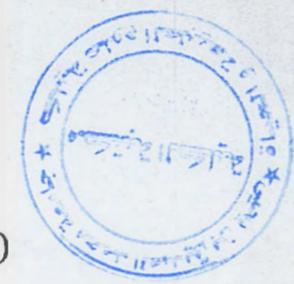


Université de Jijel  
Faculté des sciences exactes et de la nature et la vie  
Département d'écologie & environnement

جامعة جيجل  
كلية العلوم الدقيقة و للطبيعية و الحياة  
قسم علم البيئة و المحيط

جامعة محمد الصديق بن يحيى  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
المكتبة  
رقم الجرد : 111.91



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures (DES)

Option biologie et physiologie végétale

*Thème*

*Les modèles dynamiques et les stratégies  
adaptatives des végétaux*

Jury :

Président : Chahreddine S.

Examinatrice : Bouziane Z.

Encadreur : Kisserli O.

présenté par :

Karoune Nouara

Kribaa Zouina

Session : Juin/2009

Numéro d'ordre :



### *Remerciement*

*Louange à dieu qui nous à donne de courage et de la volonté  
D'avoir réussit dans nous étude.*

*Nous tenons à remercie l'encadreur Mr. Kisserli Omar, qui a propose  
ce sujet de recherche et qui a été encadrée et soutenu par ses conseils,  
sa compréhension, sa gentillesse, ses encouragement.*

*Nous remercions vivement le président Mr. Chahreddine, et  
l'examinatrice Mm. Bouziane Z, pour avoir accepté de faire partie du  
jury de ce modeste travail.*

*Nous tenons également à remercier les enseignements de la faculté des  
sciences, département de l'écologie et l'environnement. A la promotion  
des biophysologie végétale.*

*En fin, à tous ceux qui ont participés prés ou de loin à l'élaboration  
de ce mémoire de fin d'étude.*

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I. Développement écosystémique et évolution</b>	
I.1. Le concept d'écosystème.....	02
I.2. Caractéristiques des écosystèmes.....	02
I.3. Évolution des systèmes écologiques.....	04
<b>Chapitre II. Les modèles dynamiques dans le développement des végétaux.</b>	
II.1. Dynamisme de la végétation.....	06
II.1.1 Définition du dynamisme.....	06
II.1.2. Méthodes d'observation du dynamisme.....	06
II.2 Proposition pour une hiérarchisation des processus dynamiques.....	07
II.3 Les théories de la dynamique.....	09
II.3.1. Le problème de l'échelle spatio-temporelle des études.....	09
II.3.2. La théorie chaotique.....	10
II.4. Dynamique des biocénoses.....	11
II.5. Notion d'écotone, son rapport avec les successions.....	11
II.5.1. Définition et exemple d'écotones.....	11
II.5.2. Caractéristique structurales et fonctionnelles des écotones.....	12
<b>Chapitre III. Equilibre dynamique des écosystèmes.</b>	
III.1. Notion d'équilibre et équilibre de la nature.....	13
III.2. Perturbation des équilibres dynamique.....	14
III.3. Dynamique du non équilibre.....	15
III.4. Capacité de récupération des écosystèmes.....	16
<b>Chapitre IV. Les stratégies adaptatives des espèces végétales.</b>	
IV.1. Théorie des systèmes adaptatifs.....	18
IV.2 Les différentes modalités d'adaptation des végétaux.....	19
IV.3. Adaptation aux facteurs des milieux.....	21
IV.3.1. Amplitude écologique des espèces.....	21
IV.3.2. Loi de tolérance et compétition (loi de shelford).....	22
IV.3.3. Quelques cas d'adaptation aux conditions du milieu.....	24

IV.3.3.1. Approche écologique de l'adaptation a la sécheresse...	24
IV.3.3.2. Diversité d'adaptation aux stress.....	25
IV.3.3.3. Évolution des génomes dans les stratégies adaptatives..	29
IV.4. Évolution des écosystèmes et concept de stratégie.....	31
IV.4.1. Succession écologique.....	31
IV.4.2. Concept de stratégie.....	37
IV.4.2.1.Stratégies adaptatives de développement.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>

# **Introduction**

## Introduction

Deux idées essentielles se dégagent des enseignements de l'écologie contemporaine ; celle d'interaction entre les organismes et leur environnement ainsi donnant une importance primordiale à l'adaptation des espèces, des populations et des communautés à leur milieu ambiant.

L'approche expérimentale de ces deux concepts, qui constitue la démarche fondamentale propre à toute recherche écologique, conduit à préciser les caractéristiques pouvant s'appréhender d'un ensemble de paramètres physico-chimiques ou abiotique et biologique (biotique) dénommés facteurs écologiques.

Les mécanismes et les facteurs de l'environnement influencent le développement des végétaux, l'acquisition de leur taille, de leur forme et de leur fonction. Pour les plantes, producteurs primaires dans la biosphère sont la source directe ou indirecte de nos aliments, matériaux, source d'énergie, substances thérapeutiques et sont indispensables au fonctionnement des écosystèmes.

Il est donc important de mettre un accent d'une part, sur l'étude des mécanismes et fonctionnements, des écosystèmes par la compréhension de la dynamique spatio-temporelle de ces derniers et d'autre part, sur l'analyse des processus biocénotiques qui contrôlent la structuration et la dynamique des perturbations qui connaît à leur échelle un intérêt particulier par suite de l'importance croissante accordée à tout ce qui se rapporte à la biodiversité (**Ramade, 2003**).

Le long de ce travail bibliographique, quatre chapitres ont été étudiés. Le premier chapitre est consacré au développement écosystémique et évolution, le second chapitre présente les modèles dynamiques dans le développement des végétaux, le troisième chapitre décrit l'équilibre dynamique des écosystèmes et rôle des perturbations et le dernier chapitre traite les stratégies adaptatives des espèces végétales.

# Chapitre I

## Chapitre I : Développement écosystémique et évolution

### I.1/Le concept d'écosystème

Un écosystème est défini comme étant un système biologique formé par deux éléments indissociables, la biocénose et le biotope. La biocénose est l'ensemble des organismes qui vivent ensemble et le biotope est le fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable (**Duquet, 1998**) la figure N=°1, nous illustre parfaitement les différents ensembles constitutifs d'un écosystème. Le biotope est une étendue plus au moins bien délimitée renfermant des ressources suffisantes pour assurer le maintien de la vie qui peut être de nature inorganique ou organique. La plupart des écosystèmes sont le résultat d'une longue évolution et la conséquence de longs processus d'adaptations entre les espèces et le milieu auquel elles sont inféodées (**Dajoz, 1985**).

Le système écologique est l'ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres et chaque élément peut être assimilé à une boîte noire dans la quelle les processus qui s'y déroulent ne sont pas forcément connus (**Dajoz, 1985**).

On distingue parfois des écosystèmes mineurs qui sont dépourvus d'organismes autotrophes et qui dépendent plus au moins des écosystèmes voisins, l'écosystème cavernicole et l'écosystème abyssal sont des écosystèmes mineurs (**Dajoz, 1985**).

### I.2/Caractéristiques d'écosystème

Le système écologique est reconnu par des entités biologiques réparties en une unité fondamentale (une pièce élémentaire) appelée « population » qui représente l'ensemble des individus de même espèce coexistant dans le milieu considéré et lorsqu'on s'intéresse à une population, on définit le système par un réseau des relations directes ou indirectes que celle-ci présente avec les autres composantes biotiques ou abiotiques de son environnement (**Barbault, 2000**).

Les systèmes écologiques ne sont pas des structures immuables, ils peuvent changer au cours du temps, se transformer ou disparaître puisque les populations qui constituent la trame biologique des écosystèmes ne sont pas démographiques (**Lévêque, 2001**).

L'écologiste s'intéresse à l'organisation et aux aspects démographiques ou « populationnels » des écosystèmes délimite des ensembles plurispécifiques plus restreints appelé peuplements ou communautés qui sont généralement caractérisés

après description de leur composition taxonomique, par leur richesse et leur diversité spécifique. La richesse spécifique d'un peuplement est simplement le nombre d'espèces qui le constituent. Cette mesure est jugée insuffisante puisqu'elle ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des fréquences relatives très différentes. Ainsi la dynamique des écosystèmes- pièces élémentaire de la biosphère- apparaît étroitement liée à la dynamique des espèces. Cette approche renouvelle ce qui est devenu aujourd'hui une véritable science, la biologie de la conservation se traduit par la nécessité d'analyser la diversité biologique à travers ses deux composantes, la richesses spécifique et la variabilité génétique en relation avec la dynamique des systèmes plurispécifiques qui l'organisent (compétition, prédation, parasitisme...) (Barbault, 2000).

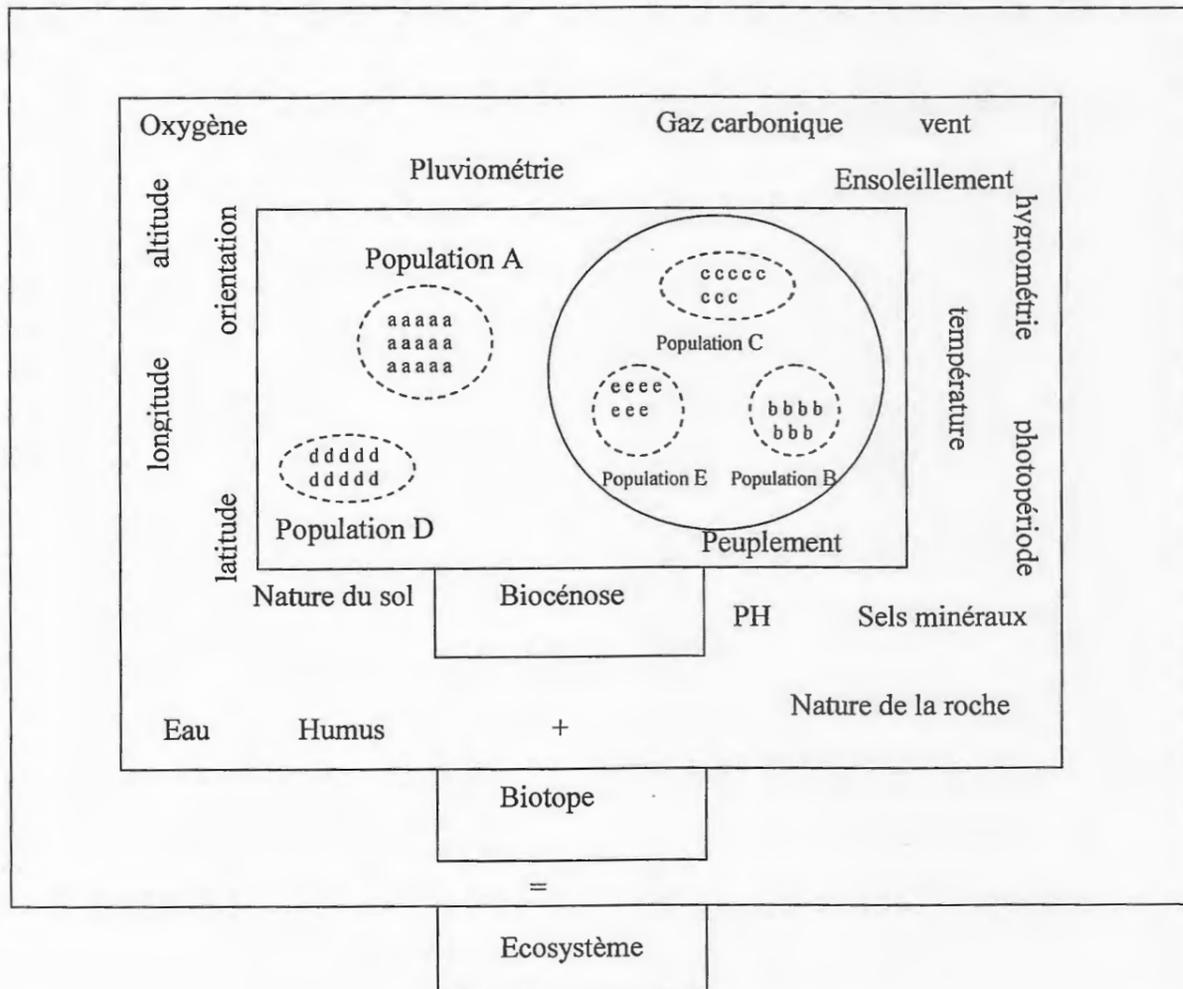


Figure N=°1 : représentation schématique des différents ensembles constitutifs d'un écosystème.

