

**Productivité et temps de renouvellement des
consommateurs**

De même que pour la PI on peut définir pour la production secondaire les notions de

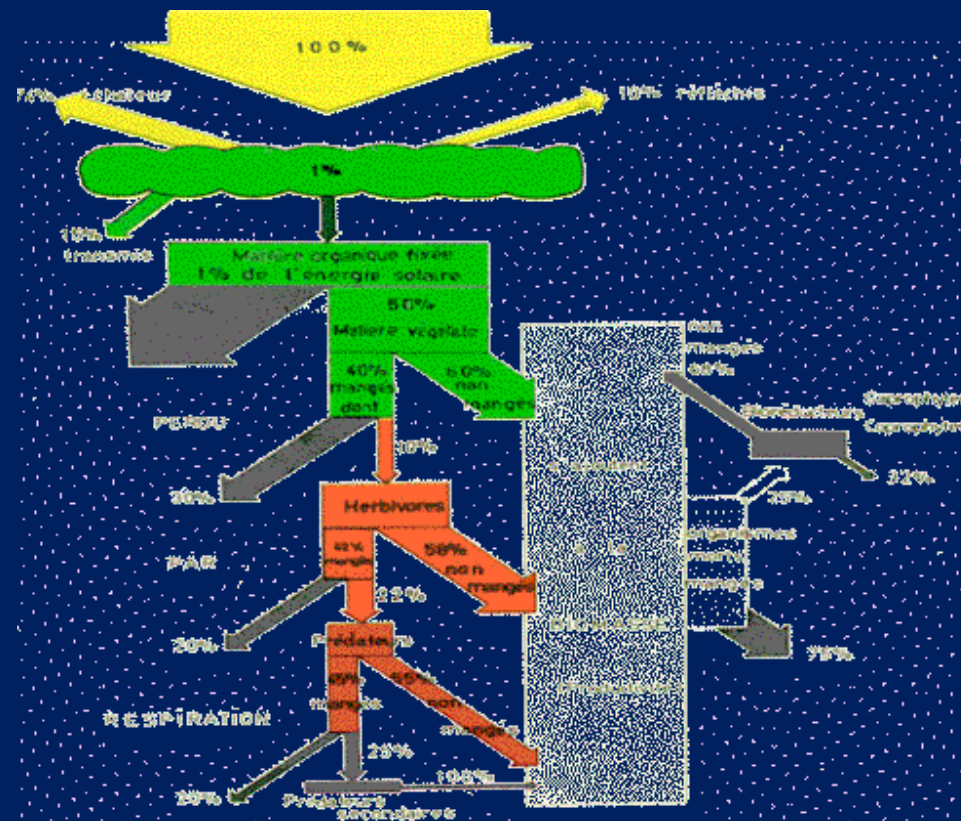
- **Productivité** : Production/Biomasse (P/B)
- **Temps de renouvellement ou Turn-over**: biomasse/production (B/P)

	Biomasse produite (par rapport à sa biomasse W)	Turn-over
Éléphant	0,05 W/an	20 ans
Cerf	0,25 W/an	4 ans
Campagnol	2,5 W/an	4 mois
Zooplancton méditerranéen	0,03 à 0,17 W/jour	6 à 33 jours
<i>Phytoplancton</i>	<i>1W /jour</i>	<i>1 jour</i>
Bactérie en culture	72W /jour	20 min

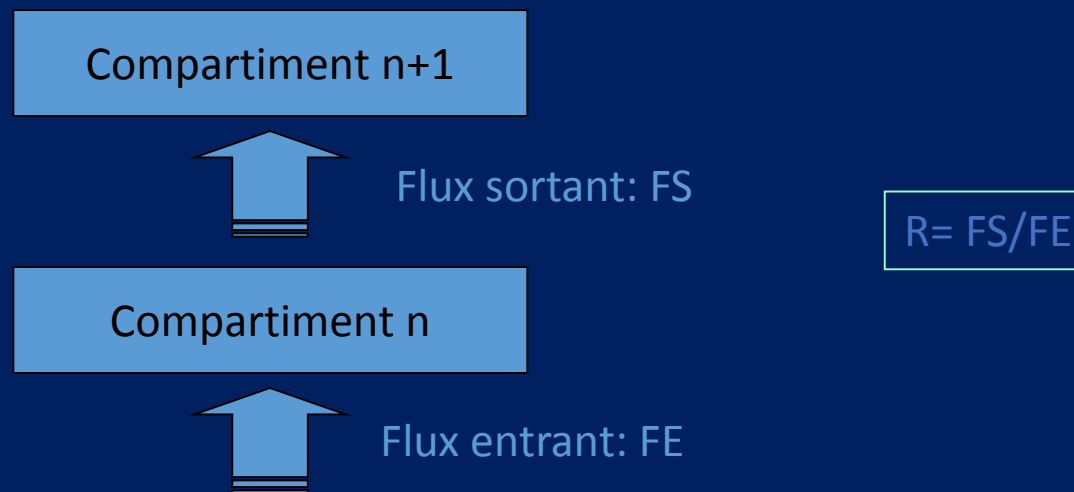
Corrélation positive entre le turn-over et taille individuelle :
les espèces de plus petite taille ont les turn-over les plus courts
(croissance plus rapide que celle des espèces de grande taille)

Rendements ou efficience énergétique

Etablir le bilan énergétique d'un organisme ou d'un niveau trophique donné = quantifier le flux d'énergie qui le traverse pendant une période déterminée.



Efficiences ou rendements énergétiques:
rapports entre un flux énergétique entrant et un flux énergétique sortant
à un niveau donné de la chaîne de transfert.

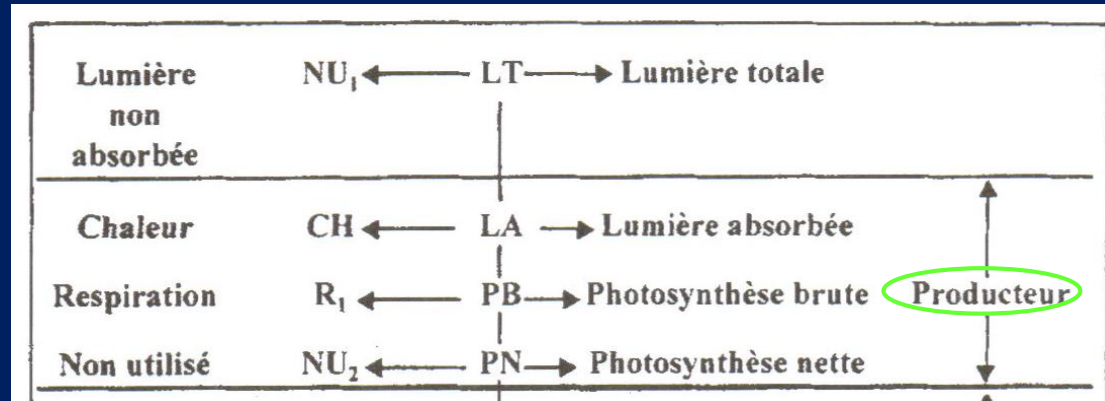


Pour chaque rendement il faut préciser :

