

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Boudiaf - M'sila



Faculté des sciences
Département des sciences de la nature et de la vie

- Master 1 - Ecologie des zones arides et semi arides
« S2 »

Matière

Dynamique passée et actuelle de la végétation

Par

Pr REBBAS Khellaf

- 2021 -

Intitulé du Master : Ecologie des zones arides et semi arides

Semestre : 2

UEF 2

Matière: Dynamique passée et actuelle de la végétation

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir des connaissances sur les principaux types de répartition des espèces et les causes de la répartition des biocénoses

Connaissances préalables recommandées

Notions d'écologie du cycle SNV

Contenu de la matière :

I- Les caractéristiques de la répartition géographique des espèces

Principaux types de répartition

Répartitions cosmopolites

Aires disjointes

Répartitions régionales

Répartitions Endémiques

Répartitions vicariantes

II - Les causes de la répartition géographique actuelle des biocénoses

Rôle des facteurs paléogéographiques

La tectonique des plaques

Changements climatiques et genèse des peuplements

III- Les grandes aires de répartition géographique

Les grands biomes terrestres

Les écosystèmes aquatiques continentaux

IV - La répartition géographique des zones arides et semi arides en Algérie

Autres : Travail personnel ; sortie pédagogique, exposé

Mode d'évaluation : 75% examen+25% Control continu

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Ecosystèmes, structure, fonctionnement évolution - Eléments de paléoclimatologie - Ecologie générale structure et fonctionnement de la biosphère - Eléments de biogéographie et d'écologie - Ecologie de l'écosystème à la biosphère - Précis d'écologie végétale - Biodiversité, Dynamique biologique et conservation - Elément d'écologie, Ecologie fondamentale

I. Les caractéristiques de la répartition géographique des espèces

La biogéographie traite l'histoire et la répartition géographique des animaux (zoogéographie) et des plantes (phytogéographie). Elle est divisée en trois principales branches : biogéographie historique, biogéographie écologique et biogéographie analytique. La biogéographie historique considère l'influence de la dérive des continents, le changement climatique et d'autres facteurs environnementaux (à grande échelle) et explore l'évolution à long terme de la vie. La biogéographie écologique s'intéresse à la nature des relations entre la vie et l'environnement. Enfin, la biogéographie analytique examine les habitats actuels des organismes vivants et comment ils se dispersent.

La Biogéographie représente un domaine de l'écologie, comportant 3 disciplines :

La Géonémie : Etude des aires de distribution géographique des espèces et autres unités taxonomiques, peuplements et des communautés.

La Chorologie : recherche à expliquer les causes des répartitions observées.

La Biocoenologie : a pour but de décrire la composition, la structure, la dynamique et les principales propriétés de chaque biocénose.

On peut distinguer 5 types parmi les aires de distribution géographique (Annexe):

- des taxa, voire des peuplements, à répartition cosmopolite. Exemple : les palmiers, circum-méditerranéen.
- des taxa dont la distribution est disjointe, se rencontrant dans des continents différents ou dans des aires très éloignées d'un même continent. Exemple : les Magnoliacées, l'aire actuelle est divisée en 3 parties : nord Américaine, le tropique sur la côte Atlantique - sud Américaine, l'autre sud-est asiatique.
- des taxa inféodés à une grande région ou à tout le moins à une province biogéographique. Exemple : L'aire de l'olivier, sur le bassin méditerranéen.
- Espèces endémiques : aire de répartition localisée. Exemple : Sapin de Numidie, endémiques des Babors.
- des taxa présentant des aires vicariantes, au niveau du genre ou de l'espèce, remplacement d'une entité taxonomique par une entité voisine occupant des habitats homologues dans une unité biogéographique. Exemple : Pin d'Alep, *Pinus halepensis* et son espèce vicariante *Pinus brutia* qui le remplace dans l'est du bassin méditerranéen.

II. Causes de répartition géographique actuelle des biocénoses

La compréhension de la nature et la répartition des espèces qui composent les communautés vivantes implique l'intégration de nombreuses disciplines : Ecologie, taxonomie, génétique, paléontologie, géologie.

La répartition actuelle des espèces résulte de l'influence de facteurs internes, propres aux organismes et externes, liés à leur environnement (Lacoste et Salanon, 2005).

a - Facteurs internes

L'expansion d'une espèce dépend de son potentiel de reproduction et de son pouvoir de dissémination.

Exemple : la production de graines peut se limiter annuellement à quelques unités volumineuses (Colchique automnale) ou atteindre des quantités très élevées, de milliers de graines microscopiques (les orchidées).

Dissémination active : d'une manière directe par éclatement de leurs fruits projetant les graines à distance (Echium) ; soit indirectement par multiplication végétative (Stolons aériens (Fraisier), rhizomes souterrains (Fougères).

Dissémination passive :

Présence d'un agent de transport comme :

L'anémochorie : dissémination par le vent.

L'hydrochorie : transport par l'eau.

La zoochorie : dispersion par les animaux.

La barochorie : met en jeu la gravité, en fonction du poids des graines ou de fruits (glands).

L'anthropochorie : dissémination par l'homme volontaire ou involontaire.

b - Facteurs externes

Les principaux types de facteurs : qui s'opposent à l'accroissement des aires peuvent être d'ordre :

- géographique, exemple : une chaîne de montagne, un océan ;
- climatique, conditions thermiques, ou hydriques défavorables ;
- géologique ou édaphique, roche mère ;
- biotique, parasites, phénomènes de compétition avec d'autres taxons pour l'eau, la lumière.

Les facteurs actuels et passés : sont indispensables pour comprendre la répartition des taxons.

Exemple : les périodes glaciaires ont permis l'extension des espèces boréales (saules) jusqu'aux abords de la Méditerranée. Parfois même leur disparition, des espèces tempérées et des survivantes subtropicales des ères secondaire et tertiaire (Palmiers).

Les facteurs paléogéophysiques (non biologiques) ont marqué l'histoire de la terre, et ont permis d'expliquer la distribution actuelle des divers groupes d'organismes.

Une connaissance des phénomènes géologiques et climatiques et même cosmologiques permet d'expliquer cette répartition actuelle liée à des résultats de divers processus ; dérive des continents ; cataclysmes cosmiques dus à la percussion de la terre par un astéroïde.

Changements des aires de répartition naturelle des arbres et des communautés végétales sous l'effet du changement climatique :

Quand le régime des températures et des précipitations change, les aires de répartition naturelle des espèces animales et végétales changent aussi. Avec le réchauffement de la Terre, les espèces tendent à déplacer leurs aires vers des latitudes et des altitudes plus élevées. **Pour chaque degré (1°C) de plus, les aires de répartition des arbres dans l'hémisphère nord ont la capacité de s'étendre de 100 km vers le nord tandis que les limites méridionales reculent.** Ce phénomène a été observé depuis la dernière période glaciaire (Davis, 1989).

Les données fournies par les fossiles révèlent que les végétaux ont subi des déplacements importants de leurs aires de répartition à la suite des changements climatiques. L'analyse des données des pollens fossiles renseigne également sur la composition de la végétation d'autrefois (Brubaker, 1975; Solomon et Bartlein, 1992). Durant les périodes interglaciaires du Pléistocène, en Amérique du Nord, les températures étaient de 2° à 3°C supérieures à celles d'aujourd'hui.

Des arbres tel que le liquidambar d'Amérique, *Liquidambar styraciflua*, ou l'oranger des Osages, *Maclura pomifera*, aujourd'hui considérés comme des éléments typiques de la végétation forestière du Sud-Est des Etats-Unis, étaient présents près de Toronto au Canada. Durant la dernière période interglaciaire, qui s'est achevée il y a plus de 100 000 ans, les zones recouvertes aujourd'hui d'une végétation boréale dans le nord-ouest de l'Europe étaient à dominante tempérée. Plus récemment, en Suède, l'aire de répartition naturelle du bouleau, *Betula pubescens*, a réagi rapidement au réchauffement durant la première moitié du vingtième siècle en s'étendant vers le nord dans la toundra (Peters, 1990).

Le changement climatique pourrait influencer sur la fréquence et l'intensité des feux incontrôlés

De même que la structure, la composition et la biomasse des forêts réagissent au changement climatique, le comportement des feux sera lui aussi modifié (Fosberg et al, 1990).

Plusieurs forêts tropicales ombrophiles sont périodiquement victimes de sécheresses prolongées comme celles causées par l'oscillation australe El Niño (ENSO). Ces sécheresses peuvent changer radicalement les conditions des combustibles et l'inflammabilité de la végétation. Dès que les précipitations sont inférieures à 100 mm par mois, et qu'il ne pleut pas pendant deux semaines ou plus, la végétation forestière perd progressivement ses feuilles à mesure que la sécheresse s'intensifie. En outre, la teneur en humidité des combustibles de surface diminue, alors que le matériel ligneux tombé au sol et la litière de feuilles peu compacte contribuent au déclenchement et à la diffusion des feux de surface.

Les combustibles aériens comme les plantes grimpantes et les lianes desséchées deviennent de véritables échelles propageant le feu jusqu'aux cimes (Goldammer et Seibert, 1990). Cet enchaînement d'événements favorise des incendies dévastateurs comme ceux qui ont eu lieu à Kalimantan Est, en Indonésie, en 1982-83 et qui ont entraîné la destruction de plus de 3,5 millions d'ha de forêts humides primaires et secondaires. Certains modèles de circulation générale (MCG) prévoient des vagues de sécheresse accrues dans certaines forêts tropicales. En conséquence, la fréquence des grands feux incontrôlés comme ceux intervenus à Kalimantan Est pourrait augmenter.

Certaines forêts tropicales ombrophiles, surtout celles des régions tropicales subéquatoriales (de 10 à 23° de latitude) sont sujettes aux ouragans. Les dégâts provoqués par ces tempêtes favorisent l'invasion de lianes qui peuvent contribuer à l'accumulation d'une biomasse foliaire dans les fissures du sol, particulièrement durant les vagues de sécheresse survenant de temps à autre. Cela entraîne une accumulation de combustible pouvant déclencher des feux (Mueller-Dombois et Goldammer, 1990) (FAO, 2020).

A-La dynamique de la végétation

C'est l'étude des changements de la végétation avec le temps. Elle va de périodes très courtes (modifications saisonnières) à beaucoup plus longues (histoire de la végétation): La périodicité concerne les changements liés aux cycles phénologiques (le plus souvent annuels) : floraison, repos hivernal....

La fluctuation caractérise des changements à relativement court terme (quelques années), par exemple dans la productivité d'une espèce : certaines orchidées « à éclipses » peuvent passer plusieurs années sans fleurir. L'analyse des fluctuations est importante car elles se superposent avec les phénomènes de succession qui font l'objet du suivi et

peuvent brouiller leur interprétation. Il est parfois utile de comparer les résultats du suivi avec les données climatiques pour repérer les fluctuations liées aux conditions météorologiques....

Les successions sont des changements directionnels de courte à longue durée. Plusieurs groupements végétaux se succèdent alors en relation avec des changements importants dans les conditions de milieu. Les successions peuvent être progressives (par exemple la colonisation d'un sol nu évoluant vers la lande puis vers la forêt), régressives ou cycliques. C'est principalement les phénomènes de succession qui font l'objet de la plupart des suivis de végétation. L'histoire de la végétation, sur des périodes très longues, est souvent étudiée de manière rétrospective (analyse pollinique). Choix et définition d'un objectif de suivi. Cette première phase de la réflexion est capitale, certainement plus que le choix de la méthode de suivi elle-même. Plusieurs questions doivent se poser (Salvaudon, 2006) :

Un suivi pour quoi faire ?

Orienter la gestion (qu'elle soit conservatoire, économique, paysagère...) ?

Améliorer la connaissance de la dynamique de la végétation d'un site ?

Acquérir des informations patrimoniales directes (suivi d'espèces de plantes particulières, d'habitats naturels) ?

Acquérir des informations patrimoniales indirectes (sur les animaux...) ?

Suivre un dispositif expérimental ?

Un suivi à quelle échelle ?

Echelle végétale : population d'une espèce, habitat naturel, complexe d'habitats, ou paysage ?

Echelle temporelle : variations d'ordre périodique (saisons), succession végétale (quelques années), ou suivi à très long terme ?

Echelle spatiale : de l'ordre du m², de l'are, de l'hectare, du km² ?

Quel domaine d'étude ?

Morphologie de la végétation (texture, structure, composition floristique),

Ecologie (espèces indicatrices, pédologie, biomasse végétale...),

Domaine fonctionnel (capacité d'accueil de la végétation pour une espèce animale...),

Non déterminé.

- Les méthodes d'étude de la végétation

Toutes les méthodes ont pour objectif de gagner du temps dans la connaissance du milieu. Elles visent à l'établissement de données standard pouvant être comparées et traitées. Les meilleures méthodes sont celles qui donnent des résultats tangibles dans les meilleurs délais, avec une optimisation du temps passé à relever et traiter les informations.

Méthodes indirectes

Elles sont utilisées pour connaître l'évolution passée de la végétation, ou pour faire un suivi à une échelle très grande.

Ex : suivi de l'évolution des formations végétales à partir de l'interprétation et de la comparaison de photos aériennes anciennes et actuelles.

Ex : comparaison de documents d'aménagement forestier successifs permettant de faire le suivi des types de peuplements forestiers. Ex : comparaison de relevés de végétation

anciens et récents à l'échelle d'une région donnée, pour évaluer les changements globaux de la flore.

