

- Calculer la diversité gamma ?

Espèce	% des marais zone	%des marais zone	%des forêts zone	%des forêts zone
	A	B	A	B
1	75	40	0	0
2	75	20	0	0
3	25	20	0	0
4	25	60	33	0
5	25	40	17	0
6	0	40	100	100
7	0	0	100	100
8	75	20	67	100
9	75	0	33	80
10	50	40	17	0
11	25	60	17	0
12	0	60	17	0
13	0	40	0	0

Ce qui implique que, dans les marais, la diversité gamma est légèrement plus élevée dans la Zone B, mais que c'est le contraire dans les forêts où la diversité gamma est nettement plus grande dans la Zone A.

B. La composition : C'est la détermination de ce qui constitue une population minimum viable pour la survie d'une espèce. C'est une opération voisine de la fixation de norme minimum de sécurité pour les espèces.

C. Le point de vue : Il existe de nombreux points de vue (pratique, moral, esthétique). Des chercheurs font remarquer que le point de vue est nécessairement subjectif et chargé de valeur et que certains critères ont une importance théorique et juridique indépendamment de leur utilisation souhaitée ou de leur fondement éthique.

I.4.4. Evaluation de la diversité écosystémique

Elle inclut l'évaluation de l'éco-région ou de l'éco-zone, basée sur la distribution des espèces, des attributs particuliers physiques, tels que des sols et des climats et des types distincts d'écosystèmes.

L'analyse des communautés biologiques ou biocénoses se fait à travers la quantification de plusieurs paramètres caractéristiques qui sont : abondance, fréquence, constance, dominance, fidélité, structure, périodicité et diversité.

- **Fréquence en nombre :**

La fréquence centésimale (F_c) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose.

$$F_c = \frac{n_i}{N} \times 100$$

- **Indice d'occurrence ou la constance :**

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) ; exprimée en pourcentage.

$$C(\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

On peut distinguer quatre catégories d'espèces selon leur constance :

- ✓ Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués ;
- ✓ Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements ;
- ✓ Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence d'occurrence varie entre 10 et 25% ;
- ✓ Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

I.5. facteurs de variation de la biodiversité :

Cinq groupes de facteurs conditionnent plus particulièrement la diversité au niveau des biocénoses : facteurs historiques, climatiques, hétérogénéité spatiale, compétition-prédation, productivité.

I.5.1. facteurs historiques : les biocénoses se diversifient avec le temps. Les plus anciennes sont plus riches que les plus jeunes. La diversité est faible dans les

écosystèmes les plus simples et les moins stables comme par exemple la toundra,. Elle est plus importante dans les écosystèmes stables et évolués (atteindre leurs stade climacique) comme les régions tropicales.

I.5.2. *facteurs climatiques* : les régions à climat stable favorisent l'apparition de spécialisations et d'adaptations plus poussées que les régions à climat variable, a cause de la constance de leurs ressources alimentaires. Les animaux de ces régions se caractériseraient par des comportements alimentaires stéréotypés, leurs besoins étant plus facilement satisfaits. Les niches écologiques disponibles sont de ce fait plus petites et le nombre d'espèces pouvant cohabiter est plus grand. Ainsi on peut remarquer une chevauchement partiel des niches écologiques.

I.5.3. *facteur hétérogénéité spatiale* : plus le milieu est complexe, plus les biocénoses sont diversifiées. Le facteur topographique joue un rôle important dans la diversification du milieu et la formation d'espèces. Cependant, les régions tropicales ne sont pas plus variées en matière de topographie que les régions extra-tropicales. Dans le milieu tropical, c'est souvent la richesse de la flore qui détermine l'hétérogénéité spatiale.

Cette l'hétérogénéité spatiale contribue à augmenter le nombre de niches écologiques disponibles et donc le nombre d'espèces. Par exemple le nombre d'espèces d'oiseaux dans une forêt est une fonction linéaire de la quantité de végétation (surface foliaire). Le nombre d'espèces est cependant plus élevé en forêt tropicale qu'en forêt tempérée. La forêt tropicale offre une diversité de milieux (épiphytes, canopée, ramures, troncs, ...) que n'offre pas la forêt tempérée.

