92,682	Méd-Sah-Sind	Th
<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC subsp. <i>suffruticosa</i> (Desf.) Maire	Brassicaceae	49,439	73,171	Méd-Sah-Sind	Th
<i>Myosotis micrantha</i> Pallas	Boraginaceae	18,211	0	Euras	Th
<i>Nardurus cynosuroides</i> (Desf.) Batt. & Trab.	Poaceae	1,121	45,06	Euras-Méd	Th
<i>Noaea mucronata</i> (Forsk) Asch. & Schw.	Chenopodiaceae	13,333	262,99	Med-Iran-Tour.	Microph
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	126,579	30,406	Méd	Microph
<i>Osyris alba</i> L.	Santalaceae	47,476	12,01	Méd	Microph
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Coss. Subsp. <i>eu-spinosa</i> Maire.	Asteraceae	58,785	45,772	Eur-Méd	Th
<i>Peganum harmala</i> L.	Zygophyllaceae	0	704,065	Iran-Tour-Eur	CH
<i>Phlomis herba-venti</i> L.	Lamiaceae	10,691	18,162	Méd	Th
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	591,121	209,349	Méd	Microph
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Anacardiaceae	109,532	43,984	End.N.A	Microph
<i>Plantago amplexicaulis</i> Cav. subsp. <i>lagopodioides</i> Desf.	Plantaginaceae	14,23	67,944	Méd	Th
<i>Plantago bellardii</i> All.	Plantaginaceae	108,374	18,878	Méd	Th
<i>Prunus prostrata</i> Labill.	Rosaceae	85,981	2,581	Méd	Microph
<i>Quercus rotundifolia</i> L.	Fagaceae	9,346	0	Méd	Microph
<i>Reseda arabica</i> Boiss.	Resedaceae	1,354	89,447	Sah-Sind	Th
<i>Rhamnus alaternus</i> L. subsp. <i>myrofolia</i> (Wilk.) Maire	Rhamnaceae	173,645	92,927	Méd	Microph
<i>Rhus tripartita</i> (Ucria) Grande	Anacardiaceae	126,73	80,22	Sah-Méd	N.Ph
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae	429,906	518,292	Méd	He
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Lamiaceae	23,458	10,244	Méd-Atl	Th
<i>Scabiosa arenaria</i> Forsk.	Dipsaceae	39,719	87,41	Sah	Th
<i>Senecio flavus</i> (Dec.) Sch. Bip.	Asteraceae	58,943	105,701	Sah-Sind	Th

Taxons	Famille botanique	Coefficient de recouvrement		Chorologie	Type biologique
		2000	2010		
<i>Sonchus arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i> Quézel & Santa	Asteraceae	2,336	0	Subcosm	Th
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	402,44	1,22	Ibéro-Maur	He
<i>Tapsia garganica</i> L.	Apiaceae	45,336	278,455	Méd	He
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	464,112	277,805	Méd	He
<i>Thymelaea nitida</i> Desf.	Thymelaeaceae	551,402	806,9	Ibéro-Maur	Ch
<i>Thymelaea tartonraira</i> All.	Thymelaeaceae	56,262	112,764	Méd	Ch
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss & Reut.	Lamiaceae	301,402	178,455	End.N.A	Ch
<i>Tymus ciliatus</i> subsp. <i>eu-ciliatus</i> Maire	Lamiaceae	884,112	447,561	End.N.A	Ch
<i>Tymus hirtus</i> Willd.	Lamiaceae	116,822	49,756	Ibéro-Maur	Ch
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.	Rhamnaceae	7,2	68,536	Méd	Microph
<i>Zygophyllum simplex</i> L.	Zygophyllaceae	0	22,356	Af-Trop-Arab	Th

Les types biogéographiques gardent la dominance de l'élément méditerranéen 60 % en 2000 et 57,7 % en 2010. Les éléments d'influence saharienne augmentent en fréquence et en nombre d'espèces (de 10 espèces en 2000 à 13 en 2010).

