CHAPITRE II : Facteurs du milieu

Le **facteur de milieu** ou **facteur écologique** est définit comme étant tout élément du milieu ayant un impact direct sur les êtres vivants. Il existe plusieurs modalités de classification des facteurs écologiques :

1. On peut distinguer des facteurs écologiques **« indépendants de la densité »**, qui doivent leur nom au fait que leur action sur les êtres vivants est totalement indépendante de la densité des effectifs des populations de toute espèce pour laquelle ils constituent des facteurs limitant. La quasi-totalité des facteurs abiotiques de nature physique ou chimique est incluse dans ce groupe. **Ex** : Froid, sécheresse et pulvérisation d'un pesticide, provoqueront dans les populations exposées un certain pourcentage de mortalité, dont la valeur dépendra exclusivement de l'intensité du facteur considéré et non de la densité des effectifs qui le subissent. A l'inverse, existent des facteurs **« dépendants de la densité »**, essentiellement biotiques, exerçant une action directement liée aux densités des populations atteintes. **Ex** : La quantité de nourriture disponible pour chaque individu et les risques de propagation d'une épidémie dépendent des densités atteintes par les populations concernées. Les facteurs biotiques contrôlent donc la stabilité des effectifs en empêchant la surpopulation (Ressources se raréfiant et forte compétition entre individus) ou au contraire, en favorisant leur croissance lorsque les densités sont basses (Ressources abondantes et faible compétition).
2. On peut aussi utiliser une classification « spatiale » des facteurs écologiques qui tient compte de la nature du milieu dans lequel ils exercent leur action. Celle-ci comporte **les facteurs climatiques, édaphiques, hydriques,…**
3. Et enfin, une troisième modalité qui distingue **les facteurs abiotiques de nature physique ou chimique** (Facteurs climatiques, composition chimique d'un sol,…) **des facteurs biotiques qui consistent aux interactions entre êtres vivants** (Parasitisme, prédation,…).

2.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont scindés en facteurs climatiques, édaphiques et hydriques.

2.1.1. Facteurs climatiques

Le climat est l'ensemble des circonstances 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. De part et d'autre de l'Equateur et en se déplaçant vers les pôles, on trouve un climat équatorial, tropical, subtropical, tempéré, subpolaire et polaire. Cependant, il existe des variations considérables qui peuvent s'étudier sur des échelles spatiales différentes. Nous distinguerons :

- **Macroclimat (Régional)** : A l'intérieur des grandes zones les conditions climatiques ne sont pas uniformes. Ex. : En Algérie, il existe plusieurs régions climatiques : Région à climat tempéré humide de type méditerranéen (Tell), régions à climat continental (Hautes plaines) et régions à climat aride et sec (Sahara).

- **Mésoclimat (Local)** : Dans une région climatique, le climat n'est pas le même en tous lieux. Nous distinguons des climats locaux variables suivant l'altitude, l'éloignement de la mer, l'exposition…etc. Ex. : Climat d'une forêt.

● **Microclimat** : Conditions climatiques limitées à une région géographique très petite, significativement distinctes du climat général de la zone résultant de la modification du climat local par la topographie, le couvert végétal... Il est défini par les écologues comme étant le climat « à l'échelle de l'organisme ». Ex. : Climat sous un arbre ou une pierre.

Parmi les facteurs climatiques on distingue des facteurs énergétiques (Lumière, température), hydrologiques (Précipitations, hygrométrie) et mécaniques (Vent, enneigement).

2.1.1.1. Température

Grandeur physique à laquelle nous sommes le plus sensible. La notion du temps qu'il fait est intrinsèquement liée au sentiment de chaud ou de froid. La température traduit l'agitation moléculaire des gaz atmosphériques, conséquence des chocs entre leurs molécules. Elle représente un facteur limitant de toute première importance car :

♣ Toute hausse de température accélère le métabolisme selon la loi de Q10, qui exprime la variation de vitesse d'une réaction biochimique ou d'un phénomène physico-chimique lorsque la température s'élève de 10°C.

♣ La température agit directement sur les activités enzymatiques et sur toute une série de phénomènes physico-chimiques extrêmement importants au niveau cellulaire. Elle contrôle, par voie de conséquence la respiration, la croissance, la photosynthèse, les activités locomotrices, la résistance à des facteurs défavorables du milieu,…etc.

♣ Les limites des aires de répartition géographique sont souvent déterminées par la température (Facteur limitant). Très souvent ce sont les températures extrêmes plutôt que les moyennes qui limitent l'installation d'une espèce dans un milieu.

L'intervalle thermique dans lequel la vie est possible est compris entre -200°C et +100°C. **Ex.1:** Certaines Cyanophycées capables de se développer dans des eaux dont la température dépasse 80°C. **Ex.2** : Certains spores de Cryptogames et kystes de Nématodes peuvent supporter des températures inférieures à -180°C. Cela résulte de leur aptitude à survivre en état **d'anhydrobiose** (L'organisme est fortement déshydraté et les fonctions vitales sont complètement ou presque complètement arrêtées). Cependant, l'intervalle de tolérance de la plupart des espèces vivantes est généralement beaucoup plus étroit, tout au plus de l'ordre d'une soixantaine de degrés (60°C) même pour les organismes déjà **très eurythermes** (Organismes doués d'une haute tolérance écologique par rapport à la température). A l'opposé**, les sténothermes** ne tolèrent qu'un intervalle limité de températures ambiantes en période de vie active. **Ex.1 :** La Puce des neiges (Boreus hyemalis) est un insecte eurytherme qui demeure actif entre -12 et 32°C. **Ex. 2** : La Truite de rivière (Salmo trutta) est un poisson sténotherme dont la température optimale est de 7 à 17°C et la température létale est de 22 à 25°C. Le plus fort degré de **sténothermie** s'observe chez les organismes océaniques, car l'amplitude annuelle des températures est beaucoup plus faible en milieu aquatique qu'en milieu terrestre, justifié par la capacité calorifique de l'eau qui est beaucoup plus forte que celle de l'air (1m3 d'eau à 30°C stocke 500 fois plus de chaleur que le même volume d'air à cette température). En conséquence, les biotopes aquatiques présentent une inertie thermique beaucoup plus forte que celle des biotopes terrestres qu'ils jouxtent. Ils se réchaufferont donc beaucoup moins en été et à l'opposé seront moins froids que ces derniers en période hivernale.

Les organismes vivants s'adaptent différemment aux variations thermiques, on distingue :

-Organismes éctothermes (Hétérothermes, poïkilothermes, à sang froid) : Organismes incapables de réguler leur température corporelle, ils se réchauffent s'il fait plus chaud et se refroidissent s'il fait plus froid. **Ex.** : Invertébrés, poissons, amphibiens, reptiles,...

-Organismes endothermes (Homéothermes, à sang chaud) : Organismes capables de réguler et maintenir leur température corporelle à un niveau constant (37°C pour les mammifères). **Ex. :** Mammifères, oiseaux...

-Organismes microthermes (Oligothermes) : Organismes adaptés à de basses températures. Ex. : Le Poisson des glaces (Trematomus bernacchii) est un poisson de l'océan glacial arctique qui vit entre -2.5 et 2°C. -Organismes mégathermes (Polythermes) : Organismes adaptés à des températures élevées. **Ex.** : Les Madrépores (Corail) vivent dans les massifs coralliens entre 20 et 27°C.