### **I.3/Évolution de l'écosystème**

Les écosystèmes évoluent constamment vers un état stable. L'évolution d'un écosystème dépend de son âge, de la migration des espèces, des perturbations naturelles (inondations,...) et artificielles (feu, barrages,...) qui l'affectent.

Il évolue vers un état appelé « climax » qui offre une relative résistance aux événements extérieurs. Une biodiversité élevée est un élément primordial de cette stabilité.

A l'échelle humaine, un écosystème mature comme celui de la forêt équatoriale semble figé, mais sur une plus grande échelle de temps (milliers d'années), les écosystèmes finissent par régresser puis disparaître, soit naturellement, soit sous l'action de l'homme (**Frontier et al, 1998**).

#### **I.3.1/Évolution progressive**

On parle de succession primaire progressive lorsque les biocénoses se suivent jusqu'à constituer le climax, alors les écosystèmes ne sont pas statiques, ils peuvent se modifier progressivement par apparition d'espèce nouvelle, on dit qu'il mûrit. L'écosystème peut se transformer de processus écologiques nommées successions écologiques, entraînant leur évolution lente vers un autre type d'écosystème.

Les écosystèmes sont des structures qui évoluent dans le temps et les changements progressifs subis par la communauté au cours du temps et que l'on appelle succession écologique. Au début de la succession, il existe une majorité d'espèces de petite taille, très mobiles, à fécondité élevée et à faible durée de vie. Au stade climax, les espèces sont fréquemment sédentaires et de grande taille, à fécondité faible et à durée de vie élevée. Dans de nombreuses régions du globe, le stade pionnier qui est le premier stade de la succession ou les espèces végétales capables de s'installer sur des milieux aussi difficiles est représenté par des formations herbacées et le stade climax par des forêts.

Au cours de la succession progressive, les communautés des divers stades ont des structures de plus en plus complexes et leur richesse en espèces augmente puis finalement diminue plus ou moins au stade climax, notons également, que les caractéristiques des espèces changent également (**Frontier et al, 1998**).

### I.3.2/Évolution régressive

Par opposition aux séries évolutives progressives, aboutissant à un climax, il existe également des séries évolutives régressives. Ce type d'évolution résulte souvent de phénomènes naturels à caractères « catastrophique » représenté par les modifications climatiques brusques, les intempéries, les incendies et l'action anthropique (Pâturage excessif d'ovins, exploitation forestière abusive) (**Frontier et al, 1988**).

Un écosystème est fragile car son fonctionnement dépend de chaque maillon qui le compose, participant aux cycles de la matière (carbone, oxygène, eau, azote) qui caractérise le fonctionnement de l'écosystème.

On parle de succession anthropogénique pour désigner les étapes de dégradation observées dans un écosystème du fait des perturbations que l'homme apporte.

L'homme par son action rompt ces équilibres fragiles. En effet, pour subvenir à ses besoins, il doit se nourrir, se loger, se chauffer, se déplacer, tout en exploitant les ressources naturelles, ce qui a des conséquences néfastes pour l'équilibre des écosystèmes avec l'augmentation de la température, la montée du niveau des eaux, la pollution, l'impact sur la circulation de l'océan global, et la multiplication des événements climatiques extrêmes.

Lorsque l'état d'équilibre, caractérisé par l'écosystème, climax est atteint, il tend à se maintenir stable au cours du temps.

L'homme peut modifier profondément l'évolution des sols par action directe et brutale telle que le défrichement, les coupes abusives, les pâturages en forêt et le ratissage des litières.

Progressivement, la forêt climax est remplacée et le sol modifié (exemple : remplacement des forêts de feuillus par des landes ou des plantations de pins) (**Frontier et al, 1998**).

La dégradation est un phénomène différent de l'évolution naturelle liée au climat et à la végétation locale. Elle reste provoquée par le remplacement de la végétation primitive par une végétation secondaire, qui modifie l'humus et la formation du sol. Elle est directement liée à l'action de l'homme (exemple : agriculture) (**Frontier et al, 1998**).

# Chapitre II

## Chapitre II : Les modèles dynamiques dans le développement des végétaux

**Deléage (1991)** situe l'origine des études de la dynamique de la végétation vers 1899, époque où l'on étudie les stades de végétation dunaire sur les bordes du lac michigan.

Ainsi, depuis presque 100 ans, la dynamique de la végétation et les facteurs de cette dynamique sont la source de nombreux débats, de théories opposées et de tentatives d'unification des théories.

Nous présentons brièvement l'historique de ce siècle de débats et nous développons quelques théories fédératrices. Nous montrons comment la notion de dynamique de la végétation sous-tend l'esprit de ce travail et nous a conduit à étudier une structure clé dans les phénomènes de colonisation, l'écotone.

### II.1/ Dynamisme de la végétation

#### II.1.1/Définition du dynamisme

Les associations végétales ne sont pas des états indéfiniment stables, à moins qu'une cause particulière (érosion permanente du sol, vent, surpâturage...) ne contraigne leur évolution. Elles présentent en général une transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent en chaque point et que cette transformation a été appelée « dynamisme de la végétation ». L'invasion, par les broussailles, d'un terrain vague ou d'une culture abandonnée n'est qu'un aspect de ce dynamisme (**Ozenda, 1982**).

Au bout d'un certain temps, de l'ordre du siècle dans les cas favorables, et pourvu que les conditions du milieu s'y prêtent, la végétation atteint ordinairement un état boisé dont la composition botanique dépend des facteurs écologiques au lieu considéré, il correspond au début d'une mise en équilibre pendant laquelle la forêt « mûrit » lentement pour atteindre un état final, dépendant naturellement, lui aussi, des facteurs écologiques du lieu et qui est appelé climax (**Ozenda, 1982**).

#### II.1.2/Méthodes d'observation du dynamisme

L'évolution de la végétation est généralement très lente et les cas d'observation directe sont rares, le plus souvent le dynamisme se réduit indirectement d'une comparaison minutieuse entre les groupements végétaux et de la recherche des intermédiaires entre les différents stades d'une série.

1) L'observation directe de la succession de plusieurs groupements en un même point n'est possible que dans les cas particuliers où cette succession est rapide à l'échelle de la vie humaine.

2) L'étude des cartes anciennes. Celle des vieux plans cadastraux donne souvent des renseignements, précieux, d'autant plus que la végétation était souvent mieux figurée sur les documents anciens que sur les cartes topographiques modernes.

3) L'étude de la zonation déterminée par les variations d'un facteur écologique permet souvent de tirer des conclusions d'ordre dynamique, sous réserve de se maintenir à l'intérieur d'une même série présumée.

4) Les études de coupes de terrain et de sondages permettent parfois de reconstituer l'histoire de l'évolution d'un marais à partir de l'observation d'une superposition des sols fossiles que les alluvions lacustres, les argiles à roseaux et la tourbe.

5) Dans le cas le plus général, c'est l'étude comparée de groupements vivant côte à côte qui permet de reconnaître le dynamisme (Ozenda, 1982).

## **II.2/Proposition pour une hiérarchisation des processus dynamiques**

Pour aborder la complexité des processus dynamiques, il est souhaitable de cibler les investigations sur des espèces, clés de voûte de la biodiversité des systèmes écologiques étudiés après avoir hiérarchisé et classé les processus clés de la dynamique d'une communauté végétale.

Le tableau suivant, nous illustre l'hiérarchie des causes de la succession

**Tableau 01 : Hiérarchie des causes de la succession (Pickett et al, 1987)**

Causes générales de la succession	Processus ou conditions	Facteurs
Disponibilité en site	Perturbation à petite échelle	Surface, intensité, durée, dispersion
Disponibilité en espèce	Dissémination Pool de semences	Configuration du paysage. Agents disséminateurs, durée depuis la perturbation, utilisation du sol.
Performance des espèces	Disponibilité en ressources  Ecophysiologie  Stratégie d'histoire de vie  Stress environnemental Stochastique  Compétition  Allélopathie  Herbivorie, maladies et prédation	Conditions de sol, topographie, microclimat, histoire du site.  Conditions de germination, taux d'assimilation, taux de croissance, différenciation de la population.  Moment de la reproduction, mode de production.  Cycles climatiques, histoire du site, occupants antérieurs.  Présence de compétiteurs, identité des compétiteurs, perturbation dans la communauté.  Caractéristiques du sol, microorganismes, plantes voisines.  Cycles climatiques, cycles des consommateurs, vigueur des plantes, défenses des plantes, composition de la communauté.

Selon (Pickett et al, 1987), une liste hiérarchique des causes de la succession (tableau, 1) basée sur trois niveaux hiérarchiques a été établie

-Les causes générales de la succession qui correspondent au phénomène le plus large ;

-Les conditions ou processus qui correspondent aux mécanismes de changements du niveau le plus haut ;

-Les facteurs qui déterminent le niveau intermédiaire et sont discernables ou quantifiables dans les sites étudiés.

Dans ce contexte la perturbation qui permet la succession est l'arrêt de la fâche dans des parcelles situées à proximité de source de colonisation contenant des espèces performantes, à haut pouvoir de compétition, dans ces conditions d'abondant vis-à-vis des espèces adaptées à la fauche.

### **II.3/ Les théories de la dynamique**

Les approches des scientifiques sont elles multiples, notamment en ce qui concerne le contexte du travail (succession primaire ou succession secondaire, observation ou expérimentation,...) et le type d'approche du problème (du particulière, au général, ou des phénomènes globaux aux mécanismes particuliers). Il apparaît donc utopique de pouvoir tirer des généralisations des résultats obtenus par des chercheurs dans un but précis, un contexte précis et avec des outils adaptés.

#### **II.3.1/ Le problème de l'échelle spatio- temporelle des études**

Les études de l'évolution de la végétation sont réalisées seulement sur quelques années. En effet, les changements de la végétation ne s'expliquent pas par des études à court terme ce qui entraînerait des confusions et des risques de mauvaises interprétations.

L'influence de certains facteurs, tel que l'action de l'homme, du largement au-delà de leur action ; soit au niveau de l'organisation de paysage agricole (défrichement de grande ampleur, création de bocage, favorisation de certaines espèces forestières,...), soit au niveau des parcelles (fertilisation, drainage,...). De la même manière, l'étude d'une petite surface entraîne les mêmes risques de mauvaise interprétation.

Depuis quelques années, l'écologie du paysage permet en prenant en compte de manière globale le paysage avec un recul historique pouvant aller de quelques dizaines

d'années (utilisation de photographies aériennes) à quelques certaines d'année (utilisation de sources historiques écrites).

L'écologie du paysage rejoint le concept de contingence paysagère et historique qui vise à situer l'étude dans un contexte spatial et temporel (**Pickett et Parker, 1994**).

D'une manière plus large, le contexte général d'une étude peut expliquer les théories développées par différents auteurs (**Deléage, 1991**). Ainsi, les autres américains de la première moitié de ce siècle n'étaient pas du tout dans la même configuration de répartition de la végétation telles les grandes étendues de plaines herbacées par anthropisées en transition progressive avec la forêt que les autres européens de la même époque ou les petites parcelles à végétation différente juxtaposées et fortement soumises à l'influence de l'homme.

Depuis les années 1950, en France, les conséquences de la déprise agricole modifient la répartition de la végétation. Ce passage à un nouveau contexte dans les relations entre l'homme et la végétation est une invitation à développer de nouvelles méthodes d'études de la dynamique de la végétation.

### II.3.2/La théorie chaotique

Les systèmes dynamiques sont des systèmes qui évoluent de manière autonome au cours du temps, les travaux sur la nature de la turbulence démontrent mathématiquement qu'un système simple, suivant des lois mathématique simples peut même avoir une dynamique extrêmement compliquée (**Ruelle et takens, 1971**).

Le chaos est toujours la conséquence d'instabilité, en réalité la théorie du chaos s'adresse à des événements non prévisibles en raison de la sensibilité aux conditions initiales.

Un phénomène chaotique présente un comportement paradoxal. Il suit des lois déterministes, mais son évolution à long terme ne peut être pas prévue, car l'état de départ ne peut jamais être connu avec une précision absolue, la théorie du chaos va ainsi à l'encontre a l'utopie la placienne, selon laquelle on peut déduire à tout moment l'état d'un système si l'on connaît précisément son état initial (**Gleick, 1989**).

