

**--9République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de biologie**



Biodiversité et changements globaux

Présentée par :

Dr. OUICI Houria

*Enseignante-chercheur, Département de Biologie, Faculté SNV-ST,
Université de Ghardaïa, Algérie*

Courriel : *houhou_1982@outlook.com / ouici.houria@univ-ghardaia.dz.*

Année universitaire 2019/2020

1. Présentation

Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants qui interagissent entre eux et avec leur milieu.

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps (Walter, 1979).

L'ensemble des écosystèmes méditerranéens définis sur la base des grandes zonations climatiques de la biosphère, forment un des grands biomes ou zonobiome.

Par rapport aux autres zones climatiques, la zone méditerranéenne est probablement la plus limitée dans l'espace. Elle l'est également dans le temps puisque ce climat est apparu au Pléistocène (Axelrod, 1973). Un changement climatique global qui supprimerait les influences génératrices du climat méditerranéen, pourrait faire disparaître ce dernier et son existence aura été un court moment à l'échelle géologique (Aidoud, 1983).

Les formations végétales ont évolué dans des milieux marqués par l'hétérogénéité géologique et oro-topographique mais surtout par une longue et profonde pression humaine.

L'homme a, depuis environ 7000 ans, marqué par son empreinte tous les écosystèmes méditerranéens. Devenant agriculteur, il s'est sédentarisé et ses activités et l'usage qu'il a fait de la nature ont abouti à la destruction presque totale de la végétation originelle. Tout ce qu'il y a actuellement de nature sauvage, ne correspond en fait qu'à des mosaïques successionales de dégradation (Goussanem, 2000).

Dans cet ensemble très diversifié, nous retiendrons les systèmes les moins artificialisés, qui peuvent être considérés comme des stades d'équilibre plus ou moins stables (Whittaker & Levin, 1977).

La distinction des différents écosystèmes méditerranéens se base sur l'architecture d'ensemble : la physionomie déterminée par les végétaux dominants. Ces derniers restent les meilleurs bio-indicateurs car ils représentent les espèces qui structurent activement le système. Les principaux écosystèmes sont subdivisés selon la taille de ces végétaux, partant des forêts dites sclérophylles aux steppes en passant par les matorrals. La hauteur et la structure des formations végétales constituent la première manifestation des conditions de milieu et d'usage. L'homme intervient par la transformation de la répartition spatiale de ces

trois types d'écosystème en favorisant les phénomènes de steppisation et de désertification (Goussanem, 2000).



1 Caractéristiques majeures des forêts méditerranéennes

La végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, historiques, géographiques et édaphiques (Loisel, 1978). Le bassin méditerranéen présente un grand intérêt pour toute étude scientifique, vu sa grande richesse floristique, liée à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléoclimatiques, géologiques et écologiques.

L'histoire de la forêt méditerranéenne est actuellement assez bien connue et les phytogéographes sont tout à fait capables de définir, sur le pourtour méditerranéen, l'extension potentielle des essences majeures (Quézel *et al.*, 1991). L'un des caractères majeurs des forêts méditerranéennes, vis-à-vis des forêts européennes, réside dans leur richesse en espèces arborescentes, constitutives ou associées.

Le bilan effectué par Quézel *et al.* (1999) et Barbero *et al.* (2001) a abouti à une richesse en ligneux péri-méditerranéens égale à 247 taxons, soit deux fois plus d'espèces par rapport aux estimations de Latham et Ricklefs (1993) qui indiquent 124 espèces d'arbres au sein des forêts tempérées d'Europe et de la Méditerranée (Quézel *et al.*, 2003).

Le caractère particulier des forêts méditerranéennes est en rapport d'une part avec leur grande hétérogénéité biogéographique, historique, climatique et physiologique et d'autre part avec leur instabilité et leur vulnérabilité liées à la fois à l'environnement et à l'activité humaine.

Les forêts méditerranéennes se sont réduites en superficie et se sont appauvries en biomasse et en biodiversité. Il y a une trentaine d'années, les terres forestières de la région étaient estimées à 85 millions d'hectares, avec 20 millions d'hectares couverts effectivement de forêt. L'évaluation FAO sur les ressources forestières fixe à 81 millions d'hectares pour les superficies forestières. Le taux annuel de déforestation en 1981 jusqu'au 1990 en Afrique du Nord et au Proche-Orient a été de l'ordre de 114000 hectares (FAO, 1994), soit 1,1 %, alors qu'il ne dépasse guère 0,8 % dans les pays tropicaux (M'Hirit, 1999).

La région circum-méditerranéenne apparaît donc sur le plan mondial comme un centre majeur de différenciation des espèces végétales (Quézel *et al.*, 1995). L'un des premiers soucis des géobotanistes et de connaître la diversité floristique et la répartition des espèces et des unités supérieures du point de vue biogéographique (Quézel, 1978-1985 ; Quézel *et al.*, 1980). Malgré sa richesse floristique globale remarquable, la région circum-méditerranéenne présente une hétérogénéité considérable tant au niveau du nombre des espèces méditerranéennes que celui des endémiques, en fonction des zones géographiques qui la constituent (Quézel *et al.*, 1995).

Di Castri (1981) et Quézel (1989) montrent que l'intense action anthropique (déboisement, incendie, pâturage, culture et délits variés) entraîne une diminution des surfaces forestières, chiffrée entre 1 et 3 % par an (Quézel *et al.*, 1990), formées surtout par des espèces pré-forestières, chamaephytiques et nano-phanérophytiques, ce qui explique la disparition de certaines forêts d'arbres sempervirents de la région méditerranéenne et leur remplacement par des milieux assez ouverts qui occupent la quasi-totalité de la forêt.

Les modifications climatiques possibles dans le cadre du phénomène des changements globaux ne devraient pas, à priori, entraîner des raréfactions voire des disparitions notables chez les phanéropytes méditerranéennes. Les espèces les plus menacées sont beaucoup plus sensibles à l'effet des impacts humains que sous les changements climatiques.

Les régions méditerranéennes d'Europe et d'Afrique du Nord sont particulièrement concernées par les changements climatiques : à long terme, elles prédisent une évolution plus rapide et plus importante du tapis végétal que dans d'autres parties du monde (Hesselbjerg-Christiansen *et al.*, 2007). D'autre part, les changements attendus vont dans le sens d'une réduction de la disponibilité en eau durant la saison de végétation (Vennetier *et al.*, 2010).

L'ensemble des forêts soumises au bioclimat méditerranéen est subdivisé en plusieurs ensembles bioclimatiques en fonction de la valeur des précipitations annuelles, du coefficient pluviothermique d'Emberger (1930 à 1955) et la durée de la sécheresse estivale (Daget, 1977) qui représente un phénomène régulier (stress climatique) mais variable, selon ces types bioclimatiques et les étages de végétation (Quézel, 1974-1981).

En conséquence, on distingue dans les montagnes méditerranéennes une succession d'étages de végétation définis pour les types climatiques dont les limites varient avec la latitude et qui sont dénommés infra-méditerranéen, thermo-méditerranéen, euméditerranéen, supra-méditerranéen, montagnard-méditerranéen et oro-méditerranéen (Quézel, 1976).

La dégradation de la forêt méditerranéenne a fait et continue de faire l'objet d'intérêt de plusieurs auteurs, nous citons : Tomaselli (1976), Nahal (1984), Benabid (1985), Le Houerou (1988), Marchand *et al.* (1990), FAO (1993), M'Hirit et Maghnonj (1994), Skouri (1994), (Cherifi *et al.*, 2011, Saidi *et al.*, 2016).

1.1 En Afrique du Nord

La flore de l'Afrique Occidentale méditerranéenne est relativement bien connue (Maire, 1926). Les endémiques Nord-Africaines représentent environ 125 espèces. D'un point de vue synthétique, un premier bilan établi par Quézel en 1978, a montré la présence, en dehors des portions Sahariennes, 916 genres, 4034 espèces dont 1038 endémiques (Medail et Quézel, 1997).

Koenigueur (1974) laisse supposer la coexistence de paysages forestiers savanes sans grande affinité. Les rares macro-restes se rattachant au Pléistocène en Afrique du Nord continental appartiennent à peu près exclusivement à des taxons xérophiles : *Tamarix*, *Acacia*, *Olea*...

Quézel (2000) souligne que l'Afrique du nord qui ne constitue qu'une partie du monde méditerranéen (environ 15 %) ne possède pas, actuellement, de bilan précis relatif au nombre des espèces végétales existantes de 5000 à 5300.

Medail *et al.* (1997) ont toutefois recensé environ 3800 espèces au Maroc méditerranéen, 3150 en Algérie méditerranéenne et 1600 en Tunisie méditerranéenne ; le nombre approximatif des endémiques étant respectivement de 900, 320 et 39.

Les formations forestières nord-africaines peuvent prendre l'aspect de belles futaies régulières quand elles sont en bon état. Elles se présentent souvent, hélas, sous l'aspect de broussailles, de maquis et garrigue qui en dérivent par dégradation.

Actuellement, dans de nombreuses régions en Afrique du nord, les prélèvements volontaires s'opèrent dans des matorrals forestiers par dessouchage et une végétation arbustive nouvelle s'installe.

Ce processus de remplacement de matorrals primaires en matorrals secondaires déjà envisagé aboutit ultérieurement à une dématerralisation totale qui est particulièrement évidente dans le Maghreb semi-aride où elle conduit une extension des formations de pelouses annuelles (Bouazza *et al.* 2000).

Les perturbations sont nombreuses et correspondent à deux niveaux de plus en plus sévères allant de la matorrallisation jusqu'à la désertification et désertisation passant par la steppisation et la thérophytisation (Barbero *et al.*, 1990 ; Bouazza *et al.*, 2010).

1.2 En Algérie

L'Algérie comme tous les pays méditerranéens est concernée et menacée par la régression des ressources pastorales et forestières (Bestaoui, 2001). Dans ce contexte, plusieurs travaux ont été réalisés comme ceux de Cosson (1853), Flahaut (1906), Tradescant (1960) in Alcaraz (1976), Battandier et Trabut (1888-1889).

La flore algérienne a peu évolué après la séparation de l'Afrique et de l'Europe, mais sa situation reste sans doute moins dramatique que les autres pays de l'Afrique, car ces forêts couvrent environ 3,7 millions d'hectares en 1999 dont 6,5 % se situent au Nord et 36,5 % occupent quelques massifs des hautes plaines (Quézel et Santa, 1962-1963).

En 1962, Quézel et Santa ont estimé la flore algérienne à 3139 espèces dont 700 sont endémiques. Les arbres les plus spectaculaires du Sahara est le Cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana*) qu'on trouve en particulier dans la vallée de Tamrirt et le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dont il reste quelques éléments au Hoggar. Il faut noter également l'Arganier dans la région de Tindouf et l'Olivier de Laperrine (*Olea laperrini*) fréquent au Tassili.

Intéressantes et multiples sont les exploitations botaniques sur l'Oranie ; les premières sont celles de Cosson (1853) puis Trabut (1887) et Flahaut (1906) suivies de celles de Maire (1926) et Boudy (1950). Les études géobotaniques du Tell oranais ont commencé avec Alcaraz (1969, 1982 et 1991), Zeraïa (1981), Dahmani (1989), Bouazza (1991 et 1995) et Benabadji (1991 et 1995).

Les trois grandes voies de recherche menées dans l'étude des écosystèmes méditerranéens correspondent aux trois dimensions fondamentales de la théorie générale des systèmes : structure, fonctionnement et évolution. La phytoécologie et la phytosociologie tentent d'expliquer, par l'assemblage d'espèces en relation avec certains facteurs du milieu, l'établissement, la composition et l'agencement des groupements végétaux méditerranéens.