I.5.4. *facteurs compétition-prédation* : La compétition s'exerce surtout entre espèces ayant des niches écologiques voisines ou identiques (sur l'alimentation et les abris durant la période de reproduction) . Elle peut être diminuée par le décalage des périodes de reproduction. Cela est possible dans les régions inter-tropicales où la constance du climat permet à la reproduction de s'exercer toute l'année.

Selon Paine (1966) les prédateurs et les parasites seraient plus nombreux dans les régions tropicales, ce qui diversifierait les biocénoses et maintiendrait les populations à un niveau faible où la compétition est limitée. La faible intensité de la

compétition permet l'apparition et la coexistence de nouveaux types de proies qui peuvent supporter de nouveaux types de prédateurs. Paine compare trois réseaux trophiques de la zone intertidale de l'Océan Pacifique : la Basse-Californie (45 espèces), le Pacifique Nord (11) et le Costa-Rica (8 espèces). La basse Californie est la zone la plus riche car le réseau trophique est terminé par deux super-prédateurs : l'étoile de mer et un gastéropode carnivore (consommé par l'étoile). Dans les deux autres milieux (au nord comme au sud), l'absence d'étoiles de mer se traduit par une diminution du nombre d'espèces.

I.5.5. facteurs productivité : La diversité serait d'autant plus grande que la productivité est plus élevée. Dans un milieu stable, les pertes d'énergie sont faibles et une plus grande quantité d'énergie se retrouve sous la forme de matière vivante. Cet accroissement permet aux espèces de former des populations plus importantes avec un plus grand pouvoir de variabilité. En outre, l'abondance de la nourriture permet aux espèces de se fragmenter en petites populations plus ou moins isolées qui peuvent accéder au niveau spécifique.

I.6. Les différentes dimensions de la biodiversité :

La biodiversité recouvre plusieurs dimensions et différents niveaux d'organisation. Les dimensions sont la structure, la composition et le fonctionnement et les niveaux d'organisation la population, la communauté, le paysage et la région. La figure 7 permet d'appréhender le concept de biodiversité dans sa globalité.

La biodiversité se caractérise par deux dimensions :

- La dimension temporelle nous indique que la biodiversité est un système en évolution constante. Elle n'est pas statique et doit être vue comme un processus. Elle résulte de la création et de l'extinction des éléments qui la composent (gènes, espèces, écosystèmes) à un instant donné (99 % des espèces qui ont vécu sur terre sont aujourd'hui éteintes)
- La dimension spatiale de la biodiversité résulte de très nombreux critères comme le climat, les sols, l'altitude, et bien sûr l'activité humaine. Elle n'est pas répartie de la même façon sur Terre et la majorité des espèces sont localisées dans la zone intertropicale.

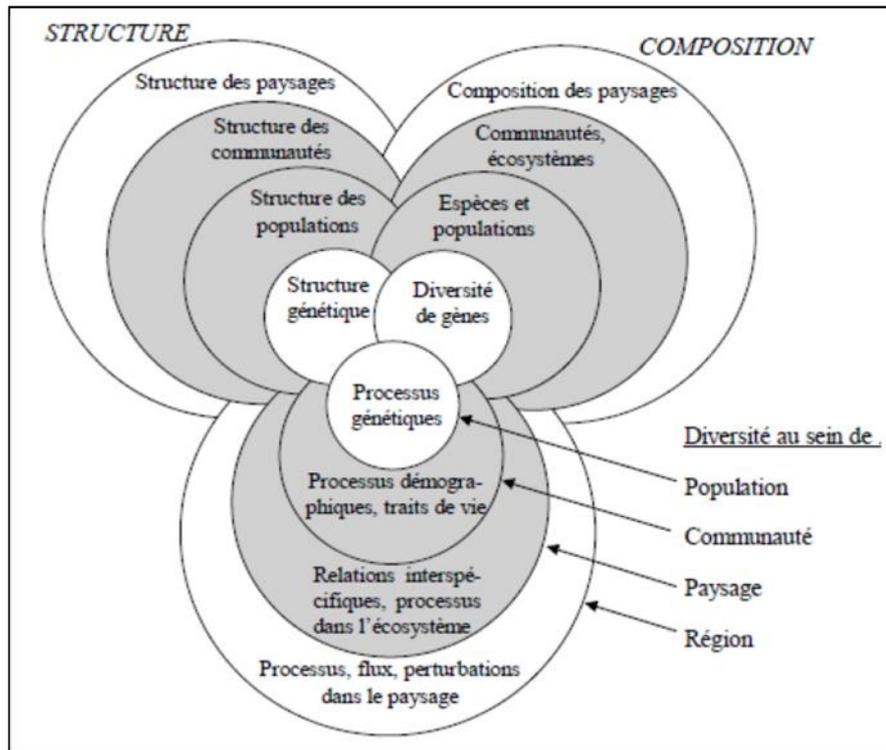


Figure 7 : Dimensions et niveaux d'organisation de la biodiversité.

