

Module ECOSYSTEMES

L'écologie est la science qui étudie les interactions au sein des écosystèmes. Dans un écosystème, les relations trophiques décrivent les relations alimentaires. Cependant, il existe de nombreux autres types d'interactions (ou de relations) entre les êtres vivants (Claude Faurie et al 2012).

I. Ecologie

L'écologie est une science qui est née au 19^{ème} siècle et s'est structurée en discipline scientifique au cours du 20^e siècle.

Le mot écologie est dû à Ernst Haeckel (1866).

Le premier traité d'écologie est écrit à la fin du 19^{ème} siècle par Eugène Warming. C'est la science qui étudie les relations entre les êtres vivants eux-mêmes et avec leur environnement. En un mot, c'est la science des interactions :

- Interactions entre les êtres vivants et leur environnement (autoécologie),
- Interactions entre les êtres vivants eux-mêmes (synécologie)

Remarque : depuis les années 1970, l'écologie désigne aussi une forme d'engagement personnel, politique ou associatif, qui traduit une préoccupation relative à l'impact des activités humaines sur la planète.

I. 1. Eléments biotiques et abiotiques

I.1. 1. Qu'est-ce qu'un écosystème ?

L'unité étudiée par l'écologie est l'écosystème.

Le terme a été proposé en 1935 par le botaniste anglais Arthur Tansley, le concept s'est structuré à partir des années 1940.

L'écosystème est un ensemble relativement homogène et stable (en l'absence de perturbations) constitué par une communauté d'êtres vivants (animaux, végétaux, champignons, microbes) appelée biocénose, en relation avec un biotope (facteurs physicochimiques déterminés par le climat, la topographie, la nature du sol, l'humidité, etc.).

$$\text{Ecosystème} = \text{biocénose} + \text{biotope}$$

Un écosystème évolue, en l'absence de perturbation d'origine naturelle ou humaine, vers un état d'équilibre appelé **climax**.

Cependant, la plupart des écosystèmes terrestres ou aquatiques sont perturbés par les activités humaines. On parle de perturbation d'origine **anthropique**.

I. 1. 1. 1. Le biotope : le milieu qu'occupent les êtres vivants

Le biotope est le lieu de vie constitué des conditions extérieures : température, humidité, lumière, sol, relief...

Un biotope est le milieu physique et chimique dans lequel vivent les végétaux et les animaux. Ce milieu est l'élément non vivant, ou abiotique, de l'écosystème. Il renferme la totalité des ressources nécessaires à la vie.

Le biotope varie selon les écosystèmes. Dans un étang, il est composé d'eau et de substances dissoutes (oxygène, gaz carbonique et sels minéraux). Dans un écosystème forestier, le biotope est constitué par le sol qui permet l'enracinement des plantes et qui leur procure l'eau et les sels minéraux indispensables, et par l'atmosphère qui fournit l'oxygène et le gaz carbonique également indispensables (Claude Faurie et al 2012).



Figure 1. Les relations sols-végétaux.

I.1. 1. 2. La biocénose : l'ensemble des êtres vivants d'un milieu

Le second élément de l'écosystème comprend l'ensemble des êtres vivants, végétaux, animaux et micro-organismes, qui trouvent dans le milieu des conditions leur permettant de vivre et de se reproduire. L'ensemble de ces êtres vivants constitue une communauté (terme surtout employé en Amérique) ou une biocénose (terme surtout utilisé en France). La biocénose est un ensemble plus ou moins riche en espèces entre lesquelles existent des liens d'interdépendance qui se manifestent par la compétition, les relations trophiques (les uns mangent les autres), la symbiose, etc. Les trois catégories d'organismes d'une biocénose sont les producteurs (les végétaux chlorophylliens), les consommateurs (animaux herbivores et carnivores), les décomposeurs (champignons, bactéries et certains animaux).

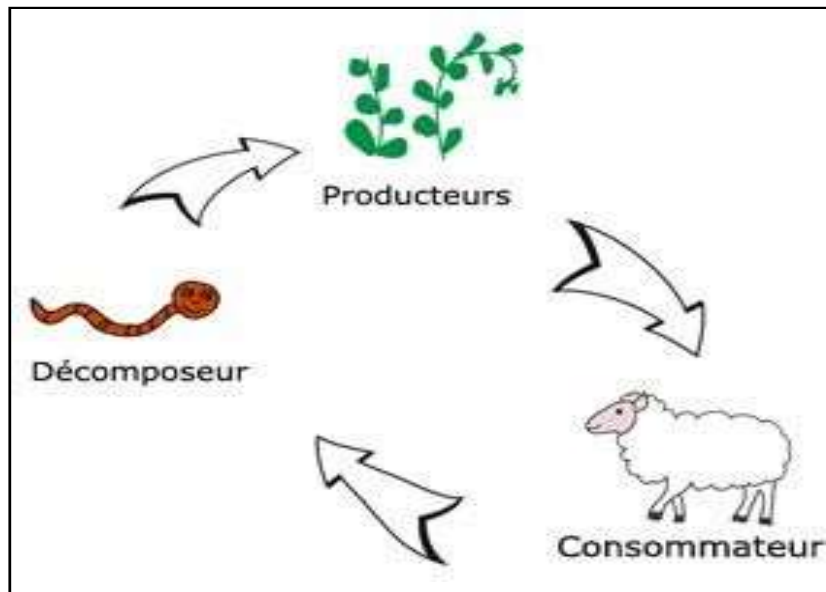


Figure 2. La Chaîne trophique (alimentaire)



Figure 3. L'interaction entre les facteurs biotiques et les facteurs abiotiques.

I.I 1.3. La phytoécologie

La phytoécologie est l'étude des rapports entre l'environnement et la végétation.

I.I 1.4. La phytosociologie

La phytosociologie est la branche de l'écologie dont l'objet est la description de la structure des phytocénoses; analyse des groupements végétaux à partir desquels sont définies des associations végétales ainsi que l'étude de l'évolution dans le temps des communautés végétales. (successions écologiques). C'est donc la science qui étudie la végétation : comment se forme-t-elle, comment évolue-t-elle, quels sont les facteurs qui l'influencent ?

Fonction et espèces :

Les espèces jouent des rôles différents dans un écosystème, elle participe au fonctionnement de celui-ci. S'il y a un changement de statut, le milieu tourne vers la perturbation. Nous avons quatre classes d'espèces dans un écosystème :

a. Espèce clé (Key species) : définie par Bond (2001) comme une espèce dont l'élimination aurait des effets sur de nombreuses autres espèces et sur le fonctionnement.

b. Espèces ingénieur (engineers species): définie par Lawton (1994) comme un organisme qui module directement ou indirectement la viabilité des ressources et cause un changement dans le plan physique de l'écosystème (paramètres abiotiques). Nous avons des espèces ingénieurs auto-géniques (qui change l'environnement par leur viabilité physique, exemple : Posidonie) et les espèces ingénieurs allo-géniques (qui change l'environnement physique où elles vivent comme les lombrics et les castors).

c. Espèces guildes (Gilde) : C'est un ensemble d'espèces taxonomiquement apparentées et qui jouent le même rôle dans un milieu, capacité de remplacement.

d. Espèces parasol (Umbrella species) : c'est une espèce qui bénéficie d'un statut particulier de conservation et d'où cela implique la conservation d'autres espèces dans le même milieu (ou niche écologique).

II. Les interactions abiotiques

Le biotope est défini par ses paramètres physico-chimiques : température, luminosité, hygrométrie, salinité, pente, vents dominants, taux d'O₂, taux de CO₂ ...

Il impose des contraintes qui sélectionnent les êtres vivants qui peuvent y vivre. Par exemple, les poissons peuvent supporter ou non de l'eau salée. Certaines plantes supportent mieux la sécheresse, les sols acides (myrtille) ou au contraire calcaire (l'olivier). De plus, ces contraintes varient au cours du temps (journée, saison, événements climatiques : tempêtes, canicule ...) mais aussi en fonction de la biocénose elle-même (présence de nourriture variable ex : fruits, feuilles des arbres ...). Il existe donc des interactions entre le biotope et la biocénose, notamment des interactions entrantes (lumière, CO₂, ... dans la photosynthèse) et des interactions sortantes (évacuation de CO₂ par la respiration, décomposition de la matière organique).

Interactions biotiques au sein de la biocénose

En retour, la biocénose modifie également le biotope par les actions suivantes : - - - Mobilisation de l'environnement (lombrics qui mobilisent le sol, castor qui font des barrages, humains qui réalisent des constructions ...)

Croissance de la végétation et diminution de l'érosion, apport de matière organique au sol
Variabilité des peuplements (augmentation ou diminution de la taille de certaines populations et destruction de l'écosystème : cas de la déforestation).

De plus, il existe des relations biotiques entre les espèces de la biocénose qui contribuent à leur succès plus ou moins grand dans l'écosystème et impliquent des relations de différents types : - De la compétition : pour la lumière, l'eau, la nourriture (Lion et Hyène) - - De l'exploitation : prédation, parasitisme (galles, sangsue, tique ...) De la coopération : mutualisme (abeille et fleur) et symbiose (ex : les mycorhizes des arbres)

III. Les relations trophiques

Les relations trophiques (du grec *trophê* se nourrir) concernent les relations alimentaires entre les êtres vivants d'un écosystème. Elles sont structurées à partir de chaînes formant des réseaux.

Exemples : réseau trophique d'un étang, réseau trophique d'une prairie, réseau trophique d'une forêt.

III.1. Chaînes trophiques (alimentaires)

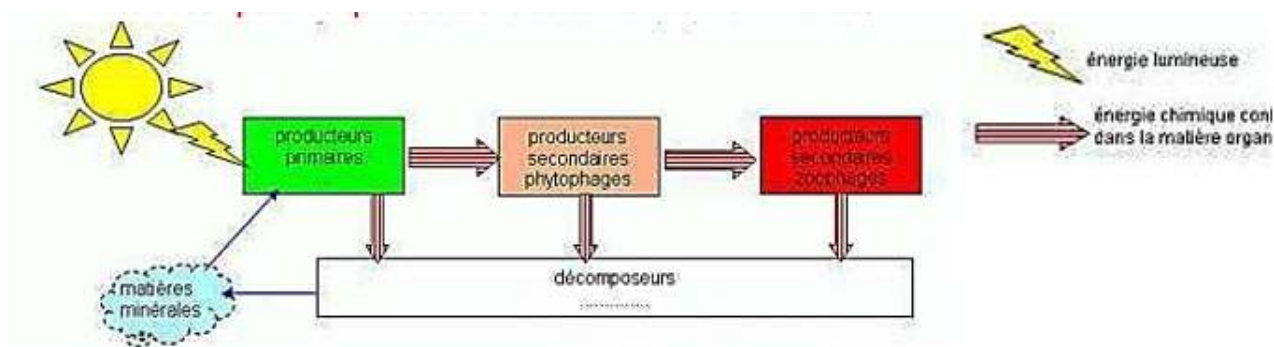
La place d'un être vivant dans une chaîne trophique représente son niveau trophique. Il en existe trois :

- le niveau des producteurs, ou producteurs primaires
- le niveau des consommateurs (consommateur 1, consommateur 2, consommateur 3, etc.)
- le niveau des décomposeurs.

