CIHEAM
Options Méditerranéennes



Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification

Le Houérou H.-N.

in

Le Houérou H.-N. (ed.).
Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification

Montpellier : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 10

1995
pages 1-396

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

---

http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI951183

To cite this article / Pour citer cet article

Le Houérou H.-N. **Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification.** In : Le Houérou H.-N. (ed.). *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification.* Montpellier : CIHEAM, 1995. p. 1-396 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 10)

CIHEAM

http://www.ciheam.org/
http://om.ciheam.org/



CIHEAM - Options Mediterraneennes

CIHEAM
Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes

Options Méditerranéennes

Directeur de la publication : Mustapha Lasram



Série B n° 10

Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique

Diversité biologique, développement durable et désertisation

Henri-Noël Le Houérou

Numéro publié avec le concours de l'ACCT
et l'appui du Ministère français de l'environnement et
des réseaux "Parcours" et "Zone Aride"

CIHEAM

ACCT

1995

Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
3191, Route de Mende
34033 Montpellier Cedex 1 (France)

13, quai André Citroën
75015 Paris (France)

La maquette et la mise en page de ce numéro d'*Options Méditerranéennes* ont été réalisées à l'Atelier d'Edition de l'IAM.Montpellier (CIHEAM)
sous la responsabilité de François Lerin

Photos de couverture : H.N. Le Houérou et E. Le Floc'h

1	2

1 - Steppe d'alfa peu dégradée entre Tendrara et Ain beni Mathar au Maroc Oriental. Glacis à sols squelettiques à croûte calcaire. Altitude = 1200 m, P = 200 mm, m = -0.5 (HNLH).

2 - Plantation d'oliviers (cv Chemlali) au domaine du Chahal, 100 km au S-O de Sfax, Tunisie. Sol sableux grossier, profond, P = 170 mm, m = 6.0°C ; recouvrement des couronnes, environ 10 % , densité : 17-20 arbres par hectare. Production moyenne annuelle 35 kg d'olives par arbre, dosant 22 % d'huile extractible par pression (ELF).

Imprimeur/Printer: INO Reproducciones, S.A.
Ctra. Castellón, km. 3,800
50013 ZARAGOZA
Dep. Legal: Z-3543-94

Tirage : 1200 exemplaires

Fiche bibliographique

Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique – Diversité biologique, développement durable et désertisation.– Henri-Noël Le Houérou.– Montpellier : CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), 1995.– 397 p.
(Série B : Etudes et recherches, n° 10, *Options Méditerranéennes*)

ISSN : 1016-1228 – ISBN : 2-85352-146-X

© CIHEAM, 1995

Reproduction partielle ou totale interdite sans l'autorisation d'«Options Méditerranéennes»

Reproduction in whole or in part is not permitted without the consent of «Options Méditerranéennes»

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Sommaire

1 ➤ Avant-propos : **Henri-Noël Le Houérou**
3 ➤ Préface : **Charles Blanc**
5 ➤ Résumé / *Abstract*
7 ➤ Introduction

Première partie

Problématique générale

15 ➤ Classification bioclimatique
51 ➤ Aspects biogéographiques
59 ➤ Origine et mise en place des peuplements
61 ➤ Evolution des écosystèmes
65 ➤ Aspects appliqués et finalisés

Deuxième partie

Analyse floristique et phytogéographique des steppes de la zone aride du nord de l'Afrique

71 ➤ Généralités
73 ➤ Définition : typologie physionomique et écologique
93 ➤ Analyse floristique et phytogéographique
145 ➤ Conclusions générales

157 ➤ **Tableaux hors-texte 42 à 48**

179 ➤ **Figures 1 à 36**

219 ➤ **Photos**

259 ➤ **Bibliographie**

277 ➤ **Liste des tableaux et figures**

281 ➤ Table des matières

Annexes

287 ➤ Annexe I – Répartition écoclimatique des mammifères terrestres
291 ➤ Annexe II – Répartition écoclimatique des oiseaux terrestres
295 ➤ Annexe III – Répartition écoclimatique des reptiles terrestres
299 ➤ Annexe IV – Répartition écoclimatique des plantes en fonction de l'aridité
307 ➤ Annexe V – Répartition écoclimatique des plantes en fonction du froid
317 ➤ Annexe VI – Distribution géographique des espèces végétales steppiques dans le Nord de l'Afrique, l'Espagne et le Proche-Orient, par pays et zone

Avant propos

C'est seulement grâce à de nombreux concours que ce travail doit d'être publié par le CIHEAM et les Instituts Agronomiques Méditerranéens de Montpellier et de Saragosse, avec le soutien financier du Ministère de l'Environnement de Paris. L'auteur tient à remercier ici tous ceux qui ont contribué à cette publication : M. Mustapha Lasram Sécrétaire Général du CIHEAM, responsable scientifique de la publication, MM. Miguel Valls, Roland Pérez, respectivement directeurs des IAM de Saragosse et de Montpellier. La subvention du Ministère de l'Environnement est due à la bienveillante appréciation de MM Alain Seznec et Guillaume Cruse. L'ouvrage a aussi reçu le soutien actif du réseau « Parcours » animé par MM. Alain Bourbouze et Bruno Msika et du réseau « Zone Aride » animé par Charles Rouchouze.

L'auteur tient enfin à souligner l'aide constante de Charles Blanc et Edouard Le Floc'h pendant toute la longue phase de maturation de ce travail. Il a eu la chance, en outre, de bénéficier d'une lecture critique serrée du manuscrit par Edouard Le Floc'h et un contrôle de la partie zoologique par Charles Blanc pour ce qui concerne les mammifères et les reptiles, et de Paul Isenmann pour ce qui concerne les oiseaux. Ce travail, commencé en 1982 sous la responsabilté de Jean Le Coz, dont l'auteur salue ici la mémoire, ne fut terminé qu'en 1992, sous la responsabilité de Charles Blanc.

L'auteur se plaît enfin à remercier les membres de son jury de thèse : Mme Lucette Davy, climatologue ; MM Jean Riser et Jean-Louis Ballais, Géomorphologues ; Edouard Le Floc'h, Phytoécologue ; Charles Blanc, zooégraphe et salue avec émotion la mémoire de son président Gaston Beaudet, géographe dont l'influence fut déterminante dans l'orientation et la structure du mémoire.

Il remercie enfin les comités scientifique et de publication de l'ORSTOM qui avaient approuvé la publication de ce mémoire. M. François Lerin, Mmes Francine Gaforg, Maïlys Luye et Melle Marie-Noëlle Pradeilles de l'IAM de Montpellier ont assuré la lourde tâche de l'édition, et l'IAM de Saragosse a supervisé l'impression de la manière la plus satisfaisante.

Montpellier le 20 juillet 1994
Henri-Noël Le Houérou

Préface

L'ouvrage patiemment élaboré par Henri-Noël Le Houérou constitue la partie principale de sa thèse de doctorat d'Etat es-lettres présentée en 1992 à l'Université Montpellier 3 (Paul Valéry).

Dès son doctorat es-sciences, obtenu en 1959 à la Faculté des Sciences, qui devint par la suite l'Université Montpellier 2 (Sciences et Techniques du Languedoc), l'auteur a consacré l'essentiel de son activité de recherche à l'étude détaillée des steppes du nord de l'Afrique.

De longs séjours, totalisant 20 années en Tunisie, en Libye et en Algérie, complétés par de nombreuses missions de courte durée dans les 5 pays maghrébins, lui ont permis d'acquérir l'irremplacable expérience de terrain. Son intense activité s'est traduite par la publication entre 1951 et 1995 de 150 articles, 15 ouvrages et 18 cartes thématiques. Tous ces travaux reflètent les multiples préoccupations de l'auteur : géologiques, géomorphologiques, édaphiques, bioclimatiques, phytoécologiques, agronomiques, pastorales et agraires. Ils concernent surtout la Tunisie aride et les steppes algériennes pour ce qui concerne l'établissement de cartes détaillées, mais l'ensemble des zones arides du Nord de l'Afrique pour ce qui concerne la bioclimatologie, les études à petite échelle, et celles de caractère général.

La profonde connaissance acquise sur les steppes du Nord de l'Afrique se double en effet d'une culture générale exceptionnelle sur la plupart des régions semi-arides et arides du monde, acquise au cours de séjours ou de missions d'étude en Afrique de l'est, au Sahel, en Afrique du sud, au Texas, au Mexique, au Proche et au Moyen-Orient.

L'auteur était donc tout désigné pour entreprendre et mener à bien cette synthèse biogéographique sur un immense territoire de plus de 600 000 Km^2, d'ailleurs beaucoup plus diversifié que l'unité sémantique du terme "steppe" ne laisserait *a priori* supposer. Pas moins de 28 combinaisons éco-climatiques majeures, justifiées par des données concrètes de terrain, traduisent une grande variété de paysages, de types floristiques et de végétation et, finalement, de potentialités agro-pastorales contrastées. Ces faits soulignent la très grande biodiversité (3000 espèces de plantes vasculaires), base indispensable d'*un développement durable*.

Le présent ouvrage a, ainsi, le rare mérite de dégager, en une synthèse objective fondée sur de nombreuses données originales et l'analyse de plus de 650 références bibliographiques, les limites de ce vaste biome, ses caractéristiques dictées par des conditions d'aridité et de distribution des pluies typique du climat méditerranéen, sa profonde diversité, les affinités et l'originalité de son peuplement végétal mais aussi de sa faune, et les conditions de son utilisation durable par l'homme

L'intérêt scientifique, tout autant que la marche rapide des processus de dégradation des milieux steppiques, sous l'effet des aléas climatiques amplifiés par une exploitation excessive due à la pression démographique, inscrivent l'œuvre de H.-N. Le Houérou dans les préoccupations les plus actuelles des grands organismes internationaux de recherche, de développeent et de protection : CIHEAM, UICN, OMM, BNUS, OSS, UNDP, FAO, CILSS, etc. L'ouvrage rédigé par H.-N. Le Houérou sera particulièrement utile à un nombreux public de scientifiques : écologues, biogéographes concernés par le monde animal tout autant que végétal, géographes, climatologues et géomorphologues notamment, ainsi que par tous ceux préoccupés par l'environnement, la protection des milieux et le développment de ces immenses régions à peuplement humain relativement élevé.

Ch. BLANC
Laboratoire de Zoogéographie, Université Montpellier 3, Paul Valéry

Résumé

Cet ouvrage fait la synthèse des connaissances actuelles sur la bioclimatologie et la biogéographie des steppes arides des cinq pays du nord de l'Afrique : Egypte, Libye, Tunisie, Algérie et Maroc. Cette synthèse est largement étayée par les travaux de l'auteur (150 articles et 15 ouvrages, publiés de 1951 à 1995).

Le mémoire comprend trois parties principales et six annexes : problématique générale, synthèse des connaissances, analyse biogéographique et tableaux de répartition des animaux et des plantes. La problématique traite essentiellement des critères de classification des zones arides et des steppes ; ces critères sont multiples : climatiques, phytogéographiques, zoogéographiques, géomorphologiques, pédologiques, agronomiques et agraires. Parmi les principaux critères climatiques sont le stress hydrique ou degré d'aridité et le stress thermique dû au froid de l'hiver ou à son absence.

Les critères d'utilisation des terres et la pression anthropozoïque sont également très importants mais moins fondamentaux.

La classification écoclimatique se fonde sur deux indices majeurs : le quotient pluvio-évapotranspiratoire représentant le stress hydrique et la moyenne des températures minimales journalières du mois de janvier représentant le stress thermique hivernal. Ces deux critères permettent de construire une matrice orthogonale dans laquelle viennent s'inscrire d'autres critères bioclimatiques qui leur sont corrélés.

Les valeurs-seuils discriminantes de ces deux critères sont choisies de façon empirique à partir de faits concrets observés sur le terrain. Ces faits sont de nature diverse : phytogéographique, phytosociologique, zoogéographique, géomorphologique, géologique, géographique, pédologique, agronomique et agraire. La zone des steppes arides est ainsi caractérisée par un quotient P/ETP situé entre 0,065 et 0,28 et des précipitations moyennes annuelles variant de 100 à 400 mm, tandis que les steppes sahariennes se situent entre 0,030 et 0,065 et 50-100 mm, respectivement.

Le second critère permet de distinguer des sous-zones à l'intérieur d'un degré d'aridité donné, en fonction des températures hivernales. On distingue ainsi, dans l'ensemble de la région des steppes du nord de l'Afrique 4 zones et 7 sous-zones, soit 28 combinaisons écoclimatiques majeures justifiées par des données concrètes de terrain.

La seconde partie relative à la faune et surtout à la flore est entièrement originale ; elle analyse en détail la répartition de la faune et de la flore en fonction des deux critères mentionnés ci-dessus, ainsi que par pays et par zone géographique. La flore steppique de l'Espagne et du Proche-Orient sont également analysées à titre de comparaison, ainsi que celle du Sahara et de la péninsule Arabique. L'auteur en vient ainsi à définir une unité phytochorique nouvelle : l'Elément Ibéro-Maghrébien, qui est le pendant occidental de l'Elément Irano-Touranien défini par Eig en 1931. Ces deux éléments constituent la sous-région Méditerranéo-Steppique de la Région Méditerranéenne dans l'ensemble Paléarctique.

L'analyse faunistique et floristique se fonde sur les données de six tableaux de 122 pages. La flore steppique du nord de l'Afrique comprend 2630 espèces dont plus de 80 % d'affinité méditerranéenne et 3 % d'affinité tropicale ; 25 % sont endémiques avec un centre d'endémisme oriental (130 espèces) et un centre occidental (355) espèces qui caractérisent trois secteurs : Oriental, Central et Occidental.

La liste bibliographique comprend quelque 650 références, dont une part non négligeable de « littérature occulte ».

Abstract

The present publication claims to be a synthesis of the current state of knowledge on the Bioclimatology and the Biogeography of the arid steppeland of Northern Africa, north of the Sahara. This synthesis is concerned with parts of the following countries, from east to west: Egypt, Libya, Tunisia, Algeria and Morocco; it is supported by some 150 articles and 15 books published by the author on various aspects of the subject and related topics from 1951 to 1995.

The memoir includes 3 main parts and 6 lengthy appendices: Fundamental aspects, Synthesis of the current knowledge and Biogeographic analysis, with tables of the geographic distribution of plants and animals according to various criteria. The fundamental problems essentially pertain to arid land and steppeland classification. The classification criteria are manifold: climatic, phytogeographic, zoogeographic, geomorphic, pedologic, agronomic and agrarian. The main climatic criteria are water stress or degree of aridity, thermal stress stemming from winter temperatures (freezing or the lack of it).

Land-use criteria and the anthopozoic pressure are also very important, but less fundamental than water and cold stresses.

The bioclimatic classification is based on two main indices: the rain to potential evapotranspiration ratio representing the water stress and the mean daily minimum temperature of January representing the winter thermal stress. These two essential criteria, correlated with a few others, allow for the establishment of an orthogonal matrix in the framework of which other correlated bioclimatic criteria can fit.

The discriminating threshold values in the classification are selected in an empiric way from factual field observations, experiments or experience (trial and error). These facts are varied in their nature: phytogeographic, phytosociologic, zoogeographic, geomorphic, pedologic, agronomic, and agrarian. The arid steppeland zone is thus characterized by a P/ETP quotient ranging from 6.5% to 28% and by long-term mean annual precipitations varying from 100 to 400 mm. Saharan hyper-arid steppes, conversely, have a P/ETP range of 3 to 6.5% and a long-term mean annual rainfall between 50 and 100 mm, respectively.

The second criterion aims at differentiating sub-zones within each aridity class as a function of critical plant-growth winter limiting temperatures. One may thus differentiate 4 main aridity classes and 7 thermal sub-classes i.e. 28 bioclimatic combinations within the arid steppeland of Northern Africa, all of them justified by factual field data.

The second part, pertaining to fauna and flora distribution, is totally original. It contains a detailed analysis of distribution as a function of water stress and winter temperatures. It also shows the geographic distribution of plants by country and in neighbouring areas such as Spain, the Near East and the Arabian Peninsula. The floristic kinship between these countries and areas is quantified. The author thus comes to differentiate a new element of phytochoria: the Ibero-Maghribian floristic element which is the western equivalent of the Irano-Turanian element as defined by Eig in 1931. Both elements characterize the Mediterraneo-Steppic Floristic Sub-region within the Mediterranean Floristic Region of the Palearctic Floristic Empire of Eurasia.

The faunistic and floristic analyses are based upon 6 tables totalling 122 pages. The steppic flora of Northern Africa includes 2630 species of vascular plants; more than 80% of them are of Mediterranean kingship and 3% Tropical. 25 percent are endemic (mostly Mediterranean) with an eastern center of endemism (130 sp.) and a western center (355 sp.). These characterize 3 sectors: eastern, central and western. The boundaries between these sectors are the 19° Long.East Meridian and the 0° Long.(Greenwich) Meridian.

The reference list includes some 650 entries, many of them belong to the so-called "grey literature" i.e. unavailable in the ad-hoc international data bases.

Introduction

I – Perspective historique

Peu de choses étaient connues sur les plans de la bioclimatologie et de la biogéographie des régions arides et des steppes du nord de l'Afrique lorsque nous avons entrepris nos recherches en 1950. Mais il existait, notamment en Tunisie, en Algérie et en Libye, des informations, souvent de nature empirique, sur les potentialités agricoles des milieux, ainsi que des données de base sur le climat et la géologie, qui avaient été accumulées pendant la première moitié du siècle. On disposait déjà aussi d'excellentes études géographiques, en grande partie dues à Despois, notamment le *Djebel Nefousa* et *Sahel et Basses Steppes* ; tandis que celles relatives au *Hodna* et au *Djebel Amour* devaient paraître peu après (1953 et 1957, respectivement). Les toutes premières études pédologiques commençaient à paraître en Tunisie, puis en Algérie et au Maroc, avec le début de l'établissement de périmètres irrigués de mise en valeur agricole, financés par les états. Les documents écologiques et phytogéographiques, ou même simplement botaniques, étaient relativement rares. En effet les biologistes de l'Afrique du Nord, au demeurant peu nombreux, s'étaient beaucoup plus intéressés aux régions désertiques et aux massifs montagneux sahariens dont l'exploration botanique et zoologique s'est poursuivie jusque dans les années 1960.

Les principales sources d'information écologique et phytogéographique étaient les suivantes au début des années 1950.

- *La carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie*, publiée par R. Maire en 1925, mais qui ne traitait de la végétation des steppes que de façon quasi allusive.
- *L'Aperçu général sur la végétation du Maroc*, publié en 1939 par L. Emberger décrivait sommairement les zones arides et leur végétation ; mais il offrait un cadre conceptuel à la classification de la végétation des régions méditerranéennes dont la rationalité nous a séduit d'emblée.
- La monographie phytogéographique de P.A. Burollet sur *le Sahel de Sousse*, publiée en 1927, constituait à l'époque l'étude la plus fouillée disponible.
- Deux articles sommaires sur la végétation de la Tunisie centrale avaient été publiés par G. Pottier-Alapetite en 1948 et 1951.
- Un article de M. Guinochet traitait brièvement de la phytosociologie des environs de Gabès et de Kébili, en 1951.
- Cinq articles de G. Long sur la végétation de la Tunisie centrale avaient été publiés de 1949 à 1951.
- Cinq articles de Ch. Killian traitaient de la végétation des hautes plaines steppiques algériennes de 1945 à 1953 (on disait à l'époque « les Hauts Plateaux »).
- La première étude moderne et détaillée sur la végétation steppique fut la thèse de Long, publiée en 1954, peu après le début de nos travaux. Elle nous fut extrêmement utile, ainsi que l'herbier constitué par ce chercheur, qui nous fit gagner beaucoup de temps.
- Elle fut bientôt suivie par une bonne monographie de Dubuis et Simonneau sur la végétation d'Ain Skrouna dans les hautes plaines steppiques oranaises (1954).
- A la même époque (1954) parut un article de Ozenda sur les steppes sud-algéroises, et un autre de Monjauze, Faurel et Schotter, publié en 1955.
- Quelques articles furent également publiés au début des années 1950 sur la végétation égyptienne entre Alexandrie et la frontière libyenne par Tadros et ses collaborateurs de 1953 à 1958, puis par Kassas et ses élèves.

Les connaissances sur la végétation steppique du Nord de l'Afrique se résumaient, au début des années 1950, à moins d'une dizaine de travaux publiés, mais il existait comme nous l'avons signalé plus haut, de bonnes études géographiques et Capot-Rey venait de publier son chef-d'oeuvre sur le Sahara.

Il y eut ensuite une sorte d'engouement pour les études et travaux de terrain depuis le début des années 1950 jusque vers le milieu des années 1970 et de nouveau une désaffection certaine, cependant quelque peu relayée par un nouvel engouement pour la télédétection satellitaire qui fleurit depuis le début des années 1980.

Les travaux de phytosociologie et d'écologie végétale ne sont pas rares dans les zones steppiques ; mais, contrairement aux zones sahariennes, aucune synthèse phytogéographique n'a été tentée à ce jour, depuis l'esquisse de Maire, réalisée en 1925, époque où l'exploration botanique et zoologique étaient encore loin de leur terme. Cette méconnaissance des zones arides du nord de l'Afrique, dans leur ensemble, était telle qu'il était jusqu'à ce jour impossible de fournir ne serait-ce qu'un chiffre approché du nombre d'espèces végétales vasculaires de l'ensemble steppique nord-africain. D'ailleurs, les chiffres publiés sur la flore saharienne dans son ensemble, ne représentent guère plus de la moitié des espèces effectivement recensées. Cela tient au fait que les inventaires sont souvent nationaux ou micro-régionaux. Trois raisons font qu'il est aujourd'hui possible de tenter une synthèse phytogéographique des steppes au nord du Sahara :

- De nombreuses études ponctuelles ou locales de floristique, de phytosociologie ou de géobotanique ont été publiés depuis 1950 ; voir le paragraphe « Sources ».
- Des flores récentes ont été publiées dans tous les pays sauf le Maroc (mais cette lacune sera bientôt comblée). Trois des six tomes de MED CHECKLIST sont également disponibles, qui couvrent l'ensemble des pays concernés, mais à une échelle inappropriée pour séparer les taxa steppiques des autres, puisque les zones écologiques n'y sont pas indiquées à l'intérieur de chaque pays ; seules les présence et absence par pays sont répertoriées.
- Notre expérience de terrain s'étend maintenant à l'ensemble des zones arides et des steppes du Nord de l'Afrique, du Canal de Suez à l'Océan Atlantique, complétée par des archives d'environ 5000 relevés phytosociologiques, dont seulement 1500 ont été publiés, et par la constitution d'un herbier de 363 paquets, environ 3000 espèces et 30 000 échantillons, déposé à l'Institut de Botanique de l'Université de Montpellier. Les archives ainsi constituées permettent de combler les nombreuses, et parfois importantes, lacunes entre les études ponctuelles ou locales et de présenter ainsi un tableau d'ensemble cohérent. La cohérence taxonomique entre les auteurs de formation anglophone, francophone, italophone, hispanophone et germanophone n'est d'ailleurs par le moindre problème, s'agissant d'une telle synthèse ; elle suppose, évidemment, une certaine maîtrise des quelque 3000 espèces et des nombreux synonymes de la flore steppique. Les travaux floristiques sont très nombreux et se comptent par centaines ; mais nous avons essentiellement pris en compte les travaux synthétiques signalés au paragraphe sur les « Sources ».

II – Evaluation de l'importance et du poids socio-économique et agricole des régions steppiques du Nord de l'Afrique (Sources diverses dont Statistiques Nationales)

1. Utilisation des terres

Les zones arides et steppiques occupent un peu plus de 600 000 Km^2 au Nord du Sahara, dont environ 34 % en Algérie, 31 % en Libye, 19 % au Maroc, 11 % en Tunisie et 5 % en Egypte *(Tableau 1)*.

Entre 1/3 et 1/2 de cette superficie est occupée par des cultures céréalières de subsistance et les jachères qui leur sont liées. Il existe environ 1 600 000 hectares d'arboriculture en sec, principalement d'oliviers, accessoirement d'amandiers, d'abricotiers, de pêchers, de grenadiers, de palmiers, de figuiers et de vigne à raisin de table, dont environ 1 350 000 hectares sont situés en Tunisie et 150 000 en Libye

occidentale (Tripolitaine) ; de 75 à 80 % de ces superficies sont plantées en oliviers (Le Houérou, 1958 a, 1959 c, 1970, 1975 c).

Les cultures irriguées représentaient 4,8 millions d'hectares dans les 5 pays en 1992 (Annuaire de Production de la FAO), dont environ 1,9 sont situés dans la zone aride entre les isohyètes annuelles de 100 et 400 mm, comme l'indique le tableau ci-dessous (estimations) :

Pays	**Superficie totale irriguée** en 10^3 ha, pour 1992	**Dont Zone Aride**	**% du total**
Algérie	390	110	25
Egypte	2 650	750	28
Libye	250	120	48
Maroc	1 275	800	63
Tunisie	235	90	34
Total	**4 800**	**1 870**	**39**

Il faut noter que les superficies cultivées en céréales, orge principalement, varient considérablement d'une année à l'autre en fonction de la conjoncture pluviométrique automnale ; ces emblavures n'apparaissent pas dans les statistiques où seules les superficies récoltées sont prises en considération. Les superficies moyennes emblavées sont très supérieures à celles récoltées, l'échec cultural étant très fréquent en zone aride. Il en résulte que les superficies de jachères plus ou moins longues et de végétation messicole représentent au moins trois fois les superficies de céréales récoltées et prises en compte par les statistiques. Il en résulte également que la végétation strictement steppique est maintenant cantonnée aux sols squelettiques (djebels, glacis d'érosion à croûte calcaire ou gypseuse superficielle) où la charrue ne peut pénétrer, ainsi qu'aux terrains fortement salés et aux dunes. Compte-tenu des surfaces des sebkhas et des grands chotts, l'utilisation des terres en zone steppique présente les ordres de grandeurs suivants, en milliers de km^2 :

Cultures annuelles et jachères	200 à 300
Arboriculture fruitière en sec	16
Arbustes fourragers (Cactus, Atriplex, Acacias)	5
Parc à Arganier (Sud-Ouest Marocain)	6
Cultures irriguées	19
Chotts et Sebkhas	20
Steppes plus ou moins dégradées	262 à 368
Superficie géographique	628

Les superficies des différentes subdivisions bioclimatiques à l'intérieur de la zone steppique sont indiquées au *Tableaux 4 et 42.*

La superficie de 628 000 Km^2 représente
10,4 % de la superficie totale des 5 pays.
soit 60,0 % de la superficie des zones non désertiques des 5 pays.

Population humaine (1992) : environ 30 millions d'habitants *(Fig. 19)*
soit 26 % de la population des 5 pays.
ou 44 % de la population de l'Afrique du Nord (Egypte exceptée).

Populations animales , 1992 (10^6) *(Fig. 20-21)*

Moutons	:	26 x 1,0 EO	=	26,0 Equivalents-Ovins
Chèvres	:	9 x 0,8 EO	=	7,2 EO
Dromadaires	:	0,75 x 5,0 EO	=	3,7 EO
Anes	:	1,3 x 2,0 EO	=	2,6 EO
Total		39,5 x 10^6 EO		

Densité animale 0,64 EO/ha ; 1,57 ha/EO

Poids Economique des zones steppiques dans l'Afrique au Nord du Sahara (1992)

Secteur agricole	6,5	x 10^9 $ US
Secteur minier *	14,0	
Secteur touristique	2,0	
Services	2,0	
Total	24,5	x 10^9 $ US

Secteur Agricole

Céréales	0,6	x 10^9 $ US	10 %
Arboriculture sèche	0,4		6 %
Cultures irriguées	2,0		31 %
Elevage	3,5		53 %
Total	6,5		100 %

Parts des zones steppiques dans les produits nationaux bruts

Agriculture	5,0 %
Mines*	10,0 %
Tourisme	1,4 %
Services	1,4 %
Total	17,8 %

Part de l'Agriculture steppique dans l'ensemble agricole : 25 %

* Production pétrolière non comprise (d'ailleurs quasi-négligeable en zone steppique)

III – Apports nouveaux, leur intérêt

Les apports nouveaux résultant de nos recherches sont nombreux et divers ; ils concernent plusieurs disciplines et sont de ce fait parfois malaisés à classer.

1. Sur le plan floristique

L'inventaire et la cartographie de la végétation ont permis de décrire une dizaine d'espèces nouvelles, autant de sous-espèces et de nombreuses variétés, groupées dans un catalogue de la flore de la Tunisie centrale et méridionale publié en 1959. Mais ils ont surtout permis de cerner les aires de distribution de nombreuses espèces sur des critères écologiques soit de pluviosité, soit de température hivernale, soit de sol ou d'impact anthropozoïque ou d'action humaine et animale (groupes écologiques climatiques, édaphiques et anthropozoïques).

2. Sur le plan de la méthodologie

Nos travaux ont contribué au développement initial de la « phytosociologie causale et quantitative » où les conditions écologiques mesurées, notamment de climat et de sol, reçoivent autant d'attention que la composition floristique. Ces conceptions ont été développées en détail dans notre ouvrage de 1959, sur la Tunisie méridionale.

Cette méthodologie s'oppose à la phytosociologie sigmatiste uniquement descriptive, floristique et essentiellement qualitative. La phytosociologie causale et quantitative est basée sur la notion de groupe écologique utilisée depuis 1955 dans notre étude de la végétation de la région de Gabès. Elle se caractérise par le contrôle réciproque, quantitatif et constant des données écologiques et floristiques, notamment par une étude détaillée du profil de sol à chaque relevé. Cette méthode est devenue, 13 ans plus tard, la doctrine officielle du CEPE (Godron *et al.,* 1968).

3. Sur le plan de l'étude de la végétation et des écosystèmes

L'inventaire de la végétation steppique a permis de hiérarchiser et de classer les steppes en fonction de leur physionomie, de leur structure, de leur composition botanique et de leur écologie.

La hiérarchisation adoptée présente un caractère naturel étant fondée premièrement sur la physionomie, la structure et l'écologie et secondairement sur la composition floristique détaillée. Les grandes unités définies se reconnaissent facilement même par des observateurs non spécialisés par la dominance d'une ou deux espèces pérennes (voir carte de la végétation potentielle de la Tunisie aride et désertique) ; elles se reconnaissent aussi par une écologie bien caractérisée notamment par des « variables édaphiques prépondérantes » (voir carte des milieux édaphiques de la Tunisie aride et désertique).

Cette classification n'est pas nécessairement en accord avec les classifications phytosociologiques sigmatistes souvent fondées sur les espèces rares ou non-dominantes. Elle évite en effet tout le jargon aussi abscons et hermétique que superfétatoire, inaccessible au non spécialiste, en usage dans la phytosociologie sigmatiste, avec son corollaire que les utilisateurs potentiels ignorent généralement cette phytosociologie sigmatiste. Contrairement aux études sigmatistes nos travaux ont été largement utilisés par les économistes, les agronomes, les forestiers, les pastoralistes, les géographes et les planificateurs. Probablement parce que quantitatifs et expurgés de jargon hermétique.

Cette classification présente trois autres avantages majeurs :

- étant fondée sur des espèces pérennes, elle permet la cartographie en toute saison ;
- étant définie par les espèces dominantes, les unités majeures peuvent se reconnaître facilement, en toute saison, sur les documents de télédétection : photographies aériennes et images de satellite à moyenne ou grande échelle ;
- étant également basée sur des « variables écologiques prépondérantes » de sol et de géomorphologie, leur cartographie s'inscrit dans une logique des paysages et des milieux, semblable aux *Land Systems* des australiens (Christian & Stewart, 1964), c'est-à-dire de successions d'éléments répétitifs qui se retrouvent aussi dans d'autres thèmes d'inventaire et de cartographie (relief, géomorphologie, géologie, hydrologie, sols, utilisation des terres, répartition des cultures). Cette écologie des paysages est redevenue à la mode dans les années 1980. Elle ne diffère pas essentiellement de ce que nous faisions déjà dans les années 1950 et 1960 à ceci près que les images de satellites ont remplacé les photos aériennes et que les ordinateurs ont augmenté le rendement des chercheurs.

4. Sur le plan des ressources végétales

Ces inventaires, moyennant quelques mesures expérimentales complémentaires, permettent de déterminer la production primaire des différents types de végétation et donc de leur potentiel vis-à-vis de l'élevage et d'autres productions agricoles (cultures, plantations forestières, etc.).

Nous avons ainsi pu aboutir à la notion de Coefficient d'Efficacité Pluviale qui permet de caractériser la productivité des milieux sous les conditions les plus différentes. Ce concept unificateur en écologie des zones arides, né dans les steppes nord-africaines est maintenant d'un usage généralisé à l'échelle mondiale.

L'inventaire a aussi permis de cerner la répartition géographique d'un certain nombre d'espèces plus ou moins rares mais d'intérêt économique actuel ou potentiel pour la réhabilitation des zones dégradées (*Cenchrus ciliaris, Digitaria nodosa, Hedysarum carnosum, H. argentatum, Colutea istria, Onobrychis argentea, Chamaecytisus albidus, Calligonum arich, C. azel, Atriplex spp.* etc.).

5. Sur le plan climatique et bioclimatique

L'inventaire des groupements végétaux a permis de mettre en évidence de nombreuses corrélations entre la présence ou l'absence de telle ou telle espèce et divers paramètres climatiques : pluviosité, tem-

pérature, gel, etc.. Ces travaux présentent de nombreuses applications dans l'étude des bassins versants et de zones à faible densité de stations climatiques, pour l'interpolation et l'extrapolation des données, dans l'évaluation des possibilités d'introduction d'espèces exotiques, dans l'estimation des possibilités d'extension ou de développement de telle ou telle culture ou de telle ou telle espèce forestière ou pastorale. Ces études bioclimatiques ont abouti à la publication de cartes à moyenne échelle de la Tunisie, de l'Algérie et de la Libye (non publiées pour ce dernier pays) ; ces cartes servent de références pour ces pays ; celle de Tunisie a été rééditée 5 fois à ce jour, à diverses échelles (du 1/500 000 au 1/2 000 000).

6. Sur le plan du développement agricole

L'inventaire a permis d'évaluer le potentiel de développement du dattier « Deglet Nour » en Tunisie méridionale et de mettre en évidence le potentiel de développement arboricole, notamment de l'olivier, en Tunisie centrale et méridionale (7 feuilles de potentialités oléicoles au 1/200 000, Le Houérou, 1958a). Cette étude demeure, après 35 ans, une base d'évaluation encore utilisée. Elle pourrait tout aussi bien servir à la planification de l'introduction du pistachier dans les Hautes Plaines steppiques algéro-marocaines et libyennes.

Les inventaires et cartes de végétation ont servi de base à la planification du développement agricole dans les zones arides de Tunisie, d'Algérie et de Libye (pâturage, arboriculture, plantations forestières, plantations sylvo-pastorales) par des organismes publics ou privés, nationaux et internationaux.

7. Sur plan de l'étude des phénomènes de désertisation

Les études effectuées ont permis de définir et de quantifier les phénomènes de désertisation dans les steppes nord-africaines. Elles ont été reprises et approfondies par nos successeurs notamment Floret, Le Floc'h et Pontanier. Leurs résultats ont confirmé nos études sur la dynamique de la végétation naturelle et sur sa productivité. Ces études ont aussi permis de définir des moyens de lutte et de les tester, notamment de choisir le matériel végétal adapté aux diverses conditions de milieu et de mettre au point les méthodes de multiplication et d'installation de ce matériel (Le Houérou & Pontanier, 1987).

8. Sur le plan des relations sol-végétation

La méthode d'inventaire utilisée, originale à l'époque, a permis de mettre en évidence, dans le détail, les relations entre les sols (sensu lato) ou plutôt les variables édaphiques et la végétation au moyen des groupes écologiques édaphiques, décrits plus loin (pp. 83-91), par l'utilisation de l'« Ecogramme » (Le Houérou, 1959a et b).

Ces rapports sol-végétation mettent en relief des caractéristiques édaphiques actives ou « variables prépondérantes » peu ou pas prises en considération dans les classifications pédologiques : texture, profondeur, perméabilité, bilan d'eau, caractères hydrodynamiques et états de surface ; ces derniers sont particulièrement importants. Ces relations ont été étudiées à la fois pour la Tunisie, l'Algérie et la Libye. La mise en évidence de ces correspondances a aussi permis de dresser la carte des milieux édaphiques de la Tunisie aride et désertique (Le Houérou, 1990c). Les groupes écologiques mis en évidence ont été confirmés par nos successeurs (Le Floc'h, 1975 ; Floret & Pontanier, 1982 ; Celles, 1975 ; Manière, 1975 ; Pouget, 1980 ; Djellouli, 1981 ; Djebaili, 1984 ; Aidoud, 1983, 1989, 1993 ; Nedjraoui, 1981, 1990 ; Coquillard, 1982 ; Peltier, 1982).

Photos

Légende

Photo n° 1

Transition (écotone) entre un matorral à genévrier de Phénicie et une steppe d'alfa. Région de Taadmit (50 km S-O de Djelfa, Algérie. Altitude = env. 1050 m, P = 237 mm, m = 0.5 °C. Sols squelettiques calcaires sur marno-calcaires.

Photo n° 2

Steppe pulvinée tragacanthe à xérophytes épineux en coussinets de haute montagne à *Erinacea anthyllis* et *Bupleurum spinosum*. Altitude = 2178 m, P = env. 400 mm, m = env. -3°C. Col du Zad, près de Itzère, Moyen Atlas, Maroc. Sol brun calcaire rendziniforme sur marnes.

Photo n° 3

Steppe succculente à Euphorbes cactoides du S-O marocain. Ici, *Euphorbia echinus* et *Kleinia (Senecio) anteuphorbium*, sur la gauche on aperçoit un arbuste d'*Acacia gummifera*. Sols squelettiques à croûte calcaire, région de Tiznit, au S. d'Agadir. Alt. = 200m, P =170 mm, m = 7,5°C.

Photo n° 4

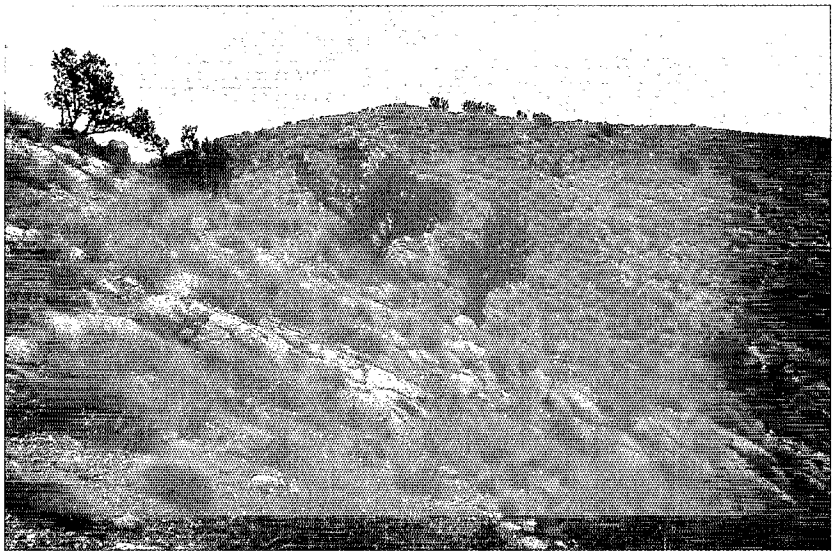
Steppes graminéennes. A droite du cliché : steppe d'alfa, à gauche steppe de sparte. La limite linéaire entre les deux formations suggère que la seconde dérive de la première par défrichement, probablement ancien (peut-être plusieurs siècles). Altitude = 1500 m, P = 300 mm, m = -1.0°C. Sols squelettique à croûte calcaire ; région d'Aflou, Djebel Amour, Atlas Saharien d'Algérie.

Photo n° 5

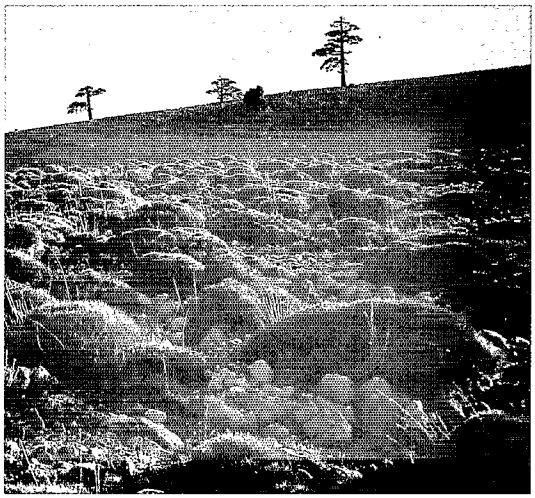
Steppe arbrissellée (à chamaephytes) à Armoise blanche et Armoise de l'Atlas. Zone de l'Aarid au N-O de Midelt, Maroc. On distingue à l'arrière plan les sommets neigeux du Dj. Ayachi. Sol squelettique à croûte calcaire, plus ou moins limoneux. Altitude = 1600 m, P = 250 mm, m = -1.0°C.

Les grands types de steppes, aspects généraux

1



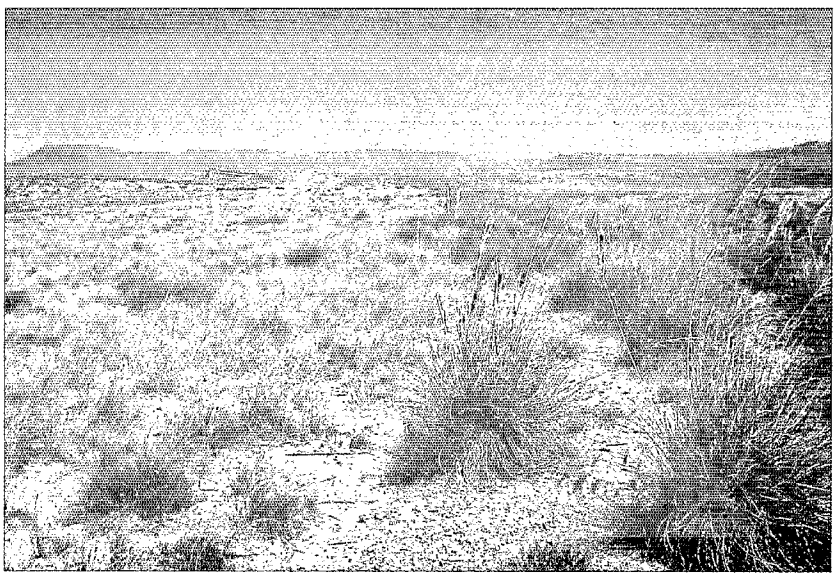
2



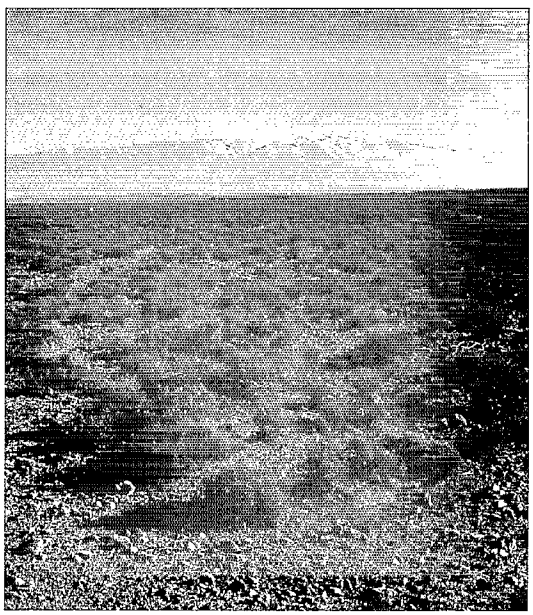
3



4



5



Légende

Photo n° 6

Boisement steppique de Talha *(Acacia raddiana)* à Bou Hedma, Tunisie (100 km au S-O de Sfax). On distingue entre les arbres des touffes densément pâturées de graminées fourragères pérennes : *Digitaria nodosa* et *Cenchrus ciliaris* qui ont subsisté là en raison d'une protection relative mais ancienne. Sol sableux grossier, cône d'épandage de l'Oued Cherchara. Alt. = 200 m, P = 170 mm, m = 5,5°C.

Photo n° 7

Steppe désertique arbrissellée à *Anthyllis henoniana* et *Gymnocarpos decander*. Région de Bir Soltane- Ksar Rhilane, environ 120 km S-O de Gabès, Tunisie. Voile de sable éolien sur croûte calcaire sur calcaire crayeux maestrichtien. Altitude = 500 m, P = 80 mm, T = 2,5°C.

Photo n° 8

Mise en défens d'une steppe arbrissellée d'Armoise blanche et de *Noaea mucronata* (Chabrok) sur croûte calcaire épaisse recouverte de quelques cm de sable limoneux. Après une douzaine d'années de protection totale les arbustes ont été dominés et quasi éliminés par des graminéees fourragères pérennes qui recouvrent ici 60 à 70 % de la surface du sol : *Stipa parviflora, St. lagascae, St. fontanesii, St. barbata* dont on voit les tiges dominer. Aïn Oussera (Kef El Lefaa) Algérie, Altitude = 900 m, P = 250, m = 2,5°C.

Photo n° 9

Zone très dégradée recouverte de lichens accumulés par le vent *(Lecanora esculenta = Aspicilia desertorum)*. Sol gypseux faiblement salin. Cliché en provenance de la moyenne vallée de la Moulouya, au Nord de Outate El Haj. Alt. = 900 m, P = 160 mm, m = 0,0°C. Ce lichen, détaché de son support et emporté par le vent, s'accumule parfois à la surface du sol. En année de disette il est consommé par les moutons et les chèvres et parfois aussi par l'homme. Mais les parties terreuses enfermées dans les circonvolutions cérébroïdes du thallophyte peuvent provoquer des occlusions intestinales lorsque celui-ci est ingéré en grandes quantités par des animaux affamés.

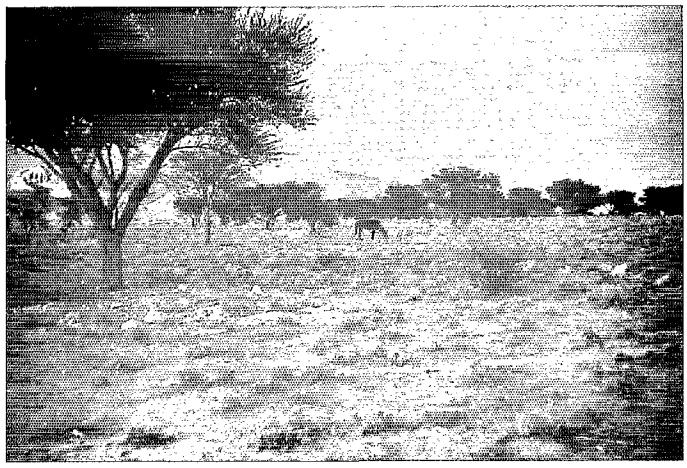
Photo n° 10

Steppe arbrissellée subdésertique très dégradée à *Anabasis (Fredolia) aretioides*, glacis d'érosion de reg à croûte calcaire entre Er Rachidia (Ksar Es Souk) et Boudenib en bordure N. de la zone saharienne du Maroc Oriental. Alt. = 900 m, P = 120 mm, m = 1,5°C.

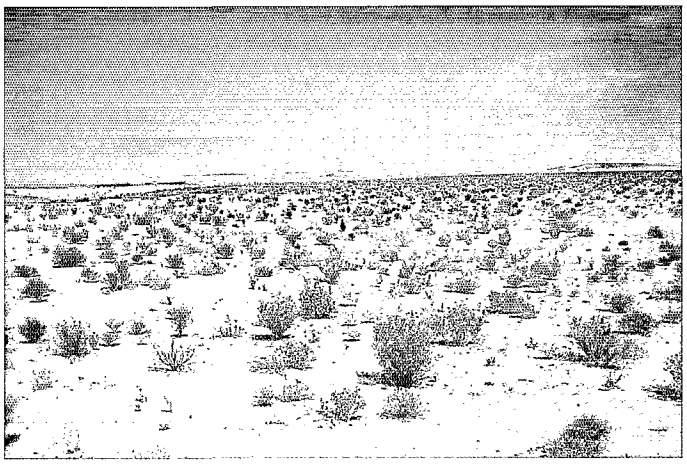
Photo n° 11

Défrichement en vue de la céréaliculture opportuniste et aléatoire de la steppe arbrissellée à *Hammada scoparia* (R'meth). Plateau de dayas, S-E de Laghouat, Algérie. Alt. = 750 m, P = 150 mm, m = 2,0°C.

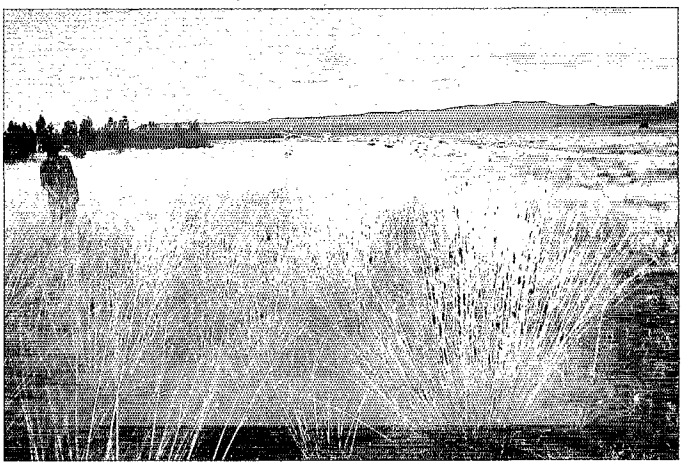
Aspects particuliers des steppes



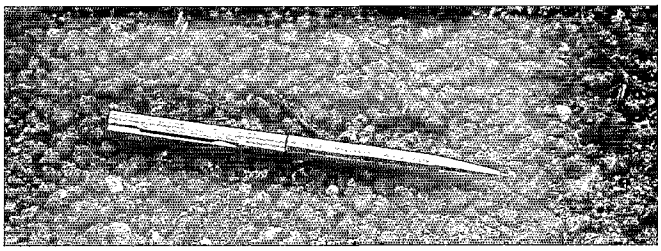
6



7

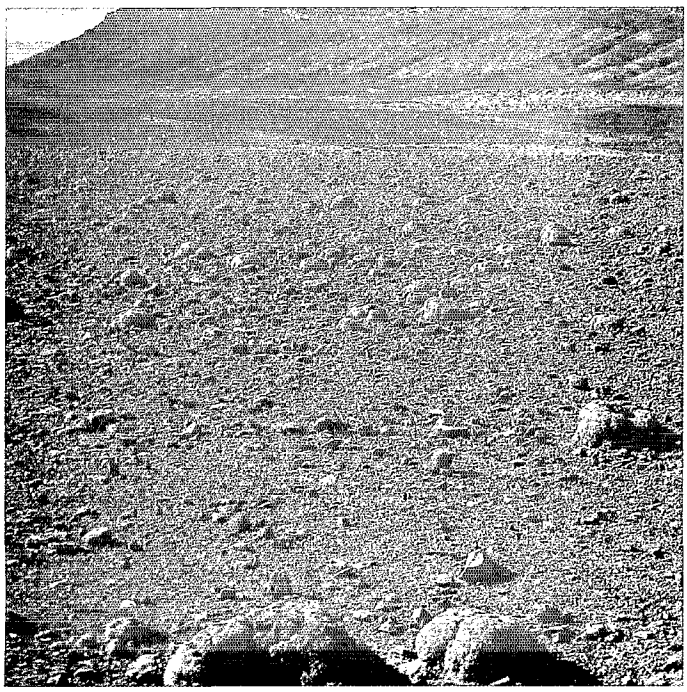


8



9

10



11



Légende

Photo n° 12

Culture fourragère de Cactus inerme *(Opuntia ficus-indica f. inermis)*, âgée de 8 ans. Production : 4500 kg MS/ha/an, région de Deriana entre Benghazi et Tocra, Cyrénaïque, Libye. Terra rossa méditerranéenne limoneuse en poches dans karst de calcaire éocène à Nummulithes. Alt. = 50 m, P = 270 mm, m = 9°C.

Photo n° 13

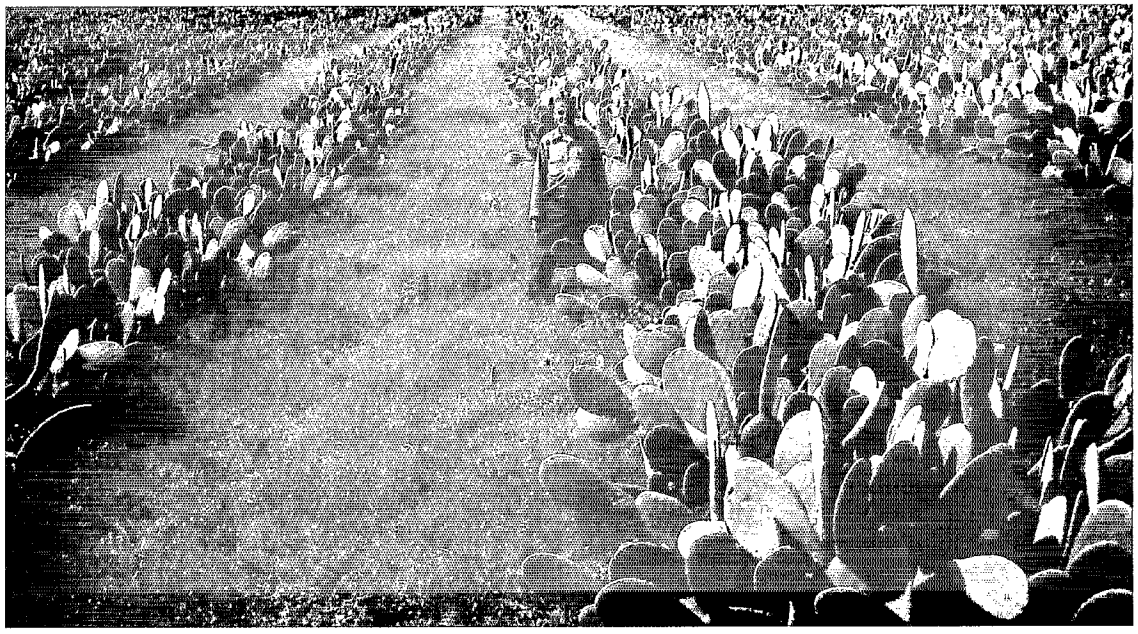
Oliviers jeunes (environ 15 ans) dans un « Jessour » récent de la région de Nalout (environ 10 km au S-O du Ksar), en Libye occidentale. Pluviosité moyenne annuelle ≈ 120 mm, m ≈ 2,6 °C, Altitude ≈ 600 m. Ce type d'« agriculture de ruissellement », importé du Proche-Orient depuis le Moyen Age, est pratiqué sur une grande échelle en Tunisie et en Libye. Environ 3 millions d'oliviers sont cultivés selon cette technique en Tunisie (environs de Gafsa, Medenine, Tatahouine et tout le Djebel Matmata) ; et environ autant en Libye dans tout le Djebel Nefousa et ses piedmonts depuis la frontière tunisienne jusqu'à Misourata. C'est une technique essentiellement utilisée par les berbérophones réfugiés dans les montagnes des marches sahariennes depuis les invasions bédouines du XIème au XIVème siècle, organisés en villages fortifiés, les *ksour* (sing. *ksar*). La culture de ruissellement en « Jessour » fut un des éléments essentiels de leur survie en milieu marginal. La culture de ruissellement permet l'oléiculture jusqu'à la limite du désert, comme le montre la photo. Cette technique de culture est utilisée entre les isohyètes annuelles de 70 mm (Beni-Walid, Mizda) et 200 mm (Sakhet, Maknassy), elle permet de cultiver des terres trop arides pour l'oléiculture en sec de type sfaxien ou encore des sols à texture trop fine pour permettre la culture en sec intégral. Les mêmes techniques sont utilisées dans la frange littorale d'Egypte entre Alexandrie et la frontière libyenne (province de Marmarique) sur une bande de 20 km de large et 500 km de long. Dans ce dernier cas, la culture est le figuier ; l'olivier n'y réussit pas très bien. Les causes de cet échec relatif sont probablement climatiques : la saison sèche est beaucoup plus longue et intense à l'est du Golfe de la Grande Syrte, ce qui semble défavoriser davantage les espèces sempervirentes comme l'olivier que des espèces caducifoliées comme le figuier, la vigne, l'amandier ou le grenadier. Voir les diagrammes ombro-diapnéiques de la *Figure 12E* : Alexandrie, Baltim, Sidi Barrani, Daaba, Marsa Matrouh, Salloum et Borg el Arab, et comparer avec les diagrammes de Kasserine, Sousse, Chott Meryem, Monastir, El·Djem, Kairouan, Djerba, Sfax, Gabès, Gafsa, de la *Figure 12D*. On voit que la saison sèche est beaucoup plus longue et intense dans les premières que dans les secondes, pour un total pluviométrique annuel égal ou comparable, en raison de la concentration des pluies sur la saison hivernale à l'est du méridien de 19° Est (voir chap. I, 5, pp. 26-27 et 32-34).

Photo n° 14

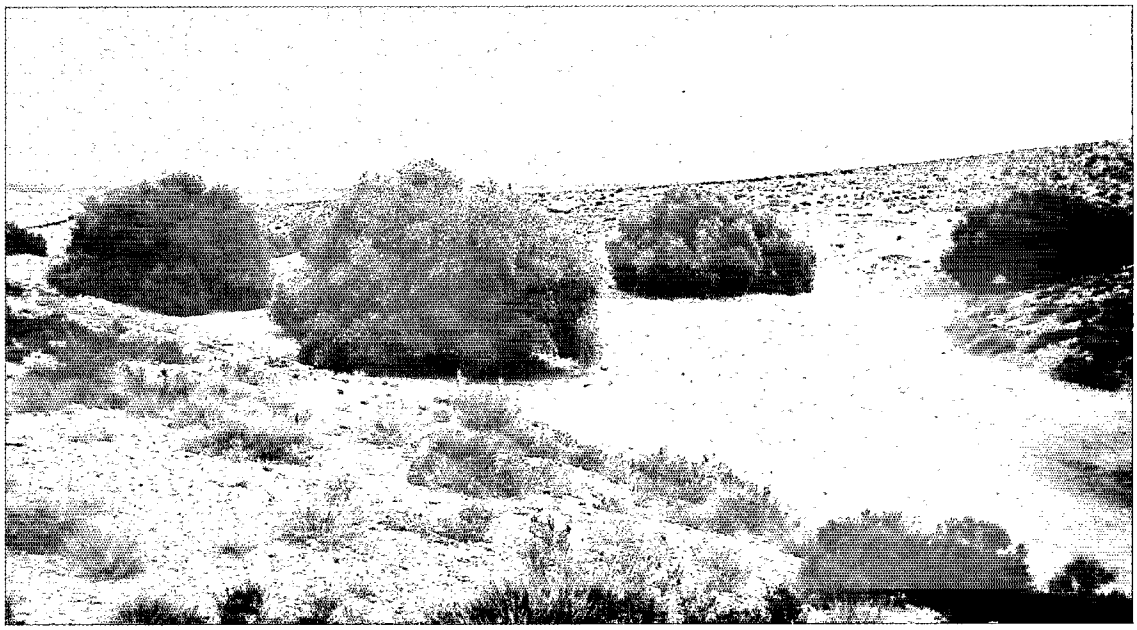
Haie d'*Agave americana*, sur une tabia de la Sidi Chemmakh, dans la région de Zarzis, Sud tunisien. Pluviosité moyenne annuelle ≈ 200 mm, m ≈ 6°C, Altitude ≈ 100 m, distance de la mer environ 5 km. L'agave est une plante sous-utilisée dans les zones arides du Nord de l'Afrique où elle est utilisée seulement comme haie ornementale et/ou défensive. En Afrique du Sud, elle est cultivée comme réserve fourragère en complément des cactus et des Atriplex, sur une cuperficie d'environ 100 000 hectares, dans la zone steppique du Karroo. L'agave américaine présente une efficacité extra-ordinaire pour l'eau. Elle peut produire 1 kg de matière sèche avec seulement 100 kg d'eau, contre 250 pour les cactus fourragers et les atriplex fourragers, 500 pour l'orge, 700 pour le blé et 700 à 1000 pour la luzerne (De Kock, 1980 ; Nobel, 1988 ; Le Houérou, 1994).

Mise en valeur des steppes

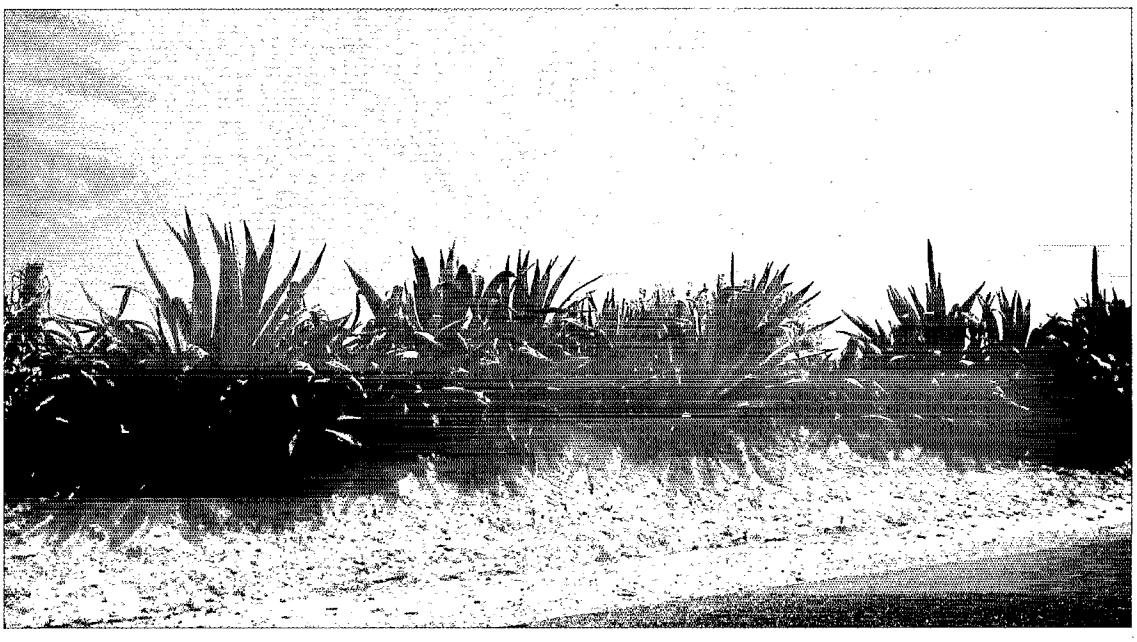
12



13



14



Première partie

Problématique générale

Classification bioclimatique

I – Aspects fondamentaux

1. Concepts et critères de classification

Une classification écoclimatique et biogéographique doit, selon nous, se fonder sur des données concrètes non-arbitraires, sans a priori. Les termes de la classification peuvent se représenter par des indices synthétiques, climatiques ou autres, dont les valeurs discriminantes doivent correspondre à des faits réels bien précis et d'importance reconnue. Si de nombreuses classifications ont été proposées sans aucune justification détaillée du choix des valeurs-seuils, autres que l'intuition de leur auteur, nous avons, pour notre part, opté pour une classification intégrée qui repose sur d'assez nombreux critères plus ou moins corrélés.

Les principes de base partent de l'observation concrète que les facteurs prépondérants qui régissent la distribution des plantes et des animaux en zone aride s.l. sont le stress hydrique, c'est à dire la sécheresse et le stress thermique hivernal, c'est à dire le froid de l'hiver, le gel ou son absence. C'est un fait d'observation que les plantes spontanées et les cultures et leur productivité se répartissent en fonction de ces deux critères d'où les zonations latitudinales et altitudinales. Ces mêmes paramètres régissent la répartition d'autres facteurs écologiques tels que les animaux, les sols, l'hydrologie, les systèmes de production agricole qui, certes, ne dépendent pas seulement de facteurs climatiques mais qui y sont subordonnés dans une large mesure.

2. Indices de stress hydrique

Les indices synthétiques de classification bioclimatiques sont nombreux et divers : Köppen, Lang, De Martonne, Emberger, Bagnouls, et Gaussen, Transeau, Meyer, Siemkiewicz, Dubief, Capot-Rey, Birot, Budyko, etc. Il en existe plusieurs dizaines. Ces indices ont un caractère commun : ils sont de nature empirique et s'obtiennent en divisant la pluviosité par la température, le déficit de saturation, l'évaporation ou le flux énergétique. En 1948 est apparue la notion nouvelle d'Evapotranspiration Potentielle proposée mise au point indépendamment et quasi simultanément par Thornthwaite (1948), auteur de l'expression, et par Penman (1948), auteur d'une équation prédictive fondée sur des bases physiques théoriques irréprochables (et non plus empiriques). Cette notion d'ETP permet d'établir des bilans hydriques climatiques d'une façon scientifique et non plus empirique ou arbitraire.

Thornthwaite a ainsi défini un indice d'aridité qui est le quotient de la différence entre la pluviosité et l'ETP par l'ETP (P - ETP / ETP). On a ensuite utilisé le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P / ETP) (Le Houérou et al., 1975 ; UNESCO 1979 ; UNEP, 1992). L'ETP a fait l'objet d'innombrables travaux, particulièrement au cours des années soixante et soixante-dix, en raison de son intérêt majeur dans la détermination des besoins en eau des cultures et le calcul des doses d'irrigation. Un certain nombre de dispositifs expérimentaux utilisant des cases lysimétriques ont été mis en place dans certains pays, pour la détermination de l'ETP des principales cultures (Damagnez et al., 1963 ; De Villèle, 1965 ; Riou, 1975). On s'est alors aperçu par les mesures que la méthode de calcul de Thornthwaite aboutissait, en zone méditerranéenne à des valeurs de l'ETP inférieures de 30 à 40 % à celle obtenues par mesures en lysimètres, et encore plus basses en zones tropicales. Ces mêmes études expérimentales montrèrent aussi que les méthodes de calcul établies par Blaney et Criddle (1962), Turc (1951, 1954/55, 1961), Penman (1948) et Papadakis (1975), permettaient de serrer la réalité de beaucoup plus près que la méthode de calcul de Thornthwaite.

Les mesures en cases lysimétriques ont aussi montré que l'ETP peut varier de façon substantielle (± 20 %) en fonction de la culture envisagée et de son stade phénologique (Le Houérou, 1969 b, pp. 32-35).

Il existe, à notre connaissance, une soixantaine de méthodes publiées d'évaluation de l'ETP (sans parler des variantes locales d'adaptation de certaines de ces méthodes). Nous avons utilisé essentiellement celle de Penman, généralement considérée comme référence en l'absence de données expérimentales, en raison de ses bases physiques réputées impeccables et en raison du fait que cette méthode est utilisée par les organismes internationaux, comme par exemple la carte mondiale de zones arides de l'UNESCO (1979 ; Le Houérou *et al.*, 1993). Nous avons aussi utilisé la méthode de Turc qui permet d'obtenir en zone méditerranéenne, notamment en Afrique du Nord, des valeurs très voisines des données expérimentales, comme le montre le tableau ci-après. Mais l'équation de Penman requiert la disponibilité de données qui n'existent que pour un nombre très limité de stations du réseau météorologique telles que la vitesse du vent, la tension de vapeur, le flux énergétique, l'albédo de la surface du sol.

Pour la Tunisie, où ces mesures d'ETP ont été effectuées sur gazon de *Pennisetum clandestinum* (Kikuyu grass) pendant une période de cinq ans (Damagnez et al., 1963), il est possible de comparer les chiffres ainsi obtenus avec ceux résultant de diverses méthodes de calcul. Nous obtenons ainsi le tableau suivant.

Tableau 1. ETP annuelle mesurée et calculée en Tunisie

Station	ETP mesurée (mm)	Penman standard	Thornth-waite	Turc	Damagnez et al.	Le Houér. 1972 (0,0085 Rg)	Le Houér. 1989 (68,64 t)	Papadakis	Penman/ Monteith
Tunis	1390	1037	932	1390	1391	1380	1270	1090	1159
Gabès	1431	1292	996	1417	1570	1500	1325	1140	1439
Kebili (= Ksar Rhilane)	1649	1550	1158	1458	1459	1550	1558	2170	(1729)
Kasserine	1395	1361	1000	1237	1465	1450	1126	1800	(1480)
Sfax	1090	1071	962	1382	1450	1400	1292	1090	1232
Kairouan	1338	1450	950	1324	1407	1400	1311	1600	1565
Tozeur	——	(1530)	(1171)	(1459)	——	(1550)	(1572)	(2170)	1729
Gafsa	——	(1290)	(1042)	(1408)	(1552)	(1480)	(1352)	(1680)	1463
Moyennes	1382	1294	1000	1368	1457	1447	1480	1482	1575
Différences % ETP Mesur.	0,0	-6,4	-27,6	-1,0	+5,4	+4,7	+7,1	+7,2	+6,7

N.B. Les chiffres entre parenthèses n'ont pas été pris en considération pour le calcul des moyennes.

Le tableau précédent suggère quelques commentaires.

❑ Le choix de la plante-test, *Pennisetum clandestinum*, est très discutable, bien qu'elle présente, par ailleurs, certains avantages. En effet, il s'agit d'une graminée tropicale originaire des hautes terres de l'Afrique de l'Est, à voie de carboxylation en C4 et, partant, relativement sensible au froid. Elle se présente à l'état de repos végétatif en hiver lorsque la température moyenne journalière s'abaisse au-dessous de 15°C et cesse son activité photosynthétique, donc de transpirer, lorsque la température descend au-dessous d'environ 10°C, soit sous une moyenne des minima quotidiens de l'ordre de 5°C. Cette valeur de « m » correspond aussi à la limite thermique froide des espèces tropicales en Afrique du Nord (Le Houérou, 1969b, 1989a ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Barry *et al.*, 1971–1981). Il en résulte que les données d'ETP mesurées lorsque la moyenne température journalière est inférieure à 10°C sont sous-évaluées ; cette période s'étend sur quinze jours à un mois en zone littorale et deux à quatre mois en zone continentale. Les chiffres obtenus sur le gazon de Kikuyu sont donc inférieurs à la réalité en hiver (Le Houérou, 1969 b, pp. 32-33).

❑ Des considérations précédentes il découle que les formules de calcul basées sur le bilan énergétique ou la température (Damagnez *et al.*, 1963 ; Turc, 1961 ; Le Houérou, 1972, 1989a) aboutissent à des chiffres annuels probablement plus voisins de la réalité que ceux obtenus par les mesures sur Kikuyu.

❑ L'évaluation de l'ETP par la méthode de Thornthwaite est inférieure à celle obtenue par les autres méthodes de 30 à 40 %.

❑ L'équation prédictive de Penman-Monteith (Monteith, 1973) aboutit à des chiffres d'ETP annuelle supérieurs d'environ 10 % à ceux obtenus par l'équation standard pour le Nord de l'Afrique (Le Houérou et al., 1993, pp. 41-43).

❑ On observe que la formule de Papadakis, qui privilégie le déficit de saturation de l'air, tend à sous-évaluer l'ETP en zone littorale et à le surévaluer en zone continentale et désertique. Il semble qu'il en soit de même, mais à un moindre degré, de l'équation de Penman. Les différences de résultats selon les méthodes utilisées peuvent être considérables par rapport aux données mesurées (avec les réserves mentionnées ci-dessus, concernant ces dernières).

❑ Notre formule ETP = 68,64 t, outre le mérite de sa simplicité, présente une précision suffisante à l'échelle zonale et pour des fins biogéographiques ; mais elle serait notoirement insuffisante pour calculer des doses d'irrigation, car elle ne prend pas en compte ni le vent, ni l'effet d'oasis provoqué par des apports advectifs d'énergie en provenance de zones à albedo élevé entourant généralement les périmètres irrigués. Or cet effet d'oasis peut être considérable en zone saharienne et accroître la demande évaporative de l'air de 20 à 30 % (Mattei, 1977a et b ; Dubost et Dubost, 1983 ; Dubost, 1992). Une méthode comparable a été proposée par Riou (1980) basée sur la moyenne mensuelle des températures maximales quotidiennes (voir les *Figures 13 et 14*).

Nous avons montré par ailleurs que le seuil P = 2 t de démarcation entre la saison sèche et la saison pluvieuse, mis en évidence par Bagnouls et Gaussen (1953, 1957), correspondait sensiblement à 0,35 ETP, estimée par la méthode de Penman. On peut ainsi, par ce subterfuge, évaluer de façon approchée l'ETP-Penman (ETPp), à diverses échelles temporelles : à l'échelle journalière, ETPp = 0,19 t ; à l'échelle hebdomadaire, ETPp = 1,32 t ; à l'échelle décadaire, ETPp = 1,9 t ; à l'échelle mensuelle, ETPp = 5,72 t ; à l'échelle annuelle, ETPp = 68,64 t. Mais la relation est peu précise en zone saharienne en raison de l'effet d'oasis mentionné ci-dessus. De fait, si on élimine les stations sahariennes, les chiffres moyens de l'ETP annuelle sont les suivants pour les 370 stations non sahariennes examinées au *Tableau 48* :

ETPp = 1270 mm ± 24 ; 68,64 t = 1251 ±19

pour les 66 stations non sahariennes d'Afrique du Nord où l'ETPp a été calculée de manière standardisée (Frère et Popov, 1984). La moyenne du quotient ETPp / t est de 68,62 ± 8,3. pour ces stations. Mais si on inclut en outre les 23 stations sahariennes pour lesquelles les calculs ont été faits selon les mêmes procédures (soit 89 au total), ce quotient devient 72,3 ± 1,3. Pour les 23 stations sahariennes ETPp / t = 83,4 t ± 2,4 ; dans ce dernier cas, le paramètre 68,64 t est donc inférieur à ETPp de 21,5 %, en moyenne, ce qui correspond sensiblement à l'effet d'oasis tel que nous avons pu le calculer d'après les chiffres de Dubost et Dubost (1983) ; il correspond aussi à l'importance de cet effet estimé par Mattei (1977a et b), pour le désert jordanien d'Akaba (P = 20 mm).

Pour les 196 stations arides et sahariennes du Nord de l'Afrique les chiffres d'ETP obtenus à l'aide du paramètre 68,64 t sont inférieurs à ceux obtenus par l'équation de Penman de 6,2 %, en moyenne et de 2 % inférieurs à ceux obtenus par l'équation de Turc (Le Houérou, 1989a, p.135 ; voir aussi *Fig. 12* ; *Tableaux 1, 47 et 48*). Mais si on élimine les stations sahariennes la différence n'est plus que de -0,8 % par rapport à l'ETPp et -0,2 % par rapport à ETP-Turc.

Nous avons ainsi calculé l'ETP et le quotient P/ETP pour 450 stations climatiques des zones semi-aride, aride et hyper-aride du Nord de l'Afrique. Connaissant la végétation naturelle, les cultures, les sols et les autres facteurs écologiques aux environs immédiats de ces 450 stations, nous avons ainsi pu déterminer de façon objective les valeurs discriminantes permettant de séparer les diverses zones climatiques et sous-zones en fonction de l'aridité. Dans les cas douteux notamment au Maroc, nous nous sommes référé à des collègues écologues plus familiers avec ces zones, notamment P. Donadieu, J.P. Peltier et M. Quaro.

A. La variabilité de la pluviosité annuelle

La variabilité des précipitations annuelles est inversement proportionnelle à la moyenne (Le Houérou, 1959 a, 1969 b, 1986 c, 1988 d, 1992 a), comme le montrent la *Fig. 18* et le tableau ci-dessous. C'est un facteur d'aridité souvent négligé. La variabilité des pluies annuelles revêt deux aspects :

❑ le taux de fiabilité des pluies annuelles (probabilité de dépassement de 80 %, pluies survenant 4 années sur 5) par rapport à la moyenne diminue avec celle-ci (tableau ci-dessous) ;

❑ la proportion de pluies utiles (P> 0,35 ETP) diminue avec la moyenne. La proportion des pluies de plus de 10 mm par mois dans le total annuel, par exemple, atteint 80-85 % au-dessus de l'isohyète de 400 mm, 70 à 80 % entre 300 et 400 mm, 60 à 70 % entre 200 et 300 mm, 50 à 60 % de 100 à 200 mm ; elle n'atteint pas 40 % au-dessous de 50 mm de moyenne annuelle (Le Houérou, 1969b).

Nous avons donc là deux facteurs supplémentaires d'aridité lorsque les moyennes s'amenuisent ; c'est une sorte d'accélération de l'aridité vers les faibles valeurs de la pluviosité, une sorte d'auto-catalyse de l'aridité.

Tableau 2. Probabilités moyennes de pluviosité annuelle sous certaines isohyètes

Pluviosité Moyenne Annuelle à long terme (mm)			**Probabilités de dépassement**									**Indice de variabilité** D9 - D1 / D5
			0,9	P.F. 0,8	0,7	0,6	Méd. 0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
	CV	**ET**										
50	86	43	0	14	24	39	46	61	73	86	105	2,3
100	53	53	32	56	72	87	91	113	128	144	168	1,5
200	40	80	98	133	158	180	190	220	242	267	302	1,1
300	30	90	158	225	253	278	285	323	347	375	415	0,81
400	29	116	252	303	339	371	380	429	461	497	548	0,78
500	27	135	328	387	429	366	475	534	571	613	672	0,72
600	25	150	409	474	521	563	582	638	679	726	791	0,65

CV = Coefficient de variation (ET/X)100 ; ET = Ecart-type ; PF = Pluviosité fiable (assurée 4 années sur 5) ; Méd. Médiane (assurée 1 année sur 2) ; Indice de variabilité = Décile 9 - Décile 1/ Décile 5.

Sources : Le Houérou, 1986 c, 1988 d, 1992 a ; Le Houérou *et al.*, 1993.

Voir aussi *Figure 18* : coefficients de variation de la pluviosité annuelle en fonction de la moyenne.

3. Appréciation de l'intensité et la durée du stress hydrique : la saison sèche

A. L'intensité de la saison sèche

La saison sèche est par définition celle où se manifeste, pour la plupart des plantes, des conditions de stress hydrique plus ou moins intense et plus ou moins continues.

Comment évaluer l'intensité et la durée de cette période ? Naguère l'intensité de la sécheresse climatique, généralement appréciée à l'échelle mensuelle, s'évaluait par le rapport de la pluviosité moyenne mensuelle à la température moyenne mensuelle (Indices de Lang, de De Martonne, de Köppen, d'Emberger, de Bagnouls & Gaussen, de Birot, etc.) ou par le quotient de la pluviosité au déficit de saturation, (indices de Szyiemkiewics, de Mayer), à l'évaporation (estimée au moyen de l'évaporomètre de Piche : indice de Transeau, de Capot-Rey, de Dubief, de Thornthwaite, etc.).

Depuis quarante-six ans, est apparue une notion nouvelle, celle d'évapotranspiration potentielle (Thornthwaite, 1948 ; Penman, 1948), qui permet une évaluation rationnelle du bilan hydrique climatique, puisque toutes les donnée sont exprimées en mm d'eau, à diverses échelles de temps : jour, semaine, décade, mois, décennie etc. Mais l'appréciation de l'ETP est beaucoup moins simple que ne l'avaient cru les premiers spécialistes pour qui l'évapotranspiration d'un sol totalement couvert de végétation active est toujours la même dans des conditions climatiques données. L'expérience a montré qu'il

n'en est pas ainsi et que l'ETP mesurée en case lysimétrique peut varier dans de substantielles proportions en fonction de la plante utilisée et de son état physiologique. C'est ainsi, par exemple qu'on a observé en Tunisie que l'ETP mesurée sur un tapis de luzerne était d'environ 10 % supérieure à celle mesurée sur un gazon de *Pennisetum clandestinum* (Kikuyu Grass) ; avec une différence plus forte en hiver qu'en été (Le Houérou, 1969b). La différence serait encore plus forte à l'échelle saisonnière si on comparait l'ETP d'une espèce à croissance hivernale telle *Festuca arundinacea* (Fétuque-roseau) avec celle d'un gazon de croissance estivale tel que le Kikuyu !

Par ailleurs, s'agissant de l'ETP calculée, il peut y avoir d'énormes différences en fonction de la formule de calcul. Dans le Bassin Méditerranéen, par exemple, la formule de Thornthwaite donne des chiffres inférieurs à ceux obtenus par la méthode de Penman ou celle de Turc d'environ 40 % (Le Houérou, 1959a, 1969b). Or, il existe actuellement une soixantaine de méthodes publiées de calcul de l'ETP. Nous avons utilisé ici celle de Penman qui constitue la référence par excellence en raison de ses bases physiques irréprochables. Mais la méthode de Penman nécessite de nombreuses données qui font défaut dans la plupart des stations climatiques ; on obvie à cet inconvénient en faisant une estimation des paramètres qui font défaut ; c'est ainsi que le paramètre aérodynamique de l'équation est le plus souvent estimé. En fonction de cette estimation on peut obtenir des résultats très sensiblement différents. L'évaluation de l'ETP ne fournit donc pas des données très précises ; mais cette méthode présente néanmoins une amélioration considérable par rapport aux estimations empiriques basées sur le quotient de la pluviosité par la température ; au moins les grandeurs examinées sont de même nature ! (voir *Tableau 1*).

Une méthode également rationnelle a été développée par l'école russe de Budyko, basée sur le bilan énergétique. Le quotient radiatif de sécheresse de Budyko (1958) est constitué par le quotient du rayonnement net par la chaleur latente de vaporisation multipliée par la pluviosité moyenne annuelle (Q = Rn/LP). Lorsque Q est supérieur à 1, il y a déficit hydrique donc aridité, selon l'interprétation de Budyko ; cet auteur considère que toutes les zones d'indice inférieur à 3,4 appartiennent aux zones désertiques, alors que pour nous et les autres écologues spécialistes de l'Afrique du Nord, le Sahara présente un indice de Budyko supérieur à 10 *(Fig. 6)*.

Nous avons d'ailleurs développé également un Indice de Xéricité comparable à celui de Budyko, mais basé sur le rayonnement global (Le Houérou, 1972, 1984b). Les résultats sont très voisins de ceux de Budyko, mais les données relatives au rayonnement global sont plus courantes et faciles à obtenir et ne nécessitent pas de longs calculs, contrairement à celles du rayonnement net. Il s'agit donc d'une méthode rapide et approchée permettant d'obtenir un ordre de grandeur en première approximation ; les chiffres d'EPRG ainsi obtenus sont intermédiaires entre ceux obtenus par la méthode de Penman et celle de Turc. Les équations s'écrivent :

(1) EPRG = 0,5 Rg/59 = 0,0085 Rg

(2) Ix = P/EPRG = P/ 0,0085 Rg

où : EPRG = Evapotranspiration Potentielle Radiative Globale

Rg = Radiation globale en Klangleys

59 = chaleur latente de vaporisation (nombre de calories nécessaires pour évaporer 1 mm d 'eau)

Ix = Indice de xéricité

P = pluviosité moyenne

On notera que cet indice de xéricité est l'inverse de celui de Budyko *(Fig. 6)* ; il exprime le rapport entre la pluviosité et la demande évaporative, alors que ce dernier représente le nombre de fois que la radiation nette moyenne peut absorber la pluviosité moyenne.

L'indice de xéricité (P/EPRG) s'exprime donc par des chiffres voisins de ceux représentant le rapport P/ETP (Penman) ; au point que les deux indices sont virtuellement interchangeables, sauf sans les zones fortement ventées et celles soumises à un fort effet d'oasis pour lesquelles l'équation de Penman prend en compte l'apport advectif d'énergie supplémentaire que l'indice de xéricité ne peut, bien entendu, pas intégrer.

L'intensité de la saison sèche peut ainsi s'apprécier par le rapport P/ETP (Le Houérou *et al.*, 1975 ; UNESCO, 1979) ou par l'indice de xéricité (Le Houérou, 1972). Les seuils de valeurs discriminantes caractéristiques des grandes zones (semi-aride, aride, hyper-aride) que nous avons utilisés sont un peu

inférieurs à ceux retenus pour la carte de répartition mondiale des zones arides (UNESCO, 1979). La raison de cette différence mineure tient au fait que la carte de l'UNESCO et destinée à un usage mondial et perd par conséquent en précision pour telle ou telle zone ce qu'elle gagne en généralisation.

Les rapports P/ETP ou P/EPRG sont généralement considérés à l'échelle temporelle de l'année ; mais pourraient aussi bien, pour des travaux de détail, être considérés à l'échelle mensuelle, décadaire ou hebdomadaire.

En pratique, les valeurs-seuils retenues correspondent, dans leur représentation cartographique, aux limites utilisées par nos devanciers. La limite du Sahara, déterminée par les valeurs 250 à 300 de l'indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen, correspond aux valeurs 0,05-0,06 du quotient P/ETP. De même, la valeur 10 du quotient pluviothermique d'Emberger correspond presqu'exactement à ces mêmes valeurs. On pourrait multiplier les exemples (Le Houérou, 1959a, 1969b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Floret & Pontanier, 1982). En fait, la limite septentrionale du Sahara correspond sensiblement à l'isohyète de pluviosité moyenne annuelle de 100 mm quel que soit l'indice de référence ou la méthode d'approche utilisée (Le Houérou, 1959a, 1977d, 1984b), à l'exception de la zone strictement océanique du Sahara atlantique.

Il convient de noter à ce propos l'excellente corrélation existant entre le coefficient pluviothermique d'Emberger et le rapport P/ETP ; correspondance signalée par plusieurs auteurs (Calvet, 1966, 1971, 1982 ; Le Houérou, 1972, 1984b ; Daget, 1971) ; la *Figure 3* montre la régression que nous avons calculée sur la base des données de 120 stations arides et hyper-arides de l'Atlantique à la Mer rouge. Cette correspondance souffre cependant une exception notable, en effet le quotient pluviothermique conduit à sous-estimer largement l'aridité en zone littorale océanique et de façon générale partout où l'amplitude thermique (M-m) est faible ; c'est le cas des stations littorales du Sud-Marocain et des Canaries, en particulier. Les quotients pluviothermiques de Tan-Tan et de Tarfaya sont respectivement de 19,7 et 13,5, ce qui placerait ces stations dans les zones aride moyenne et aride inférieure respectivement alors que les rapports P/ETP et l'indice de xéricité sont de 0,08 et 0,04 ; ce qui les place dans la zone aride inférieure et dans la zone hyper-aride supérieure respectivement. L'étude de la végétation et de l'utilisation des terres confirment ce dernier point de vue ; les stations de Dakhla (ex Villa Cisneros) et de Lagouira jouxtant Nouadhibou, ex Port-Etienne) présentent des quotients pluviothermiques de 9,5 et 6,2 respectivement, ce qui les placerait dans la zone hyper-aride supérieure dans le système d'Emberger, alors que l'indice de xéricité et le rapport P/ETP sont de 0.02, ce qui les situe à la limite de la zone hyper-aride inférieure et de la zone érémitique (pluviosité moyenne annuelle 29 et 23 mm respectivement). Agadir et Sidi Ifni présentent un Q3 (1) de 38,6 et 47,2 ce qui, dans le système d'Emberger, les placerait dans l'étage semi-aride inférieur alors que la végétation naturelle et l'utilisation des terres les placent dans la zone aride moyenne ; de fait, l'indice de xéricité et le rapport P/ETP sont de 0,21 pour Agadir et 0,17 pour Sidi Ifni, ce qui les place sans équivoque dans la zone « aride moyenne » ; l'examen de l'occupation des terres et l'analyse de la végétation spontanée confirment cette classification. On retrouve les mêmes phénomènes aux Iles Canaries, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 3. Critères d'aridité auxIles Canaries (cf. *Tableau 48*, p. 176)

Stations	P (mm)	Q3	Durée de la saison sèche Ix(2)	P/ETP
Los Estancos (Fuerte Ventura)	125	33,0	360 j.	0,09
Arrecife (Lanzarote)	145	38,3	350 j.	0,11
Las Palmas (Gran Canaria)	145	38,6	320 j.	0,13

1. $Q3 = 3{,}43 \frac{P}{M-m}$ où P = Pluviosité moyenne annuelle en mm ; M = Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud, en °C ; m = Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid, en °C (Stewart, 1969).
2. Ix = Indice xérothermique de Bagnouls & Gaussen, 1953.

Dans le système d'Emberger, les trois stations se situent dans l'étage semi-aride inférieur à la limite de l'aride supérieur, tandis que l'indice de xéricité, le rapport P/ETP et la longueur de la saison sèche les placent dans la zone aride inférieure à la limite de la zone hyper-aride, ce que confirment la végétation spontanée et l'occupation des terres.

Les mêmes phénomènes se rencontrent en situation similaire au Chili littoral, en Californie et en Baja California du Nord-Ouest ; toutes ces zones sont, comme le Sud-Ouest marocain et les Canaries, soumises aux conséquences climatiques de la présence de courants océaniques froids et des *upwellings* qui les accompagnent, provoquant des brouillards côtiers et de très faibles amplitudes thermiques, une forte humidité atmosphérique, et des températures relativement basses eu égard à la latitude. Dans ces zones l'ETP est de 30 à 40 % inférieure aux valeurs zonales de l'hinterland (Agadir 1090 mm, Sidi Ifni 995 mm, Las Palmas 1141 mm, Tan-Tan 1293 mm, Tarfaya 1121 mm, Laayoun 1470 mm etc.). On voit donc que le quotient pluviothermique d'Emberger est en défaut dans des zones arides océaniques, en raison, essentiellement, de la faible amplitude thermique dans ces régions littorales ; les valeurs de M-m y varient en effet, de 10 à 20°C, et parfois moins, tandis que ce paramètre peut dépasser 40°C dans les zones méditerranéennes continentales du Moyen-Orient et couramment 30 à 40°C dans les Hautes Steppes nord-africaines et au Sahara Septentrional (Ouarzazate 39, Djelfa 34, Béchar 37, Ain Sefra 38, Biskra 36, Laghouat 34, Tebessa 33, Ghardaia 38, Toggourt 38, Ouargla 38, El Golea 39, etc.).

B. La longueur de la saison sèche

La longueur de la saison sèche est généralement corrélative de son intensité ; mais il existe d'importantes différences selon que cette saison sèche annuelle est continue ou non ; c'est-à-dire selon que le régime pluviométrique annuel est monomodal, bimodal ou multimodal.

On doit à Bagnouls et Gaussen (1953) une méthode simple et efficace de discrimination entre la saison sèche et la saison pluvieuse : le critère P = 2t. Les périodes où la pluviosité moyenne exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius sont considérées sèches. Inversement, les périodes pour lesquelles la pluviosité moyenne est égale ou supérieure au double de la température constituent la saison pluvieuse. On a, à juste titre, reproché à cette méthode son caractère empirique et arbitraire, contingente des unités de mesure utilisées ; il n'en demeure pas moins que cette méthode a donné satisfaction à deux générations d'écologues, de géographes et d'agronomes, pour ne mentionner que ses utilisateurs principaux. Nous avons montré que ce critère était étroitement corrélé à un paramètre plus rationnel d'origine expérimental. En effet, de nombreuses recherches en case lysimétrique sous les climats les plus variés ont montré que l'évaporation d'un sol nu non saturé est approximativement égale à 0.35 ETP (Penman) ; en effet, le coefficient cultural utilisé en agronomie irriguée pour la détermination des besoins d'eau depuis l'époque du semis jusqu'à l'émergence des plantules (c'est-à-dire la période où le sol reste nu) montre que ce coefficient (Kc) varie selon les sols et les cultures entre 0,3 et 0,4 ETP (Doorenbos & Pruitt, 1979). Il en résulte que toute quantité d'eau présente dans le sol au delà de 0,35 ETP est, en principe, disponible pour les plantes. Ce paramètre nous a ainsi semblé constituer un critère expérimental simple et rationnel pour distinguer la saison pluvieuse de la saison sèche. Nous avons alors comparé les valeurs discriminantes ainsi obtenues avec celles résultant de l'utilisation du critère de Bagnouls & Gaussen. A l'échelle mensuelle et annuelle les valeurs, exprimées en nombre de mois secs par an, sont identiques pour 920 des 1000 stations analysées sous divers types de climats (Le Houérou & Popov, 1981 ; le Houérou, 1989a ; Le Houérou *et al.*, 1993). Cette étude montre, si besoin est, le bien-fondé de la méthode empirique de Bagnouls et Gaussen, reprise, systématisée et vulgarisée par Walter (Walter & Lieth, 1960 ; Walter *et al.*, 1975).

Il y a cependant, des écarts importants entre les valeurs de 2 t (exprimés en mm) et 0,35 ETP pour certaines stations, en particulier dans les zones hyper-arides où les valeurs de 0,35 ETP sont nettement plus élevées que celles de 2 t.[3] Sur le plan saisonnier, les valeurs de 0,35 ETP sont généralement plus faibles en hiver et plus élevées en été que celles de 2 t. La différence entre les deux méthodes en termes de nombre de jours de saison sèche ou de saison pluvieuse est réellement minime pour la plupart des stations analysées, tant sous climat méditerranéen que tropical et tempéré (Le Houérou, 1975 a, 1989a ; Le Houérou *et al.*, 1993).

3. L'exemple le plus flagrant est le diagramme ombro-diapnéique de Siwa ; cf. *Fig. 12-F* en annexe.

Nous avons ainsi apprécié la longueur de la saison sèche par le nombre moyen de jours annuels où la pluviosité moyenne est inférieure à 0,35 ETP pour les stations où cette donnée existe et pour celles pour lesquelles existent des données permettant de la calculer. Pour les autres stations nous avons utilisé comme substitut le critère 2 t. Dans ce dernier cas l'ETP a été calculée à partir de t ; puisque 0,35 ETP est virtuellement identique, pour la plupart des stations à 2 t ; il en résulte que :

2t ≈ (1/0,35 t) 2 = 5,72 t, à l'échelle mensuelle, donc
0,19 t, à l'échelle journalière
1,33 t, à l'échelle hebdomadaire
1,90 t, à l'échelle décadaire
68,64 t, à l'échelle annuelle.

Bien entendu, les chiffres d'ETP ainsi obtenus sont voisins de ceux résultant d'équations plus complexes et virtuellement identiques à ceux résultant de l'EPRG (voir *Tableaux n° 1 et 48* et les *Figures n° 4, 10, 13 et 14*).

C. Critères bioclimatiques de classification et valeurs-seuils discriminantes des zones majeures d'iso-aridité, limites des steppes

Zone semi-aride.
Pluviosité moyenne annuelle : 400 mm ≤ P < 600 mm *(Fig. 2 et 36)*
Mais, en zone littorale atlantique : 350 mm ≤ P < 550 mm
Coefficient de variation des pluies annuelles : 25 à 35 % *(Fig.18)*
Longueur de la saison pluvieuse : 100 a 180 jours *(Fig. 12 et 15)*
Quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) : 0, 28 à 0,45 *(Fig. 10)*
Quotient pluviothermique d'Emberger : 40 à 80 *(Fig. 8)*

Zone aride
Pluviosité moyenne annuelle : 100 à 400 mm (50 à 350 en zone atlantique)
Coefficient de variation des pluies annuelles : 30 à 60 % *(Fig.18)*
Longueur de la saison pluvieuse : 15 à 100 jours *(Tableau 43)*
Quotient pluvio-évapotranspiratoire : 0,06 à 0, 0,28 *(Tableau 43, Fig. 10)*
Quotient pluviothermique d'Emberger : 10 à 45 *(Fig.8 , Tableau 11)*

Zone Hyper-aride
Pluviosité moyenne annuelle inférieure à 100 mm (50 mm sur le littoral atlantique)
Coefficient de variation de la pluviosité annuelle supérieur à 60 %
Existence de périodes de plus de 12 mois sans pluies mesurables
Longueur de la saison pluvieuse : 0 à 15 jours *(Tableau 43)*
Quotient pluvio-évapotranspiratoire inférieur à 0,065 *(Fig.10,Tabl.43)*
Quotient pluviothermique d'Emberger inférieur à 10 (à 15 sur le littoral atlantique) *(Fig. 8, Tableau 11)*

D. Limites bioclimatiques d'aridité

Les critères utilisés pour la détermination des valeurs discriminantes de P/ETP ont été les suivants (Les superficies par pays des zones et sous-zones arides sont indiquées au *Tableau 1*) (*Tableau 43 ; Fig. 4, 10, 36*, Annexes IVa, IVb et V).

a] Limite entre les zones aride et semi-aride

- ❑ Limite aride des forêts à chênes sclérophylles : *Quercus ilex s.l., Q. coccifera, Q. calliprinos* (Cyrénaïque) ;
- ❑ Limite supérieure des steppes, notamment à alfa, à armoise blanche et à armoise champêtre, à *Salsola vermiculata*, à *Anabasis oropediorum* etc. ;
- ❑ Absence d'espèces saharo-arabiques en zone semi-aride ;
- ❑ Limite inférieure des cultures commerciales de céréales de type moderne avec des rendements moyens interannuels supérieurs à 10 q/ha et une probabilité de récolte égale ou supérieure à 80 % en zone semi-aride ;
- ❑ Coefficient de variation des pluies annuelles inférieur à 30 % en zone semi-aride.

Tableau 4. Superficies des zones arides du Nord de l'Afrique, en 10^3 km² *(Tableau 32 ; Fig. 4, 10, 36)*

Pluviosité moyenne	Maroc	Algérie	Tunisie	Libye	Egypte	Total
Zone semi-aride à humide						
P > 400	197	181	37	5	0	420
Zone aride						
Aride supérieure						
400 > P > 300	38	59	13	13	—	123
Aride moyenne						
300 > P > 200	44	70	28	42	—	184
Aride inférieure						
200 > P > 100	38	87	28	138	30	321
Total zone aride	**120**	**216**	**69**	**193**	**30**	**628**
Zone hyper aride supérieure						
100 > P > 50	70	386	54	153	30	693

b] Limite entre les zones aride et hyper-aride

- ❑ Limite inférieure des cultures en sec ;
- ❑ Limite supérieure de culture du palmier Deglet-Nour ;
- ❑ Limite supérieure de plusieurs centaines d'espèces végétales typiquement sahariennes ;
- ❑ Présence en zone hyper-aride de 40 % d'espèces saharo-arabiques ;
- ❑ Limite inférieure de plusieurs centaines d'espèces steppiques ;
- ❑ Utilisation des terres essentiellement pastorale en zone hyper-aride ;
- ❑ Coefficient de variation de la pluviosité annuelle égal ou supérieur à 80 % ;
- ❑ Limite inférieure de l'élevage sédentaire.

c] Limite entre les zones aride supérieure et aride moyenne

- ❑ Limite inférieure de nombreux vestiges et reliques forestières (sauf l'arganier) ;
- ❑ Présence de 5 % d'espèces saharo-arabiques en zone aride supérieure ;
- ❑ Absence de formations forestières (sauf le parc à arganier) en zone aride moyenne ;
- ❑ Utilisation des terres à la fois céréalière et pastorale, dans les deux cas ;
- ❑ Probabilité de récolte de céréales en sec de l'ordre de 30-60 % ; rendements de l'ordre de 5 q/ha une année sur deux ;
- ❑ Coefficient de variabilité des pluies annuelles de l'ordre de 40-45 % ;
- ❑ Elevage de type soit sédentaire soit migratoire dans la zone aride moyenne, généralement sédentaire en zone aride supérieure.

d] Limite entre les zones aride moyenne et inférieure

- ❑ Limite supérieure d'une centaine d'espèces d'affinité saharienne ;
- ❑ Présence d'environ 10 % d'espèces saharo-arabiques en zone aride moyenne ;
- ❑ Cultures céréalières de ruissellement et de bas-fond en zone aride inférieure ;
- ❑ Utilisation des terres essentiellement pastorale (≥ 80 %) en zone aride inférieure ;
- ❑ Présence d'environ 20 % d'espèces saharo-arabiques en zone aride inférieure ;
- ❑ Elevage traditionnel quasi exclusivement migratoire (sauf autour des zones irriguées) en zone aride inférieure.

4. Indices de stress thermique hivernal

A. Le stress thermique hivernal, tolérance au froid

Les plantes se développent entre des limites thermiques très variables ; certaines espèces tolèrent des températures basses tandis que d'autres y sont très sensibles. A l'échelle du globe on estime généralement que les plantes se développent lorsque la température moyenne mensuelle atteint ou dépasse 5°C ; ce qui correspond à des minima moyens de l'ordre de 0°C. Mais il y a de très grandes différences entre espèces puisque la photosynthèse est encore susceptible d'intervenir sous des températures de -5°C chez plusieurs espèces d'épicea, tandis que la plupart des espèces tropicales n'entrent en activité que vers 12-15°C. En zone méditerranéenne (aride ou non) il existe de grandes différences entre espèces quant à la tolérance au froid ; certaines espèces tels les xérophytes épineux en coussinet des steppes

pulvinées de haute montagne se développent dans des zones ou le gel sévit pendant plus de 6 mois par an tandis que d'autres espèces, telles les euphorbes cactoïdes ne peuvent tolérer le moindre gel. Cet aspect a été abordé par un petit nombre d'auteurs en Afrique du Nord (Gounot, 1959 ; Le Houérou, 1959a, 1969b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Donadieu, 1977 ; Peyre, 1977 ; Lecompte, 1986 ; Peltier, 1982). Des groupes écologiques en fonction des températures hivernales ont ainsi été mis en évidence.

Le critère écoclimatique le plus souvent utilisé en zone méditerranéenne, à la suite d'Emberger, est la moyenne des températures minimales journalières du mois le plus froid (« m »), qui a été corrélé avec le nombre moyen de jours de gel sous abri et avec les températures minimales absolues. Nous avons montré par ailleurs les avantages de ce paramètre par rapport à des critères plus souvent employés telle que la température moyenne annuelle ou la température moyenne du mois le plus froid ; il est indéniable que « m » est beaucoup plus sensible, précis et fidèle que ces derniers critères (Le Houérou, 1972, 1975 à 1989).

Corrélations entre « m » et le nombre de jours de gel sous abri dans les steppes (Le Houérou *et al.*, 1979) :

m≥ 7 : 0-5 jours de gel*
m≈ 5 : 10 jours de gel
m ≈ 3 : 20 jours de gel
m ≈ 1 : 30 jours de gel
m≈ -1 : 40 jours de gel
m ≈ -3 : 50 jours de gel
m ≈ -5 : 60 jours de gel

Mais nous avons également montré que « m » est insuffisant pour rendre compte d'un certain nombre de phénomènes liés au réchauffement printanier et aux journées chaudes et ensoleillées d'hiver auxquels est liée la distribution d'un certain nombre d'espèces par ailleurs tolérantes au froid, notamment dans les steppes présahariennes de l'Algérie Occidentale (à l'Ouest du méridien 0°) et du Sud Marocain (Le Houérou *et al.*, 1977). Pour rendre compte de ces phénomènes nous avons combiné les critères « m » et « M' ». Ce dernier étant la moyenne des maxima quotidiens du mois le plus froid (janvier). Ce dernier critère est aussi étroitement corrélé avec l'ETP de janvier (Le Houérou *et al.*, 1977). On aboutit ainsi aux combinaisons exposées dans la matrice du *Tableau 5.* Il se trouve en effet, que M' est relativement indépendant de m ; nous avons ainsi défini les seuils suivants *(Tableau 5).*

M' < 10 - Variante thermique microhémérotherme
10 < M' < 12 - Variante thermique mésohémérotherme
12 < M' < 15 - Variante thermique macrohémérotherme
15 < M' - Variante thermique mégahémérotherme

Ces quatre variantes existent dans les zones à hivers froids (-2 < m < +1), à hivers frais (+1 < m < 3) et à hivers tempérés (3 < m < 5) ; mais les zones à hivers doux et chauds (5 < m) sont toutes megahémérothermes.

Tableau 5. Zonation bioclimatique des steppes algériennes (Le Houérou, Claudin et Pouget, 1977/1979)

ZONES BIOCLIMATIQUES		Hivers	très froids	Froids		Frais			Tempérés			Doux
		m	-1		+1			+3			+5	+7
		T° diurne	micro	micro	meso	micro	meso	macro	meso	macro	mega	mega
		M1	10	10	12	10	12	15	12	15	20	20
		P										
Semi aride	sup.	600										
	inf.	500										
		400										
Aride	sup.	300	NA					NA				
	moy.	200	NA					NA				
	inf.	100	NA	NA	NA							
Saharien	sup.	50	NA	NA	NA	NA						
	inf.	25										
Erémitique		0										

Jours de gel effectif sous abri. A ne pas confondre avec la « Période gélive » c'est-à-dire à risque de gel. Périodes gélives : 15°C<t : probabilité de gel = 0 ; 10<t<15 : probabilité de gel = 1-25% ; 5<t<10 : probabilité de gel = 25-75% ; t<5 : probabilité de gel>75% ; où « t » = température moyenne mensuelle.

B. Seuils et valeurs discriminantes de « m » *(Tableaux 4, 44, 45 ; Fig. 5, 8, 10)*

Depuis 1959, nous avons proposé, avec Gounot, un certain nombre de seuils de « m », basés sur la distribution en Tunisie des espèces thermophiles et cryophiles et sur la phénologie. Les seuils ainsi distingués sont les suivants :

❑ ***Zones à hivers très chauds (9 < m)***
Il n'y a pas de gel à la surface du sol (ni, bien entendu, sous abri). Il n'y a pas de repos végétatif hivernal, du moins tant qu'il y a de l'eau disponible dans le sol. Virtuellement toutes les cultures tropicales sont possibles à l'irrigation ainsi que les primeurs de plein champ. Ces zones sont limitées au littoral atlantique Sud-Marocain et à une étroite bande littorale à l'est du 19° de longitude E (Cyrénaïque, Egypte) et le long des côtes de la Mer Rouge (et du Golfe Arabo-Persique). La végétation naturelle comprend de nombreuses espèces thermophiles d'affinité tropicale, généralement à voie de carboxylation en C4 ou en CAM.

❑ ***Zones à hivers chauds (7 < m < 9)***
0 à 5 jours de gel sous abri et quelques gelées blanches au sol. Repos de végétation hivernal de 5 à 10 jours. La plupart des cultures tropicales sont possibles à l'irrigation (Manguier, Avocatier, Goyave, Bananier, Canne à Sucre, etc.) ainsi que les primeurs de plein champ, le maïs d'hiver, et, bien entendu, tous les Citrus. Présence de nombreuses espèces d'affinité tropicale dans la végétation spontanée. Ces zones sont limitées à une étroite bande littorale le long de l'Atlantique, de la Méditerranée et de la Mer Rouge. L'altitude est généralement inférieure à 100 m. On note la présence dans la végétation spontanée d'euphorbes dendroïdes (*E. dendroides*, *E. regis-jubae*, *E. balsamifera*) ou cactoïdes (*E. echinus*, *E. baumierana*, *E. resinifera*).

❑ ***Zones à hivers doux (5 < m < 7)***
On observe 5 à 15 jours de gel sous abri. Le repos hivernal de végétation dure 10 à 30 jours. Un certain nombre de cultures sensibles au froid sont encore possibles tels les citrus, le caroubier, les cactus, les Acacias à phyllodes, les avocats, les luzernes à cycle long ; l'isotherme de m = 5 constitue la limite thermique inférieure de la culture de ces espèces. Dans la végétation spontanée cet isotherme correspond à la limite thermique inférieure d'un grand nombre d'espèces d'affinité tropicale ; citons pour les espèces d'intérêt pastoral : *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria commutata subsp. nodosa*, *Tricholaena teneriffae*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Dichanthium annulatum*, *Heteropogon contortus*, *Botriochloa ischaemum*, *Themeda triandra*, *Lasiurus hirsutus*, *Pennisetum elatum*, *P. setaceum*, *P. divisum*, *Tragus racemosus*, *T. berteronianus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Enneapogon scaber*, *Tetrapogon villosus*, *Imperata cylindrica*, *Sporobolus ioclados*, *S. tourneuxii*, *Triplachne nitens*, *Spartina patens*, pour ne citer que des graminées (Le Houérou, 1959a, 1969b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977, 1989a).

❑ ***Zones à hivers tempérés (3 < m < 5)***
On observe 10 à 20 jours de gel sous abri et 20 à 40 jours d'arrêt hivernal de végétation. L'isotherme de m = 3 constitue la limite thermique absolue des espèces sensibles au froid telles que les agrumes, le caroubier, les cactus *Opuntia ficus-indica*, les *Acacias* à phyllodes ; cet isotherme constitue également la limite thermique inférieure absolue des *Acacias* sahariens (*A. tortilis subsp. raddiana*, *A. ehrenbergiana*, *A. nilotica*, *Faidherbia albida* etc.). La végétation spontanée se caractérise par l'absence à la fois d'espèces thermophiles et d'espèces cryophiles. Les espèces et variétés fruitières nécessitant une période de froid hivernal pour fructifier peuvent se développer (pommier, poirier, cerisier, pistachier etc.). L'altitude est généralement inférieure à 600 m.

❑ ***Zone à hivers frais (1 < m < 3)***
On observe 15 à 30 jours de gel sous abri et un arrêt hivernal de la végétation de 30 à 50 jours. On note l'apparition d'espèces cryophiles dans la végétation spontanée (espèces liées, ou tolérantes au froid). L'isotherme m = 1, constitue la limite thermique inférieure absolue de l'olivier et du palmier dattier. L'altitude est généralement supérieure à 600 m, mais inférieure à 1 000 m en zone continentale. Parmi les espèces végétales cryophiles, on peut citer plusieurs *Alyssum*, *Artemisia atlantica*, *Avena bromoïdes*, *Ajuga chamaepitys*, *Astragalus numidicus*, *Astragalus nummularioides*, *Centaurea incana*, *Centaurea tenuifolia*, *Hypericum ericoides*, *Launaea acanthoclada*, *Anabasis aretioides*, *Bupleurum balansae*, *Hippocrepis scabra*, *Lotophyllus argenteus* etc.

❑ ***Zones à hivers froids (-1 < m < +1)***
Le seuil inférieur de cette zone thermique a longtemps (et arbitrairement) été fixé à 0°C. Mais une analyse détaillée de la distribution des espèces végétales et de la phénologie en zone continentale de

Tunisie au-dessus de l'altitude 1 000 m, a montré que ce seuil correspondait à M = + 1 et non 0°C (Le Houérou, 1969, 1982–84 ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977). L'altitude est généralement supérieure à 1 000 m en zone continentale, mais beaucoup plus en zone océanique. On note la nette dominance d'espèces cryophiles dans la végétation spontanée. Parmi celles-ci on peut citer : *Artemisia atlantica*, *Artemisia mesatlantica*, *Alyssum alpestre*, *Cirsium acaule*, *Carduus nutans, Ranunculus gramineus*, *Thymelaea tartonraira*, *T. nitida*, *Ziziphora hispanica*, *Catananche coespitosa*, *Crucianelle patula*, *Erinacea anthyllis*, *Koeleria vallesiana*, *Ormenis africana* (= *Santolina chamecyparissus*), *Ormenis scariosa*, *Salvia argentea*, *Asphodelus acaulis*, *Eresymum incanum*, *E. bocconei*, *Scrofularia canina*, *Onabrychis argentea*, *Wangenheima lima*, etc.

❑ ***Zones à hivers très froids (-3 < m < -1)***

La période de gel hivernal est de deux à quatre mois et la période de repos végétatif de 3 à 6 mois. Cette zone correspond à des formations végétales steppiques d'altitude caractérisées par des xérophytes épineux en coussinets (formations pulvinées) où dominent des espèces comme *Bupleurum spinosum*, *Erinacea anthyllis*, *Vella mairei*, *Cytisus balansae*, *Alyssum spinosum*, *Arenaria pungens* etc. Les espèces arborées sont le cèdre de l'Atlas et le genévrier thurifère auxquels s'ajoutent le frêne dimorphe (*Fraxinus xanthoxyloides*) espèce de la cédraie, l'if (*Taxus baccata subsp. communis*), le houx (*Ilex aquifolium*), l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*), les sorbiers (*Sorbus torminalis* et *S. aria*) et le riche cortège floristique de la cédraie (Le Houérou et al. 1975, 1977 ; Abdessemed, 1981 ; Mouffadal, 1983). A la limite supérieure des arbres se trouvent le genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) et parfois les genévriers commun et sabine (*Juniperus communis* et *J. sabina*) ; dans les zones les plus humides du Rif et des Babors se développent les sapins (*Abies maroccana*, *A. numidica*). L'altitude est supérieure à 1500 - 2000 m.

❑ ***-5 < m < -3***

De 4 à 6 mois de gel, 2 à 3 mois de neige. Formations à sapin, cèdre et genévrier thurifère. Limite supérieure des arbres vers « m » = -5.

❑ ***m < -5***

6-8 mois de gel, 3-6 mois de neige. Formations asylvatiques à Xérophytes épineux en coussinet. Limite supérieure des arbres en Méditerranée occidentale.

Nous avons donné ailleurs (1977d) l'historique du choix des valeurs discriminantes de « m ». Depuis 1970, nous avons opté pour la valeur m= +1 comme limite supérieure de la zone à hivers froids, alors que nos devanciers à la suite d'Emberger (1930a et b, 1938, 1955) ont choisi la valeur m=0. Notre choix est basé sur deux études détaillées, effectuées en Tunisie continentale et au Hodna, qui montrent que les xérophytes épineux en coussinet et autres espèces cryophiles apparaissent et que le risque agricole de gel s'accroît brusquement vers m=+1 et non m=0 (Le Houérou, 1969b, p. 45 ; Bortoli *et al*, 1969). D'ailleurs, le choix de la valeur symbolique m=0 est une opération anthropocentrique qui correspond à la température de fusion de la glace sous abri météorologique à 2 m au-dessus du sol, mais les plantes ne le savent pas et n'ont par conséquent aucune raison de se conformer à cette valeur plutôt qu'à une autre. De fait la valeur m=+1 correspond à des températures au sol d'environ -2.5 à -3.0 °C, c'est-à-dire à des gelées blanches bien caractérisées ; m=0°C correspond à des gelées au sol de -3.5 °C à -4.0 °C, c'est à dire que l'on peut déjà qualifier de sévères.

Pour la détermination de la limite supérieure des arbres, notre limite de m= -5°C basée sur les données de 2 stations méditerranéennes exactement situées à ce niveau : l'Aigoual dans les Cévennes (Alt. 1570 m, Lat. 44.2 N) et Monte Terminillo dans l'Apennin Central (Alt. 2210 m, Lat. 42°N). Cette valeur proposée correspond bien à celles observées au Hodna dans le Djurdjura et dans les Aurès, utilisant les gradients moyens connus de 0.55°C par différence de niveau de 100 m. Peyre (1977), au Maroc, a opté pour la valeur estimée m= -6°C mais non sur des mesures (Peyre, comm. verb., 1993).

5. Distribution saisonnière et variabilité annuelle des pluies

❑ **La distribution saisonnière des pluies** en zone aride nord-africaine est sujette à plus de variations géographiques qu'on ne le croit généralement. On peut distinguer 4 régimes principaux (Le Houérou, 1969b, 1984b, 1989a) :

- Régime côtier à premier maximum automnal où le maximum annuel intervient au cours des mois d'octobre-novembre. Ce régime domine en méditerranée occidentale à l'ouest du méridien de 19°, passant par le fond du Golfe de la Grande Syrte.

- Régime oriental où le maximum annuel intervient de décembre à février avec 60 à 80 % des pluies annuelles survenant, en moyenne, en cette saison. Ce régime prédomine à l'est du méridien de 19° ; c'est le type de régime prédominant au Proche-Orient ainsi que, pour le Nord de l'Afrique, en Libye Orientale (Cyrénaïque) et en Egypte *(Fig. 12E et F)*.
- Régime continental à maximum printanier. Ce régime intervient principalement en altitude, notamment dans les hautes plaines steppiques de la Tunisie Centrale Occidentale, les steppes algériennes et celles du Maroc Oriental.

Tous ces régimes présentent un minimum absolu estival voisin de zéro et un minimum relatif d'hiver, de printemps ou d'automne.

- Régime à pluies estivales. Ce régime se caractérise par une proportion relativement élevée de pluies estivales survenant sous forme d'orages orographiques de convection. La somme des pluies estivales peut atteindre 20 à 25 % du total annuel (Le Houérou, 1969b, 1982b). Ce type de régime se rencontre en zone continentale d'altitude, notamment dans la zone aride supérieure le long de la frontière algéro-tunisienne et dans certaines montagnes : Aurès, Nememchas, Atlas saharien, Grand Atlas, Anti-Atlas. Ce type de régime a été insuffisamment étudié et mériterait davantage d'attention de la part des climatologues, des bioclimatologues, des biogéographes et des agronomes. Ce régime pourrait être considéré comme caractéristique d'un climat méditerranéen atténué : (1,5 < Pe/M < 3,0) ; où Pe = pluviosité estivale et M = moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Emberger, 1955 ; Le Houérou, 1969b).

Ces différents types de régimes entraînent naturellement d'importantes conséquences écologiques et agronomiques. Le régime de la méditerranée occidentale tend à favoriser les espèces pérennes aux dépens des espèces annuelles ; il faut ainsi, en moyenne, 100 mm de pluies en plus pour pratiquer avec succès l'arboriculture fruitière en sec dans les zones arides du Proche Orient à régime pluviométrique monomodal hivernal par rapport au régime bimodal de la méditerranée occidentale à maximum automnal ou printanier. Le phénomène opposé se manifeste à propos des cultures annuelles : il faut, en moyenne, 100 mm de moins pour pratiquer avec succès la céréaliculture en sec au Proche-Orient par rapport à l'Afrique du Nord (Le Houérou, 1982b, 1989a). L'arboriculture en sec se pratique jusque sous 150-200 mm en Afrique du Nord contre 250-300 mm au Proche-Orient ; par contre, la culture fiable des céréales demande 350-400 mm en Afrique du Nord contre seulement 250-300 mm au Proche Orient.

Le régime à pluies estivales est particulièrement favorable au pâturage et à certaines cultures tropicales ou subtropicales qui peuvent se pratiquer en culture sèche sous ce type de régime ; un bon exemple en est la culture du cactus *Opuntia ficus-indica* dans les zones où m > 1,5 à 2.0°C avec M' supérieur à 12 (Monjauze et le Houérou, 1965). Ces zones se caractérisent aussi par un cortège floristique riche en espèces à affinité tropicale, là ou les m sont supérieurs à 3°C : *Cynodon dactylon* y joue un rôle pastoral important dans les jachères : on y rencontre également mais moins communément : *Hypparhenia hirta*, *Dichanthium annulatum*, *Heteropogon contortus*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Tricholaena teneriffae*, *Digitaria nodosa*, *Cenchrus ciliaris* et d'autres espèces d'affinité tropicale, toutes à voie de carboxylation en C4 et à développement estival.

❑ **La variabilité des précipitations annuelles** *(Fig. 18)* est, comme dans les autres zones arides du monde, inversement proportionnelle à la hauteur des moyennes. Mais on observe une différenciation géographique de cette variabilité sous une moyenne donnée. De façon générale les régimes bimodaux tels ceux de la méditerranée occidentale présentent des variabilités sensiblement plus accusées que les régimes monomodaux du Proche-Orient où de l'Afrique du Nord Orientale.

En Afrique du Nord, dans la zone semi-aride, le maximum observé au cours d'une année quelconque atteint 4 à 5 fois le minimum et le coefficient de variation des pluies annuelles est de 25 à 35 %. Dans la zone aride le maximum observé dans les séries représente 5 à 12 fois le minimum et le coefficient de variation passe progressivement de 35 à 60 % entre les isohyètes de 400 à 100 mm. Dans la zone hyper-aride la variabilité est extrême : le coefficient de variation de la pluviosité annuelle varie de 60 à 120 % dans la zone hyper-aride supérieure et 100 à 200 % dans la zone hyper-aride inférieure. En zone érémitique la notion de variabilité ne présente plus de sens puisque la pluviosité y est totalement aléatoire c'est-à-dire sans saison bien définie et que les chutes sont rarissimes et imprévisibles, pouvant faire entièrement défaut pendant de nombreuses années. Pour ce qui concerne une analyse plus fine de

cette variabilité et de ses conséquences en Afrique du nord et au Moyen Orient : voir Le Houérou (1959a, 1969b, 1984b, 1986c, 1988d, 1989a) et Donadieu (1977) pour le Maroc.

On a montré que la proportion de pluies utiles (supérieures à 5 mm en hiver et 10 mm en été) décroît avec l'aridité. Les pluies utiles représentent 60 à 80 % du total annuel dans la zone semi-aride, 40 à 60 % dans la zone aride et seulement 20 à 40 % dans la zone hyper-aride ; c'est là un facteur supplémentaire d'aridité (Le Houérou, 1969b).

6. Amplitude thermique, continentalité et humidité relative *(Tableau 49)*

L'amplitude thermique varie de 10°C sur le littoral atlantique à 40°C dans les steppes continentales présahariennes. De façon générale, cette amplitude est corrélative de la continentalité et du pouvoir évaporant de l'atmosphère et de l'ETP (Emberger, 1930a et b, 1955, 1971b) ; elle est également liée à l'humidité relative. La moyenne annuelle de celle-ci varie de 75-85 % sur le littoral atlantique, 65-75 % sur le littoral méditerranéen, 60 à 65 % dans les steppes continentales de la zone aride moyenne et supérieure, 35 à 40 % dans les steppes présahariennes de la zone aride inférieure continentale et au Sahara Septentrional.

L'amplitude thermique et l'humidité relative sont des critères bioclimatiques souvent sous-estimés ; ils revêtent cependant une importance considérable dont voici deux exemples. La culture commerciale des dattes de luxe exportables telles les « Deglet Nour » de Tunisie et d'Algérie implique de faibles humidités atmosphériques à la saison de maturation d'octobre à décembre, car si l'humidité relative moyenne dépasse 40 à 50 % les fruits fermentent sur l'arbre et ne présentent plus la qualité requise. Ce taux correspond sensiblement en Afrique du Nord non-océanique à l'isohyète annuelle de 100 mm (Le Houérou, 1955, 1959a). Inversement, une humidité relative trop basse élimine un hyménoptère, hyper-parasite de la cochenille du palmier-dattier ; celle-ci, peut alors proliférer et la culture dépérit, sauf à recourir à de coûteux traitements phytosanitaires.

Le développement de la culture de cactus inerme *(Opuntia ficus-indica)* ne peut se manifester dans les zones où l'humidité relative moyenne quotidienne descend continuellement au-dessous de 40 % pendant plus d'environ un mois (Monjauze & Le Houérou, 1965 ; Peyre de Fabrègues, 1966).

Le premier cas a causé la faillite de l'introduction de la datte « Deglet Nour » au Fezzan, le second l'insuccès de l'introduction du Cactus inerme dans certaines zones de l'Afrique du Nord, du Proche-Orient et de l'ensemble du Sahel ; ou, au contraire, le développement extraordinaire de cette plante dans certaines zones à humidité relative élevée (littoral océanique du Sud Marocain, Sidi Ifni, Anti-Atlas Occidental, ou de la côte méditerranéenne, Nador, Cap Bon, Basses et Hautes Steppes Tunisiennes).

La continentalité, exprimée soit par l'indice de Gorczinski soit par l'amplitude thermique moyenne extrême (M-m), n'intervient que de façon indirecte en écoclimatologie par le biais des températures minima d'hiver (m), l'amplitude thermique (M-m) et l'humidité relative.

7. Aridité climatique et aridité édaphique

Il est bien évident pour qui a parcouru les steppes que leur homogénéité apparente cache une grande hétérogénéité dans le détail qui ne peut s'expliquer par la seule variation zonale et systématique de l'aridité du climat, ou par la rigueur des températures hivernales. La topographie, la nature et la profondeur des sols contribuent à redistribuer les eaux de pluies au niveau des sols, dont les bilans hydriques peuvent varier dans les proportions courantes considérables de 1 à 10, éventuellement davantage (Le Houérou, 1962b ; Floret et Pontanier, 1982). Les causes de cet état de fait sont les suivantes :

A. Exposition et pente

Tout d'abord, l'exposition et la topographie peuvent faire varier la radiation solaire reçue à la surface du sol, donc la demande évapotranspiratoire dans des proportions de 1 à 2 et jusque 1 à 3 sous des latitudes de 28 à 36° (Le Houérou, 1972 ; Geymard, 1975 ; Becker, 1984). Voir *Tableaux 6 et 7* ci-dessous.

Tableau 6. Radiation globale en cal/cm²/an, reçue à la surface du sol, en fonction de la pente et de l'exposition, sous 36° de latitude Nord (Le Houérou, 1972)

Exposition	Pente en degrés 5	15	25	35	45
S	117 400	125 950	**131 150**	130 750	130 150
SW / SE	115 600	121 850	125 500	126 200	123 850
W / E	111 500	110 600	108 600	105 600	101 300
NW / NE	107 100	96 850	85 850	74 750	64 500
N	105 100	90 700	73 900	57 700	**44 000**

Rapport entre valeur maximale et valeur minimale = **131 150 / 44 000** = 2.98.

Tableau 7. Evapotranspiration potentielle, ETP, en mm/an, en fonction de la pente et de l'exposition sous 36° de latitude Nord (Le Houérou, 1972)

Exposition	Pente en degrés 5	15	25	35	45
S	998	1027	**1115**	1111	1106
SW / SE	983	1036	1066	1072	1053
W / E	948	940	923	898	861
NW / NE	910	823	730	635	548
N	893	770	628	490	**374**

Rapport entre valeur maximale et valeur minimale = **1115 / 374** = 2.98

Le rapport pluvio-évapotranspiratoire P/ETP peut donc varier dans les mêmes conditions en fonction des mêmes facteurs d'exposition et de pente, d'où les contrastes ubac/adret jusque sous le tropique. Naturellement, ce contraste décroît d'intensité avec la latitude, mais il est encore très significatif sous les latitudes des steppes nord-africaines (28-36°N).

B. Ruissellement

Le ruissellement dépend de la structure de la végétation, de la couverture végétale, de la pente, de la texture et de la structure du sol ainsi que de ses états de surface. Il a été montré en Tunisie que l'élimination de la forêt au profit de la culture peut augmenter le ruissellement par un facteur de 5 et l'érosion par un facteur de 50 à l'échelle de petits bassins versants de quelques km² (Oued Kebir) (Cormary & Masson, 1964).

C. Stockage de l'eau

Floret et Pontanier (1982) ont montré que dans les steppes du sud tunisien, la quantité d'eau accumulée dans le sol à l'échelle de temps de l'année calendaire, sur une période expérimentale de 8 ans, peut varier en moyenne, de 20 à 205 % des précipitations moyennes annuelles. Ces chiffres sont pratiquement identiques à ceux que nous avons nous-même obtenu (Le Houérou, 1962b) en Sologne, sur une période expérimentale de 3 ans, sous des conditions très différentes de climat, de végétation et de sol.

D. Infiltration

Dans le cas des steppes les coefficients d'infiltration des pluies dépendent de la texture des sols et du taux de recouvrement végétal. Floret et Pontanier (1982) ont montré que les coefficients d'infiltration présentent les ordres de grandeurs suivants dans les steppes du sud tunisien :

sols sableux profonds :	60 à 90 %
sols limoneux :	30 à 45 %
sols squelettiques :	20 à 30 %

E. Eau utile

En admettant que l'eau disponible pour les plantes correspond à la différence entre la quantité retenue au point d'humidité équivalente (ou de capacité au champ), c'est à dire à pF 2.8 (=-0.06 MPa) et celle

retenue au point de flétrissement des mésophytes, c'est-à-dire pF 4.2 (#=-1,6 MPa), les sols sableux présentent en zone aride des quantités d'eau disponible très supérieures à celles des sols limoneux, toutes choses étant égales par ailleurs. Ce fait résulte de deux causes :

- le coefficient d'infiltration des eaux de pluie est très supérieur dans les sols sableux, comme nous avons vu ci-dessus ;
- l'énergie de rétention, donc le taux d'humidité au point de flétrissement, est très supérieur dans les sols limoneux. Un sol limoneux retient en effet 10 à 20 % de son poids d'eau sous un potentiel hydrique de -16 bars, tandis qu'un sable grossier n'en retient que 2 à 3 % *(Tableau 8)*.

Dans le cas de pluies faibles et espacées, situation habituelle en zone aride, le front d'humectation en sol sableux grossier atteint une profondeur d'environ 1 cm par millimètre précipité. Dans les sols limoneux, les pluies inférieures à environ 5 mm sont évaporées rapidement et ne s'infiltrent pas ; de plus, le front d'humectation ne dépasse guère 0.1 cm par mm de pluie tombée au-dessus de 5 mm. Ce raisonnement est illustré par les données des deux tableaux suivants :

Tableau 8. Disponibilité en eau du sol en fonction de la texture, en mm par cm de profondeur (US Army Corps of Engineers, 1956 ; cité dans Range Research, 1962)

Texture	Teneur en eau (mm/cm) à la capacité au champ (= Humidité équivalente) ψ =-0.066 MPa	Teneur en eau (mm/cm) au point de flétrissement permanent ψ =-1.6 MPa	Eau disponible (mm/cm)
Sable grossier	1.0	0.25	0.75
Sable fin	1.2	0.34	0.86
Sable limoneux	1.6	0.51	1.00
Sable fin limoneux	2.2	0.68	1.52
Limon sableux	2.7	1.00	1.70
Limon	2.9	1.20	1.70
Limon argileux	3.05	1.35	1.68
Argile limoneuse	3.2	1.52	1.50
Argile limoneuse lourde	3.3	1.78	1.50
Argile	3.3	2.12	1.20

Tableau 9. Disponibilité en eau en fonction de la texture du sol

a - Quantité d'eau (mm) contenue dans 1 cm de profondeur de sol à la capacité au champ (A), et au point de flétrissement (B)

Texture	A (ψ =-0.066 MPa)	B (ψ =-1.6 MPa)	A - B	A/B
Sable grossier	1.00	0.25	0.75	4.00
Sable fin limoneux	2.20	0.60	1.60	3.30
Limon sableux	2.60	1.00	1.60	2.66
Argile limoneuse	3.25	2.08	1.17	1.56

b - Quantité d'eau infiltrée et disponible (mm) dans un sol profond sous une averse de 50 mm dans l'hypothèse d'absence de ruissellement et d'un profil sec au départ

Texture	A stocké	B adsorbé	A - B disponible	Nombre de jours d'ETP à 4 mm/j
Sable grossier	50	5	45	12.0
Sable fin limoneux	50	10	40	10.0
Limon sableux	50	20	30	7.5
Argile limoneuse	50	30	20	5.0

c - Quantité d'eau infiltrée et disponible (mm) dans un sol profond, sous une averse de 25 mm en l'absence de ruissellement et avec un profil sec au départ

Texture	A	B	A - B	Nombre de jours d'ETP à 4 mm/j
Sable grossier	25	5	20	5
Sable fin limoneux	25	10	15	3
Limon sableux	25	20	5	1
Argile limoneuse	25	25	0	0

Ces faits sont confirmés, si besoin était, par l'étude de la productivité des steppes. Les steppes sableuses en bon état présentent, en Afrique du Nord, un Coefficient d'Efficacité Pluviale de 5 à 6 kg de MS/ha/an, *pour chaque millimètre de pluie tombée ; tandis que ce taux ne dépasse pas 2 à 3 dans les* steppes limoneuses ne recevant pas d'appoint d'eau. Ce coefficient peut tomber à 1-2 dans les steppes établies sur les sols squelettiques et à 0.1 dans les milieux désertisés (Le Houérou, 1984a ; Le Houérou *et al.*, 1988). Des faits analogues ont été montrés dans les cultures d'olivier établies en zone steppique (Le Houérou, 1958a, 1959c, 1992a) : la productivité est beaucoup plus élevée et plus régulière en zone aride dans les olivettes établies sur sol sableux profonds.

Floret et Pontanier (1954) ont montré par ailleurs que la durée de la période de croissance et de production végétale est de 60 % plus longue, en moyenne, sur sol sableux que sur sol limoneux dans les steppes du sud tunisien. Ce point est illustré dans les données de la dernière colonne des *Tableaux 9b et 9c.*

Il apparaît donc que l'une des caractéristiques des zones arides est la très grande différence de disponibilité en eau selon les types de milieux. Certains milieux tendent à exacerber l'aridité climatique tandis que d'autres la mitigent. De cette constatation découlent les conséquences les plus importantes pour la gestion et l'exploitation des steppes et leur mise en valeur.

8. Définition et délimitation de la zone aride et des steppes

A. La limite supérieure de la zone aride (s.s.) *(Tableaux 43, 48 ; Fig. 6, 8, 10, 12, 17, 36)*

Il existe dans la littérature de nombreuses définitions de l'aridité et des zones arides, donc de la démarcation entre les zones aride et semi-aride d'une part, et celle des zones aride et hyper-aride d'autre part.

Le point de vue pragmatique que nous avons adopté est aussi objectif que possible, faisant appel à des critères faciles à établir, à reconnaître et d'application générale. Il faut tout d'abord reconnaître que s'il n'y pas de critère unique, simple et universel permettant de définir les zones arides, il est cependant possible de cerner convenablement le problème par une combinaison de critères simples mais de nature variée : climatique, écologique, phytogéographique, agronomique, géographique et géomorphologique.

Parmi les nombreux critères examinés, nous en avons retenu un petit nombre dont l'efficacité nous a paru la meilleure.

a] Critères climatiques

Le critère climatique le plus objectif, rationnel et efficace est sans contredit, le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) que nous avions utilisé en 1968–1975 dans l'étude du Hodna, et qui a été retenu par l'UNESCO en 1977–1979 pour la carte mondiale des zones arides, dans laquelle la méthode d'évaluation de l'ETP est celle de Penman. Les seuils du rapport P/ETP que nous avons retenus à l'échelle méditerranéenne sont sensiblement différents de ceux admis par l'UNESCO à l'échelle mondiale, en particulier pour la zone hyper-aride où notre seuil est nettement plus élevé (Le Houérou, 1989) ; mais nos seuils ont été repris par l'UNEP (1992) dans ses cartes mondiales des zones arides et des risques de désertisation.

Tableau 10. Valeurs-seuils du quotient évapotranspiratoire, P/ETP *(Fig. 8, 10 ; Tableaux 46-48)*

Limites	UNESCO 1977–1979	Le Houerou (1975, 1989)	UNEP 1992
Sub-humide / semi-aride	0.50	0.45	0.50
Semi-aride / Aride	0.20	0.28	0.20
Aride / Hyper-aride	0.03	0.065	0.05

Les raisons qui ont motivé ces différences dans l'appréciation des valeurs-seuils se résument au fait que nous avons adopté des valeurs qui serrent la réalité de terrain au plus près à l'échelle du Bassin Méditerranéen en nous basant sur les critères de répartition de la végétation et des cultures mais aussi de productivité et de fiabilité de celles-ci (Le Houérou, 1959c, 1989a).

❑ **Rôle de la variabilité des précipitations** *(Fig. 18, Tableau 2)*

La limite entre les végétations forestières et les matorrals qui en dérivent d'une part, et la végétation steppique d'autre part, correspond sensiblement à l'isohyète annuelle de 400 mm, tant en Afrique du Nord qu'au Proche-Orient (Le Houérou, 1969b ; Danin et Plitmann, 1987). En Afrique du Nord cette limite correspond sensiblement à un accident tectonique majeur : la limite sud des chaînes atlasiques (Haut et Moyen Atlas du Maroc, Atlas tellien d'Algérie, Dorsale tunisienne). Le long de cet interface le coefficient de variation de la pluviosité annuelle saute brusquement de 30-35 % sous 400-450 mm à 40-45 % sous 350-400 mm, sans changement du régime saisonnier ni variation systématique du substrat. La discontinuité majeure et quasi linéaire observée dans la végétation peut seulement être attribuée à un accroissement brutal de la variabilité des précipitations. Cette solution de continuité dans la variabilité correspond ainsi à une limite contrastée des étages de végétation et au passage, presque sans transition, de l'étage semi-aride forestier à l'étage aride steppique. La diminution de 50 mm de la pluviosité moyenne annuelle ne saurait expliquer à elle seule cette discontinuité, non plus que d'éventuelles modifications mineures du régime saisonnier.

De fait, cette brusque élévation de la variabilité constitue également une limite agro-météorologique majeure (Caees, 1961 ; le Houérou, 1969b, 1982a, 1982b, 1986c ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977). L'isohyète de 400 mm constitue en effet la limite bioclimatique supérieure des steppes, la limite inférieure des chênes vert et kermès ; mais c'est aussi la limite inférieure de la culture commerciale des céréales, avec une récolte assurée quatre années sur cinq, ainsi que des cultures fourragères et des pâturages semés. Les agriculteurs européens qui en Afrique du Nord ont tenté la culture céréalière au dessous de l'isohyète de 400 mm ont tous dû rapidement renoncer pour se consacrer à l'élevage ou à l'arboriculture fruitière là où le sol était suffisamment sableux (Le Houérou, 1992a).

On retrouve des faits analogues dans d'autres régions à climat méditerranéen. En Australie du Sud par exemple, la *Goyder's line* ou la limite sèche de la céréaliculture coïncide ici aussi avec un accident du relief : la partie méridionale des Flinders Range à l'isohyète annuelle de 375 mm, et à une variabilité des précipitations annuelles voisine de celle de l'Afrique du Nord sous la même moyenne annuelle (C.V. = 35-40 %).

En Australie de l'Ouest lorsque le coefficient de variation de la pluviosité annuelle est de l'ordre de 25 % la culture des céréales est pratiquée jusque sous 280-300 mm de moyenne (médiane = 240-270 mm) (Mereddin, Southern Cross), mais là où la variabilité est plus élevée (CV de 30-35 %) la céréaliculture ne descend pas au-dessous de 400-450 mm.

Au Proche-Orient où la variabilité est inférieure à celle de l'Afrique du Nord, la culture régulière des céréales se pratique jusque sous 275-300 mm, sauf dans les zones à variabilité plus élevée où il faut environ 400 mm (Wallen et Brichambaut, 1962). Il semble donc qu'un accroissement de 10 points de pourcentage dans le coefficient de variation de la pluviosité annuelle (25-35 %) corresponde à une demande supplémentaire de pluviosité moyenne annuelle d'environ 100 mm pour la culture assurée des céréales en climat méditerranéen.

Mais la variabilité de la pluviosité n'est pas seule en cause ; au Proche-Orient, le régime saisonnier est différent de celui de l'Afrique du Nord (monomodal centré sur l'hiver au lieu de bimodal étendu sur cinq à sept mois).

Des faits comparables se manifestent lorsque l'on compare les cultures céréalières (mil et sorgho) en Afrique de l'Ouest et en Afrique de l'Est. En Afrique Occidentale, sous régime pluviométrique monomodal, la variabilité est plus faible qu'en Afrique Orientale soumise à un régime bimodal (cf. *Fig. 1*). Corrélativement les cultures de mil et de sorgho nécessitent une pluviosité moyenne de 650-700 mm en Afrique de l'Est (Brown et Cochemé, 1969), tandis que 400-500 mm suffisent pour obtenir des résultats comparables en Afrique de l'Ouest (Dancette, 1977 ; Le Houérou et Popov, 1981 ; Le Houérou et al., 1993).

La variabilité élevée de la pluviosité dans les zones arides chaudes tend à favoriser les végétaux crassulescents ou succulents à voie de carboxydation CAM, particulièrement lorsque l'humidité atmosphérique est relativement élevée. Des exemples de ce fait sont la végétation des déserts littoraux de Basse Californie, de Namibie, de Mauritanie et du Sud Marocain, la brousse à Didiéracées du S-O de Madagascar, la Caatinga du N-E du Brésil et la végétation macaronésienne des archipels insulo-atlantiques (Canaries, Cap-Vert).

Le climat méditerranéen de la Basse Californie du Nord contraste ainsi avec celui de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient par la variabilité beaucoup plus élevée de sa pluviosité (Tableau 2 ; Le Houérou, 1988d), partiellement corrigée, il est vrai, par de fréquents brouillards côtiers ; corrélativement, les végétaux pachycaules, pachyphylles et à ligno-tubers y abondent et sont même dominants dans les zones où la pluviosité est la plus variable comme dans le désert de Vizcaïno (Cactacées, Agaves, Yuccas, Crassulacées, Asclepiadicées, Burséracées, Fouquieracées, etc.). La végétation de la Caatinga présente un caractère de xéromorphie très accentué avec de nombreuses espèces pachycaules et caducifoliées, contrastant en cela avec des régions tropicales comparables mais à faible variabilité pluviométrique telles que les zones sud-sahélienne, soudanienne et le Miombo, où dominent des espèces mésophylles plus ou moins malcophylles comme les Légumineuses et les Combrétacées. Comme nous l'avons évoqué plus haut ce caractère extrêmement xéromorphe de la végétation de la Caatinga correspond à une variabilité très élevée des précipitations puisque des périodes sans pluies de 18 à 20 mois peuvent survenir sous des isohyètes de 300-600 mm. Tandis que sous les climats arides de l'ancien monde des périodes de 12 mois ou plus sans précipitations ne se rencontrent qu'au-dessous de isohyète 100 mm ou légèrement plus dans les archipels insulo-atlantiques (Le Houérou, 1969b, 1982a).

❑ Rôle de l'effet du foehn

L'observation, notamment de la dissipation des nuages porteurs de pluie, en provenance du Nord-Ouest, lors du franchissement des crêtes de l'Atlas tellien, des Haut et Moyen Atlas, de la Dorsale tunisienne et de l'Atlas saharien laissent à penser l'existence d'un effet de foehn prononcé qui augmenterait ainsi l'aridité sur les flancs et les piémonts méridionaux immédiats de ces reliefs et renforcerait le passage brusque des formations forestières et dérivées à des formations steppiques. Le sujet est mal documenté, et pas quantifié. Mais on note une augmentation rapide des températures, au printemps, au piedmont sud de ces reliefs, ainsi que la présence, à vrai dire discontinue, ces ceintures d'espèces thermophiles (Le Houérou, 1969b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977) ; l'hypothèse paraît donc non seulement plausible mais probable.

b] Critères écologiques et biogéographiques

Nous avons admis comme limite supérieure de la zone aride la limite supérieure des steppes. Cette limite est *a priori* simple dans son principe ; mais en fait elle soulève des difficultés, en particulier au Maroc occidental. En effet, des végétations de nature forestière ou post-forestière peuvent coexister avec des steppes jusque sous l'isohyète de 200 mm, ou même légèrement moins. C'est notamment le cas de certains groupements à genévrier de Phénicie, à romarin, à arganier, à pin d'Alep voire à thuya de Berbérie qui peuvent voisiner avec des steppes d'alfa, d'armoise blanche, de sparte ou d'armoise champêtre. Mais cette coexistence ne dépasse nulle part le seuil de quotient évapotranspiratoire de 0.28. En d'autres termes, il n'existe pas de steppes au-dessus de l'isohyète de 400 mm de pluviosité moyenne annuelle à l'est du Moyen-Atlas et au-dessus de 350 mm au Maroc occidental. Cette limite longe les piedmonts sud et est des Haut et Moyen Atlas, les flancs N et S de l'Anti-Atlas, les piedmonts sud de l'Atlas tellien d'Algérie et de la Dorsale tunisienne ainsi que le flanc sud du Jebel Akhdar de Cyrénaïque. Quelques cas typiques d'enclaves steppiques en zones semi-arides sont fournis au Maroc Oriental : Alhoceima, Tetouane, Berkane, les plaines des Triffa, d'Oujda, de Debdou et d'El Atteuf, etc.. Les mêmes phénomènes se remarquent en zone tellienne d'Algérie dans la basse vallée du Chéliff et les plaines de l'Habra et de la Mina en Oranie, ainsi qu'entre Oran et Arzeu où existent des steppes d'Alfa très typiques sous environ 350-380 mm de pluviosité moyenne annuelle.

Il existe aussi des steppes d'alfa et d'armoise blanche sur quelques milliers d'hectares en situation d'ombre pluviale du Djurdjura à l'intérieur des Bibans dans le défilé des « Portes de Fer » aux environs de Hammam el Biban en Kabylie (entre Bouira et Borj-Bou-Arrerij) et quelques milliers de km² dans les régions de Tadjerouine, Kalaa Djerda et Kalaat es-Senam dans le haut bassin de l'Oued Mellègue, à la frontière algéro-tunisienne, toujours sous des pluviosités moyennes annuelles de l'ordre de 340 mm à 380 mm. Une partie de ces zones est représentée sur la carte phytoécologique de la Tunisie au 1/200 000, feuille n° V : le Kef-Thala-Feriana, où apparaissent une vingtaine de groupements steppiques, à armoises notamment (Floret *et al.*, 1967).

Toutes ces enclaves steppiques en zone tellienne sont bien mises en évidence par les cartes pluviométriques des 3 pays par Gaussen et ses collaborateurs (1954). Ces cartes, par un choix judicieux des couleurs, mettent en relief de façon très claire la discontinuité écologique majeure représentée dans l'ensemble de l'Afrique du Nord non atlantique par l'isohyète de 400 mm *(Fig. 2 et 36)*.

Par ailleurs nous avons montré que l'isohyète annuelle de 400 mm correspondait à un accroissement brutal de la variabilité de la pluviosité annuelle qui passe de 25-30 % à 35-40 % entre 400 et 350 mm comme il a été mentionné plus haut.

Sur le plan phytogéographique l'apparition de la végétation steppique correspond à l'irruption des espèces ibéro-maghrébiennes, irano-touraniennes et saharo-arabiques dans le cortège floristique zonal, alors qu'elles sont absentes dans la végétation des régions semi-arides à dominance forestière et quasi-exclusivement formée de sippes méditerranéennes, euro-sibériennes, plurirégionales et cosmopolites.

c] Critères agronomiques

La culture fiable des céréales avec une probabilité de récolte de 75 à 80 % en utilisant les meilleures techniques connues requiert, en Afrique du Nord, une pluviosité moyenne annuelle de 400 mm (Le Houérou, 1959a, 1960c ; CAEES, 1961). Cette limite s'abaisse à 300-350 mm au Maroc atlantique en raison de la plus faible ETP résultant d'un déficit de saturation inférieur à celui observé dans l'hinterland aux mêmes latitudes. Le même phénomène se retrouve au Proche-Orient pour d'autres raisons : variabilité plus faible de la pluviosité et saison pluvieuse monomodale concentrée sur la période hivernale (60 à 80 % des pluies intervenant en Décembre-Janvier-Février).

Il en résulte que la céréaliculture en sec en zone aride est toujours une spéculation de subsistance, le coût commercial de la culture étant, en moyenne, supérieur à la valeur de la récolte.

Il existe une exception toutefois, représentée par l'arboriculture pluviale à grand écartement dans la zone aride en Tunisie et en Libye sur des sols sableux profonds sous 200-400 mm de pluie (photos 48-52 & 59-71). Cette arboriculture pluviale de zone aride n'est pas seulement une activité de subsistance ; elle a été pratiquée de façon commerciale en Tunisie centrale depuis près d'un siècle ; environ 10 % des olivettes sfaxiennes appartenaient à des sociétés commerciales jusqu'à l'indépendance en 1956. Depuis l'indépendance ces olivettes appartiennent en totalité à des agriculteurs tunisiens. Mais cette arboriculture sèche constitue une exception à l'échelle des zones arides mondiales. Elle s'explique par la conjonction d'un certain nombre de facteurs :

- une répartition bimodale des pluies étalée sur 6 mois,
- l'existence de grandes zones à sols sableux profonds,
- la survivance de techniques de culture et de conservation de l'eau et des sols mises au point depuis, semble-t-il, l'Antiquité, mais peut-être et surtout,
- l'existence d'un héritage culturel très ancien de traditions paysannes favorables à l'arboriculture et surtout à l'oléiculture, une sorte d'"oléâtrie" à racines probablement phéniciennes et romaines.

d] Critères géographiques et géomorphologiques

La limite supérieure des steppes correspond assez grossièrement à celle d'une morphologie aride caractérisée par la présence de 2 à 4 glacis d'érosion bien développés et emboîtés, occupant les synclinaux. L'endoréisme est relativement fréquent. La zone steppique correspond également à l'existence de superficies appréciables soumises à l'érosion et à la sédimentation éolienne qui coexistent avec les phénomènes d'érosion et de sédimentation hydrique. La morphologie éolienne n'y prend cependant pas l'ampleur ni la généralisation qu'elle développe dans la zone hyper-aride.

B. Limite inférieure de la zone aride (s.s.)

L'interface entre les zones aride et hyper-aride (ou saharienne) a été définie de multiples façons (Capot-Rey, 1952). Nous avons constaté, dès 1959, que la limite de l'alfa, proposée par Capot-Rey, constitue un critère objectif que l'on peut mettre en corrélation avec de nombreux autres. Il s'agit, bien entendu, de la limite écologique de la plante et non de sa limite réelle et actuelle, car celle-ci a pu être considérablement modifiée par l'homme notamment par les défrichements. On sait que l'alfa détruit ne se reconstitue pas dans les conditions anthropozoïques récentes ou actuelles de la steppe (Le Houérou, 1969b). Nous avons pu suivre cette limite écologique en Tunisie, en Libye, en Algérie et au Maroc jusqu'au Tafilalet et à l'Anti-Atlas *(Fig. 4, 6, 8, 10, 12, 28, 36)*.

Dans les Dahars tuniso-tripolitains des Jebels Matmata et Nefousa, vers les isohyètes de pluviosité moyenne annuelle de 100-120 mm, l'alfa quitte les glacis d'érosion et les flancs de collines à sols squelettiques pour se réfugier dans les thalwegs ; il devient ripicole, pour disparaître totalement des oueds vers les isohyètes de 75-80 mm (Beni Walid, Sinaouen, Dehibat, Borj Bourguiba, (ex Borj Le Boeuf), Remada, Douiret, Gafsa, Kriz, M'dilla, Metlaoui, Tamerza, Négrine, Khanga Sidi Nagi, Foum el Gherza, Biskra, Tolga, Ouled Djellal, Oued Jedi, Hassi R'mel, Brezina, Beni Ounif). Ces faits peuvent s'observer sur les revers de cuesta de l'arc du Jebel Nefousa depuis le sud de Misourata jusqu'à Nalout, à la frontière tunisienne et de Dehibat jusqu'au Jebel Tebaga entre Gabès et Kebili et ensuite le long des flancs sud de la chaîne des chotts entre El Hamma et Degache.

On peut l'observer de nouveau tout au long de l'Atlas saharien depuis Foum el Khanga au nord du Chott Rharsa jusqu'à Béchar, partout où cette limite naturelle n'a pas été occultée par les défrichements. Le cas est particulièrement net dans la « Chebka » du M'zab dont les ravins les plus septentrionaux au N-O de Berriane portaient encore dans les années 1960 quelques touffes d'alfa ; il restait encore des lambeaux de steppe sur les affleurements rocheux du « Plateau des Dayas » à mi-chemin entre Berriane et Laghouat et même pratiquement jusqu'à la latitude de Hassi Remel, comme nous avons encore pu l'observer en 1966. Il se trouve que l'isohyète annuelle de 100 mm passe aux environs de Berriane. Plus à l'ouest la limite méridionale de l'alfa se confond avec les flancs méridionaux de l'Atlas Saharien, jusque 15 km au N de Béchar (90 mm). De Beni-Ounif (108 mm) et Figuig (128 mm) la limite sud de l'alfa suit le sud du Jebel Grouz jusque 15 km au N de Béchar, Ain Chair, Bou Anane (au sud de la plaine du Tamlelf), elle rejoint le piedmont sud du Haut-Atlas à Gourrama (155 mm) et Rich (113 mm) et les suit jusque Boumalne du Daddés (117 mm). Cette limite ceinture le Jebel Sarhro et rejoint le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas au Jebel Siroua et à Tazenakht, à 30 km à l'ouest de Ouarzazate (120 mm) ; elle suit le flanc sud de l'Anti-Atlas jusque l'oued Akka entre Imitek et Tisgui-Ida-ou-Ballou. A l'ouest de l'oued Akka, les steppes d'alfa sont relayées par les formations à Arganier (Emberger, 1939). Il n'y a pas de steppes d'alfa au nord et à l'ouest de l'Anti-Atlas, du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas (Emberger, 1939).

Mais Trabut (1889) signale la présence de nappes d'alfa dans les jebels Hadid (50 km au N-E d'Essaouira vers Safi) et Amistten (40 km au S-E d'Essaouira vers Tamanar), ainsi que dans le Chiadma, le Haha et chez les Aouira, au N-O du Grand Atlas. Vers 1881 Essaouira (Mogador) exportait 3000 à 4000 tonnes d'alfa par an (Trabut, 1889). Il ne reste plus, semble-t-il, que des touffes isolées d'alfa dans ces régions, au point que Emberger n'en signale pas la présence dans sa description de la végétation du Maroc publiée en 1939.

a] Critères climatiques

La limite ainsi définie par l'alfa correspond à très peu de chose près à l'isohyète moyenne annuelle de 100 mm (voir la carte, *Fig. 2, 33 et 36*). Cette isohyète correspond aux valeurs suivantes d'autres variables climatiques et de quelques indices :

- Variabilité de la pluviosité annuelle égale ou supérieure à un coefficient de variation de 0.8 ($v = \sigma/P \geq 0.80$).
- Existence de périodes de 12 mois ou davantage sans pluies mesurables. De telles périodes n'existent pas lorsque P>100 mm.
- Pluviosité moyenne mensuelle égale ou inférieure à 2 fois la température moyenne mensuelle pendant tous les mois de l'année ($P \leq 2t$ pendant 12 mois).
- Pluviosité moyenne mensuelle inférieure à 1/3 de l'évapotranspiration potentielle pour tous les mois de l'année ($P \leq 0.35$ ETP pendant 12 mois).

- Indice pluvio-évapotranspiratoire égal ou inférieur à 0.065 ($P \leq 0.065$ ETP).
- Quotient pluviothermique d'Emberger inférieur à 10 ($Q_2 \approx Q_3 \leq 10$).
- Indice xérothermique de Gaussen égal ou supérieur à 300 ($I_x \geq 300$).
- Indice de De Martonne inférieur à 3.3 ($I=P/(T+10) \leq 3.3$).

De fait, la valeur 5 de son indice indiquée par De Martonne comme limite des steppes sèches et des déserts est trop élevée. Cette limite est, en Afrique du Nord, voisine de $P/(T+10) \approx 3.3$. En effet, comme t est voisin de 20°C, donc $P/(20+10)=100/30=3.3$.

- L'indice de Lang (P/t) par contre, présente une valeur-seuil de 5 entre la zone steppique et saharienne : $P/t=100/20=5$ (Le Houérou, 1959a).

Il faut noter ici l'interprétation de la végétation de la moyenne vallée de la Moulouya (Missour et Outate el Haj) par Pujos (1955, 1958), puis par Sauvage (1963a et b). Ces auteurs ont estimé que la végétation de Chénopodiacées chaméphytes (*Agathophora, Halogeton, Anabasis, Atriplex, Noaea, Salsola, Hammada*, etc.) de la moyenne vallée de la Moulouya représentait une enclave saharienne à hivers froids. Cette interprétation nous paraît erronée car :

- la pluviosité y est très nettement supérieure à 100 mm (Missour : 159 mm ; Outate el Haj : 157 mm) ; le quotient pluvio-évapotranspiratoire est de 0,11 ; il ne s'agit donc pas d'une zone hyper-aride ;
- la zone en question n'est pas très froide car il existe d'importantes cultures d'oliviers dans ces oasis et celles qui les entourent ;
- la végétation de Salsolacées qui avait induit cette interprétation ne résulte pas de l'aridité climatique mais de la présence généralisée dans cette zone, immédiatement sous la surface du sol, d'un épais encroûtement de gypse pulvérulent plus ou moins salifère, d'où la présence de chénopodiacées halophiles et gypsophiles (Le Houérou, 1969 d ; voir les photos n° 27 & 28).

Ce fait semble avoir échappé aux deux auteurs précités puisqu'ils n'en font pas mention. D'ailleurs des lambeaux de steppe d'alfa y subsistaient encore en 1969. Leur dégradation peut s'expliquer par le fait que cette zone constitue un couloir de transhumance très fréquenté par les troupeaux depuis des siècles et par la relativement forte densité de la population humaine que représentent ces deux centres. Lorsqu'on s'éloigne de cet axe de transhumance les mêmes substrats gypseux portent des steppes d'alfa, de sparte ou d'armoise blanche, il s'agit donc d'un cas de désertisation renforcé par la nature du substrat édaphique.

b] Critères phytogéographiques et zoogéographiques

Dès 1959 nous avons montré que la limite inférieure de la zone aride correspondait à un brusque accroissement du taux des espèces saharo-arabiques dans la composition de la flore ; le taux de ces espèces passe soudainement de 20 à 40 % (Le Houérou, 1959a, vol. 2 pp. 199-202).

Inversement le taux des espèces méditerranéo-steppiques diminue de 76 à 59 % par rapport à la partie méridionale de la zone aride (Le Houérou, 1959a ; Celles, 1975).

On note des phénomènes identiques dans la répartition de la faune. Au-dessous de l'isohyète de 100 mm apparaissent les espèces typiquement sahariennes : gazelle de rhim (ou leptocère), gazelle Dama, le fennec, le renard famélique, le renard pâle (ou des sables), le chat de Margueritte, le chat des sables. Parmi les rongeurs typiquement sahariens on rencontre le rat épineux, les gerbilles, la gerbille à queue en massue, le mérion du désert, la petite gerboise, les goundis vali, *Massoutiera* et *Felovia*, le rat-taupe. Les hyracoïdés sahariens ne pénètrent pas dans les steppes. Les oiseaux résidents sahariens, au nombre d'une trentaine, ne transgressent guère l'isohyète de 100 mm vers le nord. Les reptiles sahariens sont près d'une centaine : 66 espèces de lézards et 30 espèces de serpents. Il existe aussi un grand nombre d'insectes strictement sahariens. Pour la répartition des animaux en fonction de l'aridité, se reporter aux annexes I, II et III : tableaux de répartition éco-climatique des mammifères, des oiseaux et des reptiles dans les zones arides *s.l.* de l'Afrique du Nord.

Inversement, un certain nombre d'espèces sont communes aux steppes et au Sahara : la gazelle commune, le mouflon à manchettes, la hyène striée (très rare), le chacal commun, le ratel, le zorille, le lynx caracal, la genette, la mangouste d'Egypte, le chat libyque. Parmi les rongeurs communs aux steppes et

au Sahara on note : Les mérions de Shaw et de Libye, le rat obèse des sables, la grande gerboise, les gerbilles champêtre et de Simon, le goundi commun et les deux écureuils terrestres : de Barbarie et de Geoffroy (ce dernier au Sahara atlantique). Parmi les lagomorphes, le lièvre du Cap est commun à la fois dans les steppes et au Sahara. Une quarantaine d'oiseaux résidents sont communs aux deux zones.

Les reptiles communs aux zones aride et hyper-aride sont le naja d'Egypte, la vipère cornue, la vipère échis,la couleuvre de Rogers, le varan gris et une vingtaine de lézards, scinques et tarentes.

Inversement, un certain nombre d'espèces méditerranéo-steppiques ne pénètrent pas au Sahara, dont en particulier : le sanglier, le lapin, la gazelle de Cuvier, la vipère lébétine, la couleuvre de Montpellier. Pour le détail, voir l'annexe I, et aussi : Aulagnier & Thévenot, 1986 ; F. Bernard, 1954 ; J. Bernard, 1969 ; Dekeyser & Dérivot, 1959 ; Dorst & Dandelot, 1970 ; Etchécopar & Hüe, 1964 ; Grenot, 1969 ; Halthenorth *et al.*, 1985 ; Heim de Balsac, 1936 ; Heinzel *et al.*, 1985 ; Hufnagl, 1972 ; Kowalski et Kowalska, 1991 ; Lambert, 1984 ; Lavauden, 1924, 1926 ; Le Berre, 1989, 1990 ; Le Houérou, 1992g ; Neithammer, 1971 ; Petter, 1961 ; Pierre, 1958 ; Popov *et al.*, 1984).

c] Critères écologiques

La limite de 100 mm correspond à l'apparition de la végétation contractée sur les regs et les glacis d'érosion à sols squelettiques. La végétation contractée caractérise les déserts vrais (Kilian, 1925 ; Monod, 1936, 1954 ; Le Houérou, 1959a). Mais les modes diffus ou contracté ne dépendent pas seulement de la sécheresse climatique, ils dépendent aussi du substrat édaphique et de l'état dynamique de la végétation.

Sur substrat sableux, la végétation peut conserver le mode diffus jusque sous 50 mm de pluviosité moyenne annuelle ou même moins. Il existe donc bien des steppes à végétation diffuse sur substrat sableux au Sahara septentrional. Ce point très important sera repris plus loin.

Sur les regs peu dégradés la végétation contractée apparaît vers 100 mm ; mais dans les zones dégradées elle peut apparaître vers 150 mm ou légèrement plus. C'est la raison pour laquelle nous avons retenu l'isohyète annuelle de 100 mm ± 50 comme limite entre la zone aride steppique et la zone hyper-aride désertique.

Par ailleurs, les groupements végétaux du Sahara septentrional sont généralement dominés par des espèces sahariennes ou sub-sahariennes : *Calligonum spp., Genista saharae, Cornulaca spp., Moltkiopsis spp., Salsola spp., Hammada spp., Anabasis spp., Artemisia spp.*, mais certaines espèces dominantes sont aussi réparties dans toute la zone aride steppique telles *Stipagrostis pungens, Retama raetam, Ziziphus lotus, Acacia raddiana, Pistacia atlantica.*

C'est peut-être au niveau des espèces annuelles que la flore est la plus typiquement saharienne au-dessous de l'isohyète de 100 mm. Nous en avons donné de longues listes par ailleurs.

Espèces très communes et typiquement déserticoles du Sahara septentrional

A Pérennes	*Agathophora (Halogeton) alopecuroides*	**B Annuelles**	*Ammodaucus leucotrichus*
	Androcymbium saharae		*Astragalus spp.*
	Anvillea radiata		*Brocchia cinerea*
	Calligonum spp.		*Caylusea hexagyna*
	Cornulaca monacantha		*Centaurea furfuracea*
	Cyperus conglomeratus		*Diplotaxis acris*
	Ephedra alata		*Echium trigorrhyzum*
	Euphorbia guyoniana		*Erucaria uncata*
	Fagonia microphylla		*Gymnarhena micrantha*
	Helianthemum brachypodum		*Launaea glomerata*
	Heliotropium bacciferum		*Matthiola livida*
	Moltkiopsis ciliata		*Megastoma pusillum*
	Oudneya africana		*Monsonia nivea*
	Pancratium saharae		*Morettia canescens*
	Panicum turgidum		*Neurada procumbens*
	Pulicaria crispa		*Oligomeris linifolia*
	Randonia africana		*Ormenis lonadioides*
	Salsola baryosma		*Plantago ciliata*
	Salsola tetragona		*Pseuderucaria clavata*
	Tamarix spp.		*Pseuderucaria tourneuxii*
	Urginea noctiflora		*Savignya parviflora*
	Zilla spp.		*Stephanochilus omphalodes*
	Zygophyllum geslini		*Volutaria leucantha*

d] Critères édaphiques et pédologiques

On ne rencontre guère de sols évolués zonaux au-dessous de l'isohyète de 100 mm. Il s'agit de sols bruts climatiques : régosols (friables) ou lithosols (durs), que l'on appelle aussi formations superficielles. Ce phénomène est du à la faiblesse de la teneur en matière organique (0.5 à 0.1 %, ou moins) résultant elle-même de la rareté de la végétation pérenne et de la faiblesse de la biomasse. La zone aride, au contraire, possède des sols évolués steppiques (siérozems, sols bruns arides, yermosols) contenant 0.5 à 2.5 % de matière organique et parfois plus dans les horizons supérieurs.

Les sols gypseux et salés sont fréquents au Sahara septentrional, mais ils ne le caractérisent cependant pas, car ils sont parfois également fréquents dans la zone aride *sensu stricto* (Tunisie centrale, Djeffara, Hodna, Zahrez algériens).

e] Critères géomorphologiques

Les processus géomorphologiques éoliens sont largement dominants au-dessous de l'isohyète de 100 mm avec, pour corollaire, l'existence de divers types de regs et de dunes. Un caractère tout à fait original de cette zone est l'ennoiement sableux des flancs de collines et buttes-témoins (Gour) sous des voiles, placages et nappes de sables mobiles pouvant aller jusqu'à l'existence de barkhanes sur de fortes pentes. Ce phénomène ne se rencontre guère dans la zone steppique aride *sensu stricto*. De même les lits mineurs des oueds sont souvent envahis par des rhebdous, nebkas, reboubs et barkhanes (voir Le Houérou, 1986 a, pour la définition de ces termes), en raison de la rareté des écoulements ; ce phénomène n'existe guère en zone aride où les lits mineurs sont régulièrement déblayés, en moyenne une à trois fois par an.

Bien entendu, ces processus et cette morphologie actuelle recouvrent des formes héritées du Quaternaire qui présentent un modelé typique de zone aride avec ses glacis d'érosion et ses terraces emboîtés au nombre de 2 à 4 ; les glacis sont souvent fossilisés par d'épaisses croûtes calcaires ou gypseuses jusque sous l'isohyète de 50 mm, environ.

f] Critères géologiques structuraux

La lisière saharienne, le long de l'isohyète annuelle de 100 mm, correspond assez bien à la flexure sud-atlasique et au passage d'une morphologie de style jurassique à une morphologie monoclinale ou subhorizontale caractéristique de la plate-forme saharienne. Nous sommes donc à la limite entre deux provinces structurales bien caractérisées du Sud Marocain jusqu'au golfe de la Grande Syrte. A l'est de Misourata (Libye) les formations monoclinales de la plateforme saharienne atteignent le rivage méditerranéen.

g] Critères agronomiques

Deux constats s'imposent :

- ❑ Toutes les cultures sont irriguées au-dessous de l'isohyète de 100 mm du Canal de Suez jusqu'à l'Atlantique ; il n'y a pas de culture en sec au Sahara.
- ❑ Les cultures en sec (dites aussi cultures pluviales ou cultures sous pluie) existent dans toute la zone aride jusque sous l'isohyète de 100 mm, dans toute l'Afrique du Nord. Ces cultures sont essentiellement l'orge et accessoirement le blé pour ce qui concerne les cultures annuelles.

Il s'agit, bien entendu, d'une culture de subsistance, épisodique et aléatoire liée à la conjoncture pluviométrique automnale de l'année considérée, avec des probabilités de récolte de l'ordre de 50 % à la limite de la zone semi-aride sous 400 mm de pluviosité moyenne annuelle et de 10 % à la limite du Sahara, sous 100 mm. Les rendements moyens interannuels sont de l'ordre de 1 kg de grain, soit 3 kg de MS totale, par mm de pluie (Le Houérou, 1962a).

Les cultures de ruissellement sont généralisées entre les isohyètes de 100 et 200 mm et localement développées entre les isohyètes de 70 à 100 mm. Dans ce dernier cas, il s'agit de grands systèmes hydrauliques allogènes avec de très grands bassins versants, par exemple dans les régions de Mizda et

Beni Walid dans le sud des Dahars du Jebel Nefousa tripolitain et au sud des Némenchas. Elles dépendent de l'existence de conditions locales de sols et de topographie favorables notamment dans les piedmonts du Jebel Nefousa, des Matmata, des Némenchas, des Aurès, dans le Bassin du Hodna et le long des piedmonts sud de l'Atlas saharien du Haut-Atlas et de l'Anti-Atlas.

Ces cultures de ruissellement, encore appelées cultures d'oued, concernent les céréales, mais aussi l'arboriculture : olivier, figuier, dattier, grenadier, amandier. Elles sont particulièrement bien développées en Tunisie, en Tripolitaine et en Marmarique égyptienne, pour ce qui concerne l'arboriculture ; mais surtout sur les piedmonts des Némenchas, des Aurès, du Hodna et de l'Anti-Atlas pour ce qui concerne la céréaliculture.

L'arboriculture en sec *sensu stricto* est limitée aux sols sableux grossiers et profonds en Tunisie (Sfax, Djerba, Zarzis, Maknassy) et en Tripolitaine (Yeffren, Sabratha, Azizia, Tarhouna, Misourata) sous des pluviosités qui peuvent localement s'abaisser à 170 mm (Maharès, Chahal, Zwara, Ben Gardane), mais jamais à 150 mm.

Tous les nombreux essais, en particulier l'implantation d'olivettes, effectués sans utilisation du ruissellement, sous moins de 170 mm (Bir Ghanem, El Assa, Gabès, Oudref, Oglet Merteba, Garaat Zougrata, Bou Hedma, Graïba, Mezzouna, Sebkhet en Noual, Sened, Sebkha Sidi Mansour, Gafsa, Redeyef, Moularès, Metlaoui, Dépression du Hodna, Bou Saada, etc.) se sont soldés par des échecs, y compris sur des sols sableux profonds.

h] Critères de systèmes de production animale

Ici encore deux constats s'imposent :

- Les systèmes de production animale non irrigués sont tous de type migratoire (nomade ou transhumant) au-dessous de l'isohyète de 100 mm. Ce fait résulte de l'extrême variabilité de la pluviosité. Les coefficients de variation des pluies annuelles sont égaux ou supérieurs à 80 %, et l'existence de périodes de 12 mois, ou plus, sans pluie, donc sans production végétale et sans pâturage.
- Au-dessus de l'isohyète de 100 mm coexistent des systèmes sédentaires, quasi-sédentaires et migratoires. Des systèmes sédentaires et quasi-sédentaires existent dans toutes les zones montagneuses ou collinaires en bordure du Sahara (Jebels Nefousa et Matmata, Nemenchas, Hodna, tout le long des piedmonts sud de l'Atlas Saharien, du Haut-Atlas et de l'Anti-Atlas). Ces systèmes sédentaires et quasi-sédentaires (transhumance plaine-montagne de court rayon d'action, saisonnière ou quotidienne) concernent essentiellement l'élevage des petits ruminants. Ils peuvent être associés à des systèmes migratoires (chameaux et/ou moutons).

i] Le cas particulier du Maroc occidental *(Tableau 11)*

Si les steppes nord-africaines présentent une incontestable homogénéité sur les plans floristique, physionomique et climatique, celles du Maroc cisatlasique présentent des caractères particuliers induisant un très fort contraste avec les formations transatlasiques. Les formations végétales arides cisatlasiques se caractérisent par les faits suivants :

- L'alfa est virtuellement absent comme il a été noté plus haut (Emberger, 1939).
- Les steppes sont peu développées ; elles n'existent le plus souvent qu'à l'état vestigial de lambeaux résiduels de quelques ares à quelques hectares, sauf les steppes d'armoise blanche à l'ouest du Haouz de Marrakech vers Chichaoua et à l'est de Taroudant.

Cependant des espèces steppiques pérennes existent souvent à l'état plus ou moins isolé (*Stipa tenacissima, Artemisia herba alba, Hammada scoparia, Anabasis aphylla, Peganum harmala, Salsola vermiculata, Salsola sieberi, Frankenia corymbosa*, pour ne citer que les plus courantes (Nègre, 1956, 1959 ; Nègre & Peltier, 1976 ; Peltier, 1973, 1977a & b, 1982, 1983a & b, 1984, 1986). Les espèces vivaces mentionnées ci-dessus sont accompagnées par de nombreuses espèces annuelles typiquement steppiques, qui constituent le cortège habituel des steppes nord-africaines telles : *Astericus pygmaeus, Carrichtera annua, Cladanthus arabicus, Eruca vesicaria, Plantago ovata, Salvia aegyptiaca, Schismus barbatus, Stipa capensis* et quelques dizaines d'autres ; toutes ces espèces sont caractéristiques des steppes à armoise blanche (Le Houérou, 1959a, 1969b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977).

- L'état de dégradation avancé et semble-t-il ancien de la végétation par surpâturage, défrichement, culture et éradication des ligneux. On a affaire à une végétation fortement anthropisée (Nègre, 1959).

- La présence dans le Sous et le long du littoral au sud d'Essaouira d'une formation arborée, le parc à arganier, dans une zone par ailleurs typiquement aride sur le plan climatique, agronomique et floristique (Peltier, 1982 ; El Aboudi, 1990).

- La présence en zone littorale et sub-littorale de steppes succulentes et glycophiles à euphorbes cactoïdes (*E. echinus, E. resinifera, E. beaumierana*) et pachycaules (*E. regis-jubae, E. dendroides, E. balsamifera*). Ce type de steppe est unique en Afrique du Nord, mais il est partagé avec les zones arides insulo-atlantiques (Iles Canaries, Madère) ; il est donc d'affinité clairement macaronésienne et non plus typiquement méditerranéenne.

- La présence, en zone littorale, sub-littorale et sur les bas-versants du Haut-Atlas occidental et de l'Anti-Atlas, jusque 1000 m (et localement plus), d'une flore thermophile de forte affinité tropicale qui atteint ici ses latitudes les plus élevées en Afrique du Nord (33° N).