On appelle **température optimale**, la température à laquelle le développement et les réactions métaboliques se déroulent de la meilleure manière possible avec le minimum de dépenses énergétiques.

• Réactions des êtres vivants aux conditions thermiques défavorables

Les plantes les plus résistantes aux hautes températures sont celles des déserts subtropicaux où l'on relève les records de chaleur enregistrés en 2009 (56.7°C dans la Vallée de la Mort en Californie et 55.9°C dans le Fezzan en Libye correspondant à des températures de l'air de l'ordre de 58 à 60°C). On conçoit dans de telles circonstances l'existence de certaines plantes xérophiles comme les cactées, pouvant supporter jusqu'à 65°C.

Chez les vertébrés, diverses adaptations morphologiques accompagnent la résistance au froid :

-En sus d'un plumage pourvu d'un épais duvet ou d'une fourrure épaisse particulièrement isolants, ces animaux sont pourvus d'une forte couche de graisse sous-cutanée. **Ex.** : Manchots, phoques,…
-Une tendance à la réduction de la longueur des appendices : Oreilles, queue, cou, pattes et ailes, d'autant plus accentuée que l'on se rapproche des régions polaires (Règle d'Allen). **Ex**.: Le Renard Polaire possède les oreilles les plus petites de tous les renards. Cette adaptation permet à l'animal des milieux chaud de rayonner de la chaleur et de lutter ainsi contre l'élévation de sa température corporelle. **Ex.**: Le Fennec (Fenecus zerda) ayant de très grandes oreilles est inféodé aux déserts subtropicaux.

-La taille et donc la masse des espèces tendent à croitre avec la latitude (Loi de Bergmann). **Ex.** : Le Manchot Empereur qui atteint les 50 kg se rencontre aux latitudes les plus australes, tandis que le plus petit, le Manchot de Galápagos qui pèse moins de 3 kg, vit à l'équateur.

Chez les invertébrés, la résistance aux températures extrêmes est très variable. De façon générale elle est plus forte chez les eurythermes que chez les sténothermes, et plus accentuée chez les formes de durée (Œufs d'hiver, nymphes en état de vie ralentie, kystes,…) que chez les stades métaboliquement actifs. Trois schémas pour l'ensemble des mécanismes d'adaptation aux conditions thermiques sont observés chez les insectes. Ils sont essentiellement représentés par l'adoption de modes de vie ralentie correspondant à :

-Une déshydratation poussée à un très haut degré.
-Un ajustement du métabolisme et du rythme d'activité au déroulement des saisons.
-La sélection des génotypes thermiquement les mieux adaptés (Intéresse l'espèce).

Les arthropodes ainsi que d'autres invertébrés susceptibles d'être exposés à une phase de gel ou de chaleur excessive au cours de leur cycle vital subissent des arrêts de développements (Chez les jeunes stades) ou d'activité (Chez les adultes) pendant ces périodes défavorables. Selon qu'ils soient facultatifs ou obligatoires, de tels arrêts sont dénommés **quiescence** ou **diapause**. A l'opposé de la quiescence, l'état de diapause se caractérise par un arrêt obligatoire et prolongé de développement et/ou d'activité de plusieurs mois, voire de plusieurs années. Selon le stade auquel elle s'effectue, on distingue des diapauses ovulaire, embryonnaire, larvaire, nymphale et/ou imaginale (Stade adulte). La diapause intervient alors que les conditions écologiques sont encore favorables à l'espèce qui la subit.
Chez beaucoup d'animaux, un état de quiescence dénommé **hibernation** apparait en début de période hivernale. **Ex.** : Hormis la pression artérielle qui reste élevée, l'hibernation chez certains rongeurs (Spermophiles) s'accompagne d'une baisse de la température corporelle (4.5°C), le rythme respiratoire d'une inspiration par minute et celui du cœur de deux à trois pulsations par minute. Au-dessous d'une température de l'air de 3.3°C, l'activité métabolique du rongeur s'accroit, en particulier si la température de l'environnement tombe au-dessous du point de congélation de l'eau afin de maintenir la température corporelle au-dessus de 3.5°C. A la fin de la période d'hibernation, et lorsque la température de l'air atteint dans le terrier une vingtaine de degrés, celle du corps du rongeur passe de 3.5°C à 17.5°C en à peine une heure et demie. A partir de 24°C, l'animal ouvre les yeux et s'assied. Trois heures après, il est déjà en pleine activité.

A l'inverse, les espèces déserticoles évitent les chaleurs excessives en s'enfouissant au fond de galeries souterraines aux heures les plus chaudes de la journée lors de **l'estivation**. Ce processus consiste à un arrêt d'activité provoqué par les hautes températures estivales (Généralement associées à une sécheresse prolongée). Elle est beaucoup plus fréquente chez les invertébrés. On l'observe cependant chez divers poissons des rivières temporaires des zones tropicales soumises à une période de quasi-assèchement estival, chez des mammifères insectivores, amphibiens et reptiles des zones arides. **Ex.** : Tortue, escargot,…

La solution parfaite qui échappe aux organismes dépourvus de grandes possibilités de déplacement actif, reste **la migration**, comme celle des oiseaux et des insectes qui constitue la solution radicale du problème. En automne, les oiseaux quittent à l'état adulte, des régions qui vont bientôt devenir trop froides et par conséquent trop pauvres en nourriture. Ils reviendront au printemps. La ponte, l'éclosion surtout, et les premières semaines de vie des jeunes se dérouleront ensuite dans des conditions thermiques optimales pour l'espèce. **Ex.** : Flamant Rose, Monarque.

2.1.1.2. Pluviométrie et hygrométrie

La pluviométrie désigne la quantité totale de précipitations (Pluie, grêle, neige) reçu par unité de surface et par unité de temps. Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes. La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. En réalité, le bilan hydrique du sol est tout aussi important que la valeur absolue des précipitations, vu qu'il exprime la différence entre les apports d'eau et les pertes par évaporation du sol nu ainsi qu'avec celles qui résultent de l'évapotranspiration végétale. Cette dernière est prépondérante dans le bilan hydrique des plantes. Entre 97 et 99% de l'eau absorbée par les végétaux est perdue par évapotranspiration. Ces pertes d'eau sont conditionnées par la plus ou moins grande siccité de l'atmosphère, laquelle dépend de la plus ou moins grande quantité de vapeur d'eau contenue par unité de volume d'air, c'est-à-dire **l'hygrométrie**.

L'eau représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent des problèmes écologiques et physiologiques fondamentaux. En fonction de leurs besoins en eaux, et par conséquent de leur répartition dans les milieux, on distingue :

-Espèces aquatiques qui vivent dans l'eau en permanence**. Ex.** : Poisson, corail.

-Espèces hygrophiles qui vivent dans des milieux humides. **Ex.** : Amphibiens, animaux des grottes.

-Espèces xérophiles qui vivent dans les milieux secs, désertiques. **Ex.** : Scorpion, chameau.