Selon **Frontier et Pichod -viale (1998)**, les modèles non-linéaires à comportement chaotiques nous montrent en particulier :

-qu'une dynamique compliqué peut résulté d'un petit nombre d'équation simples déterministes ;

-qu'une dynamique simple ne peut représenter une approximation d'une dynamique complexe ;

-que la dynamique obtenue est imprévisible en raison de sa grande sensibilité aux conditions initiales et qu'elle donne par conséquent l'impression d'être indéterminée et aléatoire.

IL n'en reste pas moins que certains modèles de simulation ont mis en évidence des comportements chaotiques en écologie, par exemple, selon les résultats d'un modèle de simulation, une simple chaîne trophique comportant trois espèces, présentent une dynamique chaotique dans son pertinents sont utilisés (**Histings et Rowell, 1991**).

#### **II.4/Dynamique des biocénoses**

Au cours des successions, cette dynamique se caractérise par l'apparition et la disparition d'espèces, donc par des changements continus dans la structure des peuplements (**Ramade, 2003**).

Les groupements végétaux caractéristiques des diverses étapes du serre comportent, chacun leurs formes adaptatives qui conditionnent le sens de la vitesse de la succession.

Le développement de la communauté végétale exerce une influence profonde sur les caractères du biotope sur le plan édaphique et microclimatique (température, hygrométrie, vent), sur celui de l'éclaircissement et de la structure spatiale, la stratification devient de plus en plus complexe (**Ramade, 2003**).

#### **II.5/Notion d'écotone, son rapport avec les successions**

Les écosystèmes, constituent des entités fermées, caractérisées par une biocénose qui leur est propre. En générale, les espèces apparentant à une communauté déterminée sont étroitement associées de sorte que les limites géographiques de leur distribution correspondent à celles de la communauté tout entière (**Ramade, 2003**).

##### **II.5.1/Définition et exemple d'écotones**

On désigne sous le terme d'écotone la zone de contact entre deux écosystèmes différents ou entre deux stades successionnels différents d'une même serre.

L'écotone se caractérise par un brutal changement dans la composition du peuplement lié à une discontinuité, donc un brutal remplacement des espèces au long d'un gradient de l'environnement (**Ramade, 2003**).

Les écotones apparaissent dans deux cas différents, d'une part si un chargement brutal survient dans la nature du milieu (limite entre biotopes terrestres et aquatiques, entre face nord et sud d'une montagne, entre deux types de sols très distincts) et d'autre part, lorsqu'une espèce ou une forme de vie est tellement dominante marquée à un tel point d'habitat que la limite de sa zone de distribution coïncide avec celles de la plupart des autres espèces (**Ramade, 2003**).

Les écotones sont d'autant plus accusés qu'il correspond à un gradient plus abrupt des facteurs biotiques. Ainsi, l'écotone propre au contact forêt méditerranéenne, garrigue récemment incendiée en forêt caducifoliée tempérée, forêt de conifère est marqué par de brutales variations dans l'éclaircissement, la température superficielle, l'humidité, le PH des sols...(**Ramade, 2003**).

#### **II.5.2/Caractéristiques structurales et fonctionnelles des écotones**

Au niveau de l'écotone, la biocénose comporte non seulement des espèces présentes dans chacune des communautés en contact mais encore des espèces qui lui sont propres (**Ramade, 2003**).

On constate un certain chevauchement des peuplements propres à chacun des écosystèmes. Ce pendant ce dernier n'est pas distribué de façon symétrique. De façon générale, les biocénoses des écosystèmes climaciques vont exploiter les stades successivement immatures d'écosystèmes moins évolués qui les jouxtent (**Ramade, 2003**).

# Chapitre III

### **Chapitre III : Équilibre dynamique des écosystèmes et rôle des perturbations**

Les études à long terme des écosystèmes montrent que leur état dépend, à tout moment, de leur histoire et de la dynamique de leur environnement.

Un écosystème est en réalité un système interactif du fait qu'un changement de l'environnement crée une réponse dynamique du système dans son entier, avec de nombreuses boucles de rétroaction positives et /ou négatives.

D'autre part, l'écosystème peut exercer une influence sur son environnement ce qui implique une relation réciproque et la fait que le premier n'est pas entièrement subordonné au second (Golley, 1993).

#### **III.1/Notion d'équilibre et équilibre de la nature**

L'idée selon laquelle les systèmes écologiques tendent à se perpétuer, identiques à eux même, accompagné les débuts de l'écologie (Egerton, 1973). Le paradigme de l'équilibre a été l'un des principes fondateurs de l'écologie scientifique avec comme corollaire, le fait que les écosystèmes ne sont pas constitués au hasard mais qu'il y a une organisation qui maintient une cohésion (Lévêque, 2001).

En effet, si l'on reconnaît qu'il existe un ordre dans la nature il devient alors possible, en théorie, d'identifier des lois générales de structuration et de fonctionnement des écosystèmes et de prévoir leur trajectoire future. Si au contraire, les communautés écologiques sont des collections aléatoires d'espèces, la recherche de lois devient sans objet et l'écologie des écosystèmes perd ainsi sa raison d'être.

Cette conception subjective et quelque peu déterministe de la nature, s'exprime dans le fameux concept « d'équilibre de la nature » qui est souvent à la base des théories et modèles qui traitent de la régulation des populations et des communautés, et de la stabilité des écosystèmes (Lévêque, 2001).

On peut avoir l'impression que la nature se perpétue à elle-même en se renouvelant plus ou moins à l'identique chaque année en fonction des saisons, cela nous conduit à considérer, de manière peut-être abusive que certains systèmes naturels que nous ne voyons pas bouger sont à l'équilibre, c'est le cas par exemple, pour les systèmes forestiers ou marins (Lévêque, 2001).

## II.2/Perturbation des équilibres dynamiques

La reconnaissance du rôle structurant des perturbations dans la dynamique des communautés et des écosystèmes est une des remises en cause les plus intéressantes des paradigmes écologiques au cours des deux dernières décennies, c'est aussi une approche différente de l'idée d'équilibre (Reice, 1994).

La perturbation est un phénomène généralement de nature physique et non pas la conséquence biologique de cet évènement qui est la réponse à la perturbation (Lévêque, 2001).

Chez les animaux, comme exemple, la prédation n'est pas en théorie une perturbation, car elle est intrinsèque à la vie de l'espèce proie qui doit s'y adapter. Toute fois, les introductions volontaires de nouvelles espèces prédatrices dans un écosystème peuvent être considérées comme une perturbation au système écologique car le nouveau prédateur et leurs proies n'ont manifestement pas eu le temps de évoluer (Lévêque, 2001).

Les perturbations peuvent être caractérisés par différents critères ; le type (physique, biologique), le régime (distribution spatiale, fréquence, intensité, durée). Selon leur nature et intensité, certaines perturbations n'entraînent aucune réponse de l'écosystème, alors que d'autres peuvent être qualifiées de catastrophiques lorsque l'habitat et son peuplement sont détruits. Par exemple, plus souvent, une perturbation entraîne une restructuration générale et l'écosystème (Lévêque, 2001).

En effet , beaucoup de recherches écologiques ont abouti à la conclusion que les perturbations pouvaient favoriser la diversité biologique en réduisant la pression des espèces dominantes sur les autres espèces, permettant ainsi à ces dernières de se développer (Lévêque, 2001). l'hypothèse de la perturbation intermédiaire proposée par (Connell, 1978) in Lévêque, 2001) prédit que la richesse en espèce sera plus importante dans les communautés qui sont l'objet d'un nouveau moyen de perturbation ou subissant des perturbations trop importantes et /ou trop fréquentes.

Cette hypothèse avait pour objectif initial, d'expliquer la grande richesse spécifique des forêts tropicales et de récifs coralliens. Quand les perturbations sont peu fréquentes, la compétition interspécifique limite le nombre d'espèces susceptibles de s'installer et les espèces les plus compétitrices (espèces résidentes) occupent l'espace disponible.

Inversement, lorsque les perturbations sont fréquentes ou / et intenses, les espèces compétitrices dominantes sont éliminées et, seules les espèces colonisatrices à cycle court, peuvent se maintenir avec succès. Pour un régime de perturbation intermédiaire en fréquence, en intensité et en amplitude, les espèces résidentes et les espèces pionnières cohabitent ce qui favorise une plus grande richesse spécifique (Lévêque, 2001).

### III.3/La dynamique du non- équilibre

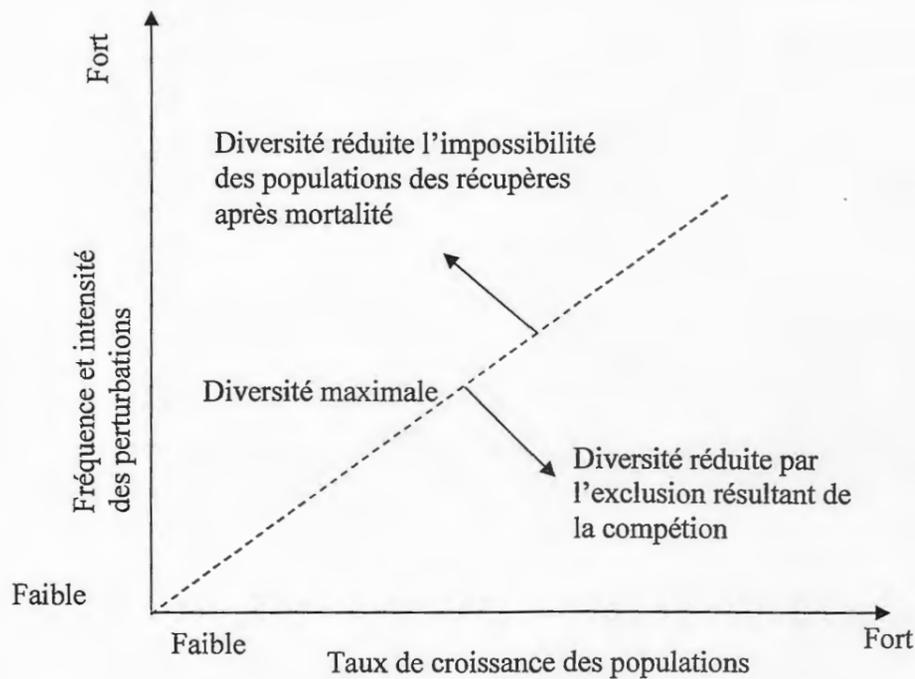
Sur la base de l'hypothèse de perturbation intermédiaire, Huston (1994) a proposé un modèle de l'équilibre dynamiques qui s'applique pour un habitat donnée, à la richesse spécifique des espèces compétitrices appartenant au même type fonctionnel et qui sont en compétition les unes avec les autres (Figure 02), Le modèle est basé sur l'importance relative de deux forces opposées qui influencent la diversité spécifique ;

-La compétition qui conduit à l'exclusion, dans les situations de fort taux de croissance des populations est de faible intensité des perturbations ;

-Les perturbations fortes ou fréquentes générant des mortalités et limitant reproduction chez la population à croissance lente, de telle sorte que les espèces n'ont pas le temps de se réinstaller.

Le modèle ne prédit pas un niveau constant de diversité biologique pour une certaine combinaison de paramètres fixés par le modèle d'équilibre dynamique. De fait ce modèle est analogie à celui de la théorie de la biogéographie insulaire (ou les forces opposées soit l'immigration et l'extinction) mais concerne des dimensions spatiales et temporelles moins importantes (Lévêque, 2001).

Actuellement, la dynamique du non équilibre est celle qui semble le mieux expliquer l'hétérogénéité spatiale et temporelle qu'on observe dans la plupart des systèmes écologiques. Les perturbations et l'hétérogénéité sont des facteurs interdépendants qui créent des opportunités pour la recolonisation, et déterminent la structure des communautés (Lévêque, 2001).



**Figure 02** : modèle de l'équilibre dynamique de **Huston (1979)**.

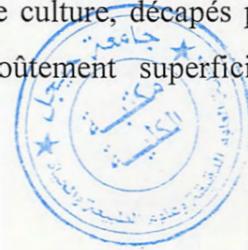
### III.4 /Capacité de récupération des écosystèmes

La capacité de récupération des écosystèmes, soumis à de fortes perturbations, dépend des caractéristiques biologiques des populations qui les constituent à savoir, le taux de génération, la fécondité, et la capacité de dispersion, etc.

Mais, il existe d'autres facteurs indépendants de la nature des organismes concernés, tels que les modifications d'habitat, la toxicité résiduelle, la durée et l'époque de l'impact par rapport à l'époque de reproduction, la présence et la distance des zones refuges, etc (**Niemi et al, 1990**).