III. 1 Les producteurs primaires sont les végétaux chlorophylliens. Ils utilisent l'énergie lumineuse pour transformer la matière minérale (eau, ions minéraux, dioxyde de carbone) en matière organique : c'est le processus de photosynthèse. Les producteurs primaires sont autotrophes. Ils sont à la base de la production de matière organique.

III. 2 Les consommateurs se nourrissent de matière organique. Ils dépendent donc entièrement des producteurs, soit directement dans le cas des phytophages (consommateurs primaires), soit indirectement dans le cas des zoophages (consommateurs secondaires ou d'ordre supérieur). Les consommateurs sont hétérotrophes.

III. 3. Les décomposeurs utilisent la matière organique morte (provenant des producteurs et des consommateurs morts), dont ils assurent la transformation en matière minérale. Il s'agit de la minéralisation. On peut distinguer d'une part les détritivores (vautours, bousiers, vers de terre) qui consomment des cadavres et des excréments, d'autre part les transformateurs (bactéries, moisissures, champignons) qui terminent la décomposition de la matière organique jusqu'à sa minéralisation. Ceci permet le recyclage de la matière (Claude Faurie et al 2012)

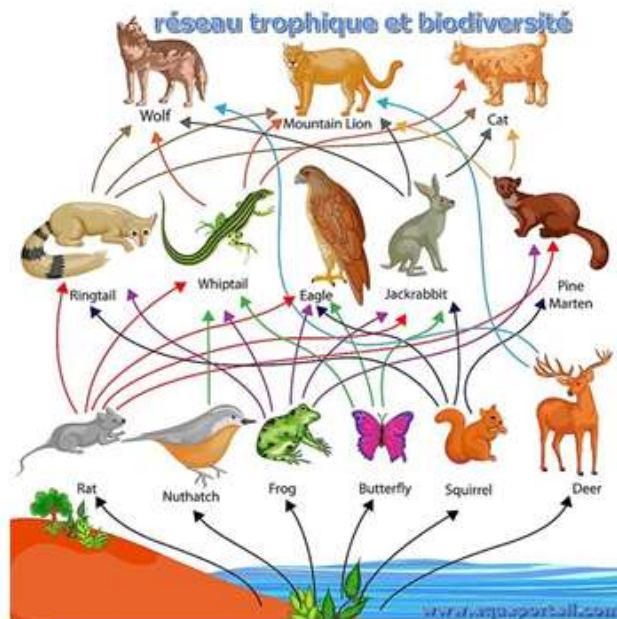


Document 1 - Schéma des relations trophiques au sein d'un écosystème

III. 2 Les réseaux trophiques (alimentaires)

Dans un écosystème, un être vivant peut faire partie de plusieurs chaînes alimentaires. L'ensemble de ces chaînes forment un réseau.

Les représentations de type chaîne ou réseau sont qualitatives, elles permettent d'identifier les espèces concernées, de préciser leur niveau trophique, mais elles ne donnent aucune indication sur la taille des populations. Ils s'agissent de représentations qualitatives. Les flèches utilisées pour modéliser les réseaux trophiques peuvent signifier « mangé par » ou encore « mange ». Il faut être particulièrement attentif à la signification des flèches (on trouve trop souvent des vaches « mangées par » de l'herbe !).



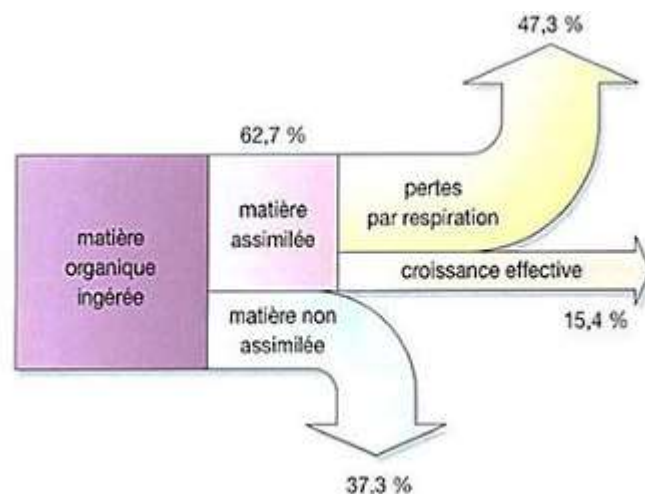
Document 2 – Exemple de réseau trophique montrant la complexité des relations

II- Les flux de matières dans les écosystèmes

1- Le rendement et la biomasse

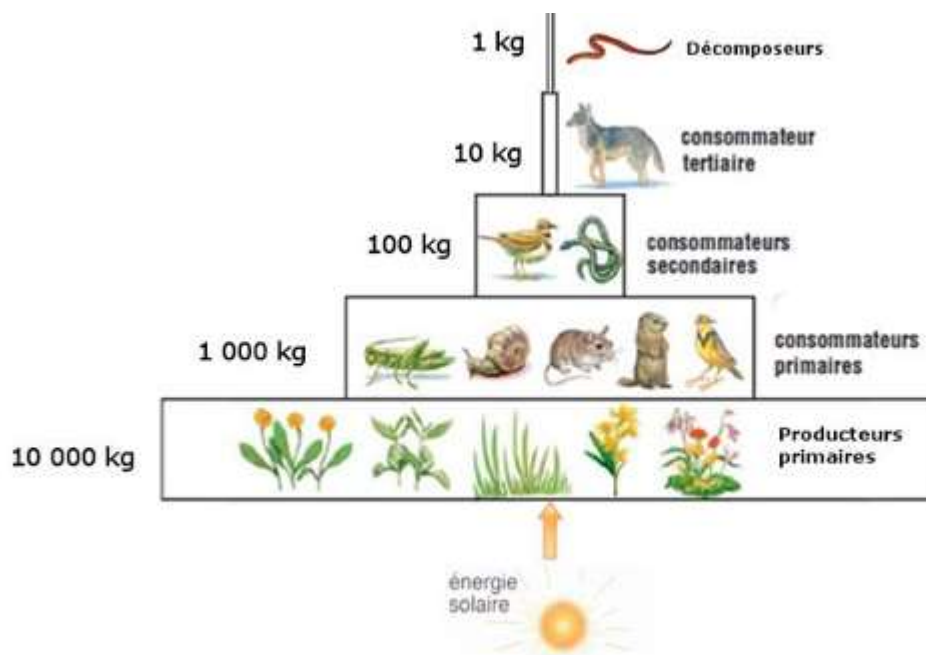
La biomasse est la quantité de matière organique présente dans l'écosystème ou dans un niveau trophique. La matière organique est transférée entre les différents niveaux trophiques mais, seule une faible partie de la productivité produite par un être vivant est utilisée par le maillon suivant. En effet, une grande partie de la matière organique est utilisée pour produire de l'énergie (respiration).

Le rendement correspond au rapport entre la masse de matière produite par le consommateur d'un maillon divisée par la masse de matière ingérée par ce consommateur.



Document 4 – Schéma montrant le devenir de la matière organique entre les niveaux trophiques

Quel que soit le consommateur d'une chaîne alimentaire donnée, la biomasse qu'il produit est très inférieure à la biomasse consommée provenant du maillon précédent. On peut représenter le rendement de chacun des maillons d'une chaîne alimentaire par des rectangles superposés dont l'aire est proportionnelle à la biomasse à un moment donné : **c'est la pyramide écologique ou pyramide des biomasses**. L'écosystème naturel est donc traversé par **un flux permanent de matière mais aussi d'énergie**.



Document 5 – Exemple de pyramide des biomasses simplifiée

2- Les flux de matières au sein de l'écosystème

Les êtres vivants sont traversés par des flux de matière (eau, carbone, azote, etc.). On peut identifier différents flux :

- Flux entrants (absorption racinaire, photosynthèse, respiration :
- Flux circulants (circulation des sèves, circulation sanguine)
- Flux sortants (évapotranspiration, transpiration, respiration : CO₂, érosion et déplacement des composants du substrat ou du sol).

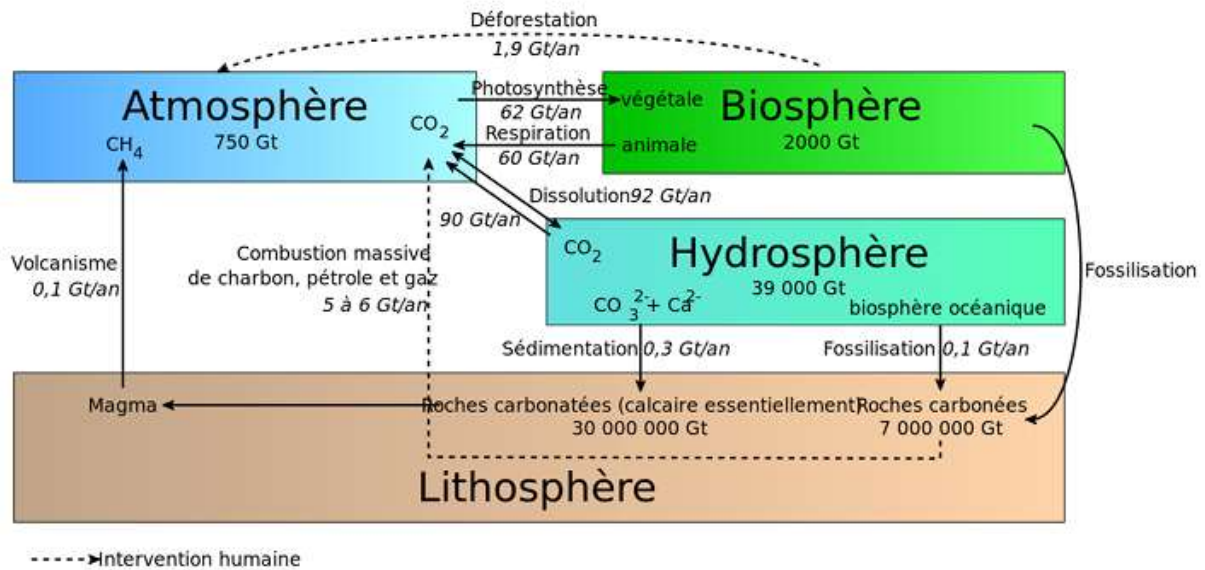
Il y a également un recyclage de la matière par les décomposeurs qui transforment la matière organique en matière minérale réutilisable par le réseau trophique. Ceci est réalisé en particulier au niveau des sols.