• Réactions des êtres vivants aux conditions hydriques

Chez les végétaux, les espèces xérophytes présentent diverses adaptations morphologiques à l'absence d'eau pendant une période prolongée, visant essentiellement la réduction de l'évapotranspiration par :

- Développement de structures cuticulaires cireuses et imperméables.
- Implantation systématique des stomates au fond de profondes dépressions et leur fermeture pendant la journée, permettant ainsi la diminution des pertes par évaporation.
- Réduction de la surface des feuilles (Transformées en écailles ou en épines).
- Adoption d'une forme subhémisphérique ou ovoïde dépourvue d'organes foliaires présentant le plus faible rapport surface/volume.
- Chute des feuilles à la saison sèche et réapparition après chaque pluie (Aphillie).
- Développement d'un appareil souterrain puissant, dont la biomasse dépasse celle des parties aériennes afin d'assurer son alimentation en eau.

-Mise en réserve d'eau dans les tissus aquifères associés à une bonne protection épidermique.

-Quasi-anhydrobiose pendant la saison sèche.

Chez les animaux **xérophiles**, la résistance à la sécheresse s'accompagne aussi de diverses adaptations morphologiques, écophysiologiques et comportementales destinées à limiter les pertes d'eau par respiration et excrétion, en adoptant les stratégies suivantes :

-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.

-Récupération de l'eau contenue dans les fèces par l'intermédiaire des tubes des Malpighi qui viennent en contact étroit avec le rectum (Cryptonéphridisme).

-Récupération de l'eau métabolique (Quand la vapeur d'eau respiratoire n'est pas exhalée, elle repasse dans le sang).

-Utilisation de l'eau produite par le métabolisme oxydatif des glucides et des lipides.

-Enfouissement dans de profondes galeries souterraines aux heures les plus chaudes de la journée où en se plaçant à l'ombre lorsqu'il existe un couvert végétal suffisant.

-Anhydrobiose (**Ex.** : Mollusques, insectes, reptiles, amphibiens…).

2.1.1.3. Lumière

L'énergie solaire est le produit de la réaction d'une énorme fusion nucléaire et est mise dans l'espace sous forme de radiation électromagnétique, en particulier la lumière visible et les rayons infrarouges et ultraviolets, qui ne sont pas visibles par l'œil humain. Un milliardième de l'énergie totale émise par le soleil frappe notre atmosphère, et de cette minuscule quantité d'énergie, une partie infime fait fonctionner la biosphère. Les nuages et, dans une moindre mesure, les surfaces (En particulier la neige, la glace et l'océan) réfléchissent environ 31% de la radiation solaire qui arrive sur Terre. Les 69% restants de la radiation solaire qui atteignent la Terre sont absorbés et

font fonctionner le cycle de l'eau, poussent les vents et les courants marins, permettent la photosynthèse et réchauffent la planète.

L'éclairement joue un rôle primordial dans la plupart des phénomènes écologiques. Il a une action importante non seulement par son intensité et sa nature (Longueur d'onde) mais aussi par la durée de son action (Photopériode). Son intensité conditionne l'activité photosynthétique et donc l'ensemble de la production primaire de la biosphère et celle de chaque écosystème. En fonction de l'intensité lumineuse, on distingue **des espèces héliophiles** (De lumière) et **des espèces sciaphiles** (D'ombre). Les héliophytes (Plantes de lumière) présentent leur croissance maximale sous de forts éclairements et ne tolèrent pas l'ombre d'autres individus. **Ex.**: Ciste, Romarin. Les sciaphytes nécessitent quant à elles, une ombre forte voire très dense pour leur croissance. **Ex.**: Fougère, Mousse.
Outre l'intensité, la durée de l'éclairement au cours du cycle nycthéméral appelée **photopériode** correspond à une alternance de période d'obscurité (**Scotophase**) et à une période d'éclairement (**Photophase)**. Les photopériodes courtes sont caractérisées par la prédominance de la scotophase, les photopériodes longues par celle de la photophase. En d'autres termes, la photopériode est le rapport entre la durée du jour et la durée de la nuit. Celle-ci varie selon la latitude et les saisons sauf à l'équinoxe de printemps (21 mars) et l'équinoxe d'automne (22 septembre), où elle est de 12 h de nuit et 12 h de jour quelle que soit la latitude considérée. On note également que le jour le plus court correspond au solstice d'hiver (21 décembre), tandis que le jour le plus long correspond au solstice d'été (21 juin). La photopériode croit de l'équateur vers les pôles. A l'équateur, les jours sont rigoureusement égaux aux nuits pendant toute l'année. Au 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.

• Réactions des êtres vivants aux conditions d'éclairement

Chez les végétaux, la photopériode joue un rôle essentiel dans la plupart des écosystèmes car elle contrôle la germination des végétaux, l'entrée en dormance et la reprise d'activité des bourgeons de l'apex des tiges et sur les rameaux, leur croissance, la chute automnale des feuilles des arbres caducifoliés ainsi que la floraison. L'adaptation des végétaux est importante lorsque les végétaux passent du stade végétatif (Croissance et développement) au stade reproductif (Floraison). Les végétaux peuvent être divisés en trois catégories :
-Végétaux de jours courts (Nyctipériodiques) : Ces végétaux ne fleuriront que si la photopériode au moment de l'éclosion des bourgeons est inférieure ou égale à 12h d'éclairement (Prédominance de la scotophase). **Ex.** : Canne à sucre, soja,…
-Végétaux de jours longs (Héméropériodiques) : Qui ont besoin pour fleurir d'au moins 12h d'éclairement (Prédominance de la photophase). **Ex**.: Betterave, épinard,…
-Végétaux indifférents (Photoapériodiques) : Dont la floraison n'est pas contrôlée par la photopériode. **Ex.** : Espèces tropicales.
Chez les animaux, le rôle essentiel de la photopériode réside dans l'entretien des rythmes biologiques :

• Rythmes biologiques saisonniers

Chez de nombreuses espèces d'oiseaux, le développement testiculaire auquel est associé celui du plumage nuptial, est conditionné par un réflexe initié par l'allongement de la durée du jour pendant la période hivernale. En outre, les migrations animales sont aussi sous la dépendance de la photopériode. Chez les pucerons, l'apparition des formes migrantes est induite par les

photopériodes longues. Il en est de même chez les oiseaux, ce qui explique que leur départ automnal vers le sud peut avoir lieu dans les régions boréales même si les conditions climatiques sont encore favorables et la nourriture suffisante. Chez les arthropodes terrestres, la cessation d'activité à diverses phases du cycle vital pendant la mauvaise saison (Diapause) est généralement conditionnée par la photopériode.

- **Rythmes quotidiens ou circadiens**

Correspondent à une périodicité de 24 h. Ils sont entretenus par un mécanisme interne appelé « horloge biologique », dont le réglage est conditionné par l'éclairement et la température. Chez les vertébrés terrestres, l'activité journalière, l'alimentation et le repos nocturne (Ou diurne) sont déterminés par les heures de lever et de coucher du soleil ainsi que par la durée de la photopériode. De tels rythmes circadiens s'observent aussi en milieu marin. Les migrations verticales du zooplancton sont en particulier contrôlées par la photopériode.