- les flux considérés
- les compartiments considérés

Ex :couple prédateur proie, niveau trophique, ensemble de complexité intermédiaire

Cas des producteurs primaires

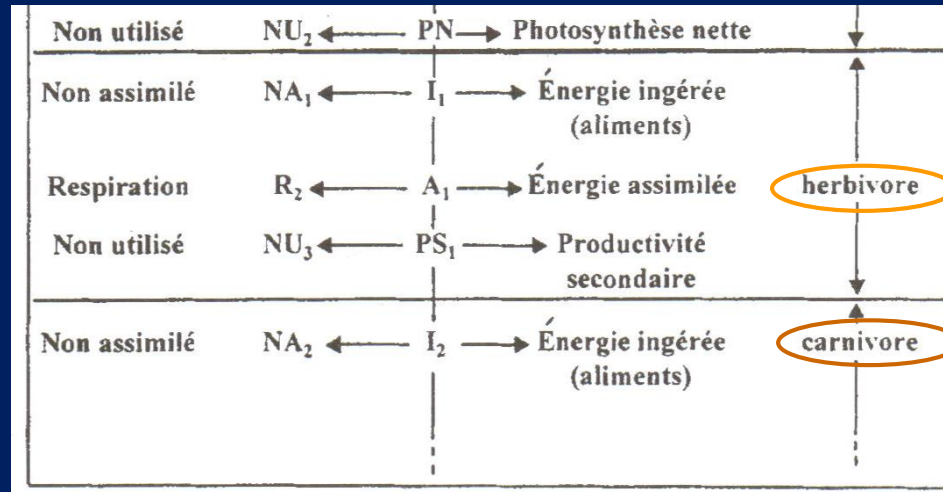


Barbault Ecologie générale 2000

Pour les Producteurs primaires l'énergie provient du rayonnement solaire:

- une faible partie de la lumière totale (LT) est utilisée le reste NU1 n'est pas utilisée.
- la lumière absorbée (LA) est en partie dissipée sous forme de chaleur (CH) le reste sert à la synthèse de matière c'est la photosynthèse brute (PB).
- Une partie de la matière produite est dégradée au cours de la respiration et la photosynthèse nette représente $PN = PB - R$

Le flux d'énergie qui traverse le niveau trophique des producteurs est $PB = PN + R1$



Barbault Ecologie générale 2000

Une partie de la PN sert d'aliments aux herbivores qui ingèrent une quantité d'énergie I_1 alors qu'une autre partie n'est pas utilisée NU_2 et reste dans la biomasse des végétaux vivants avant d'être la proie des bactéries et autres décomposeurs.

La quantité d'énergie I_1 correspond à ce qui est réellement utilisée A_1 (assimilé) plus ce qui est non utilisé et rejeté sous forme de fécès et de déchets divers NA_1 .

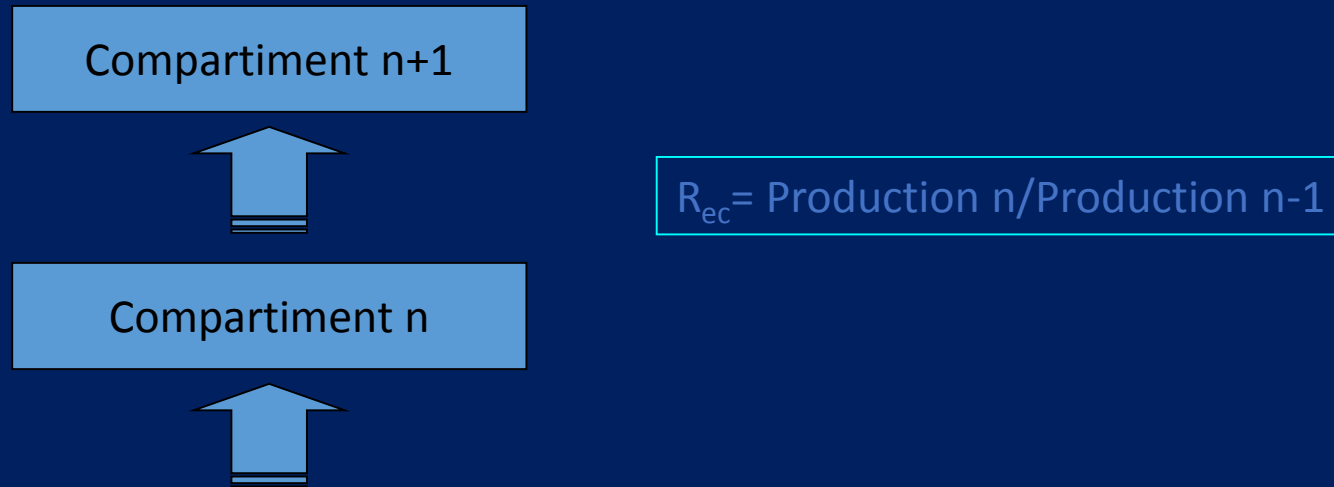
La fraction assimilée A_1 correspond d'une part à la productivité secondaire PS_1 et d'autre part aux dépenses respiratoires R_2 par conséquent

$$PS_1 = A_1 - R_2$$

Le flux d'énergie qui traverse le réseau trophique des herbivores est $A_1 = PS_1 + R_2$

Le flux d'énergie qui traverse le réseau trophique des carnivores est $A_2 = PS_2 + R_3$

Le rendement écologique R_{ec} correspond au rapport entre la production au niveau n-1 et à la production du niveau n