DISCUSSION

L'un des faits marquants du djebel Youssef est celui du changement du tapis végétal et de l'érosion de la biodiversité. Des formations végétales qui existaient en 2000 ont complètement disparu et sont remplacées par d'autres qui sont indicatrices de dégradation comme *Astragalus armatus* et *Peganum harmala*. Les formations que l'on retrouve sont modifiées sur le plan tant quantitatif (densité du couvert végétal) que qualitatif (diversité spécifique). Cette transformation a été favorisée par plusieurs causes.

LE PHÉNOMÈNE DE STEPPISATION

L'état actuel de la végétation reflète bien les stades successifs de la régression aux différentes altitudes. Deux faits illustrent cette régression au niveau du djebel Youssef : une démantorralisation suivie d'une steppisation. La figure 5 montre la succession des différents types de végétation en fonction des stades de l'évolution régressive de 2000 à 2010 :

– Le premier stade de végétation en 2000 est représenté par un matorral bas dégradé à base de *Pistacia atlantica*, *Cratægus azarolus*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Calicotome spinosa*, *Pinus halepensis* et *Olea europea*. Le matorral est une formation ligneuse dérivée d'une forêt climacique par dégradation anthropozoiq (Le Houérou, 1975). Ce type de formation est le plus fréquenté (actions anthropiques très poussées). L'inventaire de 2010 dévoile la disparition de cette formation, il ne reste que des vestiges de *Pistacia atlantica* et de *Juniperus oxycedrus*, avec le développement d'une steppe à *Artemisia herba-alba*. Selon Le Houérou (1980) le phénomène de steppisation est déclenché par les actions anthropiques (incendies et surtout surpâturage). Cette dégradation correspond à l'installation des chamaephytes, *Artemisia herba-alba*, *Thymelaea microphylla*, *Astragalus armatus* et *Gynmosporia senegalensis*.

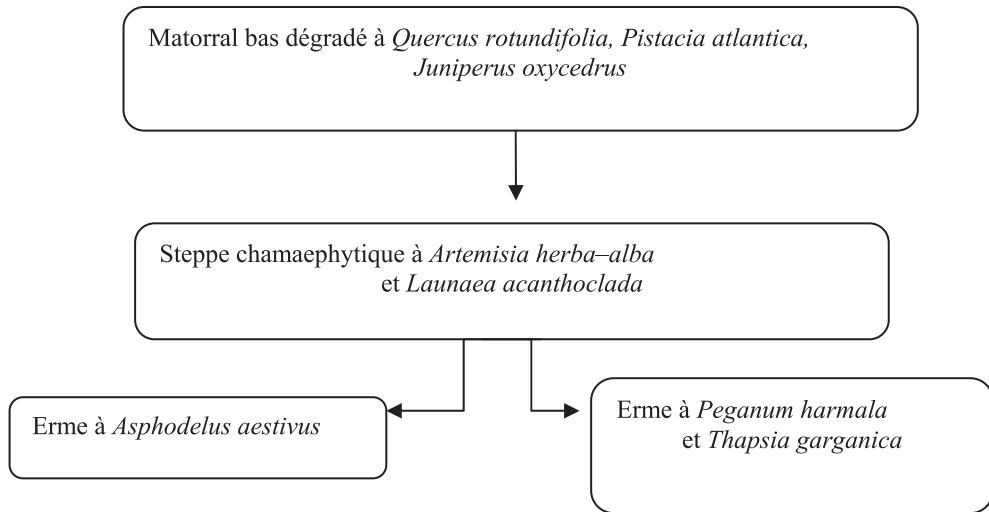


Figure 5.—Dynamique régressive de la végétation du djebel Youssef au cours de la période 2000 -2010.

La chamaephytisation a pour origine le phénomène d'aridification (Floret & Pontanier, 1982). Kadi Hanifi (2003) confirmait que la régression des formations steppiques se traduit généralement par une chamaephytisation par des espèces épineuses dépourvues d'intérêt économique, délaissées et repoussées par le bétail.