Méthodes directes

Il s'agit des méthodes permettant le suivi direct des changements de végétation sur un secteur d'étude fixe et précis, avec une période d'étude adaptée à la problématique.

Les points essentiels sont dans tous les cas : Un bon repérage de la position des placettes étudiées.

Une description simple et claire du protocole à mettre en place afin d'éviter le biais lié au changement d'opérateur. Le mieux est de mettre en place un formulaire de relevé à remplir avec une notice. Pour obtenir un résultat exploitable de manière quantitative, le nombre de relevés effectués, le plan d'échantillonnage et la méthode de saisie des résultats employés doivent permettre un traitement statistique...

- Relevés phytosociologique comparés

Une façon classique de décrire un milieu est de déterminer à quelle association végétale appartient l'individu d'association qui l'occupe. En renouvelant dans le temps ces observations, on obtient des informations sur l'évolution de la végétation. Echantillonnage : une unité géographique.

Positionnement du relevé : dans une station physionomiquement homogène d'un point de vue de la flore et des formations végétales. On dit qu'un groupement est homogène si en tout point on peut en reconnaître le motif, c'est-à-dire les mêmes espèces végétales dans la même ordonnance.

Taille du relevé :

Plus ou moins importante en fonction de la taille de la zone homogène et de la « maille » apparente de la végétation. La taille du relevé doit être supérieure à « l'aire minimale » (encadré 2), qui est spécifique à chaque type d'association (plus petite dans une prairie (4m²) que dans une forêt (100 m²)).

Le nombre d'espèces que compte une association est fini (rarement > à 60). En augmentant la surface du relevé on doit logiquement arriver à un palier, qui est atteint avec la taille de la maille. On s'accorde cependant à considérer comme l'aire minimale la surface correspondant au point d'inflexion de la courbe, le palier étant difficile à atteindre, les conditions de milieu homogènes étant rarement suffisamment étendues.

Informations relevées :

Environnement : date, lieu précis (cartographie), auteur, surface du relevé, pente, particularités stationnelles, recouvrement total de la végétation. Floristique : Liste des espèces classées par strates physionomiques (arbres, arbustes, herbacées, mousses). Abondance-dominance (estimation de la densité). Eventuellement sociabilité (estimation de la distribution sur la station). Le relevé permet de classer le groupement décrit dans une association. Le suivi dans le temps permet d'avoir des résultats précis sur les tendances évolutives de par la comparaison directe des espèces et ainsi d'observer le changement d'association, ou l'évolution de l'abondance d'espèces caractéristiques de certains types d'association, ou encore d'espèces caractéristiques de groupes écologiques.

- Cartes comparées de végétation

La comparaison de cartes de la végétation permet surtout de montrer des changements relativement clairs, notamment des extensions ou des régressions de groupements végétaux. À partir des cartes initiales, des cartes de synthèse exprimant mieux l'évolution de la végétation peuvent être réalisées pour une meilleure visualisation des évolutions. Les cartes doivent être établies à une même échelle, avec une même expression cartographique. Pour une optimisation des résultats (calculs de surfaces...), il est préférable de numériser ces cartes dans un SIG (système d'information géographique). La typologie utilisée pour la description de la végétation peut être CORINE Biotope (habitats naturels), la typologie phytosociologique ou une typologie adaptée au site basée sur les formations végétales (utilisée notamment pour les cartes issues de photo-interprétation d'images satellites ou de photos aériennes).

- Quadrats (surfaces permanentes)

Il s'agit de décrire la végétation contenue dans une surface fixe et permanente (souvent de forme carrée...mais on peut faire des quadrats ronds !). C'est l'outil de suivi de la végétation par excellence, mais les méthodes de suivi peuvent être très variées, et sont impérativement à adapter à l'objet de l'étude. La surface des quadrats, leur nombre, leur répartition et les informations relevées vont être très différentes selon qu'il s'agit de suivre, par exemple, l'évolution à très long terme du bois mort dans une réserve intégrale forestière, ou le changement de composition floristique d'une prairie après une modification du pâturage ! (Salvaudon, 2006).

B - Les territoires biogéographiques

Empires : sont caractérisées par un endémisme d'ordres ou de familles ;

Régions : à endémisme de familles et de genres. Elles sont divisées en **domaines** puis en **secteurs**, enfin en **districts** dont les taxons endémiques se situent respectivement au niveau du genre, de l'espèce et de la sous-espèce.

Pour les divisions phytogéographiques, les définitions proposées par Rivas-Martinez (1982, 1985), qui met l'accent aussi bien sur les critères floristiques que phytocénologiques, sont :

La région est un territoire très étendu, avec des espèces, des genres et même des familles endémiques, qui possède un grand nombre d'ordres et de classes phytosociologiques particulières, ainsi que des étages de végétation propres.

Le domaine (ou province, provinz de Engler) est un vaste territoire avec de nombreuses espèces endémiques, parfois même avec des endémismes anciens et des taxons indépendants au niveau du genre ; elle possède des séries et des communautés permanentes particulières, et aussi une distribution particulière de la végétation dans les clisseries (ou zonations) altitudinales.

Le secteur décrit un territoire beaucoup moins étendu et possède des taxons et des associations endémiques ; dans la zonation altitudinale, il montre quelques séries particulières se manifestant parfois seulement dans les étapes sériales ou dans les communautés permanentes.

Le district est une zone caractérisée par l'existence d'espèces et d'associations particulières qui manquent dans les districts les plus proches (in Meddour, 2010).

Tableau 1. Système phytogéographique proposé par Braun-Blanquet (1919 *in* Senterre, 2005 ; modifié pour les 2 dernières colonnes *in* Meddour, 2010)

Pour l'ordre d'endémisme, la symbolique utilisée est la suivante : F = familles, G = genres, Sp = espèces ; Caractère : normal = important, () = faible, (()) = très faible ou nul.

| Niveau hiérarchique | Echelle géographique | Echelle taxonomique (ordre d'endémisme) | Echelle phytosociologique | Exemple d'entité phytogéographique | Exemple d'entité phytosociologique |
|---------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| I- Empire | Parfois plusieurs continents | Paléoendémisme de F, tribus, G | Plusieurs formations végétales (forêts, savanes, ...) | Empire Holarctique | <i>Stellarietea mediae</i> |
| II- Région | souvent très étendus à l'échelle d'un continent | Paléoendémisme de F, tribus, G | Nombreux groupements très évolués, climatiques | Méditerranéenne | <i>Quercetea ilicis</i> |
| III- Domaine | Subdivision de la région | Paléoendémisme (G), néoendémisme Sp | Au moins un groupement climatique bien évolué + groupements locaux spéciaux | Maghrébo-tellien | <i>Querceto-Cedretalia atlanticae</i> (ordre) |
| III- Secteur | | Endémisme sp. ((G)) | Pas de groupements climatiques spéciaux + plusieurs groupements phytosociologiques locaux propres (édaphiques et biotiques) généralement peu spécialisés | Kabylo-annabi | <i>Paeonio-Cedrion atlanticae</i> (alliance) |
| IV- Sous-secteur | Subdivision du secteur | (Paléoendémisme Sp), néoendémisme Sp | (groupements locaux propres) | | |
| VI- District | | Quelques Sp néoendémiques localisées (récentes) | Pas de groupements particuliers mais présente souvent des faciès territoriaux, avec Sp absentes des districts voisins | Kabylie djurdjuréenne | <i>Ruboincanescentis-Quercetum canariensis</i> (Association) |
| VII- Sous-district | Plus petite unité territoriale | Pas d'endémisme | Présence, absence ou simples différences quantitatives de certaines Sp typiques | | (sous-association) |

- Les empires continentaux

Cinq grands empires terrestres :

- empire Holarctique (ou boréal)
- empire néotropical (ou américain)
- empire africano-malagache (ou éthiopien)

- empire asiatico-pacifique (ou indo-malais et polynésien)
- empire antarctique-australien (Annexe).

- Divisions phytogéographiques de l'Algérie

L'Algérie fait partie intégrante du *Royaume holarctique* (sous-empire téthien ou mésogéen) et plus précisément de la *Région méditerranéenne* (sous-région occidentale) et de la *Région saharo-arabique* (sous-région Saharienne) (Quézel, 1978) (in Meddour, 2010).

Avant l'approche phytogéographique, on avait coutume de diviser l'Algérie en deux sous-ensembles géographiques naturels, l'Algérie du Nord, ou Tell au sens large, et le Sahara algérien (c'est-à-dire les régions désertiques méridionales). Plus exactement, l'Algérie du Nord se compose de 2 grandes zones physiographiques : le Tell au sens strict, qui comprend le littoral et l'Atlas Tellien (4 % de la superficie totale du pays), et les Hauts Plateaux ou mieux les Hautes Plaines steppiques et l'Atlas saharien (9 % de la superficie totale du pays). Selon Boudy (1949), l'Algérie du Nord, limitée par le piémont du versant méridional de l'Atlas saharien, compte 26 265 000 ha, déduction faite de l'enclave présaharienne du Hodna. D'après Cote (1983), l'Algérie du Nord couvre 40 millions d'ha (in Meddour, 2010).

En ce qui concerne les territoires s'intégrant à l'intérieur des limites géographiques de l'Algérie, leur diversité floristique et écologique a conduit plusieurs auteurs (Lapie, 1909a & b ; Maire, 1926 ; Bernard, 1926 ; Quézel & Santa, 1962 ; Barry *et al.*, 1974) à y distinguer divers domaines, secteurs et districts (ou sous-secteurs) phytogéographiques (Tableau 3).

En s'appuyant sur la constitution géologique, les données climatiques, l'étude de la végétation arborescente, Lapie (1909a & b, 1910) puis Maire (1926) ont subdivisé l'Algérie du Nord en 3 domaines et 8 secteurs phytogéographiques. Par la suite, l'Algérie a été découpée, sur des considérations plus floristiques, par Quézel et Santa (1962) puis Barry & Celles (1974), en 20 unités phytogéographiques, dont 15 pour l'Algérie du Nord (in Meddour, 2010).

Ce sont les 6 secteurs de Quézel & Santa (1962), qui ont été subdivisés en 15 unités de niveau sous-secteurs (Annexe 3)

- Le *secteur oranais* : O1, les sahels du littoral oranais, O2, les plaines de l'arrière-littoral oranais dont la Macta, O3, les monts de Tlemcen et autres montagnes de l'Atlas tellien oranais ;
- Le *secteur algérois* : A1, les collines et le littoral algérois, incluant la Mitidja, A2, les montagnes de l'Atlas tellien algérois ;
- Le *secteur Kabyle et Numidien* : K1, la Grande Kabylie, K2, la Petite Kabylie, incluant la Kabylie de Collo, K3, la Numidie littorale de Annaba et El Kala jusqu'à Souk Ahras ;
- Le *secteur du Tell Constantinois* C1 : les collines du Tell constantinois, incluant les montagnes de l'axe Bibans/Hodna/Belezma ;
- Le *secteur des Hautes Plaines steppiques* : H1, les hautes plaines de l'ouest (du Sud oranais au Sud algérois), H2, les hautes plaines de l'est (Sétif, Sud constantinois), H3, la plaine du Hodna (enclave nord-saharienne) ;
- Le *secteur de l'Atlas saharien* : AS1, l'Atlas saharien occidental (région d'Aïn Sefra), AS2, l'Atlas saharien central (région d'El Bayadh et Djelfa), AS3, les Aurès et l'Atlas saharien oriental (région de Tébessa).