2.1.1.4. Vent

Le vent est un mouvement de l'air dans l'atmosphère produit par des différentes pressions atmosphériques (Déplacement des zones de hautes pressions vers les zones de basses pressions). Il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant à cause de son impact sur les êtres vivants et qui peut se résumer comme suit :

-Augmente l'évaporation (Pouvoir de desséchement et de refroidissement).
-Assure la dispersion des animaux et des végétaux.
-Ralentie l'activité des insectes.
-Crée en forêt des clairières dans lesquelles des jeunes arbres peuvent se développer.
-A un effet mécanique sur les végétaux couchés au sol qui prennent des formes particulières appelées **anémomorphose.**

2.1.1.5. Neige

C'est un facteur écologique de toute première importance dans les milieux subpolaires et montagnards. Il exerce des actions biologiques variées de natures thermique et mécanique. La couverture neigeuse par ses propriétés isolantes protège efficacement du froid la végétation et les animaux. Ex.: Rongeurs enfouis sous la neige. Alors que la température de l'air peut être inférieure à -50°C dans les zones de Toundra arctique, celle-ci peut s'élever à -20°C à la surface du sol à 60 cm en dessous de la couche neigeuse. En règle générale, la température de la neige à une dizaine de centimètres au-dessous de sa surface est à peine inférieure à 0°C. Ceci explique pourquoi les campagnols et d'autres rongeurs des régions froides peuvent résister aux basses températures malgré leur fourrure peu épaisse.

A l'opposé, la neige peut constituer un facteur écologique défavorable là où elle persiste longtemps car elle réduit la période végétative. Ainsi, on observe la présence d'associations végétales dites **chionophiles** adaptée à la persistance de la couverture neigeuse donc à une brève saison végétative. **Ex.**: Saule, mousses. En outre, l'accumulation de la neige sur les végétaux arborés et arbustifs exerce une action mécanique défavorable, courbant les tiges et provoquant la rupture des branches.

2.1.2. Facteurs édaphiques

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. Autrement dit, les sols ou **pédosphère** résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : L'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. Il est formé d'une fraction minérale et de matière organique. Végétaux et animaux puisent du sol l'eau et les sels minéraux et trouvent l'abri et/ou le support indispensable à leur épanouissement. **On peut scinder les facteurs édaphiques en facteurs physiques et facteurs chimiques :**

2.1.2.1 Facteurs physiques

2.1.2.1.1. Texture

Tous les sols comportent deux fractions distinctes : L'une minérale et l'autre organique, intimement mélangées en complexe organo-minéral. La texture dépend de la nature des fragments de la roche mère ou de minéraux provenant de sa décomposition. Elle est définie par la grosseur des particules qui la composent : Eléments grossiers (Cailloux et graviers) ainsi que des éléments fins (Sables, limons et argiles) (**Tab.1**). La granulométrie est la mesure de la forme, de la dimension et de la répartition en différentes classes des grains et des particules de la matière divisée.

Tableau 1 : Classification granulométrique des éléments des sols (Ramade, 2009).

Elément	Classification pédologique (Ecologique)
Cailloux	>20mm
Graviers	2 à 20 mm
Sables	
-Grossiers	0.5 à 2 mm
-Moyens	50 µ à 0.5 mm
-Fins	20 µ à 50 µ
Limons	2 à 20 µ
Argiles	< 2 µ

La proportion relative des éléments fins constituant la fraction minérale permet de classer selon leur texture les divers types de sols. Elle présente une grande importance pour l'ensemble des écosystèmes terrestres, car c'est d'elle que dépend pour une grande part la circulation de l'eau dans les sols. En fonction de la proportion des différentes fractions granulométriques on détermine les textures suivantes :

- Textures fines : Comportent un taux élevé d'argile et correspondent à des sols dits «lourds», difficiles à travailler, mais qui présentent un optimum de rétention d'eau.
- Textures grossières : Elles caractérisent les sols sableux, 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 meilleurs terres dites «franches».
-Les sols à texture limoneuse, qui contiennent plus de 35% de limons et sont pauvres en humus (Matière organique du sol provenant de la décomposition des végétaux).

Sur le plan biologique, la granulométrie intervient dans la répartition des animaux et des eaux souterraines. Nombreux organismes préfèrent les sols limoneux ou argilo-sableux, 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).

2.1.2.1.2. Structure

La structure est l'organisation du sol. Elle se définit également comme étant l'arrangement spatial des particules (Graviers, sables, limons et argiles). On distingue trois types de structures :
-Particulaire : Les éléments du sol ne sont pas liés. Le sol est très meuble. **Ex.** : Sols sableux.
-Massive : Les éléments du sol sont liés par des ciments (**Ex**. : Matière organique, calcaire) durcies en une masse très résistante discontinue ou continue. **Ex.** : 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 : Les éléments sont liés par des matières organiques et forment des agrégats (Mottes) 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 (Pores) qui favorisent la vie des racines et l'activité biologique en général en permettant la circulation de l'air et de l'eau.

La porosité constitue un autre paramètre édaphique important qui combine les critères propres à la texture et à la structure du sol considéré. La porosité peut se définir comme la proportion du volume des lacunes par rapport au volume total. De cette dernière dépend la circulation de l'eau et des gaz dans les sols, dont le rôle est essentiel aussi bien pour assurer le développement des plantes supérieures que celui de microflore et de la faune édaphique. La porosité décroit lorsque l'on passe de structures en agrégats très lacunaires vers des structures de plus en plus particulaires. Lorsque les sols particulaires sont dépourvus de sable, ils peuvent devenir asphyxiants car ni l'eau ni les gaz ne peuvent circuler normalement.

2.1.2.1.3. Hygrométrie

La capacité de rétention d'eau dans les sols varie beaucoup en fonction de leur porosité. Cette hygrométrie des sols se mesure généralement en pourcentage de l'eau contenue dans un sol par rapport au volume total de terre. La capacité qu'ont les molécules d'eau à être retenues à la surface des particules de sol constituant les parois des lacunes dépend de leur teneur en limons et argiles. En effet, la surface disponible pour la rétention de l'eau est d'autant plus grande que les particules seront plus petites. Il est à noter que la plus grande proportion d'eau utilisable par les plantes se rencontre dans les sols limoneux (25% d'eau utilisable par les plantes). Cette valeur est plus faible à la fois pour les sols sablonneux et argileux. Les premiers parce qu'ils se drainent facilement et n'ont qu'une faible capacité de rétention capillaire par suite de la grande taille de leurs particules, les seconds parce qu'ils possèdent au contraire une capacité de rétention élevée.

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'utiliser. -L'eau capillaire absorbable : Située dans les pores dont les dimensions sont comprises entre 0.2 et 0.8 mm. Elle est absorbée par les végétaux et 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 avant de s'écouler spontanément vers le bas (Drainage) en alimentant les nappes phréatiques.

2.1.2.2. Facteurs chimiques

2.1.2.2.1. pH du sol

Le pH des eaux libres et interstitielles (Contenues dans la porosité) intervient de façon essentielle dans la nature et le développement des espèces végétales propres à tel ou tel écosystème terrestre ainsi que dans ceux de la microflore et de la faune édaphique. Selon la nature du pH de l'eau interstitielle, on distingue des sols acides (pH7). Le pH des sols dépend du CO2, de la concentration et de la proportion relative des sels minéraux et des molécules organiques dissoutes dans cette eau de rétention qui résultent de divers facteurs pédologiques (Altération de la roche mère, humification de la matière organique, activité biologique, effet des engrais acidifiants,...). Le pH dépend également de la nature de la couverture végétale et des conditions climatiques (Température et pluviosité) puisque :

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

Le pH des sols conditionne la répartition des organismes. Selon la plus ou moins grande amplitude de pH tolérée, on distingue des **espèces euryioniques** à l'opposé des espèces **sténoioniques**. Parmi ces dernières, on distingue les espèces **acidiphiles**, **neutrophiles** et **basiphiles** selon qu'elles soient inféodées à des sols acides, neutres ou basiques. Il existe une étroite liaison entre teneur en calcium et degré d'acidité d'un sol, lesquels varient en sens inverse. On constate que les végétaux calcicoles sont neutrophiles ou basiphiles tandis que les plantes silicicoles sont acidiphiles.