– Le second stade de dégradation est représenté par des ermes à *Peganum harmala* et *Thapsia garganica* sur les basses altitudes où la pression anthropique atteint son maximum et détermine le dernier stade de la dégradation de la végétation. Selon Bourbouze & Donadieu (1987) l'erme représente le terme ultime des séries régressives de la végétation sylvatique, présteppique et steppique ; les sols sont inexistantes ou squelettiques du fait de l'affleurement de croûtes calcaires ou du substratum géologique. Aimé (1988) confirme que *Peganum harmala* est une espèce toxique qui se développe lorsque le taux de nitrates dans le sol est important et se localise surtout au niveau des stationnements d'animaux.

Au travers de ces deux stades de régression on peut dire que la végétation de l'ensemble du territoire a subi une transformation profonde et une réduction de la diversité estimée à 25 % à mi-versant et jusqu'à 90 % aux basses altitudes où l'erme occupe de plus en plus le territoire. Les stades finaux de dégradation révèlent ainsi une accentuation de la pauvreté floristique et une dégradation des parcours (Benabadji *et al.*, 2009).

IMPACT DE LA THÉROPHYTISATION ET DU CLIMAT

La composition floristique du tapis végétal s'explique par un gain relatif en espèces annuelles qui sont dans un premier temps favorisées par le surpâturage et la dégradation très poussée du milieu. De la steppisation à la thérophytisation la composition floristique du djebel Youssef a subi d'importants changements au niveau des types biologiques et plus particulièrement la disparition des ligneux et la régressions des pérennes au profit des annuelles. Les thérophytes sont des composantes temporaires en fonction des périodes sèches. La cause essentielle de la dégradation réside dans la conjugaison des facteurs climatiques et édaphiques, et surtout des actions anthropiques que subit le djebel Youssef.

La saison sèche joue un rôle capital dans la distribution de la végétation, notamment par sa durée et son intensité. Les périodes de sécheresse survenues sur le djebel Youssef durant la dernière décennie ont modifié le couvert végétal en entraînant une forte dégradation. Les principaux facteurs de dégradation en période sèche sont d'une part le pâturage extensif pratiqué par les sédentaires et les mouvements de transhumance qui ont causé la raréfaction et la

perte de nombreuses espèces fourragères, et d'autre part le vent du sud chaud et sec qui souffle surtout en été et qui provoque le dessèchement du sol en entraînant une forte évaporation et en amenant une quantité appréciable de sable.

La régression végétale est attestée par le nombre élevé de thérophytes (70 %), ainsi que par une forte augmentation des espèces épineuses et toxiques (*Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides*, *Thymelaea microphylla*, *Gymnosporia senegalensis*, *Noaea mucronata*, *Deverra scoparia* et *Peganum harmala*) au détriment d'espèces palatables, surtout celles des familles *Fabaceae* et *Poaceae*.

Ce qui est fort inquiétant, c'est la destruction quasi totale des ressources biologiques dans beaucoup d'endroits, et l'extension des surfaces totalement dénudées (sol nu, caillouteux et érodé) surtout sur le versant sud. Aussi peut-on poser la question de la désertification.

L'enchaînement de divers processus de dégradation conduisent-ils à la désertification ?

L'analyse statistique des séries de précipitations et de températures montre que le djebel Youssef se caractérise par une aridité climatique croissante. Les dernières décennies ont connu une grande variabilité interannuelle avec des successions d'années sèches qui accentuent la dégradation et affectent négativement la végétation.

Les perturbations climatiques sont une cause importante de la fragilité de ce milieu déjà très sensible, l'impact de la sécheresse sur les formations végétales se traduit par la désertification de ce massif. Selon Nedjraoui & Bedrani (2008), la manifestation apparente de la désertification se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques et une détérioration des sols et des ressources hydriques.