L'étude du fonctionnement permet de comprendre les relations des organismes entre eux et des organismes avec le milieu pour les fonctions principales. Enfin, l'approche évolutionniste est basée sur l'identification, pour les éléments dominants de l'écosystème, des principales stratégies d'évolution et des principales forces guidant ces stratégies (Aidoud,2000).

2 Etages de végétation

Le concept d'étage bioclimatique est une notion botanique qui a été créée pour associer la répartition des êtres vivants à des schémas climatiques mondiaux liés à la géographie et l'altitude.

L'étage est défini de manière assez empirique par une association de végétation (et de faune associée) et une situation géographique (un fond de vallon, versant, etc.). Dans la pratique, on définit les limites d'un étage donné par une plage de valeur des variables climatiques moyennes (température, précipitation, etc.) et on y associe une végétation type, l'ensemble constituant alors l'étage bioclimatique (Quézel, 2000).

2.1 Le thermo-méditerranéen

L'étage bioclimatique est nommé «thermo-méditerranéen » lorsqu'on constate l'alternance de deux saisons contrastées très marquées (hiver frais et très pluvieux pendant 4 à 5 mois et été chaud et très sec pendant plus de 6 mois). C'est le cas du Maghreb, du Proche-Orient et de la Grèce.

Il s'étend en moyenne entre 0 – 500-600 m, plus au sud il peut s'élever à plus de 1000 m, notamment sur l'Aurès.

Les structures dominantes sont constituées sur calcaire surtout par *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis* ; on y trouve aussi des formations à *Pistacia lentiscus*, *Calycotome spinosa* et les formes dégradées apparaissent avec *Asphodelus fistulosus*, *Euphorbia spinosa*.

2.2 Le méso-méditerranéen

L'étage bioclimatique est nommé «méso-méditerranéen» lorsque l'alternance des saisons se fait par l'intermédiaire du printemps et de l'automne, qui peuvent être alors plus pluvieux que l'hiver et qui donne un caractère méditerranéen moins accusé. Les rivages nord de la Méditerranée appartiennent à cette catégorie, au moins pour l'Espagne, la France et l'Italie.

Il s'étend entre 400 - 600 m, hiver plus doux, plus humide, été moins chaud. Les forêts de l'étage méso-méditerranéen sont essentiellement constituées par les sclérophylles (*Chêne pubescens*).

2.3 Supra-méditerranéen

Lorsque le froid hivernal est la règle et à plus forte raison si l'été est plus tempéré, on bascule dans l'étage «supra-méditerranéen» qui fait souvent transition en altitude ou en latitude avec les étages non méditerranéens (de haute montagne ou de l'Europe médiane) (Guy Aubert, 1999).

Il s'étend en moyenne entre 1200-1300 et 1500-1600 m en moyenne ; sur les principaux massifs montagneux, les grandes structures de la végétation restent proches au moins physiologiquement de celles de l'étage méso-méditerranéen.

Quelques essences caducifoliées sont présentes dans ce type de végétation, notamment *Crataegus monogyna*, *Viburnum lanana*, localement abondant sur les chaînes méridionales. En bioclimat humide, les formations caducifoliées de type supra-méditerranéen sont bien développées dans les Kabylies (Ozenda, 1974).

A cet étage, les conifères sont peu fréquents comme *Pinus halepensis*, *Quercus pubescens*, *Q. petraea*, *Pinus sylvestris* (Quezel, 2000).

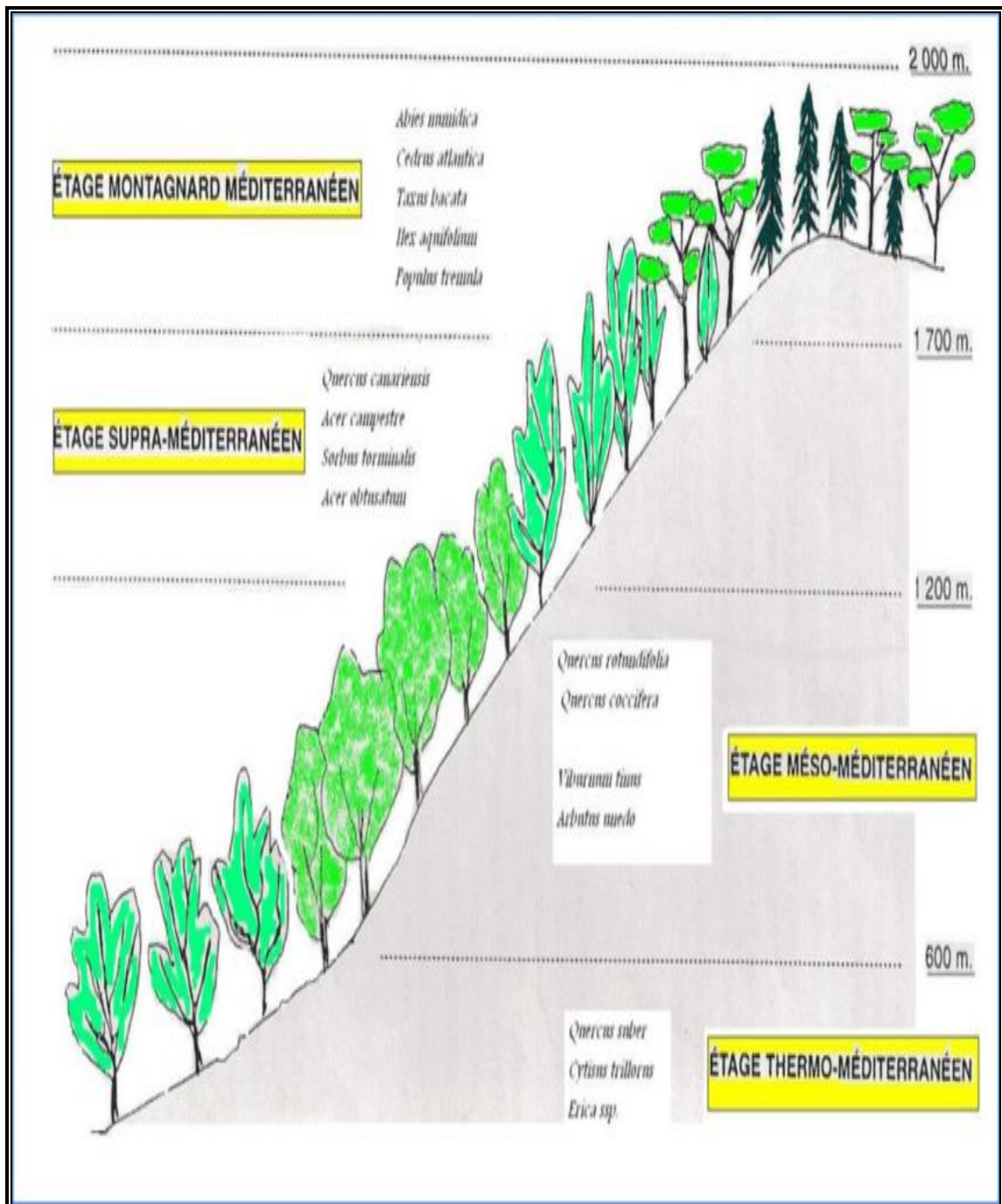
2.4 Montagnard

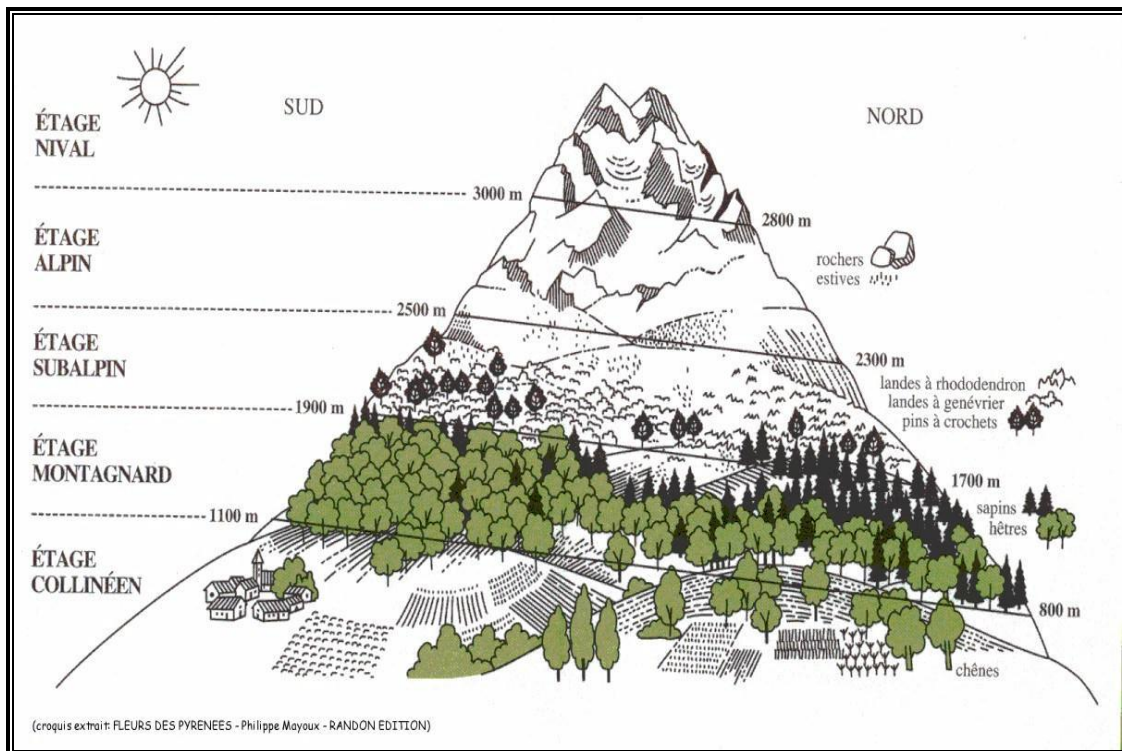
Il est essentiellement caractérisé par les conifères montagnards : *Cedrus atlantica*, *Abies maroccana*, *A. numidica*, *Juniperus thurifera* subsp. *africana* voire *Pinus nigra* subsp. *mauritanica*. Il se localise entre 1600-1800 m et 2300-2500 m, en fonction des situations. *Quercus rotundifolia* n'est toutefois pas absent et tend de plus en plus à s'étendre, notamment en versant sud et sur les substrats dégradés (Quezel, 2000).

2.5 Oroméditerranéen et étage du subalpin

Au-dessus de 2200-2500 m, l'étage oroméditerranéen atlasique est essentiellement constitué par des formations à xérophytes épineux en coussinets, dominées par *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Erinacea pungens*, *Cytisus balansae*, *Vella mairei* et

Asragalus spp. Toutefois, *Juniperus hurifera* subsp. *Africana* forme assez souvent, sur le Haut Atlas oriental en particulier, une ceinture claire de végétation forte malmenée par l'homme. Il est localement associé au Cèdre mais aussi à *Lonicera arborea*, *Buxus balearica* et *B. sempervirens*. Sur le Haut Atlas Central et Occidental, c'est *Quercus rotundifolia* qui joue ce rôle, sans doute en raison d'une forte océanité du climat. Cette ceinture arborée peut atteindre 2600-2800 m d'altitude (Quezel, 1957).





4. Les types de végétations (formations végétales)

Sur le plan physiognomiques diverses définition sont admises pour définir les types de végétation, ainsi, selon Trochain (1955 in Ionesco et Sauvage, 1962), les types de végétation sont « de grands ensemble végétaux qui impriment en paysage une physionomie particulière, parce qu'ils résultent de l'accumulation d'espèces végétales spécifiquement variées mais appartenant, en grande majorité à une même forme biologique qui est ainsi dominante ».

Les principaux types de végétation et leur classification ont fait l'objet de plusieurs études. Pour décrire les types de végétation observée, nous nous sommes inspirés des classifications établies par Ionesco et Sauvage (1962) et le Houérou et al (1975), cette classification est basées sur des critères tel que la répartition horizontale, verticale et la densité des individus.