Cette flore thermophile se compose de quelques 80 espèces macaronésiennes (M), subtropicales (S), et tropicales (T) ; elle comprend aussi quelques espèces endémiques (E) ou naturalisée (N) ; certaines d'entre elles sont dominantes dans le paysage :

Acacia ehrenbergiana T
Acacia gummifera S,E
Acacia raddiana S,T
Amphinomia dichotoma T
Anagyris foetida S
Anethum graveolens M,S
Anethum theurkauffii M,S
Argania spinosa E,S
Balanites aegyptiaca T
Biarum bovei S
Boerhavia repens T
Calotropis procera T
Capparis decidua T
Caralluma munbyana S,E
Caralluma tombuctuensis T
Caralluma venenosa T
Cenchrus ciliaris S,T
Chamaecytisus albidus E,M
Crotalaria vialattei E,S
Cymbopogon schoenanthus S,T
Dactyloctenium aegyptium S,T
Dichanthium annulatum T
Dichanthium foveolatum T
Dichanthium ischaemum T
Digitaria nodosa S,T
Enneapogon brachystachyus S,T
Enneapogon glumosus S,T
Enneapogon scaber S,T
Eragrostis barrelieri S,T
Eragrostis pilosa S,T
Eragrostis trichophora S,T
Euphorbia balsamifera T,M
Euphorbia beaumierana S,M
Euphorbia dendroides S
Euphorbia echinus M
Euphorbia regis-jubae M
Euphorbia resinifera M
Euphorbia scordifolia T
Fimbristylis ferruginea T
Gisekia pharnaceoides S,T
Glinus lotoides S,T
Glossonema boveana T
Gomphocarpus fruticosus T
Heteropogon contortus S,T
Hibiscus micranthus T
Hyparrhenia hirta S,T
Hyphaene thebaica T
Imperata cylindrica S,T
Kleinia anteuphorbium M,E
Lasiurus hirsutus T
Maerua crassifolia T
Maytenus senegalensis T
Mesembryanthemum theurkauffii M,E
Mollugo cerviana T
Monsonia heliotropioides T
Nicotiana glauca N,T
Panicum turgidum S,T
Paspalum paspaloides S,T
Paspalum vaginatum S,T
Pennisetum divisum S
Pennisetum orientale S
Pennisetum setaceum S
Pennisetum violaceum T
Periploca laevigata S
Rhamnus lycioides S
Rhus pentaphyllum S
Rhus tripartitum S
Ricinus communis N,T
Saccharum spontaneum N,S
Salvadora persica T
Schouwia purpurea T
Seetzenia africana T
Sporobolus ioclados T
Stipagrostis acutiflora T
Stipagrostis hirtigluma T
Sueda monoica S,T
Tetrapogon requienii S,T
Tetrapogon villosus S
Tragus racemosus S,T
Trianthema pentandra T
Warionia saharae S,E,M
Withania frutescens S

Quelques unes de ces espèces ne dépassent pas l'Anti-Atlas vers le nord (*Acacia raddiana, A. ehrenbergiana, Balanites aegyptiaca, Calotropis procera, Crotalaria vialattei, Lasiurus hirsutus, Maerua crassifolia, Maytenus senegalensis, Schouwia purpurea*) ; ce sont, en Afrique du Nord, des espèces d'affinité tropicale saharienne qui transgressent peu sur la zone aride, cantonnées dans/ou le long des lits d'oued.

En termes de pluviosité, de fiabilité des cultures et de rapport pluvio-évapotranspiratoire, la limite supérieure de la zone aride occidentale marocaine correspond sensiblement à l'isohyète annuelle de 350 mm ; soit 50 mm de moins que dans le reste de l'Afrique du Nord.

Par exemple, nous avons en zone semi-aride (P>350 ; 100.P/ETP≥28) :

Tableau 11. Relations entre P, P/ETP et Q2 au Maroc atlantique

Stations	P	100.P/ETP	Q_2 (Emberger, 1955)
Agoudim	361	38	34
El Jadida	366	32	59
Itzère	362	32	35
Settate	408	31	47
Berkine	362	30	37
Khouribga	395	30	44
Tatelmcène	370	30	35
Berrechid	374	29	44
Mellila	401	29	45
Sk el Had/Draa	388	28	48
Saka	373	28	?
Par contre sont classés en zone aride (P≤350 ; 100.P/ETP<28) :			
Berkane	350	27	44
Essaouira	295	27	80
Jemaa n'Tirhirt	339	26	30
Nador	329	26	49
Oujda	335	26	38
Al Hoceima	327	25	66
Safi	336	26	54
Sidi Bennour	317	23	36
El Borouj	334	22	30
Tamanar	313	20	35

La ligne de démarcation entre la zone aride et la zone semi-aride, c'est à dire la valeur-seuil de 0.28 du coefficient pluvio-évapotranspiratoire est cohérente sur l'ensemble de l'Afrique du Nord ; cette valeur-seuil a été retenue en fonction des faits biogéographiques et agronomiques, entre autres (Le Houérou, 1989b,figures 2, 3, 4, 5, 10 ; tableaux 2, 4, 5 et 7).

La limite supérieure de la zone aride occidentale marocaine correspond également à P/PET < 0.28 mais, du fait de la moindre ETP, elle y correspond à l'isohyète moyenne annuelle de 350 mm au lieu de 400 mm dans le reste de l'Afrique du Nord, comme il est montré ci-dessus.

Au nord et à l'ouest du Haut-Atlas, les limites que nous avons retenues débordent très sensiblement, vers la zone semi-aride, celles données par Nègre (1959) et Sauvage (1963a et b). C'est le cas des stations de Sidi Bennour, Safi, Essaouira, qui, pour les deux auteurs précédents sont en zone semi-aride, ce qui est en contradiction avec la productivité et la fiabilité des cultures. Par contre, la station de Kasba-Tadla qui, pour Sauvage (1963a et b), est très distinctement localisée en zone aride, est, dans cette perspective typiquement semi-aride, à la fois par sa végétation spontanée et par la nature, la productivité et la fiabilité des cultures pluviales ; d'ailleurs, Nègre (1959) place également cette station en zone semi-aride. Pour Nègre, Kouribga et Oued Zem sont en zone aride ; mais, pour nous elles appartiennent à la zone semi-aride, pour les mêmes raisons que Kasba-Tadla. Pour Sauvage et Nègre, la limite supérieure de la zone aride correspond sensiblement à l'isohyète de 300 mm, au Maroc occidental ; alors que nous retenons 350 mm. La différence est, somme toute, assez minime (Le Houérou, 1989a, pp. 98 et 99) ; cette différence est plus nette en zone littorale et sub-littorale atlantique (Safi, Essaouira, Sidi Bennour) qu'en zone continentale cis-atlasique (Khouribga, Oued Zem, Kasba-Tadla) où elle s'annule et tend même à s'inverser. Ceci est dû au fait que le quotient pluviothermique d'Emberger tend à sous-estimer l'évapotranspiration potentielle en zone littorale, mais à l'exagérer en zone continentale (Le Houérou, 1989a, pp. 98 et 99) ; or les valeurs de ce quotient ont servi de guide à Nègre et Sauvage. C'est ainsi que Ait Hani (209 mm, alt. 1950 m) en versant sud du Haut-Atlas et Talaat N'Yacoub (544 mm, alt. 1400 m) en situation comparable, plus à l'ouest, sont tous deux classés en zone semi-aride à la limite de la zone aride sur le diagramme de Sauvage (1963a et b) alors que nous les classons aride moyen et sub-humide respectivement.

D'après Troin (1968), la zone aride marocaine occidentale, telle que définie ci-dessus, comprenait en 1965 environ 1 500 000 ha de céréales en culture traditionnelle dont 750 000 ha d'orge. Les rendements moyens n'atteignaient nulle part 10 q/ha/an (moyenne 4 à 5 q), contrairement à la zone semi-aride où elle dépassait localement 20 q (moyenne 10-12 q). Cette zone présente une grande originalité à l'échelle nord-africaine : l'existence de près de 180 000 hectares de maïs en culture pluviale traditionnelle en zone littorale et sub-littorale au Nord du Cap Tafelney (80 km au Sud d'Essaouira), avec il est vrai de faibles rendements(3 q/ha).

La limite inférieure de la zone aride occidentale marocaine, c'est à dire la limite supérieure du Sahara marocain correspond à l'isohyète de 100 mm, c'est à dire approximativement au cours moyen et inférieur de l'Oued Draa en aval de Ouarzazate (120 mm) et du Jebel Sarhro : Aourioura (102 mm), El Ayoun du Draa (110 mm), Tantan (112 mm), Tiglite (110 mm), Tarhjijcht (120 mm), Talate n'Issi (100 mm), Tata (100 mm), Ifrane de l'Anti-Atlas (120 mm), Tazenakht (119 mm), Agdz (108 mm). A l'est de Ouarzazate, cette limite longe l'oued Daddès : Skoura (110 mm) puis continue vers le NE : Tinnjad (104 mm), Tinerhir (130 mm), Goulmima (130 mm), Er Rachidia (= Ksar es Souk) (140 mm), Rich (113 mm), Boudenib (112 mm), Beni Ounif (Algérie, 108 mm), Figuig (128 mm). Ne sont donc pas sahariennes : les stations de Goulmime (ex. Goulimine, 132 mm), Bou Izarkane (130 mm), Tafraoute (168 mm), Ait Abdallah (160 mm), Irherm (186 mm), Talsinnt (182 mm), Bou Arfa (196 mm). Il faut noter que les données de la carte de Gaussen, Bagnouls et Roux (1954) basées sur les moyennes 1925-1949, sont dans ces zones, environ 25 % inférieures aux normales de 1933-1963 utilisées dans notre classification (1989a).

Par contre, les stations suivantes font incontestablement partie du Sahara : Béchar (90 mm), Erfoud (70 mm), Rissani (74 mm), Ainit (90 mm), Zagora (75 mm), Tagounit (60 mm), Foum Zguid (90 mm), Tata (100 mm), Akka (90 mm), Foum el Hassane (80 mm), Assa (80 mm), El Ayoune du Draa (110 mm), Tantan (112 mm). Cette limite sud de la zone aride diffère sensiblement de celle de Sauvage (1963a et b) suivant laquelle les stations de Aouiroura, Goulmima, Tazenakhte, Ouarzazate, Skoura, Boumalne, Er-Rachidia, Gourrama, Talsinnt et Bou Arfa sont situées en zone saharienne, ce qui, pour nous, est contraire aux faits de terrain, qui les placent dans la zone aride non loin, il est vrai, au nord de la limite du Sahara. De nombreux relevés phytosociologiques témoignent en faveur de notre interprétation ; nous avons en effet étudié en détails, sur le terrain, les limites N et S de la zone aride marocaine, notamment en 1969, en 1989 et en 1991.

9. Zones géographiques et régions naturelles

A. Sous-zones biogéographiques

Délimitées de la façon décrite ci-dessus, les zones arides nord-africaines peuvent se subdiviser en trois sous-zones en fonction des mêmes critères : P, P/ETP, flore, végétation, utilisation des terres, nature, productivité et fiabilité des cultures.

a] On peut distinguer une zone « aride supérieure » constituant la transition avec la zone semi-aride. Elle se caractérise par :

- La coexistence de formations forestières (pin d'Alep, thuya de Berbérie, genévrier de Phénicie, arganier) et steppiques.
- L'existence de formations steppiques « postforestières » avec des reliques forestières : pin d'Alep, thuya de Berbérie, genévrier de Phénicie, oléastre, nerprun oleoïde, romarin, ciste du Liban, ciste à feuilles de sauge, lavande multifide, globulaire, *Rhus pentaphylla* (Tizra), *Rhus tripartita* (Jderi), *Genista microcephala, Rhamnus lycioides* (Sekkoum), Helianthèmes, *Fumana* spp., *Ajuga iva* subsp. *iva*, etc.

Ces formations sont parfois appelées « préforestière », expression inadéquate sur le plan dynamique car il s'agit, bien évidemment, de végétation forestière résiduelle, dégradée, en cours de steppisation (Le Houérou, 1969b), donc plutôt « postforestières » que « préforestières ».

- L'élément floristique d'affinité saharienne est négligeable : inférieur à 5 % ; l'élément méditerranéen atteint 85 % (Le Houérou, 1959a).

❑ On note aussi la culture généralisée des céréales (blé dur, blé tendre et orge) de subsistance, de type « traditionnel », avec de faibles rendements moyens inter-annuels. Mais il n'y existe pas de cultures céréalières de type moderne et à fins commerciales ; ces dernières caractérisent, au contraire, la zone semi-aride. La probabilité de récolte est de l'ordre de 40 à 60 % et les rendements ne dépassent pas de 5 à 10 q une année sur deux (Le Houérou, 1962a, 1969a et b ; Troin, 1968 ; CAEES, 1961).

❑ La pluviosité moyenne annuelle varie de 300 à 400 mm, et 300 à 350 mm au Maroc atlantique. Le quotient pluvio-évapotranspiratoire varie de 0.21 à 0.28. Ces deux valeurs-seuils ont été déterminées de façon graphique à partir de la position des stations climatiques sur l'éco-climagramme (Le Houérou, 1989a, pp. 132, figure 31) *(Fig. 4 et 10)*.

b] La zone « aride inférieure » est aussi appelée « présaharienne » ou « sub-désertique » (Le Houérou, 1968, 1969b ; Floret & Le Floc'h, 1975 ; Floret & Pontanier, 1962 ; Celles, 1975 ; Donadieu, 1977 ; Peltier, 1982) ; elle se définit par un certain nombre de caractères sur les mêmes critères mentionnés ci-dessus.

❑ Caractères phytogéographiques :

Le caractère saillant est la présence, et parfois la dominance d'environ 120 espèces d'affinité saharienne qui viennent s'ajouter au cortège steppique de l'ensemble de la zone aride (Le Houérou, 1959a, 1969b, 1984b ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Celles, 1975 ; Manière, 1975 ; Peltier, 1982) :

Achillea fragrantissima
Althaea ludwigii
Ammosperma cinerea
Ammosperma variabile
Anabasis aphylla
Anabasis aretioides
Anabasis articulata s.s.
Anarrhinum brevifolium
Anastatica hierochuntica
Anthyllis henoniana sericea
Anvillea radiata
Asphodelus refractus
Asphodelus viscidulus
Atriplex colerei
Atriplex dimorphostegia
Atriplex mollis
Boerhavia repens
Bubonium graveolens
Calligonum comosum
Carduncellus eriocephalus
Carduncellus mareoticus
Catananche arenaria
Caylusea hexagyna
Celsia ballii
Chenolea arabica
Chenolea tomentosa
Chrysanthemum deserticola
Chrysanthemum fuscatum
Chrysanthemum macrocarpum
Chrysanthemum trifurcatum
Chrysanthemum tripolitanum
Cladanthus arabicus
Convolvulus fatmensis
Convolvulus supinus
Convolvulus trabutianus
Cutandia memphitica
Cymbopogon schoenanthus
Danthonia forskahlii
Daucus biseriatus
Daucus sahariensis
Daucus syrticus
Didesmus bipinnatus
Echium trigorrhyzum
Enneapogon scaber
Erodium arborescens
Erodium guttatum
Erodium hirtum
Erucaria uncata
Euphorbia retusa
Fagonia fruticosa
Fagonia glutinosa
Fagonia harpago
Fagonia kahirina
Fagonia latifolia
Fagonia microphylla
Farsetia aegyptiaca
Farsetia hamiltonii
Forsskalea tenacissima
Gaillonia reboudiana
Gastrocotyle hispida
Genista saharae
Gymnarrhena micrantha
Gymnocarpos decander
Hammada schmittiana
Hammada scoparia
Haplophyllum tuberculatum
Hedysarum carnosum
Helianthemum confertum
Helianthemum ellipticum
Helianthemum glaucum
Helianthemum kahiricum
Heliotropium bacciferum
Launaea quercifolia
Lepidium subulatum
Limoniastrum feei
Limoniastrum guyonianum
Linaria fallax
Linaria laxiflora
Lotus chazaliei
Lotus roudairei
Malva aegyptiaca
Marrubium deserti
Matricaria pubescens
Matthiola livida
Medicago laciniata
Medicago minima
Megastoma pusillum
Moricandia nitens
Neurada procumbens
Nitraria retusa
Notoceras bicorne
Ormenis eriolepis
Ormenis lonadioides
Pennisetum asperifolium
Pennisetum divisum
Perralderia coronopifolia
Picris coronopifolia
Pituranthos chloranthus
Pituranthos intermedius
Pituranthos rholfsianus
Polycarpaea repens
Pseuderucaria clavata
Pseuderucaria tourneuxii
Pulicaria crispa
Reseda alphonsi
Reseda lutea
Rhanterium adpressum
Rhanterium intermedium
Rhanterium suaveolens
Saccocalyx satureioides
Salsola sieberi
Salsola vermiculata brevifolia
Salsola zygophylla
Salvia aegyptiaca
Salvia jaminiana
Scrophularia saharae
Stipagrostis foexiana
Stipagrostis obtusa
Stipagrostis plumosa
Tetrapogon villosus
Thymelaea microphylla
Traganopsis glomerata
Traganum moquinianum
Traganum nudatum
Tricholaena teneriffae
Trigonella anguina
Vaccaria pyramidata
Zygophyllum cornutum

Cette relativement longue liste a conduit certains auteurs à fixer la limite du Sahara à l'isohyète de 150 ou même 200 mm. Mais l'isohyète de 100 mm est une barrière beaucoup plus importante car la liste des espèces sahariennes limitées par cet isohyète se monte à plusieurs centaines. Par ailleurs, l'importance des espèces sahariennes dans la flore de la sous-zone inférieure de la zone aride est de 20 % tandis qu'il atteint 40 % dans la zone hyper-aride supérieure, entre les isohyètes de 50 et 100 mm (Le Houérou, 1959a).

La sous-zone aride inférieure est essentiellement pastorale avec 10 à 20 % du territoire en céréaliculture ou en jachère.

La sous-zone aride inférieure se différencie encore par la répartition, la productivité et la fiabilité des cultures. Les cultures de céréales, qui sont uniquement constituées d'orge occupent les bas-fonds. Elles font souvent l'objet d'utilisation du ruissellement : dérivations d'oueds, meskats, barrages ; c'est à dire l'utilisation généralisée des techniques de l'agriculture de ruissellement ou de crue. Les rendements moyens inter-annuels sont de l'ordre de 3 à 5 q par hectare, lorsqu'il y a une récolte. Mais la probabilité de récolte dépend très fortement des sites : de 10 à 30 % environ. Certains sites, les « seguis », où les crues s'étalent, peuvent présenter certaines années, des récoltes allant jusque 20-25 q/ha soit un rendement de 80 à 100 pour un, puisque les emblavements se font à raison de 20-30 kg/ha. Dans ce cas, le tallage peut atteindre 100-200 tiges et épis par plateau, équivalent d'un taux d'ensemencement de 80-150 kg/ha. Ces récoltes, quelque peu fabuleuses, alimentent la tradition orale, mais elles sont rares et strictement localisées à des sites privilégiés dans des zones d'épandage limono-argileuses en contrebas d'affleurements géologiques phosphatifères du Crétacé Supérieur ou de l'Eocène, d'où une fertilité d'autant plus grande que les récoltes n'ont lieu qu'une année sur 3 à 4, en fonction de la pluviosité et des ruissellements de la période automnale et du début de l'hiver. La pluviosité moyenne annuelle varie de 100 à 200 mm et le quotient pluvio-évapotranspiratoire varie de 0.065 à 0.15.

c] La sous-zone aride moyenne

Cette sous-zone se caractérise par des traits négatifs par rapport à la sous-zone supérieure et à la sous-zone inférieure : l'absence des caractères distinctifs des deux autres : pas de formations forestières, pas de reliques forestières, pas d'espèces sahariennes. Le caractères positif est la présence et l'abondance de plusieurs centaines d'espèces steppiques *sensu stricto*. L'utilisation est à la fois pastorale et céréalière. Cette sous-zone se développe entre les isohyètes de 200 et 300 mm avec un quotient pluvio-évapotranspiratoire de 0.15 à 0.21. Les céréales constituent toujours des cultures de subsistance avec des rendements moyens de 3-5 q/ha et une probabilité de récolte de 30 à 40 %.

10. Les seuils majeurs et les grandes zones écoclimatiques *(Tab. 43-48 ; Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 17, 31-36)*

La zone aride nord-africaine comporte deux seuils majeurs qui peuvent en gros s'identifier à deux isohyètes moyennes annuelles : celle de 400 mm et celle de 100 mm.

L'isohyète de 400 mm (ou la valeur approximative de 0,25-0,30 de l'indice de xéricité ou du rapport P/ETP) correspond en Afrique du nord et au Proche et Moyen-Orient à la limite climatique supérieure des formations végétales steppiques (Le Houérou, 1959a, 1969b, 1972, 1975a, 1982a et b, 1984, 1988d, 1989a ; Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Pabot, 1967 ; Akman & Daget 1971 ; Danin & Plitmann, 1987 ; Zohary 1962, 1973 ; Long, 1954, 1957, etc.). Pour être tout à fait précis, il existe des formations forestières et dérivées au-dessous de l'isohyète de 400 mm ; mais il n'existe virtuellement pas de steppe au-dessus.

L'isohyète de 100 mm correspond sensiblement à la limite supérieure de la végétation saharienne ou hyper-aride caractérisé à la fois par la dominance d'espèces végétales et animales de la région biogéographique Saharo-Arabique et par une végétation distribuée sur le mode contracté sur les regs. Cet isohyète correspond aux valeurs 0,05 à 0,06 de l'indice de xéricité et du rapport P/ETP. Cette limite correspond également à un nombre assez élevé de solutions de continuité dans les faits géographiques, agraires, agronomiques et écologiques. Elle a été longuement discutée ailleurs ; nous y reviendrons néanmoins avec quelques détails.

Zonalité Ecoclimatique

Zone semi-aride
1 - 400 < P < 600 mm ; 25 < C.V. < 35 %
2 - 28 < P/ETPp x 100 < 45
3 - Saison Sèche (P < 0,35 ETPp) < 120 jours
4 - Végétation primitive forestière
5 - Agriculture diversifiée et commerciale en culture sèche
6 - Elevage sédentaire
7 - Erosion essentiellement hydrique
8 - Flore méditerranéenne ; pas d'espèces saharo-arabiques
9 - Faune méditerranéenne ; pas d'espèces saharo-arabiques
10 - Sols évolués ; oxysols développés et dominants.
11 - Probabilité de récolte céréalière : 50 à 80 %

Zone Aride
1 - 100 < P < 400 mm ; 35 < C.V. < 60 %
2 - 6.5 < P/ETPp x 100 < 28
3 - Saison Sèche (P < 0.35 ETPp) > 120 jours
4 - Végétation primitive forestière ou steppique
5 - Céréaliculture pluviale de subsistance
6 - Probabilité de récolte annuelle de céréales 10 < P < 50 %
7 - Elevage mobile ou sédentaire
8 - Erosion hydrique et/où éolienne
9 - Flore steppique et saharienne (5 à 20 % d'espèces saharo-arabiques)
10 - Faune steppique et saharienne
11 - Sols isohumiques peu évolués

Zone Hyper-Aride
1 - P < 100 mm ; 60 % < C.V.
2 - P/ETPp x 100 < 6.5
3 - Saison sèche (P < 0,35 ETPp) ≥ 355 jours
4 - Végétation steppique, contractée sur les regs
5 - Pas d'agriculture pluviale (en sec)
6 - Elevage mobile (nomade ou transhumant)
7 - Erosion hydrique moins importante que l'érosion éolienne
8 - Flore saharienne (plus de 40 % d'espèces saharo-arabiques)
9 - Faune saharienne
10 - Pas de sols évolués (sauf sols azonaux : salins et hydromorphes)

A. La zone semi-aride

La zone semi-aride se situe entre les isohyètes de 400 à 600 mm ; elle peut se subdiviser en semi-aride supérieur (500-600 mm) et semi-aride inférieur (400-500 mm). L'indice de xéricité et le rapport P/ETP sont compris entre 0,30 et 0,50 ; la longueur de la saison sèche est inférieure à 120 jours par an, autrement dit la saison pluvieuse dure 7 à 8 mois. L'indice de sécheresse de Budyko varie de 2,0 à la limite supérieure à 3,5 à la limite inférieure ; en d'autres termes le flux énergétique permet d'évaporer 2 à 3,5 fois les précipitations.

La végétation primitive est toujours de type forestier l'isohyète de 400 mm correspond sensiblement à la limite actuelle d'aridité des chênes *(Q. ilex, Q. coccifera)* et à un certain nombre d'autres espèces forestières tels le genévrier oxycèdre, le lentisque, les filaires etc.

L'agriculture se caractérise par des systèmes agraires mixtes agriculture-élevage et l'extension de l'arboriculture fruitière, de la viticulture et de la céréaliculture. Ces cultures sont fiables et rémunératrices avec des probabilités de récolte se situant entre 50 et 80 %.

Les processus d'érosion hydrique sont intenses, mais l'érosion éolienne peu prononcée ou localisée. Les sols zonaux sont bien développés et évolués, souvent à sesquioxydes (mollisols, inceptisols) et rendzines (rendolls) ; les sols rouges calcaires sur croûte calcaire présentent une grande extension. L'ETP varie de 1 000 mm sur le littoral atlantique à 1 200-1 400 mm ailleurs.

B. La zone aride *s.s.*

La zone aride s.s. s'étend entre les isohyètes de 100 à 400 mm, l'ETP varie de 1 000 mm sur le littoral atlantique à 1 400-1 500 mm ailleurs. L'indice de xéricité et le rapport P/ETP Varient de 0,05 à 0,30 ; la longueur de la saison sèche est de 8 à 11 mois ; la saison pluvieuse dure de 30 à 120 jours.

La végétation primitive est sans doute forestière ; elle a presque partout donné lieu à une dynamique régressive aboutissant à des steppes secondaires (Le Houérou, 1969b). Il existe encore des zones nombreuses mais limitées de végétation forestière dans les zones arides de l'Atlas Saharien, de l'Anti-Atlas, de la Dorsale Tunisienne, et des Jebels Nefousa et Akhdar en Libye. Cette végétation forestière plus ou moins rélictuelle comprend essentiellement le Pin d'Alep, le Thuya de Berbérie, le Genévrier de Phénicie, le Romarin, des Cistes et d'autres compagnes forestières dont on peut rencontrer des vestiges jusque sous les isohyètes de 150-200 mm (Le Houérou, 1969b). Dans le Sud Ouest Marocain subsiste en zone aride, le parc à Arganier qui occupe près de 600 000 hectares. Ce parc est d'ailleurs en voie de régression par suite de la surexploitation résultant d'une pression démographique qui s'accroit de manière exponentielle. Ce parc, perdrait actuellement 1 à 2 % de la superficie annuellement, depuis quelques années. Ces types de végétation plus ou moins forestière n'occupent pas actuellement plus de 30 000 km^2 sur les 500 000 km de la zone aride nord-africaine, soit 6 %. Les 470 000 km restant sont occupés par des steppes à chaméphytes progressivement défrichées pour la culture aléatoire des céréales. Ces dernières et les jachères qui leur sont liées représentent probablement aujourd'hui plus de 250 000 km^2 c'est-à-dire, la moitié de la surface des zones arides. Cette proportion est considérable, car si on élimine les terres incultivables (sols rocheux, squelettiques, dunes, chotts, sebkhas) peut-être plus de 80 % des terres suffisamment meubles pour être cultivées le sont effectivement à un moment où à un autre en fonction des conjonctures pluviométriques automnales.

L'agriculture pluviale est aléatoire, la probabilité de récolte de céréales est comprise entre 10 et 50 % ; l'élevage, naguère nomade ou transhumant, complémenté par les cultures de céréales (orge et blé), constitue l'activité agricole essentielle. Mais une arboriculture pluviale ou de ruissellement s'est développée dans les basses plaines de Tunisie et de Libye sur des sols sableux profonds. Cette arboriculture aride occupe environ un million d'hectares en Tunisie, 200 000 en Libye et 50 000 en Marmarique égyptienne (figuiers). Les arbres sont essentiellement l'olivier, et accessoirement l'amandier, l'abricotier, le figuier, le pistachier, la vigne de table et le palmier en sec. L'espacement est très large (20 x 20 m à 25 x 25 m) pour l'olivier. La culture est pratiquée selon les techniques du « dry farming » sur les sols sableux profonds et selon les techniques de l'agriculture de ruissellement sur les sols plus limoneux (Meska, Menka, Seguia, Sedd, Jessour). Les techniques de dérivation d'oued sont aussi utilisées, notamment dans le Sud Algérien (Hodna) et Marocain (Anti-Atlas).

La géomorphologie est typique et identique à celle de toutes les zones arides chaudes du monde : trois à quatre glacis d'érosion emboités, hérités du Quaternaire ; ces glacis sont plus ou moins remaniés par l'érosion actuelle résultant de processus hydriques et éoliens. Les deux séries de processus sont généralement juxtaposées, la dominance de l'une ou de l'autre dépendant des conditions locales notamment des matériaux disponibles et de la pression anthropozoïque.

Les sols sont pauvres en matière organique 0,1 à 1,0 % et peu évolués : sols steppiques isohumiques, sierozem (inceptisols, aridisols, yermosols). Les sols azonaux comprennent d'importantes superficies de sols halomorphes, hydromorphes et même de vertisols (halorthids, alfisols, vertisols).

C. La zone hyper-aride

La zone hyper-aride s'étend à tout le Sahara septentrional et occidental. Elle se caractérise par une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 25 et 100 mm, un indice de xéricité et un rapport P/ETP de 0,03 à 0,06, la longueur de la saison sèche est de 12 mois ; il n'y a pas de saison pluvieuse à propre-

ment parler, puisque les pluies sont aléatoires. Les périodes de croissance végétale sont fugaces, irrégulières et imprévisibles. Il convient toutefois de noter que les pluies surviennent toujours au cours du semestre hivernal, contrairement au Sahara Central ou Méridional. Les périodes de croissance végétale sont en moyenne inférieures à 30 jours par an.

Il n'y a plus d'agriculture non irriguée ni d'élevage sédentaire en raison de l'extrême irrégularité des précipitations (le coefficient de variation des pluies annuelles est, le plus souvent, de l'ordre de 80 à 100 %). Les pluies peuvent faire totalement défaut pendant plus d'un an, ce qui n'arrive en principe jamais dans la zone aride s.s. La végétation, de nature steppique ou de savane est disposée sur le mode contracté, au moins sur les regs et les sols squelettiques ; c'est-à-dire inféodée au réseau hydrographique et au ruissellement, ou à la présence d'une nappe phréatique.

Les systèmes agraires sont limités soit à l'élevage nomade ou transhumant, soit aux systèmes de production irrigués oasiens.

La géomorphologie comprend les mêmes éléments que la zone aride mais ici repris avec intensité et remodelés par les processus éoliens. Il n'y a pas de sols zonaux évolués, seulement des sols bruts climatiques liés soit à la déflation soit au dépôt éolien. Les processus d'érosion hydrique peuvent aussi revêtir une importance non négligeable mais seulement de façon intermittente lors de crues parfois violentes, mais longuement espacées dans le temps.

D. La zone érémitique

La zone érémitique ne se rencontre qu'au Sahara Central et surtout dans sa portion orientale. Elle constitue le désert absolu caractérisé par des pluviosités négligeables et totalement aléatoires, les chutes pouvant intervenir en toute saison (contrairement au Sahara Septentrional à pluies hivernales et au Sahara Méridional à pluies estivales). Les zones aréiques sont toutefois limitées au Sahara Oriental sous des pluviosités moyennes annuelles inférieures à 5 mm. En effet, on n'observe aucune trace de ruissellement actuel ni passé (en dehors de la proximité des massifs montagneux, bien entendu) dans les régions Koufra, Dakhla, Assouan, entre les méridiens de 19 à 35°E et les parallèles de 18 à 28°N. La végétation pérenne est exclusivement phréatophyte (notamment les Hattyia du Fezzan, de Cyrénaïque et du Désert Libyque) ; elle est également plus ou moins halophile avec une dominance de salsolacées. Le Désert Libyque constitue avec le Désert Chilo-Péruvien, le Takla-Makan et le Désert Namibien, la zone la plus aride du globe ; mais ici cette aridité n'est en aucune façon atténuée par le voisinage d'un océan, ou de hautes montagnes.

11. Synthèse écoclimatique *(Tab. 45-48 ; Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 31-36)*

La conjonction des critères brièvement analysés ci-dessus permet d'aboutir à une synthèse en combinant les paramètres d'aridité et ceux relatifs aux températures hivernales. Cette classification est ainsi calquée sur celle d'Emberger, mais va beaucoup plus loin dans l'analyse et la synthèse en raison de l'utilisation de critères multiples liés aux paramètres représentatifs du stress hydrique et du stress thermique hivernal. Cette synthèse est explicitée dans les tableaux n° 2 à 5 et dans les figures n° 2, 3, 5-16. Elle n'appelle pas de commentaires particuliers, outre ceux fournis lors de l'analyse des critères de classification.

12. Quelques applications pratiques de la classification écoclimatique

La classification écoclimatique adoptée ici offre tout d'abord un cadre rationnel aux recherches et au développement dans le domaine de l'agriculture, des forêt, de l'élevage, des pâturages ; ce cadre permet de planifier les actions et de comparer les résultats et de les interpoler ou de les extrapoler aux zones reconnues similaires dans la classification.

Elle offre en particulier un cadre utile au choix des espèces à cultiver ou à planter dans les travaux de reboisement ou de régénération des pâturages, ou en arboriculture fruitière.

Les dattiers de qualité produisant des fruits exportables ne peuvent se cultiver en dehors de la zone hyper-aride non littorale avec une pluviosité inférieure à 100 mm et un « m » inférieur à 5°C mais supérieurs à + 1°C. Les agrumes ne peuvent se cultiver de façon commerciale lorsque « m » est également inférieur à 5°C. Les Acacias sahariens ne se développent plus là ou « m » est inférieur à 3°C ; il en est de même des Acacias exotiques à phyllodes utilisés dans la fixation des dunes et les plantations sylvo-pastorales. Les cactus inermes *(Opuntia ficus-indica)* ne se développent plus lorsque la pluviosité descend au-dessous de 150-200 mm avec des « m » inférieurs à 1,5-2,0 °C ; ces mêmes limites s'imposent à l'olivier. Le resemis des pâturages n'est possible que dans la zone aride supérieure à hivers frais à froids (ex. Midelt).

La limite de culture régulière des céréales correspond à celle séparant la zone aride de la zone semi-aride, c'est-à-dire l'isohyète de 350-400 mm.

La culture des pistachiers dont les possibilités sont grandes dans la zone aride nord-africaine ne peut se développer de façon satisfaisante dans les variantes écoclimatiques à hivers doux à chauds, du fait que la plante nécessite des froids hivernaux pour fructifier normalement.

Les variétés de luzerne à cycle long (Sonora, Moapa, Peruvian, San Joaquin, African, Indian, Gabès, Tagiura, El Unico etc.) ne produisent de bons résultats que dans les variantes à hivers doux à chauds (m > 5°C). Par contre, les luzernes à cycle court sont bien adaptées aux variantes à hivers frais à froid (Du Puits, Omega, Gamma, Flamande, etc.). Les variétés intermédiaires (Provence, Hunter River, W.L. 501, Demnate, etc..) produisent les meilleurs résultats dans les variantes à hivers tempérés à doux.

Les sainfoins cultivés *(Onobrychis)* produisent d'excellents résultats en culture pluviale dans les variantes à hivers frais à froid tandis que les Sullas *(Hedysarum)* nécessitent des hivers tempérés à chauds (m > 3). On pourrait multiplier les exemples (Le Houérou, 1965a et b, 1969c et d, 1970, 1971a).

13. Conclusions sur la classification bioclimatique

On pourrait distinguer beaucoup d'autres nuances que les 60 combinaisons indiquées aux *Tableaux 4* et *5* ; en fonction, par exemple, du régime saisonnier des pluies (régime oriental, occidental, continental).

La présente étude constitue néanmoins un progrès par rapport aux travaux antérieurs en raison des critères rationnels et objectifs utilisés et de la nature pluridisciplinaire des instruments biologiques et écoclimatiques de validation des données numériques. Ces instruments sont ici explicités tant sur le plan de la flore, de la faune, de la végétation, de la répartition des cultures et des systèmes agraires, de la géomorphologie et des sols.

Sur le plan de l'éco-climatologie, on assiste depuis près d'un demi-siècle, à une transformation intense des milieux arides sous l'effet de la pression anthropozoïque ; cette dernière, restée stable pendant des siècles a progressé de façon exponentielle depuis environ 1930. La population croît à raison de 3 % par an ; elle aura décuplé au cours du siècle. La pression sur les écosystèmes tend à suivre la courbe démographique ; elle est actuellement près de 10 fois supérieure à ce qu'elle était à la fin du 19ème siècle. Cette pression accrue pourrait, dans une certaine mesure, être absorbée par les écosystèmes qui, comme le parc à Arganier du Sud-Ouest Marocain, sont demeurés en équilibre pendant des siècles grâce à une gestion bien conduite. Mais ceux-ci, à leur tour, cèdent maintenant sous la pression ; l'arganeraie recule, surtout dans la plaine du Sous, à raison de près de 2 % par an. C'est également, le taux de recul de la steppe devant les cultures dans l'ensemble de l'Afrique du Nord de l'Atlantique à la Mer Rouge ; c'est aussi, à peu près le taux de recul des formations boisées. Les coûteux travaux de réaffo-restation et de fixation des dunes sont sans commune mesure avec les superficies dévastées tous les ans.

Si, comme le prévoient les scénarios basés sur les modèles de circulation globale de l'atmosphère, la température augmente de 3°C dans les 50 ans à venir, l'évapotranspiration potentielle croîtrait d'environ 200 mm par an sans qu'une augmentation des pluies vienne compenser ce déficit accru. L'aridité serait alors sensiblement accrue et les milieux encore fragilisés. Seuls des changements drastiques dans les méthodes de gestion de l'espace rural aride pourraient alors éviter une désertisation irrémédiable des zones arides nord-africaines.

14. Régions naturelles

Délimitées et subdivisées de la façon qui vient d'être exposée la zone aride nord-africaine comprend les régions naturelles suivantes :

Egypte : Marmarique égyptienne d'Alexandrie à la frontière libyenne soit une bande de terrain longeant le rivage à une distance maximale de 75 km de la mer. La zone désertique y rejoint le rivage en deux points : le golfe d'El Alamein et le golfe de Solloum à la frontière libyenne.

Libye, Cyrénaïque : Marmarique libyenne de la frontière égyptienne au golfe de Bomba, soit une bande parallèle au rivage d'une largeur moyenne de 50 km (10 à 70). De Bomba à Benghazi la zone steppique aride occupe une étroite bande de 20-50 km sur les flancs sud du Jebel Akhdar. La zone aride occupe ensuite une étroite bande littorale de 20-30 km de Nawfilia à Taworga, à l'est de Misourata.

Tripolitaine : Toute la Jeffara tripolitaine de Misourata à la frontière tunisienne appartient à la zone aride steppique, à l'exception d'une enclave hyper-aride ou saharienne située au sud de Zouara et Sabaratha entre El Assa et la falaise du Jebel Nefousa à l'ouest de Bir Ghanem. Cette enclave s'étend sur environ 5000 km^2 à l'ouest du méridien de 12,5° entre la falaise du Jebel et une distance de 20-30 km du littoral : Bir Ayyad, Shakshouk, Jawash, Tiji, Nalout, El Wotia, El Assa et la frontière tunisienne de Dehibat à Sidi Toui, à l'ouest. Le J. Nefousa appartient aux zones aride supérieure (Garian,Gusbat), moyenne (Tarhuna,Jeffren,Zintan) et inférieure (Nalout, Kabao) en fonction de l'altitude et de la distance de la mer. La Jeffara aride steppique tripolitaine se répartit entre les zones aride supérieure (Tripoli, Ain-Zara, Sidi Mesri, Tajoura, Garabulli, Homs), moyenne (Ben Gashir, Misourata, Azizia, Zawia Sabratha, Zouara, Zliten) et inférieure (Bir Gahnem, Bou Khammash, Bou Gheilan) (Le Houérou, 1965b, 1974a, 1984b).

Tunisie : Toute la Jeffara tunisienne de Ben Gardane à Maharès appartient à la zone aride inférieure, à l'exception de la région de l'Ouara située au sud d'une ligne Tatahouine-Ksar Morra-Sidi Toui, entre celle ci et la falaise du Jebel de Tatahouine à Dehibat. Cette zone naturelle de 5000 km^2 constitue une enclave hyper-aride qui se poursuit en Libye ; elle comprend les zones suivantes : Ksar Morra, Sidi Toui, Ksar Jedid, Saniet Lebbada, Bir Fatnassia, Remada, Dehibat, Mechehed Salah. Les sommets du Jebel Matmata, au dessus de 500 m, font partie de la zone aride moyenne (Matmata, Toujane, Techine, Zmertène, Beni Kheddache) ; les contreforts orientaux appartiennent à la zone aride inférieure (Beni Zeltène, Ain Tounine, Ksar El Ahmar, Ghoumrassen, Guermessa, Chenini, Douiret, Tatahouine), ainsi que les contreforts occidentaux (Tamezred, Zeroua, Ksar Hallouf). Toutes les basses plaines et les séguis sont situées dans la zone aride inférieure de Gabès à Gafsa et jusqu'à Gouifla et la rive N. du Chott Rharsa. La Tunisie centrale, au nord de la ligne Sfax-Gafsa, appartient à la zone aride moyenne, à l'exception d'une étroite bande qui suit la Dorsale Tunisienne de Kasserine à Hammamet, qui appartient à la sous-zone aride supérieure.

Algérie : Toutes les Hautes Plaines entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien appartiennent à la zone aride moyenne ou supérieure, à l'exception du centre de la dépression hodnéenne. Les piedmonts sud de l'Atlas Saharien, sur une largeur de 20 à 50 km font partie de la zone aride inférieure de Khanga Sidi Naji à Béchar (Biskra, El Abiod, Laghouat, O.Djellal, Ain Sefra).

Maroc : La zone aride marocaine inclut la basse et moyenne vallée de la Moulouya, les Hautes Plaines Orientales et l'Atlas Saharien, le J. Sarhro, le J. Siroua, la vallée du Daddès, le Tecna, le Sous, une grande partie de l'Anti-Atlas, jusque 1500 m d'altitude environ, le Sous, le Chiadma, le Haouz, le Tadla et l'Abda, les Rehamma et les Jebilet.

Aspects biogéographiques

I – La flore

La flore des zones arides du Nord de l'Afrique comprend 2630 espèces vasculaires.

1. Les éléments phytochoriques

Cette flore appartient à 9 ou 10 éléments phytochoriques suivants, selon qu'on admet un élément floristique saharo-arabique ou non ; ces éléments sont :

- ❑ Méditerranéen s.s.
- ❑ Méditerraneo-steppique
  - • Ibéro-maghrébin
  - • Irano-touranien
- ❑ Saharo-arabique
- ❑ Tropical
- ❑ Macaronésien ou Canarien
- ❑ Plurirégional et cosmopolite
- ❑ Euro-Sibérien
- ❑ Xénophyte

A. Le problème de la région saharo-arabique ; existe-t-il une telle région floristique ?

L'élément saharo-sindien, défini par Eig en 1931, est composé de taxa d'affinité méditerranéenne et de taxa d'origine et d'affinité sahélienne donc paléotropicale. Les thèses de Eig ont été reprises par Zohary (1973), qui a proposé de remplacer le terme de saharo-sindien par celui de saharo-arabique (« Saharo-arabian »). Le débat résulte du fait que l'élément saharo-arabique est composé de taxa d'affinité méditerranéenne et de taxa d'origine tropicale. Il est par conséquent légitime de s'interroger sur le point de savoir si l'originalité floristique du Sahara et de l'Arabie est suffisante pour en faire une entité floristique autonome. La première thèse a été soutenue par Boissier (1867), Grisebach (1877), Eig (1931), Hayek (1936a), Zohary (1967), Danin (1988), Danin et Pitman (1987), Léonard (1988, 1989).

Selon d'autres auteurs, par contre, les flores saharienne et arabique manquent d'originalité, puisqu'elles empruntent leurs sippes à la fois à la région méditerranéenne et à la région tropicale. Cette dernière thèse a été soutenue par Drude (1897), Engler (1899), Diels (1918), Tits (1925), Maire (1925), Emberger (1930, 1938), Murat (1945), Gaussen (1954), Ozenda (1954, 1977), Quézel (1958, 1978), Le Houérou (1959a, 1990b), Barry & Celles (1972).

On constate que le premier groupe réunit surtout des botanistes qui ont travaillé sur les flores du Proche et du Moyen-Orient, tandis que le second rassemble surtout les spécialistes des flores saharienne, sahélienne et nord-africaine. Le premier point de vue se fonde sur l'existence d'une trentaine de genres endémiques sahariens. Mais plus de 10 de ces genres ont maintenant été relégués au rang de sous-genres ou même tout simplement mis en synonymie. Tels sont les cas des genres suivants : *Chlamydophora, Darniella, Fredolia, Mecomischus, Monodiella, Muratina, Pseuderucaria, Rhetinolepis, Spitzelia, Stephanochilus.* Ce critère d'endémicité paraît donc peser d'un poids décroissant au fur et à mesure que les connaissances progressent (Lebrun, 1983).

Le second point de vue tire argument du fait que la flore saharienne et celle de la Péninsule Arabique présentent une affinité à la fois méditerranéenne et tropicale et n'a, par conséquent, aucune originalité phytogénétique. Nous avons par ailleurs montré (1988b) que le terme de « saharo-sindien » paraît inap-

proprié puisque la flore du Sind et du Rajasthan (560 espèces), composée à 88 % d'espèces tropicales, est étroitement apparentée à la flore sahélienne et à celle de l'Afrique de l'Est, avec 48 % d'espèces communes ; mais elle ne comprend seulement que 12 % d'espèces méditerranéo-steppiques ou méditerranéo-sahariennes. Nous avons de même montré (1990b) que le Sahara et l'Arabie contiennent 50 % d'espèces d'affinité méditerranéenne et 34 % de taxons tropicaux, soit 51 et 32 % respectivement pour le Sahara et 49 et 35 % pour l'Arabie.

De plus, l'endémisme saharien (555 espèces, soit 20 %) comprend 499 (90 %) espèces d'affinité méditerranéenne et 56 (10 %) espèces tropicales. Ces faits s'expliquent par l'histoire biologique du Sahara au cours du Pléistocène et à l'Holocène, telle que nous l'enseigne la palynologie (Le Houérou, 1992g). Les données de la palynologie nous montrent en effet un Sahara peuplé d'espèces méditerranéennes avec même quelques espèces forestières euro-sibériennes au cours des 8 à 10 périodes humides connues au Quaternaire et contemporaines des optimums climatiques européens.

On peut légitimement conclure des faits précédents qu'il ne semble pas exister de région floristique saharo-arabique autonome. Mais on ne peut nier par contre l'existence d'une région écoclimatique saharo-arabique de caractère érémitique extrême au Sahara Central planitiaire et au coeur de la Péninsule Arabique ; c'est à dire une région limitée à la zone aréique à pluviosité « moyenne » annuelle inférieure à 20-25 mm. Cette région écologique, floristiquement très pauvre (environ 600 espèces pour 6 millions de km^2), emprunte sa flore à la fois au monde méditerranéen (49 %) et au monde tropical (33 %) (Le Houérou, 1990b).

Le taux de communauté entre les flores des zones érémitiques du Sahara et de l'Arabie est de l'ordre de 80 % ; c'est-à-dire environ 480 espèces. Ces espèces constituent donc une adaptation extrême à l'aridité de taxa d'origine méditerranéenne et tropicale.

Le Sahara septentrional possède 71 % d'espèces d'affinité méditerranéenne, tandis que le Sahara méridional comprend 69.5 % d'espèces tropicales (Le Houérou, 1990b).

On est donc en présence d'une symétrie phytogéographique identique à celle constatée sur le plan climatique : un Sahara septentrional méditerranéen à pluies d'hiver, un Sahara méridional tropical à pluies d'été.

B. Les éléments phytochoriques

Parmi les 2630 espèces végétales vasculaires présentes dans les steppes maghrébiennes, 81 % sont d'origine ou d'affinité méditerranéenne dont 23 % sont méditerranéennes strictes, 36 % méditerranéo-steppiques et 11 % irano-touraniennes. Les espèces de la zone écologique saharo-arabique représentent 11 % de la flore steppique, les espèces plurirégionales et cosmopolites, 1,1 %, les espèces tropicales, 4 % et les espèces macaronésiennes un peu plus de 2 %. Les espèces de la zone saharo-arabique sont à 60 % d'affinité méditerranéenne et à 30 % d'affinité tropicale. Les données de la floristique confirment donc parfaitement celles de la climatologie : les steppes maghrébiennes font indiscutablement partie de la région méditerranéenne.

Tableau 12. Flore des steppes du nord de l'Afrique, éléments phytochoriques

Nombre d'espèces	2630
Nombre d'espèces endémiques	600
Taux d'endémicité	22,8 %

Appartenance phytochorique	n	%	n'	%'
Espèces méditerranéennes	2310	88		
dont Méditerranéennes s.s.s.			683	26
Ibéro-Maghrébiennes			1043	40
Irano-touraniennes			282	11
Saharo-arabiques			302	11
Espèces tropicales	105			
Espèces cosmopolites	130			
Espèces euro-sibériennes	35			
Espèces canariennes	50			
Total	**2630**	**100**	**2310**	**88**
N.B. Rand Flora :	350	13 (dont 70 % S-A et 30 % Trop.)		

Tableau 13. Endémisme

Eléments	n	%	
Steppiques s.l.	330	55	
Méditerranéo-steppiques	165	28	88 %
Saharo-arabiques	52	9	
Tropicaux	13	2,2	9 %
Canariens	40	6,8	
Total	**600**	**100**	

Tableau 14. Taux d'endémicité

Espèces par famille	n	Tot. Fam.	%
Compositeae	103	352	29,3
Leguminoseae	58	270	21,5
Labiaceae	42	74	56,7
Crucifereae	30	152	19,7
Caryophyllaceae	25	118	21,2
Chenopodiaceae	23	100	23,0
Umbellifereae	20	112	17,9
Liliaceae	16	74	21,6
Scrophulariaceae	16	64	25,0
Gramineae	15	264	5,7
Plumbaginaceae	16	40	40,0
Zygophyllaceae	12	24	50,0
Euphorbiaceae	10	48	20,8
Boraginaceae	15	74	20,3
Rubiaceae	7	42	16,7
Tamaricaceae	7	20	35,0
Polygonaceae	6	38	15,8
Convolvulaceae	6	28	21,4
Geraniaceae	6	30	20,0
Cistaceae	6	50	12,0
Resedaceae	6	23	26,1
Thymeleaceae	6	10	60,0
Total	**451**	**2007**	**87,3**
Total %	77,1	76,0	

C. Subdivisions floristiques en fonction de l'aridité

Dès 1959, nous avons montré, à propos de la Tunisie que l'importance de l'élément écologique saharo-arabique augmente avec l'aridité tandis que celui des espèces méditerranéennes décroît dans les mêmes proportions. Cela n'a, évidemment, rien que de très logique et ne présente pas une puissante originalité ; encore fallait-il chiffrer ce phénomène. Il se trouve que la proportion d'espèces saharo-arabiques double sensiblement lorsqu'on passe d'une subdivision écoclimatique à celle qui est immédiatement plus aride.

Tableau 15. Proportion (%) des différents éléments floristiques en fonction de l'aridité

Zones écoclimatiques	Elément floristique méditerranéen s.l.	Eléments floristiques plurirégional et cosmopolite	Elément *écologique* saharo-arabique
Semi-aride	90	10	0
Aride supérieure	85	10	5
Aride moyenne	82	6	12
Aride inférieure	75	5	20
Hyperaride supérieure	60	2	38
Hyperaride inférieure	20	2	78

Nos travaux sur le Hodna, les régions de Messad, Taadmit, Djelfa et ceux de Celles (1975) sur les régions de Biskra et Touggourt ainsi que ceux de Peltier sur le Sous et de Coquillard (1982) sur le Tafilalet confirment pleinement ces points de vues. Il paraît ainsi indiscutable ici encore, et comme l'ont noté de très nombreux phytogéographes, que la zone aride steppique et le Sahara septentrional appartiennent à la région méditerranéenne donc à l'empire holarctique.

Nous verrons d'ailleurs au cours de l'analyse floristique que 64 % des espèces présentes dans les steppes ibériques sont aussi présentes dans celles de l'Afrique du Nord, tandis que 50 % des espèces steppiques maghrébiennes sont présentes dans les steppes espagnoles. Par espèces steppiques, nous entendons des espèces présentes dans les steppes et non des espèces uniquement présentes dans les steppes et absentes ailleurs. Cette façon de voir est certes discutable, mais elle présente l'avantage d'éviter d'opérer des choix plus ou moins subjectifs ou arbitraires ; du moins elle en réduit les risques.

II – La faune

1. Les mammifères

A. Les mammifères sauvages (Annexe Ia, Ib, Ic)

Il faut d'abord observer que presque tous les grands mammifères ont disparu de la zone aride ou y sont devenus très rares ; la seule espèce commune est le chacal. Quelques unes sont devenues vestigiales et subsistent encore dans les zones les moins peuplées par l'homme, telles la hyène rayée, la gazelle dorcas, le mouflon à manchettes et la gazelle de Cuvier. Le *Tableau 1* de l'annexe I montre la répartition écoclimatique des mammifères en Afrique du Nord, interprétée d'après les travaux de Aulagnier et Thévenot (1986), de Kowalski et Kowalska (1991), de Hufnagl (1972), de Le Berre (1990) et de Bernard (1970). Les travaux de Aulagnier et Thévenot et de Kowalski et Kowalska, très précis et très complets, ont été particulièrement utiles.

Il existe dans le Nord de l'Afrique, 110 espèces de mammifères terrestres ; dont environ 85 sont présents dans les steppes arides et 70 au Sahara (Annexe I) :

- Il existe un petit nombre d'espèces azonales qui se rencontrent aussi bien en zones humide que semi-aride, aride et désertique telles : le chacal, la mangouste, le chat libyque, la hyène, le caracal, le lièvre du cap, des rongeurs, quelques insectivores et quelques chiroptères.

- Un deuxième groupe d'espèces se rencontre en zones humide, semi-aride et aride mais non en zone saharienne : le renard, la genette, la loutre, le sanglier, la gazelle de Cuvier, le lapin, le surmulot.

- Un troisième groupe est exclusivement saharien : le fennec, le renard famélique, le chat de margueritte, le guépard, la gazelle dama et, naguère, l'addax, l'oryx et la bubale, aujourd'hui éteints dans le Nord de l'Afrique.

- Un quatrième groupe se rencontre à la fois en zone désertique et en zone aride : la gazelle dorcas, le mouflon à manchettes, le zorille de Libye, plusieurs rongeurs, insectivores et chiroptères.

- Un cinquième groupe, d'un petit nombre d'espèces, présente une distribution typiquement steppique tels le goundi commun, plusieurs gerbilles et gerboises, l'écureuil terrestre du Sénégal, quelques insectivores et chiroptères

On peut distinguer un groupe de 25 espèces de mammifères orientaux qui ne dépassent pas la Cyrénaïque (19° Longitude Est) vers l'ouest (Annexe I) ; parmi les plus remarquables : *Hemiechinus auritus*, un hérisson, le chat des marais, l'ibex, le rat-taupe *Spalax ehrenbergi*, plusieurs musaraignes, chauves-souris et rongeurs. Il faut noter aussi que la panthère, le guépard et l'âne « ensauvagé » existent dans la dépression de Qettara aux environs de Siwa et Jaraboub à la faveur de marécages et de surfaces d'eau libre modérément salée.

On note également l'existence d'un groupe d'une quinzaine de mammifères occidentaux plus ou moins macaronésiens qui ne s'éloignent guère soit des rives atlantiques soit du cours supérieur pérenne des oueds Draa, Daddès, Ziz, Guir et Zousfana : le ratel du Cap, les écureuils terrestres, deux gerbillidés, deux muridés, le lièvre du Sahel, trois musaraignes et deux chauve-souris.

La zone aride est donc peu caractérisée du point de vue mammalien, c'est plutôt un carrefour de rencontre d'espèces méditerranéennes et sahariennes. Les grands mammifères sont nettement d'affinité tropicale, tandis que les petits sont principalement méditerranéens, comme le soulignaient déjà Lavauden en 1926 et Heim de Balsac en 1936. Il faut souligner une remontée en latitude d'espèces tropicales le long de la vallée du Nil, le long du rivage de la Mer Rouge et le long de la côte atlantique. On retrouve le même phénomène chez les plantes.

B. Le bétail (*Fig. 20 et 21*)

Le dromadaire caractérise la zone aride et désertique ; il est virtuellement absent des zones semi-arides.

Certaines races de moutons sont surtout développées dans la zone aride : la race barbarine à queue grasse occupe les steppes d'Egypte, de Libye et de Tunisie ; elle est absente d'Algérie (sauf les régions de Biskra, Toggourt et El Oued) et du Maroc. Dans les hautes plaines algéro-marocaines dominent des races à queue fine, hautes sur pattes et bonnes marcheuses telles la race Beni-Guil des hautes plaines steppiques oranaises et du Maroc oriental et les Ouled-Djellal des hautes plaines steppiques algéro-constantinoises. Le mouton ne pénètre qu'occasionnellement au Sahara septentrional à la faveur d'hivers pluvieux et de pâturages bien fournis en « Aacheb », espèces annuelles d'hiver et de printemps, riches en eau qui permettent aux herbivores de ne pas boire pendant des semaines, donc d'utiliser des zones dépourvues de points d'eau. Les chèvres sont élevées en troupeaux mixtes avec les moutons. Ce sont généralement de chèvres noires de type « nubien ».

Les proportions de moutons et de chèvres dans les troupeaux varient considérablement d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre. La proportion de chèvres tend à croître avec l'aridité du milieu et la dégradation des pâturages. Toutes choses étant égales par ailleurs, les proportions de chèvres dans les troupeaux steppiques sont beaucoup plus faibles en Algérie et en Libye que dans les autres pays. A l'échelon national, ces proportions sont, pour 1990 (chiffres en milliers de têtes adultes) :

Egypte : 4200/4200 = 1,0	Tunisie : 1150/5000 = 0,21	Maroc : 6100/17000 = 0,36
Libye : 1000/5900 = 0,17	Algérie : 3700/15000 = 0,25	

En Tunisie, la chèvre a été éliminée des zones forestières, mais non dans les zones steppiques, d'où le faible score à l'échelle nationale.

L'ensemble des petits ruminants dans le Nord de l'Afrique représentent donc 16 millions de chèvres et 47.7 millions de moutons dont probablement 50 à 60 % sont élevés dans la zone aride. Les dromadaires étaient au nombre de 748 000 en 1990, en grande majorité élevés en zone aride. Les ânes comptaient 3.5 millions animaux en 1990, peut-être 30 à 40 % de cet effectif assure l'essentiel des transports bédouins en zone aride. Le nombre des bovins est négligeable dans les zones steppiques, en dehors des oasis et des périmètres irrigués.

2. Les oiseaux terrestres résidents (Annexes IIa, IIb, IIc)

Les oiseaux terrestres résidents constituent, comme les mammifères, des peuplements mixtes formés d'un mélange d'espèces méditerranéennes et d'espèces sahariennes qui les unes et les autres débordent sur les steppes. Il y a peu d'espèces steppiques au sens strict ; il s'agit, dans l'ensemble, d'espèces paléarctiques.

L'ensemble de la faune aviaire terrestre résidente présente dans les steppes nord-africaines comprend environ 175 espèces. La répartition écoclimatique de ces espèces est fournie en annexe II, qui est une interprétation écoclimatique des cartes de répartition de Etchécopar et Hüe (1964).

On peut distinguer un premier groupe d'espèces azonales : le percnoptère d'Egypte, la buse féroce, le faucon lanier, le faucon crécerelle, la perdrix gambra, l'oedicnème criard, la tourterelle des bois, le hibou grand-duc, l'alouette calandrelle, l'hypolaïs pâle, la pie-grièche grise et le moineau espagnol.

Un second groupe est composé d'oiseaux dont l'habitat est essentiellement situé en zone semi-aride à humide mais qui débordent plus ou moins sur les steppes sans toutefois atteindre le Sahara : la cigogne blanche, l'ibis chauve, le tadorne casarca, la sarcelle marbrée, l'aigle royal, l'aigle ravisseur, l'aigle de Bonelli, le circaète Jean-le-Blanc, le faucon pèlerin, la caille des blés et une soixantaine d'autres.

Un troisième groupe est constitué d'oiseaux sahariens qui débordent plus ou moins sur les steppes : l'outarde houbara, le courvite isabelle, le ganga tacheté, le ganga couronné, l'engoulevent d'Egypte, le guêpier de Perse, l'ammomane du désert, l'ammomane élégante, le sirli du désert, l'alouette hausse-col du désert, l'hirondelle du désert, le corbeau brun, les traquets du désert et à tête grise, et celui à tête blanche, le cratérope fauve, la fauvette naine, la fauvette du désert, le dromoïque du Sahara, et le bouvreuil githagine, soit au total 20 oiseaux sahariens qui transgressent plus ou moins sur la steppe mais ne pénètrent pas en zone semi-aride.

On peut encore distinguer un quatrième petit groupe assez strictement steppique : le francolin à double éperon, la demoiselle de Numidie, la tourterelle maillée, l'alouette de Clot-Bey, le sirli de Dupont, le traquet-deuil, le rouge-queue à front blanc et le bruant striolé.

On peut enfin noter un tout petit groupe d'oiseaux rigoureusement sahariens dont la répartition ne s'étend pas jusqu'aux steppes arides : le ganga de Lichtenstein, le moineau blanc et le corbeau blanc.

Les oiseaux d'affinité tropicale sont peu nombreux et localisés : la pintade de Saby au Maroc, le corbeau blanc du Sahara, le vautour oricou, le ganga du Sénégal, le ganga de Lichtenstein, la tourterelle maillée.

3. Les reptiles (Annexes IIIa, IIIb, IIIc)

Les steppes et les déserts du Nord de l'Afrique abritent environ 73 espèces de reptiles : 42 sauriens, 27 ophidiens et 4 chéloniens ; 52 espèces sont présentes dans les steppes et 21 ne quittent pas le Sahara.

La répartition écoclimatique des reptiles dans les zones arides nord-africaines est fournie en annexe III. Ce tableau est une interprétation des données fournies par la synthèse de Le Berre (1989), les travaux de Blanc (1978-1987) sur la Tunisie et de Bons (1967) sur le Maroc.

- Comme dans le cas des mammifères et des oiseaux on note un groupe de cinq espèces azonales à large répartition écoclimatique : le lézard vert, une tortue, deux couleuvres et une tarente.

- On trouve ensuite un groupe d'une quinzaine d'espèces des zones semi-arides à humides qui se rencontrent aussi en zone steppique : 6 lézards, 4 couleuvres, 2 vipères (lébétine et de Lataste) et 3 tortues.

- Un petit groupe d'animaux steppiques qui ne déborde ni sur le Sahara ni sur la zone semi-aride.

- Un petit groupe de 11 animaux steppiques déborde peu sur le Sahara : le naja haje, le naja égyptien, la vipère échis, deux couleuvres et trois lézards, deux geckos et un lacertidé.

- Vingt quatre espèces de reptiles sahariens débordent plus ou moins largement sur les steppes : 18 lézards (dont le grand varan gris), la vipère à cornes, quatre couleuvres et un boa.

- On peut distinguer un groupe de 18 espèces sahariennes qui ne transgressent guère sur les steppes arides : 13 lézards (4 scinques, 5 geckos et 4 agames), deux vipères, un boa, une couleuvre et un leptotyphloidé. On notera que 5 des 6 scinques d'Afrique du Nord sont sahariens et le sixième saharo-steppique. 6 geckos sur 17 sont sahariens tandis que 7 autres sont saharo-steppiques.

- Il existe enfin un petit groupe d'espèces macaronésiennes d'affinité tropicale : la vipère heurtante, la couleuvre noire des maisons, quatre scinques et un gecko.

Comme pour les mammifères et les oiseaux, on remarque un groupe d'espèces orientales et un groupe d'espèces occidentales.

Les reptiles orientaux sont au nombre de 17 qui ne dépassent pas le golfe de la Grande Syrte vers l'ouest : la tortue de Leith, le fouette-queue égyptien, le lézard stellio, le varan du Nil, deux boas, le naja cracheur, le naja égyptien, l'échide des pyramides et l'échide carénée, la couleuvre de Rogers, un caméléon, trois geckos et deux scinques.

Les reptiles occidentaux ne dépassent pas le nombre de 6 espèces : trois geckos, un scinque, une couleuvre et la plus remarquable, la vipère heurtante. Comme dans les autres groupes, il s'agit essentiellement d'espèces tropicales.

On peut conclure que le peuplement reptilien est assez équilibré entre les espèces paléarctiques et tropicales. Ces dernières tendent à croître en importance avec l'aridité et, inversement, les espèces des zones arides et semi-arides sont en majeure partie méditerranéennes. Parmi les espèces tropicales on peut noter les lézards agamidés (7 espèces), une grande partie des scinques et des geckos, le varan, les deux vipères échis, la vipère heurtante, les trois najas, les deux boa et un caméléon. Parmi les espèces paléarctiques : les lézards lacertidés (11 espèces), quatre des sept vipères, onze des treize couleuvres. Les proportions, dans l'ensemble envisagé, sont environ 40 % d'espèces paléarctiques et 60 % d'espèces d'affinité tropicale ; mais en zone steppique sensu stricto ces proportions sont sensiblement inversées.

4. Conclusions sur la faune

Du point de vue de l'origine du peuplement animal nous avons donc le tableau suivant :

- Les grands mammifères sont en majorité tropicaux (à l'exception du sanglier),
- Les petits mammifères, notamment les rongeurs sont en majorité paléarctiques,
- Les oiseaux sont essentiellement méditerranéens donc paléarctiques (80 %),
- Les reptiles présentent une répartition assez équilibrée entre les taxons méditerranéens et tropicaux.

Ces conclusions ne présentent guère d'originalité puisque Heim de Balsac en avait déjà dessiné les grandes lignes dès 1936, pour ce qui concerne les mammifères et les oiseaux. Les poissons et les amphibiens sont équitablement répartis entre taxons méditerranéens et tropicaux (Lambert, 1984). Chez les insectes, les groupes à prédominance méditerranéenne sont les arachnides, les araignées, les solifuges, les scorpions et les coléoptères (Cloudsley-Thompson, 1984 a & b), tandis que les termites et les fourmis sont en majorité tropicales (Bernard, 1985). On note par ailleurs que les animaux tropicaux remontent beaucoup plus au nord le long de la Mer Rouge et de l'Océan Atlantique jusqu'à pénétrer les steppes arides. Le même phénomène s'observe chez les plantes. La mise en place des peuplements au cours du Quaternaire est examinée plus loin avec quelque détail.

Tableaux 16. Faune steppique du Nord de l'Afrique

Répartition écoclimatique	SH SA	SA Ar HyAr	SA & Ar	Ar	Ar & HyAr	HyAr	Total
Mammifères	7	30	21	3	39	30	130
			93 = 71,5 %				
Oiseaux terrestres résidents	18	32	89	3	35	16	193
			159 = 82,4 %				
Reptiles	0	22	4	0	33	28	87
			59 = 67,8 %				

Total des espèces présentes dans les steppes : 310 = 75,8 %

NB : SH = subhumide ; SA = Semi-aride ; Ar = Aride : HyAr = Hyper-aride.

Tableau 17. Composition taxinomique de la faune steppique mammalienne et reptilienne

Mammifères			
Carnivores		20	espèces
Ongulés		12	" (Artiodactyles 11, Périss. 1)
Rongeurs		45	
Lagomorphes		3	
Insectivores		15	
Macroscélidés		1	
Hyracoïdes		1	
Chiroptères		32	
Total		**129**	
Grands		16	
Petits		113	
Reptiles			
Sauriens		55	
Gekkonidés	21		
Lacertidés	12		
Agamidés	9		
Scincidés	9		
Chaméléontidés	2		
Varanidés	2		
Ophidiens		28	
Colubridés	15		
Vipéridés	7		
Elapidés	3		
Boïdés	2		
Leptotyphloïdés	1		
Chéloniens		4	
Testudinidés	2		
Eumydidés	1		
Trionichidés	1		
Total		**87**	

Origine et mise en place des peuplements

I – La flore

La paléontologie et la palynologie nous apprennent que la flore du Nord de l'Afrique était essentiellement tropicale jusque vers la fin du Tertiaire. A la fin du Pliocène apparaissent des éléments Holarctiques, Méditerranéens et Euro-Sibériens tandis que subsistent des éléments tropicaux. La flore villafranchienne du Nord de la Tunisie (≈ 3 millions d'années B.P.) comprenait 21 % d'éléments tropicaux (*Sapindus sp., Cassia sp., Pittosporum sp., Salix canariensis*, etc.), 52 % d'espèces méditerranéennes et 21 % d'éléments boréaux. Environ 47 % de cette flore est encore présente aujourd'hui : chêne zéen, chêne afarès, chêne liège, chêne vert, oléastre, laurier-sauce, caroubier. Mais les éléments boréaux du Villafranchien ont aujourd'hui disparu (châtaignier, hêtre, orme, tilleul, etc.) (Arambourg *et al.*, 1952, 1953).

Le Pléistocène moyen de Maison Carrée (≈ 1.5 million d'années B.P.) a fourni une flore comprenant 57 % d'espèces méditerranéennes et 42 % de tropicales (Arambourg *et al.*, 1953). Parmi les méditerranéennes, on note le chêne zéen, le chêne afarès, le chêne vert, le chêne kermès, le frêne, le laurier, la salsepareille, le peuplier blanc, la ronce. L'élément boréal est dominé par le charme et le saule blanc, aujourd'hui absents du Nord de l'Afrique.

Ces deux flores correspondent à deux périodes relativement froides, probablement contemporaines des glaciations de Günz et Mindel ou, peut-être, des pluviaux nord-africains Moulouyen et Salétien (Choubert *et al.*, 1956). Les deux sites précédents ne représentent évidemment pas la zone steppique mais ils fournissent cependant une indication précieuse sur les tendances du climat.

Le Pléistocène supérieur (≈ 0.01-0.5 millions d'années) du Sud Constantinois (Riss-Wurm ; Tensiftien-Amirien) et de Tunisie méridionale offre une flore méditerranéenne dont 78 % des taxa sont encore actuellement présents dans le Nord de l'Afrique (Arambourg *et al.*, 1952) : frêne dimorphe (espèce de la cédraie), genévrier oxycèdre, genévrier de Phénicie, filaire, pin d'Alep, bruyère à balai, genêt d'Espagne, c'est à dire une flore typiquement méditerranéenne et semi-aride froide.

L'analyse pollinique de divers sédiments du sud tunisien : El Guettar, Oued el Akarit, Aïn Brimba, Golfe de Gabès, montre des alternances de périodes forestières et steppiques. Les premières sont caractérisées par la dominance d'espèces forestières actuelles de zone semi-aride à humide : *Cedrus, Pinus, Cupressus, Quercus, Pistacia, Olea, Phillyrea, Myrtus, Ceratonia, Laurus, Rhus, Juniperus, Tetraclinis, Abies* et les secondes par celle d'espèces steppiques : graminées, armoises, chénopodiacées, retam, *Ziziphus, Tamarix*, Cistacées, Zygophyllacées, *Ephedra* (Van Campo, 1957, 1975 ; Van Campo & Coque, 1960 ; Leroi-Gourhan, 1958 ; Gruet, 1960 ; Brun, 1979-1989 ; Brun & Rouvillois-Brigol, 1985 ; Beucher, 1971 ; Maley, 1973 ; Cour & Duzer, 1976).

Il semble y avoir deux alternances de flores forestières et steppiques au cours de l'Holocène et trois entre 150 000 et 10 000 B.P. (Le Houérou, 1990b, 1992g). Il faut souligner la raréfaction progressive des espèces tropicales depuis le Pliocène et leur quasi-disparition depuis le Pléistocène supérieur et l'Holocène.

On assiste donc à une mise en place progressive de la flore actuelle depuis la fin du Pliocène au cours d'alternances de périodes froides et sèches avec des périodes pluvieuses et tempérées à fraîches. L'analyse pollinique ne confirme pas l'alternance simple de périodes froides et pluvieuses avec des périodes chaudes et sèches comme on l'a longtemps cru. Les choses paraissent bien plus nuancées, comme le suggère la quasi-disparition des espèces tropicales qui représentent actuellement (période chaude et sèche) moins de 5 % de la flore de steppes et seulement 1 ou 2 % des espèces dominantes.

II – La faune

La faune mammalienne de la fin du Pliocène était déjà très proche de celle de l'antiquité. Elle a en grande partie survécu jusqu'à la fin du 19e siècle. Seul un petit nombre d'espèces plus ou moins archaïques ont disparu au cours du Quaternaire : *Equus mauritanicus, Homoceras antiquus, Bos primigenius, Elephas africanavus, Stylohipparion, Gorgon prognu, Libytherium, Machaïrodus*. Beaucoup d'espèces actuelles ou sub-actuelles étaient déjà présentes à la frontière actuelle des steppes et du Sahara à Aïn Brimba au Villafranchien : *Panthera leo, P. pardus, Acinonyx jubatus, Canis aureus, Crocuta crocuta, Hyaena striata, Alcelaphus buselaphus, Gazella dorcas, G. cuvieri, G. rufifrons, Ammotragus lervia, Sus scrofa, Oryx dammah, Addax nasomaculatus, Camelus dromedarius, Sruthio camelus, Meriones shawi, Gerbillus campestris, Jaculus sp., Hystrix cristata, Elephantulus rozeti, Ctenodactylus gundi, Oryctolagus cuniculus, Lepus kabylicus, Crocodylus niloticus* (Arambourg & Coque, 1958).

Un certain nombre d'espèces présentes au Pliocène supérieur semblent avoir disparu au cours de l'antiquité : *Taurotragus derbyanus, Giraffa camelopardalis, Loxodonta africana, Rhinoceros simus, Hippopotamus amphibius, Bos ibericus* (Le Houérou, 1990b, 1992g).

A cette faune tropicale étaient curieusement associées, au Pliocène terminal, un petit nombre d'espèces boréales : *Ursus arctos, Rhinoceros merki, Bos primigenius* ; phénomène que l'on retrouve chez les plantes (tilleul, orme, hêtre, etc.).

S'agit-il de migrations vers le sud d'animaux et de plantes boréaux, en réaction aux refroidissements annonciateurs de la première glaciation quaternaire, dans une zone qui avait connu un climat tropical, voire équatorial, pendant au moins 70 millions d'années ?

Evolution des écosystèmes

I – Evolution régressive, la steppisation

Nous avons par ailleurs montré (1969b) que la plus grande partie des steppes nord-africaines étaient de nature secondaire, notamment au-dessus de l'isohyète de 200 mm de pluviosité moyenne annuelle. Les preuves de cette évolution sont de nature multiple : vestiges archéologiques, documents historiques, observations floristiques, observations pédologiques, récits des explorateurs du 17e au 19e siècle, anciennes cartes forestières, expérimentation contemporaine, présence de reliques forestières actuelles.

Il n'est plus douteux que les steppes nord-africaines ont été couvertes de forêts, au moins au-dessus de l'isohyète actuelle de 200 mm, et localement au-dessous, jusqu'aux premiers siècles de notre ère et, de façon ponctuelle, jusqu'au début du 20e siècle. Des reliques forestières actuelles de pin d'Alep, de thuya et de genévrier de Phénicie ont été trouvés jusque sous 200 mm en Algérie, en Tunisie et en Libye. Au Maroc occidental, le problème ne se pose pas car le parc d'arganier existe encore sur les glacis et les versants sous des pluviosités de 150 mm (Bou Izakarn, Goulmime). Au-dessous de cette isohyète, l'Arganier devient ripicole et se maintient dans les oueds sahariens allogènes, nés dans des montagnes semi-arides, jusque sous 60-80 mm, probablement à la faveur d'inféroflux (Foum el Hassan).

Les observations sur les écotones entre forêts et steppes d'alfa montrent tous les stades de transition entre la forêt claire, avec un tapis d'alfa quasi continu, et la steppe d'alfa contenant encore des reliques forestières et des vestiges de compagnes de la forêt. Ces faits peuvent d'observer en divers points de l'Anti-Atlas, de l'Atlas saharien et de la Dorsale tunisienne. Les faits sont particulièrement aisés à vérifier et d'accès facile aux environs immédiats de Fériana et de Thélepte à la frontière algéro-tunisienne (230 mm), où se côtoient des forêts de pin d'Alep, des steppes d'alfa avec et sans reliques forestières, des steppes d'armoise blanche et des steppes d'armoise champêtre, également avec et sans vestiges forestiers. Des faits analogues peuvent s'observer dans les régions de Tamerza et Redeyef à l'ouest de Gafsa, dans les régions de Bou-Saada, de Messad, de Taadmit, dans le Jebel Amour et les monts des Ksours à la frontière algéro-marocaine.

L'évolution régressive se produit généralement de la façon suivante *(Fig. 23-30)* :

1. Forêt claire de pin d'Alep ou de thuya de Berbérie ;
2. Garrigue à romarin et cistes et alfa avec d'autres compagnes forestières ;
3. Steppes d'alfa avec compagnes forestières : romarin, genévrier de Phénicie abrouti, ciste à feuilles de sauge, ciste du Liban, thyms, globulaire, hélianthèmes forestiers ;
4. Steppe d'alfa avec reliques mineures de compagnes forestières : thyms, globulaire, hélianthèmes forestiers ;
5. Steppe d'alfa avec invasion d'espèces steppiques, d'armoise blanche et ou d'armoise champêtre, hélianthèmes steppiques et espèces pré-sahariennes ;
6. Steppe d'armoise blanche ;
7. Steppe dégradée ou cultures ou jachères.

La mise en défens a permis de constater la remontée des stades 4 et 3 au stade 1, mais jamais du stade 6 au stade 5. En effet, l'alfa détruit ne se reconstitue jamais en milieu non forestier. Il y a un blocage au stade 6 qui s'explique par la biologie particulière de l'alfa. La plantation artificielle d'arbres (pin d'Alep) permet de forcer cette barrière. Il faut noter l'existence de variantes au schéma précédent par l'existence parfois d'un stade relativement stable à sparte entre les stades 5 et 6. Dans ce cas, le sparte contrairement à l'alfa peut recoloniser les steppes d'armoise blanche.

Les forces agissantes de la dégradation des écosystèmes sont : le déboisement et les incendies de forêt combinés avec le surpâturage, notamment par les caprins, le défrichement et la culture des steppes

d'alfa, de sparte et d'armoises, en combinaison ou non avec le surpâturage. L'évolution du sol notamment celle de la quantité, de la nature et de la répartition dans le profil de la matière organique, suit, ainsi que nous l'avons montré (1969b), l'évolution de la végétation, celle-ci précédant celle-là. En effet, le facteur essentiel de l'évolution pédologique est généralement la nature et la quantité de matière organique incorporée au sol par la litière. Celle-ci, bien évidemment, dépend très étroitement de la biomasse aérienne et de la nature des espèces qui la composent. La réduction du taux de matière organique dans le sol contribue à diminuer la stabilité structurale des agrégats, ce qui, en l'absence de protection de la surface, se traduit par le développement d'un glaçage superficiel. Ce glaçage superficiel, cette croûte de battance, réduit l'infiltration, accroît le ruissellement et l'érosion et augmente l'aridité édaphique. C'est le phénomène que nous avons décrit sous le vocable de « steppisation ».

La dynamique steppe-culture-jachère a fait l'objet de nombreuses observations (Le Houérou, 1981 a, 1986 a ; Telahigue, 1981 ; Telahigue *et al.*, 1987). En raison de la variabilité des pluies annuelles les mises en cultures sont de plus en plus épisodiques à mesure que l'aridité s'accentue. C'est pourquoi ces phénomènes ont surtout été étudiés dans la zone aride inférieure entre les isohyètes de 100 et 200 mm où plusieurs années peuvent s'écouler entre deux mises en culture.

Tableau 18. Le schéma dynamique est généralement le suivant

	Sol limoneux	Sol sableux
1 - Steppe	Armoise blanche	Rhanterium et Armoise champêtre
2 - Culture	Annuelles cultigènes et Chiendent	Annuelles cultigènes et Chiendent
3 - Jachère	Annuelles cultigènes, Chiendent et Armoise champêtre	Annuelles cultigènes, Chiendent et Armoise champêtre
4 - Jachère steppique ancienne	Armoise champêtre et Chiendent	Armoise champêtre et Chiendent
5 - Steppe	Armoise blanche	Rhanterium et Armoise champêtre

En l'absence de nouvelle remise en culture, le retour de la jachère à la steppe originelle se fait en un laps de temps de 5 à 10 ans, selon la conjoncture pluviométrique. On note que les steppes sont différentes alors que les cultures et les jachères ont une composition semblable des espèces dominantes, mais se différencient progressivement au fur et à mesure que le sol se ferme et se tasse et que le chiendent s'élimine. Cette dernière espèce (*Cynodon dactylon*) caractérise les sols à surface perturbée (par la culture ou une autre cause permettant d'« ouvrir » la surface du sol). Il faut aussi noter que la composition floristique en espèces non-dominantes dans les cultures et les jachères est très différente dans les sols sableux et limoneux, bien que les espèces dominantes soient les mêmes. Dans ce qui précède, il s'agit de culture traditionnelle à l'araire. Dans le cas de culture mécanisée, la situation est différente, le stade 4 de jachère steppique et le stade 5 de retour à la steppe peuvent être annulés. On se trouve alors en présence d'une végétation cultigène constituée essentiellement de mauvaises herbes des cultures.

II – La désertisation *(Fig. 22-27 et 29-30)*

La désertisation a été définie (Le Houérou, 1962a, 1968) comme l'extension irréversible de paysages désertiques nouveaux à des zones qui naguère n'en portaient pas les caractères. Cette définition a été reprise par de nombreux auteurs, mais non retenue à la conférence *ad hoc* de Nairobi en 1977, où elle a paru trop restrictive.

Ces phénomènes se développent dans la zone aride inférieure et dans la zone hyper-aride supérieure entre les isohyètes de 50 et 200 mm. En effet, la dégradation n'est, à notre connaissance, jamais irréversible au-dessus de l'isohyète de 200 mm. Les causes en sont bien connues : dénudation de la surface du sol consécutive à l'éradication des ligneux, au surpâturage et surtout aux labours intempestifs entraînant l'érosion éolienne des horizons meubles jusqu'au substrat dur. Les chiffres d'érosion que nous avions évalués en 1962 et 1968 de 100 à 250 t/ha/an dans les steppes sableuses à Aarfej (*Rhanterium suaveolens*) ont été confirmés par la suite par Floret et Pontanier (1982) et par Khatteli (1983) *(Photos 21 à 26 et 31 à 37)*, par Aïdoud (1983, 1989, 1993) et par Aïdoud et Aidoud-Lounis (1995) *(Fig. 23-27)*.

Tableau 19. Critères et seuils de vulnérabilité des écosystèmes à la désertisation

Taux de recouvrement de canopée des pérennes (%)	0-1	1-5	5-15	15-25	25-30	≥ 50
Pluviosité moyenne annuelle (mm)						
50-100	5	5	4	3	2	1
100-200	5	4	3	2	1	0
200-300	4	3	2	1	0	0
300-400	3	2	1	0	0	0
400-500	2	1	0	0	0	0
500-600	1	0	0	0	0	0

0 = Risque immédiat de désertisation nul ou très faible
1 = " " " faible
2 = " " " modéré
3 = " " " sérieux
4 = " " " grave à très grave
5 = " " " total = désertisé.

L'extension du phénomène que nous avions évalué en 1968 à plusieurs centaines de milliers d'hectares par an en Afrique du Nord, a été précisée depuis par Floret *et al.* (1977, 1978) dans une étude très détaillée suivie pendant 10 ans sur deux zones d'étude de 100 000 ha (Oglat Merteba) et 80 000 ha (Garaet Zougrata). Elle atteint 0,7 % par an dans la zone aride inférieure. Etant donné que la zone aride inférieure représente environ 321 000 km^2 et la zone hyper-aride supérieure environ 693 000 km^2, on obtient à l'échelle nord-africaine quelque 2250 km^2 par an pour la zone aride inférieure et environ 4850 km^2 pour les steppes de la zone hyper-aride supérieure ; soit un total de près de 7100 km^2 par an sur une zone de 1 014 000 km^2. Des taux de même ordre (0.65 % et 0.60 % respectivement) ont été trouvés par Vinogradov au NW de la Caspienne et par Zhu Zhenda et Liu-Shu (1983) dans le Turkestan chinois et les steppes mongoles (Rozanov, 1990 ; Le Houérou, 1992d).

La désertisation correspond à une diminution considérable de la production qui est alors uniquement assurée par des annuelles fugaces. Le Coefficient d'Efficacité Pluviale peut descendre de 5 à 6 kg.MS/ha/an/mm à moins de 1. La couverture pérenne est inférieure à 5 % et la biomasse pérenne réduite à moins de 200 kg.MS/ha, alors que dans une steppe en bon état, la biomasse pérenne est de l'ordre de 1000-1500 kg.MS/ha et le degré de recouvrement pérenne de 25 à 30 %. Simultanément, tandis que le Coefficient d'Efficacité Pluviale diminue au cours du processus de désertisation, la variabilité de la production annuelle croît considérablement. Le quotient du coefficient de variation de la production annuelle par celui de la pluviosité qui est de l'ordre de 1.2 dans les steppes en bon état augmente à 1,5-2,0 dans les steppes dégradées et à 3,0-5,0 dans les steppes désertisées. Donc non seulement la productivité diminue considérablement, mais encore la variabilité de la production primaire augmente dans des proportions comparables (Le Houérou *et al.*, 1988 ; Le Houérou, 1984a, 1992a).

III – Evolution progressive *(Fig. 28 ; Photos 22, 38-40, 87)*

L'évolution progressive de la végétation et des écosystèmes a pu être observée dans des zones plus ou moins protégées des facteurs de dégradation : mises en défens forestières ou pastorales, champs de mines, barrage électrifié à la frontière tuniso-algérienne de 1954 à 1962, aéroports, plantations forestières, zones de protection diverses. On observe généralement le développement des processus inverses de ceux aboutissant à la désertisation ; nous avons appelé l'ensemble de ces processus la « **remontée biologique** » (Le Houérou, 1977a). Celle-ci se manifeste d'abord par le développement et la multiplication des espèces pérennes et du recouvrement du sol avec comme conséquence le ralentissement puis l'arrêt de l'érosion, le développement de la litière et la disparition de la croûte de battance, l'enrichissement du sol en matière organique et en azote, l'accroissement corrélatif de la stabilité structurale des agrégats du sol, de l'infiltration des eaux de pluie et l'accroissement de la production primaire.

On a ainsi pu observer l'évolution de garrigues post-forestières dégradées vers la forêt et de peuplements d'alfa avec des reliques forestières vers des stades de garrigues préforestières. Un cas bien étudié de ce point de vue est celui du Jebel Tebaga au Nord d'Enfida en Tunisie que nous avons pu faire mettre en défens en 1955 et qui l'est resté depuis, devenant après 30 ans une forêt de thuya de Berbérie. Une étude réalisée en Libye sur 7 zones d'amélioration pastorale totalisant 140 000 hectares dans des régions à 120-200 mm de pluviométrie, a montré qu'après une période de 3 à 5 ans d'une mise en défens relative, différentes végétations steppiques assez dégradées au départ ont vu leur valeur pastorale tripler pendant ce laps de temps avec un accroissement considérable des graminées fourragères pérennes (Le Houérou *et al.*, 1983).

Mais l'évolution progressive peut être mise en échec dans au moins deux cas :

- Sur les sols squelettiques de la zone recevant de 50 à 150 mm de pluie annuelle, la régénération peut totalement échouer ; la dégradation est irréversible. C'est ainsi que l'on peut encore voir les traces des chars laissées dans la région de Ksar Rhilane (70 mm) lors de la bataille de février 1942. La végétation dans cette zone est une steppe désertique à *Anthyllis henoniana* et *Gymnocarpos decander*. L'absence d'eau permanente dans cette zone a protégé cette végétation de la dégradation. Des observations identiques ont été effectuées à Bir Hakeim (Cyrénaïque, au S de Tobrouk) et à El Alamein en Egypte. Dans les mêmes zones la végétation s'est parfaitement et rapidement rétablie sur les sols profonds.

- Certaines régions dunaires mises en défens dans la zone aride inférieure (100-200 mm) ont vu se développer des croûtes biologiques à la surface des dunes. Ces croûtes sont formées de cyanobactéries, notamment des genres : *Lyngbya, Plectonema, Phormidium, Nostoc, Anabaena, Scytonema* et de lichens. Ces faits ont été observés près de Médenine (150 mm) et de Khettana (160 mm) dans le sud Tunisien (Le Houérou & Pontanier, 1987). Ces croûtes semblent parfaitement imperméables et les plantes supérieures ne s'y installent pas. Les dunes restent nues en dehors de la pellicule continue d'algues et de lichens. Des phénomènes identiques ont été signalés au Sahel du Tchad et de Mauritanie et dans d'autres zones arides mondiales. Ces pellicules peuvent être détruites par le piétinement de troupeaux de petits ruminants ; elles constituent donc davantage une curiosité qu'un réel handicap.

La remontée biologique obéit à des lois que nous avons analysées (1981, 1986). Elle dépend notamment de la résilience du type de végétation considéré, de sa stabilité et de l'entropie des systèmes en présence. Elle dépend surtout de l'aridité climatique et édaphique. La reconquête est d'autant plus difficile et lente que l'aridité est accentuée (Pluviosité, situation topographique, texture et profondeur du sol et enfin de la disponibilité de propagules d'espèces pionnières (notion d'entropie).

Nous avons également montré (1969b, 1981a, 1986a) que les steppes à chaméphytes que nous connaissons ne sont que des formes de dégradation résultant du surpâturage. Lorsque ces steppes sont mises en défens pendant une période suffisante (de 5 à 10 ans) les chaméphytes (armoises et autres) tendent à être remplacées par des graminées pérennes qui deviennent dominantes éliminant les arbustes : *Stipa parviflora, S. lagascae, S. fontanesii, S. barbata, Stipagrostis plumosa, S. obtusa, S. ciliata, Eragrostis trichophora, Dichanthium annulatum, Cenchrus ciliaris, Hyparrhenia hirta, Sporobolus ioclados, Digitaria nodosa*, etc. selon les conditions locales de climat et de sol *(Photos 22, 38, 39, 40 & 87)*.

Aspects appliqués et finalisés

I – Planification de la mise en valeur et du développement agricoles

Les études écologiques des steppes et des zones arides nord-africaines ont permis d'évaluer les possibilités de production agricole et donc de planifier le développement de façon rationnelle. Elles ont permis d'extrapoler les expériences ponctuelles à toutes les zones présentant des caractéristiques comparables, autorisant aussi l'introduction d'espèces et de cultures exotiques.

1. Céréaliculture

On a pu ainsi montrer que la culture de céréales en sec est trop aléatoire pour être économique en zone aride au-dessous de l'isohyète de 400 mm, sauf à utiliser des irrigations d'appoint là où elles sont disponibles de façon permanente et régulière.

2. Arboriculture en sec

L'arboriculture en sec est praticable de façon économique jusque sous l'isohyète de 200 mm, ou un peu moins, à condition de disposer de sols sableux grossiers et profonds, et, bien entendu, de maîtriser les techniques appropriées, comme en Tunisie centrale, méridionale ou en Tripolitaine. Nous avons montré que la limite froide de la culture de l'olivier et du cactus correspond à une moyenne des températures minimales de janvier de 2°C. Ce qui correspond sensiblement à l'altitude de 800 m, sauf au Maroc atlantique où elle peut dépasser 1000 m. Les autres cultures fruitières praticables de façon économique en zone aride sont l'amandier, le pêcher, l'abricotier, le grenadier, le figuier, le dattier et le pistachier. La limite inférieure froide de la culture du dattier en sec correspond sensiblement à celle de l'olivier (m≈+2°C). La culture du pistachier pourrait en principe se développer sur de vastes surfaces des hautes plaines algéro-marocaines où l'altitude et les températures hivernales interdisent l'olivier. En effet, la plupart des variétés de *Pistacia vera* requièrent des basses températures hivernales pour fructifier normalement. La demande internationale semble illimitée, les prix sont élevés et les difficiles techniques de greffage sont maintenant bien maîtrisées. Il est surprenant que les planificateurs n'y aient pas songé en dehors de la Tunisie.

Nous avons montré par ailleurs que la culture irriguée du dattier de qualité exportable « Deglet Nour » requérait un climat saharien c'est à dire moins de 100 mm de pluviosité moyenne annuelle et une faible probabilité de pluies d'octobre à décembre, au moment de la maturation des fruits, pour éviter la fermentation sur pied (la tête au feu et les pieds dans l'eau, dit l'adage). Il n'y a donc pas de possibilités de phoeniciculture de qualité au nord de l'Anti-Atlas, de l'Atlas Saharien ni des chotts, ni à l'est des Jebels Matmata et Nefousa (ce qui exclut, par exemple, les régions de Goulmime, de Laghouat, de Gafsa, de Gabès, etc.).

3. L'amélioration et le développement des pâturages et de l'élevage

L'étude détaillée de la végétation spontanée devrait constituer la base rationnelle du développement des parcours, bien qu'il n'en soit pas toujours ainsi !

Sur le plan de la dynamique, l'expérience montre qu'un pâturage limité et contrôlé permet presque toujours de régénérer les parcours et d'augmenter leur productivité. On a aussi montré que les mises en défens de longue durée étaient peu utiles au-delà de 3-5 ans. Alors qu'une mise en défens de 3-5 ans ou un sous-pâturage systématique pendant un laps de temps comparable peut tripler la productivité ou même davantage. Il a aussi été montré par de multiples échecs, et pratiquement aucun succès, que le resemis des pâturages est illusoire en zone aride, dans l'état actuel des connaissances (Le Houérou, 1969c).

Il est par contre possible d'améliorer des zones très dégradées et de constituer des réserves fourragères, en prévision des disettes, en cultivant des arbustes fourragers : Cactus inerme, Acacias australiens à phyllodes et *Atriplex spp.*. Environ un million d'hectares de ces arbustes ont été plantés avec succès dans les cinq pays, parfois même au-dessous de l'isohyète de 200 mm. Chaque hectare de ces types de plantations produit 3 à 5 fois plus de fourrage qu'un hectare de parcours et, de plus, ce fourrage est d'excellente qualité, constituant un complément efficace à des pâturages pauvres, des jachères ou des chaumes.

La productivité des pâturages et des cultures en fonction de la pluviosité a été mesurée en détail. La productivité moyenne est de l'ordre de 4 kg de matière sèche par hectare et par an pour chaque millimètre de pluie (Le Houérou & Hoste, 1977 ; Le Houérou, 1984a, 1992a).

Le Coefficient d'Efficacité Pluviale (CEP) peut varier dans de très larges proportions (de 1 à 10) ; il dépend des conditions locales notamment de sol, mais surtout de l'état dynamique des écosystèmes considérés, c'est à dire de leur gestion. Des écosystèmes de zone subsaharienne bien gérés peuvent présenter un CEP de 5 à 6, tandis que des zones favorables mal gérées peuvent n'avoir que des CEP de 1 à 2. Ceci a été vérifié au niveau des zones arides mondiales. Assez curieusement, le CEP ne varie pratiquement pas en fonction de la nature du climat que celui-ci soit tempéré, méditerranéen, tropical ou équatorial, et ceci dans une fourchette de pluviosité moyenne annuelle de 100 à 500 mm. D'autres facteurs interviennent au-dessous et au-dessus de ces valeurs qui interfèrent sur les corrélations pluie/productivité.

II – Inventaire des ressources pastorales et développement de l'élevage

L'inventaire phytosociologique des zones arides et des steppes constitue *ipso facto* la base d'un inventaire pastoral. La traduction des données phytosociologiques en valeurs pastorales peut en effet s'effectuer assez facilement moyennant quelques informations supplémentaires sur la biomasse et la productivité primaire des groupements, la valeur nutritive des espèces, les périodes de production et le taux d'exploitation possible.

L'inventaire pastoral, pour être complet, nécessite également des essais de charge en grandeur réelle pour connaître l'importance et la valeur alimentaire réelle du prélèvement possible de végétation par les troupeaux. Ces essais sont généralement effectués en petit nombre car ils sont lourds et couteux à mettre en place et à suivre. Il faut en effet disposer d'un effectif minimum représentatif d'une vingtaine d'animaux pendant une période d'au moins un mois. Le dispositif doit être utilisé au moins une fois à chaque saison, de préférence pendant plusieurs années consécutives. Ces conditions préalables aboutissent à disposer de superficies clôturées de l'ordre de 10 à 20 hectares, au minimum, selon les groupements végétaux. Il faut bien entendu pouvoir peser les animaux une fois par semaine, etc. On peut pallier cette expérimentation lourde par des observations détaillées sur les plantes utilisant des coefficients de valeur pastorale plus ou moins arbitraires pour chaque espèce, mais ce n'est qu'un pis-aller, un palliatif d'une grossière approximation.

La Tunisie est à ce jour le seul pays nord-africain disposant d'un inventaire exhaustif et d'une totale couverture cartographique de la végétation à moyenne échelle. Nous avons publié, en collaboration avec T. Ionesco (1971), une estimation de la valeur pastorale des 1200 espèces végétales des steppes tunisiennes, qui a été reprise par de nombreux auteurs. Des inventaires plus ou moins importants ont été réalisés dans les autres pays : Bassin du Hodna, Région de Djelfa, de Chellala, et steppes oranaises en Algérie (Delhaye *et al.*, 1974 ; Le Houérou *et al.*, 1975 ; Pouget et Le Houérou, 1971 ; Rodin *et al.*, 1970 ; Bellouam *et al*, 1973, 1975 ; Djebaili, 1984 ; Djellouli, 1981 ; Aidoud, 1983, 1989 ; Nedjraoui, 1981, 1990).

Les steppes du Maroc oriental ont également fait l'objet d'un inventaire et d'une cartographie généralisée (Pujos, 1958 ; Loiseau & Sébillotte, 1972).

La végétation de la Libye a fait l'objet d'un inventaire systématique (Le Houérou, 1965b ; Le Houérou *et al.*, 1983), mais les ressources pastorales n'ont été cartographiées qu'à grande échelle sur des superficies de quelques dizaines de milliers d'hectares.

La végétation de la zone steppique égyptienne a fait l'objet d'inventaires, mais non de cartographie de quelque ampleur.

Un des problèmes les plus difficiles, en matière d'exploitation pastorale est la détermination de la charge en relation avec la variabilité de la production primaire. Nous avons mis au point une méthode de prévision de la production connaissant la variabilité des pluies annuelles, au moyen d'une formule mathématique empirique originale (Le Houérou, 1984a ; Le Houérou *et al.*, 1988).

On peut conclure que la végétation steppique et pastorale est bien connue à l'échelle de l'Afrique du Nord. Mais il faut ajouter que beaucoup de ces inventaires et de ces cartes ne présentent plus qu'un intérêt « historique » en raison de l'évolution accélérée de la végétation et des parcours sous l'effet de la pression démographique : défrichements, surpâturage, éradication des espèces ligneuses (Le Houérou, 1962a ; 1968 ; 1979b). Ces tendances ont été exacerbées par certaines politiques des prix et de subventions aux céréales à fin fourragère et aux aliments concentrés (Le Houérou, 1985a, 1991, 1992b ; Boutonnet, 1989 ; Bourbouze, 1982, 1986, 1990). Ces problèmes seront examinés plus loin, avec quelques détails dans les paragraphes relatifs à l'évolution des écosystèmes *(Fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27)*.

III – Systèmes de production et planification du développement régional

En combinant un certain nombre de techniques, on peut, grâce à un choix judicieux des espèces, créer des systèmes de production efficaces, à multi-usages, en zone aride. On peut par exemple créer des élevages productifs sans transhumance à condition de disposer d'eau permanente et de réserves fourragères suffisantes pour pallier l'irrégularité de la production des parcours : cactus, atriplex, acacia, bois de taille d'olivier, pailles de céréales. L'expérience montre que, sous une pluviosité moyenne annuelle de 250-300 mm, avec un coefficient de variation de 40 %, il faut pouvoir disposer de 12 mois de consommation alimentaire du troupeau sous forme de réserves alimentaires sur pied pour atteindre le risque zéro (Le Houérou et Dumont, 1964). Cet exploit a été réalisé par plusieurs agriculteurs européens de Tunisie centrale de 1925 à 1960. Les charges de bétail étaient de l'ordre de 0,4 à 0,6 équivalents-moutons par hectare, avec des réserves alimentaires de 0,3 hectare de cactus par mouton et 0,8 d'olivier (pour les feuilles des bois de taille). Certains pratiquaient en outre une céréaliculture occasionnelle de crue sur quelques dizaines d'hectares. Ces agriculteurs ont ainsi pu franchir sans graves dommages les terribles sécheresses de 1946-1947-1948 qui virent les troupeaux nationaux décimés à 70 %. Dans de telles conditions une famille pouvait vivre confortablement sur une superficie de 1000 à 3000 hectares faisant vivre une dizaine de familles d'ouvriers. La condition la plus importante était de disposer de terres de nature variée de façon à pouvoir adapter la gestion avec souplesse aux diverses circonstances climatiques et économiques en jouant sur la complémentarité des spéculations et sur celle des types de parcours.

Ces conditions ne sont pas fondamentalement différentes de celles des « ranchers » des zones arides d'Australie, d'Afrique du Sud, des USA ou d'Argentine, ou des causes semblables ont abouti à des types de systèmes comparables : sédentarité, maîtrise de l'eau, clôtures, réserves alimentaires, activité complémentaires.

Dans la situation actuelle de l'Afrique du Nord, ce modèle n'est plus viable, en raison de la pression démographique. La densité de population en Tunisie centrale pendant la période mentionnée était de 10-15 habitants par km^2 ; elle est actuellement de l'ordre de 70 à 80 dans les mêmes zones. La mise en valeur et le développement des zones arides nord-africaines ne peut donc se concevoir sans une profonde réforme socio-économique tendant à responsabiliser la gestion des terres au niveau des individus ou de petits groupes d'individus. Les systèmes anciens sont caducs en raison de la pression démographique, de l'évolution des besoins des individus et de celle des rapports sociaux. Il y a une loi inexorable qui est la quantité de matière sèche que peut produire chaque millimètre d'eau sous les climats considérés ; ce rapport peut être amélioré mais seulement dans certaines limites !

✧

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Deuxième partie

Analyse floristique et phytogéographique des steppes de la zone aride du Nord de l'Afrique

Généralités

L'analyse phytogéographique qui suit considère les steppes arides méditerranéennes, grossièrement délimitées par les isohyètes annuelles de 100 à 400 mm. Ces limites ne concernent toutefois pas le Maroc Atlantique où les formations arborées descendent jusqu'aux isohyètes de 150-200 mm dans la plaine du Sous.

Les steppes arides méditerranéennes sont limitées au nord par des formations forestières ou dérivées de la forêt. Ces végétations sont dominées par des espèces ligneuses sempervirentes sclérophylles, avec ou sans résineux : *Quercus ilex s.l., Q. coccifera, Phillyrea spp., Pistacia lentiscus, Rhamnus spp., Ceratonia siliqua, Olea europaea, Pinus halepensis, Tetraclinis articulata*, etc. Il s'agit donc d'une végétation typiquement méditerranéenne au sens le plus strict.

La limite méridionale ou limite sèche de ce type de végétation correspond aux flancs sud des chaînes atlasiques, de la Dorsale Tunisienne et du J. Akhdar de Cyrénaïque. Il faut noter seulement deux exceptions, l'une naturelle, l'autre cultigène : l'arganeraie du Sud-Ouest marocain (600 000 hectares) pour le premier cas, et les vastes olivettes de la Tunisie centrale, méridionale et de Tripolitaine (1,6 million d'hectares au total) pour le second. La limite aride des formations forestières et dérivées correspond aussi à la limite supérieure des steppes. Cette **discontinuité majeure** dans la végétation naturelle correspond sensiblement à l'isohyète de pluviosité moyenne annuelle de 400 mm dans tout le Nord de l'Afrique, à l'exception du S-O marocain (Le Houérou, 1969b) ; il en est d'ailleurs de même au Proche-Orient (Pabot, 1967 ; Le Houérou, 1972, 1975b ; Danin & Plitman, 1987). Pour être tout à fait précis : il existe des formations forestières dérivées, généralement fort dégradées, au-dessous de l'isohyète de 400 mm (environ 30 000 km^2 dans le Nord de l'Afrique), mais il n'y a virtuellement pas de steppes au-dessus de cette pluviosité.

La limite méridionale des steppes est également la frontière septentrionale du Sahara, c'est-à-dire l'isohyète annuelle de 100 ± 50 mm. Cette limite, que nous avions proposée en 1959 à l'occasion d'un travail très détaillé sur la flore et la végétation du sud-tunisien, est maintenant acceptée par la plupart des auteurs. En pratique, cette limite suit les piémonts sud des Atlas (flexure sud-atlasique) de l'embouchure du Draa aux grands chotts algéro-tunisiens, puis elle longe le revers de la cuesta des Matmata et du J. Nefousa depuis Kebili jusqu'à Taworga ; elle atteint le rivage méditerranéen entre Nawfilia et Agheila, puis elle suit le piémont sud du J. Akhdar pour rejoindre de nouveau le rivage dans les golfes de Bomba et de Sollum, et se maintenir parallèle au rivage à environ 50 km de celui-ci, de la frontière libyco-égyptienne jusqu'au Canal de Suez.

De fait, en raison de l'incertitude sur les limites exactes de distribution d'un certain nombre d'espèces, nous avons adopté la limite extrême de 50 mm, admettant ainsi une zone de chevauchement entre les steppes arides et la végétation saharienne. Cette zone de chevauchement des deux entités phyto-géographiques correspond à la bande de terrain comprise entre les isohyètes annuelles de 50 et 150 mm, c'est-à-dire la portion la plus septentrionale du Sahara ; elle occupe environ 350 000 km^2. Cette limite se justifie aussi par l'existence de steppes diffuses sur les substrats sableux bien au-dessous de l'isohyète de 100 mm. Mais le mode contracté (typiquement saharien) se manifeste déjà entre les isohyètes de 100 et 150 mm sur les sols squelettiques et sur ceux présentant une texture moyenne à fine dans l'horizon supérieur et un état de surface colmaté (présence d'une pellicule de battance). L'isohyète de 50 mm peut ainsi être considérée comme la limite extrême d'aridité des formations steppiques diffuses (à condition d'en exclure les « maaders » qui constituent des « steppes contractées »).

Comme il a été établi par ailleurs (cf. classification écoclimatique des zones arides nord-africaines, 1989), la zone hyper-aride se délimite par l'isohyète de 100 ± 50 mm, tant au nord qu'au sud du Sahara. Mais la pluviosité peut largement dépasser ces valeurs dans les montagnes sahariennes au-dessus de 2000 m. Elle atteint probablement 150 à 200 mm vers les sommets du Hoggar, du Tibesti, de l'Aïr, de l'Ennedi et ceux de la chaîne Galala-Elba, située entre le Nil et la Mer Rouge. Ces régions, bien que

géographiquement sahariennes, n'appartiennent pas à la zone hyper-aride ou désertique, mais à la zone aride, ainsi qu'en témoigne leur flore à forte affinité méditerranéenne, et leur végétation de type souvent steppique (Maire, 1933 ; Quézel, 1954, 1957, 1965 ; Leredde, 1957 ; De Miré & Gillet, 1956 ; Gillet, 1968). La zone de chevauchement à la limite nord du Sahara explique en grande partie l'existence de 1250 espèces communes à la flore steppique et à la flore du Sahara, telles que nous les avons définies.

Pour mieux placer le sujet dans son contexte global nous avons cru devoir examiner aussi les relations entre les steppes nord-africaines avec d'une part les steppes ibériques, et d'autre part celles du Proche-Orient (Syrie, Israël, Jordanie, Péninsule Arabique).

La présente étude fait ainsi la jonction avec les travaux relatifs aux flores irano-touranienne et saharo-sindienne (ou saharo-arabique), notamment ceux de Zohary (1962-73) et de Danin (1986-88) au Proche-Orient, et ceux de Pabot (1967) et de Léonard (1988-89) en Iran.

La jonction des steppes ibériques et maghrébiennes semble avoir été assurée durant la période aride du Messinien, il y a 4 à 5 millions d'années, lors de la dernière fermeture du détroit de Gibraltar (-320 m). La flore et la végétation péri-méditerranéennes semblent précisément avoir été de nature steppique à la jonction du Miocène et du Pliocène (Hsü *& al.*, 1977 ; Bocquet, 1980).

La Péninsule Arabique est séparée du Sahara depuis le Miocène, à l'ouverture du rift de la Mer Rouge, il y a 25 millions d'années ; l'Afrique s'écarte actuellement de l'Arabie d'environ 8 cm par an en moyenne.

Dans les deux cas, l'étroitesse des barrières maritimes a, semble-t-il, permis un échange génétique continu puisque, dans un cas comme dans l'autre, le nombre d'espèces communes dépasse 50 % de part et d'autre de ces barrières maritimes.

Définition : typologie physionomique et écologique

Le terme steppe évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Pour le phytogéographe, il s'agit de formations végétales basses et ouvertes, dominées par des espèces pérennes, dépourvues d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables.

Les steppes de type méditerranéen occupent d'immenses superficies depuis le moyen bassin de l'Ebre jusqu'à la Mer d'Aral et la rive occidentale de l'Indus. Cet immense territoire peut être évalué en première approximation à plus de 6 millions de km^2, dont plus de la moitié est occupée par les steppes, et le reste par les montagnes et les déserts. Environ 20 % de ces steppes se trouvent dans le Nord de l'Afrique, 1,7 % en Espagne, 30 % au Proche-Orient et le reste au Moyen-Orient (Iraq, Iran, Afghanistan, Pakistan) et en Asie Moyenne (Turkménistan, Tadjikistan, Ouzbékistan). Bien entendu, il existe aussi des steppes, encore plus immenses, en zone à climat non-méditerranéen (pluies estivales) en Asie Centrale (Kazakhstan, Kighizistan, Dzoungarie, Xinjiang (=Turkestan chinois), Mongolie Intérieure, Mongolie Extérieure).

I – Physionomie

Les steppes méditerranéennes peuvent revêtir diverses physionomies et structures. On peut ainsi distinguer des steppes graminéennes, arbrissellées, arbustives, crassulescentes, succulentes et pulvinées.

❑ Les **steppes graminéennes** sont dominées par des graminées pérennes, généralement cespiteuses, telles les steppes à alfa : *Stipa tenacissima*, les steppes à sparte : *Lygeum spartum*, à *Stipa spp.*, à *Aristida spp.*, à *Stipagrostis spp.*, à *Hyparrhenia hirta*, etc.

Notons, en passant, que les steppes d'alfa ne dépassent pas vers l'est l'extrémité orientale du Jebel Nefousa, au sud de Misurata à environ 15° Long.E et 32° Lat.N. Elles ne franchissent pas les chaînes atlasiques à l'ouest, et sont absentes du Maroc atlantique. Les steppes graminéennes occupaient naguère 80 000 à 100 000 km^2 en Afrique du Nord, dont 40 000 km^2 de steppes d'alfa, et 30 000 km^2 de steppes de sparte (Le Houérou, 1975b). Mais elles ont subi de sévères dégradations depuis la Seconde Guerre Mondiale et ne représentent probablement plus guère de 1/3 de ces superficies.

Beaucoup de steppes graminéennes représentent des stades de dégradation de formations forestières. C'est en particulier souvent le cas des steppes à alfa (Le Houérou, 1969b).

Les steppes graminéennes sont dominées par des espèces de graminées pérennes telles que l'alfa *(Stipa tenacissima)* et le sparte *(Lygeum spartum)*. Ces deux espèces ont joué un rôle important dans l'artisanat, puis dans l'industrie, pour la première.

Les steppes d'alfa *(Stipa tenacissima)* : par suite de l'utilisation industrielle des feuilles d'alfa pour la fabrication de papier de qualité (notamment en Angleterre) vers la fin du siècle dernier (1875) jusque vers 1960, les steppes d'alfa ont considérablement régressé, notamment en raison de la surexploitation des « nappes ».

Cette régression en superficie est de l'ordre de 60 % en 100 ans. Lente au début, elle est actuellement de 1,2 % par an. La régression en productivité moyenne est environ 10 fois plus élevée. La production moyenne est actuellement de l'ordre de 100 kg/ha/an contre environ 500 kg exprimés en alfa séché à

l'air contenant environ 10 % d'humidité, il y a 100 ans (les chiffres sont connus avec une assez bonne précision en raison des contrôles à l'exportation et des achats comptabilisés par les grandes compagnies fermières, puis par les usines nationales de Tunisie et d'Algérie. L'exploitation de l'alfa, abandonnée depuis de nombreuses années au Maroc et en Libye (Tripolitaine) est également en voie d'extinction en Algérie et en Tunisie, pour de simples raisons économiques liées à la régression considérable de la productivité et l'impossibilité pratique de la mécanisation.

Les steppes d'alfa occupaient les superficies suivantes dans le Nord de l'Afrique au début du siècle et en 1990.

Tableau 20. Evolution des superficies des steppes d'alfa

Pays	Superficie en 1900 en 10^3 ha (1)	Superficie en 1990 en 10^3 ha (2)	Régression 1900-1990 en 10^3 ha	%
Algérie	4 000	1 000	3 000	75,0
Libye	500	100	400	80,0
Maroc	2 200	1 200	1 000	45,5
Tunisie	1 350	500	850	63,0
Total	**8 050**	**2 800**	**5 250**	**65,0**
Espagne	600	400	200	33,3
Total mondial	**8 650**	**3 200**	**5 450**	**63,0**

(1) Boudy, 1950 ; Trabut, 1889.
(2) Estimations de l'auteur.

Mais la réduction des superficies et des rendements n'est pas uniquement due à la surexploitation, car dans les pays où l'alfa n'est plus commercialisé depuis de nombreuses années, comme le Maroc ou la Libye, la dégradation se poursuit en raison du surpâturage, du piétinement, du brûlis par les bergers, de l'érosion et surtout du défrichement pour la culture aléatoire des céréales. Il faut ajouter que l'alfa, une fois détruit, ne se régénère pas. En effet, dans les conditions de la steppe il ne se régénère que de manière végétative par l'expansion centrifuge des rhizomes ; la reproduction sexuée nécessite l'ombre claire de la forêt ouverte et ne se produit donc pas dans les steppes *(Fig. 23-26 et 28).*

Au début du siècle environ un million de tonnes étaient commercialisées par an ; la production commerciale était réduite à 400 000 tonnes dans les années 1950 et probablement moins de 100 000 tonnes actuellement, soit de 90 % en 100 ans.

Les steppes à Sparte *(Lygeum spartum)* occupent parfois un stade dynamique intermédiaire entre les steppes d'alfa et les steppes arbrissellées. Contrairement aux steppes d'alfa, elles peuvent se régénérer par graines dans l'état actuel.

Le sparte produit une fibre traditionnellement utilisée dans l'artisanat local : cordage, harnais pour les animaux de trait et de bât, nattes et autres objets dits de « sparterie ». Son utilisation et sa valorisation n'ont fait l'objet d'aucune étude à notre connaissance. Cet artisanat est en rapide régression en raison de la concurrence des fibres synthétiques.

Le sparte constitue un fourrage de qualité très médiocre, mais néanmoins consommé lorsque la pression pastorale est intense, ce qui est généralement le cas des steppes du Nord de l'Afrique.

Les autres steppes graminéennes sont dominées par *Stipagrostis pungens* sur les sables mobiles et les dunes, avec ses deux congénères de même écologie *St. vulnerans* et *St. scoparia.* Localement d'autres steppes graminéennes peuvent exister sur de petites superficies dominées par *Hyparrhenia hirta, Stipagrostis obtusa, St. plumosa, St. ciliata, Stipa parviflora, Stipa lagascae.*

❑ Les **steppes arbrissellées ou chamaephytiques** sont dominées par des arbrisseaux dont la taille ne dépasse guère 50 cm. Parmi ces arbrisseaux, il faut citer les suivants qui jouent un rôle physionomique considérable :

Anabasis aretioides	*Hammada elegans (= Haloxylon schmittianum)*
" *articulata*	*Hammada scoparia (= Haloxylon articulatum)*
Artemisia campestris subsp. *glutinosa*	*Helianthemum lippii*
" " " *cinerea*	*Noaea mucronata*
" *herba-alba (=A. inculta)*	*Rhanterium suaveolens*
" *monosperma*	*Salsola vermiculata*
Echiochilon fruticosum	*Thymelaea hirsuta*
Gymnocarpos decander	" *microphylla*

Ces steppes occupaient naguère environ 200 000 km^2 en Afrique du Nord ; probablement plus de la moitié de ces superficies ont été défrichées depuis 40 ans en vue de la culture épisodique et aléatoire des céréales. Sur le plan dynamique, il a été démontré que ces steppes constituent souvent des stades de dégradation de steppes graminéennes *(Fig. 28, Photos 22, 38, 39, 40 & 87)*.

Inversement, la mise en défens des steppes à chamaephytes contre les troupeaux détermine leur évolution vers des steppes graminéennes, mais différentes de celles du stade antérieur. En effet, les nouvelles espèces dominantes dans les zones protégées sont des espèces fourragères telles que :

Stipa barbata	*Stipagrostis ciliata*	*Hyparrhenia hirta*
" *fontanesii*	" *pungens*	*Eragrostis papposa*
" *lagascae*	" *obtusa*	" *trichophora*
" *parviflora*	" *plumosa*	*Aristida coerulescens*
		" *tunetana*

Les steppes arbrissellées apparaissent ainsi, en dehors de la zone saharienne, comme des états d'équilibre plus ou moins stable engendrés par une forte pression des troupeaux, une sorte de « plésio-climax ». Encore y aurait-il lieu de distinguer les steppes stables comme celles à *Artemisia herba-alba*, à *Helianthemum kahiricum*, à *H. ruficomum*, à *Hammada scoparia* ou à *Hammada elegans* des phases transitoires comme celles à *Artemisia glutinosa* et *Cynodon dactylon* ou celles à *Echiochilon fruticosum* qui constituent des stades post-culturaux fréquents mais relativement fugaces dans la succession diachronique (Le Houérou, 1981a ; Télahigue *et al.*, 1987).

❑ Les **steppes crassulescentes** sont dominées par des espèces charnues halophiles, liées à des terrains salés (conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée égale ou supérieure à 5 décisiemens par mètre, ou mmhos cm^{-1}).

Les espèces dominantes les plus courantes comprennent beaucoup de Chenopodiaceae :

Arthrocnemum indicum	*Halocnemum strobilaceum*
Halopeplis amplexicaulis	*Salsola* spp.
" *perfoliata*	*Halogeton alopecuroides*
Atriplex spp.	" *sativus*
Chenolea arabica	*Schanginia* spp.
Salicornia spp.	*Suaeda* spp.

Mais aussi : des Plumbaginaceae : *Limonium* spp.
Limoniastrum spp.
des Zygophyllaceae : *Zygophyllum* spp.
des Frankeniaceae : *Frankenia* spp.
des Caryophyllaceae : *Spergularia* spp.
des Aizoaceae : *Mesembryanthemum nodiflorum*
: *M. theurkauffii*
etc.

Ces steppes couvrent 40 000 à 50 000 km^2 dans le Nord de l'Afrique. Elles on fait également l'objet de défrichements sur des superficies considérables, soit en vue de la culture irriguée, soit pour la culture aléatoire des céréales en sec.

❑ Les **pseudo-steppes arbustives à nanophanérophytes** sont dominées par des arbustes de 1 à 4 m de haut parsemés d'arbrisseaux. Les espèces dominantes sont, dans la zone steppique :

Acacia gummifera (Maroc occid.)	*Lycium arabicum*
Atriplex halimus	*Nitraria retusa*
Calligonum comosum	*Periploca laevigata*
Calycotome intermedia	*Retama raetam*
Genista saharae (Libye)	*Retama sphaerocarpa*
Hammada elegans	*Rhamnus lycioides*
Helianthemum confertum	*Rhus pentaphylla*
Limoniastrum guyonianum	" *tripartita*
" *monopetalum*	*Tamarix* spp.
	Ziziphus lotus

Ces types de steppes occupent généralement des sites à bilan hydrique relativement favorable : terrasses du réseau hydrographique, dayas, falaises, substrats sableux profonds en position topographique favorable, zones d'épandage, etc.

Ces pseudo-steppes à nanophanérophytes couvrent une superficie de l'ordre de 20 000 à 30 000 km^2 ; elles constituent souvent des milieux relativement favorables à l'agriculture et sont de ce fait souvent défrichées, en particulier en vue de la mise en place de périmètres irrigués.

❑ Les **steppes succulentes** sont dominées par des glycophytes charnus, ou pachycaules, tels que :

Caralluma spp.	*Euphorbia echinus*
Dracaena ombet	" *regis-jubae*
Euphorbia abyssinica	" *resinifera*
" *balsamifera*	" *thi*
" *beaumierana*	*Kleinia anteuphorbium*
" *dendroides*	

Ces milieux sont souvent colonisés par d'autres succulentes exotiques naturalisées telles que : *Acalypha* spp., *Agave* spp., *Aloe* spp., *Coleus* spp., *Furcraea* spp., *Jatropha* spp., *Kalanchoe* spp., *Opuntia* spp., *Sanseviera* spp.

Ces types de formation occupent de très faibles superficies dans les zones à forte humidité atmosphérique, dépourvues de gelées, comme les côtes atlantiques du Sud marocain ou la zone à brouillards entre 700-1.700 m d'altitude des reliefs dominant la Mer Rouge (Egypte, Arabie, Yemen, Soudan, Erythrée).

❑ **Les steppes pulvinées** sont formées de xérophytes épineux en coussinet (végétation dite tragacanthe) des hautes montagnes (au-dessus de 2000 m à l'ouest, 1500 m à l'est).

Les espèces dominantes typiques sont :

Alyssum spinosum *	*Cytisus balansae* *
Arenaria pungens *	*Erinacea anthyllis* *
Astragalus (Acanthyllis) spp.*	*Lepidium subulatum* *
Astragalus ibrahimianus *	*Ormenis scariosa*
Berberis hispanica	*Polycnemum fontanesii*
Bupleurum spinosum *	*Prunus prostrata* *
Catananche caespitosa	*Vella (Pseudocytisus) mairei**

* : xérophytes épineux en coussinet

Ces steppes correspondent à des climats de hautes montagnes arides à semi-arides très froids, depuis la limite supérieure de la cédraie, dans la junipéraie thurifère, et au-dessus de la limite supérieure des arbres. Elles peuvent soit représenter une formation climacique au-dessus de la ligne climatique des arbres ou, au contraire, constituer une forme de dégradation de la cédraie, de la thuriféraie ou même de l'ilicaie d'altitude, comme c'est par exemple souvent le cas dans les Aurès, le Belezma et les Monts du

Hodna (Le Houérou *et al.*, 1975, 1977) ; ce qui semble être aussi le cas dans les Grand et Moyen Atlas (Quézel, 1952, 1957 ; Peyre, 1977 ; Lecompte, 1984, 1986) *(Fig. 31-35)*.

II – Ecologie

❑ Les **steppes graminéennes** existent, ou ont existé dans un passé récent, dans toute l'aire aride depuis le Sahara septentrional jusqu'à la limite des forêts. Les steppes d'alfa et de sparte présentent un très large spectre, à la fois climatique et édaphique. On les rencontre entre les isohyètes de 100 et 400 mm. Ces espèces peuvent se rencontrer sous des pluviosités nettement supérieures à 400 mm (500 mm, ou même un peu plus) dans les forêts claires ou dégradées ; mais il s'agit alors d'individus ou de groupes d'individus isolés et non de formations continues plus ou moins homogènes s'étendant à des superficies de quelque importance.

Sur le plan édaphique, les steppes graminéennes sont souvent cantonnées aux substrats squelettiques : collines et glacis à croûte calcaire ou gypseuse, et ceci pour la simple raison que les sols meubles et profonds qui ont pu jadis ou naguère les porter ont virtuellement tous été défrichés. L'alfa, toutefois, ne se rencontre jamais sur les sols hydromorphes et/ou franchement salés. Les steppes de sparte, au contraire, peuvent coloniser des sols aussi bien squelettiques que salés, gypseux et hydromorphes, jusqu'en bordure des chotts ou sebkhas.

Les steppes à *Stipagrostis pungens* sont inféodées aux substrats sableux mobiles (Long, 1954 ; Bendali, 1987) ; celles à *Stipagrostris ciliata* sont liées aux zones à hivers doux sur substrats sablo-gypseux, secs. Les autres *Stipagrostris*, en particulier *S. obtusa* et *S. plumosa* sont absentes des zones à hivers froids au-dessus de 400-600 m d'altitude. Elles tendent à se cantonner dans les basses steppes et le Sahara septentrional, sur des sols plus ou moins sableux.

Les mêmes remarques s'appliquent aux *Aristida* pérennes : *A. coerulescens* et *A. tunetana*, espèces psammophiles relativement thermophiles des basses steppes.

Les steppes à *Stipa lagascae, S. barbata, S. fontanesii, S. parviflora* ne s'individualisent comme telles que dans des mises en défens, c'est-à-dire protégées de la dent des troupeaux. *Stipa lagascae* est un psammophyte à large spectre climatique, tant sur le point de l'aridité que sur celui de la tolérance au froid ($50 < P < 500$ mm ; $-2 < m < 9°C$). *S. parviflora* colonise les sols squelettiques de préférence sableux, entre les isohyètes de 100 à 400 mm, mais ne pénètre guère au Sahara (sauf en montagne). *S. barbata* et *S. fontanesii* sont des espèces peu fréquentes des steppes altiplanitiaires, très tolérantes au froid, mais ne descendent guère au-dessous de l'isohyète de 200 mm.

❑ Les **steppes arbrissellées** sont nombreuses et diverses. On peut distinguer les steppes psammophiles, les steppes limonophiles et celles des sols squelettiques calcaires et gypseux.

Parmi les premières, il convient de citer les steppes à *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa* et subsp. *cinerea* et celles, vicariantes orientales, à *Artemisia monosperma*. Ces types de steppes se développent entre les isohyètes de 100 et 400 mm, mais *A. campestris* ne pénètre guère au Sahara, contrairement à *A. monosperma*. En zone présaharienne, se développent les steppes à *Rhanterium suaveolens* et *R. adpressum* dont les vicariantes orientales sont dominées par *Rhanterium epapposum*.

Les steppes limoneuses sont dominées par *Artemisia herba-alba*. (= *A. inculta*) ; ce type de steppes couvre des superficies immenses depuis le moyen bassin de l'Ebre et l'Océan Atlantique jusqu'à l'Afghanistan. Elles revêtent plusieurs formes en fonction des espèces co-dominantes telles *Anabasis oropediorum, Anabasis aphylla, Anabasis articulata, Hammada scoparia, Noaea mucronata*. Mais toutes ces steppes à armoise blanche ont un point en commun : la présence d'un sol à texture moyenne à fine, souvent squelettique, mais toujours colmaté en surface. Ces steppes présentent aussi un cortège d'espèces fidèles : *Stipa capensis, Plantago ovata, Vella annua, Ajuga iva subsp. pseudo-iva*, que l'on retrouve pratiquement dans toute l'aire géographique des steppes à armoise blanche. La mise en culture périodique conduit à des stades post-culturaux transitoires à *Cynodon dactylon* et *Artemisia campestris* (Le Houérou, 1981). Dans les zones les plus arides, au-dessous de l'isohyète de 200 mm, *A. herba-alba* tend à être remplacée par *Hammada scoparia* puis, en zone franchement saharienne, par *Artemisia judaica*.

Les steppes des sols squelettiques sont constituées par diverses espèces dominantes en fonction des conditions climatiques et anthropozoïques : *Atractylis serratuloides, Gymnocarpos decander, Anabasis articulata, A. aretioides, Helianthemum kahiricum, H. cinereum, H. hirtum, Noaea mucronata*, etc. Le déterminisme écologique et dynamique de ces divers types de steppes a été étudié et décrit par divers auteurs depuis 40 ans ; il n'est pas possible d'y revenir ici, car le sujet nécessiterait de longs développements. On peut néanmoins distinguer deux grands groupes : les steppes des glacis d'érosion à croûte calcaire et celles de glacis à croûtes et encroûtements gypseux. Les premières se caractérisent par les espèces mentionnées ci-dessus. Les secondes se caractérisent par des gypsophytes ou des gypsohalophytes telles : *Anabasis* spp., *Anarrhinum brevifolium, Moricandia suffruticosa, Halogeton (Agathophora) alopecuroides, Frankenia thymifolia, Limonium* spp., *Nitraria* spp., *Pseuderucaria teretifolia*, *Reaumuria* spp., *Zygophyllum* spp., etc.

❑ Les **steppes crassulescentes** sont liées aux sols salés. On peut les subdiviser en fonction du degré de salure, de la texture et du régime hydrique du sol, notamment de l'absence, la présence et la profondeur d'une nappe phréatique ou d'un horizon hydromorphe.

On peut ainsi distinguer, en première approximation, les steppes hyperhalophiles, hypohalophiles et euhalophiles ; puis ces steppes seront, en seconde approximation, subdivisées en steppes xérohalophiles, mésohalophiles et hygrohalophiles. On obtient ainsi une matrice du type suivant :

Régime hydrique /Régime ionique	**Hypohalophile A**	**Euhalophile B**	**Hyperhalophile C**
a Xérohalophile	Aa	Ba	Ca
b Mésohalophile	Ab	Bb	Cb
c Hygrohalophile	Ac	Bc	Cc

Nous obtenons ainsi, par exemple, les types de steppes crassulescentes suivants :

Aa : Steppes	à *Salsola vermiculata,* à *Chenolea arabica,* à *Atriplex glauca.*
Ba : " "	*Suaeda mollis,* à *Salsola tetragona,* à *Schanginia.*
Ca : " "	*Salsola tetrandra.*
Ab : " "	*Salsola sieberi,* à *S. zyophylla,* à *Atriplex halimus.*
Bb : " "	*Suaeda brevifolia,* à *Suaeda fruticosa,* à *Atriplex mollis.*
Cb : " "	*Arthrocnemum indicum.*
Ac : " "	*Salsola vermiculata villosa,* à *Nitraria retusa,* à *Limoniastrum guyonianum.*
Bc : " "	*Salicornia arabica,* à *Atriplex malvana,* à *Atriplex coriacea,* à *Suaeda monoica.*
Cc : " "	*Halocnemon strobilaceum,* à *Halopelis amplexicaulis,* à *Salicornia europea.*

Cette matrice n'est évidemment pas exhaustive ; elle est donnée ici à titre indicatif.

On peut en troisième approximation distinguer, en fonction de la texture, les steppes crassulescentes psammohalophiles, limonohalophiles et argilohalophiles. A titre d'exemple : les steppes à *Suaeda mollis* sont euhalophiles, mésohalophiles, psammohalophiles ; tandis que les steppes à *Salsola tetrandra* sont hyperhalophiles, xérohalophiles et limono-argilohalophiles. Le caractère de texture est également lié au pH et au taux de saturation en sodium du complexe absorbant. Les sols salés argileux sont souvent riches en alcali avec des pH de 9 et au-dessus, un complexe absorbant saturé en Na et une structure particulière (pseudo-sable, fondue, prismatique, etc.).

On pourrait aussi distinguer les steppes gypsohalophiles et gypsophiles (*Anarrhinum brevifolium, Zygophyllum* spp., *Anabasis* spp., *Agathophora alopecuroides*, etc.).

❑ Les **pseudo-steppes à nanophanérophytes** se rencontrent dans toute l'aire steppique, ainsi que dans les dépressions suralimentées en eaux de ruissellement du Sahara (dayas, maaders, thalwegs, etc.). Les plus fréquentes sont les pseudo-steppes à nebkas (ou rhebdou) à jujubier, nitraire, arroche, tamarins et retam (*Ziziphus lotus, Nitraria retusa, Atriplex halimus, Tamarix* spp., *Retama raetam*, etc.). Le déterminisme écologique est réglé par les conditions climatiques, édaphiques et d'utilisation anthropozoïque. Le critère de ruissellement, notamment son abondance, sa fréquence et la présence ou non d'une nappe phréatique, joue un rôle capital. Des pseudo-steppes arbustives se rencontrent également

dans les écotones assurant la transition avec les groupements forestiers. Mais celles-ci sont de nature différente et composées de reliques forestières isolées dans la steppe telles que : *Pinus halepensis, Juniperus phoenicea, J. thurifera, Rosmarinus officinalis, Pistacia lentiscus, Olea oleaster, Rhamnus oleoides, Rhus pentaphylla, Rhus tripartita, Periploca angustifolia, Cistus libanotis, C. salviaefolius, Anagyris foetida, Adenocarpus anagyrifolius* et *A. bacquei* au Maroc.

❑ Les **steppes succulentes** sont liées à des conditions climatiques particulières : forte humidité atmosphérique, brouillards fréquents, absence de gel, très faible amplitude thermique, évapotranspiration très faible par rapport aux valeurs zonales aux latitudes considérées. Ces conditions se rencontrent dans les zones arides des îles Canaries (Fuerte Ventura, Lanzarote, et aux faibles altitudes, à Ténériffe et Gran Canaria), sur le littoral du sud marocain et sur une étroite bande altitudinale de la face orientale des reliefs qui dominent la Mer Rouge du côté africain.

A l'échelle régionale des steppes nord-africaines, ces formations occupent des superficies insignifiantes. Elles n'ont, à ma connaissance, fait l'objet d'aucune étude particulière. On peut le regretter, car elles offrent une certaine analogie avec les formations physionomiquement comparables de Basse-Californie, du Sud-Ouest de Madagascar et peut-être de la Caatinga du Nordeste brésilien.

❑ Les **steppes pulvinées** caractérisent les hautes montagnes nord-africaines à la limite supérieure et au-dessus des formations forestières, à des altitudes variant de 2.200 à 3.500 m (Quézel, 1952, 1957 ; Peyre, 1977 ; Lecompte, 1986 ; Donadieu, 1977). Ces zones se caractérisent par des températures très basses avec une moyenne des minima de janvier située entre -5 et -10° C et plus de six mois de gel annuel. La pluviosité peut y varier de 250 à 600 mm par an, parfois plus. Mais les conditions climatiques de ces zones sont très mal connues en l'absence de stations météorologiques permanentes.

Les xérophytes épineux abritent une flore variée de graminées pérennes (*Agropyron, Agrostis, Arrhenatherum, Avena, Brachypodium, Bromus, Cynosurus, Dactylis, Festuca, Holcus, Koeleria, Melica, Nardus, Poa, Stipa, Trisetaria*, etc.), de graminoides (*Armeria, Asphodeline, Carex, Catananche, Dianthus, Luzula, Scorzonera*) et des forbes (*Alyssum, Cerastium, Crambe, Draba, Erysimum, Hieracium, Isatis, Leontodon, Lotus, Medicago suffruticosa, Ormenis, Polycarpon, Ranunculus, Trifolium, Veronica*, etc.).

Les steppes pulvinées constituent un cas très particulier, en raison des conditions écologiques extrêmes où elles se développent. Elles n'occupent d'ailleurs que de faibles surfaces de quelques milliers d'hectares au Maroc et quelques centaines en Algérie. Elles ne sont pas prises en compte ci-dessous dans l'analyse floristique des steppes nord-africaines. Elles ont été étudiées par Quézel (1957) à l'échelle régionale.

III – Groupes éco-floristiques d'espèces indicatrices des steppes du Nord de l'Afrique

1. Remarques préliminaires

Il convient de noter qu'en raison des vastes dimensions de la zone d'étude (630 000 km^2, 4400 km de distance d'ouest en est), les groupes de plantes indicatrices fournis ci-après, de même que les listes des annexes IV et V sont donnés à titre indicatif. L'écologie rapportée pour telle ou telle espèce peut être prise localement en défaut en raison de compensations de facteurs qui parfois nous échappent. En voici quelques exemples, hélas non limitatifs !

A. *Retama raetam* sur limon

C'est un fait d'observation banal que le r'tam est associé aux sables mobiles et aux dunes, à la fois dans les steppes et au Sahara. L'observation est statistiquement exacte, avec une probabilité de non-liaison vraisemblablement bien inférieure à 0,0001. Mais j'ai trouvé en Cyrénaique en 1982, au SE de El Abiar, dans une zone de 150-200 mm de pluviosité moyenne annuelle, un magnifique peuplement de r'tam avec une densité de l'ordre de 2000 pieds hectares ; la plupart des individus avaient 2 à 3 mètres de haut. Ce peuplement couvrait quelques centaines de km^2 et se développait sur un plateau formé par une épaisse croûte calcaire dure surmontée de quelques centimètres de limon. Il n'y avait aucune trace de sable !

B. *Retama raetam* sur gypse

Dans la région de Tatahouine (130 mm), les collines érodées développées dans les gypses et anhydrites triasiques du Keuper portent un peuplement de r'tam épars et mal-venant, mais régulier sur des milliers de km^2. Le même phénomène se retrouve sur le même substrat aux environs de Bir Ghanem, 300 km à l'est, et à 100 km au S-SW de Tripoli.

C. *Calotropis procera*

C'est une espèce rudérale tropicale commune le long des rivages de la Mer Rouge et des côtes atlantiques du sud-marocain au sud du Draa. Elle existe aussi en Algérie et en Libye sous le tropique (Djanet, Ghât, Koufra). Mais il en existe un peuplement dans la région de Tripoli-Souani-Ben Gashir-Azizia (32° Lat. N), totalement disjoint, à plus de 1000 km de l'aire normale de distribution de la plante, avec des risques de gel non négligeables.

D. *Hertia cheirifolia*

Cette espèce présente un autre cas d'aire disjointe. Cette composée herbacée pérenne, plus ou moins crassulescente, est une espèce rudérale, post-pastorale ou cultigène des steppes continentales à hivers frais à froids (Thala, Feriana, Kasserine, Tébessa, Gafsa, etc.). Mais il en existe un peuplement dans une zone littorale à hivers doux à chauds du Sahel de Sousse (Hergla, Chott Meryem, Skanès, Monastir) ; mais la plante n'existe pas dans les basses steppes de la zone intermédiaire à hivers tempérés (Kairouan, Smala, Sidi Bouzid, Maknassy).

E. *Noaea mucronata*

Cette chénopodiacée ligneuse arbrissellée, appréciée du bétail, colonise les sols squelettiques, notamment les croûtes calcaires superficielles, des steppes égyptiennes et cyrénaïques ; elle est rare dans l'arrière pays du Golfe de la Grande Syrte et absente de Tripolitaine, de Tunisie et du Sud Constantinois. Elle réapparaît à l'ouest de la dépression hodnéenne (Sidi Aïssa) où elle devient dominante dans les parcours dégradés sur croûte calcaire dans les hautes plaines algéro-marocaines, jusqu'au piedmont oriental du Moyen-Atlas. On n'a pas encore trouvé une explication rationnelle à une telle répartition géographique.

F. Espèces sahariennes du Sous et des steppes du Maroc oriental

Dans le bassin de l'Oued Sous et dans les steppes de la moyenne Moulouya existent, en zone aride moyenne et inférieure, environ 22 espèces qui partout ailleurs en Afrique du Nord ne se rencontrent qu'au Sahara septentrional, central ou occidental. Certaines d'entre elles sont des espèces habituelles des oueds sahariens situés au-dessous de l'isohyète de 50 mm. En voici la liste (Peltier, 1982 ; Loiseau & Sébillotte, 1972 ; Observations personnelles ; Coquillard, 1982) :

Antirrhinum ramosissimum	*Heliotropium bacciferum*
Anvillea radiata	*Matthiola livida*
Argyrolobium saharae	*Matthiola maroccana*
Aristida sahelica	*Megastoma pusillum*
Atriplex colerei	*Panicum turgidum*
Bubonium (Asteriscus) graveolens	*Plantago ciliata*
Carduncellus duvauxii	*Perralderia coronopifolia*
Caylusea hexagyna	*Randonia africana*
Centaurea pungens	*Senecio flavus*
Crucianella hirta	*Silene setacea*
Gaillonia reboudiana	*Trichodesma calcaratum*
Helianthemum confertum	*Zilla macroptera*
	Zilla spinosa

Nous avons ainsi récolté à Debdou en 1969 à proximité d'une forêt de thuya (environ 400 mm de pluviosité moyenne annuelle), *Anvillea radiata* et *Bubonium graveolens*, espèces typiques des oueds sahariens.

G. *Tetraclinis articulata, Quercus coccifera* et *Chamaerops humilis*

Ce sont des espèces réputées relativement thermophiles en Tunisie et au Maroc ; mais en Oranie, elles se développent aussi dans des zones à hivers froids avec des valeurs de « m » de -0,5 à -1,5°C, au contact des steppes (Alcaraz, 1982), voir annexe V. Le thuya de Berbérie atteint par exemple l'altitude de 1000 m à Youssoufia (ex Dutertre) au N de Theniet el Had, dans l'Ouarsenis où, à 200 m de dénivellation près, il arrive au contact du cèdre. On note aussi au J. Sidi Abed, NW d'El Aricha : *Taxus baccata* et *Sorbus aria*, vestigiaux (Mammeri, avril 1992, com. verb.). Ce sont toutes des espèces de la zone semi-aride en Afrique du Nord ; mais dans le S-E de l'Espagne on peut les rencontrer sous 150-200 mm de pluviosité moyenne annuelle : Cabo de Gata, Cabo Tinoso, Tabernas, au N. d'Almeria.

H. *Rhamus oleoïdes* L.

Le Nerprun oleoïde, parfois confondu avec l'oléastre par des non-botanistes, ressemble effectivement à un oléastre à l'état stérile (il s'en différencie par la surface inférieure de la feuille glabre et luisante, de couleur vert pâle et non pubescente à poils étoilés et de couleur grisâtre chez l'oléastre et l'olivier). Le Nerprun oleoïde (Cheroura, Sellouf) est présent ça et là dans les collines et montagnes de l'Anti-Atlas des Jebels Siroua, Bani, Sahro, Ougnat, de l'Atlas saharien, de la Dorsale tunisienne, des Jebels Matmata, Nefousa et Akhadar où il se présente généralement sous forme abroutie et difficile à différencier, sous cette forme, de l'oléastre. Ce taxon, souvent subordonné à *Rhamus lycioides* L., au rang de sous-espèce : *R. lycioides* L. subsp. *oleoïdes* Jah. et Maire, constitue, à notre avis, une excellente espèce, dont les relations avec la subsp. *velutina* (Bois s.) Maire et la subsp. *angustifolia* Lange sont loin d'être claires.

Cette interprétation est aussi partagée par SMH Jafri (Flora of Libya, fasc. 30, 1977). *R. oleoïdes* se différencie facilement de *R. lycioides* par ses feuilles beaucoup plus grandes, non enroulées sur les bords, son port arboré lorsqu'il n'est pas abrouti tandis que *R. lycioides* possède de petites feuilles comparables à celles de *Lycium arabicum* ou de *L. shawi*, un port arbustif intriqué et des rameaux plus ou moins spinescents. On ne peut les confondre sur le terrain. Leur écologie est d'ailleurs différente. *R. lycioides* est plus aridophile que son congénère, nous ne l'avons rencontré que dans les collines des marges sahariennes au Nord des Chotts Djerid, Rharsa et Fedjej. *R. oleoïdes* est présent sous forme **arborée** (4-8 m de haut, en boule) dans les oueds entre Er Rachidia (Ksar es Souk) et Figuig, particulièrement entre Boudenib et Bou Anane, à la limite Sud-Est des steppes et du Sahara marocains, où il constitue des peuplements ripicoles épars, qu'un observateur pressé pourrait prendre pour des oliviers ou des oléastres.

I. *Lygeum spartum*

Le sparte est une des plantes les plus communes et fréquentes des steppes du nord de l'Afrique, comme le montre le *Tableau 35*. Mais elle présente un comportement écologique différent dans les steppes tunisiennes, libyennes et égyptiennes d'une part et les hautes steppes algéro-marocaines d'autre part. Dans le premier cas, il s'agit d'une espèce gypsocline (c'est-à-dire gypsophile préférentielle) qui, sans être inféodée à la présence de gypse dans le sol, est favorisée par elle. C'est une plante typique des sols limoneux plus ou moins gypseux (Le Houérou, 1955, 1958, 1969). Dans les hautes steppes algéro-marocaines, par contre, on n'observe aucune liaison entre la présence du sparte et l'existence de teneurs appréciables (> 2 %) de gypse dans le sol ou le sous-sol (Le Houérou *et al.*, 1975, 1977 ; Pouget, 1980 ; Djellouli, 1981 ; Djebaïli, 1984 ; Aidoud-Lounis, 1984). Le sparte s'y présente, au contraire, comme une espèce faiblement psammocline, c'est-à-dire quelque peu favorisée par les sols sableux peu ou pas mobiles, sans y être inféodée. Il s'agit ici du type de l'espèce ; la var. *longispathum* Trabut, connue seulement des Djebels Amour et Sargho (Maire, 1953), est un taxon rare d'écologie indéterminée.

J. *Pituranthos tortuosus* (Desf.) Benth. et Hook. subsp. *arcuatus* Le Houér.

Cette espèce orientale thermophile des steppes de la zone aride moyenne et inférieure de Tunisie, Libye, Egypte et du Proche-Orient est une espèce psammophile souvent cultigène ou post-culturale en Egypte, Libye et Tunisie méridionale. Mais il existe en Marmarique libyenne et égyptienne un taxon dont la morphologie et le comportement écologique diffèrent très nettement du type. L'espèce-type présente une ramification dichotome et des rameaux érigés plus ou moins intriqués. Il ne pénètre guère en zone

hyper-aride saharienne. Le taxon de Marmarique, au contraire, possède des rameaux très courts (3-8 cm) dichotomes, assez fortement arqués et fortement intriqués. Sa taille ne dépasse pas 15-30 cm de haut contre 40-60 pour le type. Le taxon de Marmarique, contrairement à celui de Tunisie et de Tripolitaine, pénètre profondément en zone saharienne et même érémitique : Siwa, Jahrboub (P = 10 mm/an), où il colonise toutes les dépressions en association avec *Carthamus (Carduncellus) mareoticus* et *Randonia africana*. Ce taxon présente les caractères opposés à ceux de la var. *virgatus* Dur. et Barr. *(ramis erectis, vix divergentibus haud tortuosis)*. Nous décrivons ci-dessous ce nouveau taxon :

Pituranthos tortuosus Benth. et Hook. subsp. *arcuatus* Le Houér., subsp. nov. *A typo differt ramis brevioris, densiter intricatis vel arcuatis ; 15-30 nec 40-60 cm altus. Typus in saltis et desertis Marmaricae Aegyptiae vel Libycae crescit. Typus in herbario Instituti Botanici Monspessulani deposuimus.*

K. *Artemisia campestris* L. subsp. *cinerea* Le Houér. subsp. nov.

Cette armoise caractérise les hautes plaines steppiques algéro-tunisiennes à hivers frais à froids (« m » < 3°C). Elle se distingue du type et de la subsp. *glutinosa* (J. Gay) Batt. par un port dressé dès la rosette basale et non ascendant (le type), une taille et une vigueur nettement supérieures à la subsp. *glutinosa* dans les peuplements où les deux subsp. sont en mélange ; les peuplements mixtes sont fréquents dans les hautes plaines sableuses au-dessus de 600 m. Nous avons mentionné cette subsp. à plusieurs reprises, notamment dans notre thèse de 1969b (pp. 91, 92, 98, 135, 159, 170, 178, 606), mais elle était restée jusqu'ici « *nomen nudum* ». Nous en donnons la description ci-dessous.

Elle diffère des deux autres subsp. par des feuilles plus grandes, uniformément grisâtres-pubescentes et semblables en cela à celles de *Artemisia herba alba* Asso (*Seriphidium incultum* Botsh.) ; les feuilles sont étroitement pinnatifides-linéaires ; elles sont inodores contrairement à celles d'*A. herba alba* à forte odeur de thymol, ce qui permet immédiatement de les différencier en cas de doute (les deux espèces sont souvent confondues par les néophytes). La taille des feuilles et des capitules est un peu plus grande que chez la subsp. *glutinosa*, avec laquelle elle constitue parfois des peuplements mixtes dans les steppes et les jachères sableuses des hautes plaines. Voici la diagnose :

Ab altris subspeciebus differt foliis majoribus, lineariter 2-pinnatisectis, densiter pilosis-tomentosis, colore cinereo vel canescente, haud thymolium olescentibus, ramis juvenilibus haud vel paulo viscosis capitulis paulo majoribus 4-6 nec 2-3 mm longis. In saltibus aridibus altiplanitiarum tunetanarum vel icosiensiarum crescit. Typus in herbario Instituti botanici Monspeliensis deposuimus.

Cette sous-espèce est mentionnée dans le *Flore de Tunisie*, vol. 3, pp. 1012 (Pottier-Alapetite, 1981) sous la dénomination maintenant erronée de subsp. *canescens*, un autre *nomen nudum* que j'avais indiqué verbalement à l'auteur. Cette sous-espèce semble aussi exister dans les steppes froides du Proche-Orient où je l'ai récemment observée en Syrie (Jebel AbdelAziz, à l'ouest de Hassakeh, entre 600 et 1000 m d'altitude (36°20' N x 40°30' E).

Il existe bien d'autres « bizarreries » du même acabit que celles signalées ci-dessus (A-K). Nous n'avons aucune hypothèse explicative plausible à offrir pour les cas précédents, sinon la possible hétérogénéité génétique des populations concernées et la présence possible de « races locales » ou d'écotypes particuliers ; mais ce sont des hypothèses gratuites et, pour l'instant, invérifiables ; on pourrait aussi invoquer l'existence d'hypothétiques compensations de facteurs édapho-climatiques.

Les considérations qui précédent ont pour but de relativiser la portée des généralisations que nous avons cru pouvoir proposer. Celles-ci n'en constituent pas moins, même à titre d'hypothèses de travail, un progrès considérable de l'état des connaissances dans ce domaine particulier de la phytogéographie et de l'écologie végétale. Il convient sans doute d'ajouter qu'en phytogéographie et en phytoécologie, comme en biologie de façon générale, il n'existe de certitudes et de vérités que relatives. Le nombre de possibilités d'interférences entre facteurs écologiques et plantes est tel que seuls des ordres de grandeurs probables peuvent être avancés avec une erreur relative qui n'est le plus souvent même pas quantifiée. Cette imprécision tient à l'échantillonnage. En effet, l'ensemble des observations prises en compte ici représentent environ 10 000 relevés phytosociologiques (dont 5000 par nous-même), soit environ 2 millions de m^2 (200 ha) d'échantillons pour 628 000 km^2. Il s'agit donc d'un échantillonnage à 1/314 000. Cet échantillonnage représente une immense somme de travail, mais, dans l'absolu, c'est

encore un taux dérisoire sur le plan purement statistique. Ce taux est d'autant plus insuffisant que l'échantillonnage est fort irrégulier pour de simples raisons d'accessibilité et d'économie de temps de la part des chercheurs. Ce problème est d'ailleurs comparable à celui de la pluviométrie où une surface de 100 cm^2 échantillonne plusieurs milliers de km^2 ; quoique le problème de la pluviométrie paraît simple au regard de celui qui nous occupe !

Nous souhaiterions préciser en terminant cette introduction, que les « groupes écologiques » indiqués ci-dessus, n'en sont pas dans l'acception étroite du terme tel que nous les avons définis (1959). Ce sont plus exactement des listes d'espèces ayant un comportement semblable vis à vis d'un facteur écologique déterminé, ou qui « répondent » d'une manière comparable à un stimulus donné (pâturage, mise en culture, abandon, etc.).

2. Groupes floristiques écoclimatiques (Annexes IV & V)

A. Espèces forestières résiduelles ou compagnes vestigiales pouvant se rencontrer dans les écotones forêt-steppe, dans la zone aride supérieure (0,20<P/ETP<0,30 ; 300<P<450 mm).

❑ Arbres

Cupressus atlantica (Maroc)
Cupressus sempervirens
Juniperus oxycedrus subsp. rufescens
Juniperus phoenicea
Pinus halepensis
Pistacia atlantica
Quercus calliprinos (Cyrénaique)
Quercus coccifera
Quercus ilex
Tetraclinis articulata

❑ Arbustes, arbrisseaux et lianes

Adenocarpus anagyrifolius
Adenocarpus bacquei
Asparagus acutifolius
Bupleurum balansae
Bupleurum gibraltaricum
Bupleurum lateralifolium
Buxus balearica
Calycotome villosa subsp. *villosa*
Chamaerops humilis
Cistus crispus
Cistus ladaniferus
Cistus monspeliensis
Cistus parviflorus
Cistus villosus
Coronilla ramosissima
Coronilla glauca s.l.
Crataegus monogyna
Cytisus arboreus
Erica multiflora
Genista acanthoclada
Genista ferox
Genista scorpius
Genista tricuspidata
Halimium antiatlasicum
Halimium umbellatum
Helianthemum croceum
Helianthemum lavandulifolium
Helianthemum pilosum
Hesperolaburnum platycarpum
Lavandula dentata
Lavandula maroccana
Lavandula multifida
Lavandula stoechas
Lonicera etrusca
Lonicera implexa
Lotophyllus argenteus
Ononis antiquorum
Osyris alba
Osyris lanceolata
Phillyrea angustifolia
Pistacia lentiscus
Pistacia saportae
Smilax aspera
Rubus ulmifolius
Teline segonnei
Thymus ciliatus
Thymus leptobotrys
Thymus pallidus
Thymus saturejoides

❑ Herbacées

Brachypodium retusum (=B. ramosum)
Cirsium casabonae
Cynosurus elegans
Cynosurus caput-medusae
Jasione glutinosa
Malope malachoides
Melica ciliata
Melica cupani
Onobrychis pallasii
Ononis ornithopodioides
Ononis pusilla
Oryzopsis coerulescens
Oryzopsis holciformis
Oryzopsis paradoxa
Polygala balansae
Polygala rupestris
Thapsia villosa

B. Espèces forestières résiduelles ou compagnes vestigiales pouvant se rencontrer dans les écotones forêt-steppe dans la zone aride moyenne (0,15<P/ETP<0,20 ; 200<P<300 mm).

❑ **Arbres**

Argania spinosa
Ceratonia siliqua
Juniperus phoenicea
Juniperus thurifera
Olea europaea var.silvestris
Pinus halepensis

❑ **Arbustes, arbrisseaux et lianes**

Ajuga chamaepitys
Ajuga iva subsp. *iva*
Chamaecytisus albidus
Cistus libanotis
Cistus salviifolius
Corydothymus capitatus
Erica multiflora
Erica sicula
Fumana arabica
Fumana calycina
Fumana laevipes
Fumana thymifolia
Genista cinerea
Genista microcephala
Helianthemum cinereum subsp. *rubellum*
Helianthemum hirtum subsp. *ruficomum*
Lavandula coronopifolia
Lavandula dentata
Lavandula multifida
Micromeria spp.
Periploca laevigata
Phagnalon spp.
Pistacia lentiscus
Rhamnus lycioides
Rhamnus oleoides
Rhus pentaphyllum
Rhus tripartitum
Rosmarinus officinalis s.l.
Ruta montana
Ruta chalepensis
Satureja spp.
Sideritis spp.
Teucrium fruticans
Thymus ciliatus
Thymus hirtus

❑ **Herbacées**

Ampelodesmos mauritanicum
Avena bromoides
Dactylis hispanica
Geranium molle
Geranium robertianum
Geranium tuberosum
Hordeum bulbosum
Hyparrhenia hirta
Oryzopsis miliacea
Phalaris bulbosa
Phalaris truncata
Scolymus hispanicus
Scolymus maculatus

C. Espèces steppiques liées à la zone aride supérieure (0,21<P/ETP<0,28 ; 300<P<400) (voir aussi Annexe IV)

Alkanna tinctoria
Alyssum alpestre subsp. serpyllifolium
Alyssum montanum
Anarrhinum fruticosum
Arisarum vulgare
Arum italicum
Artemisia atlantica
Avena bromoides
Bupleurum balansae
Carduncellus pinnatus
Catananche coerulea
Centaurea tenuifolia
Convolvulus cantabrica
Convolvulus dorycnium
Crucianella patula
Cynoglossum cheirifolium
Ebenus pinnata
Elymus caput-medusae
Eryngium campestre
Eryngium dichotomum
Helianthemum cinereum subsp. *rubellum*
Helichrysum splendens
Koeleria vallesiana
Lithospermum apulum
Medicago gaetula (=M. tunetana)
Minuartia geniculata
Onobrychis argentea
Ormenis africana
Phlomis fruticosa
Poa bulbosa
Psoralea bituminosa
Ranunculus gramineus
Retama sphaerocarpa
Rhaponticum acaule
Ruta chalepensis subsp. *bracteosa*
Sarcopoterium spinosum
Teucrium compactum
Teucrium pseudochamaepitys
Tunica illyrica
Thymelaea nitida
Thymelaea tartonraira
Thymelaea virgata

D. Espèces steppiques liées à la zone aride moyenne et supérieure (0,15<P/ETP<0,28 ; 200<P<400 mm)

Alyssum scutigerum
Androsace maxima
Astragalus incanus subsp. *nummularioides*
Buffonia tenuifolia
Celsia ballii
Ceratocephalus falcatus
Crucianella angustifolia
Echinaria capitata
Ephedra altissima
Ephedra fragilis
Globularia alypum
Helianthemum ellipticum
Helianthemum hirtum subsp. *ruficomum*
Hertia cheirifolia
Hippocrepis scabra
Hirschfeldia geniculata
Juniperus phoenicea
Lappula redowskyi
Launaea acanthoclada
Leuzea conifera
Muscari comosum
Nonea vesicaria
Nonea micrantha
Olea europaea var. *silvestris*
Oryzopsis miliacea
Papaver rhoeas
Pituranthos scoparius
Rhamnus lycioides
Roemeria hybrida
Sclerocaryopsis spinocarpos
Scrophularia canina
Valerianella discoidea
Valerianella stephanodon

E. Espèces steppiques liées à la zone aride inférieure (0,065<P/ETP<0,15 ; 100<P<200 mm)

Alyssum macrocalyx
Anabasis aphylla
Anabasis aretioides
Anabasis articulata
Asphodelus viscidulus
Chrysanthemum fuscatum
Chrysanthemum macrocarpum
Chrysanthemum trifurcatum
Cladanthus arabicus
Catananche arenaria
Erodium arborescens
Euphorbia calyptrata
Euphorbia retusa
Fagonia glutinosa
Fagonia kahirina
Fagonia microphylla
Farsetia aegyptiaca
Farsetia hamiltonii
Forsskahlea tenacissima
Gymnocarpos decander
Hammada elegans
Hammada scoparia
Launaea angustifolia
Launaea arborescens
Launaea quercifolia
Rhanterium suaveolens
Salsola spinescens
Salvia aegyptiaca
Stipagrostis ciliata
Stipagrostis obtusa
Stipagrostis plumosa
Suaeda mollis
Warionia saharae

F. Espèces steppiques s.l. (0,065<P/ETP<0,28 ; 100<P<400).

Aizoon canariense
Aizoon hispanicum
Ajuga iva subsp. *pseudo-iva*
Anabasis oropediorum
Artemisia campestris subsp. *cinerea*
Artemisia campestris subsp. *glutinosa*
Artemisia herba alba
Asparagus albus
Asphodelus tenuifolius
Astragalus armatus subsp. *numidicus*
Astragalus armatus subsp. *tragacanthoides*
Astragalus cruciatus s.l.
Atractylis delicatula
Atractylis flava
Atractylis phaeolepis
Atractylis serratuloides
Brassica tournefortii
Clypeola cyclodonta
Conringia orientalis
Convolvulus lineatus
Eruca vesicaria var. *pinnatifida*
Eryngium ilicifolium
Hedysarum carnosum
Hedysarum spinosissimum
Helianthemum lippii var. *sessiliflorum*
Koeleria pubescens subsp. *salzmanni*
Lonchophora capiomontana
Lygeum spartum
Matthiola parviflora subsp. *kralickii*
Muricaria prostrata
Nasturtiopsis coronopifolia
Notoceras bicorne
Ononis natrix s.l.
Onopordon arenarium
Onopordon espinae
Onopordon nervosum
Plantago albicans
Plantago ovata
Pteranthus dichotomus
Schismus barbatus

Dianthus crinitus
Diplotaxis harra
Diplotaxis simplex
Diplotaxis virgata
Echiochilon fruticosum
Echium pycnanthum subsp. *humile*
Elizaldia violacea
Enarthrocarpus clavatus
Eruca vesicaria subsp. *pinnatifida*
Erodium guttatum
Erodium hirtum
Erodium triangulare
Silene colorata
Stipa barbata
Stipa capensis
Stipa fontanesii
Stipa parviflora
Stipa tenacissima
Stipagrostis pungens
Thymelaea hirsuta
Thymelaea nitida
Thymelaea virgata
Vella annua

G. Espèces liées au stress thermique hivernal (sensibles ou tolérantes au froid)

(Voir annexe V)

3. Groupes édaphiques

A. Espèces liées aux sols squelettiques (lithosols, croûtes calcaires plus ou moins superficielles, croûtes gypseuses)

Anabasis oropediorum
Atractylis humilis subsp. *coespitosa*
Atractylis phaeolepis
Atractylis serratuloides
Corydothymus capitatus
Fumana ericoides
Fumana laevipes
Fumana thymifolia
Globularia alypum
Gymnocarpos decander
Helianthemum crassifolium subsp. *glaucum*
Helianthemum hirtum subsp. *ruficomum*
Helianthemum kahiricum
Helianthemum lippii var. *intricatum*
Helianthemum virgatum
Helichrysum scandens
Hippocrepis scabra
Herniaria fontanesii
Herniaria mauritanica
Matthiola fruticulosa
Noaea mucronata
Phagnalon rupestre
Phagnalon saxatile
Salsola vermiculata var. *brevifolia (=S. spinescens)*
Scilla villosa
Thymus hirtus

B. Groupe psammophile lié aux sables grossiers plus ou moins fixés

Alkanna orientalis
Alkanna tinctoria
Argyrolobium uniflorum
Aristida coerulescens
Aristida tunetana
Arnebia decumbens
Artemisia campestris subsp. *cinerea*
Artemisia campestris subsp. *glutinosa*
Artemisia monosperma
Atractylis candida
Atractylis flava
Brassica tournefortii
Centaurea dimorpha
Centaurea furfuracea
Centaurea sphaerocephala
Cutandia dichotoma
Cutandia divaricata
Cynodon dactylon
Delphinium peregrinum
Delphinium pubescens
Diplotaxis simplex
Diplotaxis virgata
Echiochilon fruticosum
Echium confusum
Echium sericeum
Echium rauwolfi
Elizaldia violacea
Emex spinosus
Erodium triangulare
Hedysarum spinosissimum
Helianthemum lippii var. *sessififlorum*
Hippocrepis bicontorta
Hippocrepis multisiliquosa
Hypecoum geslini
Hypecoum pendulum
Ifloga spicata
Koeleria pubescens subsp. *salzmanni*
Koelpinia linearis
Launaea resedifolia
Leysera leyseroides
Lolium rigidum
Lotus creticus s.l.
Lotus pusillus
Lupinus angustifolius
Lupinus hirsutus
Malcolmia parviflora
Maresia nana
Matthiola longipetala subsp. *kralickii*
Marrubium deserti
Medicago laciniata

Medicago littoralis
Medicago truncatula
Minuartia campestris
Minuartia geniculata
Nonea micrantha
Ononis natrix subsp. *falcata*
Ononis natrix subsp. *filifolia*
Ononis reclinata
Ononis serrata
Onopordon arenarium
Ormenis mixta
Paronychia arabica
Paronychia argentea
Pergularia tomentosa
Plantago albicans
Polygonum equisetiforme
Rumex bucephalophorus
Salsola kali
Salsola vermiculata var. *villosa*
Salsola vermiculata var. *brevifolia*
Salvia verbenaca subsp. *clandestina*
Scabiosa arenaria
Scabiosa rutaefolia
Scabiosa stellata
Schismus barbatus
Schismus perennis
Scorzonera undulata subsp. *alexandrina*
Scrophularia saharae
Senecio gallicus subsp. *coronopifolius*
Sherardia arvensis
Silene colorata
Silene rubella
Silene setacea
Stachys arenaria
Stipa barbata
Stipa lagascae
Suaeda mollis
Teucrium sauvagei
Thymelaea hirsuta
Tragus racemosus
Trifolium arvense
Tunica illyrica
Vicia monantha
Vulpiella stipoides

C. Groupe psammophile des sables mobiles (dunes)

Astragalus gombiformis
Astragalus gombo
Calligonum arich
Calligonum azel
Calligonum comosum
Ephedra alata subsp. *alenda*
Euphorbia guyoniana
Euphorbia paralias
Genista saharae
Hammada elegans (=Haloxylon schmittianum)
Helianthemum confertum subsp. *brachypodum*
Nolletia chrysocomoides
Retama monosperma
Retama raetam
Rumex tingitanus var. *lacerus*
Saccocalyx saturejoides
Scrophularia saharae
Silene arenarioides
Stipagrostis acutiflora
Stipagrostis pungens
Stipagrostis vulnerans

D. Groupe psammophile des sables très grossiers soumis à la déflation (ø>0.5 mm)

Asthenatherum forsskahlii
Asthenatherum fragilis
Astragalus gyzensis
Cornulaca monacantha
Cyperus conglomeratus
Ephedra alata subsp. *alenda*
Eremobium aegyptiacum (=Matthiola aegyptiaca)
Moltkiopis ciliata
Neurada procumbens
Polycarpaea repens
Stipagrostis foexiana
Stipagrostis obtusa

E. Groupe d'espèces limonophiles des sols colmatés en surface (pellicule de battance), caractéristiques des steppes d'armoise blanche

Ajuga iva subsp. *pseudo-iva*
Anacyclus clavatus
Anabasis aphylla
Anabasis oropediorum
Anastatica hierochuntica
Anthyllis tetraphylla
Artemisia herba alba
Asparagus albus
Asteriscus pymaeus
Astragalus hamosus
Coronilla scorpioides
Eruca vesicaria
Hammada scoparia
Launaea nudicaulis
Mantisalca duriaei
Malope malachoides
Plantago ovata
Rhaponticum acaule
Salvia aegyptiaca
Scorpiurus sulcatus
Stipa capensis
Vella annua

F. Groupe d'espèces pélophiles des argiles et marnes

Ammi majus
Ammi visnaga
Ampelodesmos mauritanicum
Astragalus armatus subsp. *numidicus*
Astragalus armatus subsp. *tragacanthoides*
Atractylis humilis subsp. *coespitosa*
Beta macrocarpa
Beta patellaris
Beta vulgaris
Bupleurum lancifolium
Bupleurum odontites
Cichorium intybus
Convolvulus humilis
Convolvulus tricolor
Cynara cardunculus
Cynara cyrenaica
Daucus aureus
Daucus muricatus
Ecballium elaterium
Euphorbia exigua
Inula (Dittrichia) graveolens
Phalaris bulbosa (=P. aquatica)
Phalaris paradoxa
Phalaris truncata
Plantago lagopus
Ridolfia segetum
Scolymus maculatus
Scorpiurus subvillosus
Silybum eburneum

G. Espèces liées au gypse

Anabasis aphylla
Anarrhinum brevifolium
Astragalus armatus subsp. *numidicus*
Astragalus armatus subsp. *tragacanthoides*
Broteroa amethystina
Chrysanthemum trifurcatum
Cleonia lusitanica
Coris monspeliensis var. *syrtica*
Diplotaxis harra
Echinops strigosus
Echium suffruticosum
Erodium glaucophyllum
Fagonia latifolia
Gymnocarpos decander
Halogeton alopecuroides
Hedysarum carnosum
Helianthemum crassifolium subsp. *glaucum*
Helianthemum lippii var. *intricatum*
Lepidium subulatum
Lycium arabicum
Lycium intricatum
Lycium pujosii
Lygeum spartum
Micropus supinus
Moricandia suffruticosa
Moricandia suffruticosa crassifolia
Moricandia nitens
Oudneya zygarrhena
Pituranthos chloranthus
Polycnemum fontanesii
Pseuderucaria clavata
Pseuderucaria tourneuxii
Psychine stylosa
Pteranthus dichotomus
Salvia jaminiana
Sisymbrium coronopifolium
Stipagrostis ciliata

H. Groupe gypso-halophile (SO4Ca2H2O + NaCl)

Aeluropus lagopoides
Aeluropus littoralis
Atriplex glauca
Atriplex malvana
Frankenia boissieri
Frankenia corymbosa
Frankenia thymifolia
Limonium spp.
Limoniastrum feei
Limoniastrum guyonianum
Limoniastrum monopetalum
Limoniastrum weygandiorum
Nitraria retusa
Reaumuria hirtella
Reaumuria vermiculata
Salsola gemmascens
Salsola gymnoschala
Salsola sieberi var. *zygophylla*
Salsola vermiculata var. *villosa*
Sporobolus tourneuxii
Suaeda mollis
Traganum nudatum
Zygophyllum album
Zygophyllum cornutum
Zygophyllum geslini

I. Groupe halophile

❑ **Pérennes**

Arthrocnemum indicum (=A. glaucum)
Atriplex colerei
Atriplex coriacea
Atriplex halimus s.l.
Atriplex malvana
Atriplex mollis
Atriplex portulaccoides
Atriplex semibaccata

Halocnemum strobilaceum
Halopeplis perfoliata
Heliotropium curassavicum
Inula crithmoides
Limonium delicatulum
Limonium tunetanum
Plantago crassifolia
Puccinellia distans
Salsola sieberi var.*vesceritensis*
Salsola tetragona
Salsola tetrandra
Sarcocornia (Salicornia) arabica
Spergularia marginata
Spergularia marina
Suaeda fruticosa
Suaeda mollis
Suaeda brevifolia
Tamarix aphylla
Tamarix boveana
Tamarix gallica
Tamarix pauciovulata

❑ **Annuelles**

Blackia inflata
Bupleurum semicompositum
Cressa cretica
Filago mareotica
Frankenia laevis
Frankenia pulverulenta
Halopeplis amplexicaulis
Hordeum maritimum (=H. marinum)
Lepturus cylindricus
Lepturus incurvus
Mesembryanthemum nodiflorum
Plantago coronopus
Polypogon maritimum
Polypogon monspeliense
Spergularia heldreichii
Spergularia salina
Sphenopus divaricatus
Suaeda maritima
Tetradiclis salsa

J. Groupe des psammo-halophytes littoraux liés aux embruns

Aegialophila pumila
Aeluropus repens
Agropyron (Elymus) junceum
Ammophila arenaria
Cakile aegyptiaca
Cyperus kalli
Diotis maritima
Eryngium maritimum
Euphorbia paralias
Glaucium flavum
Launaea resedifolia subsp. *viminea*
Lotus cytisioides
Lotus polyphyllos
Medicago marina
Ononis vaginalis
Pancratium maritimum
Salsola kali
Salsola soda
Silene succulenta
Sporobulus virginicus subsp. *arenarius*

K. Groupe phréatophile

Alhaghi maurorum
Festuca elatior subsp. *arundinacea*
Imperata cylindrica
Juncus acutus
Juncus maritimus
Juncus subulatus
Nerium oleander
Nitraria retusa
Ononis natrix subsp. *falcata*
Phragmites communis
Phoenix dactylifera
Populus alba
Populus euphratica
Puccinellia distans
Saccharum ravennae
Scirpus holoschoenus
Schoenus nigricans
Tamarix aphylla
Tamarix spp.

L. Groupe rudéral lié au surpâturage prolongé

Aizoon canariense
Aizoon hispanicum
Asphodelus spp.
Carlina sp.p.
Halogeton sativus
Cardunceltus spp.
Carthamus lanatus
Carthamus mareoticus
Centaurea spp.
Chenopodium spp.
Cleome arabica s.l.
Datura stramonium
Diplotaxis spp.
Emex spinosus
Eryngium spp.
Euphorbia spp.
Hertia cheirifolia
Hyoscyamus spp.
Iris (Gynandriris) sisyrinchium
Malva spp.
Marrubium spp.
Mesembryanthemum spp.

Nicotiana glauca
Onopordon spp.
Oudneya africana
Pallenis spinosa
Peganum harmala
Salsola longifolia
Scolymus grandiflorus
Scolymus hispanicus
Sisymbrium irio
Silybum eburneum
Silybum marianum
Thapsia garganica
Thymelaea hirsuta
Urginea maritima
Urtica spp.
Withania somnifera
Xanthium spinosum
Zygophyllum spp.

M. Groupe d'espèces localement liées à un appoint d'eau par ruissellement

Acacia tortilis subsp. *raddiana*
Atriplex halimus subsp. *schweinfurthii*
Calycotome villosa subsp. *intermedia*
Lycium europaeum
Lycium arabicum
Pistacia atlantica
Rhus tripartitum
Ziziphus lotus

N. Groupe d'espèces oligotrophes (plus ou moins cultigènes) des sols chimiquement carencés

Glaucium corniculatum
Hypericum triquetrifolium
Melilotus sulcata
Muscari (Leopoldia) comosum
Papaver rhoeas
Plantago psyllium
Senecio leucanthemifolius
Thesium humile

O. Groupe calcarifuge (sols neutres ou acides)

Andryala integrifolia
Andryala nigricans
Andryala rothia
Bunias erucago
Cistus salviifolius
Filago gallica
Genista acanthoclada
Linaria bipartita
Linaria heterophylla
Lotus arenarius
Lupinus angustifolius
Lupinus hirsutus
Lupinus luteus
Lupinus pilosus
Maresia nana
Ormenis mixta
Ornithopus compressus
Ornithopus isthmocarpus
Rumex bucephalophorus
Tolpis barbata subsp. umbellata
Trifolium arvense

P. Groupe des sols compacts à structure défavorable et/ou alcalisés

Achillea santolina
Ammi visnaga
Asteriscus aquaticus
Bupleurum odontites
Centaurium spicatum
Hordeum maritimum
Leontodon hispidulus subsp. muelleri
Lepturus cylindricus
Picris echioides

Q. Groupe des sols périodiquement submergés

Achillea santolina
Asteriscus aquaticus
Coronopus squamatus
Cotula coronopifolia
Crypsis aculeata
Juncus bufonius
Lythrum hyssopifolia
Lythrum tribracteatum
Mentha pulegium
Ormenix praecox
Polygonum patulum
Psoralea americana
Pulicaria laciniata
Pulicaria crispa
Teucrium campanulatum
Verbena supina

R. Groupe des éboulis

Ballota hirsuta
Callipeltis cucullaria
Cheilanthes pteridioides
Ferula tunetana

Forsskahlea tenacissima
Lavatera maritima
Notholaena vellea
Ononis natrix subsp. *filifolia*
Parietaria mauritanica
Sedum sp.p.