L'influence conjuguée des conjonctures socio-économiques, foncières et une sécheresse récurrente et persistante accélèrent les manifestations de la désertification des plus inquiétantes (Le Houérou, 1992). La dégradation et la désertification commencent souvent par la réduction du couvert des plantes pérennes dont la présence constitue une protection efficace et durable contre les agents érosifs. Selon Benslimane *et al.* (2008) plus de 75 % des parcours steppiques du nord de l'Algérie sont désertifiés ou au seuil de la désertification.

MISE EN SITUATION ET PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT

Avec de tels changements, le djebel Youssef évolue vers une désertification inquiétante et prématurée. Ce massif est un écosystème fragile, cette fragilité est déterminée par les facteurs physiques et biologiques qui caractérisent ses milieux naturels ; mais c'est de l'action de l'homme qu'elle dépendra en définitive. Cette situation nous oblige à proposer l'élaboration d'une stratégie de conservation étant donné que ce territoire est pâturable toute l'année et constitue une zone de transhumance entre le sud et le nord. Les mesures de conservation doivent, dans un premier temps, viser à :

– La sensibilisation des nomades et des sédentaires pour que soit stoppée la dégradation des formations herbacées surtout celles où des espèces menacées sont encore présentes. La cessation (ou au moins un arrêt temporaire) de l'intervention humaine peut arrêter la régression et même provoquer la régénération de la végétation. La mise en défens d'une steppe dégradée permet, après un laps de temps plus ou moins long, la reconstitution des caractéristiques majeures (couvert, composition, production) de la végétation préexistante (Bourbouze, 1997 ; Benabadji *et al.*, 2009).

– Les mesures de sauvegarde ne doivent pas être décrétées isolément mais dans le cadre d'un changement global avec le concours de tous les secteurs d'activités de la région, ainsi qu'une collaboration aussi étroite que possible entre écologues, pastoralistes, pédologues et forestiers en développant des programmes de recherches et d'expérimentation.

– Le renforcement scientifique et la constitution de banques de données sur les plantes sont primordiaux en vue d'un meilleur suivi. La réalisation de dispositifs de suivi de la sécheresse et de la désertification ainsi que le contrôle de la végétation par des études diachroniques sont ainsi nécessaires comme l'a par exemple montré Floret (1981) pour évaluer le temps de protection optimal nécessaire à la reconstitution du tapis végétal.

CONCLUSION

Le changement physiognomique brutal de la végétation sur le djebel Youssef est inquiétant. La végétation de ce massif est confrontée à une forte dégradation et menacée de désertification. En effet le suivi diachronique de la végétation et la comparaison des deux périodes 2000 et 2010 a permis de déceler les impacts d'une forte pression anthropique et des aléas climatiques sur la dynamique régressive de la végétation :

– Le couvert végétal a subi une dégradation très poussée et plus particulièrement la végétation ligneuse. La raréfaction de la végétation s'est traduite par une thérophytisation très élevée, la participation des thérophytes étant passée de 54 % en 2000 à 70 % en 2010.

– Une nette raréfaction des espèces fourragères telles que *Artemisia herba-alba* avec une progression des espèces rejetées par le bétail (espèces épineuses et toxiques) comme *Astragalus armatus*, *Noaea mucronata* et *Deverra scoparia*.

– L'apparition d'orme à *Peganum harmala* au niveau du djebel Youssef représente une nouvelle formation issue de la forte anthropisation, cette formation assure le passage vers une végétation à bioclimat aride.

– Le phénomène de la désertification a pris des allures alarmantes dans les steppes occidentales de l'Algérie et il touche à l'heure actuelle la partie orientale (les hautes plaines sétifiennes).

Alarmés par les conséquences de cette évolution régressive et peut-être pour partie irréversible de la couverture végétale dans le proche futur, il nous paraît important d'assurer une meilleure protection et gestion du djebel Youssef qui abrite des espèces endémiques et rares, patrimoniales pour l'Algérie.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Direction Générale des Forêts de Sétif, la Subdivision Forestière d'Ain oulmen et l'Office National de la Météorologie de Sétif pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée.