- Nouvelles unités phytochorologique de l'Algérie du Nord (Meddour, 2010)

1. Domaine maghrébo-tellien (domaine maghrébin méditerranéen)

a. Secteur kabylo-annabi (secteur kabyle et numidien) [K]

Ce secteur kabylo-annabi est divisé en trois districts :

District annabi (sous-secteur numidien ou district bônois de Lapie) [K3]

District de la Kabylie baboréenne (sous-secteur de la Petite Kabylie) [K2]

District de la Kabylie djurdjuréenne (sous-secteur de la Grande Kabylie) [K1]

b. Secteur algéro-ouarsenien (secteur algérois) [A]

Il est subdivisé en 2 districts fortement différenciés :

District littoral mitidjo-ténésien (sous-secteur du littoral algérois) [A1]

District atlasique blido-ouarsenien (sous-secteur de l'Atlas tellien algérois) [A2]

c. Secteur orano-tlemcenien (secteur oranais) [O]

Ce secteur fait partie du complexe bético-rifain, région caractérisée par une haute diversité floristique et considérée comme l'un des points chauds de biodiversité végétale au niveau du bassin méditerranéen (Médail & Quézel, 1997). Il est subdivisé en 3 districts :

District littoral orano-mostaganémois (sous-secteur des sahels littoraux oranais) [O1]

District planitiaire orano-chélifien (sous-secteur des plaines littorales oranaises) [O2]

District atlasique tiareti-tlemcenien (sous-secteur de l'Atlas tellien oranais) [O3]

d. Secteur tello-constantinois (secteur du Tell constantinois) [C]

Ce secteur très allongé de l'Est à l'Ouest (du méridien de l'Ouenza jusqu'à celui de Ksar el Boukhari), où il passe graduellement au secteur algéro-ouarsenien, est *loin d'être homogène sur le plan floristique* (Lapie, 1909a & b ; Maire, 1926), ce qui nous permet d'y reconnaître aisément deux districts « nouveaux » :

District bibano-guelmois [C1]

District belezmo-hodnéen [C2]

2. Domaine maghrébo-steppien (domaine maghrébin steppique)

Ce phytochore est subdivisé en Algérie en 2 secteurs et 6 districts (Quézel & Santa, 1962) :

a. Secteur des Hautes plaines steppiennes (secteur des Hauts-Plateaux) [H]

District occidental-steppien (sous-secteur des hauts plateaux orano-algérois) [H1]

District oriental-steppien (sous-secteur des hauts plateaux constantinois) [H2]

District du bassin Hodnéen (sous-secteur du Hodna) [H3]

b. Secteur saharo-atlasique (secteur de l'Atlas saharien) [AS]

4.2.2.1. District atlasique ksourien (sous-secteur de l'Atlas saharien oranais) [AS1] et

4.2.2.2. District atlasique naïli-amourien (sous-secteur de l'Atlas saharien algérois) [AS2]

4.2.2.3. District atlasique tébessi-aurésien (sous-secteur de l'Atlas saharien constantinois) [AS3]

Tableau 3. Divisions et nomenclature des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord (Meddour, 2010)

| Phytochores | Lapie (1909a & b) | Maire (1926) |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Domaine | Mauritanien septentrional | Maurétanien méditerranéen |
| Secteurs | 1. Numidien <ul style="list-style-type: none"> ▪ District de Grande Kabylie ▪ District de la Petite Kabylie ▪ District bônois 2. Algérois | 1. Numidien <ul style="list-style-type: none"> ▪ District de Grande Kabylie ▪ District de la Petite Kabylie ▪ District bônois 2. Algérois 3. Oranais |
| Domaine | Mauritanien méridional | Maurétanien steppique |
| Secteurs | 3. Tell méridional 4. Oranais 5. des steppes 6. Plateaux Constantinois 7. Sud-Constantinois 8. Atlas Saharien | 4. Tell méridional 5. Hautes Plaines orano-algéroises 6. Hautes Plaines Constantinoises 7. Sud-Constantinois 8. Atlas Saharien |
| Domaine | Hautes montagnes atlantiques | Hautes montagnes atlantiques |
| Phytochores | Quézel & Santa (1962) | Barry & Celles (1974) |
| Domaine | Nord-africain méditerranéen (Quézel, 1978) | Maghrébin méditerranéen |
| Secteurs | 1. Kabyle et Numidien <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s de la Grande Kabylie ▪ s/s de la Petite Kabylie ▪ s/s de la Numidie 2. Algérois <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s littoral ▪ s/s de l'Atlas tellien 3. Oranais <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s des sahels littoraux ▪ s/s plaines littorales ▪ s/s de l'Atlas tellien 4. Tell Constantinois | 1. Numidien <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s de la Grande Kabylie ▪ s/s de la Petite Kabylie ▪ ? 2. Algérois <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s littoral ▪ s/s de l'Atlas tellien 3. Oranais <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s des sahels littoraux ▪ s/s plaines littorales ▪ s/s de l'Atlas tellien 4. Tell méridional <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s du Tell constantinois |
| Domaine | Nord-africain steppique (Quézel, 1978) | Maghrébin steppique |
| Secteurs | 5. Hauts Plateaux <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s des Hauts Plateaux algérois et oranais ▪ s/s des Hauts Plateaux constantinois ▪ s/s du Hodna 6. Atlas saharien <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s de l'Atlas saharien oranais ▪ s/s de l'Atlas saharien algérois ▪ s/s de l'Atlas saharien constantinois (Aurès compris) | 5. Hauts Plateaux algéro-oranais 6. Hauts Plateaux constantinois 7. Sud-Constantinois <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s du Hodna ▪ s/s de l'Atlas saharien auréso-constantinois 8. Atlas saharien <ul style="list-style-type: none"> ▪ s/s de l'Atlas saharien oranais ▪ s/s de l'Atlas saharien algérois |
| Domaine | Hautes montagnes atlantiques | Montagnard ouest-méditerranéen |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sous-domaine Altimontain numidien (Quézel, 1957) | (selon Monod, 1957 in Barry & Celles, 1974) |

3. Domaine oro-maghrébin et sous-domaine oro-algérien

Le « domaine des hautes montagnes atlasiques¹ » de Lapie (1909a) et Maire (1926), ou « oro-maghrébin » est représenté en Algérie par le « sous-domaine altimontain numidien » de Quézel (1957) ou « oro-algérien ». Ce domaine correspond en fait à l'étage de végétation oroméditerranéen *sensu* Ozenda (1975) ou montagnard-

¹ Il faut se méfier du terme « *atlantique* », qui actuellement possède une autre acception, et trouver un autre terme pour désigner les plantes ou territoires de l'Atlas. Nous proposons à la suite de Gaussen (1952), le qualificatif plus correct d' « *atlasique* » ou même « *atlasien* » pour tout ce qui se rapporte à l'Atlas !

méditerranéen *sensu* Quézel (1976). En effet, on peut faire correspondre aux unités, phytochoriques les étages altitudinaux de végétation ; ce sont des unités de même nature (Julve, 1999).

Il est constitué par des îlots montagnards d'étendue restreinte et s'étend en Algérie sur différents massifs des Atlas tellien et saharien, entre 1 300-1 400 m et les sommets les plus élevés (plus de 2 300 m).

Au niveau de cette unité phytogéographique des hautes montagnes algériennes, on distingue deux secteurs : un « *secteur oro-kabyle* », réunissant le massif du Djurdjura et celui des Babors, dont l'ossature liasique rocheuse et la topographie sont analogues, et un « *secteur oro-aurésien* », qui englobe les hautes montagnes sud-constantinoises (monts du Hodna, Belezma et Aurès).

a. Secteur oro-aurésien [OA]

b. Secteur oro-kabyle (ou *district du Haut Atlas kabyle de Lapie*) [OK]

District oro-baboréen [OB]

Le district oro-baboréen abrite l'unique sapinière à *Abies numidica*, synendémique d'Algérie, et possède des espèces endémiques et des subendémiques maghrébiennes (surtout inféodées à la sapinière, à la cédraie ou aux biotopes rocheux) qui font défaut dans le Djurdjura, telles que : *Abies numidica*, *Anthemis punctata* var. *baborensis*, *Calamintha baborensis*, *Convolvulus dryadum*, *Cyclamen repandum* subsp. *repandum* var. *baborensis*, *Hieracium ernesti*, *Orchis maculata* subsp. *aborica*, *Saxifraga numidica*, *Silene reverchoni*, *Viburnum lantana* var. *glabratum*, *Vicia ochroleuca* subsp. *baborensis*, etc., et d'autres appartenant à divers chorotypes : *Galium odoratum*, *Gymnocarpium robertianum*, *Neottia nidus-avis* var. *glandulosa*, *Peucedanum cervaria*, *Populus tremula* et *Satureja juliana*.

District oro-djurdjuréen [OD]

Sur ce district croissent des plantes, qui manquent aux Babors et qui lui sont caractéristiques (inféodées aux cédraies, pelouses alticoles et stations rocheuses). Ce sont des endémiques et des subendémiques maghrébiennes (Dubuis & Faurel, 1949) : *Agropyron marginatum* subsp. *kabylicum* [Akfadou, aussi], *Bunium chaberti**, *Campanula macrorrhiza* var. *jurjurenensis*, *Cephalaria mauritanica* subsp. *atlantica*, *Genista numidica* subsp. *filiramea*, *Leontodon djurdjurae**, *Linaria virgata* subsp. *calycina*, *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, *Cynoglossum gymnandrum**, *Dryopteris aculeata* subsp. *lobata* var. *djurdjurae*, *Fedia caput-bovis* subsp. *calycina*, *Romulea battandieri**, *Romulea penzigii**, *Vicia glauca* var. *montisferrati*, des méditerranéennes, pour la plupart orophiles : *Aethionema saxatile* subsp. *ovalifolium*, *Alopecurus gerardi*, *Astragalus depressus* subsp. *depressus*, *Calendula tomentosa* subsp. *tomentosa*, *Hieracium humile*, *Hypochoeris robertia*, *Sedum magellense*, *Spergularia campestris*, et des plantes de l'élément eurasiatique : *Cephalanthera rubra*, *Helianthemum canum*, *Hypericum hirsutum*, *Juniperus sabina*, *Lamium hybridum*, *Poa alpina* subsp. *alpina*, *Rumex obtusifolius*. L'endémisme spécifique se limite donc au Djurdjura à 5 taxons [*].

C- Biodiversité et endémisme : le hotspot régional kabylo-annabi (Meddour, 2010)

L'analyse de la répartition de l'élément endémique *sensu lato*, au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Véla & Benhouhou, 2007), permet d'identifier les districts à valeur patrimoniale les plus intéressants (tableau et figure , annexe).

Tableau 4. Répartition du nombre d'endémique *sensu lato* au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Véla & Benhouhou, 2007)

| Pays | O1 | O2 | O3 | A1 | A2 | K1 | K2 | K3 | C1 | H1 | H2 | H3 | AS1 | AS2 | AS3 | Total |
|-------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------|
| Algérie* | 51 | 30 | 41 | 36 | 33 | 43 | 55 | 37 | 49 | 38 | 24 | 2 | 16 | 12 | 31 | 221 |
| Algérie | 58 | 37 | 41 | 38 | 32 | 44 | 56 | 36 | 40 | 38 | 19 | 4 | 18 | 12 | 29 | 224 |
| Algérie & Maroc | 36 | 30 | 46 | 17 | 22 | 18 | 19 | 9 | 16 | 37 | 14 | 4 | 36 | 18 | 19 | 124 |
| Algérie & Tunisie | 9 | 7 | 7 | 18 | 16 | 23 | 25 | 31 | 26 | 7 | 14 | 4 | 1 | 1 | 12 | 58 |
| Total | 103 | 74 | 94 | 73 | 70 | 85 | 100 | 76 | 82 | 82 | 47 | 12 | 55 | 31 | 60 | 406 |

* statistiques personnelles qui diffèrent légèrement de celles de Véla & Benhouhou (2007)

Les districts à endémisme le plus élevé sont O1 (103 taxons) et K2 (100 taxons). Ensuite, les districts à endémisme encore assez élevé sont O3 (94 taxons), K1 (86 taxons), C1 et H1 (82 taxons chacun). Puis suivent les districts à endémisme de plus en plus modéré, que sont K3, O2, A1, A2, AS3, AS1, H2, AS2. Enfin, le district à nombre d'endémiques le plus faible est H3.

Le district de la Kabylie baboréenne (K2) apparaît donc aussi riche en endémiques que les districts O1 ou O3 (monts de Tlemcen), qui appartiennent au point chaud de biodiversité (hotspot) du *complexe bético-rifain* (Médail & Quézel, 1997, 1999). Il est suivi de près par le district limitrophe de la Kabylie djurdjuréenne (K1).

Cette richesse en endémiques et grande biodiversité du secteur kabylo-annabi ne sont point surprenantes, car ce territoire à haute valeur patrimoniale représente le onzième point chaud (hotspot) régional du bassin méditerranéen (Médail & Quézel, 1997, 1999), proposé récemment par Véla & Benhouhou (2007) (figure , annexe 3).

La biodiversité remarquable de ce secteur peut s'expliquer par la présence de chaînes de montagnes parmi les plus élevées du pays (Djurdjura, 2 308 m ; Babors, 2 004 m), en liaison directe avec la Méditerranée. En outre, il est intéressant de rappeler que ce secteur, qui s'étend à l'Est jusqu'au djebel Edough, correspond à la dorsale kabyle de la chaîne des Maghrébides, caractérisée par une grande diversité géologique et géomorphologique (Meddour, 2010).

Exemple pour la région de M'sila

District belezmo-hodnéen [C2]

Il comprend la chaîne transverse qui assure la jonction entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, en reliant la chaîne des Bibans au massif des Aurès ; elle englobe les monts du Hodna (djebel Bou Taleb, djebel Maadid, djebel Guetiane), dont l'altitude oscille entre 1 000 et 1 886 m, et du Belezma (djebel Toumour, djebel Refaa).

La pluviométrie moyenne annuelle est de 450-500 mm, beaucoup plus sur les sommets. Le bioclimat est semi-aride frais à basse altitude et passe au subhumide froid en altitude (au-delà de 1 200 m environ). La saison sèche n'excède pas 3 mois sur les sommets élevés. La température moyenne annuelle est basse (12 °C et certainement moins en altitude).

Les monts du Hodna et du Belezma sont occupés par des formations forestières et préforestières à Cèdre, Chêne vert et Pin d'Alep, *Juniperus oxycedrus* est fréquent en sous-bois. Au Belezma, le Chêne vert forme, vers 1 500-1 700 m, des futaies forestières, dont il reste quelques vestiges (*Quercetea*, *Quercetalia ilicis*) (Abdessemed, 1984). On y trouve des formations préforestières à *Fraxinus dimorpha* et *Juniperus phoenicea*, qui appartiennent à l'*Ephedro-Juniperion (etalia) phoeniceae* (Abdessemed, 1981 in Meddour & Géhu, 1998). Le versant sud, exposé directement à la trouée d'El Kantara,

porte un matorral de *Juniperus phoenicea* et de l'alfa, qui monte jusqu'à 1 800 m en sous-bois (Abdessemed, 1984). Sur les monts du Hodna, les forêts de Pin d'Alep se situent entre 800 et 1 500 m d'altitude, au dessus de 1 400 m en moyenne, les plus hauts sommets portent des forêts de Cèdre ; elles sont toutes les deux plus ou moins dégradées (Le Houérou & al., 1975). Les matorrals occupent la majeure partie de la zone montagneuse ; ce sont des matorrals plus ou moins arborés à Chêne vert, Genévrier oxycèdre, et des matorrals à Genévrier de Phénicie et Lentisque (Le Houérou & al., 1975 in Meddour, 2010).