I.7. L'inventaire des espèces

La systématique explore la biodiversité dans sa capacité à distinguer un organisme ou un taxon d'un autre. Elle est confrontée aux problèmes de temps et de nombre. Il y a 1,75 millions d'espèces ont été décrites par les chercheurs alors les estimations vont de 3,6 à plus de 100 millions d'espèces.

La systématique n'est qu'un des aspects de la biodiversité, néanmoins utile à la compréhension des écosystèmes, de la biosphère et de leurs fonctions et interactions.

Le tableau suivant expose un inventaire réalisé par des chercheurs

Groupe	Mayr <i>et al.</i> (1953)	Barnes (1989)	May (1988)	May (1990)	Brusca & Brusca (1990)
Protozoaires	-	-	260 000	32 000	35 000
Nématodes	10 000	12 000	1 000 000	-	12 000
Vertébrés	37 790	49 933	43 300	42 900	47 000
Crustacés	25 000	42 000	39 000	-	32 000
Hexapodes	850 000	751 012	1 000 000	790 000	+827 175
Mollusques	80 000	50 000	100 000	45 000	100 000
Annélides	7 000	8 700	15 000	-	15 000

I.7.1. Inventaire floristique

Le but de l'inventaire floristique est de recenser d'une manière systématique toutes les espèces végétales qui se trouvent dans la zone étudiée. Pour réaliser cet inventaire il faut parcourir toute la région d'étude et procéder à la récolte de toutes les espèces végétales rencontrées. Chaque échantillon d'espèce végétale doit comporter les parties indicatrices de l'espèce, composé notamment de feuilles et de fleurs, ainsi de fruits s'il y a lieu pour faciliter son identification au laboratoire après leurs séchage dans des sachets en papier. En fin l'identification des espèces est facilitée par la consultation des guides botaniques.

I.7.2. Inventaire faunistique :

a) Les invertébrés :

Il existe plusieurs méthodes utilisées pour récolter et inventorier les invertébrés

➤ Le filet fauchoir :

Il est utilisé dans l'échantillonnage qualitatif, il permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou buissons. Il consiste en une poche faite dans une toile plus solide à mailles plus serrées d'une profondeur pour la majorité des auteurs, varie entre 40 et 50 cm. Montée sur un cercle en métal dont le diamètre environ 30 à 40 cm. Le manche du filet a une longueur de 120 cm (Fig.8)