IL faut ajouter que la capacité de récupération des systèmes écologiques dépend en partie de l'existence de zones refuges pour la flore et la faune qui constituent des réservoirs de recolonisations après la perturbation (**Hildrew, 1996**).

Une expérience de reconstitution du couvert végétal des jachères près de Ouagadougou (Burkina Faso) a montré la capacité de la végétation à se reconstituer sur des sols épuisés par de nombreuses années de culture, décapés par l'érosion, où l'infiltration des pluies est réduite par l'encroûtement superficiel. Malgré ces



circonstances défavorables, les terres mises en jachères retrouvent en 15 à 25 ans la végétation qu'elles portaient avant le défrichement (**Achard (1994) in Lévêque, 2001**).

# Chapitre IV

**Chapitre IV : Les stratégies adaptatives des espèces végétales**

Les stratégies adaptatives correspondent aux réponses apportées par les espèces vivantes pour assurer leur survie. Elles se manifestent à différents niveaux d'organisation, à l'échelle de la plante. Les stratégies adaptatives sont d'ordre éthophysio-logique et correspondent à l'aptitude de chaque individu à survivre grâce aux caractéristiques comportementales et physiologiques acquise au cours de l'évolution (Duquet, 1998).

**IV. 1/ Théorie des systèmes adaptatifs**

La théorie des systèmes représente le monde naturel comme un ensemble de réservoirs de flux régulés par divers processus de rétroaction. Ces représentations ont fait l'objet de différentes analyses mathématiques (dont beaucoup étaient de type déterministe ou analytique) pour comprendre le comportement des systèmes naturels. La question est posée depuis longtemps du rôle de l'évolution dans l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes (Lévêque, 2001).

On sait que la sélection naturelle favorise les génotypes qui sont les plus aptes à produire une descendance abondante dans un environnement donné, mais les caractères sélectionnés ont-ils un effet bénéfique seulement pour les organismes en cause ou profitent-ils également à l'écosystème dans son ensemble ? Dans l'état actuel des connaissances, rien ne prouve que l'adaptation bénéfique au niveau individuel, puisse avoir également des effets positifs (on considérés comme tels !) pour le système entier. Rien ne permet de penser, mais non plus d'infirmier que l'évolution compétitive qui favorise certaines espèces optimise également les processus au niveau de l'écosystème et de la biosphère (Levin, 1999). Le mutualisme, la symbiose entre un petit nombre d'espèces sont également à l'origine de rétroactions qui affectent l'évolution ultérieure des partenaires et participent, d'une certaine manière à atténuer les conséquences de l'imprévisibilité de l'environnement (Lévêque, 2001).

Ainsi que de manière déterministe et caricaturale, on peut dire que les êtres vivants sont des systèmes organisés qui poursuivent un objectif précise de s'adapter, et de se reproduire. Les différentes fonctions biologiques à tous les niveaux d'organisation depuis les gènes jusqu'aux organes, doivent se coordonner et se contrôler mutuellement pour favoriser la survie de l'organisme afin qu'il puisse se reproduire dans les meilleures conditions, en dépit des fluctuations du milieu par

contre un système biologique mal organisé, ou incapable de s'adapter à son environnement disparaît de manière définitive. L'évolution, dans une suite d'essais erreurs, aurait ainsi sélectionnée les espèces les plus aptes à survivre dans certaines limites des caractéristiques de l'environnement dans les quelles elles vivent. On peut discuter divers aspects de cette simplification, mais il est un fait que les êtres vivants sont des systèmes autorégulés dont la finalité essentielle, du moins telle que nous la percevons, est d'assurer la pérennité de l'espèce. Dans les systèmes auto-organisés ou autorégulés, les interactions réciproques à l'intérieur du système entre les structures et les processus contribuent à réguler sa dynamique et à maintenir son organisation grâce notamment aux phénomènes des rétroactions.

La théorie des systèmes adaptatifs complexes part de la théorie des systèmes, mais prend en compte explicitement la diversité et l'hétérogénéité des systèmes au lieu de les représenter seulement par des réservoirs et des flux. Elle incorpore de manière explicite le rôle de l'adaptation dans le contrôle de la dynamique et des réponses de ces recevoir hétérogène (Lévêque, 2001).

#### **IV.2/Les différentes modalités d'adaptation des végétaux**

De même qu'une espèce est susceptible de plus vaste, de même, elle peut vivre en dehors de son aire naturelle et d'occuper une aire possible plus vaste, de même, elle peut vivre en dehors de ses stations écologiques habituelles et supporter un milieu différent. Elle présente généralement des modifications morphologiques (variation de taille, de coloration) et aussi au niveau des comportements. La plante utilise donc différentes modalités sur divers niveaux pour l'adaptation aux nouvelles conditions du milieu (Hopkins, 2003).

##### **a) Les adaptations morphologiques**

Les adaptations sont extrêmement nombreuses et d'une grande variété. Certaines se marquent par une transformation profond de la morphologie de la plante.

Selon Ramade (2003) et Ozenda (1982), il existe parmi ces modifications morphologiques :

- La réduction et le remplacement des feuilles par des aiguilles, des épines, des écailles, feuillage dur et de la disposition des chloroplastes.
- L'apparition des poils pour augmenter la respiration.
- Les racines très profondes et les racines proches de la surface.

-L'adaptation au vent nécessite en général un port touffu, proche du sol.

-Formation des réseaux horizontaux par les racines surtout au sable au cours de la sécheresse.

-L'épaisseur remarquable de beaucoup de cuticules au dessous des épidermes.

-La diminution de l'évaporation par implantation systématique des stomates au fond de profondes dépressions, et en leur fermeture pendant la journée.

#### **b) Les adaptations physiologiques**

Chez les végétaux, ces adaptations s'expliquent par des changements physicochimiques, à savoir :

-L'enroulement des feuilles à midi est une activité physiologique de quelque espèces végétales.

-La diminution de turgescence dans les cellules au cours de stress hydrique.

-Modifications au niveau des membranes cellulaires.

-La synthèse de beaucoup de substrat organique comme les sucres, les acides aminés (proline, glycine..).

-Un ralentissement voir un arrêt de la croissance des parties aériennes ou souterraines.

-Modifications au niveau des tissus et des vaisseaux comme les vaisseaux du bois qui sont parfois larges chez beaucoup d'espèces sabulicoles les au cours de la sécheresse (Ozenda, 1982).

#### **c) Les adaptations comportementales**

Selon Hopkins (2003), le comportement végétal est un phénomène limité. Le mouvement végétal dépend essentiellement du mécanisme hydrodynamique de la turgescence. Des variations de turgescence de cellules très localisées de nombreuses plantes, tel que fermetures de pétales de fleurs (liseron) ou de folioles (diverses papilionacées, les mouvements d'étamine, le repliement des tentacules pièges des feuilles des plantes carnivores,...etc. D'autres mouvements sont à signaler chez les végétaux, parmi les quels.

##### ***c.1/Le phototropisme :***

Il maifeste par une orientation en fonction de la lumière qui produit la courbure des tiges vers la lumière chez les plantes.

On distingue d'une part, le phototropisme positif induisant le mouvement de la tige et des feuilles qui s'orientent vers la lumière et d'autre part le phototropisme négatif expliquant le mouvement des racines vers les profondeurs du sol.

#### ***C.2/Le Géotropisme :***

Ile se manifeste par une orientation en fonction du sol. On note pour cela, le géotropisme positif (enfouissement des racines dans le sol) et le géotropisme négatif (orientation de la tige vers le haut).

#### ***C.3/L'hydrotropisme :***

Ce mouvement se manifeste aussi par une orientation des racines vers le milieu humide.

#### ***C.4/Le chimiotropisme :***

Lorsqu'une partie d'une plante réagit à des substances chimiques on caractérise ce comportement de chimiotropisme.

#### ***C.5/Le thigmotropisme :***

Si une partie de la plante est attirée par un objet quelconque, roche...etc, on appelle ce comportement le thigmotropisme positif.

#### ***C.6/L'héliotropisme :***

Lorsqu'une partie d'une plante suit le mouvement apparent du soleil, alors on attribue, cette plante au comportement d'héliotropisme. le tournesol illustre bien ce phénomène d'héliotropisme.

### **IV.3/Adaptation aux facteurs du milieu**

#### **IV.3.1/Amplitude écologique des espèces**

L'amplitude écologique caractérisée l'aire de répartition et l'occupation des espaces par les espèces végétales. Ces dernières ne sont pas réparties au hasard sur le globe mais chacune est localisée sur un territoire que l'on appelle aire de répartition. Cette distribution est liée aux facteurs du milieu et le monde de vie des espèces végétales.

Selon **Ozenda (1982)**, La disjonction indique souvent que la plante est en régression et son aire actuelle est ce qui reste d'une aire autrefois plus étendue, les aires de répartition sont très diverses et il est possible de les classées selon leur étendue en quatre types principaux, à savoir :

\***cosmopolites** : Une aire est dite cosmopolite lorsqu'elle s'étend en principe à l'ensemble de la surface du globe. Le cas d'une cosmopolite est rare avec le rôle des unités taxonomiques par exemple : genre *Festuca* famille des astéracées ordre des rotifères.

\* **Cicum terrestre** : Certaines aires s'étendent autour du globe tout en restant localisées entre les limites de latitude par exemple, *Cicum* tropicale au famille des palmacées.

\* **Disjointes** : Les aires disjointes sont des aires discontinues, fragmentées en plusieurs éléments.

\***Endémique** : On appelle endémique le territoire des êtres vivants dont l'aire est tout entière comprise à l'intérieur des limites de ces territoires, il y a des genres marsupiaux endémique de l'Australie ou des familles des plantes endémiques de l'Amérique du sud ou de Madagascar.

La distribution géographique d'une espèce est déterminée par la gamme des conditions écologiques à laquelle elle est capable de faire face une série de conditions regroupées sous le terme d'amplitude écologique ainsi que la répartition actuelle des plantes reste déterminée en grande partie par leurs relations avec les conditions offertes du milieu auxquelles elles sont inféodées.

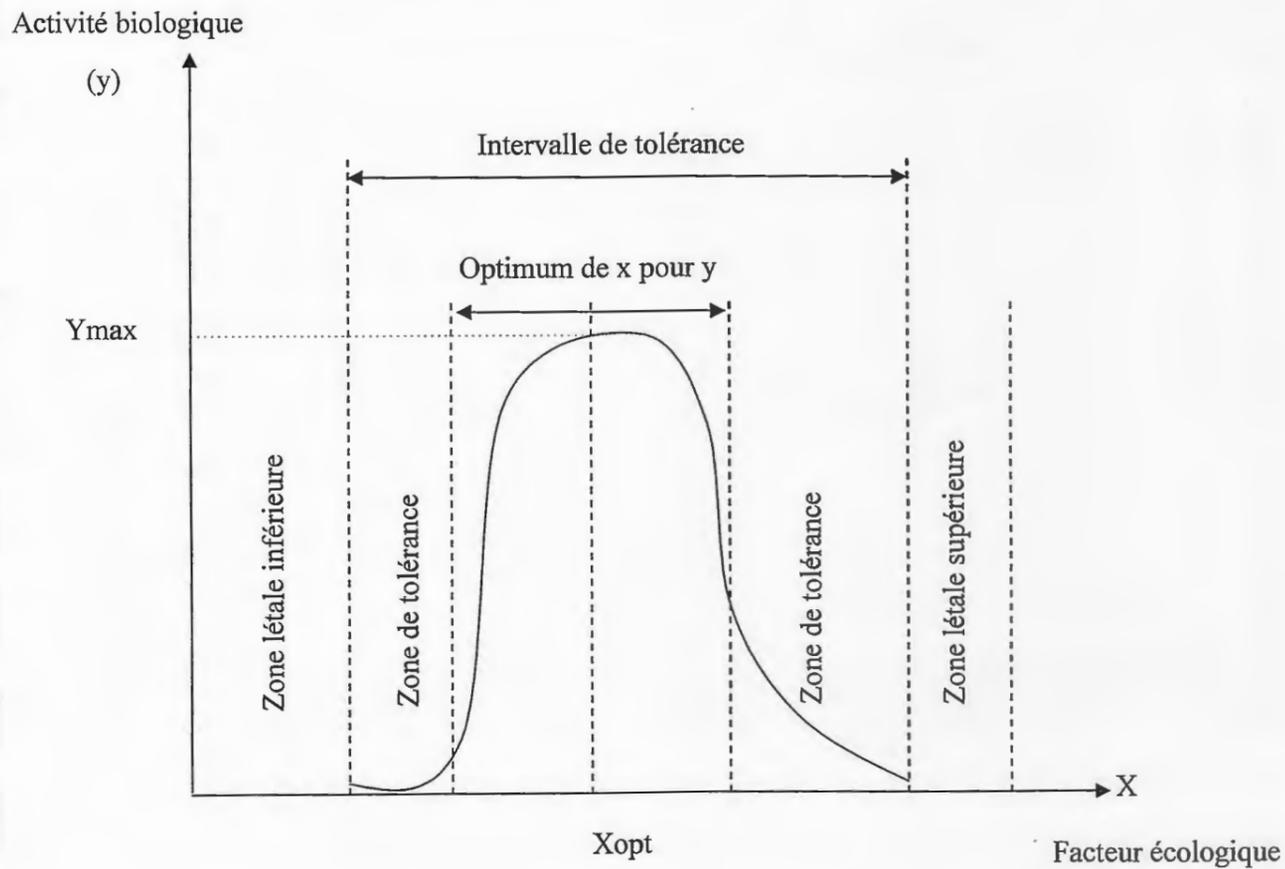
#### **IV.3.2/Loi de tolérance et compétition (loi de Shelford)**

La loi de tolérance stipule, que pour tout facteur de l'environnement existe un domaine de valeurs ou gradient (intervalle de tolérance) dans lequel tout processus écologique sous la dépendance de ce facteur pourra s'effectuer normalement. C'est seulement à l'intérieur de cet intervalle, que la vie de tel ou tel organisme, l'apparition de telle ou telle biocénoses seront possibles (**Ramade, 2003**).

