

LA BIOCOPLEXITE

I- Généralité :

La **complexité** est une notion difficile à définir précisément alors qu'elle appartient à notre vocabulaire quotidien. Or la littérature écologique nous rappelle de manière récurrente que les systèmes biologiques et écologiques sont des systèmes complexes.

Selon **Serres et Farouki (1997)** « une structure matérielle est dite complexe si, simultanément :

- Elle est composée de nombreux éléments appartenant à de multiples

catégories ;

- Ces éléments sont regroupés en sous-ensembles organisés en niveaux **hiérarchiques**

successifs ;

- Ces éléments et les sous-ensembles sont reliés par des **interactions**

nombreuses et de multiples **types** ».

II- Différents types :

On peut également distinguer avec **Jorgesen (1997)** plusieurs formes de complexité pour les écosystèmes.

- Le nombre d'organismes est d'espèces sur Terre est très grand et ils sont tous différents.

L'ordre de grandeur du nombre d'espèces est de 10^7 , alors que celui des individus serait de 10^{20} . Ce grand nombre d'espèces rend possible un très grand nombre d'interactions.

Ainsi, la complexité vient de la multiplicité des **relations** intra et interspécifiques entre les individus, des interactions entre les réseaux trophiques, et des interactions entre les organismes et leur environnement **abiotique** dans le temps et dans l'espace

- Le système complexe est constitué par une grande variété de composantes ou d'éléments

possédant des **fonctions** spécialisées. Ces éléments sont eux-mêmes interconnectés par des liaisons dont la nature et l'intensité peuvent évoluer dans le temps. On dit que ces relations sont non linéaires car elles peuvent être fonction de d'autres variables. Les processus naturels tels la propagation des **vagues**, la turbulence des **fluides**, le transport des **sédiments**, etc., sont souvent non linéaires (**Werner, 1999**).

- Il y a un grand nombre de boucles de **rétroaction** dans les écosystèmes, elles permettent en particulier aux organismes de répondre et de s'adapter à des changements dans les conditions de leur environnement. Une caractéristique importante des systèmes complexes est la notion de **délais** qui résulte des vitesses différentes de circulation de l'information et des flux, et des durées de stockage différentes dans les réservoirs. Ces délais jouent un rôle important dans les phénomènes d'**amplification** et d'**inhibition**, caractéristiques des systèmes complexes.

- Les composantes de l'écosystème (sa **structure**) et les processus sont organisés de manière hiérarchique, des **gènes** aux **communautés**. Chaque niveau constitue une unité influencée par les niveaux supérieurs et inférieurs de la **hiérarchie**.

- Il existe une forte **hétérogénéité** spatiale et temporelle car les écosystèmes sont des systèmes dynamiques dont toutes les composantes **biotiques** et **abiotiques** se modifient en permanence. Cette forte hétérogénéité explique, en grande partie, la diversité des espèces. Mais c'est aussi une difficulté supplémentaire lorsqu'on tente de **modéliser**.

- Les écosystèmes et leurs composantes biologiques « **évoluent** » à long terme vers une plus grande complexité. Toutes les espèces sont en effet confrontées à la question : **comment vivre dans un environnement qui se modifie ?**

Les **mutations** et la **sélection naturelle** sont à l'origine de l'évolution et de l'apparition de nouvelles espèces mieux adaptées aux conditions de l'environnement dont on sait qu'il s'est modifié en permanence dans le passé sous l'influence des facteurs climatiques.

- Le sens et l'ampleur des changements qui affectent un écosystème dépendent des conditions préexistantes. On estime de plus en plus que l'histoire des écosystèmes est un facteur essentiel de leur dynamique. L'importance des conditions initiales a été mise en évidence avec la « **théorie du chaos** ».

- Enfin, « les systèmes complexes sont des systèmes dans lesquels le tout est plus que la somme des parties, non dans un sens **métaphysique**, mais dans un sens **pragmatique** important : étant donné les propriétés des parties et les lois de leur interaction, il n'est pas trivial d'en inférer les propriétés du tout » (**Simon, 1962**).

De manière pragmatique, **Pavé (1994)** distingue :

- **Une complexité structurelle** qui correspond aux ensembles de nombreux éléments en interaction. C'est une notion topologique qui peut résulter de la complexité des relations observées entre éléments constitutifs. Elle correspond pour les systèmes naturels à une **structure spatiale** plus ou moins complexe ;
- **La complexité des comportements** liée à la dynamique d'un système et qui engendre des trajectoires complexes des variables d'état de ce système. Cette dynamique spatio-temporelle peut modifier la structure (**topologique** ou **spatiale**) du système lui-même.

III- Le Système climatique :

Un exemple de système complexe : le système climatique

Le système climatique constitue un exemple de système complexe avec interactions multiples. La **pluie** qui tombe sur la **Terre** permet de faire pousser les plantes dont la **transpiration** (processus **physiologique**) contribue avec l'**évaporation** (processus de nature **physique**), à envoyer l'**eau** sous forme de **vapeur** dans l'**atmosphère**.

Cette vapeur d'eau forme des **nuages** qui réfléchissent une partie des **radiations solaires** vers l'atmosphère, réduisant ainsi l'apport en **énergie** à la surface de la Terre et, par voie de conséquence, la **production primaire**.

Mais la vapeur d'eau absorbe également les radiations **infrarouges** provenant de la Terre contribuant ainsi à l'**effet de serre** qui modifie le **régime thermique** de la **planète**.

En outre, le monde vivant émet un certain nombre de **gaz** dits effet de serre qui contribuent au **réchauffement** de la planète.

Les différences de température à la surface de la Terre créent une **hétérogénéité** de la **pression atmosphérique** qui génère des **vents** et des **tornades**. Les vents créent des **turbulences** qui favorisent l'**évapotranspiration** à la surface du **sol** et contribuent également à la **circulation océanique** qui influence à son tour la température globale. Sont ainsi impliqués dans ce **cycle**, tout à la fois, la « **physique des nuages** », la « **physique des états de surface** », les radiations atmosphériques, la dynamique des océans, des processus biologiques tels que la production primaire, tous en interaction (**Rind, 1999**).