Les plantes différentielles de ce district sont essentiellement des subendémiques, maghrébiennes le plus souvent : *Astragalus onobrychis* subsp. *numidarum*, *Centaurea dissecta* subsp. *affinis* var. *parlatoris* [Italie], *Festuca ovina* subsp. *ovina* var. *tenuifolia*, *Hieracium amplexicaule* subsp. *atlanticum*, *Lathyrus filiformis* subsp. *numidicus*, *Ornithogalum comosum* var. *atlanticum*, *Tulipa sylvestris* subsp. *primulina* (in Meddour, 2010).

III. Les grandes aires de répartition géographique

Les grands biomes, leur répartition en latitude

Biome (s) : communautés vivantes qui se rencontrent sur de vastes surfaces en milieu continental. Elles correspondent donc à la biocénose propre à des macro-écosystèmes. Ainsi les taïgas, les savanes tropicales, les déserts ou encore les forêts caducifoliées tempérées correspondent à autant de biomes distincts.

La notion de biome ressort essentiellement du domaine de l'écologie terrestre. En revanche, sa validité est discutée par les écologistes marins par suite de l'absence de solutions de continuité due à l'isotropie de l'environnement océanique, bien que certaines communautés propres à des macro-écosystèmes océaniques, tels les récifs coralliens, puissent être parfaitement identifiées à des biomes (Ramade, 2008).

a- Principaux types de biomes

Les biomes présentent une zonation en latitude assez régulière depuis l'équateur jusqu'à la limite des zones parabiosphériques polaires.

Biomes continentaux :

– **Les forêts pluvieuses tropicales**, encore dénommées forêts ombrophiles, forment un ruban quasi continu au niveau des zones intertropicales. Elles atteignent leur maximum d'extension dans une zone comprise entre $\pm 10^\circ$ de latitude et là où les précipitations sont abondantes, supérieures à 1 800 mm par an et réparties régulièrement tout au long de l'année.

– **Les forêts sèches tropicales** (forêts tropophiles) se divisent en forêts tropicales caducifoliées dites aussi de mousson et en forêts sclérophylles tropicales. Les forêts de mousson perdent leurs feuilles en saison sèche et croissent en règle générale à des latitudes plus élevées et partout où il existe une saison sèche marquée.

– **Les savanes tropicales** s'étendent entre les deux tropiques partout où les précipitations deviennent insuffisantes pour permettre un développement des écosystèmes forestiers. Toutefois beaucoup d'entre elles sont d'origine anthropique et résultent de déforestation remontant souvent à des époques reculées. Les savanes se

caractérisent par un tapis graminéen dominant parsemé de végétaux ligneux arbustifs ou arborescents dont la densité diminue au fur et à mesure que s'allonge la durée de la saison sèche. On constate donc une diminution de l'abondance des espèces ligneuses lorsque l'on se dirige vers les écosystèmes désertiques qui leur font suite en latitude.

– **Les déserts**, dont le maximum d'extension se situe à cheval sur les deux tropiques, succèdent aux savanes sans transition nette. Ils se caractérisent par la faiblesse des précipitations, inférieures à 200 mm par an et par leur forte irrégularité, plusieurs années pouvant s'écouler sans pluies dans les déserts hyperarides. Le couvert végétal y est discontinu, surtout représenté par des plantes vivaces xérophytiques.

– **Les forêts méditerranéennes** représentent le type dominant de biome présent dans ces zones climatiques. Ils correspondent à des zones tempérées chaudes dont le maximum d'extension se situe entre les 30^e et 40^e degrés de latitude Nord et Sud, marquées par une période de sécheresse estivale de durée variable mais excédant souvent trois mois. Deux grands types de macro-écosystèmes forestiers primitifs caractérisaient ces milieux avant l'intervention de l'Homme qui remonte souvent ici aux débuts du Néolithique. Le premier était représenté par des forêts sempervirentes de chênes. Sous l'action conjuguée de la hache et du feu, leur ont succédé des formations arbustives dégradées : maquis, garrigues, chaparral qui constituent les formations végétales dominantes actuelles de ces zones tempérées chaudes. Le second était représenté par des forêts orophiles de conifères (sapins et cèdres) qui ont fortement régressé elles aussi par suite de l'exploitation du bois et du surpâturage.

– **Les forêts feuillues caducifoliées** caractérisent les régions de moyenne latitude de l'hémisphère Nord. Ces biomes sont en revanche quasi absents des zones australes par suite de la rareté des terres émergées au niveau des 4[°] de latitude Sud.

– **Les steppes tempérées** couvrent d'énormes surfaces dans l'hémisphère boréal et se rencontrent partout où les précipitations deviennent insuffisantes pour permettre la croissance des arbres. Plus encore que les savanes, elles sont caractérisées par la prédominance du tapis graminéen, d'où le terme de « prairie » par lequel les qualifièrent les premiers colons européens des grandes plaines nord-américaines.

– **La taïga**, immense forêt boréale de conifères, constitue un des biomes majeurs des milieux continentaux. Elle s'étend sans discontinuité dans l'ensemble des zones subarctiques de l'Amérique du Nord et de l'Eurasie, faisant suite vers le Nord aux forêts caducifoliées tempérées. Des forêts mixtes de feuillus et de résineux s'intercalent à la limite entre ces deux biomes. La taïga croît sur des sols boréaux pauvres en éléments minéraux nutritifs dans des zones où les précipitations sont assez faibles mais régulièrement réparties tout au long de l'année.

– **La toundra** occupe la région comprise entre la limite naturelle des arbres vers les pôles et les régions parabiopiques que représentent les calottes glaciaires polaires. Le couvert végétal croît sur des sols perpétuellement gelés en profondeur. Il est constitué par des plantes herbacées (Carex, Graminées), des Cryptogames (lichens) et des arbustes — les uns ou les autres prédominant selon les conditions climatiques régionales.

Macroécosystème aquatique :

Les mouvements verticaux et horizontaux des masses d'eau assurent une certaine uniformisation des conditions ambiantes, ceci rend difficile la distinction de grands biomes. Les écosystèmes limniques sont distribués de façon aléatoire et ne présentent aucune zonation latitudinale.

Exemple : grands lacs depuis l'équateur : Lac Vitoria (Afrique équatoriale) jusqu'au cercle polaire : grand lac de l'Ours au Canada. Les autres biotopes occupent des surfaces importantes dans les zones septentrionales de l'hémisphère boréal Nord ; 50 degrés de latitude avec 10% des terres émergées.

Dans les océans, seules quelques grandes biocénoses présentent une nette zonation en latitude : des récifs coralliens avec des températures dans l'eau élevées, supérieures à 20°C, localisés dans la zone intertropicale (Ramade, 2003).

b- Distribution et classification climatique des Biomes

En milieu continental, les biomes sont essentiellement répartis en fonction des climats. Le couple température-pluviométrie représente le facteur limitant dans l'extension des divers biomes. C'est donc de lui que dépend la distribution des biomes. Des représentations diagrammatiques ont été proposées, combinant les températures moyennes et la pluviométrie. En réalité, le couple température-pluviométrie ne suffit pas pour donner une représentation diagrammatique précise de la distribution climatique des biomes. En effet, un troisième paramètre très important et lié aux deux premiers est l'évapotranspiration. Holdridge a proposé dans ce but des diagrammes triangulaires qui apportent une meilleure représentation de la classification des biomes (Ramade, 2008).

IV. Zonation verticale de la biosphère

La zonation de la biosphère en altitude est mieux définie. Domaine océanique s'étend des fosses les plus profondes : - 11 000 m environs ; l'existence du plateau continental, zone marquée par la rupture de pente : talus continental, située vers : - 150m.

Présence des zones euphotique, dysphotique et aphotique.

Zone euphotique : région dans laquelle pénètre la lumière où la photosynthèse est possible : organismes autotrophes (algues et phytoplanctons) à moyenne de 100m de profondeur.

Zone dysphotique : au dessus de - 100m de profondeur, présence des algues les plus sciaphiles, puis on passe dans la zone aphotique marquée par une obscurité permanente avec absence de rayon lumineux, dépourvus d'organismes végétaux autotrophes et on rencontre que des hétérotrophes (invertébrés).

La zonation verticale des biocénoses terrestres apparaît très nettement dans les régions continentales.

Du sud au nord depuis la Méditerranée jusqu'au cercle polaire arctique : forêts sclérophylles latifoliées, forêts caducifoliées, forêts sempervirentes de conifères puis toundra de montagne, au delà, les neiges éternelles (zone nivale) constituent le désert alpin, comparable aux milieux polaires (Ramade, 2003).

V - La répartition géographiques des zones arides et semi arides en Algérie

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Régions à tradition pastorale, la population est composée essentiellement de pasteurs-éleveurs, anciennement nomades pour la plupart, avec une forte tendance à la sédentarisation aujourd'hui.

La gestion irrationnelle des parcours, l'introduction de moyens et de techniques de développement inadaptés au milieu, le manque de concertations entre les différents acteurs du développement sont autant de facteurs qui ont contribué à la dégradation du milieu et des ressources naturelles et à la rupture des équilibres écologiques, et socioéconomiques (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

La désertification a connu de nombreuses définitions qui ont fait l'objet de controverses intellectuelles. Au-delà des compromis politiques, une définition consensuelle du processus a été proposée par la Convention sur la lutte contre la désertification : « la désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La désertification concerne donc un processus de dégradation des terres lié à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme. La manifestation apparente du phénomène se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques et une détérioration des sols et des ressources hydriques.

Depuis une quarantaine d'années, des scientifiques se sont penchés sur les problèmes qui se posent au niveau des espaces steppiques. Certains auteurs ont travaillé sur les caractéristiques écologiques, pastorales parmi lesquels on peut citer Djebaili (1978), Nedjraoui (1981), Bouzenoune (1984), Le Houérou (1985), Aidoud (1989), Djellouli (1990), Boughani (1995) et (Kadi-Hanifi, 1998). Tandis que d'autres se sont penchés sur l'évolution socioéconomique des différents systèmes et on citera les plus importants : Boukhobza (1982), Khaldoun (1995), Bédrani (1996, 1997, 2001 et 2006). Dans les années soixante dix, l'Association Algérienne et de Développement Economique et Social (AARDES) qui a produit une étude socioéconomique fouillée de la steppe et de la population pastorale de la région d'El Bayadh (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

-Présentation des régions steppiques

6 Sur le plan physique, les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud (figure 1), couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (figure 2). Ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

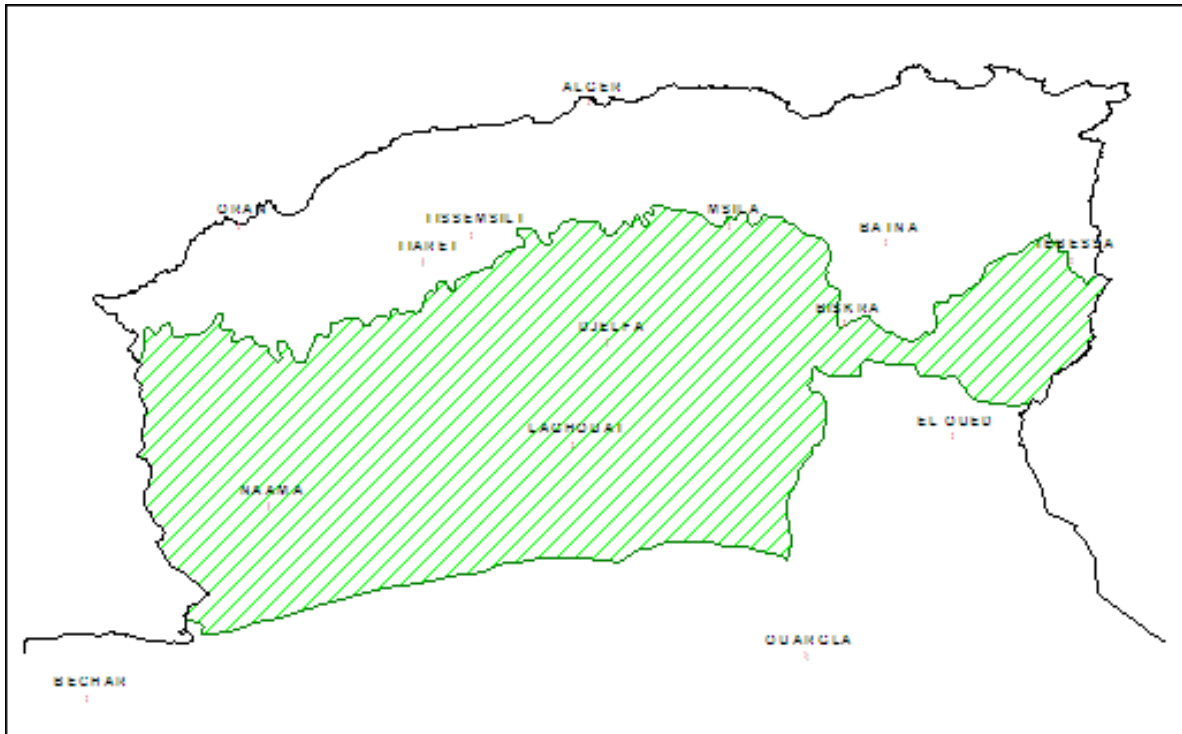


Figure 1. Délimitation des steppes algériennes (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