RÉFÉRENCES

- AIDOU, A. & AIDOU, L.F. (1991).— La végétation steppique des hautes plaines. Principaux indicateurs et facteurs de dégradation et désertification. *Tech et Sci.*, n° 5 : 26-32.
- AIDOU, A., LE FLOC'H, E. & LE HOUËROU, H.N. (2006).— Les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Rev. Sécheresse*, 17 (1-2) : 19-30.
- AIDOU, L. (1997).— *Le complexe alfa-armoise sparte des steppes arides d'Alger : structure et dynamique des communautés végétales*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III.
- AIMÉ, S. (1988).— Aspects écologiques de la présence de quelques espèces steppiques (*Stippa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Atemisia herba-alba*, *Noanea mucronata*) en Oranie littoral. *Biocénose. Bull. Ecol. Terr.*, Tome 3, n° 12 : 16-24.
- BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H. (1953).— *Saison et indice xérothermique*. Doc. Cart. Prod. Vég. Serv. Gén. II, 1, art. VII, Toulouse.
- BAILLARGEON, J. (2008).— *Les mesures de dispersion. Application et interprétation des techniques statistiques avancées*. Trois Rivières.
- BARBÉRO, M., BONIN, G., LOISEL, R. & QUÉZEL, P. (1990).— Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. *Vegetatio*, 87 : 151-173.
- BENABADJI, N., ABOURA, R. & BENCHOUK, F.Z. (2009).— La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie (Algérie). *Ecol. Mediterr.*, 35 : 75-90.
- BEN DALI, F. (1987).— *Dynamique de la végétation et mobilité du sable à Jeffara (Tunisie)*. Thèse de doctorat, USTL, ACA, Montpellier.
- BENSLIMANE, M., HAMIMED, A., ELZEREY, W., KHLIDI, A. & MEDERBAL, K. (2008).— Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, volume 8, numéro 3, décembre, mis en ligne le 18 février 2009. URL : <http://vertigo.revues.org/index6782.html>. Consulté le 05 janvier 2010.
- BOUAZZA, M., BENABADJI, N., LOISEL, R. & METG, G. (2004).— Évolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). *Rev. Ecol. Méd.*, 30 : 219-231.

