

COURS D'ÉCOLOGIE GÉNÉRALE

2^{ÈME} ANNÉE TRONC COMMUN DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA
D^R BELABED A.I.



CHAPITRE III :

A. LES FACTEURS DU MILIEU

1. Introduction

Le biotope ou milieu physico-chimique agit de manière directe ou indirecte sur les êtres vivants. Il les affecte soit toute leur vie soit au cours d'une partie de celle-ci. Il est composé de plusieurs éléments qui forment les facteurs écologiques abiotiques. De leur côté les êtres vivants font partie aussi de ce milieu et par leur présence, leurs actions et leurs relations ils peuvent influencer le milieu : ce sont les facteurs écologiques biotiques.

Dans la nature il existe une foule de facteurs écologiques. "On appelle facteur écologique tout élément du milieu susceptible d'agir directement ou indirectement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement" (DAJOZ, 1972). Ces derniers peuvent être classés de plusieurs façons. Il est classique de distinguer en écologie des facteurs abiotiques et des facteurs biotiques. Le premier groupe concerne les facteurs du milieu tels que les facteurs climatiques, les caractéristiques du sol, facteurs propres à la composition physico-chimique du milieu. Le 2^{ème} regroupe les facteurs de prédation, de compétition, de parasitisme, de nourriture,...etc.

Les caractéristiques fondamentales de tout écosystème sont essentiellement gouvernées par les facteurs abiotiques. Par contre, les facteurs biotiques, bien qu'étant très important, n'exercent pas une influence aussi déterminante sur la distribution des espèces et leurs fonctionnements. Les différentes réactions des organismes sont d'ailleurs conditionnées par les variations temporelles et spatiales des facteurs du milieu.

2. Liste simplifiée des principaux facteurs écologiques

- Facteurs climatiques (lumière, température, eau, composition de l'atmosphère, vents et perturbations atmosphériques) ;
- Facteurs édaphiques (Facteurs physiques, texture (granulométrie), structure (compacité et aération du sol), stabilité, hydratation ; facteurs chimiques : pH, teneur en calcaire, nitrates, salure, carences en certains éléments,
- Facteurs topographiques : altitude, configuration du terrain ;
- Facteurs biotiques : facteurs liés à la présence des autres végétaux : microflore du sol, maladie cryptogamique, concurrence entre plantes d'une même espèce ou d'espèces différentes ; facteurs liés aux animaux : prédateurs, mécanismes de pollinisation et de dissémination ; action de l'homme et des animaux domestiques : défrichement, abattage des forêts, feux, pâturage, pollution de différentes sortes.

3. Relation entre les facteurs du milieu

Les facteurs écologiques sont très nombreux et entre lesquels existent des influences et relations (interactions). Ainsi les facteurs du milieu n'agissent pas isolément. C'est un complexe de facteurs qui agissent ensemble sur

les êtres vivants et sur les communautés.

Cependant, souvent l'action d'un seul facteur apparaît comme décisive. Il est évident que lorsqu'on étudie un écosystème, l'analyse des relations entre les différents facteurs écologiques et leur action dans le milieu est fondamentale. Les quatre groupes de facteurs nommés ci-dessus sont tellement inter-reliés qu'il est difficile d'isoler l'influence de chaque facteur séparément.

Par exemple, les facteurs climatiques et topographiques conjuguent leurs effets sur le développement des sols.

4. Notion de niche écologique

Les organismes d'une espèce donnée peuvent maintenir des populations viables seulement dans un certain registre de conditions, pour des ressources particulières, dans un environnement donné et pendant des périodes particulières. Le recoupement de ces facteurs décrit **la niche**, qui est la position que l'organisme occupe dans son environnement, comprenant les conditions dans lesquelles il est trouvé, les ressources qu'il utilise et le temps qu'il y passe.

Les organismes peuvent changer de niches quand ils se développent.

Exemple : les crapauds communs occupent un environnement aquatique (s'alimentent d'algues et de détritus) avant de se métamorphoser en adultes, où ils deviennent terrestres (s'alimentent d'insectes) (**Tab. 01**).

Tableau (01): Stades de développement et environnements.

STADE	JEUNE	ADULTE
ENVIRONNEMENT	AQUATIQUE	TERRESTRE
ALIMENTATION	ALGUES + DÉTRITUS	INSECTES

5. Notion d'habitat

Contrairement à la niche, l'habitat d'un organisme est l'environnement physique dans lequel un organisme est trouvé. Les habitats contiennent beaucoup de niches et maintiennent de nombreuses espèces différentes.

Exemple : Une forêt comporte un vaste nombre de niches pour un choix d'oiseaux (sitelles, bécasses), de mammifères (souris de bois, renards), d'insectes (papillons, coléoptères, pucerons) et de plantes (anémones de bois, mousses, lichen).

6. Interaction du milieu et des êtres vivants

Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physico-chimiques du milieu intéressent la morphologie, la physiologie, le comportement.

Les êtres vivants sont éliminés totalement, ou bien leurs effectifs sont fortement réduits lorsque l'intensité des facteurs écologiques est proche des limites de tolérance ou les dépasse.

7. Loi de tolérance (intervalle de tolérance)

Une étape importante dans l'étude des facteurs écologiques est franchie en 1930 quand **SHELFORD** propose ses lois de tolérance. Cette loi stipule que pour tout facteur de l'environnement existe un domaine de valeurs (ou 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, population ou biocénose est possible. La borne inférieure le long de ce gradient délimite la mort par carence, la borne supérieure délimite la mort par toxicité. À l'intérieur de l'intervalle de tolérance, existe une valeur optimale, dénommée « préférendum » ou « optimum écologique » pour lesquelles le métabolisme de l'espèce ou de la communauté considérée s'effectue à une vitesse maximale (**Fig. 01**). Selon l'auteur pour chaque facteur une espèce présente des seuils minima et maxima de tolérance. Entre ces deux extrêmes se situe l'optimum. L'amplitude de tolérance peut être représentée par une courbe gaussienne c'est à dire en cloche.

Par ailleurs, il est important de noter qu'il existe pour chaque espèce un optimum physiologique qui est réalisé au laboratoire en l'absence de compétiteurs. Quant à l'optimum écologique, il est atteint dans le milieu naturel où vit l'espèce et peut changer selon les pressions du milieu et les compétitions avec d'autres espèces.