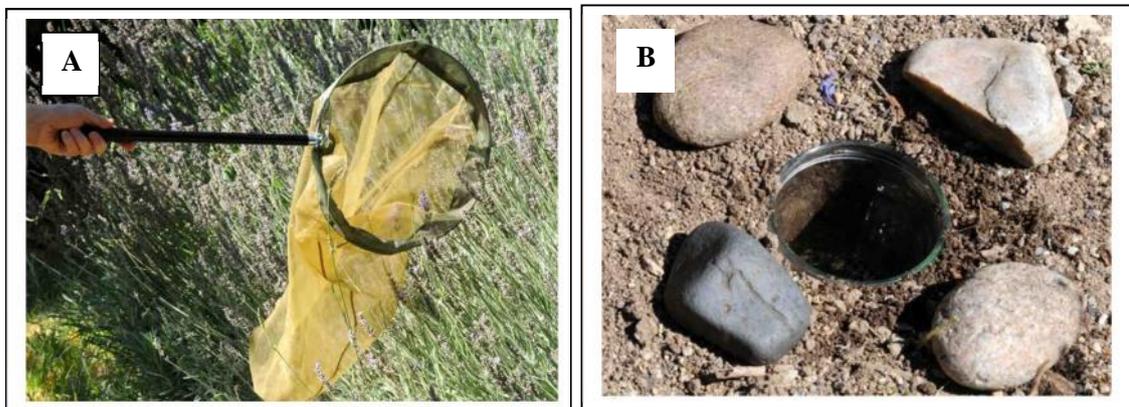


Figure 8 : (A) filet fauchoir et (B) Piège trappe enfoncé dans le sol

Pour capturer les insectes on balaye les herbes en hauteur de grands coups de filet alternativement à droite et à gauche tout en avançant. D'après plusieurs chercheurs il faut 50 coups pour connaître la population de 1m². En fin les insectes capturés sont déversés dans des petits flacons en matière de verre qui contiennent une solution de formole dilué.

➤ **Pièges trappes :**

C'est une méthode d'échantillonnage quantitatif. Ils consistent en de simples boîtes en verre ou métal enterrées au ras du sol pour capturer principalement des insectes de moyenne et de grande taille se déplaçant sur le sol et accidentellement des insectes volants qui viennent se poser à la surface ou y tombent ainsi que des reptiles et des petits mammifères (Fig.8).

Les pièges sont enfoncés dans le sol et remplis aux 2/3 d'eau et d'un liquide conservateur (formol) empêchant les invertébrés piégés de s'échapper et d'y être consommés par leurs prédateurs.

b) Les vertébrés

➤ **Les oiseaux d'eau :**

Deux méthodes sont souvent utilisées par les ornithologues pour inventorier les oiseaux:

a. La méthode absolue : Dans ce cas le dénombrement est dit exhaustif car on considère que la population est estimée directement dans sa valeur absolue et tous les individus sont comptés. On retiendra ce comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200m et ne dépasse pas les 200 individus.

b. La méthode relative : Cette méthode est utilisée si la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se trouve à une distance éloignée, elle basée principalement sur une estimation quantitative. Pour cela, il faudra diviser le champ visuel en plusieurs bandes, compter le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne et reporter autant de fois que de bandes . D'après la littérature, cette méthode présente une marge d'erreur estimée de 5 à 10%.

I.7.3. Le rythme des découvertes

Nombre d'espèces restent donc à découvrir, à un rythme qui différera selon les groupes zoologiques. Ainsi, chez les oiseaux (Fig. 9a, voir ci-dessous), il a fallu 87 ans pour découvrir la moitié des espèces aujourd'hui connues et 125 ans pour l'autre moitié. Ce qui indique que les espèces sont de plus en plus difficiles à découvrir. Dans le cas des arachnides et des crustacés (Fig. 9b, voir ci-dessous), on a découvert en seulement dix ans (de 1960 à 1970), autant d'espèces que depuis 1758, soit 202 ans. Cela indique qu'il existe encore de nombreuses espèces communes encore inconnues mais aussi qu'en découvrir de nouvelles sera de plus en plus difficile.