Il existe une borne inférieure délimitant le domaine de ce gradient de valeurs au-dessous de laquelle survient la mort par carence ou par défaut du facteur considéré et une borne supérieure au-delà de laquelle l'excès du facteur est également mortel. Enfin, à l'intérieur de l'intervalle de tolérance existe une valeur optimale, dénommée préférendum pour laquelle le métabolisme de l'espèce ou de la communauté considérée s'effectue à une vitesse maximale.

L'étendue de l'intervalle de tolérance concernant chaque facteur écologique varie considérablement d'une espèce à l'autre, même à l'intérieur d'un groupe taxonomique de faible rang (genre, par exemple).

Les variations de la vitesse de croissance d'un organisme, de la densité de ses populations ou de tout autre phénomène écologique en fonction de la température fournissent une excellente illustration de la loi de Shelford (Ramade, 2003).



**Figure 03 :** relation générale entre l'activité biologique d'un individu, d'une population en fonction du facteur écologique considéré.

Donc l'adaptation d'une espèce donnée est référée en fonction de la valeur tolérable du facteur écologique (adaptation d'une espèce est en fonction du facteur écologique considéré) (Ramade, 2003).

### III.3.3/Quelques cas d'adaptation aux conditions du milieu

#### III.3.3.1/Approche écologique de l'adaptation à la sécheresse

Dans les régions arides méditerranéennes et tropicales, la période critique n'est plus l'hiver mais la saison sèche. L'adaptation à celle-ci est obtenue par la réalisation de type biologique qui est symétrique dans les pays à saison froide (**Ozenda, 1982**).

On observe ainsi de thérophytes qui accomplissent leur cycle pendant la durée de la période humide, des Géophytes qui ne présentent de parties aériennes que pendant cette même période de sorte que dans la région méditerranéenne, à sécheresse estivale, le cycle biologique de ces plantes semble inversé car elles se montrent pendant l'hiver et disparaissent à l'été.

C'est naturellement, parmi les végétaux désertiques que les adaptations à la sécheresse sont les plus marquées, à savoir :

##### a) Les végétaux temporaires (thérophytes et Géophytes)

Les plantes annuelles du désert apparaissent brusquement, après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante, effectuant leur cycle vital, de la germination à la fructification, avant que le sol ne soit desséchant observé des développements complets en huit à quinze jours, mais dans ces conditions les plantes restent naines et fleurissent alors qu'elles n'ont qu'une ou deux feuilles et on trouve des exemples de quelques centimètres, à peine des plantules, qui ont déjà formé leurs fruits ; on les appelle des Ephémérophytes.

Les mêmes remarques peuvent s'appliquer à propos des Géophytes, soit bulbeuses, soit rhizomatées, dont l'apparition est souvent très brusque après les pluies et dont le développement est rapide (**Ozenda, 1982**).

##### b) Les végétaux permanents (Phanérophytes et Chaméphytes)

Ces végétaux caractérisent par un ensemble d'adaptation morphologiques et anatomiques qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et en une réduction de la surface évaporante obtenue par la diminution du nombre de feuilles, ainsi leurs vaisseaux sont parfois très larges donnant aux racines de certains tamaris un aspect poreux (**Ozenda, 1982**).

Les adaptations des plantes désertiques, et plus généralement des plantes de milieu sec portent sur la réduction de la surface foliaire, la diminution de la vitesse d'évaporation et la constitution de réserves d'eau à l'intérieur des tissus.

La réduction de la surface évaporante est obtenue par la diminution de la longueur et du nombre de feuilles. Beaucoup d'espèces présentent alors des feuilles de petite taille, souvent même réduites à des écailles ou à des épines, elles peuvent même disparaître, elles sont constituées par des rameaux nus dans les quels la chlorophylle se trouve dans les tissus corticaux (Ephédra, beaucoup de chénopodiacées).

-Beaucoup d'espèces ont des feuilles caduques pendant la période sèche, la réduction de la vitesse d'évaporation est assurée par l'épaisseur remarquable de beaucoup de cuticules et par l'existence, au dessous des épidermes, d'assises sclérifiées, les feuilles et les rameaux prennent alors une croissance coriace et les plantes ainsi transformées sont appelées sclérophytes. Les stomates peuvent être eux même disposées d'une manière particulière. Chez les graminées, les feuilles sont enroulées suivant leur longueur en prenant la forme d'un cylindre creux et les stomates se trouvent localisées sur l'épiderme supérieur, celui qui ainsi est devenu interne, chez le laurier-rose ; les stomates sont placés au fond de cavités appelées cryptes stomatiques et revêtues de poiles qui ralentissent les mouvements de l'air.

L'accumulation de l'eau dans les tissus donne naissance aux plantes grasses, type biologique particulièrement caractéristique des déserts américains (Ozenda, 1982).

#### C) Les végétaux reviviscents :

Ils jouent un rôle relativement limité en climat désertique. Cette forme d'adaptation fait intervenir des propriétés physiologiques au niveau cellulaire (Ozenda, 1982).

#### IV.3.3.2/Diversité des adaptations au stress

Les plantes doivent constamment faire face aux contraintes imposées par l'environnement dans le quel elles se développent. Elles doivent donc se doter d'une batterie de solutions pour affronter la lumière, le manque d'eau, la salinité des sols, la température ou pour résister aux différents microbes pathogènes (Anonyme, 2001).

Les biologistes savent que dans le règne végétal l'adaptation est le maître mot ainsi la chaleur, les germes et d'autres stimuli peuvent déclencher une augmentation de la fréquence des mutations et des réarrangements génétiques. Ce qu'ils ignoraient jusqu'à présent, si cette capacité de recombinaison était transmise aux générations suivantes.

Donc, toutes les espèces particulières de plante peuvent être adaptées à tolérer un certain type de stress. Les adaptations sont héréditaires et transmises d'une génération à l'autre, impliquant souvent des modifications dans la structure de la plante qui est une réponse progressive de ces plantes à ce stress au cours de leur vie, donnant lieu à un ajustement interne peut visible (**Anonyme, 2001**).

Certaines plantes peuvent subir des lésions provoquées par un stress, ce qui signifie qu'elles peuvent montrer des dysfonctionnements métaboliques. Si le stress est léger et de courte durée, la lésion peut être temporaire et la plante peut guérir lorsqu'il est éliminé. S'il est par contre suffisamment important, il peut inhiber la floraison et la reproduction des graines ou encore empêcher la survie de la plante. Certaines plantes échappent totalement au stress comme les plantes de déserts qui sont éphémères autrement dit dont la durée de vie est courte. Les Ephémérophytes, germent, croissent et fleurissent et immédiatement après les pluies saisonnières. Elles accomplissent donc leur cycle de développement durant une période humide favorable et produisent des graines dormantes avant l'arrivée de la saison sèche. De la même façon, de nombreuses espèces annuelles arctiques accomplissent leur cycle de développement pendant le court été arctique et survivent à l'hiver sous forme de graines. Comme les plantes éphémères ne sont jamais confrontées réellement à la sécheresse ou froid, on dit qu'elles échappent au stress.

De nombreuses plantes possèdent la capacité de résister aux stress par des mécanismes d'évitement ou de tolérance. Les mécanismes d'évitement réduisent l'impact d'un stress bien qu'il soit présent dans l'environnement.

Des plants adultes de Luzerne (*Medicago sativa*) survivent à la sécheresse en développant en profondeur un système racinaire qui pénètre dans la nappe phréatique. La luzerne peut donc être assurée d'être convenablement approvisionnée en eau dans des conditions où des plantes moins profondément enracinées subiraient la sécheresse. Pour réduire l'évaporation, les plantes conservent l'eau et diminuent les pertes d'eau, d'autres plantes produisent des feuilles charnues qui stockent l'eau, se couvrent de cuticules épaisses ou deviennent pubescentes (feuilles poilues). Les cactus avec leurs tiges charnues et photosynthétiques et leur feuille réduite à l'état d'épines, sont un autre exemple qui évitent la plupart de ces espèces qui évitent la sécheresse seraient fortement endommagées si elles la subissaient réellement (**Hopkins, 2003**).

L'étude du stress salin chez les végétaux est le meilleur exemple de réponse au stress ; la première difficulté d'une plante en milieu salin est donc d'assurer son rapport en eau. Pour cela, il faut que la plante puisse ajuster la pression osmotique de ses tissus par rapport à la pression osmotique du sol (**Hopkins, 2003**).

Les plantes halophytes présentent ainsi un haut pouvoir d'épictèses, reformée par l'absorption de sel et sa conduite vers les feuilles, contrairement aux glycophytes, elles sont capables de lutter ce phénomène en produisant des composés dits osmoprotecteurs (ou solutés compatibles). Ces composés, et par leur concentration, assurent l'ajustement osmotique entre le cytosol et vacuole.

Ainsi, différentes molécules peuvent jouer le rôle de « solutés compatibles » chez les végétaux (**Anonyme, 2001**).

On enregistre également d'autres cas d'adaptation aux conditions du milieu, il s'agit :

### **1/Adaptation des végétaux à l'éclairement**

Il y'a deux types de végétaux qui s'adaptent à l'intensité lumineuse :

**-Les héliophytes ou plantes de lumière** : Présentent leur croissance maximale sous de forts éclaircissements et ne tolèrent pas l'ombre d'autres individus, elle est le cas des plantes cultivées, des arbres de forêts claires, de nombreux végétaux de formation arbustives, les hélianthèmes, le romarin par exemple ou herbacées (steppes, savanes). Chez de tels végétaux, la productivité photosynthétique nécessite généralement d'importants plus lumineuse.

**-Les sciaphytes** : Nécessitent quant à elles une ombre forte voire très dense pour leur croissance. On note parmi ces végétaux les espèces du sous-bois (les fougères, les mousses,...) et les jeunes stades de la plupart des espèces d'arbres des forêts feuillues tempérées et tropicales. L'activité photosynthétique de ces végétaux est optimale sous quelques centaines, parfois seulement une cinquantaine de lux pour les plus sciaphiles. D'entre eux (**Ramade, 2003**).

### **2/Adaptation des végétaux aux conditions hydriques**

Plusieurs espèces végétales sont à distinguer en fonction de leur comportement vis-à-vis de l'eau (**Duquet, 1998**). Pour cela, on note les espèces suivantes :

**-Les hydrophytes** qualifient une plante ayant besoin d'un très fort taux d'humidité de l'air pour survivre. C'est le cas de nombreuses plantes des forêts tropicales humides, des végétaux ripicoles des milieux aquatiques.

-*Les xérophytes* qualifient une plante capable de survivre dans des milieux très secs grâce à diverses formes d'adaptation à la sécheresse.