S. Groupe chasmophile, lithophile et des falaises

Artemisia atlantica
Capparis rupestris
Callipeltis cucullaria
Campanula atlantica
Celsia ballii
Cheilanthes pteridioides
Ephedra altissima
Ephedra major
Erodium asplenioides
Erodium hymenodes
Euphorbia bivonae
Euphorbia dendroides
Galium clausonis
Galium corrudaefolium
Galium petraeum
Hypericum ericoides
Lactuca spinosa
Launaea acanthoclada
Linaria origanifolia subsp. *flexuosa*
Notholaena vellea
Parietaria mauritanica
Pistacia atlantica
Prunus prostrata
Rupicapnos numidica
Scabiosa roberti
Scrophularia arguta
Scrophularia laevigata
Sedum dasyphyllum
Sedum sediforme
Verbascum letourneuxii

Analyse floristique et phytogéographique

I – Les Sources

L'annexe VI fait l'inventaire des espèces présentes dans les steppes nord-africaines, ibériques, syriennes, palestiniennes (Israël, Jordanie, Sinaï), et recense celles parmi elles qui sont présentes en Arabie Saoudite.

Les sources de cette annexe sont les flores et les catalogues classiques dont voici les principaux :

- Flora Orientalis, vols. 1-8 (Boissier, 1867-88).
- Flora of Syria and Palestine, 2 vols., (Post & Dinsmore, 1932-33).
- Flore Libano-Syrienne, 3 vols. (Thiébault, 1936-53).
- Nouvelle Flore du Liban et de la Syrie, 3 vols. et Atlas (Mouterde, 1966-80).
- Flora Palaestina, 8 vols. (Zohary & Feibrun-Dothan, 1966-85).
- Student's flora of Egypt, 2nd edit., 1 vol. (Täckholm, 1974).
- Preliminary check list of the Libyan flora, 2 vols. (Keith, 1965).
- Flora of Libya, Fascicules 1-150 (Jaffri, El Gadi *et al.*, 1976-89).
- Florae Libycae Prodomus, 2 vols., (Durand & Barratte, 1910).
- Plantae tripolitanae, 1 vol. (Pampanini, 1914).
- Prodromo della flora cirenaica, 1 vol. (Pampanini, 1931).
- Flora a vegetazione del Fezzan e della regione di Gat, 1 vol. (Corti, 1942).
- Contributions à la flore libyenne (Le Houérou, 1960-69 ; cinq contributions).
- A check-list of the libyan flora, 3 fasc., (Boulos & Jeffrey, 1977-79).
- Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie, 1 vol. (Battandier & Trabut, 1902).
- Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie, 1 vol. (Bonnet & Barratte, 1886).
- Flore de Tunisie, vol. I (Cuénod, Pottier-Alapetite et Labbe, 1954).
- Flore de Tunisie, vol. II & III (Pottier-Alapetite, 1979-81).
- Catalogue des plantes vasculaires de la Tunisie Centrale et Méridionale, 1 vol. (Le Houérou, 1959a).
- Flore de l'Algérie, 3 vols. (Battandier & Trabut, 1868-95).
- Flore de l'Afrique du Nord, Vols. 1-16 (Maire, 1952-87).
- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, 2 vols. (Quézel & Santa, 1962-63).
- Catalogue des plantes de l'Algérie occidentale et du Maroc oriental, fasc. I (Santa, 1949).
- Catalogue des plantes du Maroc, 4 vols. (Jahandiez, Maire et Emberger, 1931-41).
- Flore du Maroc, vols. I & II (Sauvage & Vindt, 1952-54).
- Contributions à la flore du Maroc (Sauvage, 1947-65).
- Flore des Hammadas du Sud-Marocain (Guinet & Sauvage, 1954).
- Notice détaillée de la feuille Béni-Abbès de la carte de la végétation de l'Algérie au 1/200 000ème (Guinet, 1958).
- Petite flore des régions arides du Maroc occidental, 2 vols. (Nègre, 1962).
- Excursion botanique au Maroc (Santa & Sauvage, 1965).
- Catalogue des végétaux vasculaires de la province de Tarfaya (Mathez & Sauvage, 1974).
- El Sahara Español, 1 vol. (Guinea, 1949).
- Le peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord, 1 vol. (Quézel, 1957).
- Flore du Sahara, 2ème édition, 1 vol. (Ozenda, 1977).
- Etudes sur la flore et la végétation du Sahara Central, 1 vol. (Maire, 1933).
- La végétation du Bassin versant de l'oued Sous (Maroc) 1 vol. (Peltier, 1982).
- Approche phyto-écologique de l'enclave saharienne au Maroc oriental : le Tafilalet. 1 vol. (Coquillard, 1982).
- Claves de la flora de España, 2 vol. (Rollan, 1983).

- List of Jordan vascular plants, 1982, J.M. Al Eisawi, *Mirt. Bot. München*, 18:79-182
- Enumeratio Plantarum Syriae, 1986, W. Al Hakim, *Natur. Monsp.* 51:83 p.
- Flora de Almería, 1 vol. (Sagredo, 1987).
- Florula del desierto almeriense, 1 vol. (Kunkel, 1987).
- Flora vascular de Andalucia Occidental, 1987. Vol. I 485 p., Vol. II 640 p., Vol. III 556 p., B. Valdez, S. Talavera & E. Fernandez-Galiano. Kettres Edit., Barcelona.
- Le patrimoine végétal des provinces sahariennes du Maroc (Birouk, Lewalle et Tazi, 1991).
- Analytical Flora of Eretz Israël, 1991, by N. Feinbrun-Dothan, A. Danin & U. Plitmann.

A ces 45 contributions floristiques majeures s'ajoutent de très nombreux travaux sur la végétation et sa cartographie auxquels nous avons contribué par plusieurs ouvrages sur la Libye, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc, ainsi qu'à la cartographie de 200 000 km² à moyenne échelle en Tunisie, Algérie et Libye.

Les études phytosociologiques sont particulièrement précieuses en raison des indications détaillées qu'elles fournissent sur la répartition géographique des taxons, à la fois par le biais des tableaux phytosociologiques et celui des cartes dressées.

Ces informations publiées sont complétées par nos propres archives comprenant plus de 5 000 relevés floristiques et phytosociologiques, dont 75 % sont encore inédits. Ces relevés intéressent les zones arides de Syrie, d'Israël, du Sinaï, de l'Egypte, de Libye, de Tunisie, d'Algérie, du Maroc, des Iles Canaries et des steppes ibériques du Sud-est (Valencia, Murcia, Almeria) et d'Aragon (Lerida, Zaragoza). Ces archives comprennent enfin un herbier d'environ 3 000 espèces et 30 000 échantillons, en majorité récoltés de 1950 à 1975, virtuellement complet pour la Libye, les zones arides et désertiques de Tunisie et les steppes algériennes ; il s'y ajoute enfin un petit nombre d'échantillons du Sud Marocain, du Sahara Occidental et des Canaries, récoltés en 1988–89.

Il faut ajouter à ces sources écrites 40 années de travail de terrain et plus d'un million et demi de km parcourus dans l'ensemble des zones arides nord-africaines, ibériques et proche-orientales.

II – Nomenclature et synonymie

L'un des problèmes les plus épineux posés par le présent travail est celui de la nomenclature et de la synonymie ; celles-ci varient considérablement d'un auteur à l'autre et parfois même chez le même auteur en fonction de la date de publication des travaux. D'une manière générale nous avons suivi la nomenclature et la synonymie de Med Check-list (Greuter *et al.*, 1984, 1986, 1989). Mais, d'une part, ce catalogue des espèces végétales du Bassin Méditerranéen ne comprend à ce jour que 3 des 6 volumes prévus, c'est-à-dire environ la moitié de la Flore (soit 10 000 espèces sur 20 000) ; d'autre part nous n'avons pas accepté aveuglément les options de Med Check-list. Ceci s'est notamment manifesté pour des espèces qui nous sont familières ou lorsque les choix opérés dans cet ouvrage nous ont paru discutables. Ce premier cas est illustré dans le genre *Hammada* : Med Check-list admet 3 espèces dans le groupe. *H. scoparia*, tandis que nous n'en reconnaissons qu'une, mettant les 2 autres binômes en synonymie.

De la même manière, nous avons considéré que le groupe : *Hammada elegans, H. salicornica* et *H. schmittiana* ne constitue qu'une seule espèce, car le critère de l'insertion des fleurs sur les rameaux de l'année ou sur celui de l'année précédente manque, selon nous, de fidélité. Un exemple typique du second cas est le transfert dans Med Check-list de deux espèces du genre *Trigonella (T. monspeliaca et T. polyceratia)* dans le genre *Medicago*, genre certes difficile mais bien circonscrit par ses fruits spiralés et en cela nettement différent des trigonelles à fruits rectilignes ou, tout au plus, arqués.

Certaines espèces, par ailleurs, ont changé plusieurs fois de genre depuis 50 ans et quelques-unes ont effectué plusieurs aller-retours entre deux, trois, quatre ou même cinq genres, telles celles des genres indiqués dans la troisième liste ci-dessous, pour ne mentionner que les cas les plus communs et les plus simples, sans entrer dans les problèmes, parfois inextricables, de la synonymie *pro-parte.*

Un exemple de la variabilité du traitement nomenclatural est fourni par les genres graminéens synonymes *Oryzopsis* et *Piptatherum*. Voici le traitement effectué de ces deux genres dans le Bassin Méditerranéen depuis 50 ans, dans 28 flores et catalogues classiques, par ordre chronologique :

Fournier, 1946 : *Oryzopsis* ; Maire, 1953 : *Oryzopsis* ; Cuénod *et al.*, 1954 : *Oryzopsis* ; Nègre, 1961 ; Quézel & Santa, 1962 : *Oryzopsis* ; Mouterde, 1966 : *Oryzopsis* ; Rechinger, 1964 : *Oryzopsis* ; Tackholm, 1974 : *Oryzopsis* ; Mathez & Sauvage, 1974 : *Oryzopsis* ; Guinea-Lopez & Ceballos-Jimenez, 1974 : *Oryzopsis* et *Piptatherum*; Ozenda, 1977 : *Oryzopsis* ; Tutin *et al.*, 1980 : *Piptatherum* ; Al Eisawi, 1982 : *Piptatherum* ; Pignati, 1982 : *Oryzopsis* ; Rollan, 1983 : *Piptatherum* ; Chaudhary & Cope, 1983 : *Oryzopsis* ; Davis,1985 : *Piptatherum* ; El Hakim, 1986 : *Oryzopsis* ; Zohary & Feinbrun-Dothan, 1986 : *Piptatherum* ; Sherif & Siddiqi, 1988 : *Piptatherum* : Valdez *et al.*, 1987 : *Piptatherum* ; Kunkle, 1987 : *Piptatherum* ; Sagredo, 1987 : *Piptatherum* ; Cope et al, 1988 : *Oryzopsis* ; Chaudhary, 1989 : *Oryzopsis* ; Feinbrun-Dothan & Danin, 1991 : *Piptatherum* ; Boulos et Gibali, 1991 : *Oryzopsis* ; El Hadidi *et al.*, 1991 : *Oryzopsis*.

Au total le genre *Oryzopsis* a été retenu 17 fois et le genre *Piptatherum* 11 fois, soit 61 et 39 %, respectivement. On peut difficilement parler d'unanimité, fût-ce au cours des dix dernières années. Il existe une quarantaine de paires de genres qui, telle la paire *Oryzopsis / Piptatherum*, sont plus ou moins similairement interchangeables, au moins en partie, notamment :

Amberboa / Volutaria, Anabasis / Fredolia, Bassia / Chenolea, Centaurium / Erythraea, Chamomilla / Matricaria, Chiliadenus / Varthemia, Conyza / Erigeron, Delphinium / Consolia, Deverra / Pituranthos, Dittrichia / Inula Enneapogon / Pappophorum, Francoeuria / Pulicaria, Gomphocarpus / Asclepias, Kickxia / Linaria, Koeleria / Lophochloa, Launaea / Zollikoferia, Limonium / Statice, Lobularia / Koniga, Lotononis / Amphinomia, Mesembryanthemum / Opophytum, Micromeria / Satureja, Muscari / Leopoldia, Otantus / Diotis, Parapholis / Lepturus, Psoralea / Cullen, Retama / Lygos, Sarcocornia / Salicornia, Specularia / Legousia, Scabiosa / Lomelosia, Tetragonolobus / Lotus, Thrincia / Leontodon, Trisetum / Trisetaria, Tunica Petrorhagia, Umbilicus / Cotyledon, etc.

Au niveau des genres les synonymes les plus communs, évoqués ci-dessus, sont les suivants :

Acacia / Faidherbia, pro parte (= p.p.)
Aellenia / Halothamnus
Agathophora / Halogeton, p.p.
Ammoides / Ptychotis
Amphinomia / Lotononis
Amberboa / Volutaria
Aristida / Stipagrostis, p.p.
Atriplex / Halimione / Obione
Atropis / Puccinellia
Botriochloa / Dichanthium , p.p.
Bubonium / Asteriscus, p.p.
Carduncellus / Carthamus, p.p.
Chamomilla / Matricaria /
Chamaemelum / Ormenis / Periderea, p.p.
Cistanche / Phelipaea, p.p.
Consolida / Delphinium, p.p.
Cullen / Psoralea / Bituminaria, p.p.
Danthonia / Centropodia / Asthenatherum
Dittrichia / Inula , p.p.
Elymus / Agropyrum / Elytrigia / Eremopyrum, p.p.
Erigeron / Conyza
Eurotia / Ceratoides / Krascheninnikovia
Gomphocarpus / Asclepias
Hammada / Haloxylon / Arthrohytum
Helosciadium / Apium
Kickxia / Linaria , p.p.
Kochia / Maireana / Bassia / Chenolea, p.p.
Koeleria / Lophochloa
Launaea / Zollikoferia
Lithospermum / Neatostema / Buglossoides / Moltkiopsis / Moltkia , p.p.
Lobularia / Koniga
Logfia / Filago
Lygos / Retama
Medicago / Trigonella / Factorovskya, p.p.
Mesembryanthemum / Opophytum, p.p.
Micromeria / Satureja
Oryzopsis / Piptatherum
Pappophorum / Enneapogon
Parapholis / Lepturus / Pholiurus / Hainardia / Monerma, p.p.
Petrorhagia / Tunica
Pistorinia / Cotyledon / Umbilicus, p.p.
Pseuderucaria / Erucaria
Scabiosa / Lomelosia, p.p.
Schanginia / Suaeda, p.p.
Sisymbrium / Nasturtiopsis / Arabidopsis / Malcolmia, p.p.
Sarcocornia / Salicornia
Statice / Limonium
Tetragonolobus / Lotus, p.p.
Varthemia / Chiliadenus / Jasonia, p.p.
Vella / Pseudocytisus / Carrichtera, p.p.

Pour ce qui concerne les groupes non traités par Med Check-list, nous nous sommes inspirés de la nomenclature adoptée par Claves de la Flora de España de Rollan (1983), elle-même alignée sur Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964–1980), pour ce qui concerne la Méditerranée Occidentale. Les espèces

orientales, au contraire, ont été traitées selon Flora Palaestina (Zohary & Feinbrun-Dothan, 1966–1985) , occasionnellement modifiée par la nomenclature adoptée dans Analytical Flora of Eretz-Israel par Feinbrun-Dothan et Danin (1991). Ces divers documents sont parfois en contradiction sur le plan de la nomenclature ; à tort ou à raison nous avons suivi d'abord Med Check-list ; puis Flora Europaea / Claves de la Flora de España, pour les familles non traitées dans Med Check-list, puis Flora Palaestina / Analytical Flora of Eretz-Israel, pour les espèces orientales, non comprises dans Med Check-list, ni dans Flora Europaea. Les espèces endémiques ont été traitées selon les flores nationales ou locales, avec une nomenclature éventuellement « modernisée » : Nouvelle Flore du Liban et de la Syrie de Mouterde (1966-1980), Student's Flora of Egypt de Tackholm (2ème édit., 1974), Flora of Libya de Jaffri, El Gadi *et al.* (150 fascicules : 1976-1989), Flore de Tunisie de Cuénod, Pottier-Alapetite et Labbe (1954-1979-1981), Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel et Santa (1962-1963), La végétation du bassin versant de l'Oued Sous (Maroc) de Peltier (1982), Le patrimoine végétal des provinces sahariennes du Maroc de Birouk *et al.* (1991), Florula del desierto almeriense de Kunkel (1987), Flora de Almeria de Sagredo (1987), Flora vascular de Andalucía Occidental de Valdez, Talavera & Fernandez-Galiano (1987).

Les familles majeures traitées dans Med Check-list sont les suivantes : Boraginaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Crassulaceae, Cruciferae (Brassiceae), Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Frankeniaceae, Gentianaceae, Geraniaceae, Labiateae (Lamiaceae), Leguminoseae (Papilionaceae), Malvaceae, Oleaceae, Orobanchaceae Papaveraceae, Plantaginaceae, Plumbaginaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Renunculaceae.

Auxquelles s'ajoutent environ 70 « petites » familles de Phanérogames et 10 familles de Ptéridophytes, soit au total 105 familles.

Les principales familles **non traitées** dans les trois premiers volumes de Med Check-list (vols 1, 3 & 4) sont les suivantes :

Apiaceae (Umbelliferae), Compositae (Asteraceae), Cyperaceae, Gramineae, Iridaceae, Juncaceae, Liliaceae, Orchidaceae, Palmae, Resedaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae Scrophulariaceae, Solanaceae, Tamaricaceae, Thymeleaceae, Valerianaceae, Verbenaceae, Zygophyllaceae.

Soit une vingtaine de « grandes » familles dont la nomenclature suit donc ici, en principe, celle de Flora Europaea, avec les restrictions et les compléments mentionnées plus haut.

Index des principaux synonymes d'espèces (*binômes retenus valides*)

Les « autorités » c'est-à-dire les auteurs des binoms (ou binômes) et des combinaisons nomenclaturales ont été omises pour alléger le texte et parce qu'il ne s'agit pas ici d'un travail de floristique ni de taxinomie mais d'un travail de phytogéographie. On se reportera donc à Med Check-list , a Flora Europaea, à Flora Palaestina et aux autres flores mentionnées ci-dessus pour retrouver ces références d'autorité.

Les binômes utilisés dans le texte et les divers tableaux, notamment les tableaux des annexes I à VI, sont l'un quelconque des suivants. Mais seule la combinaison soulignée dans la liste ci-dessous est considérée valide, selon l'état de la nomenclature en juin 1994.

Lorsqu'une combinaison comprend trois éléments, le premier indique le genre, le deuxième l'espèce et le troisième la sous-espèce (qui peut avoir valeur d'espèce sous une autre combinaison).

Acacia albida = Faidherbia albida
Adonis dentata = Adonis microcarpa
Aegilops geniculata = Aegylops ovata
Aellenia autrani = Halothamnus hierochunticus
Aellenia lancifolia = Halothamnus acutifolius
Aerva persica = Aerva javanica
Aetheorhiza bulbosa = Crepis bulbosa
Agathophora alopecuroides = Halogeton alopecuroides
Agropyrum elongatum = Agropyron elongatum = Elytrigia elongata = Elymus elongatus
Agropyrum junceum = Elymus farctus = Elytrigia farcta
Agropyrum orientale = Eremopyrum distans
Alcea rosea = Althaea rosea
Alhagi maurorum = A. graecorum
Allium aschersonianum = Allium orientale
Alyssum simplex = A. parviflorum = A. campestre

Alyssum spinosum = Ptilotrychum spinosum
Amaranthus angustifolius = *A. graecizans*
Amaranthus gracilis = *A. viridis*
Amaranthus hybridus = *A. cruentus*
Amaranthus sylvestris = *A. graecizans*
Amberboa sp.p. = Volutaria sp.p. : A. crupinoides, A. leucantha, A. lippii, A. libyca, A. maroccana, A. muricata, A. saharae
Ammoides verticillata = A. pusilla = Ptychotis verticillata
Ampelodesmos mauritanicus = Ampelodesma mauritanica = Ampelodesma mauritanicum, Ampelodesmos tenax
Amphinomia sp.p. = *Lotononis sp.p.* : L. dichotoma, L. lupinifolia, L. maroccana
Anabasis aretioides = Fredolia aretioides
Anabasis syriaca = A. aphylla subsp. africana = A. hausschnechtii
Anacyclus alexandrinus = A. cyrtolepidioides
Anagramma leptophylla = Gymnogramma leptophylla
Anchusa aggregata = *Hormuzakia aggregata* = Anchusa orientalis
Anchusa italica = A. azurea
Androcymbium graminaeum = A. europaeum
Anthemis cairica = A. retusa
Anthemis fuscatum = *Chamaemelum fuscatum* = Periderea fuscata
Anthyllis tetraphylla = *Tripodion tetraphylla*
Antirrhinum majus = A. orontium = *Misopates orontium*
Anvillea radiata = A. garcini
Apium crassipes = Helosciadium crassipes
Arabidopsis thaliana = Sisymbrium thalianum
Arabis auriculata = A. nova
Arenaria graveolens = A. deflexa
Argyrolobium saharae = Genista pomeliana
Argyrolobium microphyllum = Genista maroccana
Argyrolobium zanonii = Lotophyllus argenteus = Argyrolobium linnaeanum
Armeria simplex = Statice mauritanica
Arnebia tinctoria = Arnebia tetrastigma
Artemisia herba-alba = Artemisia inculta = Seriphidium incultum
Arthrocnemum macrostachyum = A. glaucum = A. indicum
Arthrophytum schmittianum = Haloxylon schmittianum = Haloxylon salicornicum = Hammada schmittiana = *Hammada elegans* = Hammada salicornica
Arthrophytum scoparium = Haloxylon scoparium = Haloxylon tamariscifolium = Haloxylon ramosissimum = *Hammada scoparia*
Asclepias fruticosa = Gomphocarpus fruticosus
Asclepias sinaica = Gomphocarpus sinaicus
Asparagus horridus = A. stipularis
Asphodelus microcarpus = A. aestivus
Asphodelus refractus = A. pendulinus
Asplenium ceterach = Asplenium petrarchae = Ceterach officinarum
Asteriscus aquaticus = *Bubonium aquaticum*
Asteriscus graveolens = *Bubonium graveolens*
Asthenatherum forskahlii = Danthonia forskahlii = *Centropodia forskahlii*
Asthenatherum fragilis = Danthonia fragilis = *Centropodia fragilis*
Astragalus caprinus (incl. weilleri) = A. alexandrinus
Astragalus armatus = A. fontanesii = A. tragacanthoides
Astragalus hauarensis = A. gyzensis
Astragalus tenuifoliosus = A. tenuifolius
Astrocarpus sesamoides = A. canescens
Atractylis flava = *Atractylis carduus*
Atriplex glauca = A. alexandrina = A. cristallinus = A. ifnienisis = A. mauritanica = A. palaestina = A. parvifolia = A. stylosa
Atriplex inflata = A. lindleyi = *Blackiella inflata* = A. halimoides
Atriplex hortensis = A. acuminata = A. amblyostegia = A. heterosperma = A. micrantha = A. nitens subsp. desertorum
Atriplex patula = A. amana = A. angustifolia = A. erecta = A. macrodira
Atriplex prostrata = A. babingtonii = A. deltoidea = A. glabriuscula = A. hastata = A. latifolia = A. oppositifolia = A. platysepala = A. triangularis
Atriplex tatarica = A. diffusa = A.graeca = A. laciniata = A. recurva = A. veneta
Atriplex rosea = A. terraconencis = A. foliosa
A. portulacoides = Obione portulacoides = Halimione portulacoides
Atropis distans = *Puccinellia distans*
Avena barbata = A. alba
Avena filifolia = *Helictotrichon filifolium*
Avena murcica = *Helictotrichon murcicum*
Bassia arabica = Chenolea arabica
Bassia tomentosa = Chenolea tomentosa
Bilderdykia convolvulus = *Fallopia convolvulus* = Polygonum convolvulus
Bituminaria americana = *Cullen americaum* = Psoralea americana
Bituminaria bituminosa = Psoralea bituminosa
Bituminaria plicata = *Cullen plicatum* = Psoralea plicata
Blackiella inflata = Atriplex inflata = A. lindleyi = A. halimoides
Bombycilena discolor = Micropus bombycinus
Bothriochloa ischaemum = *Dichanthium ischaemum*
Bouchea marrubifolia = *Lafuentea rotundifolia*
Brachypodium distachyon = Trachynia distachya
Brachypodium retusum = B. ramosum
Bryonia cretica = B. dioica
Bubonium aquaticum = Asteriscus aquaticus
Bubonium graveolens = Asteriscus graveolens
Buglossoides arvensis = Lithospermum arvense
Bunias balearica = *Succowia balearica*
Bunium fontanesii = B. mauritanicum
Bunium pachypodum = B. incrassatum
Cachrys libanotis = *Hippomarathrum libanotis*
Calendula bicolor = C. algeriensis
Callitris articulata = C. quadrivalvis = *Tetraclinis articulata*
Carduncellus mareoticus = Carthamus mareoticus
Carduus leucographus = *Tyrimnus leucographus*
Carex stenophylla = C. pachystylis
Carrichtera annua = C. vellae = Vella annua
Carpobrotus edulis = *Mesembryanthemum edule*
Catapodium loliaceum = *Desmazeria marina*
Catapodium salzmannii = *Narduroides salzmanii*
Caucalis leptophylla = *Torilis leptophylla*
Caucalis tenella = *Torilis tenella*
Centaurea africana = C. tagana
Centaurea tenuifolia = C. boissieri

Centaurea trifurcata = Stephanochilus omphalodes = Volutaria trifurcata = Amberboa trifurcata
Centranthus calcitrapa = Kentranthus calcitrapa
Centropodia sp.p. = Asthenatherum sp.p. = Danthonia sp.p.
Cephalaria ruber = Kentranthus ruber
Chamaemelum mixtum = Ormenis mixta
Chamaemelum fuscatum = Periderea fuscata = Anthemis fuscata
Chamomilla aurea = Matricaria aurea
Chamomilla recutita = Matricaria recutita
Cheilanthes vellea = Notholaena vellea = Cheilanthes catanensis = Cosentina vellea
Cheilanthes fragrans = C. pteridioides
Chenolea arabica = Bassia arabica
Chenolea tomentosa = Bassia tomentosa
Chiliadenus sp.p. = Varthemia sp.p., in ditione
Chlamydophora tridentata = Matricaria pubescens
Chronanthus biflorus = Cytisus fontanesii
Chrozophora tinctoria = C. verbascifolia
Chrysanthemum corymbosum = Tanacetum corymbosum
Chrysanthemum fuscatum = Heteromera fuscata = Tripleurospermum fuscatum
Chrysanthemum macrocarpum = Prolongoa macrocarpa
Chrysanthemum myconis = Coleostephus myconis
Chrysanthemum trifurcatum = Leucanthemopsis trifurcata
Chrysanthemum tripolitanum = Hereromera philaenorum = Trlpleurospermum philaenorum
Cicerbita haimanniana = Lactuca haimanniana
Cirsium acarna = Picnomon acarna
Cirsium chamaepeuce = Ptilostemon gnaphaloides
Cirsium syriacum = Notobasis syriaca
Cistanche phelipaea = C. lutea = Phelypaea lutea
Cistanche violacea = Phelypaea tubulosa
Cistanche salsa = Phelypaea salsa
Cistus incanus = C. villosus = C. polymorphus
Cistus libanotis = C. clusii = C. rosmarinifolius
Cistus sericeus = C. munbyi
Clinopodium fruticosum = Otostegia fruticosa
Coleostephus myconis = Chrysanthemum myconis
Colutea istria = C. aleppica = C. haleppica
Consolida orientalis = Delphinium orientale
Consolida pubescens = Delphinium pubescens
Conyza bonariensis = Erigeron bonariense
Conyza canadensis = Erigeron canadense
Corydothymus capitatus = Thymus capitatus
Corynephorus divaricatus = C. articulatus
Cotula cinerea = Brocchia cinerea
Cotyledon umbilicus-veneris = C. hipida = Mucizonia hispida
Cotyledon cossoniana = Pistorinia brachyantha
Cotyledon salzmanni = Pistorinia breviflora
Crassula tillaea = Crassula alata = Tillea muscosa
Crepis bulbosa = Aetheorhiza bulbosa
Crepis pusilla = Melitella pusilla, in ditione
Crepis radicata = Crepis senecioides
Cullen americanum = Psoralea americana
Cullen jaubertianum = Psoralea jaubertiana
Cullen plicatum = Psoralea plicata
Cutandia dichotoma = Cutandia memphitica
Cynara cornigera = Cynara sibthorpiana
Cynoglossum mathezii = Solenanthus lanatus
Cynocrambe prostrata = Theligonum cynocrambe
Cyperus kalli = C. capitatus = C. schoenoides
Cytisus fontanesii = Chronanthus biflorus
Danthonia sp.p. = Centropodia sp.p. = Asthenatherum sp.p
Darniella cyrenaica = Salsola sieberi = Salsola longifolia
Datura inoxia = D. metel
Daucus setulosus = Daucus guttatus
Delphinium orientale = Consolida orientalis
Delphinium pubescens = Consolida pubescens
Desmazeria marina = Catapodium loliaceum
Desmazeria rigida = Scleropoa rigida
Dichanthium ischaemum = Botriochloa ischaemum
Dichanthium foveolatum = Eremopogon foveolatum
Diotis maritima = Otanthus maritimus
Dittrichia graveolens = Inula graveolens
Dittrichia viscosa = Inula viscosa
Dittrichia lozanoi = Inula lozanoi
Echinospartum boissieri = Genista boissieri
Echinospermum patulum = Lappula marginata
Echinospermum lappula = Lappula squarrosa
Echium confusum = Echium sabulicola
Echium humile = E. pycnanthum
Eleocharis palustris = Heleocharis palustris
Elichrysum sp.p.= Helichrysum sp.p.
Helichrysum sp.p. = Elichrysum sp.p.
Elitrichium pusillum = Megastoma p. = Ogastemma pusillum
Elymus caput-medusae = Taeniatherum caput-medusae = Taeniatherum crinitum
Elymus elongatus = Agropyrum elongatum = Elytrigia elongata
Elymus farctus = Agropyrum junceum = Elytrigia farcta
Elytrigia sp.p. = Elymus sp.p.
Enneapogon sp.p. = Pappophorum sp.p.
Eremobium aegyptiacum = Malcolmia aegyptiaca
Eremopogon foveolatus = Dichanthium foveolatum
Eremopyrum distans = Agropyrum orientale
Erigeron sp.p. = Conyza sp.p.
Erodium hirtum = E. crassifolium
Erodium hymenodes = E. trifolium
Erodium neuradifolium = E cheilanthifolius = E. petraeum
Erodium touchyanum = E. deserti
Erucaria clavata = Pseurecucaria clavata
Erucaria crassifolia = Pseuderucaria crassifolia
Erucaria microcarpa = Reboudia pinnata = Hussonia pinnata
Erucaria tourneuxii = Pseuerucaria tourneuxii
Erysimum bocconei = Erysimum grandiflorum
Euphorbia atlantica = E. bupleuroides
Euphorbia beaumierana = E. officinarum subsp. beaumierana
Euphorbia echinus = E. officinarum subsp. echinus
Euphorbia forskahlii = E. aegyptica
Euphorbia luteola = E. bupleuroides
Euphorbia peplus = E. peploides
Euphorbia regis-jubae = E. obtusifolia subsp. regis-jubae
Euphorbia retusa = E cornuta
Eurotia ceratoides = E. lanata = Ceratoides lanata = Krascheninnikovia ceratoides
Factorovskya aschersoniana = Medicago hypogaea = Trigonella aschersoniana
Faidherbia albida = Acacia albida
Fallopia convolvulus = Polygonum convolvulus =

Bilderdykia convolvulus
Festuca arundinacea = F. elatior
Festuca capillifolia = F. scaberrima
Filago gallica = Logfia gallica
Filago germanica = F. prolifera
Filago spathulata = F. desertorum
Gagea duriaei = G. chrysantha
Gagea rigida = G. fibrosa
Gaillonia calycoptera = Jaubertia calycoptera
Galium clausonis = G. brunnaeum
Galium petraeum = G. cossonianum
Genista boissieri = Echinospartum boissieri
Genista maroccana = Argyrolobium microphyllum
Genista pomeliana = Argyrolobium saharae
Genista saharae = Spartidium saharae
Genista sphacelata = G. fassellata
Geropogon glaber = Tragopogon hybridus
Gypsophila pyramidata = Vaccaria hispanica = V. pyramidata
Gladiolus communis = G. byzantinus
Gladiolus segetum = G. italicus
Globularia arabica = G. eriocephala
Gomphocarpus sp. p. = Asclepias sp.p.
Gymnogramme leptophylla = Anagramma leptophylla
Gymnosporia senegalensis = Maytenus senegalensis
Gynandriris sisyrinchium = Iris sisyrinchioum
Gypsophila pilosa = G. porrigens = G. viscosa
Hainardia cylindrica = Monerma cylindrica = Lepturus cylindricus
Halimione portulaccoides = Obione portulaccoides = Atriplex portulaccoides
Hammada elegans = H. schmittiana = H. salicornica = Haloxylon schmittianum = H. salicornicum = Arthrophytum schmittianum = A. salicornicum
Hammada scoparia = Haloxylon scoparium = H. articulatum = Haloxylon tamariscifolium = H. ramosissimum = Arthrophytum scoparium = A. articulatum = Hammada ramosissima
Halogeton alopecuroides = Agathophora alopecuroides
Haloxylon sp.p., in ditione = Hammada
Hannonia hesperidum = Vagaria legionarorum
Hedysarum argenteum = H. argyreum
Heleocharis sp.p. = Eleocharis sp.p.
Helianthemum apertum = H. salicifolium
Helianthemum brachypodum = H. confertum p.p.
Helianthemum guttatum = Tuberaria guttata
Helianthemum lavandulifolium = H. racemosum = H. syriacum
Helianthemum lippii p.p. = H. sessiliflorum = H. intricatum
Helianthemum crassifolium = H. tunetanum
Helianthemum virgatum = H. semiglabrum
Helictotrichon filifolium = Avena filifolia
Helictotrichon murcicum = Avena murcica
Helosciadium crassipes = Apium crassipes
Helosciadium nodiflorum = Apium nodiflorum
Heliotropium bacciferum = H. ramosissimum
Heliotropium digynum = H. luteum
Heliotropium hirsutissimum = H. villosum
Hermodactylus tuberosus = Iris tuberosus
Herniaria cinerea = H. lenticulata
Herniaria fontanesii = H. mauritanica = H. fruticosa
Heteromera fuscata = Chrysanthemum fuscatum = Tripleurospermum fuscatum
Heteromera philaenorum = Chrysanthemum tripolitanum = Tripleurospermum tripolitanum
Hippocrepis areolata = H. bicontorta
Hippocrepis ciliata = N. multisiliquosa
Hippocrepis monticola = H. scabra
Hippomarathrum libanotis = Cachrys libanotis
Hordeum hystrix = H. geniculatum
Hordeum marinum = H. maritimum
Hordeum murinum = H. leporinum
Hormuzakia aggregata = Anchusa orientalis
Hornungia petraea = Hutchinsia petraea
Hussonia pinnata = Reboudia pinnata = Erucaria microcarpa
Hymenolobus procumbens = Hutchnsia procumbens = Capsella procumbens
Hymenostemma paludosa = Chrysanthemum paludosum
Hypericum perforatum = H. triquetrifolium
Hypochaeris achyrophorus = Seriola aetnensis
Iberis pruittii = I. carnosa
Inula sp.p = Dittrichia sp.p., p.p.
Iris slsyrinchium = Gynandriris sisyrinchium
Iris tuberosus = Hermodactylus tuberosus
Isatis lusitanica = I. aleppica
Ipomoea imperati = I. stolonifera
Juncus fontanesii = J. articulatus
Kalfbussia muelleri = Leontodon hispidulus
Kentranthus sp.p. = Centranthus sp.p. = Cephalaria , p.p.
Kernera saxatilis = Cochlearia decipiens
Kickxia sp.p. = Linaria sp.p., p.p. : K. aegyptica, K.cirrhosa, K. elatine, K.heterophylla, K. laniaera, K. spuria
Kleinia anteuphorbium = Senecio anteuphorbium
Kochia sp.p. = Bassia sp.p., in ditione
Koeleria sp.p. = Lophochloa sp.p., in ditione
Koniga sp.p. = Lobularia sp.p.
Krascheninnikovia ceratoides = Ceratoides lanata = Eurotia lanata
Lactuca haimanniana = Cicerbita haimanniana
Lafuentea rotundifolia = Bouchea marrubifolia
Lagonychium farctum = Prosopis farcta = P. stephaniana
Lappula marginata = Echinospermum patulum
Lappula spinocarpos = Sclerocaryopsis spinocarpos
Lappula squarrosa = Echinospermum lappula
Lasiurus sindicus = L. scindicus = L. hirsutus
Launaea s.p.p. = Zollikoferia s.p.p.
Launaea acanthoclada = L. lanifera = L. spinosa
Launaea angustifolia = L. arabica
Launaea glomerata = L. capitata
Lavandula coronopifolia = L. capitata
Lavandula pubescens = L. antinea
Legousia castellana = Specularia castellana
Legousia hybrida = Specularia hybrida
Leontodon hispidulus = Kalfbussia muelleri
Leontodon saxatilis = Thrincia hispida
Leontodon tuberosus = Thrincia tuberosa
Lepturus cylindricus = Hainardia cylindrica = Monerma cylindrica
Lepturus incurvus = Parapholis filiformis
Leucanthemopsis trifurcata = Chrysanthemum trifurcatum
Libyella cyrenaica = Poa cyrenaica
Limonium oleifolium = L. densiflorum
Linaria aegyptiaca = Kickxia aegyptiaca
Linaria elatine = Kickxia elatine

Linaria heterophylla = Kickxia heterophylla
Linaria lanigera = Kickxia lanigera
Linaria spuria = Kickxia spuria
Linum bienne = Linum angustifolium
Lippia nodiflora = Phyla nodiflora
Lithodora diffusa = Lithospermum diffusum
Lithodora fruticosa = Lithospermum fruticosum
Lithospermum apulum = Neatostema apulum
Lithospermum arvense = Buglossoides arvensis
Lithospermum callosum = Moltkiopsis ciliata = Moltkia ciliata
Lithospermum diffusum = Lithodora diffusa
Lithospermum fruticosum = Lithodora fruticosa
Lithospermum incrassatum = Buglossoides arvensis
Lobularia arabica = Koniga arabica
Lobularia libyca = Koniga libyca
Lobularia maritima = Koniga maritima
Logfia arvensis = Filago arvensis
Logfia clementei = Filago clementei
Logfia gallica = Filago gallica
Lomelosia divaricata = Scabiosa sicula
Lomelosia olivieri = Scabiosa olivieri
Lomelosia prolifera = Scabiosa prolifera
Lonchophora capiomontana = Malcolmia capiomontana
Lophochloa sp.p. = Koeleria sp.p.
Lotononis sp.p. = Amphinomia sp.p.
Lotophyllus argenteus = Argyrolobium zanonii = A. linnaeanum
Lotus biflorus = Tetragonolobus biflorus
Lotus maritimus = Tetragonolobus maritimus = T. siliquosus
Lotus pusillus = L. halophilus
Lotus roudairei = Acmispon roudairei
Lotus villosus = Tetragonolobus purpureus
Lygos sp.p. = Retama sp.p.
Malcolmia aegyptica = Eremobium aegyptiacum
Malcolmia capiomontana = Lonchophora capiomontana
Malcolmia doumetiana = Maresia doumetiana
Malcolmia nana = Maresia nana
Malcolmia torulosa = Torularia torulosa
Malva rotundifolia = Malva neglecta
Maresia sp.p. = Malcolmia sp.p.
Matricaria aurea = Chamomilla aurea
Matricaria glabra = Otospermum glabrum
Matricaria recutita = Chamomilla recutita
Matricaria tridentata = Chlamidophora pubescens
Marsilea diffusa = N. minuta
Maytenus senegalensis = Gymnosporia senegalensis
Medicago aculeata = M. diolata
Medicago arabica = M. maculata
Medicago aschersoniana = M. laciniata
Medicago gaetula = M. tunetana
Medicago hispida = M. polymorpha, M. lappacea
Medicago hypogaea = Factorovskya aschersoniana = Trigonella aschersoniana
Medicago italica = M. tornata = M. obscura
Medicago monspeliaca = Trigonella mospeliaca
Medicago polyceratia = Trigonella polyceratia
Medicago turbinata = M. tuberculata
Megastoma pusillum = Ogastemma pusillum
Melilotus messanensis = M. sicula
Melitella pusilla = Crepis pusilla, in ditione
Mentha rotundifolia = M. suaveolens
Mesembryanthemum edule = Carpobrotus edulis
Mesembryanthemum forskahlii = Opophytum forskahlii
Mesembryanthemum gausseni = Opophytum gausseni
Mesembryanthemum theurkaufii = Opophytum theurkauffii
Micromeria sp.p. = Satureja, sp.p.
Micropus bombycinus = Bombycilaena discolor
Minuartia geniculata = Rhodoalsine geniculata
Minuartia tenuifolia = Minuartia hybrida
Misopates orontium = Antirrhinum orontium = A. majus
Moltkia ciliata = Moltkiopsis ciliata = Lithospermum callosum
Monerma cylindrica = Hainardia cylindrica = Lepturus cylindricus
Moringa peregrina = Moringa aptera
Mucizonia hispida = Cotyledon umbilicus-veneris = C. hispida
Muratina zolotarevskiana = Salsola tetrandra
Narcissus serotinus = N. elegans
Narduroides salzmannii = Catapodium salzmannii
Nasturtiopsis coronopifolius = Sisymbrium coronopifolium
Neatostema apulum = Lithospermum apulum
Nepeta stachyoides = N. antiatlantica
Neslia apiculata = Neslia paniculata
Nonea echioides = N. ventricosa
Nonea vesicaria = N. nigricans
Notholaena vellea = Cheilanthes vellea = Cheilanthes catanensis = Cosentinia vellea
Notobasis syriaca = Cirsium syriacum
Obione portulaccoides = Halimium portulaccoides = Atriplex portulaccoides
Odontites hispanica = O. viscosa
Ogastemma pusillum = megastoma pusillum = Elitrigium pusillum
Onopordon acaulon = Onopordon acaule
Onopordon nervosum = O. confusum
Onosma echioides = Onosma echinata = O. fastigiata
Ophrys fusca = O. fleischmanni
Ophrys tenthredinifera = O. rosea
Opophytum sp.p. = Mesembryanthemum sp.p., p.p.
Orlaya maritima = Pseudorlaya pumila
Ormenis africana = Santolina chamaecyparissus
Ormenis eriolepis = Ormenis lonadioides
Ormenis mixta = Chamaemelum mixtum
Ormenis praecox = Chamaemelum fuscatum = Periderea fuscata
Orobanche muteli = O. ramosa.
Orobanche picridis = O. lorica
Orobanche minor = O.arenaria
Oryzopsis sp.p. = Piptatherum sp.p.
Otanthus maritimus = Diotis maritima
Otospermum glabrum = Matricaria glabra
Otostegia fruticosa = Clinopodium fruticosum
Oxalis corymbosa = O. debilis
Oxalis pes-caprae = O. cernua
Pappophorum sp.p. = Enneapogon sp. p.
Parapholis filiformis = Pholiurus filiformis = Lepturus filiformis
Parapholis incurvus = Lepturus incurvus
Parietaria judaica = P. diffusa
Paronychia nivea = P. capitata
Paronychia echinata = P. echinulata

Paspalum vaginatum = P. distichum
Pegolettia senegalensis = P. dubiefana
Pennisetum divisum = P. dichotomum
Pennisetum setaceum = P. asperifolium
Pergularia tomentosa = Daemia cordata
Periderea fuscata = Chamaemelum fuscatum = Anthemis fuscata
Periploca anqustifolia = P. laevigata
Persicaria sp.p. = Polygonum sp.p.
Petrorhagia illyrica = Tunica illyrica
Petrorhagia prolifera = Tunica prolifera
Petrorhagia velutina = Tunica velutina
Phelipaea sp.p. = Cistanche sp.p.
Phlomis floccosa = P. fruticosa
Pholiurus filiformis = Parapholis filiformis = Lepturus filiformis
Pholiurus incurvus = Parapholis incurvus = Lepturus incurvus
Phragmites communis = P. australis
Phyla nodiflora = Lippia nodiflora
Picnomon acarna = Cirsium acarna
Piptatherum sp.p. = Oryzopsis sp.p.
Pistorinia brachyantha = Cotyledon cossoniana
Pistorinia breviflora = Cotyledon salzmanni
Pistorinia rupestris = Umbilicus rupestris = Cotyledon rupestris
Plantago afra = P. psyllium = P. stricta
Poa cyrenaica = Libyella cyrenaica
Polycarpaea delileana = P. confusa = Robbairea delileana = Robbairea confusa
Polycarpaea repens = P. fragilis
Polygonum bellardi = P. patulum
Polygonum convolvulus = Fallopia convolvulus = Bilderdykia convolvulus
Polygonum sp.p. = Persicaria sp.p.
Poterium spinosum = Sarcopoterium spinosum
Prolongoa macrocarpa = Chrysanthemum macrocarpum
Pseuderucaria clavata = Erucaria clavata
Pseuderucaria crassifolia = Erucaria crassifolia
Pseuderucaria tourneuxii = Erucaria tourneuxii = Moricandia tourneuxii
Pseuderucaria teretifolia = Erucaria teretifolia = Moricandia teretifolia
Pseudocytisus mairei = Vella mairei
Pseudorlaya pumila = Orlaya maritima
Psoralea americana = Cullen americanum
Psoralea bituminosa = Bituminaria bituminosa
Psoralea jaubertiana = Cullen jaubertianum
Psoralea plicata = Cullen plicatum
Ptilostemon gnaphaloides = Cirsium chamapeuce
Ptilotrichum spinosum = Alyssum spinosum
Ptychotis verticillata = Ammoides verticillata
Puccinellia distans = Atropis distans
Pulicaria inuloides = Pulicaria arabica
Pycnocomon rutifolia = Scabiosa rutifolia
Ranunculus millefoliatus = R. orientalis
Ranunculus trichocarpus = R .trychophyllus
Reaumuria vermiculata = R. mucronata
Reboudia pinnata = Erucaria microcarpa = Hussonia pinnata
Reseda petrovitchiana = R. lutea , p.p.
Retama sp.p. = Lygos sp.p.
Rhodoalsine geniculata = Minuartia geniculata
Robbairea sp.p. = Polycarpaea sp.p.
Rosmarinus eriocalyx = R. tournefortii
Rubus ulmifolius = R. discolor = R. sanctus = R. sanguineus
Salicornia arabica = Sarcocornia fruticosa = Salicornia fruticosa
Salsola acanthoclada = Salsola spinescens
Salsola baryosma = S. foetida = S. gaetula
Salsola delileana = S. vermiculata p.p. = 5. brevifolia
Salsola oppositifolia = S. longifolia , p.p.= S.sieberi
Salsola orientalis = S.rigida
Salsola tetrandra = S. pachoi = Muratina zolotarevskiana
Salsola volkensi = S. autrani
Salsola zygophylla = S.sieberi subsp. zygophylla
Salix subserrata = S. safsaf
Salvia fruticosa = S. triloba
Salvia verbenaca = S. lanigera
Sanguisorba spinosa = Poterium spinosum = Sarcopoterium spinosum
Santolina chamaecyparissus = Ormenis africana
Sarcocornia fruticosa = Salicornia fruticosa = Salicornia arabica
Sarcocornia perennis = Salicornia perennis
Sarcopoterium spinosum = Poterium spinosum
Satureja sp.p. = Micromeria sp.p.
Savignya parviflora = S. longistyla = S.aegyptiaca
Scabiosa arenaria = S. rhizantha
Scabiosa atropurpurea = S. maritima
Scabiosa monspeliensis = S. stellata
Scabiosa olivieri = Lomelosia olivieri
Scabiosa prolifera = Lomelosia prolifera
Scabiosa rutifolia = Pycnocomon rutifolia
Scabiosa sicula = Lomelosia divaricata
Scariola orientalis = Lactuca orientalis
Schanginia baccata = Suaeda aegyptiaca
Schanginia hortensis = Suaeda hortensis
Schismus barbatus = S. calycinus = S. arabicus
Scirpus holoschoenus = Scirpoides holoschoenus
Scirpus lacustris = Schoenoplectus lacustris
Scirpus littoralis = Schoenoplectus littoralis
Scirpus maritimus = Bolboschoenus holoschoenus
Sclerocaryopsis spinocarpos = Lappula spinocarpos
Scleropoa hemipoa = Desmazeria rigida
Scorpiurus muricatus = S. subvillosus = S. sulcatus
Seidlitzia cinerea = S. florida
Seidlitzia rosmarinus = Salsola rosmarinus
Senecio anteuphorbium = Kleinia anteuphorbium
Senecio glaucus = S. flavus = S. coronopifolius = S. gallicus
Seriola aetnensis = Hypochoeris achyrophorus
Seriphidium incultum = Artemisia herba alba = Artemisia inculta
Sesamoides canescens = Astrocarpus sesamoides
Sevada schimperi = Suaeda schimperi
Sideritis pusilla = S. leucantha
Sideritis romana = S. curvidens
Silene cucubalus = S. vulgaris
Silene laxiflora = S. microcephala
Silene oliveriana = S. colorata, p.p.
Silene setacea = S. vivianii
Sinapis allionii = S. arvensis, p.p.
Sisymbrium coronopifolium = Nasturtiopsis coronopifolius
Sisymbrium laxiflorum = S. runcinatum

Sisymbrium thalianum = Arabidopsis thaliana
Sisymbrium torulosum = Malcolmia torulosa = Torularia torulosa
Solenanthus lanatus = Cynoglossum mathezii
Spartidium saharae = Genista saharae
Specularia castellana = Legousia castellana
Specularia hybrida = Legousia hybrida
Spergula flaccida = Spergula fallax
Spergularia bocconei = Spergularia rubra
Spergularia marginata = S. media
Spergularia marina = S. salina
Sporobolus pungens = S. arenarius = S. virginicus
Statice mauritanica = Armeria simplex
Stephanochilus omphalodes = Centaurea trifurcata = Amberboa omphalodes
Stipa capensis = S. tortilis = S. retorta
Suaeda aegyptiaca = Schanginia baccata
Suaeda brevifolia = Suaeda vera , p.p.
Suaeda fruticosa = S. vera ,p.p.
Suaeda hortensis = Schanginia hortensis
Suaeda mollis = Suaeda vermiculata
Suaeda monoica = S. vera , p.p.
Suaeda pruinosa = S. brevifolia
Suaeda schimperi = Sevada schimperi
Suaeda setigera = Suaeda splendens
Succowia balearica = Bunias balearica
Tanacetum corymbosum = Chrysanthemum corymbosum
Teniatherum crinitum = T. caput-medusae = Elymus caput-medusae
Tetragonolobus biflorus = Lotus biflorus
Tetragonolobus maritimus = Lotus maritimus
Tetragonolobus purpureus = Lotus villosus
Teucrium collinum = Teucrium collincola
Theligonum cynocrambe = Cynocrambe prostata
Thrincia hispida = Leontodon saxatilis
Thrincia tuberosa = Leontodon tuberosus
Thymus algeriensis = T. hirtus
Thymus capitatus = Corydothymus capitatus
Tillaea muscosa = Crassula alata
Torularia torulosa = Malcolmia torulosa
Torilis leptophylla = Caucalis leptophylla
Torilis tenella = Caucalis tenella
Tetraclinis articulata = Callitris quadrivalvis = C. articulata
Tragopogon hybridus = Geropogon glaber
Trachynia distachya = Brachypodium distachyon
Tribulus alatus = T. longipetalus = T. macropterus
Trifolium argutum = T. xerocephalum
Trigonella aschersoniana = Medicago hypogaea = Factorovskya aschersoniana
Trigonella monspeliaca = Medicago monspeliaca
Trigonella polyceratia = Medicago polyceratia
Trisetum aureum = Trisetaria aurea
Trisetum loeflingianum = Trisetaria loeflingiana
Trisetum macrochaetum = Trisetaria macrochaeta
Trisetaria pumila = Lophochloa pumila
Tuberaria guttata = Helanthemum guttatum
Tripleurospermum fuscatum = Chrysanthemum fuscatum
Tripleurospermum tripolitanum = Chrysanthemum tripolitanum = Heteromera philaenorum
Tripodion tetraphyllum = Anthyllis tetraphylla
Tunica sp.p. = Petrorhagia s.p.
Tyrimnus leucographus = Carduus leucographus
Umbilicus horizontalis = Mucizonia hispida = Cotyledon umbilicus-veneris
Umbilicus rupestris = Pistorinia rupestris
Vaccaria pyramidata = Vaccaria hispanica = Gypsophila pyramidata
Vagaria legionarorum = Hannonia hesperidum
Valerianella microcarpa = V. morisonii
Varthemia sp.p. = Chiliadenus sp.p. , in ditione
Vella annua = Carrichtera annua = C. vellae
Vella mairei = Pseudocytisus mairei
Vicia monantha = V.biflora = V.calcarata = V. cinerea
Volutaria sp.p. = Amberboa sp.p.
Vulpiella tenuis = V. stipoides = V. incrassata

III – Nombre d'espèces steppiques par pays et par zone, richesse aréale

Le tableau de l'annexe n°VI aboutit aux chiffres suivants pour les espèces steppiques de l'Afrique du Nord, du Proche-Orient et de la Péninsule ibérique :

Tableau 21. Nombre d'espèces par pays et par région

Codes	Ensemble des espèces recensées dans les steppes méditerranéennes (flore méditerranéo-steppique)	3104 = 100 %
Panste	Espèces Pan-steppique, communes à l'ensemble des steppes du Bassin Méditerranéen	1204 = 38,8 %
Orient	Espèces orientales, localisées à l'est de la Tunisie	319 = 10,3 %
Penara	Espèces présentes dans la Péninsule Arabique	833 = 26,9 %
Syr	Espèces présentes dans les steppes syriennes	1260 = 40,6 %
Pal	Espèces présentes dans les steppes palestiniennes (Israël, Jordanie)	1177 = 37,9 %
Egy	Espèces présentes dans les steppes égyptiennes	1178 = 38,0 %
Lib	Espèces présentes dans les steppes libyennes	1513 = 48,8 %
Tun	Espèces présentes dans les steppes tunisiennes	1634 = 52,1 %

Alg	Espèces présentes dans les steppes algériennes	1904 = 61,4 %
Mar	Espèces présentes dans les steppes marocaines	2234 = 73,0 %
Esp	Espèces présentes dans les steppes espagnoles	1822 = 58,8 %
Mag	Espèces présentes dans les steppes maghrébiennes	2629 = 84,1 %
Ibemag	Espèces présentes dans les steppes espagnoles et maghrébiennes	1384 = 44,6 %
Occ	Espèces occidentales, localisées à l'ouest de la Libye	1421 = 45,8 %

Ensemble steppique, espèces :

Pan-steppiques		Orientales		Occidentales		Ensemble	
n	%	n	%	n	%	n	%
1204	38,8	319	10,3	1421	45,8	3104	95

Endémiques maghrébiennes : 670
670 / 3104 = 21,6 % de l'ensemble floristique méditerranéo-steppique
670 / 2629 = 25,5 % des espèces maghrébiennes.

Régionalité de l'endémisme :

Orientales	130	=	19,4 %
Occidentales	355	=	53,0 %
Centrales	20	=	3,0 %
Maghrébiennes s.l.	165	=	24,6 %
Total	**670**	**=**	**25,5 %**

Tableau 22. Récapitulatif de la flore steppique ibéro-maghrébienne et proche orientale

Pays ou zone	Superf. 10^3 km²	Nbre Espèces par pays ou zone	Superf. steppes 10^3 km²	Nbre d'esp. steppes	%	Richesse aréale* pays ou zone	Richesse aréale* steppe
Arabie Saoudite	2 200	2 200	220	840	34,1	1,0	3,8
Syrie	185	3 060	140	1 260	41,2	16,5	9,0
Palestine**	179	2 750	90	1 180	42,5	15,4	13,0
Egypte***	1 000	2 100	60	1 180	55,2	2,1	19,3
Libye	1 760	1 920	90	1 510	79,2	1,1	16,9
Tunisie	164	2 250	80	1 630	72,2	13,6	20,4
Algérie	2381	3 200	210	1 900	59,1	1,3	9,0
Maroc****	713	4 200	120	2 230	42,6	5,9	18,4
Espagne	504	5 500	100	1 820	33,3	10,9	18,3
Afrique du Nord	6 020	6 000	630	2 630	44,0	1,0	4,2
Sahara	8 600	2 800	1 000	1 250	44,6	0,33	1,25
Total	**9 100**	**10 000 ?**	**2 740**	**3 104**	**31,0 ?**	**1,10 ?**	**1,14**

* Richesse aréale : nombre d'espèces pour 1000 km²
** Israël : 21 000 ; Jordanie : 98 000 ; Sinaï : 60 000 km²
*** Egypte nord-africaine, c'est-à-dire sans le Sinaï.
**** Dont 266 000 km² correspondant à l'ex-Sahara espagnol.

1. Espèces steppiques communes et différentielles entre pays et zones

A. Egypte-Libye

Egypte : 1177 espèces ; Libye 1513 ; espèces communes : 925
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 1177 + (1513 - 925) = 1765
Espèces d'Egypte présentes en Libye : (925/1177) 100 = 78,6 %
Espèces d'Egypte absentes de Libye : 1177 - 925 = 252 = 21,4 %
Espèces de Libye présentes en Egypte : (925/1513) 100 = 61,1 %
Espèces de Libye absentes d'Egypte : 1513 - 925 = 588 = 38,9 %
Coefficient de communauté : (925/1765) 100 = 52,4 %
Coefficient de xénicité[4] : [(252 + 588) / 1765] 100 = 47,6 %

B. Libye-Tunisie

Libye : 1513 espèces ; Tunisie 1634 ; espèces communes 1205
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : (1513 + 1634) - 1205 = 1942
Espèces libyennnes présentes en Tunisie : (1205/1513) 100 = 79,6 %
Espèces libyennes absentes de Tunisie : 1513 - 1205 = 308 = 20,4 %
Espèces tunisiennes présentes en Libye : (1205/1634) 100 = 73,7 %
Espèces tunisiennes absentes de Libye : 1634 - 1205 = 429 = 26,3 %
Coefficient de communauté : (1205/1942) 100 = 62,0 %
Coefficient de xénicité : [(308 + 429) / 1942] 100 = 38,0 %

C. Tunisie-Algérie

Tunisie : 1634 espèces ; Algérie 1903 ; espèces communes 1570
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 1634 + (1903 - 1570) = 1967
Espèces tunisiennes présentes en Algérie : (1570/1634) 100 = 96 %
Espèces tunisiennes absentes d'Algérie : 1634 - 1570 = 64 = 4 %
Espèces algériennes présentes en Tunisie : (1570/1903) 100 = 82,5 %
Espèces algériennes absentes de Tunisie : 1903 - 1570 = 333 = 17,5 %
Coefficient de communauté : (1570/1967) 100 = 79,8 %
Coefficient de xénicité : [(64 + 333) / 1967] 100 = 20,2 %

D. Algérie-Maroc

Algérie : 1903 espèces ; Maroc 2230 ; espèces communes 1825
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 1903 + (2230 - 1825) = 2308
Espèces algériennes présentes au Maroc : (1825/1903) 100 = 95,9 %
Espèces algériennes absentes du Maroc : (1903 - 1825) / 1903 = 4,1 %
Espèces marocaines présentes en Algérie : (1825/2230) 100 = 81,8 %
Espèces marocaines absentes d'Algérie : 2230 - 1825 = 405 = 18,2 %
Coefficient de communauté : (1825/2308) 100 = 79,1 %
Coefficient de xénicité : [(78 + 405) / 2308] 100 = 20,9 %

E. Maroc-Péninsule ibérique

Maroc : 2230 espèces ; Espagne 1821 ; espèces communes 1373
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 2230 + (1821 - 1373) = 2678
Espèces marocaines présentes en Espagne : (1373/2230) 100 = 61,6 %
Espèces marocaines absentes d'Espagne : 2230 - 1373 = 857 = 38,4 %
Espèces ibériques présentes au Maroc : (1373/1821) 100 = 75,4 %
Espèces ibériques absentes du Maroc : 1821 - 1373 = 448 = 24,6 %
Coefficient de communauté : (1373/2678) 100 = 51,3 %
Coefficient de xénicité : [(857 + 448) / 2678] 100 = 48,7 %

4. Le coefficient de xénicité (CX) se définit comme l'inverse du coeficient de communauté (CC) : CX = 100 - CC.

F. Zone ibéro-maghrébienne

Maghreb : 2629 espèces ; Espagne 1821 ; espèces communes 1390
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 2629 + (1821 - 1390) = 3060
Espèces maghrébiennes présentes en Espagne : (1390/2629) 100 = 52,9 %
Espèces maghrébiennes absentes d'Espagne : 2629 - 1390 = 1239 = 47,1 %
Espèces ibériques présentes au Maghreb : (1390/1821) 100 = 76,3 %
Espèces ibériques absentes du Maghreb : 1821 - 1390 = 431 = 23,7 %
Coefficient de communauté : (1390/3060) 100 = 45,4 %
Coefficient de xénicité : [(1239 + 431) / 3060] 100 = 54,6 %

G. Egypte-Palestine

Egypte : 1177 espèces ; Palestine 1177 ; espèces communes 894
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 1177 + (1177 - 894) = 1460
Espèces d'Egypte présentes en Palestine : (894/1177) 100 = 76,0 %
Espèces d'Egypte absentes de Palestine : 1177 - 894 = 283 = 24,0 %
Espèces palestiniennes présentes en Egypte : (894/1177) 100 = 76,0 %
Espèces palestiniennes absentes d'Egypte : 1177 - 894 = 283 = 24,0 %
Coefficient de communauté : (894/1460) 100 = 61,2 %
Coefficient de xénicité : [(283 + 283) / 1460] 100 = 38,8 %

H. Palestine-Syrie

Palestine : 1177 ; Syrie 1260 ; espèces communes 976
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 1177 + (1260 - 976) = 1461
Espèces palestiniennes présentes en Syrie : (976/1177) 100 = 82,9 %
Espèces palestiniennes absentes de Syrie : 1177 - 976 = 201 = 17,1 %
Espèces syriennes présentes en Palestine : (976/1260) 100 = 77,5 %
Espèces syriennes absentes de Palestine : 1260 - 976 = 284 = 22,5 %
Coefficient de communauté : (976/1461) 100 = 66,8 %
Coefficient de xénicité : [(201 + 284) / 1461] 100 = 33,2 %

I. Afrique du Nord-Proche-Orient

Afrique du Nord (Maghreb) : 2629 ; Proche-Orient (Machrek) 1655 ; espèces communes 1267
Nombre total d'espèces steppiques dans les deux pays : 2629 + (1655 - 1267) = 3017
Espèces maghrébiennes présentes au Proche-Orient : (1267/2629) 100 = 48,2 %
Espèces maghrébiennes absentes du Proche-Orient : 2629 - 1267 = 1362 = 51,8 %
Espèces orientales présentes au Maghreb : (1267/1655) 100 = 76,6 %
Espèces orientales absentes du Maghreb : 1655 - 1267 = 388 = 23,4 %
Coefficient de communauté : (1267/3017) 100 = 42,0 %
Coefficient de xénicité : [(1362 + 388) / 3017] 100 = 58,0 %

J. Espèces irano-touraniennes occidentales et ibéro-maghrébiennes dans l'ensemble steppique méditerranéen

Espèces orientales (irano-touraniennes) : 319, soit 319/3143 = 10,1 %

Espèces maghrébiennes orientales s.s. (Libye, Egypte), absentes ailleurs : 330, soit (330/3143) 100 = 10,5 % de la flore méditerranéo-steppique, soit (330/2629) 100 = 12,6 % de la flore steppique maghrébienne, dont 130 espèces non-endémiques.

Espèces maghrébiennes orientales s.l. (Tunisie, Libye, Egypte) : 400
soit (400/3143) 100 = 12,7 %
ou (400/2629) 100 = 15,2 %

Espèces maghrébiennes occidentales s.s. (Algérie et Maroc), absentes ailleurs : 580
soit (580/3143) 100 = 18,5 %
ou (580/2629) 100 = 22,1 %
225 endémiques algériennes et marocaines et 355 non-endémiques

Espèces maghrébiennes occidentales s.l. (Tunisie, Algérie, Maroc) : 900
(900/3143) 100 = 28,6 %
(900/2629) 100 = 34,2 %

Espèces maghrébiennes s.s. (Egypte-Maroc), absentes ailleurs : 1980
soit (1980/3143) 100 = 63,0 %

Espèces maghrébiennes s.l. (Egypte-Maroc), pas nécessairement absentes ailleurs : 2629
soit (2629/3143) 100 = 83,6 %

Espèces ibériques s.s., absentes ailleurs : 550
soit (550/3143) 100 = 17,5 %

Espèces ibériques s.l., pas nécessairement absentes ailleurs : 1821
soit (1821/3143) 100 = 57,9 %

2. Originalité de la flore steppique maghrébienne

A. Espèces communes à plusieurs pays

Espèces présentes dans les 5 pays : 550
soit (550/2629) 100 = 20,9 % de l'ensemble steppique maghrébien
Espèces présentes de la Libye au Maroc : 880
soit (880/2629) 100 = 33,5 % de l'ensemble steppique maghrébien
Espèces présentes de la Tunisie au Maroc : 1150
soit (1150/2629) 100 = 43,7 %
Espèces présentes en Algérie et au Maroc : 1546
soit (1546/2629) 100 = 58,8 %

B. Nombre d'espèces propres à chaque pays ou zone à l'intérieur de l'ensemble maghrébien

Egypte	:	40
Libye	:	60
Tunisie	:	10
Algérie	:	10
Maroc	:	270
Total	**:**	**390**

C. Espèces orientales (existant seulement en Egypte et Libye)

Non-endémiques	:	200
Endémiques	:	130
Total	**:**	**330**

D. Espèces occidentales (existant seulement en Tunisie, Algérie et Maroc)

Non-endémiques	:	450
Endémiques	:	380
Total	**:**	**830**

3. Rapport avec les régions voisines

a] Le Sahara

Les steppes nord-africaines telles que nous les avons définies géographiquement partagent 1250 espèces avec le Sahara, soit (1250/2629) 100 = 47,5 % de la flore steppique et (1250/2800) x 100 = 45 % de la flore saharienne.

Ces taux relativement élevés sont essentiellement dûs à la zone de chevauchement des deux régions entre les isohyètes annuelles de 50 et 150 mm, comme nous l'avons indiqué plus haut. Une grande partie de ces 1250 espèces communes sont, naturellement, des espèces du Sahara septentrional. Les espèces strictement sahariennes dans cette zone sont au nombre de 302, soit 9,7 % de la flore des steppes et 24 % de la flore présaharienne ou sub-désertique (Annexe VI).

b] Le Proche-Orient

Les steppes nord-africaines et celles du Proche-Orient partagent en commun quelques 1267 espèces, soit (1267/2629) 100 = 48,2 % de la flore steppique maghrébienne et (1267/1655) x 100 = 76,6 % de la flore steppique syro-palestinienne (Syrie, Israël, Jordanie, Sinaï).

Le coefficient de communauté est de : $\frac{1267}{2629 + (1655 - 1267)} \times 100 = 42{,}0\ \%$

Les relations floristiques entre les steppes nord-africaines et proche-orientales sont dominées par le problème des groupes phytogéographiques irano-touranien et saharo-arabique. Nous reviendrons en détail sur ces points lors de l'examen de l'origine phytogéographique de la flore steppique.

c] La Péninsule Arabique

La Péninsule Arabique, continuation orientale du Sahara, présente des relations floristiques relativement étroites avec les steppes nord-africaines, mais encore beaucoup plus étroites avec le Sahara, ainsi qu'on pouvait s'y attendre. Dans l'état actuel des connaissances floristiques de la Péninsule Arabique [la flore y est connue à environ 80 % seulement] ; beaucoup d'espèces nouvelles restent à décrire, non seulement en Arabie Saoudite (Migahid, 1978, 1988 ; Collenette, 1985 ; Mandaville, 1989 ; Cope *et al.*, 1989), mais surtout au Yemen et en Oman], environ 800 espèces sont communes à l'Arabie Saoudite et aux steppes nord-africaines.

Le total de la flore saoudienne étant d'environ 2200 espèces, et celle de la Péninsule Arabique environ 3000 espèces, les coefficients de communauté sont donc respectivement :

$$\frac{840}{2629 + (2200 - 840)} \times 100 = 21{,}0\ \%$$

$$\frac{840}{2629 + (3000 - 840)} \times 100 = 17{,}5\ \%$$

En d'autres termes, 32 % de la flore steppique nord-africaine sont présents en Arabie Saoudite et 38 % de la flore saoudienne sont présents dans les steppes du nord de l'Afrique. Le taux de communauté Arabie-Sahara est beaucoup plus élevé ; nous y reviendrons.

d] L'Espagne

Les steppes espagnoles (il n'y a ni steppes ni zone aride au Portugal), comprises entre les isohyètes annuelles de 150 à 400 mm, couvrent environ 20 % de la superficie du pays (moyenne vallée de l'Ebre, Sud-Est, zones centrales), soit environ 100 000 km^2, c'est-à-dire 16,8 % de la superficie de la Péninsule Ibérique et 20 % de l'Espagne proprement dite.

La flore steppique ibérique est d'environ 1821 espèces, dont 1390 sont présentes en Afrique du Nord (et une douzaine au Proche-Orient, mais absentes de l'Afrique du Nord).

Le coefficient de communauté est donc ainsi : $\frac{1390}{2629 + (1821 - 1390)} \times 100 = 45{,}4\ \%$

En d'autres termes (1390/2629) 100 = 52,9 % des espèces steppiques maghrébiennes sont présentes dans les steppes ibériques, tandis que (1390/1821) 100 = 76,3 % des espèces steppiques ibériques sont présentes dans les steppes d'Afrique du Nord.

Sur le plan des espèces dominantes, la parenté est encore plus frappante ; c'est ainsi que pour le non-spécialiste, les steppes d'alfa et d'armoise blanche d'Espagne sont identiques à celles de l'Afrique du Nord. De fait, l'identité est quasi-totale sur le plan physionomique et celui des paysages.

Les steppes ibériques se caractérisent par un taux élevé d'endémisme. Il y a en effet environ (333/1821) 100 = 18,3 % d'endémiques, ainsi qu'un nombre non négligeable d'endémiques ibéro-marocaines. Ce taux assez élevé d'endémisme constitue d'ailleurs un caractère général propre à l'ensemble de la flore ibérique. Le sujet de l'endémisme est examiné ci-dessous.

4. L'endémisme dans la flore steppique

A. Nombre d'espèces

La flore steppique nord-africaine comprend environ 670 espèces endémiques (25,5 %) dont 155 sont partagées avec le Sahara, soit :

$$\frac{670 - 155}{2629} \times 100 = 19{,}6\ \%$$

c'est-à-dire 515 espèces endémiques steppiques strictes (et 155 = 5,9 % saharo-steppiques).

Ce chiffre de 19,1 % est légèrement supérieur au taux d'endémisme des steppes ibériques (18,3 %) ; mais il est presqu'identique à celui du Sahara (20 %).

B. Distribution géographique

Les steppes nord-africaines présentent deux zones principales d'endémisme : orientale et occidentale, un faible endémisme central et un assez fort endémisme global.

a] Le centre d'endémisme oriental (Egypte, Libye, Tunisie) comprend quelques 130 espèces endémiques steppiques qui se répartissent comme suit :

Egypte :	38
Libye :	56
Egypte et Libye :	8
Tunisie :	5
Tunisie et Libye :	17
Tunisie, Libye, Egypte :	3
Total :	**127**

Le taux d'endémisme est donc (130/1596) X 100 = 8,2 %. La plus grande partie de ces espèces (une centaine) provient de Libye orientale (Cyrénaïque et Marmarique libyenne) et d'Egypte occidentale (Marmarique égyptienne), auxquelles s'ajoutent une vingtaine d'endémiques tuniso-tripolitaines.

La limite entre les deux zones est constituée par le méridien 19° passant par le fond du Golfe de la Grande Syrte (Agheila). Cette limite constitue une discontinuité biologique majeure entre la flore et la végétation de l'Afrique du Nord et celle du Proche-Orient.

C'est aussi une importante limite climatique (Dubief, 1968 ; Le Houérou, 1984b). A l'est de cette limite, les pluies sont fortement concentrées sur les trois mois d'hiver (60 à 70 %), tandis qu'à l'ouest les pluies d'automne sont les plus importantes et l'ensemble des pluies mieux réparti sur le semestre hivernal. La concentration des pluies en hiver est un caractère typique du Proche-Orient. La distribution des plantes et de la végétation suit donc exactement ce critère climatique de régime pluviométrique occidental et oriental.

En dehors des espèces endémiques, la zone orientale se caractérise aussi par environ 300 espèces du Proche-Orient qui ne dépassent pas vers l'ouest le Golfe de la Grande Syrte.

Cette zone se caractérise également par un micro-endémisme important lié à l'isolement biogéographique relatif de la Cyrénaïque, véritable île biologique localisée entre la Méditerranée orientale et le Désert Libyque, d'une aridité quasi-absolue.

Le Sinaï constitue également un centre d'endémisme important dont les irradiations se font sentir jusqu'en Cyrénaïque. Cet endémisme sinaïque n'est, bien entendu, pas considéré dans la présente étude.

b] Le centre d'endémisme occidental

Le centre occidental d'endémisme steppique concerne les steppes présahariennes des confins algéro-marocains, du Maroc oriental et du Sud-Ouest Marocain. La limite orientale de cette zone est constituée par les hautes vallées de la Saoura et de la Zousfana, le long du méridien de Greenwich (0°). Cette zone comprend donc les steppes Sud-oranaises et marocaines, à l'ouest du Djebel Amour.

L'Algérie orientale et centrale constituent une sorte de *no man's land* endémique se caractérisant par l'absence à la fois des endémiques orientales et occidentales. On pourrait étendre cette zone centrale aux steppes tunisiennes et tripolitaines. On note cependant la présence d'un petit nombre d'endémiques centrées sur l'Atlas Saharien et ses prolongements (Monts du Hodna, Aurès, Némenchas, Dorsale Tunisienne, Chaîne des Chotts, Matmata, Nefousa), telles que : *Agropyropsis lolium, Genista microcephala, Hedysarum carnosum, H. naudinianum, H. pallidum, Hypericum roberti, Medicago gaetula (= M. tunetana), Onobrychis argentea, O. pallasii, Saccocalyx saturejoides, Teucrium ramosissimum*, etc.

Le centre occidental d'endémisme steppique (et saharien) comprend quelques 365 espèces réparties comme suit :

marocaines	:	270	(dont 17 macaronésiennes sur 30 présentes au Maroc soit 57 %)
algéro-marocaines	:	85	
ibéro-maghrébiennes	:	10	
Total	**:**	**365**	

Il faut aussi signaler un petit nombre d'espèces endémiques steppiques ibéro-marocaines, telles : *Adenocarpus decorticans, Anabasis prostrata, Beta patellaris, Caralluma munbyana, Chronanthus biflorus, Convolvulus suffruticosus, Cytisus balansae, Daucus durieua, Diplotaxis catholica, Dorycnium pentaphyllum, Frankenia boissieri, Launaea arborescens, Sanguisorba ancystroides*, etc.

Le taux d'endémisme de la flore steppique marocaine est de (270/2213) 100 = 12,2 %. Il est plus faible que pour l'ensemble du pays [(805/4200) 100 = 19,2 %].

Ce taux est de (85/1894) 100 = 4,5 % pour les steppes de l'Algérie.

Tableau 23. Liste alphabétique des espèces steppiques endémiques de la zone orientale (Egypte, Libye, Tunisie)

Alkanna tripolitana L
Allium barthianum EL
" *blomfeldianum* EL
" *desertorum* E
" *myriacanthum* L
Alyssum desertorum E
Ammosperma variabile L
Anacyclus scaettae L
Anarrhinum brevifolum TL
Anchusa milleri E
" *sartorii* L
Anthemis glareosa L
" *krugeriana* L
" *scaettae* L
" *tauberti* L
Aristida tunetana TL
Arum cyrenaicum L
Asparagus africanus E
Asperula cyrenaica L
Astragalus kralickianus ET
" *leptophilus* T
" *mareoticus* E
Atractylis candida TL
" *phazaniae* L
Atriplex inamoena E
" *mollis* TL
Avena beguinotiana L
" *eriantha* L
Calendula micrantha E
Calligonum arich T
Carthamus mareoticus EL
Centaurea cyrenaica L
" *glomerata* L
" *omphalotricha* TLE
" *pallescens* E
Chrysanthemun deserticolum TLE
" *tripolitanum* L
Convolvulus maireanus L
" *prostatus*
Crepis libyca EL
Crucianella cyrenaica L
" *membranacea* E
Cynara cyrenaica L
Darniella cyreanica L
Daucus broteri L
" *syrticus* TL
Dianthus byzacenus T
Diplotaxis cyrenaica L
Ebenus armitagei E
Echinops cyrenaicus L
" *galalensis* E
Echium djeneiense TL
" *maradae* L
Eragrostis cynosuroides L
Erodium keithii L
" *tocranum* L
Fagonia mollis E
Ferula marmarica EL
" *tunetana* TL
Gagea dayana E
Galium olivetorum TL
Helianthemum tunetanum TL
(= H. crassifolium p.p.)
Herniara cyrenaica L
" *ericifolia* L
Hypericum decaisneanum L
Iris juncea LT
" *tarhunensis* L
Juncus rigidus E
Kickxia phazaniae L
Kochia indica E, *xén.*
Launaea quercifolia TLE
" *squarrosa* L
Lepidium aucheri E
Libyella cyrenaica L
Limonium tunetanum
Linaria tarhunensis L
Malcomia nana L
Maresia doumetiana TL
Medicago cyrenaica L
Melitella pusilla L
Mesembryanthenum forskahlei E
Nigella tauberti EL
Nonea vivianii L
Ononis eremitica L
Onopordon espinae
" *nervosum*
Onosma cyrenaica L
Papaver pennatifidum L
" *strigosum*
Plantago afra
" *cyrenaica* L
Pituranthos rholfsianus L
Poa vaginata L
Polygala aschersoniana L
Reseda kahirina E
Rumex roseus E
Satureja guichardi L
" *incana* L
Scabiosa roberti T
" *thysdrusiana* T
Scilla villosa TL
Silene arabica E
" *fruticosa* E
" *sinaica* E
Sinapsis allionii E
" *aucheri* E
Sisymbrium polyceratium ET
Sporobolus tourneuxii TL
Tamarix arborea E
" *effusa* E
Telephium barbeyanum L
Teucrium alopecurus TL
" *apollinis* L
" *barbeyanum* L
" *brevifolium* E
" *gabesianum* TL
Thymus decussatus E
Traganum acuminatum L
Trigonella aschersoniana E
Tulipa stylosa E
Vaillantia lanata E
Valerianella petrovitchii L
Verbascum letourneuxii EL
Veronica tournefortii E
Vicia sinaica E
Viola scorpiuroides EL
Zilla biparmata EL

E = Egypte ; L = Libye ; T = Tunisie ; EL = Egypte et Libye ; TL = Tunisie et Libye ; TLE = Tunisie, Libye et Egypte.

Tableau 24. Liste des espèces endémiques steppiques occidentales de l'Algérie occidentale, du Maroc et du Sahara Atlantique

Acacia gummifera M
Achillea leptophylla M
Adenocarpus anagyrifolius M
Adenocarpus bacquei M
Adenocarpus cincinnatus M
Adenocarpus decorticans M
Alyssum antiatlanticum M
Amberboa leucantha A M
Amberboa maroccana M
Amberboa muricata A M
Anabasis aretioides A M
Anabasis obtusa M
Anabasis prostrata A M +
Anacyclus exalatus M
Anacyclus maroccanus M
Anarrhinum fruticosum A M
Andrachne gruvellei * M
Andrachne maroccana M
Andryala canariensis * M C
Andryala jahandiezii M
Anethum theurkauffii * M C
Anthemis boveana M
Anvelleina platycarpa M
Arabis werneri M
Arenaria anthyllis M
Argania spinosa A M
Argyrolobium microphyllum M
Argyrolobium saharae A M
Armeria simplex M
Artemisia mesatlantica M
Artemisia reptans * M C
Asparagus altissimus M
Asparagus pastorianus * M C
Asphodelus acaulis A M
Astragalus akkensis A M
Astragalus boissieri M
" *bubaloceras* M
" *embergeri* M
" *schizotropis* M
" *solandri* M
" *weilleri* M
Atractylis aristata A M
Atractylis babelii A M
" *coerulea* A M
" *delicatula* A M
" *phaeolepis* A M
Atriplex chenopodioides M
Atriplex colerei * M
" *malvana* A M
Barleria schmittii * M
Bassia tomentosa * M C
Bassia canariensis * M C
Battandiera amoena A M
Beta patellaris M +
Boerhavia helenae M
Bothriochloa pertusa maroccana
Brachyapium hanotei * M
Brachypodium involucratum M
Braxireon humile * M C
Bubonium imbricatum * M
Bubonium longibracteatum * M
Bubonium longiradiatum * M
" *odorum* * M C
Bupleurum album M
Bupleurum atlanticum M
" *canescens* * M C
" *dumosum* M
" *lateralifolium* M
Buxus balearica M +
Calendula murbeckii M
Campanula antiatlantica M
Caralluma buchardi * M C
Caralluma dalzielii * M C
" *hesperidum* * M C
" *moureti* * M C
" *munbyana* M
" *venenosa* A M
Carduncellus choulettianus A M
Carduncellus duvauxii M
" *rhaponticoides* M
Carduus myriacanthus M
Carduus spachianus M
Celsia longirostris M
Celsia maroccana M
" *sinuata* M
Centaurea diluta M
" *dissecta* M
" *gattefossei* M
" *gentillii* M
" *involucrata* M
" *josiae* M
" *maroccana* M
" *pubescens* A M
" *pungens* M
Centaurium suffruticosum M
Cerastium brachypetalum M
Ceratocnemum rapistroides M
Chamaecytisus albidus M
Chenolea cf Bassia
Chronanthus biflorus A M +
Chrysanthemum carinatum M
Chrysanthemum macrocarpum
" *maroccanum* M
" *maresii* * M
Cirsium welwitchii M
Cistus munbyi (= C. sericeus) A M
Commelina rupicola * M C
Convolvulus heterotrichus A M
Convolvulus suffruticosus A M+
" *trabutianus* A M
Coronilla ramosissima M
" *viminalis* M
Cotyledon cossonianus M
Crambe kralickii A M
Crepis salzmannii A M
Crotalaria vialattei A M
Crucianella hirta M
Cynoglossum dioscoridis * M C
Cytisus (Teline) segonnei M
Dipcadi panousei M
Diplotaxis assurgens M
Diplotaxis catholica A M +
" *cossoniana* M
" *olivieri* M
" *pitardiana* A M
Doronicum lozanoi * M C
Drusa glandulosa * M C
Echiochilon chazaliei * M
Echiochilon simonneaui * M
Echium michaelis M
" *micranthum* M
" *modestum* M
" *petiolatum* M
" *velutinum* M
Enneapogon glumaceus M
Ephedra rollandi * M
Eremophyton chevallieri A M
Erodium hesperium * M
" *hirtum maroccanum* M
" *jahandiezianum* M
" *mauritanicum* M
Erucaria olivieri M
Eryngium atlanticum M
*Euphorbia obtusifolia regis-jubae** M C
Euphorbia officinarum
" *beaumieranum* * M C
" *echinus* * M C
" *resinifera* M
Evacidium discolor M
Evax longilanata M
Fagonia harpago A M
" *longispina* A M
" *malvana* M
" *zilloides* A M
Feeria angustifolia M
Ferula cossoniana A M
Foleyola billottii A M
Frankenia chevallieri M
Fumaria ballii M
" *macrosepala* M
" *rupestris* M
Gagea mauritanica A M
Gaillonia reboudiana A M
Galium acuminatum M
Galium bourgaeanum maroccanum
" *ephedroides* M
" *pusillum* A M
Gaudinia maroccana M
Genista quadriflora A M
Genista ferox microphylla M
" *retamoides* M
Globularia nainii M
Halimium antiatlanticum M
Hannonia hesperidum * M C
Haplophyllum broussonetianum M
Hedysarum argyreum (= H. argentatum) * M
" *aculeolatum* M
" *membranaceum* M
" *naudinianum* A M
" *perraudianum* A M
Helianthemum canariense * M C
Hel. croceum antiatlanticum M
Hel. confertum australe M
Herniaria pujosii M
Herniaria teknensis * M
Hertia maroccana M
Hesperolaburnum platycarpum M
Hippocrepis salzmannii maura M
Hirschfeldia adpressa M
Hypericum coadnutum * M C

Inula lozanoi * M
Jasonia hesperia * M
Jasonia glutinosa antiatlantica M
Kalanchoe faustii * M
Kleinia anteuphorbium * M C
Kremeriella cordylocarpus M
(= Senecio anteuphorbium)
Lafuenta jeanpertiana M
Launaea anomala A M
Launaea arborescens A M +
Lavandula humberti M
Lavandula lanata M
" *mairei* M
" *maroccana* M
" *pedunculata* M
" *tenuisecta* M
Lepidium alluaudi M
Leptochloa ginae M
" *subulatum* A M +
Leucanthemum depressum M
Levistichum latifolium M
Leontodon orarius M
(= Astydamia latifolia)
Lifago dielsii A M
Limoniastrum feei A M
" *ifniense* * M
" *weygandiorum* * M
Limonium asperrimum M
" *bonduelli*
" *beaumieranum* A M
" *chrysopotamicum* M
" *chazaliei* M
" *cossonianum* M
" *duriaei* M
" *fallax* M
" *ornatum* M
" *pujosii* M
" *rungsii* M
" *trachycladum* M
" *tuberculatum* M
Linaria maroccana M
" *peltieri* A M
" *ventricosa* M
" *weilleri* M
Lithospermum microcarpum * M C
Lobularia marginata M
Lotononis maroccana M
Lotus assakensis A M
Lotus chazaliei M
" *jolyi* M
" *maroccanus* M
" *pseudo-creticus* M
" *simonae* M
Lycium pujosii M
Lycium rungsii M
Malcolmia broussonetii M
Malcolmia patula maroccana M
Marrubium ayardii M
" *litardieri* M
" *multibracteatum* M
" *werneri* M
Matricaria pubescens maroccana
Matthiola maroccana M
Mecomischus halimifolius A M
Mesembryanthemum theurkauffii M
Mesembryanthemum gausseni A M
(= Opophytum theurkauffii)
(= Opophytum gausseni)
Medicago muricata M
Medicago sauvagei M
Mibora maroccana M
Moricandia foleyi A M
Narcissus broussoneti M
Nepeta stachyoides M
Nitraria schoberi M
Ononis atlantica M
Ononis broussonetii M
" *munbyi* M
" *natrix arganietorum* M
" *natrix hesperia* M
" *mauritii* M
" *prostrata* M
" *thompsoni* M
" *zygantha* M
Ormenis eriolepis A M
" *flahaultii* M
" *scariosa* A M
Pentzia hesperidum * M
Phagnalon calycinum M
Phlomis antiatlantica M
Pituranthos battandieri A M
Pituranthos reboudii A M
Plantago akkensis A M
Poa dimorphanta M
" *murbeckii* M
Polycarpaea akkensis A M
" *nivea* * M
Polycnemum fontanesii A M
" *balansae* M
Pulicaria glandulosa M
" *mauritanica* M
Reseda elata M
" *stenobotrys* M
Retama retamoides M
" *webbii* M
Rhanterium adpressum A M
Rhaponticum caulescens M
Rhus albida * M C
Saccocalyx saturejoides A M
Salsola gaetula M
Salsola gemmascens M
" *gymnoschala* M
" *sieberi deschazeauxiana*
Salvia chudaei A M
Salvia gattefossei M
" *interrupta* M
" *pseudojaminiana* A M
" *taraxacifolia* M
Satureja arganietorum M
" *hochreutineri* M
" *macrosiphon* M
" *monantha* M
Scilla latifolia M
Scilla mauritanica M
Sclerosciadium nodiflorum * M
Sedum modestum M
Sedum versicolor M
Senecio massaicus M
Senecio gallicus hesperidum * M
Sideritis cossoniana M
" *gossypina* M
" *ochroleuca* M
Silene glabrescens M
" *rouyana* M
Sonchus pinnatifidus * M C
Spergula munbyana A M
Sporobolus lanuginellus M
Stipagrostis sahelica A M
Suaeda arguinensis * M
" *ifniensis* * M
" *monodiana* M
Tamarix malenconiana M
" *weilleri* M
Teucrium antiatlanticum M
" *aureum* M
" *chardonianum* M
" *collincola* M
" *decipiens* M
" *ducellieri* M
" *helichrysoides* A M
" *jolyi* M
" *malenconianum* M
" *mideltense* M
" *rupestre* M
" *santae* M
" *tananicum* M
" *werneri* M
Thymelaea antiatlantica M
" *virescens* A M
" *virgata* A M
Thymus atlanticus M
" *broussonetii* M
" *guyoni* A M
" *hesperidum* * M
" *leptobotrys* M
" *saturejoides* M
Tolpis barbata liouvillei M
Trachystoma ballii M
Traganopsis glomerata * M
Traganum moquini * M C
Urginea noctiflora A
Vagaria legionarorum * M
Vella integrifoia A M
" *mairei* M
Vagaria olivieri M
Vicia murbecki M
Warionia saharae A M
Wahlenbergia bernardi A M
Withania adpressa A M
Zilla macroptera A M
Ziziphora tenuis A M
Zygophyllum fontanesii A M
" *gaetulum* A M
" *waterlotii* M

Total : 362, dont 343 espèces et 19 sous-espèces.

A = Algérie ; M = Maroc ; * espèces littorales d'affinité canarienne ; C espéces communes au Maroc et aux Iles Canaries ; + espèces ibéro-maghrébiennes.

C - Endémisme steppique global nord-africain

En dehors de l'endémisme par pays ou région, il existe un endémisme global propre à l'ensemble des steppes nord-africaines.

Cet endémisme représente environ 165 espèces, dont la liste est donnée dans le *Tableau 19*.

Tableau 25. Espèces steppiques endémiques maghrébiennes et ibéro-maghrébiennes (+)

Anabasis oropediorum +
Anarrhinum pedatum
Anthyllis henoniana
Artemisia atlantica
Asphodelus acaulis
Astragalus falciformis
" *geniculatus*
" *gombiformis*
" *gombo*
" *incanus +*
" *pseudotrigonus*
" *tenuifoliosus +*
" *tenuifolius*
" *vogelii*
Atractylis serrata
" *candida*
Atriplex malvana
Bellevalia mauritanica
Bufonia mauritanica
Bupleurum atlantica
" *balansae*
Calligonum azel
" *calvescens*
Campanula atlantica
" *filicaulis*
Catananche arenaria
Celsia ballii
Centaurea balansae
" *furfuracea*
" *lagascae*
" *tenuifolia*
Cerastium atlanticum
Chrysanthemum fuscatum
" *macrocarpum*
" *trifurcatum*
Convolvulus supinus
Coronilla minima
Crepis clausonis
" *taraxifolia*
Daucus biseriatus
" *sahariensis*
" *syrticus*
Delphinium emarginatum
Dianthus crinitus
" *gaditanus*
" *serratulus*
Echium suffruticosum
" *trygorhyzum*
Enarthrocarpus clavatus
Erodium arborescens
" *hymenodes*
" *mauritanica*
Erucastrum varium
Euphorbia atlantica
" *calyptrata*
" *cossoniana*
" *guyoniana*
Euphorbia reboudiana
Evax mauritanica
Fagonia fruticans
" *isotricha*
" *microphylla*
Ferula vesceritensis
Filago mareotica
Frankenia thymifolia
Fumana calycina
Galium clausonis
Genista microcephala
" *saharae*
Gonolinon tataricum
Hedysarum flexuosum
" *pallidum*
Helianthemum confertum
" *intricatum*
" *ruficomum*
Heliotropium luteum
Hertia cheirifolia
Hypochaeris laevigata
Lappula redowskii
Lathyrus numidicus
" *tingitanus*
Leontodon hispanicus
" *saxatilis*
Limoniastrum guyonianum
Limonium tunetanum
Linaria fallax
" *reflexa*
" *scariosa*
Linum decumbens
Lonchophora capiomontana
Lophochloa rholfsii
Lotus jolyi
" *roudairei*
Malcomia parviflora
Maresia malcolmoides
Marrubium alyssoides
" *deserti*
Medicago gaetula (= M. tunetana)
" *soleirolii*
" *suffruticosa*
Muricaria prostata
Nucularia perrini
Onobrychis pallasii
Onopordon arenarium
" *nervosum*
Oreobliton thesioides
Oudneya africana
" *zygarrhena*
Pancratium trianthum saharae
Perralderia coronopifolia
Picris aculeata
" *cupuligera*
Pituranthos chloranthus
" *scoparius*
Polycarpon polycarpoides
Polygonum balansae
Randonia africana
Ranunculus orientalis
Reseda orientalis
" *pruinosa*
" *stricta*
" *villosa*
Retama sphaerocarpa +
Rhamnus lyciodes
" *oleoides*
Rhanterium suaveolens
Rosmarinus eriocalyx
Rumex simpliciforus
Limonium tunetanum
Rupicapnos numidicus
Salsola sieberi vesceritensis
" *zygophylla*
Salvia argentea
" *jaminiana*
Santolina chamaecyparissus
Schismus perennis
Scilla peruviana
Scorzonera undulata
Scrophularia saharae
Silene arenarioides
" *velutinoides*
Silybum eburneum
Sisymbrium reboudianum
Stipa fontanesii
" *tenacissima +*
Tamarix balansae
" *brachystylis*
" *pauciovulata*
Tetragonolobus biflorus
Teucrium campanulatum
" *compactum*
" *ramosissimum*
" *sauvagei*
Thapsia garganica
Thymelea microphylla
" *tartonraira*
" *virgata*
Thymus algeriensis
" *ciliatus*
" *numidicus*
Tourneuxia variifolia
Urginea noctiflora
Valerianella discoidea
" *leptocarpa*
" *stephanodon*
Volutaria leucantha
" *saharae*
Withania frutescens
Zygophyllum cornutum
" *geslini*

L'ensemble de l'endémisme steppique maghrébien se traduit donc par les chiffres suivants :

Endémiques orientales	:	130
" occidentales	:	355
" centrales	:	20
" globales	:	165
Total	:	**670**

soit un taux d'endémicité brute de (670/2630) 100 = 25,5 %, alors que le taux d'endémicité nette, après élimination des espèces communes avec le Sahara septentrional, est de 19,6 %, comme nous l'avons vu plus haut. C'est un taux très élevé, qui nous a surpris.

D. Systématique de l'endémisme steppique

L'endémisme steppique n'est pas réparti au hasard. Certains genres ou familles y apportent une forte contribution absolue ou relative, alors que d'autres groupes sont peu ou pas affectés.

Parmi les principaux groupes représentés, nous avons les genres suivants :

Tableau 26. Taux d'endémicité par genre, steppes maghrébiennes

Teucrium	:	19	espèces sur	23	=	82,6%
Limoniastrum	:	4	" "	5	=	80,0
Chrysanthemum	:	6	" "	8	=	75,0
Pituranthos	:	5	" "	7	=	71,3
Anarrhinum	:	3	" "	5	=	60,0
Atractylis	:	9	" "	15	=	60,0
Ferula	:	4	" "	7	=	57,1
Hedysarum	:	5	" "	9	=	55,5
Anabasis	:	4	" "	8	=	50,0
Coronilla	:	3	" "	6	=	50,0
Daucus	:	5	" "	12	=	41,6
Fagonia	:	6	" "	15	=	40,0
Astragalus	:	15	" "	40	=	37,5
Centaurea	:	12	" "	34	=	35,3
Limonium	:	12	" "	35	=	34,3
Marrubium	:	2	" "	6	=	33,3
Genista	:	5	" "	16	=	31,2
Dianthus	:	4	" "	13	=	30,8
Onopordon	:	4	" "	13	=	30,8
Diplotaxis	:	4	" "	14	=	28,6
Herniaria	:	3	" "	11	=	27,3
Crepis	:	4	" "	15	=	26,7
Anthemis	:	5	" "	19	=	26,0
Salvia	:	5	" "	25	=	25,0
Euphorbia	:	9	" "	37	=	24,3
Linaria	:	9	" "	39	=	23,1
Atriplex	:	5	" "	20	=	20,0
Bupleurum	:	2	" "	10	=	20,0
Echium	:	5	" "	25	=	20,0
Lotus	:	4	" "	21	=	19,1
Medicago	:	5	" "	31	=	16,1
Convolvulus	:	4	" "	25	=	16,0
Helianthemum	:	6	" "	41	=	14,6
Σ	:	202	" "	754	=	26,8

Au niveau de la famille, nous obtenons les chiffres suivants pour les steppes maghrébiennes :

Tableau 27. Taux d'endémicité par famille, steppes maghrébiennes

Familles	n total	n %	Endém. Pan-Stepp.		Endém. Orientales		Endém. Occidentales	
			n	%	n	%	n	%
Compositeae	103	20	32	6	28	5	43	8
Leguminoseae	58	11	27	5	2	0,4	29	6
Labiaceae	42	8	12	2	8	1,5	22	4
Crucifereae	30	6	9	2	9	2	12	2
Caryophyllaceae	25	5	8	1,5	9	2	8	1,5
Chenopodiaceae	23	4	6	1	5	1	12	2
Umbelliferae	20	4	9	2	5	1	6	1
Liliaceae	16	3	4	1	6	1	6	1
Scrophulariaceae	16	3	6	1	4	1	6	1
Gramineae	16	3	4	1	8	1	4	1
Plumbaginaceae	16	3	4	1	2	0,4	10	2
Boraginaceae	15	3	4	1	7	1	4	1
Zygophyllaceae	12	2	5	1	1	0,2	6	1
Euphorbiaceae	10	2	5	1	0	0	5	1
Total	**402**	**77**	**135**	**82**	**94**	**72**	**173**	**82**
Total %	**77**		**26**		**18**		**33**	

Parmi les familles à endémicité faible ou nulle, nous avons : Amaryllidaceae, Araceae, Asclepiadaceae, Cucurbitaceae, Cyperaceae, Ephedraceae, Frankeniaceae, Gentianaceae, Gramineae, Guttifereae, Juncaceae, Linaceae, Malvaceae, Orobanchaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Solanaceae.

On voit qu'il s'agit d'un endémisme essentiellement méditerranéen et accessoirement ibéro-maghrébien. Il faut signaler au passage une forte concordance entre l'origine taxonomique de l'endémisme dans les steppes maghrébiennes et ibériques ; en effet, l'endémisme steppique ibérique présente les caractères suivants, en nombre d'espèces et pourcentage par genre.

Tableau 28. Taux générique d'endémicité dans les steppes ibériques

Genres	Familles	nombre d'espèces endémiques dans le genre	nombre total d'espèces dans le genre	% endémicité
Genista	Leguminoseae	7	10	70,1
Teucrium	Labiateae	17	28	60,7
Centaurea	Compositeae	9	17	52,9
Salsola	Chenopodiaceae	4	8	50,0
Salvia	Labiateae	3	6	50,0
Linaria	Scophulariaceae	12	25	48,0
Reseda	Resedaceae	4	9	44,4
Limonium	Plumbaginaceae	8	21	38,1
Silene	Caryophyllaceae	6	16	37,5
Ononis	Leguminoseae	6	25	24,0
Helianthemum	Cistaceae	3	25	12,0

Les genres à forte endémicité sont, en gros, les mêmes qu'en Afrique du Nord : *Teucrium, Linaria, Limonium, Centaurea, Genista.* Il en est de même des familles : Compositae, Leguminoseae, Labiaceae, Scrophulariaceae, Plumbaginaceae.

On note également un faible endémisme chez les mêmes familles qu'en Afrique du Nord : Poaceae, Liliaceae, Cyperaceae, etc.

5. Origine et affinité phytogéographique de la flore steppique (voir Annexe VI, pp. 317-396)

A. Eléments phytochoriques

Les données condensées dans le tableau de l'annexe VI sur l'appartenance phytochorique des 3104 taxons examinés doivent s'entendre de la manière suivante :

Code	Signification
Med	Elément Méditerranéen d'espèces présentes dans les steppes ou les écotones entre les steppes et la végétation non-steppique des zones à bioclimats semi-aride du Nord de l'Afrique, du Proche-Orient ou de l'Espagne, non caractéristique des steppes.
MS	Elément Méditerranéo-Steppique, caractéristique de l'ensemble des steppes méditerranéennes de l'Espagne, du Nord de l'Afrique et du Proche-Orient.
IM	Elément Ibéro-Maghrébien d'espèces communes aux steppes de l'Espagne et du Nord de l'Afrique.
IT	Elément Irano-Touranien d'espèces des steppes asiatiques, transgressives dans le Nord de l'Afrique, particulièrement en Egypte et en Libye.
Mag	Elément Maghrébien d'espèces cantonnées aux steppes du Nord de l'Afrique, absentes d'Espagne et du Proche-Orient.
Ibe	Elément Ibérique, propre aux steppes de l'Espagne.
SA	Elément Saharo-Arabique d'espèces désertiques, parfois transgressives dans les parties les plus arides des steppes pré-sahariennes, au-dessous de l'isohyète annuelle de 200 mm. Les espèces de cet élément sont en majorité (70 %) d'affinité Méditerranéennes et en minorité (30 %) d'affinité tropicale).
Can	Elément Canarien ou Macaronésien, d'affinité Insulo-Atlantique, localisé à la zone littorale du Maroc, au sud d'Essaouira. Cet élément présente des sous-affinités soit tropicales, soit méditerranéennes, soit avec la « Rand-Flora ».
Tro	Elément Tropical d'espèces, souvent Sahariennes ou même Sahéliennes, remontant dans la partie méridionale des steppes, notamment aux deux extrémités orientale et occidentale.
ES	Elément Euro-Sibérien d'espèces à distribution centrée sur les régions à climat tempéré de l'Ancien Monde.
Cos	Elément Cosmopolite d'espèces pluri-régionales de très large répartition, souvent liées à des milieux édaphiques humides ou à la présence d'eau libre, mais aussi de plantes rudérales ou messicoles de très grande amplitude écologique.
Xen	Elément Xénophyte d'espèces introduites, plus ou moins « naturalisées ».

Tableau 29. Distribution de l'appartenance phytochorique

Phytochores	Nombre d'espèces	%	
Med	603	19,4	
MS	437	14,3	
IM	471	15,1	
IT	282	9,0	2773 = 89,4 %
Mag	376	12,0	
Ibe	302	9,7	
SA	302	9,7	
Can	49	1,6	
Tro	105	3,3	
Cos	130	4,2	
ES	35	1,1	
Xen	12	0,3	
Total	**3104**	**100,0**	

On voit de ce tableau que les espèces méditerranéennes représentent près de 90 % de la flore steppique. L'élément dominant méditerranéen se subdivise en :

Méditerranéen sensu stricto	19,4 %
Méditerranéo-steppique	14,3 %
Ibéro-Maghrébien	15,1 %
Irano-Touranien	9,0 %
Maghrébien	12,0 %
Ibérique	9,7 %
Saharo-Arabique	9,7 %

Les espèces non-steppiques représentent 19,6 % de l'ensemble, donc 22 % de l'élément méditerranéen sensu lato. Les éléments steppiques représentent donc 78 % de l'élément méditerranéen s.l. et 69,8 % de l'ensemble soit 2 180 espèces. La flore strictement steppique représente donc ainsi 70 % des espèces présentes dans le territoire géographique des steppes.

On notera la faiblesse des éléments tropical, cosmopolite, euro-sibérien et xénophyte. La flore des steppes diffère en cela profondément de celle du Sahara et de la Péninsule Arabique dont les phytochores sont les suivantes (Le Houérou, 1990b) :

Eléments	**Sahara**		**Péninsule Arabique**	
Saharo-Arabique	1366	49,7	1168	55,0
Tropical	934	34,0	743	35,0
Méditerranéen	175	6,3	107	5,0
Cosmopolite	275	10,0	106	5,0

La richesse du Sahara en espèces cosmopolites peut s'expliquer par la présence de nombreuses hydrophytes, hélophytes et hygrophytes dans la flore des oasis et de la vallée du Nil.

La similitude des flores au Sahara et en Arabie, telle qu'elle ressort du tableau ci-dessus, est frappante (environ 50 à 55 % d'espèces Saharo-Arabiques et 35 % d'éléments tropicaux) ; ces flores contrastent en cela avec celle des steppes Maghrébiennes, Proche-Orientales et Ibériques.

La remarquable richesse des steppes marocaines (2213 espèces) s'explique par l'existence dans les plaines du Sous et les contreforts du Haut Atlas et de l'Anti Atlas de 350 espèces propres, dont environ 250 endémiques (Peltier, 1982). Si l'on faisait abstraction de ce cas particulier, la flore steppique marocaine serait tout à fait comparable à celles de l'Algérie et de l'Espagne qui l'encadrent : 2213 - 350 = 1863, contre 1894 en Algérie et 1829 en Espagne.

L'originalité de ce tableau est la mise en évidence d'un important groupe ibéro-maghrébien représentant 47 % de la flore steppique (IM + Mag + Ibe). Cet élément constitue l'équivalent occidental du groupe irano-touranien des Proche- et Moyen-Orient et de l'Asie Moyenne.

Le concept d'élément ibéro-maghrébien est lui-même quelque peu nouveau. Il remplace le concept de domaine Mauritano-steppique de Maire qui, à ma connaissance, n'a jamais été défini, les auteurs se contentant d'y faire allusion. Nous le définissons en détail ici.

En effet, les steppes nord-africaines font partie d'un ensemble plus vaste ibéro-maghrébien puisque 53 % des espèces steppiques maghrébiennes se trouvent en Espagne, tandis que 76 % des espèces steppiques ibériques sont présentes au Maghreb, le coefficient de communauté étant de 45 %. Ces chiffres constituent ce que l'on pourrait appeler la « parenté apparente » des steppes maghrébiennes et ibériques.

Mais, si l'on fait abstraction des espèces du Sahara septentrional dans le cortège floristique steppique de l'Afrique du Nord, la parenté avec les steppes ibériques s'accroît de façon significative de 10 à 12

points de pourcentage. Nous obtenons ainsi une « parenté floristique réelle » des steppes maghrébiennes et ibériques, qui s'exprime par les chiffres suivants :

Espèces steppiques nord-africaines présentes en Espagne	60 à 65 %
Espèces steppiques ibériques présentes en Afrique du Nord	80 à 85 %
Coefficient de communauté	50 à 52 %

La parenté apparente des steppes nord-africaines avec celles du Proche-Orient est comparable à celle des steppes ibériques, avec des taux de 51, 73 et 43 %, respectivement. Cette parenté est renforcée par le cortège des espèces saharo-arabiques du Sahara septentrional et du Sinaï qui participent à chacune des entités. La parenté réelle, basée sur la flore steppique sensu stricto serait significativement plus faible, probablement de 10 à 15 points de pourcentage. On aurait ainsi une « parenté réelle » s'exprimant par les taux suivants :

Espèces steppiques maghrébiennes présentes dans les steppes du Proche-Orient	35 à 40 %
Espèces proche-orientales présentes en Afrique du Nord	58 à 63 %
Coefficient de communauté	28 à 33 %

La parenté des steppes nord-africaines avec les déserts d'Arabie est encore plus faible.

La « parenté apparente » s'exprime par des taux de 36, 36 et 22%, respectivement. Cette parenté est en majeure partie représentée par les espèces communes à l'Arabie et au Sahara septentrional. La parenté réelle est très nettement inférieure à ces chiffres. Elle serait probablement de l'ordre de 25, 25 et 15%, respectivement. Nous reviendrons sur ce point lors de la comparaison entre l'Arabie Saoudite et le Sahara, dans un travail ultérieur.

L'analyse floristique montre également l'importance relative des espèces méditerranéennes dans les steppes : 31 %. Ce fait souligne le caractère de la flore steppique, assurant la transition entre le territoire méditerranéen *sensu stricto* et le Sahara. Nous verrons qu'au Sahara l'importance de l'élément méditerranéen est cinq fois plus faible (6 %).

Il faut enfin noter le faible rôle de l'élément cosmopolite (3,2 %), alors que cet élément est trois fois plus important au Sahara (10 %). Cette disparité entre les steppes et le Sahara s'explique par le rôle important des hydrophytes, des hélophytes, des rudérales et des mauvaises herbes des cultures dans les oasis du Sahara et dans la vallée et le delta du Nil.

B. Les espèces tropicales dans les steppes nord-africaines

L'analyse ci-dessus révèle la présence de 110 espèces tropicales dans l'ensemble steppique nord-africain. Ce cortège est très inégalement réparti. Il est, de loin, le plus développé aux deux extrémités orientale et occidentale, c'est-à-dire en Egypte, en Algérie occidentale et au Maroc. Par contre, il est très pauvre en Algérie centrale et orientale, en Tunisie et en Libye. Il est particulièrement pauvre en Algérie orientale, en Tunisie et en Tripolitaine. Ce phénomène est dû aux températures d'hiver. Voir la carte de la *Fig. 13* ; on y observe la remontée de l'isotherme m = 3°C dans le sud Constantinois, en Tunisie et en Libye occidentale. Toutes les espèces tropicales disparaissent dès que « m » est inférieur à 3°C. Quelques unes se développent lorsque« m » se situe entre 3 et 5°C ; et beaucoup font leur apparition dès que « m » est supérieur à 5°C.

La limite altitudinale supérieure des espèces tropicales (m ≈ 3°C) correspond à la limite entre les « Hautes Steppes » et les « Basses Steppes ». C'est-à-dire l'isohypse de 500 ± 100 m (Despois, 1940 ; Long, 1954 ; Le Houérou, 1959a, 1969b).

Les isothermes m = 3, m = 5 et m = 7°C sont indiqués dans la carte de la fig. 13 du chapitre 1.

La Libye possède environ 35 espèces tropicales, la Tunisie 25 et le Sud-Constantinois environ 30. Les steppes de l'Algérie occidentale, du Maroc et de l'Egypte possèdent chacune 80 à 100 espèces tropicales ; l'ensemble dépasse peu le chiffre de 110. Autrement dit, ces espèces sont à peu près les mêmes partout, avec un coefficient de communauté très élevé, s'agissant de l'élément tropical.

La liste de ces espèces principales est donnée ci-après.

Tableau 30. Liste des espèces tropicales les plus communes des steppes nord-africaines et pré-sahariennes.

Abutilon spp.
Acacia ehrenbergiana
" gummifera
" raddiana
Achyranthes aspera
Aerva javanica
Amphinonia dichotoma
Aristida spp.
Balanites aegyptiaca
Boerhavia repens
Boscia senegalensis
Botriochloa ischaemum
Brachiara spp.
Calotropis procera
Caralluma retrospiciens
Cassia aschrek
" senna
Cenchrus ciliaris
Chloris spp.
Chrozophora spp.
Cleome spp.
Cocculus pendulus
Commicarpus spp.
Corchorus spp.
Cordia sinensis
Crotalaria spp.
Cucumis prophetarum
Cymbopogon schoenanthus
Cyperus conglomeratus
Dactyloctenium aegyptium
" scindicum
Dichanthium annulatum
Digitaria nodosa
Enneapogon spp.
Eremopogon foveolatus
Euphorbia balsamifera
Fagonia spp.
Faidherbia albida
Ficus spp.
Gisekia pharnaceoides
Glinus lotoides
Glossonena boveanum
Gomphocarpus fructicosus
Grewia tenax
Gymnosporia (Maytenus) senegalensis
Heliotropium strigosum
Heteropogon contortus
Hibiscus spp.
Imperata cylindrica
Indigofera spp.
Ipomea spp.
Lasiurus hirsutus
Leptadenia pyrotechnica
Maerua crassifolia
Melhania denhamii
Mollugo cerviana
Nicotiana glauca (xen.)
Oldenlandia capensis
Panicum turgidum
Paspalum distichum
Pegolettia senegalensis
Pennisetum spp.
Pergularia tomentosa
Psoralea plicata
Ricinus communis
Rynchosia memnonia
Salsola barysosma
Salvadora persica
Schouwia thebaica
Seetzenia africana
Solenostemma argel
Stipagrostis spp.
Suaeda monodiana
" monoica
Tephrosia spp.
Tetrapogon villosus
Themeda triandra
Tragus berteronianus
" racemosus
Trianthema pentandra
Tribulus spp.
Tricholaena teneriffae
Ziziphus mauritiana
Zygophyllum simplex

C. Le problème des espèces irano-touraniennes

Le problème des espèces irano-touraniennes réside dans leur définition. Celle-ci varie beaucoup d'un auteur à l'autre et parfois dans différentes publications d'un même auteur. En effet, la limite entre irano-touraniennes et méditerranéennes d'une part, et entre irano-touraniennes et saharo-arabiques d'autre part, est particulièrement floue.

Nous nous sommes inspirés de la définition de cet élément dans « Flora Palaestina » et des travaux subséquents de Danin (1978, 1986a et b, 1988), de Danin & Plitman (1985), de Shmida (1988) et de Léonard (1988, 1989).

La flore des zones arides et désertiques dans « Flora Palaestina » (Israël, Judée, Negev, Sinaï, Jordanie) comprend 1261 espèces (dont 986 espèces steppiques), soit 48,5 % de la flore totale. Ces 1261 espèces comprennent 300 espèces irano-touraniennes *sensu stricto* et 50 espèces de liaison irano-touraniennes/saharo-arabiques. Les éléments de liaison irano-touranien/méditerranéen et irano-touranien/euro-sibérien comprennent 605 espèces.

Parmi les 300 espèces irano-touraniennes *sensu stricto* (Ouest irano-touraniennes) de « Flora Palaestina », environ 85 sont présentes en Afrique du Nord, soit 28 %. Parmi les 655 espèces irano-touraniennes (*s.l.*) de « Flora Palaestina », nous avons éliminé 95 espèces dont l'appartenance à l'élément

irano-touranien est, selon nous, très douteuse (Exemples, au hasard : *Glinus lotoides, Agrostema githago, Sisymbrium irio, Eruca sativa, Plantago major, Calendula arvensis, Chondrilla juncea, Tamus communis, Polypogon monspeliensis, Trigonella monspeliaca, Geranium rotundifolium, Plumbago europaea, Mentha pulegium*, etc.). Il reste donc 560 espèces irano-touraniennes *sensu lato*. Parmi ces 560 espèces, 165 sont présentes en Afrique du Nord, soit 29 %. Nous avons ainsi un total de 165 + 85 = 250 espèces irano-touraniennes (*s.l.* + *s.s.*) en Afrique du Nord, c'est-à-dire (250/2630) x 100 = 9,5 % de la flore steppique maghrébienne.

Or, nous avons vu ci-dessus que le coefficient de communauté « réel » des flores steppiques maghrébienne et proche-orientale, uniquement basé sur le critère présence-absence, était estimé à 28-33 %. Les chiffres, obtenus par deux voies différentes (29 et 30,5 %), concordent donc quasi-idéalement. Quézel (1978), sans entrer dans le détail, a estimé globalement le nombre d'irano-touraniennes en Afrique du Nord à 30 en zone méditerranéenne (page 487) et à 75 au Sahara (page 509), soit un total de 105 espèces irano-touraniennes pour l'ensemble de l'Afrique du Nord. Notre évaluation détaillée est donc 2,4 fois plus élevée que celle de cet auteur.

Tableau 31. Espèces irano-touraniennes s.s. de "Flora Palestina" présentes en Afrique du Nord [1]

Achillea fragrantissima
" santolina
Adonis dentata
Aegilops kotschyi
Allium aschersonianum
Althea ludwigi
Alyssum homolocarpum
" linifolium
" marginatum
Anabasis articulata
" oropedorium
Anchusa milleri
Andrachne aspera
" telephioides
Arnebia decumbens
Artemisia herba-alba
Asthenatherum forskahlii
Astragalus corrugatus
" spinosus
Atriplex dimorphostegia
" leucoclada
Bassia nuratica
Buglossoides incrassata
Callipeltis cucullaria
Camelina hispida
Carrichtera annua
Centaurium spicatum
Clypeola jonthlaspi
Convolvulus pilosellifolius
Crucianella ciliata
Cutandia dichotoma
Dactyloctenium aegyptium
Enneapogon brachystachyus
Eremopyron distans
Erodium glaucophyllum
Filago desertorum
Gagea reticulata
Galium staceum
Gastrocotyle hispida
Gundelia tournefortii
Gymnarhena micrantha
Helianthemum ledifolium
Hypecoum geslini
Iberis odorata
Juncus arabicus
Kochia indica
Koelpinia linearis
Lactuca orientalis
Lamarkia aurea
Lappula spinocarpos
Lasiopogon muscoides
Launaea nudicaulis
Leontodon laciniatus
Malcomia africana
Matthiola longipetala
Noaea mucronata
Onobrychis ptolemaica
Pistacia atlantica
Plantago notata
" ovata
Populus euphratica
Polygonum equisetiforme
Pteranthus dichotomus
Ranunculus damascenus
Reaumuria hirtella
Reichardia tingitana
Rhus coriaria
Rochelia disperma
Rumex tingitanus
Schismus arabicus
" barbatus
Seidlitzia rosmarinus
Silene tridentata
Sisymbrium runcinatum
Stipa barbata
" capensis
" lagascae
" parviflora
Stipagrostis plumosa
Taeniatherum crinitum
Typha elephantina
Urospemum picroides
Ziziphora capitata
Zygophyllum fabago

1. Ordre systématique et nomenclature de *Flora Palestina*.

D. Le problème de l'élément saharo-sindien ou saharo-arabique

Eig (1931/32) a introduit le concept d'élément « saharo-sindien » pour désigner le groupe phytochorique des espèces désertiques du Vieux Monde (Sahara, Arabie, Iran, Pakistan, Inde). Ce concept, très utilisé par de nombreux phytogéographes pendant 40 ans, a été rejeté plus tard par Zohary (1973), Ozenda (1977) et d'autres auteurs. D'autres géobotanistes y restent cependant attachés (Léonard, 1988, 1989).

Nous avons effectué une analyse détaillée de la flore du Sind/Rajasthan (Le Houérou, 1988b). Cette analyse montre que cette flore est à 85 % tropicale, alors que l'élément tropical ne représente que 35 % au Sahara et 32 % en Arabie Saoudite. Les éléments saharien s.s. et steppique (irano-touranien et ibéro-maghrébien) ne représentent pas plus de 10 à 12 % de la flore du désert indo-pakistanais à l'est

de la vallée de l'Indus (Désert de Thar). Parmi les 55 espèces saharo-arabiques du Thar, on peut citer : *Tamarix aphylla, Hammada elegans, Suaeda fruticosa, Panicum turgidum, Aerva persica, Citrullus colocynthis, Salvia aegyptiaca.* D'ailleurs, le climat du Thar correspond très étroitement à celui du Sahel ; la pluviosité n'y descend virtuellement nulle part au-dessous de 100 mm. En réalité, il ne s'agit pas d'un désert, pas plus que le Kalahari. La distribution des pluies, des températures et de l'évapotranspiration potentielle est identique à celle du Sahel (Le Houérou, 1988b).

En conséquence de ce qui précède, nous utilisons exclusivement le terme d'élément saharo-arabique (saharo-arabian) pour désigner ce chorotype des déserts nord-africain et proche-oriental. Le terme semble aussi convenir aux déserts du Lut et du Dasht Kevir en Iran ; mais ceci est une autre histoire..!

E. La flore archaïque xérophile pan-africaine

On rencontre dans toutes les zones arides africaines - et même dans celles de l'Asie occidentale - des éléments floristiques dont la parenté taxonomique avec certains groupes de la flore xérophile de l'Afrique australe (Namibie, Karoo) est remarquable. Ce fait a frappé plusieurs générations de botanistes.

L'hypothèse de la « Rand-Flora » (Christ, 1892) a été en effet évoquée de façon plus ou moins allusive à de nombreuses reprises (Maire, 1932-1940 ; Lebrun, 1947 ; Monod, 1947, 1957 ; Aubréville, 1949 ; Gaussen, 1952 ; Quézel, 1965, 1971, 1978 ; Goldblatt, 1978 ; etc.). Des hypothèses semblables ont été développées par des zoologues (Reymond, 1938 ; Moreau, 1952, etc.).

Les faits sont les suivants : certains groupes floristiques, plus ou moins taxonomiquement isolés en Afrique de l'Est, au Sahel, au Sahara et dans les steppes Nord-africaines, voire dans le sud de l'Europe et au Proche-Orient, appartiennent à des familles, tribus, genres ou sections très largement répandus, voire très riches, en Afrique australe.

Le tableau suivant donne un aperçu de ces faits :

Tableau 32. La « Rand-Flora » en Afrique australe (Goldblatt, 1978)

Familles	Nombre de genres	Nbre de genres endémiques	Nbre d'esp.	Nbre d'esp. endémiques
Asteraceae	174	80	2072	1801
Gramineae	167	23	743	330
Aizoaceae	135	113	2020	1896
Leguminoseae	115	20	1495	1114
Asclepiadaceae	60	21	605	526
Rubiaceae	59	8	234	122
Liliaceae	54	21	907	803
Orchidaceae	54	15	461	371
Scrophulariaceae	51	14	515	447
Iridaceae	44	27	840	816
Acanthaceae	41	6	355	236
Euphorbiaceae	41	4	389	310
Umbelliferae	32	12	-	-
Labiaceae	31	2	225	161
Cyperaceae	30	7	421	21
Ericaceae	24	19	799	797
Rutaceae	23	13	270	255
Amaranthaceae	20	3	-	-
Campanulaceae	18	12	380	350

L'ensemble floristique sud-africain comprend 24 000 espèces et sous-espèces, dont 80 % d'endémiques (Gibbs Russell *et al.*, 1985-1987 ; Arnold & Dewet, 1993).

Toutes les familles importantes et caractéristiques de l'Afrique australe n'appartiennent pas à la « Rand-Flora », par exemple les Ericaceae, les Proteaceae, les Restionaceae, les monocotylédones pétaloïdes (Iridaceae, Liliaceae, Orchidaceae, Amaryllidaceae, Tecophilaceae, Hypoxidaceae), les Oxalidaceae.

Par contre, d'autres familles importantes de l'Afrique australe participent de façon significative à cette flore xérophile archaïque pan-africaine :

- Agavaceae : *Sanseviera.*
- Aizoaceae s.l. (y compris *Molluginaceae*) : *Aizoon, Corbichonia, Gisekia, Glinus, Limeum, Mesembryanthemum, Mollugo, Orygia, Sesuvium Trianthemum.*
- Amaranthaceae : *Achyranthes, Aerva, Alternanthera, Celosia, Pupalia.*
- Anacardiaceae : *Pistacia, Rhus.*
- Apocynaceae : *Adenium.*
- Asclepiadaceae : *Calotropis, Caralluma, Cynanchum, Daemia, Glossonema, Gomphocarpus, Leptadenia, Pergularia, Periploca, Solenostemma.*
- Asteraceae :
  * Inuleae : *Anvillea, Asteriscus, Blumea,Bubonium, Evax, Filago, Geigera, Gymnarrhena, Helichrysum, Ifloga, Inula, Jasonia, Lasiopogon, Leyssera, Lifago, Micropus, Pegolettia, Perralderia, Phagnalon, Pluchea, Pulicaria, Rhanterium, Varthemia, Vernonia.*
  * Astereae : *Aster, Conyza, Erigeron, Nolletia.*
  * Anthemideae : *Achillea, Anacyclus, Anthemis, Artemisia, Brocchia, Chrysanthemum, Cladanthus, Cotula, Fradinia, Mecomischus, Ormenis.*
  * Senecioneae : *Hertia, Othonnopsis, Senecio.*
  * Cynereae : *Atractylis, Broteroa, Carduncellus, Carlina, Carthamus, Centaurea, Echinops, Stephanochilus.*
  * Liguliflореae : *Catananche, Koelpinia, Launaea, Tourneuxia*
- Boraginaceae : *Alkana Anchusa, Arnebia, Echiochilon, Echium, Echinospermum, Elizaldia, Gastrocotyle, Heliotropium, Lappula, Lithospermum, Megastoma, Moltkia, Onosma, Sclerocaryopsis, Trichodesma.*
- Capparaceae : *Boscia, Cadaba, Capparis, Cleome, Dypterygium, Gynandropsis, Maerua.*
- Convolvulaceae : *Astripomaea, Convolvulus, Cressa, Evolvulus, Ipomoea, Merremia, Seddera.*
- Crassulaceae : *Crassula, Cotyledon, Kalanchoe, Sedum, Umbilicus.*
- Cucurbitaceae : *Citrullus, Colocynthis, Cucumis.*
- Euphorbiaceae : *Andrachne, Crozophora, Euphorbia sect., Diacanthum, sect. Tithymalus ss-sect. Pachycladeae, Acalypha, Jatropha, Phyllanthus, Ricinus, Securinega.*
- Frankeniaceae : *Frankenia.*
- Geraniaceae : *Erodium, Monsonia.*
- Gramineae : *Aristida, Asthenatherum, Cenchrus, Cymbopogon, Dactyloctenium, Dichanthium, Enneapogon, Eragrostis, Eremopogon, Heteropogon, Lasiurus, Lygeum, Oropetium, Pappophorum, Pennisetum p.p., Rhynchelytrum, Rotboellia, Stipa, Stipagrostis, Schmidtia, Schoenefeldia, Sporobolus, Tragus, Tetrapogon, Tricholaena, Tripogon.*
- Iridaceae : *Gynandriris.*
- Leguminoseae : *Amphinomia, Cassia, Crotalaria, Indigofera, Lotononis, Tephrosia.*
- Liliaceae : *Aloe, Androcymbium, Asparagus, Asphodelus, Battandiera, Dipcadi, Dracaena, Gagea, Scilla, Urginea.*
- Malvaceae : *Abutilon, Althaea, Hibiscus, Pavonia, Sida.*
- Moringaceae : *Moringa.*
- Nyctagynaceae : *Boerhavia, Commicarpus.*
- Oleaceae : *Jasminum, Olea.*
- Pedaliaceae : *Ceratotheca, Rogeria, Sesamum.*
- Plumbaginaceae : *Limoniastrum, Limonium, Plumbago.*
- Resedaceae : *Caylusea, Ochradenus, Oligomeris, Randonia, Reseda.*
- Rosaceae, Neuradeae : *Neurada.*
- Rubiaceae : *Borreria (Spermacoce), Callipeltis, Gaillonia, Oldenlandia, Pentas.*
- Salvadoraceae : *Salvadora, Dobera.*
- Sapotaceae : *Argania, Sideroxylon.*
- Scrophulariaceae : *Anticharis, Kickxia, Linaria, Scrophularia.*
- Solanaceae : *Datura, Solanum, Withania.*
- Tamaricaceae : *Reaumuria, Tamarix.*
- Zygophyllaceae s.l. (incl. Simaroubaceae) : *Balanites, Fagonia, Nitraria, Peganum, Seetzenia, Tribulus, Zygophyllum.*

Cette longue liste appelle les commentaires suivants :

❑ On constate que cette flore intéresse, à des degrés divers, 35 des 120 familles de phanérogames de la flore steppique maghrébiennes (29 %), 110 genres sur 720 (15 %) et environ 350 espèces sur 2630 (13 %).

La « Rand-Flora » n'est donc pas l'unique source de la flore steppique ni de la flore saharienne. L'importance relative de la « Rand-Flora » est plus grande au Sahara (170 genres sur 650 (26 %) et environ 500

espèces sur 2800 (18 %)), en raison de la présence, au Sahara, d'éléments franchement tropicaux presqu'absents dans les steppes.

❑ Il s'agit souvent (mais pas toujours) de taxa qui, dans les steppes et au Sahara, sont plus ou moins isolés sur le plan de la systématique, avec quelques genres et de nombreuses espèces endémiques et des genres monotypiques ou paucispécifiques.

❑ Beaucoup de taxa présentent une affinité paléotropicale (Aizoaceae, Anacardiaceae, Asclepiadaceae, Capparaceae, Convolvulaceae p.p., Cucurbitaceae p.p., Euphorbiaceae p.p., Gramineae : Andropogoneae, Aristideae, Chlorideae, Eragrostideae, Paniceae, Pappophoreae, Sporobolae, Leguminoseae p.p., Liliaceae p.p., Nyctaginaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae p.p., Salvadoraceae, Sapotaceae, Solanaceae p.p.).

❑ Les formes crassulescentes ou sub-crassulescentes sont relativement nombreuses, en particulier chez les Agavaceae, Aizoaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Convolvulaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Frankeniaceae, Liliaceae, Nyctaginaceae, Plumbaginaceae, Salvadoraceae, Zygophyllaceae et, accessoirement, dans d'autres familles, tribus, genres ou espèces.

❑ Il faut noter que la « Rand-Flora » ne concerne pas seulement les zones arides, mais aussi les zones montagnardes, notamment afro-alpines où dominent d'autres groupes floristiques [Ericaceae (*Philippia, Erica*), *Dendrosenecio, Lobelia*, Hypericaceae, etc.]. Bien entendu, cet aspect n'est pas traité ici.

❑ Cette flore archaïque xérophile se trouve actuellement localisée à six grandes régions africaines :

Afrique australe (Karoo, Namibie, Kalahari)
Afrique orientale [Kenya septentrional, Somalie, Ethiopie (Ogaden, Dankalie, Wollo, Tigré, Erythrée), tout le rivage de la Mer Rouge de la Corne de l'Afrique à Suez].
Sahel
Sahara
Steppes maghrébiennes
Canaries orientales et Iles orientales du Cap Vert.

On la rencontre encore dans les steppes ibériques et celles du Proche-Orient.

Contrairement à ce que l'on a pu écrire, il y a virtuellement continuité entre les zones arides australes et boréales par le relai des déserts équatoriaux de l'Afrique orientale. La seule discontinuité dans la zone aride entre l'Afrique australe et orientale ne dépasse pas actuellement une distance de 1500 km de la frontière Botswana-Zimbabwe aux savanes Masai de la Tanzanie centre-orientale. Elle a très probablement été encore beaucoup plus réduite, sinon annulée,au cours des périodes sèches du Pleistocène, notamment à l'Ogolien (12 000 à 20 000 BP).

Ce qui précède suggère la possibilité matérielle de **migrations actuelles** entre l'Afrique australe, le Sahara et les steppes qui le bordent au nord. D'ailleurs, Gillet (1968, p.142) note la colonisation actuelle du Sahel et du Sahara méridional par deux composées australes représentantes typiques de la « Rand-Flora » : *Geigeria acaulis* et *G. alata*.

Il ne paraît donc pas nécessaire de faire appel à une hypothétique mise en place ante-Eocène de la flore aridophile pan-africaine. En effet, il semble bien que pendant toute l'ère Cénozoïque, l'Afrique au nord de l'équateur actuel était soumise à un climat tropical humide, domaine de la forêt ombrophile. Le dessèchement n'aurait commencé qu'avec le Pliocène (Maley, 1980). L'extension de la « Rand-Flora » au nord de l'équateur actuel, avant le Pliocène, semble donc difficile à admettre dans l'état actuel des connaissances. Ce rejet est motivé par au moins deux considérations : l'immense zone de forêt ombrophile constituait une barrière infranchissable (Aubréville, 1949b) et, de plus, les zones arides nord-équatoriales actuelles ne l'étaient pas entre le Crétacé et le Pliocène.

L'établissement de la « Rand-Flora » au Sahara au cours des cinq à six périodes arides qui se sont succédées depuis 3 à 5 millions d'années, et se poursuivant peut-être actuellement, nous paraît donc plausible et même probable. Pendant ces périodes sèches, notamment l'Ogolien (12 000-20 000 BP), *les*

forêts équatoriale ombrophile et tropicale humide étaient disjointes et limitées à quelques refuges (Maley, 1989 ; Maley & Brenac, 1987). Il y avait donc continuité des zones arides africaines entre les deux hémisphères, au moins par le relai de l'Afrique de l'Est, et peut-être même par l'ouest, notamment le domaine insulo-atlantique. Point n'est donc besoin de faire appel a une improbable mise en place de la « Rand-Flora » au nord de l'équateur dès le Secondaire pour expliquer sa répartition actuelle.

F. Composition taxinomique de la flore steppique ibéro-maghrébienne

a] Nombre d'espèces

Les 2800 espèces de la flore vasculaire steppique ibéro-maghrébienne appartiennent à quelques 720 genres répartis en 120 familles. 170 genres possèdent 5 espèces ou davantage ; 70 genres ont 10 espèces ou plus, et 20 genres possèdent entre 20 et 50 espèces. Les genres les plus riches sont indiqués au *Tableau 34.*

Les familles les plus riches en genres et en espèces sont les suivantes qui comprennent 80 % des genres et 90 % des espèces.

Tableau 33. Composition taxinomique des steppes par famille, genre, espèce

Familles	nombre approximatif de genres	% des genres de la steppe	Familles	nombre approximatif d'espèces	% des espèces de la steppe
Compositeae	102	14	Compositaea	352	15
Gramineae	101	14	Leguminoseae	270	12
Crucifereae	67	9	Gramineae	264	11
Leguminoseae	46	6	Crucifereae	152	7
Umbellifereae	43	6	Caryophyllaceae	118	5
Caryophyllaceae	32	4	Umbellifereae	112	5
Boraginaceae	25	3	Chenopodiaceae	100	4
Chenopodiaceae	25	3	Boraginaceae	74	3
Labiaceae	21	3	Labiateae	74	3
Liliaceae	20	3	Liliaceae	74	3
Scrophulariaceae	11	2	Scrophulariaceae	64	3
Solanaceae	10	1	Cistaceae	50	2
Rubiaceae	10	1	Euphorbiaceae	48	2
Papaveraceae	10	1	Rubiaceae	42	2
Aizoaceae	8	1	Polygonaceae	38	2
Zygophyllaceae	8	1	Ranunculaceae	36	2
Primulaceae	7	1	Cyperaceae	34	1
Asclepiadaceae,	7	1	Gerianaceae	30	1
Convolulaceae,	7	1	Convolvulaceae	28	1
Potamogetonaceae,	7	1	Zygophyllaceae	24	1
Cyperaceae,	7	1	Malavaceae	24	1
Ranunculaceae,	7	1	Plantaginaceae	24	1
Euphorbiaceae	7	1	Resedaceae	23	1
			Orobanchaceae	20	0,9
Total	**588**	**80**			
			Total	**2 051**	**88,9**

Tableau 34. Liste alphabétique des genres les plus riches de la flore steppique ibéro-maghrebienne

Rang	Genres	nombre d'espèces	Rang	Genres	nombre d'espèces	Rang	Genres	nombre d'espèces
1	*Teucrium*	46	25	*Reseda*	16	49	*Scabiosa*	12
2	*Astragalus*	40	26	*Tamarix*	16	50	*Stipa*	12
3	*Helianthenum*	40	27	*Genista*	16	51	*Stipagrostis*	12
4	*Euphorbia*	38	28	*Fagonia*	15	52	*Trigonella*	12
5	*Linaria*	38	29	*Filago*	15	53	*Arenaria*	11
6	*Medicago*	38	30	*Lathyrus*	15	54	*Daucus*	11
7	*Mimonium*	36	31	*Orobanche*	15	55	*Heliothropium*	11
8	*Centaurea*	35	32	*Rumex*	15	56	*Herniaria*	11
9	*Silene*	35	33	*Suaeda*	15	57	*Matthiola*	11
10	*Onomis*	30	34	*Valerianella*	14	58	*Satureja*	11
11	*Galium*	27	35	*Crepis*	13	59	*Scorzonera*	11
12	*Echium*	25	36	*Dianthus*	13	60	*Sisymbrium*	11
13	*Plantago*	25	37	*Diplotaxis*	13	61	*Thymelaea*	11
14	*Thymus*	25	38	*Onopordon*	13	62	*Anchusa*	10
15	*Trifolium*	25	39	*Ranunculus*	13	63	*Eryngium*	10
16	*Atriplex*	23	40	*Scrophularia*	13	64	*Hippocrepis*	10
17	*Salsola*	23	41	*Verbascum*	13	65	*Juncus*	10
18	*Vicia*	22	42	*Allium*	12	66	*Leontodon*	10
19	*Lotus*	21	43	*Alyssum*	12	67	*Minuartia*	10
20	*Convolvulus*	20	44	*Artemisia*	12	68	*Sedun*	10
21	*Salvia*	20	45	*Bromus*	12	69	*Sideritis*	10
22	*Anthenis*	19	46	*Fumaria*	12	70	*Spergularia*	10
23	*Erodium*	19	47	*Launaea*	12			
24	*Atractylis*	16	48	*Paronychia*	12			

De cette liste, on peut conclure que les genres les plus riches sont ceux dont la classification des espèces est la plus complexe, où l'hybridation interspécifique semble intervenir assez fréquemment. Il s'agit en somme de genres en cours d'évolution, donc peu fixés sur le plan génétique. On peut aussi conclure que ce sont, en majorité, des genres typiquement méditerranéens.

Du point de vue des familles et tribus, il s'agit aussi des familles bien représentées en région méditerranéenne : Compositeae (= Asteraceae), Leguminoseae (= Fabaceae), Labiaceae (= Lamiaceae), Graminaceae, Scrophulariaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Geraniaceae, Crucifereae (= Brassiceae), Liliaceae, Umbellifereae (= Apiaceae), etc.

b] Fréquence

Nous avons dressé une liste des espèces steppiques les plus communes. Cette liste comporte 800 espèces, soit 35 % de la flore steppique maghrébienne ; elles peuvent se subdiviser comme suit :

Steppiques s.s.	450
Méditerranéo-steppiques	240
Saharo-steppiques	80
Tropicales	20
Macaronésiennes	10

Cette liste doit s'entendre comme celle des espèces communes dans les steppes situées entre les isohyètes de 100 et 400 mm de pluviosité moyenne annuelle, excluant donc le Sahara septentrional. Elle exclut aussi les espèces des oasis, des lieux humides,des cultures. C'est donc une liste écologique des espèces de la steppe *sensu stricto*. Cette liste a été élaborée à partir des 5000 relevés phytosociologiques dont nous disposons dans nos archives et, naturellement, des données publiées. Nous avons également dressé une liste de fréquence à partir des relevés phytosociologiques publiés et relatifs à la zone steppique (Le Houérou, 1959a, 1969b ; Long, 1954 ; Celles, 1975 ; Pouget, 1980). Nous obtenons ainsi pour la Tunisie et l'Algérie, à partir de 300 et 1210 relevés, respectivement, les espèces le plus fréquentes dont la liste est donnée ci-après.

Tableau 35. Comparaison des fréquences dans les teppes sud-algéroises et celles de la Tunisie centrale, entre les isohyètes de 200 et 400 mm.

Steppes sud-algéroises			*Steppes centro-tunisiennes*		
Rang	**Espèce**	**Fréquence (%)**	**Rang**	**Espèce**	**Fréquence (%)**
1	*Lygeum spartum*	40,9	1	*Plantago albicans*	70
2	*Stipa parviflora*	40,6	2	*Artemisia herba-alba*	56
3	*Artemisia herba-alba*	39,8	3	*Stipa parviflora*	47
4	*Stipa tenacissima*	37,4	4	*Artemisia campestris glutinosa*	44
5	*Plantago albicans*	36,9	5	*Atractylis serratuloides*	40
6	*Atractylis serratuloides*	32,4	6	*Stipa tenacissima*	38
7	*Echium pycnanthum humile*	26,4	7	*Thymus hirtus*	38
8	*Schismus barbatus*	25,7	8	*Stipa capensis*	32
9	*Artemisia campestris glutinosa*	23,1	9	*Eruca vesicaria*	31
10	*Helianthenum hirtum ruficomum*	21,1	10	*Lygeum spartum*	30
11	*Koeleria salzmanni*	21,1	11	*Teucrium polium capitatum*	30
12	*Herniaria fontanesii*	20,4	12	*Thymelaea hirsuta*	28
13	*Peganum harmala*	18,6	13	*Helianthemum sessiliflorum*	27
14	*Thymelaea microphylla*	18,4	14	*Echium pycnanthum humile*	26
15	*Anabasis oropediorum*	17,8	15	*Koeleria salzmanni*	25
16	*Noaea mucromata*	17,4	16	*Broteroa amesthystina*	24
17	*Erucaria vesicaria*	17,1	17	*Herniara fontanesii*	24
18	*Poa bulbosa*	16,9	18	*Cutandia divaricata*	24
19	*Ceratocephalus falcatus*	16,7	19	*Launaea resedifolia*	24
20	*Herniaria hirsuta*	15,7	20	*Asteriscus pygnaeus*	23
21	*Paronychia arabica*	15,4	21	*Cynodon dactylon*	21
22	*Stipa barbata*	15;1	22	*Fumana thymifolia*	21
23	*Cutandia divaricata*	14,6	23	*Kickxia aegyptiaca*	21
24	*Asteriscus pygmaeus*	14,6	24	*Medicago minima*	21
25	*Salsola vermiculata brevifolia*	14,1	25	*Penagum harmala*	20
26	*Spergularia diandra*	13,6	26	*Filago germanica*	20
27	*Scorzonera undulata*	13,6	27	*Helianthenum virgatum*	20
28	*Teucrium polium*	13,2	28	*Argyrolobium uniflorum*	19
29	*Micropus bombycinus*	13,1	29	*Hedypnois cretica*	19
30	*Atractylis phaelolepis*	13,1	30	*Dactylis glomerata hispanica*	18
31	*Hammada scorparia*	12,7	31	*Atractylis cancellata*	17
32	*Atractylis humilis coespitosa*	12,4	32	*Marrubium alysson*	17
33	*Helianthenum sessiliflorum*	12,2	33	*Anabasis oropediorum*	16
34	*Astragalus armatus fontanesii*	2,2	34	*Astragalus caprinus*	16
35	*Salsola vermiculata villosa*	12,0	35	*Rosmarinus officinalis*	15
36	*Helianthenum virgatum*	11,7	36	*Globularia alypum*	15
37	*Thymus hirtus*	11,4	37	*Salvia verbenaca*	15
38	*Medicago truncatula*	11,2	38	*Astragalus cruciatus*	15
39	*Launaea residifolia*	10,9	39	*Anacyclus cyrtolepidioides*	15
40	*Euphorbia falcata*	10,9	40	*Hedysarum spinosissimum*	15
41	*Medicago laciniata*	10,8	41	*Medicago truncatula*	14
42	*Alyssum granatense*	10,2	42	*Parocychia capitata*	14
43	*Anacylus cyrtolepidioides*	10,1	43	*Asphodelus tenuifolius*	14
44	*Astragalus tenuifloius*	9,5	44	*Helianthenum hirtum ruficomum*	14
45	*Papaver hybridum*	9,5	45	*Carthamus lanatus*	13
46	*Medicago minima*	9,5	46	*Salvia aegyptiaca*	13
47	*Salvia verbenaca*	9,3	47	*Eryngium dichotomum*	12
48	*Telephium imperati*	9,0	48	*Bromus rubens fasciculatus*	12
49	*Sisymbrium runcinatum*	8,8	49	*Echiochilon fructicosum*	12
50	*Hedypnois cretica*	8,8	50	*Eragrostis papposa*	12
51	*Launaea acanthoclada*	8,8	51	*Reichardia tingitana*	12
52	*Stipa capensis*	8,8	52	*Launaea nudicaulis*	11
53	*Erodium triangulare*	8,4	53	*Plantago psyllium*	11
			54	*Helianthenum kahiricum*	11
			55	*Pituranthos tortuosus*	11
			56	*Astragalus armatus fontanesii*	10
			57	*Euphorbia falcata*	10
			58	*Diplotaxis virgata*	10

Tableau 36. Nombre d'espèces n présentes dans x % des relevés

x	Steppes sud-algéroises n	Steppes centro-tunisiennes n
1 % des relevés	274	300
5 % des relevés	92	150
10 % des relevés	37	62
20 % des relevés	12	25
30 % des relevés	6	8
40 % des relevés	3	4
50 % des relevés	1	2

Les données précédentes méritent les commentaires suivants :

❑ On est frappé par la similitude des deux listes de fréquence établies à partir de travaux effectués dans des régions distantes d'environ 500 km, par quatre chercheurs travaillant de façon indépendante (Long, 1954; Le Houérou, 1959a, 1969b ; Celles, 1975 ; Pouget, 1980).

Les mêmes espèces se retrouvent à peu près dans le même ordre de fréquence, à quelques rares exceptions près.

❑ Les fréquences semblent un peu plus soutenues dans les steppes tunisiennes ; mais les chiffres sont peut-être dûs à un échantillonnage plus réduit.

❑ Le nombre d'espèces en fonction des pourcentages des relevés est similaire, sauf pour les fréquences situées entre 5 et 20 % des relevés.

❑ Les espèces de haute fréquence sont, naturellement, soit des espèces ibéro-maghrébiennes (*Stipa tenacissima, Artemisia campestris glutinosa*, etc.), ou bien des espèces « pan-steppiques », c'est-à-dire ibéro-maghrébiennes et irano-touraniennes (*Artemisia herba alba, Plantago albicans, Stipa parviflora, Stipa capensis, Lygeum spartum*, etc.).

❑ La fréquence relativement élevée de *Cynodon dactylon* dans les steppes tunisiennes (21 %) souligne la fréquence du caractère secondaire et cultigène chez celles-ci (Le Houérou, 1969b).

c] Les espèces dominantes

Les espèces dominantes sont celles qui impriment leur sceau sur la végétation et lui donnent sa physionomie, soit en raison de leur taille relativement plus élevée que la moyenne (arbustes parmi les arbrisseaux), de leur taux de recouvrement relativement important ou de leur grande abondance (fût-ce temporaire). D'ailleurs, on utilise spontanément et usuellement des termes tels que « steppe à alfa », « steppe à armoise blanche », « steppe à *Rhanterium* », « steppe à jujubier », « steppe à retam », etc., pour désigner la plante dominante qui marque le paysage.

Nous avons dressé une liste par pays de ces espèces. Elle comporte 400 binoms. Chaque pays possède environ 300 espèces dominantes ; autrement dit, environ 75 % de ces espèces sont communes à l'ensemble des steppes nord-africaines. Ce fait explique l'homogénéité physionomique des steppes d'un pays à l'autre.

Nous donnons ci-après une liste de 220 espèces dominantes les plus communes, qui à elles seules doivent représenter en moyenne 60 à 80 % du taux de recouvrement et de la biomasse des steppes. Le recouvrement et la biomasse pérennes sont d'ailleurs étroitement liés ; chaque 1 % de recouvrement pérenne représente une biomasse de 30 à 50 kg de M.S. par hectare, avec une moyenne générale de 43 ± 3,6 kg (Le Houérou, 1987a, p. 14). Ces chiffres résultent de l'interprétation des données obtenues sur 121 groupements végétaux steppiques du Maroc, de l'Algérie, de la Tunisie, de la Libye et de l'Egypte.

Tableau 37. Liste des principales espèces dominantes steppiques

Acacia gummifera (Maroc)
" *raddiana*
Anabasis aphylla
" *arietoides* (Mar., Alg.)
" *articulata*
" *oropediorum*
Anarrhinum brevifolium (Tun., Lib.)
Argania spinosa (Mar.)
Argyrolobium uniflorum
Artemisia campestris glutinosa
" *herba-alba*
" *monosperma (Eg.)*
Arthrocmum indicum
Asphodelus tenuifolius
Atractylis serratuloides
Atriplex glauca
" *halimus*
" *leucoclada* (Eg.)
Avena alba (= A. barbata)
Bromus rubens
Calliogonum comosum
Calycotome intermedia
Carduncellus choulettianus
Carduus gaetulus
Carlina involucrata
Carrichtera annua
Carthamus lanatus
" *mareoticus*
Centaurea dimorpha
" *nicaeensis*
Chenopodium album
Chrysanthemum coronarium
" *fuscata*
" *tripolitanum* (Lib.)
Cleome arabica
Convolvulus althaeoides
Cutandia dichotoma
" *divaricata*
Cynara cardunculus
Cynodon dactylon
Delphinium peregrinum
" *pubescens*
Diplotaxis erucoides
" *harra*
" *simplex*
" *virgata*
Echiochilon fructicosum
Echium pycnanthum
" *sericeum* (Tun., Lib., Eg.)
Eruca vesicaria
Eryngium dichotonum
" *ilicifolium*
Euphorbia beaumierana (Mar.)
" *echinus* (Mar.)
" *regis-jubae* (Mar.)
" *resinifera* (Mar.)
" *terracina*
Gastrocotyle hispida
Genista cinerea
" *microcephala*
" *saharae* (Lib.) (saharienne en Tunisie)
Gymnocarpos decander
Halocnemum strobilaceum
Halogeton alopecuroides
" *sativus*
Hammada elegans (= Arthrophytum schmittianum)
Hammada scoparia (= Haloxylon articulatum)
Hedysarum spinosisimum
Helianthenum cinereum rubellum
" *hirtum ruficomum*
" *kahiricum*
" *lippii intricatum*
Helianthemum lippii sessiliflorum
Herniaria fontanesii
Hippocrepis bicontorta
Hordum marinum
Iris sisyrynchium
Juncus acutus
" *maritimus*
Juniperus oxycedrus
" *phoenicea*
Kickxia aegyptiaca
Kleinia (Senecio) anteuphorbium (Mar.)
Koeleria (Lophochloa) pubescens
Launaea acanthoclada (Mar., Alg., Tun.)
" *angustifolia*
" *arborescens* (Mar., Alg.)
" *mucronata*
" *nudicaulis*
" *quercifolia* (Tun., Lib.)
" *resedifolia*
Lavandula multifida
Leopoldia (Muscari) comosa
Limoniastrum feei (Mar., Alg.)
" *guyonianum*
" *monopetalum*
Limonium pruinosum
" *sinuatum*
" *tubiflorum*
" *tunetanum*
Lobularia libyca
Lolium rigidum
Lycium arabicum
" *intricatum*
Lygeum spartum
Malva aegyptiaca
" *parviflora*
Matthiola parviflora
Medicago laciniata
" *litoralis*
" *minima*
" *truncatula*
Muricaria prostata
Nasturtiopis coronopifolius
Nerium oleander
Nicotiana glauca (xen.)
Nitraria retusa
Noaea mucronata (sauf Tun.)
Nolletia chrysocomoides
Nonea nigricans
Olea europaea
Ononis natrix s.l.

Onopordon arenarium
" *espinae* (Tun., Lib.)
" *nervosum* (Alg., Tun., Lib.)
Pallenis spinosa
Papaver dubium
" *hybridum*
" *rhoeas*
Paronychia arabica
" *capitata*
Peganum harmala
Periploca laevigata
Phalaris minor
" *paradoxa*
Phlomis floccosa (Lib.)
Pinus halepensis
Pistacia atlantica
Pituranthos chlorantus
" *rholfsianus* (Lib.)
" *scoparius* (Mar., Alg., Tun., Lib.)
" *tortuosus* (Tun., Lib., Eg.)
Plantago albicans
" *coronopus*
" *crassifolia*
" *lagopus*
" *ovata*
" *psyllium*
Polygonum equisetiforme
Reaumuria hirtella (Lib., Eg.)
Reseda decursiva
Retama raetam
" *sphaerocarpa* (Mar., Alg., Tun.)
Rhamnus lycioides
" *oleoides*
Rhanterium adpressum (Mar., Alg.)
" *suaveolens*
Rhus pentaphylla
" *tripartita*
Rumex bucephalophorus
" *simpliciflorus*
" *tingitanus*
" *vesicarius*
Salicornia arabica
Salsola longifolia
" *sieberi*
" *tetragona*
" *tetrandra*
" *vermiculata*
Salvia aegyptiaca
" *verbenaca*
Sarcopoterium spinosum (Lib., Tun.)
Schanginia baccata
Scilla peruviana
" *villosa*
Silene arenarioides
" *colorata*
" *rubella*
" *villosa*
Sisymbrium irio
Spergularia marginata
" *salina*
Stipa capensis
" *lagascae*
" *parviflora*
" *tenacissima*
Stipagrostis ciliata
" *obtusa*
" *plumosa*
" *pungens*
" *scoparia* (Lib., Eg.)
" *vulnerans* (Lib., Eg.)
Suaeda brevifolia
" *fruticosa*
" *mollis*
Tamarix aphylla
" *boveana*
" *brachystylis*
" *gallica*
" *passerinoides*
" *pauciovulata*
Teucrium polium
Thapsia garganica
Thymelaea hirsuta
" *microphylla*
Thymus (Corydothymus) capitatus
" *hirtus*
Traganum nudatum
Urginea maritima
Vaccaria pyramidata
Vicia monantha
Warionia saharae (Mar., Alg.)
Ziziphus lotus
Zygophyllum album
" *simplex*

d] Compatibilité des flores steppiques nord-africaines et proche-orientale, compatibilité et endémicité

Les flores steppiques nord-africaine et proche-orientale possèdent en commun 1267 espèces ; autrement dit, 76,5 % des 1655 espèces steppiques du Proche-Orient sont présentes dans les steppes de l'Afrique du Nord, tandis que 1267 des 2630 espèces nord-africaines, soit 48 %, existent aussi au Proche-Orient.

Le coefficient de communauté est donc de : $\frac{1267}{1655 + (2630 - 1267)} \times 100 = 41{,}8\ \%$

Si l'on considère l'ensemble steppique méditerranéen, c'est-à-dire : Proche-Orient, Afrique du Nord et Péninsule Ibérique, les taux de communauté diminuent, bien entendu.

850 (51 %) des espèces steppiques orientales existent dans les steppes ibéro-maghrébiennes, soit (850/1655) x 100 = 51,4 % ; tandis que (850/3076) x 100 = 27,6 % des espèces présentes dans les steppes d'Afrique du Nord ou d'Espagne sont présentes au Proche-Orient.

Le taux de communauté est ainsi de : $\frac{850}{2637 + (1829 - 1390)} \times 100 = 27,6\ \%$

Les taux de compatibilité des espèces steppiques sont notablement plus élevés que ceux de l'ensemble des flores.

En effet, 32,5 % de la flore nord-africaine s.l. est présente en Palestine (Le Houérou, 1974b), tandis que chez les espèces steppiques le taux s'élève à 48 %, comme nous venons de le voir. Ce taux serait encore beaucoup plus élevé si l'on ne considérait que les espèces dominantes (*Artemisia herba alba, Hammada scoparia, H. elegans, Peganum harmala, Anabasis articulata, Helianthemum sessiliflorum, H. kahiricum, Lygeum spartum, Plantago albicans*, etc.).

Mais, ainsi que nous l'avons constaté pour l'endémisme, la compatibilité n'est pas répartie au hasard. Certaines familles et certains genres présentent des taux de compatibilités élevées et d'autres de taux faibles à nuls. Ces taux apparaissent inversement liés au taux d'endémicité dans certains genres, mais indépendants de celui-ci dans d'autres. La corrélation générale pour les 34 genres ayant un taux d'endémisme supérieur à 15 % est de $r^2 = -0,38$. La relation n'est pas significative au seuil de 5 % *(Tableau17)*.

Le tableau suivant montre le degré de compatibilité des familles (ou groupes de familles) les plus importants :

Compatibilité		
Excellente	(80-100%)	Fougères
Bonne	(60-80%)	Cistaceae, Geraniaceae, Poaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae
Moyenne	(40-60%)	Malvaceae, Convolvulaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Brassiceae, Asteraceae, Scrophulariaceae, Boraginaceae
Médiocre	(20-40%)	Rubiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Liliaceae
Mauvaise	(0-20%)	Dipsaceae, Plumbaginaceae.

Au niveau systématique du genre, parmi les 165 genres représentés par un total d'au moins 5 espèces dans les deux zones, nous constatons les taux de communauté suivants présentés dans les tableaux n°15 et 16 qui appellent ces commentaires :

Les genres qui offrent un taux élevé de compatibilité (> 50 %) sont souvent représentés par des :

- **espèces rudérales** : *Amaranthus, Asphodelus, Chenopodium, Chrozophora, Hyoscyamus, Malva, Marrubium, Mesembryanthemum, Parietaria, Rumex, Senecio, Sisymbrium, Sonchus, Urtica.*
- **espèces plus ou moins cultigènes** : *Bupleurum, Erodium, Eryngium, Geranium, Hypecoum, Muscari, Nigella, Papaver, Volutaria.*
- **hygrophiles** : *Carex, Centaurium, Cyperus, Juncus, Polygonum, Ranunculus.*
- **espèces halophiles** : *Anabasis, Atriplex, Salsola, Suaeda.*
- **graminées** : *Aegilops, Avena, Bromus, Cutandia, Enneapogon, Eragrostris, Hordeum, Melica, Pennisetum, Phalaris, Piptatherum, Sporobolus, Stipa, Stipagrostis.*
- **légumineuses** : *Astragalus, Lathyrus, Lotus, Lupinus, Medicago, Onobrychis, Trifolium, Trigonella, Vicia.*

Ces catégories représentent 56 des 70 genres (80 %) ayant une compatibilité égale ou supérieure à 50 %.

Inversement, dans le bas du tableau, on rencontre des genres possédant des taux d'endémicité élevés : *Viola, Anarrhinum, Genista, Centaurea, Thymus, Onopordon, Teucrium, Sideritis, Limonium, Chysanthemum, Carduncellus, Pituranthos, Petrorhagia, Dianthus*, qui ont des coefficients de communauté inférieurs à 15 %.

La relation inverse entre compatibilité et endémicité n'est toutefois pas automatique ni globale. Le coefficient de corrélation entre le taux d'endémicité et le coefficient de communauté est de -0,35 (Tableau n°17). Le genre *Aira* présente des taux d'endémicité et de communauté nuls ; chez *Alyssum*, ces taux sont de 8 et 27 % respectivement, chez *Anthemis* 26 et 33 %, chez *Arenaria* 9 et 9 %, chez *Artemisia* 8 et 33 %, etc. *(Tableau 34)*.

Tableau 38. Taux de compatibilité - I (par ordre décroissant entre la flore steppique du N. de l'Afrique et du proche Orient)

Rang	Genres Groupes	Nombre d'espèces communes aux deux régions	Nombre total d'espèces Moy-Or. + Afr. du N.	% d'espèces communes
1	Fougères	10	10	100
2	*Amaranthus*	8	8	100
3	*Asphodelus*	6	6	100
4	*Geranium*	6	6	100
5	*Hordeum*	6	6	100
6	*Bromus*	12	13	92
7	*Heliotropium*	9	10	90
8	*Junctus*	8	9	89
9	*Eragrostis*	6	7	86
10	*Stipagrostis*	11	13	85
11	*Aegilops*	5	6	83
12	*Fumana*	5	6	83
13	*Muscari (Leopoldia)*	5	6	83
14	*Polygonum*	5	6	83
15	*Chenopodium*	4	5	80
16	*Chrozophora*	4	5	80
17	*Cutandia*	4	5	80
18	*Phalaris*	4	5	80
19	*Piptatherum*	4	5	80
20	*Sonchus*	4	5	80
21	*Sporobolus*	4	5	80
22	*Voluntaria*	4	5	80
23	*Centaurium*	6	8	75
24	*Matthiola*	8	11	73
25	*Trigonella*	8	11	73
26	*Avena*	5	7	71
27	*Hyoscyamus*	5	7	71
28	*Malva*	5	7	71
29	*Medicago*	21	31	68
30	*Acacia*	4	6	67
31	*Pennisetum*	4	6	67
32	*Erodium*	14	21	67
33	*Sisymbrium*	7	11	64
34	*Rumex*	9	14	64
35	*Senecio*	5	8	63
36	*Carex*	5	8	63
37	*Plantago*	15	24	63
38	*Lotus*	13	21	62
39	*Asteriscus*	3	5	60
40	*Enneapogon*	3	5	60
41	*Hypecoum*	3	5	60
42	*Lupinus*	3	5	60
43	*Marrubium*	3	5	60
44	*Melica*	3	5	60
45	*Mesembryanthemum*	3	5	60
46	*Nigella*	3	5	60
47	*Parietaria*	3	5	60
48	*Urtica*	3	5	60

Tableau 38. Taux de compatibilité - I (par ordre décroissant) *Suite*

Rang	Genres Groupes	Nombre d'espèces communes aux deux régions	Nombre total d'espèces Moy-Or. + Afr. du N.	% d'espèces communes
49	*Convolvulus*	13	22	59
50	*Fagonia*	10	17	59
51	*Ferula*	4	7	57
52	*Papaver*	4	7	57
53	*Suaeda*	8	14	57
54	*Trifolium*	15	27	56
55	*Bupleurum*	5	9	56
56	*Atriplex*	12	22	55
57	*Launaea*	7	13	54
58	*Stipa*	6	11	54
59	*Ranunculus*	7	13	54
60	*Anabasis*	4	8	50
61	*Astragalus*	20	40	50
62	*Capparis*	3	6	50
63	*Daucus*	6	12	50
64	*Eryngium*	5	10	50
65	*Lactuca*	4	8	50
66	*Lathyrus*	8	16	50
67	*Lavandula*	5	10	50
68	*Onobrychis*	4	8	50
69	*Ornithogalum*	3	6	50
70	*Vicia*	10	20	50
71	*Silene*	15	32	47
72	*Salsola*	9	20	45
73	*Scabiosa*	5	11	45
74	*Herniaria*	5	11	45
75	*Asparagus*	3	7	43
76	*Crucianella*	3	7	43
77	*Echinops*	3	7	43
78	*Lycium*	3	7	43
79	*Ononis*	13	30	43
80	*Picris*	3	7	43
81	*Artemisia*	5	12	42
82	*Crepis*	5	12	42
83	*Fumaria*	5	12	42
84	*Cynara*	2	5	40
85	*Evax*	2	5	40
86	*Calendula*	2	5	40
87	*Delphinium (Consolida)*	2	5	40
88	*Gagea*	2	5	40
89	*Jasione*	2	5	40
90	*Ophrys*	2	5	40
91	*Phlomis*	2	5	40
92	*Polycarpaea*	2	5	40
93	*Spergularia*	4	10	40
94	*Euphorbia*	14	36	39
95	*Orobanche*	5	13	39
96	*Reseda*	6	16	38
97	*Vulpia*	3	8	38
98	*Alyssum*	4	11	37
99	*Salvia*	7	19	37
100	*Diplotaxis*	5	14	36
101	*Scrophularia*	5	14	36
102	*Satureja*	4	11	36
103	*Anthemis*	6	17	35
104	*Atractylis*	5	15	33
105	*Filago*	5	15	33
106	*Carduus*	3	9	33
107	*Malcolmia*	3	9	33
108	*Melilotus*	3	9	33
109	*Carthamus*	2	6	33
110	*Frankenia*	2	6	33
111	*Globularia*	2	6	33

Tableau 38. Taux de compatibilité - I (par ordre décroissant) *Suite et fin*

Rang	Genres Groupes	Nombre d'espèces communes aux deux régions	Nombre total d'espèces Moy-Or. + Afr. du N.	% d'espèces communes
112	*Lappula*	2	6	33
113	*Lophochloa*	2	6	33
114	*Pancratium*	2	6	33
115	*Poa*	2	6	33
116	*Polygala*	2	6	33
117	*Pulicaria*	2	6	33
118	*Valerianella*	4	12	33
119	*Tamarix*	4	13	31
120	*Helianthemum*	11	36	31
121	*Hippocrepis*	3	10	30
122	*Galium*	8	27	30
123	*Anchusa*	3	10	30
124	*Sedum*	3	10	30
125	*Ephedra*	2	7	29
126	*Linum*	2	7	29
127	*Allium*	3	12	25
128	*Linaria*	9	36	25
129	*Verbascum*	3	12	25
130	*Helichrysum*	2	8	25
131	*Cirsium*	2	8	25
132	*Cistus*	2	8	25
133	*Veronica*	2	8	25
134	*Zygophyllum*	2	8	25
135	*Echium*	6	25	24
136	*Paronychia*	3	13	23
137	*Leontodon*	2	9	22
138	*Teucrium*	9	43	21
139	*Calligonum*	1	5	20
140	*Elymus*	1	5	20
141	*Limoniastrum*	1	5	20
142	*Pimpinella*	1	5	20
143	*Minuartia*	2	10	20
144	*Scorzonera*	2	10	20
145	*Thymelea*	2	10	20
146	*Coronilla*	1	6	17
147	*Hypericum*	1	6	17
148	*Iberis*	1	6	17
149	*Stachys*	1	6	17
150	*Moricandia*	1	6	17
151	*Dianthus*	2	14	14
152	*Petrorhagia*	1	7	14
153	*Pituranthos*	1	7	14
154	*Carduncellus*	1	8	12
155	*Chrysanthemum*	1	9	11
156	*Limonium*	4	35	11
157	*Arenaria*	1	10	10
158	*Sideritis*	1	10	10
159	*Onopordon*	1	13	8
160	*Thymus*	2	24	8
161	*Centaurea*	2	34	6
162	*Genista*	1	16	6
163	*Anarrhinum*	0	6	0
164	*Aira*	0	5	0
165	*Viola*	0	5	0

Tableau 39. Taux de compatibilité - II (Par ordre alphabétique)

Genres	Nombre d'espèces communes	Nombre total d'espèces	Coefficient commun. (%)
Acacia	4	6	66
Aegilops	5	6	83
Aira	0	5	0
Allium	3	12	25
Alyssum	4	11	27
Amaranthus	8	8	100
Anabasis	4	8	50
Anarrhinum	0	5	0
Anchusa	3	10	30
Anthemis	6	17	35
Arenaria	1	10	10
Artemisia	5	12	42
Asteriscus	3	5	60
Astragalus	20	40	50
Actractylis	5	15	33
Atriplex	12	22	54
Avena	5	7	71
Bromus	12	13	92
Bupleurum	5	9	53
Calendula	2	5	40
Calligonum	1	5	20
Capparis	3	6	50
Carduncellus	1	8	12
Carduus	3	9	33
Carex	5	8	62
Carthamus	2	6	33
Centaurea	2	34	6
Centaurium	6	8	75
Chenopodium	4	5	80
Chrozophora	4	5	80
Chrysanthemum	1	9	11
Cirsium	2	8	25
Cistus	2	8	25
Convolvulus	13	22	59
Coronilla	1	6	17
Crepis	5	12	42
Crucianella	3	7	43
Cutandia	4	5	80
Cynara	2	5	40
Cyperus	6	6	100
Daucus	6	12	50
Delphinium (= *Consolida*)	2	9	22
Dianthus	2	14	14
Diplotaxis	2	14	36
Echinops	3	7	43
Echium	6	25	24
Elymus	1	5	20
Enneapogon	3	5	60
Ephedra	2	7	29
Eragrostis	6	7	86
Erodium	14	21	66
Eryngium	5	10	50
Euphorbia	14	36	39
Evax	2	5	40
Fagonia	10	17	59
Ferula	4	7	57
Filago	5	15	33
Frankenia	2	6	33
Fumana	5	6	83
Fumaria	5	12	42
Gagea	2	5	40
Galium	8	27	30
Genista	1	16	6
Geranium	6	6	100
Gladiolus	1	5	20
Globularia	2	6	33
Hedysarum	1	9	11
Helianthemum	11	36	31
Helichrysum	2	8	25
Heliotropium	9	10	90
Herniara	5	11	45
Hippocrepis	3	10	33
Hordeum	5	5	100
Hyoscyamus	5	7	71
Hypecoum	3	5	60
Hypericum	1	6	17
Iberis	1	6	17
Jasione	2	5	40
Juncus	8	9	89
Lactuca	4	8	50
Lappula	2	6	33
Lathyrus	8	16	50
Launaea	7	13	54
Lavandula	5	10	50
Leontodon	2	9	22
Limoniastrum	1	5	20
Limoniun	4	35	11
Linaria	9	36	25
Linum	2	7	29
Lophochloa	2	6	33
Lotus	13	21	62
Lupinus	3	5	60
Lycium	3	7	43
Malcolmia	3	9	33
Malva	5	7	71
Marrubium	3	5	60
Matthiola	8	11	73
Medicago	21	31	68
Melica	3	5	60
Melilotus	3	9	33
Mesembryanthemum	3	5	60
Minuartia	2	10	20
Moricandia	1	6	17
Muscari (= *Leopoldia*)	3	6	83
Nigella	3	5	60
Onobrychis	4	8	50
Ononis	13	30	43
Onopordon	1	13	8
Ophrys	2	5	40
Ornithogalum	3	6	50
Orobanche	5	13	39
Pancratium	2	6	33
Papaver	4	7	57
Parietaria	3	5	60
Paronychia	3	13	23
Pennisetum	4	6	67

Tableau 39. Taux de compatibilité - II (Par ordre alphabétique) *Suite*

Genres	Nombre d'espèces communes	Nombre total d'espèces	Coefficient commun. (%)
Petrorhagia	1	7	14
Phalaris	4	5	80
Phlomis	2	5	40
Picris	3	7	43
Pimpinella	1	5	20
Piptatherun	4	5	80
Pituranthos	1	7	14
Plantago	15	24	71
Poa	2	6	33
Polycarpea	2	5	40
Polygala	2	6	33
Polygonum	5	6	83
Pulicaria	2	6	33
Ranunculus	7	13	54
Reseda	6	7	38
Rumex	9	14	64
Salsola	9	20	45
Salvia	7	19	37
Satureja	4	11	36
Scabiosa	5	11	45
Scorzonera	2	10	20
Scrophularia	5	14	36
Sedum	3	10	30
Senecio	5	8	63
Sideritis	1	10	10
Silene	15	32	47
Sisymbrium	7	11	64
Sonchus	4	5	80
Spergularia	4	10	40
Sporobolus	4	5	80
Stachys	1	6	17
Stipa	6	11	54
Stipagrostis	11	13	85
Suaeda	8	14	57
Tamarix	4	13	31
Teucrium	4	43	9
Thymelaea	2	10	20
Thymus	1	24	8
Trifolium	15	27	56
Trigonella	8	11	72
Urtica	3	5	60
Valerianella	4	12	33
Verbascum	3	12	25
Veronica	2	8	25
Viola	0	5	0
Volutaria	4	5	80
Vulpia	3	5	38
Zygophyllum	2	8	25

Tableau 40. Corrélation entre Endémicité et compatibilité chez les genres riches en espèces endémiques

Genres	Taux d'endémicité x	Coefficient de compatibilité y
Anabasis	50	50
Anarrhinum	60	0
Anthemis	26	35
Astragalus	37	50
Atractylis	60	33
Atriplex	20	54
Bupleurum	20	53
Centaurea	35	6
Chrysanthemum	75	11
Convolvulus	16	59
Coronilla	50	17
Crepis	28	17
Daucus	42	50
Dianthus	31	14
Diplotaxis	29	36
Echium	20	24
Euphorbia	24	39
Fagonia	40	57
Ferula	57	57
Genista	31	6
Hedysarum	56	11
Helianthemum	15	31
Herniaria	27	45
Limoniastrum	80	20
Limonium	34	11
Linaria	23	25
Lotus	19	62
Marrubium	33	60
Medicago	16	38
Onopordon	31	8
Pituranthos	31	14
Salvia	25	37
Teucriun	83	9

n = 33
r^2 = - 0,38
y = 48 - 0,3533 %
N.S. ; p> 0,05

e] Vicariance et diversité, liaison à l'endémisme

❑ **Vicariance** : Au niveau de l'espèce linnéenne, il existe au moins 100 paires d'espèces vicariantes entre les steppes orientales et occidentales, soit (200/2750) x 100 = 7,3 % de la flore steppique nord-africaine et proche-orientale. Quelques-unes ont été signalées par Bartolo *et al.* (1977).

Bien entendu, on trouve parmi ces vicariantes une proportion relativement élevée d'espèces endémiques orientales et occidentales. Les espèces vicariantes sont indiquées au *Tableau 41* .

Tableau 41. Espèces steppiques vicariantes

Orientales	Occidentales
Ammosperma variabile	*A. cinereum*
Anacyclus alexandrinus	*A. cyrtolepidioides*
" *kruegerianus*	*A. valentinus*
Anchusa aegyptiaca	*A. calcarea*
" *hybrida*	*A. granatensis*
Anthemis tauberti	*A. secundiramea*
Artemisia campestris glutinosa	*A. monosperma*
Astragalus trigonus	*A. pseudo-trigonus*
Atriplex farinosa	*A. malvana*
" *leucoclada*	*A. mollis*
Capparis cartilaginea	*C. ovata*
Caralluma sinaica	*C. munbyana*
Carduncellus mareoticus	*C. choulettianus /* *C. duvauxi / C. fruticosus*
Carthamus corymbosus	*C. lanatus*
Centaurea alexandrina	*C. pungens*
" *glomerata*	*C. contracta*
Chrysanthemum tripolitanum	*C. fuscantum*
Chrozophora plicata	*C. brocchiana*
Cistus parviflorus	*C. albidus*
Colchicum ritchii	*C. cupani*
Convolvulus dorycnium	*C. cantabrica*
" *oxyphyllus*	*C. trabutianus*
" *prostratus*	*C. microphyllus*
Cornulaca aucheri	*C. monacantha*
Crepis libyca C. vesicaria	
" *radicata*	*C. amplexifolia*
Crotalaria aegyptiaca	*C. vialattei*
" *thebaica*	*C. saharae*
Crucinella membranacea	*C. patula*
Cutandia philistea	*C. divaricata*
Cynara cyrenaica	*C. cardunculus*
" *sibthorpiana*	*C. cardunsulus*
Darniella cyrenaica	*Salsola sieberi*
Dianthus sinaica	*D. crinitus*
Echinops macrochaetus	*E. strigosus*
" *viscosus*	*E. bovei*
Echium maradae	*E. suffruticosum*
" *rauwolfii*	*E. confusum*
" *sericeum*	*E. arenarium*
Enarthrocarpus pterocarpus	*E. clavatus*
" *strangulatus*	*E. clavatus*
Enneapogon persicus	*E. scaber*
Ephedra alte E. fragilis	
" *campylopoda*	*E. major*
Erodium arborescens	*E. hymenodes*
Eryngium glomeratum	*E. ilicifolium*
Fagonia olivieri	*F. zilloides*
Ferula marmarica	*F. tunetana*
" *sinaica*	*F. vesceritensis*
Frankenia syrtica	*F. corymbosa*
Fumana arabica	*F. calycina*
Galium sinaicum	*G. petraeum*
" *yemense*	*G. ephedroides*
Genista sphacelata	*G. tricuspidata*
Herniaria cyrenaica	*H. incana*

❑ **La diversité** paraît également liée a l'endémisme, a priori ; mais pas de façon étroite ; les genres très diversifiés sont souvent riches en endémiques, mais pas toujours.