3- L'intégration de l'écosystème dans les cycles géochimiques

Les écosystèmes font partie des cycles géochimiques (cycle du carbone, cycle de l'azote). Ils constituent un réservoir, généralement de faible ampleur mais permettant **des échanges très rapides**.

Les principaux échanges se font avec l'atmosphère, l'hydrosphère et les sols (contenus dans le réservoir « Lithosphère »).

L'impact de l'écosystème se mesure par des bilans d'entrée/sortie de matière. Les flux entrants et sortants sont globalement à l'équilibre (60 à 62 Gigatonne/an pour les écosystèmes terrestres contre 90 à 92 Gigatonne /an pour les écosystèmes aquatiques) mais ceci peut varier au cours des saisons.



Document 6 – Schéma du cycle du carbone et ses interactions avec la biosphère

III- Les perturbations des écosystèmes et la résilience

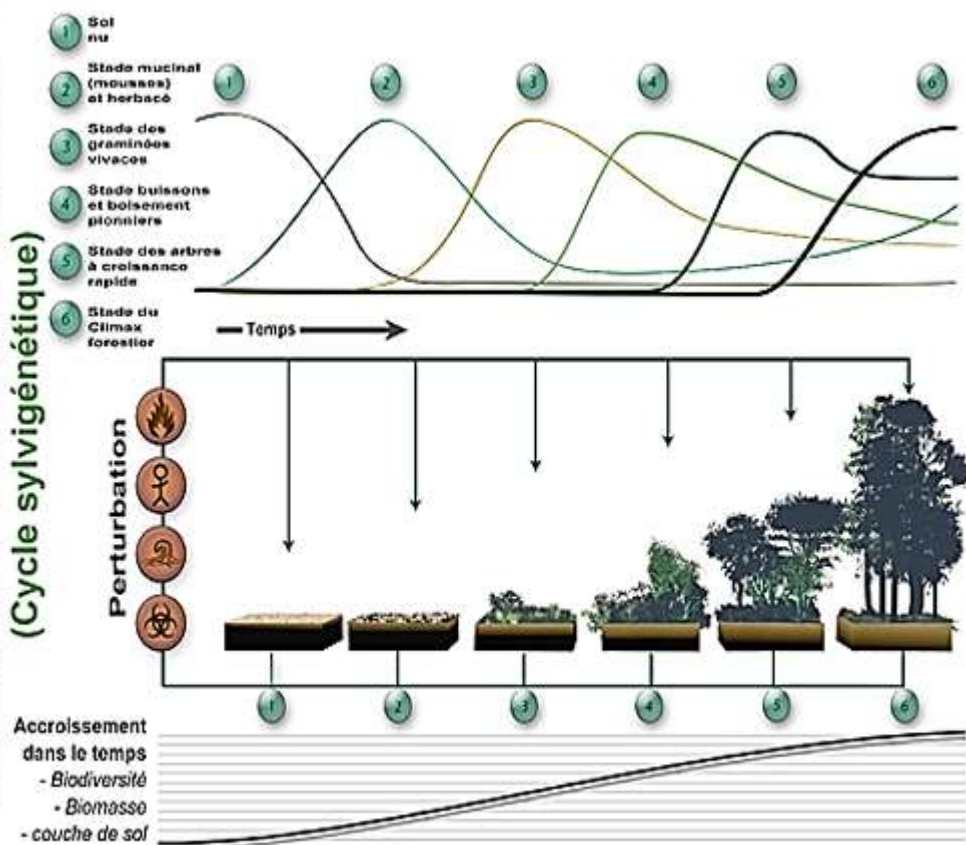
1- Un système dynamique

Même sans l'action de l'Homme, les écosystèmes subissent donc une dynamique spatio temporelle avec des perturbations (incendies, maladies, gel, tempêtes, canicule ...). Ces perturbations affectent plus ou moins durement les populations qui sont parfois amenées à se réduire voire à disparaître. Au contraire, d'autres espèces peuvent tirer profit de ces réductions (niches écologiques libres, diminution de la compétition ...).

2- La résilience

La résilience est la capacité relative à retrouver un état initial après perturbation. Plus un écosystème est diversifié et plus les interactions sont nombreuses, plus sa résilience est importante. En effet, la disparition d'une espèce ou d'une population pourra être compensée par d'autres interactions. A l'inverse, un agrosystème intensif (champ de maïs) a une résilience très faible : si le maïs est attaqué par une maladie ou un parasite, tous les pieds risquent de disparaître.

Les 6 stades de la succession forestière (Cycle sylvigénétique)



Document 7 – Schéma montrant les différents stades d'évolution d'une forêt

- **Les pyramides écologiques**

Les représentations sous la forme de pyramides écologiques permettent d'évaluer la diminution de matière ou d'énergie mise à la disposition de chaque échelon suivant dans la chaîne alimentaire. Chaque rectangle de la pyramide aura une surface proportionnelle au nombre d'individus, à la masse totale d'individus d'une même catégorie ou à la quantité d'énergie. Les pyramides écologiques permettent donc de quantifier les échanges entre les niveaux trophiques ou d'évaluer la taille des populations concernées.

Il en existe trois catégories :

I. 1. 4. 1. La pyramide des énergies représente la quantité d'énergie collectée à chaque niveau de la chaîne alimentaire. Toute l'énergie solaire collectée par les végétaux n'est pas entièrement disponible pour les herbivores : le rendement de la photosynthèse est faible, une partie de l'énergie est utilisée pour répondre aux besoins de la plante elle-même. Le deuxième étage de la pyramide est donc moins large que le premier. Il en est de même pour le troisième, où les zoophages de premier ordre (les carnivores) ne récoltent pas toute l'énergie acquise par les herbivores, etc (Claude Faurie et al 2012)

I. 1. 4. 2. La pyramide des nombres représente le nombre d'individus à chaque niveau trophique. Dans tout écosystème, ce nombre diminue en passant du niveau des proies à celui des prédateurs. L'évaluation des populations fournit des indications sur l'état de l'écosystème et peut, par exemple, expliquer des phénomènes d'extinction ou, au contraire, de pullulation.

I.1. 4. 3. La pyramide des biomasses fournit une évaluation de la masse des producteurs par rapport à celle des consommateurs. La première étant toujours supérieure à la seconde.

I.2. Les interactions entre les facteurs biotiques et abiotiques

► Un facteur **biotique** est une partie vivante d'un écosystème.

► Un facteur **abiotique** est une partie non-vivante d'un écosystème.



Figure 3. L'interaction entre les facteurs biotiques et les facteurs abiotiques.

B. Schéma synthétique des principaux types de végétation en Algérie et de l'étagement altitudinal des structures forestières Algériennes

Géographie de l'Algérie (aperçu général)

L'Algérie est de par sa superficie, le plus grand pays du pourtour méditerranéen et en Afrique, il comprend une part notable du Sahara. Le relief de l'Algérie est constitué de trois grands ensembles :

a. Le Tell

C'est une étroite bande côtière de 1 200 km de long et de 100 à 200 km de large. Elle est délimitée au Sud par une chaîne de montagne, plus ou moins parallèle au littoral, et qui s'étend de la région de Tlemcen à l'Ouest, à la frontière tunisienne à l'Est. Cet ensemble est constitué de plaines fertiles où se concentrent la majorité de la population algérienne, de vallées et d'une succession de monts l'Atlas tellien qui dépassent régulièrement les 2 000 m à l'Est, notamment en Kabylie.

b. Les hauts plateaux et l'Atlas saharien

un grand ensemble de plaines et de hauts plateaux semi-arides qui courent en diagonale depuis la frontière marocaine jusqu'au nord-est de l'Algérie. Le terrain est creusé par de nombreuses dépressions, les chotts, qui se transforment en lacs salés après la saison des pluies. Ces steppes sont délimitées au Sud par une barrière montagneuse (l'Atlas saharien), d'Ouest en Est se succèdent les monts des Ksour, des Ouled-Naïl, des Zibans et des Aurès qui culminent à plus de 2 300 m. Au pied de ces montagnes se trouvent un chapelet d'oasis qui marquent le seuil du Sahara.

b. Le Sahara

Il couvre environ 85 % du territoire algérien (2 000 km d'Est en Ouest, 1 500 km du Nord au Sud). Ce n'est pas qu'une mer de dunes de sable. Le Grand Sud algérien alterne entre paysages volcaniques (massif du Hoggar) et lunaires (Tassili N'Ajjer), plaines de pierres et (les Regs) et plaines de sable (les Ergs) d'où jaillissent parfois de superbes oasis.

1. Principaux types d'écosystèmes.

Malheureusement et suite à une longue histoire d'occupation humaine, l'Algérie ne renferme plus à l'heure actuelle, d'écosystème terrestre vierge d'action anthropique, c'est-à-dire réellement inaltéré par l'homme. L'action conjuguée de la hache, du feu et du pâturage en forêt a provoqué la transformation des forêts en formations végétales dégradées. Les steppes ont également été considérablement dégradées, par suite du surpâturage et même de mise en culture inadaptée. En conséquence, les communautés végétales propres à ces écosystèmes ou ce qu'il en reste, ne sont plus qu'un pâle reflet de ce qu'elles étaient dans leurs conditions primitives

1-1- Les écosystèmes côtiers.

A la limite des milieux continentaux et marins, c'est-à-dire dans les zones côtières existe une mosaïque d'écosystèmes terrestres et aquatiques qui malgré leur faible surface relative présentent un intérêt écologique (et très souvent économique) tout à fait exceptionnel. Ces écosystèmes sont représentés dans la partie continentale par des systèmes de dunes littorales et de falaises rocheuses. Ces biotopes terrestres sont, soit directement en contact avec la mer constituant le rivage sensu stricto, soit avec des écosystèmes aquatiques saumâtres: lacs, et étangs littoraux.

Les écosystèmes terrestres côtiers abritent des communautés vivantes très spécifiques par suite des particularités micro-climatiques, topographiques et édaphiques qui les caractérisent.

Les écosystèmes dunaires, ceux constitués par les falaises littorales, présentent un intérêt majeur au plan de la conservation des écosystèmes en méditerranée. Si les communautés vivantes inféodées aux faciès rocheux des côtes abruptes sont pour l'instant relativement moins menacées

par la pression d'urbanisation et d'aménagement touristique du littoral, il en va tout autrement pour les écosystèmes dunaires. Reliques dans la plupart des cas, les zones de dunes littorales ne sont pas actuellement abondantes. Elles abritent dans certains cas, des phytocénoses limitées à un certain nombre de stations, parfois même endémiques.

De même, les biotopes terrestres qui bordent l'unique lagune côtière d'Algérie (le Lac Mellah à El Kala) supportent aussi des phytocénoses très particulières caractérisées par un très fort gradient de salinité.