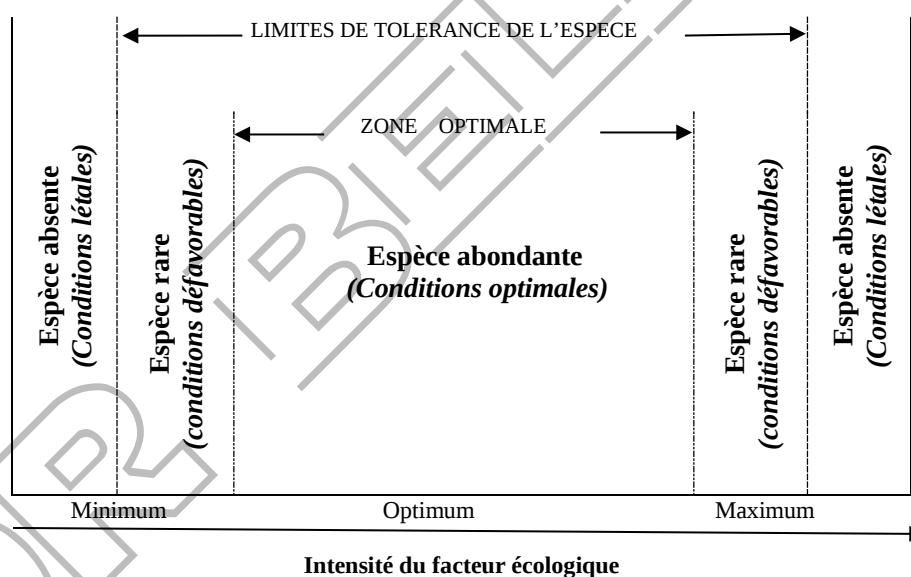


Figure (01): Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique étudié.
(L'abondance de l'espèce est maximale au voisinage de l'optimum écologique).

8. Valence écologique

La valence écologique est la possibilité que présente une espèce pour vivre dans un milieu donné caractérisé par des variations plus ou moins grandes des facteurs écologiques. De plus la valence écologique varie chez une même espèce suivant le stade de développement. La valence écologique d'une espèce représente sa capacité à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique. Elle représente la capacité à coloniser ou à peupler un biotope donné.

- Une espèce à forte valence écologique c'est-à-dire capable de peupler des milieux très différents et supporter des variations importantes de l'intensité des facteurs écologiques, est dite **euryèce**.
- Une espèce à faible valence écologique ne pourra supporter que des variations limitées des facteurs écologiques, elle est dite **sténoèce**.
- Une espèce à valence écologique moyenne, est dite **mesoèce**.

Une série de termes relatifs à la tolérance des espèces est devenue d'usage en écologie. Ces termes utilisent le préfixe grec "**steno**" pour désigner une faible amplitude de tolérance et le préfixe grecque "**eury**" pour désigner une large amplitude de tolérance.

Quelques exemples des termes les plus utilisés pour désigner les facteurs écologiques (**Tab. 02**) :

Tableau (02): Exemples de valences écologiques.

<i>Facteur écologique</i>	<i>Large amplitude écologique</i>	<i>Faible amplitude écologique</i>
Température	Eurythermique	Stenothermique
Eau	Euryhydrique	Stenohydrique
Salinité	Euryhalin	Stenohalin
Nourriture	Euryphagique	Stenophagique
Sol	Euryédaphique	Stenoédaphique
pH	Euryionique	Stenoionique

Les espèces présentant de larges amplitudes de tolérance pour divers facteurs sont celles ayant une large distribution. Ce sont des espèces cosmopolites et qui croissent dans différents milieux.

9. Loi du minimum

Les premières lois concernant l'influence des facteurs écologiques sur les organismes ont été émises dès le siècle passé. En effet, c'est en 1840 qu'un chimiste allemand, **Justus LIEBIG**, réalise des expériences sur l'influence de plusieurs facteurs sur la production de céréales. Une des conclusions importantes de ses recherches est que toute production est souvent limitée par des éléments nutritifs nécessaires à des doses réduites plutôt que des éléments requis à de fortes doses tels le carbone et l'eau. On doit à **LIEBIG** la loi du minimum qui stipule que " la croissance des végétaux est limitée par 1'élément dont la concentration est inférieure à une valeur minimum en dessous de laquelle les synthèses ne peuvent plus se faire ". Donc la croissance d'un végétal n'est possible que dans la mesure où tous les éléments indispensables pour l'assurer sont présents en quantités suffisantes dans le sol. Ce sont les éléments déficitaires (dont la concentration est inférieure à une valeur minimum) qui conditionnent et limitent la croissance.

La loi de **LIEBIG** est généralisée à l'ensemble des facteurs écologiques sous forme d'une loi dite « loi des facteurs limitant ».

10. Facteur limitant

A partir des notions, minimum, maximum et optimum, on définit un facteur limitant comme suit "un facteur écologique joue un rôle de facteur limitant lorsqu'il est absent ou réduit en dessous d'un minimum critique ou excède le niveau maximum tolérable". C'est la loi de tolérance. C'est le facteur limitant qui empêchera l'installation et la croissance d'un organisme dans un milieu.

Un exemple classique de facteur limitant par défaut est l'eau dans les régions chaudes. La salure est considérée comme facteur limitant par excès. Elle exerce une sélection des espèces les plus halophytiques jusqu'à un certain seuil ou aucune espèce ne peut croître. **SHELFORD** précise que les facteurs du milieu sont généralement limitant lors des étapes reproductives des cycles de vies des espèces.

11. Compensation des facteurs

Les facteurs écologiques agissent simultanément et présentent des interactions qui peuvent modifier les limites de tolérance des espèces vis à vis de ces facteurs. Ainsi, les communautés végétales présentent à des degrés variés une plasticité écologique leur permettant de s'adapter aux fluctuations temporelles et spatiales des facteurs limitant du milieu. Il y a une réaction compensatrice à ces fluctuations temporelles et spatiales des facteurs limitant du milieu. Un exemple très parlant est illustré par la distribution de l'alfa, *Stipa tenacissima*, qui présente une aire géographique considérable. En effet, on la retrouve depuis l'étage bioclimatique semi-aride jusqu'à l'étage saharien ; son optimum de précipitation se situe autour de 400mm/an. Dans l'étage semi-aride avec une précipitation qui varie entre 300 et 600 mm/an, l'alfa pousse sur les pentes bien drainées. Dans l'étage saharien avec 100 mm/an, l'alfa pousse au niveau des bas de pente. Il y a compensation de facteurs ou dans le premier cas le surplus de pluie est éliminé par la pente, alors que dans le deuxième cas le manque d'eau est compensé par les collecteurs d'eau.