-*Les mésophytes* qualifient une plante qui satisfait d'une hygrométrie moyenne. La plupart des végétaux des régions tempérées sont mésophytes.

### 3/Adaptation des végétaux au sol

Selon la structure et les propriétés physico- chimiques du sol, se manifestent plusieurs formes d'adaptations à la composition du sol (Beker et al, 1981).

Nous citerons l'exemple de l'adaptation des végétaux à la teneur en calcium et le pH du sol, on distingue selon Duquet (1998):

- *Les espèces calcicoles*: Toutes les plantes calcicoles, qui poussent sur des sols riches en calcium, c'est-à-dire sur des substrats calcaires, parmi ces plantes on a le romarin, *rosmarinus officinalis* et le Brome érigé, *Bromus erectus*.

-*Les espèces calcifuges*: Dont les besoins en calcium sont réduits et qui se rencontrent sur des terrains siliceux acides par exemple, le châtaignier, *castanea sativa*, le bugle pyramidale, *Ajuga pyramidalis* ou encore le pin maritime *Pinus pinaster* sont des végétaux calcifuges.

Selon le pH du sol, on trouve les végétaux suivants :

-*Les acidophiles* qui qualifient les espèces végétales et les groupements qui se développent sur les sols acides (PH<7).

L'acidité des sols dépend de leur teneur en gaz carbonique (co<sub>2</sub>), en sels minéraux et en composés organiques dissous. Ainsi, les sols siliceux sont par nature acides (les plantes silicicoles sont des acidophiles), tandis que les sols calcaires sont basiques ou neutres. La callune *calluna Vulgaris* et l'oseille de Berbis *Rumex acetosella* sont des plantes acidophiles.

-*Les basiphiles* qui qualifient les espèces végétales et les groupements qui se développent sur les sols basiques (PH>7). La basicité des sols dépend de leur teneur en gaz carbonique (co<sub>2</sub>), en sels minéraux et en composés organique dissous. Ainsi, les sols calcaires sont par nature basique ou neutre (les plantes calcicoles sont donc basiphiles ou neutrophiles), tandis que les sols siliceux sont acides. Le pissentit *Traxacum palustre* est une plante basiphile.



#### 4/Adaptation au vent

Sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Les arbres prennent un port en drapeau, leur tronc étant souvent incurvé et leur branche étant orientées dans la direction opposées à celle des vents dominants. On constate, par exemple, que dans le Massifs central, la limite supérieure de la forêt n'excède guère 1500m, alors qu'elle atteint 2300m dans les alpes, par suite de la violence des vents pendant la période hivernale sur les volcans d'Auvergne.

Ainsi les végétaux s'adaptent contre les méfaits du vent, soit par le développement des appareils de fixation au sol comme chez la graminée *ammophila* utilisée pour la stabilisation des dunes, soit en profitant de la protection des autres végétaux (Ozenda, 1982).

#### 5/Adaptation des végétaux à la température

Chez les végétaux, le degré d'adaptation au froid augmente lorsque l'on passe des zones tempérées chaudes à des latitudes de plus en plus septentrionales, le maximum de résistance aux basses températures est le fait des organes de durée tels que les bulbes, les rhizomes, les tubercules et les bourgeons, etc. Il existe une corrélation directe entre la résistance d'un organe végétal au froid et son degré de déshydratation. De ce fait, les graines dont la teneur en eau est inférieure à 5% représentent les formes végétales qui, dans chaque espèce, sont susceptibles de supporter les plus faibles températures.

Les plantes les plus résistantes aux hautes températures sont celles des déserts subtropicaux où l'on relève les records de chaleur en milieu continental. La plus haute température jamais observée a été enregistrée dans la vallée de la Mort, située dans le nord des déserts de Mojave en Californie égal à 56,7°C (Ramade, 2003).

#### IV.4/Evolution des génomes dans les stratégies adaptatives

Le séquençage complet en partiel d'un nombre croissant de génomes permet de tirer quelques conclusions générales sur leur évolution.

Il apparaît que la duplication des génomes dans les phases précoces du développement est des phénomènes relativement fréquents chez les plantes et ces événements ont des conséquences diverses. La taille des génomes vont de 110 Mb chez *Arabidopsis* à 2500 Mb chez le maïs en passant par 450Mb chez le riz et 1500Mb

chez le blé. Ces valeurs ne sont pas constantes à l'intérieure d'une même espèce le génome du riz peut ainsi contenir de 340 à 1700 Mb selon les variétés.

Ces différences sont dues à des duplications de génomes suivies d'une perte progressive, partielle ou presque totale de l'un des génomes. L'élimination des gènes que cela implique semble se faire des manière aléatoire avec toutefois un maintien préférentiel des gènes codant pour des protéines qui, pour agir sont associées à d'autres protéines cellulaires qui, elles, sont conservées l'élimination des gènes ne se fait pas en privilégiant un génome plutôt que l'autre.

La duplication des génomes est un puissant générateur de biodiversité.

L'existence des transposons et, en particulier, des rétrotransposons joue un rôle important dans l'évolution des génomes des plantes. Les transposons sont des courtes séquences d'ADN capables de se répliquer et de s'intégrer en copie dans un autre site du génome. Le génome de riz peut ainsi contenir des transposons qui représentent 25% de son génome. Ils sont souvent mutagène mais plus généralement interfèrent avec le fonctionnement des gènes dans les quels ou au voisinage des quels ils se sont intégrés. Les transposons participant à la création de biodiversité sont capables, dans une certaine mesure, de transférer de manière horizontale, y compris d'une espèce à une autre. Ce transfert ne semble pas emprunter des mécanismes de type infectieuse mais sont victimes plutôt de stress qui endommagent les cellules qui deviennent capables de laisser s'échapper et de capter des particules contenant des transposons (Anonyme, 2001).

Pour donner un exemple à cette évolution, des chercheurs ont montré qu'*Arabidopsis thaliana*, une plante de la famille des crucifères (chou, mave, radis...) garde en « mémoire » le souvenir d'événements stressants et transmet à sa descendance la capacité de s'adapter au conditions difficiles.

Pour étudier ce phénomène, l'exposition des cultures d'*Arabidopsis thaliana* à un rayonnement ultraviolet et d'autres plantes à une protéine bactérienne.

Dans les deux cas, la plante réagit en augmentant la fréquence de recombinaisons homologues lors des divisions cellulaires.

La recombinaison homologue consiste en l'échange de deux segments d'ADN semblables et permet de créer une diversité en brassant les gènes provenant des chromosomes parentaux. C'est également grave à ce même processus que les lésions

« double brin » de l'ADN, souvent provoquées par l'action des radiations ionisantes, peuvent être réparées afin de permettre la transmission fidèle du chromosome aux cellules filles.

Donc, au cours des facteurs du milieu stressant, les génomes des plantes modifient pour assurer l'adaptation à ces nouvelles conditions (**Anonyme, 2003**).

#### **IV.4.Évolution des écosystèmes et concept de stratégie**

##### **IV.4.1/Succession écologique**

###### **A/Notion de succession**

Malgré l'intense activité, l'équilibre dynamique réalisé fait que la physionomie et la structure des communautés ne varie pas sensiblement, même sur une période de temps prolongée. Dans un cycle incessant et auto-entretenu, cependant, une perturbation d'origine externe, brutale ou progressive, une modification climatique ou action de l'homme par exemple, peut rompre cet équilibre dynamique et la remarquable stabilité de l'écosystème (**Ramade, 2003**).

Le terme succession désigne le processus de colonisation d'un biotope par les êtres vivants et les changements dans le temps de la composition floristique et faunistique d'une station après qu'une perturbation ait détruit partiellement ou totalement l'écosystème préexistant (**Lepart et Escarre, 1983**).

Supposons que pour une raison quelconque, un lac soit progressivement comblé par un apport de sédiments, qu'une éruption volcanique recouvre de ces laves de vastes étendues de sol, qu'un incendie détruise une forêt ou encore qu'un champ situé dans une zone forestière soit abandonné. Dans chacune de ces circonstances on va assister à un phénomène dénommé succession écologique (**Ramade, 2003**).

Des espèces pionnières vont apparaître dans ces biotope modifiés (plantes annuelles en générale, lichens sur les laves récentes) puis êtres progressivement remplacés pendant des décennies voire plusieurs siècles jusqu'à ce qu'elle atteigne son stade ultime d'évolution dénommé climax (**Ramade, 2003**).

Le climax désigne une association stable d'espèce qui caractérise qualitativement et quantitativement l'ultime phase de développement d'une biocénose dans une succession (**Ramade, 2003**).

On dénomme série la séquence complète d'une succession, celle-ci est caractérisée par une séquence rigoureuse de stades dénommés séries, comportant chacun une biocénose particulière. Ces communautés transitoires constituant les stades pionniers de la succession, par opposition au climax qui représente l'ultime stade évolutif (**Ramade, 2003**).

Donc la notion de succession végétale est une description des changements de végétation à différentes échelles dans l'espace et dans le temps.

#### **B/Les stades de succession**

##### ***B.1/Les stades initiaux: colonisation des espaces vides***

On appelle groupements pionniers, ceux qui colonisent les espaces nus et représente les stades d'une série. Ces espaces nus peuvent être dans les eaux douces, les sables, les éboulis, les roches ou même ceux qui sont créés par l'homme à la suite de travaux de terrassement.

L'apparition d'un groupement nécessite l'arrivée, l'installation et le maintien de ses espèces, ce qui suppose :

- Une sélection géographique, en rapport avec le pouvoir de dissémination et de migration des espèces ;

- Une sélection écologique à laquelle, seules se maintiennent les espèces adaptées aux conditions locales, les autres disparaissant dès le début de leur développement ou se maintient tout au plus quelques années à l'état adventice ;

- Une sélection sociologique, liée à la concurrence et que chaque espèce doit être capable, non seulement de supporter des conditions de milieu qui lui sont offertes, mais de résister à la concurrence des espèces qui l'entourent, alors que les conditions optimales d'une espèce ne sont pas les mêmes suivant qu'elle est seule ou engagée dans un groupement.

La colonisation peut être très rapide, tant en nombre d'espaces qu'en degré de recouvrement du sol, mais les groupements pionniers peuvent aussi persister très longtemps lorsqu'une cause de rajeunissement intervient constamment (**Ozenda, 1982**).

**B.2/ Les stades terminaux : valeur et aspects de la notion de climax****B.2.1/ Climax forestier et non forestier**

Il est certainement excessif de dire que la gaule était « couverte forêts » mais il est certain que le taux de boisement était, dans l'antiquité, beaucoup plus qu'actuellement, du moins en dehors de la région méditerranéenne dont la déforestation semble avoir été très avancée à l'époque romaine. De nos jours, les grandes forêts de l'Europe moyenne se trouvent dans les régions les moins peuplées. C'est-à-dire les montagnes ou bien les plaines à sol pauvre, et l'on sait qu'en Europe centrale le terme de Wald désigne souvent à la fois la forêt et la montagne, comme dans l'expression « Forêt noire ».

Lorsque dans un territoire donnée le climat varie régulièrement dans une direction donnée par exemple en allant du nord au sud d'une grande plaine, on voit différentes forêts climaciques ou, si ces forêts sont en partie détruites, ce qui est le cas le plus ou moins régulier ou « Zone ». De même, lorsqu'on élève en montagne, on traverse une suite d'étages de végétation et de sous-étages possédant chacun son climax propre. De tels climaxes sont dits régionaux ou zonaux, ils correspondent d'ailleurs aussi des sols zonaux.

Cette notion de climax régional ou zonal appelé cependant certaines réserves. Contrairement à ce que l'on a admis à l'origine, il y a un climax du chêne vert pour la zone méditerranéenne, un climax du châêne pubescent pour la zone subméditerranéenne, un climax du carex curvula pour l'étage alpin, mais dans chaque cas une mosaïque de climaxes apparentée entre eux certes, mais déterminés par les différentes séries de végétation (**Ozenda, 1982**).

**b.2.2. Relation interséries**

Les séries ne sont pas toujours rigoureusement indépendantes entre elles et des séries écologiquement voisines peuvent avoir une partie de leur aire en commun et y présenter des stades communs. Certaines peuvent avoir leur origine dans un même groupement pionnier au contraire converger vers un même climax ou bien encore présenter des relations entre elles au niveau des stades intermédiaires. On note aussi :

**\*Climax multiple**

Les espèces des groupements pionniers et des premiers stades sont fréquemment des plantes dont l'écologie assez particulière impose la localisation dans ces stades,

mais dont l'aire géographique assez vaste leur permet de caractériser des groupements appartenant à des régions très différentes. A mesure que mûrissent les groupements c'est-à-dire que progressent les séries correspondantes, ces espèces cèdent la place à d'autres qui sont à la fois caractéristiques des groupements terminaux par leur écologie, leur géographie et par leur aire plus réduite. Ainsi, la colonisation d'éboulis, de roches ou de sables littoraux peut commencer en des points très éloignés par des groupements très voisins et se termine par de climax complètement différents.