Dans le premier groupe il faut citer : *Allium, Anabasis, Anthemis, Astragalus, Atractylis, Centaurea, Chrysanthemum, Daucus, Dianthus, Fagonia, Genista, Limonium, Onopordon, Satureja, Teucrium, Thymelaea, Thymus, Valerianella.* Ces genres possèdent de 10 à 50 espèces avec des taux d'endémicité de 30 à 83 %.

Inversement, dans le second groupe, nous avons les genres suivants qui possèdent également de 10 à 40 espèces, mais où le taux d'endémicité est égal ou inférieur à 10 % : *Alyssum, Anchusa, Arenaria, Artemisia, Bromus, Bupleurum, Eryngium, Festuca, Filago, Fumaria, Heliotropium, Helichrysum, Hippocrepis, Lathyrus, Melilotus, Minuartia, Ononis, Orobanche, Plantago, Ranunculus, Rumex, Scorzonera, Scrophularia, Sedum, Silene, Spergularia, Stipa, Stipagrostris, Suaeda, Trifolium, Trigonella, Verbascum, Vicia.*

Parmi les genres intermédiaires à taux d'endémicité moyen (10-30 %), nous avons : *Atriplex, Convolvulus, Crepis, Diplotaxis, Echium, Erodium, Euphorbia, Galium, Helianthemum, Launaea, Linaria, Lotus, Matthiola, Medicago, Reseda, Salsola, Salvia, Sisymbrium, Tamarix.*

Nous observons ainsi que les genres très diversifiés à taux d'endémicité élevé sont au nombre de 18, ceux à taux faible ou nul sont 33, mais que ceux à taux d'endémicité moyen ne dépassent pas 19. En d'autres termes, les genres très diversifiés (10 à 50 espèces) sont au nombre de 70, soit 10 % du total des genres de la flore steppique ; 26 % d'entre eux présentent un taux d'endémicité élevé (> 30 %) ; 27 ont un taux moyen tandis que 47 % présentent un taux d'endémicité compris entre 0 et 10 %.

On peut en conclure que la diversité est liée à l'endémicité dans certains genres, mais pas dans d'autres, et qu'il n'y a pas de corrélation globale. Au niveau de la famille, la liaison est encore plus lâche.

f] Dynamique régressive de la végétation steppique, désertisation et biodiversité

La pression anthropozoïque a considérablement augmenté sur les steppes nord-africaines et proche-orientales depuis la seconde guerre mondiale, puisque la population et le cheptel ont quadruplé depuis 1940, et septuplé depuis le début du siècle (Le Houérou, 1968, 1973b, 1988c, 1992b ; Bourbouze, 1990 ; Boutonnet, 1989).

Les résultats de cette pression croissante sont les suivants.

❑ **La densité du cheptel** est passée d'un Equivalent-Ovin(E-O) pour 4 hectares de steppe dans les années 1950, à plus d'un E-O par hectare actuellement.

Cette croissance n'a été possible que par une alimentation de plus en plus basée sur les grains de céréales et les concentrés. Ceux-ci représentent actuellement plus de 50 % de la ration des ovins dans l'ensemble de la région (Le Houérou & Aly, 1982 ; Le Houérou, 1986d, 1989b ; Bourbouze, 1990 ; Boutonnet, 1989) *(Fig. 19-22 et 27)*.

Le phénomène est identique dans tous les pays, mais cependant moins accusé au Maroc où l'alimentation concentrée et l'élevage hors-sol ne sont pas encore très développés en région steppique.

❑ **Le degré de recouvrement pérenne** de la végétation steppique a diminué d'environ 25 % en moyenne à moins de 5 %. Parallèlement, la phytomasse pérenne épigée a régressé en moyenne d'environ 1 500 kg à environ 250 kg *(Fig. 21-26)*.

❑ **Les superficies cultivées** (principalement en céréales) qui occupaient environ 5 % du territoire aride avant 1950 en occupent probablement plus de 50 % actuellement. Ce développement des cultures se constate jusqu'à la limite du Sahara, à l'isohyète annuelle de 100 mm où les chances de récolte ne dépassent pourtant pas 10 %, y compris dans les dépressions alluviales *(Fig. 22 et 27)*. Cette culture épisodique et aléatoire correspond à la nécessité pour les populations des steppes de faire face à leurs besoins alimentaires puisque les rendements n'ont pas augmenté, mais plutôt décru (environ 150-200 kg de grain/ha/an, en moyenne interannuelle régionale pour l'ensemble des steppes).

❑ **L'élimination des arbustes et arbrisseaux ligneux comme combustible**. La consommation moyenne de bois de feu est de 1,5 kg de MS par personne et par jour. Toutefois l'Algérie et la Libye ont mis en place un réseau de distribution de bouteilles de gaz butane à prix subventionné. Cette politique a eu un effet très positif sur le peuplement ligneux non palatable. On voit depuis quelques années reparaître, notamment dans les touffes de jujubier (phénomène de commensalisme), des espèces qui étaient en voie d'extinction au cours des années 1970, telles : *Acacia raddiana* et *Pistacia atlantica*.

Mais, globalement, l'effet combiné de la recherche du bois de feu et du surpâturage aboutit à une réduction considérable de la phytomasse pérenne épigée et du taux de recouvrement, comme il a été mentionné plus haut. Cet état de fait produit des conséquences énormes sur l'érosion hydrique et éolienne. Nous y reviendrons. Les conséquences de cet état des choses ont été décrites en détail par des nombreux auteurs (Le Houérou, 1955, 1959a, 1962a, 1969b, etc. ; Pabot, 1962, 1965 ; Pearse, 1970, 1971 ; Floret et Le Floc'h, 19753 ; Floret et Pontanier, 1978, 1982 ; Floret, Le Floc'h & Pontanier, 1983a et b, 1987).

Rappelons-les pour mémoire.

❑ **La régression de la flore**, de la diversité biologique et principalement des espèces présentant un intérêt économique.

On pourrait citer une bonne centaine d'espèces steppiques d'intérêt économique avéré et immédiat (Le Houérou, 1962a, 1965b, 1979b, 1982a, 1985e, 1986a), dont plus de la moitié ont été testées en culture ou en plantations sylvo-pastorales. Celles qui ont donné des résultats probants ou encourageants dans plusieurs pays, dont l'Australie et les USA, sont citées ci-dessous. Nous avons nous-mêmes testé une cinquantaine de ces espèces dans diverses conditions, parfois sur des centaines ou même des milliers d'hectares en Tunisie, en Algérie et en Libye. La production de graines de certaines d'entre elles fut organisée par nous-mêmes pour le Ministère de l'Agriculture de Tunisie de 1962 à 1967. Cette production a atteint 227 tonnes en juin 1967 (Le Houérou, 1968b).

Espèces fourragères :

Graminées pérennes (écotypes steppiques locaux, tolérants à la sécheresse) : *Agropyron elongatum, Cenchrus ciliaris, Chrysopogon aucheri, Dactylis glomerata hispanica, Digitaria nodosa, Festuca arundinacea, Lasiurus hirsutus (= L. sindicus), Lolium perenne, L. rigidum, Oryzopsis coerulescens, O. holciformis, O. miliacea, Phalaris truncata, P. aquatica (= P. bulbosa), Sporobolus ioclados (=* sp. *marginatus).*

Légumineuses herbacées : *Coronilla spp., Hedysarum carnosum, H. humile, H. naudinianum, H. perrauderianum, Hippocrepis scabra, Lotus creticus* subsp.*collinus, L. roudairei, L. maroccanus, Medicago gaetula (= M. tunetana), Medicago* spp., en particulier *Medicago hispida (= M. polymorpha), M. laciniata, M. litoralis, M. truncatula, Onobrychis argentea, Trigonella arabica, Trigonella* spp., *Trifolium subterraneum, T. subterraneum subsp. brachycalycinum, T. subterraneum* subsp. *yanninicum, T. hirtum, Trifolium sp.p., Vicia* spp.

Autres herbacées : *Sanguisorba minor, Plantago albicans.*

Espèces sylvo-pastorales (productrices de fourrage et de bois) **:** *Acacia raddiana, Adenocarpus* spp., *Argania spinosa, Atriplex halimus, A. glauca, A. mollis, Calligonum comosum, Ceratonia siliqua, Colutea istria, Chamaecytisus albidus, Cytisus* spp., *Haloxylon persicum, Hedysarum argentatum, Olea europaea oleaster, Periploca aphylla, P. laevigata, Rhamnus oleoides, Trigonella glauca* s.l., *Withania frutescens.*

Espèces fixatrices des sables continentaux :

Calligonum arich, C. azel, C. comosum, Genista saharae, Haloxylon persicum, Hedysarum argentatum, Moringa peregrina, Prosopis cineraria, Retama raetam, Tamarix aphylla, T. stricta.

Espèces fixatrices des sables littoraux :

Atriplex halimus, A. mollis, Eleagnus angustifolia, Hedysarum argentatum, Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa, Populus euphratica, Tamarix aphylla, T. stricta.

Espèces productrices de bois et/ou protectrices de bassins-versants :

Argania spinosa, Ceratonia siliqua, Juniperus phoenicea, Pinus halepensis, Pistacia atlantica, P. khinjuk, Populus alba, P. euphratica, Olea europaea oleaster, Rhamnus oleoides, Rhus albida, Rhus pentaphylla, Rhus tripartita.

Autres espèces de valeur pastorale reconnue, recherchées par le bétail, actuellement en voie de régression, en danger d'extinction à terme :

Anabasis oropediorum, Argyrolobium uniflorum, Aristida coerulescens, Aristida tunetana, Artemisia herba alba (= A. inculta), Botriochloa ischaemum, Cornulaca monocantha, Dichanthium, annulatum, Echiochilon fruticosum, Eragrostris papposa, E. trichophora, Gymnocarpos, decander, Helianthemum hirtum ruficomum, H. kahiricum, H. lippii ellipticum, H. sessiliflorum, Heteropogon contortus, Hordeum bulbosum, Hyparrhenia hirta, Launaea resedifolia, Lotus creticus s.l., Matthiola fruticulosa, Melica ciliata, M. cupani, Moricandia nitens, Plantago albicans, Polygonum equisetiforme, Puccinellia distans, Rhanterium suaveolens, Salsola sieberi zygophylla, Scorzonera laciniata, S. undulata, Stipa barbata, S. lagascae, S. parviflora, Stipagrostis acutiflora, S. ciliata, S. foexiana, S. obtusa, S. plumosa, S. pungens, Tetrapogon villosus, Traganum nudatum.

❑ **L'invasion des espèces dépourvues d'intérêt économique et délaissées par le bétail.** Par suite de la pression intense et continue des troupeaux, les espèces délaissées par le bétail bénéficient d'un avantage sélectif considérable et tendent à éliminer les espèces fourragères affaiblies par des défoliations continuelles. Parmi les principales « **mauvaises herbes** » **envahissantes** de la steppe, il faut citer les suivantes (Le Houérou, 1988c)[5] :

Allium spp., Amaranthus spp., Ambrosia, Ambrosinia, Ammi visnaga, Anabasis aphylla, Anarrhinum spp., Arisarum vulgare, Artemisia campestris, A. monosperma, Arum italicum, Asphodelus fistulosus, A. refractus, A. tenuifolius, A. viscidulus, Asteriscus pygmaeus, Astragalus armatus fontanesii, Astragalus armatus numidicus, Atractylis cancellata, A. carduus, A. humilis, A. serratuloides, Atriplex (Blackiella) inflata, A. semibaccata, Ballota hirsuta, Capsella bursa-pastoris, Carduncellus choulettianus, C. duvauxii, C. eriocephalus, C. mareoticus, Carduus gaetulus, Carlina corymbosa, C. involucrata, C. lanata, Carthamus lanatus, Centaurea spp., Chenopodium album, C. murale, C. vulvaria, Chrozophora spp., Chrysanthemum coronarium, Cirsium (Picnomon) acarna, C. syriacum, Cladanthus arabicus, Cleome arabica, Colchicum ritchii, C. cupani, Conyza bonariensis, C. canadensis, Datura stramonium, Diplotaxis erucoides, D. harra, D. muralis, Dittrichia (Inula) graveolens, Echinops spinosus, Enarthrocarpus clavatus, Eryngium spp., Euphorbia spp., Fagonia spp., Ferula spp., Gladiolus italicus, Gynandriris sisyrinchium, Hammada scoparia (= Haloxylon articulatum), H. elegans (= Haloxylon schmittianum), Heliotropium europaeum, Herniaria hirsuta, Hertia cheirifolia, Hordeum murinum, Hyosciamus albus, H. muticus, Launaea nudicaulis, Malva aegyptia, M. parviflora, Marrubium alysson, Matthiola livida, Merculiaris annua, Mesembryanthemum cristallinum, M. nodiflorum, M. theurkauffii, Moricandia arvensis, Neastotema apulum, Nicotiana glauca, Noaea mucronata, Ononis natrix s.l., Onopordon spp., Pallenis spinosa, Peganum harmala, Phlomis fruticosa, Pituranthos tortuosus, Scolymus hispanicus, Senecio gallicus, Silybum eburneum, S. marianum, Sisymbrium irio, Solanum nigrum, S. sodomaeum, Thapsia garganica, Thymelea hirsuta, Thymus hirtus, Trachynia distachya, Urtica spp., Vaccaria pyramidata, Vella annua, Withania somnifera, Xanthium spinosum, Zygophyllum album, Z. simplex.

Cette longue liste mérite quelques commentaires.

- Il s'agit souvent d'espèces rudérales, nitratophiles, dont les tissus sont souvent riches en nitrites, entraînant des intoxications chez les animaux affamés qui, parfois, les consomment.

- Un certain nombre d'espèces sont épineuses (*Astragalus, Atractylis, Carlina, Carduncellus, Carduus, Carthamus, Centaurea, Cirsium, Echinops, Eryngium, Noaea, Onopordon, Pallenis, Scolymus, Silybum, Xanthium*).

- Certaines sont réputées toxiques (au moins à l'état frais): *Allium spp, Ammi visnaga, Anabasis aphylla, Chrozophora spp., Cleome arabica, C. amblyocarpa, Colchicum spp., Euphorbia spp., Ferula spp., Hyosciamus spp., Nicotiana glauca, Peganum harmala, Solanum spp., Thapsia garganica, T. villosa, Thymelaea spp., Withania somnifera.*

- Beaucoup appartiennent au groupe des plantes à stratégie de type « r », c'est-à-dire investissant une part importante de l'énergie fixée dans les organes reproducteurs, donc produisant beaucoup de graines, d'où leur aptitude à coloniser rapidement les espaces libres et les niches disponibles (McArthur, 1962). Telles sont typiquement : *Amaranthus spp., Ambrosia spp., Artemisia spp., Asphodelus spp., Asteriscus spp., Atractylis spp., Centaurea spp., Chrysanthemum spp.,*

5. Les espèces les plus communes et les plus envahissantes sont soulignées.

Cleome spp., Conyza spp., Dittrichia spp., Hertia cheirifolia, Malva spp., Senecio spp., Trachynia distachya, Vella (Carrichtera) annua, Xanthium spp. (Le Houérou,1988c).

Il faut noter que les espèces envahissantes et cultigènes ne sont pas nécessairement dépourvues d'intérêt économique. *Cynodon dactylon*, le chiendent pied-de-poule, espèces cultigène (postculturale) et souvent rudérale dans les sols a surface perturbée, est aussi une espèce fourragère productive et de très bonne qualité. Mais c'est là plutôt une exception qui confirme la règle.

❑ **La réduction du recouvrement pérenne de la végétation.** Ce recouvrement représente 20 à 40 % de la surface du sol dans les steppes peu dégradées ; il décroît avec la dégradation pour s'annuler dans les zones désertisées.

❑ **L'accroissement de l'importance du rôle des espèce annuelles et des géophytes.** Ces deux types biologiques représentent en moyenne 15 à 25 % de la phytomasse et du recouvrement végétal total dans les steppes en bon état dynamique ; ce taux croît progressivement jusque 100 % avec la dégradation et la désertisation.

❑ **La réduction de la productivité des écosystèmes.** Le coefficient d'Efficacité Pluviale (CEP) décroît de 3-6 kg MS/ha/an/mm dans les steppes moyennement à faiblement dégradées à moins de 1 dans les zones désertisées (Le Houérou, 1982a, 1984a ; Le Houérou et Hoste, 1977 ; Le Houérou *et al.*, 1988).

❑ **L'augmentation de la variabilité de la production annuelle.** La variabilité de la production annuelle croît au fur et à mesure que la phytomasse pérenne et le recouvrement diminuent et qu'augmente le rôle des thérophytes, des érémophytes et des éphéméroïdes (Le Houérou *et al.*,1988 ; Le Houérou, 1992a).

IV – Dynamique des peuplements, phytomasse et production animale

1. Erosion et sédimentation *(Fig. 29 et 30)*

Lorsque, par suite d'une mise en culture intempestive ou d'un surpâturage intense et prolongé, la surface du sol reste dénudée pendant de longues périodes, elle subit les forces de l'érosion hydrique et/ou éolienne (Le Houérou, 1990c : Morphodynamique superficielle des milieux édaphiques de la Tunisie aride et désertique, carte 1/1 000 000).

Il a été expérimentalement démontré que la dénudation d'un sol peut augmenter son taux de ruissellement dans des proportions de 1 à 5, et son taux d'érosion hydrique dans des proportions de 1 à 50 (Cormary et Masson,1964).

La dénudation des steppes sableuses du sud tunisien entraîne une érosion éolienne de 150 à 350 t/ha/an (Le Houérou, 1962a, 1968, 1969b ; Floret et Pontanier, 1982 ; Khatteli, 1983). L'érosion éolienne se manifeste surtout lorsque le recouvrement pérenne de canopée descend au-dessous d'un seuil critique de l'ordre de 20 à 25 % (Le Houérou, 1962a, 1968, 1969, 1987a ; OMM, 1983). Au-dessus de ce seuil le dépôt compense la déflation ou la dépasse *(Tableau 19, p. 63 ; Fig. 29 et 30).*

L'érosion et la sédimentation éoliennes se traduisent par l'extension des regs dénudés et des champs de dunes. Cette extension se mesure facilement par les techniques de la télédétection, et la comparaison de documents actuels et anciens : cartes, photographies aériennes, etc.

De fait, des études détaillées, conduites pendant une dizaine d'années (1970–1980), utilisant à la fois les données satellitaires, les photographies aériennes, combinées avec des relevés au sol ont montré que les zones désertisées s'accroissent de près de 0,7 % par an dans les steppes de la zone aride inférieure du Sud Tunisien (Floret *et al.*, 1973, 1983 ; Long *et al.*, 1978). Des faits identiques sont rapportés dans d'autres zones steppiques (Le Houérou, 1987a et c, 1992b, d et f).

Les nombreuses études effectuées sur la désertisation des steppes nord-africaines depuis 1970 ont, hélas, toujours confirmé ce que nous avions diagnostiqué en 1959 et 1962, d'abord à l'échelle de la Tunisie, puis, depuis 1965, à l'échelle de la zone aride nord-africaine dans son ensemble (le Houérou, 1968, 1969b, 1974a,1979b).

2. Dynamique progressive *(Fig. 28)*

L'étude d'une centaine d'aires protégées (mises en défens) et clôturées dans les steppes nord-africaines, pendant des périodes de 3 à 100 ans et sur des superficies de quelques ares à plusieurs dizaines de milliers d'hectares par unité, a permis d'étudier la dynamique progressive des groupements végétaux steppiques et le potentiel de productivité des écosystèmes en fonction des conditions de milieu. Des résultats plus ou moins détaillés ont été publiés par ailleurs (Le Houérou, 1962a, 1969b, 1972, 1974a, 1975b, 1979d, 1981a, 1986a ; Le Houérou et Aly, 1982 ; Le Houérou *et al.*, 1983). nous nous contenterons d'en rappeler ici les conclusions.

❑ La remontée biologique peut être rapide lorsque la dégradation de la végétation et/ou du milieu a été modérée. Elle peut produire des résultats spectaculaires en 2-3 ans lorsque la conjoncture pluviométrique est favorable.

❑ Les facteurs qui conditionnent la vitesse de remontée biologique sont :

- La cessation ou l'atténuation des facteurs de dégradation c'est à dire de la pression anthropozoïque (cultures, surpâturage, cueillette du bois de feu, etc.).
- La présence à proximité, en quantité suffisante, de semenciers d'espèces pionnières des séries progressives.
- Une faible entropie, c'est à dire une superficie relativement faible des aires dégradées par rapport aux superficies moins ou peu dégradées. Plus l'entropie est faible, plus rapide sera la reconquête.
- La nature et la structure du substrat édaphique. La reconquête des sols sableux (à condition qu'ils restent peu éolisés) est plus rapide que celle des sols squelettiques ou limoneux. L'absence de dégradation de la structure de la surface du sol joue un rôle capital. Le développement d'un glaçage pelliculaire (sealing) de la surface des sols à texture moyenne à fine est un facteur extrêmement défavorable, en raison de ses conséquences sur le bilan hydrique, la germination et l'émergence des plantules.
- Une pluviosité relativement favorable. La vitesse de régénération, toutes choses égales par ailleurs, croît avec la pluviosité moyenne annuelle et avec les conditions favorables de la conjoncture sur un petit nombre d'années. Des régénérations spectaculaires ont été observées, certaines années, sur des sols sableux entre les isohyètes de 50 à 100 mm de pluviosité moyenne annuelle (Mizda, en Tripolitaine, par exemple, dans les années 1978–1982).
- Une étude détaillée sur cinq aires protégées totalisant 140 000 hectares en Libye, dans des zones de pluviosité moyenne annuelle de 120 à 250 mm, a montré qu'après cinq ans d'une mise en défens relative, la valeur pastorale de la végétation avait triplé avec une régénération spectaculaire des espèces palatables, notamment des graminées vivaces (Le Houérou *et al.*,1983). Il faut préciser que les zones considérées avaient subi antérieurement une dégradation assez forte, mais pas extrême ; les espèces recherchées avait été réduites, mais pas éliminées.
- Un grand nombre d'observations dans l'ensemble des steppes du Nord de l'Afrique permet de conclure qu'en conditions protégées, les steppes arbrissellées à chaméphytes (actuellement dominantes), évoluent vers des formations graminéennes dominées par des espèces pastorales : *Stipa spp., Aristida spp., Stipagrostis spp., Eragrostis spp., Cenchrus spp., Hyparrhenia hirta, Sporobolus spp., Digitaria spp., Dactylis hispanica, Oryzopsis spp., Dichanthium spp.* Il est probable que les steppes originelles étaient aussi dominées par des graminées cespiteuses parmi lesquelles l'alfa (*Stipa tenacissima*) jouait sans doute un rôle prépondérant. Mais il est également établi que les steppes d'alfa résultent de la dégradation d'une forêt claire dont l'ombre est nécessaire à la régénération sexuée de l'espèce (Trabut,1889 ; Le Houérou, 1969b ; Bourahla et Gittonneau,1978 ; Achour, 1983 ; Yessef, 1992).

3. Phytomasse et production primaire

❑ La phytomasse pérenne épigée est strictement liée au taux de recouvrement des espèces vivaces. Pour l'ensemble des steppes nord-africaines, chaque 1 % de recouvrement de couronne (de canopée) des espèces vivaces correspond, en moyenne, à 43,1 ± 3,6 kg MS ha^{-1} (Le Houérou, 1987a, pp 14). Les données disponibles ont permis de calculer la régression suivante à partir de 121 associations végétales steppiques synthétisant quelque 1500 relevés phytosociologiques :

$Y = 61,04\ x - 350$; $n = 121$; $r^2 = 0,81$; $p < 0,001$ où

Y = la phytomasse pérenne épigée en kg MS ha^{-1}
X = la projection verticale de couronne (canopée) en % de la surface du sol
n = le nombre de données (moyennes des données pour chacune des associations étudiées
r^2 = le coefficient de détermination
p = la probabilité de non liaison des deux paramètres X et Y

❑ La phytomasse pérenne représente en moyenne environ 80 % de la phytomasse aérienne totale dans les steppes non désertisée ou relativement peu dégradées (Le Houérou, 1969b, 1971b et c ; Floret et Pontanier, 1982). La proportion de phytomasse annuelle de thérophytes dans la phytomasse totale épigée est très variable, en fonction des conditions pluviométriques annuelles ; elle augmente avec la dégradation pour représenter la quasi-totalité de la production primaire dans les steppes désertisées. La phytomasse des annuelles peut être nulle au cours des années sèches. A Wishtata, au S. de Tarhouna, en Libye, par exemple, la phytomasse annuelle produite en 1982-1983 a été nulle en dépit d'un total pluviométrique de 115 mm au cours de la saison pluvieuse, mais réalisé par de petites pluies inférieures à 10 mm par semaine, sur des sols sablo-limoneux à glaçage superficiel. Dans les mêmes conditions la phytomasse épigée des steppes contiguës d'*Artemisia herba-alba* denses et en bon état était de 2500 kg MS ha^{-1} avec une production de 600 kg MS ha^{-1} an^{-1}, et un taux de recouvrement de canopée de 60 %.

❑ La productivité, exprimée en Coefficient d'Efficacité Pluviale (CEP = RUE, Rain Use Efficiency ; Le Houérou, 1984a), varie d'un facteur de 5 à 10 kg MS épigée ha^{-1} an^{-1} mm^{-1} dans les steppes en bon état dynamique à 0,1 - 1,0 dans les zones désertisées. La moyenne dans les années 1950 et 1960 était de 3 kg MS ha^{-1} an^{-1} mm^{-1} (Le Houérou et Hoste, 1977 ; Le Houérou, 1969b, 1971a et b, 1982a, 1984a). Nous avons montré quels sont les facteurs déterminants de cette productivité. Le facteur fondamental n'est pas la pluviosité moyenne annuelle, ni le sol, contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, mais l'état dynamique des écosystèmes qui conditionne leur fertilité ; des steppes subdésertiques où même désertiques non ou peu dégradées peuvent présenter des CEP de 4 à 6, voire davantage.

Nous avons aussi montré (Le Houérou,1989b, 1992g ; Le Houérou *et al.*, 1988) que la **variabilité** annuelle de la production primaire est plus élevée que celle de la pluviosité d'environ 50 %, en moyenne, et que cette variabilité est inversement liée à l'état dynamique des écosystèmes. **C'est-à-dire que la variabilité croît avec la dégradation de la végétation et du sol, toutes choses étant égales par ailleurs**.

Le **Quotient de Variabilité Production-Pluie** (QVPP = PRVR[6] = Production to Rain Variability Ratio, Le Houérou *et al.*,1988) varie de 1,0 - 1,5 dans les steppes peu ou modérément dégradées jusqu'à 3,0 à 4,0 dans les zones dégradées. Le QVPP est le quotient du coefficient de variation de la production annuelle par celui des pluies annuelles ; exprimées en kg MS ha^{-1} et mm an^{-1}, respectivement.

❑ Nous avons enfin montré (Le Houérou, 1962a, 1989b, 1992g) que, contrairement à la production primaire, la production secondaire annuelle est moins variable que la pluviosité, en raison des différentes stratégies d'adaptation, s'agissant des animaux domestiques. Il en va différemment, semble-t-il, des populations de rongeurs et d'insectes dont le pullulement ou la quasi-disparition subite dérivent de processus beaucoup plus complexes. Les principaux mécanismes d'adaptation du bétail à la variabilité annuelle des précipitations et à la sécheresse sont : Le nomadisme et la transhumance, la complémentarité des types de parcours, l'utilisation des résidus agricoles et industriels, les plantations d'arbres et arbustes fourragers, l'utilisation généralisée des aliments de complément depuis les années 1970 (Floret *et al.*,1987).

4. Conclusions sur la phytogéographie des steppes nord-africaines

Les steppes nord-africaines présentent une individualité indiscutable et ne constituent pas seulement une zone de transition entre la Méditerranée et le Sahara puisque près de la moitié de leur flore (46 %) n'appartient ni à la zone méditerranéenne (31 %), ni au Sahara (9 %).

Elles appartiennent à une entité plus vaste de steppes méditerranéennes qui s'étendent sur l'ensemble des zones arides à pluies d'hiver. Celles-ci se rencontrent depuis la vallée de l'Ebre et le Sud-Marocain jusqu'à la Mer d'Aral, l'Afghanistan et la moitié occidentale du Pakistan. La partie orientale de cette vaste zone correspond à la sous-région écologique et floristique irano-touranienne. La partie occidentale est

6. Rapport du coefficient de variation de la production primaire annuelle à celui de la pluviométrie annuelle.

constituée par la sous-région écologique et floristique ibéro-maghrébienne. Le coefficient de communauté entre les deux sous-régions est de l'ordre de 42 %. L'ensemble de deux sous-régions constitue la Région Méditerranéo-Steppique s'étendant de la moyenne vallée de l'Ebre jusqu'à celle de l'Indus.

La sous-région occidentale ibéro-maghrébienne présente donc une forte individualité avec un coefficient de communauté de l'ordre de 50 % entre les steppes maghrébiennes et les steppes ibériques.

Les steppes maghrébiennes peuvent se subdiviser en trois domaines : Oriental, Central et Occidental. Les frontières se situent sur les 19° de longitude Est passant au fond du Golfe de la Grande Syrte (Agheila) et le méridien de Greenwich séparant d'une part les steppes Sud-algéroises à l'est et orano-marocaines à l'ouest. Ces deux limites sont très nettes à la fois sur le plan floristique, sur celui de la végétation, de la faune et celui de l'écoclimatologie *(Fig. 12E et F)*.

La végétation de la zone centrale ne présente guère de caractères d'originalité sinon négatifs : l'absence de traits orientaux et occidentaux. Un caractère physionomique important, partagé par les steppes centrales, occidentales et ibériques, est l'existence de plusieurs centaines de milliers de km² de peuplements d'alfa, dont l'extension orientale s'arrête au bord occidental du Golfe de la Grande Syrte et l'extension occidentale aux chaînes atlasiques (Moyen Atlas, Grand Atlas, Anti-Atlas). Nous avons montré que ces steppes d'alfa sont rélictuelles, liées à la dégradation d'une forêt claire à pin d'Alep, genévrier de Phénicie et/ou thuya de Berbérie. Elles sont maintenant absentes du Maroc atlantique aride, d'influence macaronésienne.

❑ **Le domaine oriental** (Marmarique et Cyrénaïque) se caractérise sur le plan floristique par un groupe d'environ 130 espèces endémiques et quelques 400 espèces de distribution orientale et d'affinité irano-touranienne, dont l'aire d'extension s'arrête vers l'ouest au Golfe de la Grande Syrte. Il s'y ajoute un groupe de 60 à 80 espèces tropicales.

Sur le plan éco-climatique, ce domaine se singularise par un régime de précipitations fortement concentré sur les trois mois d'hiver (60 à 80 % du total annuel), caractéristique du Proche Orient *(Fig. 12E et F)*.

Sur le plan de la végétation, on note également la dominance physionomique d'espèces steppiques orientales telles *Achillea fragrantissima, Artemisia monosperma, Astragalus trigonus, Carduncellus mareoticus, Corydothymus capitatus, Limonium tubiflorum, Moricandia nitens, Phlomis fruticosa, Sarcopoterium spinosum*, etc.

❑ **Le domaine occidental** orano-marocain se singularise floristiquement par un groupe de quelques 355 espèces endémiques algéro-marocaines, environ 660 espèces de distribution occidentale et une centaine d'espèces tropicales. Contrairement à la zone orientale, les maxima saisonniers de pluviométrie surviennent en automne et au printemps, à la fois dans la zone centrale et dans la zone occidentale *(Fig. 12B, C et D)*.

Sur le plan éco-climatique, cette zone se caractérise par des températures diurnes élevées pendant la saison hivernale, jusqu'à des altitudes de 1000 m et plus, en dépit d'une moyenne des minima de janvier relativement basse (0<m<3°C), d'où le critère « M' » (moyenne des températures maximales de janvier), utilisé dans la classification éco-climatique (Le Houérou *et al.*, 1977).

Sur le plan de la végétation, on note la présence d'espèces tropicales, parfois dominantes, en liaison avec les maxima diurnes élevés d'hiver.

La zone littorale atlantique constitue un cas particulier en raison de la présence, et parfois la dominance physionomique, d'espèces macaronésiennes telles que les Euphorbes cactoïdes. C'est également un centre d'endémisme important d'une cinquantaine d'espèces. Cette flore et cette végétation sont liées à des conditions éco-climatiques particulières dues au courant des Canaries : fortes humidités atmosphériques, des températures modérées et de faible amplitude, l'absence de gel et une évapotranspiration potentielle de 30 à 40 % inférieure aux valeurs latitudinales de l'hinterland *(Fig. 12B)*.

❑ **La zone maghrébienne centrale** est constituée par les steppes de Tripolitaine, de Tunisie, du Sud constantinois et du Sud algérois jusqu'au Djebel Amour inclus.

Sur le plan floristique, cette région se caractérise par l'absence des endémiques orientales et occidentales et aussi par la rareté ou l'absence des espèces à distribution orientale et occidentale. Elle se singularise encore par un endémisme réduit à une trentaine d'espèces centré sur l'Atlas saharien et ses prolongements, et enfin par la rareté des espèces tropicales dont le nombre ne dépasse pas une trentaine (encore sont-elles tout à fait localisées à la région de Biskra et au piémont des Nemenchas). Ce dernier fait est en relation avec les hivers relativement froids du Sahara nord-oriental (exception faite de la région limitée de Biskra).

Sur le plan de l'éco-climatolologie, cette région se caractérise aussi par la présence des zones limitées recevant une quantité non négligeable de pluies estivales (10-20 % du total annuel) sous forme d'orages de convection (Némenchas, Dorsale tunisienne).

Conclusions générales

I – Classification des steppes

Les steppes du Nord de l'Afrique, en dépit d'une physionomie relativement homogène, constituent un ensemble complexe à de nombreux égards.

1. Aridité

On peut, en première approximation, les subdiviser en fonction de l'aridité. Celle-ci se reflète, bien entendu, dans la composition et la structure des peuplements végétaux et animaux. Mais, bien que nécessaire, l'aridité paraît largement insuffisante pour cerner les réalités biogéographiques des steppes. En se basant sur le seul critère d'aridité, on peut distinguer une première zone steppique d'aridité atténuée au contact de la zone semi-aride. Elle se caractérise par la coexistence de végétations forestière et steppique.

Cette zone « **aride supérieure** » peut se délimiter de façon commode par les isohyète de 300 et 400 mm de pluviosité moyenne annuelle ou, de façon, plus précise, par un quotient pluvio-évapotranspiratoire de 0,21 à 0,28, sauf au Maroc atlantique où ses limites correspondraient davantage aux isohyètes de 300 et 350 mm, pour ces mêmes quotients. Les raisons de ce décalage cisatlasique ont été analysées ; elles correspondent essentiellement à une réduction de l'ETP en zone littorale et sublittorale atlantique.

Le peuplement végétal de cette zone aride supérieure comprend non seulement des formations forestières plus ou moins dégradées à pin d'Alep ou thuya de Berbérie, mais encore les formations steppiques y contiennent des vestiges de compagnes forestières (cistes, romarin etc.) et parfois même des reliques d'essences forestières majeures (pin d'Alep, thuya, genévrier). Il s'agit donc, bien évidemment, de steppes secondaires.

Les plantes des steppes de la zone aride supérieure sont encore essentiellement méditerranéennes ; le nombre d'espèces d'affinité saharo-arabique n'y dépasse pas 5 %, alors que ce taux est nul en zone semi-aride. Pour le détail voir pages 83-86 et les annexes IV et VI.

Parallèlement, le peuplement animal est essentiellement constitué d'espèces méditerranéennes qu'il s'agisse de mammifères, d'oiseaux ou de reptiles. La plupart de ces animaux trouvent leur optimum écologique dans les milieux forestiers de la zone semi-aride. Pour le détail on se reportera aux annexes I, II et III.

A la lisière du Sahara on peut distinguer une zone « **aride inférieure** » ou « aride accentuée » encore appelée « présaharienne » ou « subdésertique » ; elle se caractérise par la présence et la dominance d'espèces steppiques strictes, l'infiltration d'une centaine d'espèces sahariennes et la quasi-inexistence d'espèces d'affinité forestière en dehors des zones favorisées par le ruissellement ou les inféro-flux. Cette zone peut se délimiter schématiquement par les isohyètes de 100 et 200 mm, ou, mieux, par un quotient évapotranspiratoire de 0,065 à 0,15. Cette zone se caractérise encore sur le plan de la faune par l'extension d'un certain nombre d'espèces dont le centre de distribution se trouve au Sahara, associées à des espèces plus typiquement steppiques. On note donc, ici encore, le parallélisme entre les affinités floristiques et faunistiques.

Dans cette zone l'agriculture pluviale tend à se limiter aux bas fonds favorisés par le ruissellement ; l'essentiel des activités agricoles non irriguées est de nature pastorale et généralement migratoire dans le passé. La sédentarisation y est en rapide progrès partout où elle n'est pas encore établie.

Entre ces deux zones de transition vers les régions semi-arides d'une part et sahariennes d'autre part, se situe la zone aride typique ou « **aride moyenne** ».

La zone aride moyenne se caractérise à la fois par des traits négatifs et positifs. Les traits négatifs sont la rareté ou l'absence des caractéristiques de la zone « aride supérieure » et de celles de la zone « aride inférieure », c'est-à-dire l'absence à la fois d'éléments forestiers et sahariens. Du point de vue positif, on note la dominance d'éléments strictement steppiques à la fois dans le peuplement végétal et le peuplement animal.

Cette zone peut se délimiter par les isohyètes de 200 et 300 mm de pluviosité moyenne annuelle, ou, de façon plus précise, par un quotient évapotranspiratoire de 0,15 à 0,21.

Sur le plan de la statistique phytogéographique, on note que la zone aride supérieure comprend environ 5 % d'éléments floristiques saharo-arabiques, tandis que la zone aride moyenne en contient environ 10 %, et la zone aride inférieure 20 %. Ce taux monte à 40 % au Sahara septentrional et 80 % au Sahara central planitiaire ; mais il est nul en zone semi-aride. La proportion d'éléments méditerranéens varie en sens inverse de celle des éléments saharo-arabiques : 90 % en zone semi-aride et 20 % au Sahara central *(Tableaux 12 et 15, pp. 53 et 54)*.

On note également un accroissement progressif des éléments tropicaux lorsque l'aridité et la température s'accroissent, mais ces éléments restent discrets puisqu'ils représentent moins de 5 % de l'ensemble floristique et environ 20 % de l'ensemble faunistique représenté par les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

2. Steppes chaudes et froides

On peut aussi distinguer un gradient de variation dans la composition des steppes en fonction de l'altitude et de la continentalité. Mais, l'altitude ne présente de valeur indicative caractéristique et absolue qu'à l'échelle locale. En effet, les isothermes de températures hivernales décroissent d'altitude d'ouest en est au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'océan. L'isotherme de 3°C de la moyenne des températures minimales journalières de janvier décroît d'environ 1000 m au Maroc occidental à 800 m dans les steppes oranaises et de 500 m dans les steppes constantinoises et tunisiennes *(Fig. 15 et 16)*.

Ce gradient de stress thermique hivernal et de risque de gel affecte de façon considérable la composition floristique et les potentialités agricoles des steppes mais non leur physionomie. Les grands types physionomiques sont identiques quel que soit « m » ; Les steppes d'alfa, de sparte et d'armoise blanche paraissent physionomiquement identiques à Midelt au Maroc (alt. 1600 m) et à Gharian en Libye (700 m), 2000 km plus à l'ouest, bien que leur composition botanique « fine » soit substantiellement différente.

Les steppes pulvinées tragacanthes, à chaméphytes épineux en coussinet, sont toutefois conditionnées par une valeur de « m » inférieure à +1°C, soit des altitudes supérieures à environ 2000 m au Maroc occidental et 1500 m à la frontière algéro-tunisienne.

3. Zonation méridienne

Le régime pluviométrique saisonnier constitue un troisième critère important de différenciation.

A l'est du méridien 19° Est, c'est à dire en Cyrénaïque et en Egypte, 60 à 70 % des pluies surviennent en hiver (Décembre, Janvier, Février). Ce régime Oriental de type monomodal est identique à celui qui prévaut au Proche Orient ; il s'oppose donc au régime occidental, bimodal avec des maximums d'automne et de printemps et un minimum relatif d'hiver. Cette limite du méridien 19°E se retrouve très clairement dans le peuplement végétal et la composition de la faune. Il existe 400 espèces végétales orientales et 120 endémiques dont l'aire d'extension ne transgresse pas vers l'ouest la frontière occidentale de la Cyrénaïque. Ce Domaine Oriental comprend 80 espèces d'affinité tropicale dont la plupart se trouvent aussi dans le Domaine Occidental. Cette même limite occidentale vaut aussi pour 29 espèces de mammifères, 17 espèces d'oiseaux, et 18 espèces de reptiles (Annexes I, II et III).

Un quatrième critère simple permet de distinguer une seconde subdivision longitudinale occidentale, approximativement le long du méridien de Greenwich. Ce critère est la moyenne des températures maximales journalières de janvier (« M' »)(7). Ces températures sont plus élevées à l'ouest du méridien 0°

7. Voir p. 24 pour la définition de M'.

pour un « m » donné ; en d'autres termes les journées d'hiver y sont chaudes et ensoleillées, même si les nuits sont fraîches ou froides. De fait, le Domaine Occidental ainsi délimité, se caractérise par 660 espèces végétales steppiques dont 270 endémiques et aussi par la présence de 100 espèces d'affinité tropicale dont 75 sont aussi présentes dans le Domaine Oriental.

Le méridien 0° constitue aussi la limite orientale de 18 espèces de mammifères, 16 espèces d'oiseaux et 6 espèces de reptiles.

Entre ces Domaines Steppiques Oriental et Occidental se différencie un Domaine Central, constitué par les steppes algéroises, constantinoises, tunisiennes, tripolitaines et syrtiques, situées entre les méridiens de 0° et 19°E ; ce domaine s'étend sur une distance totale Est-Ouest d'environ 2000 km. Il se caractérise par les faits suivants : un très faible endémisme floristique (30 espèces), la rareté des espèces d'affinité tropicale (35), l'absence d'espèces caractéristiques du Domaine Oriental et du Domaine Occidental, à la fois chez les plantes et les animaux.

Il convient de noter un caractère particulier des hautes plaines tuniso-constantinoises : le taux élevé des pluies estivales, s'agissant d'un climat méditerranéen. Ce taux atteint 15 à 20 % des pluies annuelles, ce qui permet d'évoquer l'existence dans ces zones d'un climat de caractère « méditerranéen atténué ». Cette particularité induit des conséquences non négligeables sur l'agriculture et l'élevage.

Il est à peine nécessaire d'évoquer la singularité de la zone aride du Maroc atlantique. Cette singularité est d'abord climatique, avec une faible amplitude thermique diurne et annuelle. Corrélativement, l'humidité atmosphérique y est plus élevée que dans les autres zones arides du Nord de l'Afrique et l'évapotranspiration potentielle annuelle y est en moyenne de 30 à 40 % inférieure à celle de l'hinterland aux mêmes latitudes

La végétation steppique y est relictuelle en raison du très fort impact de la population humaine ; mais la présence de 600 000 hectares d'un parc à arganier en zone aride supérieure et moyenne, constitue une originalité majeure ainsi que l'existence de formations végétales des steppes succulentes à euphorbes cactoïdes. D'autres euphorbes cactoïdes se retrouvent en zones à forte humidité atmosphérique dans les montagnes arides qui surplombent la Mer Rouge au Soudan, en Ethiopie, en Somalie et au Yémen.

La permanence du parc à arganier résulte dans une large mesure de l'application raisonnée d'une sage législation. Mais le parc est en recul de 1 % par an dans la plaine du Sous sous la pression de l'urbanisation et de l'extension des cultures irriguées.

La flore se caractérise par la présence d'un cortège d'une vingtaine d'espèces macaronésiennes d'affinité tropicale et de 52 taxons endémiques de la zone aride du sud-ouest marocain (Sous).

Sur le plan agricole la zone aride supérieure atlantique littorale et sublittorale se caractérise par l'existence de cultures de maïs en sec sur des superficies non négligeables (180 000 ha en 1968). C'est la seule zone aride du Bassin Méditerranéen où se pratique la culture du maïs en sec.

L'existence de plus d'un million et demi d'hectares de vergers conduits en culture sèche intégrale constitue une autre originalité de la zone aride du Nord de l'Afrique ; ce fait est, à notre connaissance, unique au niveau des zones arides mondiales. Il résulte de la conjonction de quatre causes principales :

- l'existence d'une distribution bimodale de la pluviosité annuelle avec des maxima d'automne et de printemps, ce qui a pour conséquence de réduire la longueur et la continuité de la saison sèche pour un total annuel donné, favorisant ainsi les plantes pérennes, notamment sur les sols sableux ;
- le stress thermique hivernal est nul à modéré, ce qui favorise les arbres fruitiers tolérants à la sécheresse (sauf le pistachier) ;
- la présence de vastes superficies de terres sableuses propices à l'arboriculture sèche de zone aride ;
- l'existence en Tunisie et en Tripolitaine de traditions arboricoles datant probablement de l'Antiquité, avec une forte prédilection pour l'oléiculture.

II – Analyse phytogéographique

La flore steppique du Nord de l'Afrique comprend près de 2630 espèces groupées en 700 genres et 120 familles. Elle inclut les éléments phytochoriques suivants :

Le taux d'endémicité de la flore steppique dépasse 19 % (504 espèces) ; soit 130 espèces endémiques du Domaine Oriental, 355 du Domaine Occidental, 20 du Domaine Central et 57 endémiques steppiques s.l. ; si on inclut les steppes du Sahara septentrional entre les isohyètes de 50 et 100 mm, les chiffres deviennent 25 % (660 espèces), soit : 130, 355, 20 et 165 respectivement.

Les steppes maghrébiennes font partie d'un ensemble méditerranéo-steppique régional formé de deux entités : la sous-région phytochorique Ibéro-maghrébienne et la sous-région phytochorique Irano-touranienne.

Le taux de communauté phytochorique entre les steppes maghrébiennes et les steppes ibériques dépasse 45 % ; ce taux est de 42 % avec les steppes proche-orientales. En d'autres termes 53 % des espèces steppiques maghrébiennes sont présentes en Espagne tandis que 76 % des espèces steppiques espagnoles sont présentes au Maghreb. D'autre part, 48 % des espèces steppiques du Nord de l'Afrique sont présentes au Proche-Orient (Syrie, Israël, Jordanie, Sinaï), tandis que 77 % de la flore steppique du Machreg sont présentes dans les steppes du Maghreb.

On notera en passant que le Sahara et la Presqu'île Arabique présentent des taux de communauté phytogéographique du même ordre de grandeur (50 %) que celui des steppes des deux sous-régions steppiques.

Du point de vue de la physionomie de la végétation, ces ensembles steppiques sont encore beaucoup plus homogènes que ne le laisse présager l'analyse des flores. Les grands types de steppes sont les mêmes : steppes graminéennes (alfa, sparte), arbrisellées (armoise blanche, armoise champêtre) ou crassulescentes (chénopodiacées). Il est important de rappeler ici que 75 % des espèces dominantes sont communes à l'ensemble des steppes maghrébiennes, ce qui justifie cette subjective impression d'homogénéité physionomique que produisent les steppes du Nord de l'Afrique sur l'observateur non spécialisé.

Il convient aussi de noter que l'alfa se cantonne à l'ouest du méridien de 15° E (Tripolitaine, Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne). Mais l'alfa ne franchit plus le Moyen et le Haut Atlas vers l'ouest. Les steppes d'alfa ont occupé plus de 8 millions d'hectares en Afrique du Nord ; elles n'occupent plus guère que le tiers de cette surface, suite à la surexploitation, aux défrichements et au surpâturage.

III – Origine et mise en place de la flore et de la faune

A la jonction des ères Tertiaire et Quaternaire, il y a environ 3 millions d'années, la flore et la faune villafranchiennes du Nord de l'Afrique présentaient un caractère tropical accentué, mais avec, curieusement, quelques éléments typiquement boréaux tels que le tilleul et les ours.

Le Pléistocène s'est caractérisé par une dizaine d'alternances de périodes semi-aride à sub-humide et de périodes arides.

La palynologie nous enseigne que les premières étaient caractérisées par une flore et une végétation forestières très semblables à celles que nous connaissons actuellement sous les climats semi-aride et sub-humide du Nord de l'Afrique tellienne et du Jebel Akhdar de Cyrénaïque. Les secondes présentaient une flore et une végétation steppiques dominées par les composées (armoises), les chénopodiacées et les graminées, c'est à dire, de nouveau, proches de celles que nous connaissons encore actuellement.

La flore steppique actuelle comprend environ 15 % d'éléments de la « rand flora », flore xérophile archaïque pan-africaine, commune dans les zones arides afro-australes. Cette rand flora est ici représentée par 30 familles sur 120 (25 %), 150 genres sur 700 (21 %) et environ 350 espèces sur 2630 (13 %).

La rand flora s'est probablement mise en place au cours des périodes arides quaternaires où, d'après les palynologues, la barrière de forêts ombrophiles équatoriales était réduite à quelques refuges montagnards ou marécageux. Il convient de remarquer ici que les périodes hyper-arides sahariennes notamment celles d'il y a 20 000 et 70 000 ans ne semblent s'être guère étendues vers le nord au-delà de la limite actuelle du Sahara, puisqu'on ne rencontre pas d'ergs fossiles dans les steppes. Ce fait contraste avec l'évolution du Sahara méridional où les ergs fossiles, notamment l'Erg Ogolien, s'étendent jusque 500-600 km au sud de la limite actuelle des dunes vives.

IV – Phytomasse et productivité primaire *(Fig. 22-26)*

Les steppes non dégradées ou peu dégradées du Nord de l'Afrique portent en moyenne une biomasse de l'ordre de 1000 à 1500 kg de MS par hectare ; environ 80 % de cette biomasse est constituée par des espèces pérennes. Le recouvrement de canopée de telles steppes est, en moyenne, de l'ordre de 20 à 30 %. Chaque pour-cent de recouvrement permanent correspond, en moyenne, à 43 kg MS ± 3.6 de biomasse pérenne par hectare. Cette correspondance entre recouvrement et biomasse varie, bien entendu, dans de larges proportions en fonction du type de steppe considéré et de son état dynamique.

Dans beaucoup de cas, par suite de la dégradation, la biomasse pérenne est maintenant réduite à 200-300 kg et le taux de recouvrement permanent à 5-6 %. Cette érosion biologique précède de peu l'érosion physique et la désertisation.

La productivité peut s'apprécier par le Coefficient d'Efficacité Pluviale (CEP). Les steppes en bon état dynamique présentent des CEP de l'ordre de 4-5 kg.MS/ha/an/mm. Mais les steppes dégradées ne produisent plus que 1 à 3 kg et celles qui ont été désertisées 0.1 à 1 kg.

La variabilité de la production primaire peut s'apprécier par le Quotient de Variabilité Production-Pluie (QVPP). Le QVPP est le rapport du coefficient de variation de la production primaire annuelle à celui de la pluviosité annuelle, exprimés en pour-cent des moyennes (rapports des écarts-types aux moyennes). La variabilité de la production primaire annuelle est en moyenne de 20 à 30 % supérieure à la variabilité des pluies annuelles ; mais, dans les steppes dégradées, la variabilité de la production peut atteindre le double ou le triple de celle des pluies, et bien plus dans les zones désertisées.

V – Evolution des steppes ; steppisation et désertisation *(Fig. 29-30)*

L'étude de la dynamique à long terme des steppes montre qu'elles sont de nature secondaire, dérivées de forêts claires, au moins dans les zones aride supérieure et aride moyenne. Ce point de vue résulte de diverses observations : l'existence dans ces steppes de nombreuses compagnes et parfois de reliques de la forêt, l'examen de documents historiques et des faits archéologiques, les descriptions des voyageurs et explorateurs des 18e et 19e siècles, l'étude d'anciennes cartes forestières établies à la fin du 19e siècle, les enseignements de l'analyse des mises en défens modernes et de l'expérimentation forestière, l'utilisation des technologies de télédétection (photographies aériennes et images satellitaires).

Les phénomènes de steppisation provoquent le passage d'une végétation de type forestier à une végétation steppique. Ils consistent essentiellement en l'élimination des arbres et des arbustes par diverses activités de déforestation : incendies répétés, coupes abusives, surpâturage et défrichements, et, le plus souvent, une combinaison de ces activités.

Ces transformations de la végétation sont accompagnées par une évolution parallèle des sols. Les sols bruns forestiers et les rendzines se transforment en sols isohumiques. Cette transformation consiste essentiellement en une réduction considérable des taux de matière organique dans les horizons supérieurs et en un changement de la nature chimique des composés organiques de l'humus. Au cours du processus la stabilité structurale des horizons de surface diminue en raison de la réduction du taux de matière organique et du changement de sa nature ; il se développe alors en surface, sur les sols de texture moyenne à fine, une pellicule de battance qui réduit l'infiltration et augmente le ruissellement.

Parallèlement à la diminution du taux de matière organique et à l'évolution de la structure, l'activité micro et macrobiologique des sols se réduit en même temps que la microflore et la microfaune se transforment. L'ensemble des processus conduit à une diminution considérable de la productivité biologique.

L'évolution de la végétation dans la zone aride inférieure est moins évidente. Les observations de terrain permettent de penser qu'une végétation forestière a probablement existé dans les sites favorables : dépressions, terrasses, zones bénéficiant du ruissellement, falaises et systèmes dunaires. Des vestiges forestiers existent encore dans de telles zones : pistachier de l'atlas, gommiers et arganier au Maroc occidental méridional. Par ailleurs, de nombreux reboisements ont été effectués avec succès jusque sous l'isohyète de 150 mm, notamment avec du pin d'Alep et du thuya de Berbérie (Gafsa, Gabès). Un boisement naturel de 15 000 ha de thuya de Berbérie, de lentisque et d'oléastre, à vrai dire déjà fort abrouti, existait encore entre Chebba et El Djem en 1885, lors du passage du forestier L. Baraban. Le célèbre peuplement de gommiers de Bou Hedma, dans le sud tunisien est établi sur un cadastré romain parfaitement visible sur les photographies aériennes (mais pas du sol).

Il existait des boisements de *Calligonum* arborescents dans les dunes du Grand Erg oriental dans les régions de Douz, Redjem Maatoug, Ksar Rhilane et Bir Aouine jusqu'à la seconde guerre mondiale, époque à laquelle ils furent détruits par le charbonnage ; nous avons pu en voir les derniers vestiges dans les années 1950 et y décrire une nouvelle espèce d'arbre *(Calligonum arich)*.

La désertisation consiste en une réduction irréversible du couvert végétal permanent et au développement consécutif de paysages désertiques nouveaux caractérisés par des dunes et des regs.

Des études détaillées et prolongées dans des zones-test de plusieurs dizaines de milliers d'hectares permettent de conclure que la désertisation progresse de façon inexorable à un taux de l'ordre de 0.6 % par an dans la zone aride inférieure, soit 0,7 million d'hectares par an. Les causes en sont bien connues et résultent de l'explosion démographique puisque la population humaine aura décuplé au cours du XXe siècle, on en a dès à présent la certitude. La densité de la population humaine était de l'ordre de 20 habitants par km^2 en Tunisie Centrale lorsque nous avons commencé nos recherches en 1950 ; elle est maintenant de l'ordre de 100 habitants par km^2. Cette densité est très hétérogène, mais elle a crû partout dans des proportions comparables. Les conséquences de cette explosion sont un surpâturage intense et continu, la collecte acharnées du bois de feu et les défrichements intempestifs pour la culture des céréales jusqu'à la lisière du Sahara où les chances de récolte d'orge ne dépassent pas 10 %.

La désertisation est renforcée par une politique de subvention des céréales fourragères et des aliments concentrés. Dans certains pays comme l'Algérie et la Libye, le taux de subvention atteint 50 % de la valeur de ces denrées sur le marché local. La conséquence en a été le développement depuis les années 1970 d'un élevage spéculatif et des densités animales de l'ordre de un mouton-équivalent par hectare c'est-à-dire 4 à 5 fois supérieures à la capacité de charge naturelle. Parallèlement environ 50 % des terres steppiques ont été défrichées depuis les années 1950 en vue de la culture épisodique et aléatoire de céréales ; il en résulte que dans ces conditions la végétation steppiques s'est transformée en végétation messicole et de jachères (cultigène). Le rapport entre la population humaine et la population animale est resté sensiblement constant depuis un demi-siècle : un mouton-équivalent par habitant, malgré l'appauvrissement des steppes ; cela ne peut s'expliquer sans l'utilisation généralisée des aliments concentrés, des sous-produits et des résidus agricoles.

Le développement de l'élevage spéculatif basé sur une alimentation concentrée a fortement contribué à sédentariser l'élevage steppique. La sédentarisation est maintenant totale en Egypte, en Libye, en Tunisie, au Maroc occidental, et en progrès rapide au Maroc oriental et en Algérie. On estime que les parcours ne représentent actuellement pas plus de 10 % de la ration alimentaire du troupeau ovin algérien (18 millions de têtes) ; il en est de même en Libye et en Egypte.

VI – La remontée biologique, la restauration et la réhabilitation des steppes

La remontée biologique est l'ensemble des processus inverses de ceux de la steppisation et de la désertisation. On a pu les étudier dans des zones protégées des facteurs de dégradation pendant des périodes plus ou moins longues.

Le phénomène essentiel est le développement de la biomasse végétale pérenne et du recouvrement permanent de la végétation. La dynamique des groupements végétaux dépend de l'état de dégradation antérieur et des degrés d'aridité climatique et édaphique. Il dépend aussi du degré d'entropie des écosystèmes en présence. Il existe des blocages dans l'évolution et la succession des groupements végétaux. Une garrigue peut généralement retourner à la forêt lorsque la protection est totale et suffisamment longue. Mais une steppe d'armoise blanche ne peut pas évoluer vers une steppe d'alfa puisque cette plante ne se régénère pas de graine en dehors de la forêt. Par contre l'évolution des jachères vers les steppes d'armoise est un fait d'observation courante. Les nombreuses mises en défens réalisées en zone steppique depuis 50 ans permettent de conclure que les steppes arbrissellées constituent une dégradation des steppes graminéennes. On observe en effet dans les mises en défens que les chaméphytes sont progressivement éliminés par les graminées pérennes en un laps de temps de 5 à 10 ans, en condition de protection totale contre les herbivores domestiques. Les principales graminées pérennes colonisatrices sont *Stipa parviflora, S. lagascae, S. fontanesii, Stipagrostis plumosa*, etc., c'est-à-dire des espèces généralement présentes dans les steppes à arbrisseaux mais toujours dominées et inapparentes sous le régime habituel du surpâturage.

La remontée biologique se caractérise par l'augmentation du taux de recouvrement permanent, de la biomasse pérenne, du taux de matière organique dans le sol, de la stabilité structurale, de la perméabilité et du bilan d'eau, de l'activité biologique et de la productivité primaire, tandis que la variabilité de la production annuelle diminue.

Il s'agit donc bien des processus contraires à ceux de la désertisation ; certains auteurs ont utilisé le terme de « dé-désertisation » qui fut le thème d'une conférence internationale organisée en Iran en avril 1975. Nous préférons utiliser le terme de restauration qui implique un retour vers l'état primitif. La réhabilitation implique, au contraire, une amélioration artificiellement provoquée par l'homme, utilisant un matériel végétal différent de celui des steppes originelles, souvent par l'introduction d'espèces exotiques ou allochtones.

La **restauration** des steppes par la remontée biologique peut être facilitée et accélérée par divers travaux de conservation des eaux et du sol et la **réhabilitation** par la plantation d'arbres et arbustes fourragers spécialisés et tolérants à l'aridité : *Cactus, Atriplex, Acacia, Agave, Prosopis*, etc.

Ces arbustes permettent d'obtenir des productivités remarquables avec des Coefficients d'Efficacité Pluviale de 10 à 15 kg.MS/ha/an/mm c'est à dire 3 à 5 fois plus élevés que des steppes relativement peu dégradées sous les mêmes conditions écologiques. Il faut noter à ce propos que le resemis des steppes n'a jusqu'ici donné lieu a aucun succès de quelque envergure ni en Afrique du Nord ni au Proche Orient, malgré des centaines de tentatives. Les essais de fertilisation sont peu concluants et le sont d'autant moins que l'aridité est accentuée. Même lorsqu'elle est techniquement et biologiquement positive, la fertilisation n'est jamais justifiée sur le plan économique, s'agissant de parcours steppiques.

VII – Les perspectives de développement agricole des steppes

Les activités de développement en zone steppique ont essentiellement consisté jusqu'ici à créer et développer des périmètres irrigués. Ces activités ont le plus souvent été établies sans liaison avec l'agriculture steppique.

Il n'y a pratiquement pas de relations entre un secteur irrigué dit « moderne » et un secteur d'agriculture steppique dit « traditionnel ». Cette dualité résulte, en grande partie, du régime foncier des terres : régime privé en secteur irrigué et régime collectif en secteur traditionnel.

Toutes les nombreuses tentatives de développement sous régime collectif se sont, à ma connaissance, soldées par des échecs rapides et coûteux.

On pourrait citer ici le cas de la région de Chellala en Algérie qui a fait successivement l'objet de 4 projets détaillés de planification sur 800 000 hectares par des techniciens de 4 pays différents de 1960 à 1985. Ces projets ont coûté des sommes considérables, ont produit d'imposants rapports et de belles

cartes, mais rien de concret ne s'est produit sur le terrain. On pourrait mentionner maints exemples de cette nature dans chacun des pays concernés.

Il semble que les perspectives de développement resteront très limitées sauf réformes foncières axées sur la privatisation des terres soit au bénéfice d'individus soit à celui de petits groupes familiaux.

Cette privatisation paraît maintenant moins difficile à réaliser par suite de la sédentarisation des populations agricoles des steppes. Elle est non seulement socialement inéluctable mais techniquement possible et désirable par le développement des plantations fruitières en sec, notamment du pistachier dans les hautes plaines, et celui des arbustes fourragers qui permettent de pallier le nomadisme et la transhumance, par la sécurité alimentaire des troupeaux. Des législations incitatives existent dans certains pays comme la Tunisie ; mais sans apurement foncier ces incitations tendent à rester inutilisées.

Le développement harmonieux des zones steppiques postule, à notre sens, une étroite association des secteurs irrigué et pluvial. Le secteur traditionnel ne peut évidemment pas faire face aux besoins d'une population en rapide expansion ; des segments de plus en plus importants de la population agricole devront se tourner vers d'autres activités économiques, notamment l'industrie, le tourisme et le secteur tertiaire de façon générale. La principale réponse jusqu'ici a généralement été l'émigration à l'intérieur et/ou à l'extérieur des frontières nationales. Il est douteux qu'elle puisse à l'avenir absorber des portions importantes de l'excès de population des zones steppiques, en l'absence d'une politique efficace de planning familial.

VIII – Les steppes et l'évolution climatique prévisible *(Fig. 9, 11, 13, 14, 15 et 31-35)*

Selon les modèles de circulation globale développés depuis une quinzaine d'années la température de la basse atmosphère devrait augmenter de 3°C ± 1.5 sous les latitudes méditerranéennes vers les années 2030–2050. Cette élévation de température résulterait de la pollution atmosphérique par le gaz carbonique, les chlorofluorocarbones, le méthane, les oxydes de soufre, l'ozone, etc. Si ce scénario se réalisait les conséquences sur les zones arides et les steppes du Nord de l'Afrique seraient les suivantes :

- pas d'augmentation de la pluviosité à ces latitudes ; certains des modèles prévoient, au contraire, une légère diminution ;

- augmentation de l'évapotranspiration potentielle d'environ 200 mm par an, c'est-à-dire de 15 %, en moyenne, pour les zones steppiques.

On assisterait donc à une péjoration du quotient pluvio-évapotranspiratoire dans les mêmes proportions puisque les modèles ne prévoient pas d'augmentation significative de la pluviosité dans ces zones. Les limites zonales basées sur ce quotient remonteraient donc toutes, mais de façon variable en valeur absolue. Ce relèvement généralisé des limites présenterait les valeurs approximatives suivantes :

- à la limite entre la zone aride et la zone hyper-aride, le quotient P/ETP augmenterait de 0,01 point, soit à 0,075 au lieu de 0,065 ;

- à la limite entre la zone aride inférieure et la zone aride moyenne, ce quotient augmenterait de 0,0225 point à 0,1725 au lieu de 0,15 ;

- à la limite entre les zones aride moyenne et supérieure, le quotient augmenterait de 0,0315 point pour atteindre 0,2315 au lieu de 0,20 ;

- la limite entre la zone aride et la zone semi-aride remonterait de 0,042 point, donc à 0,322 au lieu de 0,28.

On assisterait donc à une aridisation climatique significative équivalente à une perte de pluviosité moyenne annuelle de l'ordre de 50 mm. Il y aurait donc translation et transgression des zones l'une sur l'autre d'environ 10 km (0,1° de latitude), soit, approximativement, 50 000 km^2. En d'autres termes, la zone aride supérieure transgresserait sur l'actuelle zone semi-aride d'environ 50 000 km^2 et ainsi de suite. Bien entendu, cette aridisation aurait des conséquences sur l'agriculture, les forêts et l'élevage.

Ces conséquences seraient une réduction significative de la production primaire et une augmentation corrélative de sa variabilité.

- On assisterait également à une remontée de l'aridité en altitude pour les mêmes raisons ; cette remontée peut être évaluée à environ 150-200 m.

- On observerait aussi une remontée en latitude et en altitude des ceintures thermiques de végétation, avec une expansion des espèces thermophiles ; cette transgression peut être évaluée à : (3°C x 100 m)/0.55°C = 545 m en altitude et 545 km en latitude.

Bien entendu, ces transformations prendraient un certain temps. La palynologie nous enseigne que des changements rapides se sont produit en un siècle environ tandis que des changements lents peuvent prendre un millénaire ou plus pour se réaliser.

En toute hypothèse les conséquences d'une éventuelle évolution du climat dans le sens évoqué par les scénarios issus des modèles de circulation globale seraient très largement éclipsées par l'impact probable de l'explosion démographique. Les cinq pays du Nord de l'Afrique avaient une population d'environ 18 millions d'habitants en 1900, 41 millions en 1950, 118 millions en 1990, elle atteindra 150 millions d'habitants en 2000.

Contrairement à certaines affirmations les statistiques officielles de l'ONU ne montrent aucune décélération du phénomène de 1950 à 1990. Si le taux d'accroissement demeure inchangé pendant les deux prochaines générations la population des 5 pays du Nord de l'Afrique atteindra 540 millions de personnes en 2050. Il paraît évident qu'une telle densité de population serait incompatible avec le maintien de quelque végétation naturelle que ce soit, si on se réfère aux rares zones ayant actuellement de telles densités. Par ailleurs, la plus grande partie des ressources hydrauliques et des ressources en sols irrigables est maintenant exploitée, sauf peut-être au Maroc. L'avenir paraît donc bien sombre en l'absence d'une réduction de l'expansion démographique.

Tableaux hors-texte

Tableau 42. Superficie par pays des zones arides nord-africaines (par millier de km2)

Pays / Zone	superficie	Zones éco-climatiques			Total	%
		Semi-aride	Aride S. S.	Hyper-aride et Érémitique		
MAROC (Sahara Occidental compris)	713	130	120	396	646	90
ALGERIE	2381	90	210	2000	2300	97
TUNISIE	164	26	55	63	144	88
LIBYE	1760	2	90	1665	1757	99
EGYPTE (Sinaï exclu)	1001	-	30	971	1001	100
Total	**6019**	**248**	**505**	**5095**	**5848**	**97**

Tableau 43. Correspondance approximative entre les critères d'estimation de l'intensité et de la longueur approximative de la saison sèche (stress hydrique), en zone isoclimatique méditerranéenne aride (s.l.)(*).

P mm	ETP (Penman) mm	P/ETP	P < 0,35 ETP P < 2t (Jours/an)	Zones écoclimatiques
0	2500	0,00	365	Érémitique inférieur
5	2200	0,01	365	Érémitique supérieur
25	2000	0,02	365	Hyper-aride inférieur
50	1800	0,03	365	Hyper-aride supérieur
100	1600	0,06	365	Aride inférieur
200	1500	0,15	330	Aride moyen
300	1400	0,21	300	Aride supérieur
400	1300	0,28	270	Semi-aride inférieur
500	1200	0,36	220	Semi-aride supérieur
600	1100	0,45	180	Subhumide (pour mémoire)

(*) Les équivalences mentionnées ne concernent pas la zone méditerranéenne aride océanique (Californie littorale, Baja California, littoral Chilien, littoral Sud-Marocain et Canaries) où l'ETP est de 30 à 40 % *inférieure à celle des zones continentales de même latitude.*

Tableau 44. Correspondance approximative entre "m" et les seuils écoclimatiques de stress thermique hivernal dans la zone isoclimatique méditerranéenne aride (s.1.) (voir aussi *Fig. 5*)

m°C	Nombre approximatif de jours de gel sous abri	sous-zones écoclimatiques
		Hivers très chauds
9	0	
		Hivers chauds
7	5	
		Hivers doux
5	10	
		Hivers tempérés
3	20	
		Hivers frais
+1	30	
		Hivers froids
-1	60	
		Hivers très froids (zones continentales et de Hautes Montagnes)
-3	90	
		Hivers extrêmement froids (zones continentales et de Hautes Montagnes) Steppes pulvinées, thuriféraies
-5	120	
		Hivers glaciaux limite supérieure des arbres
-10	180	

Tableau 45. Zonation écoclimatique des régions arides nord-africaines (s.1.)

				9	7	5	3	+1	-1	-3	-5
Zones d'aridité (Stress hydrique, P/ETP ; P<0.35 ETP) Grands types climatiques		Sous-zones thermiques (Stress thermique hivernal) ("m")		Hivers Très Chaud a	Hivers Chaud b	Hivers Doux c	Hivers Tempérés d	Hivers Frais e	Hivers Froids f	Hivers Très Froids Haute Montagne g	Hivers extrêmement froids Hte Mont h
		P	P/ETP								
		0	0.00								
Erémitique	Inférieur	A		Aa +	Ab +	Ac +	Ad +	?	-	-	-
		5	0.01								
	Supérieur	B		Ba +	Bb +	Bc +	Bd +	Be +	Bf ?	-	-
		25	0.02								
Hyper-aride	Inférieur	C		Ca +	Cb +	Cc +	Cd +	Ce +	?	-	-
		50	0.03								
	Supérieur	D		Da +	Db +	Dc +	Dd +	De +	Df +	-	-
		100	0.06								
Aride	Inférieur	E		Ea +	Eb +	Ec +	Ed +	Ee +	Ef +	Eg ?	-
		200	0.15								
	Moyen	F		Fa +	Fb +	Fc +	Fd +	Fe +	Ff +	Fg ?	-
		300	0.21								
	Supérieur	G		Ga +	Gb +	Gc +	Gd +	Ge +	Gf +	Gg +	-
		400	0.28								
Semi-aride	Inférieur	H		Ha +	Hb +	Hc +	Hd +	He +	Hf +	Hg +	Hh +
		500	0.36								
	Supérieur	I		Ia +	Ib +	Ic +	Id +	Ie +	If +	Ig +	Ih +
		600	0.45								
Sub-humide		J		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM
		800	0.60								

+ = Combinaisons observées ; ? = Combinaisons douteuses ; - = Combinaisons non observées ou impossibles ; PM = Pour mémoire.

Tableau 46. Zonation écoclimatique des régions arides et désertiques de l'Afrique du nord (Le Houérou *& al.*, 1977/1979)

ZONES BIOCLIMATIQUES		Hivers		Très froids	Froids		Frais			Tempérés			Doux	Chauds	Très chauds
		m		-1		+1			+3				+5	+7	+9 +15
		T° diurne		microhem	micro	meso	micro	meso	macro	meso	macro	mega	megahemerotherme		
		M1		10	10	12	10	12	15	12	15	20	> 20		
		P	P/ETP												
Semi-aride	sup.	600	0.45												
		500	0.36	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	inf.	400	0.28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aride	sup.	300	0.21	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	moy.	200	0.15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	inf.	100	0.065	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hyper aride	sup.	50	0.03	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	inf.	25	0.02	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Erémitique	sup.	10	0.01	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	inf.	0	0.000	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

+ = Combinaisons observées ; - = Combinaisons douteuses ou inexistantes.
N.B. Les correspondances de P et P/ETP sont approximatives et non valables pour le littoral atlantique. m = moyenne des minima de janvier ; M1 = moyenne des maxima de janvier

Tableau 47. Etude de l'ETP dans la zone aride (s.l.) de l'Afrique du nord. Comparaison des données annuelles calculées par les méthodes de Turc, Penman et *Le Houérou*

PAYS	Nombre de stations communes	Moyenne Turc	Moyenne Le Houérou (68,64t)	Différence mm	Différence %	Nombre de stations communes	Moyenne Le Houérou	Moyenne Penman	Différence mm	Différence %
Maroc						17	1 423	1 453	20	1,41
Algérie	29	1 196	1 299	103	7,9	21	1 417	1 420	4	0,21
Tunisie	20	1 349	1 293	55	4,12	21	1 367	1 250	117	8,56
Lybie	45	1 417	1 307	110	8,4	16	1 316	1 640	324	24,60
Egypte						27	1 380	1 584	204	14,80
Total	94					102				
Moyenne arithmétique		1 321 1 334	1 300 1 302	21 32	1,62 2,46		1 381 1 382	1 469 1 468	88 86	6,37 6,25

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
I - MAROC

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
1	Agadir	3026	936	50	225	27,1	7,2	19,9	18,7	19,9	1177	0,19	39,1	AM-c	
2	Agdz	3026	624	1100	108	41,5	2,2	21,9	—	39,3	1500	0,07	9,4	Al-f	
3	Agoudim	3223	509	2200	361	32,0	4,0	14,0	—	36,0	961	0,38	34,4	SAS-gl	
4	Aïn Almou	3451	212	1300	616	33,7	1,8	17,8	12,4	31,9	1218	0,51	62,2	SH-f	
5	Aïn Cha7b	3024	914	80	247	34,8	6,7	20,8	—	28,1	1424	0,17	30,1	AM-d	
6	Aïn Ej Johra	3406	602	150	485	35,4	5,2	20,3	19,2	30,2	1393	0,35	55,1	SAl-d	
7	Aïn El Kebira	3359	300	1450	526	34,0	-0,5	16,8	13,8	34,5	1150	0,46	52,3	SH-ff	
8	Aïn Guennfouda	3429	203	1200	246	32,5	1,5	17,0	—	31,0	1167	0,21	27,2	AS-f	
9	Aïn Taoujdate	3959	514	550	467	35,6	4,1	19,9	17,4	31,5	1363	0,34	50,1	SAl-t	
10	Aït Abdallah	2949	846	1750	167	36,5	0,0	18,3	—	36,5	1253	0,16	18,5	AM-f	
11	Aït Hani	3147	530	1950	209	36,5	-3,5	16,5	—	40,0	1133	0,18	17,5	AM-tf	
12	Aït Mhammed	3153	628	1680	549	31,7	-4,3	18,0	12,2	36,0	1236	0,44	52,3	SH-gl	
13	Aït Ourir	3134	740	700	552	37,1	5,2	21,2	19,1	31,9	1452	0,38	59,4	SAl-d	

Légende

(a) * = Données thermiques interpolées, donc approximatives.

(b) Signification des symboles : SH = Sub-Humide, SAS = Semi-Aride Supérieur, SAI = Semi-Aride Inférieur, AS = Aride Supérieur, AM = Aride Moyen, AI = Aride Inférieur, HAS = Hyper-Aride Supérieur, HAI = Hyper-Aride Inférieur, ES = Erémitique Supérieur, EI = Erémitique Inférieur; tf = Hivers très froids ; ff = Hivers froids, f = Hivers frais, t = Hivers tempérés, d = Hivers doux, c = Hivers chauds, cc = Hivers très chauds. Pour la définition de ces termes voir les Tableaux n° 2 & 3, et le texte.

(c) Pour le Maroc nous avons utilisé la série pluviométrique 1933-1963 (carte des Précipitations du Maroc, 1973), MARA, DMV, Direction de l'Hydraulique, Rabat. Les chiffres de cette série sont en moyenne supérieurs de 23 mm/poste (7,6 %) à ceux de la série de 1925-1949, utilisée par Sauvage, 1963, pour les 122 postes communs aux deux séries, retenus dans la présente étude.
Les chiffres de 1925-1949 sont plus élevés de 0 à 5 % dans 18 % des stations ; ceux de 1933-1963 sont égaux ou plus élevés de 0 à 1 % dans 16 % des stations, de 1-5 % dans 21 % des stations, de 5-10 % dans 10 % des stations, de 10-20 % dans 2 % des stations et de plus de 20 % dans 33 % des stations.

(d) L'ETP a été estimé par la formule : ETP = (M+m/2)68,64; M+m/2 = t + 1,5°C, en moyenne pour les 350 stations où les deux données étaient disponibles. Dans le détail, par pays, la différence entre les deux paramètres est 1,67°C pour le Maroc, 2,53 pour l'Algérie, 1,83 pour la Tunisie, 1,57 pour la Libye, 0,47 pour l'Egypte et 0,83 pour la Mauritanie. La moyenne brute de cette différence est de 1,48°C et la moyenne pondérée de 1,79°C, soit l'équivalent de 102 et 123 mm, respectivement (voir Tableau 47).

(e) P = Pluviosité moyenne annuelle en mm, M = Moyenne des maxima quotidiens du mois le plus chaud, m = moyenne des minima quotidiens du mois le plus froid, Q3 = 3,43 (M-m), t = température moyenne annuelle ; M, m et t sont exprimés en °C. Q3 = Quotient pluviothermique d'Emberger, modifié par Stewart (1968) : Q3 = 3,43 P/M-m, où M et m sont exprimés en °C.

CIHEAM - Options Mediterraneennes

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
14	Aknoul	3440	352	1210	529	33,7	1,5	17,6	14,6	32,2	1208	0,44	56,4	SAS-f	
15	Al Hoceima	3514	355	50	327	28,9	9,7	19,3	18,3	19,2	1325	0,25	65,9	AS-cc	
16	Amizmiz	3115	814	1000	488	34,7	3,1	18,9	17,6	31,6	1287	0,38	53,0	SAS-t	
17	Aourioura	2850	159	40	102	27,0	7,0	17,0	—	20,0	1167	0,09	17,5	AI-c	
18	Argana	3047	908	750	176	41,2	2,2	21,7	17,3	39,0	1489	0,12	15,5	AI-f	
19	Asni	3115	800	1200	459	32,0	1,0	16,5	—	31,0	1133	0,41	51,1	SAS-ff	
20	Assa	2826	925	370	68	43,5	4,7	24,1	—	38,8	1654	0,04	6,0	HAI-d	
21	Assilah (*)	—	—	12	578	28,5	7,0	17,8	17,5	21,5	1218	0,47	92,2	SH-c	
22	Azilal	3158	632	1430	561	33,9	2,0	18,0	15,8	31,9	1232	0,46	60,3	SH-f	
23	Benguerir	3214	758	475	230	38,2	4,7	21,5	20,0	33,5	1472	0,16	23,5	AM-t	
24	Ben Slimane	3337	707	280	475	29,8	6,3	18,1	17,3	23,5	1239	0,38	69,3	SAS-d	
25	Berguent (*) (Aïn Beni Mathar)	3403	202	920	197	34,0	-0,5	16,8	18,3	33,5	1153	0,17	20,2	AM-ff	
26	Berkane	3456	220	145	350	32,8	5,5	19,2	18,3	27,3	1314	0,27	44,0	AS-d	
27	Berkine	3345	350	1280	362	34,0	0,7	17,4	14,2	33,3	1191	0,30	37,3	SAI-ff	
28	Berrechid	3318	725	240	374	33,4	4,1	18,8	17,6	29,3	1287	0,29	43,8	SAI t	
29	Bou Arfa	3234	158	1310	196	37,8	1,9	19,9	17,4	35,9	1363	0,14	18,7	AI-f	
30	Boudenib	3137	335	925	112	40,8	1,5	21,2	20,5	39,3	1452	0,08	9,5	AI-f	
31	Boulmane-du-Daddes	3121	558	1585	177	36,0	1,0	18,5	—	35,0	1270	0,14	17,3	AI-ff	
32	Bou Tazerte	3122	943	35	257	31,3	6,7	19,0	—	24,6	1304	0,20	35,8	AM-d	
33	Bouznika	3349	710	45	411	28,6	7,0	17,8	17,6	21,6	1222	0,34	65,3	SAI-c	
34	Casablanca	3355	739	50	443	27,0	7,2	17,1	17,6	19,8	1174	0,38	76,6	SAI-c	
35	Ceuta	3553	519	200	580	27,1	8,9	18,0	—	18,2	1236	0,47	109,3	SH-cc	
36	Chaïb Targuist	3457	418	1020	463	33,5	1,7	17,6	14,3	31,8	1208	0,38	49,9	SAS-f	
37	Chichaoua	3133	847	340	187	37,9	2,8	20,4	18,9	35,1	1397	0,13	18,3	AI-f	
38	Dakhla (ex Villa Cisneros)	2342	1552	10	29	27,0	13,6	20,3	—	13,4	1395	0,02	7,4	HAI-	subtropical océanique
39	Dar Driouche	3459	323	290	281	31,6	5,3	18,5	—	26,3	1266	0,22	36,6	AS-d	
40	Demnate	3144	659	950	590	34,0	2,0	18,0	16,9	32,0	1236	0,48	63,2	SH-f	
41	El Ayoun-du-Draa	2831	1042	450	110	34,5	5,0	19,5	—	29,5	1356	0,08	12,8	AI-d	
42	El Borouj	3221	711	405	334	41,2	3,5	22,4	19,6	37,7	1534	0,22	30,4	AS-t	
43	El Jadida (ex Mazagan)	3315	824	55	366	27,6	6,4	17,0	17,2	21,2	1167	0,32	59,2	SAI-d	
44	El Kalaa-des-Srarhna	3203	724	465	257	39,4	4,3	21,9	19,4	35,1	1500	0,17	25,1	AM-t	
45	El-Kannsera-du Beht	3203	556	90	423	35,9	6,3	21,1	—	29,6	1448	0,29	49,0	SAI-d	
46	El Khatouate	3324	659	800	535	33,1	5,2	19,2	16,6	27,9	1314	0,40	65,8	SAS-d	

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
47	Essaouira (ex Mogador)	3131	947	5	295	22,2	9,6	15,9	16,9	12,6	1091	0,27	80,3	AS-cc	
48	Erfoud (*)	3128	410	955	70	41,0	2,0	21,5	21,4	39,0	1476	0,05	6,2	HAS-f	
49	Fes	3402	500	415	573	35,8	4,3	20,1	17,8	31,5	1376	0,42	62,4	SAS-t	
50	Figuig	32,7	114	900	128	42,5	3,5	23,0	20,9	39,0	1579	0,08	11,3	AI-t	
51	Goulmima	3142	456	950	130	39,0	0,8	19,9	20,5	38,2	1366	0,10	11,7	AI-ff	
52	Gourrama	3220	405	1360	155	37,8	0,0	18,9	—	37,8	1297	0,12	14,1	AI-ff	
53	Guelmine (ex Goulimine)	2859	1003	300	132	35,4	6,5	21,0	—	28,9	1438	0,09	15,7	AI-d	
54	Guercif	3414	321	360	199	37,3	3,8	20,6	18,8	33,5	1411	0,14	20,4	AI-t	
55	Had Kourte	3438	544	80	551	35,5	5,0	20,3	19,0	30,5	1390	0,40	62,0	SAS-d	
56	Ida-ou-Tanane (Peltier, 1982)				494	34,8	4,8	19,8	—	30,0	1359	0,36	56,5	SAI-t	
57	Imilchil	3209	544	2200	303	31,2	-5,2	13,0	11,0	36,4	892	0,34	28,6	SAS-gl	
58	Ida-ou-Tanane	3041	929	1310	532	32,0	2,0	17,0	15,1	30,0	1167	0,46	60,8	SH-f	
59	Imouzer des Marmoucha	3328	410	1650	502	30,9	-0,7	15,1	12,1	31,6	1036	0,48	54,4	SH-ff	
60	Imzorbne	3509	351	60	305	32,2	6,0	19,1	15,1	26,2	1311	0,23	39,9	AS-d	
61	Irherm	3006	828	1730	186	32,8	-0,3	16,3	12,3	33,1	1115	0,17	19,4	AM-ff	
62	Itzère	3253	503	1650	362	34,3	-1,0	16,7	13,9	35,3	1143	0,32	35,2	SAI-ff	
63	Jebha (ex Puerto Capaz)	3512	440	10	292	29,5	5,9	17,7	—	23,6	1215	0,24	42,3	AS-d	
64	Jemaa n'Tirhirt	2913	926	1180	339	38,0	-0,2	18,9	—	38,2	1297	0,26	30,4	AS-ff	
65	Kasba-Tadla	3236	616	495	459	39,8	3,9	21,9	19,8	35,9	1500	0,31	43,9	SAI-t	
66	Khmissete	3350	604	460	542	32,5	5,3	18,9	—	27,2	1297	0,42	68,3	SAS-d	
67	Khourigba	3253	654	800	395	34,6	4,1	19,4	17,2	30,5	1328	0,30	44,4	SAI-t	
68	Knitra	3416	634	25	596	31,6	4,8	18,2	—	26,8	1249	0,48	76,3	SH-t	
69	Ksar-es-Souk (Er-Rachidia)	3156	426	1060	140	40,1	1,0	20,6	19,7	39,1	1411	0,10	12,3	AI-f	
70	Laayoune	2709	1312	68	38	30,0	9,6	19,8	—	20,4	1359	0,03	6,4	HAI-cc	
71	Lagouira	2056	1702	3	33	30,0	13,3	21,6	—	16,7	1486	0,02	6,8	HAI-	Subtropical océanique
72	Marrakech	3137	802	470	250	38,3	4,5	21,4	19,9	33,8	1469	0,17	25,4	AM-t	
73	Martil (Oued)	3537	517	5	601	33,1	7,3	20,2	18,3	25,8	1387	0,43	79,9	SAS-c	
74	Mechra Bel Ks i ri	3435	556	25	582	34,9	6,7	20,8	19,3	28,2	1428	0,41	70,8	SAS-d	
75	Meknès	3352	533	530	573	34,2	4,4	19,3	17,0	29,8	1325	0,43	66,0	SAS-t	
76	Melilla	3517	257	#50	401	32,6	7,4	20,0	18,2	30,8	1373	0,29	44,7	SAI-c	
77	Merhaoua	3556	403	1260	666	32,5	-2,3	15,1	—	34,8	1036	0,64	65,6	SH-ff	

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
78	Midelt	3241	443	1525	235	34,1	-0,3	16,9	14,5	34,4	1160	0,20	23,4	AM-ff	
79	Mirleft	2935	1001	60	156	27,0	7,5	17,3	—	19,5	1184	0,13	27,4	Al-c	
80	Missour	3303	359	900	159	41,0	0,1	20,6	—	40,9	1411	0,11	13,2	Al-ff	
81	Mohammedia (ex Fedala)	3343	724	10	431	26,6	8,1	17,4	17,7	18,5	1191	0,36	79,9	SAl-c	
82	Monte Arraoulte	3501	3000	180	265	28,4	6,2	17,3	—	22,2	1187	0,22	41,1	AS-d	
83	Moulay Bou Azza	3315	610	1070	606	33,5	1,7	17,6	16,4	31,8	1208	0,50	65,4	SH-f	
84	Nador	3511	256	3	329	30,0	7,1	18,6	18,0	22,9	1273	0,26	49,3	AS-c	
85	Ouarzazate	3056	654	1140	119	39,4	1,0	20,2	19,1	39,4	1387	0,09	10,6	Al-ff	
86	Oued Lao	3227	506	6	440	32,9	7,4	20,2	17,3	25,5	1383	0,32	59,2	SAl-c	
87	Oued-Zem	3252	634	780	426	35,0	3,8	19,4	17,1	31,2	1332	0,32	46,8	SAl-t	
88	Oujda	3448	156	460	335	34,3	3,7	19,0	17,1	30,6	1304	0,26	37,6	AS-t	
89	Oudjete-es-Soltane	—	—	450	573	33,8	3,8	19,8	17,6	30,0	1290	0,44	65,5	SAS-t	
90	Ouate Ouled	3321	342	745	157	37,2	-1,0	18,1	16,9	38,2	1242	0,13	14,1	Al-ff	
91	Outerbate	3209	522	2140	245	32,5	-5,0	13,8	—	37,5	944	0,26	22,4	AS-gl	
92	Rabat	3400	650	65	510	28,5	7,7	18,1	17,7	20,8	1242	0,41	84,1	SAS-c	
93	Ras Kebdana	3509	226	240	293	28,6	8,0	18,3	—	20,6	1256	0,23	48,8	AS-c	
94	Riche	3215	430	1420	113	37,5	0,3	18,9	—	37,2	1297	0,09	10,4	Al-ff	
95	Rissani	3117	416	765	76	41,8	3,4	22,6	21,7	38,4	1551	0,05	6,8	HAS-t	
96	Rommani (ex Marchand)	3333	636	390	421	36,0	4,0	20,0	17,5	32,0	1373	0,31	45,1	SAl-t	
97	Safi	3218	915	15	336	29,7	8,4	19,1	18,9	21,3	1308	0,26	54,1	AS-c	
98	Saka	3437	325	760	373	36,5	2,2	19,4	16,9	34,3	1328	0,28	37,3	SAl-f	
99	Seganngane	3509	300	110	420	28,1	5,5	16,8	—	22,6	1153	0,36	63,7	SAl-d	
100	Semrir	3142	549	2100	232	32,4	4,0	18,2	13,2	36,4	1249	0,19	21,9	AM-t	
101	Settate	3300	737	375	408	33,7	4,1	18,9	17,5	29,6	1297	0,31	47,3	SAl-t	
102	Sidi Bennour	3240	826	185	317	35,1	5,1	20,1	18,6	30,0	1380	0,23	36,2	AS-d	
103	Sidi Bettache (ex La Cazette)	3340	659	300	507	32,2	6,0	19,1	17,6	26,2	1311	0,39	66,4	SAS-d	
104	Sidi Ifni	2922	1011	66	168	24,1	11,9	18,1	—	12,1	1236	0,14	47,6	Al-cc	
105	Sidi Kacem	3413	543	-85	493	36,3	4,4	20,4	18,4	31,9	1397	0,35	53,0	SAl-t	
106	Sidi Slimane	3416	555	30	455	36,5	4,3	20,4	18,7	32,2	1400	0,33	48,5	SAl-t	
107	Skoura-des Ahl el Oust	3104	632	1225	110	39,0	1,0	20,0	—	38,0	1373	0,08	9,9	Al-f	
108	Souk el Arba du Rharb	3442	600	30	606	35,3	5,8	20,6	19,2	29,5	1411	0,43	70,5	SAS-d	
109	Souk el Had du Draa	3155	932	250	388	34,1	6,8	20,3	19,2	27,7	1390	0,28	48,0	SAl-d	
110	Souk et-Tleta du Rharb	3437	610	10	587	33,2	5,3	19,3	18,2	27,9	1321	0,44	72,2	SAS-d	

CIHEAM - Options Mediterraneennes

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	$\frac{M+m}{2}$ °C	t °C	M - m °C	ETP mm	$\frac{P}{ETP}$	Q3	Interprétation Classification	Remarques
111	Smara (*)	2700	1200	#300	45	36,9	8,0	22,5	—	28,9	1544	0,03	5,3	HAI-c	
112	Tafraoute	2943	901	1050	192	38,0	2,0	20,0	21,1	36,0	1373	0,14	18,3	AI-f	
113	Tagounite des Ktaoua	2958	537	600	54	43,4	3,8	23,6	22,8	39,6	1620	0,03	4,7	HAS-t	
114	Talate n'Yacoub	—	—	1400	544	34,0	-1,0	6,5	—	35,0	1133	0,48	53,3	SH-ff	
115	Taliouine	3032	755	1040	232	32,5	1,2	16,9	19,7	31,3	1157	0,20	25,4	AM-f	
116	Talsinnt	3232	327	1320	182	37,0	-0,8	18,1	18,8	37,8	1242	0,15	16,5	AM-ff	
117	Taltemcbne	2952	903	1760	370	35,8	-0,2	17,8	—	36,0	1222	0,30	35,2	SAI-ff	
118	Tamanar	3100	940	360	313	37,4	6,8	22,1	19,9	30,6	1517	0,20	35,1	AM-d	
119	Tantan	2827	1109	200	112	29,1	9,6	19,4	—	19,5	1328	0,08	19,7	AI-cc	
120	Taourirte	3425	253	390	237	37,3	3,8	20,6	18,8	33,5	1411	0,17	24,3	AM-t	
121	Taouz	3106	400	#690	57	43,0	3,3	23,2	—	39,7	1589	0,04	1,4	HAS-t	
122	Tarfaya	2758	1300	6	41	28,8	9,0	18,5	19,7	19,0	1270	0,03	7,4	HAI-cc	
123	Taroudannt	3028	853	255	231	36,3	5,1	20,7	19,7	31,2	1421	0,16	25,4	AM-d	
124	Tata	2945	759	900	100	43,3	5,8	24,6	23,7	37,5	1685	0,06	9,1	HAS-d	
125	Tazenakte	3035	712	1400	120	33,8	1,0	17,4	—	32,8	1194	0,10	12,5	AI-ff	
126	Tedderss	—	—	530	478	34,2	4,0	19,1	—	30,2	1311	0,36	54,3	SAI-t	
127	Tendrara	3304	159	1460	209	37,5	0,0	18,8	16,6	37,5	1287	0,16	19,1	AM-ff	
128	Triflete	3354	618	320	522	35,8	5,6	20,7	18,3	30,2	1421	0,37	59,3	SAS-d	
129	Tinerhir	3128	530	1340	285	38,0	0,3	19,2	—	37,7	1314	0,14	16,8	AI-ff	
130	Tinnjad	—	—	1000	104	39,2	1,0	20,1	—	38,2	1380	0,08	9,3	AI-ff	
131	Tizgui	—	—	1550	530	35,0	2,3	18,7	—	32,7	1280	0,41	55,6	SAS-f	
132	Tiznite	2942	943	255	189	33,3	7,3	20,3	19,4	26,0	1399	0,14	24,9	AM-c	
133	Tizi n'Test	3052	822	2100	544	29,1	-1,4	13,9	—	30,5	951	0,57	61,2	SH-ff	
134	Tizi Ouzli	—	—	1300	438	34,0	1,0	17,5	14,1	33,0	1201	0,36	45,5	SAI-ff	
135	Zagora	3019	552	900	74	43,6	3,3	24,5	23,1	40,3	1610	0,05	6,3	HAS-t	
136	Zaouia Lalla Takerkoust	3121	809	655	274	36,6	5,0	20,8	19,4	31,6	1428	0,19	29,7	AM-d	

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
II - ALGERIE

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
137	Abadla	3102	0245W	650	32	42,8	3,4	23,1	—	39,4	1586	0,02	2,8	HAI-t
138	Adrar	2753	0017W	263	18	45,6	4,4	25,0	—	41,2	1716	0,01	0,4	ES-t
139	Aflou	3470	0206E	1428	342	33,0	0,0	16,5	13,1	33,0	1133	0,30	35,5	SAI-ff
140	Aïn Beida	3548	0723E	1020	420	34,0	1,5	17,8	—	32,5	1218	0,24	44,3	AS-f
141	Aïn Defla (Duperré)	3523	0047E	270	519	38,1	4,2	21,2	18,6	33,9	1452	0,36	52,5	SAI-t
142	Aïn el Gotia	3433	0248E	1350	363	33,4	-0,9	16,3	13,0	34,3	1115	0,33	36,3	SAI-ff
143	Aïn Sefra	3245	0036W	1075	192	37,6	-0,3	18,7	15,5	37,9	1280	0,15	17,4	AM-ff
144	Alger Port	3647	0304E	13	647	30,9	9,8	20,4	19,2	21,1	1397	0,46	105,2	SH-cc
145	Alger Université	3646	0303E	59	662	29,2	9,3	19,3	18,3	19,9	1321	0,50	114,1	SH-cc
146	Ammi-Moussa	3552	0117E	160	429	39,2	2,4	20,8	18,0	36,8	1428	0,30	39,9	SAI-f
147	Aoulef	2655	0102E	298	11	44,7	5,7	25,2	—	39,0	1730	0,01	1,0	ES-d
148	Ard el Beida	3609	0114E	22	361	39,8	3,5	20,4	18,4	36,3	1400	0,26	34,1	AS-t
149	Arris	3516	0621E	1100	345	32,1	0,8	16,5	14,3	31,3	1129	0,31	37,8	SAI-ff
150	Assekrem (Hoggar)	2318	0547E	2706	85	23,4	2,3	12,9	—	21,1	882	0,10	13,8	AI-f
151	Attafs	3114	0141E	166	423	38,7	2,7	20,7	18,0	36,0	1421	0,30	40,3	SAI-f
152	Barika	3523	0522E	456	224	39,2	2,8	21,0	18,6	36,4	1441	0,16	21,1	AM-f
153	Batna	3533	0611E	1040	346	33,3	0,3	16,8	14,0	33,0	1153	0,30	35,9	SAI-ff
154	Béchar	3136	0210W	786	79	39,9	1,8	20,9	20,3	38,1	1431	0,06	7,1	HAS-f
155	Ben Chicao	3612	0251E	1129	615	35,0	1,3	18,2	13,9	33,7	1246	0,49	62,5	SH-f
156	Beni Abbès	3005	0205W	#600	38	42,9	3,5	23,2	22,7	39,4	1592	0,02	3,3	HAI-t
157	Beni Ounif	3203	0114W	825	108	39,7	2,6	21,2	—	37,1	1452	0,07	10,0	AI-f
158	Beni Saf	3518	0123W	5	371	29,3	9,1	19,2	18,2	20,6	1318	0,28	61,7	SAI-cc
159	Berrouaghia	3539	0600E	1050	593	34,2	0,6	17,4	14,2	33,6	1194	0,50	60,5	SH-ff
160	Biskra	3451	0544E	124	156	40,1	6,4	23,3	21,8	33,7	1596	0,10	15,8	AI-d
161	Boghar	3555	0243E	910	408	33,0	2,1	17,6	15,1	30,9	1205	0,34	45,2	SAI-f
162	Boghari (Ksar el)	3554	0245E	610	349	34,5	1,6	18,1	16,5	32,9	1239	0,28	36,4	SAI-f
163	Borj Bou Arrerij	3604	0446E	922	400	35,6	0,7	18,2	15,2	34,9	1246	0,32	45,2	SAI-ff
164	Bouira	3623	0355E	531	634	36,0	1,9	19,0	14,6	34,1	1300	0,49	63,7	SH-f
165	Bouira / Sétif (Coligny)	3611	0516E	1016	512	34,2	-1,9	16,2	13,0	36,1	1109	0,46	48,6	SH-tf
166	Bou Saada	3513	0411E	550	237	37,1	3,7	20,2	17,7	33,4	1400	0,17	24,3	AM-t

CIHEAM - Options Mediterraneennes

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
167	Bou Thaleb	3542	0519E	1250	427	32,2	-2,3	15,0	12,2	34,5	1026	0,42	42,4	SAS-tf
168	Brahim	3613	0027E	62	428	28,4	7,5	18,0	17,2	20,9	1232	0,35	70,1	SAI-c
169	Cap Falcon	3546	0048W	78	322	29,1	9,5	19,3	18,2	19,6	1325	0,24	51,0	AS-cc
170	Cap Ivi	3607	0013E	103	354	28,5	8,8	18,7	17,9	19,7	1280	0,28	61,7	SAI-c
171	Cap Matifou	3649	0315E	62	579	28,9	7,6	18,3	17,5	21,3	1253	0,46	93,2	SH-c
172	Cap Tenès	3633	0121E	189	421	28,7	8,1	18,4	17,6	20,6	1263	0,33	70,1	SAI-c
173	Chellala (Rebeill)	3512	0219E	860	291	36,7	1,6	19,2	16,2	35,1	1314	0,22	28,5	AS-f
174	Constantine	3622	0637E	660	511	32,8	2,9	17,9	15,7	30,5	1225	0,42	58,2	SAS-f
175	Djanet	2433	0928E	1054	21	36,9	6,2	21,6		30,7	1479	0,01	2,3	ES-d
176	Djelfa	3441	0315E	1143	308	33,5	-0,8	16,4	13,4	34,3	1122	0,27	30,8	AS-ff
177	Doualhia	3440	0016W	1250	375	32,5	0,2	16,4	13,2	32,3	1122	0,33	39,8	SAI-ff
178	El Arfiane	3339	0559E	23	80	40,7	3,4	22,1		37,3	1514	0,05	7,4	HAS-t
179	El Abiod Sidi Cheikh	3254	0033E	904	129	38,6	0,5	19,6	17,8	38,1	1342	0,10	11,6	AI-ff
180	El Ançor	3541	0052W	90	462	29,5	8,9	19,2	18,0	20,6	1318	0,35	61,7	SAI-c
181	El Aricha	3412	0116W	1250	450	35,6	-1,5	17,1	13,8	37,1	1170	0,38	41,8	SAS-ff
182	El Asnam (Orleansville)	3610	0121E	112	400	38,2	3,5	20,9	17,8	36,3	1431	0,28	41,3	SAI-t
183	El Bayadh (Geryville)	3341	0101E	1310	326	33,5	-1,8	15,9	13,7	35,3	1088	0,30	31,7	SAI-ff
184	El Eulma (PC) (St Arnaud)	3607	0542E	960	386	33,2	0,2	16,7	13,6	33,0	1146	0,34	43,0	SAI-ff
185	El Eulma (CM)	3609	0542E	960	434	32,2	0,5	16,4	13,4	32,7	1126	0,38	45,5	SAI-ff
186	El Golea	3034	0252E	397	50	41,6	3,1	22,4	—	38,5	1534	0,03	4,5	HAI-t
187	El Kantara	3513	0543E	513	241	36,3	3,0	19,7	17,8	33,3	1349	0,18	24,8	AM-f
188	El Nouadeur	3555	0144W	850	506	34,5	3,2	18,9	15,7	31,3	1294	0,39	55,4	SAS-t
189	El Oued	3322	0653E	70	73	42,9	4,1	23,5	22,0	38,8	1613	0,05	6,4	HAS-t
190	Ghardaïa	3229	0340E	530	68	42,6	4,6	23,6	21,4	38,0	1620	0,04	6,1	HAS-t
191	Ghazaouet (Nemours)	3506	0151W	4	410	29,0	7,0	18,0	17,1	22,0	1236	0,33	64,0	SAI-c
192	Ghriss (Thiersville)	3515	0010E	495	429	36,8	1,5	19,2	16,7	35,3	1314	0,33	41,6	SAI-f
193	Guellalia	3520	0448E	410	168	37,9	3,9	20,9	19,5	34,1	1435	0,12	16,9	AI-t
194	Guelma	3629	0726E	270	619	35,4	4,2	19,8	17,3	32,2	1359	0,46	68,0	SH-t
195	Ighil-Izane (Relizane)	3545	0033E	75	325	37,7	4,5	21,1	18,4	33,3	1448	0,22	33,6	AS-t
196	Illizi (Fort Polignac)	2654	0824E	596	17	41,2	4,6	22,9	—	36,6	1572	0,01	1,6	ES-t
197	In Salah	2712	0228E	294	17	44,7	5,7	25,2	—	39,0	1730	0,01	1,5	ES-d
198	Khemisti (Bourbaki)	3540	0158E	865	443	35,5	1,3	18,4	15,3	34,2	1263	0,35	44,4	SAI-f
199	Laghouat	3348	0253E	796	167	36,0	2,3	19,2	17,3	33,7	1314	0,13	17,0	AI-f
200	Mascara	3524	0008E	590	511	34,8	4,1	19,5	17,0	30,7	1335	0,38	57,1	SAS-t
201	M'chedallah (Maillot)	3622	0416E	465	571	37,0	3,3	20,2	17,6	33,7	1383	0,41	58,1	SAS-t

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
202	M'doukal	3507	511	430	196	37,1	3,6	20,5	—	33,5	1397	0,14	20,0	AI-t
203	Mecheria	3333	0016W	1170	293	35,1	1,5	18,3	15,9	33,6	1256	0,23	29,9	AS-f
204	Mellakou (Trois-marabouts)	3518	0111W	152	528	32,5	6,5	19,5	17,7	26,0	1338	0,39	69,6	SAS-d
205	Mostaganem	3555	0006E	26	377	28,4	9,0	18,7	18,2	19,4	1284	0,29	67,2	SAI-f
206	M'sila	3542	0433E	469	226	39,2	2,8	21,0	19,0	36,4	1441	0,16	21,3	AM-f
207	Oran (IM)	3455	0039W	11	428	28,7	9,1	18,9	18,4	19,6	1297	0,33	74,7	SAI-cc
208	Ouallene	2437	0114E	350	21	44,6	8,8	26,7	—	35,8	1833	0,01	2,0	ES-c
209	Ouargla	3157	0524E	141	38	43,2	4,4	23,8	—	38,8	1634	0,02	3,4	HAI-t
210	Oued Slissen	3448	0048W	850	358	35,1	0,6	17,9	14,0	35,7	1225	0,29	34,3	SAI-ff
211	Oued Djellal	3425	0504E	196	136	41,7	2,6	22,2	20,4	39,1	1520	0,09	11,9	AI-f
212	Saïda	3450	0010E	872	430	36,2	2,6	19,4	16,5	33,6	1332	0,32	43,8	SAI-f
213	Sedrata	3608	0732E	812	465	33,9	0,3	17,1	14,3	33,6	1174	0,40	47,4	SAS-ff
214	Sétif	3611	0525E	1081	469	32,5	0,4	16,5	13,9	32,1	1129	0,42	50,1	SAS-ff
215	Sidi Aïssa	3553	0346E	658	309	39,0	0,7	19,4	16,6	37,3	1328	0,23	28,4	AS-ff
216	Sidi Bel Abbès	3511	0038W	480	395	33,2	1,9	16,8	15,5	31,3	1154	0,34	43,2	SAI-f
217	Sour El Ghozlane (Aumale)	3609	0342E	905	521	33,4	2,0	17,7	14,6	31,4	1215	0,43	56,9	SAS-f
218	Staoueli	3645	0253E	122	694	37,1	5,9	21,5	17,1	31,2	1476	0,47	76,3	SH-d
219	Tadjemout	3353	0231E	895	174	35,5	1,2	18,4	16,2	34,3	1260	0,14	17,4	AI-f
220	Taadmit	3417	0259E	1036	237	34,5	0,5	17,5	15,8	34,0	1201	0,20	23,9	AM-ff
221	Tamanrasset	2247	0531E	1378	49	34,8	4,2	19,5	—	30,6	1338	0,04	5,5	HAI-t
222	Tebessa	3524	0807E	385	338	34,8	1,9	18,4	15,9	32,9	1260	0,27	35,2	AS-f
223	Temassinine (Fort Flatters)	2809	0643E	#600	19	42,9	3,2	23,1	—	39,7	1582	0,01	1,6	ES-t
224	Tenès (HM)	3631	0118E	59	545	30,9	8,6	19,8	18,5	22,3	1356	0,40	83,8	SAS-c
225	Tiaret	3523	0120E	1023	622	33,0	1,7	17,4	14,8	31,3	1191	0,52	68,2	SH-f
226	Timimoun	2900	0010E	295	23	45,1	4,8	25,0	—	40,3	1713	0,01	2,0	ES-t
227	Tindouf	2740	0808W	431	48	44,8	5,6	25,2	—	39,2	1730	0,03	4,2	HAI-d
228	Tissemsilt (Vialar)	3537	0149E	889	429	34,5	0,7	17,6	14,3	33,7	1208	0,36	43,7	SAI-ff
229	Tlemcen	3453	0119W	806	638	31,4	5,8	16,8	16,4	25,6	1277	0,50	85,5	SH-d
230	Toggourt	3307	0604E	69	58	41,7	3,6	22,7	21,5	38,1	1555	0,04	5,2	HAS-t

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
III - TUNISIE

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
231	Aïn el Asker	3634	1030	90	419	35,6	4,5	20,1	17,9	31,1	1376	0,30	46,2	SAI-t
232	Aïn Khettan	3638	1024	210	543	33,6	6,1	19,9	17,5	27,5	1363	0,40	67,7	SAS-d
233	Ariana (INRAT)	3651	1011	10	480	32,8	5,5	19,2	18,1	27,3	1314	0,37	60,3	SAS-d
234	Bach Hamba	3657	857	96	499	35,2	5,0	20,1	17,8	30,2	1380	0,36	56,7	SAI-d
235	Béja	3543	842	739	671	35,1	5,2	20,2	17,8	29,9	1387	0,48	77,0	SH-d
236	Ben Gardane	3308	1113	12	181	35,8	3,9	19,9	19,4	32,0	1366	0,13	19,4	AI-t
237	Bir Drassen	3638	1041	150	500	32,5	6,6	19,6	17,6	25,9	1342	0,37	66,2	SAS-d
238	Bir M'cherga	3631	958	155	440	34,1	4,8	19,5	17,7	29,3	1335	0,33	51,5	SAI-t
239	Bizerte Ville	3714	949	3	610	29,2	8,6	18,9	19,0	21,3	1297	0,47	98,2	SH-c
240	Borj Bourguiba (Bj Le Boeuf) *	3212	1002	393	101	36,0	4,0	20,0	21,0	32,0	1373	0,07	10,8	AI-t
241	Borj el Khadra (Fort Saint) *	3016	915	350	36	42,5	2,3	22,4	21,0	40,1	1538	0,02	3,1	HAI-f
242	Bou Arada	3620	938	246	440	37,5	4,5	21,0	19,0	33,0	1441	0,30	45,7	SAI-t
243	Bou Deries *	3514	829	1250	425	33,5	1,5	17,5	—	32,0	1201	0,35	45,6	SAI-f
244	Bou Ficha	3618	1028	14	344	32,0	6,0	19,0	19,0	26,0	1304	0,26	45,3	AS-d
245	Bou Thadi *	3501	1012	120	220	32,0	6,0	19,0	—	26,0	1304	0,17	29,0	AM-d
246	Cap Bon	3704	1102	125	585	28,3	9,5	18,9	18,1	18,8	1297	0,45	106,7	SH-cc
247	Chahal	3436	1021	100	170	35,0	6,0	20,5	18,5	29,0	1407	0,12	20,1	AI-d
247	Cherfech	3650	1003	5	436	32,3	6,0	19,2	17,1	26,3	1314	0,33	56,9	SAI-d
248	Chott Meriem	3555	1033	15	332	30,7	7,6	18,8	17,8	23,1	1290	0,26	49,3	AS-c
249	Chouiggi	3653	948	80	471	33,9	3,9	18,9	16,8	30,0	1297	0,36	53,9	SAI-t
250	Dar Chichou	3658	1105	32	580	31,9	8,3	20,1	18,3	23,6	1380	0,42	84,3	SAS-c
251	Dehibat *	3201	1045	320	90	39,5	6,0	22,8	21,0	33,5	1562	0,06	9,2	HAS-d
252	Dernaïa *	3507	831	1000	363	34,5	1,8	18,2	15,5	32,7	1250	0,29	38,1	SAI-f
253	Djedeida	3651	956	21	410	34,5	4,3	19,4	17,5	30,2	1332	0,31	46,6	SAI-t
254	Djeradou	3617	1021	15	326	34,9	6,4	20,7	18,3	28,5	1474	0,22	39,2	AS-d
255	Djerba	3353	1051	5	207	32,6	8,3	20,5	20,0	24,3	1407	0,15	29,2	AM-c
256	Djouggar	3616	952	315	500	36,4	4,5	20,5	17,9	31,9	1404	0,36	53,8	SAI-t
257	El Alem	3555	1004	62	307	37,5	4,4	21,0	18,0	33,1	1438	0,21	31,8	AS-t
258	El Aroussa	3622	928	200	405	37,0	3,3	20,1	17,5	33,7	1383	0,29	41,2	SAI-t
259	El Djem	3517	1042	112	267	36,7	4,9	20,8	19,2	31,8	1428	0,19	29,8	AM-t

CIHEAM - Options Mediterraneennes

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
260	Enfida	3607	1023	15	373	35,4	5,9	20,7	19,2	29,5	1421	0,26	43,4	AS-d
261	Fahs (Pont du)	3623	954	320	380	37,6	4,4	21,0	18,5	33,2	1441	0,26	39,3	AS-t
262	Feriana	3457	834	754	230	36,0	2,5	19,3	16,3	33,5	1325	0,17	23,5	AM-f
263	Gabès	3353	1007	2	175	32,7	5,9	19,3	19,3	26,8	1325	0,13	22,4	Al-d
264	Gafour	3618	919	320	390	36,5	3,1	19,8	17,4	33,4	1359	0,29	40,0	SAl-t
265	Gafsa	3425	849	314	152	38,1	3,9	21,0	19,7	34,2	1441	0,11	15,2	Al-t
266	Galite (Ile de la)	3732	856	30	525	28,6	10,3	19,5	18,7	18,3	1335	0,39	98,4	SH-cc
267	Ghardimaou	3626	829	195	525	35,9	4,4	20,2	17,4	31,5	1383	0,38	57,2	SAS-t
268	Goubellat	3633	941	300	390	38,4	4,4	21,4	17,6	34,0	1469	0,27	39,3	AS-t
269	Grombalia	3636	1030	50	475	32,9	5,5	19,2	17,6	27,4	1318	0,36	59,5	SAl-d
270	Hammamet	3608	1036	5	388	31,6	7,2	19,4	18,9	24,4	1332	0,29	54,5	SAl-c
271	Hendi Zitoun	3551	1007	74	336	36,0	4,8	20,4	17,9	32,2	1400	0,24	36,9	AS-t
272	Jendouba (Souk el Arba)	3629	848	143	449	37,4	3,8	20,6	17,8	33,6	1414	0,32	45,8	SAl-t
273	Kairouan	3540	1006	68	286	37,7	4,5	21,1	19,1	33,2	1448	0,20	29,5	AS-t
274	Kasserine	3511	848	689	320	34,5	2,2	18,4	16,4	32,3	1263	0,25	34,0	AS-f
275	Kebili	3342	859	56	89	42,2	3,1	22,7	20,9	39,1	1558	0,06	7,8	HAS-f
276	Kelibia	3650	1106	82	434	32,3	8,2	20,3	18,6	24,1	1393	0,31	61,8	SAl-c
277	Khledia	3639	1012	80	410	35,1	3,3	19,2	17,2	31,8	1318	0,31	44,2	SAl-t
278	Korbous	3648	1033	25	540	31,8	9,6	20,7	19,2	22,2	1421	0,38	83,0	SAS-cc
279	Ksar Boukriss	3514	937	550	500	33,0	4,5	18,8	16,1	28,5	1287	0,39	60,2	SAS-t
280	Ksar Rheriss (Mezzouna)	3439	950	25	138	35,3	5,5	20,4	18,3	29,8	1400	0,10	15,9	Al-d
281	Ksar Rhilane *	3301	938	250	70	42,0	2,5	23,3	21,5	39,5	1596	0,04	6,1	HAS-f
282	Ksar Tyr	3636	945	126	440	35,0	5,0	20,0	18,0	30,0	1373	0,32	50,3	SAl-d
283	Le Kef	3616	842	665	509	33,6	3,1	18,4	16,2	30,5	1263	0,40	55,1	SAS-t
284	Le Sers	3604	902	487	390	36,8	2,2	19,5	15,7	34,6	1338	0,29	38,7	SAl-f
285	Mahdia *	3530	1104	10	360	31,0	7,7	19,4	18,3	23,5	1332	0,27	52,5	AS-c
286	Maktar	3549	912	937	490	32,2	1,7	17,0	14,3	30,5	1167	0,42	54,9	SAS-f
287	Mateur	3702	904	20	559	34,4	6,3	20,4	18,2	28,1	1397	0,40	68,2	SAS-d
288	Matmata	3332	1000	441	239	35,2	5,4	20,3	18,4	29,8	1393	0,17	27,5	AM-d
289	Medenine	3321	1920	110	141	36,8	6,2	21,5	20,5	30,6	1476	0,09	15,8	Al-d
290	Medjez el Bab	3639	937	54	408	34,9	5,0	20,0	18,0	29,9	1373	0,30	46,8	SAl-d
291	Menzel Bou zelfa	3643	1036	60	467	31,5	5,3	18,4	17,2	26,2	1263	0,37	61,1	SAS-d
292	Merja Khereddine	3630	855	178	488	37,7	3,4	20,6	17,6	33,9	1411	0,35	49,4	SAl-t
293	Messaoudia	3540	1006	70	261	35,3	5,7	20,5	18,7	29,6	1407	0,19	30,2	AM-d
294	Metlaoui	3419	824	234	137	37,7	5,5	21,6	20,3	32,2	1483	0,09	14,6	Al-d

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
295	Michaud	3704	937	11	600	33,6	5,8	19,7	18,0	27,8	1352	0,44	74,0	SAS-d
296	Monastir/Skanès	3540	1045	3	331	30,7	7,6	19,2	18,4	23,1	1318	0,25	49,1	AS-c
297	Mraïssa	3646	1034	150	540	32,7	6,8	19,8	18,2	25,9	1356	0,40	71,5	SAS-d
298	Mrira	3647	1020	15	410	34,5	4,8	19,7	17,7	29,7	1349	0,30	47,3	SAI-t
299	Nabeul	3627	1044	65	424	32,3	6,5	19,4	18,4	25,8	1332	0,32	56,4	SAI-d
300	Nakta	3439	1030	25	149	31,5	5,5	18,5	18,6	26,0	1270	0,12	19,7	AI-d
301	Oued el Abid	3652	1043	60	610	33,6	7,0	20,3	18,5	26,6	1393	0,44	78,7	SAS-c
302	Oued Dridja	3606	1008	474	430	34,8	5,0	19,9	17,5	29,8	1366	0,31	49,5	SAI-d
303	Oued Mellègue	3619	842	270	370	36,2	4,7	20,7	18,0	31,5	1421	0,26	40,3	AS-t
304	Oued Zerga	3640	925	108	500	36,7	2,6	19,7	16,4	34,1	1349	0,37	50,3	SAS-t
305	Oued Zit	3624	1019	85	379	35,3	4,4	19,9	17,2	30,9	1363	0,28	42,1	SAI-t
306	Ousslatia I	3551	936	520	421	34,2	3,4	18,8	17,1	30,8	1290	0,33	46,9	SAI-t
307	Ousslatia II	3548	938	500	370	34,2	3,4	18,8	17,1	30,8	1290	0,29	41,2	SAI-t
308	Ouzra	3636	1010	100	500	35,0	5,3	20,2	17,0	29,7	1383	0,36	57,7	SAS-d
309	Porto Farina *	3720	1014	10	547	33,5	7,5	20,5	19,0	26,0	1407	0,39	76,4	SAS-c
310	Rebiba	3545	822	610	400	36,0	3,8	19,9	17,3	32,2	1366	0,29	42,6	SAI-t
311	Redeyef *	3424	809	586	130	36,5	2,4	19,5	18,5	34,1	1338	0,10	13,1	AI-f
312	Remada	3219	1024	301	70	38,7	5,7	22,2	20,9	33,0	1523	0,05	7,3	HAS-d
313	Rohia	3539	912	625	330	37,3	2,1	19,7	17,6	35,2	1353	0,24	32,1	AS-f
314	Salambo	3653	1021	5	400	26,8	7,2	17,0	18,4	19,8	1167	0,34	69,3	SAI-c
315	Sakiet (Mine)	3613	822	750	500	34,6	2,5	18,6	15,4	32,1	1273	0,39	53,4	SAS-f
316	Saouaf	3613	1017	250	410	33,9	6,2	20,0	19,5	27,7	1373	0,30	50,8	SAI-d
317	Sbeitla (HrTouil)	3519	940	650	313	35,9	1,7	18,8	16,0	34,2	1290	0,24	31,4	AS-f
318	Sbeitla				282	36,0	1,7	18,9		34,3	1297	0,22	28,2	AS-f
319	Sbikha *	3551	1001	70	308	36,0	4,8	20,4	17,9	31,2	1400	0,22	33,9	AS-t
320	Sfax	3443	1041	21	167	30,8	6,8	18,8	18,9	24,0	1290	0,15	28,0	AM-d
321	Selma	3658	955	20	507	33,5	5,3	19,4	17,3	28,2	1332	0,38	61,7	SAS-d
322	Sidi Ayed	3621	923	253	390	34,9	4,8	19,9	17,5	30,1	1363	0,29	44,4	SAI-t
323	Sidi Boubeker	3615	948	350	480	34,3	4,5	19,4	17,0	29,8	1332	0,36	55,2	SAS-t
324	Sidi Bouzid (Gamouda)	3502	930	350	247	36,0	5,0	20,5	19,0	31,0	1407	0,18	27,3	AM-d
325	Sidi Messaoud	3603	950	300	375	35,3	5,4	20,4	17,6	29,9	1397	0,27	43,0	AS-d
326	Sidi Saad (Oued Zeroud)	3521	946	240	285	37,0	7,0	22,0		30,0	1510	0,19	32,2	AM-c
327	Sidi Tabet	3655	1003	16	460	34,5	4,7	19,6	17,3	29,8	1345	0,34	52,9	SAI-t
328	Siliana	3605	922	400	410	35,1	3,6	19,4	16,7	31,5	1328	0,31	44,6	SAI-t
329	Smindja	3628	1002	120	430	36,9	3,1	20,0	17,3	33,8	1373	0,31	43,6	SAI-t

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
330	Soliman	3642	1030	12	458	31,1	5,7	18,4	17,8	25,4	1263	0,37	61,8	SAS-d
331	Sousse	3549	1039	6	327	31,4	6,9	19,2	18,5	24,5	1318	0,25	45,8	AS-d
332	Tadjerouine	3555	827	483	330	36,5	2,0	19,3	16,3	34,5	1325	0,25	32,8	AS-f
333	Takelsa	3650	1040	125	400	32,4	7,9	20,2	18,0	24,5	1383	0,29	56,0	SAI-c
334	Tatahouine	3255	1027	196	128	37,9	4,8	21,4	20,2	33,1	1469	0,09	13,3	AI-t
335	Tebourba	3650	950	29	450	36,5	4,9	20,7	17,3	31,6	1421	0,32	48,8	SAI-t
336	Teboursouk	3527	915	410	523	33,4	4,9	19,2	16,7	28,5	1318	0,40	62,9	SAS-t
337	Testour	3633	927	277	510	35,1	5,4	20,3	17,7	29,7	1390	0,37	58,9	SAS-d
338	Thala	3534	842	1020	473	34,4	1,8	18,1	15,3	32,6	1242	0,38	49,8	SAS-f
339	Thibar	3632	906	365	612	35,4	5,7	20,6	17,8	29,7	1414	0,43	70,7	SAS-d
340	Tindja	3709	945	9	512	31,9	7,0	19,5	18,2	24,9	1335	0,38	70,5	SAS-c
341	Tozeur	3355	808	46	89	40,4	5,3	22,9	21,3	35,1	1572	0,06	8,7	HAS-d
342	Tunis Aouina	3651	1015	3	415	31,7	7,3	16,5	18,3	24,4	1338	0,31	58,3	SAI-c
343	Tunis Manoubia	3647	1012	66	420	32,6	6,4	19,5	18,0	26,2	1338	0,32	54,9	SAI-d
344	Utique	3703	1003	28	488	33,1	6,5	19,8	18,4	26,6	1359	0,36	62,9	SAI-d
345	Zaafrane	3608	848	555	480	33,4	2,2	17,8	15,5	31,2	1222	0,39	52,8	SAS-f
346	Zaghouan	3624	1008	195	496	32,6	6,7	19,7	17,9	25,9	1352	0,37	65,6	SAS-d
347	Zaouem (Sk el Khemis, Bou Salem)	3636	857	128	476	37,8	3,8	20,8	17,9	34,0	1428	0,33	48,0	SAI-t
348	Zarzis *	3330	1107	11	203	33,0	7,5	20,2	20,0	25,5	1387	0,14	26,9	AI-c
349	Zelfane *	3523	844	950	400	34,6	2,0	18,3	16,0	32,6	1256	0,32	42,1	SAI-f

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
IV - LIBYE

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
350	Ajedabia	3045	2013	90	134	34,8	6,6	20,7	20,8	28,2	1421	0,09	16,2	AI-d
351	Agheila	3016	1913	12	93	29,7	7,6	18,6	20,0	22,1	1277	0,07	14,4	AI-c
352	Awjila (Jalo)	2902	2134	51	10	37,8	5,2	21,5	22,4	32,6	1476	0,01	0,0	EI-d
353	Azizia	3231	1301	116	223	37,6	5,4	21,5	20,8	37,2	1476	0,15	23,5	AM-d
354	Bardia	3146	2506	100	129	29,2	8,8	19,0	19,7	20,2	1304	0,09	21,7	AI-c
355	Bengashir	3240	1310	77	282	36,9	5,3	21,1	20,3	31,6	1448	0,19	30,3	AM-d
356	Benghazi	3206	2004	3	255	30,1	8,8	19,4	19,8	21,3	1332	0,19	41,0	AM-c
357	Benina Airport	3205	2016	122	257	32,2	8,2	20,2	—	24,0	1387	0,19	36,5	AM-c
358	Beni Walid	3145	1400	230	62	37,6	5,9	21,7	20,6	31,7	1489	0,04	6,6	HAS-d
359	Bir Ghanem	3218	1233	143	144	39,8	7,6	23,7	22,5	32,2	1627	0,09	15,1	AI-c
360	Derna	3247	2239	10	274	28,7	7,7	18,2	19,0	21,0	1249	0,22	44,8	AS-c
361	El Abiar	3211	2036	290	261	32,8	4,7	18,7	18,4	28,1	1284	0,20	31,8	AM-t
362	El Merj	3229	2052	290	404	31,5	5,1	18,3	17,7	26,4	1256	0,32	52,5	SAI-d
363	El Wotia	3238	1145	80	85	38,3	5,2	21,7	20,4	33,1	1489	0,06	8,7	HAS-d
364	Faïdiya	3242	2155	789	400	27,0	4,0	15,5	—	23,0	1064	0,38	60,2	SAS-d
365	Fataya (Derna)	3240	2241	185	229	28,3	5,5	16,9	—	22,8	1160	0,20	35,0	AM-d
366	Fuehat (Benghazi)	3204	2006	19	247	34,3	8,4	20,6	20,5	24,4	1414	0,17	34,5	AM-c
367	Garabulli	3344	1343	41	304	36,3	7,0	21,6	20,3	29,3	1483	0,21	35,2	AS-c
368	Garian	3210	1300	721	342	32,8	4,8	18,8	18,0	28,0	1290	0,27	41,9	AS-t
369	Ghadamès	3008	930	326	36	42,5	2,3	22,4	22,2	40,2	1538	0,02	3,0	HAI-f
370	Ghat	2458	1011	566	15	42,1	7,7	24,9	25,5	34,4	1709	0,01	1,5	ES-c
371	Ghariat	3024	1335	500	35	37,2	3,9	20,6	20,2	33,3	1414	0,02	3,6	HAI-t
372	Giosc (Jawsh)	3200	1140	238	109	40,1	6,9	23,5	21,8	33,2	1613	0,07	11,1	HAI-d
373	Gusbat (Kussabat)	3234	1402	320	314	33,4	6,6	20,0	19,2	26,8	1373	0,23	40,0	AS-d
374	Khoms (Homs)	3239	1416	18	261	31,8	8,0	19,9	—	23,8	1366	0,19	7,4	AM-c
375	Hon	2908	1557	260	31	39,3	2,8	21,0	21,3	36,5	1441	0,02	2,9	HAI-f
376	Jarabub	2949	2432	6	11	38,2	6,6	22,4	22,1	31,6	1538	0,01	1,2	EI-d
377	Jeffren	3203	1231	680	256	35,9	4,6	20,2	19,2	31,3	1387	0,18	27,9	AM-t
378	Jerdes el Abid	3218	2055	653	285	31,1	5,0	18,0	16,9	26,1	1236	0,23	37,5	AS-d
379	Kufra	2413	2320	381	2	38,3	6,5	22,4	23,7	31,9	1538	0,01	0,2	EI-d
380	Marada	2913	1913	47	16	36,8	5,9	21,3	22,0	30,9	1462	0,01	1,8	HAI-d
381	Marawa	3229	2124	510	258	31,7	5,0	18,3	17,6	26,7	1256	0,20	33,2	AM-d
382	Marsa Susa (Apollonia)	3254	2159	6	369	31,4	10,1	20,7	20,5	21,3	1421	0,26	59,0	AS-cc
383	Mekhilli	3210	2217	205	55	37,6	4,6	21,1	20,1	33,0	1448	0,04	5,7	HAS-t
348	Misurata	3222	1505	20	282	32,4	7,3	19,8	20,9	25,1	1359	0,21	38,4	AS-c
385	Mizda	3126	1258	410	69	38,1	3,5	20,8	20,1	34,6	1428	0,05	6,8	HAS-t
386	Mursuk	2555	1354	395	12	42,3	2,9	22,6	22,8	39,4	1551	0,01	1,0	ES-f

CIHEAM - Options Mediterraneennes

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
387	Nalut	3151	1059	639	142	35,0	2,9	18,9	18,6	32,1	1297	0,11	15,1	AI-f
388	Qubba	3246	2215	607	353	27,4	4,9	16,1	—	22,5	1105	0,32	54,3	SAI-t
389	Rejma	3204	2004	322	256	30,6	6,5	18,6	18,7	24,1	1277	0,20	36,4	AM-d
390	Sabratha	3247	1229	10	211	32,0	6,6	19,3	19,7	25,4	1325	0,16	28,4	AM-d
391	Shahat (Cyrène)	3249	2151	621	584	27,9	4,2	16,0	15,8	23,7	1098	0,53	85,2	SH-t
392	Sebha	2107	1426	440	10	39,9	5,0	22,5	23,2	34,9	1541	0,01	1,0	EI-d
393	Sinawen	3101	1036	490	50	40,0	3,2	21,6	20,9	36,8	1483	0,04	4,6	HAI-t
394	Syrte	3113	1635	20	180	31,1	8,1	19,6	20,4	23,0	1345	0,13	26,7	AI-c
395	Soluk	3140	2015	61	159	34,1	5,9	20,0	19,8	28,2	1373	0,12	19,2	AI-d
396	Tarhuna	3226	1338	430	263	35,2	5,5	20,3	19,4	29,7	1393	0,19	30,2	AM-d
397	Teknis	3228	2107	440	276	32,1	4,6	18,3	17,7	27,5	1256	0,22	34,4	AS-t
398	Tobruk (City)	3202	2359	46	127	28,3	8,9	18,6	19,7	19,4	1277	0,10	21,8	AI-c
399	Tobruk (el Adem Nas'r Airport)	3152	2355	150	101	31,6	6,5	19,0	—	25,1	1303	0,08	13,8	AI-d
400	Tocra	3232	2035	13	300	29,9	10,1	20,0	—	19,8	1373	0,22	51,7	AS-cc
401	Tolmeitha	3243	2057	5	309	29,2	10,2	19,7	19,9	19,0	1352	0,23	55,6	AS-cc
402	Tripoli	3254	1310	22	355	30,8	7,6	19,2	19,5	23,2	1318	0,27	52,4	AS-c
403	Zawia	3246	1343	20	248	34,3	6,5	20,4	20,3	27,8	1400	0,18	30,4	AM-d
404	Zella	2832	1734	195	8	38,9	4,5	21,7	22,6	34,4	1489	0,01	0,8	EI-t
405	Zliten	3229	1434	20	230	34,6	7,4	21,0	20,1	27,2	1441	0,16	28,8	AM-c
406	Zwara	3256	1207	12	227	30,7	6,8	18,7	19,4	23,9	1284	0,18	32,6	AM-d

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
V - EGYPTE

N°	Station	Lat. N°'	Long. °'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification
407	Alexandria	3122	2957	32	191	30,5	9,2	19,9	20,2	21,3	2150	0,1500	30,8	AM-cc
408	Assyut	2703	3101	70	5	37,3	6,3	21,8	—	31,0	1572	0,0030	0,6	EI-d
409	Aswan	2405	3259	200	2	41,6	9,6	25,6	26,9	32,0	1757	0,0010	0,2	EI-cc
410	Baha	2820	2854	20	6	36,7	4,7	20,7	21,5	32,0	1421	0,0040	0,6	EI-t
411	Baltim	3133	3106	185	30	30,5	12,0	21,3	20,9	18,5	1395	0,0400	5,6	HAI-cc
412	Beni Suef	2904	3106	28	8	36,7	5,0	20,9	21,5	20,9	1435	0,0060	1,3	HAI-d
413	Bilbeis	3024	3135	20	20	34,6	8,0	21,3	20,7	26,6	1462	0,0100	2,6	ES-c
414	Borg el Arab	3054	2933	20	104	30,3	6,3	18,3	19,2	24,0	1256	0,0800	14,9	AI-d
415	Dabaa	3056	2828	18	141	29,7	7,3	18,5	19,3	22,4	1270	0,1100	21,6	AI-c
416	Dakhla	2529	2900	111	0,5	38,5	4,4	21,5	23,1	34,1	1586	0,0030	0,0	EI-t
417	Fayum	2919	3050	20	15	36,6	6,2	21,0	—	30,4	1441	0,0100	1,7	ES-d
418	Gemmeiza	3043	3107	20	51	34,5	5,2	19,9	20,4	29,3	1366	0,0400	6,0	HAS-d
419	Giza (Cairo)	3003	3113	19	19	34,3	6,3	20,3	20,5	28,0	1407	0,0100	2,4	ES-d
420	Helwan	2952	3120	140	26	35,1	8,8	22,0	21,9	26,3	1510	0,0200	3,3	HAI-c
421	Ismaïlia	3035	3026	20	38	35,0	7,0	21,0	20,7	28,0	1441	0,0300	4,7	HAI-c
422	Kharga	2527	3032	73	1	39,4	6,0	22,7	24,0	33,4	1558	0,0006	0,1	EI-d
423	Kom-Ombo	2429	3256	102	0	41,0	7,7	24,4	25,1	33,3	1675	0,0000	0,0	EI-c
424	Mallawi	2742	3045	20	3	35,3	2,5	18,9	20,5	32,8	1297	0,0002	0,3	EI-f
425	Mansourah	3117	3218	30	54	33,5	7,0	20,3	20,9	26,5	1393	0,0400	7,0	HAS-c
426	Marsa Matruh	3120	2730	30	123	29,8	8,0	18,9	19,2	21,8	1297	0,0900	19,3	AI-c
427	Minyia	2805	3044	40	4	36,6	4,0	20,3	21,1	32,6	1448	0,0030	0,4	EI-t
428	Port Saïd	3117	3218	6	93	30,7	11,3	21,0	21,0	19,3	1441	0,0600	16,4	HAS-cc
429	Qena	2609	3246	135	7	41,4	6,8	24,0	—	34,3	1644	0,0040	0,7	EI-d
430	Sakha	3107	3057	20	67	34,0	6,0	20,0	19,2	28,0	1373	0,0500	8,2	HAS-d
431	Salloum	3132	2511	6	104	31,0	9,5	20,5	20,5	21,5	1390	0,0700	16,6	AI-cc
432	Shandaweel	2626	3138	60	1	37,5	4,6	21,1	22,8	32,9	1448	0,0001	0,1	EI-t
433	Sidi Barrani	3138	2558	23	143	29,0	8,5	18,8	19,3	20,5	1287	0,1100	23,9	AI-c
434	Siwa	2912	2531	613	10	39,1	3,8	20,7	20,6	34,3	1438	0,0070	1,0	EI-t
435	Sohag	2634	3142	62	0	37,5	5,6	21,4	22,6	32,2	1469	0,0000	0,0	EI-d
436	Tahrir	3029	3042	20	35	34,8	7,8	21,3	20,4	27,0	1462	0,0020	4,3	HAI-c

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
VI - MAURITANIE

N°	Station	Lat. N°'	Long. W°'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
437	Bir Moghrein	2514	1135	300	45	40,5	10,5	25,5	23,8	30,0	1750	0,0	5,1	HAI-cc	Méditerranéen
438	F'derik	2241	1242	298	61	42,0	13,2	27,6	26,2	28,8	1894	0,0	7,3	HAS-cc	Transition
439	Nouadhibou (Pt Etienne)	2056	1702	3	33	31,1	13,3	22,2	21,6	17,8	1524	0,0	6,4	HAI-cc	Tropical
440	Atar	2036	1303	224	103	42,0	12,7	27,4	27,8	29,3	1877	0,1	12,0	HAS-cc	Tropical

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Tableau 48 : Stations climatiques de la zone aride (s.l.) nord-africaine.
Caractéristiques géographiques, données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique.
VII - ILES CANARIES (Espagne)

N°	Station	Lat. N°'	Long. W°'	Alt. m	P mm	M °C	m °C	M + m / 2 °C	t °C	M - m °C	ETP mm	P / ETP	Q3	Interprétation Classification	Remarques
441	Las Palmas de Gran Canaria	2809	1525	6	147	26,9	13,7	20,3	20,4	13,2	1400	0,10	37,7	AI-cc	Méditerranéen
442	Valle Seco (GC)	2804	1533	1000	968	25,0	4,0	14,5	13,6	21,0	933	1,04	158,0	HH-t	Méditerranéen
443	Santa Cruz (Ten)	2822	1617	10	290	30,1	14,5	22,3	20,9	15,6	1435	0,20	63,8	AM-cc	Méditerranéen
444	Puerto de la Cruz (Teneriffe)	2823	1638	50	348	27,0	10,0	18,5	18,7	17,0	1284	0,27	70,0	AS-cc	Méditerranéen
445	La Laguna (Ten)	2828	1618	636	580	27,2	9,1	18,2	15,3	18,1	1050	0,55	110,0	SH-cc	Méditerranéen
446	Izana (Ten)	2819	1630	2367	472	22,1	0,5	11,3	9,4	21,6	631	0,75	75,0	H-ff	Méditerranéen
447	Arrecife (Lanz)	2856	1333	10	144	29,0	12,0	20,0	19,0	17,0	1304	0,11	29,0	AI-cc	Méditerranéen
448	Los Estancos (Fuerteventura)	2836	1359	200	125	27,3	10,0	18,6	19,2	17,3	1318	0,09	24,8	AI-cc	Méditerranéen
449	Gando (Gran Canaria)	2756	1751	10	170	26,8	13,4	20,1	20,1	13,4	1150	0,15	43,5	AM-cc	Méditerranéen
450	Icod (Teneriffe)	2822	1602	20	469	25,2	12,6	18,9	18,9	12,6	1142	0,45	127,7	SA-cc	Méditerranéen
451	Los Rodeos (Teneriffe)	2829	1639	641	697	22,0	8,2	15,1	15,1	13,8	1028	0,68	173,2	SH-cc	Méditerranéen
452	Punta Orchilla (Hierro)	2740	1803	200	204	26,6	10,0	18,3	18,3	16,6	1337	0,15	42,2	AM-cc	Méditerranéen
453	Villaflor (Teneriffe)	2810	1658	1400	510	25,1	4,7	14,9	14,9	20,4	1135	0,44	85,8	SA-t	Méditerranéen

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Figures

Figure 1. Schéma hypsométrique du nord de l'Afrique

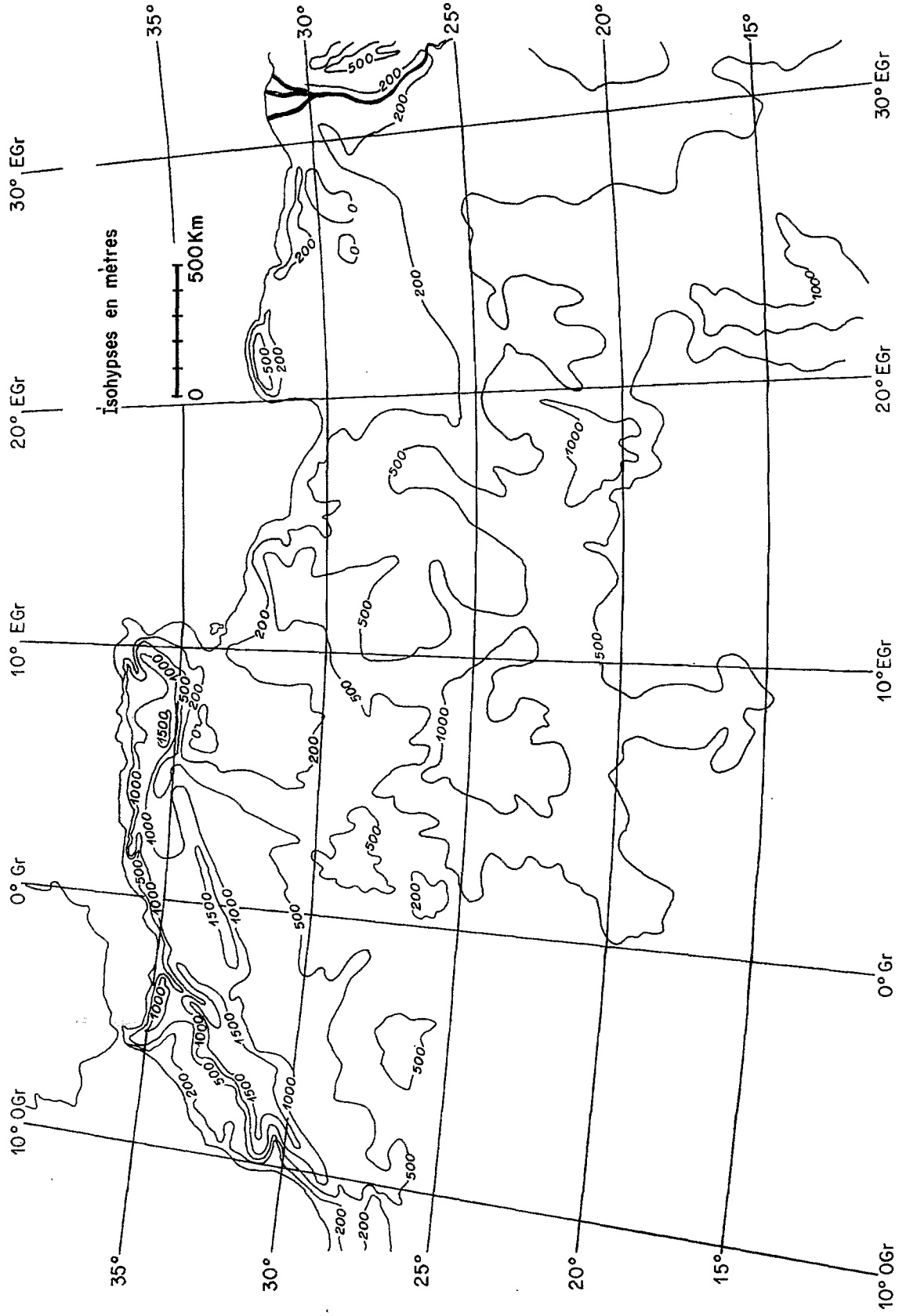


Figure 2 : Carte schématique de la répartition du relief et de la pluviosité moyenne annuelle dans les zones arides du nord de l'Afrique

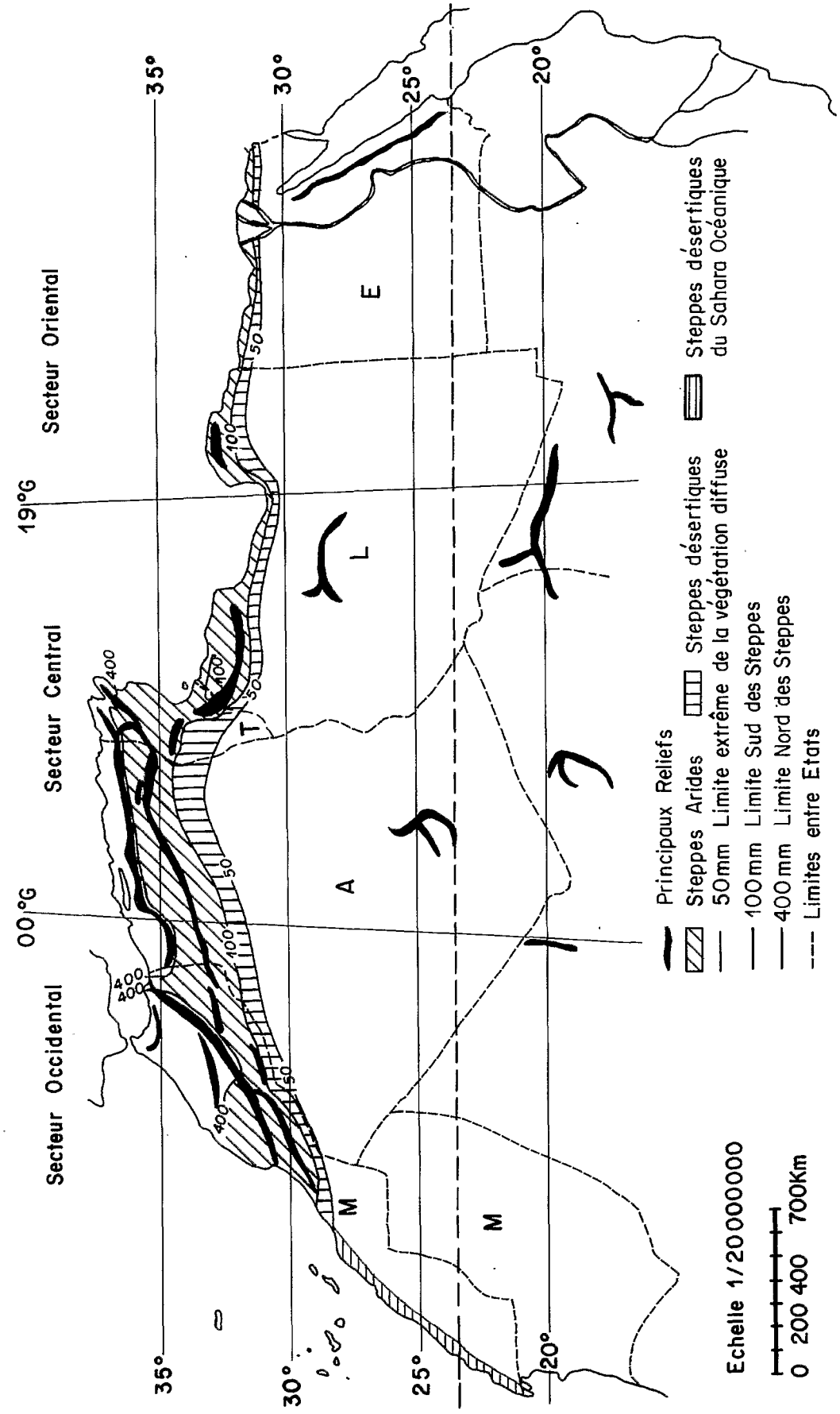


Figure 3 : Relations entre le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) et le quotient pluviométrique d'Emberger (Q3) dans les zones semi-aride, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou, 1989).

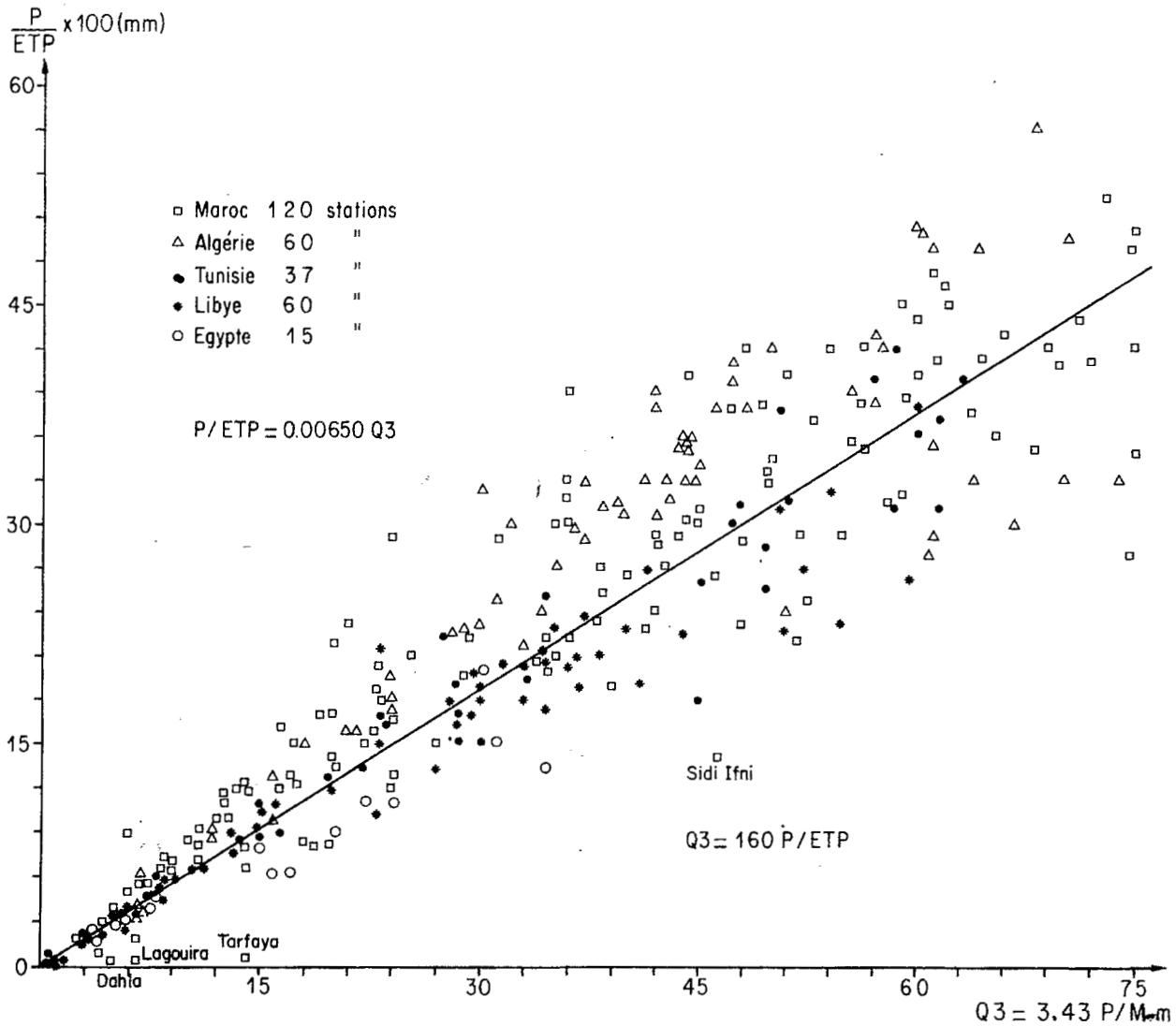


Figure 4 : Limites des zones arides steppiques du nord de l'Afrique, basées sur le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) (Le Houérou, 1989).

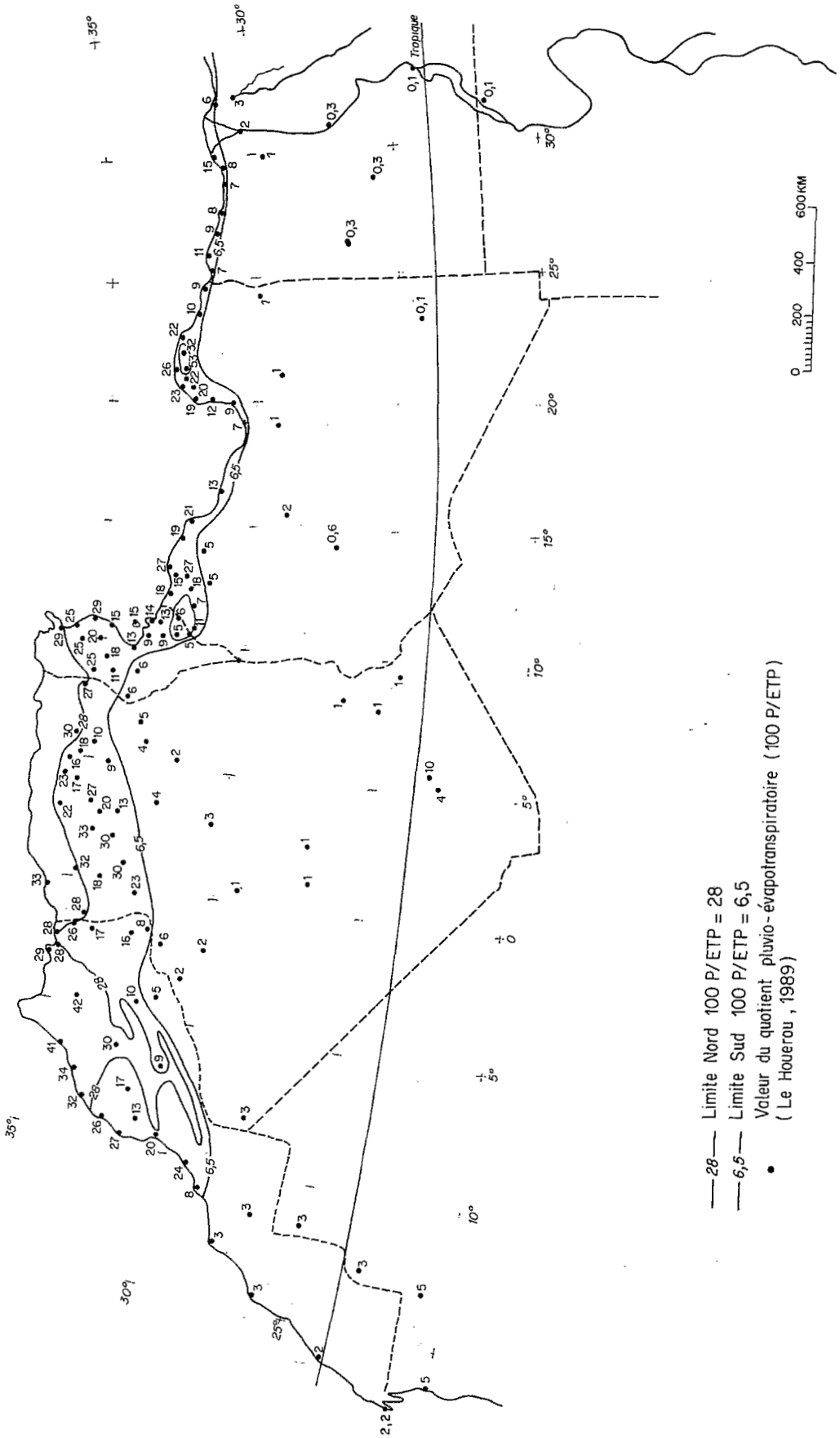


Figure 5 : Carte schématique des températures hivernales : moyenne journalière des températures minimales de janvier (« m »), et nombre moyen annuel de jours de gel sous abri (Le Houérou, 1989).

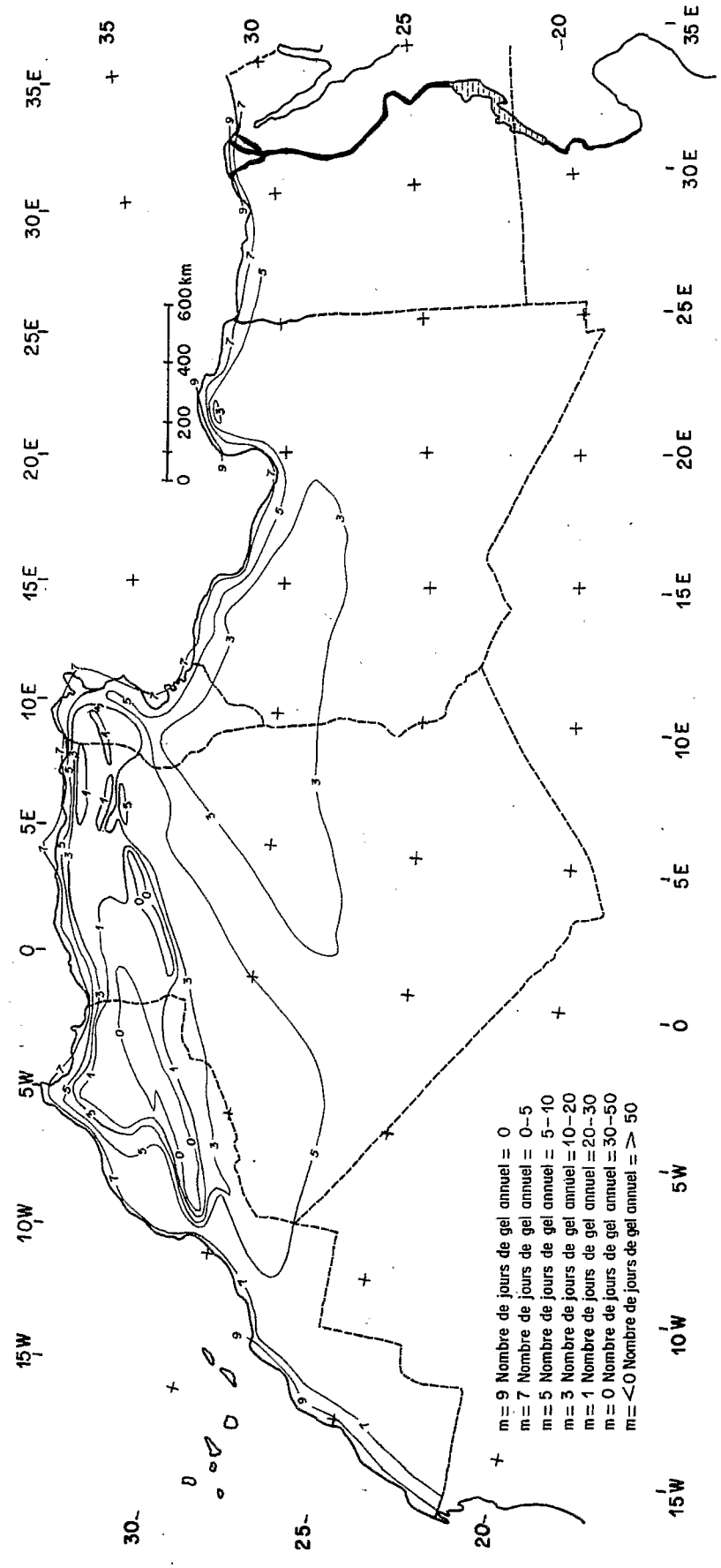


Figure 6 : Carte schématique de la radiation solaire et de l'évapotranspiration potentielle en Eur-Afrique occidentale (Le Houérou, 1989) – Radiation globale, évapotranspiration potentielle et indice de xéricité annuel

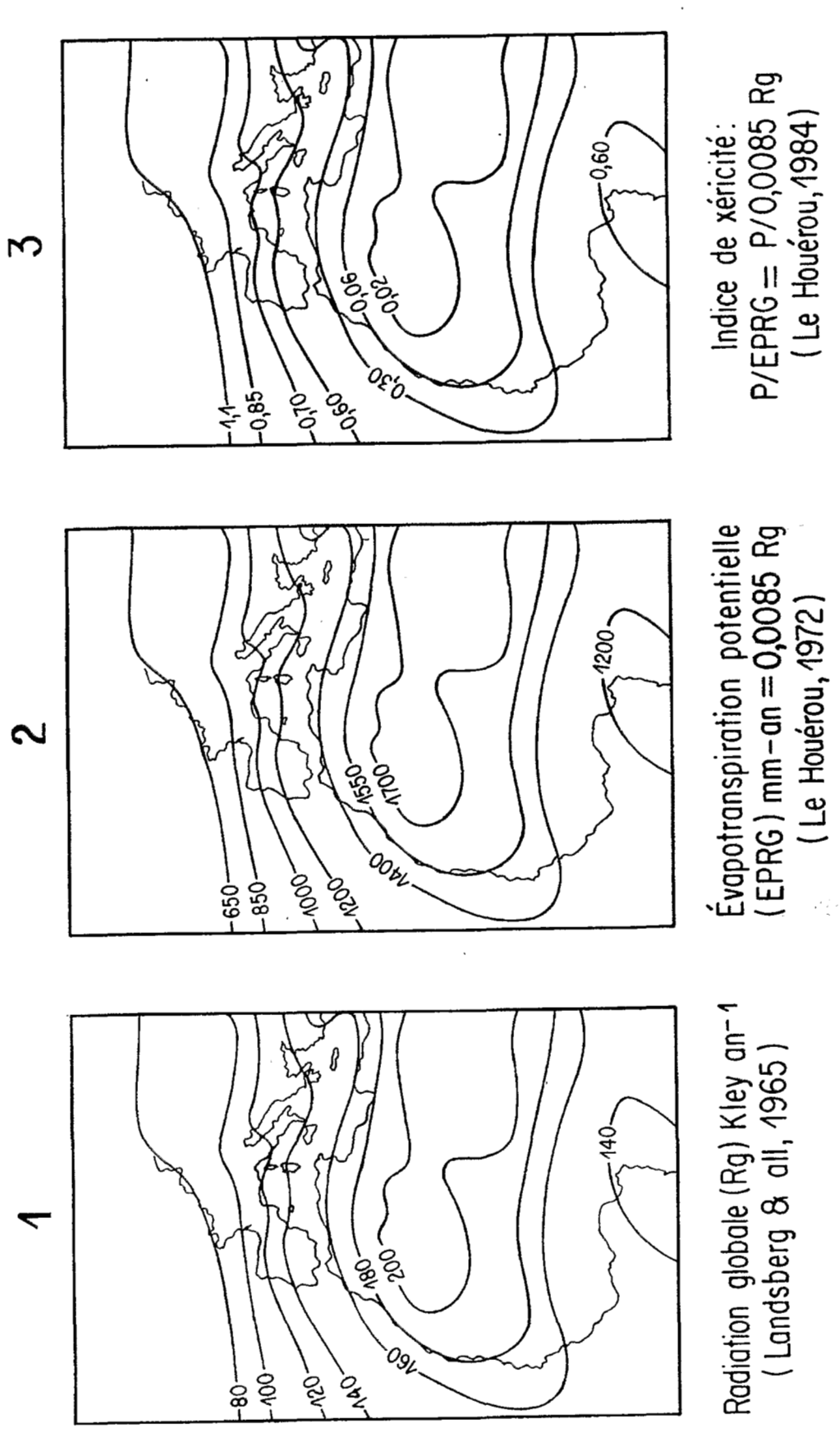
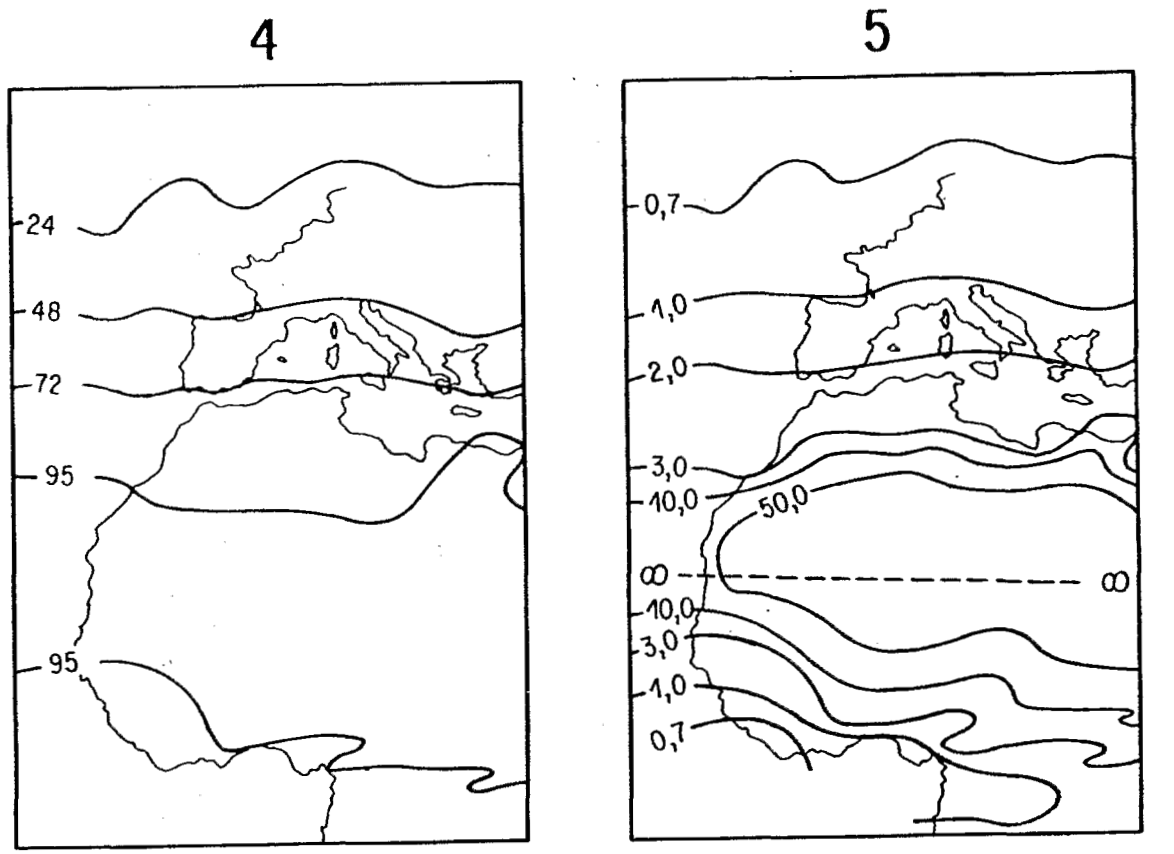


Figure 6 : Carte schématique de la radiation solaire et de l'évapotranspiration potentielle en Eur-Afrique occidentale (Le Houérou, 1989) – Radiation nette et indice de sécheresse



Radiation nette (Rn)
Kley an^{-1} (≈ 0,5 Rg)
(Uchijima & Seino, 1987)

Indice radiatif de sècheresse (Rn/P)
d'après Budyko (1974), modifié

Figure 7 : Matrice de classification bioclimatique zonale des biomes terrestres
Holdridge & Tosi, 1967 ; modifiée Le Houérou, 1989

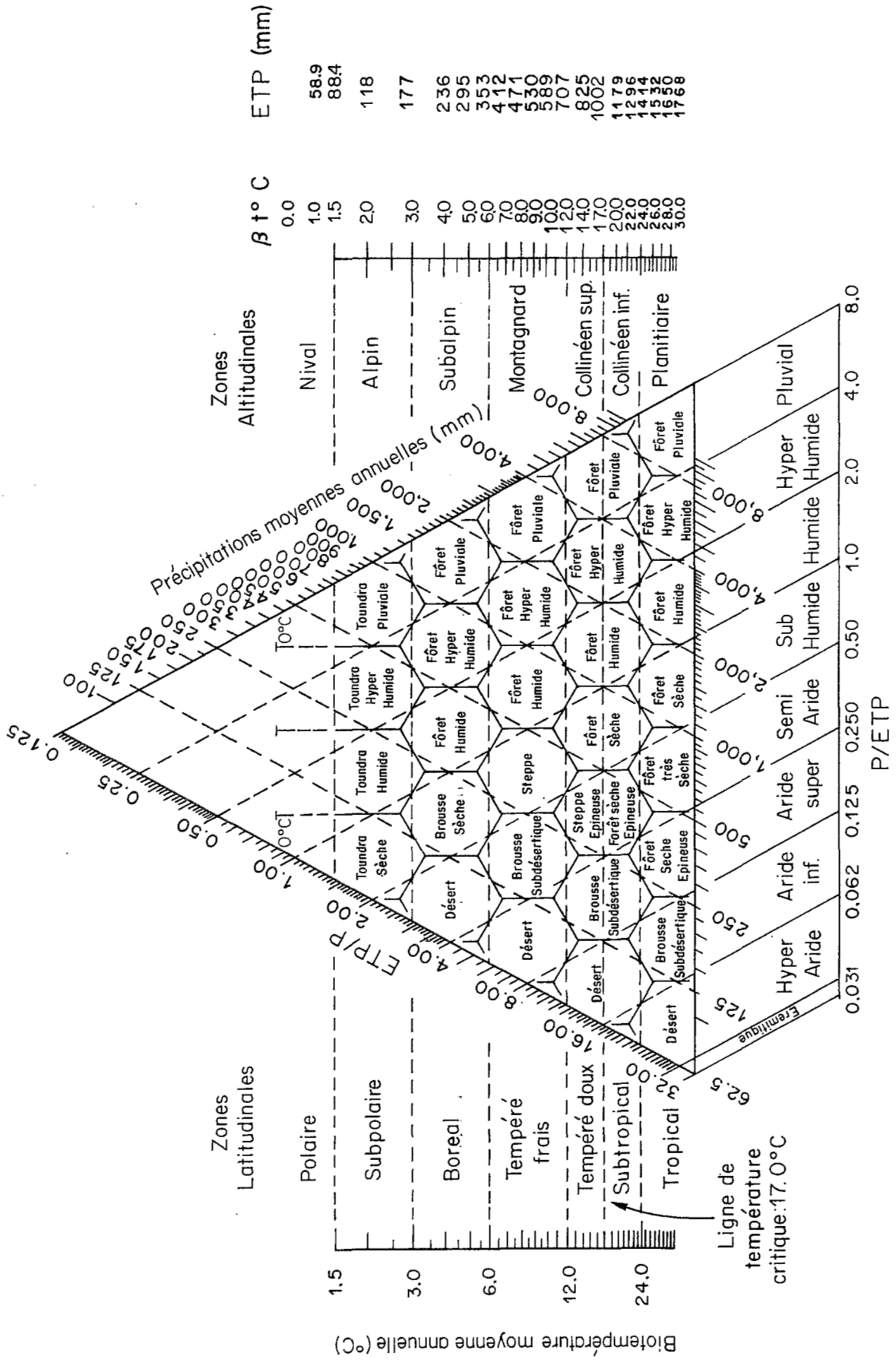
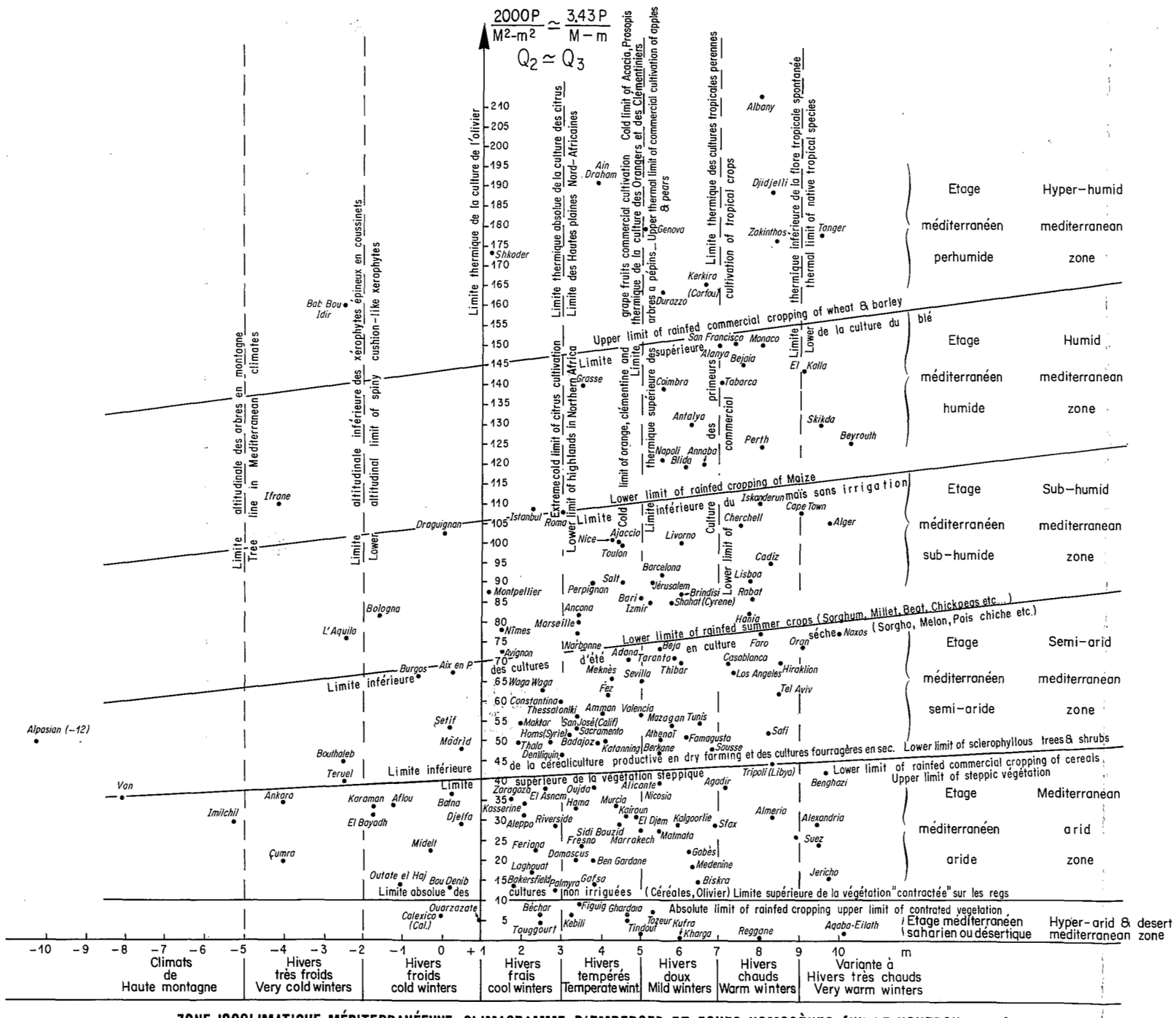
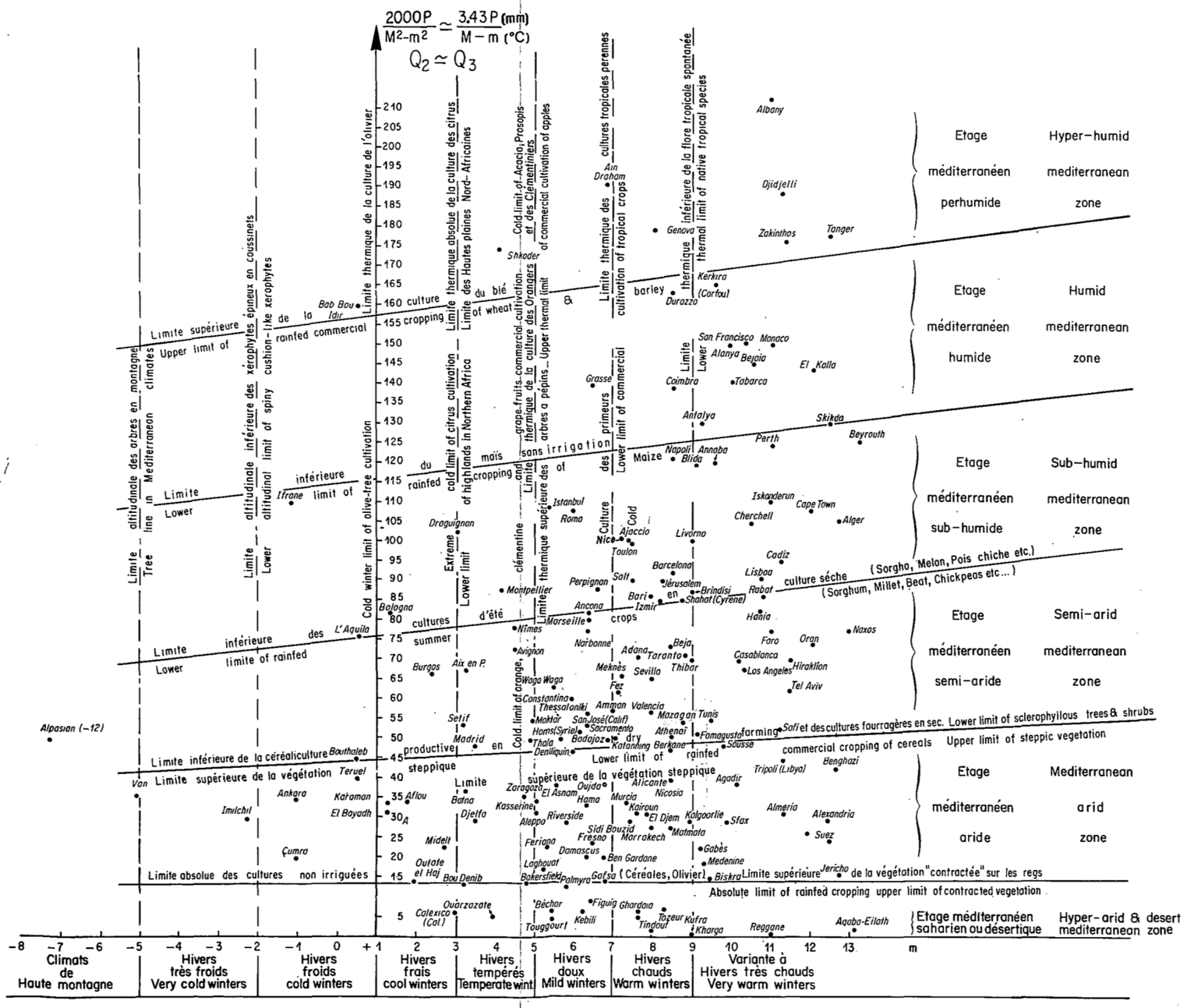


Figure 8 : Classification de l'aire isoclimatique méditerranéenne selon la méthode d'Emberger modifiée (Le Houérou, 1973)



ZONE ISOCLIMATIQUE MÉDITERRANÉENNE CLIMAGRAMME D'EMBERGER ET ZONES HOMOGÈNES (HN LE HOUEROU 1973)
MEDITERRANEAN ISOCLIMATIC ZONING ECOCLIMATIC CLASSIFICATION (EMBERGER'S METHOD)

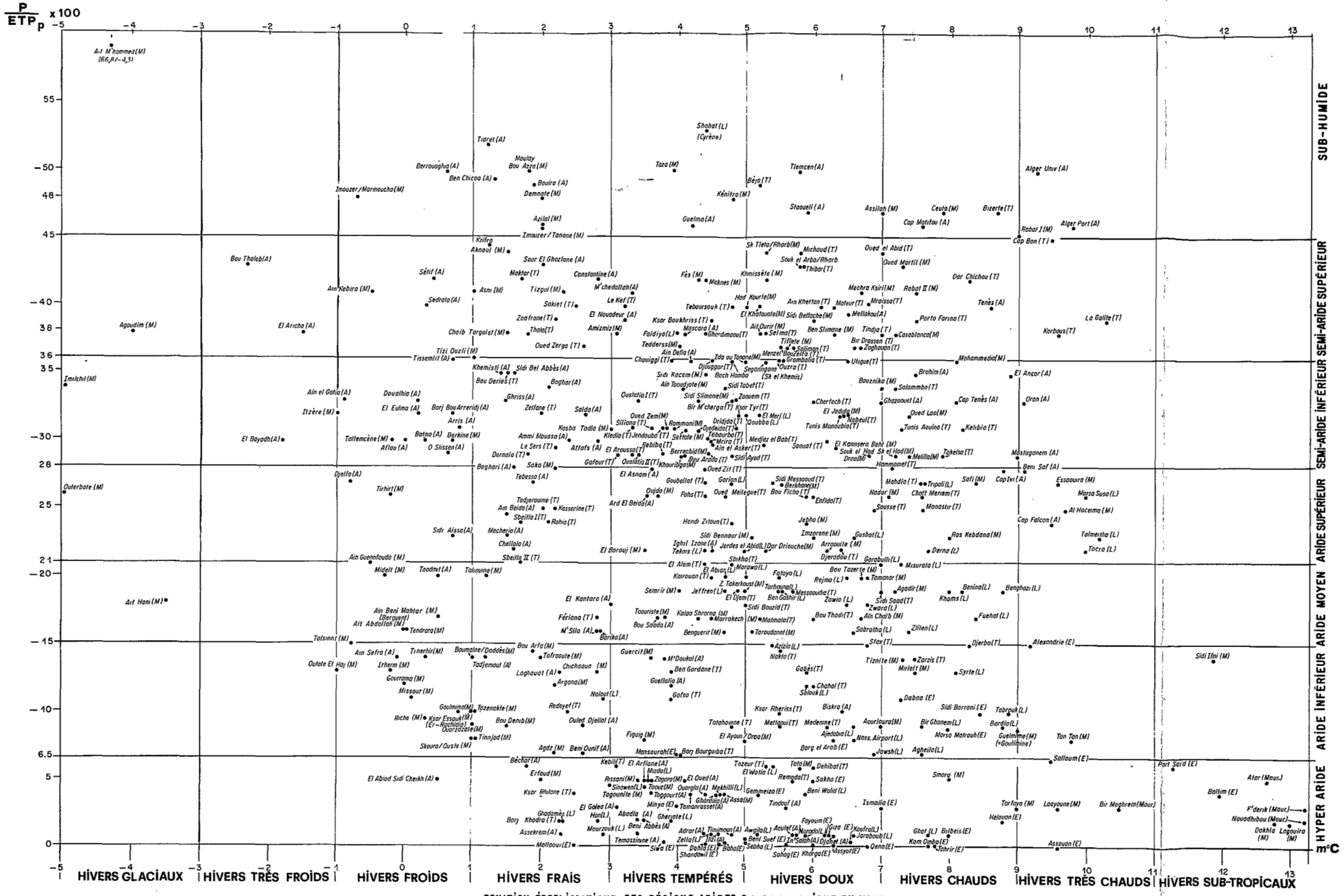
Figure 9 : Classification de l'aire isoclimatique méditerranéenne, selon la méthode d'Emberger modifiée, dans l'hypothèse d'un accroissement de 3°C de la température moyenne annuelle (Le Houérou, 1989)



ZONES ISOCLIMATIQUES MÉDITERRANÉENNES DANS L'HYPOTHÈSE D'UN ACCROISSEMENT DES TEMPERATURES DE 3.0°C ± 1.5 INDUIT PAR CO^2 VERS L'ANNÉE 2050.