✓ Forêt :

C'est une formation végétale arborescente dont la hauteur est de sept mètres au minimum, avec une densité des arbres d'au moins cent arbre à l'hectare. Selon la structure horizontale et en fonction de la densité des arbres, on distingue ; forêt dense (recouvrement > 75%), forêt claire (recouvrement entre 50 et 75%) et forêt trouée (recouvrement entre 25 et 50%) (Donadieu, 1985).

Cependant, selon la nature des espèces arborescentes dominantes, on distingue dans la région méditerranéenne ; forêts de conifères, forêts caducifoliées, forêts sclérophylles et les forêts hygrophiles (Quézel, 1976).

✓ **Matorral :**

Selon le Houérou *et al.* (1975) et Donadieu (1985), le matorral « est une formation à végétaux ligneux n'excédent pas sept mètres de hauteur et dérivant toujours directement ou indirectement d'une forêt climatique par dégradation anthropozoogène ». Ces auteurs distinguent :

- Selon la hauteur (H) :- matorral élevé ($H > 2$ m jusqu'à 6 m).
 - matorral moyen ($0.66 < H < 2$ m).
 - matorral bas ($H < 0.6$ m).
- Selon le recouvrement (R) : - matorral dense ($R > 75\%$).
 - matorral troué ($50\% < R < 75\%$).
 - matorral claire ($25\% < R < 50\%$).

La structure permet aussi de distinguer quelques cas particuliers de matorral (Ionesco et sauvage, 1962) : matorral arboré, matorral à xérophytes épineux. Ce dernier a pris plusieurs appellations ;

pelouses écorchées (Barbaro *et al.*, 1971 et 1975), matorral bas à xérophytes épineuse en coussinet (Le Houérou *et al.*, 1975), garrigue à xérophytes épineux en coussinet (Quézel, 1957)

ou pâturage l'écorche (Maire, 1924 in Gharzouli, 2007). Ce sont des mosaïques de « pelouses mésophiles à xérophiles, de plage et sols dénudés et de xérophytes épineux en boule, localement arborées ou arbustives » (Donadieu, 1985).

✓ **pelouses :**

Ce sont, en général, des « formations basses inférieures à 0.30m dominées par les hémicryptophytes, les chaméphytes herbacées et les géophytes et dont le rythme de production saisonnier est d'autant plus marqué que la sécheresse édaphique est plus longue ». (Le Houérou *et al.*, 1975).

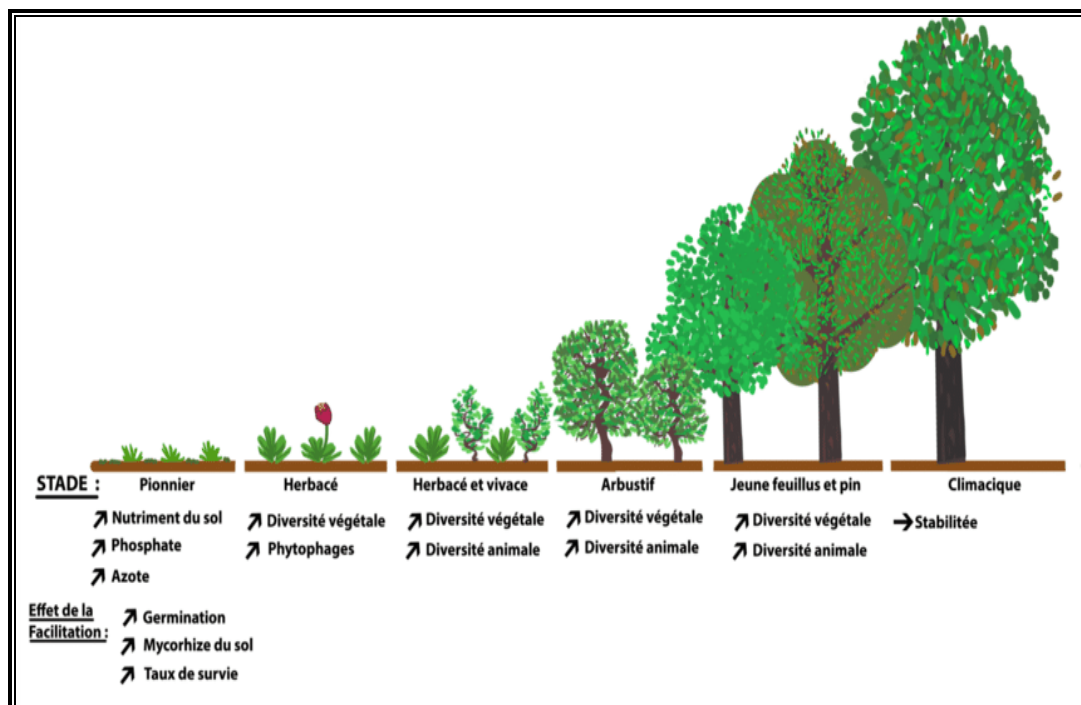
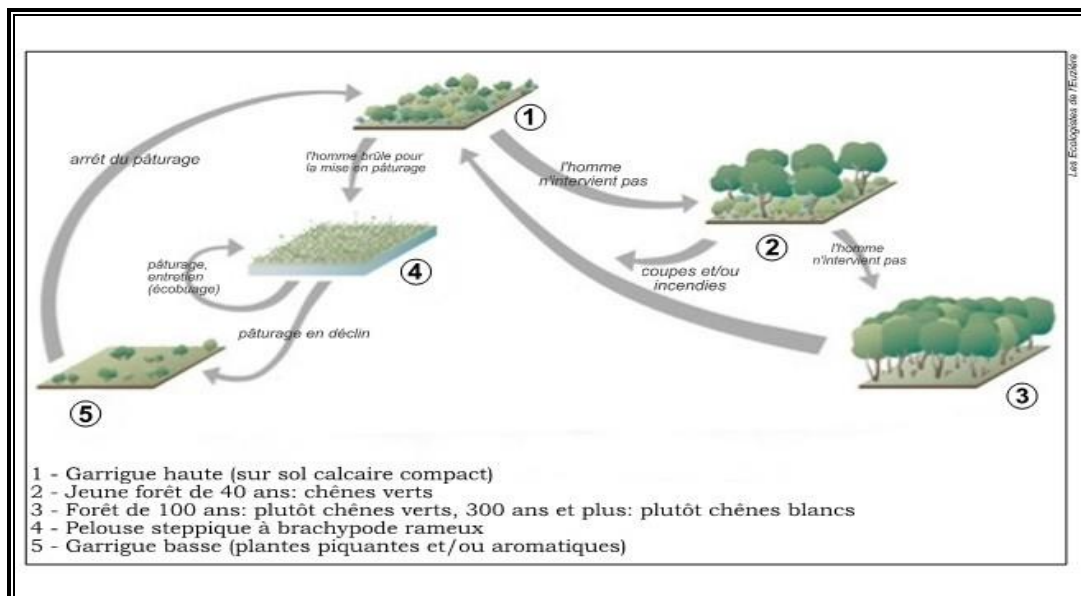
✓ **Prairies :**

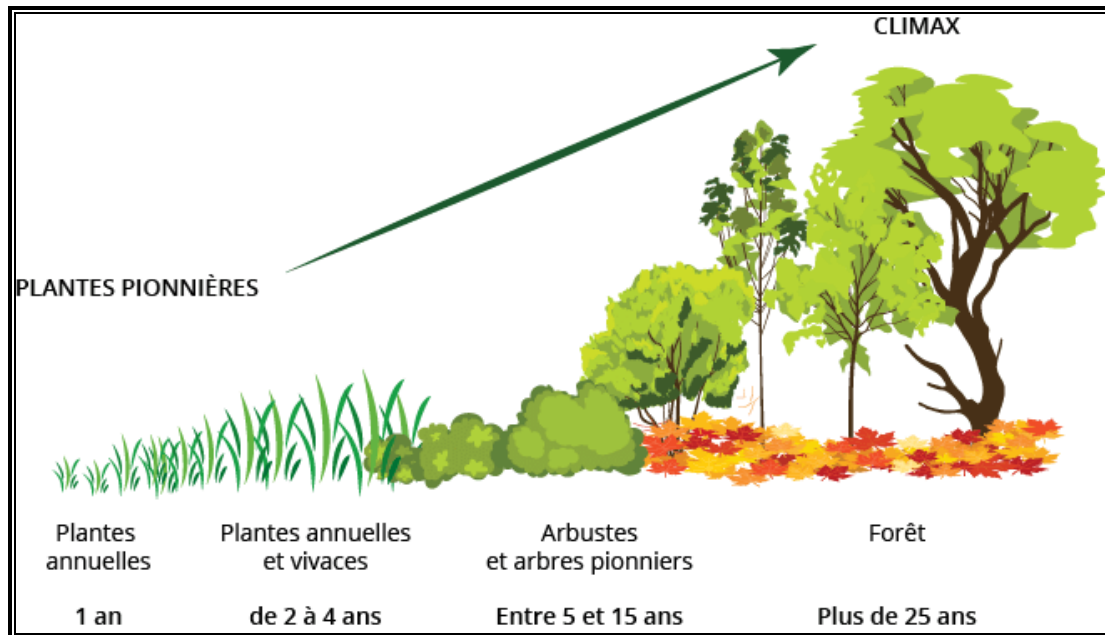
Ce sont des formations herbacées, à recouvrement proche de 100%, à base d'hémicryptophytes et des géophytes mésophile et hygrophiles (en particulier de graminées et de cypéracées (Ionesco et sauvage, 1962 ; Le Houérou *et al.* 1975).

✓ **Steppes :**

Selon Ionesco et Sauvage (1962), la steppe y représente « une formation naturelle herbacée très ouverte et très irrégulière ». Cette appellation globale est donc souvent complétée par le

nom de l'espèce dominante, tantôt graminéenne (steppe à *Stipa tenacissima*), tantôt chaméphytique (steppe à *Artemisia herba-alba*), parfois également par une référence aux conditions climatiques et édaphiques locales (steppe aride ou saharienne, steppe sammophile à *Aristida pungens* ou halophile à Salsolacées) (Kaabeche, 1995).





5. Inventaire floristique (inventaire des espèces)

Dans le but de connaître l'organisation de la communauté végétale du site étudié, un inventaire floristique a été effectué en adoptant l'approche stigmatiste, c'est-à-dire la méthode des relevés floristiques (Braun-Blanquet, 1952).