B. CLASSIFICATION DES FACTEURS ECOLOGIQUES

1. Introduction

L'étude des mécanismes d'action des facteurs écologiques (écologie factorielle), est une étape importante pour la compréhension du comportement et des réactions des organismes, des populations et des communautés face à leurs milieux. Les facteurs écologiques ne vont pas agir isolément, mais ils vont avoir une répercussion directe sur les êtres vivants qui vivent dans un biotope donné.

2. Les facteurs écologiques

Ils peuvent être classés en :

- **Facteurs abiotiques** : de nature physicochimique, exemples : les facteurs climatiques, les caractéristiques du sol, la composition chimique de l'eau...etc.
- **Facteurs biotiques** ; exemples : les facteurs de prédation, de compétition et de parasitisme,...etc.

Cette classification est simple, mais elle contient une grande part d'arbitraire, car il est très difficile de classer un facteur dans l'une ou dans l'autre catégorie. Un facteur abiotique comme la température peut être modifiée grâce à la présence des êtres vivants :

REAUMUR (1740) est le premier à avoir démontré l'influence des êtres vivants sur la température du milieu où ils vivent, et ceci en étudiant les Abeilles. Il a remarqué que lorsque la température ambiante descend au voisinage de 13°C, les abeilles s'agitent et font remonter la température aux environs de 25 à 30°C. Le microclimat de la ruche est donc beaucoup plus stable que le climat extérieur.

MICHAL (1931) a démontré que dans un élevage de *Tenebrio molitor*, les individus ont tendance à se regrouper en amas ; donc lorsque la température ambiante devient trop basse, ce regroupement va permettre d'avoir une température plus élevée, voisine de la température la plus favorable à leur développement (Pour une température de l'air de 17°C, la température des amas de larves atteint 27°C).

3. Facteurs dépendants et facteurs indépendants de la densité

- Facteurs indépendants de la densité qui exercent leurs effets sur les individus pris isolément de façon indépendante de la densité de la population à laquelle ils appartiennent (presque tous les facteurs physico-chimiques appartiennent à cette catégorie).

Exemple : une vague de froid tuera dans une population un pourcentage d'individus qui n'est pas fonction de leur densité.

- Facteurs dépendants de la densité qui sont essentiellement des facteurs biotiques.

Exemple : la nourriture, la prédation, la compétition et le parasitisme qui exercent des effets qui sont fonction de la densité de la population.

4. Classification spatiale des facteurs écologiques

Cette classification tient compte de la nature du milieu dans lequel ils exercent leur action, nous avons :

- **Facteurs climatiques :** qui sont propres à l'atmosphère.

Exemples : la température de l'air, la luminosité, les précipitations, le vent ...etc.

- **Facteurs édaphiques :** qui concernent les caractères physico-chimiques des sols.

- **Facteurs topographiques :** liés aux précédents, dont la nature dépend du relief du terrain.

- **Facteurs hydrologiques :** peuvent être inclus dans cette catégorie.

5. Facteurs périodiques et non périodiques

Cette classification prend en considération les effets de la variable « temps ». Elaborée par **MONDCHASKY** (1958, 1961, 1962), elle est fondée sur l'influence des fluctuations annuelles, saisonnières et nycthémérales propres aux déplacements de la Terre sur son orbite, lesquels influencent sur la plupart des facteurs écologiques qui vont de ce fait présenter une périodicité plus ou moins marquée.

Nous avons :

- **Facteurs périodiques primaires** : dont la variabilité périodique est évidente, car elle est imposée par la rotation de la terre.

Exemples : la variation annuelle de la longueur du jour, la température, l'éclairement, le rythme des marées...etc.

- **Facteurs périodiques secondaires** : dont les variations cycliques dépendent des premiers.

Exemples : l'hygrométrie atmosphérique, l'alimentation végétale...etc.

- **Facteurs apériodiques** : présentent des fluctuations brutales et aléatoires, qui vont causer des modifications essentiellement apériodiques.

Exemples : une sécheresse exceptionnelle, une éruption volcanique...etc. dans cette catégorie, il existe aussi des facteurs dont les variations sont très lentes, qu'elles peuvent être considérées comme constantes (cas de l'absence d'action anthropique).

Exemples : la teneur des sols en éléments minéraux nutritifs... etc.

C. LES FACTEURS ECOLOGIQUES ABIOTIQUES

1. Définition du climat

Le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques et météorologiques propres à une région du globe. Le climat d'une région est déterminé à partir de l'étude des paramètres météorologiques (température, taux d'humidité, précipitations, force et direction du vent, durée d'insolation, etc.) évalués sur plusieurs dizaines d'années.

2. Principaux facteurs climatiques

Les éléments du climat qui jouent un rôle écologique sont nombreux. Les principaux sont la température, l'humidité et la pluviosité, l'éclairement et la photopériode (Répartition, dans la journée, entre la durée de la phase diurne et celle de la phase obscure). D'autres, comme le vent et la neige, ont une moindre importance, mais ils peuvent dans certains cas avoir un rôle non négligeable.