1-2- Ecosystèmes forestiers

Définitions :

Forêt : un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares, avec des arbres pouvant atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres à maturité *in situ*, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres ». (IGN, 2017). Cette précision est d'une importance essentielle, au sens où elle lève toute équivoque sur la question, jusqu'à ne plus avoir la moindre confusion entre une forêt et un boisement ordinaire (CLARINI, 2014).



Matorral : le terme de « matorral » désigne des formations buissonnantes essentiellement sempervirentes, qui participent à la dynamique des formations arborescentes.



Maquis et garrigues : La distinction entre maquis et garrigues relève d'un fondement édaphique : les maquis se développent sur des sols siliceux, alors que les garrigues s'étendent sur des sols calcaires. Et en milieu méditerranéen où l'eau est rare, cette différence intervient dans l'aspect général de ces formations buissonnantes : la garrigue est plus ouverte que le maquis parce que les sols y sont discontinus, sur des versants calcaires beaucoup plus rocheux que les versants sur roches siliceuses (cristallines ou métamorphiques) – à l'exception de certains grès.



Photo de Maquis



Photo de Garrigue



Progression d'une garrigue et absence de Pin d'Alep

Rôle de l'écosystème forestier

Les multiples rôles de l'écosystème forestier ne sont plus à justifier :

- La lutte contre l'érosion,
- La gestion des ressources hydriques
- La biodiversité,
- La lutte contre la pollution,
- La préservation des sols.
- A cela s'ajoute le rôle récréatif de la forêt et son influence sur le réconfort moral qu'elle peut procurer à l'homme.
- Sources de richesse économique : bois, plantes médicinales,...etc.

Superficies

L'Afrique du nord était il y a de cela plus de deux mille ans un site fortement boisé, presque sans discontinuité. Cette représentation visuelle du paysage paraît de nos jours dépassée, tant le phénomène de déboisement a pris le dessus, engendrant une diminution cruciale de la densité du couvert forestier (moins de 1% de la superficie totale des terres sont boisées). « Tableau1 ». (FAO, 2003)

Tableau1 : Ressources forestières de l'Afrique du Nord en 2000 en millier d'hectares (FOSA, 2003)

Pays	Superficie totale des terres	Forêts Naturelles	Plantations Forestières	Total forêts	%
Algérie	238 174 ha	1 427 ha	718 ha	2 145 ha	0,9%
Maroc	44.630 ha	2 461 ha	534 ha	3.025 ha	6,77%
Tunisie	16 362 ha	308 ha	202 ha	510 ha	3,11%
Total	299 166 ha	4 276 ha	1 454 ha	5 680 ha	1,89%

L'Afrique du nord était il y a de cela plus de deux mille ans un site fortement boisé, presque sans discontinuité. Cette représentation visuelle du paysage paraît de nos jours dépassée, tant le phénomène de déboisement a pris le dessus, engendrant une diminution cruciale de la densité du couvert forestier (moins de 1% de la superficie totale des terres sont boisées). « Tableau1 ». (FAO, 2003). Les chiffres publiés par la FAO en rapport avec la faiblesse de la couverture végétale pérenne dans les deux zones que compte le pays et estimée à : « 12 millions d'hectares dans le nord ; 20 millions d'hectares en zones steppiques » sont inquiétants.

La forêt algérienne se localise sur la partie septentrionale du pays et est délimitée au sud par

les monts de l'Atlas Saharien, front qui limite son extension au plan spatial, de par sa liaison avec la nature des milieux écologiques et climatiques et, avec pour preuve, la variation notable du paysage forestier en s'éloignant du littoral en direction du sud du pays. Sur la parcours traversé deux zones bien distinctes apparaissent. (Fig. 2)

- le littoral, avec les chaînes côtières de l'Est du pays, espace doté d'une forte pluviométrie dépassant les 800 mm annuellement. Les forêts y sont composées essentiellement de Chêne liège (*Quercus suber*) et de Chêne zeen (*Quercus faginea*).

- les hautes plaines continentales, représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes « telliennes et sahariennes », zones faiblement arrosées, contenant dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*).

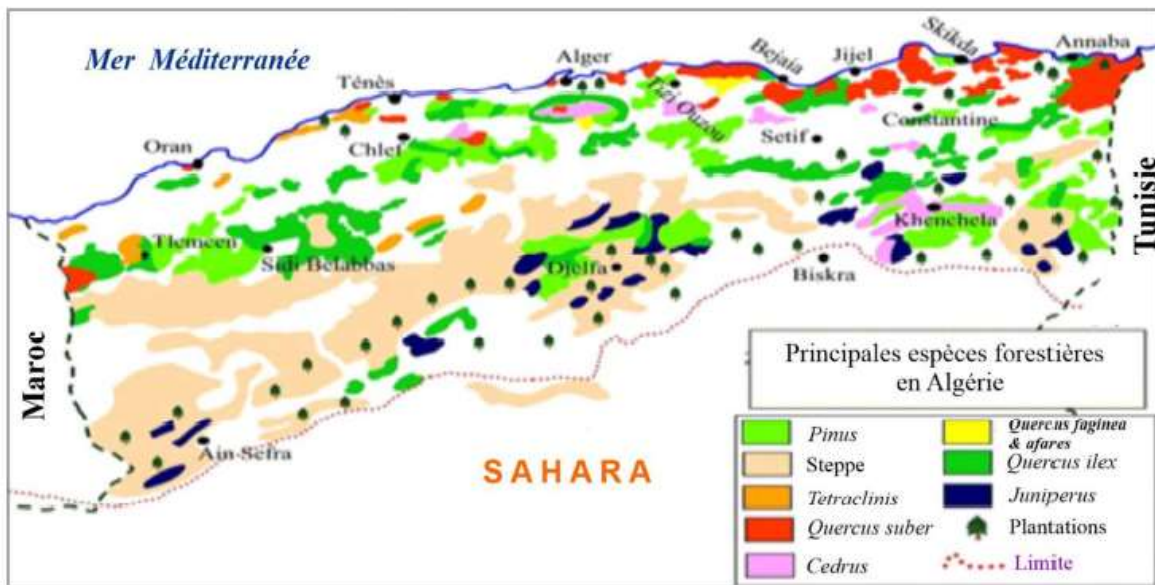


Figure 2 : Carte du couvert végétal de l'Algérie (Rapport INRF- MADR- FAO (2012).

Analyse de la dynamique des superficies forestières

Une certaine confusion règne dans les chiffres, en raison de l'absence d'un inventaire précis référencié par rapport à une nomenclature des formations forestières et de leur composition, carence que confirment bien les écarts relevés entre les chiffres indiqués sur différentes sources. En 2000, IKERMOUD estime que les forêts occupent 1 428 000 ha et les reboisements 717 000 ha. En 2003, la couverture forestière totale est établie à 4.118. 948 ha, dont 1 150 000 ha de forêts, 1 876 000 ha de maquis et 728 000 ha de plantations. D'autres sources avancent 1 429 000 de forêts, 1 876 000 ha de formations basses et 727 000 ha de reboisements, soit un total de 3 852 000 ha et 448 000 ha de terrains nus. Ce désordre en statistiques fiables sur les superficies forestières effectives a amené beaucoup de chercheurs et d'organismes à s'intéresser à la question et notamment EI AICHOUNI (1999) ; F.A.O (2012) ; PLIT (1983) ; DGF (1999) ; BOUDY (1955) ; SEIGUE (1985) ; GHAZI (2009) ; MZALI (2003) ; OUELMOUHOUB (2005) ; DGF, 2005) ; BENABDELI (2016) et BNEDER (2009).

Les formations végétales des types de forêts, matorrals, maquis, garrigues, steppes, pelouses, reboisements, identifiées au niveau de la zone nord du pays et de la zone steppique sont les espaces où la faune trouve refuge. Le tableau 2 situe la surface occupée par chacun des types de formations végétales (TATAR, 2012).

Tableau 2 : Répartition de la superficie forestier (TATAR, 2012).

Type de formation végétale	Superficie (ha)
Forêts naturelles	1 329 400
Maquis	1 844 400
Pelouses	2 800
Reboisements	1 494 800

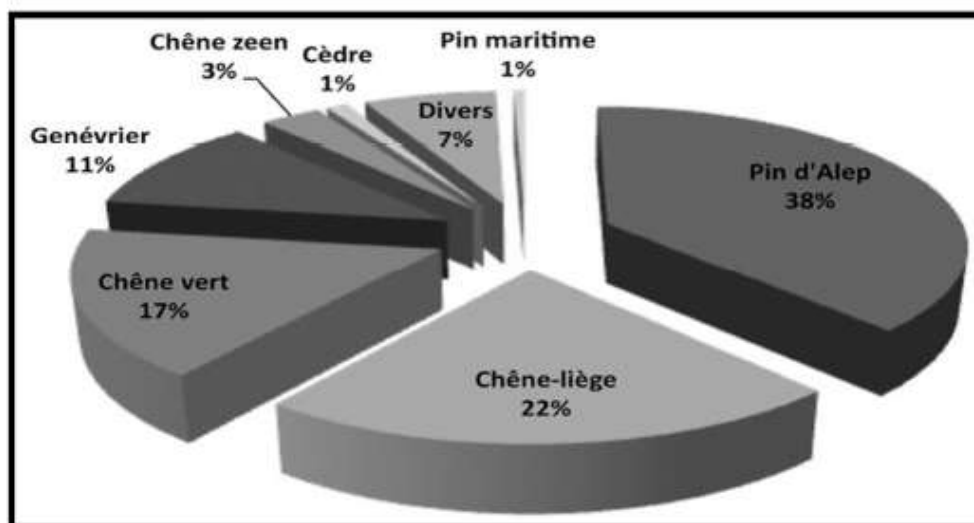


Figure 3 : Diagramme des essences forestières recensées à l'échelle du pays (TAHAR, 2012)

Le diagramme 3 met en exergue sa composante végétale et situe la proportion des essences forestières présentes et où dominent trois groupes de végétaux, qui sont : le Pin d'Alep, le Chêne-liège, le Chêne vert. « Fig.3 »

Cette physionomie du paysage végétal connaît une dynamique constante induisant le développement spatial des formations basses comme les matorrals, les garrigues et les forêts « trouées » à très faible densité. La résilience des espèces de la strate arbustive et sous-arbustive permet de modifier la composante des formations forestières. Maintenant en raison de la faiblesse des précipitations et des effets des pressions, l'espace vital par végétal de catégorie pérenne augmente. (BENABDELI, 1996 et 2012).

Les forêts algériennes sont composées essentiellement de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne zeen et afares (*Quercus faginea* et *Quercus mirbikii*), de chêne-liège (*Quercus suber*) et d'autres espèces forestières très peu représentées comme le pin maritime (*Pinus pinaster*) et le thuya (*Tetraclinis articulata*). Elles assurent actuellement une production annuelle estimée à 9 800 tonnes de bois et 15 000 tonnes de liège qui ne couvre que 10% des besoins de l'industrie et du secteur de la construction. Sous l'effet des facteurs de dégradation et surtout des incendies (DGF 2010), la production a connu un recul de 50% entre 2008 et 2009. Les formations forestières algériennes posent de nombreux problèmes, tant sur le plan théorique, que pratique. Leur hétérogénéité « floristico-structurale et bioclimatique » ne simplifie pas les choses, au sens où d'après QUEZEL (1976) : "Aucun schéma général ne peut être raisonnablement proposé".