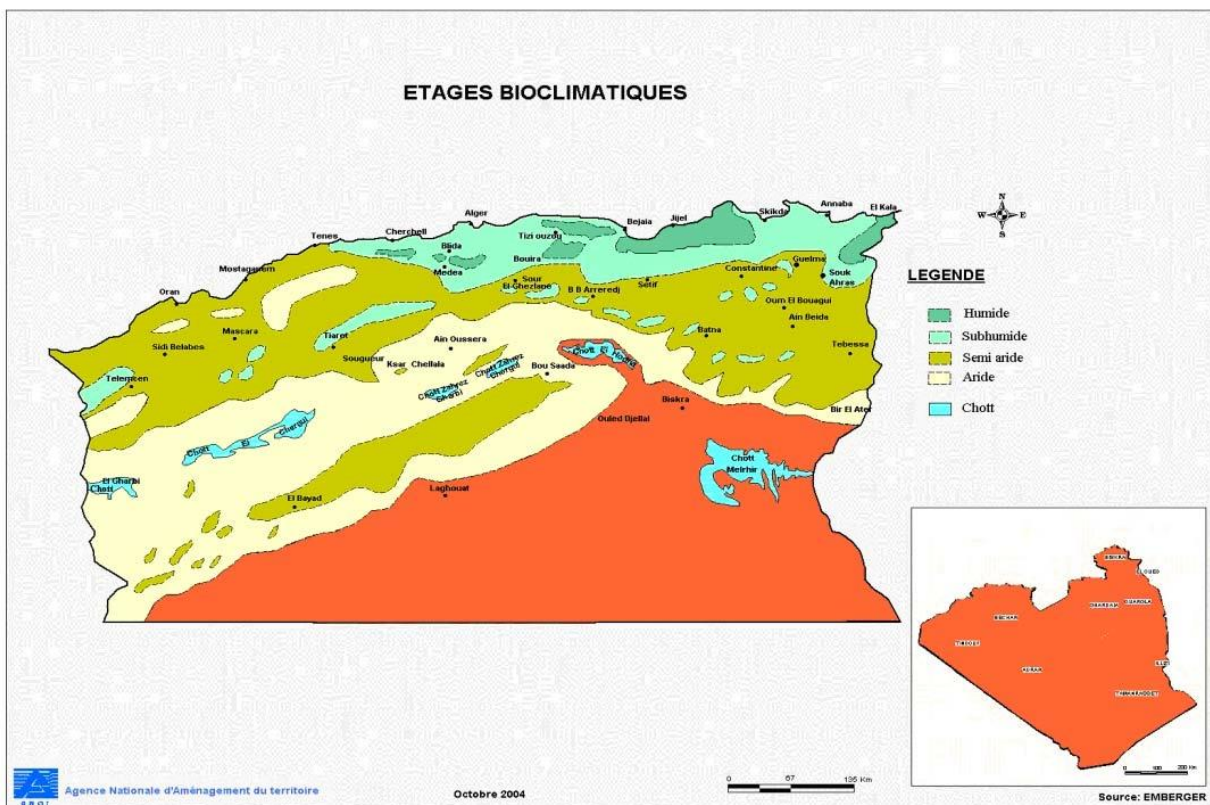


Figure 2. Carte bioclimatique de l'Algérie.

Sur le plan écologique, les régions steppiques constituent un tampon entre l'Algérie côtière et l'Algérie saharienne dont elles limitent les influences climatiques négatives sur la première.

Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50% ne sont plus fonctionnels.

Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales: les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et de sparte (*Lygeum spartum*) qui constituent des parcours médiocres et les steppes chamaephytiques à base d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dont les valeurs pastorales sont très appréciables et de Hamada scoparia localisées sur les regs. Des formations azonales sont représentées par les espèces psammophiles et les espèces halophiles de bonnes valeurs fourragères.

Sur le plan humain, la croissance démographique des zones steppiques est plus forte que celle enregistrée dans le reste du pays (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

L'équilibre social et biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique qui n'a pas été accompagnée par une création d'emplois suffisamment conséquente pour absorber la main-d'œuvre excédentaire par rapport aux besoins d'une exploitation raisonnable des parcours naturels (Bédrani, 1998).

-Les différents types d'études menées sur la steppe

L'évaluation et la surveillance des agrosystèmes steppiques se font par des mesures – malheureusement irrégulières, peu systématiques et, surtout, non coordonnées sur l'ensemble du territoire steppique (seul le Sud Oranais a fait l'objet d'un suivi régulier)- quantitatives et qualitatives de la végétation et des caractères du milieu et par l'analyse des différents paramètres socioéconomiques qui influent sur la dynamique de ces systèmes. Le fonctionnement des écosystèmes détermine l'état et le niveau de production des ressources. Le fonctionnement des systèmes socio-économiques détermine l'impact des usages et des pratiques sur ces ressources. Ce suivi à long terme dans ces régions qui a débuté dès les années 1970 et se poursuit encore aujourd'hui (CRBT, 1978 ; URBT, 1994 ; Programme ROSELT/OSS/Algérie, 2001-2005) dans des stations installées dans différentes zones steppiques (figure 4), a permis d'évaluer et de cartographier leur potentialité, de quantifier l'intensité de leur dégradation et d'identifier les facteurs qui en sont responsables. Une synthèse des travaux antérieurs est donnée dans le document final du projet ROSELT disponible en ligne sur le site de l'OSS (Nedjraoui et Bédrani, 2008).



Figure 4. Les stations d'observation des steppes algériennes. (CRBT/URBT/USTHB)

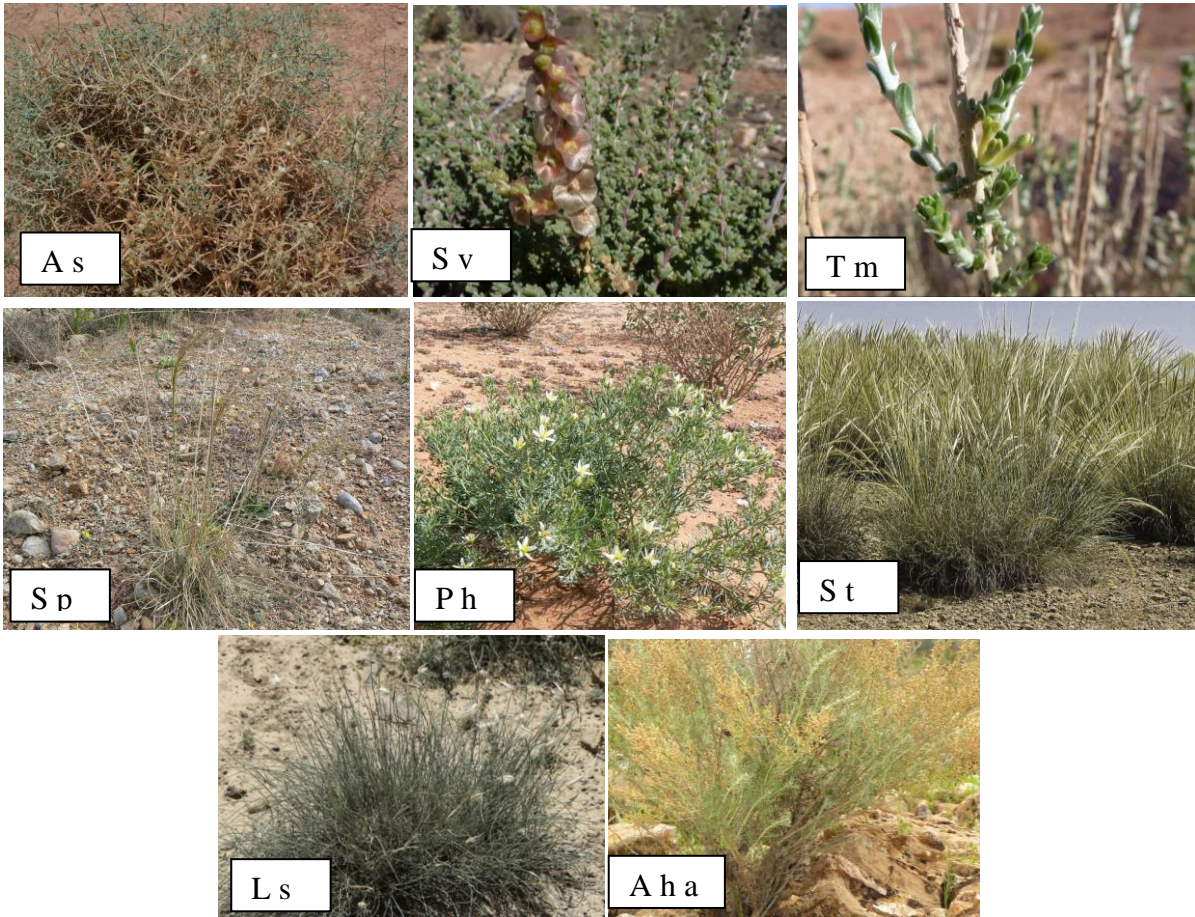
-Les causes de la désertification

14 Les causes de la désertification sont nombreuses. La cause naturelle principale est bien connue : la sécheresse. Les causes anthropiques (démographie, surpâturages, défrichement des parcours et leurs causes,...) le sont moins. En particulier, les causes qui relèvent des effets des politiques économiques d'ensemble (politiques monétaires, sociales, du commerce extérieur, politique des investissements publics et privés,...) sont peu abordées (Bédrani, 1997).

Le changement du couvert végétal et l'érosion de la biodiversité caractérisent l'évolution régressive de l'ensemble de la steppe. Des faciès de végétation cartographiés en 1978 ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de dégradation tels que *Atractilys serratuloides*, *Peganum harmala*. Les faciès que l'on retrouve sont modifiés tant sur le plan de la densité du couvert végétal que sur le plan de leur valeur pastorale. Les productions pastorales fortement liées aux mesures de phytomasse et de valeurs énergétiques des espèces ont fortement diminué en raison de la disparition de la régression des espèces palatables telles que l'armoise blanche (Tableau I) (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

Tableau I. Évolution des principales steppes : fragmentation des formations végétales.

| Steppes originales (1978) | Steppes actuelles (2003) |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Stipa tenacissima</i> (Alfa) | <i>Atractylis serratuloides</i> , <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Thymelaea microphylla</i> |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> et <i>Atractylis serratuloides</i> |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> et <i>Stipa parviflora</i> |
| <i>Lygeum spartum</i> (Sparte) | <i>Atractylis serratuloides</i> et <i>Peganum harmala</i> |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> et <i>Salsola vermiculata</i> |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> |
| <i>Artemisia herba-alba</i> (Armoise blanche) | <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atractylis serratuloides</i> |



<https://www.teline.fr/fr/photos/amaranthaceae/salsola-gr.-vermiculata>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEDRANI S., 1998. Désertification et emploi en Algérie. In les Cahiers du CREAD, n° 4.
- BEDRANI S., 1997. Les effets du commerce mondial sur la désertification dans les pays du Maghreb, In l'Annuaire de l'Afrique du Nord. (CNRS, Aix en Provence)
- LACOSTE A. & SALANON R., 2005. Éléments de biogéographie et d'écologie. Ed. Armand Colin. 318p.
- FAO, 2020. Chapitre 6 - Les effets possibles du changement climatique sur les forêts. <http://www.fao.org/3/v5240f/v5240f0a.htm>
- MEDDOUR R., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuréenne. Thèse Doctorat d'état. UMM, Tizi Ouzou. 461p.
- NEDJRAOUI D. & BEDRANI S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo 8(1) <https://doi.org/10.4000/vertigo.5375>
- OZENDA P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, 431p.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-1963. Nouvelles flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS, 1170p.
- RAMADE F., 2003. Elément d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. 690p.
- RAMADE F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod. 737p.
- SALVAUDON A., 2006. Gestion des milieux et des espèces « Suivi de la végétation ». Mémento de terrain N°83. ATEN
- VELA E. et BENHOUBOU S., 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *CR Biol* 330: 589–605.