2.1.2.2.2. Eléments minéraux

Les divers types de sols ont des compositions chimiques très variées. Les éléments les plus étudiés selon leur action sur la faune et la flore sont :

- **Phosphore** : Elément indispensable pour tous les êtres vivants puisqu'il est un des constituants essentiels des acides nucléiques. Présent dans les sols à l'état de phosphates, d'acide phosphorique ou bien comme anion libre en solution dans l'eau interstitielle, cet élément constitue souvent le principal facteur limitant par suite de sa faible concentration dans les sols.
- **Azote** : Représente avec les phosphates un des éléments minéraux dont la disponibilité est la plus importante pour le développement des autotrophes. L'accumulation d'azote organique provoque un enrichissement excessif du sol en nitrates (Voisinage des étables, enclos du batail,…) qui s'accompagne d'une multiplication des plantes nitrophiles qui peuvent envahir les pâturages.

• **Potassium** : Constitue aussi un élément nutritif essentiel pour les végétaux. En général les végétaux cultivés sont beaucoup plus exigeants en potassium que les plantes sauvages, mais il existe d'importants écarts selon les espèces entre les teneurs limites au-dessous desquelles se manifeste la carence.
• **Calcium** : Représente un constituant fondamental qui conditionne plus que tout autre les caractéristiques des sols, car de lui dépend la plupart des paramètres physico-chimiques du milieu édaphique. Sa plus ou moins grande concentration contrôle le pH, l'aération, la perméabilité et la résistance mécanique des sols. Le calcaire édaphique intervient de façon déterminante dans la répartition de nombreuses espèces végétales. Les plantes sont dites calcicoles, indifférentes ou calcifuges selon leur plus ou moins grande exigence en calcium, car cet élément est de toute façon indispensable à la nutrition minérale des végétaux. Contrairement aux calcicoles qui se rencontrent dans les biotopes où le calcium est abondant, les calcifuges se trouvent sur des terrains acides pauvres en cet élément. En conséquence, on distingue des communautés de calcicoles qui constituent des groupements végétaux propres aux régions calcaires et des communautés de calcifuges inféodés aux terrains siliceux.
• **Magnésium** : Représente, après le calcium, l'élément métallique le plus abondant chez les végétaux. Lorsqu'il est en excès par rapport au calcium, cet élément provoque des carences calciques.
• **Sodium** : Constitue l'élément prédominant dans les sols salés, qui se forment dans toutes les zones mal drainées situées dans des régions à climat sec ainsi que dans les milieux littoraux soumis à l'invasion périodique des eaux marines. Bien que le sodium soit un élément indispensable pour tous les êtres vivants, sa concentration dans les sols, au-delà d'un certain seuil, interdit le développement normal de la plupart des espèces végétales. Les végétaux qui croissent sur des sols sursalés, appelés **plantes halophytes**, présentent plusieurs adaptations leur permettant de pallier les concentrations excessives en sels de sodium.
• **Oligo-éléments** : C'est une série d'éléments minéraux indispensables, à de faibles concentrations, pour le développement des plantes et/ou des animaux. La photosynthèse exige la disponibilité de manganèse, de fer, de chlore, de vanadium,…D'autres fonctions métaboliques des plantes nécessitent en sus de ces éléments le bore, le cobalt, le silicium,…La plupart de ces éléments sont également indispensables aux animaux qui requièrent en outre du fluor et de l'iode. Les sols dits anormaux renferment de fortes concentrations d'éléments plus ou moins toxiques : Plomb, cadmium, soufre…Les métaux lourds exercent sur la végétation une action toxique qui entraine la sélection d'espèces dites **toxicorésistantes** ou **métallophytes** formant des associations végétales particulières.

2.1.3. Facteurs hydriques

Le milieu aquatique présente un ensemble de singularités quant à la nature des facteurs écologiques qui le caractérisent.

2.1.3.1. Facteurs physiques

L'eau est un composé de densité et de viscosité relativement élevées. L'eau présente aussi une forte capacité calorifique, ses chaleurs spécifiques de fusion et d'évaporation sont anormalement élevées par rapport aux autres liquides. Ces particularités rendent les biotopes aquatiques beaucoup moins sensibles aux fluctuations thermiques saisonnières que les milieux terrestres situés aux mêmes latitudes. En outre, l'eau possède la propriété de dissoudre aisément des quantités importantes de sels minéraux et de gaz. Parmi les facteurs physiques les plus influents en milieu aquatique on peut citer :

2.1.3.1.1. Densité

La densité de l'eau varie avec la température et sa teneur en matières dissoutes. Sa densité relativement élevée (800 fois supérieure à celle de l'air) permet la flottaison d'organismes de taille considérable, la gravitation ne limitant plus la dimension maximale des organismes de façon aussi contraignante qu'en milieu terrestre. Ainsi, le plus grand animal qui ait jamais existé, le Rorqual bleu (Balaenoptera musculus) peut mesurer plus de 30 m de long et peser 150 tonnes alors que le plus lourd des mammifères terrestres actuels, l'Eléphant d'Afrique (Loxodonta africana) ne dépasse pas les 7 tonnes. Malgré la présence des lipides dans leurs tissus et organes, les organismes aquatiques sont d'une densité intrinsèque légèrement supérieure à celle de l'eau. Ces derniers ont développé diverses adaptations morphologiques pour éviter de couler**. Ex.** : Flotteur des algues macrophytes et des cnidaires et vessie natatoire des poissons. La viscosité de l'eau facilite aussi la flottabilité des organismes planctoniques de petite taille. La densité et la viscosité de l'eau constituent aussi une entrave aux déplacements rapides. Ainsi, les animaux bons nageurs possèdent une forme fuselée, hydrodynamique, destinée à réduire la résistance à l'avancement. **Ex.** : Thons, Requins, Dauphins.

2.1.3.1.2. Courants

Les courants jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques tant en milieu océanique qu'en milieu continental. Dans l'écosystème océanique, des courants horizontaux au débit colossal amènent les eaux chaudes vers les hautes latitudes et à l'opposé, les eaux froides subpolaires vers les zones intertropicales. Les transferts thermiques que ces courants génèrent, jouent un rôle majeur non seulement dans l'ajustement des températures océaniques mais aussi dans le contrôle des climats des régions continentales qu'il longe, où une fluctuation même limitée des courants océaniques peut provoquer de grandes perturbations climatiques en milieu continental. Ex.: Le Gulf Stream qui prend naissance dans l'Atlantique tropical est l'un des plus importants courants chauds, il ajuste les températures océaniques et contrôle ainsi les climats des régions continentales.

