

LES FLUX DE MATIERE ET ENERGIE DANS LES ECOSYSTEMES

I- Généralité :

Une des **fonctions** principales d'un **écosystème** est la production de **matière organique** vivante par les organismes **autotrophes**. Cette matière organique contient de l'énergie qui sera utilisée et dégradée par les consommateurs **hétérotrophes** au sein des **réseaux trophiques**.

Après la **mort** des organismes, la matière organique est décomposée : les constituants minéraux sont recyclés et entrent dans un nouveau cycle d'élaboration des tissus des organismes autotrophes. Selon **Evans (1956)** l'écologie des écosystèmes étudie « la circulation, la transformation, et l'accumulation de l'énergie et de la matière à travers le milieu constitué par les formes vivantes et leurs activités ».

La **Terre** est un **système thermodynamique** ouvert : le flux d'**énergie solaire** (**photons** de haute énergie) qui pénètre la **biosphère** va se transformer progressivement en **travail** et en **chaleur** qui sera, en fin de compte, dissipée dans l'**espace** sous forme de **radiations infrarouges** (photons de basse énergie).

L'un des objectifs de l'écologie des écosystèmes est de comprendre les mécanismes par lesquels ce flux d'énergie solaire va créer et entretenir la **vie**.

II- Cycles de la matière et flux d'énergie :

Les éléments minéraux nécessaires à la production de **matière vivante** sont virtuellement indestructibles. En théorie, ils sont **recyclés** en permanence dans l'écosystème ce qui est indispensable pour l'existence même des écosystèmes, étant donné que les ressources minérales sont en quantités limitées sur la Terre.

On sait néanmoins qu'une certaine fraction peut être stockée plus ou moins temporairement dans les **sols** ou les **sédiments**, et qu'il peut y avoir dans un écosystème des apports et des exportations de matière. Les grandes accumulations de **combustibles fossiles**, ainsi que les accumulations de **calcaire** d'origine organique constituent des exceptions notables au dogme dominant en écologie, qui veut que la matière soit complètement recyclée dans l'écosystème alors que l'**énergie** ne fait que transiter.

Cette dernière notion est également remise en cause par **Pattern et al. (1997)** qui défendent l'idée que l'énergie est au moins partiellement recyclée avec la matière, sous forme d'**exergie résiduelle** incorporée dans les liaisons chimiques de la matière organique.

La mise en évidence de cycles de la matière et de l'énergie dans les écosystèmes a changé la manière de concevoir la dynamique de la production biologique.

On met l'accent sur la notion de **flux** et plus seulement sur celle de **masse** ; on reconnaît l'importance des **chaînes détritiques** et des **boucles microbiennes**.

III- Transferts d'énergie et de matière :

Les transferts d'énergie et de matière dans les écosystèmes s'effectuent principalement via les **chaînes alimentaires**. A chaque niveau trophique, une part importante de l'énergie est dissipée sous forme de **chaleur**.

La **dissipation** peut être définie comme le changement spontané d'une forme organisée vers une forme moins organisée, menant d'un état éloigné de l'**équilibre thermodynamique** vers une forme vers un état plus proche de cet équilibre, avec une diminution de l'exergie et de l'**information** (Straskraba et al., 1999).

Un flux continu d'exergie d'origine solaire est nécessaire pour maintenir le système loin de l'équilibre thermodynamique, sous une forme hautement structurée.

La dissipation permanente de l'énergie dans le réseau trophique est ainsi le moteur de la **synthèse** des substances organiques des organismes à partir de l'énergie solaire accumulée grâce à la **production primaire**.

Entre le moment où l'énergie est fixée par les organismes autotrophes et celui où la matière organique est entièrement reminéralisée par des **décomposeurs**, il existe un grand nombre de **transformations intermédiaires**. C'est ce que Patten et al. (1997) appellent la **cascade** de l'énergie dans le réseau trophique. Les différentes étapes de ce **continuum** sont organisées autour d'un schéma général, un **cycle charge-décharge** de l'énergie.

Chaque **cellule** ou chaque **organisme** a son propre cycle charge-décharge : il doit acquérir de l'énergie qui sera stockée pour être utilisée pour l'**entretien**, la **reproduction**, etc.

1- Au niveau physiologique, la synthèse organique ou **anabolisme** est possible grâce à l'apport d'énergie. C'est la clé du processus charge-décharge en énergie : les organismes ont besoin d'un apport continu d'énergie pour rester vivants. Le processus de dissipation se caractérise par la décomposition des **protéines** en présence d'oxygène pour produire du **CO₂**, de l'**eau** et de l'**ammonium**, avec libération d'énergie. C'est le **catabolisme**.

2- Au niveau des organismes et des communautés, la dissipation de la matière et de l'énergie est le résultat de la **respiration**, de l'**excrétion** et de la **mortalité** qu'elle soit due à la **prédation** ou à la **sénescence**.

L'excrétion comme la respiration sont gouvernées par des **lois quantitatives**. La dépendance de la respiration par rapport à la température se traduit par une relation complexe qui a souvent été déclinée sous une forme plus simple, la **loi du Q10**.

Le processus d'excrétion et d'**exsudation** conduisent à une **régénération** rapide des **nutriments** qui deviennent de nouveau disponibles pour une réutilisation par les autotrophes. Ces processus accélèrent le **recyclage** de la matière ce qui a globalement un effet positif sur la productivité de l'écosystème comme l'ont montré diverses **observations** et **expérimentations**.

3- Au niveau des écosystèmes, la phase charge consiste à accumuler de l'énergie dans la **biomasse** sous forme de **molécules** riches en énergie dans les cycles successifs de **production primaire** et **secondaire**.

L'énergie qui est libérée par les processus **cataboliques** (**respiration**, **fermentation**, etc.) de tous les organismes dans les écosystèmes est utilisée pour maintenir l'organisation du **système** loin de l'état d'équilibre thermodynamique. La cascade de l'énergie dans le réseau trophique consiste en un **réseau anastomosé** de relations trophiques entre les différents types d'organismes présents dans l'écosystème qui ont développé des **comportements alimentaires** spécifiques au cours de l'**évolution**.