Site internet :

- <https://www.ville-ge.ch/cjb/flore/html/biogeographie.html>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Zoog%C3%A9ographie>
- <https://www.aquaportail.com/definition-2825-zoogeographie.html>
- [https://www.africamuseum.be/sites/default/files/media/docs/research/training/Fish Base/2018/Zoogeographie%201.pdf](https://www.africamuseum.be/sites/default/files/media/docs/research/training/Fish%20Base/2018/Zoogeographie%201.pdf)
- https://www.atlas-belgique.be/atlas_papier/atlas1e/Atlas1-FR-20.PDF
- <https://www.exoco-lmd.com/biogeographie-936/cours- biogeographie-et-notions-fondamentales/>
- https://www.spheres.uliege.be/cms/c_3863615/fr/spheres-zoogeographie-et-ecologie-des-vertebres-terrestres-et-dulcicoles
- <https://journals.openedition.org/vertigo/5375?lang=pt>
- <https://www.teline.fr/fr/photos/amaranthaceae/salsola-gr.-vermiculata>
- <https://www.erudit.org/revue/vertigo/2013/v13/n2/1026441ar.pdf>
- www.ecosociosystemes.fr/dynamique.html
- <https://journals.openedition.org/quaderni/525>
- <https://www.ofme.org/documents/Chgmt-clim/Chgmt-clim-et-prod-forestiere.pdf>
- <http://www.fao.org/3/v5240f/v5240f0a.htm>

ANNEXE

BIOGEOGRAPHIE

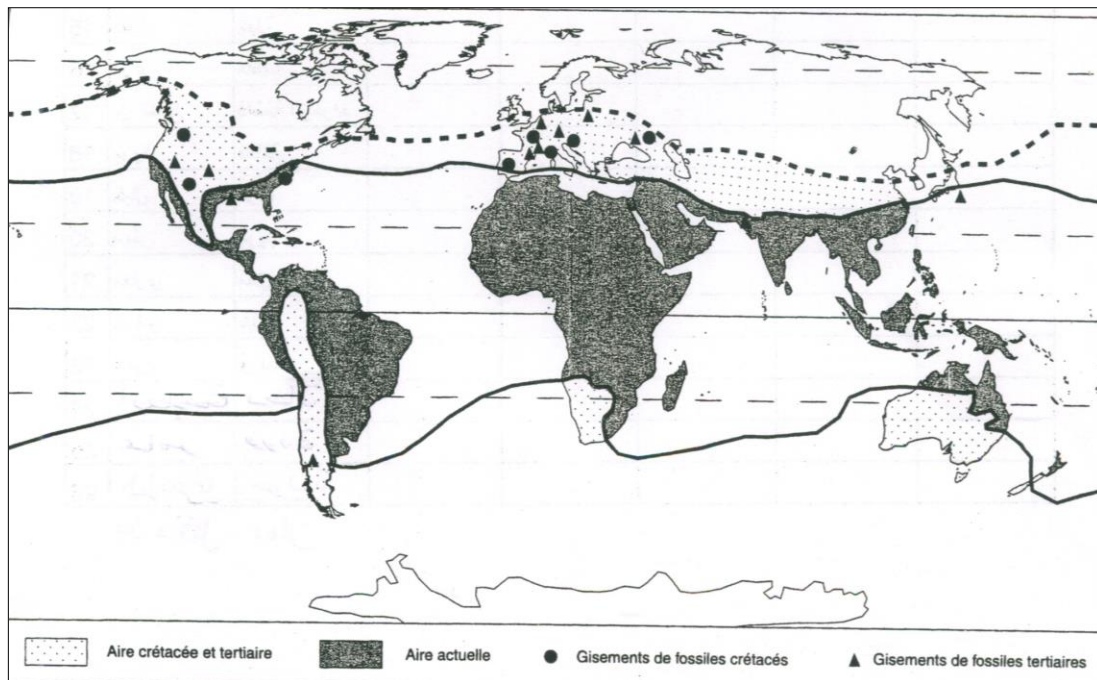


Figure 1. Aires actuelle et passée de la famille des Palmacées (Palmiers) (D'après Joleaud, in Lacoste & Salanon, 2005).

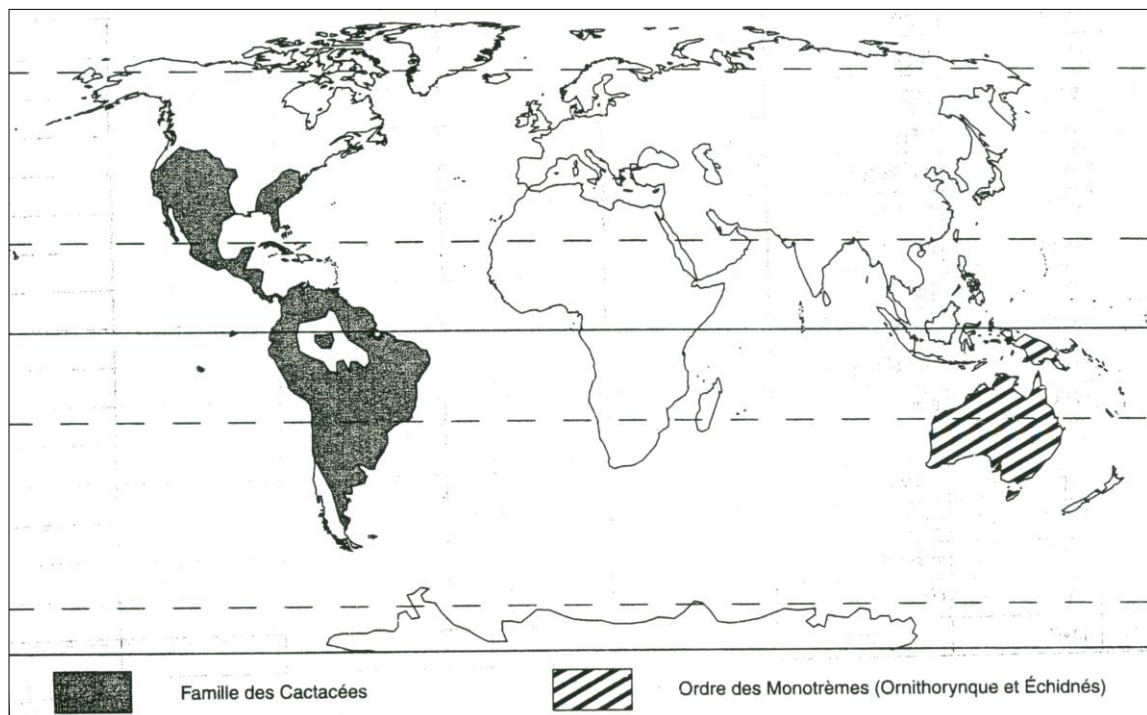


Figure 2. Exemples d'aires endémiques à l'échelle d'un continent (d'après Backeberg pour les Cactacées in Lacoste & Salanon, 2005).

Tableau 1. Les différentes régions des empires floraux du monde (D'après Diels in Ozenda, 1982)

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>I. EMPIRE HOLARCTIQUE</p> <p>1. Région arctique –subarctique (Domaines : Alaska, Nord du Canada, Islande, Nord de la Scandinavie et de la Sibérie) - 2. Région euro-sibérienne (Europe, sauf la partie méditerranéenne ; Ouest de la Sibérie) - 3. Région est-sibérienne - 4. Région macaronésienne (Canaries et Madère) - 5. Région méditerranéenne - 6. Région ouest-asiatique (Caucase, Iran, Turkestan occidental) - 7. Région centre-asiatique (Turkestan oriental, Tibet, Mongolie) - 8. Région sino-japonaise (Japon, Corée et Nord-Est de la Chine) - 9. Région saharo-arabique (Sahara et Arabie) - 10. Région pacifico-nord-américaine) - 11. Région atlantico-nord-américaine</p> |
| <p>II. EMPIRE PALÉOTROPICAL</p> <p>A) Groupe africain</p> <ul style="list-style-type: none"> - Région soudanaise (du Sénégal au Haut Nil) - Région éthiopienne (Ethiopie et Somalie) - Région ouest-africaine (de la Guinée au bassin du Congo, les îles Ascension et Ste-Hélène forment peut être une région distincte) - Région est-africaine (Tanganyika, Mozambique, Rhodésie) - Région sud-africaine (Angola, Transvaal, Orange, Natal) - Région malgache (Madagascar, Mascareignes, Seychelles) <p>B) Groupe asiatique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Région indienne (péninsule Indienne et Ceylan) - Région sud-asiatique (Birmanie, Malacca, péninsule Indochinoise et Sud de la Chine) - Région malaise (Indonésie, Philippines) - Région néo-guinéenne <p>C) Groupe pacifique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Région hawaïenne - Région néo-calédonienne - Région mélanésienne-micronésienne - Région polynésienne - Région néo-zélandaise (Nouvelle-Zélande, sauf une partie de l'île du Sud) |
| <p>III. EMPIRE NÉOTROPICAL</p> <p>Région caraïbe (Amérique centrale et Antilles)</p> <p>Région vénézuélienne-guyanaise)</p> <p>Région amazonienne (Nord du Brésil)</p> <p>Région sud-brésilienne</p> <p>Région argentine (ou des Pampas)</p> <p>Région andine (Pérou et Chili, à l'exclusion de la partie sud)</p> |
| <p>IV. EMPIRE DE CAP</p> <p>Région du Cap (très localisée, mais bien différente de la région sud-africaine de la Paleotropis)</p> |
| <p>V. EMPIRE AUSTRALIEN</p> <p>Région nord- et est-australienne</p> <p>Région sud-ouest australienne</p> <p>Région centre- australienne (désertique)</p> <p>Région tasmanienne</p> |
| <p>VI. EMPIRE ANTARCTIQUE</p> <p>Région patagonienne (Extrême Sud de l'Amérique)</p> <p>Région néo-zélandaise du Sud</p> <p>Région des îles antarctiques</p> |

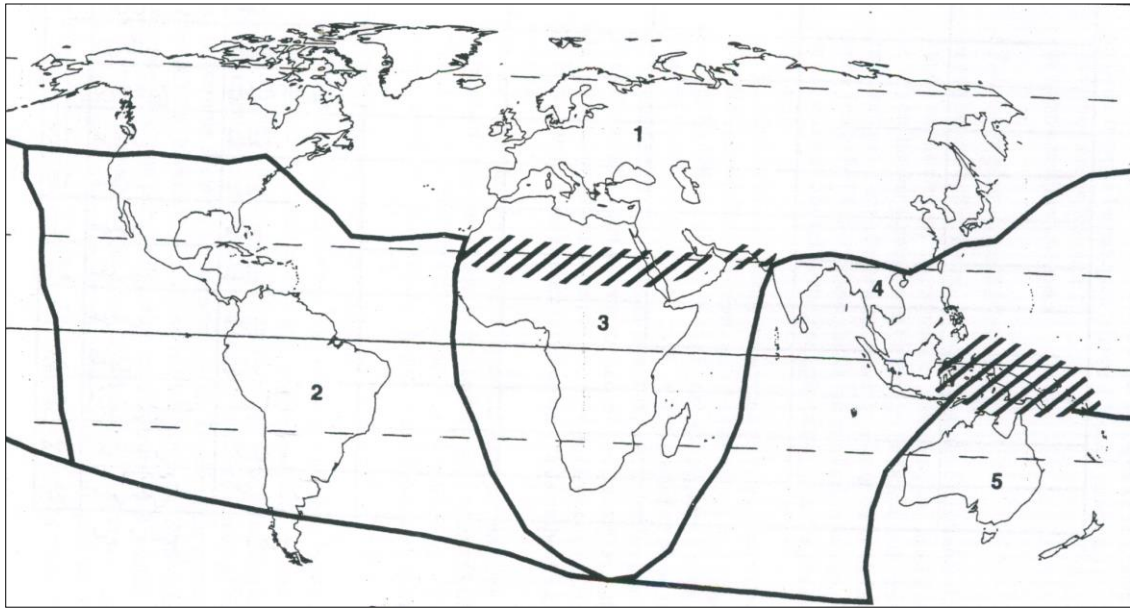


Figure 3. Les différents empires dans le monde (LACOSTE & SALANON, 2005)
 1. Empire holarctique. 2. Empire néotropical. 3. Empire africano-malgache. 4. Empire asiatico-pacifique. 5. Empire antarctique-australien (d'après Lemée)

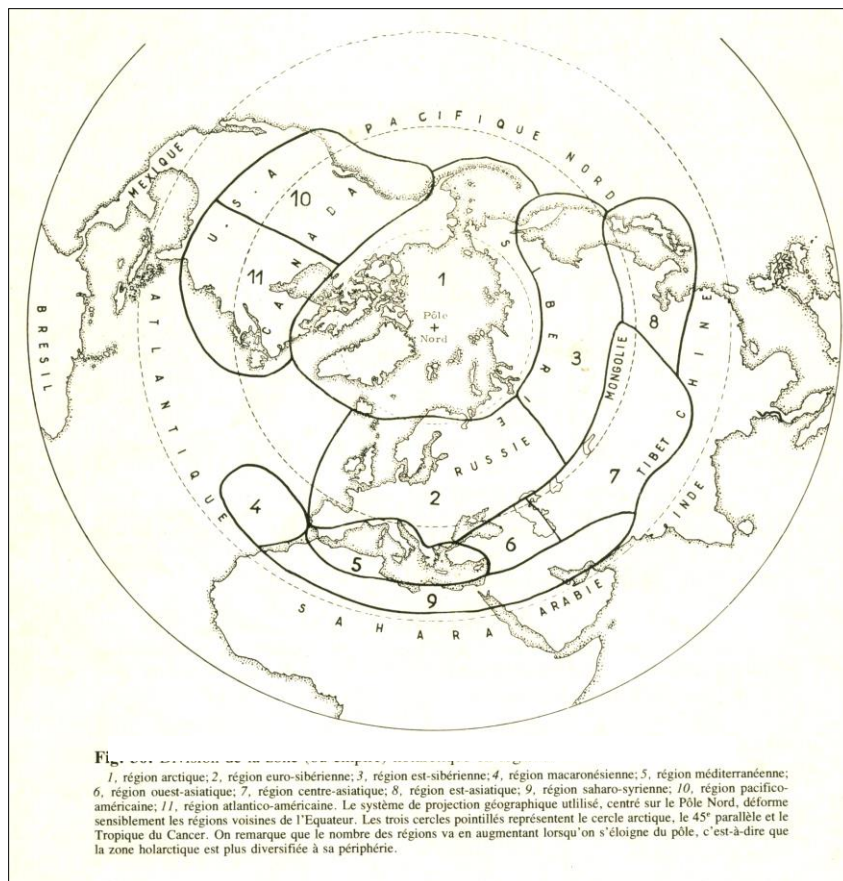


Figure 4. Division de la zone holarctique en région (Ozenda, 1982)