En plus de leur influence dans l'ajustement des températures marines et dans la circulation des éléments minéraux nutritifs, les courants contrôlent aussi le cycle vital de nombreux animaux aquatiques. Ainsi, les larves planctoniques de nombreuses espèces de poissons sont transportées par les masses d'eau en mouvement vers les zones où elles se fixeront en milieu littoral pour atteindre le stade adulte. **Ex.**: Morue, Aiglefin. Par ailleurs, le déplacement des masses d'eau permet le développement de très nombreuses espèces d'animaux marins sessiles au régime microphage, dépendant entièrement des mouvements de l'eau pour leur nourriture. **Ex.**: Eponges, cnidaires, mollusques…

2.1.3.1.3. Lumière

Constitue un facteur écologique limitant en milieu aquatique. Par suite de la forte absorption des radiations lumineuses par l'eau, les végétaux autotrophes ne peuvent se développer en milieu océanique ou lacustre que dans une couche superficielle dite « **euphotique** » qui atteint au maximum une centaine de mètres de profondeur.

2.1.3.2. Facteurs chimiques

2.1.3.2.1. Gaz dissous

L'eau est capable de dissoudre de grandes quantités de substances gazeuses. Parmi ces dernières, le CO2 et l'O2 constituent des facteurs chimiques de toute première importance.

Le gaz carbonique se dissout facilement dans l'eau. Ainsi, l'eau de mer renferme une concentration de CO2 150 fois supérieure à celle qu'atteint ce gaz dans l'atmosphère. Il ne constitue pas ainsi un facteur limitant de la production primaire dans les écosystèmes aquatiques.

A l'inverse du gaz carbonique, l'oxygène ne se rencontre jamais à de forte concentration dans les eaux continentales ou marines car sa solubilité est assez faible, de sorte qu'il peut représenter un facteur limitant pour de nombreuses espèces animales. Les teneurs maximales d'oxygène dissous dans l'eau dépassent à peine 10cm3 /l. Ces dernières sont encore plus basses dans l'océan dont la salinité atténue la solubilité de l'oxygène dans ses eaux. La teneur en oxygène des milieux aquatiques est contrôlée par sa dissolution à partir de l'atmosphère et par sa production par l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques. Dans les cours d'eau animés d'un intense courant, la teneur en oxygène dissous, favorisée par l'importante aération due à l'agitation, peut devenir sursaturante même si les producteurs primaires font défaut.

2.1.3.2.2. Salinité

La salinité moyenne de l'eau de mer est de l'ordre de 35‰, le chlorure de sodium représentant à lui seul 80‰ de la teneur totale en sels dissous. La salinité des eaux saumâtres varie de 3‰ à 20‰ et celle des eaux douces est inférieure à 3‰.

En réalité, les biotopes d'eau saumâtre sont dits euryhalins car ils présentent généralement une importante variation annuelle de salinité en fonction des fluctuations climatiques mais aussi en conséquence d'actions anthropiques. A l'inverse des biotopes euryhalins, dont la salinité varie en fonction du temps, existent des biotopes **sténohalins** dont la salinité est constante. Il s'agit soit des milieux marins dits « **polyhalins** » car de salinité élevée, soit des eaux douces qui constituent des biotopes « **oligohalins** » pauvres en sels dissous.

Les sels minéraux nutritifs, plus particulièrement les phosphates et les nitrates, ne se rencontrent jamais à forte concentrations dans les milieux aquatiques. Certains oligoéléments (Manganèse, zinc, vanadium, cobalt, bore, molybdène) se rencontrent à l'état de traces infimes et peuvent êtres de ce fait des facteurs limitant la productivité de lacs aux eaux très pures. En milieu marin, la concentration en phosphates et nitrates constitue le principal facteur limitant de la production primaire océanique.

2.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont l'ensemble des actions que les organismes vivants exercent directement les uns sur les autres. Ces interactions, appelées coactions, sont de deux types :

-Homotypiques (Intraspécifiques), lorsqu'elles se produisent entre individus de la même espèce. Ex. : Compétition intraspécifique, effet de masse, effet de groupe,…
-Hétérotypiques (Interspécifiques), lorsqu'elles ont lieu entre individus d'espèces différentes. Ex.: Compétition interspécifique, prédation, parasitisme, mutualisme, commensalisme, amensalisme,…

2.2.1. Compétition

La compétition se manifeste lorsque des individus appartenant à la même espèce ou à des espèces différentes, recherchent la même ressource qui est présente en quantité limitée. Les ressources peuvent être la nourriture, un abri, un site de nidification, etc.

La compétition directe ou par interférence se manifeste lorsqu'un individu a un comportement agressif vis-à-vis de ses concurrents ou bien lorsqu'elle se fait par l'intermédiaire de substances toxiques qui sont sécrétées dans le milieu.
La compétition indirecte ou par exploitation se produit lorsqu'un individu accapare les ressources aux dépens de l'autre. **Ex.1** : Dans les vases littorales de l'Europe occidentale, la graminée (Spartina anglica) élimine peu à peu l'espèce voisine (S. stricta) en accaparant tout l'espace disponible par multiplication végétative intense (Compétition par exploitation). **Ex.2** : L'Écureuil américain (Sciurus carolinensis) a été introduit en Angleterre où il a éliminé peu à peu l'Ecureuil roux (S. vulgaris) (Compétition par interférence).

2.2.1.1. Compétition intraspécifique

La compétition intraspécifique se produit entre individus de la même espèce et peut intervenir pour de très faibles densités de population. Lorsqu'une ressource indispensable n'est plus disponible en quantité suffisante, les individus qui constituent la population concernée entrent en concurrence pour se la procurer. **Ex.** : Chez la Drosophile, des interactions de nature compétitive apparaissent lorsqu'il y'a deux individus dans un flacon d'élevage de 0.25L où la surface de la nourriture est de 300 mm2 car les mouches se gênent lors de la prise de nourriture et de la ponte, ce qui diminue leur fécondité.

La compétition intraspécifique se manifeste de façons très diverses :
- **Comportement territorial** : Lorsque l'animal défend une certaine surface contre les incursions des autres individus de la même espèce. Souvent, les oiseaux défendent un territoire dont la surface est fonction des ressources disponibles. **Ex.**: La Grouse (Lagopus scoticus) est un oiseau qui défend les zones de bruyère les plus riches comme territoire de reproduction et d'alimentation.
-Maintien d'une hiérarchie sociale : Avec des individus dominants et des individus dominés. **Ex.** : Chez le Hanneton commun (Vers), les larves âgées de 3 ans empêchent le développement de celles de un ou deux ans.
-Comportement agonistique : Est un comportement agressif entre les individus d'une population. Il se manifeste pour l'accès à la nourriture, à un abri ou lors de la recherche d'un partenaire sexuelle. La compétition sexuelle est observée le plus souvent dans un environnement où un sexe est plus présent qu'un autre pour une même espèce sur un même territoire.
-La compétition pour l'alimentation : Augmente avec la densité de population et sa conséquence la plus fréquente est la baisse du taux de croissance des populations. **Ex.** : Baisse du nombre de jeunes par couple chez la Mésange (Parus major).

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. **Ex.** : La réponse de Tournesol (Helianthus annuus) à l'augmentation de densité consiste en un étiolement de la plante qui produit des capitules moins gros.