2.1. La lumière et ensoleillement

C'est un facteur vital de l'environnement car elle représente la seule source d'énergie pour tous les écosystèmes. L'ensoleillement est défini comme étant la durée pendant laquelle le soleil a brillé. Le rayonnement solaire est composé essentiellement de lumière visible, de rayons Infrarouge et de rayons Ultraviolet. L'éclairement a une action importante non seulement par son intensité et sa nature (longueur d'onde) mais aussi par la durée de son action (photopériode). La photopériode croît de l'Equateur vers les Pôles. A l'Equateur, les jours sont rigoureusement égaux aux nuits, pendant toute l'année. Aux Tropiques, l'inégalité reste faible et pratiquement sans influence. Aux très hautes latitudes, c'est-à-dire au-delà du cercle polaire, nuits et jours dépassent les 24h, pour atteindre 6 mois de jours et 6 mois de nuit aux Pôles.

mêmes. L'atmosphère joue le rôle d'écran ou mieux de filtre en arrêtant certaines radiations et en laissant passer d'autres. En effet, l'atmosphère absorbe une part du rayonnement solaire, et diffuse une autre portion. A ces deux actions s'ajoute un phénomène de réflexion. La lumière ou rayonnement solaire agit sur les plantes essentiellement par sa nature (ses différentes longueurs d'ondes), son intensité et sa durée (périodicité). La variation de ces trois paramètres gouverne un grand nombre des processus physiologiques et morphologiques aussi bien chez les plantes que chez les animaux.

2.1.1. Action sur les végétaux

Les végétaux sont adaptés à l'intensité et à la durée de l'éclairement. Cette adaptation est importante lorsque les végétaux passent du stade végétatif (phase de croissance et de développement) au stade reproductif (floraison).

Les végétaux peuvent être divisés en trois catégories :

- **Les végétaux de jours courts** : ils ne fleuriront que si la photopériode au moment de l'éclosion des bourgeons est inférieure ou égale à 12h d'éclairement.
- **Les végétaux de jours longs** : qui ont besoin pour fleurir d'au moins 12h d'éclairement.
- **Les indifférents** : la durée d'éclairement ne joue aucun rôle dans la floraison.

2.1.2. Action sur les animaux

Chez les animaux, le rôle essentiel de la photopériode réside dans l'entretien des rythmes biologiques saisonniers, quotidiens (circadiens) ou lunaires.

- **Rythmes biologiques saisonniers** : ils sont de deux types :
 - **Rythme de reproduction chez les vertébrés** : ils ont pour résultat de faire coïncider la période de reproduction avec la saison favorable.
 - **Diapause** : la photopériode est le facteur essentiel qui déclenche chez l'animal l'entrée en diapause avant que ne survienne la saison défavorable.
- **Rythmes quotidiens ou circadiens**

Il s'agit de rythmes dont la période est égale à 24h. Ils sont entretenus par un mécanisme interne mal connu appelé « horloge biologique », dont le réglage est conditionné par l'éclairement et la température.

- **Rythmes lunaires**

Il s'agit de rythmes d'activité déclenchés par la lumière lunaire. Ils sont surtout connus chez les animaux marins.

2.1.3. Rôle écologique de la lumière

- **Effet de l'intensité lumineuse** : elle a une action sur l'assimilation ; l'intensité de la photosynthèse, nulle à l'obscurité, augmente avec celle de l'éclairement et pour une certaine valeur de celui-ci, elle compense exactement la respiration : c'est le point de compensation. Il correspond à un éclairement différent suivant les espèces. Selon l'intensité lumineuse on distingue les plantes d'ombre ou sciaphiles telles les plantes des sous-bois, les fougères, les cyclamens (intensité lumineuse faible) et les plantes de lumière ou héliophiles telles la tomate, le thym, la lavande (intensité lumineuse forte).
- **Effet de la périodicité** : la périodicité quotidienne, saisonnière ou annuelle de la lumière est à l'origine des différents rythmes biologiques chez les plantes et les animaux ; on parle de photopériodisme. Chez les plantes, les réponses comprennent la floraison, la chute des feuilles, la dormance. Chez les animaux, les différentes réponses incluent les débuts de migration, l'hibernation, la ponte, la mue et les changements de couleur du pelage.

2.2. La température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Des phénomènes comme la photosynthèse, la respiration, la digestion suivent la loi de **VAN'T HOFF** qui précise que la vitesse d'une réaction est fonction de la température. La température du milieu dans lequel vit la plante, c'est à dire celle de l'air et des couches superficielles du sol et des eaux, est tributaire du rayonnement solaire. Elle varie en fonction de la saison, des conditions atmosphériques, de l'altitude et de la latitude. La température intervient dans la répartition géographique des espèces, elle règle l'activité et le fonctionnement des êtres vivants en agissant sur diverses fonctions de la plante notamment la respiration, la photosynthèse, les différentes réactions enzymatiques. La température intervient par ses variations et ses moyennes journalières, mensuelles et annuelles, on parle de thermopériodisme.

L'amplitude de tolérance de la température chez les plantes est très grande et varie généralement entre 0° C et 50° C. Dans cette amplitude, les espèces ont des besoins minimum, maximum et optimum de température pour leurs activités métaboliques. Les températures trop basses ou trop élevées déclenchent chez certains animaux un état de dormance (quiescence) appelé estivation ou hibernation. Dans les deux cas, le développement est quasiment arrêté. Les plantes aquatiques ont généralement une amplitude de tolérance plus faible que celles des plantes terrestres.

Ainsi, selon les exigences propres à chaque espèce, quant à l'action de la température, on distingue :

- Les espèces dites sténothermes thermophiles : leur optimum de croissance se situe à des températures élevées, exemples les Cyanophycées (algues bleues), les sténothermes psychrophiles (températures

froides), exemple *Sphaerella nivalis*, algue cryophile. Ces espèces sténothermes tolèrent de faibles variations de température.

- Les espèces dites eurythermes, elles, tolèrent de larges variations de températures, exemple *Poa annua* (graminée la plus répandue dans le monde).

2.3. Les précipitations (Humidité et pluviosité)

Elles comprennent : la pluie, la neige, la grêle, la rosée et le brouillard. Comme la température, elles sont très liées au rayonnement solaire puisqu'elles sont dues à la condensation dans l'atmosphère de la vapeur d'eau provenant des mers et des terres. Plus il fait chaud, plus l'évaporation est intense.