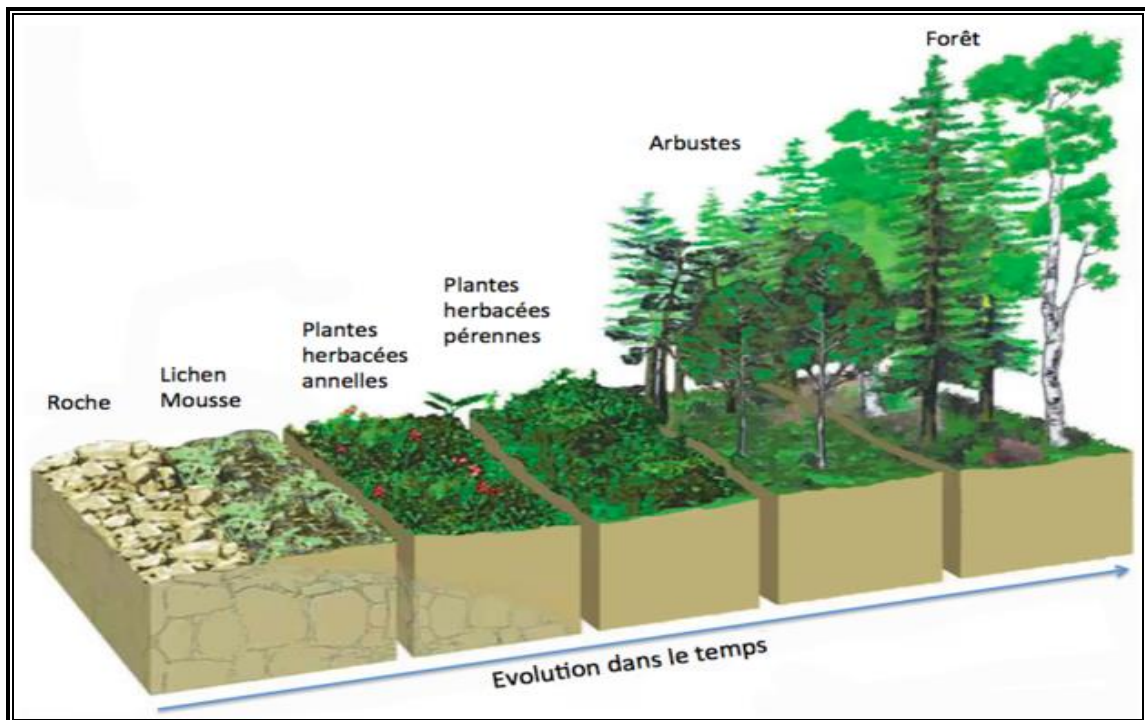
Au niveau de chaque station (stations), nous avons effectué des relevés floristiques durant la période de floraison. La superficie de chaque relevé est de 100 m². Cette superficie est considérée comme aire minimale, permettant de recenser le maximum d'espèces qui s'y trouvent.

Chaque relevé est numéroté et certaines conditions du milieu y sont notées à savoir :

- la date,
- l'altitude,
- la pente et l'exposition du terrain,
- les caractéristiques du sol (texture, structure, pH, calcaire actif, calcaire total, taux de la matière organique, humidité, conductivité électrique),
- le recouvrement total de la végétation.

Au niveau de chaque station et chaque relevé, l'inventaire floristique a été effectué sur les strates suivantes (Benabdeli, 1996) :

- la strate arborescente : hauteur de 4 mètres et plus.
- la strate arbustive : entre 1,50 m et 4 m.
- la strate buissonnante : entre 0,50 m et 1,50 m.
- la strate herbacée : ≤ 0.50 m.



En se référant à l'échelle établie par Braun-Blanquet (1975), chaque espèce recensée est affectée d'un coefficient permettant d'estimer simultanément son abondance et sa dominance. Elle se présente comme suit :

+ : Espèce rare et sporadique.

1 : Espèce dont le recouvrement total est inférieure à 5%.

2 : Espèce dont le recouvrement total est de 5% à 25 %.

3 : Espèce dont le recouvrement total est de 25% à 50 %.

4 : Espèce dont le recouvrement total est de 50 % à 75 %.

5 : Espèce dont le recouvrement total est de 75 % à 100 %.

Les espèces recensées ont été conservées dans un herbier. En botanique, un herbier est une collection de plantes séchées. Il sert de support physique à différentes études sur les plantes, principalement à la taxonomie et à la systématique. Le terme herbier (herbarium) désigne aussi l'établissement ou l'institution qui assure la conservation d'une telle collection (Morat, 1995).

Les ouvrages utilisés pour la détermination des taxons inventoriés sont :

- la flore coloriée de poche du littoral méditerranéen (Penzig, 1902).
- la flore algérienne : Naturelle et Acquise (Gubb, 1930).
- la nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (Quézel & Santa, 1962 -1963).
- le guide de la flore méditerranéenne (Bayer *et al.*, 2009).
- l'encyclopédie de botanique & d'horticulture (Geoff Burnie *et al.*, 2010).

5.1. Etude de la diversité floristique

L'originalité floristique des différents groupements ainsi que leur état de conservation et de leur valeur patrimoniale est mise en évidence par l'analyse de leur richesse floristique, ainsi que par leur caractère biologique et chorologique (Dahmani, 1997).

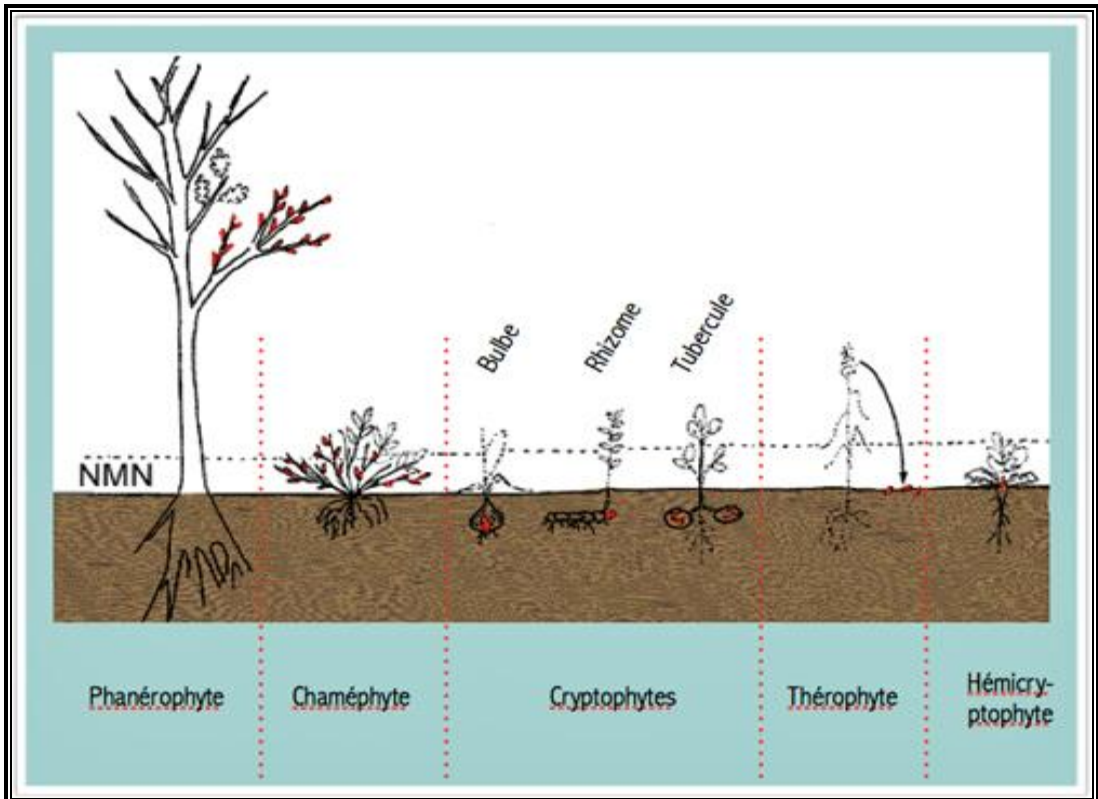
L'étude de la flore inventoriée dans les deux versants a été abordée du point de vue biologique, systématique, morphologique et biogéographique.

Caractérisation biologique

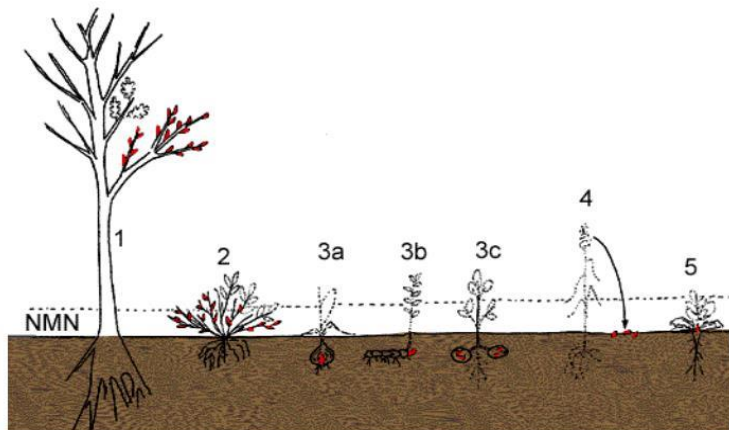
Selon Gaussen *et al.* (1982), le spectre biologique est le pourcentage des divers types biologiques. Romane (1987) recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des caractères morphologiques et des caractères physiologiques.

Chaque espèce a été affectée de son type biologique selon la classification de Raunkiaer (1943). Cette classification est basée sur la morphologie de la plante et la position des bourgeons de rénovation du végétal par rapport au sol. Elle distingue 05 types biologiques :

- les phanérophytes (Ph): arbres, arbustes et végétaux ligneux dont les bourgeons sont à plus de 50 cm du sol;
- les chaméphytes (Ch): végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons sont à moins de 25 cm du sol;
- les hémicryptophytes (He) : végétaux herbacés dont les bourgeons sont à la surface du sol ;
- les géophytes (Ge) ou cryptophytes : végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons se situent dans le sol, sur des organes souterrains de réserve ;
- les thérophytes (Th) : végétaux herbacés annuels qui passent la mauvaise saison sous forme de graines et qui réalisent leur cycle entier en une année au maximum.



Types biologiques chez les végétaux
(classification de Raunkiaer)



		% des espèces ds le monde	exemples
1	phanérophytes	46%	chêne, rosier, palmier...
2	chaméphytes	9%	bruyère, thym...
3	cryptophytes	6%	narcisse, crocus, nénuphar
4	thérophytes	13%	graminées
5	hémicryptophytes	26 %	iris, pissenlit

Cormophytes terrestres

Phanérophytes	souche ligneuse, bourgeons jusqu'à plus de 50 cm du sol <i>arbres, arbustes, arbrisseaux, épiphytes</i>
Nanophanérophytes	phanérophytes de moins de 2 m de hauteur <i>arbustes, arbrisseaux</i>
Chaméphytes	souche ligneuse, bourgeons entre 0 et 50 cm du sol <i>arbustes nains rampants, sous-arbrisseaux</i>
Hémicryptophytes	pas de souche ligneuse, bourgeons au niveau du sol <i>herbacées bisannuelles et vivaces</i>
Cryptophytes (Géophytes)	pas de souche ligneuse, bourgeons sous la surface du sol <i>herbacées vivaces à bulbes, rhizomes, tubercules, comus, ...</i>
Thérophytes	pas de souche ligneuse, pas de bourgeons hivernaux <i>herbacées annuelles</i>

Cormophytes aquatiques

Hydrohémicryptophytes	pas de souche ligneuse, bourgeons à la surface du substrat <i>herbacées vivaces aquatiques</i>
Hélophytes	pas de souche ligneuse, bourgeons dans le substrat, tiges dépassant la surface de l'eau en période de végétation <i>herbacées vivaces aquatiques (Ex: Typha)</i>
Hydrogéophytes	pas de souche ligneuse, bourgeons dans le substrat, tiges ne dépassant pas la surface de l'eau en période de végétation <i>herbacées vivaces aquatiques (Ex. Nymphaea)</i>
Hydrothérophytes	pas de souche ligneuse, pas de bourgeons hivernaux <i>herbacées aquatiques annuelles, nageantes ou flottantes</i>

Caractérisation systématique

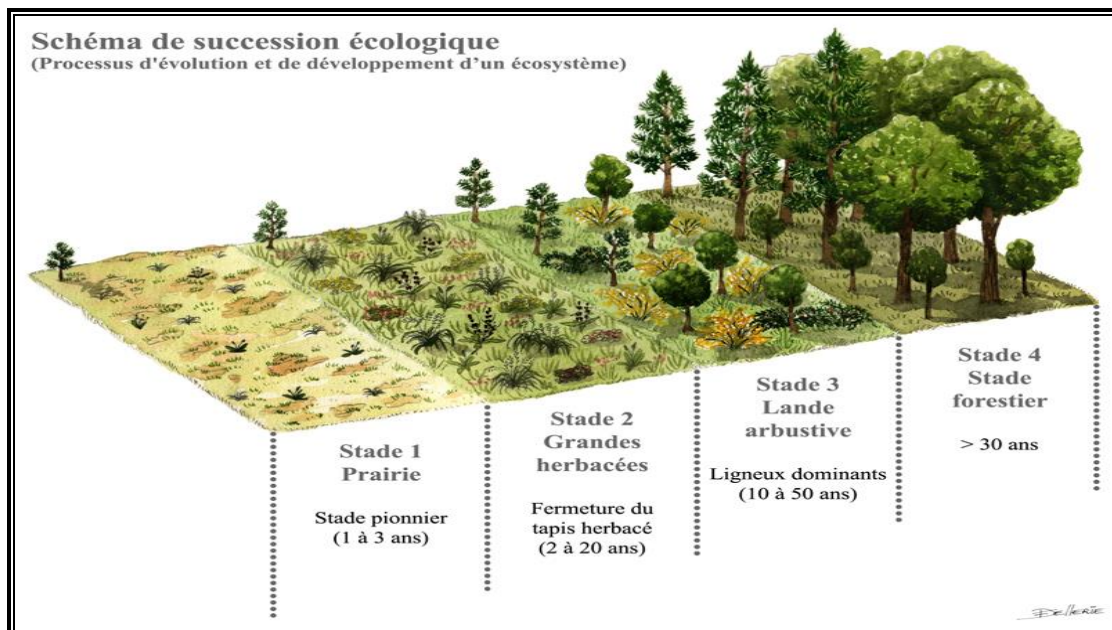
Un total de 136 espèces végétales (versant sud –nord) a été noté, réparties en 39 familles botaniques (versant sud) et 38 familles botaniques (versant nord).