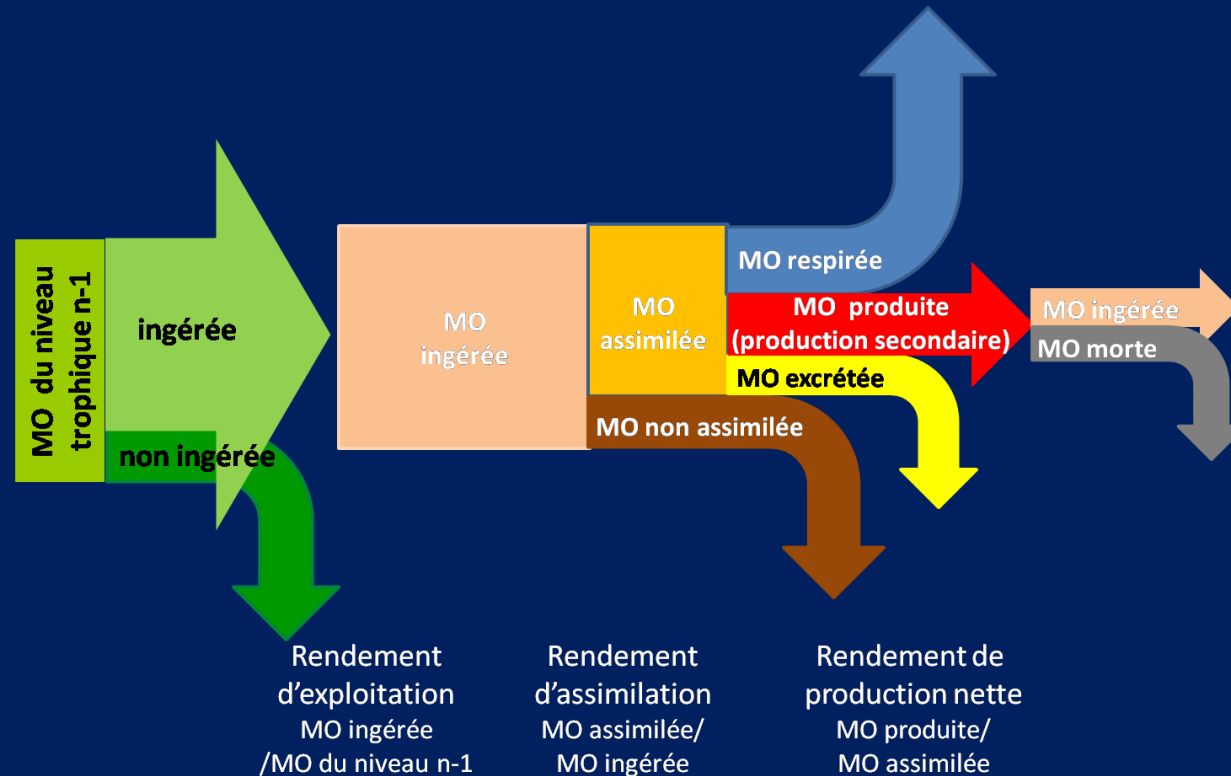


C'est une mesure du rendement d'une transition trophique

The measurement of energy transfer efficiency between two successive trophic levels is termed the trophic level transfer efficiency (TLTE) and is defined by the formula

$$TLTE = \frac{\text{production niveau } n}{\text{production niveau } n-1} \times 100 = \frac{PN_n}{PN_{n-1}} \times 100$$

Le rendement écologique R_{ec} dépend des



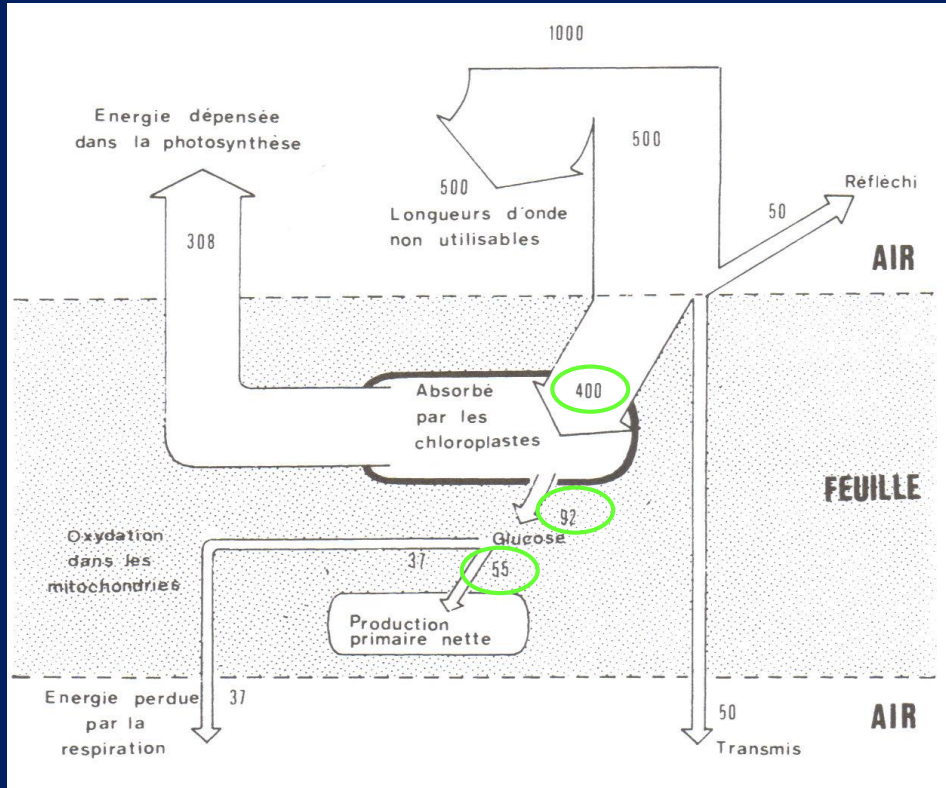
rendement d'exploitation ou d'ingestion ou de consommation R_{ex} :
 énergie ingérée / énergie disponible
 production nette de la proie
 Ex: Herbivores: $(I_1/PN \times 100)$

rendement d'assimilation R_a :
 énergie assimilée/énergie
 ingérée
 Ex: Herbivores $(A_1/I_1 \times 100)$

rendement de production R_p :
 E produite/ E assimilée
 Ex: Herbivores $(PS_1/A_1 \times 100)$

Rendement d'exploitation ou d'ingestion ou de consommation






Cas des producteurs primaires



**Bilan énergétique d'une plante cultivée (d'après Hall, 1979)
in Barbault *Ecologie générale* 2000**

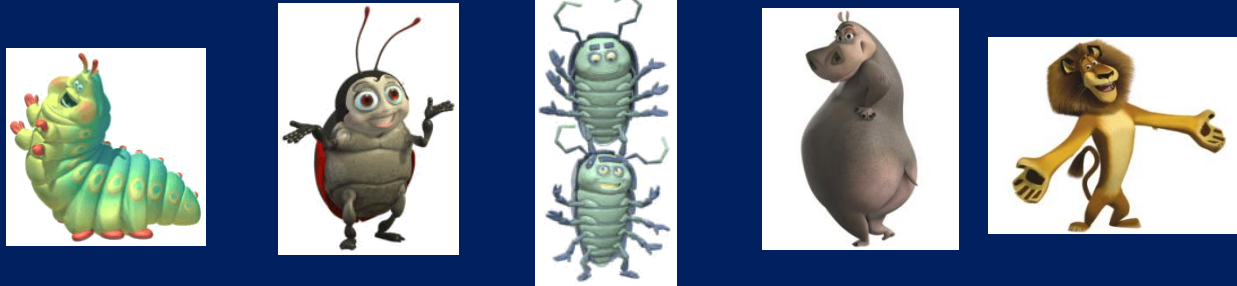
**Rq: en conditions naturelles la production primaire nette représente environ
1% de l'énergie lumineuse incidente**