L'eau est indéniablement l'un des facteurs écologiques les plus importants. Il constitue la plus grande partie du poids des êtres vivants et joue un rôle fondamental dans la physiologie des espèces animales et végétales. L'eau représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. L'écologue s'intéresse à l'eau dans la nature, son origine, sa rétention par le milieu, aux réactions des plantes aux variations naturelles de l'eau dans le milieu (sol et air). En fonction de leurs besoins en eaux, et par conséquent de leur répartition dans les milieux, on distingue :

- Des espèces **aquatiques** qui vivent dans l'eau en permanence (*Exemple* : poissons) ;
- Des espèces **hygrophiles** qui vivent dans des milieux humides (*Exemple* : amphibiens) ;
- Des espèces **mésophiles** dont les besoins en eau sont modérés et qui supportent des alternances de saison sèche et de saison humide (*Exemple* : organismes terrestres des régions tempérées) ;
- Des espèces **xérophiles** qui vivent dans les milieux secs où le déficit en eau est accentué (*Exemple* : espèces des déserts).

La répartition saisonnière des précipitations influe grandement sur la végétation. Par exemple en région méditerranéenne la pluie tombe surtout en hiver pendant la période froide quand les plantes en ont le moins besoin et fait défaut en été au moment où la température augmente l'évaporation, il en résulte donc une végétation xérophytique bien adaptée aux longues périodes estivales sèches.

Les plantes peuvent être classées en fonction de leur besoin en eau. On distingue généralement quatre grands groupes :

- **Hydrophile**, ce sont des plantes aquatiques vivant en permanence dans l'eau *Typha angustifolia*, *Nymphaea alba*, *Wolffia arrhiza* (plus petite plante à fleur du monde) ;
- **Hygrophile**, les espèces requièrent un milieu très humide, exemple les joncs tel que *Juncus acutus* ;
- **Mésophile**, ce groupe contient les espèces non spécialisées qui tolèrent des conditions modérées. Par ailleurs, elles peuvent supporter des alternances de périodes sèches et humides. Il s'agit de la majorité des espèces cultivées.
- **Xérophile**, ce sont des espèces adaptées au milieu sec telles que *Aristida pungens* ou *Drinn*, *Retama retam* et *Acacia raddiana*.

Les êtres vivants s'adaptent à la sécheresse selon des modalités très variées :

2.3.1. Chez les végétaux

- Réduction de l'évapotranspiration par développement de structures cuticulaires imperméables.
- Réduction du nombre de stomates.
- Réduction de la surface des feuilles qui sont transformées en écailles ou en épines.
- Les feuilles tombent à la saison sèche et se reforment après chaque pluie.
- Le végétal assure son alimentation en eau grâce à un appareil souterrain puissant.
- Mise en réserve d'eau dans les tissus aquifères associés à une bonne protection épidermique.

2.3.2. Chez les animaux

- Utilisation de l'eau contenue dans les aliments.
- Réduction de l'excrétion de l'eau par émission d'une urine de plus en plus concentrée.
- Utilisation de l'eau du métabolisme formée par l'oxydation des graisses (dromadaire).

2.4. Les vents

Le vent résulte du mouvement de l'atmosphère entre les hautes et basses pressions. L'impact de ce facteur sur les êtres vivants peut se résumer comme suit :

- Il a un pouvoir desséchant car il augmente l'évaporation.
- Il a aussi un pouvoir de refroidissement considérable.
- Le vent est un agent de dispersion des animaux et des végétaux.
- L'activité des insectes est ralentie par le vent.
- Les coups de vent, en abattant des arbres en forêt, créent des clairières dans lesquelles des jeunes arbres peuvent se développer.
- Le vent a un effet mécanique sur les végétaux qui sont couchés au sol et prennent des formes particulières appelées anémomorphose.
- Le vent modifie les autres facteurs du climat. Le vent joue un rôle dans la distribution des pluies, augmente la vitesse d'évaporation à partir du sol ainsi que la transpiration, diminue les températures et facilite la propagation des feux.

2.5. La neige

C'est un facteur écologique important en montagne. La couverture de neige protège le sol du refroidissement. Sous un mètre de neige, la température du sol est de -0,6°C, alors qu'elle est de -33,7°C à la surface.

3. Les facteurs édaphiques

3.1. Définition du sol

Le sol est un milieu vivant complexe et dynamique, définit comme étant la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus : physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. Il est formé de matériaux organiques provenant de la partie biotique de l'écosystème et des matériaux inorganiques provenant de la roche mère par le processus de pédogenèse. Végétaux et animaux puisent du sol l'eau et les sels minéraux et trouvent l'abri et/ou le support indispensable à leur épanouissement. La roche mère constitue environ les deux tiers du volume total d'un sol et détermine la plupart de ses caractéristiques physiques. Le processus de pédogenèse aboutit donc à la constitution du système complexe formé de diverses particules :

- Particules inertes : débris de roche mère incomplètement transformés, grain de quartz, mica et feldspath, fragment de calcaire,
- Particules finement divisées de nature colloïdales et d'origine soit minérale : argile, soit organique : humus,
- De sels minéraux mobiles, anion (phosphates, sulfates, carbonates) ou cations (bases métalliques),
- D'organismes vivants : bactéries, protozoaires, champignons, vers, arthropodes...

Pour ce qui est des propriétés chimiques du sol on parle surtout de :

- L'acidité et l'alcalinité, les pH moyens sont ceux qui, généralement, confèrent les meilleures conditions de croissance aux plantes. Cependant, il existe des espèces qui ne poussent qu'en milieu acide ou basique.
- L'humus, c'est le produit climat-type de végétation. Les plantes qui demandent beaucoup d'éléments nutritifs produisent des débris organiques riches en minéraux.

3.2. La texture du sol

La texture du sol est définie par la grosseur des particules qui le composent : graviers, sables, limons, argiles (granulométrie : mesure de la forme, de la dimension et de la répartition en différentes classes des grains et des particules de la matière divisée) :

Tableau (03): Grosseur des particules du sol.

PARTICULE	DIAMÈTRE
GRAVIERS	>2 mm
SABLES GROSSIERS	2 mm à 0,2 mm
SABLES FINS	0,2 mm à 20 µm
LIMONS	20 µm à 2µm
ARGILES	< 2µm

En fonction de la proportion de ces différentes fractions granulométriques, on détermine les textures suivantes :

- **Textures fines** : comportent un taux élevé d'argile (>20%) et correspondent à des sols dits « lourds », difficiles à travailler, mais qui présentent un optimum de rétention d'eau.
- **Textures sableuses ou grossières** : elles caractérisent les sols légers manquant de cohésion et qui ont tendance à s'assécher saisonnièrement.
- **Textures moyennes** : on distingue deux types :
 - Les limons argilo-sableux qui ne contiennent pas plus de 30 à 35% de limons, qui ont une texture parfaitement équilibrée et qui correspondent aux meilleures terres dites « franches ».
 - Les sols à texture limoneuse, qui contiennent plus de 35% de limons, sont pauvres en humus (matière organique du sol provenant de la décomposition partielle des matières animales et végétales).