Il peut arriver que la bifurcation se situe plus haut, par exemple au niveau du stade arbustif, et la série jusque là unique se transforme alors en un faisceau de deux ou trois sous-séries se déterminant par deux ou trois climax, c'est à dire très voisins l'un de l'autre, mais dont l'un ou l'autre se réaliserait suivant de très petites différences des conditions de milieu ou une faible action humaine (**Ozenda, 1982**).

**\*Convergence de séries**

Inversement, dans une même région, les diverses séries qui se développent dans des milieux écologiques différents et qui portent, notamment dans leurs premières stades la trace de la nature du substrat peuvent, au fur et à mesure qu'elles mûrissent donner des groupements arbustifs de plus en plus voisins entre eux et converger progressivement vers un climax unique, celui-ci peut être dans le cas général le climax régional de zone ou bien localement un climax stationnel (**Ozenda, 1982**).

**\*Succession de climax**

Tout ce qui vient dit suppose que les conditions écologiques en chaque point soient stables dans le temps. Mais le milieu lui-même peut se modéliser lentement, en relation notamment avec des phénomènes géographiques, les alternances de périodes glaciaires et interglaciaires au cours quaternaire, des périodes humides et désertiques dans les régions tropicales, sont des aspects bien connus d'oscillations climatiques.

Ces changements entraînent nécessairement une modification de la nature du climax ; mais comme ces modifications sont en général très lentes, l'observation directe ne nous permet guère d'en apercevoir que des indices dans la nature actuelle sans pouvoir les mettre vraiment en évidence. C'est surtout l'étude de tourbières fossiles qui a fourni les faits les plus intéressants. Ces dernières se sont comportées comme des pièges collectant conservant le pollen que le vent apportait des forêts voisines et à chaque niveau de tourbe correspond un spectre pollinique dans le quel les

espèces les plus fortement représentées peuvent être considérées comme correspondant, selon toute vraisemblance, au climax de la région à l'époque considérée (**Ozenda, 1982**).

**\*Successions cycliques et séries non réversibles**

La végétation dégradée peut se reconstituer spontanément en passant par les mêmes groupements ; en d'autres termes, nous avons admis implicitement que les séries étaient linières, mais pour qu'il en soit ainsi, il faut entre autre les conditions suivantes :

1°/Que les deux transformations, régressive et progressive, soient deux lents ;

2°/Que la régression n'ait pas modifié les conditions de milieu.

L'existence de ces deux facteurs est loin d'être générale.

L'incendie de forêt ou le feu de brousse, la « coupe à blanc » c'est-à-dire la coupe simultanée de tous les arbres représentent des successions régressives qui conduisent en une seule opération du climax jusqu'au sol nu, au moins jusqu'à un groupement pionnier.

Inversement, un reboisement réussi fait suite à une longue succession de stades de dégradation permet en une seule opération la reconstitution directe du climax ou du moins du proclimax (**Ozenda, 1982**).

Mais si l'abondance de la culture est suivie d'une érosion du sol qui n'est plus protégée ou bien si la déforestation à grande échelle a amené un détachement du climat local, la couverture végétale naturelle ne peut plus se régénérer spontanément les premiers termes de la série, moins exigeants du point de vue écologique, peuvent encore s'installer, mais le climax ancien ne reparait pas, et, lorsque la succession progressive aboutit néanmoins à un état boisé, c'est une autre essence, plus tolérante qui apparaît à la place du vrai climax (**Ozenda, 1982**).

**C/Les types de succession**

Les successions sont séparées traditionnellement en :

**\*Succession primaire** : Quand il s'agit de la colonisation d'un sol nu par la végétation elle a dans ce cas une grande composante spatiale (par exemple, le comblement d'une tourbière par la végétation) ;

**\*Succession secondaire** : Quand il s'agit de la répartition par la végétation des conséquences d'une perturbation qui a ouvert un espace relativement large (feu,

chablis) le mot perturbation est utilisé au sens large est comprend également l'arrêt des pratiques anthropiques.

**Van Der Maurel (1996)** y ajoute :

La succession à l'échelle du siècle concernant les changements globaux de l'environnement et en particulier le climat ;

Les successions de restauration, qui tendant à revenir en un état plus naturel de la végétation par des mesures de gestion adéquates (arrêt de la perturbation, de surpâturage).

Selon **Ramade (2003)**, il existe également d'autres classements de succession, se sont :

**-La succession autogénique :** Succession linéaire ou cyclique induite spontanément par la communauté elle-même (force interne), proviennent d'un biotique s'exerçant à l'intérieur de l'écosystème. Elles résultent du développement d'une communauté sur un biotope initialement perturbé et de son évolution au cours du temps vers un écosystème dont la structure et les peuplements sont de plus en plus complexes. On dénomme de ce fait, série progressive.

**-La succession allogénique :** Provoqué par une modification brutale (perturbation) ou graduelle (stress) des conditions stationnelles du milieu exogènes (force externe). Cette succession engendre généralement des biocénoses instables peuvent même parfois aboutir à la destruction totale de l'écosystème. Le comblement totale d'un lac de barrage provoqué par l'érosion des sols du bassin versant par l'action humaine constitue un exemple démonstratif d'une conséquence extrême de telles successions qui engendrent généralement des séries régressives dont les divers stades évolutives possèdent des peuplements de plus en plus appauvris .

#### **D/Caractères généraux des successions**

Selon **Ramade (2003)**, la succession écologique se définit par plusieurs caractères :

-Une dynamique des biocénoses caractérisée par l'apparition et la disparition d'espèces, donc par des changements continus dans la structure des peuplements ;

-Une variation de la richesse spécifique qui apparaît au début du stade forestier (après une cinquantaine d'années à suivie d'une diminution au fur et à mesure que l'on se rapproche du climax ;

-Une variation de la diversité, il trouve au cours de la succession écologique une richesse spécifique supérieure au climax tout on ayant une équirépartition supérieure à celle de stade pionnier ou l'abondance des espèces est beaucoup plus inégale ;

-Important variations de la productivité des communautés, dont l'activité photosynthétique spécifique est maximale chez les espèces pionnières, intermédiaire pour celles de la fruticée, les boisements juvéniles par exemple et la plus basse chez les espaces d'arbres climaciques ;

-Une variation de la productivité se manifeste à la productivité brute et à la productivité nette qui augmente jusqu'à un stade intermédiaire plus ou moins préclimacique puis diminue jusqu'au climax ou la respiration tend à égaler la productivité brute de sorte que la productivité primaire nette tend vers zéro ;

-Recyclage des éléments biogènes ; Dans les stades pionniers d'une succession, l'écosystème juvénile est ouvert non seulement pour le flux d'énergie mais aussi pour la matière.

-Un développement de structure nouvelle dans les communautés caractérisant des stades de plus en plus évolués de la succession ne se fait pas façon aléatoire mais dans un sens bien précis qui accroît l'homéostasie du système.

#### **IV.4.2/Concept de stratégie**

Le cycle de vie des organismes résulte d'un ensemble de traits qui contribuent leur survie et à leur reproduction, donc à leur valeur sélective.

Ainsi, l'analyse de tels ensembles de caractères morphologiques, éthologiques, écologiques et démographiques est d'importance première en biologie évolutive. Ces combinaisons complexes de caractères ont été appelées, dans une perspective évolutionniste ; « stratégies » ou « tactiques » réunissant des traits qui fonctionnent ensemble et coevoluent entre eux.

D'une manière générale, on peut dire qu'une stratégie, pour un être vivant et dans une situation donnée, un type de réponse de performance parmi une série de possibilités. Implicitement, on admet l'assistance de contraintes, externes ou internes, ainsi que celle de choix et de compromis entre fonctions biologiques face à ces contraintes, ainsi que la stratégie traduit l'adaptation des populations à leur environnement quand on parle, dans une perspective évolutionniste de stratégie adaptative on suppose que :

-les profils biodémographiques répondent à des contraintes internes et externes telles qu'ils produisent nécessairement une solution d'équilibre et de compromis.

-Ces solutions d'équilibre sont déterminées génétiquement (**Ramade, 2003**).

#### IV.4.2.1/Stratégies adaptatives de développement

##### A/Loi logistique

Selon **Faurie et al (1998)**, la sélection naturelle permet la colonisation des écosystèmes mettant en place deux grands types d'espèce. Bien qu'il existe plusieurs modèles de croissance des individus d'une population, le plus communément admis est celui de la loi logistique de développement des populations (figure4).

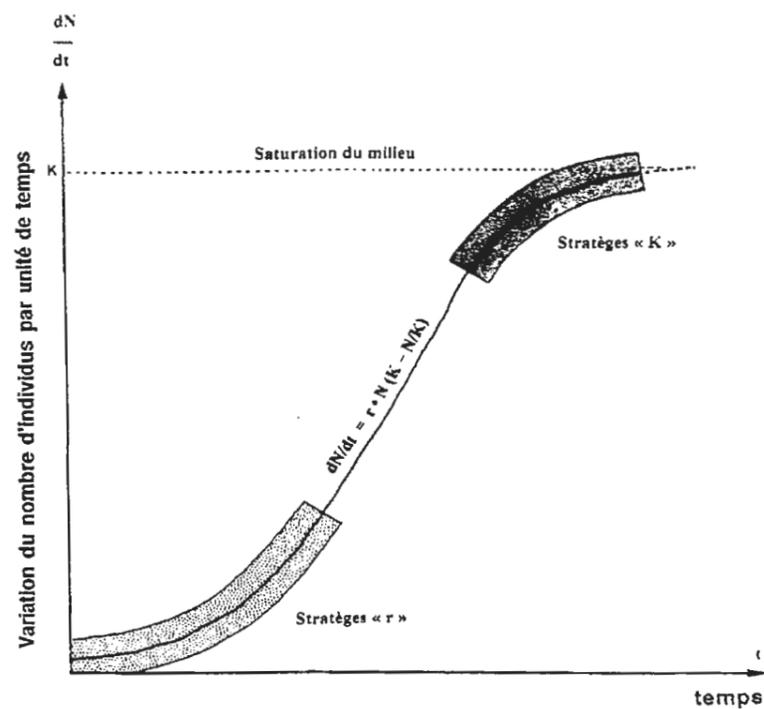
$$\frac{dN}{dt} = rN(k-N)/k$$

Avec :

N : Nombre d'individus ou biomasse à un instant t.

R : coefficient de croissance.

K : nombre maximum d'individus que le biotope peut porter en une fonction des ressources.



**Figure n°4** : expression de loi logistique : variation du nombre d'individus ou de la biomasse en fonction du temps.

Nous remarquons que la courbe a toujours la même forme, mais, plus la valeur du coefficient  $r$  est importante, plus elle s'élève rapidement. D'autre part, lorsque  $N$  s'approche de  $K$  la valeur  $(K-N)$  est voisine de  $0$ , le produit  $rN(0)=0$ , la croissance est alors nulle, le milieu est saturé, son potentiel ne lui permet pas d'héberger davantage d'individus (Faurie et al, 2003).

### **B/Les stratégies 'r'**

**B.1/définition :** Ce sont les espèces dont le coefficient de croissance est très élevé. Elles se localisent donc dans la partie basse de la courbe (Figure 4) chez les végétaux, les graminées (poacées) sont des stratégies 'r' typiques.

Ce sont des plantes annuelles qui dépensent 70% de leur énergie pour la fabrication des graines. Les adventices se comportent de même. Avec leur phénoménale capacité de dissémination et leurs faibles exigences elles ont une aptitude particulière à coloniser les espaces vierges de toute autre végétation (Faurie et al, 2003).

### **B.2/Caractéristiques**

**-Taille des individus:** Les espèces de stratégie 'r' sont de petite taille. Elles ne sont pas aussi efficaces, les stratégies 'r' qui ont un métabolisme actif ne se développent donc bien que s'ils restent de petite taille.