La détermination des familles botaniques de chaque espèce a été réalisée à travers la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963) ainsi que la grande flore en couleurs de Gaston Bonnier (1990).

Caractérisation morphologique

L'identification des formations végétales ont été déterminées selon l'échelle de la stratification ci-dessous, avancée par Benabdeli, (1996), et la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963).

- La strate arborescente : hauteur de 4 m et plus
- La strate arbustive : entre 1.50 m et 4 m.
- La strate buissonnante : entre 0.50 m et 1.50 m.
- La strate herbacée : moins de 0.50 m.



Caractérisation biogéographique

La phytogéographie est la discipline qui étudie la répartition des végétaux et les causes de cette dernière. Elle est au carrefour de la biologie végétale et de la géographie.

La présence d'une espèce végétale en un endroit donné, dépend des liens qui existent entre elle et les conditions environnementales locales.

Pour Quézel (1983), la diversité biogéographique de l'Afrique est due essentiellement aux modifications climatiques que la région a subies depuis le miocène.

Au niveau de notre zone d'étude, la détermination des caractéristiques biogéographiques de chaque espèce inventoriée a été réalisée à travers la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963)

6. La biodiversité dans le bassin méditerranéen

La région méditerranéenne est l'un des 34 points chauds du monde (hot spots), représente une diversité biologique exceptionnelle soulignée récemment face à la crise actuelle d'extinction d'espèces due à des changements globaux et les facteurs anthropozoogènes menacent cet héritage biologique unique (Blondel et Medail 2005). Cette richesse floristique estimée à 25000 espèces connues, ce qui correspond à 9.2 % de la flore mondiale, sur un territoire représentant seulement 1.5% de la surface terrestre. La moitié de ces espèces sont endémiques du pourtour et qui sont bien adaptés aux périodes sèches (VELA et BENHOUGHOU, 2007).

6.1. Vers une prise en compte multi-facette de la biodiversité méditerranéenne ,pour mieux la conserver

Mieux comprendre les phénomènes environnementaux qui agissent sur les espèces constitue une étape importante pour conserver la biodiversité. En région méditerranéenne, où les conséquences biologiques des changements globaux seront probablement très contrastées (Blondel & Médail, 2009), il s'agit en particulier d'évaluer les processus démographiques et fonctionnels des populations végétales et animales. Cependant, la forte imprévisibilité des événements climatiques et des autres perturbations qui caractérisent cette région complique les simulations démographiques au sein de ces écosystèmes hétérogènes et changeants (Blondel et al., 2010).

Même s'il a traversé avec plus ou moins de succès le crible de grandes crises, cet héritage biologique s'avère fragilisé par la rapidité et l'ampleur des changements environnementaux en cours et prévus par les diverses modélisations. L'ensemble du bassin méditerranéen ne devrait pas être affecté de manière homogène sur le plan climatique (Hoerling et al., 2012), et l'étude du passé nous montre que bon nombre d'espèces ont pu trouver un habitat favorable lors des anciennes variations de climat. En premier lieu, l'identification précise de la localisation des zones refuges* méditerranéennes constitue une priorité en conservation biogéographique*, car ces zones abritent, on l'a vu, une biodiversité unique, sur le plan taxonomique (espèces endémiques), évolutif (forte diversité et originalité génétiques) et fonctionnel (émergence de nombreuses adaptations locales). Dans une perspective de conservation évolutive de la biodiversité (Nieto-Feliner, 2011), il convient aussi de bien comprendre les processus de réponse des végétaux (extinction, migration ou persistance) face aux changements globaux du passé, afin de mieux estimer ceux du futur.

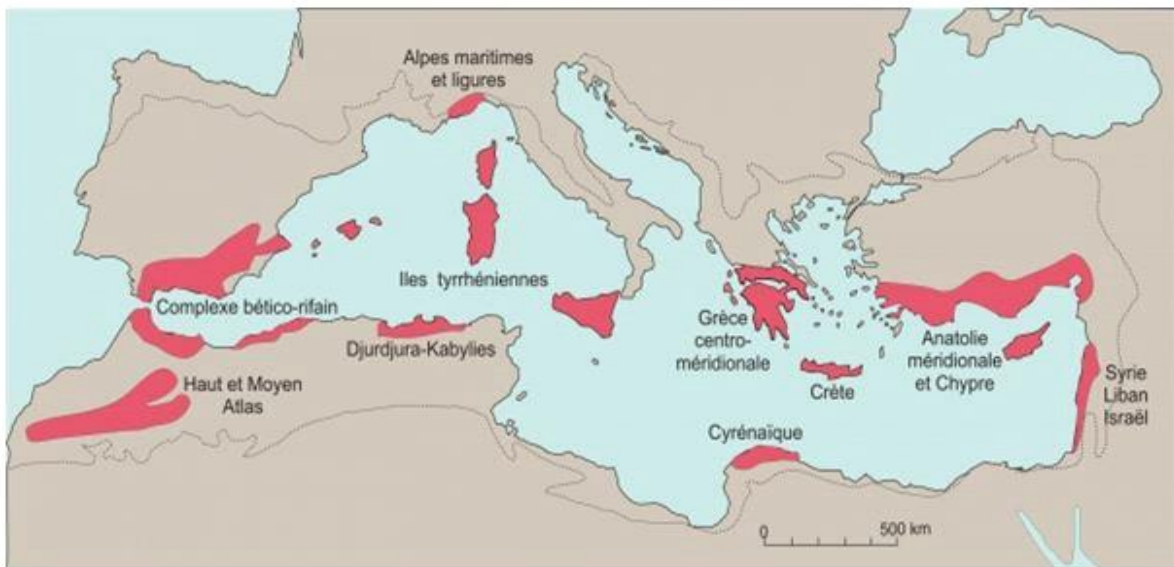
S'il n'est bien évidemment pas envisageable de contrôler les conditions climatiques, l'étude des diverses influences liées aux perturbations ou aux changements du mode d'usage des terres pourrait également nous apporter des informations complémentaires et permettre de définir des propositions de gestion plus efficaces.

Les politiques de conservation en région méditerranéenne devraient donc considérer deux objectifs complémentaires : (i) la protection des espaces (habitats remarquables), qui permettrait la préservation de zones uniques au monde (par exemple les centres d'endémisme*) incluant des espèces endémiques et/ou relictuelles et des zones refuges*, sans oublier les corridors d'habitats garants des connectivités biologiques ; (ii) la protection des espèces, indispensable pour la conservation des végétaux menacés dont la distribution est plus éparse et ne présente pas de tendance à l'agrégation. Cette double approche doit être mise en œuvre en priorité sur la frange littorale, la plus menacée (Blondel & Médail, 2009).

Néanmoins, et contre toute attente, les zones littorales, même parmi les plus urbanisées (par exemple la Principauté de Monaco, les caps), recèlent parfois encore quelques « trésors » de biodiversité végétale, pour peu que persistent quelques fragments d'habitats semi-naturels.

Ainsi, seules des approches intégrées de conservation biogéographique* et évolutive, analysant conjointement les différentes gammes d'échelles spatio-temporelles et les multifacettes de la biodiversité, depuis les paysages jusqu'aux gènes, permettront de fournir des critères et indicateurs utiles pour une conservation globale des écosystèmes et des ressources génétiques du bassin méditerranéen, en incluant les interactions avec les sociétés et les territoires

7. La biodiversité en Algérie :



Localisation des points-chaud (hot spots) régionaux de biodiversité végétale de la région méditerranéenne. (QUEZEL et MEDAIL, 1997).

Deux pôles principaux de diversité floristique existent, l'un occidental qui comprend péninsule Ibérique, le Maroc et l'Algérie (secteur oranais et kabyle), et l'autre oriental avec la Turquie et la Grèce ou le taux d'endémisme dépasse les 20% en particulier dans les îles et les hautes montagnes.

C'est aussi que la région méditerranéenne est considérée parmi les régions les plus peuplées du monde, ce qui rend ce patrimoine biologique vulnérable et fragile face à un climat changeant (Quezel et MedaiL, 2003).

7.1. Les espaces actuellement occupés par les aires protégées en ALGERIE

- L'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens qui présentent une diversité écologique, sans égal sur les plans bioclimatique, morphologique, floristique, et faunistique.
- Une telle diversité se traduit par une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité, qui lui confère une valeur patrimoniale exceptionnelle dans le domaine de l'environnement naturel.
- La biodiversité algérienne est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen, en effet, l'existence des espèces très rares sont signalées dans notre pays comme la Sittelle de Kabylie.
- Afin de protéger ce patrimoine national, notre pays par le biais du ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et plus récemment par ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement a identifié un réseau d'aires protégées, qui englobent des écosystèmes uniques et représentatifs de la diversité biologique du pays, conformément à la loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable

8. Menaces sur la biodiversité

A l'échelle mondiale, on constate une régression rapide de la biodiversité, cette régression est liée à l'action de plusieurs agents que l'homme et l'évolution naturelle de la terre y participent, Parmi ces menaces on peut citer:

- L'influence des changements globaux

L'expression (changement globaux) désigne les phénomènes que l'on peut classer en:

- Les changements dans l'utilisation des terres et des couvertures végétales.
- Les changements dans la composition de l'atmosphère.
- Le changement du climat.
- Les alternations dans la composition des communautés naturelles et la perte de la biodiversité (Quezel Et Medail, 2003).

Ces changements globaux sont des résultats de plusieurs facteurs classés en deux grands groupes:

- Facteurs anthropiques

L'installation de l'homme et ses moyens de production a bouleversé les équilibres

écologiques existants dont l'explosion démographique qui exerce une pression sur la biodiversité afin de satisfaire les besoins humains, principalement l'alimentation, l'industrie et les travaux de construction. Par la déforestation, la fragmentation d'habitats et les différentes formes de pollution, l'homme exerce un effet très nocif sur la biodiversité - Facteurs naturels

La modification de la biodiversité résulte de deux causes naturelles majeures:

- Le changement climatique

Se manifeste par la modification drastique de l'environnement physique de la terre et ainsi que la composition chimique de l'atmosphère et le climat. Ces changements peuvent provoquer à court terme des migrations (mobilité géographique) ou des changements de comportements ou de la physiologie (Abbadie et Lateltin, 2006).