Sur le plan biologique, la granulométrie intervient dans la répartition des animaux et des eaux souterraines. Nombreux organismes tels que les vers de terre préfèrent les sols limoneux ou argilo-sableux, tout comme quelques espèces de coléoptères qui préfèrent les sols argileux et/ou limoneux, présentant une teneur élevée en éléments fins et qui ont la faculté de retenir l'eau nécessaire, contrairement aux éléments grossiers qui permettent une dessiccation trop rapide du sol.

3.3. La structure du sol

La structure est l'organisation du sol. Elle se définit également comme étant l'arrangement spatial des particules de sables, de limons et d'argiles. On distingue principalement trois types de structures :

- **Particulaire** : où les éléments du sol ne sont pas liés, le sol est très meuble (sols sableux).
- **Massive** : où les éléments du sol sont liés par des ciments (matière organique, calcaire) durcies en une masse très résistante discontinue ou continue (sols argileux). Ce type de sol est compact et peu poreux. Il empêche cependant, les migrations verticales des animaux sensibles à la température et à l'humidité et ainsi en interdire l'existence.
- **Fragmentaire** : où les éléments sont liés par des matières organiques et forment des agrégats (Assemblage hétérogène de substances ou d'éléments qui adhèrent solidement entre eux) de tailles plus ou moins importantes. Cette structure est la plus favorable à la vie des êtres vivants, car elle comporte une proportion suffisante de vides ou de pores qui favorisent la vie des racines et l'activité biologique en général, en permettant la circulation de l'air et de l'eau.

3.4. L'eau du sol

L'eau est présente dans le sol sous quatre états particuliers :

- **L'eau hygroscopique** : provient de l'humidité atmosphérique et forme une mince pellicule autour des particules du sol. Elle est retenue très énergiquement et ne peut être utilisée par les organismes vivants.

- **L'eau capillaire non absorbable** : occupe les pores d'un diamètre inférieur à 0,2 mm. Elle est également retenue trop énergiquement pour être utilisée par les organismes vivants. Seuls certains organismes très adaptés peuvent l'utilisée.
- **L'eau capillaire absorbable** : située dans les pores dont les dimensions sont comprises entre 0,2 et 0,8mm. Elle est absorbée par les végétaux et elle permet l'activité des bactéries et des petits Protozoaires comme les flagellés.
- **L'eau de gravité** : occupe de façon temporaire les plus grands pores du sol. Cette eau s'écoule sous l'action de la pesanteur.

3.5. Le pH du sol

Le pH du sol est la résultante de l'ensemble de divers facteurs pédologiques. En effet, la solution du sol contient des ions H^+ provenant de :

- L'altération de la roche mère
- L'humification de la matière organique (synthèse d'acide humique)
- L'activité biologique
- L'effet des engrais acidifiants

Le pH dépend également de la nature de la couverture végétale et des conditions climatiques (température et pluviosité) :

- les pH basiques (supérieurs à 7,5) caractérisent les sols qui se développent sur une roche mère calcaire. On les rencontre généralement dans les climats secs ou saisonnièrement secs et sous une végétation présentant des feuilles à décomposition rapide.
- Les pH acides (entre 4 et 6,5) se rencontrent beaucoup plus sous les climats humides et froids favorables à une accumulation de la matière organique. Ils caractérisent les forêts de conifères. Ils se forment surtout sur les roches siliceuses et les roches granitiques.

Les organismes vivants tels que les Protozoaires supportent des variations de pH de 3,9 à 9,7 suivant les espèces : certaines sont plutôt **acidophiles** alors que d'autres sont **basophiles**. Les **neutrophiles** sont les plus représentées dans la nature.

3.6. La composition chimique

Les divers types de sols ont des compositions chimiques très variées. Les éléments les plus étudiés en ce qui concerne leur action sur la faune et la flore sont les chlorures et le calcium.

Les sols salés, ayant des teneurs importantes en chlorure de sodium, ont une flore et une faune très particulière. Les plantes des sols salés sont des **halophytes**.

En fonction de leurs préférences, les plantes sont classées en **calcicoles** (espèces capables de supporter des teneurs élevées en calcaire), et **calcifuges** (espèces qui ne supportent que de faibles traces de calcium).

Quant aux animaux, le calcium est nécessaire pour beaucoup d'animaux du sol.

Les sols dits anormaux renferment de fortes concentrations d'éléments plus ou moins toxiques : soufre, magnésium...etc. Les métaux lourds exercent sur la végétation une action toxique qui entraîne la sélection d'espèces dites **toxico-résistantes** ou **métallophytes** formant des associations végétales particulières.

3.7. Rapport sol végétation

Du bref résumé qui précède, il apparaît clairement qu'il existe des liens étroits entre les caractères physico-chimiques des sols et de la distribution des espèces. Ainsi le sol influence la répartition des végétaux et on peut mettre en évidence l'existence de liens entre certains de ses caractères et la distribution d'espèces ou de groupement végétaux.

- Influence des facteurs physiques : selon les types de structure et de texture d'un sol, on distingue :
 - Des espèces vivant dans les sables ou **psammophytes**, exemple *Ammophua arenaria*, *Aristida pungens*.
 - Des espèces poussant dans les fissures des roches ou **chasmophytes** ou encore **rupicoles**, exemple *Helichrysum stoechas*.
- Influence des facteurs chimiques :
 - Espèces poussant sur des sols salés ou halophyte, exemple la famille des Chénopodiacées, *Atriplex halimus*, *Scdicornia fruticosa*.
 - Espèces poussant dans les décombres ou **rudérales** ; on retrouve surtout des Chénopodiacées, des Polygonacées, exemple *Rumex acetosella*, les Urticacées, exemple, *Urtica dioica*.

Ces espèces **rudérales** sont souvent liées à des sols ayant de fortes teneurs de matières organiques, bien aérés et dans lesquels la nitrification est intense et conduit à une forte teneur en nitrates et sont généralement qualifiées de nitrophiles.