MEDITERRANEAN ISOCLIMATIC ZONING IN THE ASSUMPTION OF CO^2 INDUCED RAISE OF 3.0°C ± 1.5 IN TEMPERATURE TOWARDS THE YEAR 2050. (LE HOUEROU 1988)

Figure 10 : Zonation écoclimatique des régions arides s.l. du Nord de l'Afrique, basée sur le quotient pluvio-transpiratoire (P/ETP) et la température moyenne des minima journaliers de janvier (« m ») (Le Houérou, 1989)



ZONATION ÉCOCLIMATIQUE DES RÉGIONS ARIDES S.L. DE L'AFRIQUE DU NORD.

(basée sur le Quotient Évapotranspiratoire et la moyenne des 1[2] minimales journalières de janvier)

H.N. Le Houerou, 1990

Figure 11 : Zonation écoclimatique des régions arides du nord de l'Afrique, basée sur le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) et la température moyenne journalière des minima de janvier (« m »), dans l'hypothèse d'un accroissement de 3°C de la température moyenne annuelle (Le Houérou, 1991)

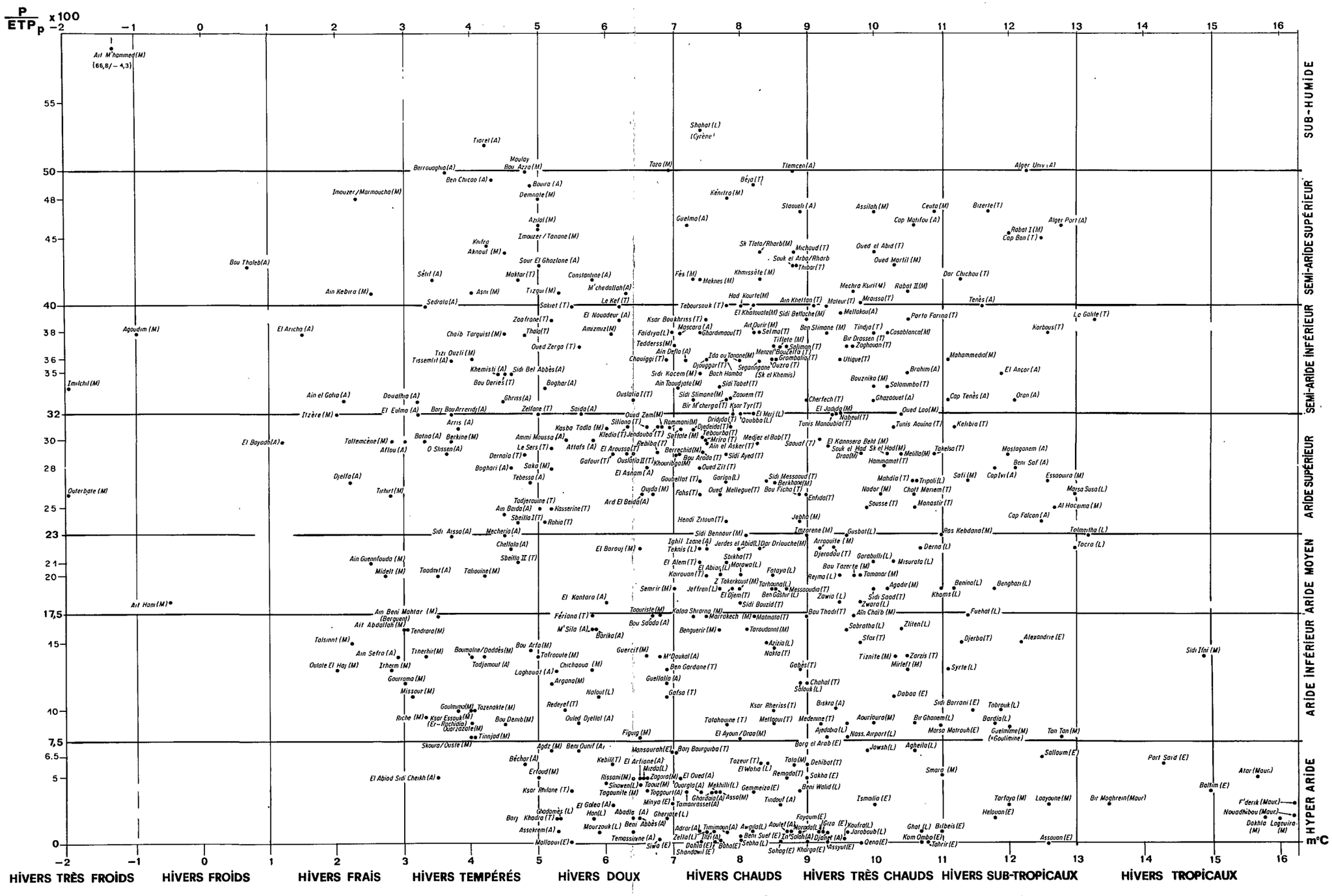
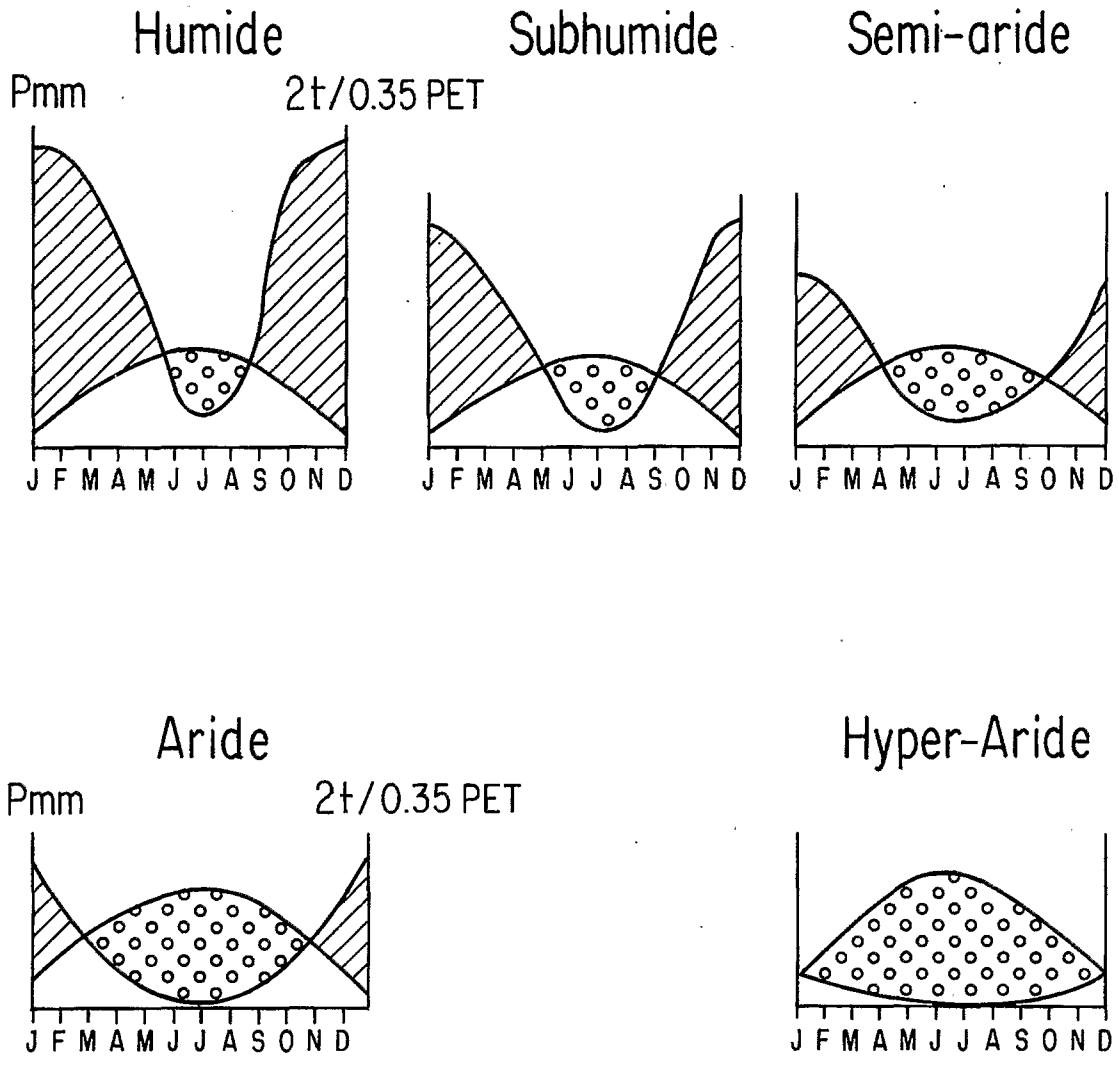
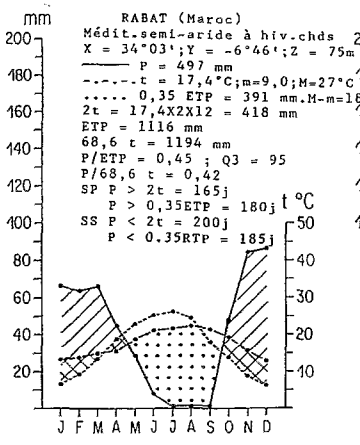
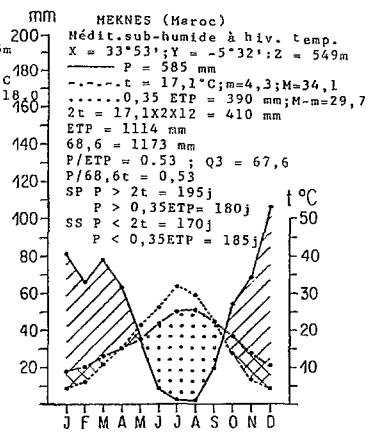


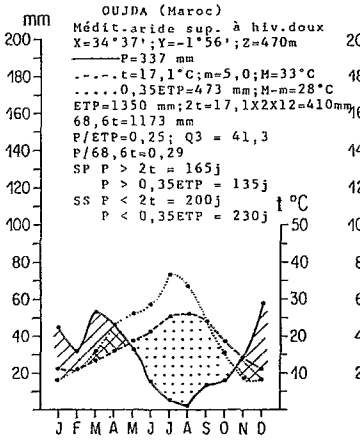
Figure 12 : Evaluation de la longueur et de l'intensité des saisons sèche et pluvieuse par la relation entre la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle (courbes ombrothermiques) selon la méthode de Bagnouls et Gaussen (1953) où P < 2t et selon la méthode de Le Houérou & Popov (1981) où P < 0,35 ETP (Penman) (courbes ombrodiapnéiques utilisant les paramètres P, t, ETP, P/ETP, Q", « m». Longueur des saisons sèche et pluvieuse en fonction de P < 2t et de P < 0,35 ETP.

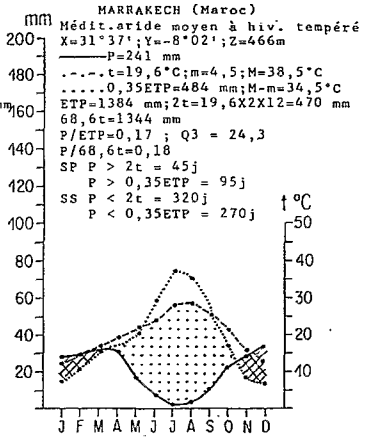
12 A : Schémas et principes de classification
12 B : Maroc (14 stations) et Algérie (2 stations)
12 C : Algérie (12 stations) et Tunisie (4 stations)
12 D : Tunisie (10 stations) et Canaries (6 stations)
12 E : Libye (16 stations)
12 F : Egypte (16 stations)

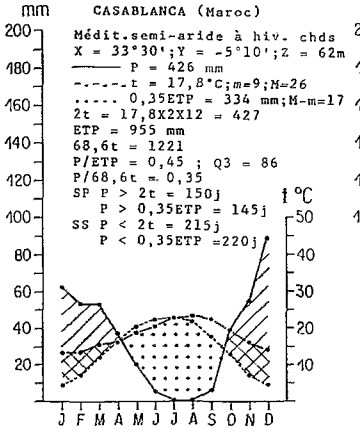


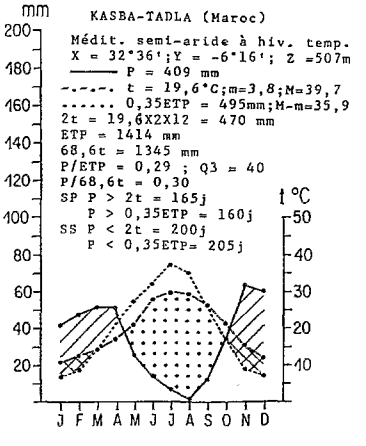

RABAT (Maroc)
Médit.semi-aride à hiv.chds
X = 34°03';Y = -6°46';Z = 75m
P = 497 mm
t = 17,4°C;m=9,0;M=27°C
0,35 ETP = 391 mm,M-m=18,0
2t = 17,4X2X12 = 418 mm
ETP = 1116 mm
68,6 t = 1194 mm
P/ETP = 0,45 ; Q3 = 95
P/68,6 t = 0,42
SP P > 2t = 165j
P > 0,35ETP = 180j
SS P < 2t = 200j
P < 0.35RTP = 185j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

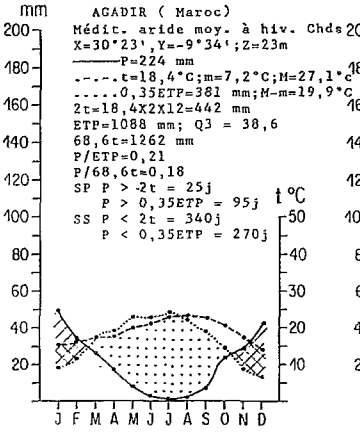

MEKNES (Maroc)
Médit.sub-humide à hiv. temp.
X = 33°53';Y = -5°32';Z = 549m
P = 585 mm
t = 17,1°C;m=4,3;M=34,1
0,35 ETP = 390 mm;M-m=29,7
2t = 17,1X2X12 = 410 mm
ETP = 1114 mm
68,6 = 1173 mm
P/ETP = 0.53 ; Q3 = 67,6
P/68,6t = 0,53
SP P > 2t = 195j
P > 0,35ETP= 180j
SS P < 2t = 170j
P < 0,35ETP = 185j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

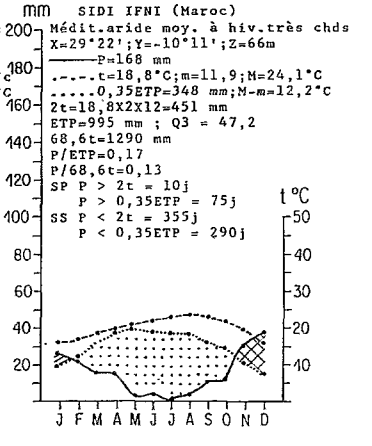

OUJDA (Maroc)
Médit.aride sup. à hiv.doux
X=34°37';Y=-1°56';Z=470m
P=337 mm
t=17,1°C;m=5,0;M=33°C
0,35ETP=473 mm;M-m=28°C
ETP=1350 mm;2t=17,1X2X12=410mm
68,6t=1173 mm
P/ETP=0,25; Q3 = 41,3
P/68,6t=0,29
SP P > 2t = 165j
P > 0,35ETP = 135j
SS P < 2t = 200j
P < 0,35ETP = 230j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

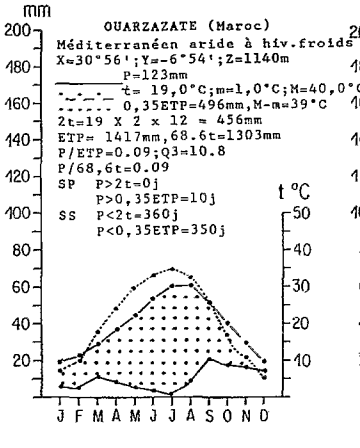

MARRAKECH (Maroc)
Médit.aride moyen à hiv. tempéré
X=31°37';Y=-8°02';Z=466m
P=241 mm
t=19,6°C;m=4,5;M=38,5°C
0,35ETP=484 mm;M-m=34,5°C
ETP=1384 mm;2t=19,6X2X12=470 mm
68,6t=1344 mm
P/ETP=0,17 ; Q3 = 24,3
P/68,6t=0,18
SP P > 2t = 45j
P > 0,35ETP = 95j
SS P < 2t = 320j
P < 0,35ETP = 270j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

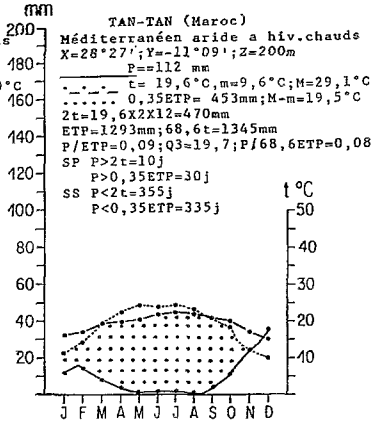

CASABLANCA (Maroc)
Médit.semi-aride à hiv. chds
X = 33°30';Y = -5°10';Z = 62m
P = 426 mm
t = 17,8°C;m=9;M=26
0,35ETP = 334 mm;M-m=17
2t = 17,8X2X12 = 427
ETP = 955 mm
68,6t = 1221
P/ETP = 0,45 ; Q3 = 86
P/68,6t = 0,35
SP P > 2t = 150j
P > 0,35ETP = 145j
SS P < 2t = 215j
P < 0,35ETP =220j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

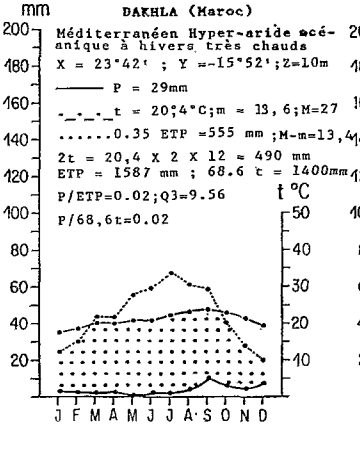

KASBA-TADLA (Maroc)
Médit. semi-aride à hiv. temp.
X = 32°36';Y = -6°16'; Z =507m
P = 409 mm
t = 19,6°C;m=3,8;M=39,7
0,35ETP = 495mm;M-m=35,9
2t = 19,6X2X12 = 470 mm
ETP = 1414 mm
68,6t = 1345 mm
P/ETP = 0,29 ; Q3 = 40
P/68,6t = 0,30
SP P > 2t = 165j
P > 0,35ETP = 160j
SS P < 2t = 200j
P < 0,35ETP= 205j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

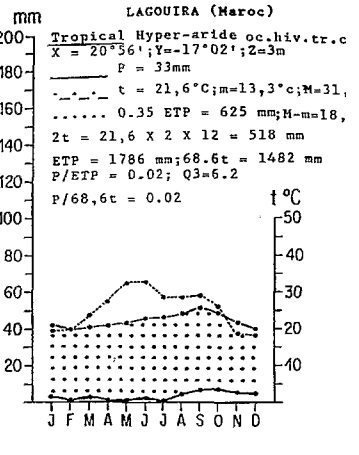

AGADIR (Maroc)
Médit. aride moy. à hiv. Chds
X=30°23';Y=-9°34';Z=23m
P=224 mm
t=18,4°C;m=7,2°C;M=27,1°C
0,35ETP=381 mm;M-m=19,9°C
2t=18,4X2X12=442 mm
ETP=1088 mm; Q3 = 38,6
68,6t=1262 mm
P/ETP=0,21
P/68,6t=0,18
SP P > 2t = 25j
P > 0,35ETP = 95j
SS P < 2t = 340j
P < 0,35ETP = 270j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

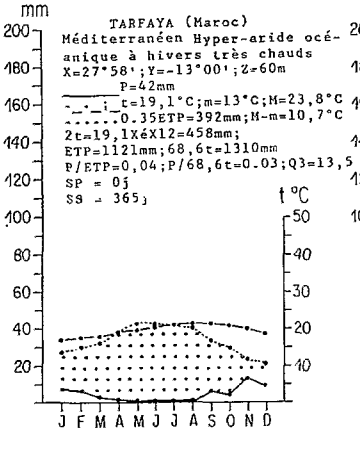

SIDI IFNI (Maroc)
Médit.aride moy. à hiv.très chds
X=29°22';Y=-10°11';Z=66m
P=168 mm
t=18,8°C;m=11,9;M=24,1°C
0,35ETP=348 mm;M-m=12,2°C
2t=18,8X2X12=451 mm
ETP=995 mm ; Q3 = 47,2
68,6t=1290 mm
P/ETP=0,17
P/68,6t=0,13
SP P > 2t = 10j
P > 0,35ETP = 75j
SS P < 2t = 355j
P < 0,35ETP = 290j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

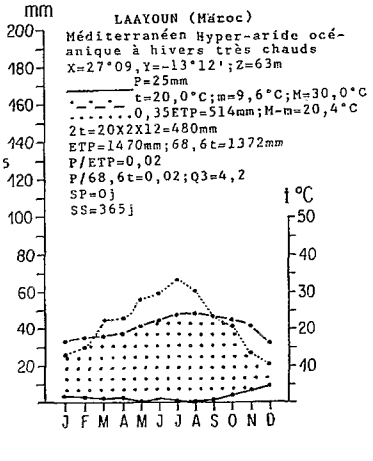

OUARZAZATE (Maroc)
Méditerranéen aride à hiv.froids
X=30°56';Y=-6°54';Z=1140m
P=123mm
t= 19,0°C;m=1,0°C;M=40,0°C
0,35ETP=496mm,M-m=39°C
2t=19 X 2 x 12 = 456mm
ETP= 1417mm,68.6t=1303mm
P/ETP=0.09;Q3=10.8
P/68,6t=0.09
SP P>2t=0j
P>0,35ETP=10j
SS P<2t=360j
P<0,35ETP=350j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

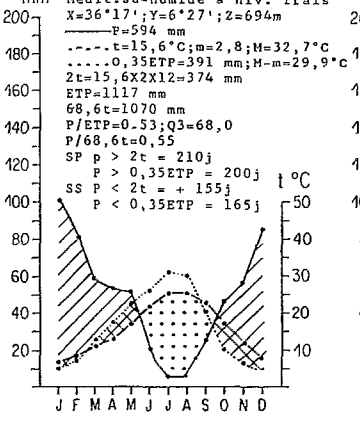

TAN-TAN (Maroc)
Méditerranéen aride a hiv.chauds
X=28°27';Y=-11°09';Z=200m
P=112 mm
t= 19,6°C,m=9,6°C;M=29,1°C
0,35ETP= 453mm;M-m=19,5°C
2t=19,6X2X12=470mm
ETP=1293mm;68,6t=1345mm
P/ETP=0,09;Q3=19,7;P/68,6ETP=0,08
SP P>2t=10j
P>0,35ETP=30j
SS P<2t=355j
P<0,35ETP=335j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

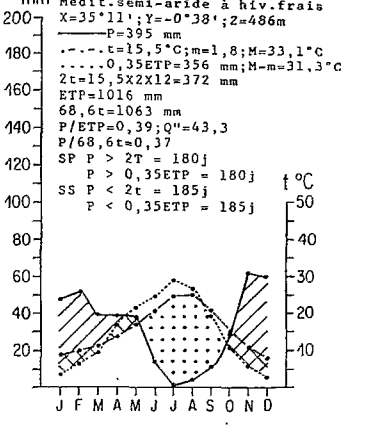

DAKHLA (Maroc)
Méditerranéen Hyper-aride océ-anique à hivers très chauds
X = 23°42' ; Y =-15°52';Z=10m
P = 29mm
t = 20,4°C;m = 13,6;M=27
0.35 ETP =555 mm ;M-m=13,4
2t = 20,4 X 2 X 12 = 490 mm
ETP = 1587 mm ; 68.6 t = 1400mm
P/ETP=0.02;Q3=9.56
P/68,6t=0.02
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


LAGOUIRA (Maroc)
Tropical Hyper-aride oc.hiv.tr.c
X = 20°56';Y=-17°02';Z=3m
P = 33mm
t = 21,6°C;m=13,3°c;M=31,
0.35 ETP = 625 mm;M-m=18,
2t = 21,6 X 2 X 12 = 518 mm
ETP = 1786 mm;68.6t = 1482 mm
P/ETP = 0.02; Q3=6.2
P/68,6t = 0.02
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

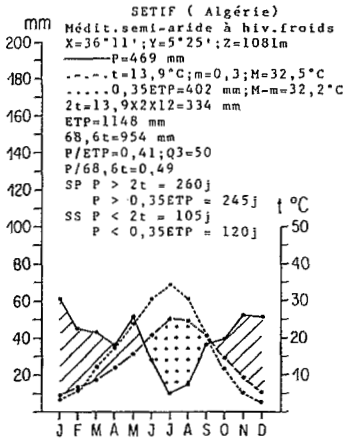

TARFAYA (Maroc)
Méditerranéen Hyper-aride océ-anique à hivers très chauds
X=27°58';Y=-13°00';Z=60m
P=42mm
t=19,1°C;m=13°C;M=23,8°C
0.35ETP=392mm;M-m=10,7°C
2t=19,1X6X12=458mm;
ETP=1121mm;68,6t=1310mm
P/ETP=0,04;P/68,6t=0.03;Q3=13,5
SP = 0j
SS = 365j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


LAAYOUN (Maroc)
Méditerranéen Hyper-aride océ-anique à hivers très chauds
X=27°09,Y=-13°12';Z=63m
P=25mm
t=20,0°C;m=9,6°C;M=30,0°C
0,35ETP=514mm;M-m=20,4°C
2t=20X2X12=480mm
ETP=1470mm;68,6t=1372mm
P/ETP=0,02
P/68,6t=0,02;Q3=4,2
SP=0j
SS=365j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

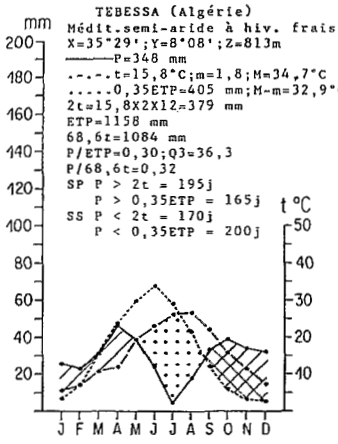

CONSTANTINE (Algérie)
Médit.su-humide à hiv. frais
X=36°17';Y=6°27';Z=694m
P=594 mm
t=15,6°C;m=2,8;M=32,7°C
0,35ETP=391 mm;M-m=29,9°C
2t=15,6X2X12=374 mm
ETP=1117 mm
68,6t=1070 mm
P/ETP=0.53;Q3=68,0
P/68,6t=0,55
SP P > 2t = 210j
P > 0,35ETP = 200j
SS P < 2t = + 155j
P < 0,35ETP = 165j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


SIDI BEL ABBES (Algérie)
Médit.semi-aride à hiv.frais
X=35°11';Y=-0°38';Z=486m
P=395 mm
t=15,5°C;m=1,8;M=33,1°C
0,35ETP=356 mm;M-m=31,3°C
2t=15,5X2X12=372 mm
ETP=1016 mm
68,6t=1063 mm
P/ETP=0,39;Q=43,3
P/68,6t=0,37
SP P > 2T = 180j
P > 0,35ETP = 180j
SS P < 2t = 185j
P < 0,35ETP = 185j
mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

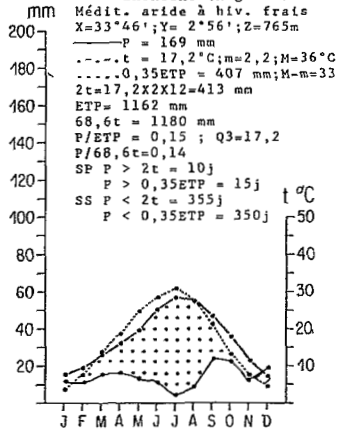
SETIF (Algérie)
Médit.semi-aride à hiv.froids
X=36°11';Y=5°25';Z=1081m
P=469 mm
t=13,9°C;m=0,3;M=32,5°C
0,35ETP=402 mm;M-m=32,2°C
2t=13,9X2X12=334 mm
ETP=1148 mm
68,6t=954 mm
P/ETP=0,41;Q3=50
P/68,6t=0,49
SP P > 2t = 260j
P > 0,35ETP = 245j
SS P < 2t = 105j
P < 0,35ETP = 120j



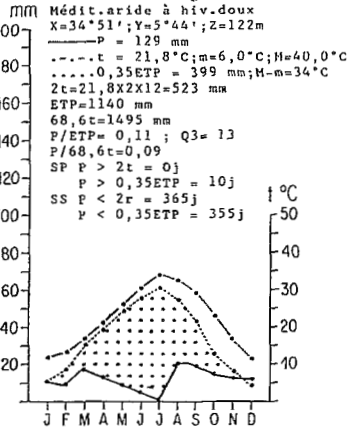
TEBESSA (Algérie)
Médit.semi-aride à hiv. frais
X=35°29';Y=8°08';Z=813m
P=348 mm
t=15,8°C;m=1,8;M=34,7°C
0,35ETP=405 mm;M-m=32,9°C
2t=15,8X2X12=379 mm
ETP=1158 mm
68,6t=1084 mm
P/ETP=0,30;Q3=36,3
P/68,6t=0,32
SP P > 2t = 195j
P > 0,35ETP = 165j
SS P < 2t = 170j
P < 0,35ETP = 200j



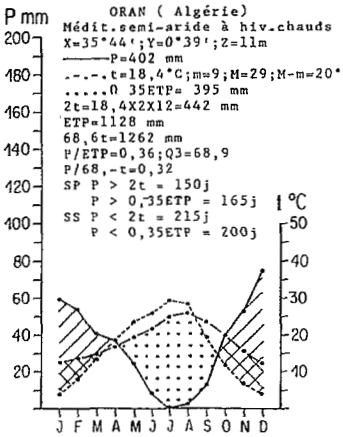
LAGHOUAT (Algérie)
Médit. aride à hiv. frais
X=33°46';Y= 2°56';Z=765m
P = 169 mm
t = 17,2°C;m=2,2;M=36°C
0,35ETP = 407 mm;M-m=33,8
2t=17,2X2X12=413 mm
ETP= 1162 mm
68,6t = 1180 mm
P/ETP = 0,15 ; Q3=17,2
P/68,6t=0,14
SP P > 2t = 10j
P > 0,35ETP = 15j
SS P < 2t = 355j
P < 0,35ETP = 350j



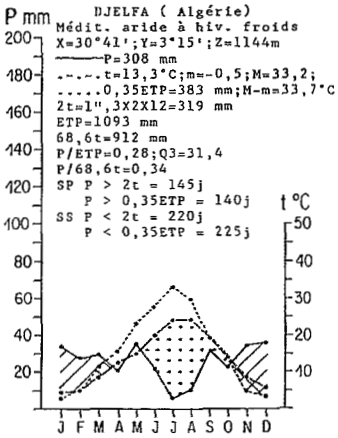
BISKRA (Algérie)
Médit.aride à hiv.doux
X=34°51';Y=5°44';Z=122m
P = 129 mm
t = 21,8°C;m=6,0°C;M=40,0°C
0,35ETP = 399 mm;M-m=34°C
2t=21,8X2X12=523 mm
ETP=1140 mm
68,6t=1495 mm
P/ETP= 0,11 ; Q3= 13
P/68,6t=0,09
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 10j
SS P < 2r = 365j
P < 0,35ETP = 355j



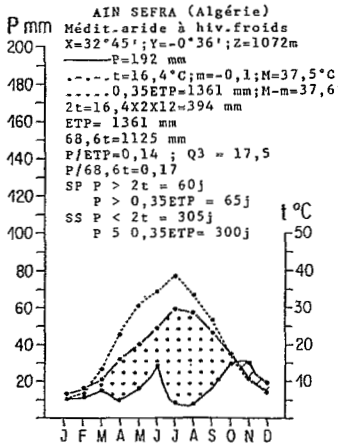
ORAN (Algérie)
Médit.semi-aride à hiv.chauds
X=35°44';Y=0°39';Z=11m
P=402 mm
t=18,4°C;m=9;M=29;M-m=20°
0 35ETP= 395 mm
2t=18,4X2X12=442 mm
ETP=1128 mm
68,6t=1262 mm
P/ETP=0,36;Q3=68,9
P/68,-t=0,32
SP P > 2t = 150j
P > 0,35ETP = 165j
SS P < 2t = 215j
P < 0,35ETP = 200j



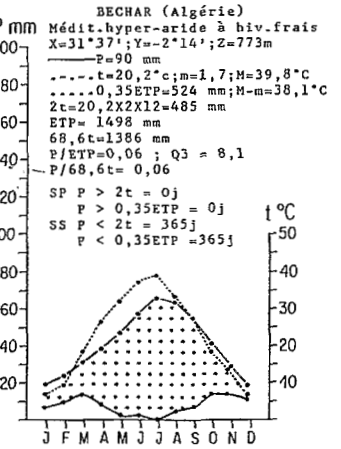
DJELFA (Algérie)
Médit. aride à hiv. froids
X=30°41';Y=3°15';Z=1144m
P=308 mm
t=13,3°C;m=-0,5;M=33,2;
0,35ETP=383 mm;M-m=33,7°C
2t=1",3X2X12=319 mm
ETP=1093 mm
68,6t=912 mm
P/ETP=0,28;Q3=31,4
P/68,6t=0,34
SP P > 2t = 145j
P > 0,35ETP = 140j
SS P < 2t = 220j
P < 0,35ETP = 225j



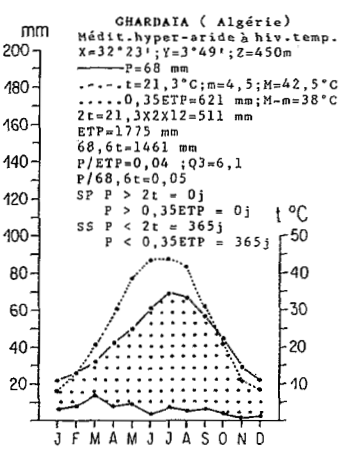
AIN SEFRA (Algérie)
Médit.aride à hiv.froids
X=32°45';Y=-0°36';Z=1072m
P=192 mm
t=16,4°C;m=-0,1;M=37,5°C
0,35ETP=1361 mm;M-m=37,6°C
2t=16,4X2X12=394 mm
ETP= 1361 mm
68,6t=1125 mm
P/ETP=0,14 ; Q3 = 17,5
P/68,6t=0,17
SP P > 2t = 60j
P > 0,35ETP = 65j
SS P < 2t = 305j
P 5 0,35ETP= 300j



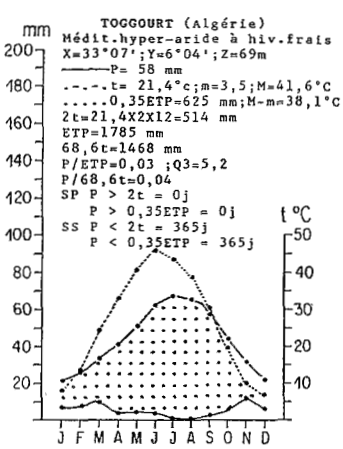
BECHAR (Algérie)
Médit.hyper-aride à hiv.frais
X=31°37';Y=-2°14';Z=773m
P=90 mm
t=20,2°c;m=1,7;M=39,8°C
0,35ETP=524 mm;M-m=38,1°C
2t=20,2X2X12=485 mm
ETP= 1498 mm
68,6t=1386 mm
P/ETP=0,06 ; Q3 = 8,1
P/68,6t= 0,06
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 0j
SS P < 2t = 365j
P < 0,35ETP =365j



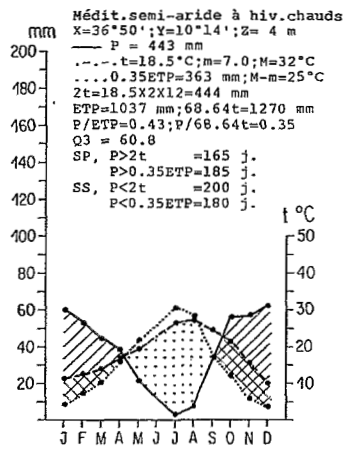
GHARDAIA (Algérie)
Médit.hyper-aride à hiv.temp.
X=32°23';Y=3°49';Z=450m
P=68 mm
t=21,3°C;m=4,5;M=42,5°C
0,35ETP=621 mm;M-m=38°C
2t=21,3X2X12=511 mm
ETP=1775 mm
68,6t=1461 mm
P/ETP=0,04 ;Q3=6,1
P/68,6t=0,05
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 0j
SS P < 2t = 365j
P < 0,35ETP = 365j



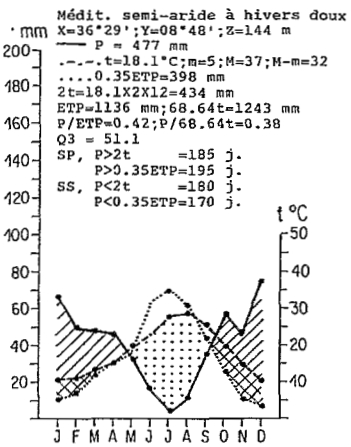
TOGGOURT (Algérie)
Médit.hyper-aride à hiv.frais
X=33°07';Y=6°04';Z=69m
P= 58 mm
t= 21,4°c;m=3,5;M=41,6°C
0,35ETP=625 mm;M-m=38,1°C
2t=21,4X2X12=514 mm
ETP=1785 mm
68,6t=1468 mm
P/ETP=0,03 ;Q3=5,2
P/68,6t=0,04
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 0j
SS P < 2t = 365j
P < 0,35ETP = 365j



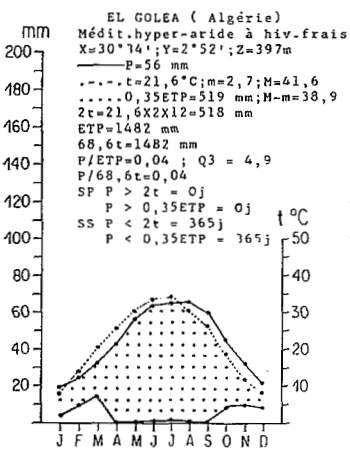
TUNIS-CARTHAGE,Tunisie
Médit.semi-aride à hiv.chauds
X=36°50';Y=10°14';Z= 4 m
P = 443 mm
t=18.5°C;m=7.0;M=32°C
0.35ETP=363 mm;M-m=25°C
2t=18.5X2X12=444 mm
ETP=1037 mm;68.64t=1270 mm
P/ETP=0.43;P/68.64t=0.35
Q3 = 60.8
SP, P>2t =165 j.
P>0.35ETP=185 j.
SS, P<2t =200 j.
P<0.35ETP=180 j.



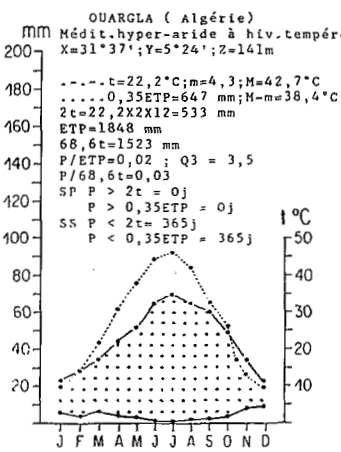
JENDOUBA (SOUK EL ARBA),Tunisie
Médit. semi-aride à hivers doux
X=36°29';Y=08°48';Z=144 m
P = 477 mm
t=18.1°C;m=5;M=37;M-m=32
0.35ETP=398 mm
2t=18.1X2X12=434 mm
ETP=1136 mm;68.64t=1243 mm
P/ETP=0.42;P/68.64t=0.38
Q3 = 51.1
SP, P>2t =185 j.
P>0.35ETP=195 j.
SS, P<2t =180 j.
P<0.35ETP=170 j.



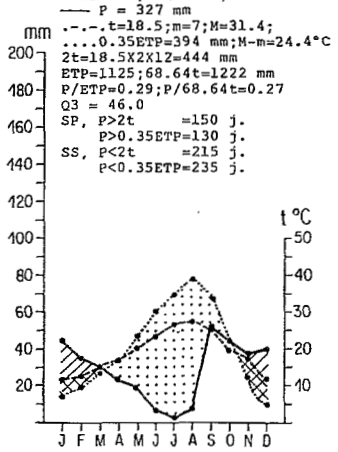
EL GOLEA (Algérie)
Médit.hyper-aride à hiv.frais
X=30°14';Y=2°52';Z=397m
P=56 mm
t=21,6°C;m=2,7;M=41,6
0,35ETP=519 mm;M-m=38,9
2t=21,6X2X12=518 mm
ETP=1482 mm
68,6t=1482 mm
P/ETP=0,04 ; Q3 = 4,9
P/68,6t=0,04
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 0j
SS P < 2t = 365j
P < 0,35ETP = 365j



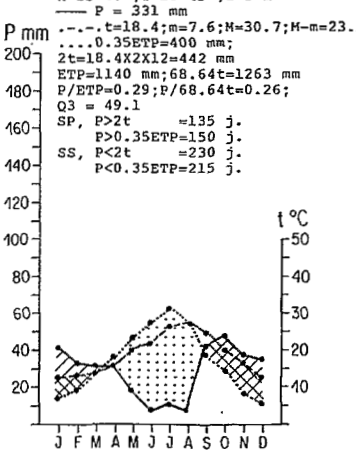
OUARGLA (Algérie)
Médit.hyper-aride à hiv.tempérés
X=31°37';Y=5°24';Z=141m
t=22,2°C;m=4,3;M=42,7°C
0,35ETP=647 mm;M-m=38,4°C
2t=22,2X2X12=533 mm
ETP=1848 mm
68,6t=1523 mm
P/ETP=0,02 ; Q3 = 3,5
P/68,6t=0,03
SP P > 2t = 0j
P > 0,35ETP = 0j
SS P < 2t= 365j
P < 0,35ETP = 365j

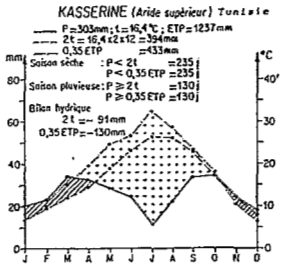


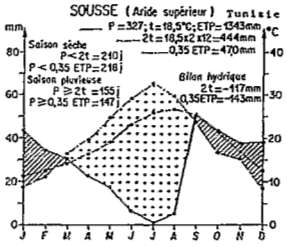
CHOTT MERIEM(près SOUSSE),Tunisie
Médit.aride supérieur à hiv. chauds
X=35°55';Y=10°33';Z= 15 m
P = 327 mm
t=18.5;m=7;M=31.4;
0.35ETP=394 mm;M-m=24.4°C
2t=18.5X2X12=444 mm
ETP=1125;68.64t=1222 mm
P/ETP=0.29;P/68.64t=0.27
Q3 = 46.0
SP, P>2t =150 j.
P>0.35ETP=130 j.
SS, P<2t =215 j.
P<0.35ETP=235 j.

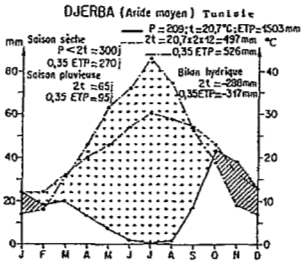


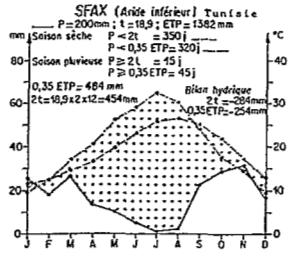
MONASTIR (SKANES),Tunisie
Médit. aride supér.à hiv. chauds
X=35°40';Y=10°45';Z=3 m
P = 331 mm
t=18.4;m=7.6;M=30.7;M-m=23.1
0.35ETP=400 mm;
2t=18.4X2X12=442 mm
ETP=1140 mm;68.64t=1263 mm
P/ETP=0.29;P/68.64t=0.26;
Q3 = 49.1
SP, P>2t =135 j.
P>0.35ETP=150 j.
SS, P<2t =230 j.
P<0.35ETP=215 j.

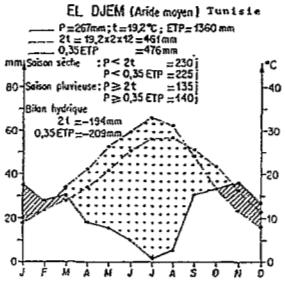


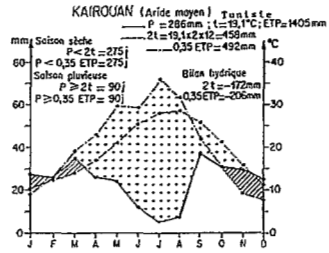

KASSERINE (Aride supérieur) Tunisie
P=303mm; t=16,4°C; ETP=1237mm
2t=16,4x2x12=394mm
0,35ETP =433mm
Saison sèche : P< 2t =235j
P< 0,35 ETP =235j
Saison pluvieuse: P≥ 2t =130j
P≥0,35 ETP =130j
Bilan hydrique
2t =- 91mm
0,35ETP=-130mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

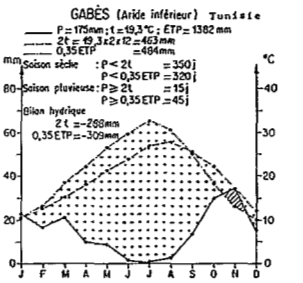

SOUSSE (Aride supérieur) Tunisie
P=327; t=18,5°C; ETP=1343mm
2t=18,5x2x12=444mm
0,35 ETP=470mm
Saison sèche
P<2t=210j
P<0,35 ETP=216j
Saison pluvieuse
P≥2t=155j
P≥0,35 ETP=147j
Bilan hydrique
2t=-117mm
0,35ETP=-143mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

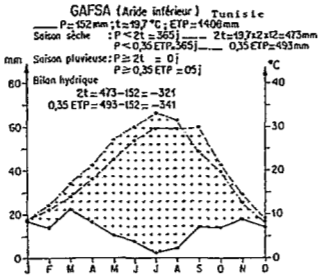

DJERBA (Aride moyen) Tunisie
P=209; t=20,7°C; ETP=1503mm
2t=20,7x2x12=497mm
0,35 ETP=526mm
Saison sèche
P<2t=300j
0,35 ETP=270j
Saison pluvieuse
2t=65j
0,35 ETP=95j
Bilan hydrique
2t=-288mm
0,35ETP=-317mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

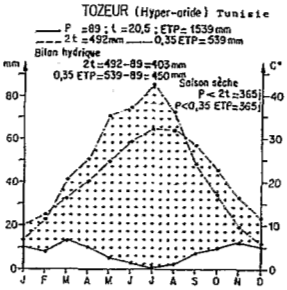

SFAX (Aride inférieur) Tunisie
P=200mm; t=18,9; ETP=1382mm
P<2t =350j
P<0,35 ETP=320j
Saison pluvieuse P≥2t =15j
P≥0,35ETP=45j
0,35 ETP=484mm
2t=18,9x2x12=454mm
Bilan hydrique
2t=-284mm
0,35ETP=-254mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

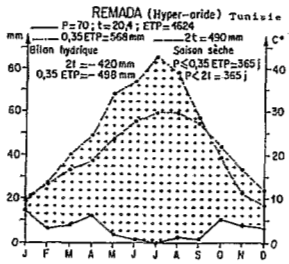

EL DJEM (Aride moyen) Tunisie
P=267mm; t=19,2°C; ETP=1360mm
2t=19,2x2x12=461mm
0,35ETP =476mm
Saison sèche : P< 2t =230j
P< 0,35 ETP =225j
Saison pluvieuse: P≥ 2t =135j
P≥0,35 ETP =140j
Bilan hydrique
2t=-194mm
0,35ETP=-209mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

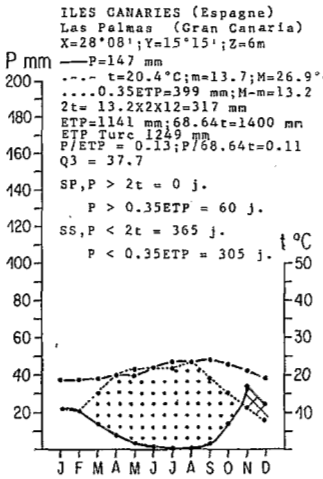

KAIROUAN (Aride moyen) Tunisie
P=286mm; t=19,1°C; ETP=1405mm
2t=19,1x2x12=459mm
0,35 ETP=492mm
Saison sèche
P<2t=275j
P<0,35 ETP=275j
Saison pluvieuse
P≥2t=90j
P≥0,35 ETP=90j
Bilan hydrique
2t=-172mm
0,35ETP=-206mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

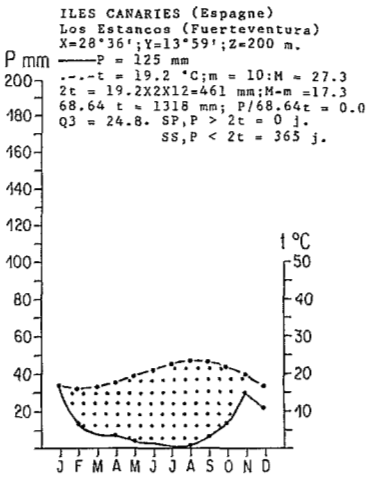

GABÈS (Aride inférieur) Tunisie
P=175mm; t=19,3°C; ETP=1382mm
2t=19,3x2x12=463mm
0,35ETP =484mm
Saison sèche : P< 2t =350j
P<0,35ETP=320j
Saison pluvieuse: P≥ 2t =15j
P≥0,35ETP=45j
Bilan hydrique
2t=-288mm
0,35ETP=-309mm
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

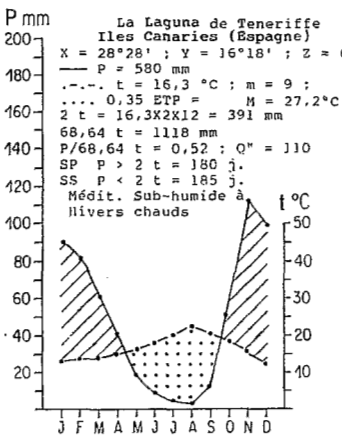

GAFSA (Aride inférieur) Tunisie
P=152mm; t=19,7°C; ETP=1406mm
Saison sèche : P<2t =365j
P<0,35ETP=365j
2t=19,7x2x12=473mm
0,35ETP=493mm
Saison pluvieuse: P≥2t =0j
P≥0,35 ETP =05j
Bilan hydrique
2t=473-152=-321
0,35 ETP=493-152=-341
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

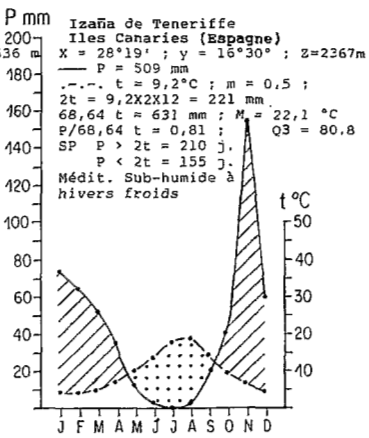

TOZEUR (Hyper-aride) Tunisie
P =89; t =20,5; ETP= 1539mm
2t=492mm 0,35 ETP=539mm
Bilan hydrique
2t=492-89=403mm
0,35 ETP=539-89=450mm
Saison sèche
P< 2t =365j
P<0,35 ETP=365j
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

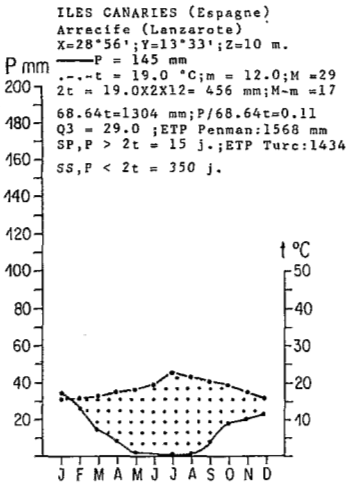

REMADA (Hyper-aride) Tunisie
P=70; t=20,4; ETP=1624
0,35ETP=568mm
2t=490mm
Bilan hydrique
2t=-420mm
0,35 ETP=-498mm
Saison sèche
P<0,35 ETP=365j
P<2t =365j
mm
°C
J F M A M J J A S O N D

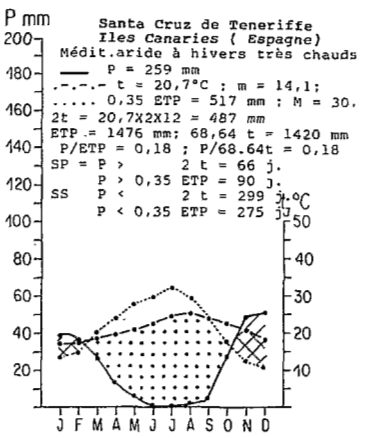

ILES CANARIES (Espagne)
Las Palmas (Gran Canaria)
X=28°08';Y=15°15';Z=6m
P=147 mm
t=20.4°C;m=13.7;M=26.9°C
0.35ETP=399 mm;M-m=13.2
2t= 13.2X2X12=317 mm
ETP=1141 mm;68.64t=1400 mm
ETP Turc 1249 mm
P/ETP = 0.13;P/68.64t=0.11
Q3 = 37.7
SP,P > 2t = 0 j.
P > 0.35ETP = 60 j.
SS,P < 2t = 365 j.
P < 0.35ETP = 305 j.
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


ILES CANARIES (Espagne)
Los Estancos (Fuerteventura)
X=28°36';Y=13°59';Z=200 m.
P = 125 mm
t = 19.2 °C;m = 10;M = 27.3
2t = 19.2X2X12=461 mm;M-m =17.3
68.64 t = 1318 mm; P/68.64t = 0.0
Q3 = 24.8. SP,P > 2t = 0 j.
SS,P < 2t = 365 j.
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

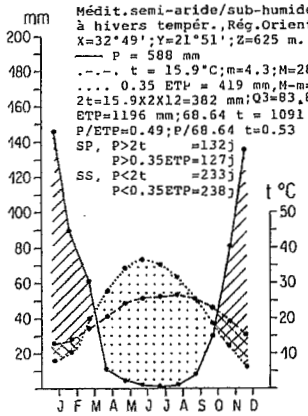

La Laguna de Teneriffe
Iles Canaries (Espagne)
X = 28°28' ; Y = 16°18' ; Z = 636 m
P = 580 mm
t = 16,3 °C ; m = 9 ;
0,35 ETP = M = 27,2°C
2 t = 16,3X2X12 = 391 mm
68,64 t = 1118 mm
P/68,64 t = 0,52 ; Q" = 110
SP P > 2 t = 180 j.
SS P < 2 t = 185 j.
Médit. Sub-humide à
Hivers chauds
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


Izaña de Teneriffe
Iles Canaries (Espagne)
X = 28°19' ; y = 16°30' ; Z=2367m
P = 509 mm
t = 9,2°C ; m = 0,5 ;
2t = 9,2X2X12 = 221 mm
68,64 t = 631 mm ; M = 22,1 °C
P/68,64 t = 0,81 ; Q3 = 80.8
SP P > 2t = 210 j.
P < 2t = 155 j.
Médit. Sub-humide à
hivers froids
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

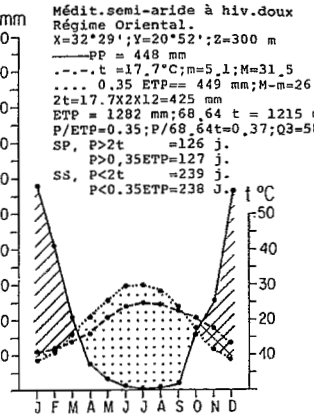

ILES CANARIES (Espagne)
Arrecife (Lanzarote)
X=28°56';Y=13°33';Z=10 m.
P = 145 mm
t = 19.0 °C;m = 12.0;M =29
2t = 19.0X2X12= 456 mm;M-m =17
68.64t=1304 mm;P/68.64t=0.11
Q3 = 29.0 ;ETP Penman:1568 mm
SP,P > 2t = 15 j.;ETP Turc:1434
SS,P < 2t = 350 j.
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D


Santa Cruz de Teneriffe
Iles Canaries (Espagne)
Médit.aride à hivers très chauds
P = 259 mm
t = 20,7°C ; m = 14,1;
0,35 ETP = 517 mm ; M = 30.
2t = 20,7X2X12 = 487 mm
ETP = 1476 mm; 68,64 t = 1420 mm
P/ETP = 0,18 ; P/68.64t = 0,18
SP = P > 2 t = 66 j.
P > 0,35 ETP = 90 j.
SS P < 2 t = 299 j.
P < 0,35 ETP = 275 j.
P mm
t °C
J F M A M J J A S O N D

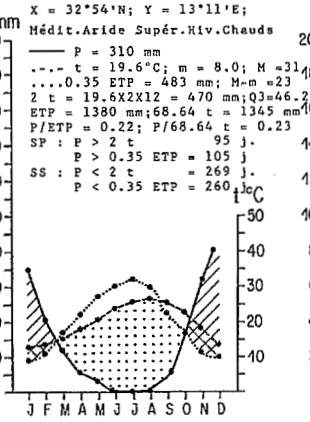
SHAHAT (Cyrène),Cyrénaique,Libye.
Médit.semi-aride/sub-humide, à hivers tempér.,Rég.Oriental
X=32°49';Y=21°51';Z=625 m.
—— P = 588 mm
.-.-. t = 15.9°C;m=4.3;M=28.2
.... 0.35 ETP = 419 mm,M-m=23.9
2t=15.9X2X12=382 mm;Q3=83.8
ETP=1196 mm;68.64 t = 1091 mm
P/ETP=0.49;P/68.64 t=0.53
SP, P>2t =132j
P>0.35ETP=127j
SS, P<2t =233j
P<0.35ETP=238j



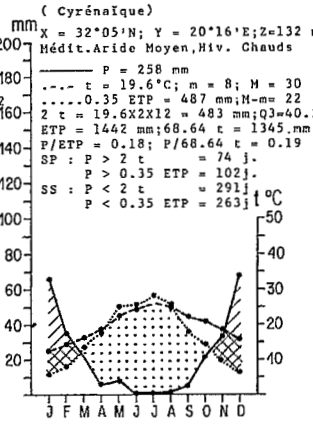
EL MARJ (Barce),Cyrénaïque,Libye
Médit.semi-aride à hiv.doux
Régime Oriental.
X=32°29';Y=20°52';Z=300 m
——PP = 448 mm
.-.-.t =17.7°C;m=5.1;M=31.5
.... 0.35 ETP== 449 mm;M-m=26.4
2t=17.7X2X12=425 mm
ETP = 1282 mm;68.64 t = 1215 mm
P/ETP=0.35;P/68.64t=0.37;Q3=58
SP, P>2t =126 j.
P>0,35ETP=127 j.
SS, P<2t =239 j.
P<0.35ETP=238 J.



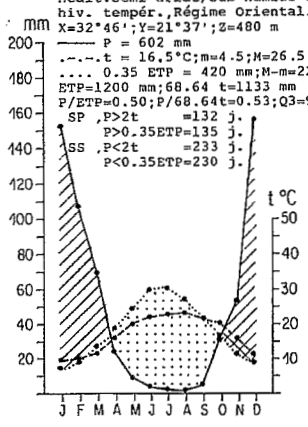
TRIPOLI,Libye (Tripolitaine)
X = 32°54'N; Y = 13°11'E;
Médit.Aride Supér.Hiv.Chauds
—— P = 310 mm
.-.- t = 19.6°C; m = 8.0; M =31
....0.35 ETP = 483 mm; M-m =23
2 t = 19.6X2X12 = 470 mm;Q3=46.2
ETP = 1380 mm;68.64 t = 1345 mm
P/ETP = 0.22; P/68.64 t = 0.23
SP : P > 2 t 95 j.
P > 0.35 ETP = 105 j
SS : P < 2 t = 269 j.
P < 0.35 ETP = 260 j.



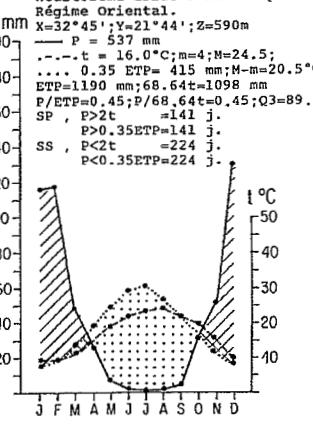
BENGHAZI,(Aeroport de Benina,Lib (Cyrénaïque)
X = 32°05'N; Y = 20°16'E;Z=132 m
Médit.Aride Moyen,Hiv. Chauds
—— P = 258 mm
.-.- t = 19.6°C; m = 8; M = 30
.....0.35 ETP = 487 mm;M-m= 22
2 t = 19.6X2X12 = 483 mm;Q3=40.2
ETP = 1442 mm;68.64 t = 1345 mm
P/ETP = 0.18; P/68.64 t = 0.19
SP : P > 2 t = 74 j.
P > 0.35 ETP = 102j.
SS : P < 2 t = 291j
P < 0.35 ETP = 263j



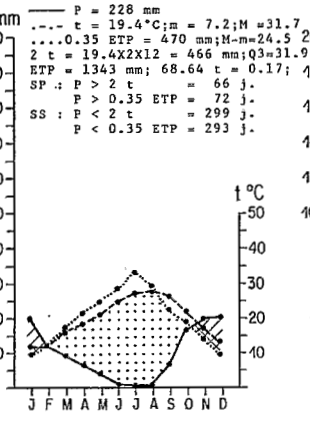
MESSA,Cyrénaïque,Libye
Médit.semi-aride/sub-humide à hiv. tempér.,Régime Oriental.
X=32°46';Y=21°37';Z=480 m
—— P = 602 mm
.-.-.t = 16.5°C;m=4.5;M=26.5
.... 0.35 ETP = 420 mm;M-m=22.0
ETP=1200 mm;68.64 t=1133 mm
P/ETP=0.50;P/68.64t=0.53;Q3=93.9
SP ,P>2t =132 j.
P>0.35ETP=135 j.
SS ,P<2t =233 j.
P<0.35ETP=230 j.



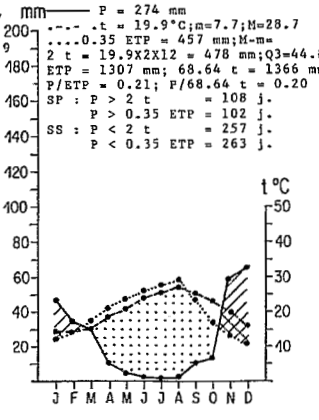
BEIDA,Cyrénaïque,Libye
Médit.semi-aride à hiv.tempérés, Régime Oriental.
X=32°45';Y=21°44';Z=590m
—— P = 537 mm
.-.-.t = 16.0°C;m=4;M=24.5;
.... 0.35 ETP= 415 mm;M-m=20.5°C
ETP=1190 mm;68.64t=1098 mm
P/ETP=0.45;P/68.64t=0.45;Q3=89.8
SP , P>2t =141 j.
P>0.35ETP=141 j.
SS , P<2t =224 j.
P<0.35ETP=224 j.



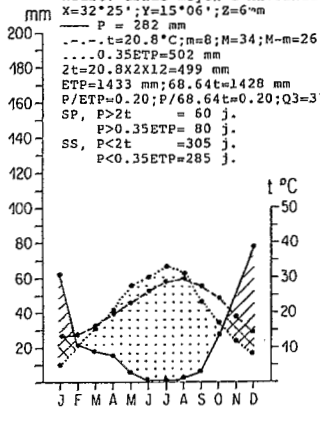
ZWARA, Libye, Tripolitaine
X = 32°55'N; Y = 12°05'E; Z = 3 m
Médit. Aride Moyen,Hiv;Chauds
—— P = 228 mm
.-.- t = 19.4°C;m = 7.2;M =31.7
....0.35 ETP = 470 mm;M-m=24.5
2 t = 19.4X2X12 = 466 mm;Q3=31.9
ETP = 1343 mm; 68.64 t = 0.17;
SP : P > 2 t = 66 j.
P > 0.35 ETP = 72 j.
SS : P < 2 t = 299 j.
P < 0.35 ETP = 293 j.



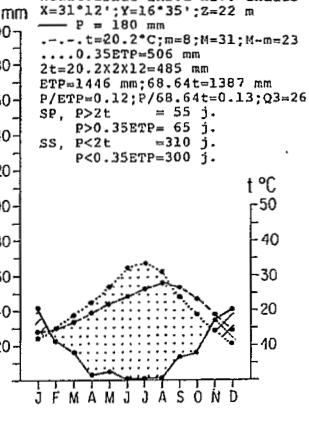
DERNA, Libye (Cyrénaïque)
X = 32°47'N;Y = 22°39'E; Z = 10
Médit. Aride Moyen,Hiv.Chauds
—— P = 274 mm
.-.- .t = 19.9°C;m=7.7;M=28.7
....0.35 ETP = 457 mm;M-m=
2 t = 19.9X2X12 = 478 mm;Q3=44.8
ETP = 1307 mm; 68.64 t = 1366 mm
P/ETP = 0.21; P/68.64 t = 0.20
SP : P > 2 t = 108 j.
P > 0.35 ETP = 102 j.
SS : P < 2 t = 257 j.
P < 0.35 ETP = 263 j.



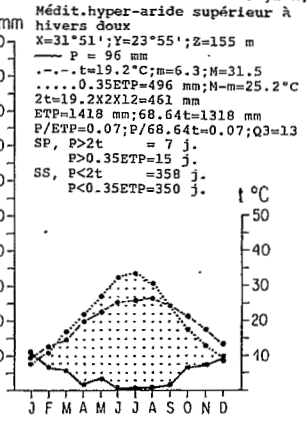
MISURATA,Tripolitaine,Libye
Médit. aride moyen à hiv.chauds
X=32°25';Y=15°06';Z=6 m
—— P = 282 mm
.-.-.t=20.8°C;m=8;M=34;M-m=26
....0.35ETP=502 mm
2t=20.8X2X12=499 mm
ETP=1433 mm;68.64t=1428 mm
P/ETP=0.20;P/68.64t=0.20;Q3=37
SP, P>2t = 60 j.
P>0.35ETP= 80 j.
SS, P<2t =305 j.
P<0.35ETP=285 j.



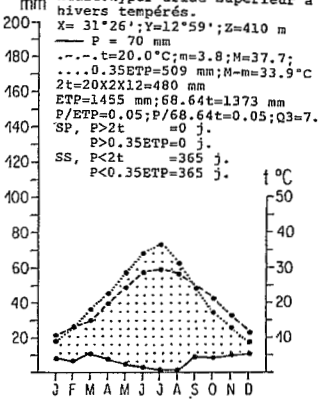
SYRTE,Tripolitaine,Libye
Médit.aride inf.à hiv. chauds
X=31°12';Y=16°35';Z=22 m
—— P = 180 mm
.-.-.t=20.2°C;m=8;M=31;M-m=23
....0.35ETP=506 mm
2t=20.2X2X12=485 mm
ETP=1446 mm;68.64t=1387 mm
P/ETP=0.12;P/68.64t=0.13;Q3=26.8
SP, P>2t = 55 j.
P>0.35ETP= 65 j.
SS, P<2t =310 j.
P<0.35ETP=300 j.



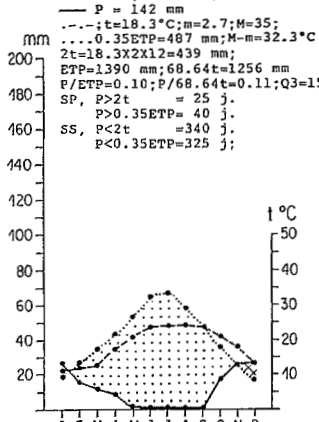
TOBROUK-EL ADEM AEROPORT,Cyrén,Libye
Médit.hyper-aride supérieur à hivers doux
X=31°51';Y=23°55';Z=155 m
—— P = 96 mm
.-.-.t=19.2°C;m=6.3;M=31.5
.....0.35ETP=496 mm;M-m=25.2°C
2t=19.2X2X12=461 mm
ETP=1418 mm;68.64t=1318 mm
P/ETP=0.07;P/68.64t=0.07;Q3=13
SP, P>2t = 7 j.
P>0.35ETP=15 j.
SS, P<2t =358 j.
P<0.35ETP=350 j.



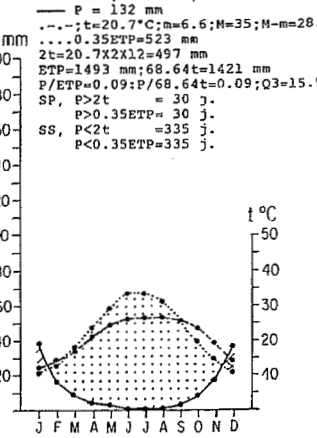
MIZDA, Tripolitaine,Libye
Médit.hyper-aride supérieur à hivers tempérés.
X= 31°26';Y=12°59';Z=410 m
—— P = 70 mm
.-.-.t=20.0°C;m=3.8;M=37.7;
....0.35ETP=509 mm;M-m=33.9°C
2t=20X2X12=480 mm
ETP=1455 mm;68.64t=1373 mm
P/ETP=0.05;P/68.64t=0.05;Q3=7.0
SP, P>2t =0 j.
P>0.35ETP=0 j.
SS, P<2t =365 j.
P<0.35ETP=365 j.



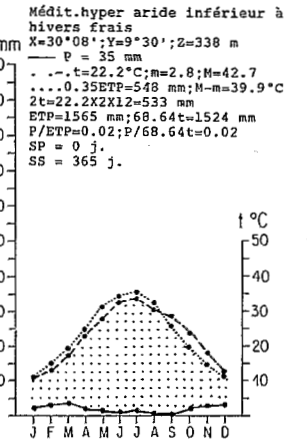
NALOUT,Tripolitaine,Libye
Médit. aride infér. à hiv. frais
X=31°(é';Y=10°59';Z=620 m
—— P = 142 mm
.-.-;t=18.3°C;m=2.7;M=35;
....0.35ETP=487 mm;M-m=32.3°C
2t=18.3X2X12=439 mm;
ETP=1390 mm;68.64t=1256 mm
P/ETP=0.10;P/68.64t=0.11;Q3=15.1
SP, P>2t = 25 j.
P>0.35ETP= 40 j.
SS, P<2t =340 j.
P<0.35ETP=325 j;



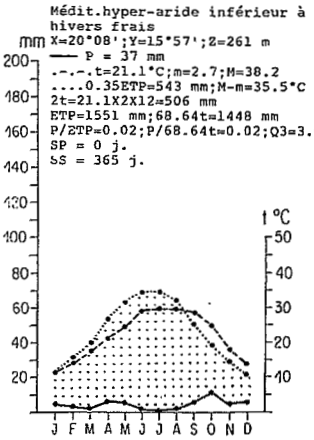
AGEDABIA,Cyrénaïque,Libye
Médit.aride infér.à hiv.doux
X=30°43';Y=20°10';Z=6 m
—— P = 132 mm
.-.-;t=20.7°C;m=6.6;M=35;M-m=28.
....0.35ETP=523 mm
2t=20.7X2X12=497 mm
ETP=1493 mm;68.64t=1421 mm
P/ETP=0.09:P/68.64t=0.09;Q3=15.9
SP, P>2t = 30 j.
P>0.35ETP= 30 j.
SS, P<2t =335 j.
P<0.35ETP=335 j.



GHADAMES,Tripolitaine,Libye
Médit.hyper aride inférieur à hivers frais
X=30°08';Y=9°30';Z=338 m
—— P = 35 mm
. -.-.t=22.2°C;m=2.8;M=42.7
....0.35ETP=548 mm;M-m=39.9°C
2t=22.2X2X12=533 mm
ETP=1565 mm;68.64t=1524 mm
P/ETP=0.02;P/68.64t=0.02
SP = 0 j.
SS = 365 j.

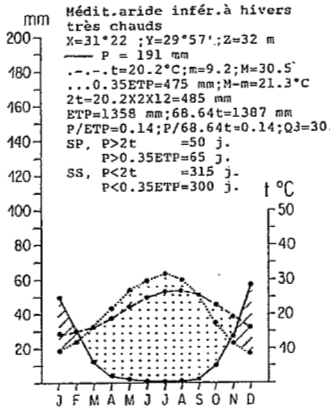


HON,Tripolitaine,Libye
Médit.hyper-aride inférieur à hivers frais
X=20°08';Y=15°57';Z=261 m
—— P = 37 mm
.-.-.t=21.1°C;m=2.7;M=38.2
....0.35ETP=543 mm;M-m=35.5°C
2t=21.1X2X12=506 mm
ETP=1551 mm;68.64t=1448 mm
P/ETP=0.02;P/68.64t=0.02;Q3=3.6
SP = 0 j.
SS = 365 j.



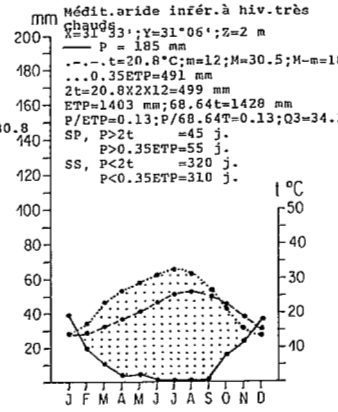
ALEXANDRIE,Egypte

Médit.aride infér.à hivers très chauds
X=31°22 ;Y=29°57';Z=32 m
P = 191 mm
.-.-.t=20.2°C;m=9.2;M=30.5
...0.35ETP=475 mm;M-m=21.3°C
2t=20.2X2X12=485 mm
ETP=1358 mm;68.64t=1387 mm
P/ETP=0.14;P/68.64t=0.14;Q3=30.8
SP, P>2t =50 j.
P>0.35ETP=65 j.
SS, P<2t =315 j.
P<0.35ETP=300 j.



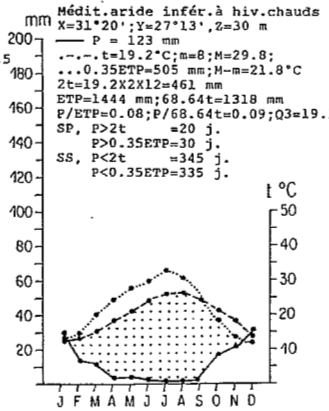
BALTIM,Egypte

Médit.aride infér.à hiv.très chauds
X=31°33';Y=31°06';Z=2 m
P = 185 mm
.-.-.t=20.8°C;m=12;M=30.5;M-m=18.5
...0.35ETP=491 mm
2t=20.8X2X12=499 mm
ETP=1403 mm;68.64t=1428 mm
P/ETP=0.13;P/68.64T=0.13;Q3=34.3
SP, P>2t =45 j.
P>0.35ETP=55 j.
SS, P<2t =320 j.
P<0.35ETP=310 j.



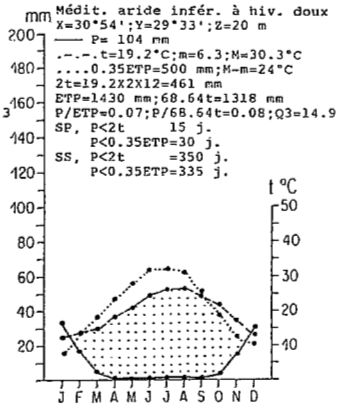
MARSA MATRUH,Egypte

Médit.aride infér.à hiv.chauds
X=31°20';Y=27°13',Z=30 m
P = 123 mm
.-.-.t=19.2°C;m=8;M=29.8;
...0.35ETP=505 mm;M-m=21.8°C
2t=19.2X2X12=461 mm
ETP=1444 mm;68.64t=1318 mm
P/ETP=0.08;P/68.64t=0.09;Q3=19.3
SP, P>2t =20 j.
P>0.35ETP=30 j.
SS, P<2t =345 j.
P<0.35ETP=335 j.



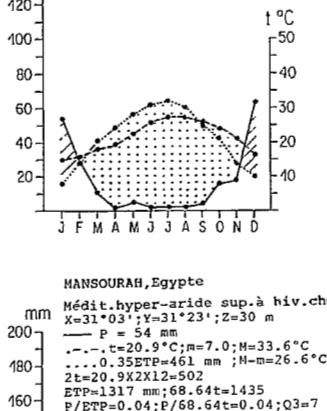
BORG EL ARAB,Egypte

Médit. aride infér. à hiv. doux
X=30°54';Y=29°33';Z=20 m
P= 104 mm
.-.-.t=19.2°C;m=6.3;M=30.3°C
....0.35ETP=500 mm;M-m=24°C
2t=19.2X2X12=461 mm
ETP=1430 mm;68.64t=1318 mm
P/ETP=0.07;P/68.64t=0.08;Q3=14.9
SP, P<2t 15 j.
P<0.35ETP=30 j.
SS, P<2t =350 j.
P<0.35ETP=335 j.



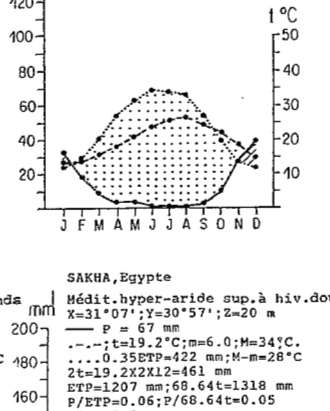
SIDI BARRANI,Egypte

Médit.a.ide inf.à hiv.chauds
X=31°38';Y=25°58';Z=23 m
P = 143 mm
.-.-.t=19.3°C;m=8.5;M=29
...0.35ETP=565 mm,M-m=20.5°C
2t=10.3X2X12=463 mm
ETP=1358 mm;68.64t=1387 mm
P/ETP=0.14;P/68.64t=0.14;Q3=30.8
SP, P>2t =35 j.
P>0.35ETP=35 j.
SS, P<2t =330 j.
P<0.35ETP=330 j.



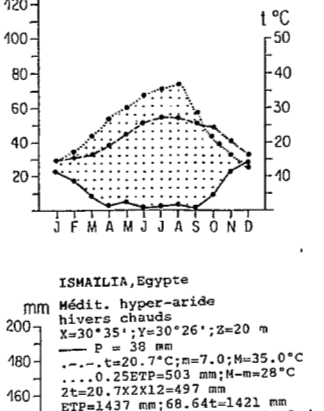
DAABA,Egypte

Médit.aride infér. à hiv.chauds
X=30°56';Y=28°28';Z=18 m
P = 141 mm
.-.-.t=19.3°C;m=7.3;M=29.7°C
...0.35ETP=533 mm;M-m=22.4°C
2t=19.3X2X12=1325 mm
ETP=1522 mm,68.64t=1325 mm
P/ETP=0.09;P/68.64t=0.11;Q3=21.6
SP, P>2t =35 j.
P>0.35ETP=55 j.
SS, P<2t =330 j.
P<0.35ETP=310 j.



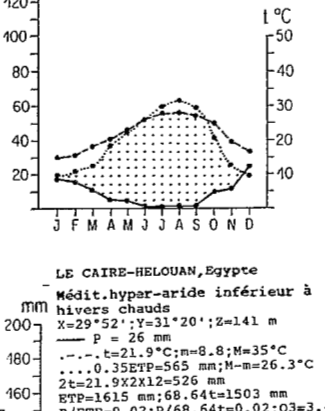
SALLOUM,Egypte

Médit.hyper-aride à hivers. très chauds
X=31°32';Y=25°11';Z=6 m
P = 104 mm
.-.-.t=20.5°C;m=9.5;M=31;
....0.35ETP=571 mm;M-m=21.5°C
2t=20.5X2X12=492 mm
ETP=1638 mm;68.64t=1407 mm
P/ETP=0.06;P/68.64t=0.07;Q3=16.6
SP, P>2t =0 j.
P>0.35ETP=0 j.
SS,P<2t =365 j.
P<0.35 ETP=365 j.



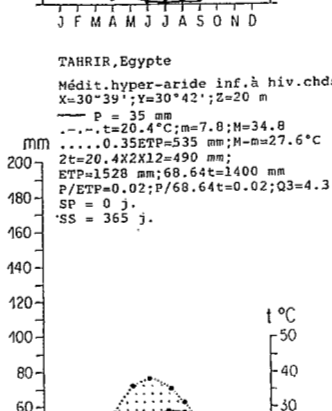
PORT SAID, Egypte

Médit. hyper-aride à hivers très chauds
X=31°17';Y=32°18';Z=6 m
P = 93 mm
.-.-.t=21.0°C;m=11.3;M=30.7
....0.35ETP=482 mm;M-m=19.4°C
2t=21X2X12=504 mm
ETP=1378 mm;68.64t=1441 mm
P/ETP=0.07;P/68.64t=0.06
SP, P>2t = 0 j.
P>0.35ETP= 5 j.
SS, P<2t = 365 j.
P<0.35ETP= 360 j.



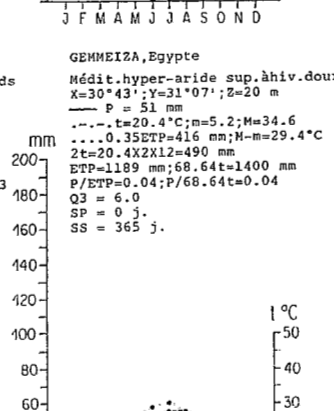
MANSOURAH,Egypte

Médit.hyper-aride sup.à hiv.chds
X=31°03';Y=31°23';Z=30 m
P = 54 mm
.-.-.t=20.9°C;m=7.0;M=33.6°C
....0.35ETP=461 mm ;M-m=26.6°C
2t=20.9X2X12=502
ETP=1317 mm;68.64t=1435
P/ETP=0.04;P/68.64t=0.04;Q3=7
SP = 0 j.
SS = 365 j.



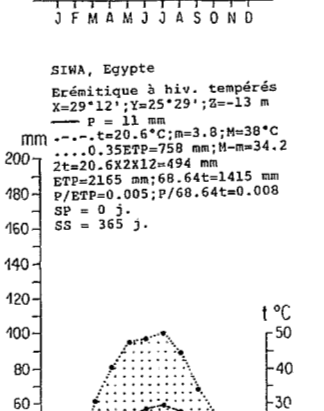
SAKHA,Egypte

Médit.hyper-aride sup.à hiv.doux
X=31°07';Y=30°57';Z=20 m
P = 67 mm
.-.-.;t=19.2°C;m=6.0;M=34°C.
....0.35ETP=422 mm;M-m=28°C
2t=19.2X2X12=461 mm
ETP=1207 mm;68.64t=1318 mm
P/ETP=0.06;P/68.64t=0.05
Q3 = 8.2
SP = 0 j.
SS = 365 j.



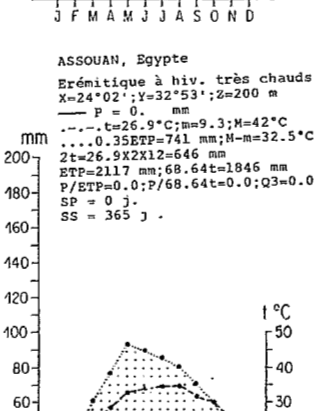
ISMAILIA,Egypte

Médit. hyper-aride hivers chauds
X=30°35';Y=30°26';Z=20 m
P = 38 mm
.-.-.t=20.7°C;m=7.0;M=35.0°C
....0.25ETP=503 mm;M-m=28°C
2t=20.7X2X12=497 mm
ETP=1437 mm;68.64t=1421 mm
P/ETP=0.02;P/68.64t=0.02;Q3=4.7
SP = 0 j.
SS = 365 j.



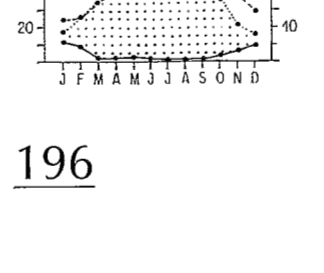
LE CAIRE-HELOUAN,Egypte

Médit.hyper-aride inférieur à hivers chauds
X=29°52';Y=31°20';Z=141 m
P = 26 mm
.-.-.t=21.9°C;m=8.8;M=35°C
....0.35ETP=565 mm;M-m=26.3°C
2t=21.9X2X12=526 mm
ETP=1615 mm;68.64t=1503 mm
P/ETP=0.02;P/68.64t=0.02;Q3=3.4
SP = 0 j.
SS = 365 j .



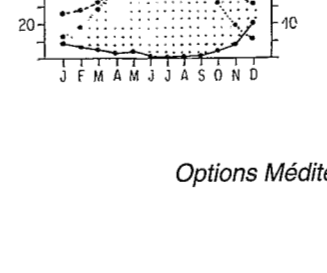
TAHRIR,Egypte

Médit.hyper-aride inf.à hiv.chds
X=30°39';Y=30°42';Z=20 m
P = 35 mm
.-.-.t=20.4°C;m=7.8;M=34.8
.....0.35ETP=535 mm;M-m=27.6°C
2t=20.4X2X12=490 mm;
ETP=1528 mm;68.64t=1400 mm
P/ETP=0.02;P/68.64t=0.02;Q3=4.3
SP = 0 j.
SS = 365 j.



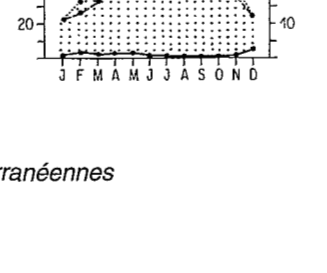
GEMMEIZA,Egypte

Médit.hyper-aride sup.àhiv.doux
X=30°43';Y=31°07';Z=20 m
P = 51 mm
.-.-.t=20.4°C;m=5.2;M=34.6
....0.35ETP=416 mm;M-m=29.4°C
2t=20.4X2X12=490 mm
ETP=1189 mm;68.64t=1400 mm
P/ETP=0.04;P/68.64t=0.04
Q3 = 6.0
SP = 0 j.
SS = 365 j.



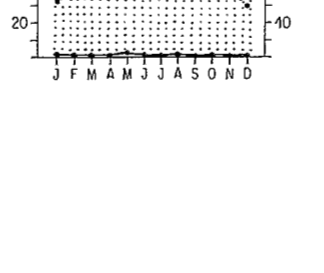
SIWA, Egypte

Erémitique à hiv. tempérés
X=29°12';Y=25°29';Z=-13 m
P = 11 mm
.-.-.t=20.6°C;m=3.8;M=38°C
....0.35ETP=758 mm;M-m=34.2
2t=20.6X2X12=494 mm
ETP=2165 mm;68.64t=1415 mm
P/ETP=0.005;P/68.64t=0.008
SP = 0 j.
SS = 365 j.



ASSOUAN, Egypte

Erémitique à hiv. très chauds
X=24°02';Y=32°53';Z=200 m
P = 0. mm
.-.-.t=26.9°C;m=9.3;M=42°C
....0.35ETP=741 mm;M-m=32.5°C
2t=26.9X2X12=646 mm
ETP=2117 mm;68.64t=1846 mm
P/ETP=0.0;P/68.64t=0.0;Q3=0.0
SP = 0 j.
SS = 365 j .



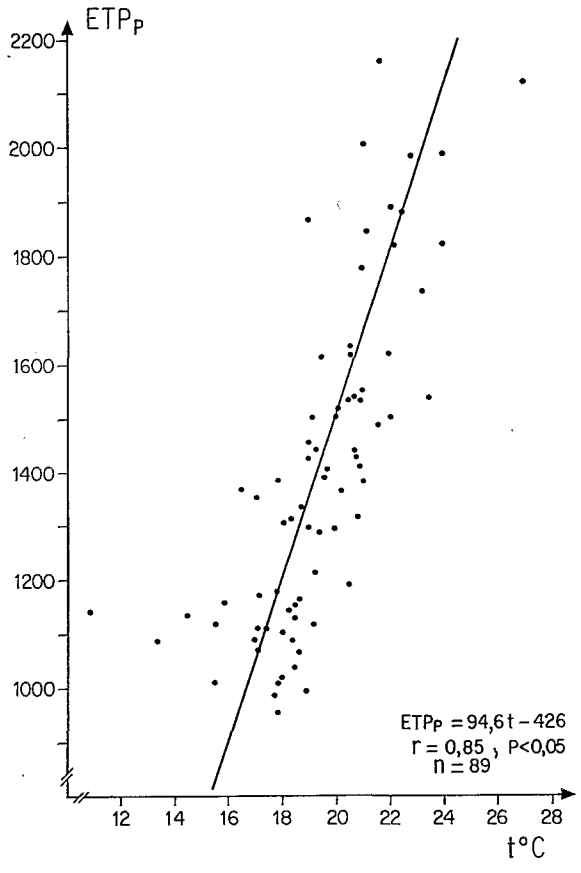


Figure 13 : *Relations entre la température moyenne* annuelle et l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (Penman standard) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993).

Figure 14 : Relations entre la température moyenne annuelle des maxima et l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (Penman standard) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993).

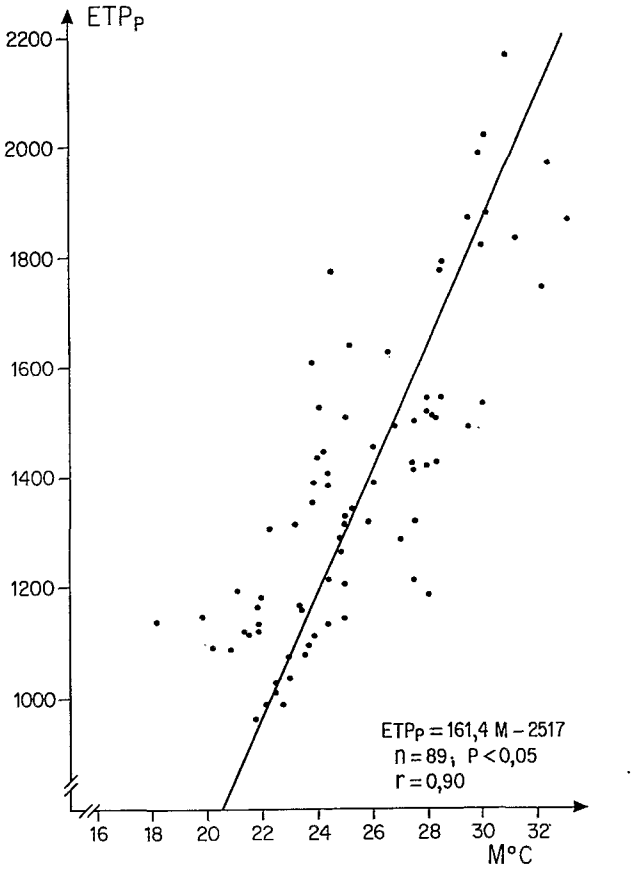


Figure 15 : Relations entre le quotient évapotranspiratoire (100P/ETP) et la longueur de la saison sèche (nombre annuel de jours où P < 0,35 ETP) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993)

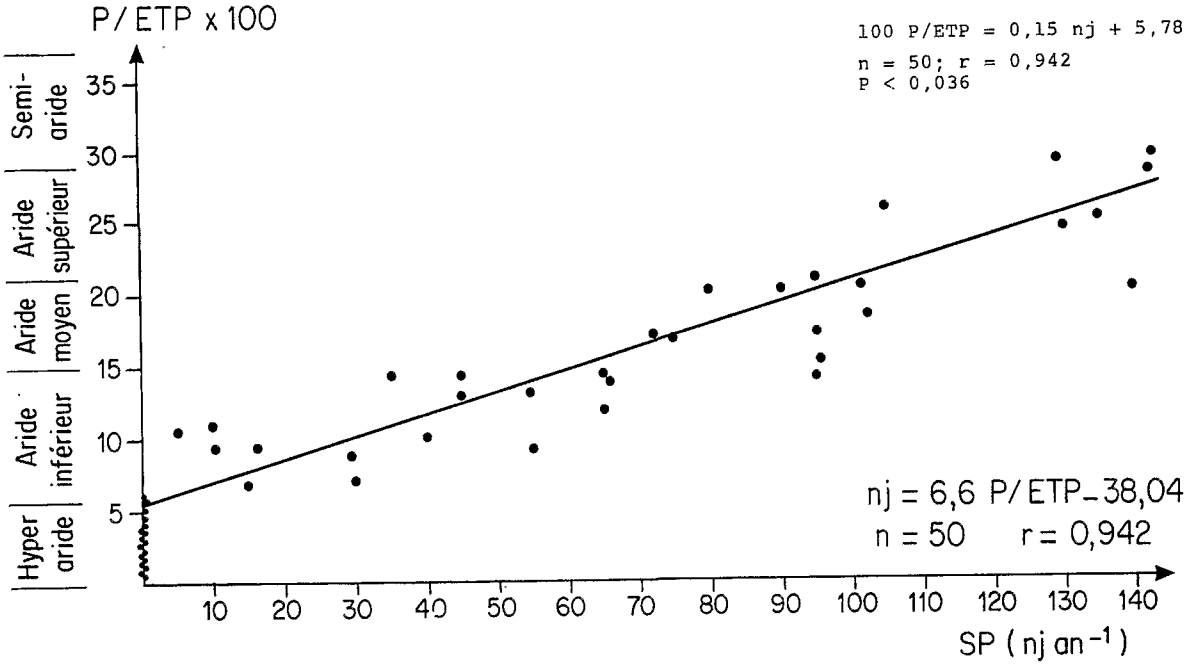


Figure 16 : Altitude moyenne approchée des isothermes + 1°C et + 3°C de la température moyenne minimale quotidienne de janvier de l'Océan Atlantique au Golfe des Syrtes (Le Houérou *et al.*, 1993)

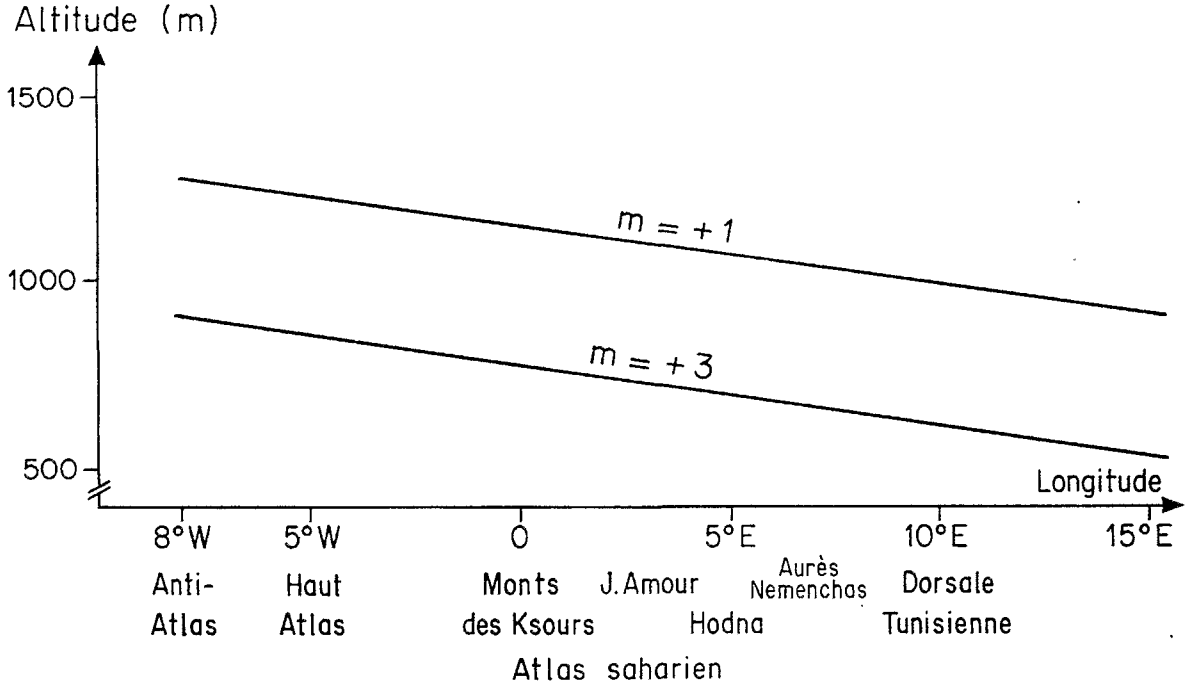


Figure 17 : Longueur de la saison sèche : relations entre les deux critères P < 2t et P < 0,35 ETP, dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993).

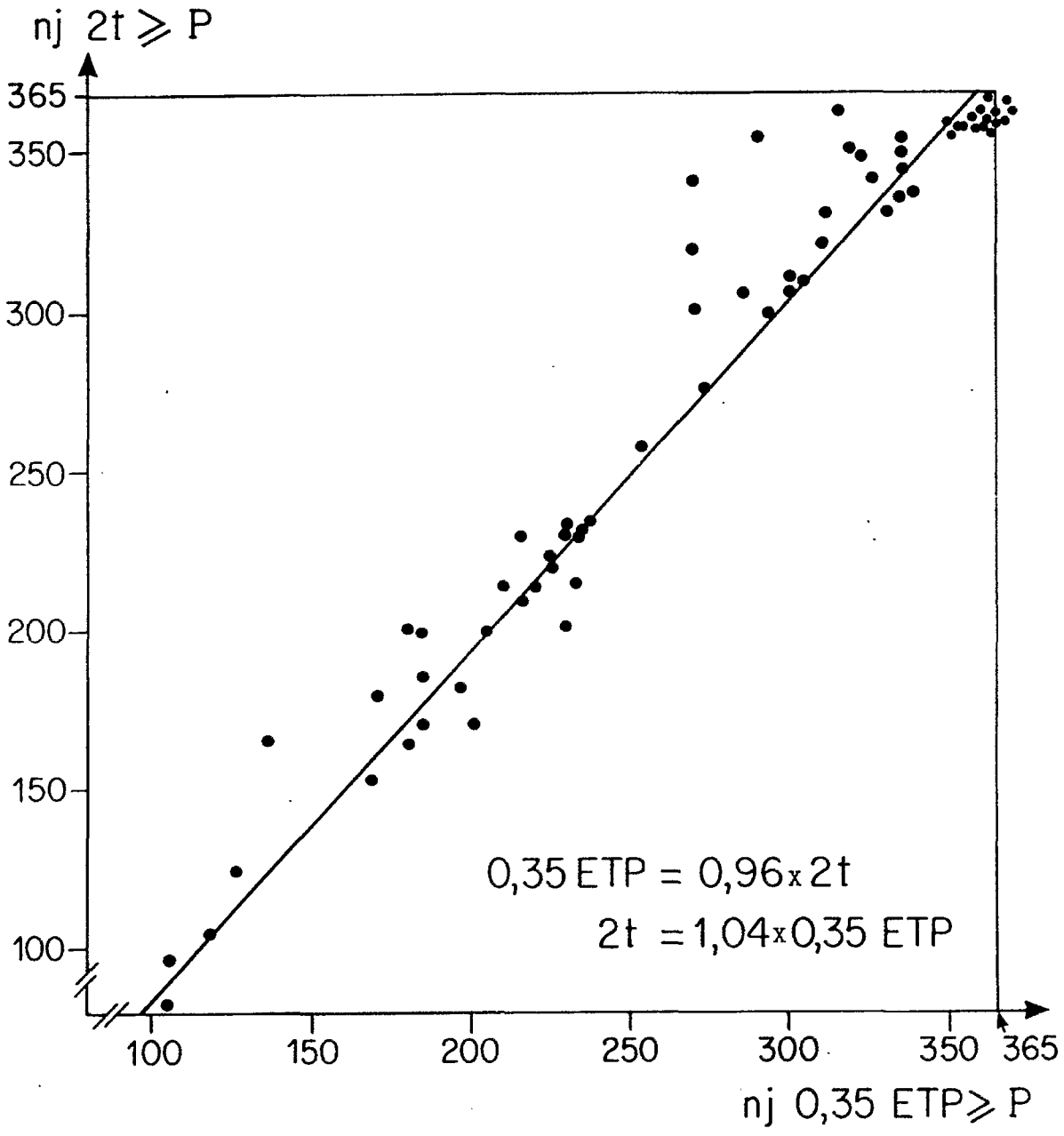


Figure 18 : Coefficient de variation de la pluviosité annuelle dans le nord de l'Afrique.

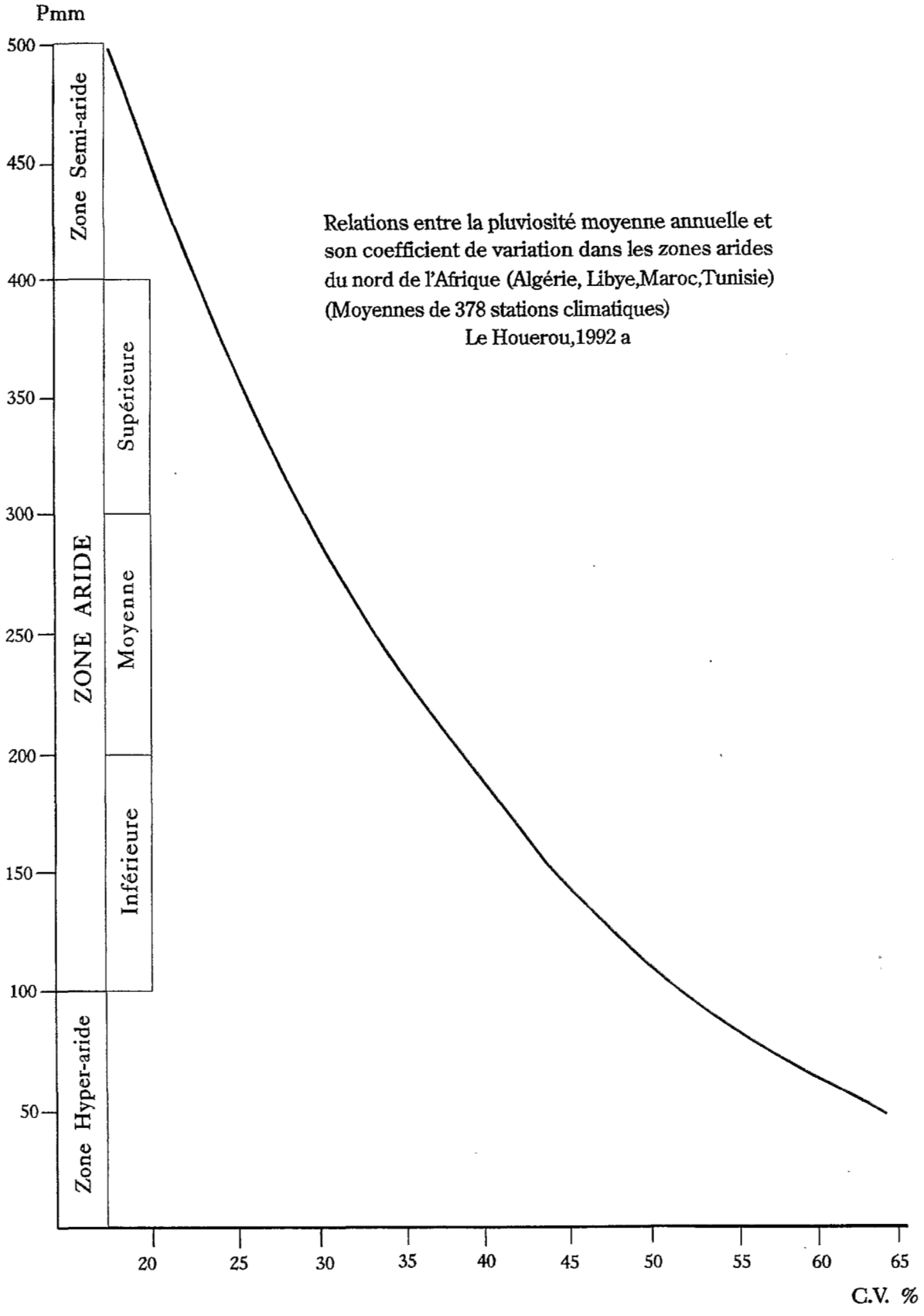


Figure 19 : Evolution des populations humaines dans le Nord de l'Afrique et au Proche-Orient, de 1900 à 1990 (Le Houérou, 1992)

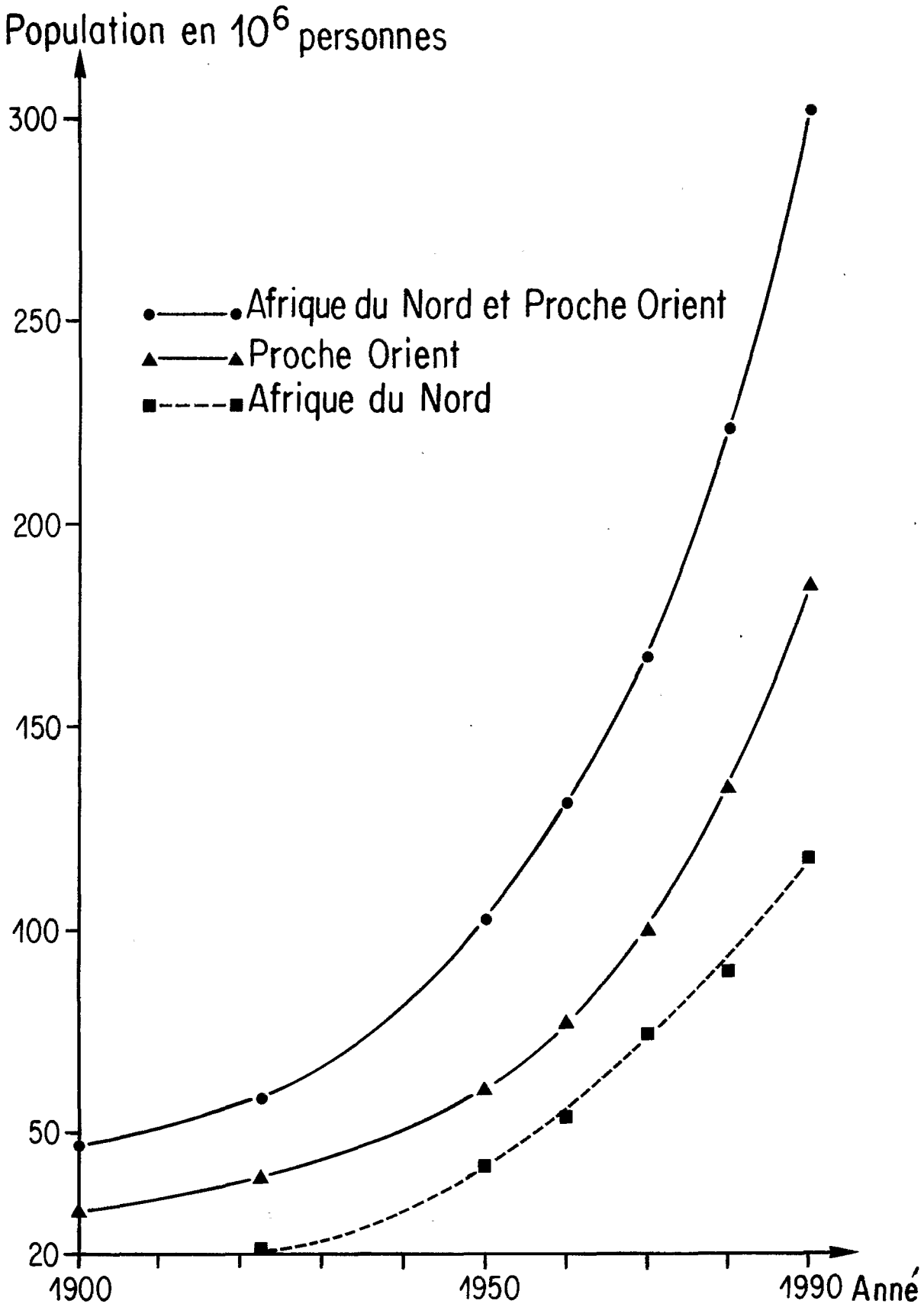


Figure 20 : Evolution des effectifs de petits ruminants et de la production de volaille dans le nord de l'Afrique et le Proche-Orient , de 1950 à 1990 (Le Houérou, 1992)

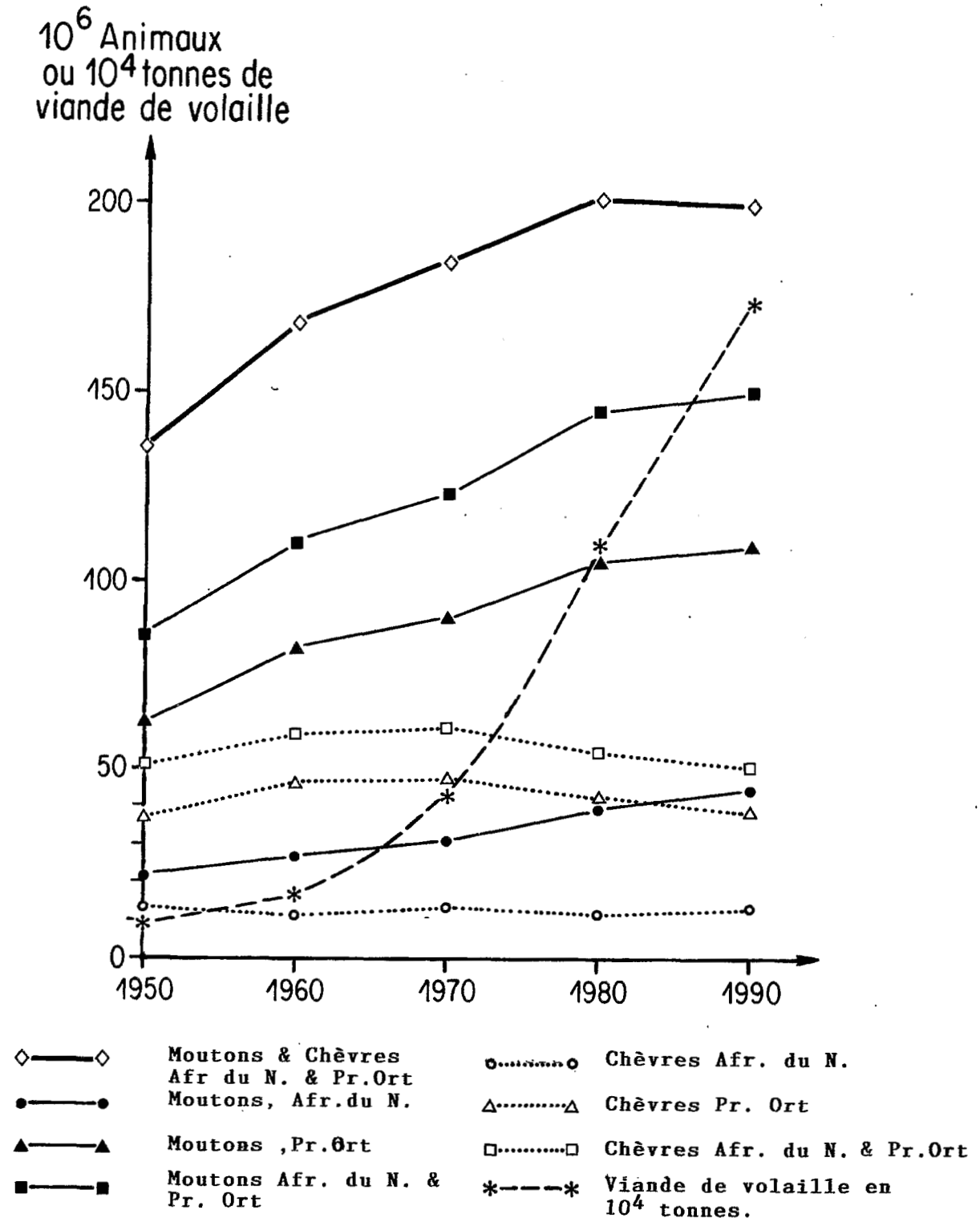


Figure 21 : Evolution du cheptel ovin en Algérie, de 1865 à 1985 (Le Houérou, 1992)

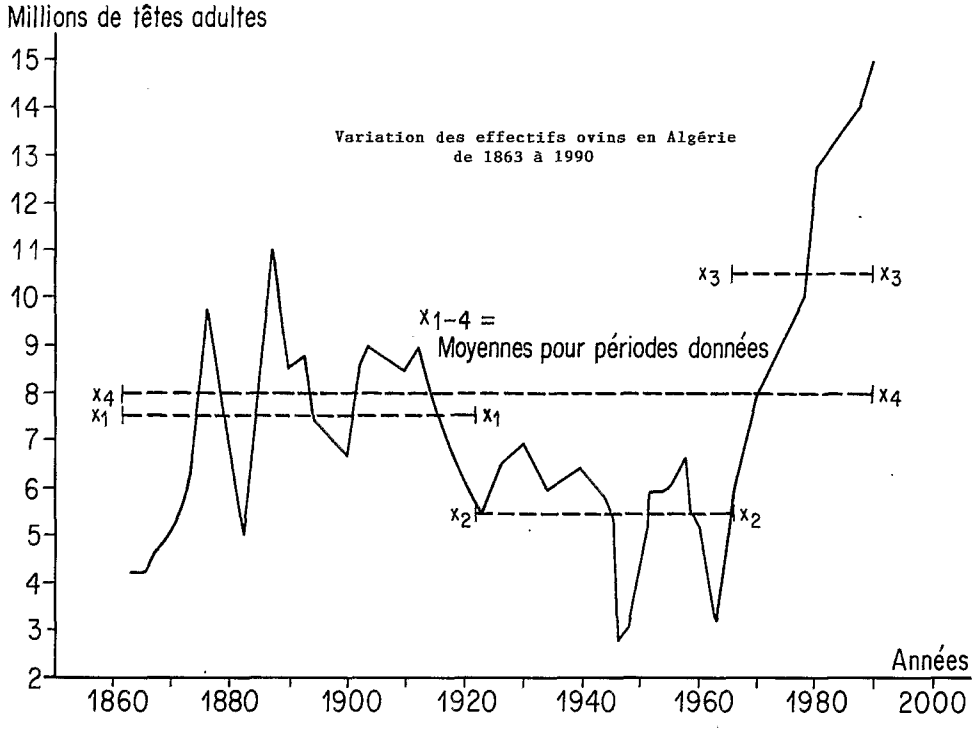


Figure 22 : Evolution de l'utilisation des terres dans les steppes du nord de l'Afrique, de 1900 à 1990, et évolution concommitante de la phytomasse pérenne présente dans ces steppes au cours de leur évolution (Le Houérou, 1992).

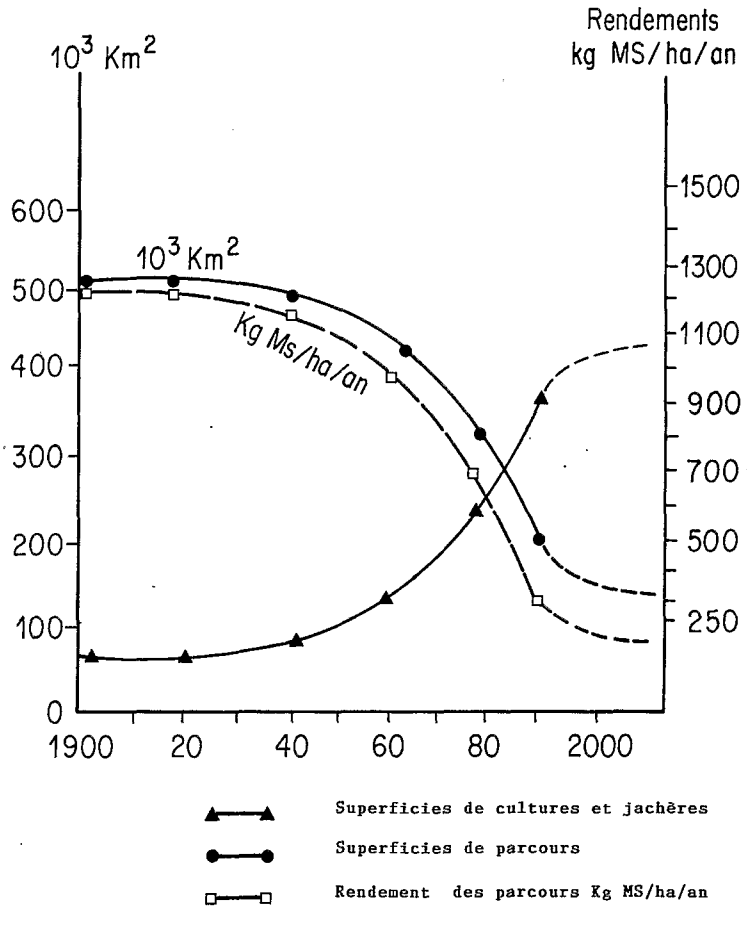


Figure 23 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte d'alfa *(Stipa tenacissima)* sous régime pâturé, dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie (Rogassa), d'après Aïdoud, 1989.

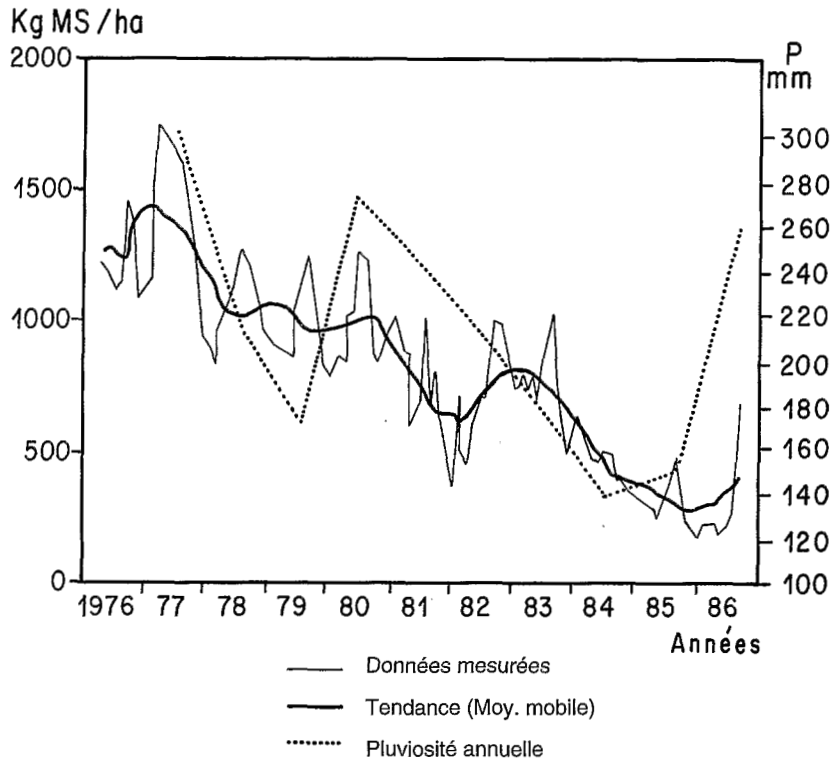


Figure 24 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte de sparte *(Lygeum spartum)* sous régime pâturé, dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie (El Biod), d'après Aïdoud, 1989

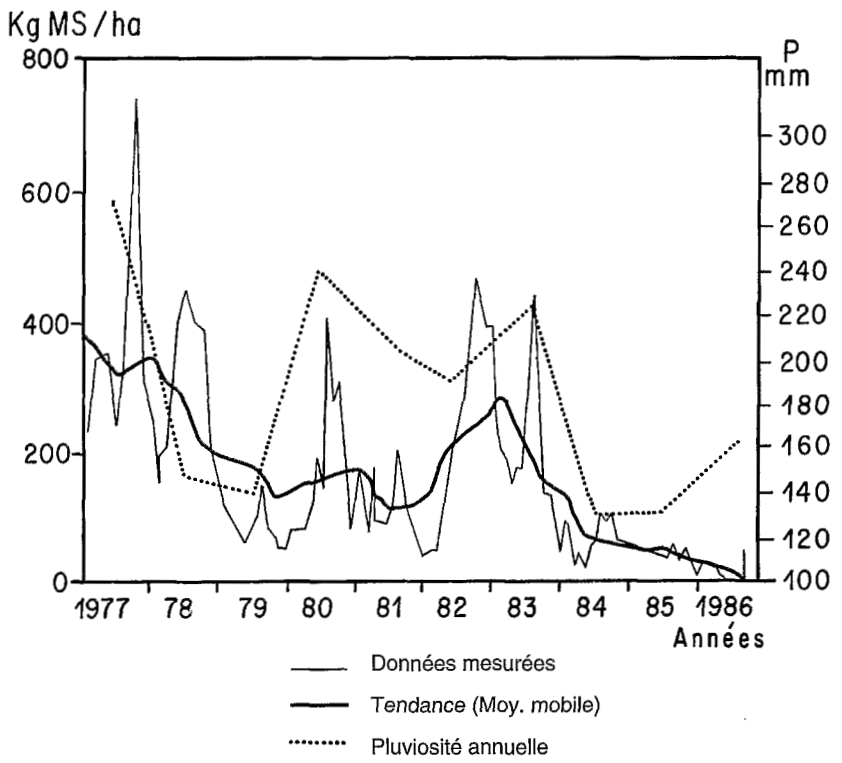


Figure 25 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte d'alfa *(Stipa tenacissima)* en fonction du type de gestion des peuplements dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie. D'après A. Aïdoud, 1993)

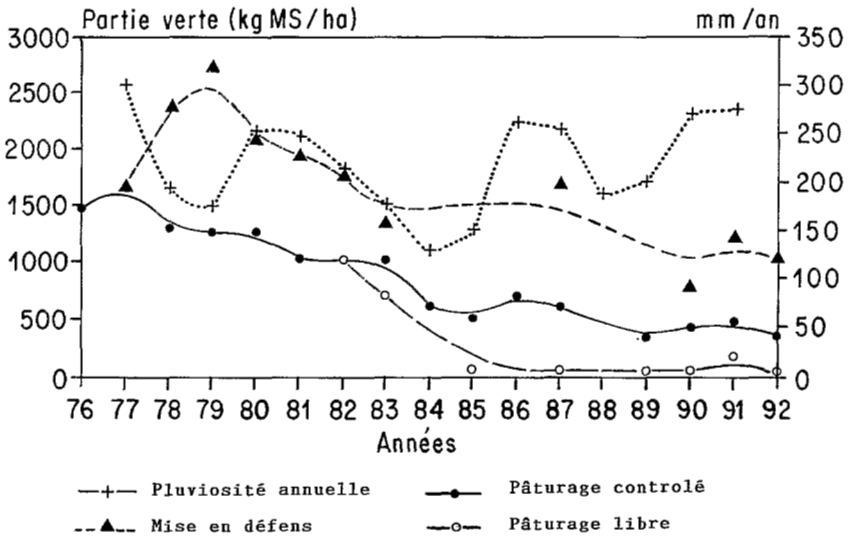


Figure 26 : Désertisation : répartition de la phytomasse verte d'alfa le long de deux transects effectués en 1975 et en 1992. D'après A. Aïdoud, 1993

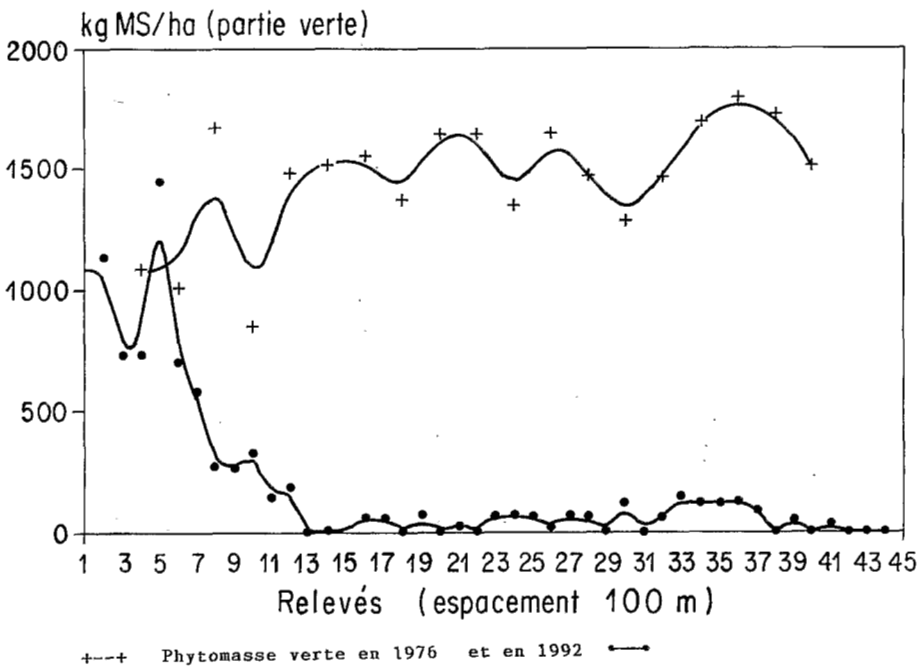


Figure 27 : Evolution des effectifs ovins et de la céréaliculture en Algérie de 1964 à 1990, d'après A. Aïdoud, 1993

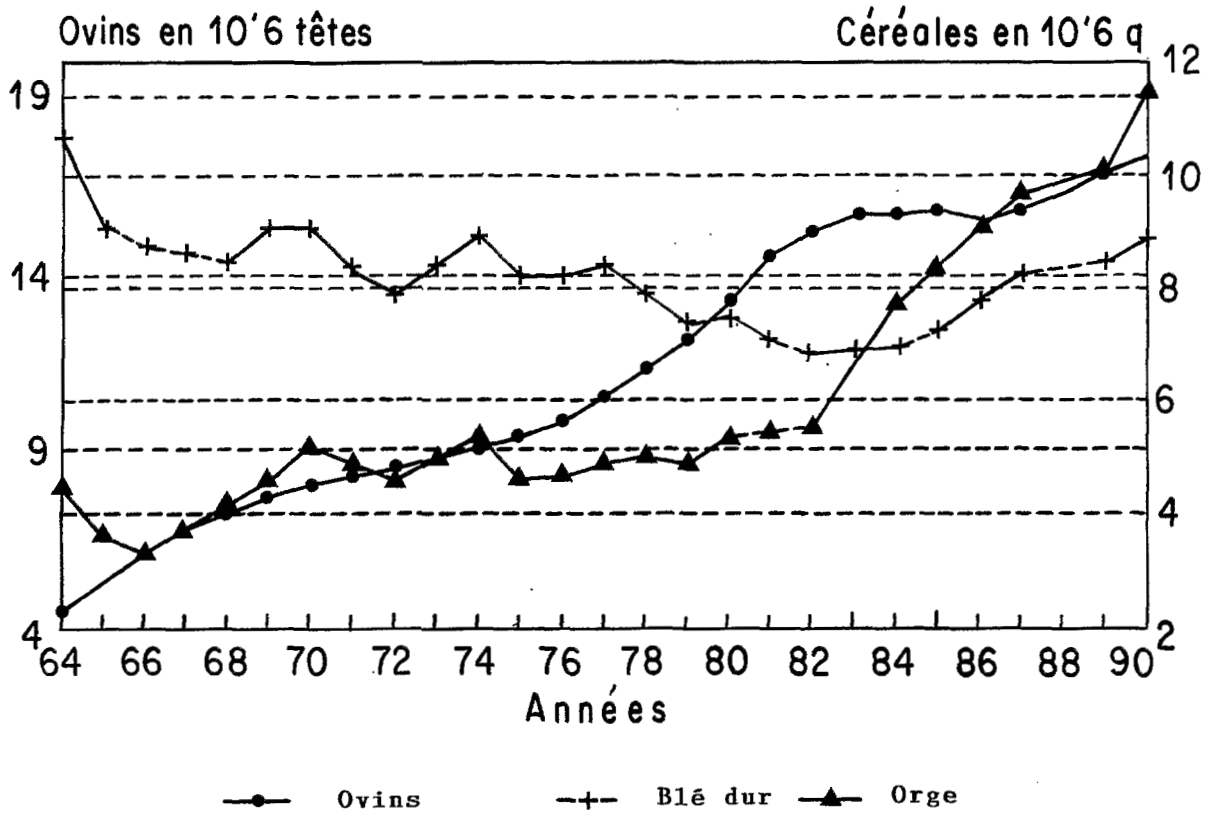
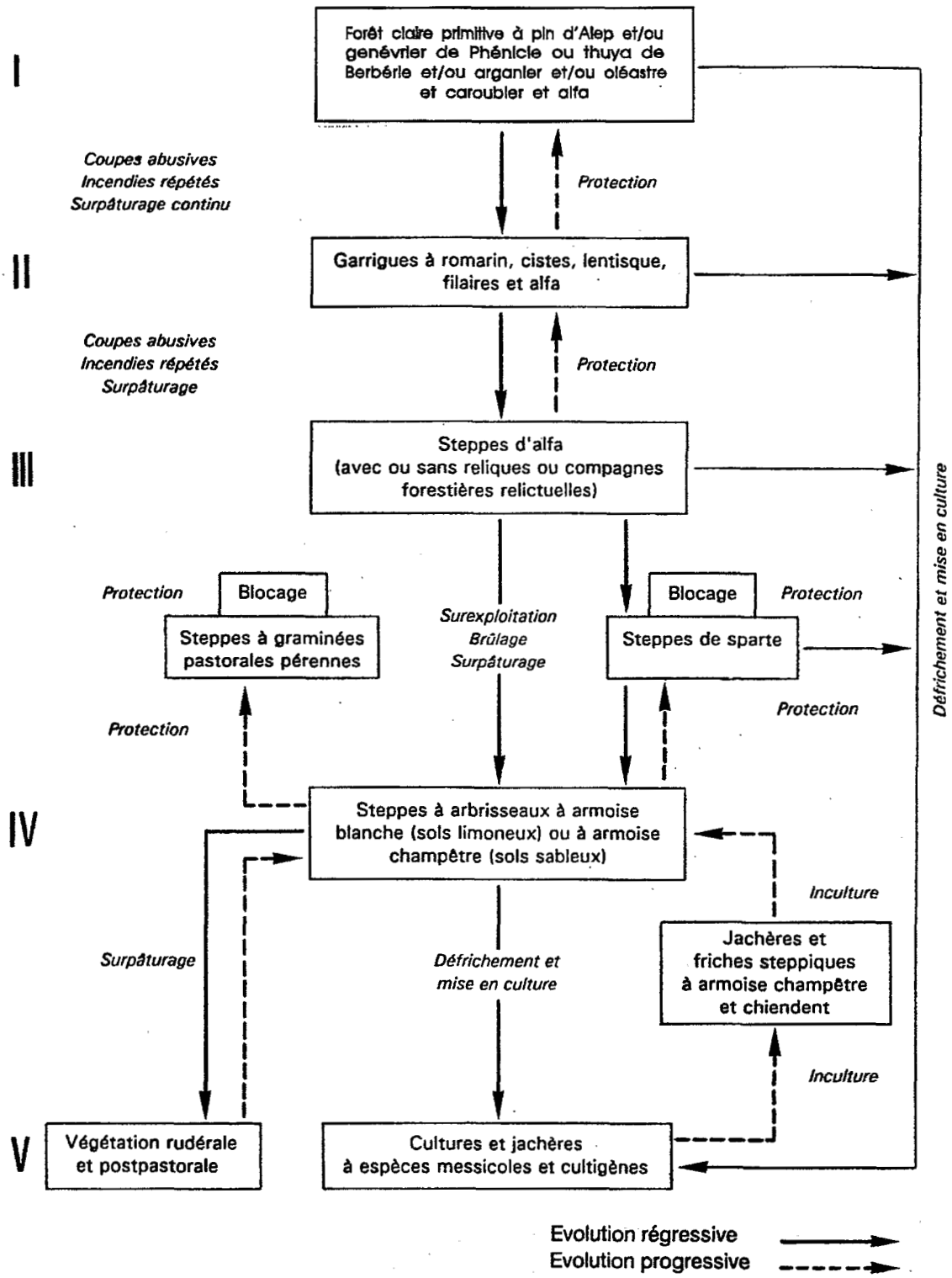


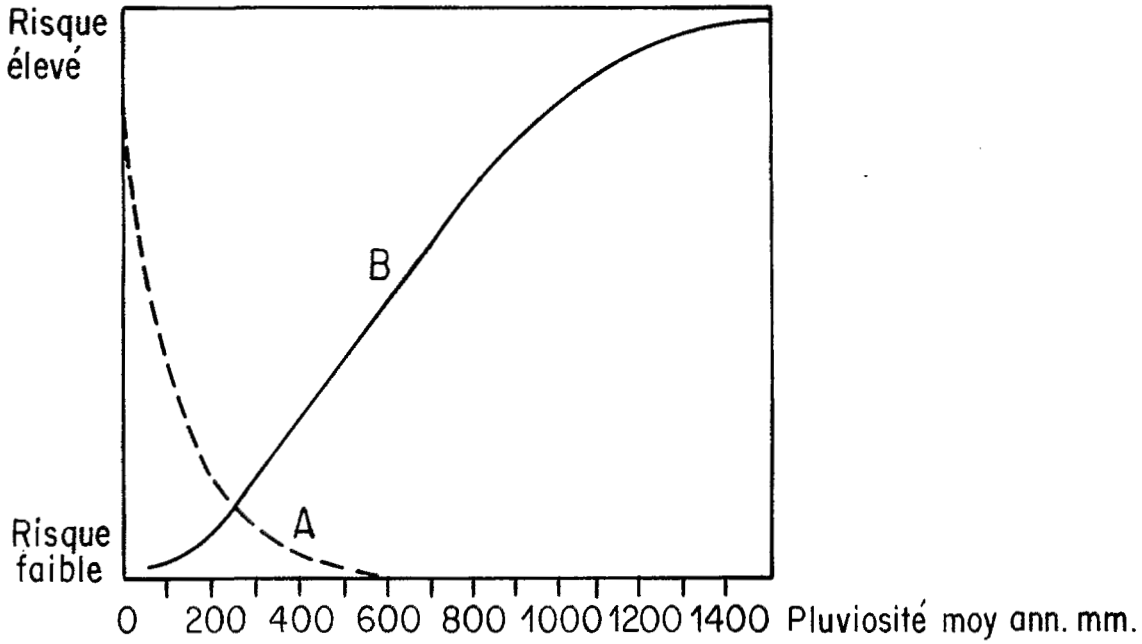
Figure 28 : Schéma évolutif des steppes arides supérieures et moyennes (entre les isohyètes annuelles de 200-400 mm) dans le nord de l'Afrique (Le Houérou, 1977)



- Schéma évolutif des steppes des zones arides supérieure et moyenne du Nord de l'Afrique (Le Houérou, 1977)

Figure 29 : Risques d'érosion hydrique et éolienne en fonction de la pluviosité moyenne annuelle et du taux de recouvrement de la végétation pérenne (OMM, 1983)

A = Erosion éolienne
B = Erosion hydrique



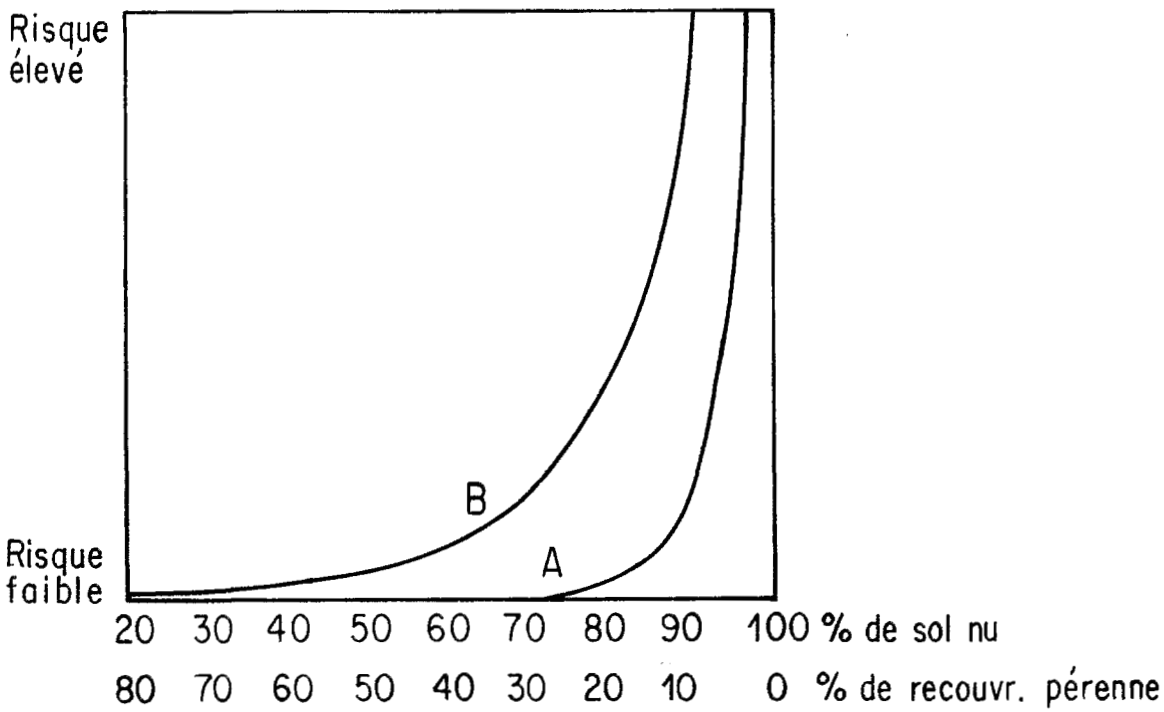


Figure 30 : Accumulation de sable mobile derrière un arbuste (Rebha, plur. Rehboub), proportion critique de dépôt éolien (25 %) où le dépôt compense la déflation, en fonction du taux de recouvrement de la végétation pérenne (Le Houérou, 1987)

Dépôt éolien : profil de flèche de sable mobile (Rebha, pl. Rehboub) accumulée sous le vent d'un arbrisseau, coupe verticale.

$\alpha \approx 35°$; $\beta \approx 132{,}5°$; $y = 12{,}5°$; $L = 5h$; $1 \approx 1{,}5h$; $BC \approx L$; $h \approx d \approx 0{,}2\ L$; $BD \approx h \approx d$

Dépôt éolien :

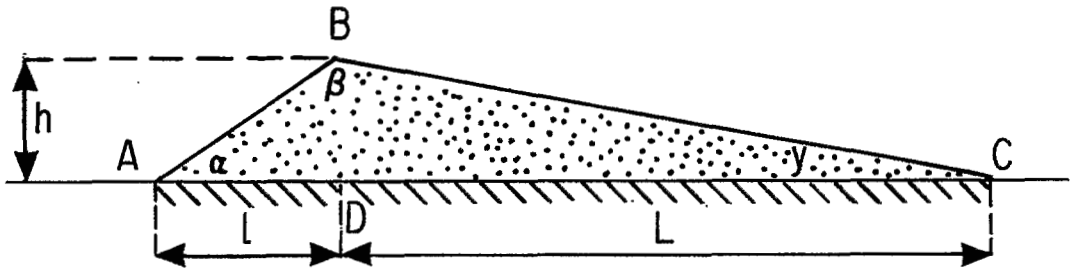
– surface de la projectionverticale de la couronne de l'arbrisseau

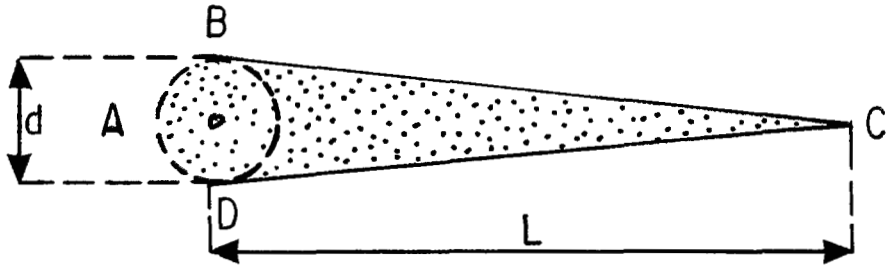
$$SV = \frac{\pi\, d^2}{4} = 0{,}785\ d^2$$

– surface du dépôt éolien

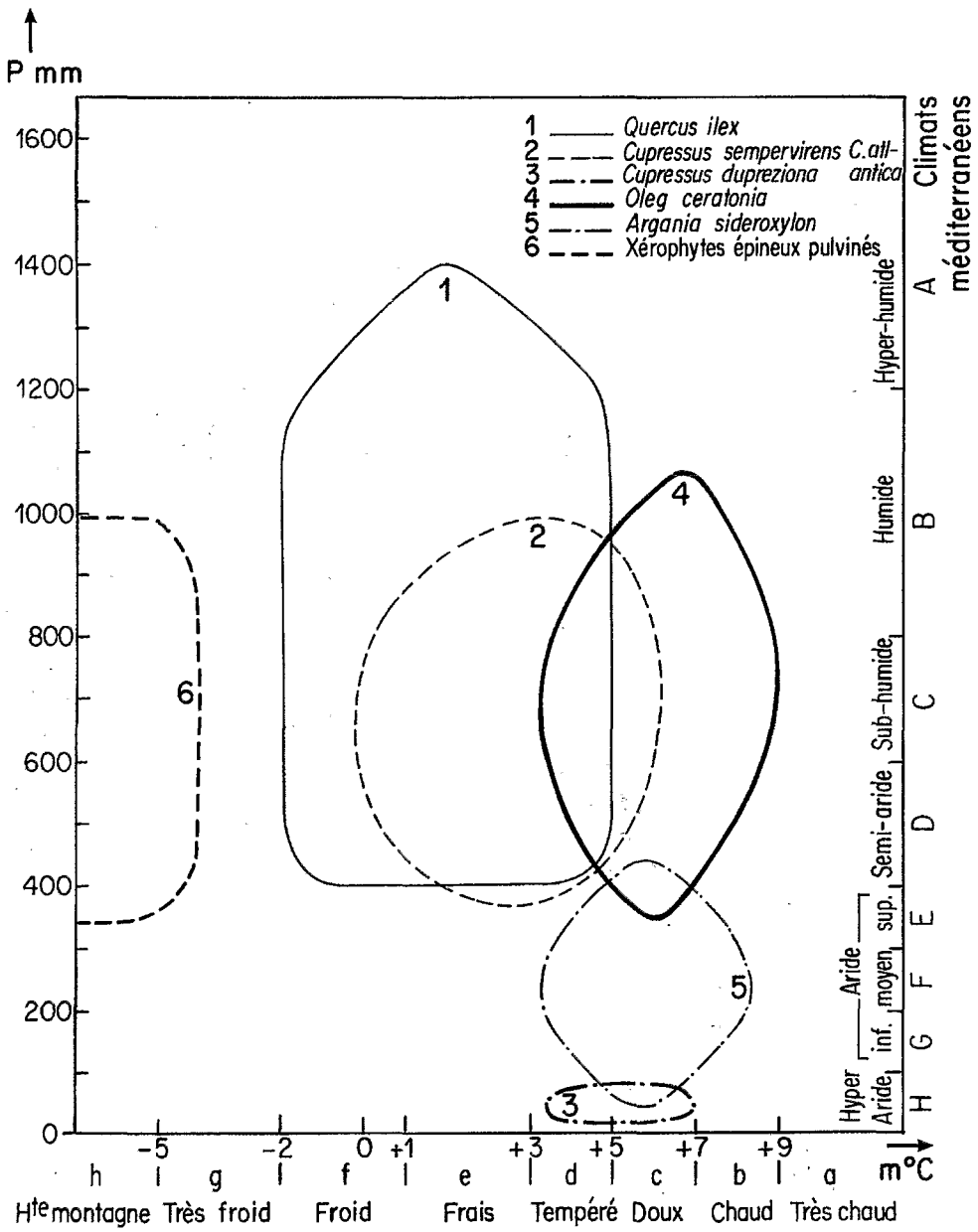
$$SD = \frac{1/2\ \pi\, d^2}{4} + \frac{dL}{2} = 0{,}3925\ d^2 + \frac{(d \times 5d)}{2} = 0{,}3925\ d^2 + 2{,}5\ d^2 = 2{,}89\ d^2$$

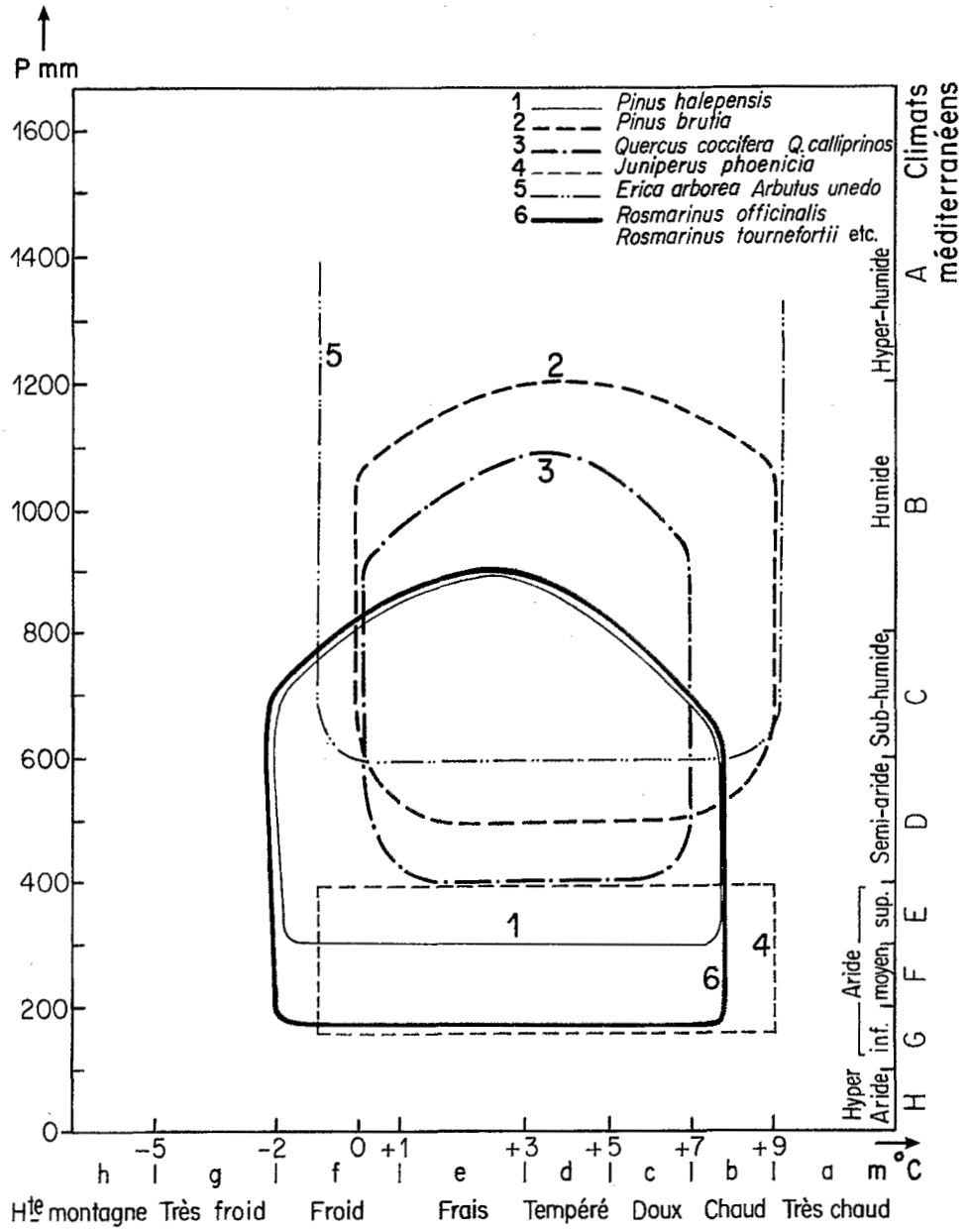
$$\frac{SV}{SD} = \frac{0{,}785}{2{,}89} = \frac{0{,}25}{SV} \approx 0{,}25 \quad \text{d'où} \quad SD = \frac{2{,}89}{0{,}785} = 3{,}68 \approx 4{,}0$$

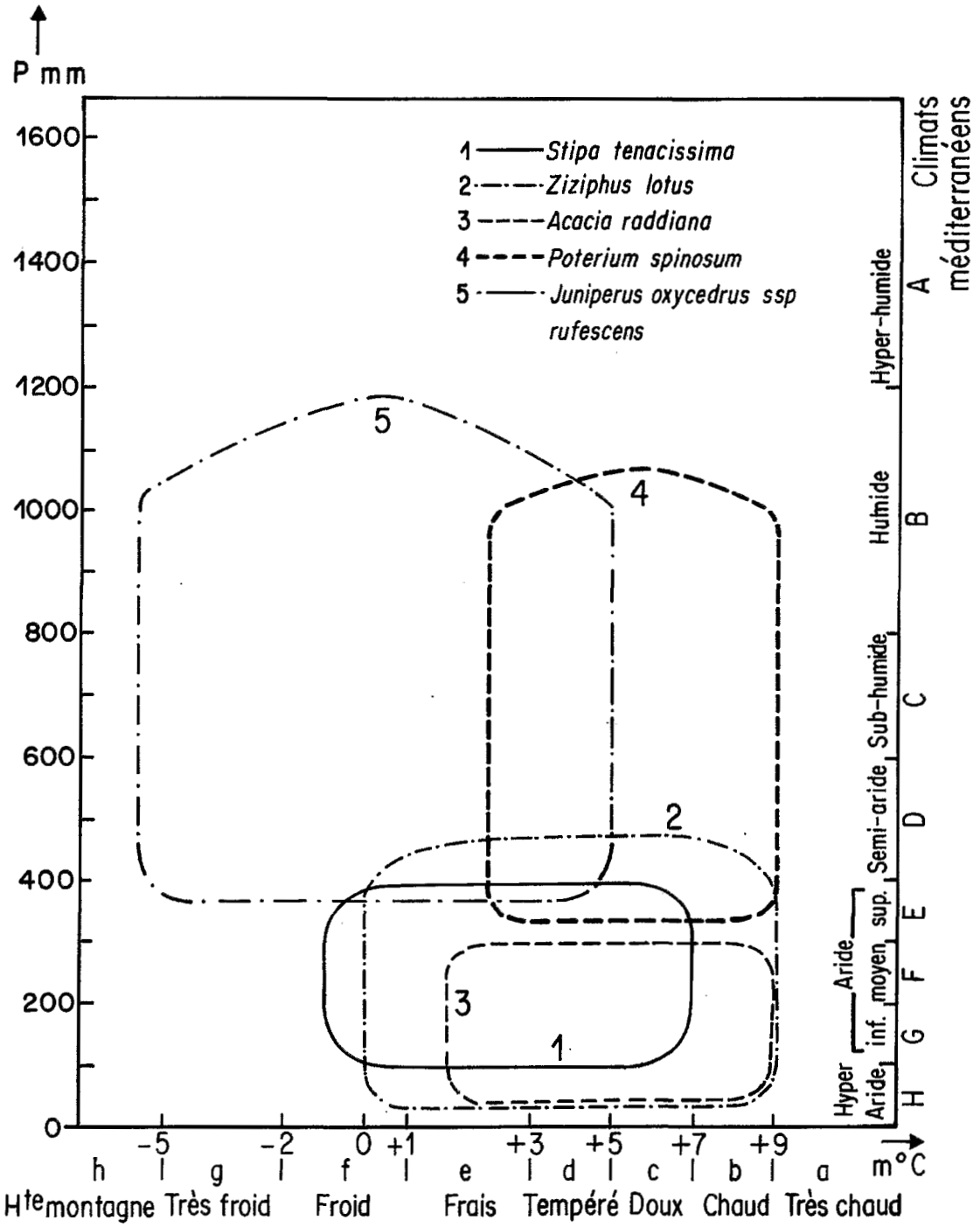




Figures 31 à 34 : Répartition de quelques espèces végétales dominantes du nord de l'Afrique et de la Méditerranée Occidentale en fonction de la pluviosité moyenne annuelle et des températures minimales hivernales (voir aussi annexes IV, V et VI) (Le Houérou, 1973, 1991).




P mm
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1 Pinus halepensis
2 Pinus brutia
3 Quercus coccifera Q.calliprinos
4 Juniperus phoenicia
5 Erica arborea Arbutus unedo
6 Rosmarinus officinalis
Rosmarinus tournefortii etc.
Climats méditerranéens
A Hyper-humide
B Humide
C Sub-humide
D Semi-aride
E F G Aride sup. moyen inf.
H Hyper Aride
-5 -2 0 +1 +3 +5 +7 +9
h g f e d c b a m °C
Hte montagne
Très froid
Froid
Frais
Tempéré
Doux
Chaud
Très chaud


P mm
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1 Stipa tenacissima
2 Ziziphus lotus
3 Acacia raddiana
4 Poterium spinosum
5 Juniperus oxycedrus ssp rufescens
Climats méditerranéens
A Hyper-humide
B Humide
C Sub-humide
D Semi-aride
E Aride sup.
F Aride moyen
G Aride inf.
H Hyper Aride
-5 -2 0 +1 +3 +5 +7 +9
h l g l f l e l d l c l b l a m°C
Hte montagne Très froid Froid Frais Tempéré Doux Chaud Très chaud

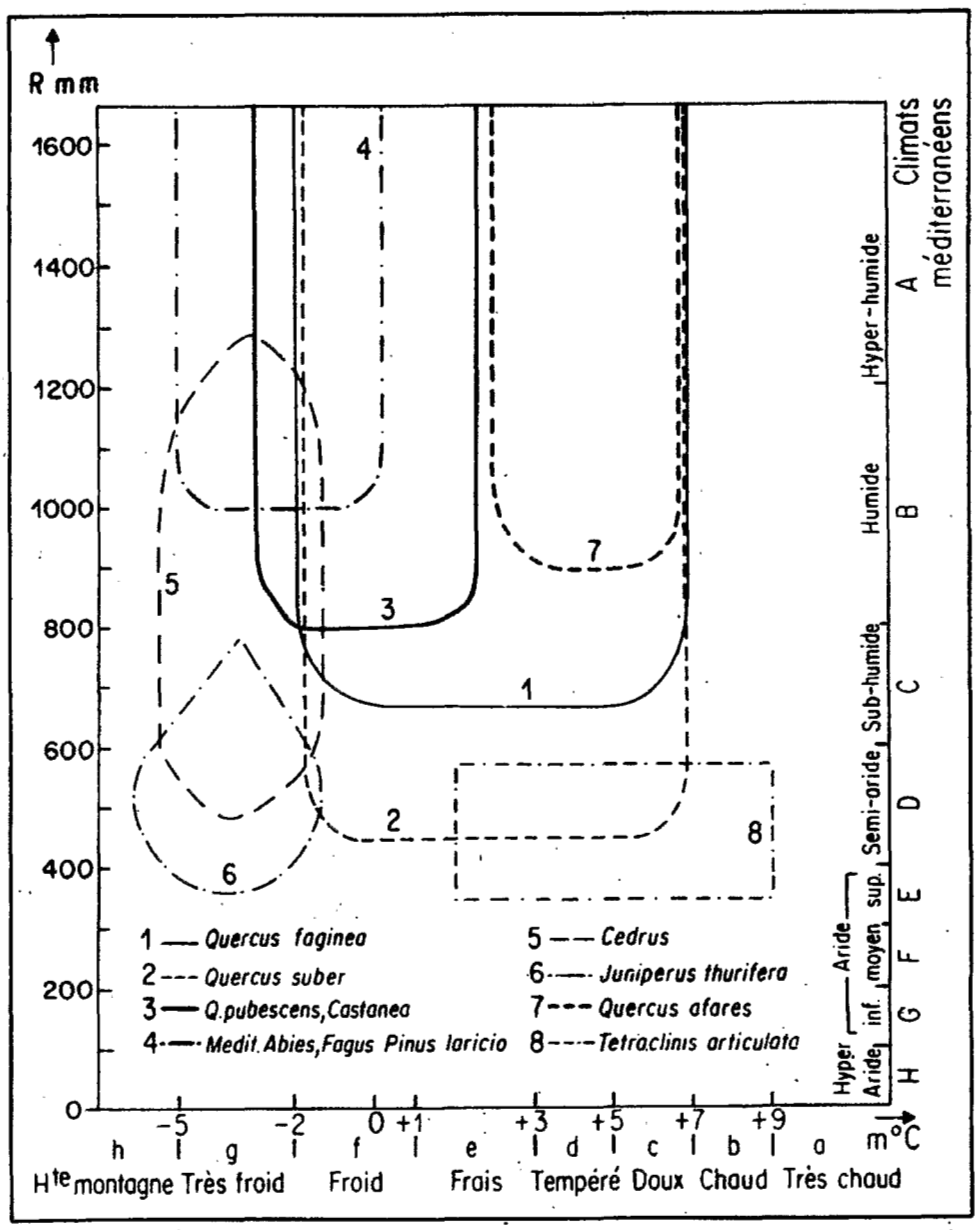
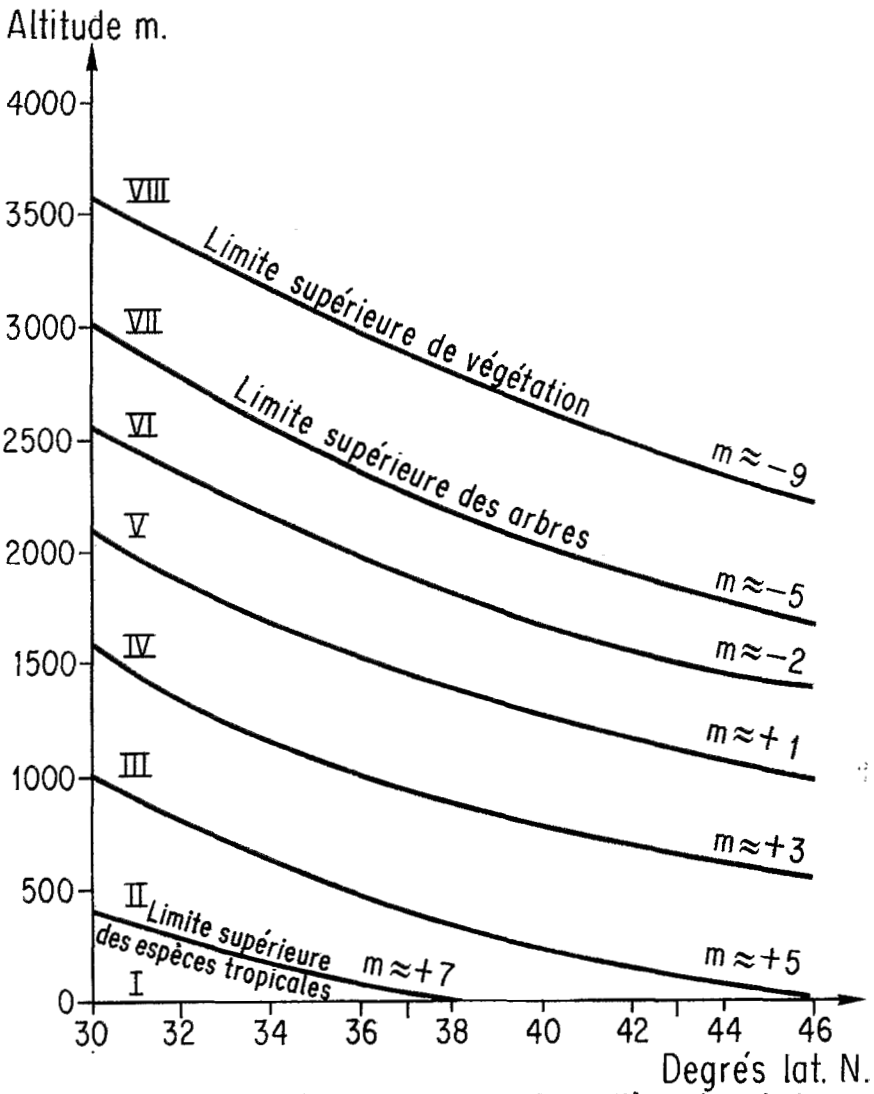

R mm
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1 — Quercus faginea
2 --- Quercus suber
3 — Q.pubescens,Castanea
4 — Medit. Abies,Fagus Pinus laricio
5 — Cedrus
6 — Juniperus thurifera
7 --- Quercus afares
8 --- Tetraclinis articulata
-5 -2 0 +1 +3 +5 +7 +9
h i g i f i e i d i c i b i a
m°C
Hte montagne Très froid Froid Frais Tempéré Doux Chaud Très chaud
Climats méditerranéens
A Hyper-humide
B Humide
C Sub-humide
D Semi-oride
E Aride sup.
F Aride moyen
G Aride inf.
H Hyper Aride

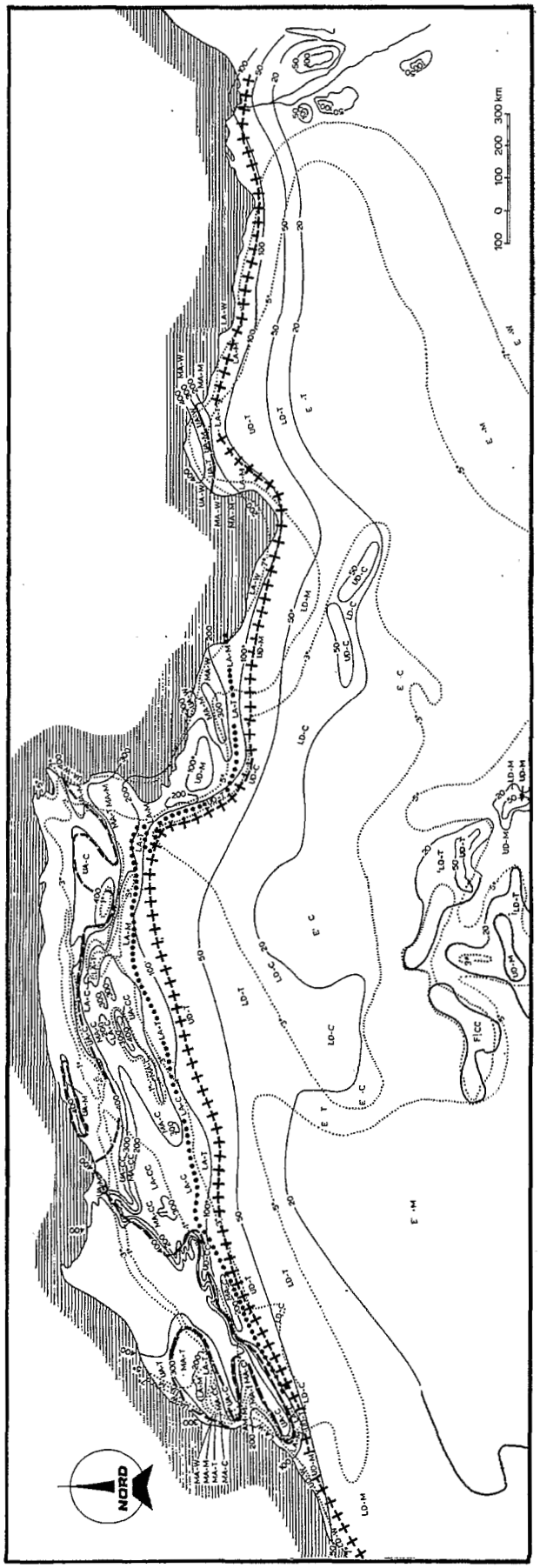
Figure 35 : Répartition des grands types de végétation en Méditerranée Occidentale en fonction de l'altitude, de la latitude et des températures hivernales, relations entre la répartition des grands types de végétation et ces trois paramètres (Le Houérou, 1991)



m = Moyenne des températures minimales journalières du mois le le plus froid (Janvier) en °C

I _ Xerothermo-méditerranéen
II _ Thermo-méditerranéen
III _ Méso-méditerranéen
IV _ Supra-méditerranéen
V _ Alti-méditerranéen
VI _ Oro-méditerranéen
VII _ Méditerranéo-alpin
VIII _ Cryo-méditerranéen

Figure 36 : Carte bioclimatique des zones arides du Nord de l'Afrique (Le Houérou, 1970, 1985c).