Cas des consommateurs primaires

Rapport de consommation ou d'ingestion		
écosystèmes terrestres	1,5 à 2,5 % de la partie aérienne des arbres par les insectes	
	12% de la production nette d'une friche par les herbivores	
	60% valeur maximale en milieu terrestre savane surpâturée	
écosystèmes aquatiques	80 à 100% de la production phytoplanctonique par le zooplancton	
	<80% au cours des blooms phytoplanctoniques liés aux upwelling	

Rendement d'assimilation ou efficience d'assimilation

Rapport d'assimilation à l'ingestion défini à un certain niveau de consommation.
C'est le rapport entre l'augmentation de biomasse (PN) et l'assimilation



Hétérothermes			Homéothermes	
Herbivores	Carnivores	Détritivores	Herbivores	Carnivores
39 % (9)	77 % (2)	38 % (4)	65 % (10)	88 % (4)

Rendements moyens d'assimilation dans diverses populations naturelles
(d'après Brafield et Llewellyn, 1982 in *Barbault Ecologie générale* 2000)

-qualité des aliments consommés: aliments riches en substances indigestes : végétaux (cellulose et lignine) ou insectes (chitine) moins facilement assimilés.

- métabolisme des consommateurs: endothermes avec rendement d'assimilation supérieur à celui des ectothermes.

Rendement d'assimilation:

permet de distinguer
-des consommateurs gaspilleurs
dont une grande partie des aliments se retrouve dans les fèces
-consommateurs économes.



Ex : zooplancton se développant à partir des blooms phytoplanctoniques ingère beaucoup plus de cellules végétales qu'il ne peut en assimiler « superfluous feeding ».

Les pelotes fécales rejetées contiennent un grand nombre de cellules peu ou pas digérées.

Rendement de production nette

**Rapport entre l'augmentation de biomasse ou production nette
et l'assimilation (NPE: net production efficiency)**

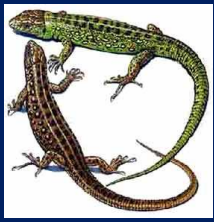
(NPE: net production efficiency)

$$NPE = \frac{\text{production nette}}{\text{assimilation}} \times 100 = \frac{PN}{A} \times 100$$

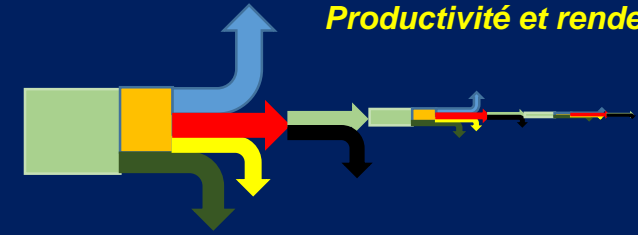
	Produite/Assimilée		Produite/Assimilée
Ectothermes	29%	Endothermes	2,6%
Insectes non sociaux	40,7%	Insectivores	0,9%
Insectes sociaux	9,2%	Oiseaux	1,3%
Autres invertébrés	25%	Petits Mammifères	1,5%
Poissons	10,7%	Autres Mammifères	3,1%

**Rendements de production dans diverses populations naturelles
(d'après Humphreys, 1979 in Barbault *Ecologie générale* 2000)**

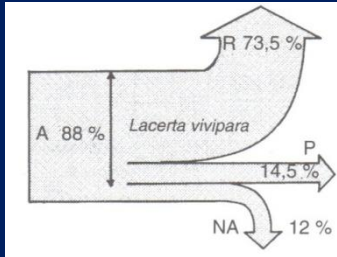
- Importance de la thermorégulation:** coût énergétique extrêmement fort
- Importance des dépenses d'activité** (insectes sociaux versus non sociaux, petits mammifères/autres mammifères)
- influence du régime alimentaire** rendement généralement plus faible chez les herbivores



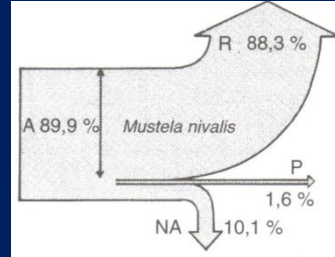
**Production II:
Productivité et rendement**



Les différents types de consommateurs
présentent d'importantes différences dans
la répartition de l'énergie

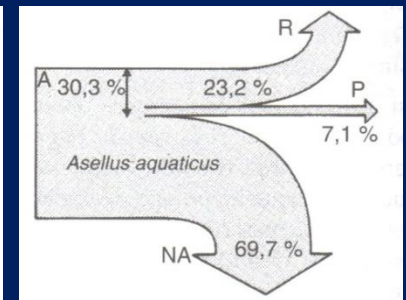
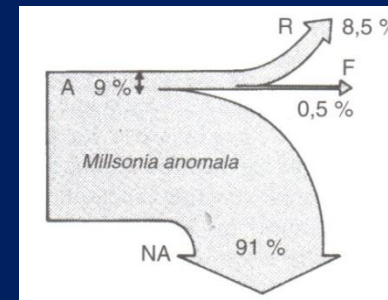
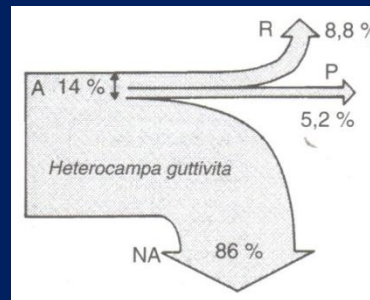
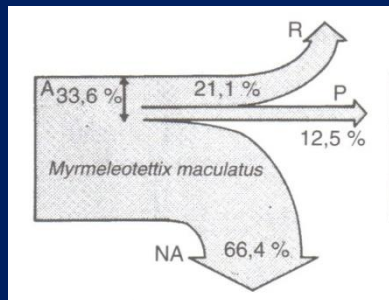


**Consommateurs
secondaires**



**Consommateurs
primaires**

**Consommateurs
Décomposeurs**



Nécromasse

Application pour gestion de l'élevage



Exemple :

-35kg d'herbe fraîche pour produire 1kg de bœuf: rendement de 6% :

-5kg de viande pour 1kg de brochet en élevage soit un rendement de 20%.