- Influence du calcium, les espèces des sols riches en calcaire sont calcicoles ou calciphiles, exemple *Vitis vinifera*, *Quercus ilex*. Les espèces des sols pauvres en calcaire sont calcifuges ou silicicoles, exemple *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Quercus suber*.

Il existe des espèces indifférentes à la teneur de calcium dans le sol.

- Effets d'autres éléments : on connaît des cas de toxicité dus à la présence dans le sol d'un taux excessif de sels de métaux lourds, tandis que d'autres espèces supportent et même accumulent de tels métaux (cuivre, plomb) et deviennent caractéristiques de tels terrains.
- Influence de la réaction ionique, le pH : les espèces qui poussent dans milieux à pH faible sont **acidophiles**, exemple *Quercus suber*, alors que celles qui poussent dans des milieux à pH élevé sont **basidophile**, exemple *Quercus ilex*. Les espèces indifférentes supportent de larges variations du pH telle le Pin d'Alep ou *Pirns halepensis*.

L'acidité d'un sol et sa teneur en calcium sont par ailleurs deux phénomènes étroitement liés. En effet, d'une manière générale, les espèces **calcifuges** sont également **acidophiles**.

4. Les facteurs topographiques

Ils résultent de la configuration du terrain à l'échelle régionale où l'on distingue par exemple les montagnes et à l'échelle locale où l'on parle des accidents de reliefs. Ils ont pour effet de modifier les autres facteurs écologiques. Les facteurs topographiques les plus importants sont l'altitude, l'exposition et la pente. Ils agissent essentiellement sur le climat et le sol.

Effet sur la température : la température de l'air décroît avec l'altitude, environ (0,55°C pour 100 m de dénivellation, celle du sol subit une même diminution avec des valeurs plus faibles de l'ordre de 0,45°C pour 100 m). C'est ce gradient altitudinal de température qui est la principale cause de l'existence d'étages de végétation dans les montagnes.

- L'effet de l'exposition est particulièrement important et se traduit généralement par des différences dans la végétation entre les versants nord (ubac) et les versants sud (adret).
- Effet sur la précipitation : ces dernières augmentent avec l'altitude. Ainsi les hauts reliefs du Hoggar et du Tibesti hébergent, grâce, à des précipitations accrues des plantes d'affinité steppique ou même méditerranéenne lesquelles sont absente du reste du Sahara. Exemple, *Olea laperrini*. Cette augmentation à des limites et au-delà d'une certaine altitude elle diminue. Ici aussi, l'exposition joue un rôle quant à la répartition des pluies, dépendant surtout de la direction des vents. Exemple, les flancs nord de l'Atlas tellien sont plus arrosés que les flancs sud.
- Effet sur le sol : d'une façon générale, les moindres accidents topographiques peuvent modifier fortement la distribution de l'eau dans le sol, le niveau de la nappe phréatique et par conséquent la distribution des plantes. Au niveau des pentes les sols sont bien drainés et l'eau s'accumule en bas de pente avec présence d'une végétation différente. Généralement, les pentes fortes supportent une communauté plus tolérante des conditions sèches. Par ailleurs l'érosion est d'autant plus forte que les pentes sont plus accentuées. Les plantes des régions montagneuses ou relief accidenté présentent des adaptations spéciales avec notamment un développement racinaire important et une grande flexibilité des branches et des rameaux.

D. LES FACTEURS ECOLOGIQUES BIOTIQUES

Les facteurs biotiques sont l'ensemble des actions que les organismes vivants exercent directement les uns sur les autres. Ce sont les interactions qui se manifestent entre les divers organismes peuplant un milieu déterminé. On appelle ces interactions des coactions. On distingue également l'action qui est l'influence que le biotope exerce sur la biocénose, la réaction étant l'effet inverse. Ces interactions, sont de deux types :

- **Homotypiques** ou intraspécifiques, lorsqu'elles se produisent entre individus de la même espèce.

- **Hétérotypiques** ou interspécifiques, lorsqu'elles ont lieu entre individus d'espèces différentes.

Les unes se produisent entre individus de la même espèce, ce sont des réactions homotypiques ou intraspécifiques ; les coactions entre individus d'espèces différentes sont appelés des réactions hétérotypiques ou interspécifiques.

1. Les réactions homotypiques

On distingue l'effet de groupe et l'effet de masse.

- On parle d'effet de groupe lorsque des modifications ont lieu chez des animaux de la même espèce, quand ils sont groupés par deux ou plus de deux. L'effet de groupe est connu chez de nombreuses espèces d'insectes ou de vertébrés, qui ne peuvent se reproduire normalement et survivre que lorsqu'elles sont représentées par des populations assez nombreuses. L'effet de groupe correspond à tout phénomène, au sein d'une population, qui est directement rattaché au nombre d'individus qui la composent. C'est l'interaction liée au rapprochement des individus et qui entre dans le cadre de la coopération. Il s'agit d'un effet positif. Il en résulte souvent des communautés caractérisées par des alliances (communautés migratoires, communautés de chasse (lion), communautés de reproduction (oiseaux marins). La taille des communautés offre une protection face aux ennemies, évite de trop forte perte de chaleur, augmente le succès à la chasse ou lors de la reproduction.

Exemple : On estime qu'un troupeau d'éléphants d'Afrique doit renfermer au moins 25 individus pour pouvoir survivre : la lutte contre les ennemis et la recherche de la nourriture sont facilitées par la vie en commun.

- A l'inverse de l'effet de groupe, l'effet de masse se produit, quand le milieu, souvent surpeuplé, provoque une compétition sévère aux conséquences néfastes pour les individus. L'effet de masse se manifeste quand le milieu devient surpeuplé ; il remplace alors l'effet de groupe. C'est donc une interaction liée au surpeuplement et qui entre dans le cadre de la compétition. Il s'agit d'un effet négatif. Les effets néfastes de ces compétitions ont des conséquences sur le métabolisme et la physiologie des individus qui se traduisent par des perturbations, comme la baisse du taux de fécondité, la diminution de la natalité, l'augmentation de la mortalité. Chez certains organismes, le surpeuplement entraîne des phénomènes appelés phénomènes d'**autoélimination**.