ARIDITY CLASSES

UA - Upper arid	(300 < P< 400mm)	≡	Aride supérieur
MA - Middle arid	(200 < P< 300mm)	≡	Aride moyen
LA - Lower arid	(100 < P< 200mm)	≡	Aride inférieur
UD - Upper desertic	(50 < P< 100mm)	≡	Hyper aride supérieur
LD - Lower desertic	(25 < P< 50mm)	≡	Hyper aride inférieur
E - Eremitic	(P < 25 mm)	≡	Erémitique

See also figs 2, 4, 5, 8, & 10

CLASSES D'ARIDITE

Voir aussi les figs 2, 4, 5, 8, & 10

THERMAL WINTER STRESS CLASSES

IW -	Icy winters	(-5 < m < -3 °C)	≡ HG - Hivers glaciaux
VC -	Very cold winters	(-3 < m < -1)	≡ TF - Hivers très froids
CC -	Cold winters	(-1 < m <+1)	≡ FF - Hivers froids
C -	Cool winters	(+1 < m <+3)	≡ F - Hivers frais
T -	Temperate winters	(1 < m < 5)	≡ T - Hivers tempérés
M -	Mild winters	(5 < m < 7)	≡ D - Hivers doux
W -	Warm winters	(7 < m < 9)	≡ C - Hivers chauds
WW -	Very warm winters	(9 < m < 11)	≡ CC - Hivers très chauds
ST -	Subtropical winters	(11 < m)	≡ ST - Hivers subtropicaux

CLASSES DE STRESS THERMIQUE HIVERNAL

– – – – – Limite nord des steppes (original)
..... Limite sud de l'Alfa (Maire, 1925; Emberger, 1939; Peyerimhoff 1941; Le Houérou, 1959, 1965, 1969)
+++++++ Limite approximative des types de végétation "Diffus" et "Contracté" sur les regs. (original)

Photos

Photo n° 1

Forêt ouverte de pin d'Alep avec sous bois d'alfa et autres compagnes forestières. L'alfa, plante d'origine forestière, se développe bien et se régénère de graines à l'ombre de la forêt claire. Il ne se régénère de semis dans les steppes qu'après de longues périodes de mise en défens. Cliché en provenance de J. Senalba dans l'Atlas Saharien d'Algérie, entre Djelfa et Takersane.
Alt. ≈ 1400m ; P ≈ 350 mm ; m ≈ -1.5.

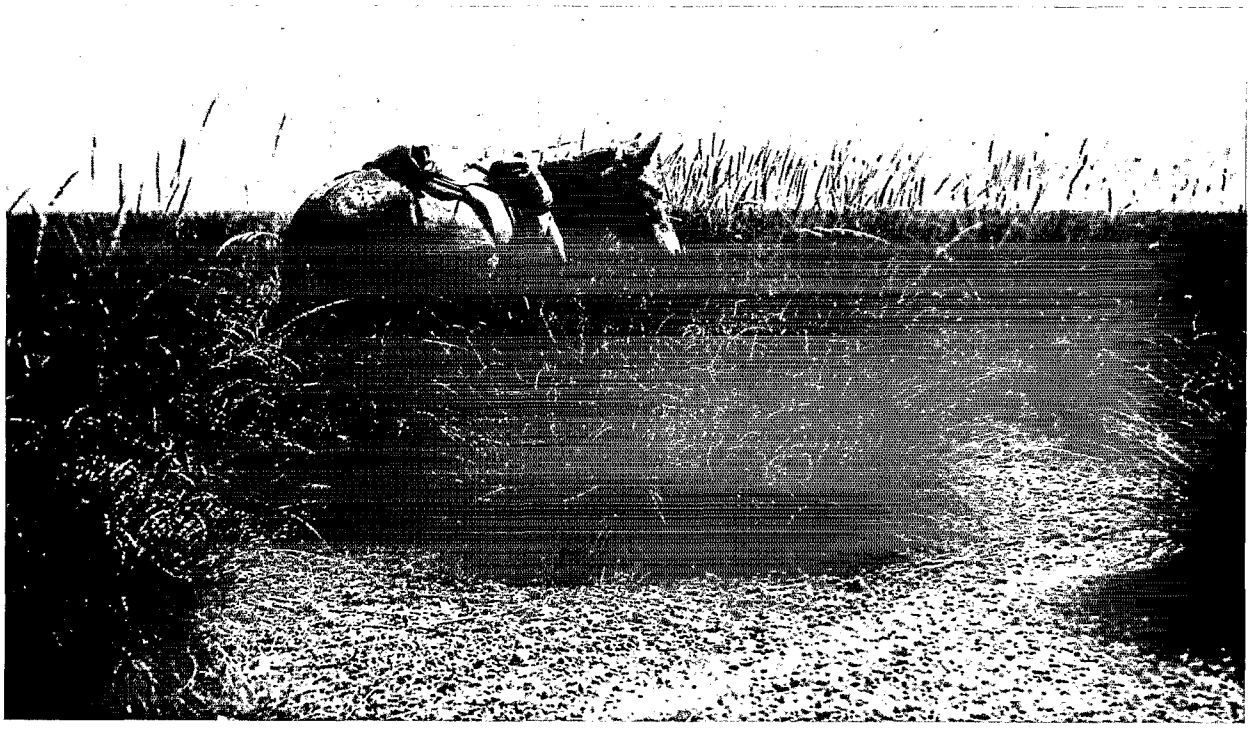
Photo Le Houérou, 1966.



Photo n° 2

La steppe d'alfa (Halfa, Guedima) telle quelle se présentait au début du siècle dans la région de Kasserine-Fériana en Tunisie occidentale, chez les Fraichiches et Madjeurs. Alt. ≈ 800 m, P ≈ 280 mm, m ≈ 2°C. Les steppes d'alfa peuvent encore prendre cet aspect de nos jours, là ou elles n'ont pas été excessivement dégradées, après plusieurs années de mise en défens telle qu'on a pu l'observer dans les zones interdites aux frontières algéro-tunisienne et algéro-marocaine de 1954 à 1962.

Photo Monchicourt, 1906.



N.B.les localités de référence indiquées sont en principe toutes portées sur les cartes routières au 1/1.000.000 des pays du N. de l'Afrique, cartes Michelin n°169,172 ; les distances indiquées correspondent au kilométrage à vol d'oiseau.

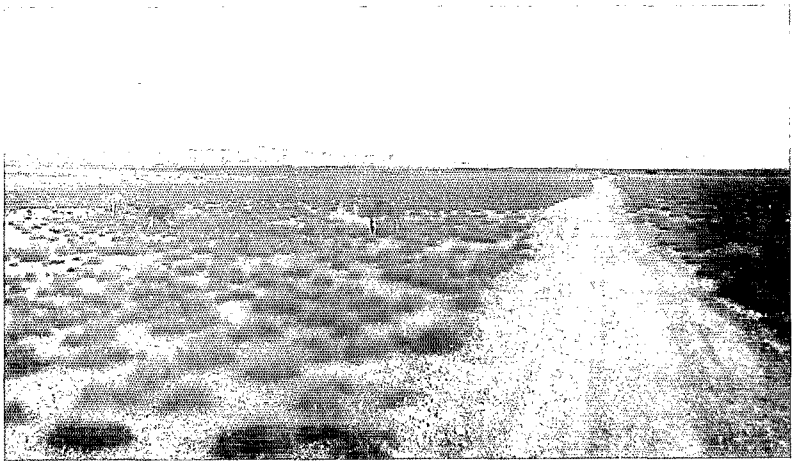


Photo n° 3

Aspect actuel de la steppe d'alfa dans les régions de Kasserine-Fériana non loin du lieu ou fut prise la photo n°2 de Monchicourt. Les récoltes d'alfa qui étaient de l'ordre de 500 Kg ha^{-1} an^{-1} au début du siècle dans cette zone, ne dépassaient plus 150 kg ha^{-1} an^{-1} en 1970.

Photo Le Houérou, 1966.

Photo n° 4

Steppe d'alfa non dégradée au cours d'une conjoncture pluviométrique favorable. Photo provenant de la région de Messad entre cette localité et Aïn el Ibel (au S.E.. de Djelfa), Algérie, au printemps de 1970.
Alt. ≈ 1000 m ; P ≈ 250 mm ; m ≈ 0°C.

Photo Le Houérou, 1970.





Photo n° 5

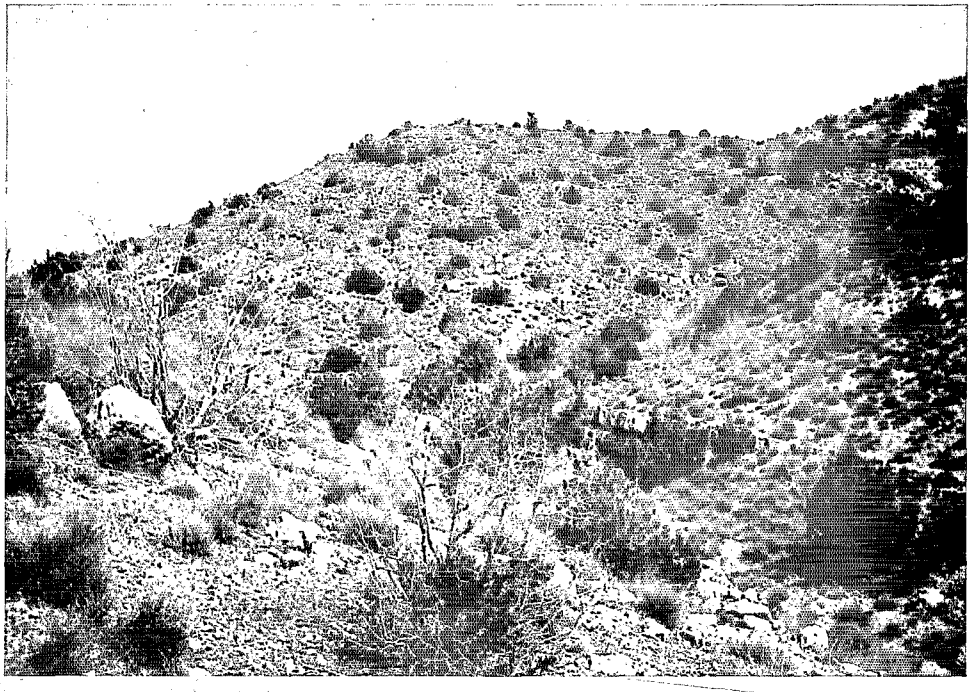
Steppe tragacanthe à xérophytes épineux en coussinets où dominent *Bupleurum spinosum* et *Erinacea anthyllis* avec des reliques arborées de *Juniperus thurifera*. Jebel Imchoul (J. Chenoufa) au N.E. d'Arris dans les Aurès, Algérie. Alt. ≈ 2000 m ; 400 < P < 600 mm ; m < - 2°C.

Photo Le Houérou, 1970.

Photo n° 6

Garrigue à *Juniperus phoenicea* ('Ar'ar) et *Rosmarinus tournefortii* (Klil). Versant sud des Aurès en amont de Khangat Sidi Nagi. La plupart des compagnes forestières du pin d'Alep ont déjà disparu Alt. ≈ 1200 m ; P ≈ 250 mm ; m ≈ +1,5°C.

Photo Le Houérou, 1985.



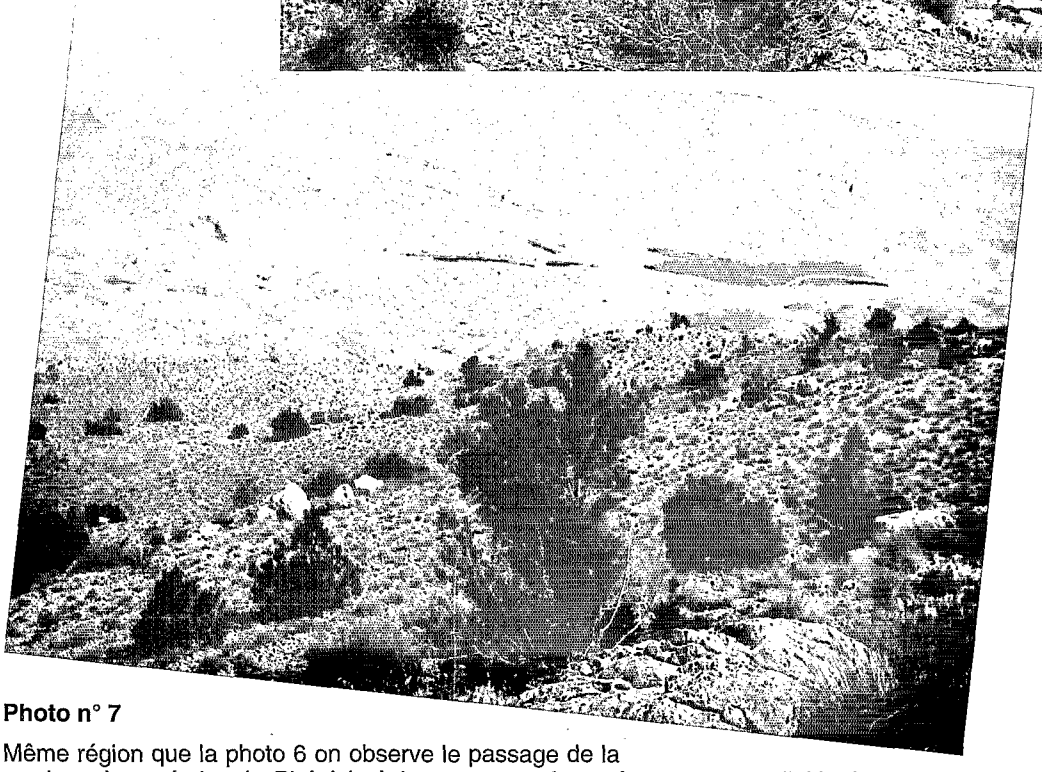


Photo n° 7

Même région que la photo 6 on observe le passage de la garrigue à genévrier de Phénicie à la steppe au fur et à mesure que l'altitude décroit et qu'augmentent l'aridité et la pression des animaux. Alt. ≈ 900 m ; P ≈ 200mm ; m ≈ 3°C.

Photo Le Houérou 1970.

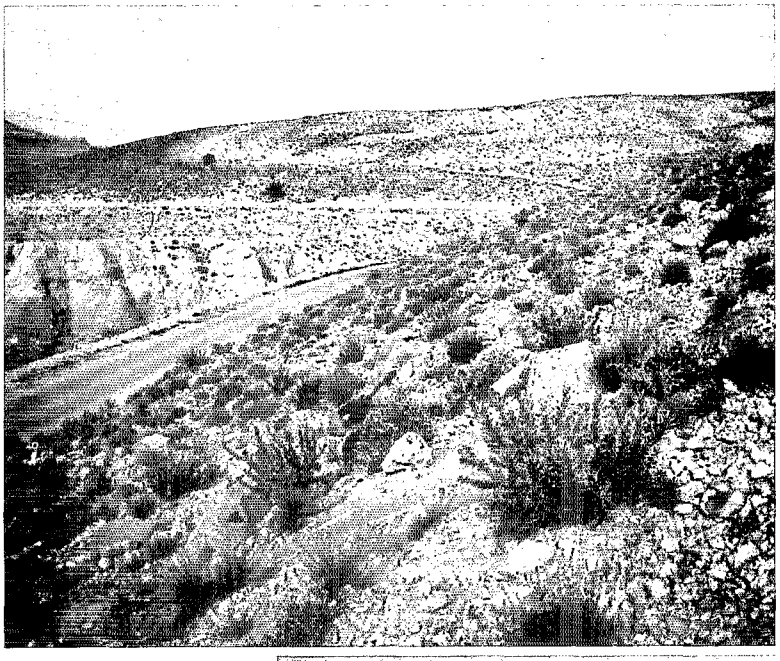


Photo n° 8

Même région que les deux photos précédentes mais plus bas en altitude ; les reliques et compagnes de la forêt ont disparu, la steppe, elle même est plus ou moins dégradée ; on reconnaît, entre autres *Astragalus armatus subsp. numidicus*, caractéristique des marnes gypseuses.
Alt. ≈ 700 m ; P ≈ 180 mm ; m ≈ 4°C.

Photo Le Houérou, 1970.

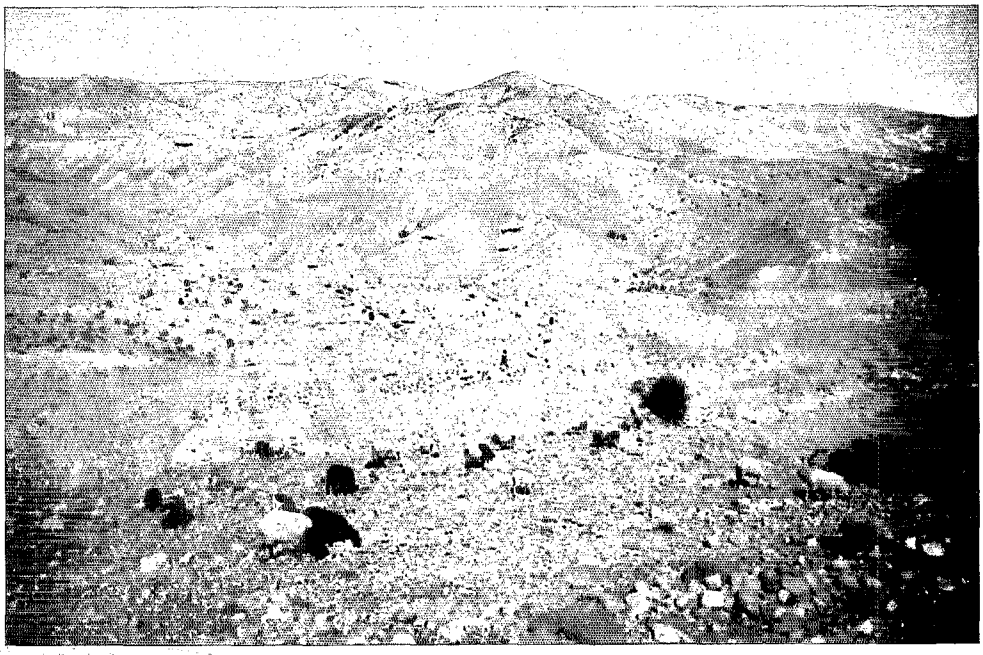


Photo n° 9

Piedmont sud des Aurès en contre-bas des photos précédentes. La steppe s'est éclaircie, le paysage a pris un aspect désertique.
Alt. ≈ 350 m ;
P ≈ 160 mmm ;
m ≈ 5°C.

Photo Le Houérou, 1970.

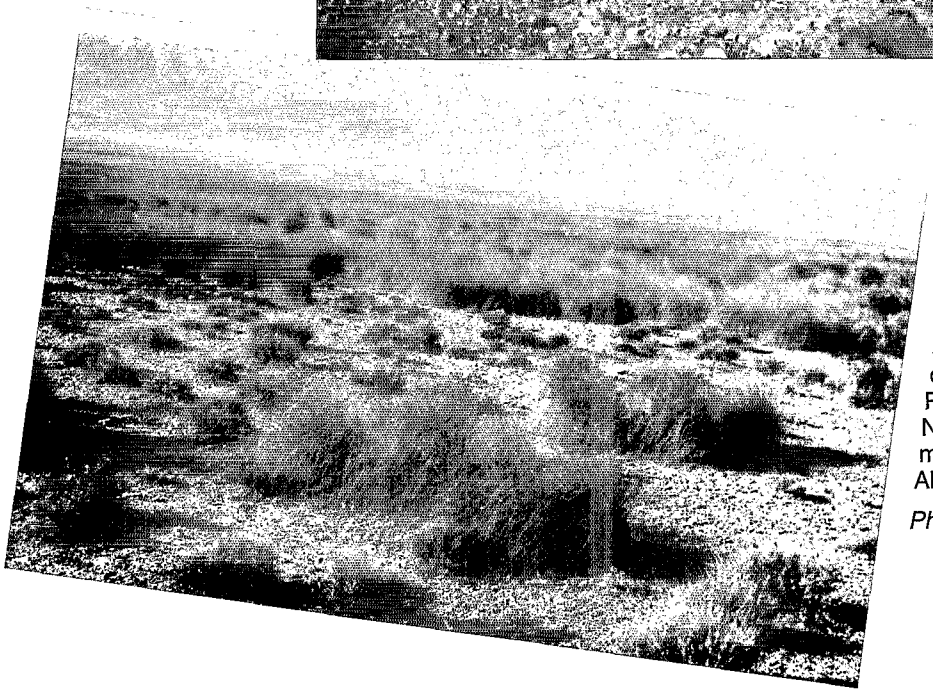


Photo n° 10

Steppe d'alfa en cours de dégration et d'envahissement par l'armoise blanche (*Artemisia herba alba,* Chih), et l'armoise de l'Atlas *(A. atlantica)*. Sol squelettique sur croûte calcaire quaternaire épaisse et dure. Région de la Haute Moulouya au N.O. de Midelt (Maroc), en piedmont N. du J. Ayachi.
Alt. ≈ 1700 m ; P. ≈ 250 ; m ≈ -1,5°C.

Photo Le Houérou, 1968.

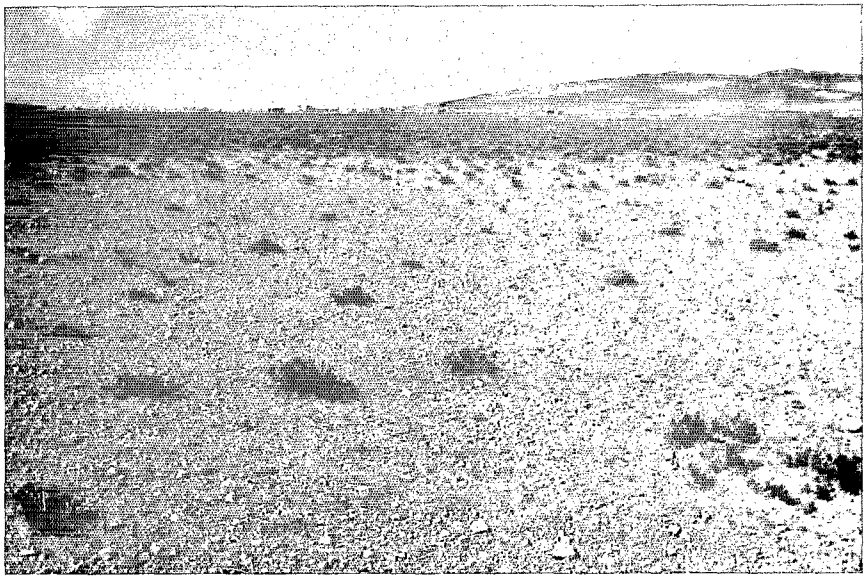


Photo n° 11

"Steppe tigrée" au Maroc Oriental à l'Ouest de Aïn Beni Mathar (Berguent). Les "steppes tigrées" (Le Houérou, 1981, p. 372) prennent naissance sur les glacis d'érosion bien développés, généralement à croûte calcaire ; elles sont constituées de bandes alternées et parallèles, développées en courbe de niveau, constituées alternativement de végétation pérenne dense (arrière-plan) et très éparse (premier plan). Les bandes à végétation dense ont un recouvrement pérenne de 20-50 % et les bandes plus ou moins dénudées de 1 à 10 %. La composition de la végétation des bandes et très contrastée. Ici les bandes denses sont dominées par *Artemisia herba alba* (Chîh) et *Lygeum spartum* (Sennagh) tandis que les bandes dénudées comprennent essentiellement *Hamada scoparia* (R'meth), *Anabasis oropediorum* (A'jrem) et *Anabasis aphylla* (Taffa). Cette dernière végétation est beaucoup plus xérophile que la steppe à armoise. La largeur des bandes varie de 5 à 25 m ; ces bandes prennent naissance par érosion régressive en nappe sur des glacis d'érosion à faible pente (3-5 %). La vitesse de remontée vers l'amont n'est pas connue – probablement quelques cm par an. Il s'agit d'un processuss de succession allogénique provoqué par l'érosion sur les bandes dénudées et la sédimentation limoneuses à sablo-limoneuses sur les bandes à végétation dense. Ce processus est analogue à celui de la formation des "Broussses tigrées" sous les tropiques. Dans ce dernier cas on a montré que la zone à végétation dense accumule 150 à 250 % des précipitations ; la quantité d'eau disponible y est donc 3 à 5 fois supérieure à celui des bandes dénudées (Cornet, Delhoume et Montana, 1987). Alt. ≈ 1000 ; P ≈ 200mm ; m ≈ 0°C.

Photo Le Houérou, 1969.



Photo n° 12

Même phénomène en Algérie dans la région de Messad, steppes à armoise blanche et r'meth, non loin mais au sud du site de la photo n°4.
Alt. ≈ 1000 m ; P ≈ 250 ; m ≈ 0°C.

Photo Le Houérou, 1970.

Photo n° 13



Dégradation par érosion d'une steppe à *Artemisia herba alba* (Chih), *Lygeum spartum* (Sennagh et *Noaea mucronata* (Chebrik, Chebrok), sur glacis d'érosion à croûte calcaire dure. L'érosion en nappe, renforcée par le surpâturage, entraîne l'élimination des espèces précédentes, la dénudation de la croûte et sa colonisation subséquente par *Helianthemum hirtum* subsp. *ruficomum* (Zef-Zef) (Algérois, Constantinois, Tunisie, Tripolitaine) ou subsp. *bergevini* (Oranie, Maroc). Cette espèce est bien connue des bergers (Zef-Zef) et très appréciée des troupeaux ; il n'est pas certain que cette dégradation sur le plan de la végétation et du sol en soit une sur le plan fourrager ! Sidi Aissa, bassin versant du Hodna, Algérie. Alt. ≈ 650 ; P = 310 ; m = 0,6.

Photo Le Houérou, 1968.

Photo n° 14

Erosion en nappe sur marne gypseuse du Vindobonien-Plaisancien sur le piedmont N.E. du J. Chambi au N.O. de Kasserine, plaine de la Foussana. L'armoise blanche a été éliminée au profit de sa commensale *Anabasis oropediorum* ('Aj'rem) dont on voit ici les moignons abroutis juchés sur le pivot racinaire dégagé par l'érosion en nappe sur 10-15 cm, donc une érosion de 100-150 M^3 ha^{-1} ou 150-225 t ha^{-1}. Alt ≈ 800 m; P ≈ 250 ; m ≈ 2°C.

Photo le Houérou, 1963.



Photo n° 15

Pâturage dégradé : erme à végétation rudérale en grande partie ignorée du bétail et parfois toxique : *Ferula spp.* (Kasbour), *Thapsia garganica* (Deriés), *Asphodelus spp.* (Berouagh, Tazia), *Urginea maritima* (Ansel), *Peganum harmala* (Harmal), *Thymelaea hirsuta* (Metnane), *Stipa capensis* (Behma), et chardons divers (Chouk) et nombreux etc. ; Plaine d'El Borouj, Maroc subatlantique.
Alt. = 300 m ; P = 300 mm ; m = 3,5.

Photo Le Houérou, 1969.



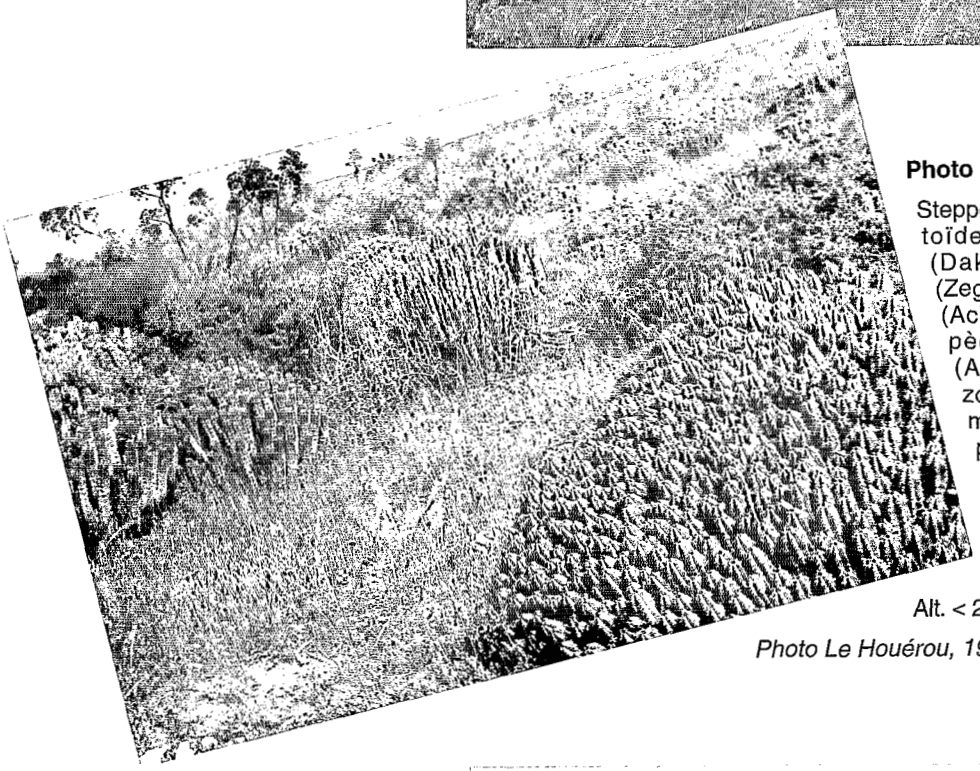


Photo n° 16

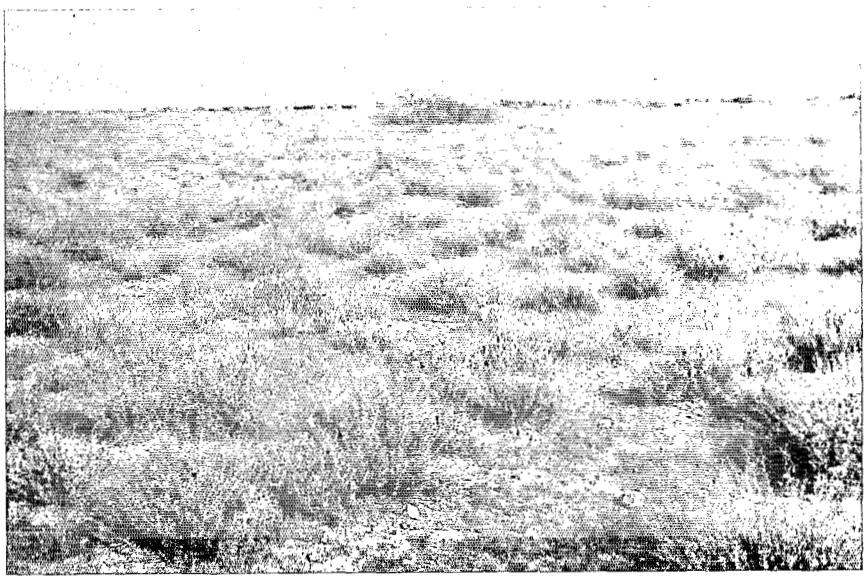
Steppe succulente à Euphorbes cactoïdes : *Euphorbia echinus* (Dakhmous), *E. beaumierana* (Zeggoum), *Kleinia anteuphorbium* (Achbartou) avec beaucoup d'espèces délaissées du bétail (Asphodèles, Férules etc.) en zone aride du littoral atlantique marocain, entre Tiznit et, Mirhleft, province du Sous. Ce type de steppe caractérise la zone macaronésienne du sud marocain ; elles constituent ici une forme de dégradation de l'arganeraie littorale du Sous.
Alt. < 250 m ; P ≈ 200 mm ; m ≈ 8°C.

Photo Le Houérou, 1968.

Photo n° 17

Steppe à armoise blanche en très bon état dans la zone aride supérieure (plaine des Triffa, en Basse Moulouya). Noter la grande abondance des annuelles et l'importante couverture pérenne ; le buisson de jujubier à l'arrière-plan indique que le site est sujet à sédimentation et appoint d'eau de ruissellement. Ra ≈ 50 % ; Rp ≈ 35 % ; Pa ≈ 600 kg ha^{-1} ; Pp ≈ 1500 kg ha^{-1}* (cf. note ci-contre).
Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 350 mm ; m ≈ 5,5°C.

Photo Le Houérou, 1969.



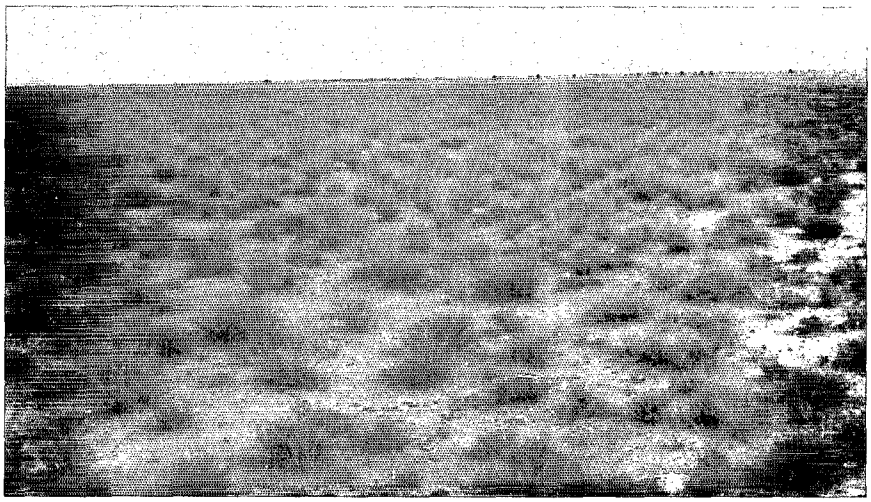


Photo n° 18

Steppe à armoise blanche en bon état dans la zone des Trafrata au S.E. de Guercif et au S.O. de Taourirt, en Moyenne Moulouya, Alt ≈ 550 m ; P ≈ 220 mm ; m ≈ 3°C. Rp ≈ 25 % ; Ra ≈ 5 % ; Pa ≈ 100 kg ha^{-1} ; Pp ≈ 1500 kg ha^{-1}.

Photo le Houérou, 1969.

* Ra = Recouvrement de couronne des annuelles en % de la surface du sol, en projection verticale
Rp = Recouvrement de couronnes des pérennes en % de la surface du sol, en projection verticale
Pa = Phytomasse aérienne des annuelles en kg MS ha-1
Pp = Phytomasse aérienne des pérennes en Kg MS ha-l233



Photo n° 19

Steppe secondaire d'altitude à *Artemisia herba alba* et *Artemisia atlantica* sur le glacis d'érosion du piedmont N. du J. Ayachi (Haute Moulouya, Maroc). Cette steppe dérive d'une formation d'alfa (Photo n°10), elle-même probablement issue d'une forêt claire à genévrier de Phénicie et pin d'Alep. Alt. ≈ 1800 m ; P ≈ 300 mm ; m ≈ -1,5°C. ; Rp ≈ 30 % ; Pp ≈ 1500-2000 kg ha^{-1}.

Photo Le Houérou, 1968.

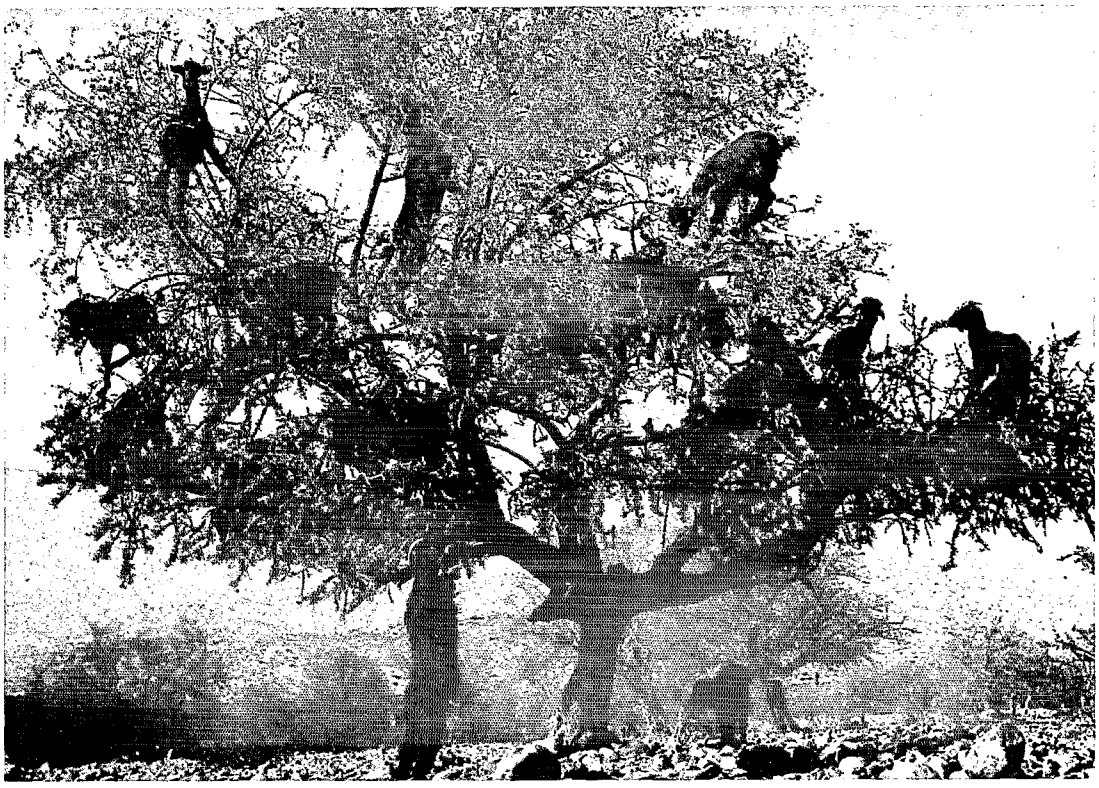


Photo n° 20

Pâturage aérien à arganier. Le parc à arganier couvre environ 600 000 ha dans le S.O. du Maroc et constitue une ressource essentielle pour la population rurale par la diversité des produits qu'elle fournit (pâturage, huile comestible, tourteau, bois). Ce système agro-sylvo-pastoral constitue un modèle permettant des densités de population de 60-80 habitants par Km² en zone aride sous 200-300 mm de précipitations et sans le secours de l'irrigation. La photo vient de la région de Bou Izarkane au S. de Tiznit.

Photo Le Houérou, 1968.

Photo n° 21

Steppe à *Artemisia herba alba* (Chih), *Anabasis oropediorum* ('Aj'rem) et *Salsola vermiculata var villosa* (S'rif) en relativement bon état sur les glacis d'érosion du piedmont Sud des Monts du Hodna, entre Magra et Barika, sur croûte et encroutement calcaro-gypseux. Alt. ≈ 600 m ; P ≈ 250 mm ; m ≈ 2,8°C. Bassin du Hodna, Algérie. Rp ≈ 15 % ; Ra ≈ 10 % ; Pp ≈ 800 Kg ; Pa ≈ 400 kg.

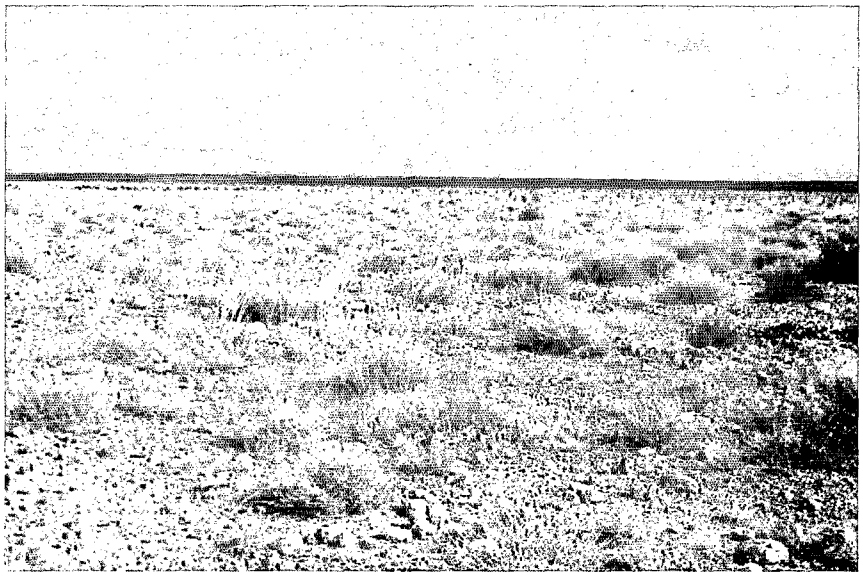


Photo Le Houérou 1967.

Photo n° 22

Même conditions générales que celles de la photo 21, entre M'sila et Magra après deux années de mise en défens. Les graminées fourragères pérennes qui avaient virtuellement disparu commencent à reparaître physionomiquement : *Stipa parviflora* (Zouay) et *Stipa lagascea* (Aadem).
Ra ≈ 20 % ; Rp ≈ 25 % ; Pa ≈ 600 kg ; Pp ≈ 1200 kg MS ha^{-1}).

Photo Le Houérou, 1970.

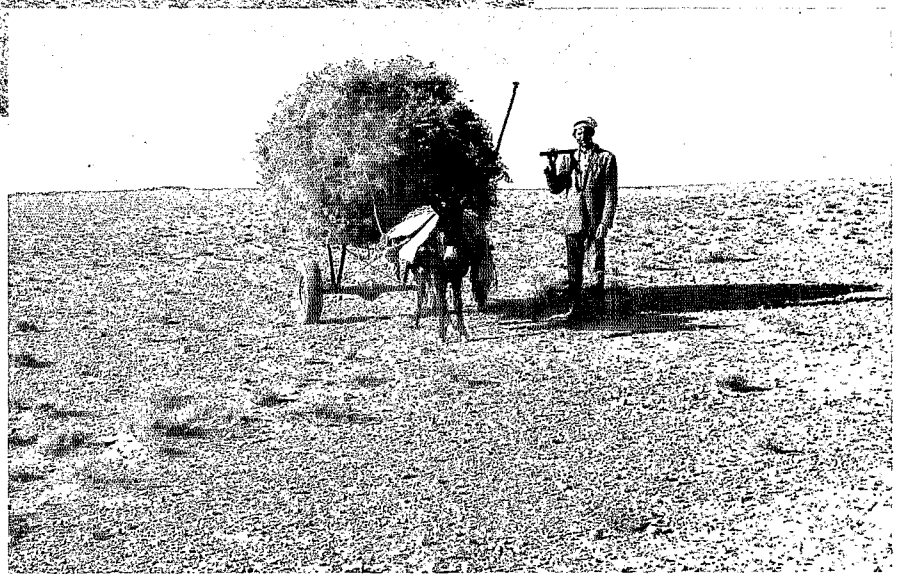


Photos n° 23 & 24

Mêmes conditions écologiques générales que celles des sites des photos 21 et 22. La végétation a été dégradée par la conjonction du surpâturage et de l'éradication des arbrisseaux pour le bois de feu. L'armoise blanche a ici été déjà éliminée ; seules subsistent parmi les arbrisseaux : *Salsola vermiculata var. villosa* (S'rif), *Anabasis oropediorum* (Taffaya, 'Aj'rem) et *Atractylis serratuloïdes* (Sarr), les deux premières seules sont dominantes. Photo réalisée entre M'sila et Magra sur le "Djerr" (glacis d'érosion des piedmonts sud des Monts du Hodna).
Alt. ≈ 500 m ; P ≈ 220 ; m ≈ 2,5°C.
Ra ≈ 0 ; Rp ≈ 8 % ; Pa ≈ 0 ; Pp ≈ 500 kg MS ha^{-1}.

Photos Le Houérou 1967.





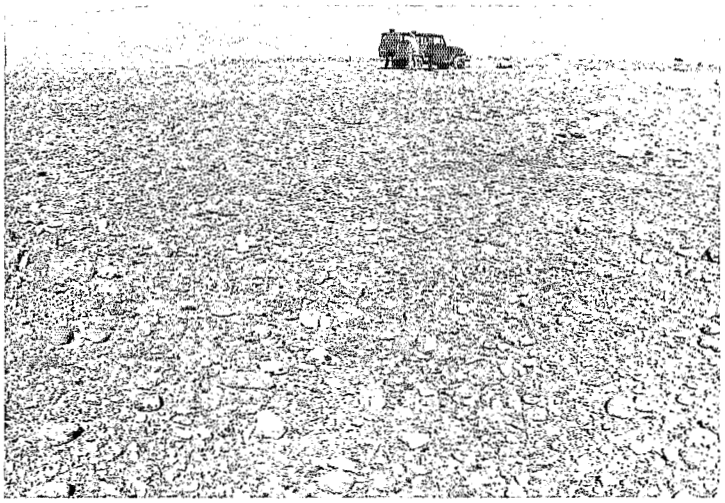


Photo n° 25

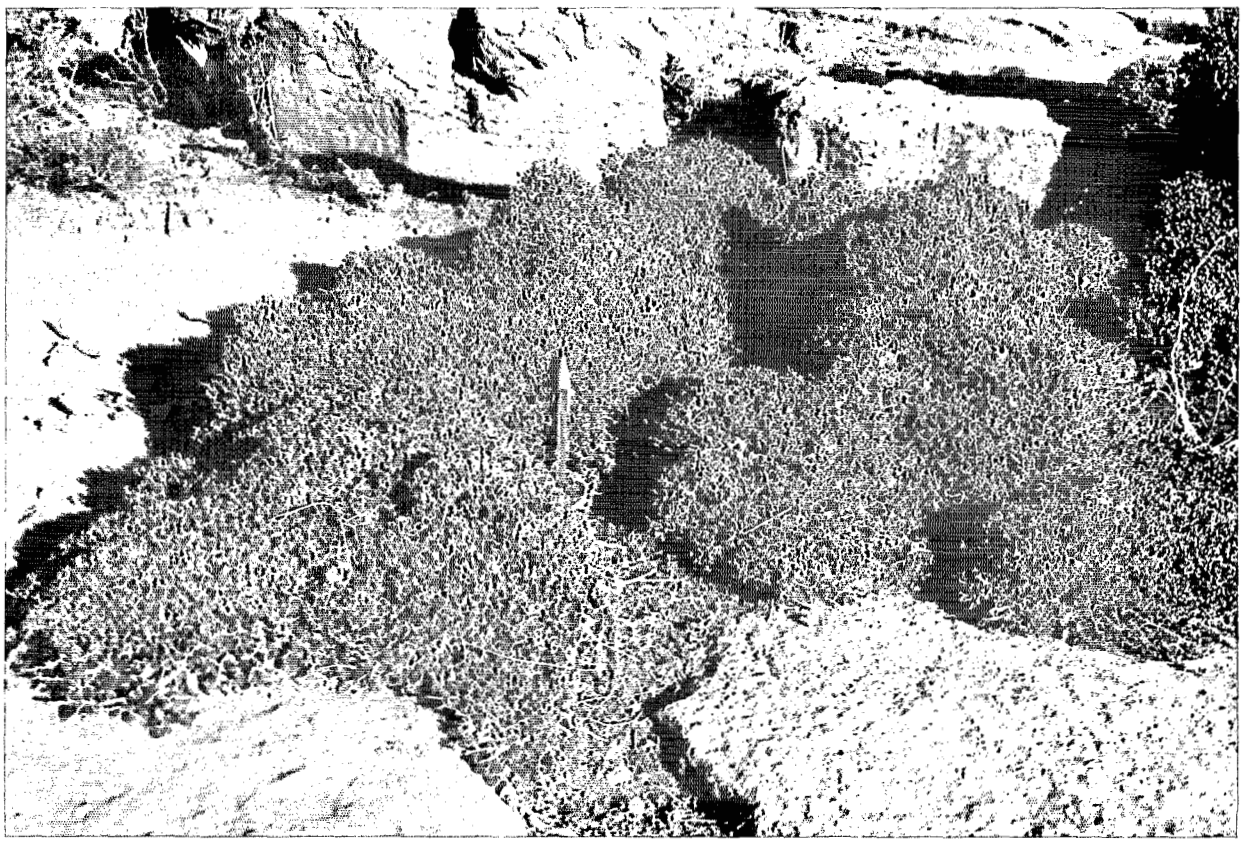
Aboutissement de la séquence illustrée par les photos 21 à 24. Les arbrisseaux, *bien que* rares et inapparents, sont encore présents ; la dégradation n'est donc pas encore irréversible, malgré l'aspect désertisé du milieu. La phytomasse aérienne est de l'ordre de 200 kg de MS ha^{-1} avec un recouvrement total inférieur à 2 %, essentiellement formé d'annuelles. Le milieu, en dehors de la végétation, est en tous points comparable à celui correspondant aux photos 21 à 24. La photo a été réalisée dans le " Djerr" entre M'sila et Barika, bassin du Hodna, Algérie. La séquence synchronique-diachronique illustrée par les photos 21-25 a été commentée en détail par ailleurs (Delhaye *et al.*, 1974 ; Le Houérou *et al.*, 1975 ; Le Houérou, 1976a, 1977a, 1979b).

Photo Le Houérou, 1967.

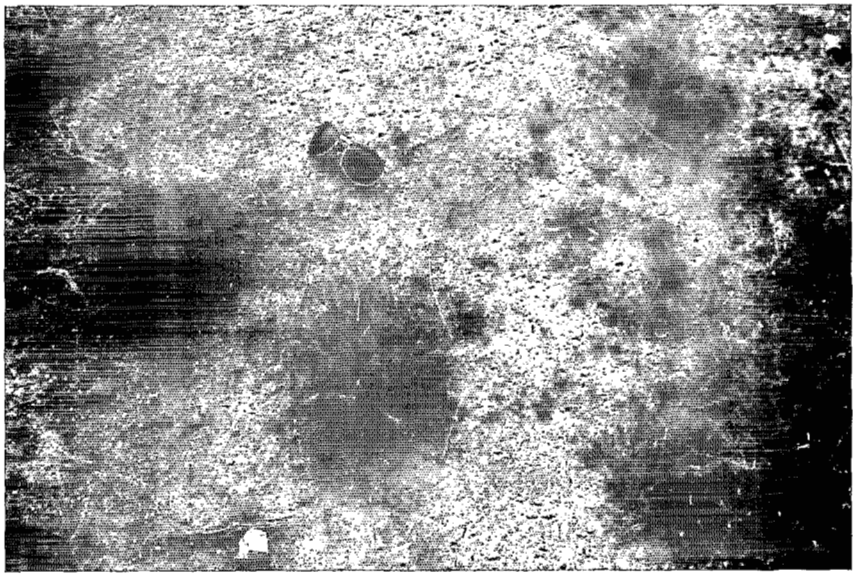
Photo n° 26

Effet du surpâturage. Ce buisson abrouti est un oléastre, *Olea europaea f. oleaster* (Zebbouj). La photo vient du bassin versant du Hodna, région de Tarmount au N.O. de M'sila, Algérie. A l'époque de la photo cet arbuste était la seule tâche verte sur plusieurs dizaines de km^2 d'un paysage minéral totalement dénudé. La photo illustre l'extrême pression anthropozoïque en cette zone aussi bien que la très grande résistance de l'oléastre au surpâturage.

Photo Le Houérou, 1968.



Photos n° 27 & 28

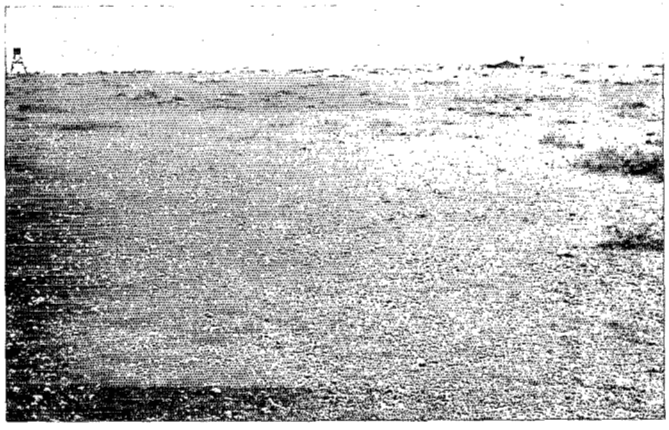


Steppe à Chénopodiacées gypsohalophiles dans la région de Outat Ouled el Haj, entre cette localité et celle de Missour, en Moyenne Moulouya, dans la pseudo - "enclave saharienne" du Maroc Oriental. Alt. ≈ 800 m ; P ≈ 160 mm ; m ≈ -0.5°C. Les espèces dominantes sont : *Agathophora alopecuroïdes, Anabasis aphylla, A. articulata, A. oropediorum, A. prostrata, Atriplex halimus, A. glauca, A. malvana, Halogeton sativus, Hammada elegans, H. scoparia, Lycium pujosii, Noaea mucronata, Salsola baryosma, S. gemmascens, S. gymnoschala, S. sieberi var. zygophylla, S. spinescens, S. vermiculata var. villosa, Traganum nudatum, Suaeda fruticosa var. brevifolia*, qui toutes sont des gypsohalophytes. De fait, le sol est constitué d'un encroûtement gypseux pulvérulent très épais dont l'horizon supérieur est apparent dans le photo n°28. Il ne s'agit en aucune façon d'une zone climatiquement saharienne mais d'une zone aride inférieure. L'aspect désertique résulte de la combinaison du surpâturage ancien et intense dans un couloir de transhumance de tradition immémoriale et de la nature du substrat édaphique qui induit cette végétation dominée par des chenopodiacées xérogypsohalophiles, communes des sols gypseux des steppes arides et du Sahara Septentrional. Les données climatiques (P, P/ETP, Q2) ne correspondent d'ailleurs pas à celle des zones sahariennes (P ≈ 160 mm ; P/ETP ≈ 0,13 ; Q2 ≈ 13).

Photos Le Houérou, 1969.



Photo n° 29



Steppe dégradée à recouvrement d'annuelles : *Aizoon, Mesembryanthemum, Malva, Calendula, Stipa capensis* (Behma) etc. dans la région des Jbilet dans le Haouz au N. de Marrakech, Maroc subatlantique. On note quelques vestiges de jujubier *Ziziphus lotus* (S'der, Sidra) et gommier, *Acacia gummifera* (Talha). La dégradation anthropique est intense et ancienne au Maroc aride cisatlasique où la végétation primitive a généralement disparu sauf sur une bande littorale plus ou moins étroite où domine le parc anthropisé à arganier.
Alt. ≈ 500 m; P ≈ 250 mm ; m ≈ 5°C.

Photo Le Houérou, 1968.

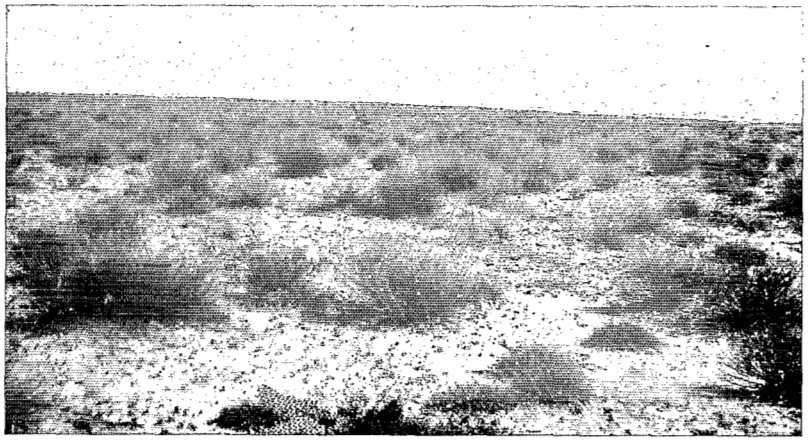


Photo n° 30

Steppe à *Rhanterium suaveolens* (Arfej), *Artemisia campestris subsp. glutinosa* (T'gouft, Chahal) et *Stipa lagascae* (Aadem) dans la zone aride moyenne de la région de Maknassy (Tunisie centrale méridionale). La plus grande partie de ce type de steppe a été mise en arboriculture fruitière en culture sèche (Oliviers, amandiers, abricotiers, cactus inermes, figuier, pistachiers) ; l'association typique se développe en effet sur des sables grossiers profonds propices à ces cultures. Les rendements typiques des olivettes dans ce milieu est de l'ordre de 40 kg d'olive par arbre soit 800 kg et 175 kg d'huile par hectare et par an. Voir aussi les commentaires des photos 61 et suivantes. Alt. ≈ 200 ; P ≈ 230 mm ; m ≈ 4°C. Steppe en assez bon état dynamique : Ra ≈ 10 % ; Rp ≈ 25 % ; Pa ≈ 200 kg ; Pp ≈ 1200 kg ha^{-1}. La production primaire annuelle de ce type de steppe est de l'ordre de 1000 kg MS ha^{-1} an^{-1}, avec une capacité de charge d'un hectare 1/2 par équivalent-ovin.

Photo Le Houérou, 1956.

Photo n° 31

Steppe homologue de celle représentée sur la photo 30, mais dans la zone aride inférieure, située entre Ben Gardane et Sidi Toui, Tunisie méridionale : association à *Rhanterium suaveolens* ('Ar'fej) et *Asphodelus refractus* (Tazia). Steppe en relativement bon état dynamique, mais au cours d'une année sèche. Alt. ≈ 150 m; P ≈ 130 mm, m ≈ 3°C. Ra ≈ 2 % ; Rp ≈ 15 % ; Pa ≈ 80 kg ; Pp ≈ 600 Kg ha^{-1}. Ce type de steppe a fait l'objet d'études détaillées pendant une dizaine d'année par Floret, Pontanier et Le Floc'h. Contrairement à son homologue de la zone aride moyenne représentée sur la photo précédente, ce type de steppe n'est pas justiciable de la mise en culture en raison de l'aridité accrue qui la rend impropre à l'arboriculture fruitière en sec, ainsi que l'ont montré de nombreuses et coûteuses tentatives.

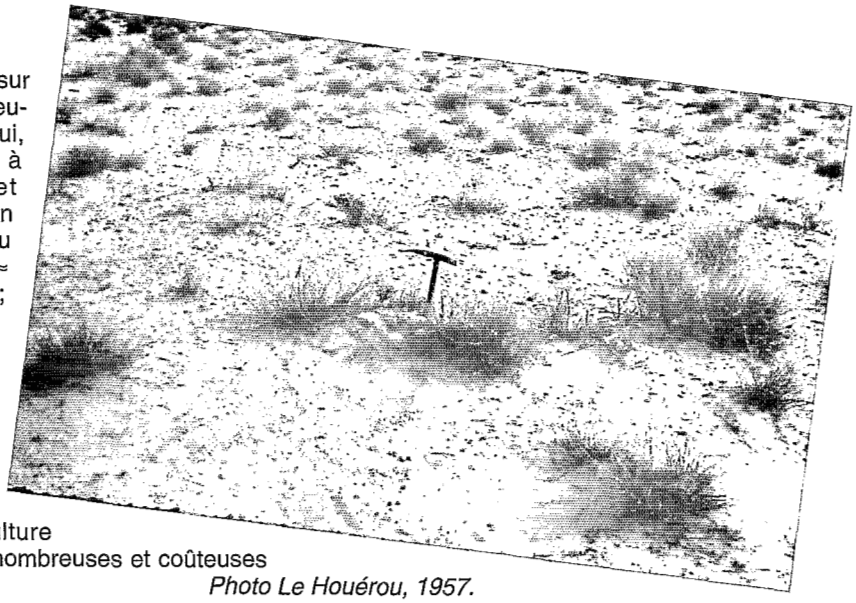


Photo Le Houérou, 1957.

Photo n° 32

Mêmes lieux et même végétation originelle que ceux représentés sur la photo 31 ; mais ici la steppe a été dégradée par des labours à l'araire traditionnelle pour la culture épisodique et aléatoire des céréales (orge, parfois blé dur). Les moignons de *Polygonum equisetiforme* (Gourd'hab) et de *Rhanterium* ('Ar'fej) témoignent de l'abroutissement et de l'érosion éolienne consécutive aux labours. Les pivots de ces deux espèces ont été dégagés sur une épaisseur de 15 à 20 cm en une période de temps d'une dizaine d'années, soit une abrasion de 15 à 20 mm par an en moyenne, c'est-à-dire 150-200 m^3 ha^{-1} an^{-1} ou 225-300 t ha^{-1} an^{-1}. Ces chiffres, évalués en 1962, ont été confirmés expérimentalement par la suite par Floret et Pontanier (1982), puis par Khatteli (1987).



Photo Le Houérou, 1956.

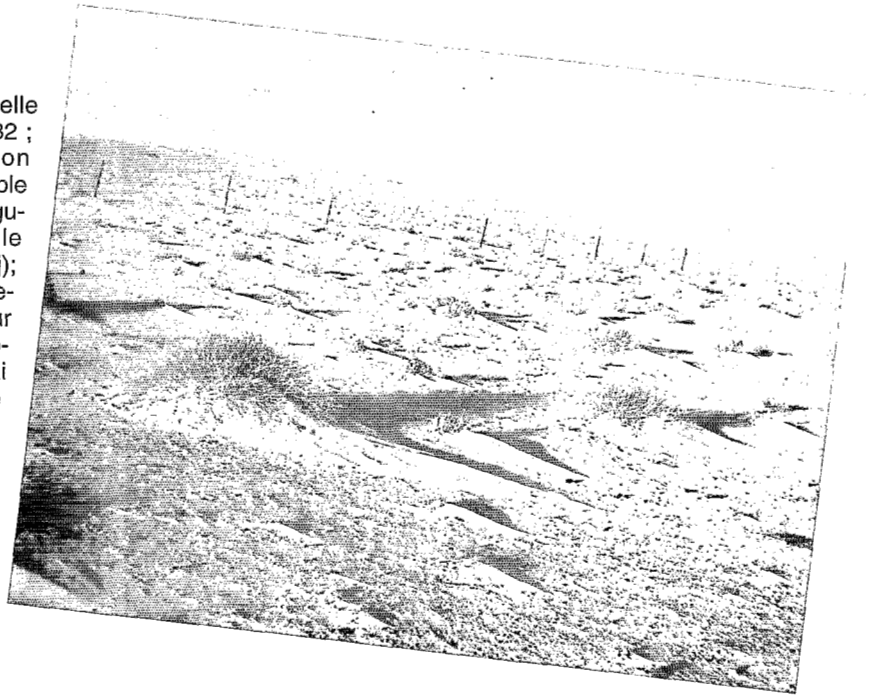


Photo n° 33

Mêmes lieux et même végétation originelle que représentés sur les photos n° 31 et 32 ; on note la raréfaction de la végétation pérenne et la mise en mouvement du sable attestée par la présence de R'boub (singulier : Rebha) de sable accumulé sous le vent des obstacles (ici une touffe d'Ar'fej); ces Rboub sont parfois, bien à tort, appelés "nebkas" ou "micro-nebkas". Mais leur nature est entièrement différente : les nebkas sont fixes et fixés par un végétal qui s'exhausse au fur et à mesure que le sable s'amoncelle, tandis que les R'boub sont extrêmement mobiles; leur flêche atteint "très règlementairement" 5 fois la hauteur de l'obstacle et leur direction indique seulement celle des vents lors de la dernière tempête de sable ; et en aucune façon la direction des vents dominants, comme on le lit parfois.

Photo Le Houérou, 1956.

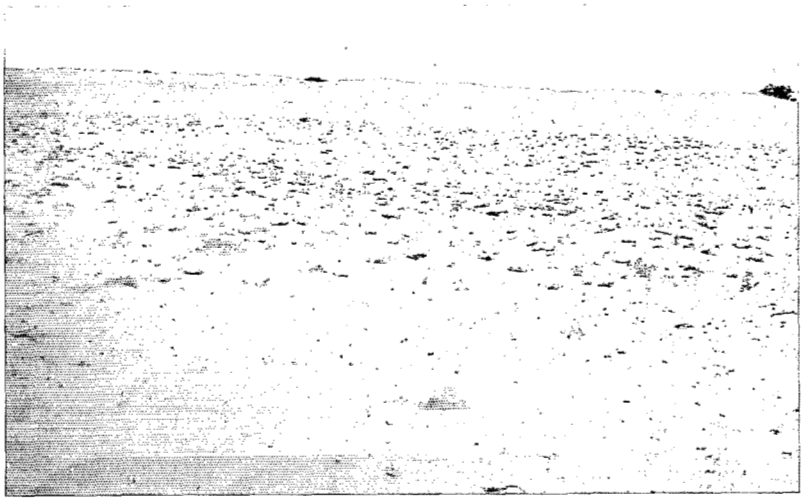


Photo n° 34

Même steppe et mêmes lieux que représentés dans les photos n°31 à 33 ; presque toutes les espèces pérennes ont été éliminées. Ra < 2 % ; Rp < 1 %; Pa < 200 kg ; Pp < 100 kg ha^{-1}. Le milieu a été désertisé et la croûte calcaire affleure tandis que des barkhanes se sont constituées à l'arrière-plan ; seule la cîme d'un olivier souffreteux apparaissant au-dessus de la barkhane à l'arrière-plan droit atteste que la photo ne vient pas d'une région saharienne.

Photo Le Houérou, 1956.

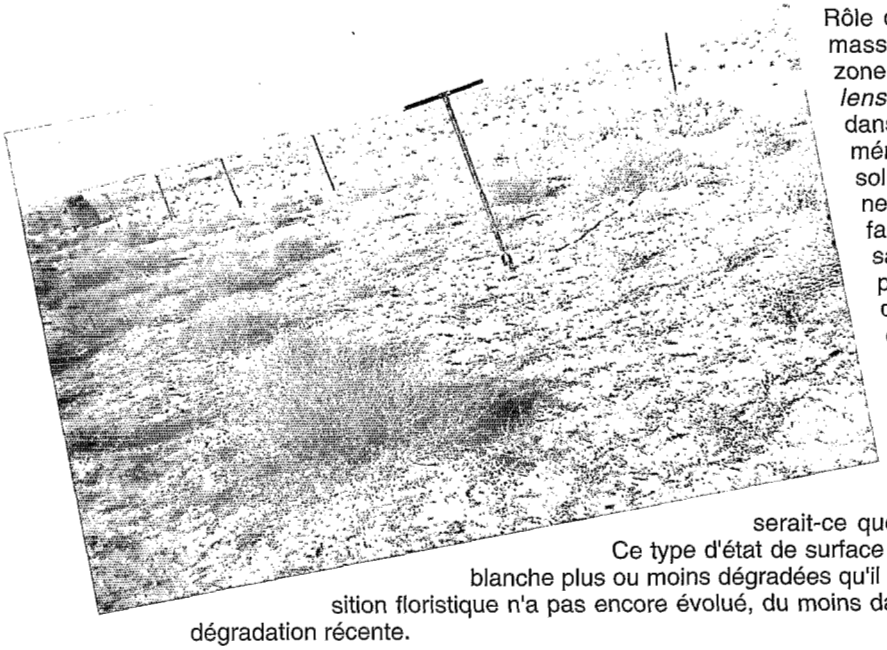


Photo n° 35

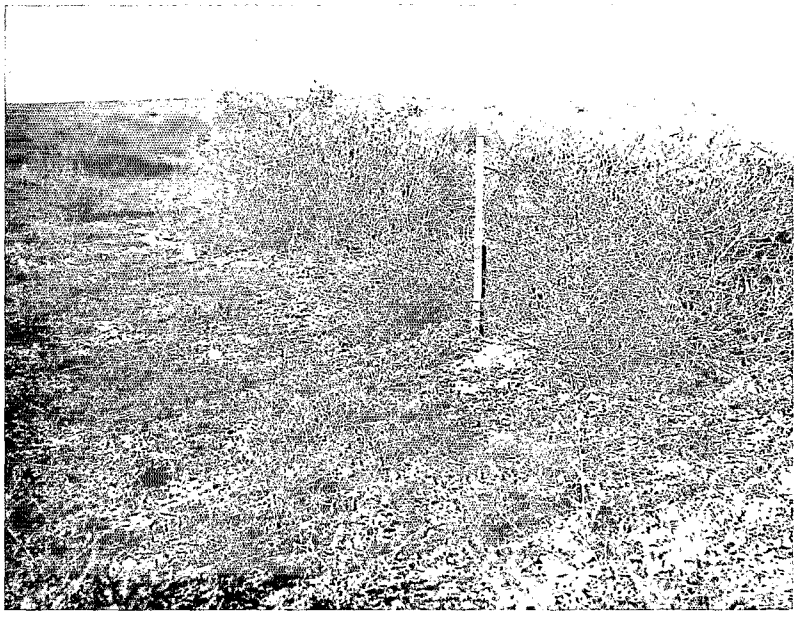
Rôle des états de la surface du sol sur la biomasse et la productivité des écosystèmes en zone aride. Association à *Rhanterium suaveolens* ('Arfej) e *Asphodelus refractus* (Tazia) dans la région de Borj Sidi Toui, en Tunisie méridionale, près de la frontière libyenne. Le sol est constitué d'un sable fin très peu limoneux ; sur la partie gauche de la photo la surface du sol a été recouverte d'un voile de sable éolien de 2 à 5 mm d'épaisseur ; la partie droite, au contraire est recouverte d'un film pelliculaire de limon de moins de 1 mm d'épaisseur ; les deux types d'état de surface sont situés de part et d'autre de la tarière apparaissant au milieu du cliché. le film est une pellicule de battance résultant de l'impact des gouttes de pluie ("raindrop splash" des auteurs anglophones) sur un matériau contenant ne serait-ce que quelques pourcents de limon (5-10 %). Ce type d'état de surface est généralisé dans les steppes d'armoise blanche plus ou moins dégradées qu'il caractérise. Dans le cas présent la composition floristique n'a pas encore évolué, du moins dans sa partie pérenne, ce qui suggère une dégradation récente.

Photo Le Houérou, 1957.

Photo n° 36

Détail de la partie gauche de la photo 35. le recouvrement d'annuelles est de l'ordre de 75 % et celui des pérennes (*Rhanterium suavelens, Gymnocarpos decander* (Djarad)) de l'ordre de 25 % ; la phytomasse aérienne des annuelles est de l'ordre de 500 kg MS ha^{-1} et celle des pérennes de 800 kg MS ha^{-1}. Ces chiffres offrent un contraste saisissant avec ceux de la végétation du côté droit de la photo 35 représentée en détail sur la photo 37. La différence est entièrement attribuable à la différence des états de surface, comme l'a montré une analyse détaillée des deux profils de sol.

Photo Le Houérou, 1957.



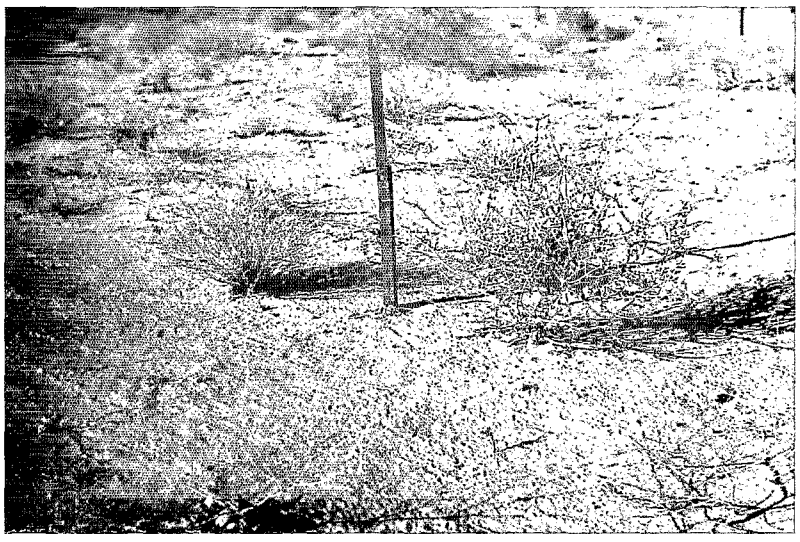


Photo n° 37

Détail de la partie droite (à pellicule de battance). Le glaçage de la surface du sol par les gouttes de pluie augmente considérablement le ruissellement et le film limoneux offre un obstacle souvent infranchissable aux plantules lorsque la surface du sol se dessèche rapidement. Dans le cas présent le recouvrement et la phytomasse des annuelles sont nuls ; le recouvrement des pérennes est de l'ordre de 10 % et leur phytomasse aérienne de l'ordre de 400 kg ha^{-1}.Au cours de l'année des prises de vues la production primaire du milieu de la photo 36 a été de l'ordre 900 kg MS ha^{-1} an^{-1} tandis que celle du milieu de la photo 37 a été de l'ordre de 150 kg, entièrement représenté par le croît des pérennes. Le développement des pellicules de battance est un mécanisme très efficace d'aridisation édaphique et partant de désertisation ; il en est d'ailleurs de même des pellicules d'origine biologique (algues et lichens) ; le développement des pellicules de battance résulte de la disparition du recouvrement des espèces pérennes ou de la réduction de ce couvert au dessous d'un certain seuil, probablement situé aux alentours de 25 %.

Photo Le Houérou, 1957.



Photo n° 38

Steppe régénérée. Après plusieurs années de mise en défens les steppes arbrissellées à chamé-phytes sont colonisées par des graminées fourragères pérennes ; le phénomène a été observé dans tous les pays du nord de l'Afrique ; jusques et y compris l'isohyète de 70 mm de pluviosité moyenne annuelle (à Mizda, Tripolitaine, Libye, par exemple), à condition que la nature du sol superficiel s'y prête : horizon meuble, de préférence sableux, mais non éolisé. La photo 38 a été réalisée en 1957 dans la région d'Agareb, domaine du Chahal, 30 km à l'ouest de Sfax, Tunisie. Alt. ≈ 150 m, P ≈ 180 mm ; m ≈ 5,5°C. Dans le cas présent une steppe mixte d'Arfej *(Rhanterium)* et de R'meth *(Hammada scoparia)* avec de la passerine (*Thymelaea hirsuta*, Metnène) a été entièrement conquise par *Stipagrostis ciliata* (Ressasa), *Stipa parviflora* (Zouay), *Stipa lagascae* (Aadem) et *Cenchrus ciliaris* (Regma). Le recouvrement des graminées pérennes à la floraison était supérieur à 70 %, la phyto-masse aérienne pérenne était de l'ordre de 2000 kg MS ha^{-1}.

Photo Le Houérou, 1957.

Photo n° 39

Steppe vestigiale à graminées fourragères pérennes. Cette photographie vient de la mise en défens de la maison forestière de Aïn Cherchara à Bouhedma à 100 km au S.O. de Sfax et 80 km au N.O. de Gabès, Tunisie. Cette steppe est essentiellement constituée de *Cenchrus ciliaris* (Regma) et *Digitaria commutata* subsp. *nodosa* (Dafira) en proportions sensiblement égales. Ces deux espèces sont d'excellentes fourragères et possèdent un potentiel agronomique élevé supérieur à 15 t de MS ha^{-1} an^{-1} lorsque l'eau et la fertilité ne sont pas limitantes, ainsi qu'il a été testé expérimentalement par l'auteur de 1962 à 1967 à Tunis et à Sidi Thabet. Ces deux espèces sont également très résistantes à la sécheresse jusque sous 150 mm de pluviosité moyenne annuelle, à condition que les sols soient sableux et les températures d'hiver clémentes (m > 4°C) ; elles sont sensibles au froid. D'autres espèces de grande valeur fourragère à haut potentiel mais devenues extrêmement rares sont *Sporobolus ioclados* et *Lasiurus scindicus*. Ces quatre espèces sont des plantes d'origine tropicale à voie de carboxylation en C4. Les deux premières sont en cours d'expérimentation à l'Institut des Régions Arides de Médenine en vue de la régénération artificielle des steppes (Chaieb, 1989). Un autre peuplement comprenant *Cenchrus, Digitaria* et *Sporobolus* existe autour du poste des eaux de Ain Cherichera à 30 Km à l'ouest de Kairouan. *Sporobolus* existait jusqu'au début des années 1960 sur les glacis d'érosion plus ou moins marneux du piedmont Sud du J. Mrhila entre Sbeitla et Hadjeb et Aioun, Tunisie. Les caractéristiques écoclimatiques principales de Ain Cherchara (lieu de la photo) sont : Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 150 mm ; m ≈ 5°C.



Photo Le Houérou, 1958.



Photo n° 40

Mêmes lieux, aux abords immédiats du caravansérail d'Aïn Cherchara. Le paysage est celui d'une savane dominée par *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* (Talha) avec *Hammada elegans* (Baguel), *Hammada scoparia* (R'meth), *Anabasis articulata* ('Aj'rem), *Stipagrostis plumosa* (Sahma), *S. obtusa* (N'si), *Cenchrus ciliaris* et *Digitaria nodosa* ; ces deux dernières espèces ne sont cependant pas dominantes, contrairement à des zones plus éloignées du caravansérial, en raison d'un surpâturage relatif par les montures des gardes forestiers et leur menu bétail. L'ensemble du peuplement à talha dans cette zone est établi sur un cadastre romain ou byzantin parfaitement visible sur les photographies aériennes, mais non au sol. Les personnes qui ont connu la zone avant la première guerre mondiale disaient qu'elle constituait une brousse quasi impénétrable d'*Acacia raddiana* Depuis les années 1980 deux petit troupeaux d'*Addax (A. nasomaculatus).* et d'*Oryx (O. dammah)* ont été introduits en semi-liberté aux environs de la maison forestière d'Aïn Cherchara par le Service des Forêts. On pouvait difficilement rêver d'un milieu mieux adapté à ces deux antilopes.

Photo Le Houérou, 1958.

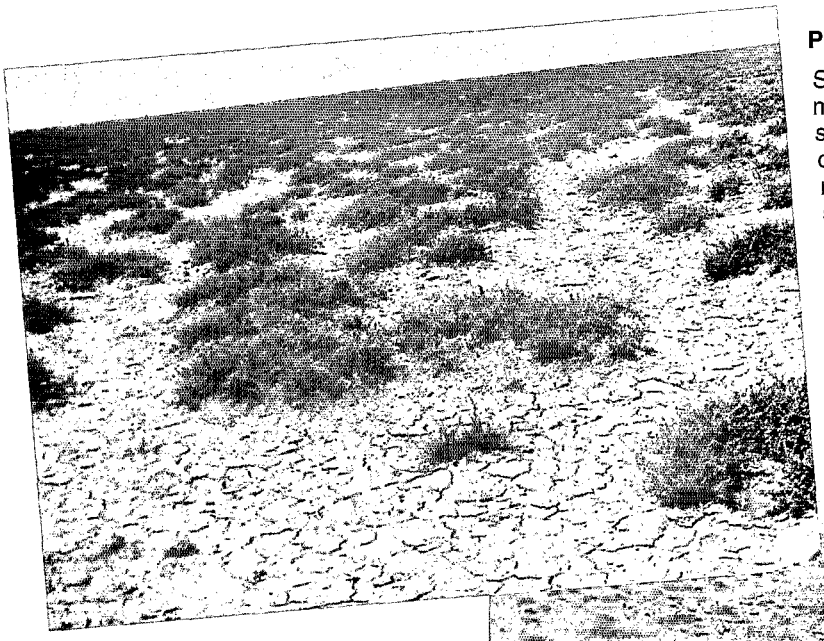


Photo n° 41

Steppe crassulescente halophile, peuplement quasi pur se *Salsola tetrandra* (Jell) sur sol argileux salé sodique ayant une conductivité électrique égale ou supérieure à 40 mS cm^{-1} dans l'extrait de pâte saturée soit environ 80 mS cm^{-1} à la capacité au champ (≈ -0.06 MPa), c'est-à-dire très supérieure à celle de l'eau de la Méditerranée (≈ 50 mS cm^{-1}). Ra ≈ 0 ; Pa ≈ 0 ; Rp ≈ 30 % ; Pp ≈ 2500 Kg ha^{-1}. Alt. ≈ 400 m ; P ≈ 180 mm ; m ≈ 2,5°C. Photo réalisée près de Baniou sur la rive S.O. du Chott Hodna, Algérie.

Photo Le Houérou, 1966.

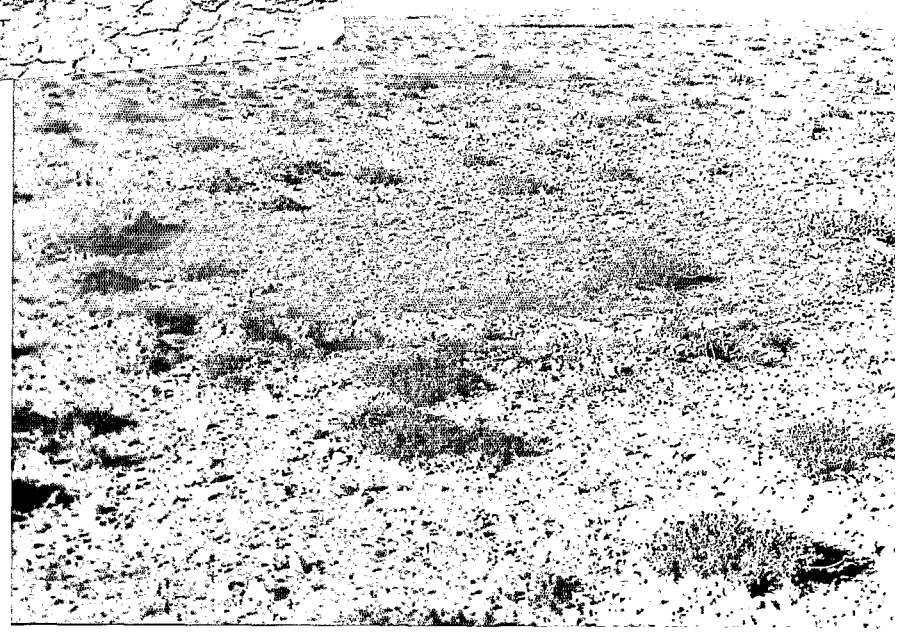


Photo n° 42

Steppe gypsohalophile à *Salsola zygophylla* (Tassa) et *Atriplex glauca* (Guettafiya), très dégradée par surpâturage. *S. zygphylla* est une espèce très appétée du bétail et souvent méconnue et traitée comme une variété de *S. sieberi*, à mon avis à tort. la var. *vesceritensis* de *S. sieberi*, nettement plus halophile est ignorée du petit bétail et peu appréciée du chameau (dromadaire). Photo réalisée près de Tarmount, 30 km au N.O. de M'sila, dépression du Hodna, Algérie. Alt. ≈ 650 m ; P ≈ 280 mm ; m ≈ 2°C.

Photo Le Hourou, 1968.



Photo n° 43

Végétation de dépression limoneuse inondable ou "Ségui" à 60 km à l'E.-S.E. de Gafsa, à quelques Km au N. du J. Chamsi. La photographie a été réalisée au printemps de 1958, année très pluvieuse ; ces dépressions limoneuses formées d'alluvions et de colluvions des formations phosphatifères du Crétacé supérieur et de l'Eocène inférieur (Danien à Thanétien), sont quasi totalement dénudées la plus part du temps mais lorsque les crues sont abondantes la fertilité peut être fabuleuse avec des rendements de 20-30 q de céréales par hectare et des plateaux de tallage de 100 à 200 tiges. Ici la végétation est dominée par une légumineuse fourragère annuelle ou bisannuelle présentant un potentiel agronomique très élevé : *Hedysarum carnosum* (Sella). Des rendements de 7 t MS ha^{-1} an^{-1} ont été obtenus en grande culture avec 300 mm de pluie et un faible appoint d'eau correctif de la pluviométrie (Le Houérou, 1969c). De plus, cette légumineuse est très résistante à la salinité puisqu'elle a été observé en abondance sur des marnes salifères à C.E. de 40 mS cm^{-1} en compagnie de *Salsola tetrandra* (Jell) aux environs de M'sila dans la dépression du Hodna.

Cette espèce, endémique des steppes constantinoises, tunisiennes et tripolitaines, présente une importante potentialité de mise en valeur ou de réhabilitation des sols trop salins pour les cultures conventionnelles. Dans le cas de la photo, la biomasse mesurée était de 25 t MV ha^{-1}, soit environ 3,8 t MS et 600 kg de protéines brutes au stade floraison, équivalents théoriques de la ration énergétique de plus de 6,3 équivalents ovins et les besoins totaux en protéines de 15 E.O. par an. Caractéristiques du site : Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 150 mm ; m ≈ 2,5°C.

Photo Le Houérou, 1958.

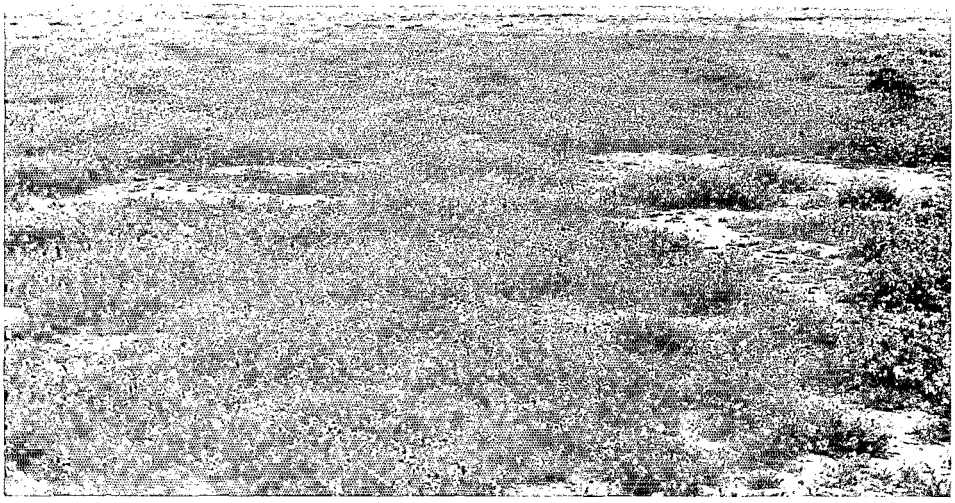


Photo n° 44

Végétation annuelle au cours d'une année pluvieuse de sols limoneux souvent dénudés à *Hammada scoparia* (R'meth) et *Artemisia herba alba* (Chib). Ici la végétation est dominée par une crucifère annuelle *Eruca vesicaria*, caractéristique des jachères en sol limoneux. Région de médenine, Tunisie.
Ra ≈ 80 % ; Rp < 5 %; Pa ≈ 1500 kg MS ha^{-1} ; Pp ≈ 200 kg MS ha^{-1}. Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 140 mm ; m ≈ 4°C.

Photo Le Houérou, 1958.

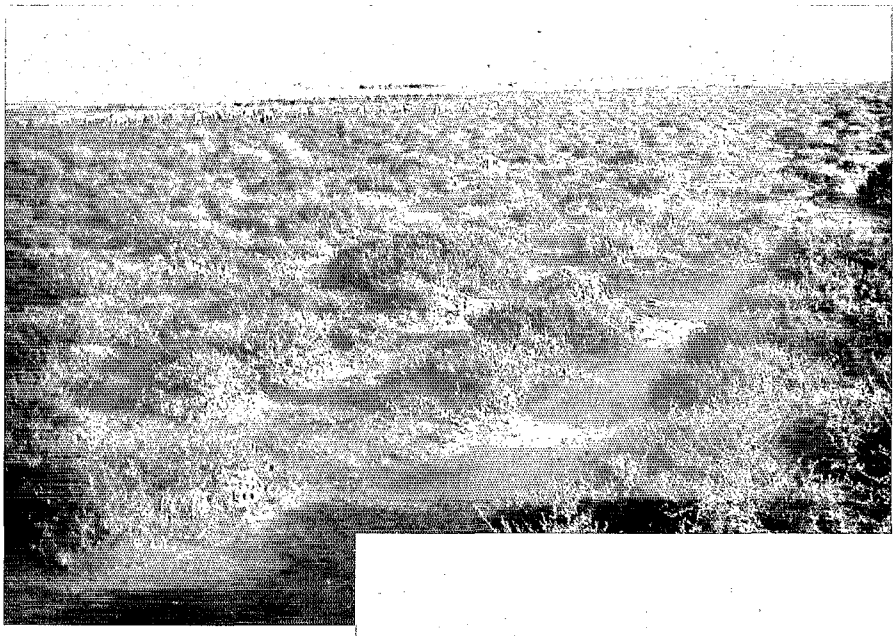


Photo n° 45

Steppe crassulescente psammogypsohalophile à *Suaeda mollis* (Souid) et *Salsola vermiculata* var. *villosa* (S'rif), entre le Zahrez Chergui et Zahrez Rharbi au sud de Hassi Bahbah. Alt. ≈ 850 m ; P ≈ 250 mm ; m ≈ 1,5°C. Ra ≈ 10 % ; Rp ≈ 60 % ; Pa ≈ 100 kg ha^{-1} ; Pp ≈ 1800 kg ha^{-1}.

Photo Le Houérou, 1966.

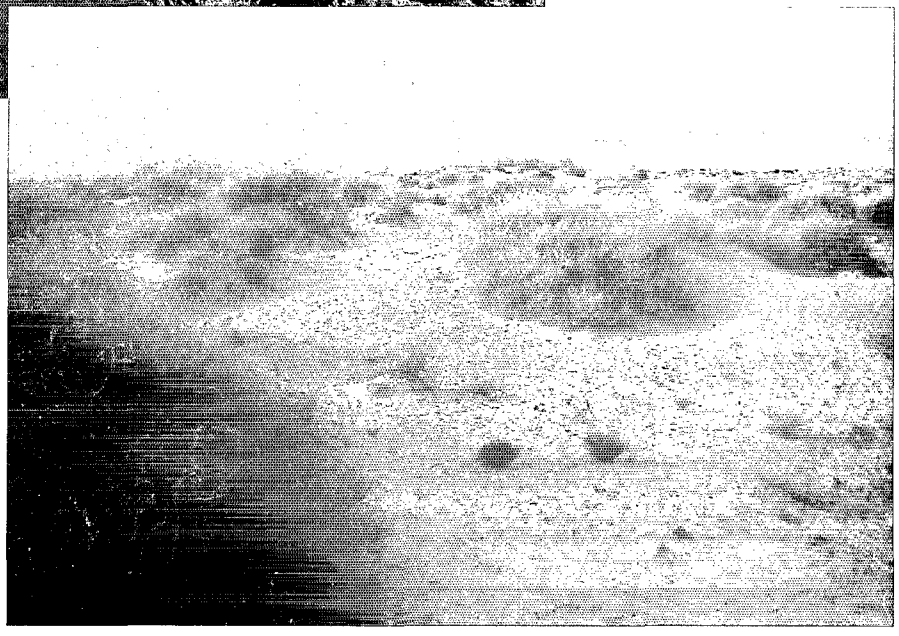


Photo n° 46

Chott ensablé à *Atriplex halimus* (Guettaf) et *Atriplex malvana*. Le Guettaf est généralement cantonné sur les sols plus ou moins salins à texture moyenne à fine ; ce qui est ici le cas pour les horizons profonds ; l'ensablement récent sur une végétation de Guettaf en place peut expliquer cette anomalie. *A. malvana*, un hygro-hyper-halophyte, se cantonne dans les creux interdunaires où la nappe salée est proche de la surface du sol. Rive sud du Chott Hodna dans la région de Guellalia. Alt. ≈ 400 m ; P ≈ 160 mm ; m ≈ 3,9°C. Ra<5 % ; Rp ≈ 15 % ; Pa < 200 kg ; Pp ≈ 2500 kg MS ha^{-1}.

Photo Le Houérou, 1969.

Photo n° 47

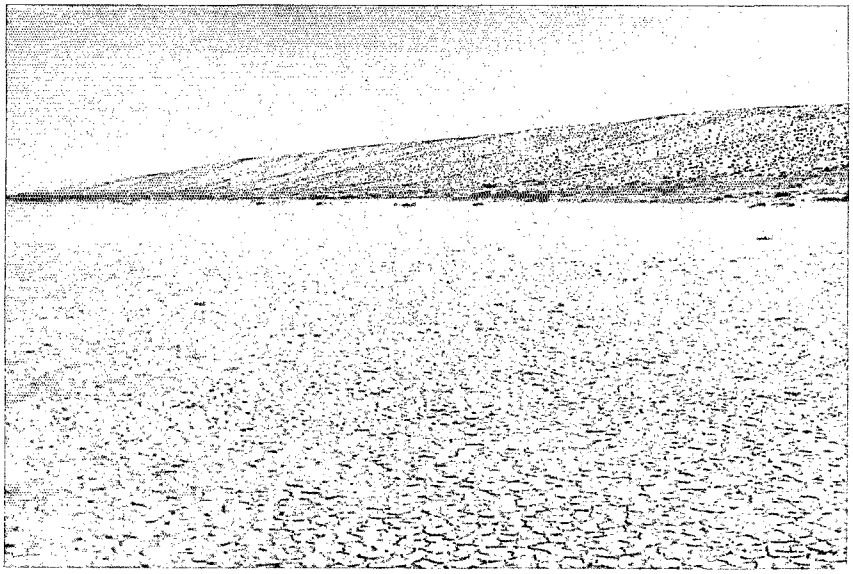


Photo le Houérou, 1969.

Plancher du Chott Hodna, Algérie. A l'arrière plan apparait une lunette argilo-gypso-saline, dune argileuse résultant de la déflation à la surface du Chott. Ces lunettes sont situées à la corne S.E. du Chott, à l'est de Guellalia ; il est rare d'en voir d'aussi développées dans le Nord de l'Afrique. Les formations de dépot éolien sont généralement situées le long des rives Sud des grands chotts : Djerid, Hodna, Zahrez Chergui, Zahrez Rharbi, Chott Chergui ; on n'en rencontre pratiquement jamais le long des rives nord. Alt. ≈ 400 m ; P ≈ 160 ; m ≈ 4°C. La végétation de la lunette est essentiellement composée d'espèces halophiles et gypso-halophiles : *Suaeda fruticosa* var *brevifolia* (Souid), *Salsola tetrandra* (Jell), *Frankenia boissieri F. corymbosa*, *Hedysarum carnosum* (Sella).

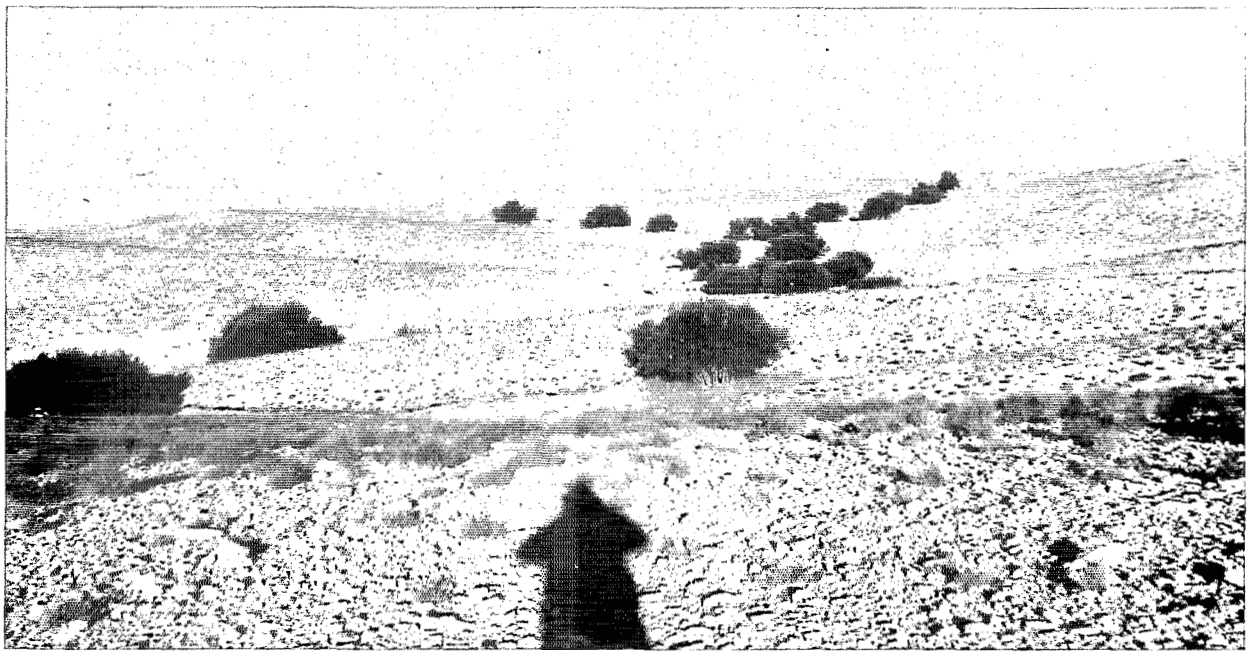


Photo n° 48

Agriculture de ruissellement. Les thalwegs sont barrés par des barrages à larges déversoirs (Jessar) où s'accumulent l'eau et les limons. Ce type d'agriculture se pratique jusqu'à la limite du Sahara, notamment par les populations berbérophones des Jebels de la région de Gafsa et des Matmatas en Tunisie et tout le J. Nefousa en Tripolitaine. Près de 5 millions d'oliviers sont ainsi cultivés dans le Sud Tunisien et en Tripolitaine ; mais le système est en voie d'abandon en raison des frais considérables d'entretien des barrages et de la somme de travail nécessaire à cet entretien. L'abandon est déjà généralisé en Tripolitaine, mais moins avancé en Tunisie. Ce type de système est très ancien, peut-être importé d'orient à l'époque des Nabatéens, qui utilisaient des systèmes très semblables (1900 à 2300 B.P.) et qui les avaient peut être introduits eux mêmes du Yemen où ces systèmes semblent encore beaucoup plus anciens (civilisations Minaenne, Sabéenne et Himyarite (> 3000 B.P.), avec qui les Nabatéens faisaient le commerce de l'encens et des épices). La photo 48 a été prise à quelques Km au S.O. de Nalout à la frontière Tuniso-Libyenne (Alt. ≈ 700 m ; P ≈ 120 mm ; m ≈ 2,5°C.

Photo Le Houérou, 1957.

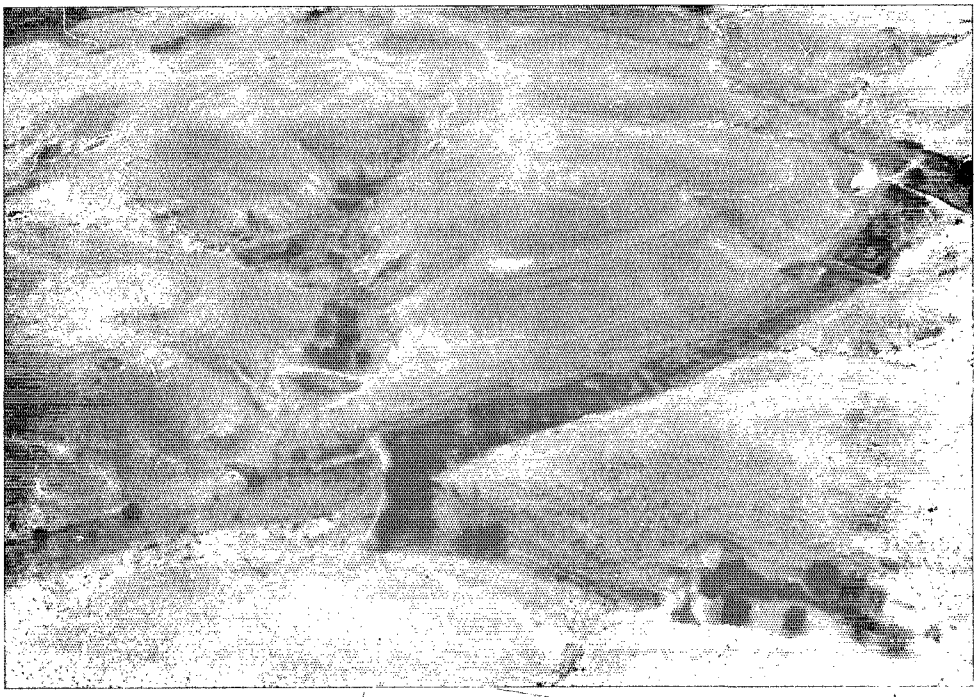


Photo n° 49

Oasis de ruissellement de Beni Walid, Tripolitaine, Libye. Cette vallée constitue le débouché d'un vaste système hydraulique né dans le J. Nefousa, de Garian à Jeffren ; ce système draine la moitié orientale du J. Nefousa et le N. de la Hamada el Hamra (Wadi Mardoum et W. Sawfadjin, 15000 km²) et débouche dans le Golfe de la Grande Syrte au S. de Taworga. Le fait remarquable est que ce système hydraulique alimente deux villes de la région saharienne ou la pluviosité moyenne annuelle est de 70 mm : Mizda et Ben Walid. En aval dans l'Ouadi Sawfadjin, se trouvent les imposantes ruines romaines de Ghirza dont la vie était conditionnée de la même façon puisqu'aucune de ces zones n'avait d'autre ressource hydrique que les eaux de surface jusqu'à un passé très récent. Il est remarquable que la pluviosité moyenne ne dépasse pas 200 mm sur le bassin et qu'elle n'atteint probablement en aucun point 400 mm.

Photo Le Houérou, 1964.

Photo n° 50



Agriculture de ruissellement dans le J. Matmata ; le plateau calcaire est profondément incisé. Les Jessour sont de grande taille et destinés à recevoir des crues importantes ; les déversoirs sont larges et bas, guère plus de 50 cm au dessus de la surface du limon accumulé au cours des années. L'alluvionnement des Jessour est ici d'autant plus rapide que le J. Matmata, comme le J. Nefousa qui le prolonge en Libye, a fait l'objet d'un ennoyage de loess au Quaternaire récent, très érodible. Les cultures pratiquées sont essentiellement arboricoles : olivier, figuier, palmier ; plus rarement abricotier, amandier, vigne et grenadier.
Alt. ≈ 600 m ; P ≈ 230 mm ; m ≈ 5°C.

Photo Le Houérou, 1955.

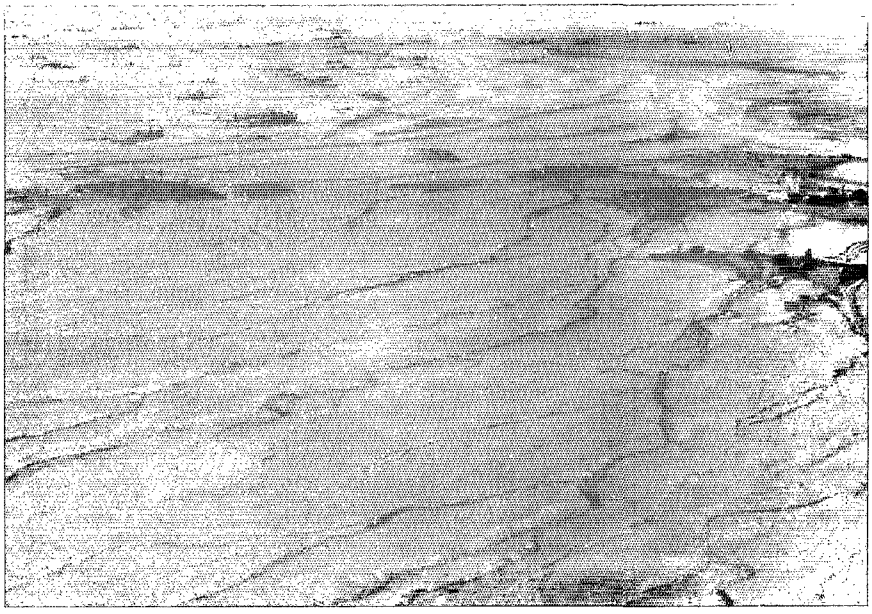
Photo n° 51



Vue de détail d'aval montrant le détail d'un Jessour avec son déversoir de pierres sèches, Région de Gabès, Tunisie ; Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 175 mm ; m ≈ 5.5°C.

Photo Le Houérou 1964.

Photo n° 52



Agriculture de ruissellement. Il s'agit ici d'un type différent de celui des photos 50-51 ; C'est le cas d'un ruissellement en nappe sur un glacis d'érosion dans les piedmonts orientaux des Matmatas à leur jonction avec la plaine de Médenine, Tunisie. Le ruissellement plus ou moins diffus est accumulé par des barrages en terre. généralement sans déversoirs. Ici, sous une pluviosité de l'ordre de 150 mm, la superficie de la zone de réception (Menka) est de 5 à 10 fois supérieure à celle de la zone de culture (Meska) ; dans le Sahel de Sousse, sous 300-350 mm de pluviosité, le rapport est de l/2 à 2/1.

Photo Le Houérou, 1967.



Photo n° 53

Forêt-parc à *Juniperus phoenicea* ('Ar'ar), *Pistacia lentiscus* (Derû, Botma), *Olaea europaea* var *silvestris* (Zebbouj) et *Ceratonia siliqua* (Kharroub) avec un sous-bois d'annuelles et d'asphodèles *(Asphodelus microcarpus)* (Berrouagh). Région de Teknis-El Marj, Cyrénaique.
Alt. ≈ 650 m ; P ≈ 400 mm ; m ≈ 4°C.

Photo Le Houérou, 1965.

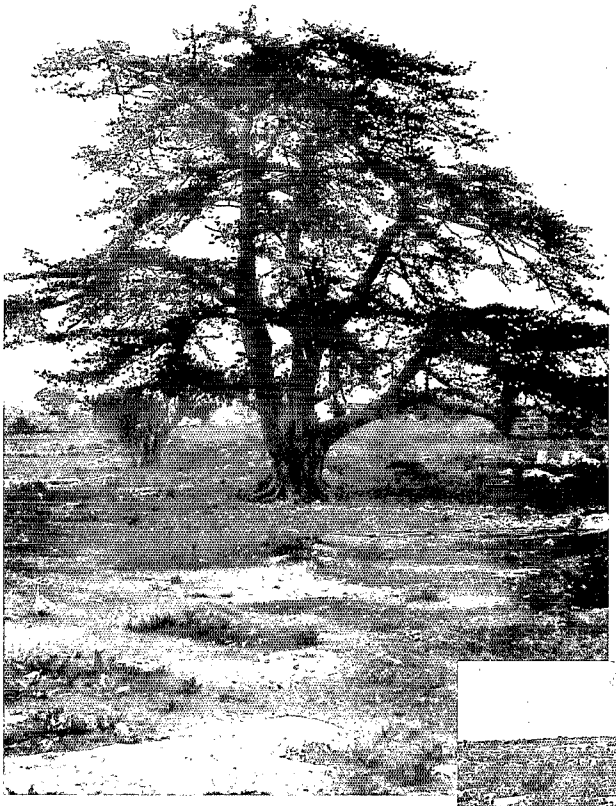


Photo n° 54

Vestige relictuel de *Cupressus sempervirens* (Saroual) à port de cèdre dans une phrygane très dégradée à *Sarcopoterium spinosum* (Chebrik) et *Phlomis fruticosa* (Zeheira). Région de Faidiya au J. Lakhdar, Cyrénaique, Libye. Alt. ≈ 750 m ; P ≈ 350 mm ; m ≈ 3,5°C.

Photo Le Houérou, 1964.

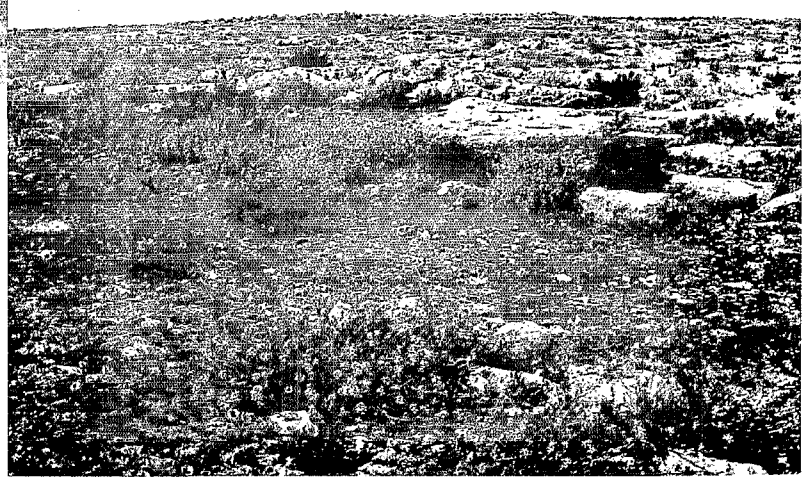


Photo n° 55

Végétation rudérale et post-pastorale en zone forestière du J. Lakhar de Cyrénaïque ; espèces dominantes : *Marrubium vulgare* (Oum Er Roubia), *Ballota andreuzziana*, *Thapsia garganica* (Deriés), *Phlomis fruticosa* (Zeheira), *Sisymbrium irio*, *Hirchfeldia geniculata*, *Stipa capensis* (Behma), *Trisetaria macrochaeta*, etc. Région de Qubba.
Alt. ≈ 750 ; P ≈ 400 mm ; m ≈ 4°C.

Photo Le Houérou, 1965.

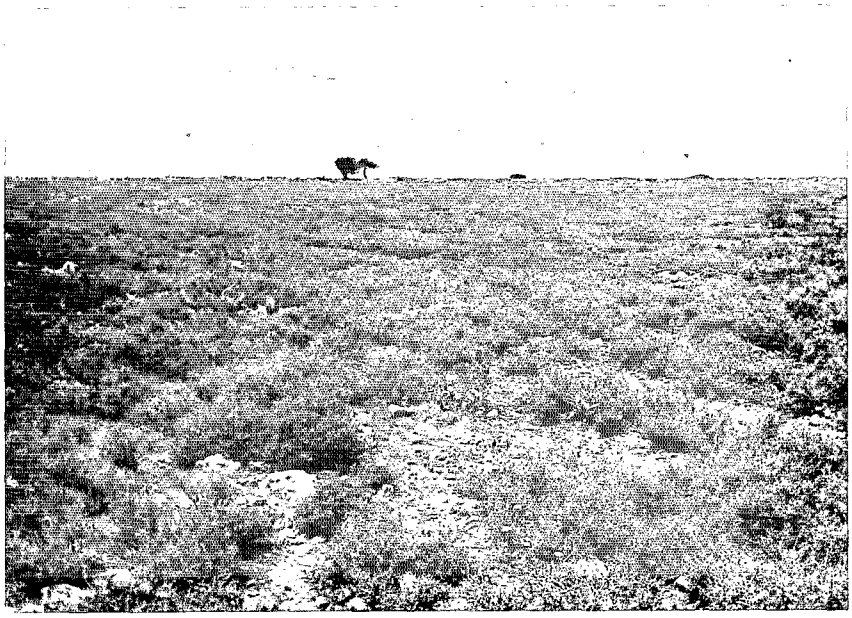
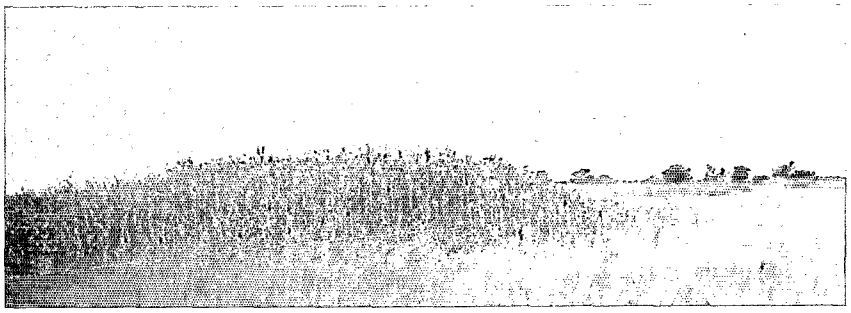


Photo n° 56

Steppe-Phrygane à *Scarcopoterium spinosum* (Chebrik) et *Phlomis fruticosa* (Zeheira) avec vestiges de Cyprès-toujours-vert *(C. sempervirens)* (Seroual)) à l'arrière plan. Région de Slonta-Faidiya, J. Lakhdar, Cyrénaïque, Libye. Alt ≈ 850 m ; 300 < P < 400 mm ; 2 < m < 3°C. Ce type de végétation est très commun en Grèce et au Proche Orient ; dans le Nord de l'Afrique il est localisé en Cyrénaique, au-dessus de l'isohyète de 300 mm de pluviosité moyenne annuelle.

Photo Le Houérou, 1964.

Photo n° 57



Culture de maïs en sec dans le Sous (S.O. du Maroc). La zone aride littorale du Sud Marocain permet la culture hivernale du mais en sec. Ici le maïs a été semé à l'emplacement d'une touffe de jujubier afin de bénéficier de l'effet fertilisant résiduel de la nebka (Le Houérou, 1981). La même pratique est aussi employée pour le Cactus souvent sans destruction du jujubier. Cette zone aride atlantique située entre Essaouira et Tiznit est la seule zone aride du Bassin Méditeranéen qui permette la culture pluviale du maïs en raison des températures relativement élevées coïncidant avec la période pluvieuse (7 < m < 9).

Photo Le Houérou, 1968.

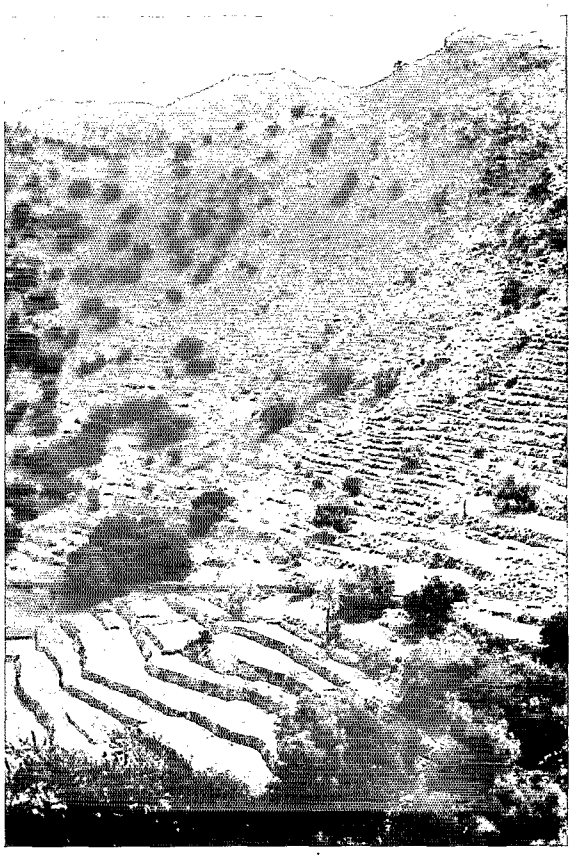


Photo n° 58

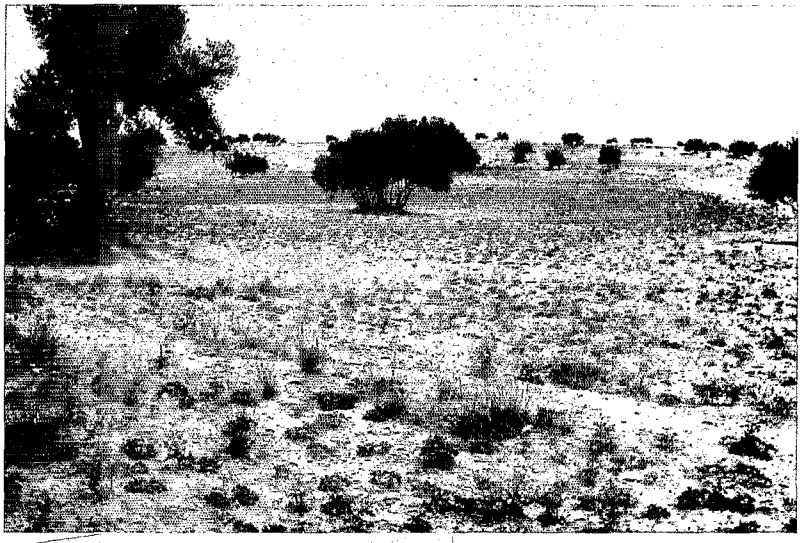
Cultures en terrasse dans l'Anti-Atlas, au milieu des arganiers, des oliviers, et des caroubiers. Région de Tafraoute ; Alt. ≈ 1000 m ; P ≈ 200 mm ; m ≈ 2°C. L'Anti-Atlas est une des rares zones arides du Nord de l'Afrique ayant développé spontanément la culture pluviale en terrasse, avec des techniques comparables à celles du Yémen.

Photo Le Houérou, 1969.

Photo n° 59

Olivettes abandonnées dans le J. Nefousa ; les champs sont envahis par le chiendent et l'armoise champêtre, les jessours ne sont plus entretenus, résultat probable du développement de la production pétrolière de ce pays dans la seconde moitié des années 1960.

Photo Le Houérou, 1982.



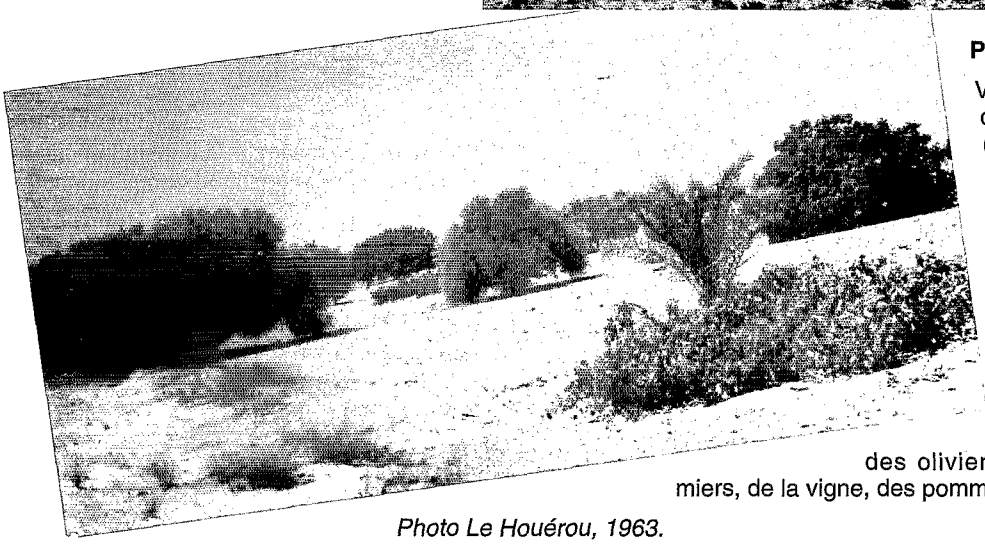


Photo n° 60

Verger développé dans un lit d'oued en limite du Sahara (Bir Fatnassia) entre Tatahouine er Rémada, Tunisie. Alt. ≈ 300 m ; P ≈ 100 mm ; m ≈ 5°C. Ce verger est rendu possible par l'existence d'un inféroflux dans le lit de l'Oued exogène venant de la falaise de la plateforme saharienne reliant les Matmata au J. Nefousa. Ce verger comprenait des oliviers, des figuiers, des palmiers, de la vigne, des pommiers et des grenadiers.

Photo Le Houérou, 1963.

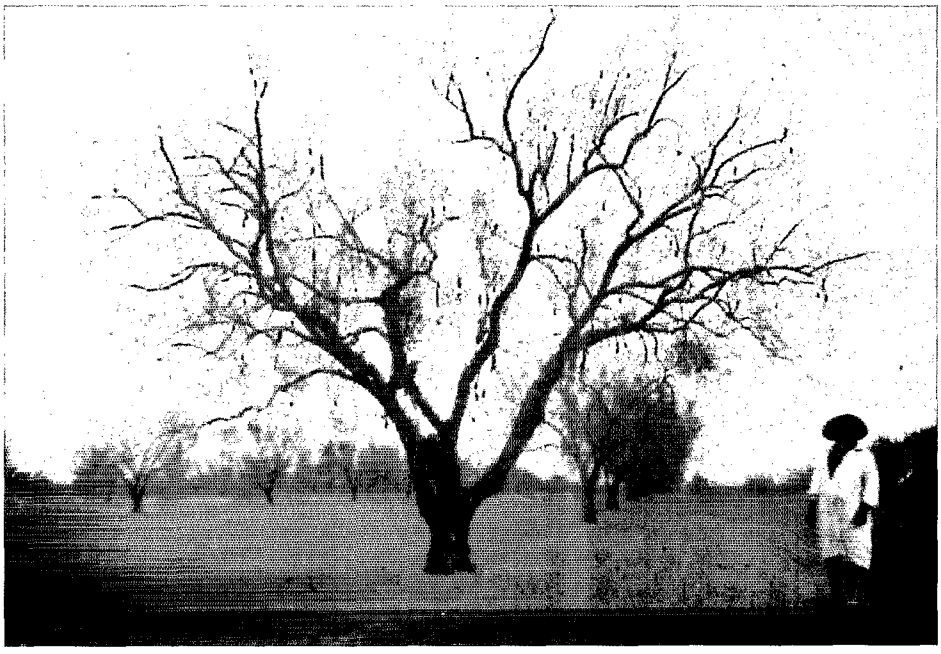
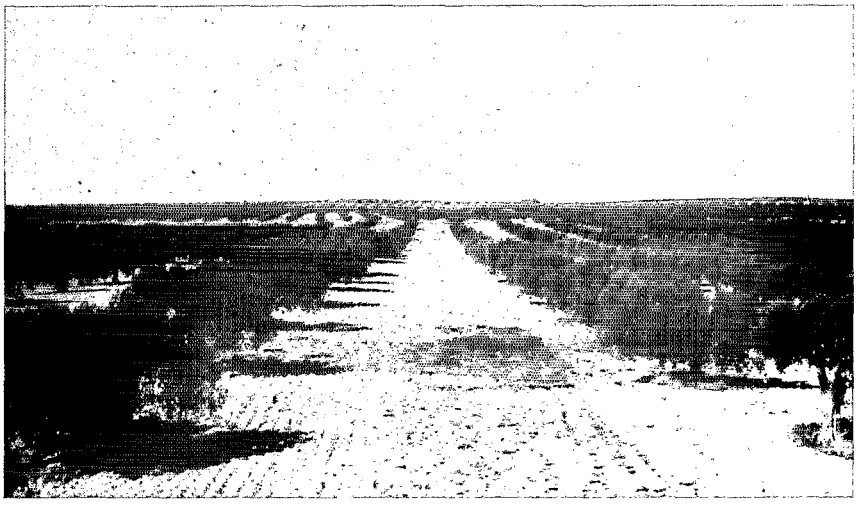


Photo n° 61

Olivette sfaxienne établie sur sol sablo-limoneux, au cours d'une année sèche. Contrairement à ce qui se passe sur sol sableux, les arbres souffrent de stress hydrique et parfois en meurent ; la productivité est en moyenne faible et les rendements très irréguliers. Les raisons en sont données pp. 30, 34, 65 et dans la légende de la photo 62.

Photo Le Houérou, 1959.

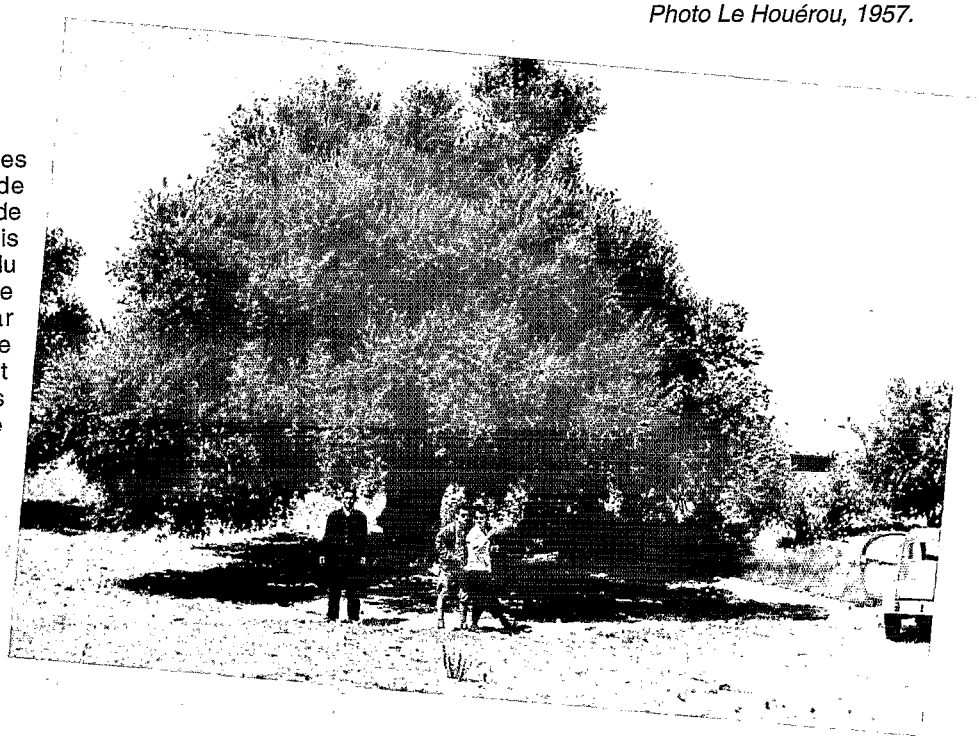
Photo n° 62



Vue de la "forêt d'oliviers" du Sahel de Sfax. Ces plantations commencées vers la fin du 19ème siècle à l'initiative de Paul Bourde, sur la foi des vestiges antiques des époques romaine et byzantine, a constitué une grande réussite technique à l'échelle des zones arides mondiales puisque la pluviosité moyenne annuelle de la "forêt" varie de 170 à 250 mm. Elle comprenait 6 millions d'arbres en 1958 (Le Houérou, 1958a, 1959c) ; elle s'est étendue et diversifiée depuis (amandiers, abricotiers, pêchers, pommiers, vigne de table, pistachiers). L'ensemble des zones couvertes par l'arboriculture fruitière en sec en Tunisie aride est maintenant de l'ordre de 1,5 million d'hectares au sud de la Dorsale, c'est-à-dire d'une ligne S.O.-N.E. de Thala à Hammamet. Dans le Centre et le Sahel de Sfax, à Djerba, dans la presqu'île de Zarzis et la région de Ben Gardane les oliviers représentent plus de 80 % des vergers. L'écartement, en l'absence d'utilisation du ruissellement, c'est-àdire sur les sols sableux est de 20 à 25 m pour les oliviers et la moitié de ce chiffre pour les autres arbres, soit une densité de 16 à 25 arbres par hectare d'oliviers et 65 à 100 pour les autres fruitiers ; dans les vergers utilisant le ruissellement, sur sols sablo-limoneux à limoneux, les densités sont plus élevées mais très irrégulières, peut-être le double, en moyenne. Dans le cas de l'oléiculture de type sfaxien le recouvrement des couronnes est de 10 à 15 % de la surface du sol. Les rendements varient de 10 à 100 kg d'olives par arbre avec un taux d'extraction de 25 % en huilerie moderne, soit 50 à 500 kg d'huile par hectare et par an. La moyenne de la "forêt sfaxienne" est de l'ordre de 40 kg d'olives par arbre. Le record de production connu et homologué pour les olivettes de type sfaxien en Tunisie est de 180 kg d'olives par arbre/an sur une période de 25 ans, dans une parcelle de 8,5 ha bénéficiant de quelque ruissellement, sous une pluviosité moyenne annuelle de 250 mm, près du village de Triaga (Le Houérou, 1959c). Si on rapporte les rendements au pourcentage de couverture du sol on retrouve des chiffres semblables à ceux obtenus dans les zones semi-aride, subhumide ou irriguées c'est-à-dire 0,4 à 1,2 kg d'olive par hectare pour chaque 1 % de recouvrement de couronne, soit 4 à 12 tonnes d'olives par hectare et par an pour un recouvrement théorique des couronnes de 100 % de la surface du sol. Ce fait est dû à ce que tout le volume du sol est exploré par les racines, aux densités indiquées sur les sols sableux, jusqu'à des profondeur supérieures à 2m, soit plus de 800 m³ par arbre (Yankovitch & Berthelot, 1947 ; Le Houérou, 1958a, 1959c). De plus, environ 90 % des précipitations sont infiltrées dont 50 % évaporées et 50 % transpirées sur sol sableux grossier (Floret et Pontanier, 1982). Admettant une pluviosité moyenne annuelle de 200 mm, environ 90 mm sont effectivement transpirés qui correspondent à 9000 m³ d'eau par hectare et par an, dose normale d'appoint en oléiculture, soit l'équivalent de 9000 m3/ha/an pour un recouvrement de 100 % ; il n'y a donc pas de "mystère" dans la productivité des olivettes des régions arides conduites en culture sèche intégrale.

Photo Le Houérou, 1957.

Photo n° 63



Olivier cultivé en Jessar. Ces oliviers sont susceptibles de développement important et de productions très élevées mais très irrigulières, en fonction du ruissellement ; dans cette zone ce type d'olivier (cultivar "Zalmati") n'est pas taillé ce qui favorise le saisonnement de la production. Certains arbres sont réputés produire un "Caffis" (450 kg), ou plus, au cours des années les plus favorables et sont, quoique en bordure saharienne, parmi les plus imposants oliviers qui se puissent voir.

Photo Le Houérou, 1958.

Photo n° 64

Olivette sur défrichement de la steppe à *Rhanterium suaveolens* ('Ar'fej) et *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa* (T'gouft, Chahal) dans la région de Zarzis-Ben Gardane, Sud-Tunisien. Ces olivettes produisent 25 à 35 kg d'olives par arbre à une densité de 16-20 arbres par hectare. Ces conditions sont marginales sur le plan climatique (170-180 mm de pluviosité moyenne annuelle) et sur le plan édaphique sol très grossier sur encroûtement calcaire, sur limon gypseux, soumis à la déflation et à la dénudation des racines principales. Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 170 mm ; m ≈ 4°C.

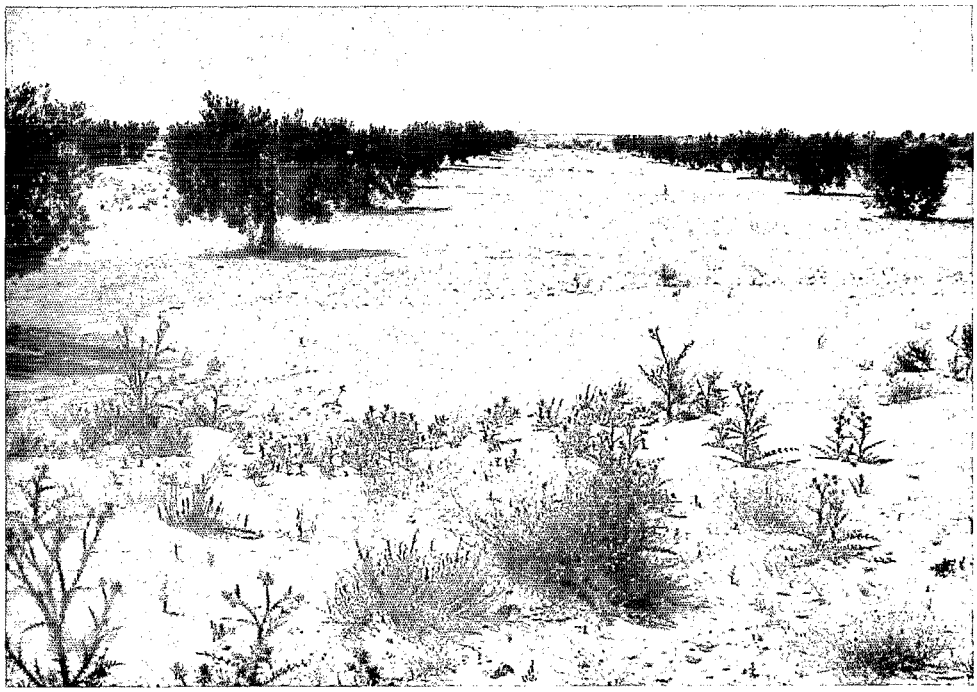
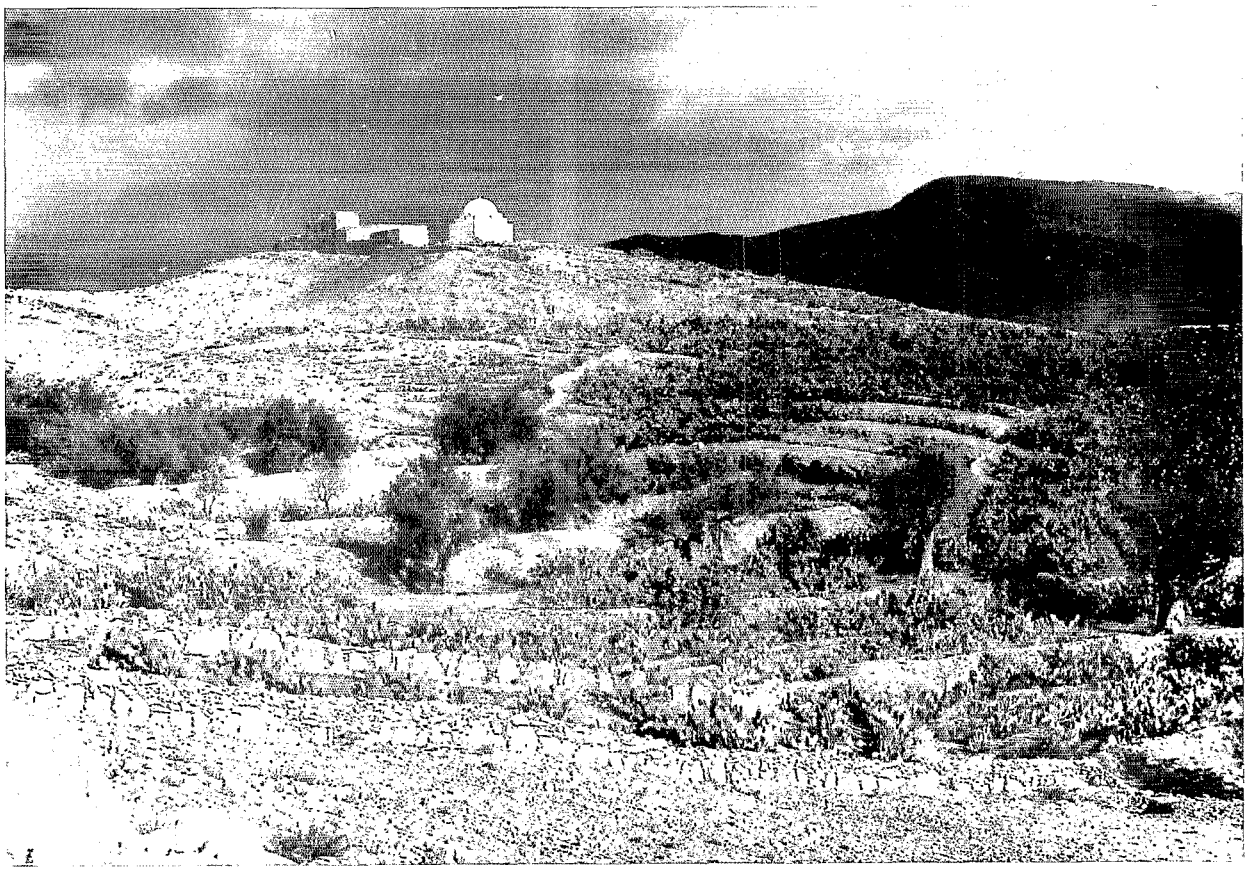


Photo Le Houérou, 1960.

Photo n° 65

Utilisation du ruissellement pour la production de cactus inerme dans une zone de pluviosité moyenne annuelle de 220 mm, sur sol limoneux gypseux, sur marnes dans la région de Magra, entre M'sila et Barika, dépression du Hodna, Algérie. Ces plantations sont destinées à la production fruitière et, comme telles, protégées de la dent du bétail. Alt. ≈ 500 m ; P ≈ 220 mm ; m ≈ 2,5°C.

Photo Le Houérou, 1968.



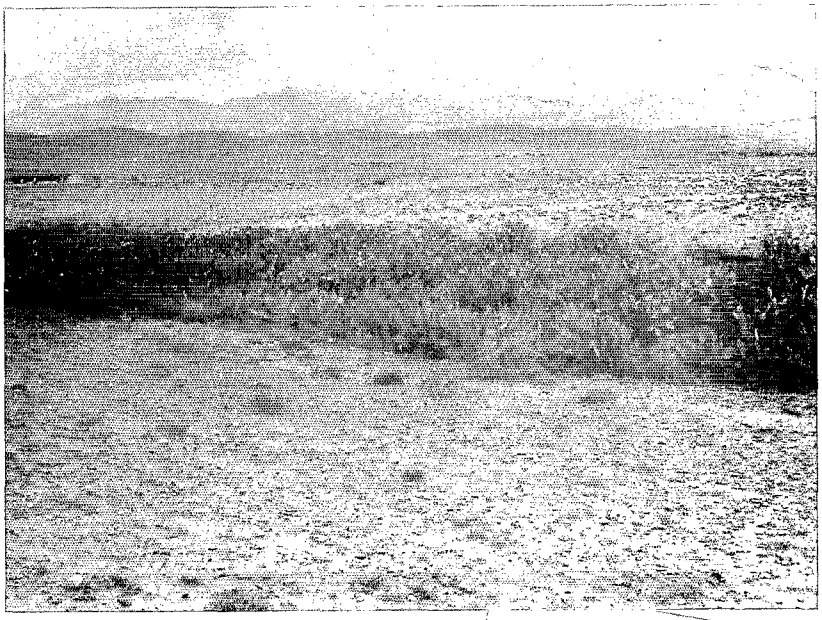


Photo n° 66

Même région que la photo précédente : utilisation d'un thalweg pour la plantation de Cactus inerme fourrager. Ce type de plantation peut produire 20 à 40 t de MV (3000 à 6000 kg MS) ha-1an-1, tandis que la production du pâturage dégradé qui l'entoure, identique à celui de la photo 25, ne dépasse guère 200 kg MS ha-1 an-1. Cet exemple d'initiative privée reste limité ; les tentatives de généralisation par les services techniques gouvernementaux se sont soldées par des échecs dans la région, en dépit de programmes de démonstration de culture et d'alimentation de complément des ovins par cette culture fourragère des zones arides.

Photo Le Houérou, 1968.



Photo n° 67

Utilisation du Cactus inerme dans la lutte contre l' érosion et la conservation des eaux. Région de Djebibina, au N. de Kairouan, Tunisie Centrale. Plantation de 2 ans sur une ferme du Ministère de l'Agriculture, Service de la Production Fourragère. Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 300 mm ; m ≈ 3,5°C.

Photo Le Houérou, 1966.



Photo n° 68

Plantation fourragère de Cactus inerme dans la région de Deriana entre Benghazi et Tocra, Libye. Cette plantation de démonstration des services techniques âgée, d'une dizaine d'années, a produit en moyenne 60 t de MV ha-1 an -1 avec une exploitation tous les trois ans (7000 kg MS), sous une pluviosité moyenne annuelle de 280 mm sur sol rouge limoneux superficiel, sur croûte calcaire quaternaire, sur Karst développé dans des calcaires Eocènes à Nummulithes. Alt. ≈ 50 m ; P ≈ 280 mm ; m ≈ 6°C.

Photo Le Houérou, 1982.

Photo n° 69

Culture en sec de tomates et pastèques sous 200 mm de pluviosité moyenne annuelle. Région de Zarzis, Sud-Tunisien. Cette culture se pratique sur sols sableux grossiers (comme pour les arbres fruitiers) à grand écartement ; les jeunes plants sont établis en hiver au fond d'un trou de 50 cm de diamètre et 30 à 50 de profondeur, établi à l'avance et tapi de fumier de mouton sèché à l'air. Cette technique assure une température et une humidité convenable aux jeunes plants tout en les protégeant des vents et de la corrasion des vents de sable au ras du sol. Alt. ≈ 50 m ; P = 203 ; m = 7.5.



Photo n° 70

Culture en sec de l'amandier sous 180 mm de pluviosité moyenne annuelle. Région de Jeffren, Jebel Nefousa, Tripolitaine, Libye. Alt. ≈ 600 m ; P ≈ 180 mm ; **m ≈ 4°C.**

Photo Le Houérou, 1978.

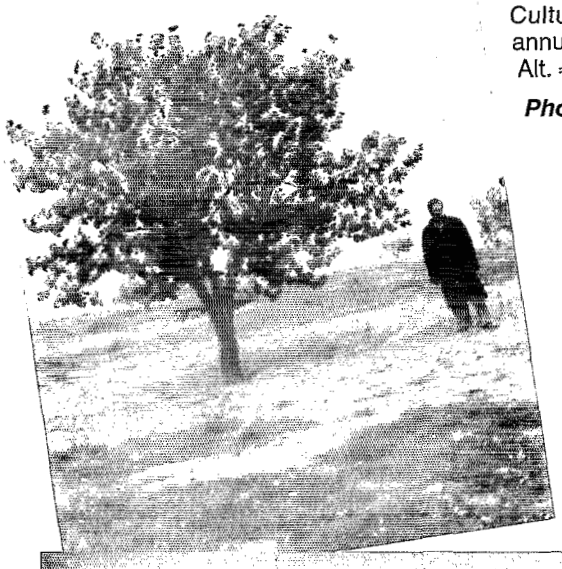


Photo n° 71

Culture du pistachier. Le pistachier présente une résistance à la sécheresse au moins égale à l'olivier ; il peut, de plus, se contenter de sols médiocres ;mais contrairement à l'olivier, il n'est pas sensible au froid. De fait la plus part des cultivars de *Pistacia vera*, nécessitent une période de froid hivernal pour fructifier normalement, conditions correspondant à ses régions d'origine : Turquie, Iran Afghanistan, Tadjikistan. La demande internationale est très forte et les prix très élevés. Les difficultés du greffage sont maîtrisées, même par l'utilisation du Betoum *(Pistacia atlantica)* comme porte-greffe. Le pistachier constitue à mes yeux une intéressante possibilité de développement des hautes plaines steppiques algéro-marocaines où les froids de l'hiver interdisent la culture de la plupart des arbres fruitiers tolérants à la sécheresse. Photo réalisée près de Maknassy, Tunisie Centrale. Alt. ≈ 150 m ; P ≈ 200 mm ; m ≈ 3,5°C.

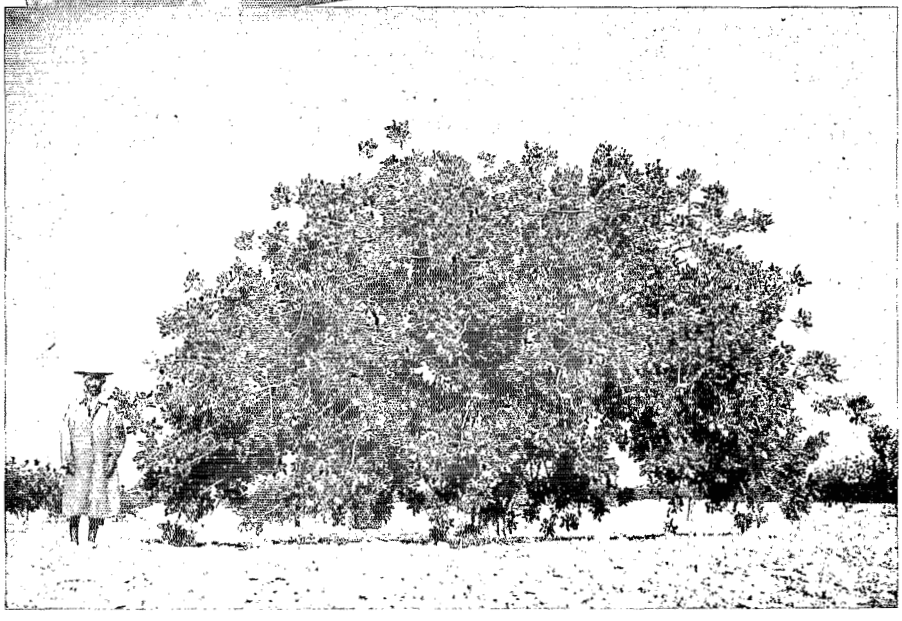
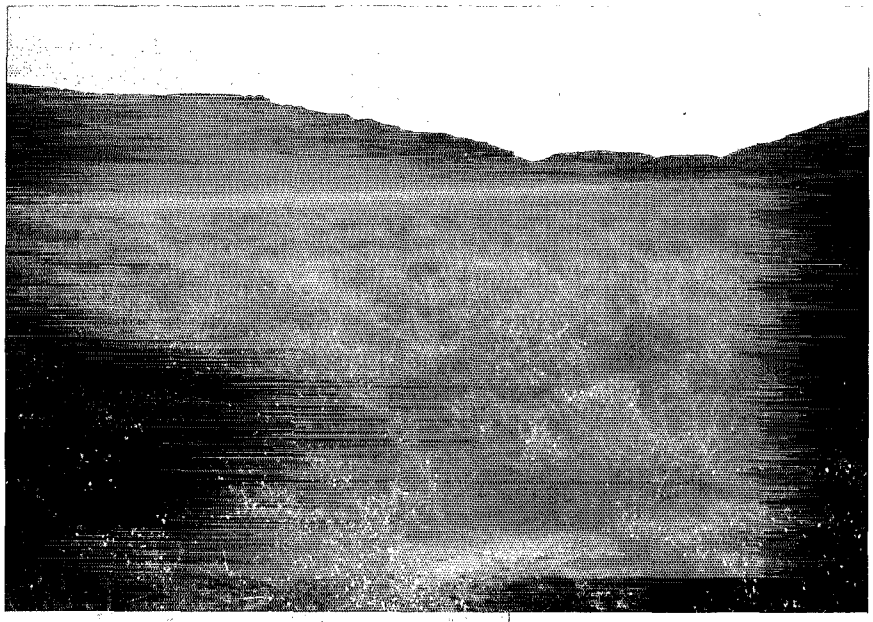


Photo Le Houérou, 1968.

Photo n° 72

Peuplement d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Guettaf) dans les hautes Plaines steppiques Constantinoises Région de Bouhlilet-Chemmora, entre Batna et Ain Beida. comme réserve fourragère pour l'été et les périodes de disette ; beaucoup d'entre eux ont été défrichés pour la créaliculture. La biomasse d'un tel peuplement est de l'ordre de 10 000 kg MS ha^{-1} et sa productivité de l'ordre de 2500 kg de MS ha^{-1} an^{-1} d'un fourrage riche en azote.

Photo Le Houérou, 1985.



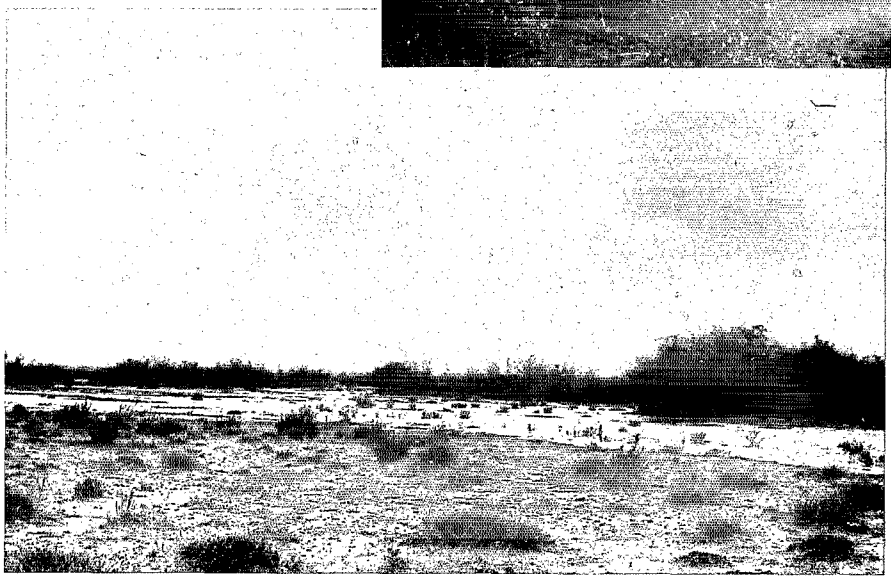


Photo Le Houérou, 1967.

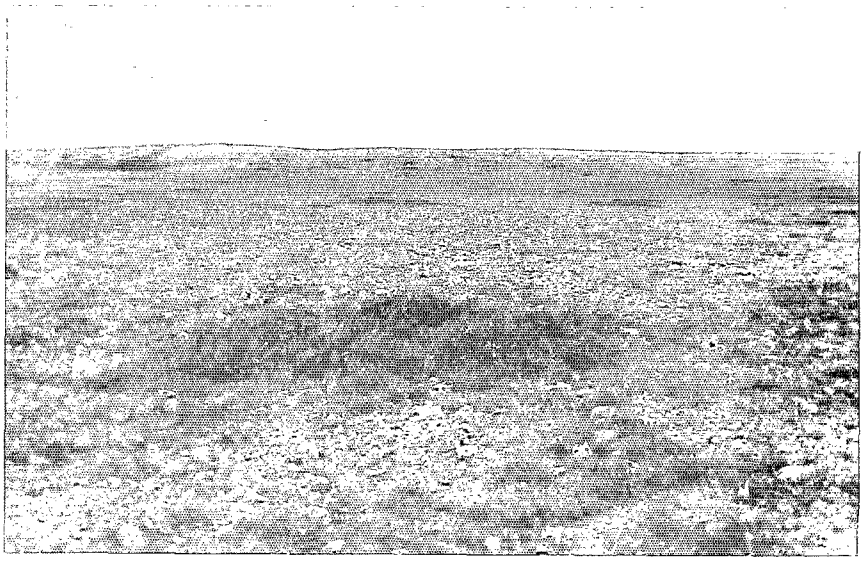
Photo n° 73

Dépression à *Zizipus lotus* (S'derr) au cours d'une submersion temporaire. En zone aride les dépressions à jujubier sont soumises à des apports d'eau latéraux par ruissellement et sont souvent de ce fait considérées comme les meilleures terres à planter. De fait ces milieux ont été presque totalement défrichés et plantés, jusque sous l'isohyète de 150 mm de pluviosité moyenne annuelle et plantés d'arbre fruitiers. Photo réalisée dans la région de Regueb, à 90 km à l'ouest de Sfax, Tunisie. Alt. ≈ 250 m ; P ≈ 250 ; m ≈ 5°C.

Photo n° 74

Même lieu et même milieu que ceux de la photo 25, mais au cours d'un printemps pluvieux. Les taches sombres dans cette végétation très dégradée correspondent à des fourmilières *(Messor barbarus)*. L'activité des fourmis crée un milieu édaphique particulier à sol mieux structuré et plus perméable, probablement enrichi en M.O., P et N et aussi en graines d'espèces annuelles (*Eruca vesicaria*. (Jerjir, Roquette), *Medicago laciniata* (Nefla), *M. littoralis, M. hispida, M. truncatula M. minima*). La biomasse de ces pustules vertes est de l'ordre de 200 g MS m^{-2} contre 20 dans le milieu environnant, sous le même régime de gestion. Dans le même milieu non dégradé les fourmilières n'apparaissent pas dans la végétation (photos 21-22).

Photo Le Houérou, 1968.



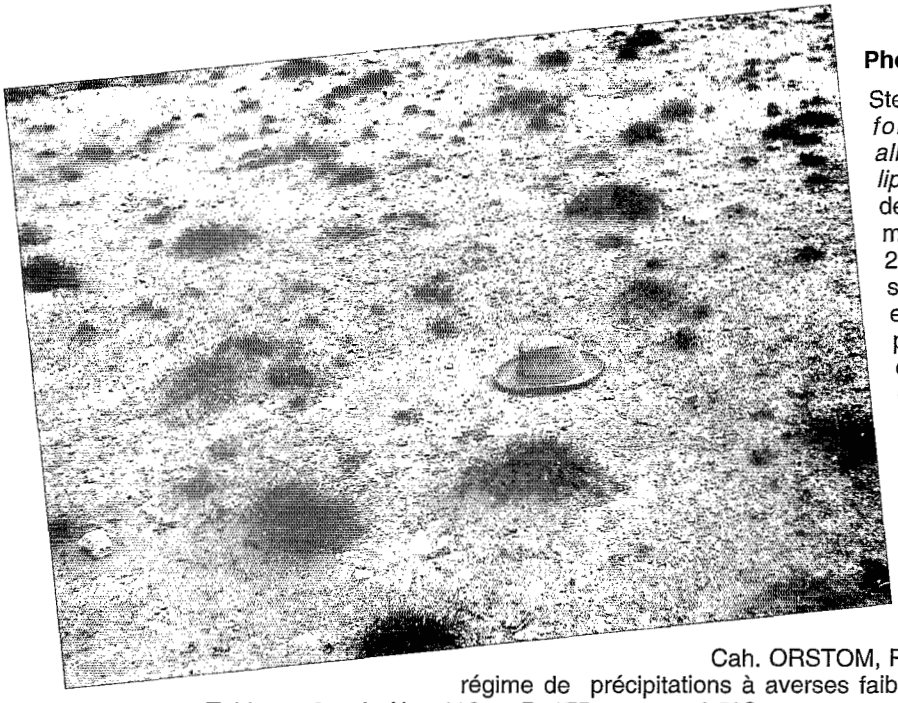


Photo n° 75

Steppe gypseuse à *Anarrhinum brevifolium* (Debdeba), *Zygophyllum album* (Bougriba) et *Helianthemum lippii* var *intricatum* (R'guig). Région de Gabès, Sud-Tunisien. Ce type de milieu, semblable à celui des photos 27 et 28 de la Moyenne Moulouya sur le plan édaphique, constitue un environnement très sec et très pauvre avec une faible productivité en raison de la carence chimique du substrat et de la capacité du gypse pour l'eau comparable à celle d'un limon, donc possédant un taux d'adsorption élevé (15-25 % d'eau retenue, en poids, à la capacité au champ (-0,06 MPa) et 9-15 % au point de flétrissement des mésophytes (-1,6 MPa), donc peu d'eau disponible (6-10 % en poids) (M. Pouget, 1965 : Cah. ORSTOM, Pédologie, III (2) : (39-148) sous un régime de précipitations à averses faibles et espacées (voir pp. 29-30 et Tableaux 8 et 9. Alt. =100 m. P=175 mm ; m =6,5°C.

Photo Le Houérou, 1955.

Photo n° 76

Les steppes à armoise blanche dans la région de Feriana (Tunisie Occidentale) au début du siècle. On remarquera le taux élevé de recouvrement des espèces pérennes et leur biomasse importante, probablement de l'ordre de 3000 kg Ms ha-1, c'est-à-dire 5 à 6 fois plus élevée que ce qu'on peut observer aujourd'hui dans la même région (lorsque la steppe n'a pas été défrichée).

Photo Monchicourt, 1906.

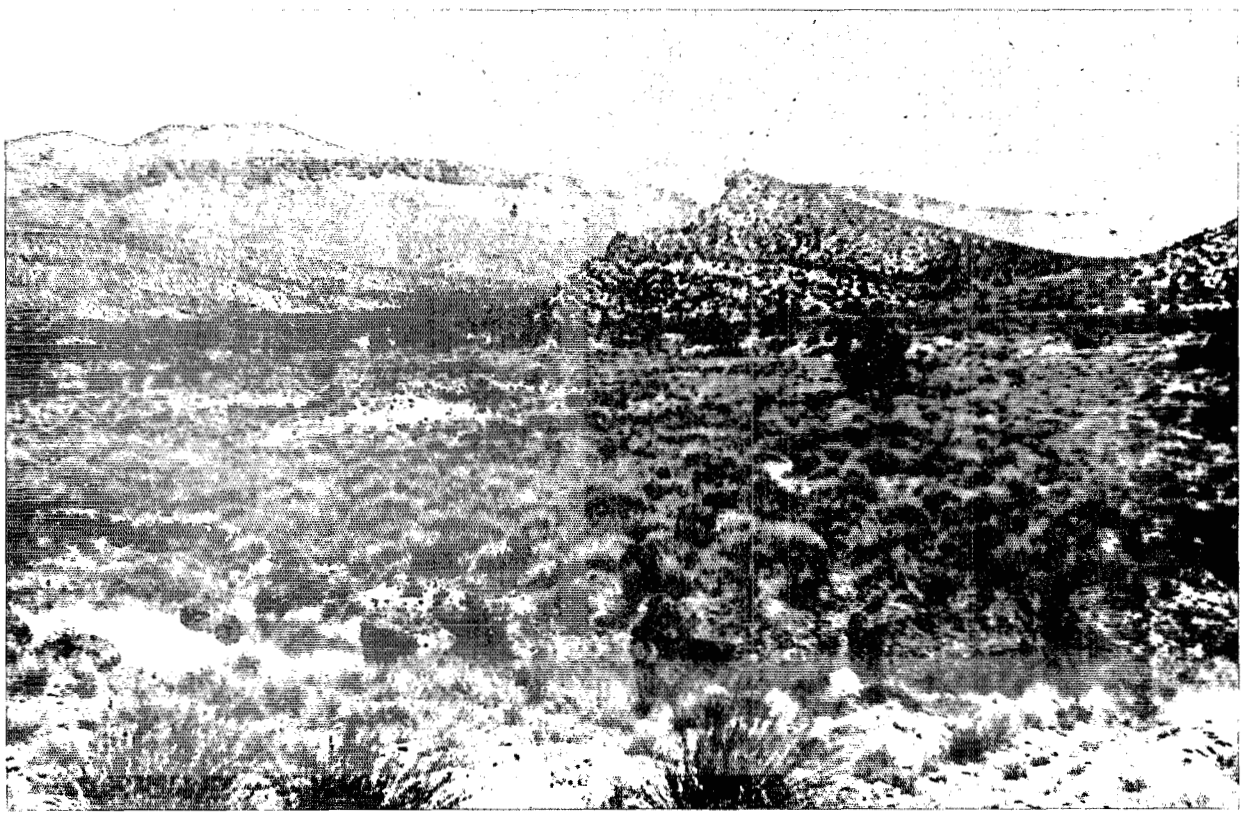


Photo n° 77

Troupeau de moutons de race Ouled Djellal paissant dans un peuplement pur d'*Atriplex halimus* susbsp *schweinfurthii* (Guettaf). Région de Chellal, au S. de M'sila, dépression du Hodna, Algérie. Alt. = 420 m ; P ≈ 180 mm ; m ≈ 2,5°C. Ce type de végétation constitue quasiment la seule ressource fourragère dans la zone au cours des années sèches ; voir la photo 72. En raison de la plus grande aridité du milieu la productivité est ici nettement plus basse : phytomasse aérienne pérenne : 3500 kg, production 1000 kg MS ha^{-1} an^{-1}.

Photo Le Houérou, 1972.

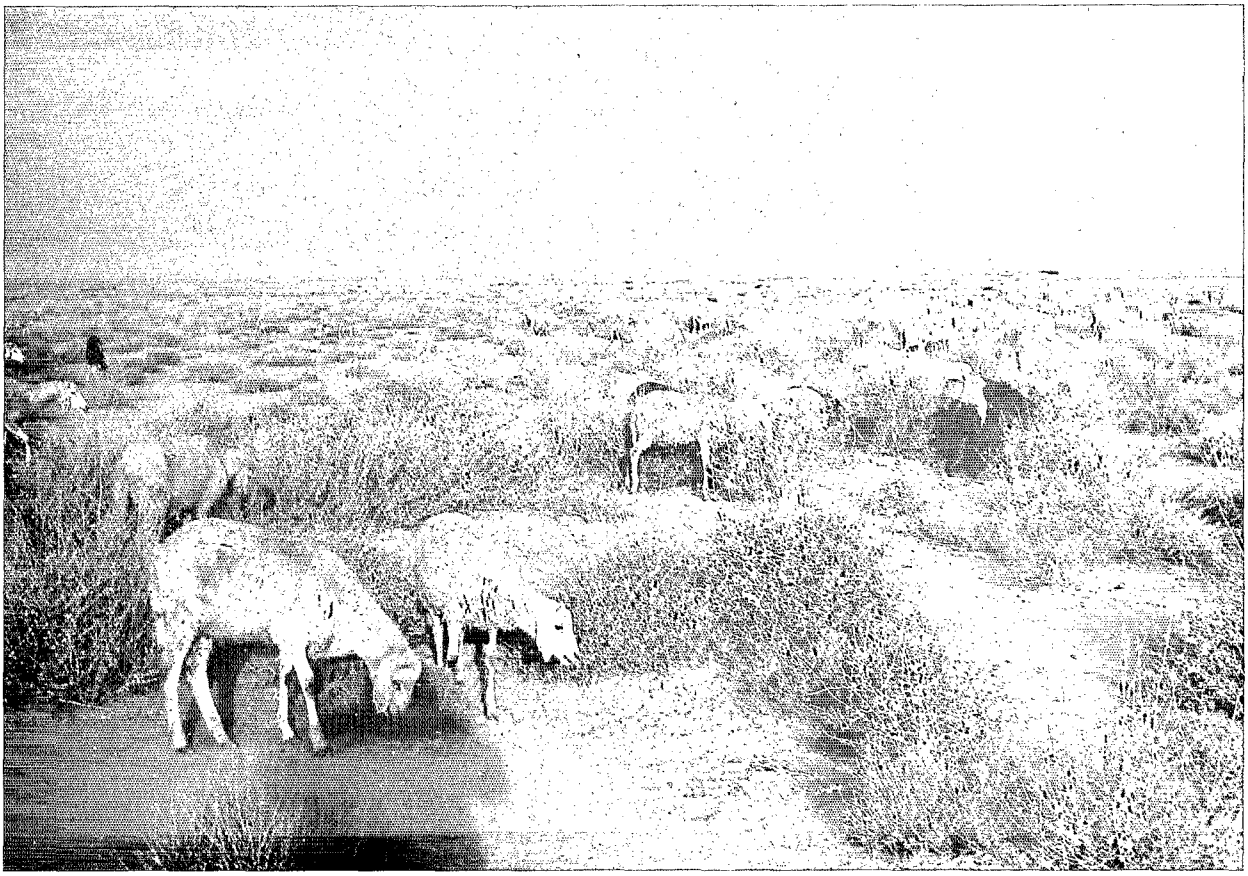
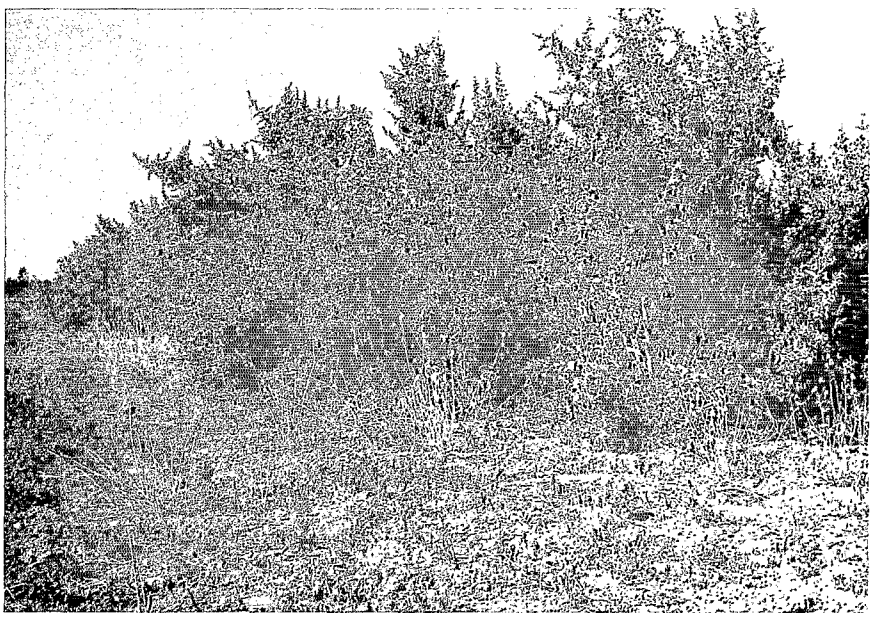


Photo n° 78

Plantation d'*Atriplex nummularia* (Guettaf souri) planté dans la région de Rekada, près du palais présidentiel, à 20 km au S. de Kairouan, Tunisie. Alt. ≈ 70 m ; P ≈ 270 mm ; m ≈ 4.5°C. Ces plantations, bien gérées, peuvent produire 1000 à 3000 kg de MS d'un fourrage riche en azote et complémenter judicieusement l'alimentation des troupeaux en été et au cours des années sèches. Probablement près de 100 000 ha d'*Atriplex* ont été plantés dans le Nord de l'Afrique depuis les années 1970 dont 40 % en Libye. Cf. Le Houérou, 1992 : *The role of Saltbushes in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin J. of Agro Forestry Systems*, 18 (1) : 1-41.

Photo Le Houérou, 1970.



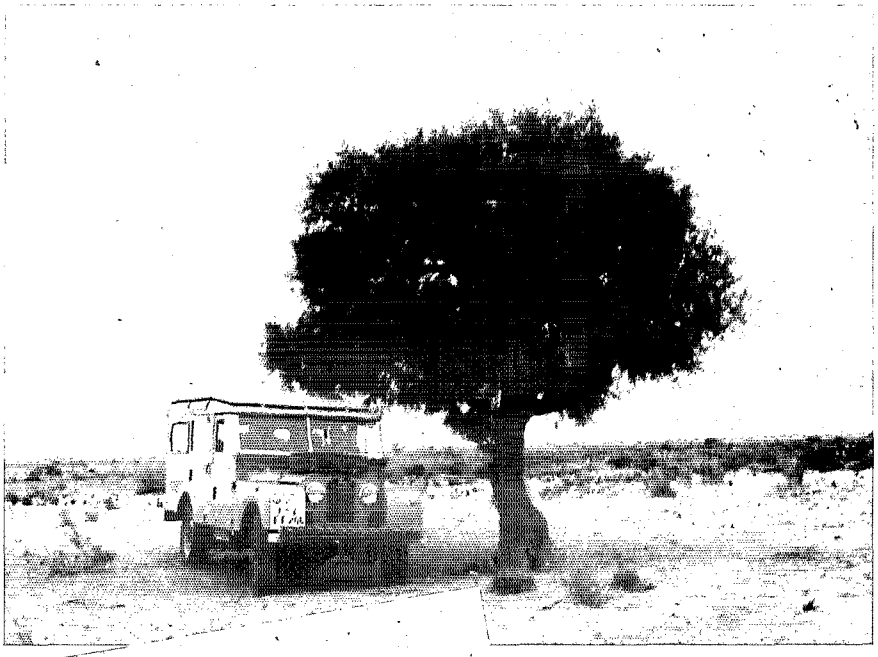


Photo n° 79

Arbres de la steppe. Ici *Tamarix aphylla (= T. articulata)* (Ethel ; autres *Tamarix*, collectivement : Tarfa). *T. aphylla* est une espèce phréatophyte saharienne qui déborde peu sur les steppes mais elle est souvent plantée comme brise vent et arbre d'alignement, notamment dans les terrains salés ; sa tolérance à la salure atteint la concentration de l'eau de mer. D'autres espèces telles *T. pauciovulata* supportent des salinités beaucoup plus élevées ; cette dernière espèce est, en particulier, celle qui s'avance le plus loin dans le Chott El Djerid. Photo réalisée près d'El Wotia, Tripolitaine, vers la frontière tunisienne à hauteur de Sidi Toui. *T. aphylla* est aussi utilisé à la fixation des dunes, notamment dans la vallée de l'O. Draa, Sud-marocain.

Photo Le Houérou, 1957.



Photo n° 80

Arbustes dans la steppe. Cette photo montre un aspect peu habituel de *Ziziphus lotus* (Seder, S'derr, Sidra, Nebeq). Photo réalisée entre Bou Saada el Ain el Hajel, Algérie : Alt. ≈ 700 m; P ≈ 250 ; m ≈ l.5°C.

Photo Le Houérou 1969.



Photo n° 81

Acacia tortilis subsp. *raddiana* (Thalah) dans un oued de la région de Remada, Sud-Tunisien. Les *Acacia* sahariens (*A. tortilis A. ehrenbergiana A. gummifera* (au Maroc)) ne descendent guère au-dessous du seuil m = 3°C (exemple Zagora alt. 750 m., m = 3.3 où *A. raddiana* arrive à sa limite à 200-300 m au-dessus du village en montant dans le J. Sarhro).

Photo Le Houérou, 1957.

Photo n° 82

L'impact de la gestion des steppes sur leur physionomie. Cette photo, vue d'avion, a été réalisée près de Méthouia et Aouinet à 10 km au N. de Gabès, Tunisie ; de part et d'autre de l'Oued Mellah (exutoire des Chotts Djerid et Fedjej vers la er) la zone blanche au centre de la photo montre une physionomie de steppe surpâturée tandis que la partie de droite au N. de l'Oued (quadrant N.E. de la photo) correspond au domaine de l'Oued Mellah appartenant à l'Office des Terres Domaniales où le pacage est limité ; le coin Sud-Ouest correspond à l'oasis de Methouia et celui du S.E. à celle d'Aouinet.

Photo Le Houérou, 1967.



Photo n° 83

Espèce pastorale méconnue : *Anabasis oropediorum* Maire (Taffaya) espèce découverte tardivement, régulièrement confondue avec *A. articulata*, ('Aj'rem) espèce saharienne et subsaharienne peu ou pas consommée par le bétail. *A. oropediorum* est commune sur les sols squelettiques à pellicule de battance de la steppe et ne pénétre pas au Sahara. Je l'ai récoltée en Egypte entre Sollum et Borg el Arab sur les sols squelettiques, je l'ai aussi récoltée à quelques Km à l'est de Jérusalem ; elle n'était pas non plus connue en Israel, ni en Palestine ; elle existe probablement aussi en Jordanie et en Syrie. Cette espèce, quoique très recherchée du bétail, ne semble posséder, selon les analyses bromatologiques, qu'une très faible valeur nutritive.

Photo Le Houérou, 1954.



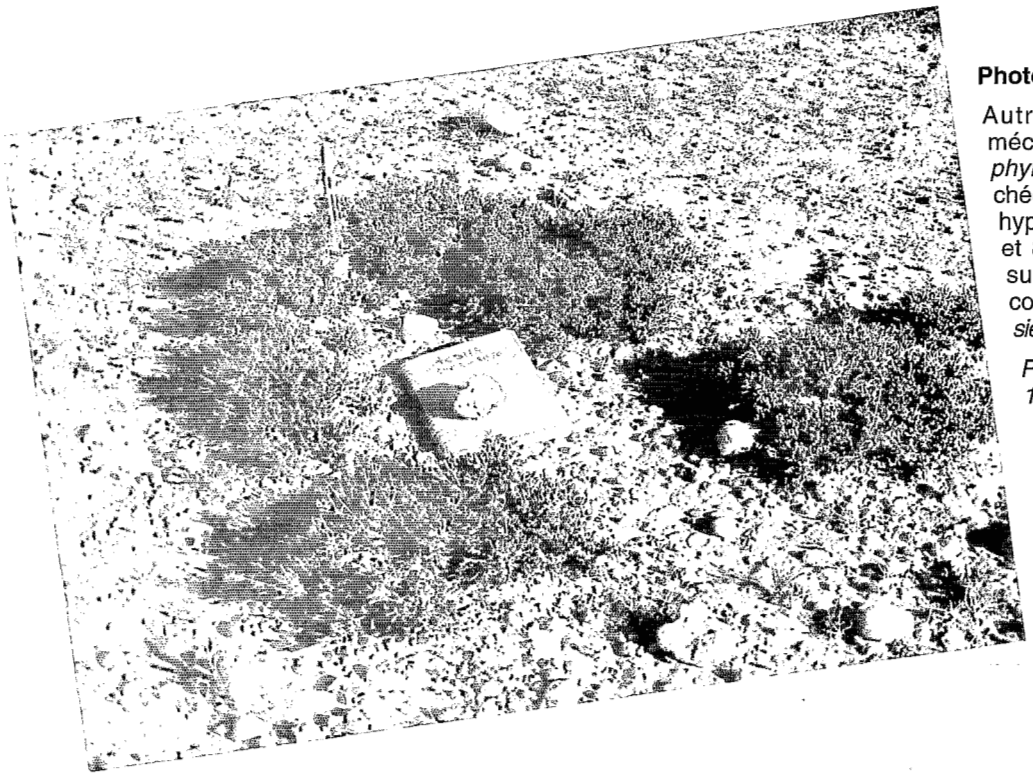
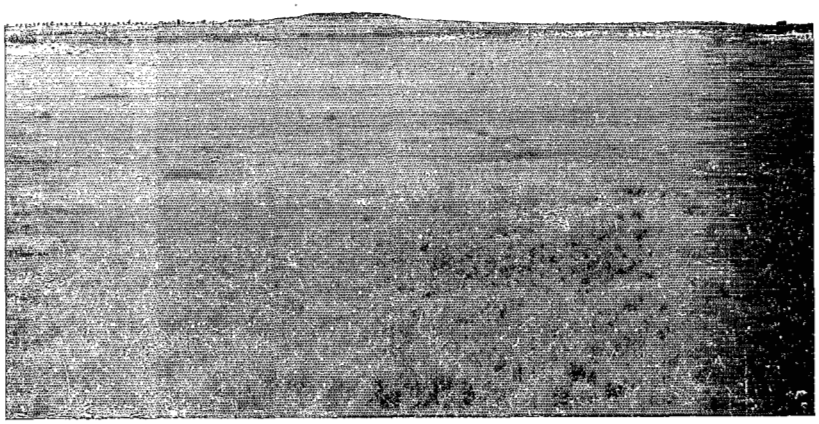


Photo n° 84

Autre espèce pastorale méconnue : *Salsola zygophylla* (Taffa), très recherchée du bétial, xéro-gypso-hypohalophyte (cf. pp. 78 et 88-89), souvent traitée sur le plan systématique comme une variété de *S. sieberi* (ce que je conteste !).

Photo Le Houérou, 1970.

Photo n° 85



Pâturage à chiendent (*Cynodon dactylon*, Nejem). Le chiendent n'est pas une espèce spontanée des steppes ; c'est essentiellement une plante cultigène et postculturale qui s'installe à la faveur de perturbations de la surface du sol. Mais c'est une excellente espèce fourragère très productive sur les sols sableux et les zones d'épandage et de façon générale dans les zones à pluies d'été appréciable comme les Hautes Steppes tuniso-constantinoises. Cette photo a été réalisée à Ouslatia au N.O. de Kairoun à la limite septentrionale des steppes. Alt. = 500 m ; P = 375 mm ; m = 3.5°C. Cette végétation postculturale a fait l'objet d'expérimentation sur plusieurs centaines d'hectares de 1962 à 1972. La charge soutenue, a long terme, a été de 2 équivalents-ovins par hectare.

Photo Le Houérou, 1965.

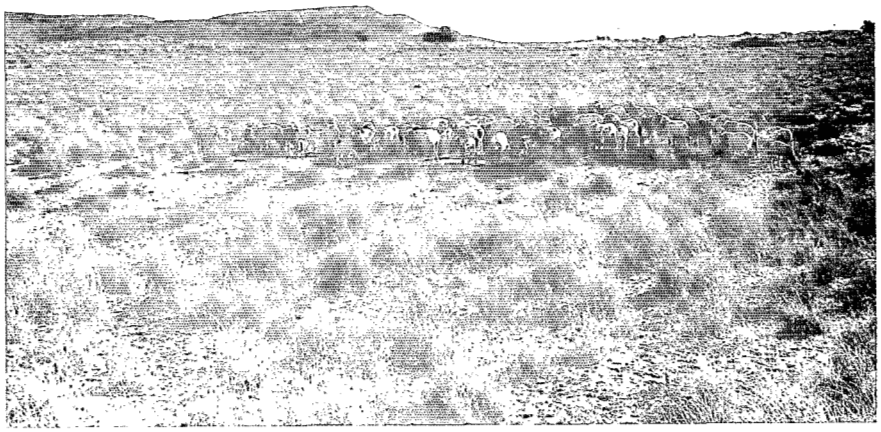


Photo n° 86

Troupeau de moutons Ouled Djellal paissant dans la steppe de Sparte (*Lygeum spartum*, Sennagh) dans la région de Taadmit, à 50 km au S.-S.E. de Djelfa, Algérie. Alt. = 1000 m ; P = 240 ; m = + 0,5°C.