LA RELATION FORET-HOMME EN ALGERIE

La relation forêt-homme en Algérie reste très difficile à cerner, puisque la forêt a, depuis longtemps, été considérée comme un espace de parcours au point où le terme de sylvopastoralisme s'est généralisé. Le droit d'usage reconnu aux riverains de l'espace forestier depuis la colonisation de l'Algérie permettait une exploitation quasi-permanente des produits forestiers avec toutes les conséquences qui en découlent. Le déboisement induit par un défrichement incontrôlé constitue un danger le plus « fâcheux » pour l'homme et le plus « dommageable » pour la nature. En l'espace de quelques générations, la forêt algérienne a été profondément marquée par les défrichements, la guerre, les incendies et le surpâturage. Les incendies qui détruisent en moyenne entre 35 et 45 000 hectares de formations forestières deviennent pratiquement un paramètre permanent de prise en compte dans tout projet affectant l'espace forestier.

Les différentes formations forestières dominées par les formations basses qui représentent des stades de dégradation sont soumises à longueur d'année à des pressions anthropozoogènes (homme et animal). Les forêts jadis denses et riches ont progressivement disparu ou laissé place à des peuplements clairsemés, des maquis, des matorrals ou des garrigues. Aujourd'hui, notre patrimoine forestier est

constitué, dans le meilleur des cas, de 65% de massifs dégradés. Des massifs de thuya, de chênes verts, de genévriers ont ainsi disparu ou tendent à l'être. De vastes étendues de matorrals et maquis à base de lentisques, de filaires, de chênes kermès, d'arbousiers s'éclaircissent et jouent de moins en moins leur rôle de protection des sols et de régulation du régime hydrique.

Place de la forêt dans la hiérarchie des besoins de l'homme.

Les retombées écologiques sont moins connues que les retombées économiques et ce en raison de l'avantage matériel tiré de la forêt, lequel restera pour encore assez longtemps un facteur écologique dominant. Pour cerner cet aspect de la question, deux niveaux doivent être observés : l'offre non négligeable de postes d'emploi dans le marché du travail et la fourniture d'une variété de sources de revenus pour les populations riveraines. Le levier de préservation des écosystèmes forestiers doit reposer sur le développement de la filière bois (matériau écologique renouvelable), une alternative aux énergies fossiles dans le but de limiter le réchauffement climatique tout en créant des emplois verts durables. Le secteur bois constitue un domaine pouvant facilement amorcer la relance de beaucoup de secteurs écologiques, à travers les constructions en bois, l'ameublement, le chauffage et le développement des procédés de chimie verte.

Selon la finalité à laquelle se destine la forêt, quatre classes apparaissent au niveau du patrimoine forestier algérien. On y distingue :

- Les forêts de production ; elles se localisent dans les étages bioclimatiques subhumide et humide avec des rendements moyens en bois d'oeuvre
- Les forêts de protection ; Il s'agit des forêts localisées au niveau des zones à forte pente dont le rôle principal est la protection des sols contre toute forme de dégradation (érosion hydrique, érosion éolienne,...) et constituées particulièrement de forêts dégradées, maquis et matorrals
- Les forêts de conservation, ce sont des forêts localisées au niveau des aires protégées (Parcs nationaux réserves naturelles, centre cynégétique).
- Les forêts d'utilité sociale ; ces dernières se trouvent à proximité des agglomérations et qui ont un caractère récréatif

Impact socioéconomique des forêts

La forêt algérienne est diversement sollicitée, comme espaces de chasse, de détente, de randonnées, de parcours, d'emploi et de production de bois. La cueillette de divers produits comestibles et surtout de plantes médicinales constituent un volet important à ne pas négliger. Il faut y ajouter la collecte de graines pour la production de plants en pépinières et la production de miel de qualité, à travers le butinage des abeilles en milieu forestier. La déforestation a permis l'entrée de l'agriculture dans les écosystèmes forestiers, notamment au niveau des clairières et des tranchées pare-feux.

C'est principalement la zone nord de l'Algérie que se concentrent les meilleures formations forestières, qui malheureusement sont confrontées à une forte densité humaine induisant une urbanisation menaçante. L'attrait permanent en direction de la partie septentrionale de l'Algérie se traduit par un ensemble d'actions et d'interactions n'obéissant pas aux règles de fonctionnement des écosystèmes forestiers.

La forêt requiert une importance particulière, comme pourvoyeuse de postes de travail, principalement dans les zones où les autres secteurs sont absents. Les emplois offerts se situent entre : « 60 000 à 80 000 pour les travaux en forêt ; 8000 à 14 000 postes pour les cueilleurs d'alfa (*Stipa tenacissima* L.) en zone steppique et 600 à 700 pour des emplois au niveau des centres de conditionnement. Pour les emplois induits par les entreprises de réalisation et de la transformation du bois, tant au niveau des grosses entreprises, que de celui des petits artisans, ils sont estimés à 5000 postes de travail. (FAO 2000).

LA VULNERABILITE DE LA FORÊT ALGERIENNE FACE AUX PRESSIONS

(Caractérisation des principales pressions)

Depuis des décennies, la politique forestière algérienne est plus tournée vers la conservation que vers la valorisation, situation qui a engendré un manque d'activités économiques durables générant une pression importante sur le patrimoine forestier et attisant les convoitises sur le foncier forestier. La forêt ne semble point fasciner l'homme par les fonctions qu'elle assume. Elle est plutôt considérée comme espace de prélèvement de divers produits qu'elle lui offre en permanence gratuitement. Les fortes pressions qu'elle subit, parmi lesquelles les effets du réchauffement climatique ne peuvent se traduire que par une dégradation progressives de toutes les formations forestières.

Depuis la colonisation (1832), la forêt algérienne a fourni annuellement 94.000 tonnes de bois brut soit l'équivalent de 125.000 mètres cube alors que le chiffre le plus proche de la réalité est de 300.000 mètres cube soit 450.000 stères (MARC, 1916). Les deux tiers des 3 millions d'hectares de formations

forestières sont des formations incomplètes, dégradées et mal utilisées se traduisant par une capacité de production réduite et généralement limitée aux bois de feu. Pour rentabiliser ces formations et assurer leur pérennité, un aménagement adapté est la seule solution possible. MARC, (1916) notait à ce propos que : « La puissance de l'état est la seule qui soit assez forte pour assurer la conservation des forêts et un peuple qui méconnaît cette vérité est un peuple en péril ».

La protection et le développement des écosystèmes forestiers en Algérie exigent une nouvelle approche de gestion permettant d'éradiquer toute forme de pression. Ces pressions anthropiques agissant sur les écosystèmes forestiers sont malheureusement nombreuses et peuvent être regroupées en quatre catégories dont :

Le facteur humain

L'importance de l'impact de l'humain dans le développement durable des écosystèmes forestiers, constituent même un facteur pénalisant, si son intervention au niveau de la forêt s'avère être démesurée. En effet, une exploitation abusive des différentes ressources que compte la forêt pourrait engendrer un déséquilibre des écosystèmes en général et celui des forêts en particulier. Cette finalité peut résulter de l'excès d'ardeur des exploitants des ressources forestières, en voulant tirer à chaque fois le maximum que pourrait offrir la forêt. Cette manière de faire est porteuse d'un danger, qui est celui de pénaliser fortement la nature qui, à terme, risque de mettre en péril son existence même.



Les changements climatiques et réchauffement

Le facteur climat qui peut être assez préjudiciable pour le végétal en général et les écosystèmes forestiers en particulier constitue un facteur d'impact important à ne pas négliger. Le phénomène du changement climatique à l'échelle de la planète a intensifié la nuisance relevée.

La hausse de température favorise l'apparition du stress hydrique ». L'état de dessiccation qui résulte de ces manifestations engendre un dessèchement fort prononcé au niveau de quelques espèces forestières, notamment dans les étages bioclimatiques semi-arides et subhumides. Ce phénomène est à l'origine de la multiplication des feux de forêts et constitue un facteur de départ et de propagation à l'échelle spatiale. Depuis les années 1970 tous les écosystèmes forestiers sont fortement menacés en premier lieu par les

pressions anthropiques, situation peu encourageante qui s'est vue conforter par une diminution significative des précipitations annuelles estimée sur une période de 50 ans à 87 mm et par une augmentation de la température moyenne de 0.7°C. Face à cette situation inquiétante, la mise en place d'une stratégie s'impose prenant en compte les résultats de l'expérience du passé pour éviter de voir se reproduire les erreurs commises dans toutes les actions d'aménagement entreprises depuis 1962.



Les incendies et feux de forêts

Ils représentent une calamité aux effets dévastateurs, si nous considérons l'importance de leurs incidences. En 1981, une surface de 2000 km² a été dévastée par le feu ; quant au cumul des années 1983, 1994 et 2012, il avoisinerait les 6000 km².

L'année 2021 a été assez catastrophique, de par l'ampleur des feux et leur étalement au plan spatial. Sur les 20 dernières années, la moyenne des surfaces ravagées annuellement est de l'ordre de 320 km².

L'année 2021 a été assez catastrophique, de par l'ampleur des feux et leur étalement au plan spatial. Sur les 20 dernières années, la moyenne des surfaces ravagées annuellement est de l'ordre de 320 km² ».

Dans ce volet, il y a lieu de citer les incendies qui ont embrasé plusieurs régions du pays : la région de Khenchela où 2500 ha de forêt ont fait l'objet d'une calcination ; la région de Tizi Ouzou et Béjaïa.

L'accès difficile de certaines zones forestières dû à l'absence d'infrastructure valable est l'autre paramètre de propagation des feux de forêts, que l'insuffisance en moyens humains et en matériel rendent ardue l'intervention des secouristes. Cet état de fait favorise l'extension de l'incendie au plan spatial d'une manière inimaginable. Il reste néanmoins possible que des actes volontaires peuvent être à l'origine de ces feux, ce que suspectent par ailleurs les services techniques concernés et quelques spécialistes qui attribuent certains incendies à des pasteurs en recherche de terrain de parcours, à des exploitants de bois et à des cueilleurs de plantes aromatiques et médicinales et de miel.