-âge du consommateur:

A partir d'un certain âge un bœuf ne grandit plus et ne consomme que pour son entretien: sa production nette devient nulle.

L'exploitation d'une biomasse jeune est à ce titre plus rentable que l'exploitation d'une biomasse âgée.

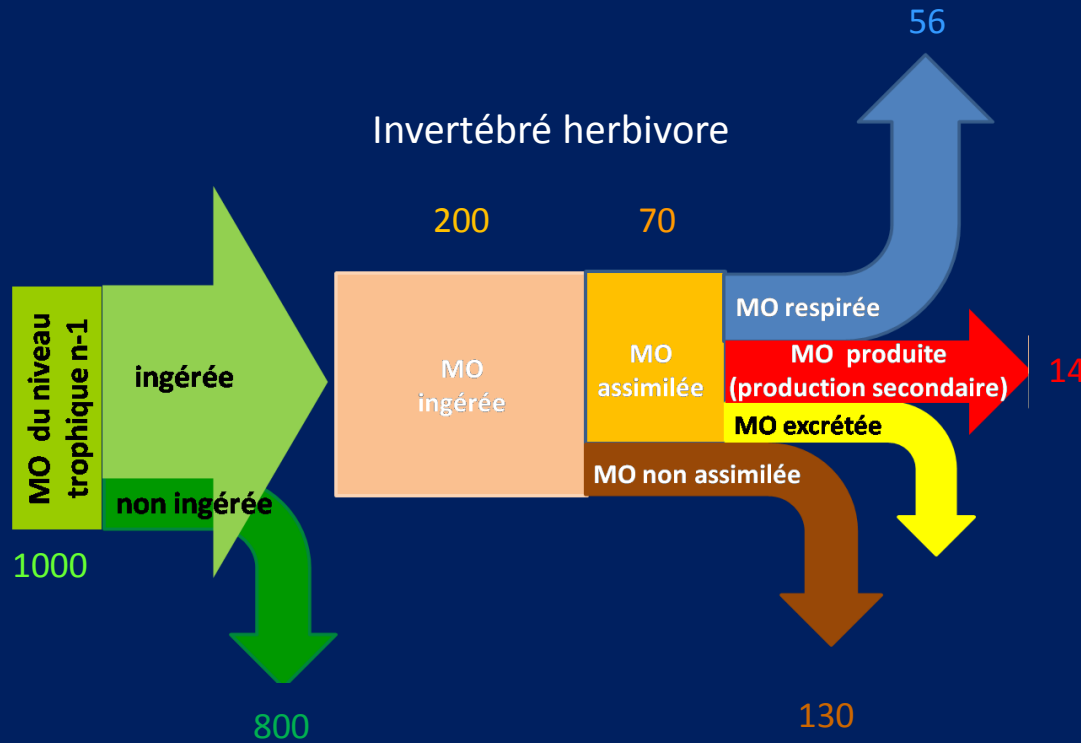
-utilisation métabolique de l'énergie :

énergie consommée à production nette égale :
endotherme 20 x ectotherme

Dépenses consacrées à la régulation varient à biomasse égale avec la taille de l'organisme:
d'autant plus grands que l'organisme est petit
(rapport S/V élevé chez les organismes petits)

