

CHAPITRE 04 : FLUX D'ENERGIE ET NOTION DE PRODUCTIVITE

1. Le flux solaire

Unique entrant dans la biosphère, il conditionne toute production de matière vivante car c'est de lui que dépend toute activité photosynthétique. Seule une fraction de la lumière solaire qui atteint l'environnement immédiat de notre planète arrive à la surface terrestre.

On définit le flux solaire comme le taux d'énergie de toute longueur d'onde qui traverse une unité de surface par unité de temps, on peut l'évaluer à $2 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ dans la haute stratosphère.

Plus de 30% du flux solaire qui atteint la haute stratosphère est directement réfléchi dans l'espace par l'atmosphère elle-même et les nuages ; 8% l'est par les poussières en suspension dans l'air. De plus, 10% du rayonnement global est absorbé par la vapeur d'eau, l'ozone et d'autres gaz.

Finalement, seuls 52% des rayons solaires parviennent au sol. Mais à ce niveau se produiront encore des pertes par réflexion, de l'ordre de 10% et près de la moitié seront utilisés comme source de chaleur dans les processus d'évapotranspiration. Enfin, sur les 40% qui restent disponibles, à peine le quart est employé par les végétaux pour la photosynthèse.

2. Notion de Biomasse

Le terme de biomasse désigne normalement la matière vivante, la nécromasse constitue la matière organique morte.

2.1. Composition de la biomasse

La biomasse est constituée de protides, lipides et glucides qui baignent dans un milieu riche en eau. La proportion des éléments diffère selon les types d'organismes et surtout entre les animaux et les végétaux.

2.2. Mesure de la biomasse

La biomasse est en principe une quantité de matière vivante mesurée en unité de masse de substance fraîche ou de poids frais. Ainsi, on exprimera la quantité de matière vivante dans les unités suivantes :

- **Le poids sec** : C'est le poids qui élimine l'environnement aqueux dans lequel baignent les tissus. Il est généralement obtenu par dessiccation dans une étuve à 90°-100° pendant 24h à 48h. On peut également estimer la quantité de matière organique (eau et sels minéraux exclus) en faisant la différence entre un poids sec et ce qui reste de l'échantillon après calcination au four. On définit alors un poids sec sans cendres.

- **Le biovolume** : Il est souvent considéré comme proportionnel au poids frais puisque la densité de la matière organique est à peu près invariable. Le biovolume est surtout utilisable pour les organismes de taille moyenne que l'on mesure par immersion dans un volume d'eau connu.

- **Le nombre d'individus** : C'est une bonne estimation de la quantité de biomasse à condition que les individus soient de même taille.

3. Transfert d'énergie et rendements (Notion de productivité)

3.1. La productivité primaire

C'est la quantité de biomasse végétale produite par l'activité photosynthétique des végétaux sous forme de matière organique utilisée comme aliment par les consommateurs.

3.1.1. La production brute (PB)

Elle s'exprime en quantité de carbone fixé par unité de temps par une biomasse végétale donnée. C'est le produit total de la photosynthèse, c'est-à-dire l'ensemble de toutes les matières organiques produites. Cette **PB** assure :

- La maintenance des organes existants.
- La constitution d'organes nouveaux.

- L'élaboration et le stockage de réserves.
- La création d'énergie utilisée pour la reproduction.

3.1.2. La production nette (PN)

C'est la photosynthèse apparente c'est-à-dire l'ensemble de tous les tissus formés par unité de temps et de toutes les matières nouvellement stockées dans tous les organes, c'est donc la différence de biomasse entre T_1 et T_2 .

$$PN = \frac{B_2 - B_1}{T_2 - T_1} = PB - R$$

R : Respiration

$$T_2 - T_1$$

Tout être vivant qui fabrique des tissus et se reproduit utilise une certaine quantité d'énergie pour :

- Assurer les dépenses d'entretien.
- Permettre l'effort musculaire.
- Assurer la croissance.
- Constituer des réserves.
- l'élaboration des éléments nécessaires à la création d'un nouvel organisme (Reproduction).

3.2. La productivité secondaire

Au sens large, le terme de productivité secondaire désigne le taux d'accumulation de matière vivante (Biomasse donc d'énergie) au niveau des hétérotrophes : consommateurs et décomposeurs.

Finalement :

- **Productivité brute (PB)** : Quantité de matière vivante produite pendant une unité de temps, par un niveau trophique donné.
- **Productivité nette (PN)** : Productivité brute moins la quantité de matière vivante dégradée par la respiration.

$$PN = PB - R.$$

- **Productivité primaire** : Productivité nette des autotrophes chlorophylliens.
- **Productivité secondaire** : Productivité nette des herbivores, des carnivores et des décomposeurs.

4. Transfert d'énergie

Les relations trophiques qui existent entre les niveaux d'une chaîne trophique se traduisent par des transferts d'énergie d'un niveau à l'autre.