Photo G. Ginzburger, 1970.

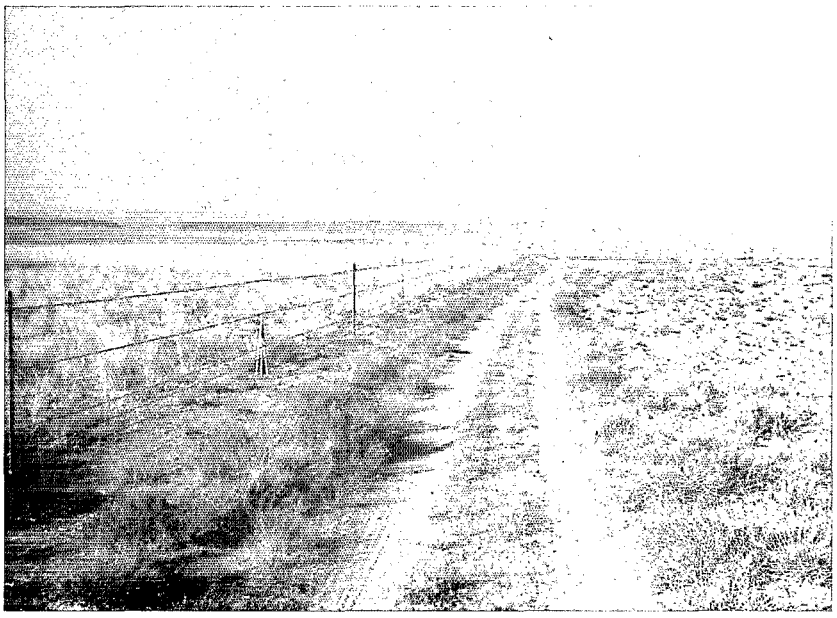


Photo n° 87

Effet de la mise en défens sur la régénération des steppes. la partie de gauche a été mise en défens depuis 2 ans ; on voit apparaître les panicules des graminées pérennes (*Stipa lagascae*, A'dem ; *Stipa parviflora*, Zouay). Photo réalisée à la station pastorale de Taadmit. Voir aussi la photo 38, dans un contexte différent.

Photo G. Gintzburger, 1970.

Photo n° 88

Les hôtes de la steppe : Bousier roulant sa pelote ! *Scarabaeus sacer* L. (Khanfous). Le rôle des scarabées dans le recyclage des faecés est essentiel ; au point que l'Australie qui ne possédait pas de boursiers en a massivement importé, avec succés (*Digitontophagus* spp., *Euoniticellus* spp, etc.) au total une dizaine d'espèces tropicales africaines se sont acclimatées dans le Queensland et le Northern Territory (J.P. Lumaret, c.v.) pour résoudre le problème de l'accumulation des déjections sur les parcours et du recyclage biogéochimique des éléments contenus dans les excréments de ses 150 milions de moutons et de ses 30 millions de bovins qui s'accumulaient à raison de près de 100 millions de tonnes par an (exprimées en matière sèche). Pour la zone Méditerranéenne : cf. A.A. Kin et J.P. Lumaret, 1991 ; in R.H. Groves & F. Di Castri : *Biogeography of Mediterranean invasion.* Ch. 29, pp. 413-424, Cambridge Univ. Press.

Photo G. Gintzburger, 1970.



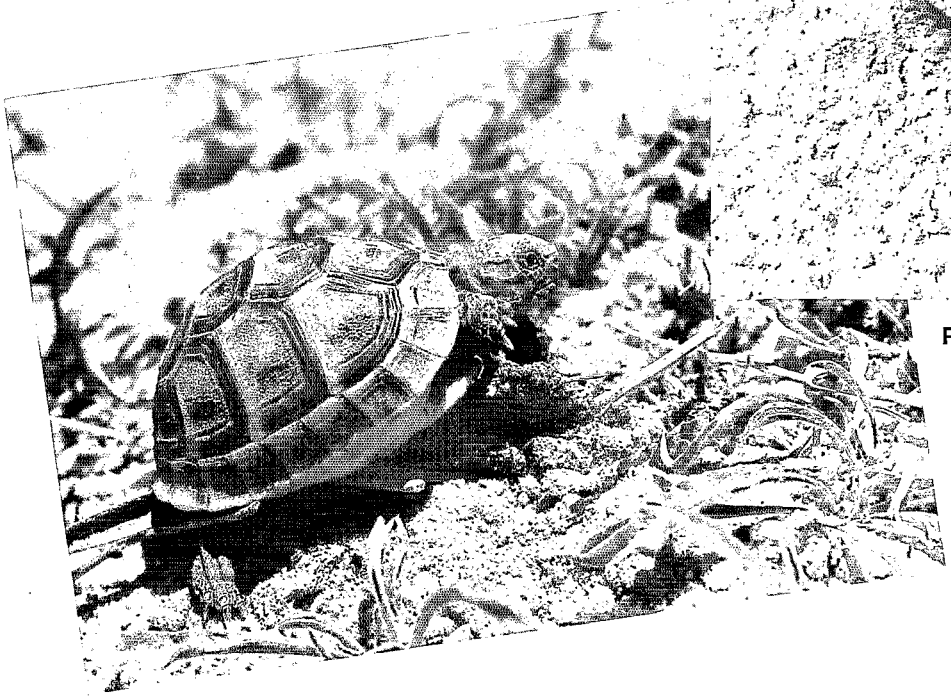


Photo n° 89

Hôtes de la steppe : la tortue terrestre des steppes : *Testudo graeca* (Fakroun). Cette espèce est assez communes dans les steppes mais aussi dans les zones semi-arides à subhumides. Voir annexe III.

Photo G. Gintzburger, 1970.

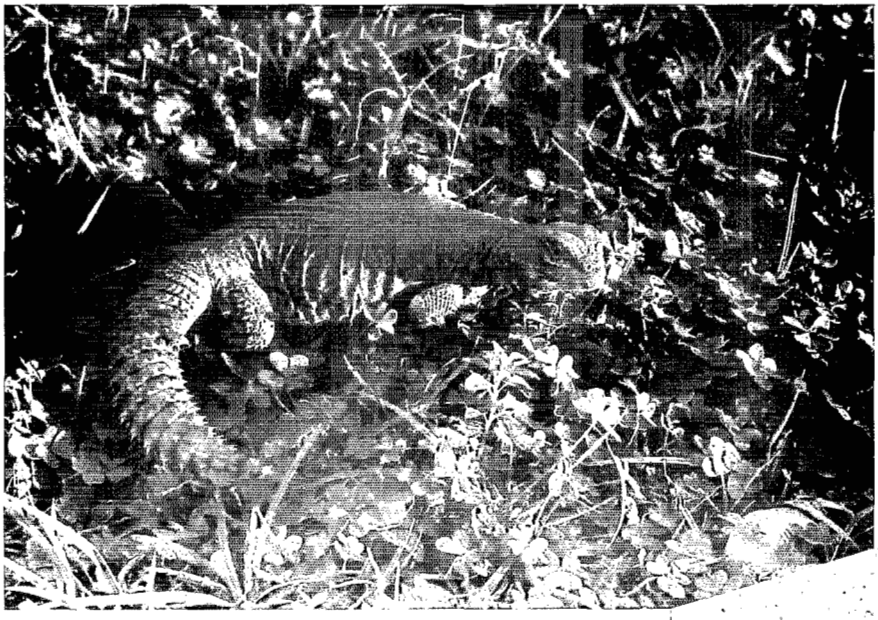


Photo n° 90

Hôtes de la steppe : le fouette-queue, *Uromastix acanthinurus* (Dhob) espèce herbivore saharienne qui pénètre dans les steppes de la zone aride inférieure. Cf. Annexe III.

Photo G. Gintzburger, 1970.

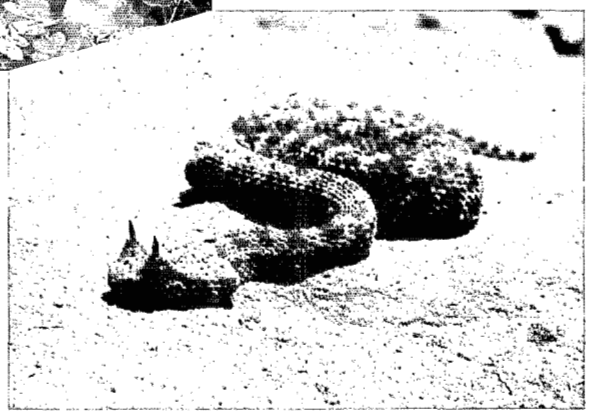


Photo n° 91

Hôtes de la steppe : La vipère à cornes *Cerastes cerastes* (Lefa'a) est une espèce à la fois steppique et saharienne, mais elle ne pénètre pas dans la zone semi-aride. Cf. Annexe III.

Photo G. Gintzburger, 1970.

Photo n° 92

Hotes de la steppe : Lézard geckonidé : *Tarentola gr. mauritanica* (Boukekech, Tadjamet) est une espèce méditerranéenne pénétrant jusqu'au Sahara Septentrional. Cf. Annexe III.

Photo G. Gintzburger, 1970.

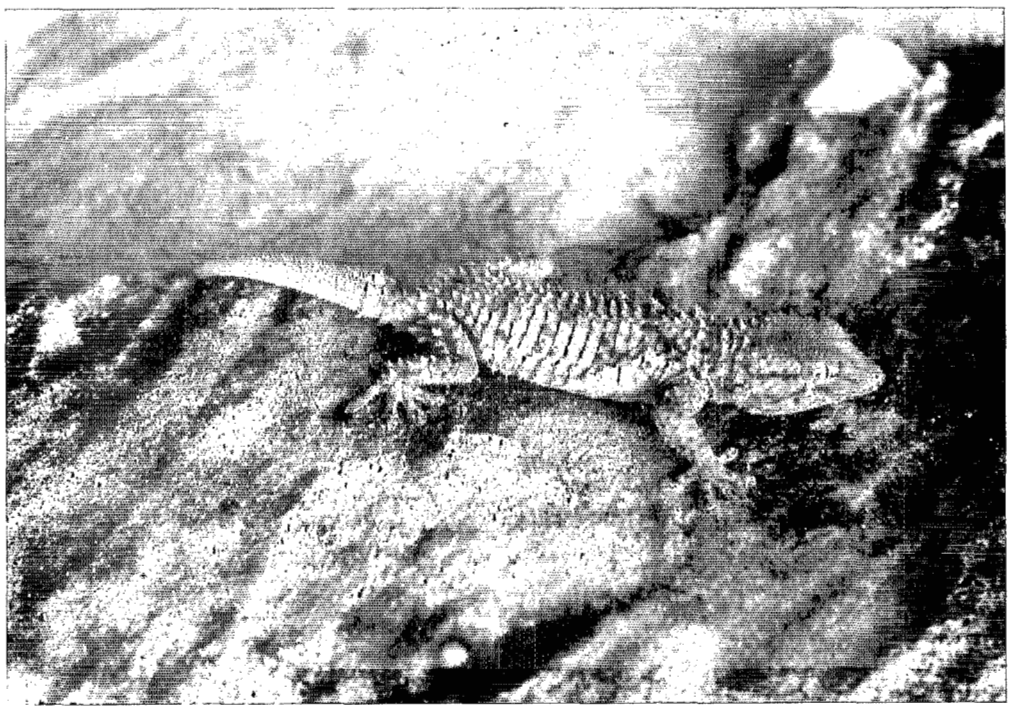


Photo n° 93

Hôtes de la steppe : Lézard agamidé : *Agama mutabilis* (Hardoun). Ce lézard est une espèce tropicale commune du Sahara et des steppes arides moyennes et inférieures. Il descend jusque dans le Sahel, au Sud du Sahara et, au-delà, en Afrique Australe. Cf. annexe III.

Photo G. Gintzburger, 1970.



Photo n° 94

Hôtes de la steppe : Le chien sloughi "lévrier de la steppe", bon chasseur à vue en raison de sa rapidité.

Photo G. Gintzburger, 1970.

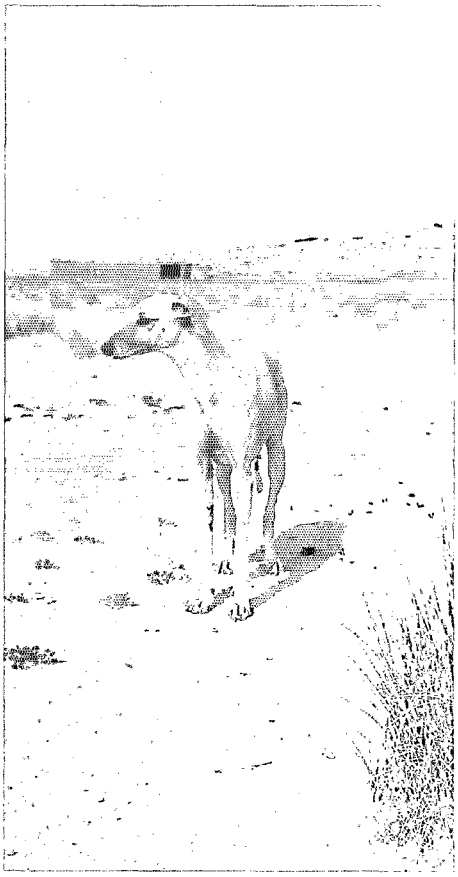




Photo n° 95

Hôtes de la steppe : le hérison *Paraechinus aethiopicus* (Guenfoud), espèce saharienne et des steppes de la zone aride inférieur. Sa chair, paraît-il succulente, est fort appréciée des bergers de la steppe, ainsi d'ailleurs que celle du Gundi des collines (*Ctenodactylus gundi*, rongeur Ctenodactylidé). Cf. annexe I.

Photo G. Gintzburger, 1970.

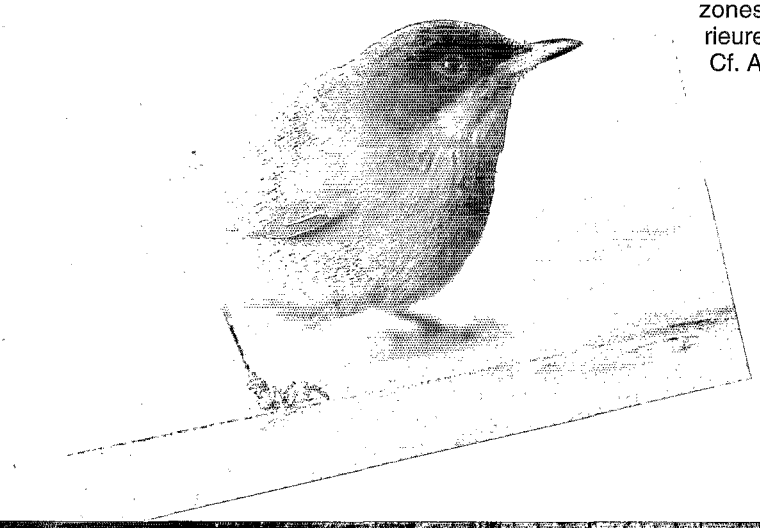


Photo n° 96

Hôtes de la steppe. Fauvette à tête noire : *Sylvia melanocephala* (Besouich) espèce des zones forestières et des zones arides supérieure et moyenne, ne pénètre pas au Sahara. Cf. Annexe II.



Photo n° 97

Anciens hôtes de la Steppe. Gravure rupestre représentant un éléphant ('Afil), localisée près de la maison forestière de Sfissifa à 20 km au S. d'Aflou sur le versant S. du J. Amour. Cette gravure date de 7000 à 9000 B.P., c'est-à-dire de l'optimum climatique Holocène. Les gravures et autres figurations rupestres sont communes dans tout l'Atlas Saharien du Sud-oranais, du Sud-Algérois et du J. Amour. On en a repertorié et catalogué 43 stations et sites dans les environs de Djelfa, principalement centrés sur Messad, Ain el Ibel, Moudjbara, Ain Naga, Sidi Makhlouf et Nt'sila (P. Huard et L. Allard, 1976 : Les figurations rupestres de la région de Djelfa, Sud-Algérois, Libyca,XXIV, pp. 67-124, CRAPE, Alger). Les espèces représentées appartiennent à la grande faune tropicale africaine : Eléphant, Rhinoceros *(Ceratotherium simum)*, Buffle Bubale *(Homoceras (Bubalis) antiquuus)*, Lion, Antilope bubale *(Alcelaphus buselaphus boselaphus)*, Oryx, Antilopes chevalines, Gazelles, Autruches, Bovins primitifs et domestiqués, Equidés, Béliers et scènes de la vie pastorale, mais pas de giraffes ni d'hippopotames.

Photo G. Gintzburger, 1970.

Bibliographie

Bibliographie

- **ABDESSEMED, K.**, 1981 - Le cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique - Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse de Doct.-Ingén., Université Marseille III, St Jérome. 199 p. multigr.
- **ABDESSEMED, K.**, 1984 - Les relations climat-végétation dans le Sud-Constantinois. *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, 131, *Actual. Bot.* (2/3/4/) : 145-156.
- **ACHOUR, H.**, 1983 - Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du Sud oranais. Wilaya de Saïda, Thèse 3e cycle, Univ. Sc. Technol. H. Boumédiène, Alger, 216 p. + annexes.
- **AIDOUD, A.**, 1983 - *Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques* du Sud-Oranais. 257 p., Thèse 3ème cycle, Univ. d'Alger.
- **AIDOUD, A.**, 1989 - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro-Oranaises (Algérie). 248 p., 85 fig., 45 tabl. Thèse Doct. Sci., Univ. des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger.
- **AIDOUD, A.**, 1993 - Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'alfa *(Stipa tenacissima)*, 16 p., 6 fig., Séminaire international sur la désertification et l'utilisation du sol dans le Bassin Méditerranéen. Alméria, Consej. Sup. de Invest. Cient. *Paralelo 37°*, 16 : 33-42.
- **AIDOUD, A. & AIDOUD-LOUNIS, F.**, 1995 - Désertification et dégradation des terres dans le Bassin Méditerranéen et le Sahel. 35 p., *Medias*, Toulouse.
- **AIDOUD, A., AIDOUD, F., BOUZENOUNE, A.**, 1981 - *Carte de l'occupation des terres de l'Algérie* 1/200.000, feuille d'El Kreider, CRBT, Alger.
- **AIDOUD, A., BOUZENOUNE, A., NEDJRAOUI, D. & MEDIOUNI, K.**, 1980- Carte de l'occupation des terres de l'Algérie 1/200.000, feuille de Mecheria, CRBT, Alger.
- **AIDOUD, A., BOUZENOUNE, A., NEDJRAOUI, D. & MEDIOUNI, K.**, 1981 - Carte pastorale de l'Algérie au 1/200.000, feuille d'El Kreider, CRBT, Alger.
- **AIDOUD, A., NEDJRAOUI, D.**, 1981 - Evaluation des ressources pastorales dans les Hautes Plaines steppiques du Sud-Oranais : productivité et valeur pastorale des parcours. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 70 : 25-36.
- **AIDOUD, A., NEDJRAOUI, D., TOUFFET, J.**, 1982 - Biomasse végétale et minéralomasse dans un faciès à *Armoise blanche* du Sud-Oranais. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, 69 : 47-58.
- **AIDOUD-LOUNIS, F.**, 1984 - Contribution à l'étude des groupements à sparte *(Lygeum spartum)* des Hauts-Plateaux Sud-Oranais ; étude phytoécologique et syntaxonomique. 253 p. mult. & Ann. Thèse 3ème cycle, Univ. Sces & Technol. H. Boumediène, Alger.
- **AKMAN, Y. & DAGET, Ph.**, 1971 - Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Bull. Soc. Langued. de Géographie*, 5,3 : 269-300.
- **ALCARAZ, C.**, 1969 - Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais. 183 p., 24 tabl., 9 cartes, 6 fig., Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Montpellier.
- **ALCARAZ, C.**, 1969 - Principaux types de successions géographiques concernant le pin d'Alep et ses principales espèces-climax concurrentes dans le Tell oranais. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 60 : 103-115.
- **ALCARAZ, C.**, 1970 - Détermination de la limite de l'influence de la brise, son action sur la répartition de la végétation oranaise. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 61 : 87-93.
- **ALCARAZ, C.**, 1976 - *Recherches géobotaniques sur la végétation* de l'ouest algérien. I : Historique de nos connaissances sur la végétation en Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 67 (1 & 2) : 19-36.
- **ALCARAZ, C.**, 1979 - La callitraie sur sol calcaire en sous-étage semi-aride supérieur en Oranie (Ouest algérien). Candollea, 34 (2) : 247-271.
- **ALCARAZ, C.**, 1982 - La végétation de l'ouest algérien. 415 p., 1 carte coul. 1/500 000, 14 tabl. h.t., 11 fig. h.t., Thèse Doct. Sci., Univ. Perpignan.
- **AL EISAWI, D.M.**, 1982 - List of Jordan Vascular Plants, *Mitt. Bot. München* 18 : 79-182.
- **AL HAKIM, W.**, 1986 - Enumeratio Plantarum Syriae, *Natur Monsp. Bot.* 51, 83 p.
- **ARAMBOURG, C.**, 1949 - Les gisements de vertébrés villafranchiens de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 5ème sér., XIX : 195-203.
- **ARAMBOURG, C.**, 1952 - *La paléontologie des vertébrés en* Afrique du Nord française. XIX Congr. Géol. Internat., Monogr. Rég.h.s., 63 p., Alger.
- **ARAMBOURG, C., ARENES, J. & DEPAPE, G.**, 1952 - Sur deux flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord. *C.R. Acad. Sci.*, CCXXXIV : 128-130.
- **ARAMBOURG, C., ARENES, J. & DEPAPE, G.**, 1953 - Contribution à l'étude des flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord. *Arch. Mus. Hist. Nat. de Paris*, 7ème série, II, XXVII: 85 p., 5 fig., 6 pl. phot. h.t.
- **ARAMBOURG, C. & COQUE, R.**, 1958 - Le gisement villafranchien de l'Aïn Brimba et sa faune. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 6ème sér., VIII : 607-614.

• **ARNOLD Th & DE WET, B.C.**, 1993 - Plants of Southern Africa: Names and Distribution. National Botanic Institute, Pretoria. 825 p.

• **AUGUSTIN-BERNARD et LACROIX, N.**, 1906 - L'évolution du nomadisme en Algérie. 342 p., 1 carte Challamel, Paris, Jourdan, Alger.

• **AULAGNIER, S.**, 1991 - Zoogéographie des mammmifères du Maroc : de l'analyse spécifique à la typologie de peuplement à l'échelle régionale, Thèse Doct. Sces, USTL Montpellier. 235 p.

• **AULAGNIER, S. & THEVENOT, M.**, 1986 - Catalogue des mammifères du Maroc. *Trav. Inst. Sci., Sér. Zoologie*, n° 41, 163 p., Rabat.

• **BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H.**, 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 193-239.

• **BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H.**, 1957 - Climats biologiques et leur classification, *Ann. Géogr.*, 355, LXVI, 193-220.

• **BAGNOULS, F. & LEGRIS, P.**, 1970 - La notion d'aridité en Afrique du Nord et au Sahara. 12 p., 4 pl., 1 carte. *Trav. Lab. Forest., Fac. Sci. Toulouse*, sér. I, V, III.

• **BALOUT, L.**, 1955 - Préhistoire de l'Afrique du Nord. 544 p. Arts et Métiers Graphiques, édit., Paris.

• **BARABAN, L.**, 1887 - A travers la Tunisie. Etude sur les oasis, les dunes, les forêts, la flore et la géologie. Rothschild, édit., Paris, 227 p.

• **BARKAT, O.**, 1986 - Population Structure, Dynamics and Regeneration of *Artemisia herba alba* Asso, A thesis submitted to the faculty of the Institut Agronomique et Vétérinaire hassan II, Dept. d'écologie végétale, Rabat. 164 p.

• **BARRY, J.P., CELLES, J.C. & MANIERE, R.**, 1972, 1976, 1981 - Le problème des divisions bioclimatiques au Sahara algérien. *Natur. Monspel.*, 23-24 : 5-48 ; 26 : 211-241 ; 44 : 1-48.

• **BARRY, J.P., FAUREL, L. *et al.***, 1968 - Carte de la végétation de l'Algérie au 1/500.000. Feuille de Ghardaia. Impr. EMCO, Marseille ; Fac. Sc. Univ. de Nice.

• **BARRY, J.P. & FAUREL, L.**, 1973 - Notice de la carte de la végétation de l'Algérie au 1/500.000, feuille de Ghardaia. Mém. *Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 11, 125 p., 8 tabl.h.t., Alger.

• **BARRY, J.P. & RISER, J.**, 1988 - Relations entre les bioclimats et la distribution de la végétation au centre et au Nord-Ouest du Sahara in F. Di Castri, Ch. Floret, S. Rambal & J. Roy edits : Time scale and water stress, Proceedings Confer. Medecos V, pp. 13-25, Intern. Un. of Biol. Sces., Paris.

• **BARTOLO, G., BRULLO, S., GULIELMO, A. & SCALIA, C.**, 1977 - Considerazioni fitogeografiche sugli andemismi delle Cirenaica Settentrionale. *Archiv. Botan. & Biogeogr. Ital.*, 53 (3/4) : 131-154.

• **BATTANDIER, J.A. & TRABUT, L.**, 1868-1895 - Flore de l'Algérie. 3 vols., 1.100 p., Alger.

• **BATTANDIER, J.A. & TRABUT, L.**, 1902 - Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. 460 p. Giralt, Alger.

• **BAUMER, M.**, 1963 - Les pâturages et l'élevage sur les Hauts-Plateaux algériens. 94 p. Rapp. EPTA n° 1278, FAO, Rome.

• **BAUMER, M.**, 1965 - Elaboration d'une politique pastorale algérienne. 44 p. Rapp. EPTA n° 2104, FAO, Rome.

• **BECHET, G., NEDJRAOUI, D.**, 1982 - Valeur énergétique des principales espèces des hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saida. *Biocénose*, 1 : 81-94.

• **BECKER, M.**, 1979 - Indices lumineux combinant pente et exposition. *Bull. Ecol.*, 10 (2) : 125-137.

• **BECKER, M. & GEREMIA, F.**, 1984 - Indices climatiques lumineux selon la pente et l'exposition pour les latitudes 40° à 50°. *Bull. Ecol.*, 15 (4) : 239-252.

• **BEDRANI, S.**, 1995 - La place des zones steppiques dans la politique agricole algérienne. *Paralelo 37°*, 16 : 43-52.

• **BELLOUAM, N., BERAUD-FAVEDE, F. & CLAUDIN, J.**, 1973 - Etude écologique du synclinal d'El Bayadh (Algérie). 22 p., 3 cartes, DEMRH, Alger.

• **BELLOUAM, N., BERAUD-FAVEDE, F. & CLAUDIN, J.**, 1975 - Etudes écologiques de la ZDIP d'El Biod, région de Méchéria (Algérie). 1 vol.multigr., 4 cartes, DEMRH, Alger.

• **BELLOUAM, N., BERAUD-FAVEDE, F. & CLAUDIN, J.**, 1975 - Zone de développement intégré pastoral. Etude géomorphologique, pédologique, phytoécologique et aptitudes du milieu à la mise en valeur. 73 p. multigr., cartes, SEH/DEMRH, Alger.

• **BENDALI, F.**, 1987 - Dynamique de la végétation et mobilité du sable en Jeffara tunisienne. 248 p.multigr., Thèse Doct. Univ. Sces & Techn. du Languedoc, CEFE, Montpellier.

• **BENDALI, F., FLORET, Ch., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1989- The dynamics of vegetation and sand mobility in arid regions of Tunisia. *J. Arid Environ.*, 18 (1) : 21-32.

• **BEN NAOUM, A.**, 1975 - Etude socioéconomique sur le pastoralisme (Daîrat d'El Bayadh et de Méchéria). Rapport préliminaire : les problèmes généraux du pastoralisme. 124 p.multigr., AARDES/SEP, Alger.

• **BERAUD-FAVEDE, F., CLAUDIN, J. & POUGET, M.**, 1975 - Etude écologique de la ZDIP des Arbaouets, région d'El Abiod Sidi Cheikh (Algérie). 1 vol.multigr., 4 cartes, DEMRH, Alger.

• **BERGER, A.L.**, 1978 - Long term variation of caloric insolation resulting from the earth's orbital elements. *Quat. Res.*, Seattle, 9 : 139-167.

• **BERNARD, F.**, 1953 - Origine et répartition des animaux sahariens. *Bull. Liaison Saharienne*, 14 : 6-14

• **BERNARD, F.**, 1954 - Rôle des insectes sociaux dans les terrains du Sahara. *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, 12 (1) : 29-39.

• **BERNARD, J.**, 1969 - Les mammifères de Tunisie et des régions voisines. I. Les Rongeurs. *Bull. Fac. Agron. Tunis*, 10 (24-25) : 37-172.

• **BERNARD, J.**, 1970 - Clef de détermination des rongeurs de Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 3 : 265-307.

• **BEUCHER, F.**, 1971 - Etude palynologique des formations néogènes et quaternaires au Sahara nord-occidental. 796 p., Thèse Doct. Univ. de Paris.

• **BIBERSON, P.**, 1961 - Le cadre paléogéographique de la préhistoire du Maroc atlantique. 235 p., 18 fig., 58 pl., Publ. Serv. des Antiqu. du Maroc, Rabat.

• **BIROUK, A., LEWALLE, J. & TAZI, M.**, 1991 - Le patrimoine végétal des provinces sahariennes du Maroc. 75 p. Documents Scientifiques et Techniques, Actes Editions, Institut Agronomique et Vétérinaire, Hassan II, Rabat.

• **BLANC, Ch.P.**, 1978 - Notes sur les reptiles de Tunisie : I - Contribution à l'étude des genres *Ophisops* Mén., 1832 et *Psammodromus* Fitz., 1926 (Reptilia, Lacertidae), *Bull. Soc. Zool. de France*, 103 (2) : 143-154.

• **BLANC, Ch.P.**, 1978 - Notes sur les reptiles de Tunisie : III - Distribution et perspectives de protection des tortues terrestres et dulçaquicoles, *Arch. Inst. Pasteur de Tunis*, LV (1-2) : 51-66.

• **BLANC, Ch.P.**, 1979 - Notes sur les reptiles de Tunisie : IV - Différences morphologiques et écologiques entre les représentants des genres *Tropicolotes*, Peters, 1880 et *Stenodactylus* Fitzinger, 1826, *Arch. de l'Inst. Pasteur de Tunis*, 56 (1-2) : 67-80.

• **BLANC, Ch.P.**, 1980 - Studies on the *Acanthodactylus* of Tunisia: IV - Geographic Distribution and Habitats, *J. of Herpetology*, 14 (4) : 391-398.

• **BLANC, Ch.P.**, 1980 - Notes sur les reptiles de Tunisie : IV - Observations sur la morphologie et les biotopes des *Messalina*, (Reptila : Lacertidae), *Cptes Rend. Soc. Biogéogr.*, 491 : 53-61.

• **BLANC, Ch.P. et SNANE, M.H.**, 1980 - Les reptiles de la région de Bou Hedma, *Bull. Soc. Sc. Nat. de Tunisie*, 80 : 13-17.

• **BLANC, Ch.P. et INEICH, I.**, 1985 - Etudes sur les *Acanthodactyles* de Tunisie : VII - Les *Acanthodactyles* de l'Extrême-Sud tunisien, *Amphibia-Reptilia*, 6 : 45-52.

• **BLANC, Ch.P.**, 1986 - Le peuplement en reptiles de l'Axtrême-Sud tunisien, *Amphibia-Reptilia*, 7 : 385-392.

• **BLANC, Ch.P. et NOUIRA, S.**, 1987 - Etudes sur les *Acanthodactyles* de Tunisie : VIII - Les *Acanthodactyles* méridionaux, au Sud du Chott El Djerid, *Arch. Inst. Pasteur de Tunis*, 64 : 89-100.

• **BLANC, E.**, 1889 - La forêt de gommiers du Bled Thala, *Rev. des Eaux et Forêts*, 2ème Sér., (3) : 49-59.

• **BLANEY, H.F. & CRIDDLE, W.D.**, 1962 - Determining consumptive use and irrigation water requirements. 59 p. Techn. Bull. n° 1275, Agric. Res. Serv., USDA, Washington, D.C.

• **BOCQUET, G.**, 1980 - La différenciation des taxa méditerranéens et la crise de salinité du Miocène. In A. Pons et P. Quézel, La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne, Cptes rend. colloque Fondation L. Emberger, Montpellier, 9-20 avril 1980. pp. 2/1-26.

• **BOISSIER, E.**, 1867-1888 - Flora Orientalis. 8 vols., Genève.

• **BONNET, E. & BARATTE, G.**, 1896 - Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie. 519 p., Impr. Nat., Paris.

• **BONS, J.**, 1959 - Les Lacertiliens du Maroc. 130 p., IX pl. phot., 4 cartes h.t., *Trav. Inst. Sci. Chérif., Série Zoologie* n° 18, Rabat.

• **BONS, J.**, 1967 - Recherches sur la biogéographie et la biologie des amphibiens et des reptiles du Maroc. Thèse USTL, Montpellier, 321 p. + vol. fig.

• **BORTOLI, L., GOUNOT, M. & JACQUINET, J.C.**, 1969 - Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. de la Rech. Agron. de Tunisie*, 42, 1 : 1-235.

• **BOUDY, P.**, 1950 - Economie forestière Nord-Africaine, Tome II, Fascicule II, Monographies et traitements des essences forestières pp. 529-878 (monographie et traitement de l'alfa, pp. 777-818). Editions Larose, Paris.

• **BOUKHOBZA, M.**, 1982 - L'agropastoralisme traditionnel en Algérie. De l'ordre tribal au désordre colonial. 458 p., Off. Publ. Univ., Alger.

• **BOULOS, L.**, 1975 - The mediterranean element in the floras of Egypt and Libya. Colloque n°235 du CNRS : La flore du Bassin Méditerranéen : essai de systématique synthétique, pp.119-124, CNRS, Paris.

• **BOULOS, L.**, 1977 - A check list of the Libyan flora, 1. Introduction and Adiantaceae-Orchidaceae. Publ. from the Cairo Univ. Herbarium, 7-8 : 115-141.

• **BOULOS, L.**, 1979 - A check list of the Libyan flora, 2. Salicaceae-Neuradaceae. *Candollea*, 34 : 21-48.

• **BOULOS, L. & GIBALI, M.**, 1991 - List of Rare, Vulnerable and Endemic Species of Vascular Plants of the Sinaï Peninsula. Dept of Botany & Microbiology, Kuwait University & National Research Centre, Dokki, Cairo. 16 p.

• **BOULOS, L. & JEFFREY, C.**, 1979 - A check list of the Libyan flora: 3 *Compositae Candollea*, 34 : 307-332.

• **BOURAHLA, A. & GUITTONNEAU, G.G.**, 1978 - Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bull. Inst. Ecol. Appl.*, 1 : 19-40.

• **BOURBOUZE, A.**, 1982 - L'élevage dans la montagne marocaine. Inst. Nat. Agron. & Vétér. Hassan II et INA, Paris-Grignon. 385 p.

• **BOURBOUZE, A.**, 1986 - Adaptation à différents milieux des systèmes de production des paysans du Haut-Atlas. *Techniques et Cultures*, 7 : 59-94.

• **BOURBOUZE, A.**, 1990 - Nouvelle gestion des ressources alimentaires au Maghreb et transformation des modèles de développement. 11 p., Actes 4ème Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, INRA, Toulouse.

• **BOUTONNET, J.P.**, 1989 - Spéculation ovine en Algérie. Un produit-clé de la céréaliculture. 3 vol. 54 p. (texte), 52 p. (tabl.) & 29 p. (fig.). Série Notes et Documents n° 10, Economie et Sociologie Rurales, ENSAM/INRA, Montpellier.

• **BROWN, L.H. & COCHEMÉ, J.**, 1969 - A Study of the Agroclimatology of the Highlands of Eastern Africa. FAO/UNESCO Interagency Project on Biometeorology, Technical Report, FAO, Rome. 330 p.

• **BRUN, A.**, 1979 - Recherches palynologiques sur les sédiments du Golfe de Gabès. Résultats préliminaires. Géologie Méditerranéenne : *"La Mer Pélagienne"*, 1 : 247-264.

• **BRUN, A.**, 1983 - Etudes palynologiques des sédiments marins Holocènes de 5000 B.P. à l'actuel dans le Golfe de Gabès (Mer Pélagienne). *Pollen & Spores*, 25 : 437-460.

• **BRUN, A.**, 1985 - Apport de la palynologie à l'histoire du peuplement en Tunisie. C.R. Colloque sur la Palynologie Archéologique. Monographie Technique n° 17, pp. 213-226, Centre de Recherche Archéologique, CNRS, Paris.

• **BRUN, A.**, 1987 - Etudes palynologique des limons organiques du site de l'Oued el Akarit (Sud Tunisien). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 1987-1 : 19-25.

• **BRUN, A.**, 1989 - Microflores et paléovégétations en Afrique du Nord depuis 30 000 ans. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 8 (1) : 25-33.

• **BRUN, A. & ROUVILLOIS-BRIGOL, M.**, 1985 - Apport de la palynologie à l'histoire du peuplement en Tunisie. C.R. du Colloque sur la Palynologie Archéologique. Monographie technique n° 17. pp. 213-226. Centre de Recherches Archéologiques, Paris, CNRS.

• **BUDYKO, M.I.**, 1958 - The Heat Balance of the Earth's Surface. Transl. NAA Stepanova, US Dept of Commerce, Washington DC. 259 p.

• **BUDYKO, M.I.**, 1974 - Climate and Life. Academic Press, N-Y. 608 p.

• **BUROLLET, P.A.**, 1927 - Le Sahel de Sousse. Monographie phytogéographique. *Ann. Serv. Bot. & Agron. de Tun.*, 4, 2 : 1-270.

• **CAEES**, 1961 - Perspectives d'amélioration des productions fourragères et animales, 2 : vol. 1 : Productions fourragères et parcours, 165 p., 3 cartes coul. ; vol. 2 : Productions animales, 199 p. Off. Publ. Univ., Alger (Réédit. 1978).

• **CALVET, C.**, 1966 - Le quotient pluviothermique de L. Emberger et l'évaporation. *C.R. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 46 : 1-18

• **CALVET, C.**, 1971 - Le quotient pluviothermique d'Emberger et l'évaporation. *La Météorologie* : 53-57

• **CALVET, C.**, 1982 - Une diagnose de la végétation méditerranéenne basée sur le critère d'évapotranspiration. *Ecologia Mediterranea*, VIII (1-2) : 49-59.

• **CAMPS, G.**, 1974 - Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara. 373 p., Doin, édit., Paris.

• **CAPOT-REY, R.**, 1952 - Les limites du Sahara français. *Trav. Inst. Rech. Sah.*, 8 : 23-48.

• **CAPOT-REY, R.**, 1953 - Le Sahara français. 564 p. PUF, Paris.

• **CAPOULADE-MIMEUR, G.**, 1953 - Essai sur le mécanisme du peuplement végétal steppique. *Rev. Intern. Bot. Appl. & Bot. Trop.*, 373-374 : 148-149.

• **CASSELTON, P.J.**, 1984 - Breeding birds. in : J.L. Cloudsley-Thompson (edit.), The sahara. pp. 229-240. Key environments, Pergamon Press, London.

• **CELLES, J.C.**, 1975 - Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). 364 p., Thèse Doct. Sces d'Etat, Univ. de Nice.

• **CELLES, J.C. & MANIERE, R.**, 1980 - Remarques sur la distribution en Afrique nord-occidentale de *Acacia seyal* Delile et d'*Acacia ehrenbergiana* Hayne. *Candollea*, 35 : 183-200.

• **CHAUDARY, S.A.**, 1989 - Grasses of Saudi Arabia. Natl. Herbarium, Ministr. of Agric. and Water, Riyad. 465 p.

• **CHAUDARY, S.A. & COPE, T.A.**, 1983 - A Checklist of Grasses of Saudi Arabia (Studies in Flora of Arabia, VI). *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 1,2 : 313-353.

• **CHAUMONT, M. & PAQUIN, C.**, 1971 - Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000, notice 24 p. Public. Spéc. du *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord.*

• **CHOUBERT, G., JOLY, F., GIGOUT, M., MARÇAIS, J., MARGAT, J. & RAYNAL, R.**, 1956 - Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. *C.R. Acad. Sci., Paris*, CCXLIII : 504-506.

• **CHRIST, H.**, 1892 - Exposé sur le rôle que joue dans le domaine de nos flores la flore dite "ancienne africaine". *Arch. Sc. Phys. & Nat., Genève*, 3, XXVIII : 1-48 et 369-374.

• **CHRISTIAN, C.S. & STEWART, G.A.**, 1964 - Methodology of integrated surveys. in : "Exploration aérienne et études intégrées". Actes du Coll., Toulouse, Série : Recherches sur les Ressources Naturelles, 6 : 233-280, UNESCO, Paris.

• **CIRAD**, 1985 - Eléments de diagnostic sur l'agriculture du sud tunisien. 239 p., DSA/CIRAD, Montpellier.

• **CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L.**, 1984 a - Arachnids. in J.L. Cloudsley-Thompson, edit.: Sahara Desert, pp.175-204, Pergamon Press, London.

• **CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L.**, edit., 1984 b - Sahara Desert. 348 p., Key Environments, Pergamon Press, Publ., London.

• **COLLENETTE, S.**, 1985 - An illustrated guide to the flowers of Saudi Arabia. 514 p., approx. 1910 col. phot., Scorpion, publ., London.

• **CONRAD, G.**, 1969 - L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien (Saoura, Erg Chech-Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). 527 p., CNRS, édit., Paris.

• **COPE, T., COLLENETTE, S. & CHAUDHARY, S.**, 1989 - Checklist of Arabian grasses. 7 p.mimeo, Herbarium, Royal Botanic Garden, Edinburgh.

• **COQUE, R.**, 1962 - La Tunisie présaharienne, étude géomorphologique. 476 p., 85 fig., XXX pl.phot., IV cartes h.t., Bibl. 647. A. Colin, édit., Paris.

• **COQUILLARD, P.**, 1982 - Approche phytoécologique de l'enclave saharienne au Maroc oriental : le Tafilalet. 169 p.multigr., Thèse 3ème cycle, Fac. Sces. Univ. de Nice.

• **CORMARY, Y. & MASSON, J.**, 1964 - Etudes de conservation des eaux et du sol au centre de Recherches du Génie Rural de Tunisie. Application à un projet-type de la formule universelle de perte en sol de Wischmeier. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, II (3) : 1-26.

• **CORTI, R.**, 1942 - Flora e vegetazione del Fezzan e della regione di Gât. 505 p., 32 pl., 1 carte, Firenze.

• **COUR, P. & DUZER, D.**, 1976 - Persistance d'un climat hyperaride au Sahara central et méridional au cours de l'Holocène. *Rev. Géogr. Phys. & Géol. Dyn.*, XVIII, 2-3 : 175-198.

• **CRBT**, 1978 - Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. 256 p.multigr., cartes, annexes, Fac. Sci., Alger.

• **CUENOD, A., POTTIER-ALAPETITE, G. & LABBE, A.**, 1954 - Flore analytique et synoptique de la Tunisie. I. Cryptogames vasculaires, Gymnospermes et Monocotylédones. 287 p., SEFAN, Tunis.

• **DAGET, Ph.**, 1971 - Le quotient pluviothermique d'Emberger et l'évaporation globale. *Bull. Rech. Inst. Agron. de Gembloux*, n° H.S., 31 : 321-338.

• **DAMAGNEZ, J., RIOU, Ch., DE VILLELE, O., EL AMAMI, S.**, 1963 - Problèmes d'évapotranspiration potentielle en Tunisie, *Ann. Agron.*, 14 (4) : 543-558.

• **DANCETTE, C.**, 1976 - Mesures d'évapotranspiration potentielle et d'évaporation d'une nappe d'eau libre au Sénégal. *L'Agronomie Tropicale*, 31 : 321-338.

• **DANIN, A.**, 1972 - Mediterranean elements in rocks of the Negev and Sinaï deserts. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh*, 31 : 437-440.

• **DANIN, A.**, 1978 - Plant species diversity and ecological districts of the Sinaï desert. *Vegetatio*, 36, 2 : 83-93.

• **DANIN, A.**, 1983 - Desert vegetation of Israel and Sinaï. 148 p. 150 fig., Cana Publ. House, Jérusalem.

• **DANIN, A.**, 1986 a - Flora and vegetation of Sinaï. *Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, 89b : 159-168.

• **DANIN, A.**, 1986 b - Patterns of biogenic weathering as indicators of paleoclimates in Israel. *Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, 89b : 243-253.

• **DANIN, A.**, 1988 - *Flora and Vegetation of Israel and Adjacent Areas.* In: Y.Yom-Tov & E. Tcherkov, eds : The Zoogeography of Israel, Junk, Publ., The Hague. pp. 129-158.

• **DANIN, A. & ORSHAN, G.**, 1970 - Distribution of indigenous trees in the Northern and Central Negev Highlands. *La-Yaaran*, 20 : 115-120.

• **DANIN, A., ORSHAN, G. & ZOHARY, M.**, 1975 - The vegetation of the northern Negev Highlands and the Judean Desert of Israel. *Isr. J. of Botany*, 24 : 118-172.

• **DANIN, A. & PLITMAN, U.**, 1987 - *Revision of the plant geographical territories of Israel and Sinaï. Pl. Syst. and Evol.*, 156 : 43-53.

• **DANIN, A., SHMIDA, A. & LISTON, A.**, 1985 - Contribution to the flora of Sinaï, III. Checklist of the species collected and recorded by the Jerusalem team. *Wildenowi*a, 15 : 253-322.

• **DAVIS, Ph.**, 1985 - Flora of Turkey and the Aegean Islands, vol. 9., Univ. Press, Edinburgh. 723 p. (553-559).

• **DEBIERRE, M., PLESENT, M., LESCUYER, G. & LAVAUDEN, L.**, 1931 - Les forêts de Tunisie. 183 p., Impr. Victor Berthod, Bourg.

• **DEKEYSER, P.L. & DERIVOT, J.**, 1959 - La vie animale au Sahara. 220 p. A. Colin, Paris.

• **DELHAYE, R., LE HOUEROU, H.N. & SARSON, M.**, 1974 - Amélioration des pâturages et de l'élevage au Hodna. 115 p., AGS/DP/ALG/66/509, FAO, Rome.

• **DE MARCO, G. & DINELLI, A.**, 1974 - First contribution to the floristic knowledge of Saudi Arabia. *Ann. Bot. (Roma)* : 34 : 209-236.

• **DE MARTONNE, E.**, 1926 - L'indice d'aridité. *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, 8.

• **DE MARTONNE, E.**, 1927 - Traité de géographie physique. Vol. I : Notions générales, climat, hydrographie. 496 p., Vol. III : Biogéographie, 477 p., A. Colin, Paris.

• **DE MIRE, P.B. & GILLET, H.**, 1956 - Contribution à l'étude de la flore du Massif de l'Aïr. *J. d'Agr. Trop. & de Bot. Appl.*, 3 : 221-247, 422-443, 701-760, 857-858.

• **DESPOIS, J.**, 1935 - Le Djebel Nefousa. 349 p., Larose, Paris.

• **DESPOIS, J.**, 1940 - La Tunisie orientale : Sahel et basses steppes, 2ème édit., 1955, 550 p., PUF, Paris.

• **DESPOIS, J.**, 1953 - Le Hodna. 409 p., PUF, Paris.

• **DESPOIS, J.**, 1957 - Le Djebel Amour. 129 p., 9 fig., XVIII pl., 3 cartes h.t., PUF, Paris.

• **DESPOIS, J. & RAYNAL, R.**, 1967 - Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest. 570 p., Payot, Paris.

• **DE VILLELE, O.**, 1965 - Cinq années d'expérimentation sur les besoins en eau des cultures, *Doc. Tech.* n° 11, Inst. Nat. de la Rech. Agron. de Tunisie. 54 p.

• **DIELS, L.**, 1918 - Pflanzengeographie. ed. 2, 166 p., 1 map., J. Göschen, Berlin & Lepzig.

• **DJEBAILI, S.**, 1984 - Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. 177 p. + annexes. Office Publ. Univ., Alger.

• **DJEBAILI, S., ACHOUR, H., AIDOUD, F. & KHELIFI, H.**, 1982 - Groupes écologiques édaphiques dans les formations steppiques du Sud-Oranais. *Biocénose*, 1 : 8-59.

• **DJELLOULI, Y.**, 1981 - Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux Sud-Oranais (Wilaya de Saïda). Comportement des espèces vis-à-vis des éléments du climat. 178 p. + annexes. Thèse 3ème cycle, Univ. d'Alger.

• **DJELLOULI, Y. & DJEBAILI, S.**, 1984 - Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride : cas de la Wilaya de Saïda. *Bull. Soc. Bot. Fr., 131, Actual. Bot.* (2/3/4) : 249-264.

• **DOBIGNARD, A.**, 1989 - Nouvelles observations sur la flore du Maroc. *Saussurea*, 19 : 85-120.

• **DONADIEU, P.**, 1977 - Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique du Maroc. 155 p.multigr., Inst. Agron. & Vétér. Hassan II, Rabat.

• **DONADIEU, P.**, 1985 - Géographie et écologie des végétations pastorales méditerranéennes. 342 p. multigr. Ec. Nat. Paysage, Versailles, et Inst. Agron. Médit., Montpellier.

• **DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O.**, 1979 - Besoins en eau des cultures. Collection Irrigation et Drainage, Rapport n° 24, FAO, Rome. 179 p.

• **DORST, J. & DANDELOT, P.**, 1970 - Guide de terrain des grands mammifères d'Afrique. 286 p. Delachaux & Niestlé, Neuchatel.

• **DRUDE, O.**, 1897 - Manuel de géographie botanique (traduit par G. Poirault), 552 p., 4 cartes, Klincksieck, Paris.

• **DUBIEF, J.**, 1951 - Alizés, harmattan et vents étésiens. *Travx Inst. Rech. Sahar.*, VII : 187-189.

• **DUBIEF, J.**, 1953 - Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. 457 p., 3 cartes h.t., Publ. Gouv. Génér. de l'Algérie, Dir. col. Hydraul., SES, Alger.

• **DUBIEF, J.**, 1959-1963 - Le climat du Sahara. vol.I, 1959, 312 p. ; vol.II, 1963, 275 p., 1 carte h.t. Mém. Inst. Rech. Sahar., Univ. d'Alger.

• **DUBIEF, J.**, 1968 - Essai sur la détermination des limites climatiques du Sahara et sur les subdivisions climatiques du Sahara., Progr. Biol. Internat. Colloque Hammamet sur la Conserv. de la Nat. en zone Aride de la Méditerr. Occidentale. 9 p.

• **DUBIEF, J.**, 1971 - Die Sahara, eine KlimaWüste. in H. Schiffers, edit. : Die Sahara und ihre Randgebeite. Band I, Physiogeographie, Weltforum Verlag, München. pp. 226-348.

• **DUBOST, D.**, 1992 - Aridité, agriculture et développement, le cas des oasis algériennes, *Sécheresse*, 3 (2) : 85-96.

• **DUBOST, G. et DUBOST, D.**, 1983 - Méthode pratique pour le calcul de l'évapotranspiration au Sahara algérien, *Bull. Agr. Sahar.*, 5 : 11-142.

• **DUBUIS, A., FAUREL, L. & SIMONNEAU, P.**, 1960 - Note sur la flore et la végétation de la partie orientale de la Seguiet-el-Hamra (Sahara espagnol). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 51 : 115-135, 1 carte.

• **DUBUIS, A. & SIMONNEAU, P.**, 1954 - Contribution à l'étude de la végétation de la région d'Aïn Skrouna. 122 p., 15 fig., 1 carte h.t., 2 tabl. h.t., Serv. Et. Scient., Gouv. Génér. de l'Algérie, Alger.

• **DURAND, E. & BARRATTE, G.**, 1910 - Florae Libycae Prodromus. Romet, Genève. 330 p., 20 pl.

• **EIG, A.**, 1931-1932 - Les éléments et les groupes phytogéographiques auxilliaires dans la flore palestinienne. Feddes Repert., Beihefte, Band LXIII, 1, 1931 : Texte pp. 1-201, phot., tabl., cartes, 2 ; 1932 : Tableaux synoptiques, 120 pp.

• **EL ABOUDI, A.**, 1990 - Typologie des arganeraies inframéditerranéennes et écophysiologie de l'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) dans le Sous (Maroc). 133 p., 37 fig., XXVIII tabl., 1 carte coul. Thèse Doct. de Biologie, Univ. Joseph Fourier, Grenoble.

• **ELIAS CASTILLO, F. & GIMENEZ ORTIZ, R.**, 1965 - Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España, 4 mapas color., Inst. Nac. Invest. Agron., Mapa Agronomico Nacional, Direc. Gener. Agric., Madrid. 295 p.

• **EMBERGER, L.**, 1930 a - Sur une formule applicable en géographie botanique. *C.R. Acad. Sci.*, 191 : 389-390.

• **EMBERGER, L.**, 1930 b - La végétation de la région méditerranéenne : essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Génér. Bot.*, 42 : 641-662, 705-721.

• **EMBERGER, L.**, 1938 - La définition phytogéographique du climat désertique. *Mém. Soc. Biogéogr.*, 6 : 9-14.

• **EMBERGER, L.**, 1939 - Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Mém. h.s., Soc. Sci. Nat. Maroc* : 40-157 (Veröff Geobot., Inst. Rübel, Zurich), 1 carte coul. 1/1.500.000ème.

• **EMBERGER, L.**, 1955 - Une classification biogéographique des climats. *Natur. Monsp.*, sér. Bot., 7 : 3-42.

• **EMBERGER, L.**, 1971 a - Travaux de botanique et d'écologie. Livre jubilaire. 520 p., Masson, Paris.

• **EMBERGER, L.**, 1971 b - Travaux de botanique et d'écologie. Volume jubilaire : Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques et phytogéographiques-écologiques. pp. 291-301, Masson, Paris.

• **EMBERGER, L., GAUSSEN, H., KASSAS, M. & DE PHILIPPIS, A.**, 1963 - Carte bioclimatique de la région méditérranéenne. 60 p., 1 carte coul. 1/5 000 000, 2 feuilles, FAO, Rome & UNESCO, Paris.

• **EMBERGER, L., GAUSSEN, H., KASSAS, M. & DE PHILIPPIS, A., LALANDE, P., BAGNOULS, P. *et al.***, 1969 - Carte de la végétation méditerranéenne. 90 p., 1 carte coul. 1/5 000 000, 2 feuilles, FAO, Rome & UNESCO, Paris.

• **ENGLER, A.**, 1899 - Die Entwicklung der Pflanzengeographie in den lezztenhundert Jahren., 247 p., Ges. Erdkunde, W.H. Kuhl, Berlin.

• **ETCHECOPAR, R.D. & HUE, F.**, 1964 - Les oiseaux de l'Afrique du Nord. 606 p. Boubée, édit., Paris.

• **FAO**, 1984 - Données agrométéorologiques, Afrique. 2 Vol. Production et Protection des Plantes. Rapport n° 22, Rome.

• **FARUQI, S.A.**, 1980 - Studies on Libyan grasses, VI: An annoted catalogue and key to species. *Willdenowia*, 10 : 171-225.

• **FEINBRUN-DOTHAN, N., DANIN, A. et PLITMAN, U.**, 1991 - Analytical Flora of Eretz-Israel, Cana Publ., Jerusalem. 1040 p.

• **FENNANE, M.**, 1982 - Analyse phytogéographique et phytoécologique des tétraclinaies marocaines. 146 p. multigr., XVI tabl., 12 fig., Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Techn. St Jérôme, Marseille.

• **FENNANE, M.**, 1987 - Etude phytoécologique des tétraclinaies marocaines. 147 p., XX tabl. h.t., 9 tabl., 9 fig. Thèse Doct. Sci., Fac. Sci Techn. St Jérôme, Marseille.

• **FLORET, Ch.**, 1981 - The effects of protection on steppic vegetation in the mediterranean arid zone of southern Tunisia. *Vegetatio*, 46 : 117-129.

• **FLORET, Ch., KHATTALI, H., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1989- Le risque de désertisation en Tunisie présaharienne. Sa limitation par l'aménagement pastoral. in : Le risque en agriculture, pp. 291-307, ORSTOM, Paris.

• **FLORET, Ch. & LE FLOC'H, E.**, 1975 - L'évaluation de la production des parcours et de la sensibilité de la végétation naturelle, élément de l'aménagement rationnel des zones présahariennes de la Tunisie. *Options Médit.*, 26-51-59.

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1983 a - Evolution de la désertisation en zone aride tunisienne. Changements observés dans une zone-test (Oglat-Merteba) après une période de 10 ans. Actes Séminaire Internat. sur l'érosion éolienne dans les zones prédésertiques, Jerba 22-26 nov. 1983, pp. 89-96, MAB, UNESCO, Paris.

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1983 b - Phytomasse et production en Tunisie présaharienne. *Acta Oecologica/Oecol. Plant.*, 4(18), 2 : 133-152.

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1986 - La désertisation en Tunisie présaharienne, in Désert et Montagne au Maghreb, Hommage à J. Dresch, *Rev. de l'Occid. Musulm. et de la Méditerr.* (41-42 : 291-326, Edisud, Aix-en-Provence).

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E., PONTANIER, R. & ROMANE, F.**, 1977 - Case study on desertization : Oglat Merteba region, Tunisia. 148 p., Tunisia Country Report, U.N. Desertification Conference, UNEP, Nairobi.

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E., PONTANIER, R. & ROMANE, F.**, 1978 - Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. 74 p., 1 carte 1/50 000. CEPE, Montpellier; ORSTOM, Tunis; Inst. des Rég. Arides, Médenine.

• **FLORET, Ch., LE FLOC'H, E., ROMANE, F., LEPART, J. & DAVID, P.**, 1973 - Production, sensibilité et évolution de la végétation et du milieu en Tunisie présaharienne. 45 p., CEPE/CNRS, Montpellier.

• **FLORET, Ch., LE HOUEROU, H.N. & PONTANIER, R.**, 1987/95 - Climatic hazards and development : a comparative study of arid zones North and South of the Sahara. 17 p. in : J. Aronson, F. Di Castri & J. Roy (edits.) : Time scales of biological responses to water constraints. The case of Mediterranean Biota. Proceedings of the Vth MEDECOS conference, Montpellier, 1987. Ecological studies, Springer Verlag, Heidelberg.

• **FLORET, Ch., LE HOUEROU, H.N. & PONTANIER, R.**, 1992 - Productivité primaire comparée des écosystèmes pâturés au Nord et au Sud du Sahara. 7 p. in : Environnement et développement durables dans les pays en développement. ORSTOM. Contribution Française à la Conférence de Rio de Janeiro, Min. Aff. Etrang., Paris.

• **FLORET, Ch. & PONTANIER, R.**, 1982 - L'aridité en Tunisie présaharienne. 544 p., 52 fig., 1 carte coul.h.t., 16 phot., Travx & Doc. n°150, ORSTOM, Paris.

• **FLORET, Ch. & PONTANIER, R.**, 1984 - Aridité climatique et aridité édaphique. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 131, 2/3/4 : 265-276.

• **FOURNIER, P.**, 1946 - Les quatre flores de France, Lechevalier Editeur, Paris. 1092 p.

• **FRANCLET, A. & LE HOUEROU, H.N.**, 1971 - Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord., 249 p., 27 fig., 50 phot., FO:SF/TUN II, FAO, Rome.

• **FRANKENBERG, P., LAUER, W. & SCHNUTGEN-WEBER, J.**, 1981 - Zur Ornitogeographischen Differenzierung Nordafrikas. 27 p. Akad. d. Wiss. u.d. Literatur, Mainz-Wiesbaden : Steiner.

• **FRERE, M. ET POPOV, G.F.**, 1984 - Agroclimatological data, Africa, vol. I, *Plant Production and Protection Papers* n°22, FAO, Rome. 373 p.

• **GAUQUELIN, I., JALUT, G., IGLESIAS, M., VALLE, F., FROMARD, F. et DEBOULEST, J.J.**, 1995 - Phytomass and Carbon Storage in the Steppes of *Stipa tenicissima* in the Baza Basin (Andalusia, Spain), Accepted *J. of Arid Environment.* 10 p.

• **GAUSSEN, H.**, 1954 - Géographie des plantes (2ème édit.). 224 p., 7 cartes, 2 fig., A. Colin, Paris.

• **GAUSSEN, H., BAGNOULS, F.**, 1954 - Carte des précipitations de l'Algérie (1913-1947). 4 feuilles 1/500 000. Serv. Hydraulique, Minist. Trav. Publ., Alger & Fac. Sci. Toulouse.

• **GAUSSEN, H., BAGNOULS, F. & ROUX, G.**, 1954 - Carte des précipitations du Maroc (1925-1950). 6 feuilles 1/500 000. Minist. Agric. Forêts, Trav. Publ., Educat. et Industries-Production Minière, Rabat & Fac. Sci. Toulouse. voir aussi réduction au 1/2 000 000, feuille 4a, Atlas du Maroc, Comité de géographie du Maroc, Rabat, 1958-1963.

• **GAUSSEN, H. & VERNET, A.**, 1954 - Carte des précipitations de la Tunisie (1900-1940). 2 feuilles coul. 1/500 000. Serv. Botan. et Agron., Minist. Agric., Tunis & Fac. Sci. Toulouse.

• **GAUSSEN, H. & VERNET, A.**, 1958 - Carte internationale du tapis végétal. Feuille de Tunis-Sfax 1/1 000 000. *Bull. Serv. Cartes Phytogéogr.*, Sér. A, 3 (2), 34 p., CNRS, Paris.

• **GEYMARD, Ch.**, 1975 - Influence de la topographie sur la distribution du rayonnement solaire. Calcul théorique, cartographie et application pratique pour le massif des Albères (P.O.). 63 p. multigr., 1 carte 1/50 000, DEA Ecologie, USTL, Montpellier.

• **GILLET, H.**, 1968 - Le peuplement végétal du massif de l'Ennedi (Tchad). 206 p., XXXIII pl., 1 carte h.t., Impr. Nale., Paris.

• **GODRON, M., DAGET, Ph., EMBERGER, L., LE FLOC'H, E., LONG, G., POISSONET, J., SAUVAGE, Ch. & WACQUANT, J.P.**, 1968 - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées. 292 p., 46 tabl., 42 fig., CNRS, Paris.

• **GOLDBLATT, P.**, 1978 - Analysis of the flora of southern Africa, its characteristics, relationships and origin. *Ann. Miss. Bot. Gard.*, 65 : 369-436.

• **GOUNOT, M.**, 1959 - Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann. Serv. Bot. et Agron. de Tunisie*, 31 : 1-282 (1958).

• **GOUNOT, M. & LE HOUEROU, H.N.**, 1959 - Carte bioclimatique de la Tunisie. 1 feuille 1/2 000 000. (Rééditions couleurs 1/500 000, *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 1968, 41 (1) ; et 1/1 000 000, 1988; CEPE, Montpellier.

• **GRENOT, C.C. & FRENCH, N.H.**, 1987 - Approche d'une classification écologique des zones arides (à partir d'une comparaison entre l'Afrique du Nord et l'Amérique du Nord). *C.R. Somm. Séances Soc. Biogéogr.*, 63, 1 : 2-22.

• **GREUTER, W., BURDET, H.M. & LONG, G.** éds, 1984 - Med-Checklist, vol.I, 430 p., 1984 ; vol.III, 542 p., 1986 ; vol.IV, 586 p., 1989. Optima & Cons. & Jardin Bot. de la ville de Genève.

• **GRISEBACH, A.**, 1877-1878 - La végétation du globe. 2 vol. (Trad. de Tchihatchef). I 765 p., 1 carte, 1877; II 905 p., 1878, Baillière, Paris.

• **GRUET, M.**, 1960 - Le gisement d'El Guettar et sa flore. *Libyca*, VI-VII : 79-126.

• **GUINEA, E.**, 1945 - Aspecto forestal del desierto. La vegetación leñosa y los pastos del Sahara español. 152 p., Instit. Forest. de Investig. y Exper., Madrid.

• **GUINEA, E.**, 1949 - El Sahara español. 808 p. Consej. Sup. de Investig. Cient., Instit. de Estud. Afric., Madrid.

• **GUINET, P.**, 1958 - Carte et notice détaillée de la feuille de Béni-Abbès au 1/200.000. *Bull. Carte Phytogéogr.*, Sér. A, III, 1 : 21-96.

• **GUINET, P. & SAUVAGE, C.**, 1954 - Botanique. in F. Joly *et al.*: Les Hammadas Sud-Marocaines, pp. 72-167. *Trav. Inst. Sc. Chérif.*, Sér. Gén., n°2, Rabat.

• **GUINOCHET, M.**, 1951 - Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 42 : 131-153.

• **HALTHENORTH, T., DILLER, H. & CUSIN, M.**, 1985 - Mammifères d'Afrique et de Madagascar. 397 p., 287 fig., Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.

• **HANIFI, M.**, 1982 - La régénération des populations végétales en milieux ouverts. 195 p. Thèse Magist., Univ. d'Alger.

• **HAPPOLD, D.C.D.**, 1984 - Small mammals. in J.L. Cloudsley-Thompson, edit.: Sahara Desert, pp.251-276, Pergamon Press, London.

• **HAYEK, A.**, 1926 - Allgemeine Pflanzengeographie. 409 p., Gebr. Borntraeger, Berlin.

• **HEIM de BALSAC, H.**, 1936 - Biogéographie des mammifères et des oiseaux de l'Afrique du Nord. 447 p., XV cartes, XXI pl.phot. *Bull. Biol. de la France et de la Belgique*, édit, Paris.

• **HEINZEL, H., FITTER, R. & PARSLOW, J.**, 1985 - Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. 320 p., Delachaux & Niestlé, Neuchâtel.

• **HOCHREUTINER, B.**, 1904 - Le Sud Oranais. Etude floristique et phytogéographique. *Ann. Cons. Jard. Bot., Genève*, 7-8 : 23-276.

• **HOLDRIDGE, L.R. & TOSI, J.A.**, 1967 - Life zone ecology. Revised edition. 206 p. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.

• **HSÜ, K.J., RYAN, W.B.F. and CITA, M.B.**, 1977 - History of the Mediterranean Salinity Crisis, *Nature*, 267 : 399-403.

• **HUFNAGL, E.**, 1972 - Libyan mammals. 85 p. Oleander Press, Cambridge.

• **HUGOT, H.J.**, 1974 - Le Sahara avant le désert. 343 p., Hespérides, édit., Toulouse.

• **HUNTING TECHNICAL SERVICES**, 1964 - Land and water survey of the Kordofan province of the Republic of Sudan, 349 p., 9 tab., 50 fig., FAO, Rome.

• **JAFFRI, S.M.H. & EL GADI, A.A.** (edits), 1976-1989 - Flora of Libya. Fasc. 1-150. Nat. Ac. for Sc. Res. Tripoli, Libya.

• **JAHANDIEZ, E., MAIRE, R. & EMBERGER, L.**, 1931-1941 - Catalogue des plantes du Maroc. 4 vols., 1.181 p., Le Chevallier, Paris.

• **JOLEAUD, L.**, 1935 - Gisements de vertébrés quaternaires du Sahara. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 26 : 23-39.

• **KEITH, H.G.**, 1965 - A preliminary checklist of the Libyan flora. 2 vols., 1.078 p. Dept. of Forestry, Min. of Agric., Tripoli, Libya.

• **KHATTELI, H.**, 1983 - Contribution à l'étude de l'érosion éolienne dans la Jeffara Tunisienne. 48 p. multigr. Bull. Techn. n°3, Inst. Rég. Arides, Médenine, Tunisie.

• **KILIAN, C.**, 1925 - Au Hoggar. Mission 1922. 190 p. Soc. Edit. Géogr. Marit. et Colon., Paris.

• **KILIAN, C.**, 1930 - Un élément de décision pour la controverse relative à la mer saharienne plio-pléistocène. *C.R. Ac. Sces Paris*, CXCI : 1137-1138.

• **KILIAN, C.**, 1934 - Une variation de climat dans la période historique. Le dessèchement progressif du Sahara depuis l'époque précaméline et des Garamantes. *C.R. Somm. Soc. Géolo. de Fr.*, 9 : 110-111.

• **KILLIAN, Ch.**, 1949 - Observations sur la biologie des végétaux des pâturages mis en défens en Algérie. *Ann. Inst. Agric. Algérie*, 4(9) : 27 p.

• **KILLIAN, Ch.**, 1953 - La végétation autour du Hodna, indicatrice des possibilités culturales et de son milieu édaphique. *Ann. Inst. Agric.*, 7 : 80 p., Alger.

• **KILLIAN, Ch.**, 1954 - Plantes fourragères-types des Hautes Plaines algériennes : leur rôle particulier en période sèche. *Ann. Agron. : Amél. Pltes*, 4 : 505-527.

• **KOWALSKI, K. & RZEBIK-KOWALSKA, B.**, 1991 - Mammals of Algeria. 371 p., 100 maps. Inst. of Systematics and Evolution of Animals, Polish Acad. of Sci., Ossolineum, publ., Warsaw.

• **KUNKEL, G.**, 1987 - Florula del desierto almeriense. 252 p., Inst. Estud. Almerienses, Almería.

• **LAMBERT, M.R.K.**, 1984 - Amphibians and reptiles. in : J.L. Cloudsley-Thompson (edit.) Sahara desert. pp. 205-227. Key Environments, Pergamon Press, London.

• **LANDSBERG, H.E., LIPPAMN, T., PAFFEN K.H. & TROLL, C.**, 1965 - World Maps of Climatology. 5 Col. maps, Springer Verlag, Heidelberg. 28 p.

• **LAVAUDEN, L.**, 1924 - La chasse et la faune cynégétique en Tunisie. Serv. Forêts, Direct. Agric., Tunis.

• **LAVAUDEN, L.**, 1926 - Les vertébrés du Sahara. 200 p., Guénard, édit., Tunis.

• **LAVAUDEN, L.**, 1927 - Les forêts du Sahara, *Rev. des Eaux et Forêts* LXV, (6) : 265-277 ; (7) : 329-341.

• **LE BERRE, M.**, 1989 - Faune du Sahara. Vol.I : Poissons, Amphibiens et Reptiles, 332 p. ; 1990 - Vol.II : Mammifères, 360 p. Lechevallier-R. Chabaud, édits., Paris.

• **LEBRUN, J.P.**, 1981 - Les bases floristiques des grandes divisions chorologiques de l'Afrique sèche. 483 p., 152 fig., Et. Bot. n°7, IEMVT, Maisons-Alfort.

• **LEBRUN, J.P.**, 1983 - La flore des massifs sahariens : espèces illusoires et endémiques vraies. *Bothalia*, 14, 3-4 : 511-515.

• **LEBRUN, J.P. & STORK, A.**, *1977 - Index des cartes de répartition des plantes vasculaires d'Afrique (1935-1976).* 138 p. Conservat. et Jard. Bot. Genève.

• **LEBRUN, J.P. & STORK, A.**, 1978 - Index général des "contributions à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord" du Dr René Maire. 365 p.multigr. Etude botanique n°5, Inst. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., Maisons Alford.

• **LECOMPTE, M.**, 1984 - Relation climat-végétation dans le Moyen-Atlas marocain (Essai de bioclimatologie). Thèse Doct. Sces., Univ. Sces. et Techn. du Languedoc, Montpellier II. 255 p.

• **LECOMPTE, M.**, *1986 - Biogéographie de la montagne marocaine : le Moyen-Atlas central.* Mémoires et documents de géographie : NIle collection, Presses du CNRS, Paris. 202 p., 34 tabl., 73 fig., 1 carte coul. 1/200 000.

• **LE FLOC'H, E.**, 1973a - Etude des parcours du Sud tunisien. I: Carte phyto-écologique de Oglat Merteba et Mareth. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie*, 46, 5 : 1-92, 2 cartes 1/200.000 et tableaux annexes.

• **LE FLOC'H, E.**, 1973b - Projet d'actions intégrées dans le cadre de la lutte contre la désertisation. périmètre d'Oglat Merteba. Document B : carte phytoécologique, carte d'utilisation du sol et carte des ressources pastorales au 1/100.000. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie*, Notice multigr. 27 p.

• **LE FLOC'H, E.**, 1973c - Carte phyto-écologique et des ressources pastorales de l'UCP El Adala (Gouvernorat de Gabès) 1/10.000, 11 p.multigr. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie.*

• **LE FLOC'H, E.**, *1975 - Carte phyto-écologique. Coupure spéciale "Médenine", échelle 1/100.000. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie.*

• **LE FLOC'H, E.**, 1983 - Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. 402 p. Impr. Officielle de la République Tunisienne.

• **LE FLOC'H, E., LE HOUEROU, H.N. & MATHEZ, J.**, 1990 - History and Patterns of plant invasion in northern Africa. in F. Di Castri & R.H. Groves edits : History and Patterns of biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin, Springer Verlag, Heidelberg, Chap. 7, pp. 105-133.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1951 - Rapport de stage agricole à Sidi Bouzid. 115 p. Archives Chaire d'Agronomie, Ecole Supérieure d'Agriculture, Tunis.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1955 - Contribution à l'étude de la végétation de la région de Gabès. *Ann. Serv. Bot. & Agron. de Tun.*, 28 : 141-180, 1 carte coul. 1/200.000.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1957 - Contribution à l'étude de la flore du sud-est tunisien et du Sahel. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 48 : 357-369.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1958 a - Contribution à l'étude écologique de l'olivier en Tunisie. 89 p., 20 fig., 7 feuilles 1/200 000. Commissariat à la Productivité, Tunis & Paris.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1958 b - Note sur un arbre nouveau du Grand Erg oriental. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 48 : 297-301.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1959 a - Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. 2 vol., 510 p., 54 tab., 4 cartes H.T., bibl. 530. *Mém. h.s., Inst. Rech. Sahar.*, Univ. d'Alger.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1959 b - Relations sol-végétation en Tunisie méridionale et leur mise en évidence au moyen de l'écogramme. *C.R. Coll. Soc. Bot. Fr.* sur les relations sol-végétation, Paris, pp. 171-174.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1959 c - Ecologie, phytosociologie et productivité de l'olivier en Tunisie méridionale. *Bull. Serv. de la Carte Phytogéogr.*, Sér. B, IV, 1 : 7-72.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1960 a - Plantes nouvelles ou méconnues de la Tunisie méridionale. *Bull. Soc. Bot. de France*, 107(1-2) : 17-29.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1960 b - Trois espèces de phanérogames nouvelles de la Tunisie méridionale. *Bull. Soc. Bot. de France*, 107(3) : 101-108.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1960 c - Contribution à l'étude de la flore de la Libye. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 51(4-6) : 175-200.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1960 d - Contribution à l'étude des sols du Sud tunisien. *Ann. Agron.*, 11, 3 : 241-308.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1962 a - Les pâturages naturels de la Tunisie aride et désertique. 110 p., 4 fig., 4 cartes. Inst. Sces Econ. Appl., Paris-Tunis.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1962 b - Recherches sur les caractères hydriques des sols de Sologne et leurs rapports avec la composition du tapis végétal. 131 p., 5 fig. h.t., CEPE/CNRS, Montpellier.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1965 a - Les cultures fourragères en Tunisie. 85 p., Doc. Techn. n°13, Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunis.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1965 b - Improvement of Natural Pastures and Fodder Resources, Report to the Government of Libya, Expanded Programme of Technical Assistance, Report n°1979, FAO, Rome. 54 p. XIV tabl., 7 fig.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1968a - La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. *Ann. Algér. de Géogr.*, 6 : 2-27.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1968 b - Le développement de la production fourragère et pastorale, Rapport au Gouvernement de la Tunisie, Rapport AT2386, FAO, Rome. 14 p. multigr.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1969 a - Quatrième contribution à la flore libyenne. *Bull. Soc. Bot. de France*, 116 : 279-284.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1969 b - La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie*, 42, 5 : 1-624. 40 fig., 40 phot., 1 carte coul. 1/500.000 (128.000 km2).

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1969 c - Principes, méthodes et techniques de l'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie. 291 p., 64 phot., Pl. Prot. & Prod. Div., FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1969 d - L'amélioration pastorale et fourragère au Maroc, Division de l'amélioration des plantes, FAO, Rome. 17 p.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1970 - North Africa : Past, present, future. in H.E. Dregne, edit.: Arid Lands in Transition, pp. 227-278. Amer. Assoc. for the Advanc. of Sce., Washington, DC.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1971 a - Les bases écologiques de l'amélioration fourragère et pastorale en Algérie. 58 p.multigr., FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1971 b - An assessment of the primary and secondary production of the arid grazing lands ecosystems of North Africa. Proceed. Internat. Symp. on the Ecophysiological Foundations of arid zone ecosystems productivity, pp. 168-172 (Summary). Leningrad-Dushambe (7-19 June, 1972), Nauka publ., Leningrad.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1971 c - An assessment of the primary and secondary production of the arid grazing lands ecosystems of Northern Africa. 25 p., mimeo., Plant Prod. & Prot. Div., FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N.**,1972 - L'ecologia vegetale nella regione mediterranea. Parte I : i fattori climatici. *Minerva Biologica*, 1, 3 : 123-134.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1973 a - Ecological foundations to range development in Western Libya. 20 p., AGP, FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1973 b - Ecologie, démographie et production agricole dans les pays méditerranéens du tiers-monde. *Options Médit.*, 17 : 53-61.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1974 a - Deterioration of the natural equilibrium in the arid zone of North Africa. Proceed. French/Israel Semin., Spec. Publ. n°39, pp. 45-57, Agric. Res. Organiz., Bet Dagan, Israel.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1974 b - Etude préliminaire sur la compatibilité des flores nord-africaine et palestinienne. Colloques Internat. du CNRS : n°235. La flore du Bassin Méditerranéen : essai de systématique synthétique, pp. 345-350, CNRS, Paris.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1975 a - Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. *I Georgofili*, XXI, 7 : 57-67.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1975 b - Les pâturages naturels de l'Afrique du Nord : typologie, production, productivité et développement in C.R. Colloque sur l'Inventaire et la Cartographie des Pâturages Tropicaux Africains, pp. 41-55. Centre Internat. pour l'Elev. en Afrique, Addis-Abeba.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1975 c - Problèmes et potentialités des terres arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditer.*, 26: 17-36.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1975 d - La situation pastorale dans le nord de l'Afrique. *Options Méditer.*, 28 : 17-21.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1976 a - The nature and causes of desertization. *Arid Zone Newsletter*, 3 : 1-7, Office of Arid Land Studies, Univ. of Arizona, Tucson.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1976 b - Greenbelts and desertization. 5p. Ann. Meet. Americ. Assoc. for the Adv. of Sce., Feb. 1976, Boston, Mass.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1976 c - Ecological management of arid grazing lands ecosystems. in M.H. Glantz, edit.: The politics of Natural Disaster. The case of the Sahel Drought. ch.12, pp. 267-279. Praeger, Publ., New-York.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1977 a - Biological recovery vs desertization. in D.L. Johnson, edit.: The Human face of desertization. In *Economic Geogr.*, 53, 4 : 413-420.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1977 b - Man and desertization in the Mediterranean Region. *Ambio*, 6, 6 : 363-365.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1977 c - Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the Mediterranean Basin, in W. Krause, edit.: Handbook of Vegetation Science,vol.XIII : Application of vegetation science to grassland husbandry, pp. 213-274, Junk, Publ., The Hague.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1979 a - Resources and potential of the native flora for fodder and sown pasture production in the arid and semi-arid zones of North Africa. in J.R. Goodin & D.K. Northington, eds.: Arid Land Plant Resources. Proceed. Internat. Arid Land Confer. on Plant Resources. pp. 384-401, ICASALS, Texas Tech. Univ., Lubbock.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1979 b - La désertisation des régions arides. *La Recherche*, 99, vol.10 : 336-344.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1979 c - Ecologie et désertisation en Afrique. *Trvx. Inst. Géogr. de Reims*, 39-40 : 5-26.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1979 d - North Africa. in R.A. Perry & D.W. Goodall, edits.: Arid Lands Ecosystems : Structure, Functioning and Management, vol.I, ch.3, pp. 83-107. Internat. Biol. Progr., 16, Cambridge Univ. Press, London.

• **LE HOUEROU, H.N.** (édit.), 1980 - Browse in Africa : the current stage of knowledge. 491 p. Intern. Livest. Cent. for Africa, Addis-Abeba. Edition française: Les fourrages ligneux en Afrique. 481 p. Centre Intern. pour l'Elevage en Afrique, Addis-Abeba.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1981 a - Long-term dynamics in Arid-Land vegetation and ecosystems of North Africa. in D.W. Goodall & R.A. Perry, edits.: Arid Lands Ecosystems : Structure, Functioning and Management, vol.2, ch.14, pp. 357-384. Internat. Biol. Progr., 17, Cambridge Univ. Press, London.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1981 b - Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation, in F. Di Castri, D.W. Goodall & R.L. Specht, edits.: Mediterranean-type Shrublands, ch. 25, pp. 479-521. Ecosystems of the World, vol. 11, Elsevier, Amsterdam.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1982 a - Prediction of range production from weather records in Africa. Proceed. Techn. Conf. on climate in Africa, pp. 286-298, WMO, Geneva.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1982 b - The arid bioclimates in the mediterranean isoclimatic zone. *Ecologia Mediterranea*, VIII, 1-2 : 103-114.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1983 - A list of native forage species of potential interest for pasture and fodder crop research and development programs. 12 p. Techn. Paper n°4, Rge Res. & Developmt Coordin. Project, UNTF Lib 018, FAO, Tripoli, Libya.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1984 a - Rain-Use Efficiency : a unifying concept in Arid-Land Ecology. *J. Arid Environ.*, 7 (2) : 213-247.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1984 b - An outline of the bioclimatology of Libya. *Bull. Soc. Bot. de France*,131, Actualités Botaniques (2/3/4) : 157-178.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1985 a - Forage and fuel plants in the arid zone of North Africa, the Near and Middle East. In G.E. Wickens & J.R. Goodins, edits.: Plants for arid lands, ch.10, pp. 117-141, Roy. Bot. Gardens, Kew.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1985 b - The impact of climate on pastoralism. in R.W. Kates, J.H. Ausubel & M. Berberian, edits. : Climate Impact Assessment, ch.7, pp. 155-186, SCOPE Study n°27, J. Wiley & Sons, N.-Y.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1986 a - The desert and arid zones of Northern Africa. in M. Evenari, E. Noy-Meir & D.W. Goodall, edits.: Hot deserts and Arid Shrublands. vol.B, ch.4, pp 101-147, Ecosystems of the World, vol.12B, Elsevier, Amsterdam.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1986 b - Salt tolerant plants of economic value in the Mediterranean Basin. *Reclamation and Revegetation Research*, 5 : 319-341.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1986 c - La variabilité de la pluviosité annuelle dans quelques régions arides du monde et ses conséquences écologiques. in : R. Bret (édit.), Les Hommes face aux sécheresse. C.R. Colloque Sahel-Nordeste-Brésil, pp.127-138, Inst. Htes Et. d'Amér. Latine, Univ. Paris III.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1986 d - La régénération des steppes algériennes. 45 p. Dept. Relat. Exter., Inst. Nat. Rech. Agron., Paris & IDOVI, Min. Agric., Alger.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1987 a - Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertisation. 59 p., PNUE, Nairobi & OMM, Genève.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1987 b - Les ressources fourragères de la flore nord-africaine. FAO-European Cooperative Network on pasture and fodder crop production, *Bull. n°5*, pp. 127-132. *Centro Regional de Invest. Agrar. de Extremadura*, Badajoz.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1987 c - Aperçu écologique des déserts chinois. *C.R. Somm. Séances Soc. Biogéogr.*, 63(2) : 35-69.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1988 a - Forage diversity in Africa : an overview of the Plant Resources. in : F. Attéré, N.Q. Ng & P. Perrino (eds.) : Crop genetic Resources of Africa, Vol. 1, Ch. 1-4, pp. 99-117. Intern. Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Rome.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1988 b - Comparative ecoclimatic study of rangelands in intertropical Africa and the hot arid zones of the Indian sub-continent. 21 p. Proceed. 3rd Internat. Rangelands Congress, New-Delhi, Vol. II : 675-685.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1988 c - Plant invasion in the rangelands of the isoclimatic mediterranean zone. in R.H. Groves & F. Di Castri, edits., Biogeography of Mediterranean invasions, Cambridge Univ. Press.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1988 d - Interannual variability in rainfall and its ecological and managerial consequences on natural vegetation and crops. in F. Di Castri, Ch. Floret, S. Rambal & J. Roy, edits.: Proceed. 5th Internat. Conf. on Medit. Ecosyst., pp.323-346, Internat. Un. of Biol. Sces, Paris.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1989 a - Classification écoclimatique des zones aride (s.l.) de l'Afrique du Nord. *Ecologia Mediterranea*, XV (3/4) : 95-144.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1989 b - La situation actuelle (1989) des parcours en Afrique du Nord. 12 p., Ass. Franç. de Pastoralisme, Montpellier.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1990 a - Bioclimatologie comparative des zones arides de l'Afrique et de l'Amérique latine. *Terra Arida*, 7 : 27-55.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1990 b - Définitions et limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse*, 1 : 246-259.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1990 c - Morphodynamique superficielle des milieux édaphiques de la Tunisie aride et désertique. 17 p., 1 carte au 1/1 000 000ème. Dépt. de Botanique, Fac. des Sces, Univ. de Tunis (sous presse) et Archives CEFE, CNRS, Montpellier.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1991 - La Méditerranée en l'an 2050 : impacts respectifs d'une éventuelle évolution climatique et de la démographie sur la végétation, les écosystèmes et l'utilisation des terres, *La Météorologie* n°36, février 1991, pp. 4-37.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 a - Relations entre la variabilité des précipitations et celles de la production primaire et secondaire en zone aride. In : E. Le Floc'h, M. Grouzis, Cornet, A. & Bille, J.C. (édits.), "L'aridité : une contrainte au développement", pp. 193-216. Collection "Didactiques", ORSTOM, Paris.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 b - Rangeland management in Northern Africa and the Near East: Evolution, trends and development outlook. In : A. Gaston, M. Kernick & H.N. Le Houérou (edits) : Proceedings of the IVth International Rangeland Congress, vol. 1, pp. 544-553. CIRAD publ., Montpellier.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 c - Salt-tolerant plants for the arid regions of Mediterranean isoclimatic zone. In : H. Leith & A.A. Al Masoom (edits) : Towards the rational use of high salinity tolerant plants, vol. 1, pp. 403-422. Tasks for vegetation science, nr 27, Klüwer Academ. Publish, Dordrecht, the Netherlands.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 d, An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In : H.E. Dregne (edits) : Degradation and Restoration of arid lands, ch. 5, pp. 127-164, ICASALS, Texas-Techijniv, Lubbock, Texas.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 e - The role of Saltbushes (*Atriplex* spp.) in Mediterranean arid land rehabilitation and development. *Agroforestry Systems*, 18 : 107-148.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 f - Climatic change and desertisation. 10 p. Impact : Science and Society, UNESCO, Paris.

• **LE HOUEROU, H.N.**, 1992 g - Outline of the Biological History of the Sahara. *Journ. of Arid Environments*, 22 : 3-30.

• **LE HOUEROU, H.N. & ALY, I.M.**, 1982 - The rangeland sector : Perspective and evaluation study on agricultural development. 77 p., FAO, Tripoli, Libya.

• **LE HOUEROU, H.N., BINGHAM, R.L. & SKERBEK, W.**, 1988 - Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands. *J. Arid Environ.*, 15, 1-18.

• **LE HOUEROU, H.N. & BOULOS, L.**, 1992 - Bioclimatic and phytogeographic characteristics of arid rangelands in Northern Africa and the Near East. In : A. Gaston, M. Kernick & H.N. Le Houérou (edits) : Proceedings of the IVth International Rangeland Congress, vol. 1, pp. 536-543. CIRAD publ., Montpellier.

• **LE HOUEROU, H.N., CLAUDIN, J., HAYWOOD, M. & DONADIEU, P.**, 1975 - Etude phytoécologique du Hodna (Algérie). 154 p., 1 carte coul., 3 feuilles 1/200.000 (25.000 km), AGS:DP/ALG/66/509. Rapp. Techn. n°3, FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N. & DUMONT, H.**, 1964 - Note sur les pâturages de la Tunisie Centrale. Direction de la Production Animale et Végétale, Minist. de l'Agriculture, Tunis. 10 p. multigr.

• **LE HOUEROU, 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. Rge Mgt.*, 30, 3 : 181-189.

• **LE HOUEROU, H.N. & IONESCO, T.**, 1973 - L'appétabilité des espèces de la Tunisie steppique. 68 p., Div. Prod. et Protect. Plantes, FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N. & LE FLOC'H, E.**, 1990 a - Carte de la végétation potentielle de la Tunisie centrale et méridionale 1/1.000.000. Dept. de Botanique, Fac. des Sces, Univ. de Tunis, sous presse.

• **LE HOUEROU, H.N. & LE FLOC'H, E.**, 1990 b - Flore et dynamique à long terme de la végétation en Tunisie centrale et méridionale. 35 p. Fac. Sces, Univ. de Tunis, sous presse.

• **LE HOUEROU, H.N. & MARTEL, A.**, 1965 - De Ghadamès à Ghât : notes et impressions de mission. *Travx. Inst. Rech. Sah.*, XXIV : 2-4.

• **LE HOUEROU, H.N. & PONTANIER, R.**, 1987 - Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de Tunisie. 81 p. Notes Techn. du MAB, n°18, UNESCO, Paris.

• **LE HOUEROU, H.N. & POPOV, G.F.**, 1981 - An ecoclimatic classification of intertropical Africa. 40 p., 8 fig., 3 maps, Plant Production and Protection Paper n° 31, FAO, Rome.

• **LE HOUEROU, H.N., POPOV, G.F. et SEE, L.**, 1993 - Agro-Bioclimatic Classification of Africa, Agrometeorology Study n°6, FAO, Rome. 227 p. 33 tab., 52 fig.

• **LE HOUEROU, H.N., POUGET, M. & CLAUDIN, J.**, 1977 - Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. de l'Afr. du Nord*, 68 : 37-74 (3 cartes 1/1.000.000).

• **LE HOUEROU, H.N., SERVOZ, H., SHAWESH, O. & TELAHIGUE, T.**, 1983 - Evaluation of development potentials of existing range projects in western Libya. 130 p., UNTF/Lib 011-018, FAO, Tripoli, Libya.

• **LEONARD, J.**, 1988, 1989 - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des déserts d'Iran. fasc.8, 1988, 190 p. ; fasc.9, 1989, 123 p. Jardin Botanique National de Belgique.

• **LEREDDE, C.**, 1957 - Etude écologique et phytogéographique du Tassili N'Ajjer. Mém. H.S., Instit. Rech. Sahar., Univ. d'Alger. 455 p.

• **LEROI-GOURHAN, A.**, 1958 - Résultats de l'analyse pollinique du gisement d'El Guettar, Tunisie. *Bull. Soc. Préhist. de Fr.*, LV, 9.

• **LOISEAU, P. & SEBILLOTTE, M.**, 1972 - Etude et cartographie des pâturages du Maroc orientalt. 3 vol.multigr., 540 p., 12 cartes coul. 1/100.000, MARA/ERES/SCET-Coop., Rabat.

• **LONG, G.**, 1954 - Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. Bot. & Agron. de Tun.*, 27: 1-388, 21 tabl., 1 carte coul. 1/200.000.

• **LONG, G.A.**, 1957 - The bioclimatology and vegetation of eastern Jordan, 97 p., multigr., FAO, Rome.

• **LONG, G., LACAZE, B., DEBUSSCHE, G., LE FLOC'H, E. & PONTANIER, R.**, 1978 - Contribution à l'analyse écologique des zones arides de Tunisie avec l'aide des données de la télédétection spatiale. 222 p., CEPE/CNRS, Montpellier.

• **MAINGUET, M.**, 1976 - Propositions pour une nouvelle classification des édifices sableux éoliens d'après les images satellites Landsat, Gemini et NOAA 3. *Z. Geomorph.*, N.F., 20, 3 : 275-296.

• **MAINGUET, M.**, 1982 - Les dunes d'érosion : signification morphodynamique et climatique de leur existence. *Wurzb. Geogr. Arb.*, 56 : 79-92.

• **MAINGUET, M.**, 1983 - Dunes vives, dunes fixées, dunes vêtues : une classification selon le bilan d'alimentation, le régime éolien et la dynamique des édifices sableux. *Z. Geomorph.*, N.F., Suppl. Bd 45, 265-285, Berlin-Stuttgart.

• **MAINGUET, M.** (édit.), 1984 - Le vent : mécanisme d'érosion de dégradation, de désertification. *Trav. Inst. Géogr. Reims*, 59-60 : 1-142.

• **MAIRE, R.**, 1922 à 1947 - Contributions à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. 27 fascicules dans le *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord* et le *Bull. de la Soc. de Sc. Nat. et Phys. du Maroc.* Voir Lebrun et Stork, 1978.

• **MAIRE, R.**, 1925 - *Carte phytogéographique de* l'Algérie et de la Tunisie 1/1.500.000. 78 p., 30 pl., Publ. Gouvern. Général, Alger.

• **MAIRE, R.**, 1933 - Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mission Hoggar I. 272 p., 36 pl.phot., 22 fig., 2 cartes, *Mém. n°3 de la Soc. Hist. Nat. d'Afr. du Nord*, Alger.

• **MAIRE, R.**, 1940 - Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mission Hoggar II, pp. 272-433, 25 fig., *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, n°3, Alger.

• **MAIRE, R.**, 1952-1987 - Flore de l'Afrique du Nord. 16 vol. parus, env. 6.000 pages. Vol.I, 1982, 366 p. ; vol.XVI, 1987, 302 p. Encyclop. Biolog. vols.: XXXIII-LXXIII, Lechevallier, Paris.

• **MALEY, J.**, 1973 - Mécanismes des changements climatiques aux basses latitudes. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 14 : 193-227.

• **MALEY, J.**, 1980 - Les changements climatiques de la fin du tertiaire en Afrique : leurs conséquences sur l'apparition du Sahara et de sa végétation. in A.J. Williams & H. Faure, édits.: The Sahara and the Nile, ch.4, pp. 63-86, A.A., Balkema, Publ., Rotterdam.

• **MALEY, J.**, 1981 - *Etudes palynologiques dans le bassin du lac Tchad et paléoclimatologie de* l'Afrique nord-tropicale de - 30.000 ans à l'époque actuelle. 586p., Travx. & Doc., n°129, ORSTOM, Paris.

• **MALEY, J.**, 1989 - Late quaternary climatic changes in the african rainforest : Forest refugia and the major role of sea surface temperature variation. 23 p., in M. Leinen & M. Sarnthein, edits.: Paleoclimatology and Paleometeorology : modern and past patterns of global atmospheric transport. Nat. Atmospheric Sciences Series, D. Reidel Publ., Dordrecht.

• **MALEY, J. & BRENAC, P.**, 1987 - Analyses polliniques préliminaires du Quaternaire récent de l'Ouest Cameroun : mise en évidence de refuges forestiers et discussion des problèmes paléoclimatiques. Mém. Trav. Ec. Prat. Htes Et., Inst. Montpellier, 17 : 129-142.

• **MANDAVILLE, J.P.**, 1989 - The flora of Eastern Saudi Arabia. 482 p., Kegan Paul, publ., London.

• **MANIERE, R.**, 1975 - Approche phytoécologique et phytosociologique de la steppe à *Rhanterium suaveolens* Desf. (Sahara septentrional algérien). 140 p., XVI pl., Thèse 3ème cycle, Fac. Sces, Univ. de Nice.

• **MATHEZ, J. & SAUVAGE, Ch.**, 1974 - Catalogue des végétaux vasculaires de la province de Tarfaya. *Trav. Inst. Scient. Chérif. & de la Fac. des Sces de Rabat*, Sér. Gén.n°3, pp. 117-195 & 253-257.

• **MATTEI, F.**, 1977 a - Agroclimatological Study of the Sudan, 350 p. mimeo, Unpubl. Report, WMO, Geneva.

• **MATTEI, F.**, 1977 b - An Agroclimatic Study of the Democratic Republic of the Sudan, 270 p. mimeo, WMO, Geneva.

• **MAUNY, R.**, 1956 - Préhistoire et zoologie : la grande faune éthiopienne du Nord-Ouest africain du Paléolithique à nos jours. *Bull. IFAN*, 18(11) : 246-249.

• **Mc ARTHUR, R.H.**, 1962 - Some Generalized Theorems of Natural Selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, 48 : 1893-1897.

• **MEIGS, P.**, 1953 - World distribution of arid and semi-arid homoclimates. In: Reviews on Arid Zone Hydrology, Arid Zone Programme : 203-209, UNESCO, Paris.

• **MIGAHID, A.M.**, 1988 - Flora of Saudi Arabia (3rd edit.). Vol.I, 251 p. Vol. II, 282 p., Vol. III, 150 p., Riyadh Univ. Publication, Riyadh, Saudi Arabia.

• **MONJAUZE, A.**, 1968 - Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 56, 2 : 5-128, 1 tab.h.t., 1 carte h.t.

• **MONJAUZE, A., FAUREL, L. & SCHOTTER, G.**, 1955 - Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional algérien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 45 : 206-230.

• **MONJAUZE, A. & LE HOUEROU, H.N.**, 1965 - Le rôle des Opuntia dans l'économie agricole nord-africaine. *Bull. Ec. Nat. Sup. Agron.*, 4, 8-9, 86-164, Tunis.

• **MONOD, Th.**, 1937 - Méharées. Je sers, Paris. 300 p., 1 carte.

• **MONOD, Th.**, 1940 - Phanérogames. in Contribution à l'étude du Sahara occidental, pp. 53-211, 7 fig., XXIV pl. Publ. Com. Et. Hist. Scient. Afr. Occ. Fr. Sér.B, n°5.

• **MONOD, Th.**, 1954 - Modes contractés et diffus de la végétation saharienne. In : J.L. Cloudsley-Thompson, "Biology of deserts", pp. 35-44, Inst. Biology, Univ. London.

• **MONOD, Th.**, 1957 - Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique. 145 p., 2 pl., Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara, Publ.n°24, Londres.

• **MONOD, Th.**, 1968 - Les bases d'une division géographique du domaine saharien. *Bull. IFAN*, XXX, B, 1 : 269-288.

• **MONOD, Th.**, 1971 - Remarques sur les symétries floristiques des zones sèches Nord et Sud en Afrique. *Mitt. Bot. Staatssaml.*, München, 10 : 375-423.

• **MONOD, Th.**, 1973 - Les déserts. 247 p., Horizons de France, édit., Paris.

• **MONOD, Th.**, 1974 - Note sur quelques Acacia d'Afrique et du Proche-Orient. *Bull. IFAN*, XXXVI, A, 3 : 642-669.

• **MONTEITH, J.L.**, 1973 - Principles of Environmental Physics, Edward Arnold Publ., London. 241 P.

• **MONTERO DE BURGOS, J.L. & GONZALEZ REBOLLAR, J.L.**, 1983 - Diagramas bioclimáticos. 379 p., Instit. Nac. Para la Conservac. de la Naturaleza, ICONA, Minist. de Agric. Pesca y Aliment., Madrid.

• **MOREAU, R.E.**, 1952 - Africa since the Mesozoic, with particular reference to certain biological problems. *Proceed. Zool. Soc.*, London, 121, IV : 809-913, 1 fig.

• **MOUTERDE, P.**, 1966-1980 - Nouvelle flore du Liban et de la Syrie. 3 vol. texte + 2 vol. fig., 565, 727, 564p.; 185, 328 pl. Dar Maschrek, édit., Beyrouth.

• **MOUFFADAL, M.**, 1983 - Contribution à l'étude des possibilités d'extension du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en dehors de son aire naturelle, Thèse USTL, Montpellier. 230 p. multigr.

• **MURAT, M.**, 1937 - La végétation du Sahara occidental en Mauritanie. *C.R. Acad. Sc.*, 205, 338.

• **MURAT, M.**, 1939a - La végétation du Sahara occidental en zone espagnole. *C.R. Soc. Biogéogr.*, 133 : 63-67, 1 pl.h.t.

• **MURAT, M.**, *1945* - Esquisse phytogéographique du Sahara occidental. *Mém. Off. Ant.-Acrid.*, 1, 31 p., 3 cartes h.t., suivi de remarques et commentaires par Th. Monod, Ch. Rungs, Ch. Sauvage.

• **NEDJRAOUI, D.**, 1981 - Teneurs en éléments biogènes et valeur énergétique dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. 156 p., Thèse 3ème cycle. Univ. d'Alger.

• **NEDJRAOUI, D.**, 1990 - Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) aux conditions stationnelles, Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique, Thèse Doct, Univ. Sc. Technol. H. Boumédiène, Alger. 240 p.

• **NEDJRAOUI, D. et TOUFFET, J.**, 1994 - Influence des conditions stationnelles sur la production de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), *Ecologia Mediterranea*. XX (1/2) : 67-75.

• **NEGRE, R.**, 1956 - Recherches phytosociologiques sur le Seddel-Messjoun. *Travx. Inst. Scient. Chérif.*, Sér. Botanique, n°10, 193 p.

• **NEGRE, R.**, 1959 - Recherches phytogéographiques sur l'étage de végétation méditerranéen aride (sous-étage chaud) au Maroc occidental. *Travx. Inst. Scient. Chérif.*, Sér. Botanique, n°13, 385 p., 60 fig., IV pl.

• **NEGRE, R.**, *1961-1962* - Petite flore des régions arides du Maroc occidental. 2 vols.: vol.I, 1961, 413 p. ; vol.II, 1962, 566 p., 1 carte coul., CNRS, édit., Paris.

• **NEGRE, R.**, 1974 - Les pâturages de la région de Syrte (Libye). *Feddes Repert.* (Berlin), 85 : 185-243.

• **NEGRE, R. & LE HOUEROU, H.N.**, 1958 - Un Ammosperma nouveau : *Ammosperma variabile* Nov.Sp. *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, 106(3-4) : 146-149.

• **NEGRE, R. & PELLETIER, J.P.**, 1976 - Premières observations sur la végétation du bassin de l'Argana (Maroc). *Feddes Repert.*, 87, 1-2 : 49-81.

• **NEUMAN, K.**, 1987 - Middle Holocene vegetation of the Gilf Kebir, SW Egypt. A reconstruction. *Palaeoecology of Africa*, 18 : 179-188.

• **NEUMAN, K. & SCHULZ, E.**, 1987 - Middle Holocene savanna vegetation in the Central Sahara. Preliminary report. *Palaeoecology of Africa*, 18 : 163-166.

• **NEWBY, J.F.**, 1984 - Large mammals of the Sahara. in : J.L. Cloudsley-Thompson (edit.), "Sahara Desert". Chap. 18, pp. 277-290. Key Environments, Pergamon Press, Oxford.

• **NIETHAMMER, G.**, 1971 - Die Fauna der Sahara. in : H. Schiffers, (edit.), "Die Sahara und ihre Randgebeite", Band 1, Physiogeographie, pp. 499-587, Weltforum Verlag, München.

• **OMM**, 1983 - Meteorological Aspects of Certain Processes Affecting Soil Degradation, Especially Erosion. Techn. note n° 178, WMO,n° 591, Geneva. 149 p.

• **OZENDA, P.**, 1954 - Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux sud-algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 45(3-4) : 189-223.

• **OZENDA, P.**, 1977 - Flore du Sahara. 622 p., 177 fig., CNRS, 2ème édit., Paris.

• **OZENDA, P. & KERAUDREN, J.**, 1958 - Feuilles de Guelt-es-Stel et Djelfa au 1/200.000. Carte de la végétation de l'Algérie., IGN, Paris.

• **PABOT, H.**, 1962 - Comment briser le cercle vicieux de la désertification dans les régions sèches d'Orient. FAO, Rome. 10 p. multigr.

• **PABOT, H.**, 1965 - L'action de l'homme sur la végétation naturelle et ses conséquences dans les pays secs ou arides du Proche et Moyen-Orient. FAO, Rome. 14 p. multigr.

• **PABOT, H.**, 1967 - L'utilisation des recherches botaniques et écologiques pour le développement des pâturages et l'amélioration des terrains de parcours. Rapport au Gouvernement de l'Iran. Rapport PEAT n° 2311, FAO, Rome. 146 p., 7 fig., 17 pl. phot.

• **PAMPANINI, R.**, 1914 - Plantae Tripolitanae. 328 p., IX pl., Firenze.

• **PAMPANINI, R.**, 1931 - Prodromo della Flora Cirenaica. 665 p., VI pl., Forli.

• **PAMPANINI, R.**, 1936 - Aggiunte e correzioni al "Prodromo della Flora Cirenaica". *Archiv. Botan. Ist. ed Orto Botan.*, Genova, II : 17-53.

• **PAMPANINI, R.**, 1936 - Qualche altre aggiunte e correzioni al "Prodromo della Flora Cirenaica". *Archiv. Bot. Ist. ed Orto Bot.*, Genova, nuova ser., vol.II, XII, 2 : 176-180.

• **PAMPANINI, R.**, 1938 - Aggiunte al "Prodromo della Flora Cirenaica" dalle mie raccolte in Cirenaica negli anni 1933-1934. *R.C. Seminario Facolta di Scienze Univ. di Cagliari*, VIII, Fasc.II, XIV, 27 p.

• **PANOUSE, J.B.**, 1957 - Les mammifères du Maroc. 206 p., XI pl. phot., *Trav. Inst. Sci. Chérif., Série Zoologie*, n° 5, Rabat.

• **PAPADAKIS, J.**, 1961 - Climatic tables for the world, 175 p., Edited by the Author, Buenos Aires.

• **PAPADAKIS, J.**, 1965 - Potential evapotranspiration. 54 p., Edited by the Author, Buenos Aires.

• **PAPADAKIS, J.**, 1975 - Climates of the world and their potentialities, 197 p., Edited by the Author, Buenos Aires.

• **PEARSE, C.K.**, 1970 - Range Deterioration in the Middle East. Proceed. XI th Internat. Grasslds Cong. : 26-30, Surfers' Paradise, Qslds, Australia.

• **PEARSE, C.K.**, 1971 - Grazing in the Middle East : Past, Present and Future. *Journ. of Rge Mgnt*, 24, 1 : 13-16.

• **PELTIER, J.P.**, 1973 - Contribution à la flore du bassin versant de l'oued Sous, fasc.I. *Bull. Soc. Sc. Nat. & Phys. du Maroc*, 40 : 23-29.

• **PELTIER, J.P.**, 1977 a - La végétation du haut Sous (de la cuvette d'Aouzioua au Jbel N'Bougzoul). *Doc. Phytosociol.*, n.s., vol.I : 211-239.

• **PELTIER, J.P.**, 1977 b - La végétation du massif du Kerdous (Anti-Atlas occidental). *Bull. Instit. Scientif. Rabat*, 1977 : 5-32.

• **PELTIER, J.P.**, 1982 - La végétation du bassin versant de l'oued Sous (Maroc). 201 p., 36 fig., Thèse Doct. Sces, Univ. Scient. et Médic. de Grenoble.

• **PELTIER, J.P.**, 1983 a - Ecologie de quelques espèces climaciques dans le Sous (Maroc occidental). *Doct. de Cartogr. Ecol.*, XXVI : 61-82.

• **PELTIER, J.P.**, 1983 b - Les séries de l'arganeraie steppique dans le Sous (Maroc). *Ecol. Médit.*, IX, 1 : 77-88.

• **PELTIER, J.P.**, 1984 - Climax de végétation dans le bassin versant de l'oued Sous (Maroc). *Feddes Repert.*, B95, Heft 1-2 : 89-96.

• **PELTIER, J.P.**, 1986 - L'étage de végétation inframéditerranéen dans le Sous (Maroc). *Doc. Phytosociol.*, n.s., X: 437-454, 6 tabl.h.t.

• **PELTIER, J.P. & RISER, J.**, 1974 - Introduction à l'étude géomorphologique et géobotanique du massif du Siroua. Travx. RCP 249, 2 : 159-174, CNRS, Paris.

• **PENMAN, H.L.**, 1948 - Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceed. Roy. Soc* (A), LXCIII : 120-145.

• **PETIT-MAIRE, N.**, (éd.), 1979 - Le Sahara Atlantique à l'Holocène : peuplement et écologie. 340 p., Mém. CRAPE, Alger.

• **PETIT-MAIRE, N.**, (éd.), 1982 - Le Shati, lac pléistocène du Fezzan. 118 p., CNRS, édit., Paris.

• **PETIT-MAIRE, N. & RISER, J.**, édits., 1983 - Sahara ou Sahel ? Quaternaire récent du Bassin de Taoudenni (Mali). 473 p., Lamy, édit., Marseille.

• **PETTER, F.**, 1961 - Répartition géographique et écologique des rongeurs désertiques (du Sahara Occidental à l'Iran Oriental). *Mammalia*, 25 : 1-222.

• **PETTET, A.**, 1984 - Migratory birds. in J.L. Cloudsley-Thompson, edit.: Sahara Desert, pp.241-250, Key Environments, Pergamon Press, London.

• **PEYRE, C.**, 1977 - *Recherches sur l'étagement de la végétation dans le massif du Bou-Iblane (Moyen Atlas oriental, Maroc).* 178 p.multigr. Thèse 3ème cycle, Fac. Sces St Jérôme, Marseille.

• **PEYRE DE FABREGUES, B.**, 1966 - Les cactées fourragères du Nord-Est brésilien (étude écologique). IEMVT, Maison-Alfort. 80 p.

• **PEYRIMHOFF, P. de**, 1941 - Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. 69 p., VII pl., 16 fig., 1 carte coul. 1/1.500.000 Serv. Cartogr. & Serv. des Forêts, Gouvern. Génér. de l'Algérie Braconnier, édit., Alger.

• **PIERRE, F.**, *1958 - Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du Sahara Nord-Occidental.* 332 p., 35 tabl., 140 fig., 16 pl., CNRS, Paris.

• **PIGNATI, S.**, 1982 - Flora d'Italia. Edagricole, Bologna, 3 vols. 790, 732 et 780 p.

• **PONS, A. & QUEZEL, P.**, 1957a - Premiers résultats de l'analyse palynologique de quelques paléosols sahariens. *C.R. Ac. Sces Paris*, 243 : 656-658.

• **PONS, A. & QUEZEL, P.**, *1957b - Première étude* palynologique de quelques paléosols sahariens. *Travx. Inst. Rech. Sahar.,* XIV : 15-40.

• **PONS, A. & QUEZEL, P.**, 1958 - Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar. *C.R. Ac. Sces Paris*, 244 : 2290.

• **POPOV, G.B., WOOD, T.G. & HAGGIS, M.J.**, 1984 - Insect pests of the Sahara. in : J.L. Cloudley-Thompson, (edit.), "Sahara Desert", Chap. 12, pp. 145-171, Key Environments, Pergamon Press, Oxford.

• **POST, G.E. & DINSMORE, J.E.**, 1932-1933 - Flora of Syria, Palestine & Sinai (2nd edit.). Vol.I, 658 p., 1932 ; vol.II, 928 p., 1933. American Press, Beyruth.

• **POTTIER-ALAPETITE, G.**, 1979-1981 - Flore de la Tunisie. *Angiospermes-dicotylédones.*I : Apétales-dialypétales, 1979, 651 p. ; II, Gamopétales, 1981, 535 p. Publ. Min. Ens. Sup. et Rech. Scient. & Min. Agric., Tunis.

• **POUGET, M.**, 1973 a - Etude agropédologique de la région de Messad-Aïn Ibel. 92 p., 4 cartes coul., DEMRH, Alger.

• **POUGET, M.**, 1973 b - Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du sud algérois : les plages de salure sur les glacis quaternaires à croûte calcaire. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 64 (1-2) : 15-24.

• **POUGET, M.**, 1980 - Les relations sol-végétation *dans les steppes sud-algéroises.* 555 p. Trav. Doc. n°116, ORSTOM, Paris.

• **POUGET, M. & LE HOUEROU, H.N.**, 1971 - Etude agropédologique du bassin du Zahrez Gharbi (feuille de Rocher-de-Sel). 160 p., 4 cartes coul., DEMRH, Alger.

• **PUJOS, A.**, 1955 - Sur un sous-étage de végétation méditerranéen aride froid à chénopodiacées et la présence de l'étage méditerranéen saharien dans le bassin de la Moulouya (Maroc). *C. R. Acad. Sci.*, 12/2/1955, 3 p.

• **PUJOS, A.**, *1958 - Etude des érosions dans le bassin de la Moulouya.* Env. 500 p., SOGETIM, Service des Forêts, Minist. de l'Agric., Rabat.

• **QUEZEL, P.**, 1952 - Contribution à l'étude phytogéographique et phytosociologique du Grand Atlas calcaire. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*, n°1, 56 p., Rabat.

• **QUEZEL, P.**, 1957 - Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. 463 p., 32 phot., 24 cartes, 20 graph. Encycl. Biol., X, Lechevallier, Paris.

• **QUEZEL, P.**, 1958 - Quelques aspects de la dégradation du paysage végétal au Sahara et en Afrique du Nord. 7 p., UICN, 7ème réun. Tech., Athènes/Morges, Suisse.

• **QUEZEL, P.**, 1965 - La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. 333 p., Fisher Verlag, Stuttgart.

• **QUEZEL, P.**, 1971 - Flora und Vegetation die Sahara. in : H. Schiffers (ed.), Die Sahara und ihre randgebeite, Band I : Physiogeographie, pp. 429-475, Weltforum, München.

• **QUEZEL, P.**, 1978 - Analysis of the flora of mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Miss. Bot. Gard.*, 65 : 479-534.

• **QUEZEL, P.**, 1983 - Flore et végétation actuelles de l'Afrique du Nord, leur signification écologique en fonction de l'origine, de l'évolution et de l'immigration des flores et structure de végétation passées. *Bothalia*, 14, 3-4 : 411-416.

• **QUEZEL, P. & SANTA, S.**, 1962-1963 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vols. 1170 p., CNRS, Paris.

• **QUEZEL, P. & SIMONNEAU, P.**, 1963 - Les peuplements d'Acacia du Sahara nord-occidental. Etude phytogéographique. *Trvx. Inst. Rech. Sah.*, XII : 79-121.

• **RANGE RESEARCH**, 1962 - Publication 890, National Academy of Sciences, NAS, Washington DC. 342 p.

• **RECHINGER, K.H.**, 1964 - Flora of Lowland Iraq. J. Cramer Verlag, Wienheim. 746 p.

• **RISER, J.**, 1978 - Le *Jbel Sahrhro* et sa retombée saharienne, étude géomorphologique. 450 p. Thèse Lettres, Univ. Aix-en-Provence.

• **RIOU, Ch.**, 1975 - La détermination pratique de l'évaporation. Application à l'Afrique centrale, *Mémoire* n° 80, ORSTOM, Paris, 236 p.

• **RIOU, Ch.**, 1980 - Une formule empirique simple pour estimer l'évapotranspiration potentielle moyenne en Tunisie, *Cah. ORSTOM*, Sér. Hydrol., XVII, 2 : 129-137.

• **RIVAS-MARTINEZ, S., GANDULLO GUTIEREZ, J.M., SERRADA, R., ALLUE ANDRADE, J.L., MONTERO DE BURGOS, J.L. & GONZALEZ REBOLLAR, J.L.**, 1986 - Mapas de series de vegetación de España 1:400.000, 30 mapas a color, Memoria 268 p., ICONA, Minist. de Agric. Pesca y Aliment., Madrid.

• **RODIN, L., VINOGRADOV, B., BOTSCHANTZEV, V., KALENOV, H., MIROCHNITCHENKO, Y. & PELT, N.**, 1970 - Etudes géobotaniques des pâturages du secteur ouest du département de Médéa. 124 p., Atlas 2 cartes coul. 1/200.000, Nauka, Léningrad.

• **ROGNON, P.**, 1976 - Essai d'interprétation des variations climatiques au Sahara depuis 40.000 ans. *Rev. de Géogr. Phys. & de Géol. Dynam.*, XVIII, 2-3 : 251-282.

• **ROGNON, P.**, 1980 - Une extension des déserts (Sahara et Moyen Orient) au cours du Tardiglaciaire (18.000-10.000 ans B.P.). *Rev. de Géogr. Phys. & de Géol. Dynam.*, XXII, 4-5 : 313-328.

• **ROGNON, P.**, 1989a - Variations de l'aridité au Sahara depuis 125.000 B.P. en relation avec les "contraintes" orbitales et glaciaires. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, (8), V, 1 : 13-20.

• **ROLLAN, M.G.**, 1983 - Claves de la flora de España. Vol.I, 675p. ; Vol.II, 764 p., Mundi Prensa, Madrid.

• **ROZANOV, B.**, 1990 - Assessment of global desertification : status and methodologies. 47 p. Desert Contr. Progr. Act. Centre, UNEP, Nairobi.

• **SAGNE, J.**, 1950 - L'Algérie pastorale. 267 p., Alger.

• **SAGREDO, R.**, 1987 - Flora de Almería. Plantas vasculares de la provincia. 556 p., 2580 fig., Instit. de Estud. Almerienses, Deputac. Provinc. Almería, España.

• **SANTA, S.**, 1949 - Catalogue des plantes de l'Algérie Occidentale et du Maroc Oriental, Fasc. 1, Oran. 128 p.

• **SANTA, S.**, 1960 - Essai de reconstruction de paysages végétaux quaternaires d'Afrique du Nord. *Libyca*, 6-7 : 37-77.

• **SANTA, S. & SAUVAGE, Ch.**, 1965 - Excursion botanique au Maroc. 200 p.multigr., 34 phot., 3 cartes h.t., Inst. Bot., Fac. Sces, Montpellier.

• **SARNTHEIN, M.**, 1978 - Sand deserts during glacial maximum and climatic optimum. *Nature*, 272, 5648 : 43-46.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1947 - Annotations au catalogue des plantes du Maroc, fasc.2, *Bull. Soc. Sc. Nat. & Phys. du Maroc*, 25-27 : 351-402.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1948 - Annotations au catalogue des plantes du Maroc, fasc.3, *Bull. Soc. Sc. Nat. & Phys. du Maroc*, 28 : 1-12.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1950 - Les récoltes du Lt Désiré sur la Hammada du Draa. *Bull. Soc. Hist. Nat. du Maroc*, XXX : 131-137.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1953 - Les récoltes botaniques des missions de l'Office National Anti-Acridien au Sahara occidental. *Mém. Off. Nat. Anti-Acrid.*, n°4, 28 p. Alger.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1963 a - Etages bioclimatiques. 44 p., 1 carte coul. 1/2 000 000, feuille n° 6b, Atlas du Maroc, Comité Géographique du Maroc, Rabat.

• **SAUVAGE, Ch.**, 1963 b - Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. *Ann. Serv. Phys. Globe et de Météor. de l'Inst. Sci. Chérif.*, XX : 11-23, 1 carte 1/3 000 000, 1 graph.

• **SAUVAGE, Ch.**, VINDT, J. & DE BRETTES, R., 1952-1954 - Flore du Maroc, analytique, descriptive et illustrée. Fasc.I : Ericales, Primulales, Plombaginales, Ebenales, Contortales, 148 p., 42 fig., 1 carte h.t., 2 pl.phot., 1952. Fasc.II : Tubiflorales (Convolvulacées et Boraginacées), 267 p., 55 fig., 2 pl.phot., 1 carte h.t., 1954. *Travx. Inst. Scient. Chérif., Sér. Botanique*, n°1 & 3.

• **SCET**, 1962a - Zone de mise en valeur de Reibell : Etude phytoécologique. 81 p., 2 graphs., 3 ph., 7 cartes coul. 1/50.000, SCET-COOP, Paris.

• **SCET**, 1962b - Zone de mise en valeur de M'Sila. 50 p., 2 graphs., 16 pl.phot., 8 cartes coul. 1/50.000, SCET-COOP, Paris.

• **SELTZER, P.**, 1946 - Le climat de l'Algérie. 219 p. Carbonnel, Alger.

• **SHERIF A.S. & SIDDIQI, M.A.**, 1988 - Poaceae. In: Flora of Libya, vol. 145, AA El Gadi, edit., Faculty of Science, El Fateh University, Tripoli, Libya.

• **SHMIDA, A.**, 1988 - Endemism in the Flora of Israel. *Botanische Jahrücher fur Systematik Pflanzengesischte und Pflanzengeographie*, 104 : 537-567.

• **STEWART, Ph.**, 1968 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59 (1-4) : 23-36.

• **STEWART, Ph.**, 1975 - Un nouveau climagramme pour l'Algérie, et son application au Barrage Vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 65 (1-2) : 239-245.

• **TACKHOLM, V.**, 1974 - Student's flora of Egypt. 2nd edit., 888 p., Univ. of Cairo Press, Cairo.

• **TADROS, T.M.**, 1953 - A phytosociological study of halophilous communities from Mareotis (Egypt). *Vegetatio*, IV (2) : 102-124.

• **TADROS, T.M., BERLANTA, A. & ATTA, M.**, 1958 a - Further contribution to the study of the sociology and ecology of the halophilous plant communities of Mareotis (Egypt). *Vegetatio*, VIII (3) : 137-160.

• **TADROS, T.M., BERLANTA, A. & ATTA, M.**, 1958 b - The plant communities of barley fields and uncultivated desert areas of Mareotis (Egypt). *Vegetatio*, VIII (3) : 161-175.

• **TELAHIGUE, T.**, 1981 - Contribution à l'étude des déséquilibres écologiques et agricoles en zone aride tunisienne. Le cas des friches post-culturales dans la région de BIR LAHMAR. 159 p. Thèse Ing.-Doct., Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier.

• **TELAHIGUE, T., FLORET, Ch. & LE FLOC'H, E.**, 1987 - Successions post-culturales en zone aride de Tunisie. *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum*, 8 (22) : 45-58.

• **THIEBAULT, J.**, 1936-1953 - Flore Libano-Syrienne. 3 vols. Vol.I, 174 p., 1936, Mém. Inst. du Désert n°3, Le Caire. Vol.II. Vol.III, 360 p., 1953, XXIV pl., CNRS, Paris.

• **THORNTHWAITE, C.W.**, 1948 - An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38 (1) : 55-94.

• **THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R.**, 1957 - Instructions and tables for computing potential evaporation and the water balance. Publications in climatology, 10 : 185-311.

• **THORNTHWAITE, C.W. & associates**, 1962 - Average climatic water balance data of the continents. Part 1, Africa. *Publications in climatology*, Lab. of climatology, 15 (2) : 115-287.

• **TITS, P.**, 1925 - Le Sahara occidental (Contribution phytogéographique). *Bull. Soc. Roy. Belg.*, LVIII : 1-51.

- **TRABUT, L.**, 1889 - Etude sur l'Alfa (*Stipa tenacissima*). 90 p., A. Jourdan Ed., Alger. 112 p., XXII pl.
- **TROIN, J.F.**, 1968 - Cultures céréalières. 140 p., 1 carte 1/2 000 000, Atlas du Maroc, Inst. Sci. Chérif., Rabat.
- **TROTTER, A.**, 1915 - Flora economica della Libia. 373 p., 143 pl., 127 fig., 1 carte et 1 graph.h.t., Tipog. Unione Editr., Roma.
- **TURC, L.**, 1954-55 - Le bilan d'eau des sols : relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement, *Ann. Agron.*, 1954 : 491-595 ; 1955 : 5-131.
- **TURC, L.**, 1961 - Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise à jour. *Ann. Agron.*, 12 (1) : 13-49.
- **TUTIN, T.G., BURGES, N.A., CHATER A.O., EDMONDSON, J.R., HEYWOOD, V.H., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS S.M. & WEBB, D.A.** edits, 1964 - 1993-1995 (second edit.) Flora Europea. 5 vols. Cambridge University Press, Cambridge.
- **UCHIJIMA, Z. & SEINO, H.**, *1987 - Distribution Maps of Net Primary Productivity of Natural Vegetation and Related Climatic Elements on Continents.* Div. of Agro-Meteorology, Natl Inst. of Agro-Environment Sciences, Yatabe, Ibaraki, Japan. 102 p.
- **UNEP**, 1992 - World Atlas of Desertification, Edward Arnold Publication, London. 69 pl.
- **UNESCO**, 1979 - Carte de répartition mondiale des zones arides. 55 p., 1 carte coul. 1/25 000 000. Note Techn. n° 7 , MAB, UNESCO, Paris.
- **UVAROV, B.P.**, 1966 - Grasshoppers and locusts, a handbook of acridology. Vol.I, 481 p., Cambridge Univ. Press, London.
- **UVAROV, B.P.**, 1977 - Grasshoppers and locusts, a handbook of acridology. Vol.II, 613 p., Centre for Overseas Pest research, London.
- **VALDEZ, B. TALAVERA, S. ET FERNANDEZ-GALIANO, E.**, 1987 - Flora vascular de Andalucía Occidental, Ketres Editora, Barcelona. vol. 1, 485 p., vol. 2, 640 p., vol. 3, 556 p.
- **VALVERDE, J.A.**, 1957 - Aves del Sahara Español, estudio ecologico del desierto. 487 p. Consejo superior de Investigaciones Cientificas, Madrid.
- **VAN CAMPO, M.**, 1957 - Analyse pollinique des dépôts würmiens d'El Guettar (Tunisie). Verh. der Vierten Internat. Tagung der Quartärnarbotaniken, Geobot. Inst. Rübel, Zurich.
- **VAN CAMPO, M.**, 1975 - Pollen analysis in the Sahara. in F. Wendorf & A.E. Marks, edits.: Problems in prehistory : North Africa and the Levant, pp.45-64, Southern Methodist Univ. Press, Dallas, Texas.
- **VAN CAMPO, M. & COQUE, R.**, 1960 - Palynologie et géomorphologie dans le Sud Tunisien. *Pollen & Spores*, 11, 2: 275-284.
- **VINDT, J. & DE BRETTES, R.**, 1953-1960 - Monographie des Euphorbiacées du Maroc. I. Révision systématique, 218 p., 51 fig., 1 carte h.t., 1953. II. Anatomie, 315 p., 77 fig. *Travx. Inst. Scient. Chérif., Sér. Botanique*, n°2, 1953 & n°19, 1960.
- **WALLEN, C.C. & PERRIN DE BRICHAMBAUT, G**, *1962 - Etude d'agro-climatologie dans les zones arides et semi-arides du Proche Orient.* 246 p., 7 cartes. FAO/UNESCO/OMM, Projet conjoint en Agro-climatologie.
- **WALTER, H., HARNICKELL, E. & MUELLER-DOMBOIS, D.**, 1975 - Climate-diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the Earth. Supplement to vegetation monographs, 36 p., 9 maps 1/8 000 000, Springer-Verlag, Heidelberg.
- **WALTER, H. & LEITH, H.**, *1960 - Klimadiagramm Weltatlas.* G. Fisher Verlag, Iéna.
- **WICKENS, G.E.**, 1975 - Changes in climate and vegetation of the Sudan since 20.000 BP. *Boissiera*, 24a : 43-65.
- **WICKENS, G.E.**, *1976 - The flora of Jebel Marra* (Sudan Republic) and its geographical affinities. 368 p., 34 fig., 206 distrib. maps. Kew Bull. Addit. Serv., Royal Botanic Gardens, Kew.
- **WILLIAMS, M.A.J. & FAURE, H.**, 1980 - The Sahara and the Nile. 607 p., A.A. Balkema, edit., Rotterdam.
- **YESSEF, M.**, 1992 - Selected Life History Strategies of *Stipa tenacissima* L., in Response to Climatic Stress and Defoliation Regimes, Thèse Doct. Sces Agron. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Depart. d'Ecologie Végétale), Rabat. 190 p.
- **ZAFFRAN, J.**, 1967 - Note sur le genre *Launaea* Cass. en Afrique du Nord et au Sahara. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, XXXIX : 195-210, 7 pl.
- **ZHU ZHENDA & LIU SHU**, 1983 - Combating desertification in Arid and Semi-Arid Zones of China. 69 p. Inst. of Desert Research, Langzhou.
- **ZOHARY, M.**, 1962 - Plant life of Palestine. 262 p., Ronald Press, N.-Y.
- **ZOHARY, M.**, 1963 - On the geobotanical structure of Iran. 113 p., Suppl. to the *Bull. of the Res. Counc. of Israel*, IID, Jerusalem.
- **ZOHARY, M.**, 1973 - Geobotanical foundations of the Middle-East. 2 vols., 739 p., Fisher Verlag, Stuttgart.
- **ZOHARY, M. & FEINBRUN-DOTHAN**, 1966-1986 - Flora Palaestina. 8 vols., Isr. Acad. of Sces & Human., Jerusalem.
- **ZOHARY, M., HEYN, C.C. & HELLER, D.**, *1980 - Conspectus florae orientalis*, I : 107 p., 1 map. Isr. Acad. of Sces & Human., Jerusalem.
- **ZOLOTAREVSKY, B. & MURAT, M.**, 1938 - Les divisions naturelles du Sahara et sa limite méridionale. *Mém. Soc. Biogéogr.*, VI, La vie dans les régions désertiques de l'Ancien Monde, pp. 335-350.

Liste des tableaux et figures

I – Tableaux

		pages
1.	ETP mesurée et calculée en Tunisie	16
2.	Probabilités de pluviosité annuelle en fonction de la moyenne : pluies fiables, médianes et déciles	18
3.	Critères d'aridité aux Iles Canaries : P/ETP, Q3, Ix	20
4.	Superficie par pays des zones arides du nord de l'Afrique et de leurs subdivisions	23
5.	Zonation bioclimatique des steppes algériennes	24
6.	Radiation globale en fonction de l'exposition et de la pente, sous 36° de Lat. N	29
7.	ETP en fonction de l'exposition et de la pente, sous 36° de Lat. N	29
8.	Disponibilité en eau en fonction de la texture du sol, en mm par cm d'épaisseur	30
9.	Disponibilité en eau en fonction de la texture à la capacité au champ et au point de flétrissement permanent	30
10.	Valeurs-seuils du quotient pluvio-évapotranspiratoire P/ETP	32
11.	Relations entre P, ETP et Q3 au Maroc atlantique	41
12.	Eléments phytochoriques de la flore des steppes du nord de l'Afrique	53
13.	Endémisme de la flore steppique maghrébienne	53
14.	Taux d'endémicité dans la flore maghrébienne	53
15	Proportions des différents éléments floristiques en fonction du degré d'aridité	54
16.	Faune steppique du nord de l'Afrique	58
17.	Composition taxinomique de la faune steppique mammalienne et reptilienne des steppes	58
18.	Schéma dynamique de la végétation steppique	62
19.	Critères et seuils de vulnérabilité des écosystèmes à la désertisation	63
20.	Evolution des superficies des steppes d'alfa 1900–1992	74
21.	Nombre d'espèces végétales présentes dans les steppes, par pays et par région	102
22.	Récapitulatif de la flore steppique ibéro-maghrébienne et proche-orientale	103
23.	Liste des espèces végétales endémiques orientales	110
24.	Liste des espèces végétales endémiques occidentales	111
25.	Liste des espèces végétales steppiques endémiques maghrébiennes et ibéro-maghrébiennes	113
26.	Taux d'endémicité végétale des steppes maghrébiennes	114
27.	Taux d'endémicité par famille	115
28.	Taux générique d'endémicité dans les steppes ibériques	115
29.	Répartition de l'appartenance phytochorique dans les steppes maghrébiennes et ibéro-maghrébiennes	116
30.	Liste des espèces tropicales dans les steppes	119
31.	Espèces Irano-Touraniennes	120
32.	La Rand Flora	121
33.	Composition taxinomique des steppes, par famille, genres, espèces	124
34.	Richesse générique	125
35.	Comparaison de la fréquence des espèces dans les steppes sud-algéroises et centro-tunisiennes	126
36.	Nombre d'espèces « n » présentes dans « x » % des relevés	127
37.	Espèces dominantes	128
38.	Compatibilité floristique entre les steppes maghrébiennes et proche-orientales	131
39.	Compatibilité floristique, par ordre alphabétique	134
40.	Corrélations entre endémicité et compatibilité	135
41.	Espèces steppiques vicariantes orientales et occidentales	136
42.	Superficies par pays des zones arides du nord de l'Afrique	157

43. Correspondance entre les critères d'estimation de l'intensité et de la longueur de la saison sèche **157**
44. Correspondance entre « m » et le seuil de stress thermique hivernal **158**
45. Zonation éco-climatique des régions arides du nord de l'Afrique en fonction de P, P/ETP, « m » **158**
46. Zonation climatique en fonction de P, P/ETP, « m » et « M' » **159**
47. Comparaison des données d'ETP annuelle en fonction de diverses méthodes d'évaluation **159**
48. Données climatiques essentielles de 450 stations météorologiques des régions arides, semi-arides et hyper-arides **160**

II – Figures

Figure 1 : Schéma hypsométrique du nord de l'Afrique **179**

Figure 2 : Carte schématique de la répartition du relief et de la pluviosité moyenne annuelle dans les zones arides du nord de l'Afrique **180**

Figure 3 : Relations entre le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) et le quotient pluviométrique d'Emberger (Q3) dans les zones semi-aride, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou, 1989) **181**

Figure 4 : Limites des zones arides steppiques du nord de l'Afrique, basées sur le quotient pluvio-évapotranspiratoire (P/ETP) (Le Houérou, 1989) **182**

Figure 5 : Carte schématique des températures hivernales : moyenne journalière des températures minimales de janvier (« m »), et nombre moyen annuel de jours de gel sous abri (Le Houérou, 1989) **183**

Figures 6A et 6B : Carte schématique de la radiation solaire et de l'évapotranspiration potentielle en Eur-Afrique occidentale (Le Houérou, 1989) **184**

Figure 7 : Matrice de classification bioclimatique zonale des biomes terrestres Holdridge & Tosi, 1967 ; modifiée Le Houérou, 1989 **186**

Figure 8 : Classification de l'aire isoclimatique méditerranéenne selon la méthode d'Emberger modifiée (Le Houérou, 1973) **187**

Figure 9 : Classification de l'aire isoclimatique méditerranéenne, selon la méthode d'Emberger modifiée, dans l'hypothèse d'un accroissement de 3°C de la température moyenne annuelle (Le Houérou, 1989) **188**

Figure 10 : Zonation écoclimatique des régions arides s.l. du Nord de l'Afrique, basée sur le quotient pluvio-transpiratoire (P/ETP) et la température moyenne des minima journaliers de janvier (« m ») (Le Houérou, 1989) **189**

Figure 11 : Zonation écoclimatique des régions arides du nord de l'Afrique, basée sur le quotient pluvio-évapotrnaspiratoire (P/ETP) et la température moyenne journalière des minima de janvier (« m »), dans l'hypothèse d'un accroissement de 3°C de la température moyenne annuelle (Le Houérou, 1991) **190**

Figures 12 : Evaluation de la longueur et de l'intensité des saisons sèche et pluvieuse par la relation entre la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle (courbes ombrothermiques) selon la méthode de Bagnouls et Gaussen (1953) où P < 2t et selon la méthode de Le Houérou & Popov (1981) où P < 0,35 ETP (Penman) (courbes ombrodiapnéiques, utilisant les paramètres P, t, ETP, P/ETP, Q3, « m». Longueur des saisons sèche et pluvieuse en fonction de P < 2t et de P < 0,35 ETP

12 A : Schémas et principes de classification **191**
12 B : Maroc (14 stations) et Algérie (2 stations) **192**
12 C : Algérie (12 stations) et Tunisie (4 stations) **193**
12 D : Tunisie (10 stations) et Canaries (6 stations) **194**
12 E : Libye (16 stations) **195**
12 F : Egypte (16 stations) **196**

Figure 13 : Relations entre la température moyenne annuelle et l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (Penman standard) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993) **197**

Figure 14 : Relations entre la température moyenne annuelle des maxima et l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (Penman standard) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993) **197**

Figure 15 : Relations entre le quotient évapotranspiratoire (100P/ETP) et la longueur de la saison sèche (nombre annuel de jours où P < 0,35 ETP) dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993) **198**

Figure 16 : Altitude moyenne approchée des isothermes + 1°C et + 3°C de la température moyenne minimale quotidienne de janvier de l'Océan Atlantique au Golfe des Syrtes (Le Houérou *et al.*, 1993) **198**

Figure 17 : Longueur de la saison sèche : relations entre les deux critères P < 2t et P < 0,35 ETP, dans les régions semi-arides, arides et hyper-arides du nord de l'Afrique (Le Houérou *et al.*, 1993) **199**

Figure 18 : Coefficient de variation de la pluviosité annuelle dans le nord de l'Afrique **200**

Figure 19 : Evolution des populations humaines dans le Nord de l'Afrique et au Proche-Orient, de 1900 à 1990 (Le Houérou, 1992b) **201**

Figure 20 : Evolution des effectifs de petits ruminants et de la production de volaille dans le nord de l'Afrique et le Proche-Orient , de 1950 à 1990 (Le Houérou, 1992b) **202**

Figure 21 : Evolution du cheptel ovin en Algérie, de 1865 à 1985 (Le Houérou, 1992d) **203**

Figure 22 : Evolution de l'utilisation des terres dans les steppes du nord de l'Afrique, de 1900 à 1990, et évolution concommitante de la phytomasse pérenne présente dans ces steppes au cours de leur évolution (Le Houérou, 1992d) **203**

Figure 23 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte d'alfa *(Stipa tenacissima)* sous régime pâturé, dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie (Rogassa), d'après A. Aïdoud, 1989 **204**

Figure 24 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte de sparte *(Lygeum spartum)* sous régime pâturé, dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie (El Biod), d'après A. Aïdoud, 1989 **204**

Figure 25 : Désertisation : évolution de la phytomasse verte d'alfa *Stipa tenacissima)* en fonction du type de gestion des peuplements dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie. D'après A. Aïdoud, 1993) **205**

Figure 26 : Désertisation : répartition de la phytomasse verte d'alfa le long de deux transects effectués en 1975 et en 1992. D'après A. Aïdoud, 1993 **205**

Figure 27 : Evolution des effectifs ovins et de la céréaliculture en Algérie de 1964 à 1990, d'après A. Aïdoud, 1993 **206**

Figure 28 : Schéma évolutif des steppes arides supérieures et moyennes (entre les isohyètes annuelles de 200-400 mm) dans le nord de l'Afrique (Le Houérou, 1977) **207**

Figure 29 : Risques d'érosion hydrique et éolienne en fonction de la pluviosité moyenne annuelle et du taux de recouvrement de la végétation pérenne (OMM, 1983) **208**

Figure 30 : Accumulation de sable mobile derrière un arbuste (Rebha, plur. Rehboub), proportion critique de dépôt éolien (25 %) où le dépôt compense la déflation, en fonction du taux de recouvrement de la végétation pérenne (Le Houérou, 1987a) **209**

Dépôt éolien : profil de flèche de sable mobile (Rebha, pl. Rehboub) accumulée sous le vent d'un arbrisseau, coupe verticale.

$\alpha \approx 35°$; $\beta \approx 132,5°$; $y = 12,5°$; $L = 5h$; $1 \approx 1,5h$; $BC \approx L$; $h \approx d \approx 0,2\ L$; $BD \approx h \approx d$

Dépôt éolien :

– surface de la projectionverticale de la couronne de l'arbrisseau

$$SV = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785\ d2$$

– surface du dépôt éolien

$$SD = \frac{1/2\ \pi d^2}{4} + \frac{dL}{2} = 0,3925\ d2 + \frac{(d \times 5d)}{2} = 0,3925\ d2 + 2,5\ d2 = 2,89\ d2$$

$$\frac{SV}{SD} = \frac{0,785}{2,89} = \frac{0,25}{SV} \approx 0,25 \quad \text{d'où} \quad SD = \frac{2,89}{0,785} = 3,68 \approx 4,0$$

Figures 31 à 34 : Répartition de quelques espèces végétales dominantes du nord de l'Afrique et de la Méditerranée Occidentale en fonction de la pluviosité moyenne annuelle et des températures minimales hivernales (voir aussi annexes IV, V et VI) (Le Houérou, 1973, 1991) **210**

Figure 35 : Répartition des grands types de végétation en Méditerranée Occidentale en fonction de l'altitude, de la latitude et des températures hivernales, relations entre la répartition des grands types de végétation et ces trois paramètres (Le Houérou, 1991) **214**

Figure 36 : Carte bioclimatique des zones arides du Nord de l'Afrique (Le Houérou, 1970, 1989a) **215**

Table des matières

Avant propos, H.N. Le Houérou 1
Préface, Ch. Blanc 3
Résumé/Abstract 5
Introduction 7

Première partie

Problématique générale

Classification bioclimatique **15**

I – Aspects fondamentaux 15
1. Concepts et critères de classification 15
2. Indices de stress hydrique 15
A. La variabilité de la pluviosité annuelle 18
3. Appréciation de l'intensité et la durée du stress hydrique : la saison sèche 18
A. L'intensité de la saison sèche 18
B. La longueur de la saison sèche 21
C. Critères bioclimatiques de classification et valeurs-seuils discriminantes des zones majeures d'iso-aridité, limites des steppes 22
D. Limites bioclimatiques d'aridité 22
a] Limite entre les zones aride et semi-aride 22
b] Limite entre les zones aride et hyper-aride 23
c] Limite entre les zones aride supérieure et aride moyenne 23
d] Limite entre les zones aride moyenne et inférieure 23
4. Indices de stress thermique hivernal 23
A. Le stress thermique hivernal, tolérance au froid
B. Seuils et valeurs discriminantes de « m » 24
5. Distribution saisonnière et variabilité annuelle des pluies 26
6. Amplitude thermique, continentalité et humidité relative 28
7. *Aridité climatique et aridité édaphique* 28
A. Exposition et pente 28
B. Ruissellement 29
C. Stockage de l'eau 29
D. Infiltration 29
E. Eau utile 29
8. Définition et délimitation de la zone aride et des steppes 31
A. Limite supérieure de la zone aride (s.s.) 31
a] Critères climatiques 31
b] Critères écologiques et biogéographiques 33
c] Critères agronomiques 34
d] Critères géographiques et géomorphologiques 34
B. Limite inférieure de la zone aride (s.s.) 34
a] Critères climatiques 35
b] Critères phytogéographiques et zoogéographiques 36
c] Critères écologiques 37
d] Critères édaphiques et pédologiques 38
e] Critères géomorphologiques 38
f] Critères géologiques structuraux 38
g] Critères agronomiques 38
h] Critères de systèmes de production animale 39
i] Le cas particulier du Maroc occidental 39
9. Zones géographiques et régions naturelles 42
A. Sous-zones biogéographiques 42
a] La zone « aride supérieure » 42

b] La zone « aride inférieure » 43
c] La sous-zone « aride moyenne » 44
10. Les seuils majeurs et les grandes zones écoclimatiques 44
A. La zone semi-aride 45
B. La zone aride s.s. 46
C. La zone hyper-aride 46
D. La zone érémitique 47
11. Synthèse écoclimatique 47
12. Quelques applications pratiques de la classification écoclimatique 47
13. Conclusions sur la classification bioclimatique 48
14. Régions naturelles 49

Aspects biogéographiques **51**

I – La flore 51
1. Les éléments phytochoriques 51
A. Le problème de la région saharo-arabique ; existe-t-il une telle région floristique ? 51
B. Les éléments phytochoriques 52
C. Subdivisions floristiques en fonction de l'aridité 54
II – La faune 54
1. Les mammifères 54
A. Les mammifères sauvages 54
B. Le bétail 55
2. Les oiseaux terrestres résidents 56
3. Les reptiles 56
4. Conclusions sur la faune 57

Origine et mise en place des peuplements **59**

I – La flore 59
II – La faune 60

Evolution des écosystèmes **61**

I – Evolution régressive, la steppisation 61
II – La désertisation 62
III – Evolution progressive 63

Aspects appliqués et finalisés **65**

I – Planification de la mise en valeur et du développement agricole 65
1. Céréaliculture 65
2. Arboriculture en sec 65
3. L'amélioration et le développement des pâturages et de l'élevage 65
II – Inventaire des ressources pastorales et développement de l'élevage 66
III – Systèmes de production et planification du développement régional 67

Deuxième partie

Analyse floristique et phytogéographique des steppes de la zone aride du Nord de l'Afrique

Généralités **71**

Définition : typologie physionomique et écologique **73**

I – Physionomie 73
II – Ecologie 77
III – Groupes éco-floristiques d'espèces indicatrices des steppes du Nord de l'Afrique 79
1. Remarques préliminaires 79
A. *Retama raetam* sur limon 79
B. *Retama raetam* sur gypse 80
C. *Calotropis procera* 80
D. *Hertia cheirifolia* 80
E. *Noaea mucronata* 80
F. Espèces sahariennes du Sous et de steppes du Maroc oriental 80

G. *Tetraclinis articulata, Quercus coccifera, Chamaerops humilis* 81
H. *Rhamus oleoïdes* L. 81
I. *Lygeum spartum* 81
J. *Pituranthos tortuosus* (Desf.) Benth. et Hook. subsp. *arcuatus* Le Houér. subsp. nov. 81
K. *Artemisia campestris* L. subsp. *cinerea* Le Houér. subsp. nov. 82
2. Groupes floristiques écoclimatiques 83
A. Espèces forestières résiduelles ou compagnes vestigiales pouvant se rencontrer dans les écotones forêt-steppe, dans la zone aride supérieure 83
B. Espèces forestières résiduelles ou compagnes vestigiales pouvant se rencontrer dans les écotones forêt-steppe, dans la zone aride moyenne 84
C. Espèces steppiques liées à la zone aride supérieure 84
D. Espèces steppiques liées à la zone aride moyenne et supérieure 85
E. Espèces steppiques liées à la zone aride inférieure 85
F. Espèces steppiques s.l. 85
G. Espèces liées au stress thermique hivernal 86
3. Groupes édaphiques 86
A. Espèces liées aux sols squelettiques 86
B. Groupe psammophile lié aux sables grossiers plus ou moins fixés 86
C. Groupe psammophile des sables mobiles 87
D. Groupe psammophile des sables très grossiers soumis à la déflation 87
E. Groupe d'espèces limonophiles des sols colmatés en surface (pellicule de battance), caractéristiques des steppes d'armoise blanche 87
F. Groupe d'espèces pélophiles des argiles et marnes 88
G. Espèces liées au gypse 88
H. Groupe gypso-halophile 88
I. Groupe halophile 88
J. Groupe des psammo-halophytes littoraux liés aux embruns 89
K. Groupe phréatophile 89
L. Groupe rudéral lié au surpâturage prolongé 89
M. Groupe d'espèces localement liées à un appoint d'eau par ruissellement 90
N. Groupe d'espèces oligotrophes (plus ou moins cultigènes) des sols chimiquement carencés 90
O. Groupe calcarifuge (sols neutres ou acides) 90
P. Groupe des sols compacts à structure défavorable et/ou alcalisés 90
Q. Groupe des sols périodiquement submergés 90
R. Groupe des éboulis 90
S. Groupe chasmophile, lithophile et des falaises 91

Analyse floristique et phytogéographique **93**

I – Les sources 93
II – Nomenclature et synonymie 94
III – Nombre d'espèces steppiques par pays et par zone, richesse aréale 102
1. Espèces steppiques communes et différentielles entre pays et zones 104
A. Egypte-Libye 104
B. Libye-Tunisie 104
C. Tunisie-Algérie 104
D. Algérie-Maroc 104
E. Maroc-Péninsule ibérique 104
F. Zone ibéro-maghrébienne 105
G. Egypte-Palestine 105
H. Palestine-Syrie 105
I. Afrique du Nord-Proche-Orient 105
J. Espèces irano-touraniennes occidentales et ibéro-maghrébiennes dans l'ensemble steppique méditerranéen 105
2. Originalité de la flore steppique maghrébienne 106
A. Espèces communes à plusieurs pays 106
B. Nombre d'espèces propres à chaque pays ou zone à l'intérieur de l'ensemble maghrébien 106
C. Espèces orientales (existant seulement en Egypte et Libye) 106
D. Espèces occidentales (existant seulement en Tunisie, Algérie et Maroc) 106
3. Rapport avec les régions voisines 107
a] Le Sahara 107
b] Le Proche-Orient 107
c] La Péninsule arabique 107
d] L'Espagne 107
4. L'endémisme de la flore steppique 108

A. Nombre d'espèces 108
B. Distribution géographique 108
a] Le centre d'endémisme oriental 108
b] Le centre d'endémisme occidental
C. Endémisme steppique global nord-africain 113
D. Systématique de l'endémisme steppique 114
5. Origine et affinité phytogéographique de la flore steppique 116
A. Eléments phytochoriques 116
B. Les espèces tropicales dans les steppes nord-africaines 118
C. Le problème des espèces irano-touraniennes 119
D. Le problème de l'élément saharo-sindien ou saharo-arabique 120
E. La flore archaïque xérophile pan-africaine 121
F. Composition taxinomique de la flore steppique ibéro-maghrébienne 124
a] Nombre d'espèces 124
b] Fréquence 125
c] Les espèces dominantes 127
d] Compatibilité des flores steppiques nord-africaines et proche-orientale, compatibilité et endémicité 129
e] Vicariance et diversité, liaison à l'endémisme 135
f] Dynamique régressive de la végétation steppique, désertisation et biodiversité 137
IV – Dynamique des peuplements, phytomasse et production animale 140
1. Erosion et sédimentation 140
2. Dynamique progressive 141
3. Phytomasse et production animale 141
4. Conclusions sur la phytogéographie des steppes nord-africaines 142

Conclusions générales **145**
I – Classification des steppes 145
1. Aridité 145
2. Steppes chaudes et froides 146
3. Zonation méridienne 146
II – Analyse phytogéographique 148
III – Origine et mise en place de la flore et de la faune 148
IV – Phytomasse et productivité primaire 149
V – Evolution des steppes ; steppisation et désertisation 149
VI – La remontée biologique, la restauration et la réhabilitation des steppes 150
VII – Les perspectives de développement agricole des steppes 151
VIII – Les steppes et l'évolution climatique prévisible 152

Tableaux hors-texte 42 à 48 **157**

Figures 1 à 36 **179**

Photos **219**

Bibliographie **259**

Liste des tableaux et figures **277**

Annexes

Annexe I *Répartition écoclimatique des mammifères terrestres* 287
Annexe II *Répartition écoclimatique des oiseaux terrestres* 291
Annexe III *Répartition écoclimatique des reptiles terrestres* 295
Annexe IV *Répartition écoclimatique des plantes en fonction de l'aridité* 299
Annexe V *Répartition écoclimatique des plantes en fonction du froid* 307
Annexe VI *Distribution géographique des espèces végétales steppiques dans le Nord de l'Afrique, l'Espagne et le Proche-Orient, par pays et zone* 317

Annexes

Annexe I A - Répartition écoclimatique des mammiferes terrestres des zones arides du Nord de l'Afrique interprétée d'apres les données de Aulagnier et Thévenot (1986) pour le Maroc, de Kowalski et Kowalska (1991) pour l'Algérie, de Bernard (1970) pour la Tunisie et de Hufnagl (1972) pour la Libye, révisée par M. Thévenot (*in litt.*, 1992). Especes classées par similitude de zonalité : Azonales, Semi-arides, Arides, Désertiques.

Légende : *HH=Hyper-humide, AM=Aride moyen, HI=Hyperaride inférieur, SA=Semi-aride, AI=Aride inférieur Er=Erémitique, AS=Aride supérieur HS=Hyperaride supérieur Mac=Macaronésien = littoral atlantique*

+ = Espèce présente;
(+) = Espèce rare ou très localisée;
- = Espèce absente
? = Espèce dont la présence est douteuse

	Zones écoclimatiques								
Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Ordres et familles
Canis aureus	+	+	+	+	+	+	+	+	Carniv. Canidae
Ammotragus lervia	+	+	+	+	+	+	+	+	Artiod. Bovidae
Lepus capensis	+	+	+	+	+	+	+	+	Lagom. Leporidae
Gerbillus campestris	+	+	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Felis sylvestris (incl. *F. libyca*)	+	+	+	+	+	(+)	(+)	-	Carniv. Felidae
Rhinolophus clivosus	+	+	+	+	+	+	+	-	Chiropt. Rhinolophidae
Hyaena hyaena	+	+	+	+	+	+	(+)	+	Carniv. Hyaenidae
Poecilictis libyca	+	+	+	+	+	(+)	-	-	Carniv. Mustelidae
Pipistrellus kuhli	+	+	+	+	+	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Eliomys quercinus	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Rodent. Gliridae
Erinaceus algirus	+	+	+	+	+	(+)	-	-	Insectiv. Erinaceidae
Meriones shawi	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Rodent. Gerbillidae
Atlantoxerus getulus	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Rodent. Sciuridae
Crocidura whitakeri	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Insectiv. Soricidae
Eptesicus serotinus	+	+	+	+	+	(+)	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Hystrix cristata	+	+	+	+	(+)	(+)	-	-	Rodent. Hystricidae
Jaculus orientalis	+	+	+	+	+	-	-	-	Rodent. Dipodidae
Felis caracal	+	+	+	+	+	(+)	-	-	Carniv. Felidae
Mus musculus	+	+	+	+	+	-	-	+	Rodent. Muridae
Elephantulus rozeti	+	+	+	+	+	+	-	+	Macrosc. Macroscelidae
Lutra lutra	+	+	+	+	(+)	-	-	+	Carniv. Mustelidae
Gazella cuvieri	+	+	+	+	(+)	-	-	+	Artiod. Bovidae
Genetta genetta	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Carniv. Viverridae
Vulpes vulpes	+	+	+	+	+	-	-	-	Carniv. Canidae
Mus spretus	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Rodent. Muridae
Sus scrofa	+	+	+	(+)	-	-	-	+	Artiod. Suidae
Spalax ehrenbergi	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Rodent. Spalacidae
Mustela nivalis	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Carniv. Mustelidae
Miniopterus schrebersi	+	+	+	+	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rattus rattus	+	+	+	+	-	-	-	+	Rodent. Muridae
Nycteris thebaica	+	+	+	+	-	-	-	+	Chiropt. Nycteridae
Rhinolophus blasii	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Myotis blythi	+	+	+	+	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinolophus ferrumequinum	+	+	+	+	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinolophus mehelyi	+	+	+	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinolophus hipposideros	+	+	+	+	-	-	-	+	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinolophus euryale	+	+	+	+	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Plecotus austriacus	+	+	+	+	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Oryctolagus cuniculus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Lagom. Leporidae

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Ordres et familles
Apodemys sylvaticus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Rodent. Muridae
Lemniscomys barbarus	+	+	+	+	-	-	-	+	Rodent. Muridae
Rattus norvegicus	+	+	(+)	-	-	-	-	+	Rodent. Muridae
Crocidura russula	+	+	+	-	-	-	-	(+)	Insectiv. Soricidae
Pipistrellus pipistrellus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Pipistrellus sanii	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Myotis emarginatus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Suncus etruscus	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Insectiv. Soricidae
Tadarida teniotis	+	+	+	-	-	-	-	-	Chiropt. Molossidae
Panthera pardus	+	(+)	-	-	-	-	(+)	-	Carniv. Felidae
Macaca sylvanus	+	-	-	-	-	-	-	-	Prim. Cercopithecidae
Myotis cappaccini	+	-	-	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Myotis nattereri	+	-	-	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
(Felis serval)	(+)	-	-	-	-	-	-	-	Carniv. Felidae
Dipodillus maghrebi	+	-	-	-	-	-	-	-	Rodent. Gerbilldae
Cervus elaphus	+	-	-	-	-	-	-	-	Artiod. Cervidae
Nyctalus lasiopterus	+	-	-	-	-	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinopoma hardwickii	-	+	+	+	(+)	-	-	-	Chiropt. Rhinopomatidae
Gazella dorcas	-	(+)	(+)	(+)	+	+	+	+	Artiod. Bovidae
(Gazella rufina)	-	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	Artiod. Bovidae
Hipposideros caffer	-	+	+	-	-	-	-	+	Chiropt. Rhinolophidae
Gerbillus henleyi	-	+	+	+	+	-	-	(+)	Rodent. Gerbillidae
Mastomys erythroleucus	-	+	+	-	-	-	-	+	Rodent. Muridae
Jaculus jaculus	-		+	+	+	+	-	+	Rodent. Dipodidae
Ctenodactylus gundi	-	-	+	+	+	-	-	-	Rodent. Ctenodactylidae
Xerus erythropus	-	-	+	-	-	-	-	(+)	Rodent. Sciuridae
Crocidura lusitanica	-	-	+	+	+	(+)	-	+	Insectiv. Soricidae
Crocidura bolivari	-	-	+	+	+	+	-	+	Insectiv. Soricidae
Poecilictis libyca	-	-	+	+	+	+	(+)	+	Carniv. Mustelidae
Gerbillus nanus	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Gerbillus pyramidum	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Pachyuromys duprazi	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Psammomys obesus	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Asellia tridens	-	-	+	+	+	+	+	-	Chiropt. Rhinolophidae
Otonycteris hempichi	-	-	+	+	+	+	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Meriones libycus	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Meriones crassus	-	-	+	+	+	+	+	+	Rodent. Gerbillidae
Vulpes ruepellii	-	-	-	+	+	+	-	-	Carniv. Canidae
Felis margarita	-	-	-	+	+	+	+	-	Carniv. Felidae
Paraechinus aethiopicus	-	-	-	+	+	+	+	+	Insectiv. Erinaceidae
Gerbillus hoogstrali	-	-	+	+	-	-	-	+	Rodent. Gerbillidae
Dipodillus simoni	-	-	-	+	-	-	-	-	Rodent. Gerbillidae
Gerbillus gerbillus	-	-	-	+	+	+	-	-	Rodent. Gerbillidae
Acomys cahirinus	-	-	-	+	+	+	+	-	Rodent. Muridae
Ctenodactylus vali	-	-	-	+	+	+	-	-	Rodent. Ctnodactylidae
Pipistrellus ruepellii	-	-	-	+	+	-	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Pipistrellus deserti	-	-	-	+	+	+	-	-	Chiropt. Vespertilionidae
Rhinopoma microphyllum	-	-	-	+	+	-	-	-	Chiropt. Rhinopomatidae
Mellivora capensis	-	-	-	-	+	+	-	-	Carniv. Mustelidae
Acinonyx jubatus	-	-	-	-	(+)	(+)	-	(+)	Carniv. Felidae
Fennecus zerda	-	-	-	-	+	+	+	-	Carniv. Canidae
Procavia capensis	-	-	-	-	(+)	+	+	-	Hyrac. Procaviidae
Massoutiera mzabi	-	-	-	-	+	+	+	-	Rodent. Ctenodactylidae
Lepus saxatilis (= *L. crawshayi*)	-	-	-	-	-	+	-	-	Lagom. Leporidae

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Ordres et familles
Tadarida aegyptiaca	-	-	-	-	-	+	+	-	Chiropt. Molossidae
Taphozous nudiventris	-	-	-	-	-	+	(+)	-	Chiropt. Molossidae
Gazella dama	-	-	-	-	-	+	+	(+)	Artiod. Bovidae
Gazella leptoceros	-	-	-	-	-	+	+	(+)	Artiod. Bovidae
Oryx dammah	-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	Artiod. Bovidae
Addax nasomaculatus	-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	Artiod. Bovidae
(*Lycaon pictus*)	-	-	-	-	-	-	(+)	-	Carniv. Canidae
Crocidura tarfayensis	-	-	-	+	+	+	-	+	Insectiv. Soricidae
Gerbillus occiduus	-	-	-	-	-	-	-	+	Rodent. Gerbillidae
Gerbillus riggenbachi	-	-	-	-	-	-	-	+	Rodent. Gerbillidae
Gerbillus hesperinus	-	-	-	-	-	-	-	+	Rodent. Gerbillid

ANNEXE I B - MAMMIFERES ORIENTAUX (LOCALISÉS À L'EST DE 19° LONGITUDE EST)

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Vallée du Nil	Mer Rouge	Ordres	Familles
Rhinolophus clivosus	+	+	+	+	+	+	+	+	+Trop	Chiropt.	Rhinolophidae
Hemiechinus auritus	+	+	+	+	+	-	-	(+)	-	Insectiv.	Erinceidae
Spalax ehrenbergi	+	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Rodent.	Spalacidae
Allactaga tetradactyla	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Rodent.	Dipodidae
Dipodillus kaiseri	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Rodent.	Gerbillidae
Microtus guentheri	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Rodent.	Arvicolidae
Crocidura floweri	-	-	-	+	+	+	-	+	-Trop	Insectiv.	Soricidae
Roussetus aegyptiacus	-	-	-	+	+	+	+	-	-Trop	Chiropt.	Pteropod.
Pipistrellus ariel	-	-	-	+	+	+	+	-	-	Chiropt.	Vespertilionidae
Eptesicus bottae	-	-	-	+	+	+	+	+	-	Chiropt.	Vespertilionidae
Felis chaus	-	-	-	+	+	+	-		+	Carniv.	Felidae
Dipodillus simoni	-	-	-	+	+	-	-	-	-	Rodent.	Gerbillidae
Gerbillus latastei	-	-	-	+	+	-	-	-	-	Rodent.	Gerbillidae
Acomys cahirinus	-	-	-	+	+	+	+	-	+Trop	Rodent.	Muridae
Nesokia indica	-	-	-	+	+	+	-	-	-	Rodent.	Muridae
Crocidura flavescens	-	-	-	-	-	+	-	+	-Trop	Insectiv.	Soricidae
Suncus murinus	-	-	-	-	-	+	+	+		Insectiv.	Soricidae
Rhinopoma microphyllum	-	-	-	-	-	+	+	+	+Trop	Chiropt.	Rhinopomatidae.
Capra ibex	-	-	-	-	-	+	+	-	-	Artiod.	Bovidae
Sekeetamys calurus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Rodent.	Gerbillidae
Acomys russatus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Rodent.	Muridae
Panthera pardus (1)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Carniv.	Felidae
Acinonyx jubatus (2)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Carniv.	Felidae
Equus asinus (3)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Perissodact.	Equidae
Crocidura nana	-	-	-	-	-	-	-	-	+Trop	Insectiv.	Soricidae
Taphozous nudiventris	-	-	-	-	-	-	-	-	+Trop	Chiropt.	Molossidae
Taphozous perforatus	-	-	-	-	-	-	-	-	+Trop	Chiropt.	Molossidae
Nictycius schliffeni	-	-	-	-	-	-	-	+	+Trop	Chiropt.	Vespestilionidae
Arvicanthis niloticus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	Rodent.	Muridae

(1) - Panthères présentes dans la dépression de Qettara, Siwa et Jaraboub.
(2) - Guépards présents dans la dépression de Qettara, Siwa et Jaraboub et aux environs de Jalo (Gikherra) dans le sud de la Cyrénaïque (Hufnagl, 1972).
(3) - Anes "ensauvagés" présents dans la dépression de Qettara et dans les régions attenantes de Siwa et Jaraboub (surfaces d'eau libre, modérément salée).

ANNEXE I C - MAMMIFERES OCCIDENTAUX (LOCALISÉS À L'OUEST DU MÉRIDIEN 0°)

Espèces	SA	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Oueds Pérennes	Ordres	Familles
Rhinolophus blasii	+	+	+	+	(+)	-	-	-	+	Chiropt.	Rhindophidae
Crocidura viaria	-	-	+	+	+	+	-	+	-	Insect.	Soricidae
Hipposideros caffer	-	-	+	+	+	+	-	+	-Trop	Chiropt.	Hipposideridae
Mellivora capensis	-	-	+	+	+	+	-	+	+	Carniv.	Mustelidae
Atlantoxerus getulus	-	-	+	+	-	-	-	+	-	Insect.	Soricidae
Crocidura lusitanica	-	-	+	+	-	-	-	+	-	Insect.	Soricidae
Lemniscomys barbarus	-	-	+	+	+	-	-	-	-	Rodent.	Muridae
Acomys chudeaui	-	-	-	+	+	+	-	+	-Trop	Rodent	Muridae
Crocidura tarfayensis	-	-	-	-	+	+		+	-	Insect.	Soricidae
Gazella dama	-	-	-	-	-	+	+	+	-Trop	Artiod.	Bovidae
Xerus erythropus	-	-	-	-	+	+	-	+	-Trop	Rodent.	Sciuridae
Gerbillus riggenbachii	-	-	-	-	+	+	-	+	-Trop	Rodent.	Gerbillidae
Desmodilliscus braveri	-	-	-	-	+	-	-	+	-Trop	Rodent.	Gerbillidae
Lepus saxatilis (=L. crawshayi)	-	-	-	-	+	+		-	-Trop	Rodent.	Gerbillidae
Gerbillus occiduus	-	-	-	-	-	-	-	+	-	Rodent.	Gerbillidae
Gerbillus hesperinus	-	-	-	-	-	-	-	+	-	Rodent.	Gerbillidae

Annexe II a : Répartition écoclimatique des oiseaux terrestres résidents dans les zones arides s.l. du Nord de l'Afrique, interprétée d'apres les données de Etchécopar et Hüe (1964) et révisée par P. Isenmann (1992, *in litt.*). Especes classées par similitude de zonalité.