Rendement écologique ou efficience écologique

Exemple de calcul de rendements d'un lien trophique



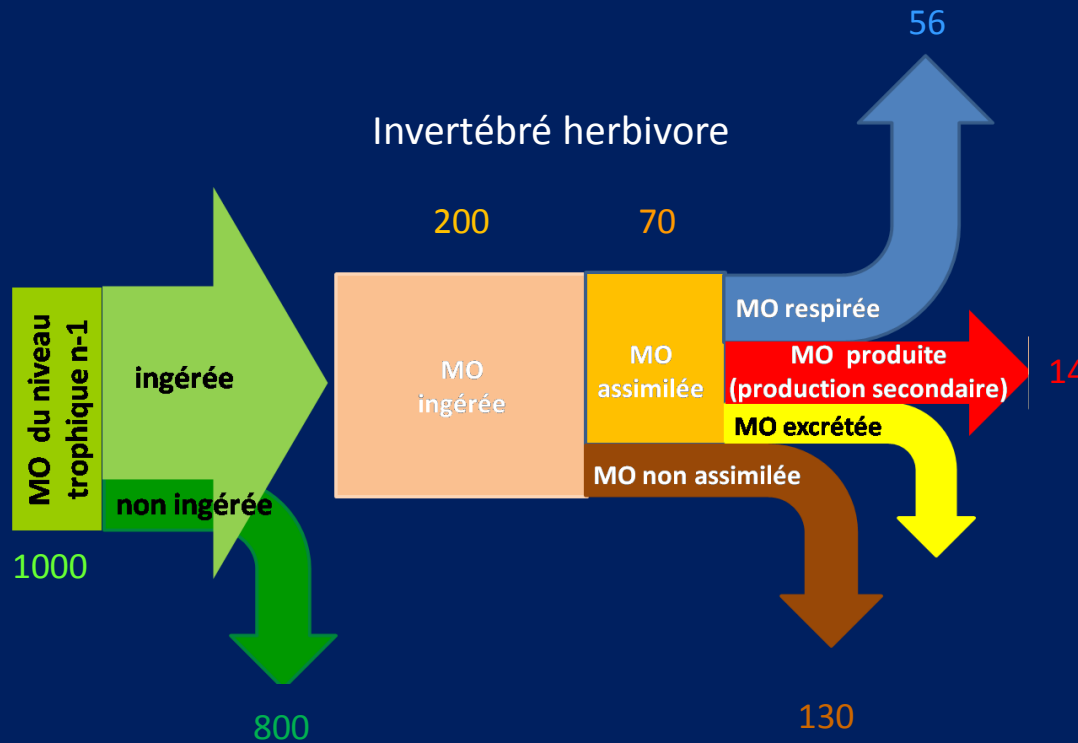
Rendement d'exploitation=

Rendement d'assimilation=

Rendement de production nette=

$Rec=TLTE=$

Exemple de calcul de rendements d'un lien trophique



Rendement d'exploitation= 20%

$$=200/1000*100$$

Rendement d'assimilation= 35%

$$=70/200*100$$

Rendement de production nette= 20%

$$=14/70*100$$

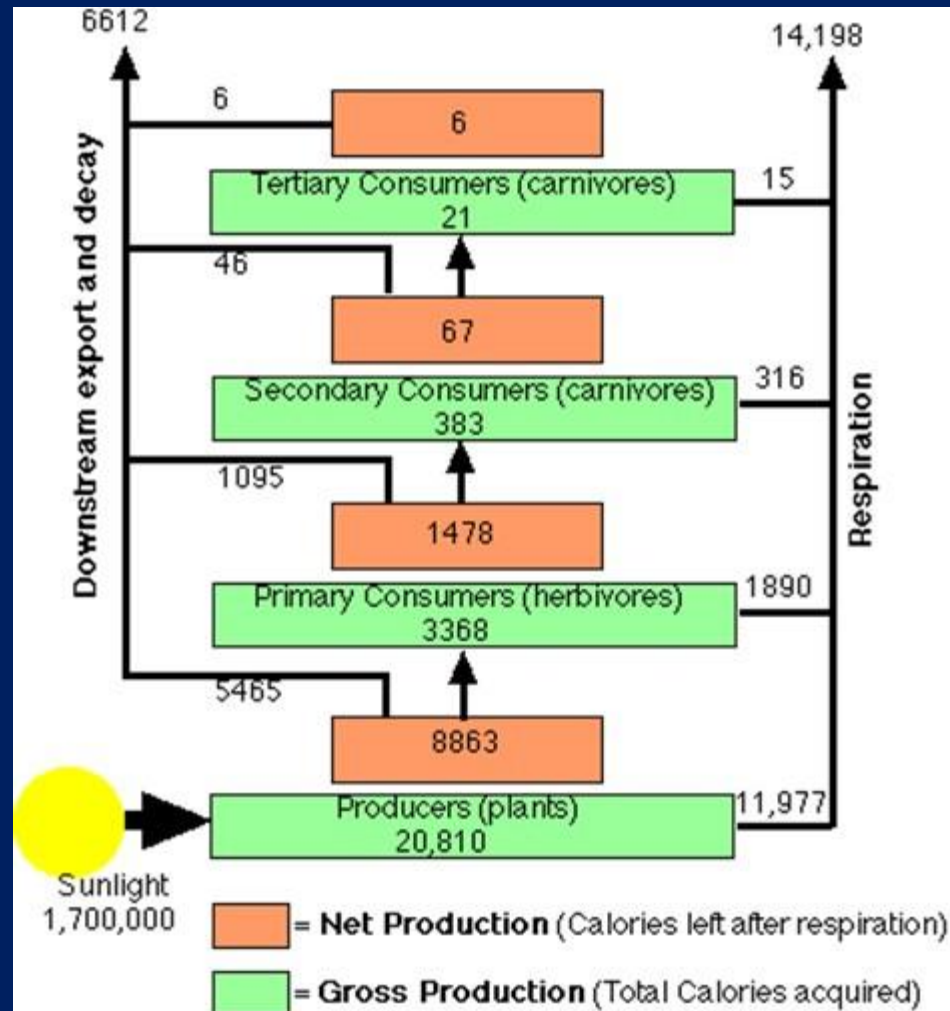
Rec=TLTE= 1,4%

$$=14/1000*100$$

$$=14/200*100=7%$$

**Production II:
Productivité et rendement**

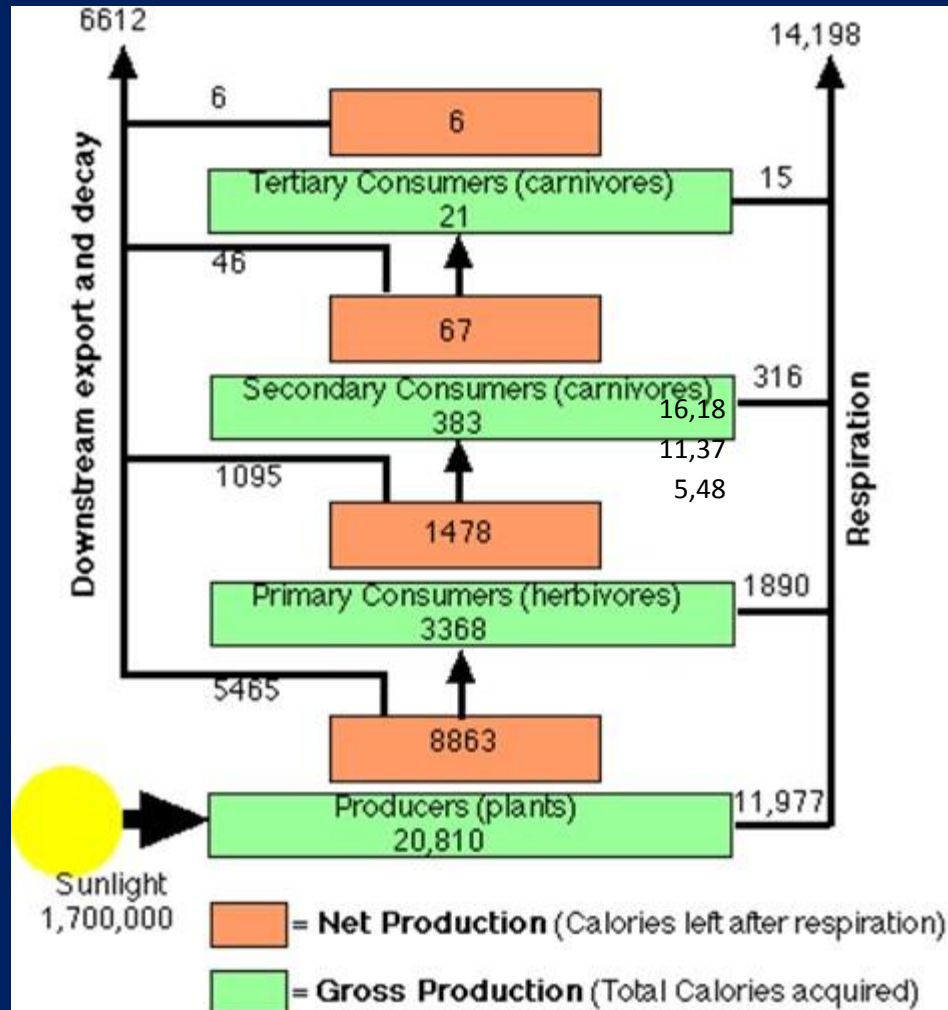
Exemple de calcul de rendements entre niveaux trophiques dans un écosystème