9. Les forêts algériennes

9.1. Présentation générale

En Algérie, la forêt revêt un caractère particulièrement important car elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt n'apparaît aussi nécessaire à la protection contre l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement. Actuellement le couvert forestier global en Algérie est de 4,1 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 16,4 % pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Néanmoins, seuls 1,3 millions d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. A l'instar des pays du pourtour méditerranéen, l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier (Ferka Zazou, 2006).

Cette situation a poussé plusieurs chercheurs internationaux et nationaux de conduire des études ayant toutes porté sur la répartition, l'écologie des formations forestières, le climat, les sols, la biodiversité, leurs caractéristiques phytosociologiques, leur sylviculture, les reboisements et les aménagements, ont été pleinement explorées et ont donné naissance à des centaines de travaux et de publications. Nous citerons à titre d'exemple les travaux de Cosson, 1853 ; Boudy, 1955 ; Quezel & Santa, 1962 ; Benabdeli, 1983, 1996, 1998 ; Quezel & Barbero, 1989 ; Aime, 1991 ; Letreuch, 1991, 1995 ; Khelifi & *al.* 1994 ; Dahmani, 1997).

9.2. Caractéristiques majeures des forêts algériennes

Les grands traits de la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit :

- forêt essentiellement de lumière, irrégulière avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ;
- forêt souvent ouverte, formée d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange ;
- forêt avec présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation des feux ;
- productivité moyenne annuelle très faible ;
- utilisation de toutes les formations forestières comme terrains de parcours avec toutes les conséquences (Goussanem, 2000).

9.3. État actuel de la forêt algérienne

La superficie forestière actuelle est estimée entre 3,2 millions d'hectares et 4 millions d'hectares selon les sources (Morsli, 2007). Seuls 1,3 millions hectares représentent la vraie forêt naturelle, le reste étant constitué par des formes de dégradation, maquis, garrigues et des reboisements

***Quelles sont les menaces ?**

Cette diversité biologique est aujourd'hui sérieusement menacée par :

- la perte ou la modification des habitats,
- surexploitation,
- pollution,
- l'introduction d'espèces étrangères dans un milieu naturel,
- les incendies constituent actuellement l'une des causes les plus importantes de la destruction de la forêt Algérienne. On est passé d'une perte de 8.000 à 25.000 hectares par an (près de 30.000 ha en 02 jours en 2007),
- les 75 % de forêts disparues ont entraîné une érosion génétique spécifique voisine de 30 %. La perte est de près de 1300 espèces végétales (FAO, 1993).

a. Érosion génétique

Une bonne partie de nos ressources génétiques est menacée d'extinction à terme comme c'est le cas pour le Cyprès du Tassili, le sapin de Numidie, le pin noir du Djurdjura et certains acacias sahariens.

b. Désertification

La désertification est le résultat des effets conjugués des modifications climatiques et des activités humaines.

Durant les dernières années, la désertification a été aggravée par une succession d'années sèches qui ont fortement altéré la régénération de la végétation sur les terres de parcours (FAO 1996).

c. Les menaces à l'échelle régionale

L'Algérie comme tous les autres pays du Maghreb (Maroc, Tunisie, Mauritanie et la Libye) est sensible aux changements climatiques. La sécheresse persistante de ces vingt dernières années (1987 – 2007) a favorisé le déséquilibre des écosystèmes sensibles (Morsli, 2007).

Le tableau suivant (tab. 1) résume les différents facteurs de dégradation des écosystèmes.

Tableau 1: La diversité des écosystèmes et facteurs de dégradation (Moullis, 2001).

Écosystèmes	Tendance générale en terme de biodiversité	Principaux facteurs de dégradation
Marin	/	Essentiellement par les pollutions (chimique, organique, bactériologique, déchets solides) et certaines méthodes de pêche.
Littoral	Diminution des stocks de poissons	Pollutions diverses (rejets industriels et urbains), constructions (urbanisation), pêche excessive, tourisme anarchique, dégradations diverses (enlèvements abusifs de sable), destructions de dunes
Forêts	Diminution	Incendies d'été, défrichements, absence d'une gestion sylvicole, problèmes phytosanitaires (maladies et parasites), surpâturage, érosion, chasse et braconnage, déforestation.

Zones steppiques	Diminution	Facteurs physiques (sécheresse, érosion éolienne et hydrique, phénomène de salinisation), facteurs anthropiques (démographie humaine, surpâturage, extension des superficies cultivées, destruction de la végétation ligneuse, chasse et braconnage)
Zones sahariennes	Diminution	Facteurs physiques (sécheresse extrême, durée d'insolation importante, vents violents et desséchants, érosion éolienne et hydrique, phénomène de salinisation), facteurs anthropiques (surpâturage, mise en valeur de périmètres agricoles, destruction et/ou surexploitation de ressources biologiques, pollutions dans les oasis, chasse et braconnage).
Zones humides	Diminution	Assèchement, drainage, pompage abusif, surpâturage, pollutions, chasse, braconnage.
Zones de montagnes	Une certaine stabilité	Érosion naturelle, constructions (urbanisation), surpâturage, chasse et braconnage, ouverture de voies de communications.

1. Généralité sur la Biodiversité

La biodiversité est synonyme de diversité biologique. Sous cette notion très globale, on entend la diversité que présente le monde vivant à tous les niveaux : la diversité écologique ou diversité des écosystèmes ; la diversité spécifique ou diversité interspécifique ; la diversité génétique (Chauvet & Louis Olivier, 1993).

La diversité biologique apparaît comme quelque chose d'omniprésent, de consubstantiel à la vie, mais aussi comme quelque chose de complexe, de dynamique. Elle s'enracine dans les systèmes moléculaires qui contrôlent l'activité et la multiplication des cellules et, par là les performances des organismes, notamment leur reproduction. À l'échelle des populations, au sein des espèces, elle se déploie dans la variabilité inter-individuelle, qui garantit les capacités d'adaptation et d'évolution des espèces. Ainsi se prolonge-t-elle naturellement, fruit d'une longue histoire évolutive, dans la profusion des espèces, pour s'exprimer enfin dans la structuration et la dynamique des systèmes écologiques complexes qui constituent la biosphère (Barbault, 1994).

L'étude de la diversité biologique concerne une large gamme de disciplines au sein des sciences biologiques, chacune ayant développé ses indices et méthodes statistiques. Ces mesures de diversité jouent un rôle central en écologie et en biologie de conservation même si la biodiversité ne peut pas être capturée entièrement par une seule valeur (Purvis et Hector, 2000).

Le concept de biodiversité, avec tous les enjeux et défis qu'il véhicule sur les plans scientifique, sociologique, économique et politique, est directement lié à la crise de l'environnement. Cette crise dont l'ampleur apparaît chaque jour plus sérieuse et menaçante pour l'avenir des sociétés, s'est peu à peu cristallisée dans le monde scientifique et politique ainsi qu'auprès du grand public au point de devenir aujourd'hui un problème majeur de société. Longtemps confinée dans la seule sphère des sciences de la nature, la biodiversité pénétra le champ des sciences de l'homme et de la société lors de la convention sur la diversité biologique (CDB) de la Conférence de Rio (1992) sur l'environnement et le développement, ce qui étendit considérablement son sens et explique qu'on lui a donné plus d'une centaine de définitions (Blondel, 2005).

a. Définition de la biodiversité

Le terme de « biodiversité » apparaît pour la première fois dans la littérature écologique en 1988 pour désigner la diversité biologique, la diversité du vivant (Afayolle, 2008). La biodiversité se définit comme la variabilité du vivant sous toutes ses formes d'organisation: génétique, taxonomique, écosystémique et fonctionnelle ; elle est mesurée à une échelle donnée, allant du microhabitat à la biosphère (Barbault, 1995 ; Delong, 1996 ; Gaston et Spicer, 2004).

Selon la convention sur la diversité biologique (Rio de Janeiro, 1992) : « la diversité biologique est la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ».

b. Les niveaux d'organisation

La biodiversité intègre donc plusieurs niveaux d'organisations : la diversité infra spécifique, la diversité spécifique et la diversité écosystémique (Barbault, 1997).

a. La diversité infraspécifique (ou diversité au sein des espèces)

Elle s'exprime au niveau de la variabilité qui s'exerce au niveau du patrimoine génétique au sein d'une espèce ou d'une population. La variabilité génétique permet aux espèces de s'adapter aux variations des conditions environnementales. Cette diversité génétique est très menacée.

Celui-ci se rapporte aux différences entre des individus qui composent une même population, et qui traduit la diversité morphologique et physiologique (phénotype), à laquelle est associée une variabilité génétique (génotype). De cela, chaque individu possède un patrimoine génétique différent à celui d'un autre (Deflesselles, 2007).

Il existe trois grandes approches pour quantifier la variabilité génétique ; l'approche phénotypique, l'analyse de la variabilité enzymatiques, l'analyse direct de la variabilité génétique (séquençage de l'ADN) (Parizeau, 2001).

b. La diversité spécifique

Elle correspond à la diversité des espèces présentes sur terre. Cela s'exprime par le nombre d'espèces vivantes, la position des espèces dans la classification du vivant et la répartition en nombre d'espèces par unités de surface et les effectifs de chaque espèce.

Elle correspond à la diversité des espèces proprement dite. On distingue trois notions dans l'idée de la diversité spécifique (Peet, 1974 et Washington, 1984 in Cheikh al Bassatneh, 2006) :

- La richesse spécifique : c'est le nombre total de taxons.
- L'équitabilité (répartition de l'abondance): c'est la répartition en proportion de l'abondance totale, de tous les taxons d'un ensemble considéré. Une communauté est dite équi-répartie lorsque tous les taxons qui la composent ont la même abondance.
- La composition : c'est l'identification des taxons qui constituent une communauté.

Pour quantifier la biodiversité taxonomique, on distingue trois degrés d'estimation:

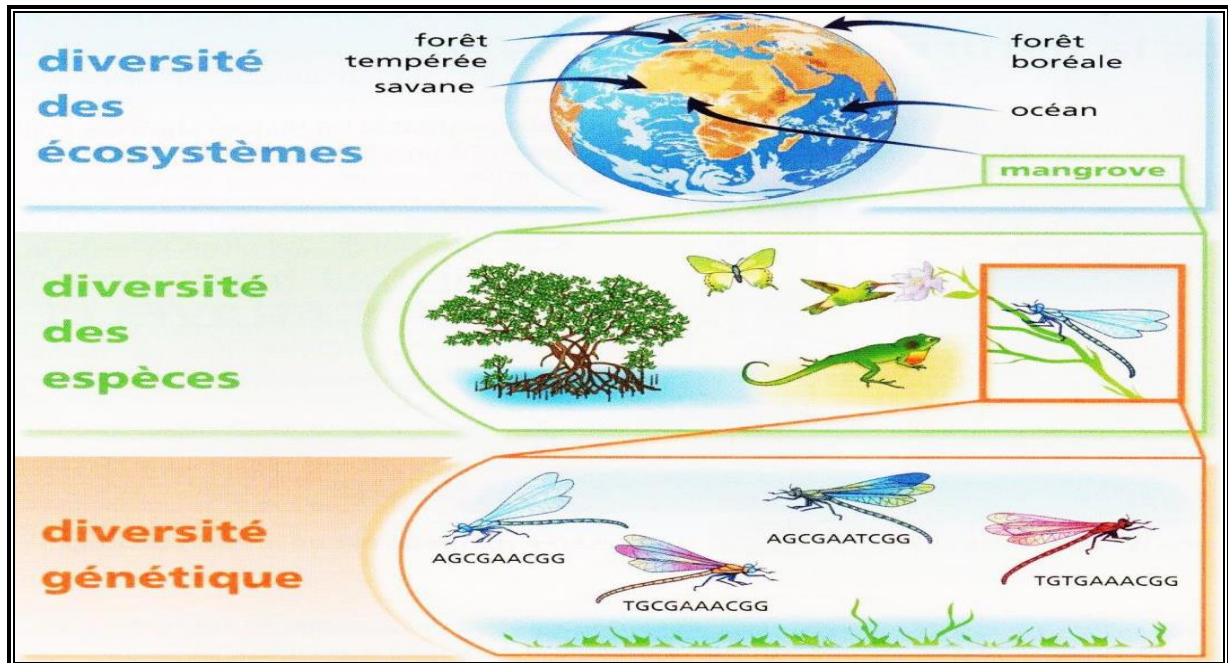
- ✓ La diversité alpha est la richesse en espèces au sein d'un écosystème local.
- ✓ La diversité bêta consiste à comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Elle reflète la modification de la diversité alpha lorsque l'on passe d'un écosystème à autre dans un site.
- ✓ La diversité gamma correspond à la richesse en espèces au niveau régional ou géographique (Christian & Jean-Claude, 2008).

c. La diversité éco-systémique

Elle est la diversité des habitats ou des écosystèmes présents. Les écosystèmes sont des ensembles d'organismes vivants qui forment une unité fonctionnelle par leurs interactions (déserts, forêts, océans...). La diversité écosystémique caractérise la variabilité des écosystèmes, leur dispersion sur la planète et leurs relations structurelles et fonctionnelles. Les espèces qui les peuplent remplissent des rôles fonctionnels.