Les espèces qui favorisent la reproduction (taux de reproduction élevée, croissance rapide, maturité sexuelle précoce et durée de vie courte, etc), ce sont des stratégies de type r. Pour les végétaux, les espèces de stratégies 'r' peuvent être qualifiées de pionnières et leur suivi permet la détection précoce des changements.

**-Productivité :** elle est très forte, peut être exigeante, les espèces qui obéissent à cette stratégie s'installent d'emblée et se développent rapidement. Tel est le cas des mauvaises herbes qui envahissent n'importe quel terrain laissé à l'abandon.

**-Prolificité :** Les stratégies 'r' ont une forte prolificité. Ceci est consécutif à leur grande précocité sexuelle et au nombre important de graines de descendants qu'ils engendrent.

Cette forte prolificité s'accompagne des énormes dépenses énergétiques, ce qui entraîne un gaspillage considérable.

**-Espérance de vie :** La mortalité est très forte et les énormes dépenses consacrées à la reproduction qui caractérisent ces stratégies s'accompagnent d'une espérance de vie

très courte. Ils ont beaucoup de descendants mais seuls quelques-uns survivent et deviennent adultes, donc captes à la reproduction.

**-Mode de vie :** Ces espèces ne peuvent satisfaire leurs exigences énergétiques qu'en ayant un spectre alimentaire très large. Ainsi bien du point de vue abiotique que biotique, elles ont un mode de vie de type « généraliste ».

**-Densité de la population :** Du fait de leur large tolérance, ces espèces ubiquistes sont indépendantes des variations du milieu qui ne les affectent que très peu. De même façon, comme elles se comportent des espèces pionnière qui colonisent souvent des milieux neufs ou vierges, leur régulation démographique n'est donc pas dépendante de la densité de leur population.

Le survie temporel du fonctionnement d'une biocénose fait apparaître une optimisation des flux de matière et d'énergie, on assiste assez vite au remplacement de ces espèces gaspilleuses par plus performantes développent une stratégie de type 'K' (Faurie et al, 2003).

#### **C/ Les stratégie 'K'**

**C.1/Définition :** ce sont des espèces très exigeantes mais bien adaptées profitant au maximum des potentialités du milieu. Elles se localisent donc au sommet de la courbe qui caractérise un équilibre entre la population et les possibilités du biotope.

Chez les végétaux, l'exemple type en est le chêne qui vit plusieurs siècles mais ne fructifie qu'assez tard. Cet arbre ne dépense que 7% de son énergie à la fabrication des glands (Faurie et al, 2003).

#### **C.2/ Caractéristiques**

**-Taille des individus :** les espèces de stratégies 'k' sont toujours de grande taille. Toute fois, les espèces considérées apparentent à un même niveau trophique.

**-Productivité :** très bien adaptés à des conditions précises du milieu, les stratégies 'k' ont une faible prolificité. Ils présentent en effet une longue période d'immaturité sexuelle et la taille de portées ou des nichées est limitée.

**-Espérance de vie :** Ces espèces sont caractérisées par une mortalité très faible et l'espérance de vie est donc longue.

**-Mode de vie :** Ces espèces, à l'inverse de précédentes sont des économiseurs d'énergie. Elles ne prélèvent qu'une toute petite partie du spectre alimentaire mais le

font sans gaspillage. On peut les qualifier d'espèces « spécialistes » très adaptées aux conditions nutritionnelles et abiotiques ambiantes.

**-Densité de population :** la densité de population varie considérablement selon le biotope. La régulation démographique est donc ici totalement liée à la démographie.

Si les conditions du milieu restent stables, les fluctuations d'effectifs demeurent très limitées.

Les espèces de stratégie de type 'k' sont qualifiées de matures et nécessitent en effet un temps de maturation de l'écosystème pour s'installer (Faurie al, 2003).

**Tableau n°=2 : comparaison entre les stratégies 'r' et les stratégies 'k'**

Stratégie 'r'	Stratégie 'k'
Petite taille	Grande taille
Productivité forte	Productivité Faible
Grande précocité sexuelle	Période d'immaturité sexuelle longue
Mortalité forte	Mortalité Faible
Espérance de vie courte	Espérance de vie longue
Gaspillage énergétique considérable	Economie de l'utilisation d'énergie
Espèces de type « généraliste »	Espèces de type « spécialiste »
Densité de population indépendante des variations du milieu	Densité de population très dépendante des variations du milieu
Régulation démographique non liée à la densité de la population	Régulation démographique liée à la densité de la population
Espèces pionnières et colonisatrices	Espèces inféodées au climax
effectifs très fluctuants	Faibles fluctuation des effectifs

D'après Pianka (1970) et Blondel (1975,1976)

# Conclusion

### **Conclusion**

La végétation est un état braisé dans la compétition botanique car les associations végétales ne sont pas des états indéfiniment stables, elles changent au cours du temps selon les facteurs du milieu, par exemple, l'érosion permanente du sol, le vent, la sécheresse...etc, qui donnent finalement une nouvelle transformation spontanée et lente, sous à l'évolution précise.

L'évolution des groupements végétaux commence par un état dans lequel dépendent l'âge, la migration des espèces, les perturbations naturelles (inondations,...) est artificielles (feu barrages,...), qui l'affectent, vers un état appelé climax qui donne une bonne résistance aux événements extérieurs (**Frontier et al, 1993**).

Les espèces végétales dépendent des facteurs de l'environnement qui jouent un rôle dans le maintient des différents modèles d'adaptation traduisant les faits et les mécanismes des stratégies adaptatives des espèces végétales selon une loi logistique appropriée par le traitement de certains données qui interprètent l'évolution et la dynamique des populations dans un écosystème particulier (**Ramade, 2003**).

L'adaptation se définit ainsi par la résistance des espèces aux facteurs et aux différentes pressions données, génère une diversité biologique traduite par des changements dans la forme générale de l'espèce (**Ramade, 2003**).

On découvre aujourd'hui des espèces voire des groupements taxonomiques supérieurs de plantes terrestres nouvelles, ces informations donnent une idée très importante sur la biodiversité est le résultat de l'évolution et l'adaptation de l'écosystème, parce que la biodiversité est un élément primordial de la stabilité de l'écosystème, c'est le nombre total d'espèce peuplant, un type d'habitat occupant une surface données, la totalité d'un écosystème d'un région biogéographique ou encore de la biosphère tout entière (**Ramade, 2003**).

## Références bibliographiques

- 1-Achard (1994) in Lévêque. 2001- Ecologie de l'écosystème à la biosphère.Ed. Dunod, paris.
- 2-Barbault, R. 2000- Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère .5 édition.Ed. Dunod, paris, 326 p.
- 3-Beker, M et al.1981- La forêt.Ed.masson et réalisations editionnelles pédagogique, paris, 312p.
- 4-Connell (1978) in Lévêque. 2001 - Écosystème à la biosphère.Ed. Dunod, paris.
- 5-Dajoz, R. 1985- Précis d'écologie, 5<sup>ème</sup> édition.Ed. Bordas, paris 280 p.
- 6-Dajoz, R. 2006- Précis d'écologie, 8<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, paris, 347p.
- 7-Deléage, J, p. 1991- Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature. Ed. Le découvert, paris, 330 p.
- 8-Duquet, M. 1998- Glossaire d'écologie fondamentale. Ed. Nathan, paris, 128 p.
- 9-Egerton, F.N. 1973- Changing concept of the balance of nature. Outerly Review of biology, 148 : 322-350.
- 10-Faurie, C et al. 1998- Écologie : Approche scientifique et pratique, 4<sup>ème</sup> édition. Ed. Technique et documentation, paris, pp. 29 -32.
- 11-Faurie, C et al. 2003- Écologie : Approche scientifique et pratique, 5<sup>ème</sup> édition. Ed .Technique et documentation, paris, 379p.
- 12-Frontier, S et Pichod Viale, D. 1998- Écosystème : structure, fonctionnement évolution, 2<sup>ème</sup> édition. Dunod, paris ; 474 p.
- 13-Gleick, J. 1989- La théorie du chaos : vers une nouvelle discipline. Albin Michel, paris.
- 14-Golley, F, 1993- A history of the ecosystem concept in ecology : more than the sun of the parts. University pres. New haven. Connecticut.
- 15-Hartvigseng, kinzig, A. et Petersong. 1998- Use and analysis of complex adaptative systems in ecosystem science : overvien of special section. Ecosystems, 1 :427-430.
- 16-Hildrew, A. G. 1996- Whole river ecology : Spatial scale and heterogeneity in the ecology of running waters. Arch. Hydrobiol. Suppl. 133, large Rivers 10 : 25-43.
- 17-Hopkins. 2003-Physiologievégétale. In : La physiologie des plantes soumises aux stress. Ed. De bock et lacier s. a, paris, pp. 451-454.



- 18-Huston, A : M. 1994- Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge. University press-cambridge.
- 19-Hutchinson, G.E. 1961- the paradox of the plankton. Amer. Nat. 95 : 137-147.
- 20-Lepart, J. et Escarre J. 1983- La succession végétale, mécanismes et modèles : Analyse bibliographique. Bull. ecal, 14 (3).133.178.
- 21-Lévêque, Ch. 2001- Écologie de l'écosystème à la biosphère. Ed. Dunod, paris, pp. 217 - 260.
- 22-Levin, S.A. 1999- Fragile Dominion. Complexity and the commons. Helix books : perseus books.
- 23-Niemi et al. (1990) in Lévêque, Ch. 2001- Écologie de l'écosystème a la biosphère.Ed. Dunod, paris.
- 24-Ozenda, p. 1982- Les végétaux dans la biosphère.Ed. 8, place de l'odéon 75006, paris, 518p.
- 25-Pianka (1970) et Blandel (1975-1976) in Faurie, C et al. 1998- Écologie : Approche scientifique, 4<sup>ème</sup> édition. Ed. Technique et documentation, paris.
- 26- Pickett, S.T.A, collins, S.L et Arnesto, J.J.1987-A hierarchicol considération of causes and mechanisme of succession. Végétation, 109-114.
- 27-Pickett, S.T.A. parker N.T. 1994- Avoiding the old pitfalls : opportunities in a new discipline. Restoration Ecology, 2 :75-79.
- 28-Popper, K. 1962- conjectures and refutations ; the growth of scientific knowledge. Basic books, N.Y.
- 29-Ramade, F. 2003- Eléments d'écologie, écologie fondamentale, 3<sup>ème</sup> édition. Ed Dunod, paris, 690 p.
- 30-Reice, S, R. 1994- non equilibrium determinants of biological community structure. American scientist, 82 : 424-435.
- 31-Ruelle et Takens. 1971- in lévêque. 2001- Écologie de l'écosystème à la biosphère.Ed. Dunod, paris.
- 32-Van Der Maarel, E. 1996- Pattern and process in the plant community : fifty years after A. S.Watt. *J. veg. Sci.* 7 :741-752.

#### Autres références

(Anonyme ,2003) [http// www. Inra. Fr](http://www.Inra.Fr).2003.

(Anonyme ,2001) [http// www.br.fgov](http://www.br.fgov).2001.



**Résumé :**

Les systèmes écologiques ne sont pas des entités stables, ils peuvent évoluer au cours du temps, se transformer ou disparaître, cette évolution crée à des nouvelles structures. Ces structures traduits par une séquence de réponses aux différents niveaux ; morphologiques, physiologiques et comportementaux, qui se sont programmées génétiquement permettant à ces espèces de survivre dans un environnement particulier selon une stratégie adaptative développée.

**Mots clés :** systèmes écologiques, entités stables, évolution, environnement, stratégie adaptative.

**Summary:**

The ecological systems are not stable entities, they can advanced during time, to change or disappear. This evolution creates new structures. These structures translated bay a sequence of answers to the varions morphological, physiological and behavioral levels wich were programmed genetically making it possible the species to survive in particular environment according to developed adaptive strategy.

**Key words :**

Ecological systems, stable entities, evolution, environment, adaptive strategy.

**ملخص:** الأنظمة البيئية ليست وحدات ثابتة، بل تستطيع أن تتطور عبر الزمن، بحيث تتحول أو تختفي، هذا التطور يخلق بنيات جديدة. هذه البنيات تترجم بواسطة سلسلة من الردود على مستويات مختلفة، مورفولوجية، فيزيولوجية وسلوكية، مبرمجة وراثيا تسمح لهذه الأنواع بالعيش في محيط خاص، حسب إستراتيجية مكيفة متطورة.

**كلمات المفتاح:** أنظمة بيئية، وحدات ثابتة، تحول، محيط، إستراتيجية مكيفة.