Silver springs Florida d'après Howard T. Odum

**Production II:
Productiv   et rendement**

Exemple de calcul de rendements entre niveaux trophiques dans un écosystème



Rec=TLTE= 8.96%

Rec=TLTE= 4.53%

Rec=TLTE= 16.67%

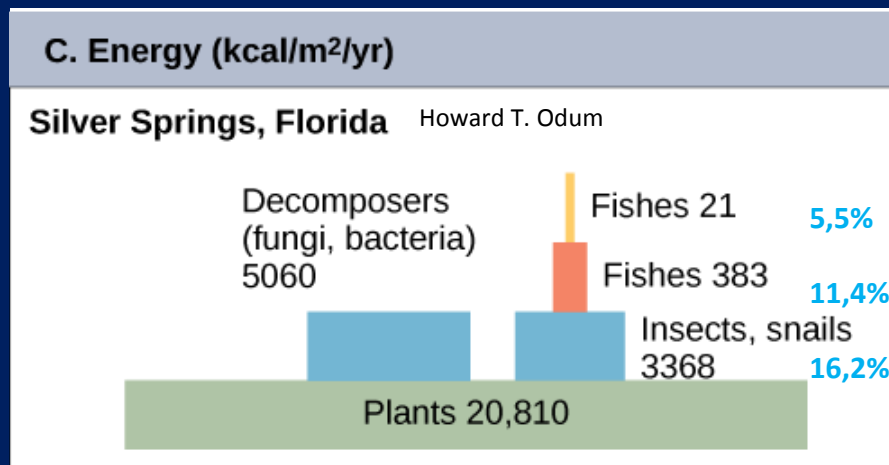
Rec=TLTE= 0.52%

Silver springs Florida d'après Howard T. Odum

Rendement écologique ou efficience écologique

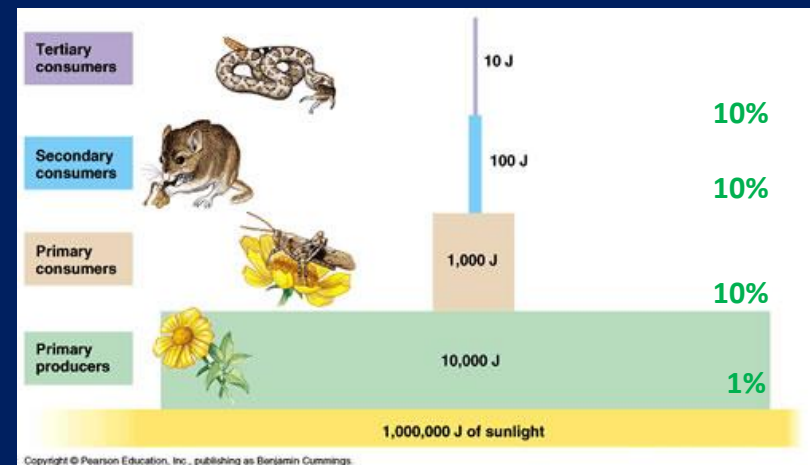
Le rendement écologique est toujours faible compris entre 6 et 20% en moyenne de l'ordre de 10%.

Pyramide des énergies



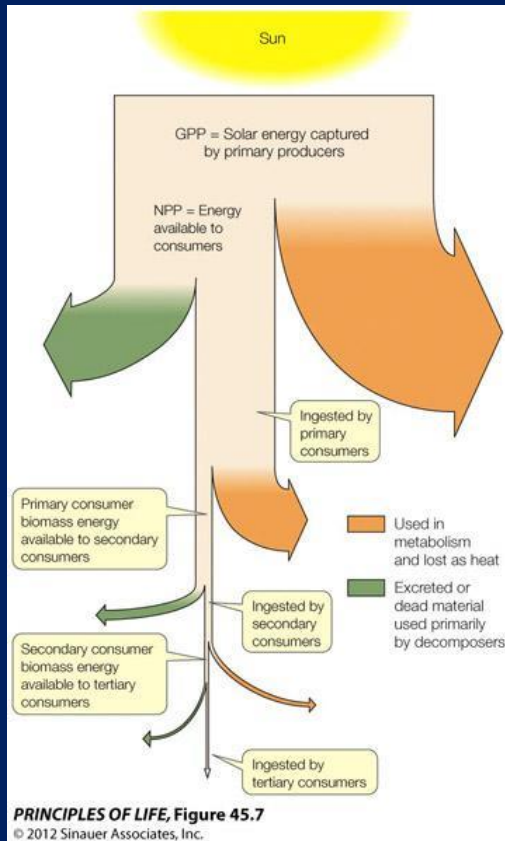
Valeurs obtenues en utilisant la production brute

Règle des 10%

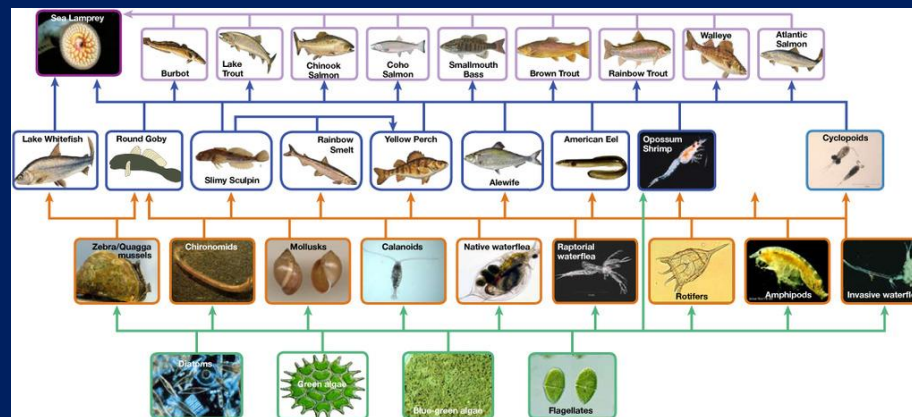


Analysis of various [ecosystems](#) indicates that those with squat biomass pyramids (with conversion efficiencies between one trophic level and the next averaging 10% or better) are less likely to be disrupted by physical or biotic changes than those with tall, skinny pyramids (having conversion efficiencies less than 10%).