La compétition intraspécifique

Ce type de compétition peut intervenir pour de très faibles densités de population, et se manifeste de façons très diverses :

- Apparaît dans les comportements territoriaux, c'est-à-dire lorsque l'animal défend une certaine surface contre les incursions des autres individus.
- Le maintien d'une hiérarchie sociale avec des individus dominants et des individus dominés.

- La compétition alimentaire entre individus de la même espèce est intense quand la densité de la population devient élevée. Sa conséquence la plus fréquente est la baisse du taux de croissance des populations.

Chez les végétaux, la compétition intraspécifique, liée aux fortes densités se fait surtout pour l'eau et la lumière. Elle a pour conséquence une diminution du nombre de graines formées et/ou une mortalité importante qui réduit fortement les effectifs.

2. Les réactions hétérotopiques

La cohabitation de deux espèces peut avoir sur chacune d'entre elle une influence nulle, favorable ou défavorable. Les divers types d'interactions que l'on peut rencontrer dans la nature sont les suivantes :

- **Le neutralisme**, les deux espèces sont indépendantes ; elles n'ont aucune influence l'une sur l'autre : elles cohabitent sans avoir aucune influence l'une sur l'autre.
- **La coopération**, les deux espèces forment une association qui n'est pas indispensable, chacun pouvant vivre isolément, et qui apporte à tous les deux un avantage. Par exemple, les arbres en forêt peuvent se maintenir et se régénérer dans des conditions climatiques défavorables à la survie de ces mêmes arbres isolés.
- **Le mutualisme** ou **symbiose**, chaque espèce ne peut croître, se reproduire et survivre qu'en présence de l'autre. C'est une interaction dans laquelle les deux partenaires trouvent un avantage, celui-ci pouvant être la protection contre les ennemis, la dispersion, la pollinisation, l'apport de nutriments... Les deux espèces vivent en symbiose. On peut citer la symbiose lichenique, association entre une algue et un champignon, les mycorhizes, association entre un champignon ou une bactérie et les racines d'un végétal supérieur. Dans le règne animal les exemples sont également nombreux : le héron garde-bœuf libère les grands mammifères de leur parasites et trouvent quant à lui nourriture et protection (ectosymbiose, bonne santé de l'un et nutrition de l'autre). Lors d'une endosymbiose, l'un des partenaires vit dans l'autre telle que les symbioses nutritives : les ruminants fournissent de la nourriture aux bactéries et ces derniers mangent les microbes morts.

Exemple : Les graines des arbres doivent être dispersées au loin pour survivre et germer. Cette dispersion est l'œuvre d'oiseaux, de singes...qui tirent profit de l'arbre (alimentation, abri...).

L'association obligatoire et indispensable entre deux espèces est une forme de mutualisme à laquelle on réserve le nom de symbiose. Dans cette association, chaque espèce ne peut survivre, croître et se développer qu'en présence de l'autre.

Exemple : Les lichens sont formés par l'association d'une algue et d'un champignon.

- **Le commensalisme**, l'association comprend une espèce commensale qui en tire un bénéfice et une espèce hôte qui n'en tire ni avantage ni nuisance. Les deux espèces exercent l'une sur l'autre des coactions de tolérance réciproque. Cas des végétaux épiphytes tels certaines fougères, lichens, algues qui s'installent sur les branches et les troncs d'arbres.

Exemple : Les animaux qui s'installent et qui sont tolérés dans les gîtes des autres espèces.

- **L'amensalisme**, c'est une interaction dans laquelle une espèce est éliminée par une autre espèce qui secrète une substance toxique. Dans les interactions entre végétaux, l'amensalisme est souvent appelé **allélopathie**.

Exemple : Le Noyer rejette par ses racines, une substance volatile toxique, qui explique la pauvreté de la végétation sous cet arbre.

- **La compétition interspécifique** peut être définie comme étant la recherche active, par les membres de deux ou plusieurs espèces, d'une même ressource du milieu (nourriture, abri, lieu de ponte, etc...). La compétition interspécifique, chaque espèce agit défavorablement sur l'autre. La compétition est d'autant plus grande entre deux espèces qu'elles sont plus voisines. C'est une concurrence pour des ressources limitées ; chez les plantes elle se traduit par une lutte pour la lumière, l'eau, les éléments nutritifs et pour l'espace, et chez les animaux par une lutte pour la nourriture, pour les lieux d'habitation et de nidification, pour la conquête d'un partenaire. Cependant, deux espèces ayant exactement les mêmes besoins ne peuvent cohabiter, l'une d'elles étant forcément éliminée au bout d'un certain temps. C'est le principe de **GAUSE** ou principe d'exclusion compétitive.

- **La prédation**, l'espèce prédatrice attaque l'espèce proie pour s'en nourrir. Les relations prédateurs-proies sont des relations purement alimentaires, au cours desquelles les prédateurs tuent les proies. Le prédateur est tout organisme libre qui se nourrit au dépend d'un autre. Il tue sa proie pour la manger. Les prédateurs peuvent être polyphages (s'attaquant à un grand nombre d'espèces), oligophages (se nourrissant de quelques espèces), ou monophages (ne subsistant qu'au dépend d'une seule espèce).

- **Le parasitisme**, une espèce parasite, généralement plus petite, inhibe la croissance ou la reproduction de son hôte. Le parasite est un organisme qui ne mène pas une vie libre : il est au moins, à un stade de son développement, lié à la surface (ectoparasite) ou à l'intérieur (endoparasite) de son hôte. On peut considérer le parasitisme comme un cas particulier de la prédation. Cependant, le parasite n'est pas vraiment un prédateur car il n'a pas pour but de tuer l'hôte. Le parasite doit s'adapter pour rencontrer l'hôte et survivre au détriment de ce dernier. L'hôte doit s'adapter pour ne pas rencontrer le parasite et s'en débarrasser si la rencontre a eu lieu. Tout comme les prédateurs, les parasites peuvent être polyphages, oligophages ou monophages. Certains peuvent parasiter des espèces différentes telle que *Orobancha minor*, que l'on retrouve sur Légumineuses ; d'autres sont spécifiques telle que *Fusarium oxysporum* qui parasite uniquement le Palmier dattier ou *Phoenix dactylifera* ou encore la rouille du blé *Puccinia graminis*.