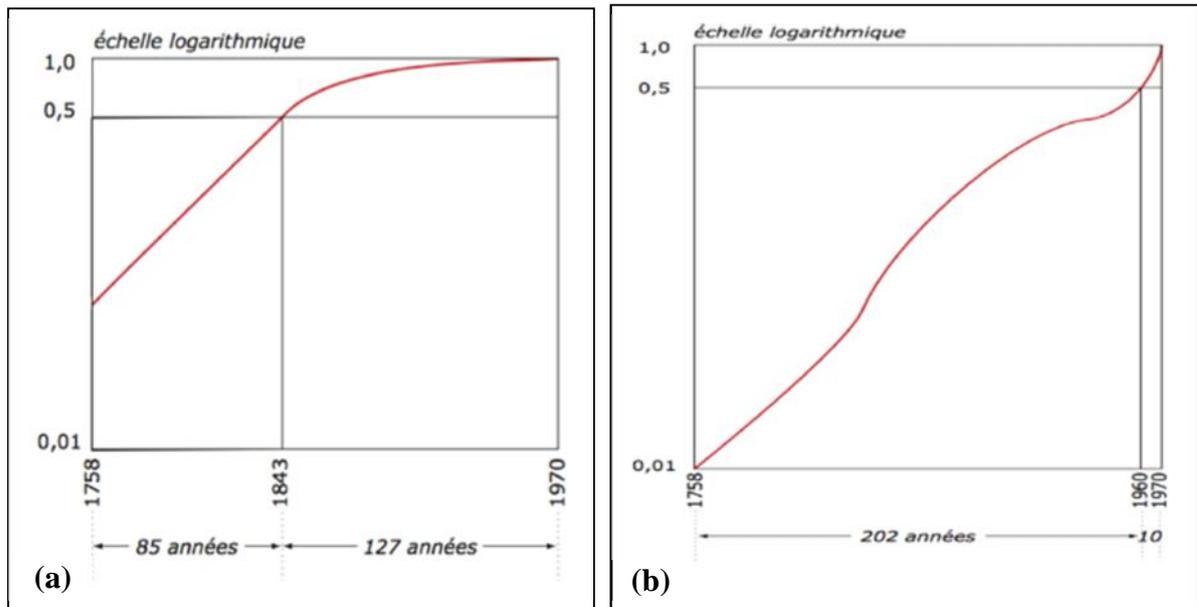


Figure 9 : a) rythme des découvertes d'espèces d'oiseaux, b) rythme des découvertes d'espèces d'arachnides et de mollusques

I.8. Etat de la biodiversité :

I.8.1. dans le monde :

L'évaluation du millénaire, après la conférence de Rio a réattiré l'attention du monde sur le rapide déclin de la biodiversité. Ce déclin s'est encore accru de 2005 à 2008 selon le rapport de mi-étape d'une étude consacrée à l'économie des écosystèmes et de la biodiversité qui conclut que sans actions fortes, la perte associée de services écosystémiques s'accroîtra.

Au rythme du début des années 2000, 11 % seulement des espaces naturels existant en 2000 auront disparu avant 2050 et près de 40 % des sols actuellement exploités extensivement (ce qui permet la survie d'une partie significative de la biodiversité ordinaire) seront converties à l'agriculture intensive. La surpêche, la pollution, les maladies, les espèces invasives et le blanchissement des coraux pourraient causer la disparition de 60 % des récifs coralliens d'ici 2030.

Selon la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), inventaire de référence actualisé chaque année, 19 817 espèces s'avèrent menacées dans le monde, sur les 63 837 que l'organisme a passées en revue : 3 947 sont classées dans une situation critique, 5 766 comme en danger et 10 104

comme vulnérables. Dans le détail, 41 % des espèces amphibies, 33 % des barrières de corail, 25 % des mammifères, 20 % des plantes et 13 % des oiseaux sont menacés.

Il s'agit d'une tendance de fond très inquiétante, qui touche toutes les espèces, tous les milieux et tous les continents, s'alarme Florian Kirchner, chargé du programme Espèces à l'UICN. Chaque année, la Liste rouge s'étoffe, parce que nous évaluons de nouvelles espèces, mais aussi parce que la proportion d'espèces menacées dans le monde ne cesse d'augmenter." Une tendance qu'illustre l'indice Liste rouge (Red list index, RLI), qui mesure les risques d'extinction des espèces, en relevant les diminutions plus ou moins rapides d'effectifs (Fig. 10).