- BRAUN-BLANQUET, J. & PAVILLARD, J. (1928).— *Vocabulaire de sociologie végétale*. 3^e éd. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET, J., ROUSSINE, N. & NÈGRE, R. (1952).— *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. Paris, C.N.R.S.
- BOURBOUZE, A. (1997).— Des agdal et des mouflons. Protection des ressources et (ou) développement rural dans le parc naturel du Haut Atlas oriental (Maroc). *Courrier de l'environnement* 1997 (30). Doc. électronique.
- BOURBOUZE, A. (2006).— Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique : une relecture de la société pastorale du Maghreb. *Rev. Sécheresse*, 17 : 31-39.
- BOURBOUZE, A. & DONADIEU, R. (1987).— *L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes*. CIHEAM-Options Méditerranéennes. Montpellier.
- CHAIB, M., BOUKHRIS, M. & AKRIMI, N. (1994).— Dynamique actuelle de la végétation naturelle en Tunisie méridionale. *Rev. Rég. Arides*, 7 : 27-75.
- DAGET, P. (1980).— Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). Pp 89-114 In : *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*. Paris.
- DUTOIT, T. (1996).— *Dynamique et gestion des pelouses calcaires de Haute-Normandie*. Pub. Univ. Rouen.
- EMBERGER, L. (1955).— Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot, Geol, Zool. Fac. Scien., série Bot.*, 7 : 3-43.
- FLORET, C. (1981).— The effects of protection on steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of southern Tunisia. *Vegetatio*, 46 : 117-129.
- FLORET, C. & PONTANIER, R. (1982).— *L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement*. Orstom éditions, Paris.
- GAUQUELIN, T., JALUT, G., IGLESIAS, M. & VALLE, F. (1998).— Phytomass and carbon storage in the steppes of Eastern Andalusia, Spain. *Ambio*, 27 : 99-103.
- GAUQUELIN, T., JALUT, G., IGLESIAS, M., VALLE, F., FROMARD, F. & DEDOUBAT, J. (1996).— Phytomass and carbon storage in the *Stipa tenacissima* steppes of the Baza basin, Andalusia, Spain. *J. Arid Envir.*, 34 : 277-286.
- GLAÇON, J. (1967).— Recherche sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell Sétifien (Algérie). *Bull de Géol.* n° 32. O.T.I.
- HADDOCHE, I., MEDERBAL, K. & SAIDI, S. (2007).— Space analysis and the detection of the changes for the follow-up of the components of sand-vegetation in the area of Mecheria (Algeria). *Rev. SFPT*, 185 : 26-29.
- KADI HANIFI, H. (1998).— *L'alfa en Algérie. Syntaxonomie. Relation milieu végétation. Dynamique et perspectives d'avenir*. Thèse de doctorat, USTHB Alger.
- KADI HANIFI, H. (2003).— Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Rev. Sécheresse*, 14 : 169-179.
- LAPIE, G. (1914).— Aperçu phytogéographique sur la kabyle des Babors. *Rev. Bot. (Vol. jub. G. Bonnier)* : 417-424.
- LE HOUÉROU, H.N. (1975).— *Les pâturages naturels de l'Afrique du Nord : typologie, production, productivité et développement : inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains*. Actes du colloque de Bamako, 3-8 mars 1975.
- LE HOUÉROU, H.N. (1980).— Impact de l'homme et des animaux sur la Forêt Méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne*. Tome II.
- LE HOUÉROU, H.N. (1992).— *An overview of vegetation and land degradation in world arid lands*. International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies, Texas Technical University, Lubback.
- MAIRE, R. (1926).— *Carte géographique de l'Algérie et la Tunisie*. Gouv. Algérie., 1 carte h. t. Alger, vol 1.
- MAIRE, R. (1952-1987).— *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara)*. Vol. I à XVI. Lechevalier P., Paris.
- MELZI, S. (1995).— Évolution spatiale et dégradation des unités végétales dans une région pré-saharienne : étude diachronique. Biocénoses. *Bull. Ecol. Terr.* Tome 6, n° 1, URBT :35-44.
- NEDJRAOUI, D. & BEDRANI, S. (2008).— La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 8, Numéro 1, avril 2008, mis en ligne le 01 avril 2008. URL : <http://vertigo.revues.org/5375> ; DOI : 10.4000/vertigo.5375.
- NÈGRE, R. (1966).— Les Thérophytes. *Mém. Soc. Bot. Fr* : 92-108.
- OLIVIER, L., MURRACIOL, M. & REDURON, J.-P. (1995).— Premiers bilans sur la flore des îles de la Méditerranée. État des connaissances et conservation. *Rev. Ecol. Méd.*, XXI : 355-372.
- OZENDA, P. (1991).— *Flore du Sahara*. Paris, C.N.R.S.
- QUÉZEL, P. (1978).— Analysis of the flora Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri Bot. Garden*, 65 : 479-537.
- QUÉZEL, P. (2002).— Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. IBISPRESS.
- QUÉZEL, P. & BARBÉRO, M. (1993).— Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : enregistrements de la flore et de la végétation actuelles. *Bull. Ecol.*, 24 : 191-202.
- QUÉZEL, P. & SANTA, S. (1962-1963).— *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, vol. 1-2. Paris, C.N.R.S.
- RAUNKIAER, C. (1905).— Types biologiques pour la géographie botanique. KGL. *Danske Videns Kabenes Sels Kabs. Farrhandl.*, 5 : 347-437.