Ce niveau correspond à la diversité des écosystèmes ou écosystémique, présentant des particularités qui lui sont propres. Ces particularités ne prennent pas seulement le nombre d'espèces abritées dans cet écosystème, mais essentiellement les propriétés découlant de cet assemblage des espèces, dont ce dernier résulte. Pour mieux étudier la biodiversité, plusieurs mesures ont été élaborées afin de comprendre au mieux cette complexité vivante d'espèces. Les mesures de cette diversité se multiplient et deviennent plus complexes en fonction du niveau d'étude, mais les plus simples mesures sont celles des composantes de la biodiversité qui différencient un écosystème à un autre.

On peut ajouter un autre niveau plus vaste englobant tous les niveaux cités en dessus, celui des biomes, rassemble tous les divers biomes de la biosphère terrestre (diversité biosphérique) (Ramade, 2003).



2. Estimation globale des différentes espèces présentes sur terre

Il n'est pas possible de répondre à cette question puisque la majorité des espèces sont encore méconnues. Un certain nombre d'entre elles s'éteindront avant que l'on puisse les découvrir.

Actuellement, plus de 1 560 000 espèces sont connues sur terre. De nombreuses estimations ont été réalisées pour essayer de déterminer le nombre d'espèces sur terre, mais le nombre réel d'espèces est très difficile à estimer comme en témoigne les chiffres avancés : ils varient de 5 millions à plus de 110 millions d'espèces ! On parle la plupart du temps d'une fourchette entre 5,5 millions et 20 millions d'espèces (Larrere & Larrere, 2009).

3. Biodiversité et diversité des écosystèmes Algériens

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physiologique constituée des éléments naturels suivants : une zone littorale (véritable façade maritime) sur plus de 1200 Km, une zone côtière riche en plaines, des zones montagneuses de l'Atlas Tellien, des hautes plaines steppiques, des montagnes de l'Atlas saharien, de grandes formations sableuses (dunes et ergs), de grands plateaux sahariens, des massifs montagneux au cœur du Sahara central (Ahaggar et Tassili N'Ajjer) (Morsli, 2007).

A ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques.

4. La diversité floristique et faunistique

De part sa situation géographique, l'Algérie chevauche entre deux empires floraux : l'Holarctis et le Paleotropis. Cette position lui confère une flore très diversifiée par des espèces appartenant à différents éléments géographiques (Aidoud, 1984).

La flore algérienne compte :

- 3.139 espèces naturelles.
- 5.128 espèces exotiques introduites

4.1. La rareté et l'endémisme

Il existe en Algérie, 1286 espèces végétales (soit 40,53 %) qui sont rares à très rares, ce qui témoigne de l'urgence des actions de conservation.

Le taux d'endémisme en Algérie est de 12.6 %. Parmi les espèces endémiques :

- 37 espèces endémiques Algéro-marocaines,
- 72 espèces, 08 sous-espèces et 03 variétés endémiques Algéro-tunisiennes,
- 17 espèces, 02 sous-espèces et 01 variété endémique Algéro-libyennes,
- 226 espèces menacées d'extinction, bénéficient d'une protection légale (décret n° 93-285 du 23 novembre 1993).

On compte plus de 70 espèces d'arbres dont certains sont endémiques et locaux comme le cyprès du Tassili, le sapin de Numidie et le Pin noir (Morsli, 2007).

5. L'état de biodiversité en Algérie

Selon diverses études, la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces et taxons confondus (MREE, 2016):

a) La flore :

* **3139** espèces de spermaphytes décrites totalisant **5402** taxons en tenant compte des sous-espèces, de variétés et autres taxons sub-spécifiques ;

* **67** espèces végétales parasites (10 autres seraient inconnues) ;

* Environ **1000** espèces présentent des vertus médicinales (60 autres espèces seraient encore inconnues) ;

***1670** espèces (soit 53,20% de la richesse totale algérienne) sont relativement peu abondantes et se présentent comme suit : **314 espèces** assez rares (AR), **590 espèces** rares (R), **730 espèces** très rares (RR) et **35 espèces** rarissimes (RRR) ;

***Près de 700** espèces sont endémiques ;

* **226** espèces sont menacées d'extinction et bénéficient d'une protection légale (décret n° 12-03 du 4 janvier 2012).

* **850** espèces ont été recensées dont, environ, **150 espèces** sont menacées.

***713** espèces de phytoplancton, des algues marines et des macrophytes, ont été recensées. - Pour les champignons, plus de **150 espèces** sont connues.

b) la faune :

La population faunistique connue **totalise 4 963 taxons** dont un millier de vertébrés. Cette dernière catégorie est représentée notamment par les classes suivantes : les poissons (300), les reptiles (70), les oiseaux (378) et les mammifères (108). L'Algérie compte près 150 taxons de micro-organismes et de nouveaux micro-organismes sont identifiés dans le cadre de recherches en cours. Dans l'ensemble, tous les écosystèmes sont menacés par des pressions diverses et le niveau de dégradation est globalement préoccupant.

Ecosystèmes

Menaces persistantes

Ecosystème marin

Pollutions terrestres et surpêche

Ecosystème du littoral

Mitige, dégradation des habitats naturels

Ecosystème forestier

Incendies et déforestation

Ecosystème montagnard

Erosion hydrique, transformation sociale et usage des territoires

Ecosystème agricole

Usage des pesticides et intrants chimiques

Ecosystème steppique

Surpâturage et pratiques agricoles inadéquates

Ecosystème saharien

Anthropisation des espaces notamment les lits d'oueds

Ecosystème aquatique d'eau douce

Pollutions domestiques et industrielles et zones humides

6. Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes

Chaque espèce a sa place dans l'écosystème et va jouer un rôle dans le maintien des écosystèmes.

6.1. Rôle socio-économique de la biodiversité

Bien que l'on n'ait pas encore d'idée très précise de la valeur socio-économique de la biodiversité, son rôle est incontestable. Un grand nombre de personnes bénéficient actuellement des services qu'elle offre. Sa préservation permettra ainsi le maintien de cette économie.

En 1992, Leveque & Glachant ont décrit plusieurs valeurs de la biodiversité ; la valeur d'usage peut être divisée en trois sous catégories :

a/-La valeur de consommation

Elle suppose une consommation directe des ressources sans transformation. C'est le cas notamment de la cueillette, de la chasse et de la pêche.

b/-La valeur productive

Les ressources génétiques sont utilisées dans des cycles productifs. On peut citer par exemple les médicaments à base de plantes ou l'exploitation forestière pour le bois.

c/-La valeur récréative

La biodiversité est exploitée pour les loisirs sans prélèvement pour la consommation, c'est le cas des promenades dans la nature.

d/-La valeur écologique

Elle est le rôle des organismes dans le bon fonctionnement de l'écosystème et dans la pérennité de la biosphère.

e/- La valeur d'option

Elle est la possibilité d'exploiter différemment dans le futur les ressources génétiques. La valeur d'existence est liée à la satisfaction et au bien être que procure la biodiversité.

On peut citer également dans cette catégorie le rôle joué par la biodiversité d'un point de vue agronomique. L'homme a cherché au cours de l'évolution à sélectionner les espèces animales et végétales particulières qui possèdent un haut rendement afin de maximiser la production et par conséquent la rentabilité. Mais ce choix n'est pas sans danger, car cela entraîne une uniformité génétique et par conséquent une plus grande vulnérabilité aux épidémies et maladies.

a. Rôle alimentaire de la biodiversité

L'homme a sélectionné depuis le début de l'agriculture, il y a 10000 ans, les variétés végétales et les races animales les mieux adaptées à ses besoins, assurant ainsi 90 % de son alimentation avec 14 espèces domestiques et seules quatre espèces - blé, maïs, riz, pomme de terre - couvrent la moitié de ses besoins énergétiques tirés des végétaux. En parallèle, beaucoup de races et de variétés rustiques disparaissent. Sur quelque 6300 races domestiques recensées, 1350 sont menacées d'extinctions voire déjà éteintes.

Cependant, le capital génétique de la biodiversité contribue pour moitié à l'augmentation annuelle des récoltes céréalières. Il est un élément clé de la capacité des écosystèmes à répondre aux changements climatiques, aux maladies, aux ravageurs des cultures et à diversifier les espèces domestiques actuelles (Barbault, 1997).

Depuis toujours les organismes vivants favorisent la régénération, la décomposition et l'aération naturelle des sols. Les insectes pollinisateurs nous assurent fruits et légumes. La richesse de la biodiversité est également copiée pour améliorer les pratiques agricoles (Chauvet Et Olivier, 1993).

b. Rôle pharmaceutique de la biodiversité

La biodiversité joue également un rôle dans l'industrie pharmaceutique et par conséquent la santé humaine. En effet, certaines molécules fournies par les espèces végétales ou animales sont utilisées pour la fabrication des médicaments. On estime que près de la moitié des médicaments utilisés (40 %) sont issus d'une matière active naturelle extraite du vivant (dans les deux tiers des cas d'une plante).

Les organismes vivants élaborent des molécules dotées de propriétés remarquables. Au Maroc, parmi les 4500 espèces de plantes présentes, 600 sont utilisées dans la médecine traditionnelle et 75 sont menacées du fait de la surexploitation des ressources.

Nous pourrions citer par exemple le rôle du Thym qui fournit le thymol utilisé comme antifongique, la Menthe qui fournit le menthol utilisé comme vasodilatateur, la Colchique fournissant la colchicine utilisée comme agent anti tumoral ou encore l'If qui fournit le taxol utilisé dans le traitement de certains cancers.

Toutes ces espèces sont pour l'instant courantes et exploitées de manière plus ou moins intensive, mais il est important de veiller à ne pas effectuer une surexploitation qui pourrait entraîner leur raréfaction et par conséquent des conséquences non négligeables sur la santé humaine (Gunderson & Holling, 2002).

1. Mesures de conservation de biodiversité

Quatre grands types de mesures sont mis en place pour préserver la biodiversité :

1.2. Les aires protégées

Par le souci de la conservation et la protection du patrimoine naturel mondial, l'Unesco a initié la convention pour la protection du patrimoine mondial et des réserves naturelles.

L'Algérie a ratifié avec plusieurs conventions parmi elles Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale et par des décrets permettant la création de sites Ramsar, un site du patrimoine mondiale (Tassili), six réserves de la biosphère (Tassili, El kala, Djurjura, Chréa, Taza et Gouraya) et 42 site Ramsar (Oglet Ed Daira...).