Figure 4. Type d'incendie (Le quotidien d'Algérie du 01.08.2021)

Le surpâturage

La problématique des parcours en Algérie réside dans l'identification technique de la vocation pastorale d'une terre ou d'un écosystème. Logiquement, c'est en fonction des aspects quantitatifs et qualitatifs spatiotemporels de son herbage et de la nature de l'espace qu'est défini un terrain de parcours. Ce n'est malheureusement pas le cas en Algérie où tous les espaces sont utilisés périodiquement comme terrain de parcours avec toutes les conséquences qui en découlent. C'est un fléau dont l'impact sur les écosystèmes forestiers reste constant et perturbe la durabilité de toutes les formations forestières. Ce phénomène est considéré comme l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation au cours des dernières décennies, du fait de la charge animale excessive sur la forêt.

Cela entraîne des conséquences graves, à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques (modification de la composition floristique des groupements végétaux et régression de certains taxons, voire même leur disparition). Cette répercussion induit une réflexion de fond sur la gestion de l'élevage en forêt et sur le concept de sylvopastoralisme. Bien que dépourvu le plus souvent de terre, l'éleveur ne rencontre aucun problème puisqu'il fait parcourir son troupeau sur des terres qui ne lui appartiennent pas et par conséquent sa tâche est facilitée par le fait qu'il n'aura pas à prévoir, planifier et calculer la manière dont il doit procurer la nourriture à son troupeau.





II.2. Les parasites et les maladies :

L'affaiblissement général des arbres, conséquence des effets combinés des facteurs climatiques et pathologiques, comme le stress hydrique, les insectes ravageurs et les champignons provoque des dépérissements importants essentiellement sur les pinèdes et les reboisements en résineux. La défoliation, le dessèchement, la chlorose sont des indicateurs de la présence d'organismes pathogènes où domine la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), pour laquelle des attaques ont été observées au niveau de certaines plantations ne causant que des dégâts modérés.



L'urbanisation

C'est un phénomène inquiétant, parce que prenant de l'ampleur avec le phénomène d'accroissement

naturel que connaît la population algérienne. L'urbanisation galopante relevée est aussi synonyme de perte irréversible de terres avec de lourdes conséquences sur l'environnement (amplification des pressions sur les ressources naturelles et espaces forestiers). Les atteintes que connaissent quotidiennement les forêts ne sont pas des moindres. Comme exemple, l'Oranie a connu une perte estimée à plus d'une centaine d'hectares sur les superficies forestières des suites d'une urbanisation mal planifiée.



La cueillette de plantes commercialisables.

Les plantes médicinales et aromatiques cueillies en forêt présentent la particularité d'être bien adaptées aux conditions difficiles du milieu (stress hydrique et température élevée). Leur poids économique relativement faible explique leur marginalisation par les politiques agricoles adoptées par le pays. Pour les communautés locales, elles restent malgré tout une source potentielle de revenus, en raison des divers usages dont elles peuvent faire l'objet : soins de santé, culinaire, cosmétique et pharmacologie. Les plantes médicinales et aromatiques sont menacées d'extinction, cueillies abusivement pour être écoulées à l'état brut dans un marché mal structuré, voire informel, à l'exemple de l'armoise, du thym ou de la menthe.

L'appropriation incontrôlée du marché parapharmacie à travers des aliments à base de plantes médicinales constitue un autre facteur aggravant la dégradation des écosystèmes forestiers et de leur biodiversité. La gestion durable de cette catégorie de plantes doit être une priorité absolue.



2- Les aires protégées en Algérie

Actuellement, le réseau d'aires protégées en Algérie reste peu fourni; il est composé de dix (10) Parcs nationaux créés et classés par décrets dans le Nord du pays: El Kala (El tarf), Taza (Jijel), Gouraya (Béjaia), Djurdjura (Bouira-Tizi ousou), Chréa (Blida), Theniet el had (Tissemsilt), Belezma (Batna) et Tlemcen; et deux (2) dans le Sud du pays: l'Ahaggar (Tamanrasset) et Tassili (Illizi).

- Quatre (4) réserves naturelles (en instance de classement et de création): Béni salah (Guelma), Mergueb (M'sila), les Babors (Bordj Bou Arreridj-Sétif) et la Macta (Mostaganem-Oran)

- Plusieurs autres Réserves naturelles en projet: Djebel Aissa (Naâma), les Iles Habibas (Oran), Yakouren (Tizi ousou), les iles Rachgoun, le lac Fetzara, la zone humide de Beni Belaid, etc...- Plusieurs réserves intégrales incluses dans les différents Parcs nationaux

- Deux (2) Réserves de la Biosphère: Parcs nationaux d'El Kala et du Tassili.

- Biens (naturels) du Patrimoine mondial: Parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili. Parallèlement à ce réseau, il existe quatre (04) réserves de chasse (Djelfa, Mascara, Tlemcen et Zeralda) et trois (03) centres cynégétiques. Le tableau ci joint donne de plus amples informations sur les différentes structures sus citées

A. Généralités sur la steppe et les groupements steppiques

Les groupements présteppiques : sont largement répartie au Sud de l'Espagne et en Afrique du Nord, en bioclimat aride et parfois semi-aride supérieur.

Se sont des formations arborées lâches dont la sous-strate ne possède pratiquement plus d'espèces se rapportent aux unités ou séries phytosociologiques classiques forestières ou préforestières, ils sont au contraire envahis par des espèces pérennes d'affinité steppique dont les sols sont souvent peu évolués et tronqués en surface, puis par des annuelle nitrophiles rejetées par les troupeaux (Quézel & Barbero, 1990 ; Barbero et al, 1990 ; Quézel & Médail, 2003).

D'après Quézel et Barbero (1990), l'interprétation phytosociologique des ces structures est actuellement assez bien connue, mais il subsiste encore bien des inconnues, non seulement dans la connaissance précise des associations mais peut-être surtout dans l'interprétation définitive des unités supérieures. Ces divers types de situation (structures forestières, préforestières et présteppiques) correspondent à des unités phytosociologiques différentes et traduisent aussi des potentialités évolutives différentes, leur utilisation par l'homme n'est en générale par la même, et ceci en fonction essentiellement des essences forestières qui les constituent mais aussi de leurs caractères bioclimatiques.

B. Les steppes algériennes

Sur le plan physique, les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi aride inférieur frais au per aride supérieur frais.

♣ Les steppes à psamophytes : sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ces formations sont inégalement réparties et occupent une surface estimée à 200.000 hectares. Elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts. Elles sont plus fréquentes en zones aride et présaharienne.

♣ Les steppes à halophytes : La nature des sels, leur concentration et leur variation dans l'espace vont créer une zonation particulière de la végétation halophile autour des dépressions salées. Ces formations se développent sur des sols profonds (supérieur à 1 mètre) riches en chlorure de sodium et en gypse. Ces formations étant très éparées, leur surface n'a pas été déterminée de façon très précise.

D. La steppe algérienne en chiffres

♣ Les steppes à alfa : Superficie : 4 millions d'hectares, Production 10 tonnes MS/ha., Productivité pastorale 60 à 150 UF/ha, Valeur pastorale 10 à 20/100, Charge de 4 à 6 hectares par mouton.

♣ Les steppes à armoise blanche : Superficie 3 millions d'hectares, Production 500 à 4 500 kgMS/ha, Productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha., Charge 1 à 3 ha/mouton.

♣ Les steppes à sparte : 2 millions d'hectares., Production 300 à 500 kg MS/ha, Production pastorale 100 à 190 UF/ha/an, Charge de 2 à 5 ha/mouton

♣ Les steppes à remt : Production de 40 et 80 kgMS/ha, Productivité pastorale 25 et 50 UF/ha/an, Charge pastorale de 10 à 12 ha/mouton., Les steppes à psamophytes 200.000 hectares, Production pastorale importante comprise entre 150 et 200 UF/Ha/an., Charge pastorale de 2 à 3 ha/mouton.

♣ Les steppes à psamophytes : 200.000 hectares , production pastorale comprise entre 150 et 200 UF/Ha/an.

♣ Les steppes à halophytes : constituent d'excellents parcours (0,89 UF/KgMS pour Suaeda fruticosa, 0,85 UF/KgMS pour Atriplex halimus, 0,68 pour Frankenia thymifolia et 0,58 pour Salsola vermiculata).

3.2. L'écosystème Saharien algérien

A. Caractéristiques générales

La répartition des végétaux est conditionnée par les facteurs principaux : l'eau, la température, le sol et la lumière. C'est le premier facteur qui est déficient est l'eau dans la région saharienne et/ou désertique et on lui attribue généralement le terme de Sahara. En Algérie, il touche les 9 wilayas situées au sud de celle-ci dans lesquelles les conditions désertiques atteignent leur plus grande âpreté. Le désert du Sahara algérien couvre les 4/5 du territoire. Il touche 9 wilayas du sud et présente une grande diversité de formes :

- une zone montagneuse centrale : le massif du Hoggar (Mont Tahat : 3 003 m) et des Tassilis, des dépressions périphériques du Tanezrouft à l'Ouest, de Tidikelt au Nord et du Ténéré au Sud Est ;

- une zone septentrionale limitée au Nord par les rides montagneuses de l'Atlas saharien, les deux grands Ergs Oriental et Occidental séparés par le plateau rocheux du Tademaït.

Le climat

se caractérise par son aridité (moins de 20 mm), des températures élevées (20°C à plus de 35°C) des amplitudes thermiques annuelles (30 °C) et journalières importantes. La répartition des pluies est variable dans l'espace et dans le temps. La zone septentrionale et l'Algérie du Nord est dominé par les pluies de saison hivernale (octobre à avril), d'origine de « front polaire » Nord. La partie Sud au contraire, reçoit des pluies de saison chaude (mai à septembre) d'origine tropicale (mousson sahélo-soudanaise).

Au plan biogéographique, de grandes régions phytogéographiques du Sahara septentrional,

occidental et nord occidental, central, méridional, et celle des hautes montagnes de l'Ahaggar. **La flore et la faune** apparaissent comme très pauvres en comparaison avec le vaste territoire du Sahara qui favorise l'endémisme (espèce animale ou végétale). Certaines plantes ont une large aire de répartition, d'autres sont limitées à quelques kilomètres carrés ou sont bien individualisées à un genre ou une espèce.