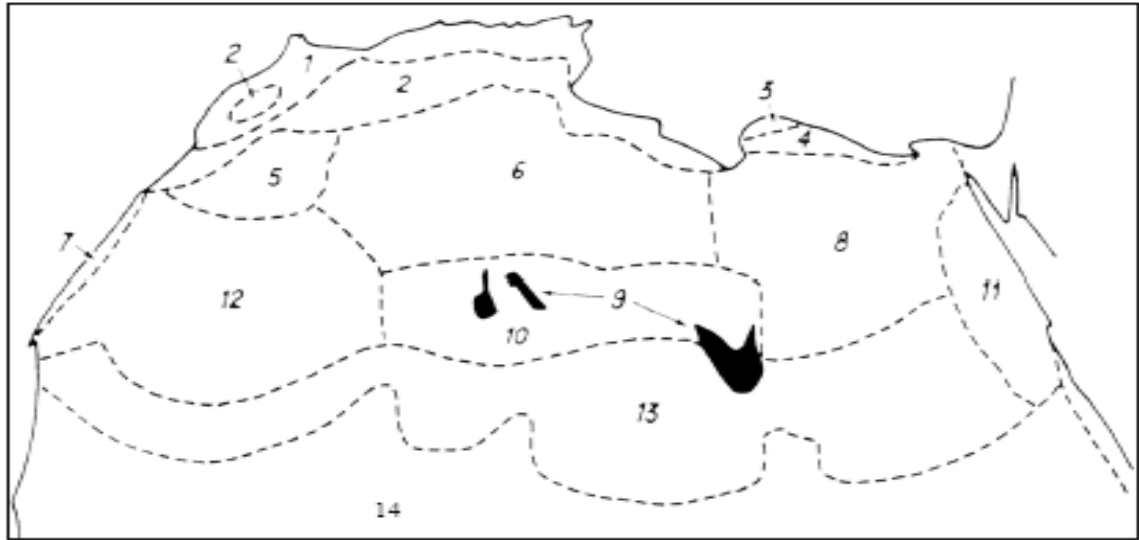


Figure 5. Subdivisions phytogéographiques de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara (Quézel, 1978)

Domaines: 1. Nord-africain méditerranéen; 2. Nord-africain steppique; 3. Cyrénaïque méditerranéen; 4. Est-africain steppique; 5. Sahara nord-occidental; 6. Sahara septentrional; 7. Sahara océanique; 8. Sahara nord-oriental; 9. Hautes montagnes (= Sahara altimontain sensu Le Houérou, 1989); 10. Sahara central; 11. Sahara oriental; 12. Sahara occidental; 13. Sahara méridional; 14. Sahel septentrional.

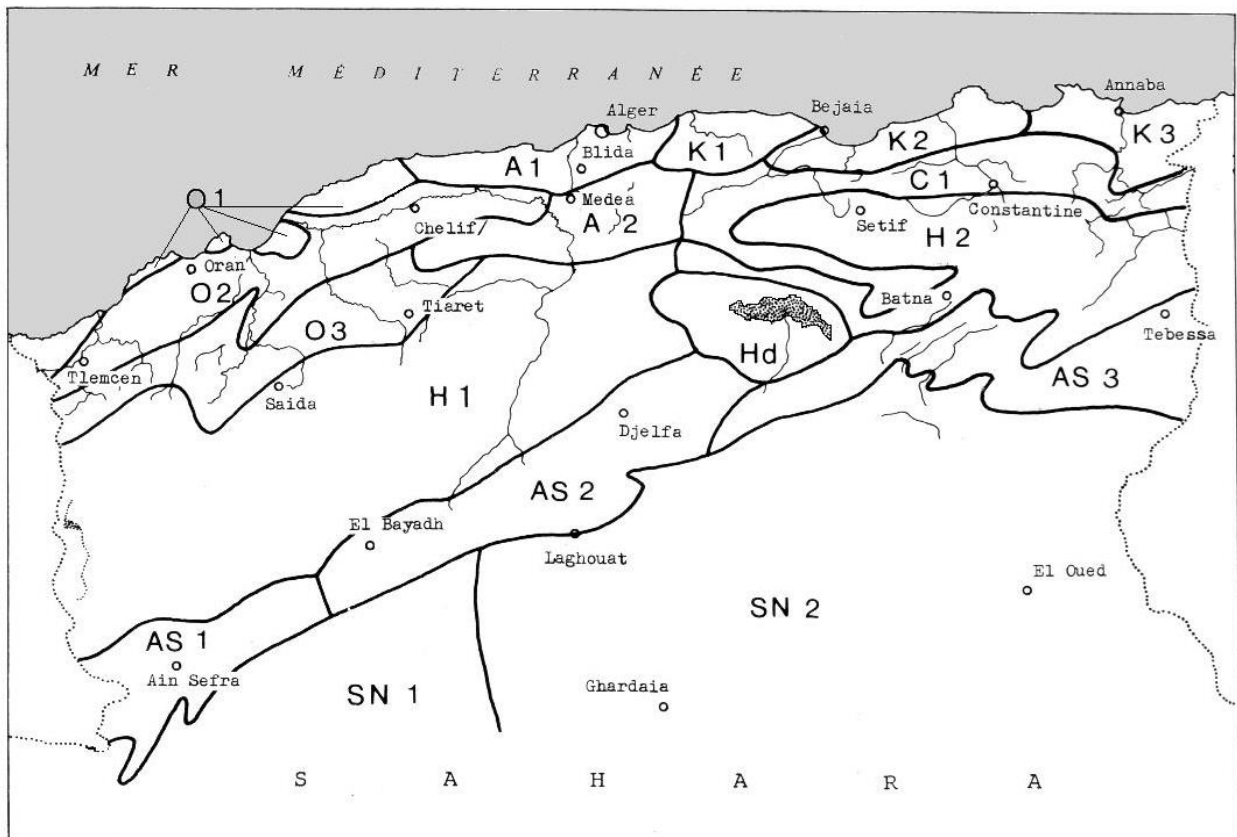


Figure 6. Carte des sous-secteurs phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Quézel & Santa, 1962)



Figure 7. Divisions phytogéographiques de l'Algérie et de la Tunisie (Maire, 1926)

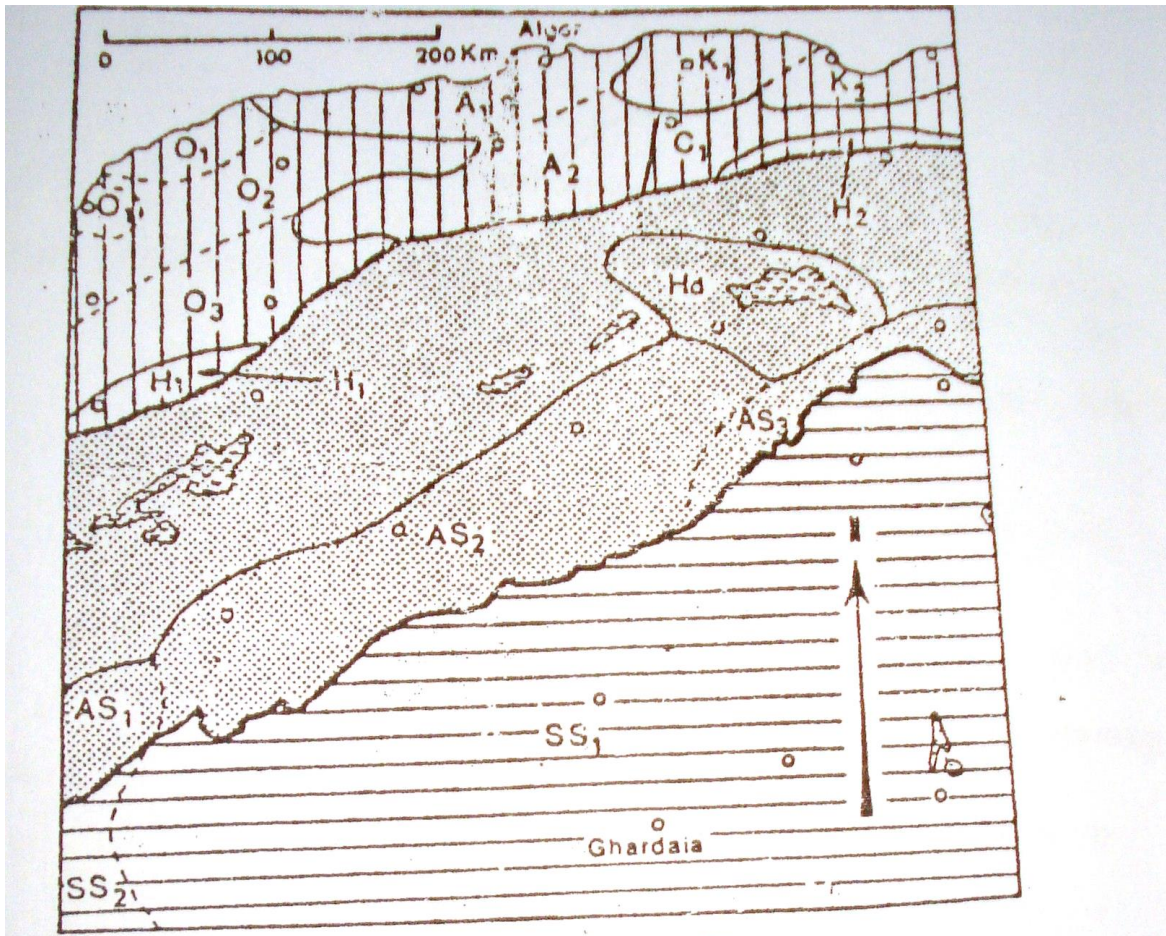


Fig. 1. DOMAINE ET SECTEURS BIOGEOGRAPHIQUES

BARRY et al. 1976

DOMAINES ET SECTEURS BIOGEOGRAPHIQUES

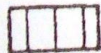

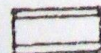
-  Domaine maghrébin méditerranéen
-  Domaine maghrébin steppique
-  Domaine saharo-méditerranéen

Figure 8.

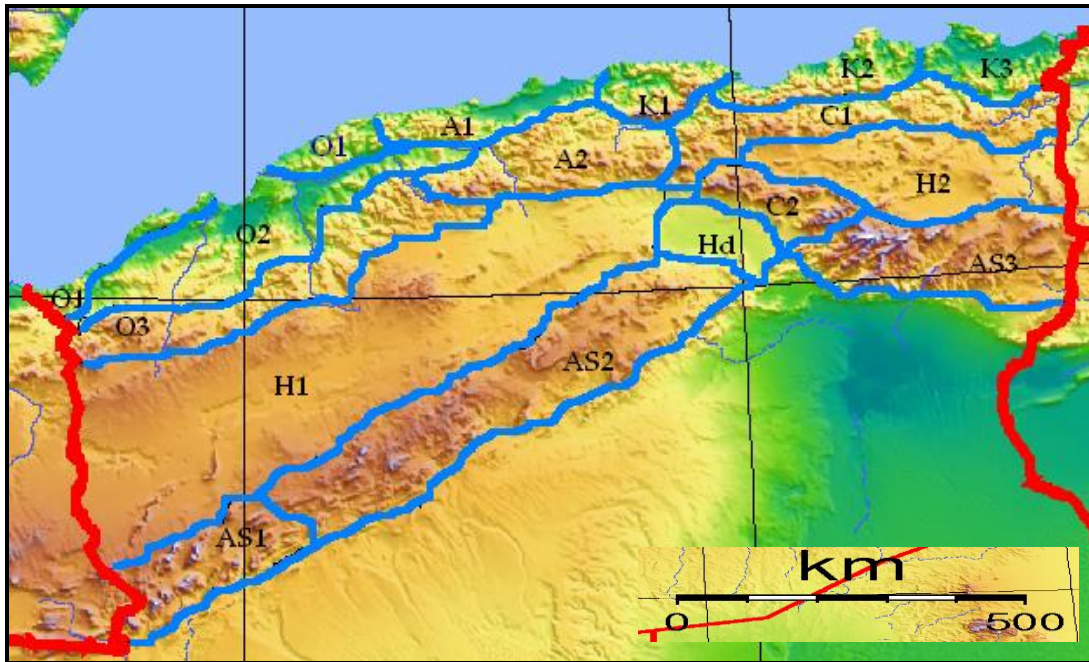


Figure 9. Esquisse cartographique des districts phytochorologiques de l'Algérie du Nord (Meddour, 2010) (sur fond topographique http://www.vmapas.com/afrique/algerie/carte_topographique_algerie.jpg)