- Une partie de la lumière solaire absorbée par le végétal est dissipée sous forme de chaleur.
- Le reste est utilisé pour la synthèse de substances organiques (photosynthèse) et correspond à la **Productivité primaire Brute (PB)**.
- Une partie de **(PB)** est perdue pour la **Respiration (R1)**.
- Le reste constitue la **Productivité primaire Nette (PN)**.
- Une partie de **(PN)** sert à l'augmentation de la biomasse végétale avant d'être la proie des bactéries et des autres décomposeurs.
- Le reste de **(PN)**, sert d'aliment aux herbivores qui absorbent ainsi une quantité d'énergie Ingérée **(I1)**.
- La quantité d'énergie ingérée **(I1)** correspond à ce qui est réellement utilisé ou Assimilé **(A1)** par l'herbivore, plus ce qui est rejeté (Non Assimilée) **(NA1)** sous la forme d'excréments et de déchets : **I1= A1+ NA1**
- La fraction assimilée **(A1)** sert d'une part à la **Productivité Secondaire (PS1)** et d'autre part aux dépenses Respiratoires **(R2)**.
- On peut continuer le même raisonnement pour les carnivores.

Ainsi, du soleil aux consommateurs (1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème} ordre), l'énergie s'écoule de niveau trophique en niveau trophique, diminuant à chaque transfert d'un chaînon à un autre. On parle donc de flux d'énergie. Le flux d'énergie qui traverse un niveau trophique donné correspond à la totalité de l'énergie assimilée à ce niveau, c'est-à-dire à la somme de la productivité nette et des substances perdues par la respiration.

Dans le cas des producteurs primaires, ce flux est : $PB = PN + R1$.

Le flux d'énergie qui traverse le niveau trophique des herbivores est : $A1 = PS1 + R2$.

Plus on s'éloigne du producteur primaire, plus la production de matière vivante est faible (Fig. 01).

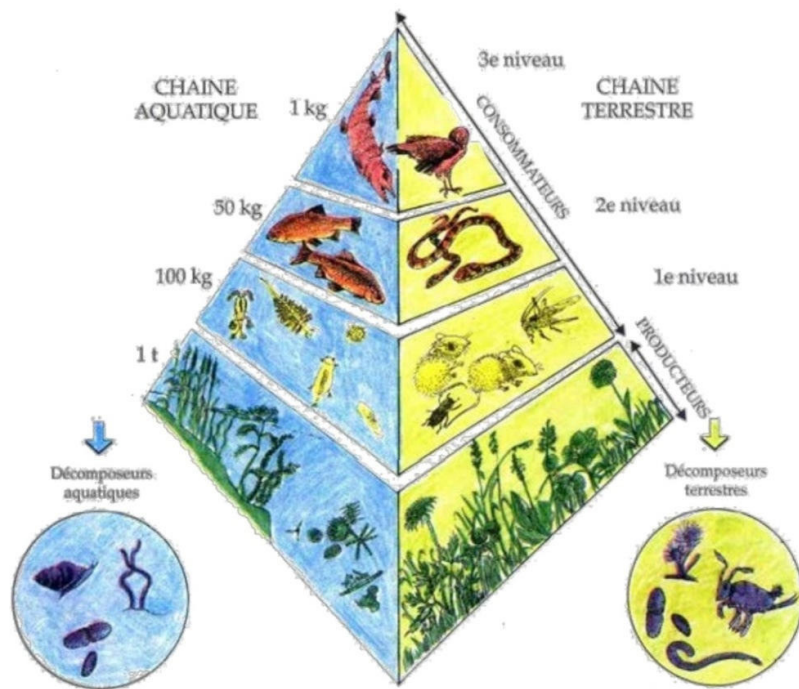


Figure (01) : Biomasse des différents niveaux d'une chaîne alimentaire : le passage d'un niveau alimentaire à un autre entraîne une perte de matière considérable.

4.1. Les rendements

A chaque étape du flux, de l'organisme mangé à l'organisme mangeur, de l'énergie est perdue. On peut donc caractériser les divers organismes du point de vue bioénergétique, par leur aptitude à diminuer ces pertes d'énergie. Cette aptitude est évaluée par les calculs de rendements :

- **Rendement écologique** : C'est le rapport de la production nette du niveau trophique de rang (n) à la production nette du niveau trophique de rang (n-1) : **(PS1/PN x 100) ou (PS2/PS1 x 100)**.
- **Rendement d'exploitation** : C'est le rapport de l'énergie ingérée (I) à l'énergie disponible. C'est la production nette de la proie : **(I1/PN x 100) ou (I2/PS1x 100)**.
- **Rendement de production nette** : Qui est le rapport de la production nette à l'énergie assimilée : **(PS2/A2x100) ou (PS1/A1x100)**. Ce rendement intéresse les éleveurs, car il exprime la possibilité pour une espèce de former la plus grande quantité possible de viande à partir d'une quantité donnée d'aliments.