Les aires protégées comprennent :

1.3. Les réserves naturelles intégrales

Elles constituent des aires protégées destinées principalement à la recherche, dans lesquelles aucune intervention humaine n'est permise, hormis celle de mise en place de dispositifs expérimentaux sur le terrain, dont l'impact induit doit être le plus faible possible.

1.4. Les parcs nationaux

Aires protégées gérées principalement pour la conservation des écosystèmes et de leurs biodiversités, qui bénéficient d'une protection absolue des biotopes dans leur partie centrale et dans lesquels tout prélèvement dans les biocénoses afférentes est interdit. En revanche, leur statut leur confère aussi un rôle en tant qu'espaces de loisirs. Ils présentent ipso facto une vocation pour le tourisme.

A l'échelle mondiale

Le premier parc national au monde est créé en 1872 aux Etats-Unis (Yellowstone). Plus tardivement encore, en Europe, les premiers parcs naturels seront créés par la Suède (1909) et la Suisse (1915). C'est presque un siècle après la création du premier parc national que le premier parc national français de la Vanoise fut ouvert en 1963. Les parcs zoologiques ont évolué dans leur mission et contribuent maintenant à la conservation d'espèces.

A l'échelle nationale

En Algérie, l'idée de créer des parcs nationaux a commencé à germer dès les années 70 et c'est en 1972 que le premier parc national du Tassili a vu le jour, créé sur l'initiative du ministère de la culture, suivi par la création de 10 parc nationaux (El kala, Djurjura, Chrea, Taza, Gouraya, Thniet Elhad, Belezma, Ahaggar, Tlemcen et Djbel Aissa).

a. Les monuments naturels

Aires protégées de statut voisin de celui des parcs nationaux, mais de surface moindre, ils sont principalement destinés à la conservation de caractères biologiques et/ou géologiques spécifiques, mais auxquelles sont souvent associés des sites d'importance historique ou culturelle.

b. Les aires de gestion des habitats et des espèces

Aires protégées gérées principalement pour la conservation d'habitats ou de certains composants de la biocénose. En outre, dans ce type de réserve, il doit être mis en place une gestion des interventions concernant les ressources naturelles biologiques dont l'exploitation est autorisée.

c. Les paysages terrestres protégés

Aires destinées à la récréation et qui n'accordent de façon très générale qu'un faible degré de protection aux habitats et aux biocénoses. L'exploitation de la totalité des types de ressources naturelles qu'ils renferment y est usuellement autorisée, à l'exception des mines à ciel ouvert. Seuls les aménagements industriels et l'urbanisation y sont interdits et la construction est soumise à des normes ayant pour objet de maintenir l'aspect traditionnel de l'habitat.

d. Les aires de ressources naturelles gérées

Aire protégées qui ne protègent ni la flore ni la faune, mais sont principalement conçues pour une utilisation durable des ressources naturelles biologiques en évitant leurs surexploitations au travers de quotas de prélèvements par exemple.

e. Élaboration de réglementations et d'interdiction

Les lacunes des listes rouges sur les plantes ont amené certains biologistes à concentrer les efforts de conservation à des échelles plus larges que sont les communautés, les peuplements et les écosystèmes en danger. Aussi, certains pays orientent leur législation vers la protection des milieux plus que celle des espèces et créent des lois interdisant et empêchant les populations riveraines de menacer la biodiversité.

f. Sensibilisation des populations

Il a fallu de nombreuses années d'information et de sensibilisation des habitants pour qu'ils perçoivent l'intérêt de la protection de biodiversité et soient partie prenante de sa mise en place. Clairement, seule l'information et la sensibilisation du public permettent d'assurer aux actions de conservation un succès durable.

2. Conservation *ex situ*, *in situ* et réintroduction

2.1. La conservation *in situ*

Elle implique la protection des écosystèmes, assure la conservation de la diversité globale à l'échelle du gène, des populations, des espèces, des communautés et des processus écologiques. Elle nécessite l'établissement d'un réseau d'aires protégées représentatives de la diversité biologique qui reste difficile à mettre en œuvre face aux enjeux économiques de l'exploitation intensive des ressources naturelles (Ramade, 2008 ; Lévêque et Mounolou, 2008). Hors de ces zones protégées, la conservation *in situ* nécessite une gestion durable de l'exploitation des ressources naturelles afin de réduire les pressions anthropogènes sur les populations naturelles. Par exemple, par l'adoption d'un guide de bonnes pratiques (études d'impacts sur la biodiversité, gestion écosystémique des milieux exploités...) ou par la mise en place de micro-réserves au sein des zones exploitées, de corridors biologiques dans le cas où l'habitat aurait été fragmenté, ou encore par la mise en culture des populations des espèces indigènes exploitées (Dajoz, 2008).

Cette conservation *in situ* doit chaque fois que possible être complétée par les mesures de la conservation *ex situ*.

2.2. La conservation *ex situ*

La conservation *ex situ* est établie dans les jardins botaniques et zoologiques par la mise en culture des espèces menacées d'extinction, par la création de banques de germoplasmes, de graines, de pollen, de plantules, de culture de tissus, de gènes... (Guerrant et *al.*, 2004 B). Néanmoins, elle reste une solution complémentaire à la conservation *in situ* ou pour une sauvegarde d'urgence (Guerrant et *al.*, 2004 a) des ressources génétiques des espèces (Cohen et *al.*, 1991 ; Maunder et Byers, 2005).

En effet, conserver la biodiversité, ce n'est pas seulement, la conserver en tant que telle et dans sa composition actuelle, mais c'est surtout conserver son potentiel d'évolution.

L'écologie de la restauration

C'est une nouvelle stratégie pour la conservation de la biodiversité (Jordan et *al.*, 1988 a ; Bradshaw, 1993 ; Clewell, 1993 ; Dobson et *al.*, 1997).

Auparavant, elle se distinguait de la biologie de la conservation puisqu'elle consistait uniquement à initier ou favoriser le rétablissement d'un écosystème dégradé ou détruit.

Actuellement, l'écologie de la restauration comprend aussi la réintroduction ou l'introduction d'espèces, la restauration des communautés végétales (Suding et *al.* 2008 ; Jordan b et *al.*, 1988). La restauration d'espèces en danger et d'habitats dégradés reste

cependant un procédé extrêmement difficile. De nombreux projets de restauration ont échoué dans leur mise en œuvre (Gobsteret Hull, 2000 ; Pfadenhauer, 2001).

1. La notion de diversité spécifique

1.1. Nombre d'espèces

Cette composante appréhende la biodiversité à partir de l'estimation du nombre d'espèces présentes dans une zone donnée.

Une mesure de cette composante communément employée en écologie, pour sa facilité d'approche, est la richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces récoltées. On distingue deux notions :

- la richesse spécifique numérique : correspond au nombre d'espèces pour un nombre donné d'individus.
- la densité spécifique : correspond au nombre d'espèces par unité d'échantillonnage (Gaertner, 2007).

1.2. Abondance des taxons

L'abondance des taxons nous renseigne sur le nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille sans tenir compte de la taille. Elle nous permet de calculer la densité relative des taxons et s'obtient par le rapport du nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille au nombre total des individus de ces taxons dans l'échantillonnage.

L'abondance s'exprime en pourcentage. Elle s'exprime de la manière suivante :

$$\text{Densité relative d'une espèce} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce} \times 100}{\text{Nombre d'individus total dans l'échantillon}}$$

$$\text{Densité relative d'une famille} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille} \times 100}{\text{Nombre d'individus dans l'échantillon}}$$

1.3. Diversité des taxons

La diversité des taxons est évaluée en fonction du nombre d'individus au sein d'une espèce ou d'une famille dans une communauté (Noël Walter, 2006).

Cet indice permet de mettre en évidence l'importance relative des grandes familles caractérisant la végétation étudiée. Il s'exprime par les formules ci-après :

$$\text{Indice de diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille} \times 100}{\text{Nombre total d'espèce dans l'échantillon}}$$

2. Indices de Richesse Spécifique

La richesse spécifique est fortement influencée par l'effort d'échantillonnage. Il est possible de représenter graphiquement la variation de la richesse spécifique en fonction de l'effort d'échantillonnage grâce à une courbe d'accumulation. Cela permet d'estimer l'effort d'échantillonnage nécessaire pour obtenir une valeur de richesse spécifique assez représentative de la valeur effective.

Il est aussi possible de modéliser la diminution de la richesse spécifique lorsqu'on diminue l'effort d'échantillonnage grâce à une courbe de raréfaction. Divers indices sont utilisés pour mesurer la diversité spécifique.

❖ Indice Shannon-Weaver

L'indice de diversité considéré ici est le plus couramment utilisé dans la littérature, il est basé sur la formule suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2 (N_i / N)) \text{ (GRALL \& HILY, 2003).}$$

Ou

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \text{ (DAGET, 1976).}$$

N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée ; i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

N : nombre total d'individus.

p_i : l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon (**p_i = n_i/N**).

Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

Les valeurs que prennent ces indices de diversité dépendent à la fois de la richesse spécifique S et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces. Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir une même diversité. Aussi, convient-il de calculer, parallèlement aux indices de diversité **H'** ou **I_s**, l'**équitabilité E** ou **E_s**, rapport entre la diversité observée et la diversité théorique maximale qui correspondrait à une équirépartition des effectifs entre les S espèces présentes:

$$E_s = H' / \log_2 S \text{ ou } E_s = I_s - 1 / S - 1 \text{ (Daget, 1976)}$$

H': indice de Shannon (indice de diversité).

Is : indice probabiliste de **SIMPSON**.

Es : équitabilité.

S: nombre total d'espèces (la richesse spécifique).

❖ **Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson**

❖ **Indice probabiliste de SIMPSON : $I_s = 1/\sum P_i^2$**

En désignant par N la somme des effectifs des S espèces constituant le peuplement (ou échantillon) considéré ; par n_i l'effectif de la population de l'espèce i et par p_i l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon ($p_i = n_i / N$) (Barbault, 1997).

Il varie de 1 (une seule espèce présente) à S (toutes les espèces présentes ont même abondance).

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce:

$$D = \sum N_i (N_i - 1) / N (N - 1)$$

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de **Simpson**.

❖ **Indice de diversité de Hill**

Il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon-Weaver et de Simpson (Grall & Hily, 2003):

$$\text{Hill} = (1 / \lambda) / e^{H'}$$

1/λ : c'est l'inverse de l'indice de Simpson.

e^{H'} : c'est l'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver.

L'indice de diversité de Hill permet d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée. **1/λ** va permettre la mesure du nombre d'effectif d'individus très abondants.

e^{H'} va en revanche permettre de mesurer le nombre d'effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares.

Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1 et plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice de Hill où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0.

❖ **Indice de Margalef**

Il se base sur la relation linéaire entre le nombre d'espèces et le logarithme du nombre total d'individus.

$$DMg = (S-1) / \ln(N)$$

DMg : indice de diversité de Margalef

S : nombre d'espèces

N : nombre total d'individus

❖ **Indice de Menhinick**

$$DMn = S / \sqrt{N}$$

DMn : indice de diversité de Menhinick.

S : nombre d'espèces.

N : nombre total d'individus.

Cet indice se base sur la relation linéaire entre le nombre d'espèces et la racine carré du nombre total d'individus. En comparaison avec l'indice de Margalef, cet indice peut révéler de plus petites variations de diversité entre les échantillons (Gaertner, 2007).

❖ **Indice de Similarité de SORENSEN**

$$Is = \frac{2J}{A+b}$$

J : Nombre d'espèces communes entre les deux stations.

A+b : Nombre totale d'espèces entre les deux stations.

Indice de perturbation

L'indice de perturbation permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu. Il est estimé par la formule suivante (Loisel et Gamila, 1993):

$$IP = \frac{\text{Nombres des chaméphytes} + \text{Nombres des thérophytes} \times 100}{\text{Nombres total des espèces}}$$