2.2.1.2. Compétition interspécifique

Peut-être définit 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) où chaque espèce agit défavorablement sur l'autre. La compétition est d'autant plus grande entre deux espèces qu'elles sont plus voisines. Cependant, deux espèces ayant exactement les mêmes besoins ne peuvent cohabiter, l'une d'elles étant forcément éliminée au bout d'un certain temps selon le principe d'exclusion compétitive (Gause, 1934). **Ex.** : Le lézard (Anolis limifrons) et l'oiseau (Hylophylax

naevoides) se nourrissent dans la litière et dans la strate végétale comprise entre 0 et 2 m et consomment des arthropodes identiques. La densité de l'oiseau et celle du lézard varient en sens inverse. La compétition avec les oiseaux entraine chez les lézards une pénurie alimentaire à certaines périodes de l'année, ce qui réduit leur densité, détériore leur état physiologique et diminue la fécondité des femelles.

2.2.2. Ravageurs et prédateurs

La prédation est le facteur initial du transfert de l'énergie dans les biocénoses. Elle définit les liens caractérisant les chaines et les réseaux trophiques. Le prédateur est tout organisme libre qui se nourrit aux dépens d'un autre. Il tue sa proie pour la manger. Le niveau de l'intensité d'exploitation d'une population par un prédateur est déterminé par l'aptitude du prédateur à capturer la proie et par la capacité de cette dernière à éviter la capture. Les prédateurs peuvent être **polyphages** (S'attaquant à un grand nombre d'espèces), **oligophages** (Se nourrissant de quelques espèces) ou **monophages** (Ne subsistant qu'aux dépens d'une seule espèce).

Certaines expériences d'éradication de ravageurs réalisées à vaste échelle prouvent le rôle important que peut jouer la prédation dans la régulation des effectifs de l'espèce proie. **Ex.**: L'introduction en Californie d'un des prédateurs de la Cochenille Australienne (Pericerya purchasi), introduite accidentellement dans les vergers de (Citrus californiens) en 1869 a permis son éradication (Lutte biologique). On regroupe sous le terme "**ravageurs**" les insectes, acariens et nématodes qui s'attaquent aux cultures. Les dommages peuvent affecter les feuilles (Consommation des feuilles et fruits par les chenilles), la sève (Succion de la sève par les pucerons) et les racines (Attaque des racines par les nématodes) en plus de la transmission de pathogènes (Pucerons vecteurs de bactéries, virus). Au niveau mondial, on estime les pertes à 20% des plantes cultivées. L'impact des ravageurs est beaucoup plus important dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés.

Le cannibalisme constitue une forme spéciale de prédation qui survient à l'intérieur d'une même espèce dont les individus s'entre-dévorent. Le cannibalisme représente aussi, à cet égard, une expression extrême de la compétition intraspécifique dont les effets sont autorégulateurs. Il est largement répandu dans le règne animal depuis les arthropodes jusqu'aux vertébrés où il se rencontre chez les poissons, les oiseaux, les rongeurs…et les sociétés humaines primitives.

2.2.3. Coopération et symbiose

La coopération ou mutualisme apparait quand deux espèces forment une association de bénéfice réciproque qui n'est pas indispensable, puisque chacune peut vivre isolément (Protection contre les ennemis, dispersion, pollinisation, apport de nutriments…). **Ex.** : Les graines des arbres doivent être dispersées au loin pour survivre et germer. Cette dispersion est assurée par les oiseaux, les 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**. Les partenaires d'une relation symbiotique sont appelés « symbiotes ». Dans cette association chaque espèce ne peut survivre, croitre et se développer qu'en présence de l'autre. **Ex.** : Les lichens sont formés par l'association (Obligatoire) d'une algue et d'un champignon.

2.2.4. Parasitisme

Un parasite est un organisme qui vit aux dépens de un ou plusieurs hôtes où il trouve un habitat et dont il tire sa nourriture, le plus souvent sans le tuer. Les parasites se distinguent des prédateurs car ils ne mènent pas une vie libre. Ils sont au moins à un stade de leur développement liés à la surface (**Ectoparasites)** ou à l'intérieur (**Endoparasites**) du corps de leur hôte. Ils peuvent être **monoxènes** (Cycle évolutif à un seul hôte) et/ou **hétéroxènes** (Cycle évolutif à plusieurs hôtes). Contrairement aux prédateurs, les parasites ont souvent une petite taille, ce qui les rend difficiles à détecter et à étudier. **Ex.** : Virus, bactéries, champignons, protozoaires, puces, poux, tiques.

Les parasites peuvent intervenir dans la biologie des espèces hôtes et dans le fonctionnement des écosystèmes de diverses façons : En évoluant et en modifiant leur génotype en fonction de l'hôte, en modifiant le comportement de leur hôte en vue d'assurer leur transmission, en orientant la physiologie de leur hôte afin de l'exploiter au maximum, en déprimant le système immunitaire de leur hôte pour augmenter leurs chances de survie, en réduisant la compétition interspécifique, en modifiant le sex-ratio,...

Dans ses formes les plus primitives, le parasite constitue une variante de la prédation car le parasite finit toujours par tuer son hôte dont il dévore les organes internes. Dans de tels cas, on désigne les animaux pratiquant cette forme de parasitisme sous le terme de **parasitoïdes**, comme c'est le cas chez de nombreuses espèces d'insectes.

2.2.5. Effet de groupe

On parle d'effet de groupe lorsque des modifications physiologiques, morphologiques et comportementales ont lieu chez des animaux de la même espèce quand ils sont groupés par deux ou plus de deux dans un espace raisonnable et avec une quantité de nourriture suffisante. La lutte contre les ennemis et la recherche de la nourriture sont facilitées par la vie en commun. 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. **Ex.1**: Un troupeau d'Eléphants d'Afrique doit renfermer au moins 25 individus pour pouvoir survivre**. Ex. 2** : Les têtards du crapaud (Alytes obstetricans) ont une croissance plus rapide et un poids plus élevé quand ils sont élevés par groupes de 2 à 5 que lorsqu'ils sont élevés isolément.

L'effet des phases est une manifestation spectaculaire de l'effet de groupe. Il a été découvert chez les acridiens mais il existe aussi chez d'autres insectes. Chez le Criquet Migrateur (Locusta migratoria), un polymorphisme phasaire a été découvert par Uvarov, pour qui, les formes solitaire et grégaire des locustes sont très dissemblables sur le plan morphologique, pigmentaire, anatomique, physiologique, éthologique, biologique et écologique. Ceci explique pourquoi elles ont été autrefois considérées comme des espèces différentes. Les individus solitaires sont verts et peu actifs, si on les groupe, ils deviennent bariolés de noir et d'orange et très actifs. Les individus grégaires ont un appétit bien plus grand que les individus solitaires, ils grandissent plus vite et sont plus lourds. L'apparition de la phase grégaire est due à des phénomènes sensoriels tels que la vue des congénères ou des stimulis tactiles.

2.2.6. L'effet de masse

L'effet de masse se produit quand le milieu souvent surpeuplé provoque une compétition sévère aux conséquences néfastes pour les individus (A l'inverse de l'effet de groupe aux conséquences

bénéfiques). Ces effets néfastes à conséquences métabolique et physiologique sur les individus, se traduisent par des perturbations comme la baisse du taux de fécondité, la diminution de la natalité, l'augmentation de la mortalité (Apparition d'épidémies), l'allongement du stade larvaire...Chez certains organismes, le surpeuplement entraine des phénomènes appelés phénomènes **d'autoélimination**. **Ex.1** : Dans certaines colonies de Goélands argentés à forte densité d'individus, il se produit des phénomènes de cannibalisme à l'égard des nichées.