B. Les formations végétales

a) les types de formations du Sahara septentrional et nord occidental

- ♣ Les formations steppiques à Remt* (*Hammada scoparia*), *Farsetia*, *Ephedra*, sur les hamadas et regs,
- ♣ Les formations arborescentes et arbustives à Betoum* (*Pistacia atlantica*), et Sedra* (*Ziziphus lotus*) dans les oueds et les daïas avec des espèces plus méditerranéennes;
- ♣ Une végétation arborescente à Tarfa* (*Tamarix*), à *Atriplex Guettaf** (nom vernaculaire local) autour des chotts dans les wilayas de Biskra, Ouargla et el oued;
- ♣ une formation à Talha* (*Acacia raddiana*) et Tarfa* (*Tamarix*) le long des oueds secs sablonneux et gypseux dans la wilaya de Béchar
- ♣ Les formations désertiques :
 - Au niveau des ergs, les steppes à Drinn* (*Stipagrostis pungens*) et les pseudo-steppes à Azel* (*Calligonum*) aux approches des ergs occidental et oriental;
 - Sur les hamadas rocheuses : *Fredolia aretioides* (Chou de Bouamama) ;
 - Dans les oueds : Talha* (*Acacia raddiana*), Defla* (*Nerium oleander*) et *Panicum* (Millet) et des plantes éphémères (annuelles) dans la vallée de la Saoura et de la Zoufana

b) Les types de formations au niveau de l'Ahaggar et Tassili (wilayate de Tamanrasset et Ilizi) : La végétation est de type désertique sur les regs et d'éboulis rocheux

- ♣ des steppes désertiques à végétation saharo-méditerranéenne à Pentzia et Chih* (*Artemisia herba alba*),
- ♣ des steppes désertiques à endémiques telles que le Cyprès (*Cupressus dupreziana*) et l'Olivier (*Olea laperinii*).
- ♣ des steppes désertiques avec une végétation au niveau des oueds à *Acacia raddiana*, *A. seyal*, *A. tortilis*, *Cassia*, , Betoum (*Pistacia atlantica*) et *Myrtus nivelli*, *Panicum turgidum* etc. On note la présence de d'un arbuste *Callotropis procera* qui remonte jusqu'au Sahara nord occidental à Ksiksou (wilaya de Béchar).

c) Les types de formation du Sahara Nord occidental de la wilaya de Béchar Ces formations sont regroupées sur la Figure correspondante de Béni Abbès avec une coupe. Les activités économiques liées à l'agriculture se cantonnent aux oasis Les oasis naturelles forment un alignement nord sud avec Djamâa, Touggourt, el Meghaier, sidi krehli, El Berd, El Afiane, Sidi yahia, Moggar, sidi Slimane, Meggarine, Temacine, Blidet Amor etc. D'autres oasis artificielles sont présentes dans les wilayate d'Ouargla, El Oued, Adrar etc

Les écosystèmes sahariens représentent 87% de la superficie de l'Algérie , ils sont constitué des unités géomorphologiques suivantes 6- Ecosystèmes sahariens La flore est constituée par Des formations arborescentes (*Acacia*), arbustives (Remt) et steppiques (Alfa, Sparte, etc). Pour la faune : des Poissons d'eau douce, Amphibiens, Oiseaux et Mamifères (Fenec, guépards) sont recensés Ergs (massif de dunes culminant à près de 300 mètres de haut) Hamadas (déserts caillouteux) Massifs de montagnes Exp: Ahaggar

3.2. Applications : Bases scientifiques et techniques de l'aménagement des systèmes

steppiques A. Etude de cas de la steppe Algérienne

a) Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques

La dégradation des steppes algériennes observée depuis ces dernières décennies s'exprime : d'une part, par une régression du couvert végétal et des potentialités pastorales des parcours et d'autre part, par l'apparition de placages sableux et de formations dunaires.

Cette dégradation est due à des facteurs abiotiques tels que la sécheresse, l'érosion éolienne et hydrique et plus particulièrement à des facteurs biotiques, tels que les transformations socio-économiques des populations pastorales, qui impliquent une forte pression sur ces écosystèmes très vulnérables provoquant ainsi une rupture de l'équilibre et une nouvelle dynamique des paysages.

• Les facteurs abiotiques de dégradation

- ✓ **La sécheresse** : les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle. La diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27 % et la durée de la saison sèche aurait augmenté de 2 mois entre 1913-1938 et 1978-1990 (DJELLOULI et NEDJRAOUI 1995,). La moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" varie de -0,3 à 2,6° C pour la période 1952-1975 et de 0,8 à 3° C pour la période 1975-1990.
- ✓ **L'érosion éolienne et hydrique** : l'action de l'érosion éolienne accentue le processus de désertification. Elle varie en fonction de l'importance du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de sol 150 à 300 t/ha/an dans les steppes défrichées (LE HOUEROU, 1995). L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité.
- ✓ **Les phénomènes de salinisation** : Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, soit gypseux, soit salsosodiques (HALITIM, 1988). Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent, après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée, vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol.
 - Les facteurs biotiques de dégradation La dégradation des parcours steppiques due aux phénomènes naturels est amplifiée par la pression croissante que l'homme et ses troupeaux exercent sur ces écosystèmes.
- ✓ **Evolution de la population steppique** : La population steppique, composée essentiellement de pasteurs-éleveurs pratiquait le nomadisme et la transhumance, formes sociales d'adaptation à ces milieux arides, permettant ainsi de maintenir l'équilibre et de survivre aux crises écologiques dues à des sécheresses cycliques. Cette pratique réalisait une gestion rationnelle de l'espace et du temps à travers deux mouvements essentiels:
 - « **l'Achaba** » qui consiste à remonter les troupeaux vers les zones telliennes par un pacage sur les chaumes des terres céréalières pendant les 3 à 4 mois de l'été.
 - et « **l'Azzaba** » conduisant les pasteurs et leur cheptel vers les piedmonts Nord de l'Atlas Saharien pendant les 3 mois de l'hiver. Ces deux mouvements de transhumance permettent une utilisation des zones steppiques pendant les 3 ou 4 mois du printemps qui correspondent à la période maximale de la production végétale, c'est à dire à la production des espèces annuelles due aux pluies printanières et dont la valeur nutritive élevée compense largement les faibles valeurs fourragères des espèces pérennes.
- ✓ **Le surpâturage** : l'effectif du cheptel, pâturent en zones steppiques et dont la composante prédominante est la race ovine (environ 80 % du cheptel), n'a cessé d'augmenter depuis 1968. Les troupeaux sont de petite taille car plus de 70% des propriétaires possèdent moins de 100 têtes. Pour évaluer l'intensité du surpâturage, il faut estimer la charge potentielle du parcours et la charge effective.
- ✓ **Extension des superficies cultivées** : l'effectif excessif du troupeau et le déficit fourrager croissant ont conduit les éleveurs à développer la céréaliculture en sec qui a gagné, une grande

partie des parcours sur des terres impropres à l'agriculture. 7% des surfaces cultivées sont destinées à la production d'orge, aliment consacré à l'alimentation du cheptel.

✓ **L'éradication des espèces ligneuses** : les espèces ligneuses pâturées par les troupeaux, déracinées par les tracteurs, subissent un arrachage par les éleveurs qui les utilisent à des fins domestiques comme bois de chauffe ou de cuisson. L'espèce principale soumise à cette destruction est l'armoïse blanche (chih) dont l'odeur pour la cuisson et les vertus médicinales sont très appréciées. L'arrachage de l'armoïse blanche est estimé entre 15 et 20 qx/ha et 7 000 à 20 000 hectares d'armoïse blanche sont dénudés en une année.

b) Impact des facteurs de dégradation sur les ressources naturelles

Depuis plusieurs d'années, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, tant dans sa structure que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire.

Les facteurs de dégradation se conjuguent et accentuent le processus de désertification qui aujourd'hui, est décelable par l'oeil de l'observateur.

On assiste à un ensablement progressif allant du voile éolien, dans certaines zones, à la formation de véritables dunes dans d'autres. La diminution du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive de la steppe.

c) La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques.

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

✓ **La désertification** « La désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». (La Convention sur la lutte contre la désertification). La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures...

Depuis plusieurs d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio économique (Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999).

d) La politique de lutte contre la désertification

De nombreux programmes de lutte contre la désertification ont été lancés à différentes périodes au niveau des steppes algériennes.

De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement (CPR). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.

Le « Barrage vert », projet lancé en 1974, couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 mm, s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectifs de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique.

Cette période voit également le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du Code Pastoral. Le principal objectif est la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, l'arrachage et le colportage

des ligneux.

Les derniers programmes appliqués dans les zones steppiques concernent le programme national de mise en valeur des terres par la concession qui créait des exploitations agricoles sur des terres marginales steppiques après les avoir aménagées (défoncements, épierrage, mobilisation d'eau pour l'irrigation) et le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000 et qui visait le remplacement de la céréaliculture et de la jachère par des cultures à plus haute valeur ajoutée. Ces deux programmes ont permis – grâce à de généreuses subventions – d'accroître les superficies irriguées mais n'ont pas évité de nombreuses erreurs techniques et économiques.

e) La recherche scientifique dans les zones steppiques

La steppe n'a pas beaucoup intéressé les décideurs en matière de recherche. A la fin des années soixante dix, un important travail a été réalisé par le ministère de l'agriculture qui a décrit minutieusement l'ensemble des zones steppiques à la fois sur les plans physique, agricole, phytoécologique et humain (Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 1974).

Cette étude qui reste jusqu'aujourd'hui le seul travail de référence sur la steppe – n'a jamais été mise à jour. Depuis le début des années 70, de rares chercheurs se sont penchés sur les problèmes de la dégradation des terres et l'analyse des causes et des conséquences du processus de désertification. Cependant, les résultats des recherches n'ont pas été généralisés ni intégrés dans les actions gouvernementales très larges, car les travaux se sont le plus souvent confinés dans des institutions de recherche (AARDES, CREAD, CRBT, Universités) et surtout limités dans le temps et dans l'espace.

B. Actions Pratiques de Programme d'action pour la réhabilitation de la végétation naturelle dans les zones steppiques

a) Objectifs - - -

- Lutte contre l'érosion et la désertification
- Préservation et réhabilitation des parcours steppiques et des nappes alfatières ;
- Augmentation des disponibilités fourragères
- Réduction de la pression animale sur les parcours

Suivi du processus de désertification

- Mise en place d'un observatoire pour le suivi de l'évolution du domaine steppique

Réhabilitation des parcours steppiques

- Mise en défens, Ensemencement des parcours, Plantations pastorales,
- Mise en place de modèles de gestion des parcours : souples, évolutifs et adaptables ; Création d'unités d'intensification de l'élevage,

Aménagement des parcours

- Intensification fourragère par l'irrigation à partir d'ouvrages hydrauliques adaptés aux conditions locales (Ceds de dérivation)
- Amélioration des conditions d'accès aux zones très enclavées (réalisation de pistes)
- Multiplication d'ouvrages hydrauliques adaptés au milieu local, pour l'abreuvement du cheptel (forages à faible débit, puits, mares, djoubs, etc.)
- Aménagement de points de regroupement du cheptel devant faciliter les campagnes de recensement, de vaccination et de traitement antiparasitaires.

Réhabilitation des nappes alfatières

- Mise en défens pour les zones relativement dégradées mais présentant un niveau de résilience acceptable.
- Travaux d'entretien pour les nappes relativement bien préservées.

Réhabilitation du couvert végétal forestier

- Repeuplement et densification des forêts existantes
- Reboisement des reliefs érodés avec des espèces spécifiques et adaptées à la zone.

b) Aménagement de l'espace pastoral

Objectif de l'aménagement pastoral

L'objectif d'un aménagement pastoral, en tant qu'intervention sur le pâturage, peut être multiple

- restaurer ce qui a été dégradé par l'élevage mais aussi par d'autres activités humaines
- reconstituer un pâturage qui a été détruit par un changement climatique
- améliorer une végétation en la rendant plus propice à l'élevage.