	Zones écoclimatiques								
Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Noms vernaculaires
Falco biarmicus	+	+	+	+	+	+	+	+	Faucon lanier
Bubo bubo ascalaphus	+	+	+	+	+	+	+	+	Grand-duc
Lanius excubitor	+	+	+	+	+	+	+	+	Pie grièche grise
Hippolais pallida	+	+	+	+	+	+	+	+	Hypolaïs pâle
Neophron percnopterus	+	+	+	+	+	+	+	-	Vautour percnoptère
Streptopelia turtur	+	+	+	+	+	+	-	+	Tourterelle des bois
Passer hispaniolensis	+	+	+	+	+	+	-	+	Moineau espagnol
Burhinus oedicnemus	+	+	+	+	+	+	-	+	Edicnème criard
Falco tinnunculus	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Faucon crécerelle
Alectoris barbara	+	+	+	+	+	(+)	-	+	Perdrix gambra
Ardeola ibis	+	+	+	+	+	+	-	-	Héron garde-boeuf
Buteo rufinus	+	+	+	+	+	+	-	-	Buse féroce
Gyps fulvus	+	+	+	+	+	(+)	-	-	Vautour fauve
Coturnix coturnix	+	+	+	+	+	-	-	+	Caille des blés
Charadrius dubius	+	+	+	+	+	-	-	+	Petit gravelot
Charadrius alexandrinus	+	+	+	+	+	-	-	+	Gravelot à collier interrompu
Pterocles alchata	+	+	+	+	+	-	-	+	Ganga cata
Pterocles orientalis	+	+	+	+	+	-	-	+	Ganga unibande
Tyto alba	+	+	+	+	+	-	-	+	Chouette effraie
Apus pallidus	+	+	+	+	+	-	-	+	Martinet pâle
Upupa epops	+	+	+	+	(+)	-	-	+	Huppe fasciée
Calandrella rufescens	+	+	+	+	+	-	-	+	Alouette pistolette
Monticola solitarius	+	+	+	+	+	-	-	(+)	Merle bleu
Oenanthe leucura	+	+	+	+	+	-	-	+	Traquet rieur
Cercotrichas galactotes	+	+	+	+	+	-	-	+	Agrobate roux
Pycnonotus barbatus	+	+	+	+	+	-	-	+	Bulbul gris
Passer domesticus	+	+	+	+	+	-	-	+	Moineau domestique
Corvus corax	+	+	+	+	+	-	-	-	Grand corbeau
Falco peregrinus	+	+	+	+	-	-	-	+	Faucon pélerin
Alcedo atthis	+	+	+	+	-	-	-	+	Martin-pêcheur d'Europe
Merops apiaster	+	+	+	+	-	-	-	+	Guêpier d'Europe
Riparia paludicola	+	+	+	+	-	-	-	+	Hirondelle de Mauri
Tchagra senegala	+	+	+	+	-	-	-	+	Téléphone Tschagra
Pica pica	+	+	+	(+)	-	-	-	+	Pie bavarde
Aquila chrysaetos	+	+	+	+	-	-	-	-	Aigle royal
Hieraaetus fasciatus	+	+	+	+	-	-	-	-	Aigle de Bonelli
Circaetus gallicus	+	+	+	+	-	-	-	-	Circaete Jean-le-Blanc
Milvus migrans	+	+	+	+	-	-	-	-	Milan noir
Otus scops	+	+	+	+	-	-	-	-	Hibou petit-duc
Apus affinis	+	+	+	+	-	-	-	-	Martinet à croupion blanc
Hirundo rupestris	+	+	+	+	-	-	-	-	Hirondelle des rochers
Sylvia communis	+	+	+	+	-	-	-	-	Fauvette grisette
Fringilla coelebs	+	+	+	+	-	-	-	-	Pinson des arbres
Phoenicurus moussieri	+	+	+	+	-	-	-	-	Rougequeue de Moussier
Cisticola juncidis	+	+	+	+	-	-	-	-	Rougequeue à front blanc
Ciconia ciconia	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Cigogne blanche
Geronticus eremita	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Ibis chauve
Tadorna ferruginea	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Tadorne casarca
Anas angustirostris	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Sarcelle marbrée
Calandrella cinerea	+	+	+	-	-	-	-	+	Alouette calandrelle

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Noms vernaculaires
Galerida cristata	+	+	+	-	-	-	-	+	Alouette cochevis
Galerida theklae	+	+	+	-	-	-	-	+	Cochevis de Thekla
Sylvia melanocephala	+	+	+	-	-	-	-	+	Fauvette mélanocéphale
Sylvia conspicillata	+	+	+	-	-	-	-	+	Fauvette à lunette
Carduelis carduelis	+	+	+	-	-	-	-	+	Chardonneret
Emberiza calandra	+	+	+	-	-	-	-	+	Bruant proyer
Serinus canaria	+	+	+	-	-	-	-	+	Serin des Canaries
Melanocorypha calandra	+	+	+	-	-	-	-	-	Alouette calandre
Hirundo rustica	+	+	+	-	-	-	-	-	Hirondelle des cheminées
Delichon urbica	+	+	+	-	-	-	-	-	Hirondelle de fenêtre
Oenanthe hispanica	+	+	+	-	-	-	-	-	Traquet stapazin
Luscinia megarhynchos	+	+	+	-	-	-	-	-	Rossignol philomène
Sylvia hortensis	+	+	+	-	-	-	-	-	Fauvette orphée
Anthus campestris	+	+	+	-	-	-	-	-	Pipit rousseline
Lanius senator	+	+	+	-	-	-	-	-	Pie-grièche à tête rousse
Columba oenas	+	+	+	-	-	-	-	-	Pigeon colombin
Aquila rapax	+	+	+	-	-	-	-	-	Aigle ravisseur
Hieraaetus pennatus	+	+	+	-	-	-	-	-	Aigle botté
Accipiter nisus	+	+	+	-	-	-	-	-	Epervier d'Europe
Elanus caeruleus	+	+	+	-	-	-	-	-	Elanion blanc
Ardeotis arabs	+	+	+	-	-	-	-	-	Outarde arabe
Glareola pratincola	+	+	+	-	-	-	-	-	Glareole à collier
Gelochelidon nilotica	+	+	+	-	-	-	-	-	Sterne hansel
Asio otus	+	+	+	-	-	-	-	-	Hibou moyen duc
Apus melba	+	+	+	-	-	-	-	-	Martinet alpin
Lullula arborea	+	+	+	-	-	-	-	-	Alouette lulu
Oriolus oriolus	+	+	+	-	-	-	-	-	Loriot d'Europe
Corvus monedula	+	+	+	-	-	-	-	-	Choucas des tours
Certhia brachydactyla	+	+	+	-	-	-	-	-	Grimpereau des arbres
Troglodytes troglodytes	+	+	+	-	-	-	-	-	Troglodyte mignon
Cinclus cinclus	+	+	+	-	-	-	-	-	Cincle plongeur
Turdus merula	+	+	+	-	-	-	-	-	Merle noir
Cettia cetti	+	+	+	-	-	-	-	-	Bouscarle de Cetti
Muscicapa striata	+	+	+	-	-	-	-	-	Gobe-mouche gris
Motacilla flava	+	+	+	-	-	-	-	-	Bergeronnette printanière
Sturnus unicolor	+	+	+	-	-	-	-	-	Etourneau unicolore
Carduelis chloris	+	+	+	-	-	-	-	-	Verdier
Emberiza cirlus	+	+	+	-	-	-	-	-	Bruant zizi
Emberiza caesia	+	+	+	-	-	-	-	-	Bruant cendrillard
Numida meleagris	+	(+)	(+)	-	-	-	-	-	Pintade de Saby
Francolinus bicalcaratus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Francolin à double éperon
Columba palumbus	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Pigeon ramier
Saxicola torquata	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Traquet pâtre
Hypolaïs polyglotta	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Hypolaïs polyglotte
Motacilla alba	+	+	-	-	-	-	-	-	Bergeronnette grise
Motacilla cinerea	+	+	-	-	-	-	-	-	Bergeronnette des ruisseaux
Circus pygargus	+	(+)	-	-	-	-	-	-	Busard cendré
Falco naumanni	+	+	-	-	-	-	-	-	Faucon crécerelle
Strix aluco	+	+	-	-	-	-	-	-	Chouette hulotte
Caprimulgus europaeus	+	+	-	-	-	-	-	-	Engoulevent d'Europe
Caprimulgus ruficollis	+	+	-	-	-	-	-	-	Engoulevent à collier roux
Apus apus	+	+	-	-	-	-	-	-	Martinet noir
Fringilla coelebs	+	+	-	-	-	-	-	-	Pinson des arbres
Sylvia communis	+	+	-	-	-	-	-	-	Fauvette grisette
Alauda arvensis	+	+	-	-	-	-	-	-	Alouette des champ
Pyrrhocorax pyrrhocorax	+	+	-	-	-	-	-	-	Crave à bec rouge
Parus major	+	+	-	-	-	-	-	-	Mésange charbonnières

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Noms vernaculaires
Acrocephalus arundinaceus	+	+	-	-	-	-	-	-	Rousserolle turdoïde
Sylvia atricapilla	+	+	-	-	-	-	-	-	Fauvette à tête noire
Sylvia undata	+	+	-	-	-	-	-	-	Fauvette pitchou
Oenanthe oenanthe	(+)	-	-	-	-	-	-	-	Traquet motteux
Pandion haliaetus	+	-	-	-	-	-	-	-	Balbuzar pêcheur
Coracias garrulus	+	-	-	-	-	-	-	-	Rollier d'Europe
Picus vaillanti	+	-	-	-	-	-	-	-	Pic de levaillant
Jynx torquilla	+	-	-	-	-	-	-	-	Torcol fourmilier
Garrulus glandarius	+	-	-	-	-	-	-	-	Geai des chênes
Pyrrhocorax graculus	+	-	-	-	-	-	-	-	Crave à bec jaune
Parus ater	+	-	-	-	-	-	-	-	Mésange charbonnière
Sitta europaea	+	-	-	-	-	-	-	-	Sitelle torchepot
Erithacus rubecula	+	-	-	-	-	-	-	-	Rouge-gorge familier
Phylloscopus bonelli	+	-	-	-	-	-	-	-	Pouillot de Bonelli
Regulus ignicapillus	+	-	-	-	-	-	-	-	Roitelet triple bandeau
Coccothraustes coccothraustes	+	-	-	-	-	-	-	-	Gros bec
Milvus milvus	+	-	-	-	-	-	-	-	Milan royal
Circus aeruginosus	+	-	-	-	-	-	-	-	Busard des roseaux
Phoenicurus phoenicurus	+	-	-	-	-	-	-	-	Rougequeue à front blanc
Phoenicurus ochruros	+	-	-	-	-	-	-	-	Rougequeue noir
Ficedula hypoleuca	+	-	-	-	-	-	-	-	Gobe-mouches noir
Melierax metabates	-	+	+	-	-	-	-	+	Autour chanteur
Anthropoides virgo	-	+	+	-	-	-	-	-	Demoiselle de Numidie
Sterna sandvicensis	-	+	+	+	-	-	-	-	Sterne caugek
Streptopelia senegalensis	-	+	+	+	+	-	-	-	Tourterelle mayée
Chersophilus duponti	-	-	+	+	+	-	-	-	Sirli de Dupont
Oenanthe deserti	-	-	+	+	+	-	-	+	Traquet du désert
Oenanthe moesta	-	-	+	+	+	-	-	+	Traquet à tête grise
Sylvia deserticola	-	-	+	+	+	-	-	-	Fauvette du désert
Emberiza striolata	-	-	+	+	+	-	-	-	Bruant striolé
Rhamphocorys clot-bey	-	-	-	(+)	+	+	-	-	Alouette clot-bey
Oenanthe lugens	-	-	-	+	+	+	-	-	Traquet deuil
Pterocles coronatus	-	-	(+)	+	+	+	+	+	Ganga couronné
Ammomanes deserti	-	-	(+)	+	+	+	+	-	Alouette ammomane du désert
Ammomanes cincturus	-	-	+	+	+	+	+	+	Alouette ammomane élégante
Eremophila bilopha	-	-	+	+	+	+	+	+	Alouette hausse-col du désert
Turdoides fulvus	-	-	+	+	+	+	-	+	Cratérope jaune
Rhodopechys githaginea	-	-	+	+	+	+	+	+	Bouvreuil githagine
Chlamidotys undulata	-	-	-	(+)	+	+	+	+	Outarde houbara
Cursorius cursor	-	-	-	(+)	+	+	+	+	Courvite isabelle
Scotoceca inquieta	-	-	-	+	+	(+)	-	+	Dromoïque du Sahara
Pterocles senegallus	-	-	-	+	+	+	+	+	Ganga tâcheté
Merops superciliosus	-	-	-	(+)	+	+	+	-	Guêpier de perse
Alaemon alaudipes	-	-	-	(+)	+	+	+	+	Sirli du désert
Oenanthe leucopyga	-	-	-	-	+	+	+	+	Traquet à tête blanche
Caprimulgus aegyptius	-	-	-	-	+	+	+	-	Engoulevent d'Egypte
Sylvia nana	-	-	-	-	+	+	+	+	Fauvette naine
Hirundo obsoleta	-	-	-	-	+	+	+	+	Hirondelle du désert
Corvus ruficollis	-	-	-	-	+	+	+	+	Corbeau brun
Eremalauda dunni	-	-	-	-	(+)	+	+	+	Ammomane de Dunn
Passer simplex	-	-	-	-	+	+	+	-	Moineau blanc
Pterocles lichtensteini	-	-	-	-	-	+	+	-	Ganga de Lichtenstein
Corvus albus	-	-	-	-	-	+	+	-	Corbeau blanc

ANNEXE II B - OISEAUX RÉSIDENTS ORIENTAUX (LOCALISÉS À L'EST DU MÉRIDIEN 19° EST)

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Vallée du Nil	Mer Rouge	Nom vernaculaire
Alopochen aegyptiacus	+	+	+	+	+	+	-	+	(+)	Oie d'Egypte
Falco concolor	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Faucon concolore
Plegadis falcinellus	-	-	-	+	+	+	-	+	-	Ibis falcinelle
Ammoperdrix hayi	-	-	-	-	(+)	+	+	+	+	Perdrix de Hay
Hoplopterus spinosus	-	-	-	+	+	+	+	+	+	Vanneau éperonné
Rostratula benghalensis	-	-	-	+	+	+	(+)	(+)	-	Bécassine peinte
Burhinus senegalensis	-	-	-	+	+	+	+	+	+	Oedicnème du Sénégal
Contropus senegalensis	-	-	-	+	+	+	+	+	-	Coucal du Sénégal
Cornus corone	-	-	-	+	+	+	+	+	-	Corneille none
Merops orientalis	-	-	-	+	+	+	-	+	-	Guêpier d'Orient
Acrocephalus stentoreus	-	-	-	+	+	+	-	-	+	Rousserolle turdoide d'Egypte
Anthreptes platura	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Soui-Manga du Nil
Oenanthe isabellina	-	-	-	-	-	+	+	-	-	Traquet isabelle
Pterocles exustus	-	-	-	-	-	+	+	-	-	Ganga à ventre châtain
Oenanthe monacha	-	-	-	-	-	-	+	+	+	Traquet à capuchon
Cercomela melanura	-	-	-	-	-	-	+	-	+	Traquet de Roche à queue noire
Carpodacus synoicus	-	-	-	-	-	-	+	-	+	Roselin du Sinai

ANNEXE II C - OISEAUX RÉSIDENTS OCCIDENTAUX (LOCALISÉS À L'OUEST DU MÉRIDIEN 0°)

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Oueds péren.	Nom vernaculaire
Geronticus eremita	+	+	+	+	(+)	-	-	+	-	Ibis chauve
Melierax metabates	-	+	+	+	-	-	-	+	-	Autour chanteur
Fulica cristata	+	+	+	-	-	-	-	(+)	-	Foulque à crête
Francolinus bicalcaratus	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Francolin à double éperon
Numida meleagris	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Pintade de Saby
Ardeotis arabs	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Outarde arabe
Otis tarda	+	(+)	-	-	-	-	-	-	-	Grande outarde
Eremopterix nigriceps	-	-	-	-	-	+	+	+	-	Aouette moineau à front blanc
Riparia paludicola	+	+	+	+	(+)	-	-	+	-	Hirondelle de Mauritanie
Eremophila alpestris	+	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Alouette hausse-col
Hirundo daurica	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Hirondelle rousseline
Sitta europaea	+	+	+	(+)	-	-	-	-	-	Sitelle torchepot
Phoenicurus ochruros	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Rouge-queue noir
Ficedula albicollis	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Gobe mouche à collier
Motacilla alba	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Bergeronnette grise
Motacilla cinerea	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Bergeronnette des ruisseaux

ANNEXE III A - RÉPARTITION ÉCOCLIMATIQUE DES REPTILES DANS LES ZONES ARIDES DU NORD DE L'AFRIQUE INTERPRÉTÉE D'APRES LES DONNÉES DE BONS (1967) ET DE LE BERRE (1989), RÉVISÉE PAR CH. BLANC (*IN LITT.*, 1992). ESPECES CLASSÉES PAR SIMILITUDE DE ZONALITÉ.

	Zones écoclimatiques								
Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Familles
Lacerta lepida	+	+	+	+	+	+	+	+	Lacertidae
Chalcides ocellatus	+	+	+	+	+	+	+	+	Scincidae
Macroprotodon cucullatus	+	+	+	+	+	+	+	+	Colubridae
Coluber florentulus	+	+	+	+	+	+	-	+	Colubridae
Mabuia vittata	+	+	+	+	+	+	-	-	Scincidae
Mesalina olivieri	+	+	+	+	+	+	-	-	Lacertidae
Tarentola mauritanica	+	+	+	+	(+)	-	-	(+)	Gekkonidae
Eumeces schneideri	+	+	+	+	+	-	-	+	Scincidae
Coluber hippocrepis	+	+	+	+	(+)	-	-	(+)	Colubridae
Psammodromus algirus	+	+	+	+	+	-	-	-	Lacertidae
Natrix maura	+	+	+	+	+	-	-	-	Colubridae
Malpolon moïlensis	+	+	+	+	+	-	-	-	Colubridae
Malpolon monspessulanus	+	+	+	+	+	-	-	-	Colubridae
Ophisops elegans	+	+	+	+	+	-	-	-	Lacertidae
Vipera lebetina	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Viperidae
Testudo leithii	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Testudinidae
Mauremys leprosa	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Emydidae
Chamaeleo chamaeleon	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Chamaeleontidae
Saurodactylus mauritanicus	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Gekkonidae
Acanthodactylus vulgaris	+	+	+	+	(+)	-	-	-	Lacertidae
Testudo graeca	(+)	+	+	+	-	-	-	-	Testudinidae
Hemidactylus turcicus	+	+	+	+	-	-	-	-	Gekkonidae
Vipera latasti	+	+	+	(+)	-	-	-	-	Viperidae
Naja haje	-	(+)	+	+	+	-	-	-	Elapidae
Mabuia quinquetaeniata	-	-	+	+	+	-	-	-	Scincidae
Mabuia vittata	-	-	+	+	+	-	-	-	Scincidae
Telescopus obtusus	-	-	+	+	+	-	-	-	Colubridae
Walterinnesia aegyptiaca	-	-	+	+	+	-	-	-	Elapidae
Echis leucogaster	-	-	(+)	+	+	(+)	-	-	Viperidae
Coluber rogersi	-	-	+	+	+	(+)	-	-	Colubridae
Stenodactylus petriei	-	-	(+)	+	+	+	-	(+)	Gekkonidae
Acanthodactylus pardalis	-	-	(+)	+	+	(+)	-	(+)	Lacertidae
Acanthodactylus boskianus	-	-	+	+	+	+	+	+	Lacertidae
Tropiocolotes tripolitanus	-	-	(+)	+	+	+	+	(+)	Gekkonidae
Varanus griseus	-	-	+	+	+	+	+	+	Varanidae
Agama impalearis	-	-	+	+	+	+	+	+	Agamidae
Cerastes cerastes	-	-	+	+	+	+	+	+	Viperidae
Tarentola ephippiata	-	-	(+)	+	+	+	+	+	Gekkonidae
Eryx jaculus	-	-	+	+	+	+	-	-	Boïdae
Stellio stellio	-	-	-	+	+	-	-	-	Agamidae
Ptyodactylus oudrii	-	-	-	+	+	-	-	-	Gekkonidae
Spalerosophis diadema	-	-	-	+	+	+	-	-	Colubridae
Philocortus lhotei	-	-	-	+	+	+	-	-	Lacertidae
Stenodactylus sthenodactylus	-	-	-	+	+	+	+	-	Gekkonidae
Tarentola neglecta	-	-	-	(+)	+	+	+	-	Gekkonidae
Sphenopus sepioides	-	-	-	+	+	+	-	+	Scincidae

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Familles
Acanthodactylus scutellatus	-	-	-	+	+	+	+	+	Lacertidae
Mesalina guttulata	-	-	-	+	+	+	-	(+)	Lacertidae
Mesalina rubropunctata	-	-	-	+	+	+	+	+	Lacertidae
Telescopus obtusus	-	-	-	+	+	+	-	-	Colubridae
Lytorhynchus diadema	-	-	-	+	+	+	+	+	Colubridae
Agama mutabilis	-	-	-	+	+	+	+	+	Agamidae
Psammophis sibilans	-	-	-	(+)	+	+	+	-	Colubridae
Psammophis schokari	-	-	-	(+)	+	+	+	+	Colubridae
Bitis arietans	-	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)	+	Viperidae
Eryx colubrinus	-	-	-	-	+	-	-	-	Boïdae
Tarentola deserti	-	-	-	-	+	-	-	-	Gekkonidae
Scincopus fasciatus	-	-	-	-	+	-	-	-	Scincidae
Agama savignii	-	-	-	-	+	+	-	-	Agamidae
Tarentola boehmei	-	-	-	-	+	(+)	-	-	Gekkonidae
Uromastix acanthinurus	-	-	-	-	+	+	+	-	Agamidae
Leptotyphlops macrorhynchus	-	-	-	-	+	+	+	-	Leptotyphlopidae
Agama agama	-	-	-	-	(+)	+	(+)	-	Agamidae
Scincus scincus	-	-	-	-	+	+	+	+	Scincidae
Tarentola tarentola	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	+	Gekkonidae
Cerastes vipera	-	-	-	-	+	+	+	+	Viperidae
Agama agama	-	-	-	-	+	+	+	-	Agamidae
Tropiocolotes steudneri	-	-	-	-	-	+	+	-	Gekkonidae
Sphenops delisli	-	-	-	-	-	+	+	-	Scincidae
Ptyodactylus hasselquisti	-	-	-	-	-	+	+	-	Gekkonidae
Uromastix geyrii	-	-	-	-	-	+	+	-	Agamidae
Tropiocolotes steudneri	-	-	-	-	-	+	+	-	Gekkonidae
Coluber rhodorachis	-	-	-	-	-	-	+	-	Colubridae
Naja nigricollis	-	-	-	-	-	-	+	-	Elapidae
Lamprophis fuliginosus	-	-	-	-	-	-	-	+	Colubridae
Geckonia chazaliae	-	-	-	-	-	-	-	+	Gekkonidae
Sphenops sphenopsiformis	-	-	-	-	-	-	-	+	Scincidae

ANNEXE III B - REPTILES ORIENTAUX (LOCALISÉS À L'EST DU MÉRIDIEN DE 19° LONGITUDE EST)

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Vallée du Nil	Mer Rouge	Familles
Testudo leithii	+	+	+	+	-	-	-	+	-	Testudinidae
Mabuia quinque taeniata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Scincidae
Mabuia vittata	+	+	+	+	+	+		+	+Trop	Scincidae
Walterinnesia aegyptiaca	+	+	+	+	+	-	-	+	-	Elapidae
Coluber rogersi	+	+	+	+	+	+	+	+	-Trop	Colubridae
Echis leucogaster	-	-	+	+	+	-	-	-	-Trop	Viperidae
Trionyx triunguis	-	-	-	+	+	+	-	+	-Trop	Testudinidae
Agamus sinaita	-	-	-	-	+	+	+	+	+Trop	Agamidae
Uromastix aegyptius	-	-	-	-	+	+	+	+	-Trop	Agamidae
Stellio stellio	-	-	-	-	+	+	+	+	-Trop	Agamidae
Chamaeleo africanus	-	-	-	+	+	+	+	+	-Trop	Chamaeleontidae
Eryx colubrinus	-	-	-	+	+	+	+	+	-Trop	Boidae
Hemidactylus flaviviridis	-	-	-	-	-	+	+	-	+	Gekkonidae
Pristurus flavipunctatus	-	-	-	-	-	+	+	-	+	Gekkonidae
Ptyodactylus guttatus	-	-	-	-	-	+	+	-	+	Gekkonidae
Mesalina mucronata	-	-	-	-	-	+	+	+	-	Lacertidae
Echis pyramidum	-	-	-	-	+	+	+		+Trop	Viperidae
Naja nigricollis	-	-	-	-	-	-	-	+	-Trop	Elapidae
Varanus niloticus	-	-	-	-	+	+	+		+Trop	Varanidae

ANNEXE III C - REPTILES OCCIDENTAUX (LOCALISÉS À L'OUEST DU MÉRIDIEN 0°)

Espèces	SA HH	AS	AM	AI	HS	HI	Er	Mac	Familles
Saurodactylus mauritanicus	-	+	+	+	+	+	-	+	Gekkonidae
Tarentola boehmei	-	-	+	+	+	+	+	+	Gekkonidae
Lamprophis fuliginosus	-	-	+	+	+	+	+	+Trop	Colubridae
Bitis arietans	-	-	+	+	+	+	-	+Trop	Viperidae
Sphenops sphenopsiformis	-	-	-	-	-	+	+	+	Scincidae
Geckonia chazaliae	-	-	-	-	-	-	-	+	Gekkonidae

ANNEXE IV - RÉPARTITION ÉCOCLIMATIQUE APPROXIMATIVE DE QUELQUES ESPECES VÉGÉTALES DOMINANTES OU COMMUNES DANS LES STEPPES DU NORD DE L'AFRIQUE, EN FONCTION DE L'ARIDITÉ CLIMATIQUE, PAR ORDRE CROISSANT ET APPROXIMATIF DE TOLÉRANCE À L'ARIDITÉ (LE HOUÉROU, 1959, 1969, 1984; LE HOUÉROU *ET AL.*, 1975, 1979; LONG, 1954; NEGRE, 1959; RODIN *ET AL.*, 1970; POUGET, 1980; CELLES, 1975; MANIERE, 1975; COQUILLARD, 1982; PELTIER, 1982; EL ABOUDI, 1990; BIROUK *ET AL.*, 1991).

IV A - ESPECES SPONTANÉES ET DE GRANDE CULTURE

Légende :

- ____ *Distribution normale en peuplements*
- .... *Individus isolés*
- _ _ *Peuplements ripicoles zones d'épandage, cultures de ruissellement, ou nappe phréatique profonde*

SA = Zone semi-aride 0,28<P/ETP<0,45

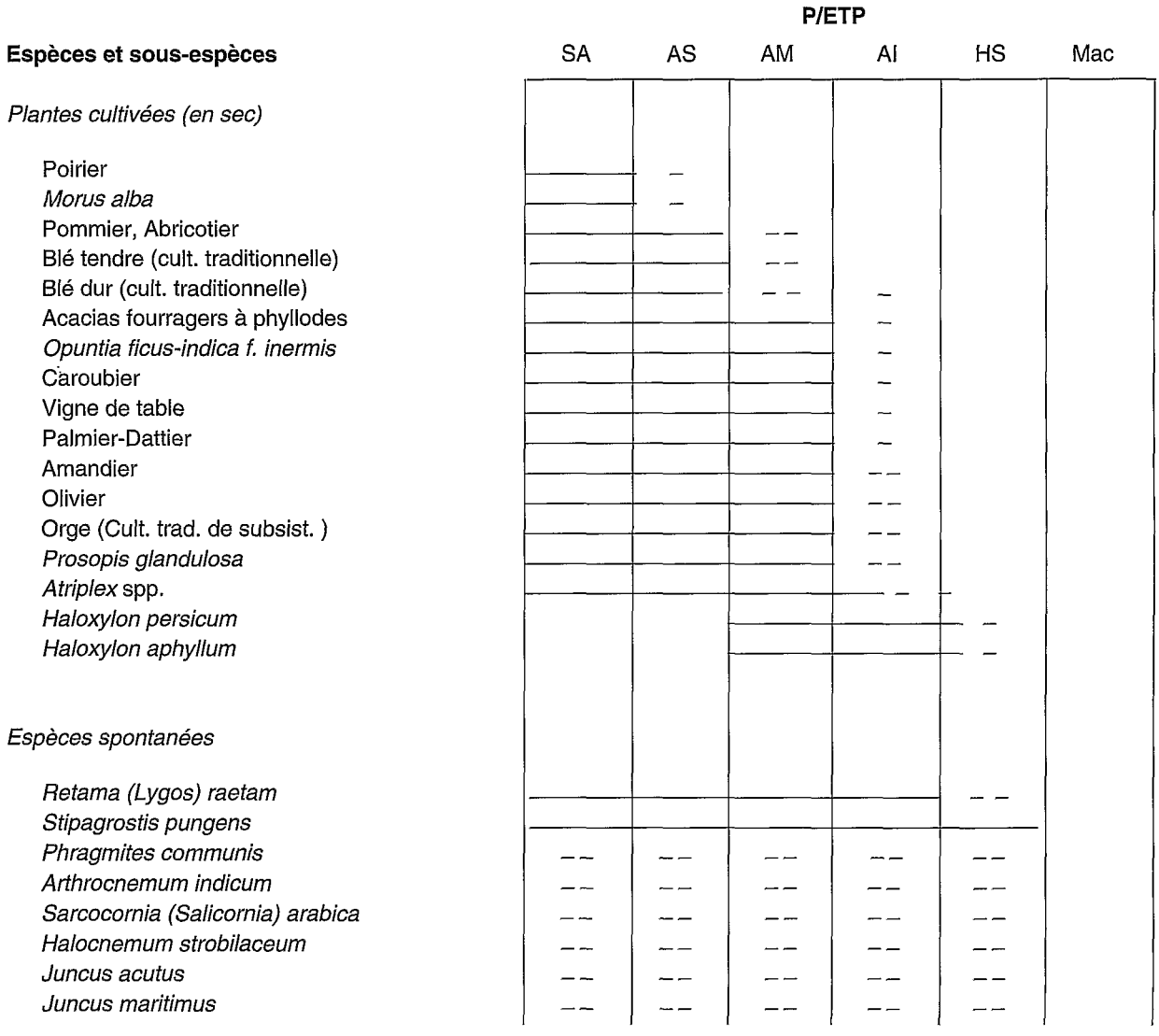
AS = Zone aride supérieure 0,21<P/ETP<0,28

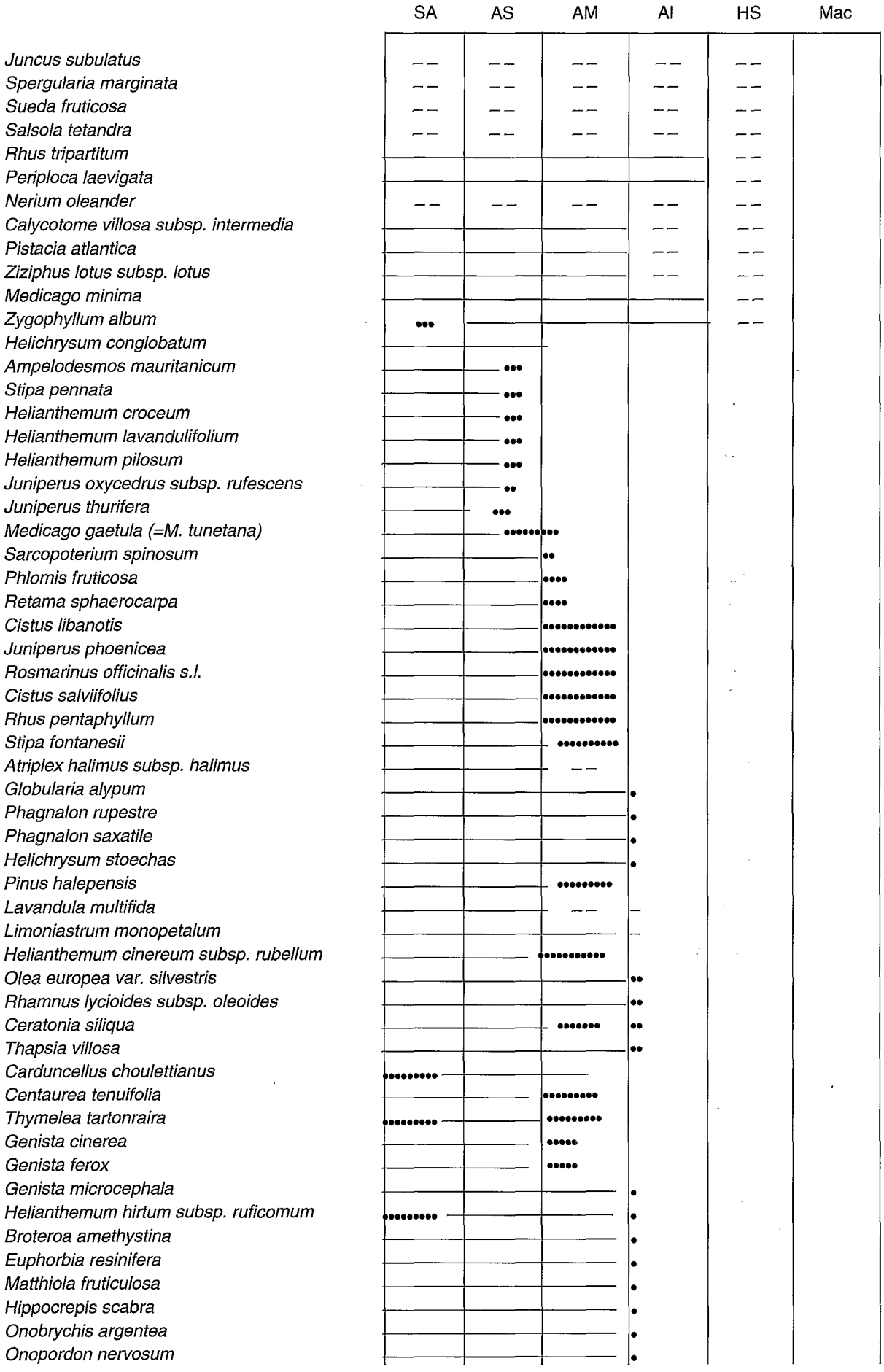
AM = Zone aride moyenne ou typique 0,15<P/ETP<0,21

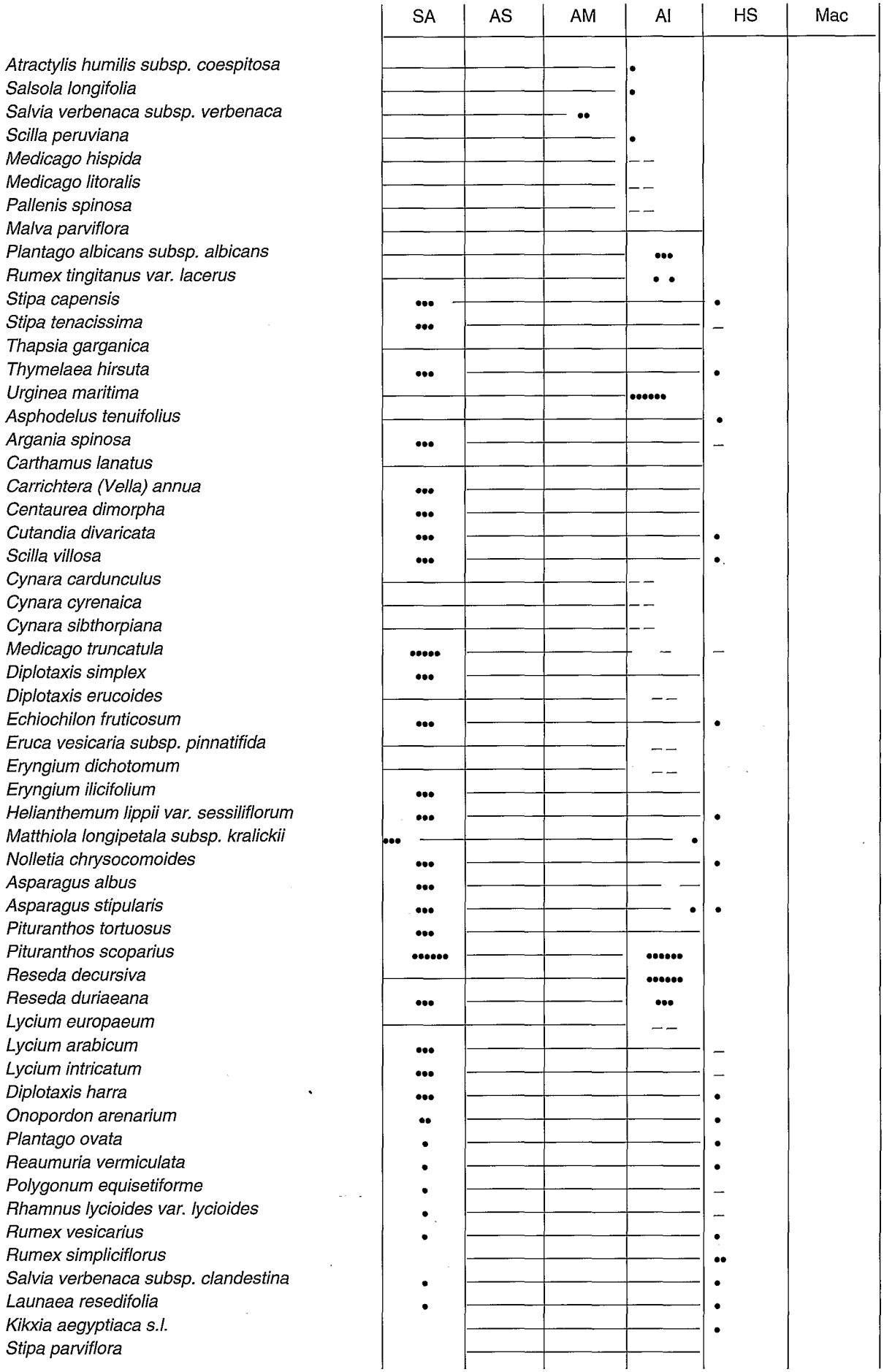
AI = Zone aride inférieure ou accentuée ou présaharienne 0,065<P/ETP<0,15

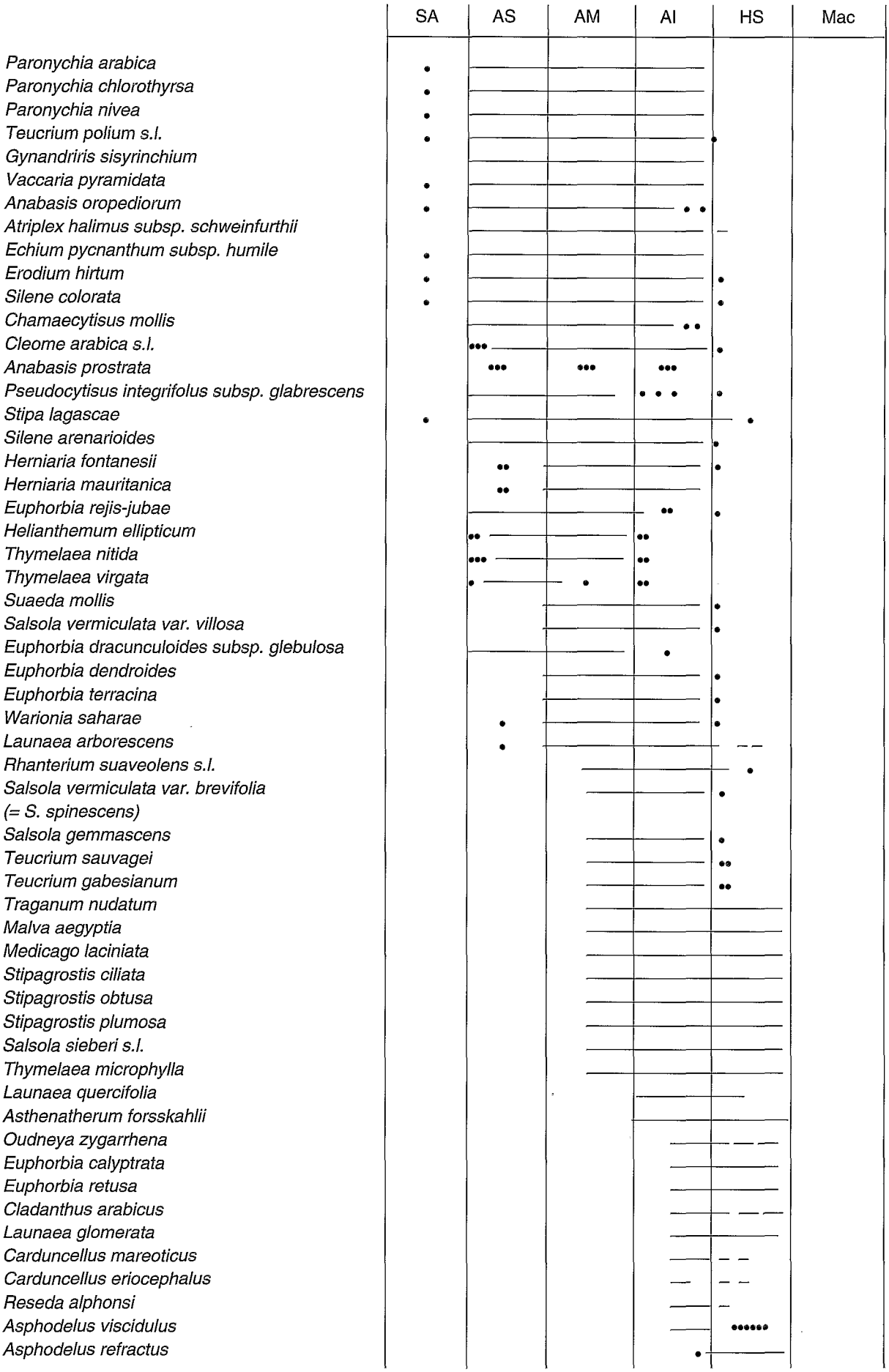
HS = Zone hyper-aride supérieure ou saharienne septentrionale 0,030<P/ETP<0,065

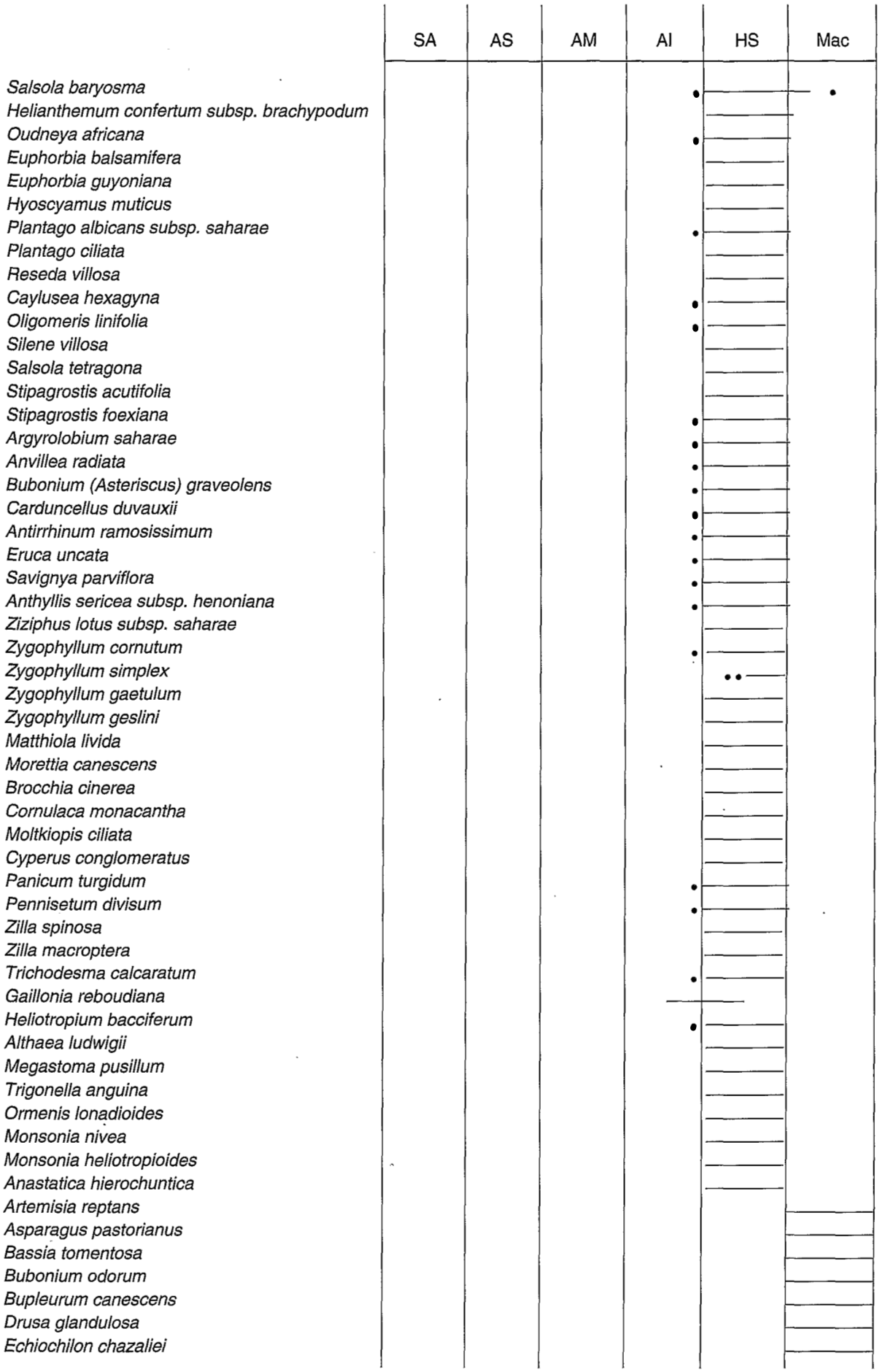
Mac = Zone macaronésienne, littoral atlantique du sud marocain




SA
AS
AM
AI
HS
Mac
Juncus subulatus
Spergularia marginata
Sueda fruticosa
Salsola tetandra
Rhus tripartitum
Periploca laevigata
Nerium oleander
Calycotome villosa subsp. intermedia
Pistacia atlantica
Ziziphus lotus subsp. lotus
Medicago minima
Zygophyllum album
Helichrysum conglobatum
Ampelodesmos mauritanicum
Stipa pennata
Helianthemum croceum
Helianthemum lavandulifolium
Helianthemum pilosum
Juniperus oxycedrus subsp. rufescens
Juniperus thurifera
Medicago gaetula (=M. tunetana)
Sarcopoterium spinosum
Phlomis fruticosa
Retama sphaerocarpa
Cistus libanotis
Juniperus phoenicea
Rosmarinus officinalis s.l.
Cistus salviifolius
Rhus pentaphyllum
Stipa fontanesii
Atriplex halimus subsp. halimus
Globularia alypum
Phagnalon rupestre
Phagnalon saxatile
Helichrysum stoechas
Pinus halepensis
Lavandula multifida
Limoniastrum monopetalum
Helianthemum cinereum subsp. rubellum
Olea europea var. silvestris
Rhamnus lycioides subsp. oleoides
Ceratonia siliqua
Thapsia villosa
Carduncellus choulettianus
Centaurea tenuifolia
Thymelea tartonraira
Genista cinerea
Genista ferox
Genista microcephala
Helianthemum hirtum subsp. ruficomum
Broteroa amethystina
Euphorbia resinifera
Matthiola fruticulosa
Hippocrepis scabra
Onobrychis argentea
Onopordon nervosum


SA
AS
AM
AI
HS
Mac
Atractylis humilis subsp. coespitosa
Salsola longifolia
Salvia verbenaca subsp. verbenaca
Scilla peruviana
Medicago hispida
Medicago litoralis
Pallenis spinosa
Malva parviflora
Plantago albicans subsp. albicans
Rumex tingitanus var. lacerus
Stipa capensis
Stipa tenacissima
Thapsia garganica
Thymelaea hirsuta
Urginea maritima
Asphodelus tenuifolius
Argania spinosa
Carthamus lanatus
Carrichtera (Vella) annua
Centaurea dimorpha
Cutandia divaricata
Scilla villosa
Cynara cardunculus
Cynara cyrenaica
Cynara sibthorpiana
Medicago truncatula
Diplotaxis simplex
Diplotaxis erucoides
Echiochilon fruticosum
Eruca vesicaria subsp. pinnatifida
Eryngium dichotomum
Eryngium ilicifolium
Helianthemum lippii var. sessiliflorum
Matthiola longipetala subsp. kralickii
Nolletia chrysocomoides
Asparagus albus
Asparagus stipularis
Pituranthos tortuosus
Pituranthos scoparius
Reseda decursiva
Reseda duriaeana
Lycium europaeum
Lycium arabicum
Lycium intricatum
Diplotaxis harra
Onopordon arenarium
Plantago ovata
Reaumuria vermiculata
Polygonum equisetiforme
Rhamnus lycioides var. lycioides
Rumex vesicarius
Rumex simpliciflorus
Salvia verbenaca subsp. clandestina
Launaea resedifolia
Kikxia aegyptiaca s.l.
Stipa parviflora


SA
AS
AM
AI
HS
Mac
Paronychia arabica
Paronychia chlorothyrsa
Paronychia nivea
Teucrium polium s.l.
Gynandriris sisyrinchium
Vaccaria pyramidata
Anabasis oropediorum
Atriplex halimus subsp. schweinfurthii
Echium pycnanthum subsp. humile
Erodium hirtum
Silene colorata
Chamaecytisus mollis
Cleome arabica s.l.
Anabasis prostrata
Pseudocytisus integrifolus subsp. glabrescens
Stipa lagascae
Silene arenarioides
Herniaria fontanesii
Herniaria mauritanica
Euphorbia rejis-jubae
Helianthemum ellipticum
Thymelaea nitida
Thymelaea virgata
Suaeda mollis
Salsola vermiculata var. villosa
Euphorbia dracunculoides subsp. glebulosa
Euphorbia dendroides
Euphorbia terracina
Warionia saharae
Launaea arborescens
Rhanterium suaveolens s.l.
Salsola vermiculata var. brevifolia
(= S. spinescens)
Salsola gemmascens
Teucrium sauvagei
Teucrium gabesianum
Traganum nudatum
Malva aegyptia
Medicago laciniata
Stipagrostis ciliata
Stipagrostis obtusa
Stipagrostis plumosa
Salsola sieberi s.l.
Thymelaea microphylla
Launaea quercifolia
Asthenatherum forsskahlii
Oudneya zygarrhena
Euphorbia calyptrata
Euphorbia retusa
Cladanthus arabicus
Launaea glomerata
Carduncellus mareoticus
Carduncellus eriocephalus
Reseda alphonsi
Asphodelus viscidulus
Asphodelus refractus


SA
AS
AM
AI
HS
Mac
Salsola baryosma
Helianthemum confertum subsp. brachypodum
Oudneya africana
Euphorbia balsamifera
Euphorbia guyoniana
Hyoscyamus muticus
Plantago albicans subsp. saharae
Plantago ciliata
Reseda villosa
Caylusea hexagyna
Oligomeris linifolia
Silene villosa
Salsola tetragona
Stipagrostis acutifolia
Stipagrostis foexiana
Argyrolobium saharae
Anvillea radiata
Bubonium (Asteriscus) graveolens
Carduncellus duvauxii
Antirrhinum ramosissimum
Eruca uncata
Savignya parviflora
Anthyllis sericea subsp. henoniana
Ziziphus lotus subsp. saharae
Zygophyllum cornutum
Zygophyllum simplex
Zygophyllum gaetulum
Zygophyllum geslini
Matthiola livida
Morettia canescens
Brocchia cinerea
Cornulaca monacantha
Moltkiopis ciliata
Cyperus conglomeratus
Panicum turgidum
Pennisetum divisum
Zilla spinosa
Zilla macroptera
Trichodesma calcaratum
Gaillonia reboudiana
Heliotropium bacciferum
Althaea ludwigii
Megastoma pusillum
Trigonella anguina
Ormenis lonadioides
Monsonia nivea
Monsonia heliotropioides
Anastatica hierochuntica
Artemisia reptans
Asparagus pastorianus
Bassia tomentosa
Bubonium odorum
Bupleurum canescens
Drusa glandulosa
Echiochilon chazaliei

	SA	AS	AM	AI	HS	Mac
Echiochilon simonneaui						
Euphorbia regis-jubae						
Hedysarum argentatum						
Helianthemum canariense						
Hypericum coadnutum						
Lithospermum microspermum						
Lobularia marginata						
Ormenis eriolepis						
Polycarpaea nivea						
Rhus albida						
Sonchus pinnatifidus						
Teucrium chardonianum						
Teucrium jolyi						
Traganum moquini						
Zygophyllum fontanesii						
Zygophyllum waterlottii						

On pourrait ajouter au secteur macaronésien une soixantaine d'espèces d'affinité tropicale du Sahara atlantique marocain.

IV B - Especes plantées en culture seche, exotiques et autochtones plus ou moins communes dans les zones arides du Nord de l'Afrique, classées d'apres leur tolérance à la sécheresse

Utilisation :

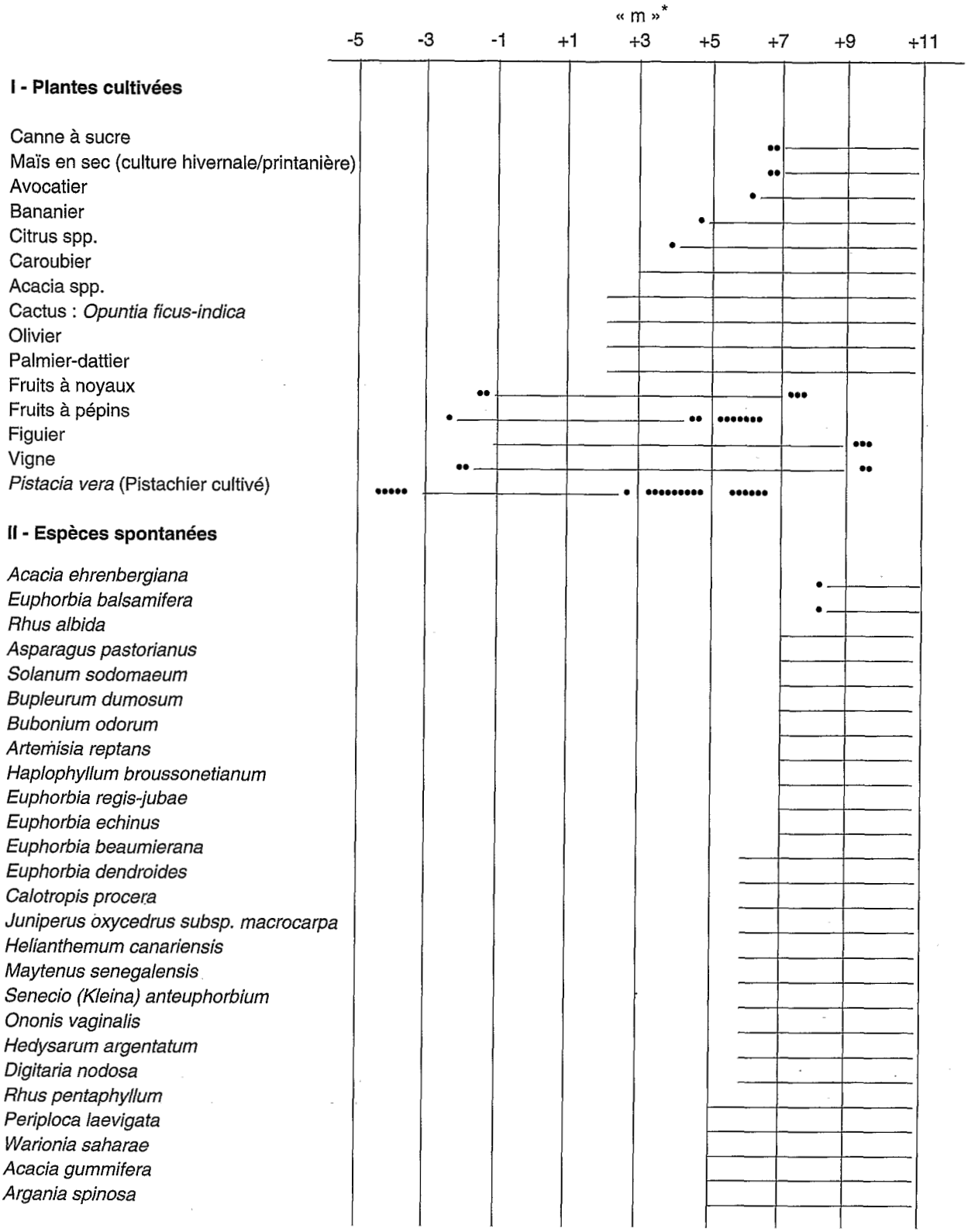
F : Forestière, sensu lato
Fr : Fruitière
Ind : Industrielle
S : Sylvo-pastorale
O : Ornementale
A : Apicole

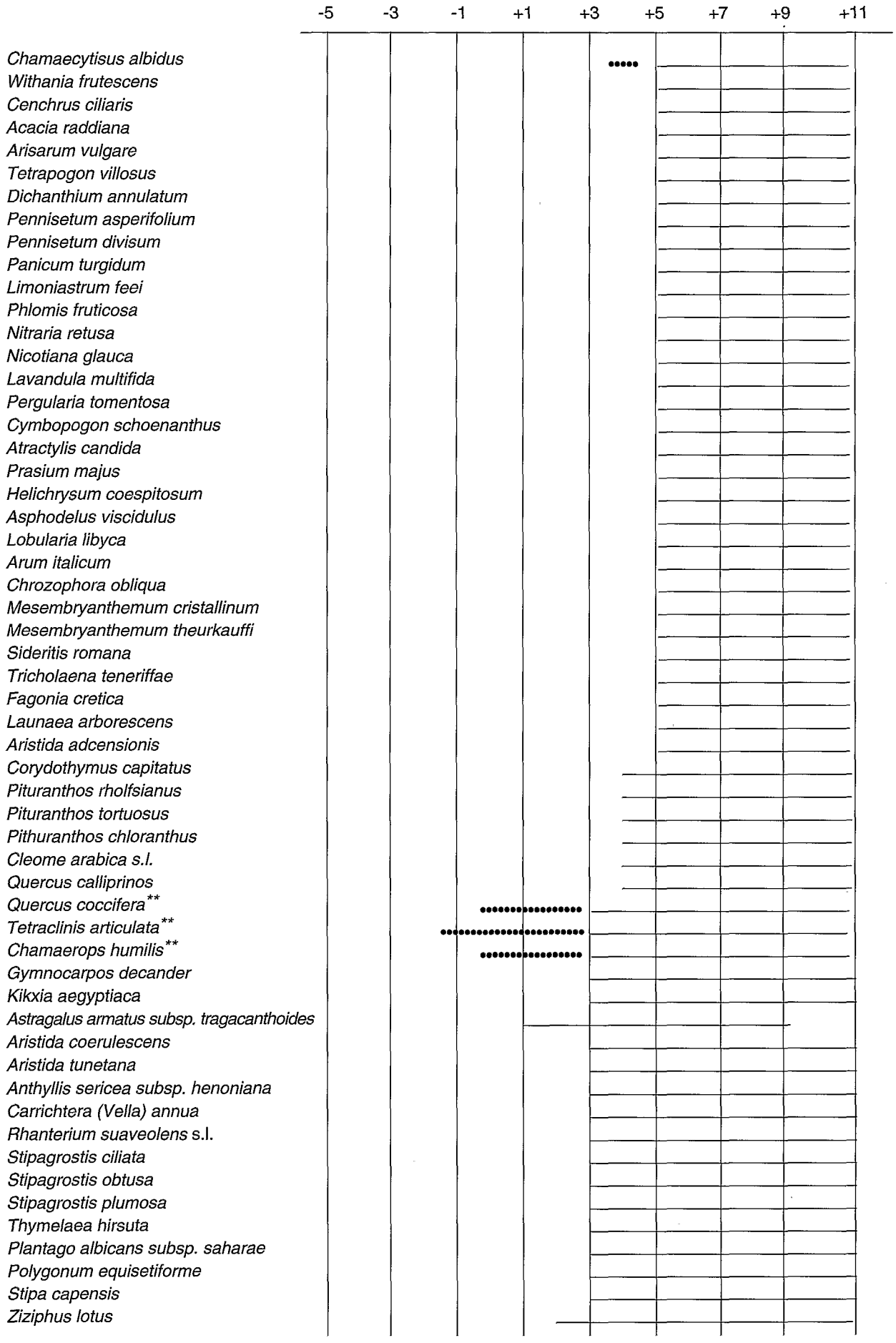
	SA HH	AS	AM	AI	HS
Eucalyptus globulus F,A					
Chamaecytisus palmensis S					
Casuarina equisetifolia F					
Gleiditsia triacanthos F,S,O					
Pyracantha coccinea O					
Robinia pseudo-acacia F,S,O,A					
Morus alba S,O					
Morus nigra S,O					
Medicago arborea S,O,A					
Tipuana speciosa S,O					
Pithecellobium dulcis S,O					
Cupressus sempervirens F					
Cupressus arizonica F					
Hyppophe rhamnoides O					
Opuntia streptacantha Fr,S,O					
Acacia pycnacantha O,A					
Agave sisalana Ind					
Myoporum serratum S,O					
Prosopis juliflora S,O					
Eleagnus angustifolius S,O					
Populus alba F,O					
Atriplex halimus subsp halimus S,O					
Atriplex nummularia S,O					
Atriplex barclayana S,O					
Atriplex undulata S,O					
Atriplex amnicola S,O					
Atriplex breweri S,O					
Atriplex lentiformis S,O					
Atriplex isatidea O					
Atriplex paludosa S,O					
Atriplex repanda S,O					
Atriplex polycarpa S,O					
Atriplex cinerea S,O					
Atriplex vesicaria S,O					
Prosopis glandulosa S,O,A					
Prosopis laevigata S,O,A					
Prosopis chilensis S,O,A					
Acacia cyanophylla F,S,O					
Acacia victoriae S,O					
Rosmarinus officinalis O,A					
Simmondsia chinensis Ind					
Opuntia ficus indica Fr,S,O					
Opuntia fusicaulis S,O					
Opuntia robusta S,O					
Opuntia inermis Fr,S,O					

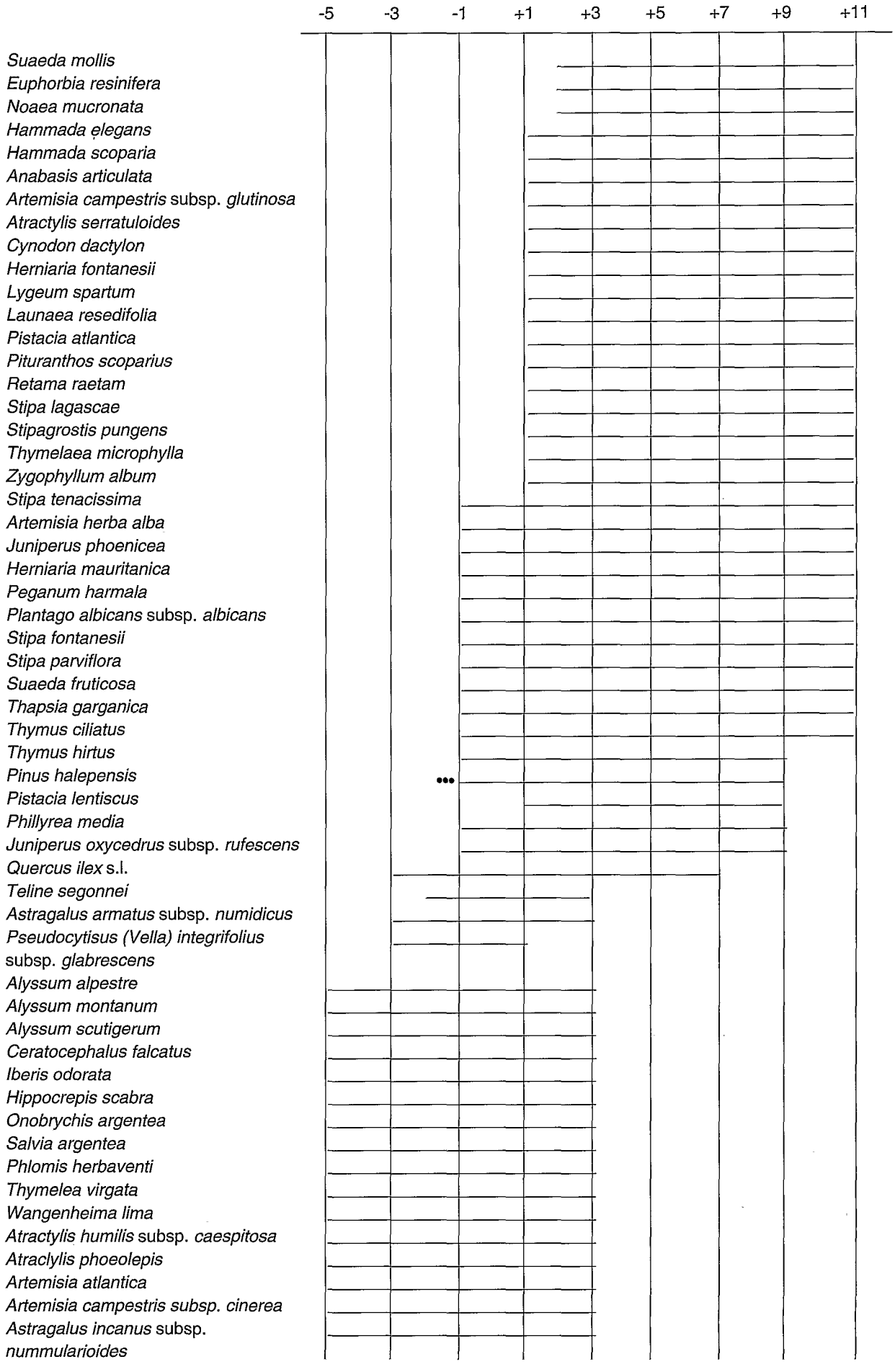
	SA HH	AS	AM	AI	HS
Nerium oleander O					
Agave americana O					
Aloe vera O					
Eucalyptus camaldulensis F,A					
Eucalyptus gomphocephala F,A					
Schinus mollis O					
Ricinus communis O					
Casuarina cunninghamiana F,O					
Casuarina glauca F,O					
Casuarina stricta F,O					
Olea europaea S,O, Ind					
Rhamnus oleoides S,O					
Rhus pentaphylla S,O					
Argania spinosa Ind,S,O					
Lagunaria pattersonia O					
Cassia artemisioides O					
Cassia nemophila O					
Cassia sturtii S,O					
Geoffraea decorticans S,O					
Eucalyptus microtheca F,O,A					
Eucalyptus occidentalis F,O,A					
Chamaecytisus albidus = (C. mollis) S,O					
Atriplex canescens s.l. S,O					
Atriplex glauca S,O					
Atriplex halimus subsp *schweinfurthii* S,O					
Atriplex mollis S,O					
Atriplex leucoclada S,O					
Acacia salicina S,O					
Acacia cyclops S,O					
Acacia ligulata S,O					
Prosopis chilensis S,O,A					
Prosopis glandulosa S,O,A					
Prosopis laevigata S,O,A					
Prosopis cineraria S,O,A					
Parkinsonia aculeata S,O,A					
Colutea istria (C. aleppica) S,O					
Pinus halepensis F,O					
Tamarix aphylla F,O					
Tamarix stricta F,O					
Populus euphratica F,S,O					
Rhus tripartita S,O					
Periploca laevigata S,O					
Calligonum comosum S,O					
Calligonum arich F,S,O					
Calligonum azel F,S,O					
Haloxylon ammodendron F,S,O					
Haloxylon aphyllum F,S,O					
Haloxylon persicum F,S,O					
Pistacia atlantica F,S,O					
Acacia raddiana F,S,O					
Hedysarum argentatum S,O					

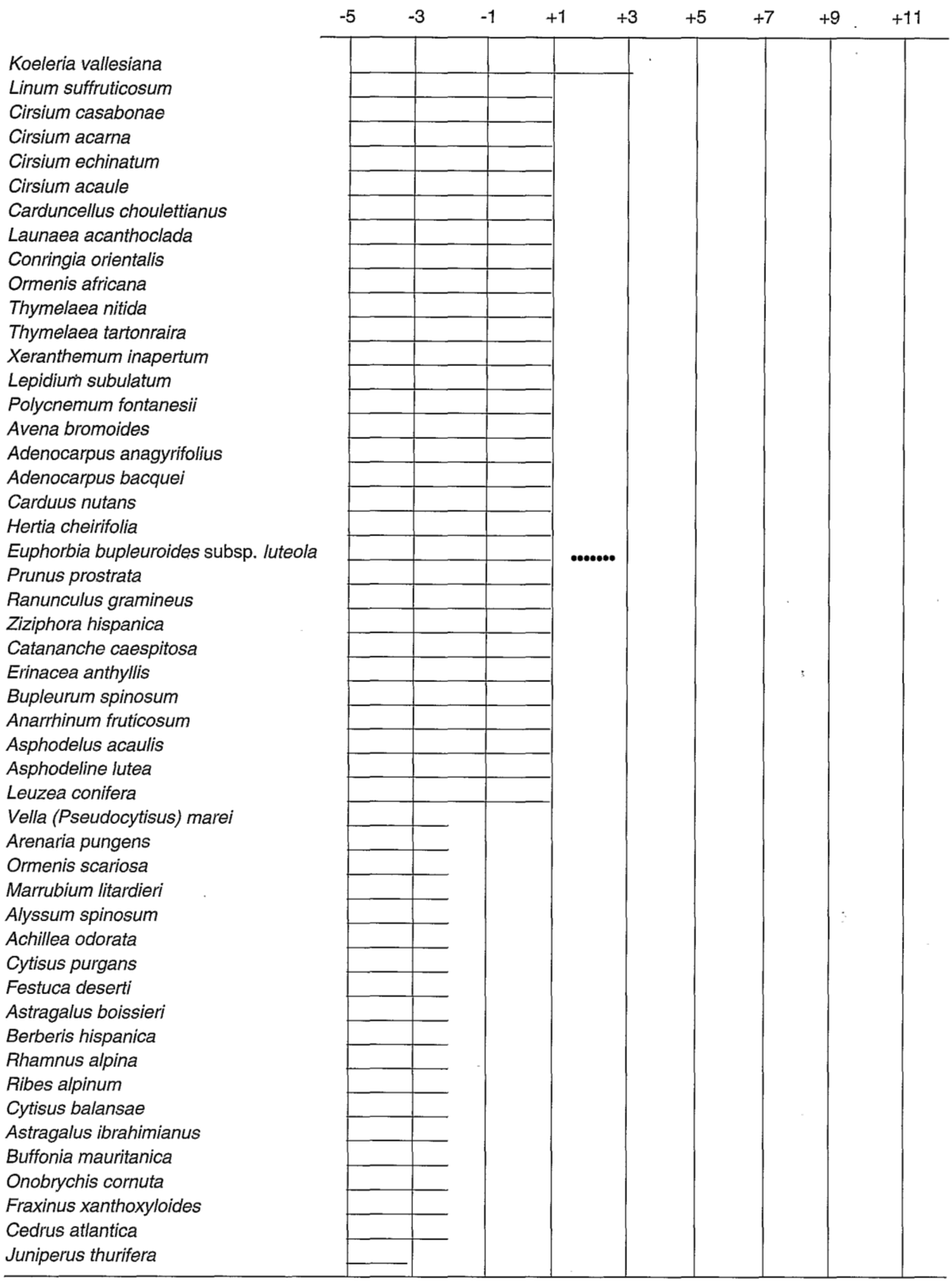
ANNEXE V - RÉPARTITION ÉCOCLIMATIQUE APPROXIMATIVE DE QUELQUES ESPECES VÉGÉTALES DOMINANTES OU COMMUNES DANS LES STEPPES DU NORD DE L'AFRIQUE EN FONCTION DU STRESS THERMIQUE HIVERNAL ("m") CLASSÉES PAR EXIGENCES THERMIQUES DÉCROISSANTES OU TOLÉRANCES CROISSANTES AU FROID (LE HOUÉROU, 1959, 1969, 1984; LE HOUÉROU *ET AL.*, 1975, 1979; FLORET *ET AL.*, 1969; PELTIER, 1982; BIROUK *ET AL.*, 1991).

V A - PLANTES CULTIVÉES ET SPONTANÉES




-5
-3
-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Chamaecytisus albidus
Withania frutescens
Cenchrus ciliaris
Acacia raddiana
Arisarum vulgare
Tetrapogon villosus
Dichanthium annulatum
Pennisetum asperifolium
Pennisetum divisum
Panicum turgidum
Limoniastrum feei
Phlomis fruticosa
Nitraria retusa
Nicotiana glauca
Lavandula multifida
Pergularia tomentosa
Cymbopogon schoenanthus
Atractylis candida
Prasium majus
Helichrysum coespitosum
Asphodelus viscidulus
Lobularia libyca
Arum italicum
Chrozophora obliqua
Mesembryanthemum cristallinum
Mesembryanthemum theurkauffi
Sideritis romana
Tricholaena teneriffae
Fagonia cretica
Launaea arborescens
Aristida adcensionis
Corydothymus capitatus
Pituranthos rholfsianus
Pituranthos tortuosus
Pithuranthos chloranthus
Cleome arabica s.l.
Quercus calliprinos
Quercus coccifera**
Tetraclinis articulata**
Chamaerops humilis**
Gymnocarpos decander
Kikxia aegyptiaca
Astragalus armatus subsp. tragacanthoides
Aristida coerulescens
Aristida tunetana
Anthyllis sericea subsp. henoniana
Carrichtera (Vella) annua
Rhanterium suaveolens s.l.
Stipagrostis ciliata
Stipagrostis obtusa
Stipagrostis plumosa
Thymelaea hirsuta
Plantago albicans subsp. saharae
Polygonum equisetiforme
Stipa capensis
Ziziphus lotus

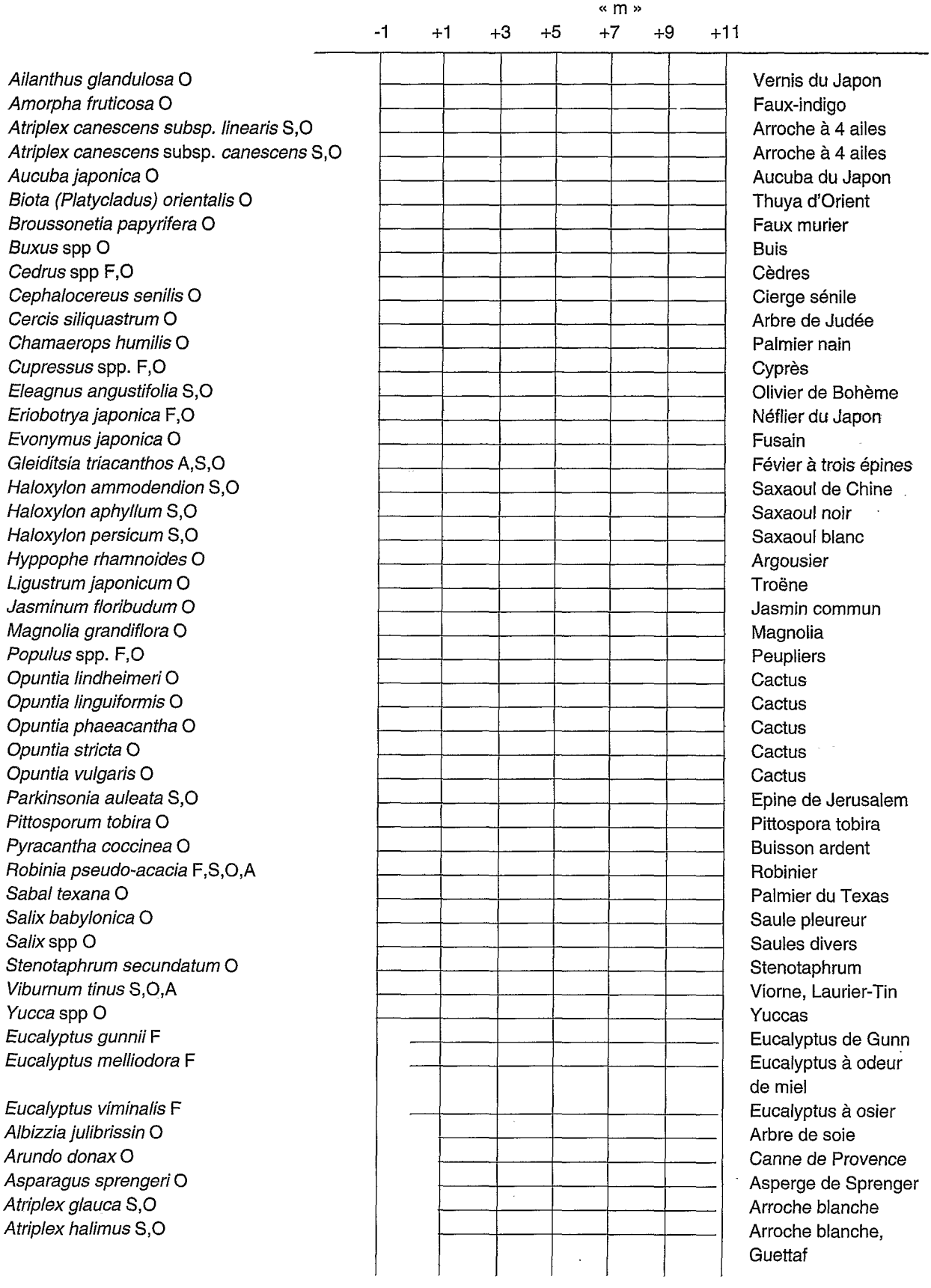

-5
-3
-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Suaeda mollis
Euphorbia resinifera
Noaea mucronata
Hammada elegans
Hammada scoparia
Anabasis articulata
Artemisia campestris subsp. glutinosa
Atractylis serratuloides
Cynodon dactylon
Herniaria fontanesii
Lygeum spartum
Launaea resedifolia
Pistacia atlantica
Pituranthos scoparius
Retama raetam
Stipa lagascae
Stipagrostis pungens
Thymelaea microphylla
Zygophyllum album
Stipa tenacissima
Artemisia herba alba
Juniperus phoenicea
Herniaria mauritanica
Peganum harmala
Plantago albicans subsp. albicans
Stipa fontanesii
Stipa parviflora
Suaeda fruticosa
Thapsia garganica
Thymus ciliatus
Thymus hirtus
Pinus halepensis
Pistacia lentiscus
Phillyrea media
Juniperus oxycedrus subsp. rufescens
Quercus ilex s.l.
Teline segonnei
Astragalus armatus subsp. numidicus
Pseudocytisus (Vella) integrifolius subsp. glabrescens
Alyssum alpestre
Alyssum montanum
Alyssum scutigerum
Ceratocephalus falcatus
Iberis odorata
Hippocrepis scabra
Onobrychis argentea
Salvia argentea
Phlomis herbaventi
Thymelea virgata
Wangenheima lima
Atractylis humilis subsp. caespitosa
Atraclylis phoeolepis
Artemisia atlantica
Artemisia campestris subsp. cinerea
Astragalus incanus subsp. nummularioides



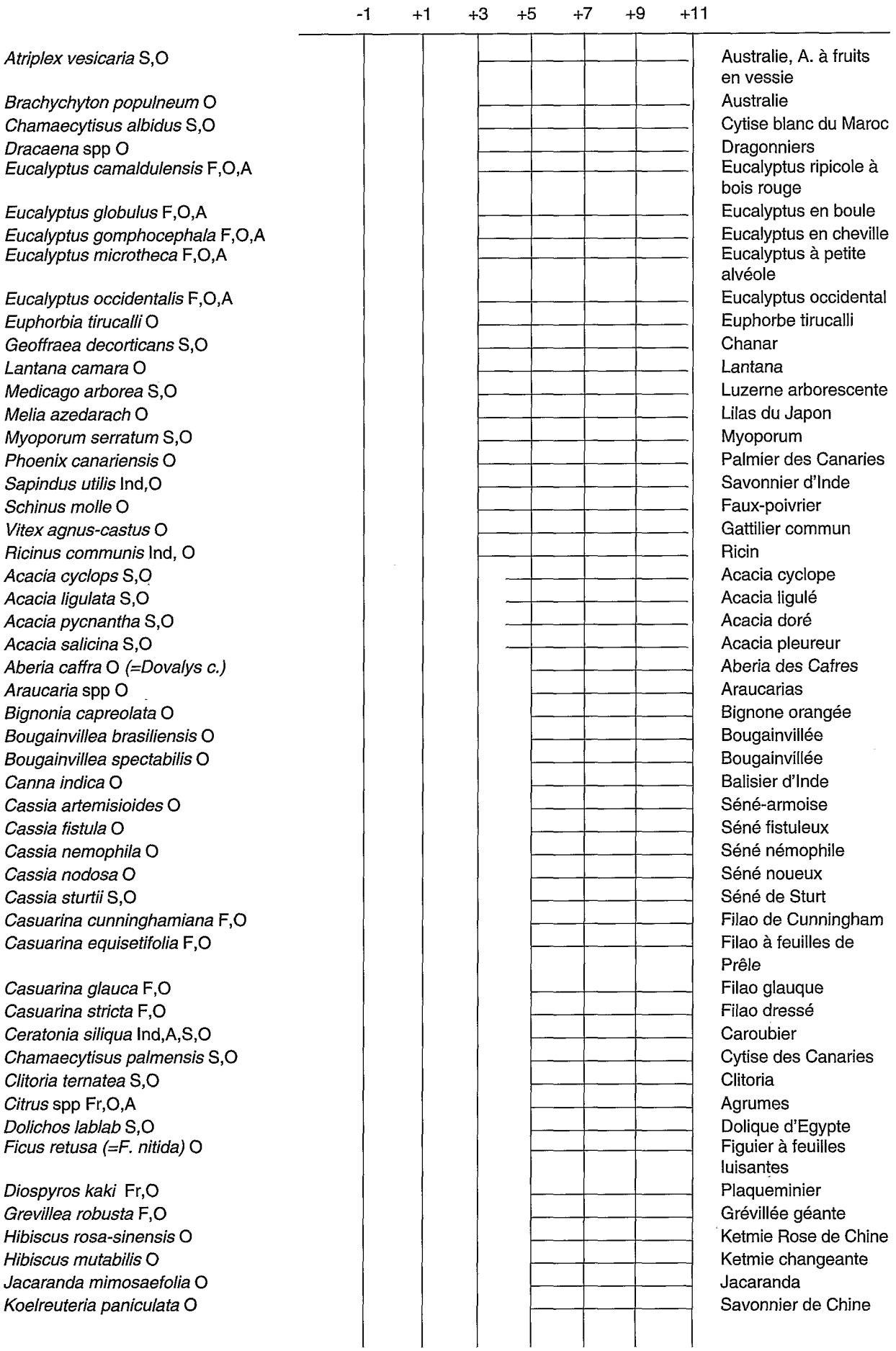
* Les valeurs indiquées pour « m » sont des données zonales. Dans le détail ces valeurs zonales sont susceptibles de variations +/- 1.0 °C, et localement plus, en fonction de la topographie, de la pente et de l'exposition et d'autres facteurs locaux.

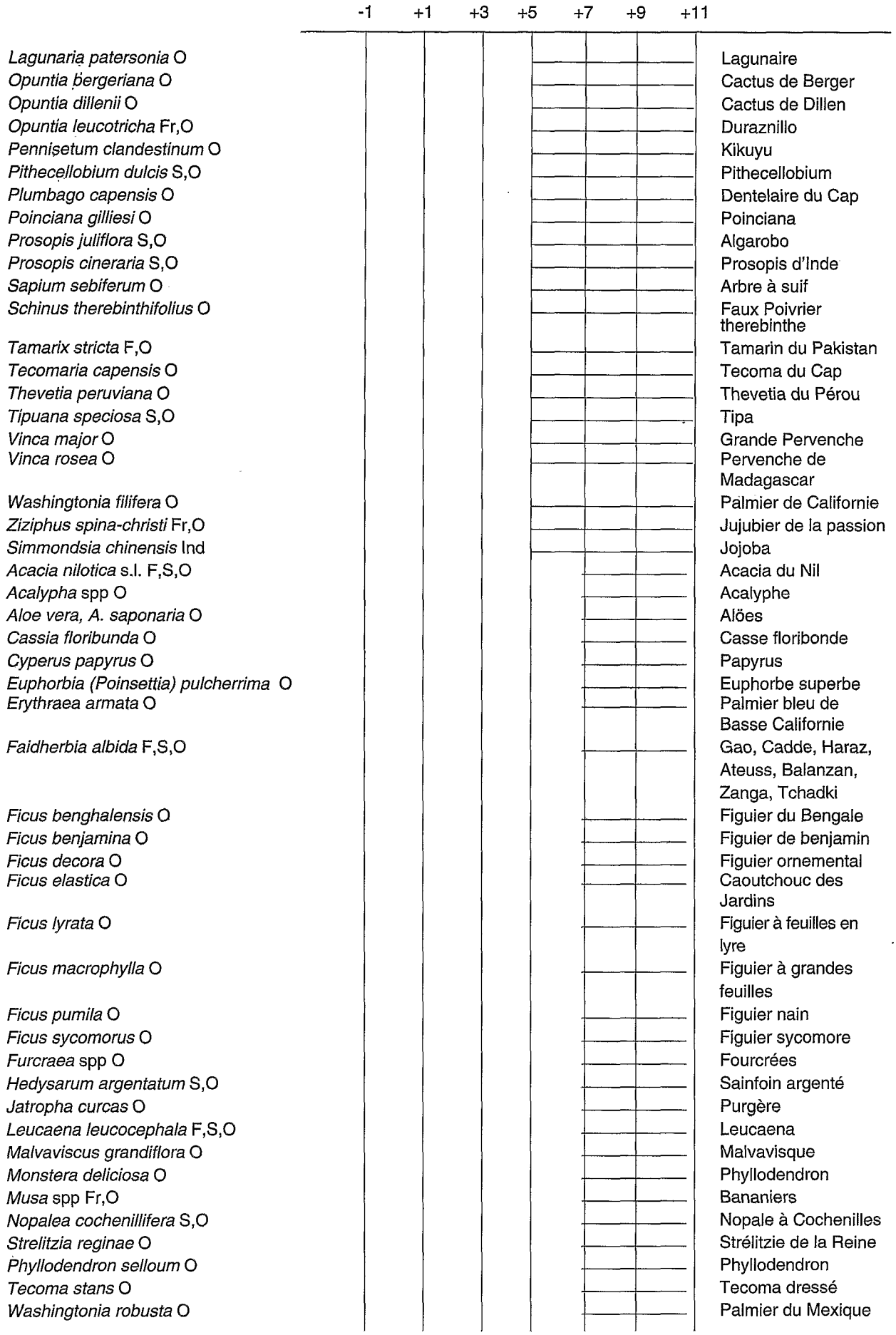
** Ces trois espèces (réputées thermophiles) sont présentes dans des zones où « m » est négatif, notamment en Oranie où *Tetraclinis* arrive au contact du Cèdre à Theniet el Haad dans l'Ouarsenis (« m » =-0.2); dans le Jebel Sid el Abed entre El Aricha et Ain Beni Mathar (Berguent) *Tetraclinis* est présent dans une zone où « m »<-1.5 °C (Emberger, 1939). *Q. coccifera* et *Chamaerops* existent dans des zones où « m » # - 0.5 °C Oued Slissen, par exemple (Le Houérou, 1975, 1989; Alcaraz, 1969,1982).

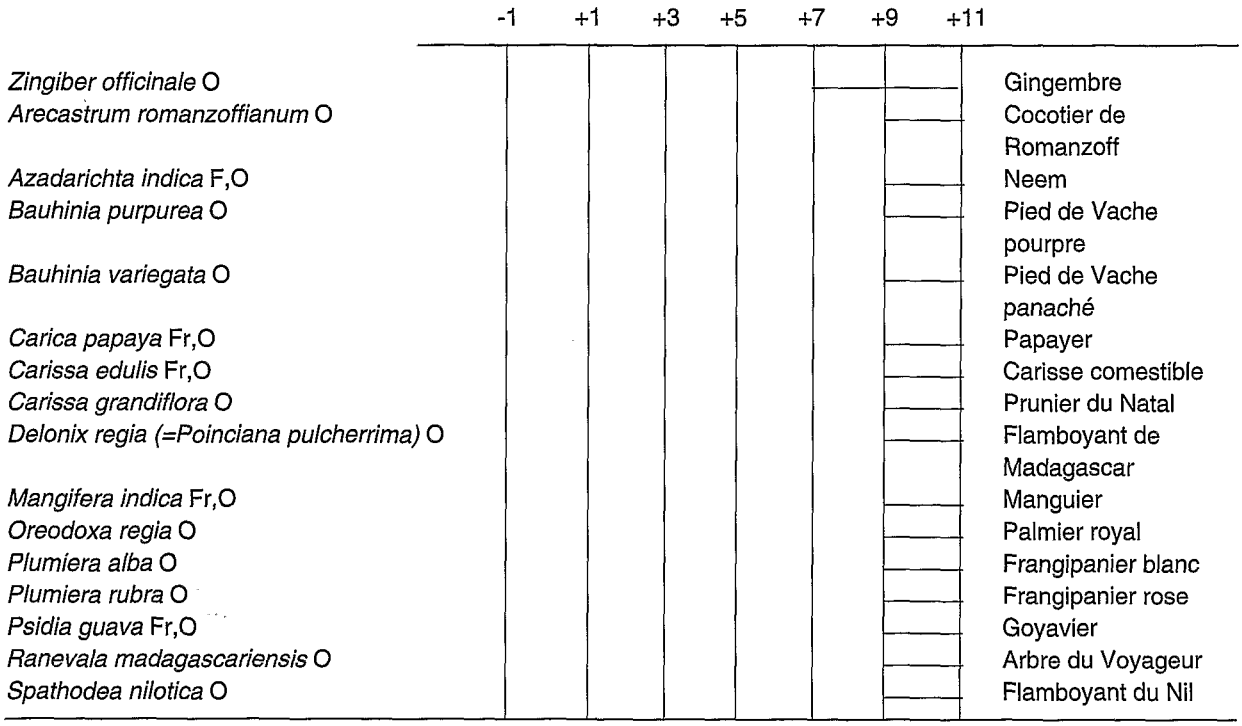
V B - ESPECES PLANTÉES EXOTIQUES ET AUTOCHTONES : FORESTIERES (F), SYLVO-PASTORALES (S), ET ORNEMENTALES (O) PLUS OU MOINS COURAMMENT UTILISÉES DANS LES ZONES ARIDES DU NORD DE L'AFRIQUE CLASSÉES EN FONCTION DE LEUR TOLÉRANCE DÉCROISSANTE AU FROID




-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Atriplex leucoclada S,O
Arroche à tige blanche
Atriplex nummularia S,O
Arroche géante
Atriplex undulata S,O
Arroche ondulée
Calligonum spp F,S,O
Calligonum
Callistemon viminalis O
Callistème-saule
Celtis australis F,S,O
Micocoulier
Colutea istria S,O
Baguenaudier d'Alep
Coronilla glauca s.l. S,O
Coronille glauque
Cortaderia sellowana O
Herbe des Pampas
Cycas revoluta O
Cycade du Japon
Hibiscus syriaca O
Ketmie de Syrie
Lagerstroemia indica O
Lagerstrémie des Indes
Laurus nobilis O
Laurier-sauce
Leucaena retusa A,O
Leucaena du Texas
Morus alba F,S,O
Murier blanc
Morus nigra F,S,O
Murier noir
Myrtus communis O
Myrte commun
Nerium oleander O
Laurier-rose
Opuntia fusicaulis S,O
Cactus-fuseau
Opuntia inermis S,O
Cactus inerme
Opuntia robusta S,O
Cactus robuste
Opuntia streptacantha Fr, O
Cactus cardon
Pinus halepensis F
Pin d'Alep
Prosopis chilensis A,S,O
Prosopis du Chili
Prosopis glandulosa A,S,O
Prosopis glanduleux
Prosopis laevigata A,S,O
Prosopis
Punica granatum Fr, O
Grenadier
Rosmarinus officinalis A,O
Romarin
Sophora japonica O
Sophora du Japon
Sophora secundiflora O
Sophora du Mexique
Prunus lauro-cerasus O
Laurier-cerise
Tamarix aphylla F,O
Tamarin sans feuille
Trachaelosperma jasminoides O
Faux-jasmin
Opuntia ficus-indica
Figuier de Berbérie
Acacia cyanophylla F,S,O
Mimosa bleu
Acacia dealbata (A. decurrens) O
Mimosa de Nice
Acacia karoo O
Acacia du Karoo
Acacia melanoxylon O
Acacia à bois noir
Acacia pendula O
Acacia pleureur
Acacia raddiana F,S,O
Thala, gommier
Acacia retinoides O
Acacia resineux
Acacia victoriae-reginae S,O
Mimosa de la Reine Victoria
Agave americana O
Agave d'Amérique
Atriplex amnicola S,O
Australie, Arroche ripicole
Atriplex breweri S,O
USA, A. de Brewer
Atriplex cinerea S,O
Australie, A. grise
Atriplex isatidea O
Australie, A. pastel
Atriplex lentiformis S,O
USA, A. des cailles
Atriplex paludosa S,O
Australie, A. des marais
Atriplex polycarpa S,O
USA, A. à fruits multiples
Atriplex repanda S,O
Chili, A. à feuilles ondulées


-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Atriplex vesicaria S,O
Australie, A. à fruits en vessie
Brachychyton populneum O
Australie
Chamaecytisus albidus S,O
Cytise blanc du Maroc
Dracaena spp O
Dragonniers
Eucalyptus camaldulensis F,O,A
Eucalyptus ripicole à bois rouge
Eucalyptus globulus F,O,A
Eucalyptus en boule
Eucalyptus gomphocephala F,O,A
Eucalyptus en cheville
Eucalyptus microtheca F,O,A
Eucalyptus à petite alvéole
Eucalyptus occidentalis F,O,A
Eucalyptus occidental
Euphorbia tirucalli O
Euphorbe tirucalli
Geoffraea decorticans S,O
Chanar
Lantana camara O
Lantana
Medicago arborea S,O
Luzerne arborescente
Melia azedarach O
Lilas du Japon
Myoporum serratum S,O
Myoporum
Phoenix canariensis O
Palmier des Canaries
Sapindus utilis Ind,O
Savonnier d'Inde
Schinus molle O
Faux-poivrier
Vitex agnus-castus O
Gattilier commun
Ricinus communis Ind, O
Ricin
Acacia cyclops S,O
Acacia cyclope
Acacia ligulata S,O
Acacia ligulé
Acacia pycnantha S,O
Acacia doré
Acacia salicina S,O
Acacia pleureur
Aberia caffra O (=Dovalys c.)
Aberia des Cafres
Araucaria spp O
Araucarias
Bignonia capreolata O
Bignone orangée
Bougainvillea brasiliensis O
Bougainvillée
Bougainvillea spectabilis O
Bougainvillée
Canna indica O
Balisier d'Inde
Cassia artemisioides O
Séné-armoise
Cassia fistula O
Séné fistuleux
Cassia nemophila O
Séné némophile
Cassia nodosa O
Séné noueux
Cassia sturtii S,O
Séné de Sturt
Casuarina cunninghamiana F,O
Filao de Cunningham
Casuarina equisetifolia F,O
Filao à feuilles de Prêle
Casuarina glauca F,O
Filao glauque
Casuarina stricta F,O
Filao dressé
Ceratonia siliqua Ind,A,S,O
Caroubier
Chamaecytisus palmensis S,O
Cytise des Canaries
Clitoria ternatea S,O
Clitoria
Citrus spp Fr,O,A
Agrumes
Dolichos lablab S,O
Dolique d'Egypte
Ficus retusa (=F. nitida) O
Figuier à feuilles luisantes
Diospyros kaki Fr,O
Plaqueminier
Grevillea robusta F,O
Grévillée géante
Hibiscus rosa-sinensis O
Ketmie Rose de Chine
Hibiscus mutabilis O
Ketmie changeante
Jacaranda mimosaefolia O
Jacaranda
Koelreuteria paniculata O
Savonnier de Chine


-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Lagunaria patersonia O
Opuntia bergeriana O
Opuntia dillenii O
Opuntia leucotricha Fr,O
Pennisetum clandestinum O
Pithecellobium dulcis S,O
Plumbago capensis O
Poinciana gilliesi O
Prosopis juliflora S,O
Prosopis cineraria S,O
Sapium sebiferum O
Schinus therebinthifolius O
Tamarix stricta F,O
Tecomaria capensis O
Thevetia peruviana O
Tipuana speciosa S,O
Vinca major O
Vinca rosea O
Washingtonia filifera O
Ziziphus spina-christi Fr,O
Simmondsia chinensis Ind
Acacia nilotica s.l. F,S,O
Acalypha spp O
Aloe vera, A. saponaria O
Cassia floribunda O
Cyperus papyrus O
Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima O
Erythraea armata O
Faidherbia albida F,S,O
Ficus benghalensis O
Ficus benjamina O
Ficus decora O
Ficus elastica O
Ficus lyrata O
Ficus macrophylla O
Ficus pumila O
Ficus sycomorus O
Furcraea spp O
Hedysarum argentatum S,O
Jatropha curcas O
Leucaena leucocephala F,S,O
Malvaviscus grandiflora O
Monstera deliciosa O
Musa spp Fr,O
Nopalea cochenillifera S,O
Strelitzia reginae O
Phyllodendron selloum O
Tecoma stans O
Washingtonia robusta O
Lagunaire
Cactus de Berger
Cactus de Dillen
Duraznillo
Kikuyu
Pithecellobium
Dentelaire du Cap
Poinciana
Algarobo
Prosopis d'Inde
Arbre à suif
Faux Poivrier therebinthe
Tamarin du Pakistan
Tecoma du Cap
Thevetia du Pérou
Tipa
Grande Pervenche
Pervenche de Madagascar
Palmier de Californie
Jujubier de la passion
Jojoba
Acacia du Nil
Acalyphe
Alöes
Casse floribonde
Papyrus
Euphorbe superbe
Palmier bleu de Basse Californie
Gao, Cadde, Haraz, Ateuss, Balanzan, Zanga, Tchadki
Figuier du Bengale
Figuier de benjamin
Figuier ornemental
Caoutchouc des Jardins
Figuier à feuilles en lyre
Figuier à grandes feuilles
Figuier nain
Figuier sycomore
Fourcrées
Sainfoin argenté
Purgère
Leucaena
Malvavisque
Phyllodendron
Bananiers
Nopale à Cochenilles
Strélitzie de la Reine
Phyllodendron
Tecoma dressé
Palmier du Mexique


-1
+1
+3
+5
+7
+9
+11
Zingiber officinale O
Arecastrum romanzoffianum O
Azadarichta indica F,O
Bauhinia purpurea O
Bauhinia variegata O
Carica papaya Fr,O
Carissa edulis Fr,O
Carissa grandiflora O
Delonix regia (=Poinciana pulcherrima) O
Mangifera indica Fr,O
Oreodoxa regia O
Plumiera alba O
Plumiera rubra O
Psidia guava Fr,O
Ranevala madagascariensis O
Spathodea nilotica O
Gingembre
Cocotier de Romanzoff
Neem
Pied de Vache pourpre
Pied de Vache panaché
Papayer
Carisse comestible
Prunier du Natal
Flamboyant de Madagascar
Manguier
Palmier royal
Frangipanier blanc
Frangipanier rose
Goyavier
Arbre du Voyageur
Flamboyant du Nil

ANNEXE VI - DISTRIBUTION DES ESPECES VÉGÉTALES STEPPIQUES DANS LES ZONES ARIDES DES DIVERS PAYS DU NORD DE L'AFRIQUE, DEL'ESPAGNE, DU PROCHE ORIENT ET DE LA PÉNINSULE ARABIQUE

ELEMENTS PHYTOCHORIQUES : Légende

Med		Elément Méditerranéen sensu lato
MS		Elément Méditerraneo-Steppique
	IT	Sous-élément Irano-Touranien
	IM	Sous-élément Ibéro-Maghrébien
	Mag	Sous-élément Maghrébien (Endémiques Maghrébiennes)
	Ibe	Sous-élément Ibérique (Endémiques Ibériques)
SA		Elément Saharo-Arabique
Tro		Elément Tropical
Can		Elément Canarien ou Macaronésien
Xen		Elément Xénophyte d'espèces Naturalisées
Cos		*Elément Cosmopolite*
ES		Elément Euro-Sibérien
*		Endémiques Maghrébiennes
(Nat.)		Espèces naturalisées (subspontanées)

REPARTITION :

PAN STE	Espèces Pan-Steppiques, présentes à la fois dans les steppes d'Espagne, du Nord de l'Afrique et du Proche-Orient.
ORIENT	*Espèces orientales localisées dans les steppes situées* à l'est de la Libye.
PEN ARA	Espèces présentes dans les steppes de la Péninsule Arabique.
SYR	Espèces présentes dans les steppes de la Syrie.
PAL	Espèces présentes dans les steppes palestiniennes (Israël + Jordanie + Sinaï)
EGY	Espèces présentes dans les steppes de l'Egypte à l'ouest de la Mer Rouge et du Canal de Suez
LIB	Espèces présentes dans les steppes de la Libye.
TUN	Espèces présentes dans les steppes de la Tunisie.
ALG	*Espèces présentes dans les steppes de l'Algérie.*
MAR	Espèces présentes dans les steppes du Maroc.
ESP	Espèces présentes dans les steppes de l'Espagne.
MAG	Espèces présentes dans les steppes du Nord de l'Afrique, de la Mer Rouge à l'Atlantique.
IBE MAG	Espèces présentes à la fois dans les steppes de l'Espagne et dans celles du Nord de l'Afrique.
OCC	Espèces Occidentales, localisées dans les steppes situées à l'ouest de l'Egypte.

N.B. : *Les informations sur la nomenclature et la synonymie sont fournies dans le texte, pp. 96-102.*

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IT	Aaronsonia factorovskyi	-	+	+	+	+	-	(+)	-	-	-	-	-	-	-
SA / Tro	Acacia ehrenbergiana	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Xen	* farnesiana (Nat.)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Mag	* gummifera *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA / Tro	* laeta	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
SA / Tro	* raddiana	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT / Tro	* gerrardi	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
SA / IT	Achillea fragrantissima	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	* leptophylla *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
Med	* ligustica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* odorata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* santolina	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	* santolinoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	Achyranthes aspera	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	* sicula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Adenocarpus anagyrifolius *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* bacquei *	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	-	+	-	+
Med	* cincinnatus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* decorticans *	+	-	-	-	+	-	-	-	(+)	+	+	+	+	-
Cos	Adianthum capillus-veneris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Adonis aestivalis	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	* annua	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	* dentata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Aegialophila pumila	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Aegilops bicornis	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
IM	* geniculata	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* kotschyi	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* neglecta	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* triuncialis	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* ventricosa	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Aeluropus littoralis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	Aeluropus lagopoides	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	Aerva persica	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
IM	Aetheorrhiza bulbosa	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Agathophora alopecuroides	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Xen	Agave americana (Nat.)	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	Agropyron cristatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	Agropyropsis lolium *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Aira caryophyllea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	* cupaniana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	* insularis	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	Aira pulchella	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Aira uniaristata	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Airopsis tenella	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM / SA	Aizoon canariense	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" hispanicum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ajuga chamaepytis	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" iva	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" pseudo-iva	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tro	Alcea rosea	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	" rufescens	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cos	Alchemilla arvensis	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
IT / SA	Alhaghi maurorum	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Cos	Alisma plantago aquatica	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Alkanna lutea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" orientalis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" tinctoria	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tripolitana "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Allium album	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" ampeloprasum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" " holmense "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" aschersonianum	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" barthianum "	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" blomfeldianum "	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" coppoleri	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" cupani "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT / SA	" desertorum	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" erdelii	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" myriacanthum "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" nigrum	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" paniculatum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
IM / SA	" roseum	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" rotundum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
ES	Alopecurus myosuriodes	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Althaea acaulis	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" hirsuta	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SA	" ludwigii	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" rufescens	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	Alyssum antiatlanticum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" cochleatum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT	" desertorum "	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" granatense	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	" homalocarpum	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" linifolium	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IT	Alyssum marginatum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	* maritimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* montanum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	* serpyllifolium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	* scutigerum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* simplex	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* spinosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Cos	Amaranthus albus	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* cruentus	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Cos	* deflexus L.	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* graecizans	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* retroflexus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* viridis	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
MS	Amberboa crupinoides	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	* leucantha *	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	* ibyca *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
MS	* ippii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* maroccana *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	* muricata *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	* saharae *	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Med	Ambrosia maritima	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Ambrosinia basii *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Ammi majus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* visnaga	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ammochloa palaestina	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* pungens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	Ammodaucus leucotrichus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Ammoides pusilla	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ammophila arenaria	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Ammosperma cinereum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* variabile *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Ampelodesmos mauritanicus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Anabasis aretioides *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	* articulata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* haussknechtii	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* obtusa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	* oropediorum *	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* prostrata *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IT	* setifera	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	* syriaca	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
MS	Anacyclus alexandrinus	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* clavatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Anacyclus exalatus •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	▪ maroccanus •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• radiatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	▪ scaettae •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• valentinus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Cos	Anagallis arvensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• monelli	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• tenella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Anagyris foetida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Anarrhinum brevifolium •	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Mag	▪ fruticosum •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IT	▪ orientale	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mag	• pedatum •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT	▪ pubescens	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	Anastatica hierochuntica	+	-	+	+	+	-	+	(+)	+	+	-	+	-	-
IT	Anchusa aegyptiaca	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	▪ calcarea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	▪ granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	▪ hispida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	▪ hybrida	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Med	▪ italica	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	▪ milleri	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
MS	• undulata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Andrachne aspera	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
Can	• gruvellei •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	▪ maroccana •	-	-		-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	• telephioides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Androcymbium gramineum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	▪ graminium saharae •	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Andropogon distachyus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	Androsace maxima	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	Andryala canariensis •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	▪ integrifolia	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	▪ jahandiezii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	▪ rothia	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Anethum graveolens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	• theurkauffi •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Cos	Anogramma leptophylla	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Anthemis arvensis	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	▪ boveana •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	▪ cairica	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Anthemis chrysantha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	* cotula	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* deserti	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* glareosa *	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* indurata	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* krugeriana *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* maritima	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	* melampodina	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	* microsperma	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* monilicostata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* pedunculata	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* pseudocotula	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	* rotata	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* scaettae *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* tauberti *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* tuberculata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Tro	Anthephora hochtetteri	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
IM	Anthyllis barba-jovis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	* cornicina *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	* hamosa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	* sericea henoniana *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	* * subsimplex	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
MS	* maura	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
IM	* montana	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	* terniflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	* vulneraria	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Antirrhinum australe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* barrelieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* charidemi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* hispanicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	* ramosissimum *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	Anvelleina piatycarpa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	Anvillea radiata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Apera interrupta	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Apium crassipes *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	* graveolens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* nodiflorum	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* tenuifolium	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	Arabidopsis thaliana	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	Arabis alpina	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	* auriculata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* hirsuta	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Arabis parvula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" pubescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" werneri "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	Arenaria aggregata	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" anthyllis "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" emarginata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" graveolens	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" grandiflora	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" lithops	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" modesta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" montana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" pungens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	" serpyllifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" tomentosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" valentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	Argania spinosa "	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	-	+	-	+
SA	Argyrolobium abyssinicum	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
IM	" microphyllum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" saharae "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" uniflorum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" zanonii	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Arisarum vulgare	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med / Tro	Aristida adscensionis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" caerulescens	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" tunetana "	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Mag	Armeria simplex "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	Arnebia decumbens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" hispidissima	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" linearifolia	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" tinctoria	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" syrtica "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Artemisia alba	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Med	" arborescens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Mag	" atlantica "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" barrelieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" campestris	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" herba-alba	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" judaica	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
MS	" maritima	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Mag	" mesatlantica "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Artemisia monosperma	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" reptans "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+
Med	Arthrocnemun macrostachyum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Arum cyrenaicum *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" hygrophylum	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" italicum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med / Cos	Arundo donax	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" plinii	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Asclepias curassavica *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" fruticosus	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	" sinaicus	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	Asparagus acutifolius	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" africanus	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IM	" albus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" altissimus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" aphyllus	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
Can	" pastorianus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" stipularis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Med	Asperugo procumbens	+	-	+	-	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Asperula aristata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" arvensis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" cynanchica	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Mag	" cyrenaica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" hirsuta	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	Asphodeline brevicaulis	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" lutea	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Asphodelus acaulis *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" fistulosus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" aestivus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" refractus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" tenuifolius	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT / MS	" viscidulus	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Cos	Asplenium adianthum-nigrum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" ceterach	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" petrarchae	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Cos	" trichomanes	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen / Cos	Aster squamatus	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Asteriscus aquaticus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" graveolens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" maritimus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" pygmaeus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Asteriscus schimperi	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	Asterolinon linum-stellatum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Astragalus akkensis *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" annularis *	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Mag	" armatus armatus *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" armatus numidicus *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" boeticus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" boissieri *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" bombicynus	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	" bourgaeanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" caprinus (incl. Weilleri)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" corrugatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" cruciatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" echinatus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" echinus	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" edulis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" epiglottis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT SA	" eremophilus	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	" falciformis *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
SA	" geniculatus *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" glaux	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" gombo *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	" gombiformis *	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Med	" hamosus hamosus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" hamosus embergeri *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" hauarensis	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" hegelmairei *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" hispanicus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" ibrahimianus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" incanus	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" kahiricus	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SA	" kralickianus *	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" mareoticus *	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
MS	" peregrinus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" polyactinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
SA	" pseudotrigonus *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" radiatus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-
IT	" schimperi	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" schizotropis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" scorpioides	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" sesameus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" sieberi	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Astragalus sinaicus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" solandri "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" spinosus	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" stella	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	" taubertianus "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" tenuifoliosus "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+
SA	" tenuirugis	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" tribuloides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" trigonus	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	" vogelii "	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-
ES	Astrocarpus sesamoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Atractylis aristata "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" babelii "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	" cancellata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" candida "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
MS	" carduus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" coerulea "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" delicatula "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" echinata "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
IM	" gummifera "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" humilis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA	" mernephtae	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
MS	" phaeolepis "	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
SA	" phazaniae "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" prolifera	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" serrata "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	" serratuloides	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Atriplex chenopodioides "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" colerei "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" coriacea	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" dimorphostegia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" farinosa	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" glauca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" halimus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos / ES	" hastata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" inamoena "	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Xen	" inflata (Nat.)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" lasiantha	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	" leucoclada	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" littoralis	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
Mag	" malvana "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" mollis "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IT	Atriplex nitens	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cos / ES	" patula	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" portulacoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos / ES	" rosea	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen	" semibaccata (Nat.)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cox	" tatarica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" tornabeni	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Avellinia michelii	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	Avena barbata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" beguinotiana "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" eriantha "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" fatua	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" longiglumis	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" sterilis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" wiestii	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	Avenula bromoides	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" murcica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro / SA	Balanites aegyptiaca	-	-	+	+	+	+	(+)	-	+	+	-	+	-	-
IM	Ballota hirsuta	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" nigra	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" undulata	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	Bassia arabica	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Can	" canariensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" eriophora	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" hyssopifolia	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Xen	" indica	-	+	+	-	+	+	-	-	-		-	-	-	-
Ibe	" laniflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" muricata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" prostrata	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" scoparia	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Can	" tomentosa "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	Battandiera amaena "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Bellardia trixago	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Bellevalia mauritanica "	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Bellevalia romana	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
ES	Bellis annua	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" silvestris	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Berberis hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	Beta macrocarpa	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" patellaris	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	" vulgaris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Biarum bovei	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Bifora testiculata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Biscutella auriculata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" depressa	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" didyma	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" laevigata montana "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Bituminaria bituminosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Biserrula pelicinus	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Blackstonia perfoliata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Boerhavia repens	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Tro	" helenae "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Cos	Bolboschoenus maritimus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Bombycilena discolor	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" erecta	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IT	Bongardia chrysogonum	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	Borago officinalis	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Brachyapium dichotomum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Can	" hanotei "		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" involucratum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Brachypodium distachyon	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" " pubescens "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" phoenicoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" retusum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
IM	Brassica amplexicaulis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" barrelieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" gravinae	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" nigra	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" tournefortii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	Braxireon humile "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Briza maxima	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" media	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" minor	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Brocchia cinerea	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	Bromus aegyptiacus	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" alopecuroides	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" fasciculatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" hordaceus	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" intermedius	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" lanceolatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" madritensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" racemosus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" rigidus	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Bromus rubens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" scoparius	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" sinaicus	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" squarrosus	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" sterilis	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" tectorum	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Broteroa amethystina (SO4)	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	Bryonia cretica	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Bubonium imbricatum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" odorum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	Buffonia mauritanica *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Buglossoides arvensis	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Bunium fontanescii		-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	" pachypodum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Bupleurum album *		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" atlanticum *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" balansae *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Can	" canescens *		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can	" dumosum *		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" fontanesii	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" gibraltaricum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" lancifolium	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	" lateralifolium *				-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" odontites	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" semicompositum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" spinosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" tenuissimum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	Buxus balearica *	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	+	+	+
Cos	Cakile maritima	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Calendula aegyptiaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" arvensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" bicolor	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
IT	" micrantha	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" murbeckii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" suffruticosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Calepina irregularis	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
SA	Calligonum arich *	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	-	-	+	-	+
SA	" azel *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	" calvescens *	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" comosum	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT / SA	" polygonoides	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	Callipeltis cucullaria	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Tro	Calotropis procera	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
IM	Calycotome spinosa	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Med	" villosa	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Camelina hispida	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" sativa	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Campanula antiatlantica *	-	-	-	-	-	-	-	-		+	-	+	-	+
Mag	" atlantica *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Med	" erinus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" filicaulis *	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	+	-	+	-	+
Med	Capnophyllum peregrinum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Capparis aegyptia	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" cartilaginea	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Tro / SA	" decidua	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
SA	" galeata	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Ibe	" ovata *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" spinosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Capsella bursa-pastoris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" procumbens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" rubella *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Can	Caralluma buchardi *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" dalzielii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" europaea	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	" hesperidum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" munbyana *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA / IT	" sinaica	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA / Tro	" tombuctuensis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA / Tro	" venenosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	Carduncellus araneosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" caeruleus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" choulettianus *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" duvauxii *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" eriocephalus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" fruticosus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" mareoticus *	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
IM	" pinnatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" pomelianus *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IT	Carduus argentatus	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" bourgaenus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" chrysacanthus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" gaetulus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	" granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" leucographus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Carduus macrocephalus •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• moenanthus spachianus •			-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• myriacanthus •			-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• pteracanthus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	• pycnocephalus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• tenuifolius •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	*Carex distachya*	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• distans	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• divisa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• extensa	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• halleriana	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• humilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• maritima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• stenophylla	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Med	Carlina corymbosa	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• involucrata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	• lanata	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• racemosa	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• sicula	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Carrichtera annua	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Carthamus arborescens	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	• caeruleus •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT	• corymbosus	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	• fruticosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	• glaucus	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	• lanatus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Catananche arenaria •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	• caerulea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• coespitosa •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	• lutea	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Catapodium siculum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• tenellum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	• tuberculosum	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Caucalis bifrons	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• coerulescens •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
SA	Caylusea hexagyna	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Mag	Celsia ballii •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• cretica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• longirostris •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• maroccana •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• sinuata •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Tro	Cenchrus ciliaris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	Centaurea acaulis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• africana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• alba	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
MS	• alexandrina	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• balansae •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• calcitrapa	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• carratracensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• contracta	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Mag	• cyrenaica •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• diluta •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	• dimorpha	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• dissecta •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• eriophora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
SA	• furfuracea •	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• gattefossei •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• gentillii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• glomerata •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	• granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• hyssopifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• incana •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• incana ornata •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• involucrata •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	• lagascae •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• linifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• macrorrhiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• maroccana •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	• melitensis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• microcarpa •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• nicaeensis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• omphalotricha •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	• ornata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• pallescens	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
SA	• pungens •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	• sideris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• sphaerocephala	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	• sulphurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	• tenuifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• toletana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	Centaurium linariifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• maritimum	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• pulchellum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Centaurium ramosissimum	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• spicatum	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• tenuiflorum	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	• triphyllum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• umbellatum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• suffruticosum •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Centranthus calcitrapa	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• macrosiphon	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
SA	Centropodia forskahlii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	• fragilis	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
Cos	Cephalaria ruber	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• leucantha	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• syriaca	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Mag	Cerastium atlanticum •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• brachypetalum •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	• boissieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• dichotomum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• glomeratum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Ceratocephalus falcatus	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Ceratocnemum rapistroides •			-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Ceratonia siliqua	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ceratophylum demersum	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cerinthe major	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Can	Chamaecytisus albidus •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• supinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	Chamaemelum mixtum	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• fuscatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Chamaerops humilis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Cos	Chamomilla aurea	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• recutita	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Cheilanthes vellea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• pteridioides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Chenopodium album	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• ambrosioides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• moquinianum	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Cos	• murale	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• vulvaria	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Chiliadenus candicans	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
IT	• iphionoides	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SA	• sericeus	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Med	Chondrilla juncea	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	Chronanthus biflorus •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Chrozophora brocchiana	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
SA	" obliqua	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" oblongifolia	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA / Tro	" plicata	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" tinctoria	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Chrysanthemum carinatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" coronarium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" deserticolum "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" fuscatum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" macrocarpum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" maresii "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" trifurcatum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" tripolitanum "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
IT	Cichorium bottae	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Med	" intybus pumilum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" spinosum	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
Med	Cirsium acarna	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	" acaule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" chamaepeuce	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" creticum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" echinatum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" odontolepis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" syriacum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" welwitschii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Cistanche phelypaea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" salsa	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT / SA	" tubulosa	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS / SA	" violacea	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Cistus albidus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	" crispus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" heterophyllus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" incanus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Cistus libanotis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" parviflorus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" salviifolius	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" sericeus "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Citrullus colocynthis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Cladanthus arabicus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Clematis cirrhosa	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" flammula	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Cleome amblyocarpa	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
MS	" arabica	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Cleome brachycarpa	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	• violacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
IM	Cleonia lusitanica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Clypeola cyclodontea •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	• eriocarpa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• jonthlaspi	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cnicus benedictus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Cocculus pendulus	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Med	Colchicum automnale	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• cupani	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	• ritchii	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
IM	• triphyllum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Coleostephus myconis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	Colutea istria	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA / Tro	Commelina rupicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Tro	Commicarpus plombagineus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro	• verticillatus	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+
MS	Conringia orientalis	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Consolida orientalis hispanica	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• pubescens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	Convolvulus althaeoides s.l.	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• arvensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• cantabrica	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• cneorum s.l.	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	(+)	-	-	-
Med	• dorycnium	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
SA	• fatmensis	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	• heterotrichus • (incl. C. microphyllus)	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	• humilis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• lanuginosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
MS	• lineatus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• maireanus •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	• oleifolius	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	• pentapetaloides	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-
MS	• prostratus	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
SA	• schimperi	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	• siculus	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	• stachydifolius	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	• supinus •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	• trabutianus •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Convolvulus tricolor	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• tricolor cupanianus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Convolvulus tricolor moenanthus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" valentinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	Conyza albida	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cos	" bonariensis	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" canadensis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Cordylocarpus muricatus	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Coridothymus capitatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Coris hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" monspeliensis	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Cornulaca aucheri	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	" ehrenbergei	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	" monacantha	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Coronilla glauca	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" juncea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" minima "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" ramosissima "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" repanda	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Med	" scorpioides	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" viminalis "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Coronopus didymus	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" lepidioides	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" niloticus	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Cos	" squamatus	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Corynephorus divaricatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Med	" fasciculatus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cotoneaster orbicularis	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" racemiflora	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	Cotula anthemoides	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
MS	" coronopifolia	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	Crambe hispanica	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
IM	" filiformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
SA	Crambe kralickii "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Cos	Crassula tillea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" vaillantii	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
Med	Crataegus monogyna	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	Crepis aegyptica	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" amplexifolia	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IT	" aspera	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" clausonis "	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" libyca "	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" nigricans	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Crepis oporinoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• parviflora	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• pulchra	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IT	• radicata	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• salzmanni •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	• taraxacifolia •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	• vesicaria	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cressa cretica	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Crithmum maritimum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA / Tro	Crotalaria aegyptiaca	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SA / Tro	• saharae •	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA / Tro	• thebaica	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA / Tro	• vialattei •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	Crucianella angustifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	• herbacea	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Mag	• hirta •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	• latifolia	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• maritima	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• membranacea	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	• patula	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• rupestris •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Crupina crupinastrum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Crypsis aculeata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• alopecuroides	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Mag	• cyrenaica •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Cos	• schoenoides	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ctenopsis pectinella	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• gypsophila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Cullen americanum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	• jaubertianum	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tro	• plicatum	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Med	Cupressus sempervirens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cuscuta brevistyla	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Med	• epithymum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• monogyna	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Med	• planiflora	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Cutandia dichotoma	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	• divaricata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• maritima	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• philistea	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
SA / Tro	Cymbopogon schoenanthus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	Cynanchum acutum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Cynara alba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	* cardunculus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* cyrenaica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* humilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	* sibthorpiana	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Cos	Cynodon dactylon	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Cynoglossum cheirifolium	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	* clandestinum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	* creticum	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
Can	* dioscordis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	* mathezii *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Cynomorium coccineum	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Cynosurus coloratus	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	* echinatus	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	* elegans	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Cyperus aegyptius	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* cadamosti	-	-	-	-	-	-	-	+		+		+		+
SA / Tro	* conglomeratus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	* distachyus	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Med	* kalli	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	* laevigatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* longus badius			-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* mundtii	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
Cos	* rotundus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Cytinus hypocistis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Cytisus arboreus baeticus *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	* purgans	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	Cytisus platycarpus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
ES	Dactylis glomerata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Dactyloctenium aegyptium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	* scindicum	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Cos	Damasonium alisma bourgaei	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen	Datura fastuosa	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Cos	* innoxia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* stramonium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Daucus aureus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* biseriatus *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	* broteri *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	* carota maritimus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* carota maximus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	* crinitus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	*Daucus durieuaa* *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
IT	* litoralis	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	* muricatus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	* sahariensis *	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	* setifolius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	* setulosus	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* syrticus	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	* *tenuisectus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	Delphinium bovei	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* deserti	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* emarginatum *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	* gracile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	* nanum	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* pentagynum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
MS	* peregrinum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Desmazeria marina	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* rigida	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* sicula	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tro / SA	Desmostachya bipinnata	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Mag	Dianthus byzacenus *	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Med	* caryophyllus	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	* charidemii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* crinitus *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* gaditanus *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	* hispanicus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* lusitanus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	* malacitanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* scaber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* serratulus *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT	* sinaica	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	* strictus	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* sylvestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro	Dichanthium annulatum	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro / SA	* *foveolatum*	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	* ischaemum	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Tro	* pertusum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	Didesmus aegyptius	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	* bipinnatus	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	Digitaria commutata	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	* ischaemum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	* *sanguinalis*	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Dipcadi fulvum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Dipcadi panousei *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	* serotinum	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Diplotaxis acris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
Mag	* assurgens *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+
IM	* catholica *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	* crassifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	* cyrenaica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	* erucoides	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* harra	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	* muralis	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* pitardiana *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	* siifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	* simplex	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	* tenuifolia	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	* tenuisiliqua	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* viminea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* virgata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Dittrichia graveolens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Can / SA	* lozanoi *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* viscosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Doronicum plantagineum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Dorycnium pentaphyllum *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	Draba hispanica	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* lutescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Drosophyllum lusitanicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Can	Drusa glandulosa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	Dryopteris villarsii	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	Ebenus armitagei *	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	* pinnata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Ecballium elaterium	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Echinaria capitata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Echinochloa colonum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* crus-galli	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Echinophora spinosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	Echinops bovei	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* cyrenaicus *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* fontqueri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	* galalensis *	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	* macrochaetus	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	* spinosus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	* strigosus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	* viscosus	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Echinospartum boissieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Can / SA	Echiochilon chazaliei *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" fruticosum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Can / SA	" simonneaui *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	Echium albicans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" arenarium	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" boissieri	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" confusum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" *creticum*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
SA	" djenelense *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
IM	" flavum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" gaditanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	" humile	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" horridum	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" italicum	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" longifolium	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	" maradae *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" michaelis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" micranthum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" modestum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" parviflorum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" petiolatum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" plantagineum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" rauwolfii	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" scaettae *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" sericeum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
MS	" setosum	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" suffruticosum *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
SA	" trygorrhizum *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	" tuberculatum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" velutinum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	Elaeoselinum asclepium meoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" foetidum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" humile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" thapsioides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Cos	Eleocharis palustris	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Elizaldia calycina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" violacea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	Elymus curvifolius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" delileanus	+	-	-	-	+	+	+	(+)	-	+	-	+	-	-
Med	" elongatus	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Elymus farctus	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" hispidus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Emex spinosus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Enarthrocarpus clavatus "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" lyratus	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
IT	" pterocarpus	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" strangulatus	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Tro	Enneapogon brachystahyum	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	" glumaceus "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Tro / IT	" pappophoroides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Tro / IT	" persicus	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Tro / MS	" scaber	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
SA	Ephedra alata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" alte	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" altissima "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" campylopoda	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" fragilis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" major	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Can / SA	" rollandi "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Cos	Equisetum ramosissimum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" telmateia	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Eragrostis barrelieri	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" cilianensis	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" cynosuroides "	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" papposa	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS / Tro	" pilosa	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
MS / Tro	" tenella	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" trichophora	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	Eremobium aegyptiacum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Eremophyton chevallieri "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
MS	Eremopyrum distans	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Erinacea anthyllis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Erodium acaule	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Mag	" aethiopicum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	" arborescens	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
IM	" botrys	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" bryoniaefolium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" cheilanthifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" chium	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" ciconium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" cicutarium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" crassifolium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Erodium glaucophyllum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" gruinum	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
MS	" guttatum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	" hesperium *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" jahandiezianum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+
MS	" laciniatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" malacoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" malacoides brevirostre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" mauritanicum *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" meynieri	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+		+
Med	" moschatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" neuradifolium	+		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" pulverulentum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" rupicola	-			-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" salzmannii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" stellatum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	" touchyanum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" triangulare	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" trifolium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
ES	Erophila verna	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Eruca vesicaria	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Erucaria crassifolia	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	" hispanica	+	-	+	+	-	-	-	-	(+)	-	+	+	+	-
IT	" microcarpa	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" pinnata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" uncata	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-
IT	Erucastrum laevigatum	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Mag	" varium *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	Eryngium aquifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" atlanticum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" campestre	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" dichotomum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" dilatatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" glomeratum	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
IM	" ilicifolium	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" maritimum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tenue	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	" tricuspidatum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" triquetrum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	Erysimum grandiflorum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" gomez-campoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" incanum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Erysimum linifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" semperflorens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	Euphorbia arguta	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Can / Tro	" balsamifera	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Med	" bivonae	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" boetica	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	" bupleuroides "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	" calyptrata "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" carthaginiensis "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" chamaesyce	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" cossoniana "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	" dendroides	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	" dracunculoides	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" exigua	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" falcata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" forskhalii	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
SA	" granulata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" guyoniana "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" helioscopa	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" isatidifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" lagascae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" lathyris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" luteola	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" medicaginea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Can	" obtusifolia rejis-jubae "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can	" officinarum beaumieranum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can	" officinarum echinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" paralias	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" peplis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" peplus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" pubescens	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
Mag	" reboudiana "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Can	" resinifera "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" retusa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" rimarum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" scordifolia	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Med	" segetalis	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ibe	" seguierana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" serrata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" squamigera	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" sulcata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Euphorbia terracina	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Euzemodendron bourgaeanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	Evacidium discolor *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	Evax argentea *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	* astericifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	* lusitanica	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* mauritanica *	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
MS	* pygmaea	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Fagonia arabica	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-
SA	* bruguieri	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Med	* cretica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	* fruticans *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
MS	* glutinosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	* harpago *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	* indica	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* isotricha *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	* kahirina	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	* latifolia	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	* longispina *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	* microphylla *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	* mollis	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	* olivieri	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	* zilloides *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Tro	Faidherbia albida	+	-	+	+	+	+	(+)	-	(+)	-	-	+	-	-
Cos	Fallopia convoivulus	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Farsetia aegyptica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	* hamiltonii	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	* longisiliqua	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
SA	* ramosissima	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Med	Fedia caput-bovis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	* cornucopiae	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Can	Feeria angustifolia *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Ferula communis	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* cossoniae *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	* marmarica *	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* sinaica	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	* tingitana	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	* tunetana *	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Mag	* vesceritensis *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	Festuca arundinacea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	* caerulescens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Festuca capillifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	• deserti	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
ES	• ovina	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• plicata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Ibe	• pseudeskia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	• scaberrima	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
Ibe	Filago congesta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• desertorum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• duriaei	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	• fuscescens	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	• germanica	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• germanica frutescens •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	• heterantha	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	• hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• lutescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• mareotica •	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
MS	• micropodioides	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• ramosissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	• vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro / SA	Fimbristylis ferruginea	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Med	Foeniculum vulgare	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Foleyola billottii •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS / SA	Forsskalea tenacissima	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Frankenia boissieri •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA	• chevallieri •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• corymbosa	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• florida	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	• hirsuta	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
MS	• laevis	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• pulverulenta	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• thymifolia •	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Fumana arabica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	• calycina •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• ericoides	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• laevipes	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• scoparia	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• thymifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Fumaria agraria	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• ballii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• bastardii	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• bracteosa	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Med	• capreolata	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Fumaria densiflora	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" *gaillardotii*	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-
IT	" judaica	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" *macrosepala* "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" microstachys	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
Mag	" *munbyi*	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Cos	" officinalis	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" *parviflora*	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" rupestris "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" *schrammii*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med ES	" vaillantii	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	*Gagea dayana*	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" durieui	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" *foliosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" granatelli	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" *mauritanica* "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	" reticulata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" *rigida*	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	Galactites duriaei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" *tomentosa*	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	Gaillonia calycoptera	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	" *reboudiana* "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	Galium acuminatum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
ES	" *aparine*	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" bourgaeanum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" clausonis "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	" corrudaefolium	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
IM	" *ephedroides*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Ibe	" frutiscescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" glaucum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	" lucidum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" *maritimum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	" mollugo	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" *murale*	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" murcicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" olivetorum "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
ES	" petraeum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	" pulvinatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" pusillum "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	" *setaceum*	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" sinaicum	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" *spurium*	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
ES	Galium tricome	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" tricornutum	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Med	" tunetanum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" valantia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" verum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" verrucosum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Ibe	" verticillatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" viscosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Gastridium ventricosum	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Gastrocotyle hispida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Gaudinia fragilis	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Genista acanthoclada	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
IM	" cinerea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" facellata	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" ferox	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	" haenseleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" maroccana "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" microcephala "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	" pseudopilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	" pumila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" quadriflora "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" ramosissima	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" retamoides "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" scorpius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
Mag	" segonnei "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+
IM	" spartioides	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	" tejedensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" tricuspidata "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" umbellata	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	" valentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Geranium dissectum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" molle	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" robertianum	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" rotundifolium	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" tuberosum	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro / MS	Gisekia pharnaceoides	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Gladiolus communis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	" illyricus	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	" italicus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" reuteri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	Glaucium arabicum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" corniculatum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Glaucium flavum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA / Tro	Glinus lotoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Globularia arabica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	• alypum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• ilicifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• nainii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	• spinosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro / SA	Glossonema boveana	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro / SA	• nubicum	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
Tro / SA	Glossopappus macrotus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Glycyrrhiza foetida	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• glabra	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Mag	Goniolimon tartaricum •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	Guiraoa arvensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Gundelia tournefortii	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
SA	Gymnarrhena micrantha	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Gymnocarpos decander	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Gynandriris sisyrinchium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Gypsophila hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• pilosa	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
Ibe	• struthium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• tomentosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Hainardia cylindrica	+	-	-	+	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Halimium antiatlanticum •					-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• atriplicifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	• commutatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	• umbellatum	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	• viscosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Med	Halocnemum strobilaceum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Halogeton sativus	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
IT	Halothamnus acutifolius	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-		-
IT	• autrani	-	+	+	+	+		-	-	-	-	-	-		-
IT	• subaphyllus	-	+	+	+	+		-	-	-	-	-	-		-
IT	Haloxylon persicum	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	Hammada scoparia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• elegans	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Haplopelis amplexicaulis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• perfoliata	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	Haplophyllum broussonetianum •							-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• linifolium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IT	Haplophyllum longifolium	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" tuberculatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	Hedypnois arenaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	" cretica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can / SA	Hedysarum argyreum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" carnosum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" coronarium	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" flexuosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" capitatum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" membranaceum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" naudinianum "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" pallidum "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" perraudianum "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" spinosissimum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Heleocharis palustris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Helianthemum aegyptiacum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" almeriense "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Ibe	" alypoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" appeninum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" australe "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can	" canariense "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" ciliatum	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
IM	" cinereum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA	" confertum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	" crassifolium "	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+
IM	" croceum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" ellipticum	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" getulum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" helianthemoides "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	" hirtum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" kahiricum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" ledifolium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" leptophyllum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	" lippii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	" marifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" nummularium	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
IM	" origanifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" pannosum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" papillare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
IM	" piliferum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" pilosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" rossmaessleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Helianthemum salicifolium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• schweinfurthii	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	• sessiliflorum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• sphaerocalyx	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	• squamatum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	• syriacum	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• ventosum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	• vesicarium	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	• villosum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	• virgatum	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• viscarium	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	Helichrysum conglobatum	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Ibe	• decumbens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• foetidum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• italicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• orientale	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	• rupestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• stoechas	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Helictotrichon filifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• murcicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	Heliotropium bacciferum	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• crispum	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Xen / Cos	• curassavicum (Nat.)	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / SA	• digynum	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
SA	• erosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• europaeum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• hirsutissimum	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	• rotundifolium	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Tro	• strigosum	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
SA	• supinum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	• undulatum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	Herniaria baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• boissieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	• cinerea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• cyrenaica •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• ericifolia •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	• fontanesii	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• glabra	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• hemistemon	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Med	• hirsuta	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• incana	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Mag	• pujosii •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Herniaria teknense *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+
Mag	Hertia cheirifolia *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Can	* maroccana *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Can / Mag	Hespero laburnum platycarpum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Tro	Heteropogon contortus	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Hibiscus trionum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	* micranthus	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Ibe	Hieracium carpetanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Hippocrepis areolata	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	* ciliata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* comosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* glauca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* minor *		-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	* monticola *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	* salzmannii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	* squamata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	* unisiliquosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* valentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	Hippomarathrum libanotis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
ES	Hippophe rhamnoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Hirschfeldia incana	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* incana adpressa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	Hispidella hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Holosteum umbellatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Honkenya peloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Hordeum bulbosum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* hystrix	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	* marinum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* murinum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* spontaneum	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Hormuzakia aggregata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	Hornungia aragonensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	* petraea	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Hymenocarpos circinnatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	* cornicina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	* mummularius	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Hymenolobus procumbens	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Hyosciamus albus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* aureus	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	* desertorum	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	* muticus	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Hyosciamus niger	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" pusillus	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	" reticulatum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IY	Hyoseris lucida	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" radiata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" scabra	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Hyparrhenia hirta	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Hypecoum aequilobum	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" aegyptiacum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Can	" coadnutum "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" geslini	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" imberbe	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
MS	" littorale	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" pendulum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" procumbens.	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Hypericum aegypticum	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Can	" coadnutum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" decaisneanum "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" ericoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" linarifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" perforatum	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-
IM	" pubescens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+
IT	" sinaicum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" tomentosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Tro / SA	Hyphaene thebaica	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Med	Hypochoeris achyrophorus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" glabra	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" laevigata "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	" radicata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" salzmanniana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	Iberis balansae	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
MS	" ciliata	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" crenata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" linifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" odorata	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" pruitii	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Ibe	" saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" sempervirens	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	Ifloga spicata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Imperata cylindrica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Inula crithmoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	" lozanoi "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Inula montana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Tro	Ipomaea imperati	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	• sagittata	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Tro	• stolonifera	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	Iris filifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• juncea planifolia •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• tarhunensis •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Isatis lusitanica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	Isoetes histrix	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Cos	• velata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	Jasione corymbosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• crispa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• foliosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• laevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• montana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Jasonia glutinosa	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Can	• hesperia •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• rupestris	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	• tuberosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Jasminum fruticans	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Juncus acutus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• bufonius	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• capitatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Cos	• conglomeratus	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• effusus	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• fontanesii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• inflexus	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• maritimus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• pygmaeus	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• rigidus	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Cos	• subulatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Juniperus oxycedrus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• phoenicea	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• thurifera	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	Jurinea humilis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	• pinnata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Can	Kalanchoe faustii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	Kalidium foliatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	Kernera saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Kickxia aegyptica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	• cirrhosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	• elatine	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Kickxia heterophylla	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• lanigera	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• spuria	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	Kleinia anteuphorbium •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM / ES	Knautia arvensis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Koeleria splendens	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• vallesiana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Koelpinia linearis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Krascheninnikovia ceratoides	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Mag	Kremeriella cordylocarpus •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Kundmania sicula	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	Lactuca haimanniana	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
IT	• orientalis	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	• perennis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• saligna	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• scariola	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	• serriola	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• viminea	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• virosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	Lafuentea jeanpertiana •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• *rotundifolia*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IT	Lagoecia cuminoides	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	Lagurus ovatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Lamarckia aurea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Lamium amplexicaule	+	-	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Lapiedra martinezii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Lappula barbata	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
IM	• marginata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• redowskii •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	• sinaica	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	• spinocarpos	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	• squarrosa	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Lasiopogon muscoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / SA	Lasiurus sindicus	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
IM	Lathyrus angulatus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	• aphaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• articulatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• cicera	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• clymenum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• hierosolymitanus	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• hirsutus	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	• latifolius	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Lathyrus nissolia	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" numidicus "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" ochrus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" sativus	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
MS	" saxatilis	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
Med	" sphaericus	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tingitanus "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" tuberosus	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	Launaea angustifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" anomala "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" arborescens	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
SA	" cassiniana	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" glomerata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" lanifera	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" mucronata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" nudicaulis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" pumila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" quercifolia "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" resedifolia	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" squarrosa "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Lavandula coronopifolia	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
MS	" dentata	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" humberti "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" lanata "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" latifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" mairei "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" maroccana "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" multifida	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" pedunculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" pubescens	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	" stoechas	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Lavatera aborea	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" cretica	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" maritima	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" mauritanica	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" olbia	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" olbongifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" trimestris	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Legousia castellana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" hybrida	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	Leontice leontopetalum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	Leontodon carpetanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Leontodon crispus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" hispanicus "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" hispidulus	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" maroccanus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" orarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" salzmanni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" saxatilis "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" taraxacoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" tuberosus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Lepidium alluaudi "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" aucheri	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" campestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" graminifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" hirtum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" subulatum (SO4)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	Leptochloa ginae "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	Leucanthemum arundanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" gayanum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Ibe	" paludosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Leuzea conifera	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Can	Levisticum latifolium "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	Leysera leyseroides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Lifago dielsii "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	Limoniastrum feei "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" ifniense "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" guyonianum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" monopetalum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" weygandiorum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	Limonium album	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IT	" angustifolium "	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" beaumieranum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" bonduelli	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" caesium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" calaminare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" carnosum	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	" catalaunicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" chazaliei "										+	-	+	-	+
Mag	" chrysopotamicum "										+	-	+	-	+
Ibe	" coincyi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" cossonianum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" costal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" cymuliferum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Limonium cyrenaicum *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" delicatulum	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" dichotomum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" duriaei *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	" duruisculum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" echioides	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" estevei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" eugeniae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" fallax *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" gougetianum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" graecum *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" insigne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" mucronatum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" ornatum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" ovalifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" proliferum *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" pruinosum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" pujosii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" rungsii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" sibthorpianum *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" sinuatum *	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" supinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" thouinii	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" trachycladum *										+	-	+	-	+
Mag	" tubiflorum *	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" tunetanum *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" virgatum	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
IM	" vulgare	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	Linaria aerugina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" albifrons	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Ibe	" amethystea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" amoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" anticaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" arenaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" arvensis	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" badalii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" benitoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" bipartita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" carcalongum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" cavanillesii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" chalepensis	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" depauperata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Linaria dissita								+	+	+	-	+	-	+
Mag	* fallax *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	* flava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* glacialis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* glauca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	* haeleva	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* hirta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* latifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	* laxiflora *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* maroccana *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	* micrantha	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Ibe	* nevadensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* nigricans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* oligantha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* peltieri *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	* reflexa *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	* rubrifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	* sagittata	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Ibe	* satureioides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* scariosa *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* simplex	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* spartea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* supina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* tarhunensis *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	* tenuis	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
MS	* triphylla	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* tristis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* ventricosa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	* verticillata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* weilleri *										+	-	+	-	+
MS	Linum bienne	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* campanulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* decumbens *	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* maritimum	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
IM	* munbyanum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
IM	* narbonense	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	* setaceum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	* strictum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* suffruticosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	* tenue	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	* trigynum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* weilleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Lithodora diffusa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	" fruticosa	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
Can	Lithospermum microspermum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
MS	" tenuiflorum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	Lobularia arabica	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" libyca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" marginata *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" maritima	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Loeflingia baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" hispanica	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Logfia arvensis	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" clementei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	" gallica	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" minima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" neglecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Lolium multiflorum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" perenne	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" rigidum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" temulentum	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	Lomelosia divaricata	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	" olivieri		+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	" prolifera	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IM	Lonicera biflora	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	Lophochloa cristata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" glauca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" hispida	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" pubescens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" pumila	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Mag	" rohlfsii *	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" salzmani	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tro / SA	Lotononis dichotoma	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Tro	" lupinifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Tro	" maroccana *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	Lotus angustissimus	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	" arenarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
Mag	" assakensis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" biflorus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" chazaliei *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" collinus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" conimbrensis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" corniculatus	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Lotus creticus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" cytisioides	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" edulis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" glareosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro / SA	" glinoides	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Mag	" jolyi "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	" longisiliquosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" maritimus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" maroccanus "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" ornithopodioides	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" palustris	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" parviflorus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" pedunculatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" peregrinus	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" polyphyllos	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Mag	" pseudo-creticus "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" pusillus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" roudairei "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
SA	" simonae "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" subbiflorus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" villosus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
MS	Lupinus angustifolius	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" hirsutus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" micranthus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" pilosus	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
Ibe	" varius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Luzula forsteri	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Lycium afrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" arabicum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" barbarum	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	" europaeum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" intricatum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" pujosii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" rungsii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" schawi	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" schweinfurthii	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Lygeum spartum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Lythrum hyssopifolia	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" junceum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
IM	" thymifolia	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tribractetum	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / SA	Maerua crassifolia	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Malabaila suaveolens	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	Malcomia aculeolata	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	* africana	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* arenaria	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
Mag	* broussoneti *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* capiomontana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* doumetiana *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* littorea	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Mag	* parviflora *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* nana *	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* patula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	* ramosissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	* torulosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Malope malacoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Malva aegyptia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* cretica	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
IM	* hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	* nicaeensis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* parviflora	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* rotundifolia	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	* sylvestris	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Mandragora automnalis	+	-	-	+	+	-	(+)	+	+	+	+	+	+	-
Med	Mantisalca duriaei	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* salmantica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Maresia malcomoides *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
IT	* pygmaea	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	Marrubium alyssoides *	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
MS	* alysson	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* ayardii *	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
SA	* deserti *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* litardieri *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* supinum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	* vulgare	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* werneri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Cos	Marsilea aegyptiaca	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Cos	* minuta	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	* strigosa	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Matricaria auriculata	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* maritima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	* pubescens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	* tridentata	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
MS	Matthiola fruticulosa	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Matthiola glutinosa	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	• humilis	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	• incana	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	• kralickii	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	• livida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	• longipetala	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	• lunata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA	• maroccana •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	• parviflora	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• pumilio	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	• sinuata	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
MS	• tricuspidata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Maytenus senegalensis	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	Mecomischus halimifolius *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Medicago aculeata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• arabica	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• ciliaris	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• coronata	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
Mag	• cyrenaica •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• disciformis	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
Med	• falcata	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• gaetula •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Med	• hypogaea	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• intertexta	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	• laciniata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• litoralis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• lupulina	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Med	• marina	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• minima	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• murex	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• orbicularis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• rigidula	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• rugosa	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• sauvagei •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+
Med	• scutellata	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Med	• secundiflora	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• soleirolii •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• tenoreana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• tornata	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	• truncatula	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• turbinata	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Melica ciliata	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Melica cupani	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" inaequiglumis	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" minuta	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" pannosa	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
ES	Melilotus albus	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Med	" elegans	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" indicus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" infesta	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" messanensis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" neapolitanus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" officinalis	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
Med	" segetalis	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" speciosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	" sulcatus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Mentha longifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" pulegium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" rotundifolia	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Mercurialis annua	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" elliptica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" perennis	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" tomentosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	Mesembryanthemum cristallinum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" nodiflorum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Mibora maroccana *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	Micropus supinus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	Minuartia campestris	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" dichotoma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	" hamata	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
MS	" hybrida	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" mediterranea	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" montana	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" rubra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	Misopates orontium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Moehringia fontqueri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" intricata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" tejedensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" trinervia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Mollugo cerviana	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-
SA	Moltkia ciliata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	Monsonia heliotropioides	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	Monsonia nivea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
SA	Morettia canescens	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Moricandia arvensis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	* foetida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	* foleyi *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	* moricandioides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	* nitens	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
IT	* sinaica	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	Moringa peregrina	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	Mucizonia hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	Muricaria prostrata *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	Muscari comosum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* letourneuxii	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	* maritimum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	* neglectum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* parviflorum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* racemosum	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Narcissus broussonetii *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	* bulbocodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	* cantabricus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* gaditanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* rupicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* serotinus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* tazetta	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Nardurioides salzmannii	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Nardurus cynosuroides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	* maritimus	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
MS	Nasturtiopsis coronopifolia	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Neatostema apulum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Nepeta apulei	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	* granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	* hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Ibe	* latifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* nepetella	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	* stachyoides *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Nerium oleander	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Neslia apiculata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Neurada procumbens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Xen	Nicotiana glauca (Nat.)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Nigella arvensis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* damascena	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* deserti	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* hispanica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Nigella tauberti *	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
MS	Nitraria retusa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* schoberi	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Noaea mucronata	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
IM	Nolletia chrysocomoides	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	Nonea echioides	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	* micrantha	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	* vesicaria	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* vivianii *	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	Notoceras bicorne	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Nucularia perrini *	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
SA	Ochradenus baccatus	-	+	+	+	+	+	(+)	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	Odontites kaliformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* longiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* viscosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
ES	Oenanthe globulosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Ogastemma pusillum	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Olea europaea oleaster	+	-	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Oligomeris linifolia	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Ombilicus intermedius	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Onobrychis argentea *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Onobrychis caput-galli	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* crista-galli	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	* pallasii kabilica *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IT	* ptolemaica	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	* saxatilis	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
IT	* squarrosa	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	* stenorhiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	* vicilifolia	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	Ononis alopecuroides	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	* aragonensis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	* atlantica *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	* biflora	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	* cossoniana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	* crispa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* dentata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* diffusa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	* eremitica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	* euphrasiifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	(+)	+	+	+	+
IM	* filicaulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	* minutissima	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Ononis natrix natrix	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" natrix angustissima "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	" natrix falcata "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Mag	" natrix filifolia "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Mag	" natrix garianica "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Can	" natrix hesperiae "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" natrix hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" natrix ramosissima "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	" ornithopodioides	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" pendula laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" pendula pendula	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" pubescens	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
MS	" pusilla	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" reclinata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" saxicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" serrata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" speciosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
ES	" spinosa antiquorum	+	-	-	(+)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" subspicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" tridentata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" tournefortii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	" vaginalis	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Med	" variegata	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
Med	" viscosa sicula	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Onopordon acaulon	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" acanthium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" alexandrinum	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" algeriense	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
IT	" ambiguum	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" arenarium "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Ibe	" corymbosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" cyrenaicum "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Mag	" dissectum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" espinae "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Ibe	" illyricum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" macracanthum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" nervosum "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
IT	Onosma cyrenaica	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	" echinata	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	" orientalis	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM	Ophrys bombylifera	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" fleischmanni	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Ophrys scolopax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" speculum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" subfusca "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	" rosea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" tricerosperma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	Opophytum forskahlii	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
SA	" gaussenii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Can / SA	" theurkauffii "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Orchis papilionacea	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Oreobliton thesioides "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	Origanum marjorana (Nat.)	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	" syriacum	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	Orlaya grandiflora	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	" kochii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	Ormenis flahaultii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" eriolepis "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" scariosa "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Ornithogalum arabicum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" divergens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" pyramidale	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" narbonense	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IT	" trichophyllum	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" umbellatum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
ES	Ornithopus compressus	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
ES	" isthmocarpus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" perpusillus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
ES	" sativus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	Orobanche aegyptiaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" amethystea	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" cernua	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" crenata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" foetida	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" gracilis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" laevis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" latisquama	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	" minor	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" picridis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	" ramosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" rapum-genistae	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" sanguinea	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" schultzii	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tunetana "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Orobanche variegata		-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	*Oropetium africanum*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Med	Osyris alba	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• lanceolata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	• quadripartita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Otanthus maritimus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Otospermum glabrum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Otostegia fruticosa	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	Oudneya africana •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	• zygarrhena •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Xen	Oxalis corniculata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen	• debilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Xen	• pes-caprae (Nat.)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Pallenis spinosa cuspidata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• spinosa cyrenaica	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	Pancratium arabicum	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	• foetidum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	• maritimum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	• sickenbergeri	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	• tortuosum	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	• trianthum •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	Panicum repens	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	• turgidum	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Papaver argemone	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
SA	• decaisnei	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• dubium	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• hybridum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• *pinnatifidum* •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• rhoeas	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Parapholis filiformis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• incurvus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• marginata		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• strigosa		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	Parentucellia viscosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Paretaria alsinifolia	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Med	• diffusa	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Med	• lusitanica	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• mauritanica	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tro / Xen	Parkinsonia aculeata (Nat.)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Paronychia arabica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• aretioides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• argentea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Paronychia capitata capitata	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" capitata nivea	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" chlorothyrsa	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" echinulata	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" kapela	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" polygonifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
IT	" sinaica	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" suffruticosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Tro	Paspalum paspalodes	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Tro	" vaginatum	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Peganum harmala	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Pegolettia senegalensis "	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
SA	Pennisetum divisum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" elatum	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
MS	" orientale	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" setaceum	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Xen / Tro	" villosum	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xen / Tro	" violaceum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Pergularia tomentosa	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Periploca angustifolia	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT / SA	" aphylla	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" graeca	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
SA	Perralderia coronopifolia "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
SA	" purpurascens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Cos	Persicaria lapathifolia	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" salicifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Petrorhagia illyrica	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" nanteuilii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	" prolifera	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" saxifraga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" velutina	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	Peucedanum hispanicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	Phagnalon atlanticum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" barbeyanum	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" calycinum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" latifolium "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" purpurascens "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" rupestre	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" saxatile	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" sinaicum	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	Phalaris brachystachys	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" canariensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Phalaris minor	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• paradoxa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• truncata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Phlomis antiatlantica •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• crinita	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IT / Mag	• floccosa	+	-	+	+	-	+	+	(+)	-	-	+	+	+	-
IM	• herba-venti	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• lychnitis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• purpurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
SA	Phoenix dactylifera	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Phragmites australis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Phillyrea angustifolia	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Phyla nodiflora	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Picris aculeata •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	• asplenioides	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	• coronopifolia	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• cupuligera •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	• echioides	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• hispanica	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Mag	• mauginiana	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	• radicata	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	• sprengeriana	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
IT	• sulphurea	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	Pimpinella gracilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• peregrina	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IT	• saxifraga	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	• tragium	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• villosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Pinus halepensis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Piptatherum coerulescens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• holciformis	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	• miliaceum	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• paradoxum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• thomasii	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	Pistacia atlantica	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• khinjuk	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	• lentiscus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Pistorinia brachyantha •					-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• breviflora •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	Pituranthos battandieri •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	• chloranthus •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• reboudii •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Pituranthos tholfsianus *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* scoparius *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IT	* triradiatus	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	* tortuosus	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
MS	Plantago afra	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* akkensis *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	* albicans	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* amplexicaulis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* arenaria	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Ibe	* asperrima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	* bellardi	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	* ciliata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	* coronopus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* crassifolia	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* cyrenaica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Cos	* lagopus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* lanceolata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* loeflingii	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ibe	* macrorhiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
ES	* major	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* notata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* ovata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	* phaeostoma	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* sarcophylla	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	* sempervirens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* serraria	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	* squarrosa	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	Platanus hybrida	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ibe	Platycapnos saxicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* spicata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Pluchea ovalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
ES	Poa annua	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* bulbosa	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* cyrenaica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* dimorphanta *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	* infirma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	* langulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* pentapolitana *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	* sinaica	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	* vaginata *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	Polycarpaea akkensis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	* delileana	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Can / SA	Polycarpaea nivea •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	• repens	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Polycarpon alsinifolium	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• diphyllum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• polycarpoides •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• tetraphyllum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Polycnemon fontanesii (SO4) •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	Polygala aschersoniana •	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• balansae •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• boissieri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	• calcarea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	• erioptera	+	-	-	-	(+)	+	+	-	+	-	-	-	-	-
MS	• monspeliaca	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	• rupestris	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Cos	Polygonum aviculare	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• balansae •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	• bellardi	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	• equisetiforme	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• maritimum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Polypogon maritimum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• monspeliensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• semiverticillatus	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
Med	• viridis	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	Populus alba	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• euphratica	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	(+)	+	(+)	-
Cos	Portulaca oleracea	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Potamogeton natans	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• nodosus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	• pectinatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Potentilla argentea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• caulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Prasium majus	+	-	-	+	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Prosopis farcta	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
IM	Prunus prostrata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• ramburii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• spinosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	Pseuderucaria clavata	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• pinnata	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-
Mag	• teretifolia	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	• tourneuxii •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	Pseudorlaya pumila	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Psilurus incurvus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Psychine stylosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	Pteranthus dichotomus (SO4)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Pterocephalus depressus *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" plumosus	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Ibe	" spathulatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Ptilotrychum spinosum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	Ptychotis saxifraga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Puccinellia distans	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	+	+	+	+	+
SA	Pulicaria arabica	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	" crispa	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" dysenterica	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Mag	" glandulosa *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med / Ibe	" hispanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" laciniata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	" mauritanica *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
IM	" odora	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" sicula	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" undulata	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Putoria calabrica	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Pycnocomon rutifolium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Quercus calliprinos	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" coccifera	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" ilex	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" rotundifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	Randonia africana *	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	Ranunculus aquatilis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	" arvensis	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	" asiaticus	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" bulbosus	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" bullatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" gramineus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" gregarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" isthmicus	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Cos	" millefoliatus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Cos	" muricatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" paludosus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" parviflorus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	" sardous	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" scleratus	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" trichophyllus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" trilobus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Raphanus raphanistrum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Rapistrum rugosum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Reaumuria hirtella	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" palaestina	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" vermiculata	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Reichardia picroides	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" picroides intermedia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" *tingitana*	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Reseda alba	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" alphonsi "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	" arabica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" decursiva	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" duriaeana	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" elata "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" fruticulosa "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	" kahirina	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" lanceolata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" lutea	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" luteola	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" pampaniniana	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" petrovitchiana "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" phyteuma	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" pruinosa "	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Mag	" stenobotrys "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" stricta	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" suffruticosa "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" undata "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	" villosa "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Mag	Retama bovei "	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Mag	" dasycarpa "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" monosperma	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-
MS	" retam	+		+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" retamoides "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" *sphaerocarpa*	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" webbii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Rhagadiolus stellatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Rhamnus alaternus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" lycioides	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" oleoides	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	Rhanterium adpressum "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
	" epapposum	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Rhanterium suaveolens *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	Rhaponticum acaule *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	* caulescens *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can	Rhus albida *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* coriaria	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Med	* pentaphylla	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	* tripartita	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Xen / Tro	Ricinus communis (Nat.)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ridolfia segetum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Rochelia disperma	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	Roemaria hybrida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Romulea bulbocodium	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* columnae	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Rosa agrestis	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	* canina	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	Rosmarinus eriocalyx	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	* officinalis	+	-	-	(+)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Rubia laevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	* peregrina	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* tinctorum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Rubus ulmifolius	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Rumex acetosa	+	-	-	+	-	-	(+)	-	-	+	+	+	+	-
Med	* acetosella	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
IT	* aegyptius *	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	* bucephalophorus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* conglomeratus	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* crispus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* cyprius conjugens	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
IT	* dentatus	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Mag	* papilio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	* pictus	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
ES	* pulcher	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* roseus	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* simpliciflorus	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	* tingitanus lacerus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* vesicarius	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	Rupicapnos africana	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	* numidica *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Cos	Ruppia maritima	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Ruscus aculeatus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	Ruta angustifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	* chalepensis	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Ruta montana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Saccharum ravennae	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" spontaneum	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Saccocalyx saturejoides "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
ES	Sagina apetala	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" maritima	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	Salicornia europaea	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Salix antiatlantica "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" pedicellata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	" subserrata	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SA	Salsola acanthoclada	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
SA	" baryosma	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
SA	" gemmascens "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" genistoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
SA	" gymnoschala "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" inermis	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
ES	" kali	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" kali inermis		+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	" longifolia Aggr.	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" papillosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT / SA	" rigida	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" schweinfurthii	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" sieberi visceritensis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	" soda	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	" tetragona	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" tetrandra	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	" vermiculata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" verticillata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" verticillata microphylla	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
MS	" villosa	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
IT	" volkensii	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" webbii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Mag	" zygophylla "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Tro / SA	Salvadora persica	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
MS	Salvia aegyptiaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	" argentea patula	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" blancoana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" candelabrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	" chudaei "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
SA	" desertii	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" fruticosa	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" gattefossei "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Salvia glutinosa	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Mag	• interrupta •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	• jaminiana •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	• lavandulaefolia	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
IT	• macrosiphon	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	• palaestina	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	• phlomoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	• pseudojaminiana •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	• sclarea	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IT	• spinosa	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• taraxifolia •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	• triloba	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-
MS	• verbenaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• viridis	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
ES	Sambucus nigra	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Samolus valerandi	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Sanguisorba ancistroides	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	• minor verrucosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• minor muricata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	Santolina chamaecyparissus	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• rosmarinifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• pectinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	Sarcocapnos baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• crassifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	• enneaphyla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	Sarcocornia fruticosa	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• perennis	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Sarcopoterium spinosum	+	-	-	+	+	-	+	(+)	-	-	-	+	-	-
ES	Satureja alpina	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• arganietorum •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	• biflora	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	• calaminta	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	• conferta •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	• cuneifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• graeca	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• guichardi •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• hispidula •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	• hochreutineri •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IT	• incana •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	• juliana	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Mag	• macrosiphon •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• monantha •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
MS	Satureja nervosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" rotundifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" thymbra	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	Savignya parviflora	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	Saxifraga globulifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	Scabiosa arenaria	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" atroporpurea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" crenata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" eremophila	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" stellata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" thydrusiana "	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Med	Scandix australis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" pecten-veneris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Schimpera arabica	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	Schismus barbatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" perennis "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Cos	Schoenoplectus lacustris	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" litoralis	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Schoenus nigricans	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA / Tro	Schouwia purpurea	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Med	Scilla automnalis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" latifolia "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" mauritanica "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" obtusifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" peruviana	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" peruviana elongata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" villosa "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Cos	Scirpoides holoschoenus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Scirpus cernuus	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
ES	Scleranthus annuus	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
MS	Sclerocephalus arabicus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Sclerochloa dura	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Sclerosciadium nodiflorum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Scolymus grandiflorus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" hispanicus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" maculatus	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Scorpiurus muricatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" vermiculatus	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Scorzonera alexandrina	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" angustifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" baetica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" brevicaulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Scorzonera coronopifolia *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	" crispatula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" graminifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" hispanica	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	" laciniata	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" undulata alexandrina	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" undulata deliciosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	Scrophularia arguta	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" auriculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" canina	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" crithmifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" deserti	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" frutescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" hypericifolia	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Ibe	" laevigata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" libanotica	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" ramosissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
SA	" saharae *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Ibe	" sciophila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" xanthoglossa	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" xylorrhiza		+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	Secale montanum	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	Sedum acre neglectum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" album	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" caeruleum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" coespitosum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" curtipetalum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" dasyphyllum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" gypsicola	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" modestum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" pubescens	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" rubens	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" sediforme	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tenuifolium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" versicolor *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" villosum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Tro / SA	Seetzenia africana	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
Tro / SA	Seidlitzia cinerea	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tro / SA	" rosmarinus	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	Selaginella denticulata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" rupestris balansae *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Senecio flavus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Can	Senecio leucanthemifolius	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" linifolius	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" lividus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" lividus foeniculatus "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	" massaicus "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" nebrodensis	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" vulgaris	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	Serratula conifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" flavescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" leucantha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" tinctoria	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	Seseli granatense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" intricatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" montanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" varium	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	Setaria pumila	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Cos	" verticillata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" viridis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Sherardia arvensis	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Sevada schimperi	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	Sideritis angustifolia	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	" arborescens	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" cossoniana "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" foetens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" gossypina "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" incana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" leucantha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" montana	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" ochroleuca "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	" romana	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" stachydioides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	Silene adscendens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" alba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" apetala	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" arabica	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" arenarioides "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	" boryi	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
IM	" cerastoides	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" colorata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" conica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" conoidea	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Mag	" corrugata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Silene cyrenaica	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" fruticosa	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Med	" gallica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" glabrescens *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" italica	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" laxiflora														
Med	" ligulata	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	" linearis	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" littorea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Mag	" marmarica *	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" mellifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" mentagensis *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" micropelala	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
IM	" mollisima	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	" muscipula	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" neglecta	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Med	" nicaensis	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	" nocturna	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" oliveriana	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Mag	" pomelii *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" psammitis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	" pseudo atocion	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" ramosissima	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	" rouyana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" rubella	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" secundiflora	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	" setacea	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	" sinaica	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" succulenta	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Med	" tridentata	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" velutinoides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
SA	" villosa	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	" vivianii *	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Med	" vulgaris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Silybum eburneum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	" marianum	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Sinapsis alba	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" allionii	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" arvensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" aucheri	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	" flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" pubescens	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Sisymbrium crassifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Med	* eresymoides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* hirsutum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cos	* irio	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* officinale	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	●	+	+
Med	* orientale	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	* polyceratium *	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Mag	* reboudianum *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
MS	* runcinatum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Smyrnium olusatrum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* perfoliatum	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	Solanum dulcamara	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	* nigrum	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* sodomaeum	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos / ES	Sonchus asper	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* maritimus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* nymanni	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
ES / Cos	* oleraceus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* pinnatifidus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
ES / Cos	* tenerrimus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Sorghum halepense	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Spartidium saharae	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
ES	Spergula arvensis	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	* flaccida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	* pentandra	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	* viscosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	Spergularia bocconei	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* diandra	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	* fimbriata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	* heldreichii	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	* media	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* munbyana *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	* purpurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Med	* salina	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Sphenopus divaricatus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* ehrenbergeii *	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
SA	Sporobolus helvolus	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Tro	* ioclados	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	* pungens	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	* spicatus	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
SA	* tourneuxii	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Med	Stachys annua	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Stachys arenaria	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• arvensis	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
IM	• brachyclada	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
IM	• ocymastrum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• rosea •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• tournefortii •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	Staehelina dubia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Stellaria holostea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
ES	• media	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• pallida	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Stephanochilus omphalodes •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	Stipa barbata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• bromoides	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	• capensis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• capillata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• fontanesii	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Ibe	• iberica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• lagascae	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	• nitens •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	• offneri	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	• parviflora	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• pennata	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• tenacissima	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tro / SA	Stipagrostis acutiflora	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
MS	• ciliata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro / SA	• hirtigluma	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	• foexiana •	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Tro	• lanata	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	• obtusa	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro	• papposa	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
MS	• plumosa	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	• pungens	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Tro / IT	• raddiana	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Tro / SA	• sahelica •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Tro / SA	• scoparia	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Tro / SA	• vulnerans	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
Tro	Striga gesneroides	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-
IT	Suaeda aegyptiaca	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
MS	• altissima	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Mag	• arguinensis •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	• asphaltica	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	• fruticosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Suaeda hortensis	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	▪ ifniensis •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	▪ maris-mortui	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	• maritima	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / SA	• monodiana	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Tro / SA	• monoica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• pruinosa	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	• salsa	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	• splendens	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Med	• vera	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• vermiculata	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• volkensi	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	Succowia balearica	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	Taeniatherum crinitum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Tamarix africana	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	▪ aphylla	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• amplexicaulis	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	• arborea	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	• balansae •	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	▪ boveana	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA	▪ brachystylis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Can	▪ canariensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	• effusa	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	▪ gallica	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	▪ lagunae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• malenconiana •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	▪ nilotica	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	• parviflora	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
IT	• passerinoides	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	• speciosa •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IT	▪ tetragyna	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Mag	▪ weilleri •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	Tanacetum corymbosum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Teesdalia coronopifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	▪ nudicaulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Mag	Telephium barbeyanum •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	▪ imperati	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• sphaerospermum	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IM	Tetraclinis articulata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	Tetradiclis tenella	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
SA	Tetrapogon requienii	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SA	• villosus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Teucrium almeriense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" alopecurus "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Mag	" antiatlanticum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" apollinis "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" aragonense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" aureum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" barbarum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" barbeyanum "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" brevifolium "	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IM	" buxifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
IM	" campanulatum "	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	" capitatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" caroli-paui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" carthaginense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	" chamaedrys	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Can / SA	" chardonianum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" charidemi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" collincola "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	" compactum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" cyrenaicum "	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Mag	" decipiens "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" ducellieri "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" eriocephalum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" flavum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	" fragile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" freynii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" fruticans	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	" gabesianum "	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Ibe	" gnaphalodes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" haenseleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" helichrysoides "			-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Ibe	" intricatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Can / SA	" jolyi "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
MS	" leucocladum	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" libanitis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	" malenconianum "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	" mideltense "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	" oxylepis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	" polium	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" pseudochamaepitys	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" pumilum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" quadratulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Mag	Teucrium ramosissimum •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	• rotundifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Mag	• rupestre •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• santae •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• sauvagei •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Ibe	• serranum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	• spinosum	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• subspinosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• tananicum •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	• thymifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• turredanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	• webbianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• werneri •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• zanonii •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Ibe	Thalictrum flavum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	Thapsia garganica	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	• maxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• villosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	Theligonum cynocrambe	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Thesium divaricatum	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	• humile	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Thlapsi perfoliatum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Thymelaea antiatlantica •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
MS	• hirsuta	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	• lanuginosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• microphylla •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
IM	• nitida	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	• passerina	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Ibe	• pubescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	• tartonraira	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• virescens •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	• virgata •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	Thymus algeriensis •	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• atlanticus •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	• baeticus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	• bovei	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	• bracteatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• broussoneti •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	• ciliatus •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	• decussatus	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	• granatensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	• guyoni •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Can	Thymus hesperidum •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	▪ hyemalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	▪ leptobotrys •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Ibe	▪ longiflorus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	▪ loscosii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	▪ mastichina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	▪ membranaceus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	▪ numidicus •	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Mag	▪ pallidus cossonianus •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Mag	▪ saturejoides •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	▪ serpylloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	▪ vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IM	▪ willdenowii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	▪ willkommii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	▪ zygis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
IM	Tolpis barbata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	▪ umbellata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	▪ virgata	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
MS	Tordylium apulum	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Torilis arvensis	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	▪ leptophylla	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	▪ nodosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Tourneuxia variifolia •	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Mag	Trachystoma ballii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can / SA	Traganopsis glomerata •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Can / SA	Traganum acuminatum •	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Can / SA	▪ moquinii •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
SA	▪ nudatum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	Tragopogon hybridus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	▪ porrifolius	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro	Tragus berteronianus	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
MS	▪ racemosus	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / SA	Trianthema pentandra	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Tro / SA	Tribulus longipetalus	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	▪ terrestris	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Trichodesma africanum	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
SA	▪ calcarata	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+
MS / SA	Tricholaena teneriffae	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
Med	Trifolium angustifolium	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	▪ argutum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	▪ arvense	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	▪ bocconei	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
ES	Trifolium campestre	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
IM	• cernuum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MS	• cherleri	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• fragiferum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• glomeratum	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	• hirtum	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	• hybridum	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	• isthmocarpum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• lappaceum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• ligusticum	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	• nigrescens	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• ornithopodioides	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	• pallescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	• patens	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
ES	• repens	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• resupinatum	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	• retusum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	• scabrum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• spumosum	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	• stellatum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• strictum	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	• subterraneum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	• suffocatum	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	• tomentosum	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Triglochin bulbosa	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Med	• maritima	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
SA	Trigonella anguina	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
IT	• arabica	-	+	-	+	+	+	(+)	-	-	-	-	+	-	-
SA	• balachowskyi •	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	• gladiata	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	• laciniata	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	• maritima	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Med	• monspeliaca	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	• polyceratia	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	+	+	+	+	+
Med	• stellata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Triplachne nitens	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Tripodion tetraphyllum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Trisetaria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
IT	Trisetum aureum	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ibe	• loefflingianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
MS	• macrochaetum	+	-	-	+	+	+	+	(+)	-	-	+	+	+	-
ES	Tuberaria guttata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IM	Tuberaria lignosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	●	+	+	+	+
IT	Tulipa polychroma	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	* stylosa *	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	* sylvestris	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
MS	Turgenia latifolia	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Typha angustifolia	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* latifolia	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Tyrimnus leucographus	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
Ibe	Ulex argenteus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	* parviflorus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	Ulmus minor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Med	Urginea maritima	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	* noctiflora *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	* undulata	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Urospermum dalechampii	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	* picroides	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	Urtica dioica	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ibe	* dubia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Mag	* membranacea	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Med	* pilulifera	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	* urens	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Vaccaria hispanica	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Can	Vagaria legionariorum *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	Vaillantia hispida	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	* lanata	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Med	* muralis	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	Valerianella carinata	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Mag	* chlorodonta *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	* coronata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	* costata	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
MS	* discoidea	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
MS	* eriocarpa	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag	* leptocarpa *	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
IM	* microcarpa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	* petrovitchii *	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	* pumila	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	* stephanodon *	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
MS	* vesicaria	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-
Med	Velezia rigida	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Mag	Vella integrifolia *	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Mag	* mairei *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
IM	* pseudocytisus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Ibe	Vella spinosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	Verbascum boeherhavii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" charidemi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" creticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" eremobium	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" fruticulosum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" letourneuxii	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Ibe	" lychnitis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" phlomoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" pulverulentum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	Verbascum sinaiticum	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	" sinuatum	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Verbena supina	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	Veronica anagallis-aquatica	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Cos	" arvensis	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" campylopoda	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Med	" cymbalaria	+			+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" cautellata	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	" dillenii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IM	" serpyllifolia	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Ibe	" spicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" tournefortii	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IM	Vicia altissima	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" benghalensis	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" cracca incana	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" disperma	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" hirsuta	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" hybrida	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" lanciformis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	" lathyroides	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Med	" lutea	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" monantha	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mag	" murbeckii "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Med	" narbonensis	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	" onobrychioides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
MS	" parviflora	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" peregrina	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Med	" sativa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Med	" sativa amphicarpa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
IT	" sinaica	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
IT	" tenuissima	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	" tetrasperma	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Med	Vicia villosa	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
IM	Viola arborescens	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Ibe	" arvensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Ibe	" rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
IT	" scorpiuroides "	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
MS	" tricolor	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Med	Vitex agnus-castus	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
IM	Vulpia alopecuros	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mag	" bromoides	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
MS	" ciliata	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" fasciculata	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Med	" geniculata	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IT	" inops	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
IT	" muralis	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	" myuros	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	" unilateralis	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	Vulpiella tenuis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Mag	Wahlenbergia bernardi "	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
IM	" lobelioides	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
IM	" lima	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Mag / SA	Warionia saharae	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	-	+	-	+
Mag	Withania adpressa "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
IM	" frutescens	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Med	" somnifera	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen / ES	Xanthium spinosum (Nat.)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Xen / ES	" strumarium (Nat.)	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
MS	Xeranthemum annuum	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	" cylindraceum	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
MS	" inapertum	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SA	Zilla biparmata "	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
SA	" macroptera "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
SA	" spinosa	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
MS	Ziziphora capitata	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
MS	" hispanica	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
IM	" tenuis "	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	-	+	-	+
MS	Ziziphus lotus	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tro / IT	" nummularia	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
SA	" saharae "	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Tro / SA	" spina-christi	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
MS	Zygophyllum album	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
IT	" coccineum	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Mag	" cornutum "	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+

ELEMENT PHYTOCHOR.	ESPECES	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
IT	Zygophyllum dumosum	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
MS	▪ fabago	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IM	▪ fontanesii	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Mag	▪ gaetulum •	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Mag	▪ geslini •							+	-	+	+	-	+	-	+
SA	▪ simplex	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-
Can / SA	▪ waterloti •	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Total	**3104**	**1204**	**319**	**833**	**1260**	**1177**	**1178**	**1513**	**1634**	**1904**	**2234**	**1822**	**2629**	**1384**	**1421**

TOTAL PAR PAGE

	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Page 3	22	8	15	21	21	23	22	17	22	28	15	36	12	14
Page 4	17	11	13	23	19	23	22	22	24	27	15	40	14	9
Page 5	20	3	12	20	20	22	25	30	34	37	22	41	22	16
Page 6	14	5	12	18	16	17	20	20	21	31	17	36	14	20
Page 7	11	7	12	11	10	11	20	17	19	22	22	34	16	20
Page 8	10	5	11	11	12	13	14	14	19	27	21	35	15	26
Page 9	21	4	18	22	22	18	30	29	26	31	23	38	21	11
Page 10	14	6	16	16	14	19	17	25	25	30	14	38	10	19
Page 11	12	7	18	15	15	21	23	21	29	31	10	40	10	16
Page 12	17	7	14	23	23	19	27	23	27	29	25	35	22	12
Page 13	20	4	13	22	18	17	25	27	28	34	28	37	24	18
Page 14	19	4	13	18	17	16	20	28	31	37	19	40	19	19
Page 15	13	5	12	15	15	14	18	15	23	28	16	35	11	22
Page 16	14	2	13	17	15	11	22	23	27	34	17	38	15	21
Page 17	5	2	5	5	4	8	10	16	19	26	22	32	13	30
Page 18	23	4	11	19	19	19	22	25	29	31	29	33	23	12
Page 19	18	4	15	18	16	16	27	24	28	28	23	36	18	17
Page 20	18	5	11	22	22	21	24	23	27	30	22	35	17	16
Page 21	18	8	11	14	14	21	18	21	27	32	21	39	19	13
Page 22	22	6	15	16	23	24	27	25	29	30	23	37	20	12
Page 23	20	4	13	22	18	18	26	26	27	33	23	39	22	14
Page 24	11	8	10	13	11	14	20	20	21	23	21	33	11	21
Page 25	15	3	11	12	13	14	21	22	28	31	24	37	20	19
Page 26	9	4	5	10	7	11	17	19	21	29	17	36	12	26
Page 27	22	6	19	19	16	21	24	25	30	31	20	39	17	12
Page 28	21	2	13	18	15	16	21	25	29	32	24	35	19	19
Page 29	15	2	11	12	14	15	18	23	25	33	25	34	17	22
Page 30	17	4	14	16	15	18	24	20	30	29	13	38	11	17
Page 31	18	0	12	16	12	13	20	25	31	34	34	34	26	21
Page 32	12	4	8	14	11	15	17	18	20	27	25	33	18	24
Page 33	14	4	9	13	13	10	19	19	26	30	28	32	19	23
Page 34	17	6	17	21	19	18	16	17	20	25	25	28	15	18
Page 35	11	1	8	11	10	13	17	23	27	35	24	38	20	29
Page 36	19	7	14	17	18	23	22	18	23	24	23	32	17	13
Page 37	16	5	15	18	19	18	21	18	22	27	24	30	15	19
Page 38	16	6	11	18	19	17	21	24	26	28	25	36	19	17
Page 39	18	1	11	16	14	14	20	25	29	32	35	34	27	22
Page 40	20	4	14	24	19	18	20	26	32	35	33	39	30	18
Page 41	19	1	11	20	12	13	18	25	29	33	27	34	19	19
Page 42	3	2	5	2	4	6	7	9	15	24	23	25	8	34
Page 43	5	2	2	7	5	6	14	10	10	17	25	24	6	27
Page 44	9	1	6	7	8	4	10	14	18	25	28	29	12	30
Page 45	17	6	10	22	13	15	17	19	23	29	28	31	21	17

	PAN STE	ORI ENT	PEN ARA	SYR	PAL	EGY	LIB	TUN	ALG	MAR	ESP	MAG	IBE MAG	OCC
Page 46	18	4	9	17	14	18	22	21	24	30	26	34	16	18
Page 47	15	4	8	18	16	19	20	28	29	33	22	37	17	18
Page 48	28	3	12	25	21	16	29	28	35	32	30	40	27	9
Page 49	24	2	11	24	22	20	21	27	29	35	35	37	30	15
Page 50	17	4	8	19	16	14	20	24	26	32	27	37	21	20
Page 51	14	5	7	15	17	12	17	21	25	30	28	33	21	22
Page 52	12	4	4	14	14	8	18	21	21	24	27	34	22	25
Page 53	13	4	5	12	11	11	15	23	32	33	30	35	25	27
Page 54	19	5	15	23	21	23	28	26	29	30	26	39	23	13
Page 55	20	7	20	15	22	19	22	23	26	32	21	36	18	14
Page 56	18	5	11	19	18	12	21	24	26	30	26	35	21	17
Page 57	18	4	14	21	22	21	27	19	21	25	24	36	18	13
Page 58	22	2	15	19	22	21	26	27	32	31	30	34	23	17
Page 59	15	3	8	20	18	15	23	27	30	35	26	36	22	21
Page 60	17	4	12	15	14	21	19	20	25	32	20	37	16	18
Page 61	25	2	9	26	21	16	26	30	33	39	27	41	26	11
Page 62	13	5	12	15	20	19	22	17	22	29	18	36	15	19
Page 63	13	4	5	14	12	9	17	15	22	27	23	34	17	20
Page 64	18	4	11	20	20	17	28	26	27	31	27	37	22	17
Page 65	11	6	9	17	13	9	12	17	22	24	26	28	15	24
Page 66	11	3	10	11	11	7	11	16	21	27	32	28	18	27
Page 67	13	6	11	17	17	18	21	24	27	32	23	38	21	17
Page 68	25	2	15	26	20	21	24	32	31	34	31	39	27	13
Page 69	11	5	17	20	17	22	21	23	25	29	19	33	15	13
Page 70	16	9	17	14	18	20	21	22	23	28	20	37	17	14
Page 71	4	2	3	4	2	4	11	10	10	19	24	26	9	33
Page 72	6	1	0	6	7	3	9	14	18	26	24	30	12	32
Page 73	12	2	13	18	12	14	15	18	20	31	23	32	14	22
Page 74	24	2	6	23	24	18	25	31	33	35	36	39	32	14
Page 75	21	4	9	16	17	16	22	25	29	33	29	37	25	18
Page 76	18	5	7	21	19	16	16	20	23	24	34	31	23	16
Page 77	19	6	11	19	16	14	18	19	29	28	28	33	18	16
Page 78	2	1	0	3	3	2	3	1	3	5	2	5	2	4
Total	**1204**	**319**	**833**	**1260**	**1177**	**1178**	**1513**	**1634**	**1904**	**2234**	**1822**	**2629**	**1384**	**1421**

SYNTHESE

Nombre d'espèces présentes dans les steppes d'Espagne, du Nord de l'Afrique, du Proche-Orient et d'Arabie :

Pays / Zone	Nombre	%	% de la flore totale
Total	*3104*	*100,0*	*35,5* (estimé)
PAN STE	1204	38,3	23,7 (estimé)
ORIENT	319	10,1	3,5 (estimé)
PEN ARA	833	26,5	27,7
SYR	1260	40,0	41,7
PAL	1177	37,4	42,5
EGY	1178	37,4	55,2
LIB	1513	48,1	79,2
TUN	1634	52,0	72,4
ALG	1904	60,5	59,5
MAR	2234	70,9	53,1
ESP	1822	57,9	33,1
MAG	2629	83,6	43,8
IBE MAG	1384	44,1	15,9 (estimé)
OCC	1421	45,2	14,4 (estimé)

Endémiques Maghrébiennes : 600 ; soit 600 / 2629 = 22,8 % des espèces présentes dans les steppes du Nord de l'Afrique.

Endémiques Ibériques : 333; soit 333 / 1821 = 18,3 % des espèces présentes dans les steppes Ibériques.

Composition phytochorique des steppes Maghrébiennes :

Espèces Méditerranéennes s.s.	518	=	19,6 %
" Méditerraneo-Steppiques	378	=	14,4
" Ibéro-Maghrébiennes	398	=	15,1
" Irano-Touraniennes	238	=	9,0
" Maghrébiennes	600	=	22,7
" Saharo-Arabiques	255	=	9,7
" Tropicales	85	=	3,2
" Cosmopolites	85	=	3,2
" Euro-Sibériennes	25	=	0,9
" Xénophytes	8	=	0,3
" Canariennes	50	=	1,9
Total	**2629**	**=**	**100 %**