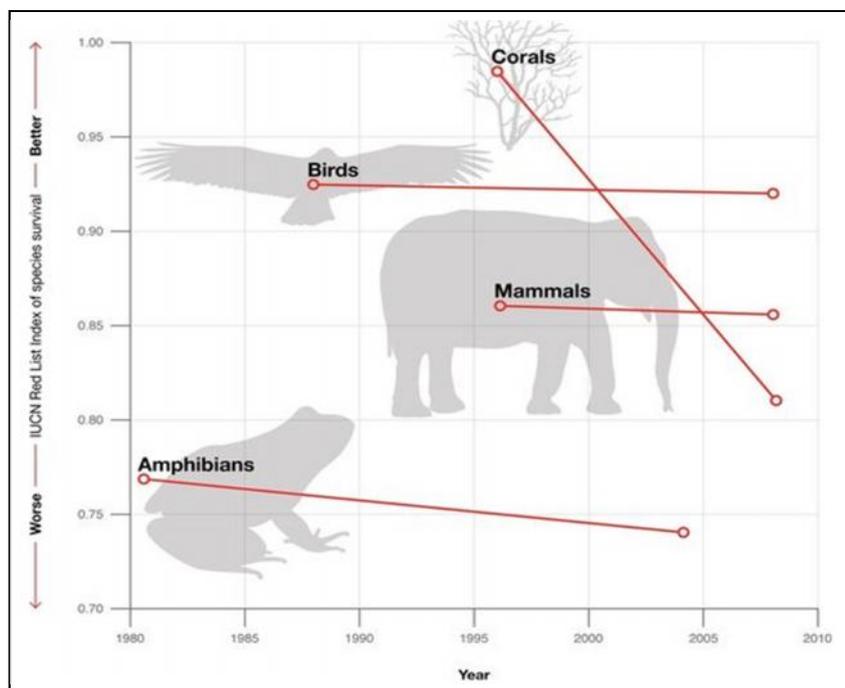


Figure 10 : Evolution de l'indice Liste rouge de l'UICN pour différentes espèces entre 1980 et 2012. L'indice varie entre la valeur 1 (les espèces ne sont pas menacées) et la valeur 0 (les espèces sont éteintes).

I.8.2. En Afrique :

L'Afrique abrite une biodiversité remarquable, qui inclue les ensembles les plus intacts de grands mammifères sur Terre. Toutefois, l'abondance des espèces décline et les menaces pesant sur les espèces augmentent. En 2014, un total de 6 419 animaux et 3 148 plantes en Afrique étaient listés parmi les espèces menacées d'extinction sur la Liste rouge de l'UICN. Vingt et un pour cent de la totalité des espèces d'eau douce en Afrique sont listées comme menacées, et 45 pour cent des poissons d'eau douce et 58 pour cent des plantes d'eau douce sont surexploités. De

plus, l'Indice Liste rouge de l'UICN pour les oiseaux africains montre un déclin au cours des 25 dernières années, ce qui signifie que les oiseaux africains sont de plus en plus menacés d'extinction.

Les tendances pour d'autres groupes sont également susceptibles d'être négatives. Globalement, il est estimé que la population combinée d'espèces de vertébrés africains pour lesquelles des données sont disponibles a diminué d'environ 39 pour cent depuis 1970. Les baisses sont plus rapides en Afrique occidentale et centrale que dans l'est de l'Afrique ou en Afrique australe. Les tendances démographiques parmi les espèces les plus petites sont généralement inconnues.

I.8.3. En Algérie :

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physiionomique 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 coeur du Sahara central (Ahaggar et Tassili N'Ajjer). 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.

La biodiversité algérienne (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces, mais l'économie algérienne n'en utilise que moins de 1 % de ce total.

a) La diversité floristique :

Les effectifs de la flore algérienne sont dénombrés différemment par les botanistes et les écologues. Ils varient de 5.500 à 3.139. Cette dernière estimation concerne la comptabilisation exclusive des espèces. Sur les 3.139 espèces, 2.839 ont reçu une caractérisation phytogéographique qu'il est possible d'insérer dans une typologie (Tab.7).

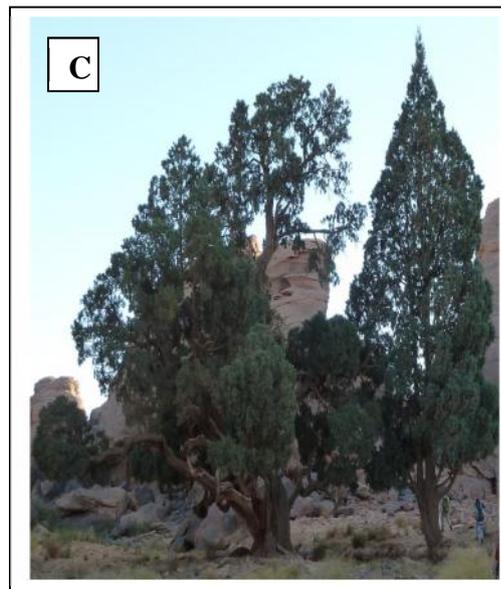
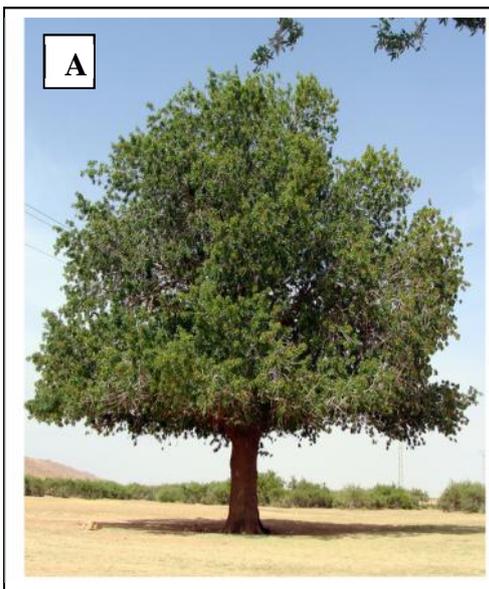
Tableau 7: Effectifs régionaux des espèces de l'Algérie du Nord