Ex. 2 : Il existe une densité optimum pour laquelle le nombre d'œufs pondus par femelle de Ténébrion (Tribolium confusum) atteint un maximum (Effet de groupe). Au-delà de cette densité optimum, la fécondité des femelles diminue. Lorsque la farine dans laquelle vivent ces coléoptères contient une certaine quantité d'excréta et des sécrétions diverses plus ou moins toxiques, on assiste à une réduction de la fécondité des femelles, un allongement de la durée du développement larvaire ainsi qu'à l'apparition de cannibalisme des imagos vis-àvis des œufs. Ces effets sont réversibles et cessent quand on élève à nouveau les Ténébrion dans de la farine neuve. Le cannibalisme des imagos vis-à-vis des œufs augmente avec la densité de la population. Le pourcentage d'œufs mangés est de 7.7% pour une densité de 1.25 imago/g de farine et de 98.4% pour une densité de 40 imagos/g de farine.

2.2.7. Commensalisme

Représente la première étape évolutive vers le développement de relations mutuellement bénéfiques. Il s'agit d'une interaction entre 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. Parmi les commensaux, on peut citer les animaux qui s'installent et qui sont tolérés dans les gîtes des autres espèces. **Ex.** : 110 espèces de coléoptères recensées dans les terriers de la Marmotte des Alpes.

Le transport de l'organisme (Le plus petit) par un autre (Le plus grand) est une forme de commensalisme connue sous le nom de **phorésie**. **Ex.** : Le transport de diverses espèces d'acariens par des coléoptères comme les Geotrupes.

2.2.8. Amensalisme

L'amensalisme est aussi connu sous le nom d'antagonisme ou antibiose et certaines de ses manifestations sont utilisées en lutte biologique. 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**, phénomène responsable de la formation d'espaces dépourvus de végétation. **Ex.** : La Piloselle (*Hieracium pilosella*) produit une substance toxique qui empêche la germination de nombreuses plantes annuelles. Dans le milieu aquatique, les cas d'amensalisme sont nombreux. Ex. : Les Péridiniens du Genre *Gonyaulax* responsable du phénomène des eaux rouges rejettent des substances qui diffusent dans l'eau et qui peuvent entrainer la mort de toute la faune sur d'assez grandes étendues.

2.2.9. Neutralisme

On parle de neutralisme lorsque les deux espèces sont indépendantes : Elles cohabitent sans avoir aucune influence l'une sur l'autre.

2.3. Interaction des milieux et des êtres vivants

2.3.1. Rôle des facteurs écologiques dans la régulation des populations

Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physico-chimiques du milieu intéressent la morphologie, la physiologie et l'éthologie. 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. Même si les effectifs des populations animales ou végétales présentent des fluctuations cycliques ou apériodiques, ils subissent rarement des variations d'amplitude considérables et oscillent, dans la plupart des cas, autour d'une valeur moyenne qui est la capacité limite du milieu. Il existe cependant quelques exceptions à cette constatation. Celles-ci concernent les espèces introduites de façon artificielle par l'Homme dans les milieux qui leur sont écologiquement favorables, ou à l'opposé, les espèces aux populations déclinantes (Perturbations écologiques induites par l'Homme ou par suite de son action directe sur les espèces concernées, par la pêche ou la chasse).

2.3.2. Notion d'optimum écologique

Enoncée par Schelford en 1911, 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 qu'en conséquence, la vie de tel ou tel organisme, l'apparition de telle ou telle biocénose seront possible.

-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.
-Une borne supérieure au-delà de laquelle l'excès du facteur est également mortel.
-A l'intérieur de l'intervalle de tolérance existe une valeur optimale dénommée « **preferendum** » ou « **optimum écologique** » pour lesquelles le métabolisme de l'espèce ou de la communauté considérée s'effectue à une vitesse maximale.

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 Schelford (**Fig.2**).

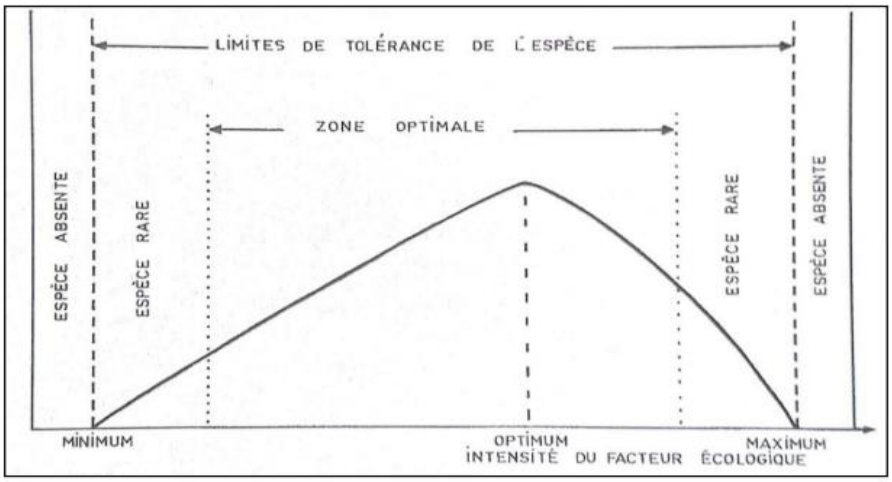

Figure 2 : *Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique étudié (Dajoz, 2006).*

2.3.3. Valence écologique

La valence écologique d'une espèce est la capacité de cette dernière à peupler des milieux différents caractérisés par des variations plus ou moins grandes des facteurs écologiques :

- 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 est dite **sténoèce**.

2.3.4. Loi du minimum

On doit à Liebig (1840) la loi du minimum qui stipule que 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 limitants».

Un facteur écologique joue le rôle d'un facteur limitant lorsqu'il est absent, réduit au-dessous d'un seuil critique ou bien excède le niveau maximum tolérable. C'est le facteur limitant qui empêchera l'installation et la croissance d'un organisme dans un milieu.

2.3.5. Notion de niche écologique

La niche écologique a beaucoup évolué depuis sa première définition par Grinell en 1904. Pour cet auteur, ce concept correspond à l'habitat. D'où le terme de niche qu'il avait avancé par analogie avec l'habitat du chien. Des années plus tard, cette notion caricaturale a été abandonnée pour d'autres concepts. Selon Odum (1971), l'habitat d'un individu représente « son adresse» et la niche écologique «sa profession». Sous le terme de profession, il faut envisager le rôle de diverses espèces de la biocénose, leurs adaptations, leurs exigences, leurs ressources, leurs modes de vie…En somme, leurs fonctions au sein de l'écosystème pendant des périodes particulières.

Selon Gause (1934), deux espèces possédant la même niche écologique ne peuvent cohabiter dans le même écosystème (Principe de l'exclusion compétitive). Des modifications des niches peuvent apparaitre en réponse à des phénomènes démographiques éventuellement accompagnés de changement de comportement. Ce phénomène est appelé : Plasticité des niches écologiques. **Ex**. : En cas de sécheresse prolongée, les Mériones (Rongeur du Sahel) deviennent grégaires, migratrices, arboricoles et s'approvisionnent en eau en rongeant l'écorce des arbres.