Qu'il s'agisse de restauration ou d'amélioration, les techniques sont à peu près les mêmes ; elles varient surtout en fonction de la zone climatique.

L'action peut être qualitative (amélioration de la valeur nutritive du fourrage), ou quantitative (augmentation de la production).

Principales techniques

✓ **La mise en défens** : c'est l'intervention la plus simple pour régénérer un pâturage. Elle consiste à protéger la pâture de la dent du bétail pendant une période déterminée. La protection se fait au moyen d'une clôture ou par une simple interdiction du bétail, avec ou sans gardiennage. Elle donne souvent d'excellents résultats, quelle que soit la zone climatique. Elle nécessite peu de moyens, Elle est efficace mais non spectaculaire. Elle est aussi souvent impopulaire : il est prudent de prévoir une source fourragère supplémentaire en compensation de la surface momentanément perdue pour la mise en défens. Cependant, elle peut être envisagée comme une étape vers la mise en place d'un système de gestion des parcours, une étape indispensable vers la maîtrise de l'espace pastoral.

✓ **Le débroussaillage** : Quelques steppe se dégradent par embroussaillage, consécutif au déséquilibre herbaci-ligneux. Il existe plusieurs moyens de lutte contre l'embroussaillage. Le plus simple et le plus économique est la lutte par le feu. La lutte par le feu est la technique traditionnelle par excellence. Elle est appliquée presque partout, à des fins qui ne visent pas toujours l'équilibre herbaci-ligneux. Pour qu'un feu soit efficace contre la strate ligneuse, il doit être allumé en fin de saison sèche sur la steppe mise en défens pendant un an. Renouvelée tous les trois ou quatre ans, cette technique permet le contrôle des ligneux et reste encore la plus efficace.

✓ **L'aménagement anti-érosif** : Il a deux buts : éviter l'érosion et en région sèche concentrer les eaux de ruissellement pour augmenter localement les ressources en eau. Ces travaux sont souvent effectués avec des moyens mécaniques puissants, mais peuvent aussi être réalisés avec des moyens à la portée de l'éleveur comme la culture attelée. La culture en terrasse fait partie de ces aménagements.

✓ **Le travail du sol** : Le travail du sol avec du matériel agricole classique suffit parfois pour restaurer un pâturage. L'une des formes de dégradation pastorale les plus fréquentes en zone steppique résulte du compactage du sol par le piétinement. Presque tous les parcours sur sol limoneux ou argileux en sont atteints. L'opération consiste à ameublir le sol par une scarification plus ou moins profonde pour permettre la pénétration des eaux de pluie, l'herbe repousse spontanément ensuite.

✓ **Le sursemis** : le sursemis consiste à semer dans la végétation naturelle une ou plusieurs espèces fourragères qui devront s'associer aux plantes spontanées et améliorer la production fourragère du pâturage. Le sursemis peut être effectué directement sans travail du sol ou après un travail minimal qui ne détruit pas la végétation en place.

✓ **La culture fourragère** : avec la culture fourragère, il ne s'agit plus d'améliorer le parcours naturel, mais de le remplacer par une culture à haut rendement. C'est le dernier degré

d'intensification. Elle nécessite défrichement, travail du sol, fertilisation, entretien et souvent clôture. Elle doit être gérée avec précaution car les plantes cultivées sont souvent plus fragiles et moins adaptées au climat que les espèces spontanées. La culture fourragère est donc coûteuse et ne convient qu'à des éleveurs de bon niveau, qui soient capables de la rentabiliser.

Figure 4. Les quatre différents écosystèmes.

La destruction des forêts primitives de chênes verts a donné lieu à l'installation d'une série régressive caractérisée, sur terrain calcaire par des garrigues à chênes kermes (*Quercus coccifera*) et à Romarin (*Rosmarinus officinalis*).

Considérées comme des écosystèmes climaciques vestigiaux, les forêts de chêne vert (*Quercus ilex*) doivent être dans la quasi totalité des cas, dans un stade subclimatique par suite de leur exploitation par l'homme. Aujourd'hui, il existe encore de beaux vestiges des superbes forêts de chêne endémiques: *Quercus zen* et *Quercus mirbeckii* (en Kabylie, à Jijel, Annaba et El Kala) . A cet étage se rencontrent ouverts, des Genévriers arborescents (*Juniperus thurifera* et *Juniperus oxycedrus*).

On rencontre également quelques peuplements de Pin maritime, plus localisés et qui correspondent en général à des climax édaphiques. Quelques pieds de Pin noir se rencontrent aussi dans le Djurdjura dans l'étage supraméditerranéen.

Quant aux cèdres de l'Atlas, ils constituent aujourd'hui encore, d'importants boisements.

Dans un étage montagnard unique (les Babors), se rencontre la forêt relique fort peu étendue, constituée par une espèce endémique de Sapin de numidie (*Abies numidica*).

2-1- Les écosystèmes steppiques

Au sud de l'Atlas tellien, se rencontrent sur les hauts plateaux des formations graminéennes faisant partie de l'étage méditerranéen aride, lequel représente une étape transitionnelle avec l'étage saharien . Ces steppes sont constituées par une mosaïque de trois groupements végétaux dominés respectivement par deux graminées: l'alfa (*Stipa tenacissima*) et le sparte (*Lygeum spartum*) et par une composée (*Artemisia herba-alba*).

3- Les écosystèmes et les espèces les plus menacées .

3-1- Les écosystèmes côtiers. Les herbiers de Posidonies figurent parmi les plus menacés des communautés propres aux écosystèmes néritiques particulièrement vulnérables aux rejets d'égouts.

Les écosystèmes dunaires figurent également parmi ceux les plus menacés de disparition. Leur

localisation en bord de plage les rend particulièrement vulnérables d'une part à cause du piétinement dû à la surféquentation balnéaire, mais surtout par suite de leur destruction pure et simple sous l'effet d'aménagements touristiques en bord de mer.

Le milieu lagunaire et les rares zones humides intérieures qui subsistent constituent un autre type d'écosystème particulièrement menacé. Leur principale cause d'altération voire de destruction tient dans les opérations de drainage pour leur « mise en valeur » agricole et divers autres types « d'aménagements ». Par ailleurs, lagune et zones humides sont plus spécialement exposées à la pollution par les pesticides utilisés dans les terres cultivées avoisinantes.

3-2- Les espèces menacées. Si tous les écosystèmes forestiers ne sont pas menacés, un ensemble d'écosystèmes relictuels voire vestigiaux sont réellement menacés dans leur existence même par la conjonction des facteurs de dégradations évoqués ci-dessus. Il s'agit des espèces de Sapin de numidie, du Pin noir ou de Cyprès du Tassili (*Cupressus dupreziana*).

Certaines communautés végétales et animales algériennes comptent des espèces qui figurent parmi les plus menacées au monde. Quelques unes d'entre elles, sont déjà répertoriées dans les « Red data books » de l'UICN. D'autres, sans être en risque immédiat d'extinction, présentent dès à présent, un degré de raréfaction inquiétant. Il convient par ailleurs, de souligner les lacunes des connaissances sur le statut exact des populations de nombreux taxons en danger.

Le statut actuel précis de certaines espèces végétales et de divers invertébrés n'est connu que de façon assez fragmentaire. Il est en conséquence des plus probable, compte tenu d'une part des lacunes actuelles sur l'évaluation numériques des espèces les plus vulnérables et de l'accroissement des facteurs de dégradation que le statut de ces dernières, voire celui de peuplements entiers, ne soit beaucoup plus précaire qu'on ne l'imagine eu égard à l'ampleur croissante de l'impact anthropique.

3-2-1- Les phanérogames rares.

Parmi les espèces ligneuses quelques taxons sont actuellement dans un statut très préoccupant. Chez les Gymnospermes, une espèce relique, le Cyprès du Tassili (*Cupressus dupreziana*) endémique paléoméditerranéenne du Sahara central qui n'est représentée que par quelques centaines d'individus vivants, ne pourra être sauvée dans le parc national du Tassili que par sa mise en culture.

Parmi les Genévriers, le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) est déjà très rare ou en voie de disparition. Sans avoir encore atteint un degré de vulnérabilité extrême, le Sapin de numidie (*Abies numidica*) ne couvre plus que quelques centaines d'hectares sur les sommets des monts Babors et Tababors.

Quand au Pin noir (*Pinus nigra*), il n'existe plus que quelques centaines d'individus dans la réserve de Pin noir du Parc national du Djurdjura.

3-2-2- Les espèces animales menacées.

La faune algérienne des mammifères et des oiseaux d'Algérie n'est aujourd'hui qu'un pâle reflet de ce qu'elle était il y a seulement un siècle et à fortiori fort éloignée de la richesse et de l'abondance qui la caractérisaient au début de notre ère.

L'extension de la civilisation et du développement économique ont provoqué la fragmentation des habitats naturels. La chasse excessive et d'autres facteurs de raréfaction de la faune ont provoqué l'extinction de nombreuses grandes espèces de mammifères et d'oiseaux, pour certaines sans doute

dès le début de notre ère, pour d'autres en date encore récente, au tout début du xxème siècle. Le lion de l'atlas et la panthère, les populations d'Antilope bubale (*Alcephalus buselaphus*), celles d'Oryx dammah et d'Addax nasomaculatus qui étaient répandues dans toutes les franges méridionales du Maghreb se sont éteintes dans les années 20. Actuellement un nombre important d'espèces qui, sans avoir disparu, ont vu leur aire de répartition se réduire de façon considérable et sont de ce fait, devenues vulnérables, voire en danger de disparition.

En ce qui concerne les grandes espèces aviennes, si elles n'ont pas disparu, elles n'occupent plus qu'une part infime de leur ancienne aire de répartition géographique. Ainsi, l'Ibis falcinelle et la Demoiselle de numidie (*Anthropoides virgo*) auraient disparu alors qu'elles nichaient au début du siècle. Sans être dans un statut aussi critique, l'Outarde oubara ne niche plus que dans de rares endroits de Sud-Est et du Sud-Ouest. Parmi les mammifères, le Phoque moine, la Gazelle dorcass, le Mouflon à manchettes et le Guépard sont considérés en danger d'extinction. Par ailleurs, sont considérés comme menacés dans leur aire de distribution: la Loutre d'Europe, le Chat sauvage, le Serval et le Caracal.

Chez les oiseaux, une seule espèce, le Goéland d'audouin, est considérée comme menacée d'extinction. En revanche plusieurs espèces sont en danger à l'intérieur de leur aire de distribution. Il s'agit de la Sarcelle marbrée, l'Erismature à tête blanche et le Gypaète barbu.