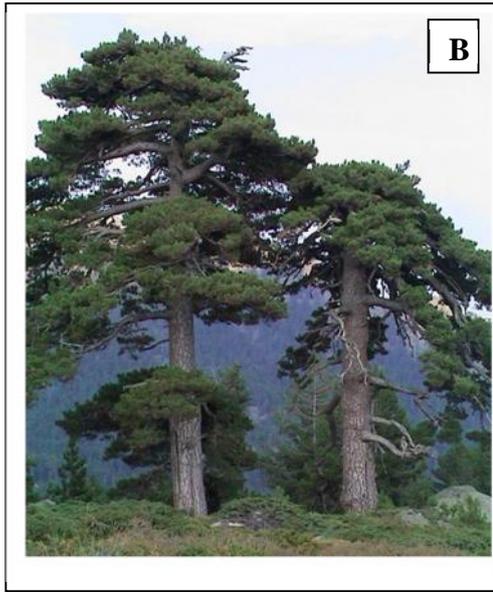
Classes	Natures régionales	Effectifs espèces	%	% Cumulé
1	Endémiques	247	8.5	
2	Nord Africaines	302	10.5	19
3	Méditerranéennes	1079	36	55
4	Sahariennes	115	4	59
5	Euro-méditerranéennes	341	12	71
6	Atlantiques	180	8	79
7	Tropicales	43	1.5	80.5
8	Circum Boréales	378	14	94.5
9	Cosmopolites	154	5.5	100
Total		2 839 sur 3139		

Sur les 3139 espèces décrites par Quezel et Santa (1962), les botanistes dénombrent 289 espèces assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques.

Ceci montre que 40,53% (1286 espèces) de la flore algérienne sont rares à très rares ce qui témoigne de l'urgence des actions de conservation.

Le nombre d'espèces endémiques algériennes se situe aux environs de 250 sur un total de 2840 espèces environ, soit 8,5%. Parmi ces espèces: le pistachier de l'Atlas (A), le Pin noir (B), le Cyprès du tassili (C), le Sapin de Numidie (D).





Les endémiques larges seraient au nombre de 294 qui sont généralement représentées par des endémiques maghrébines (122 espèces) ou nord africaines (112 espèces). D'autres sont propres à deux pays : les algéro-marocaines sont au nombre de 58 et les algéro-tunisiennes au nombre de 33.

- 3235 espèces utiles originaires de diverses contrées du globe ont été introduites parmi lesquelles 1699 espèces d'arbres d'origine tropicale.
- Une synthèse de différents travaux a permis de recenser 232 espèces à usage médicinal, aromatiques et alimentaires. Exemple: Armoise, Genévrier, Thym.
- le recensement pour les algues et les champignons est varié entre 30 000 à 50000 espèces pour chacun de ces deux groupes.

Pour les algues des milieux aquatiques continentaux, différents auteurs ont pu relever quelques 1028 espèces citées. Les algues aquatiques est l'élément de la flore le moins connu, faute d'ouvrages spécialisés et de recherches menées pour une mise à jour et une connaissance exhaustive des espèces composant ce groupe.

- Les plantes aquatiques des milieux marins ont fait l'objet de quelques études portant uniquement sur la systématique des espèces algales dont le recensement a permis de réaliser un inventaire floristique regroupant plus de 468 espèces. A cet inventaire s'ajoute 27 espèces nouvellement recensées ; ce qui porte à 495 espèces pour la flore algale marine de l'Algérie.

- La flore lichénique est très peu explorée. Elle a été évaluée à 600 espèces.