1. Domaine maghrébo-tellien
 - 1.1. Secteur kabylo-annabi [K]
 - 1.1.1.1. District de la Kabylie djurdjuréenne [K1]
 - 1.1.1.2. District de la Kabylie baboréenne [K2]
 - 1.1.1.3. District annabi [K3]
 - 1.2. Secteur algéro-ouarsenien [A]
 - 1.2.1.1. District littoral mitidjo-ténésien [A1]
 - 1.2.1.2. District atlasique blido-ouarsenien [A2]
 - 1.3. Secteur orano-tlemcenien [O]
 - 1.3.1.1. District littoral orano-mostaganémois [O1]
 - 1.3.1.2. District planitiaire orano-chélifien [O2]
 - 1.3.1.3. District atlasique tiareti-tlemcenien [O3]
 - 1.4. Secteur tello-constantinois [C]
 - 1.4.1.1. District bibano-guelmois [C1]
 - 1.4.1.2. District belezmo-hodnéen [C2]
2. Domaine maghrébo-steppien
 - 2.1. Secteur des Hautes plaines steppiennes [H]
 - 2.1.1.1. District occidentalo-steppien [H1]
 - 2.1.1.2. District orientalo-steppien [H2]
 - 2.1.1.3. District du bassin Hodnéen [H3]
 - 2.2. Secteur saharo-atlasique [AS]
 - 2.2.1.1. District atlasique ksourien [AS1]
 - 2.2.1.2. District atlasique naïli-amourien [AS2]
 - 2.2.1.3. District atlasique tébessi-aurésien [AS3]
3. Domaine oro-maghrébien

(Sous-domaine oro-algérien)

 - 3.1. Secteur oro-aurésien [OA]
 - 3.2. Secteur oro-kabyle [OK]
 - 3.2.1.1. District oro-baboréen [OB]
 - 3.2.1.2. District oro-djurdjuréen [OD]

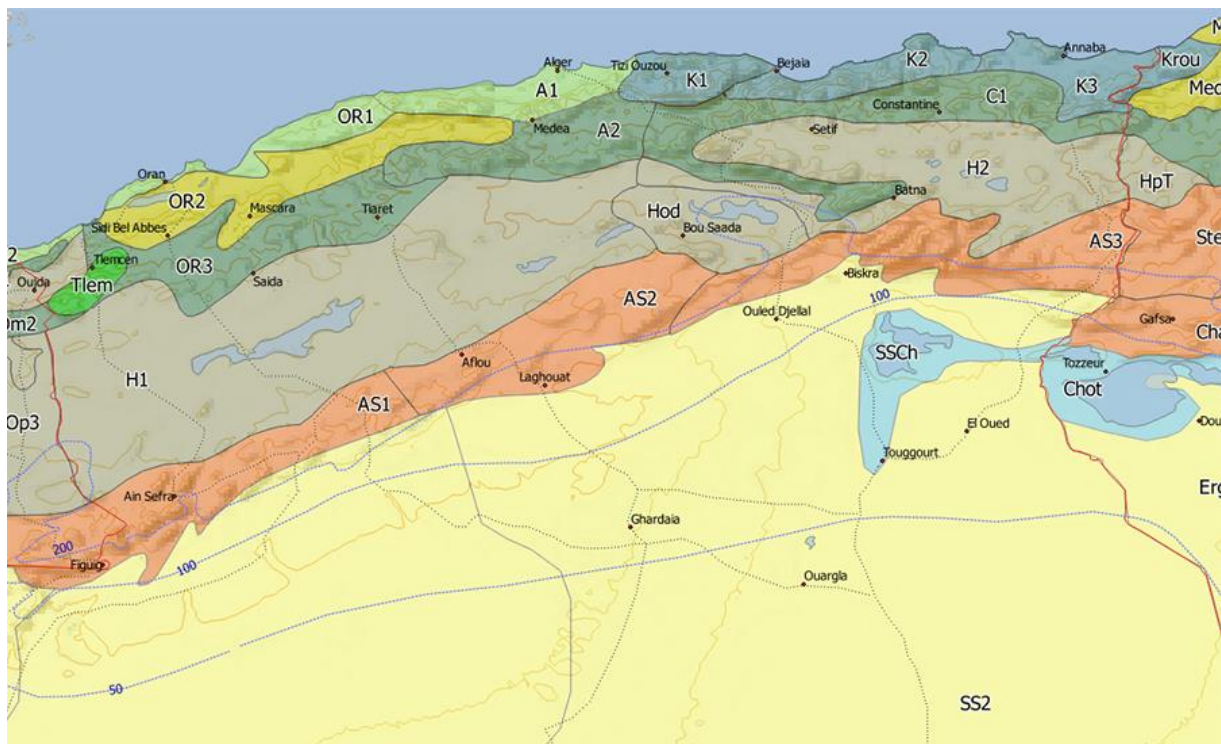


Figure 10.

(selon Quézel adapté)

<https://www.ville-ge.ch/cjb/flore/html/biogeographie.html>

notons: que la définition du Tell, largement mentionnée dans l'ouvrage correspond aux régions , soit O1, O2, O3, A1, A2, K1, K2, K3

KABYLE ET NUMIDIEN:

K1: Grande Kabylie, K2: Petite Kabylie, K3: Numidie (de Philippeville à la frontière tunisienne).

ALGÉROIS:

A1: Sous-secteur littoral, A2: Sous-secteur de l'Atlas Tellien.

TELL CONSTANTINOIS: C1:

ORANAIS:

O1: Sous-secteur des Sahels littoraux, O2: Sous-secteur des plaines littorales, O3: Sous-secteur de l'Atlas Tellien (sur notre carte nous distinguons les montagnes de Tlemcen),

HAUTS-PLATEAUX:

H1: Sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et oranais, H2: Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois.

ATLAS SAHARIEN:

AS 1: Sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais, AS 2: Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois, AS 3: Sous-secteur de l'Atlas Saharien constantinois (Aurès compris).

HODNA:

Hd: Sous-secteur du Hodna;

SAHARA:

Concernant le domaine saharien, les limites proposées par Quézel sont très générales, c'est pourquoi nous les avons affinées afin de réaliser des cartes de distribution. Ces nouvelles limites, se basent sur la géomorphologie extrêmement bien identifiables sur les images satellites (non disponibles en 1963!). De nouvelles légendes sont en cours, ainsi que l'étude de distribution des espèces au sein de ces unités. SS1: Sous-secteur occidental du Sahara Septentrional. SS2: Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional, incluant la région des Chott [SSCh] SC: Secteur du Sahara Central (une redéfinition serait probablement nécessaire) SO: Secteur du Sahara Occidental.[Ms4, Ms1] SM: Secteur du Sahara Méridional, incluant (Les montagnes du Hoggar [ScHo] et des basses altitudes de l'Immidir [ScHs], le tassilit n'Ajjard [ScTd], la zone de l'Erg du Tanerzouff [ScEE] et de l'Erg Egalb [SaEg])



Figure 11. Carte de localisation géographique des 11 points chauds du bassin méditerranéen (d'après Médail & Quézel, 1997, modifiée Véla & Benhouhou, 2007)

1, Madère et Canaries; 2, Haut et Moyen Atlas; 3, complexe bético-rifain; 4, Alpes maritimes et ligures; 5, îles tyrrhéniennes; 6, Sud- et Centre-Grèce; 7, Crète ; 8, Sud-Anatolie et Chypre; 9, Syrie-Liban-Israël-Palestine; 10, Cyrénaïque méditerranéenne; 11, Kabylies-Numidie-Kroumirie

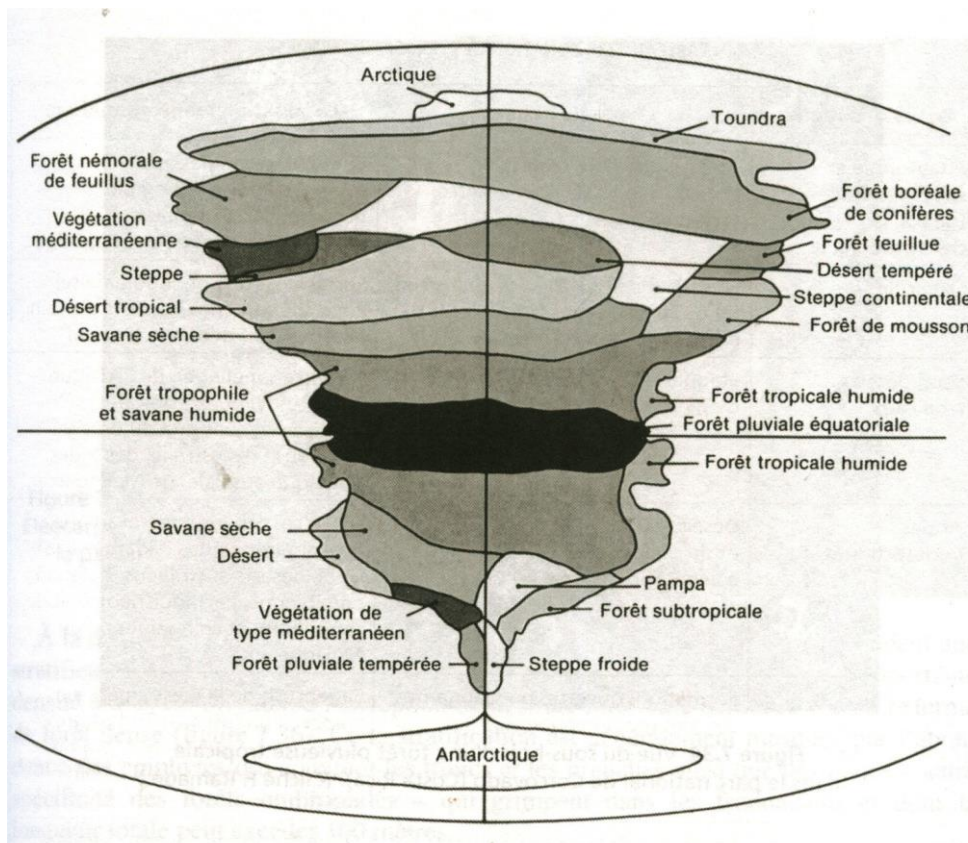


Figure 12. Surface terrestre relative couverte par les grands biomes (D'après Troll in Ozenda, Les végétaux dans la biosphère, op.cit., p.275)

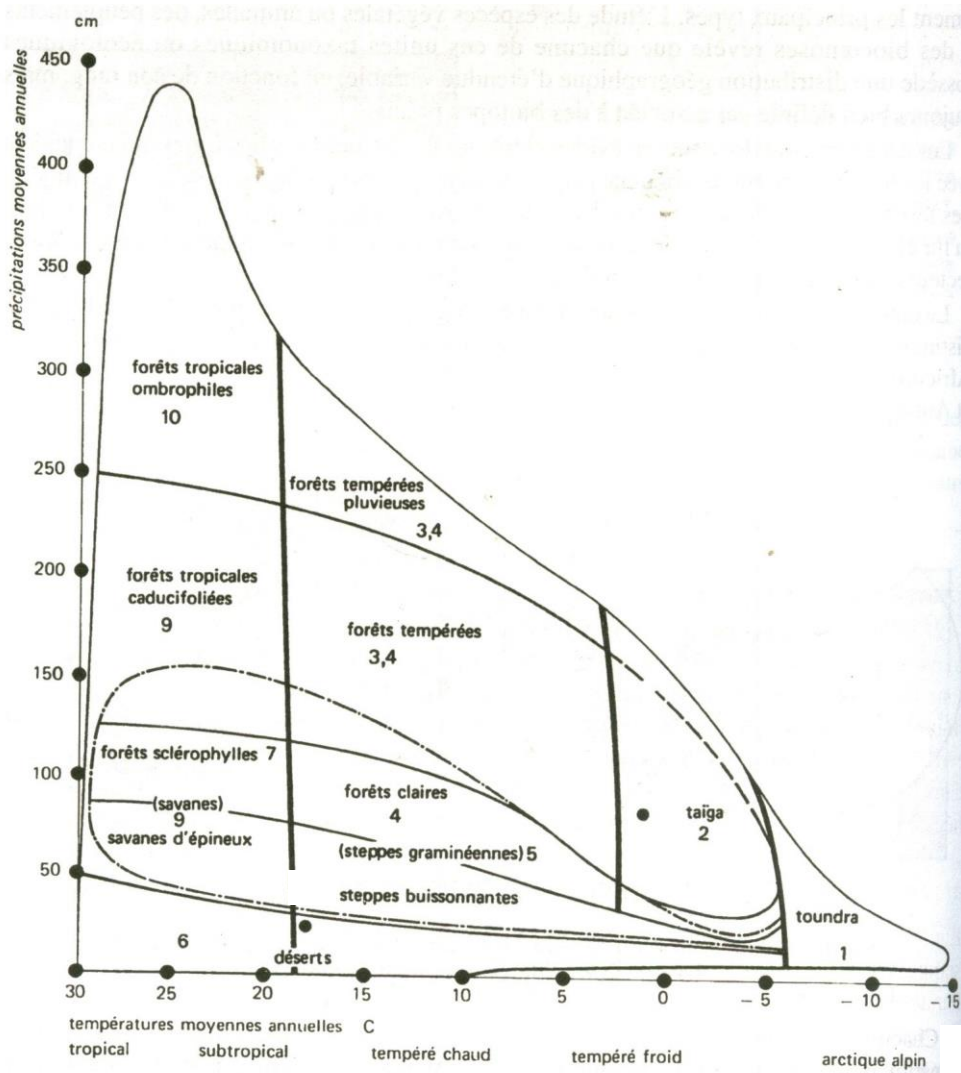


Figure 13. Distribution diagrammatique des grands biomes en fonction de la température et de la pluviométrie (Ramade, 2003)