Production II: Productivité et rendement

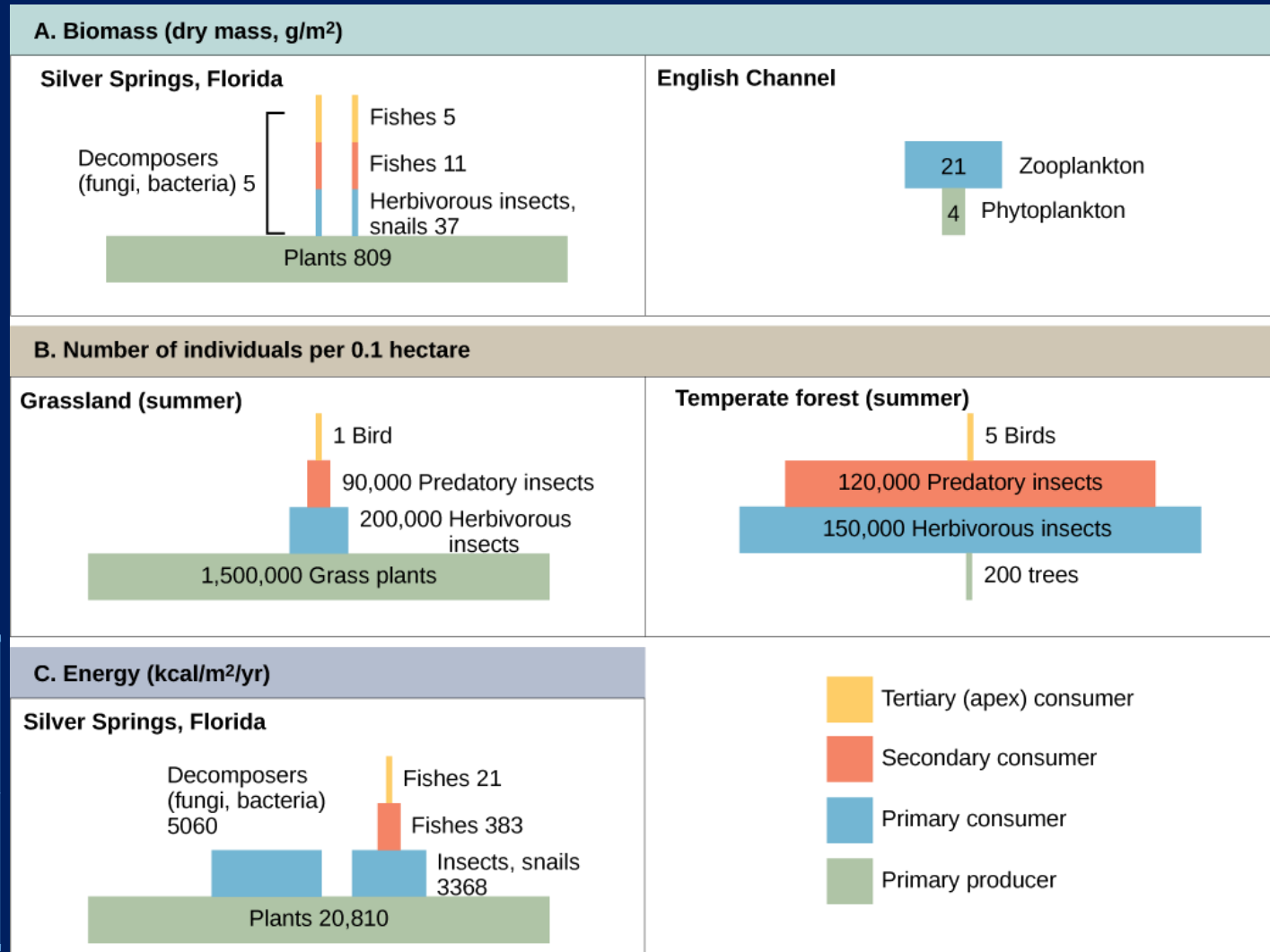


La faible efficacité de transfert énergétique entre les niveaux trophiques est souvent le facteur principal qui limite la longueur des chaînes alimentaires observées dans les réseaux trophiques. En fait après 4 ou 6 transferts il n'y a plus assez d'énergie pour supporter un niveau trophique supplémentaire.



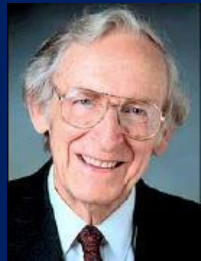
Dans le lac Ontario, le réseau trophique ne comporte que trois niveaux trophiques entre les producteurs primaires (green algae) et les top prédateurs (Chinook salmon).

**Établissement de pyramides de production comparables aux pyramides de biomasse
Flux et non plus des stocks représentés.**

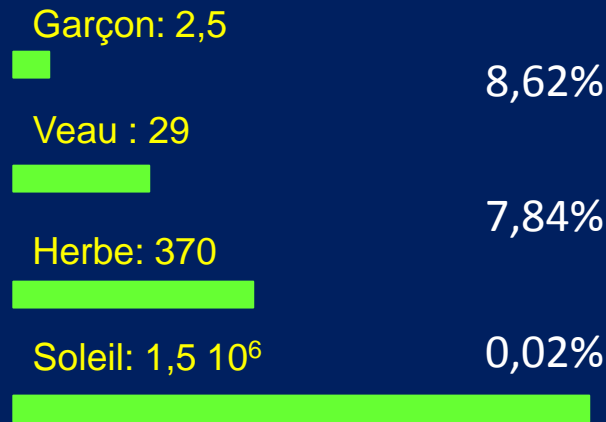


**Jamais
d'inversion**

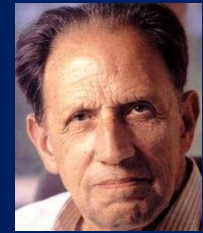
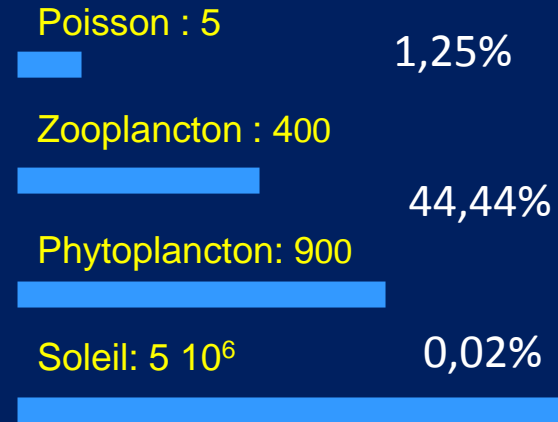
**Production II:
Productivité et rendement**



Eugene Odum
1913 - 2002



Echelle logarithmique ↑



Ramón Margalef
(1919 - 2004)

Ecosystème terrestre :

- rapport production secondaire/production primaire faible
- rendement d'exploitation maximale dans un agrosystème 0.6.

Efficacité écologique de la chaîne alimentaire pélagique classique est faible

Ecosystème pélagique en équilibre :

- rapport production secondaire/production primaire très élevé compris entre ¼ et ½.
- rendement d'exploitation du zooplancton peut être de 1.

Efficacité écologique de la chaîne alimentaire pélagique classique est considérable

Efficacités photosynthétiques très différentes

Les rendements écologiques entre le 1^{er} et le 3^{eme} niveau trophique comparables (0,68% 0,56%)

Temps de résidence de l'énergie:

$$R_t = (\text{énergie contenue dans la biomasse} / \text{production nette}).$$

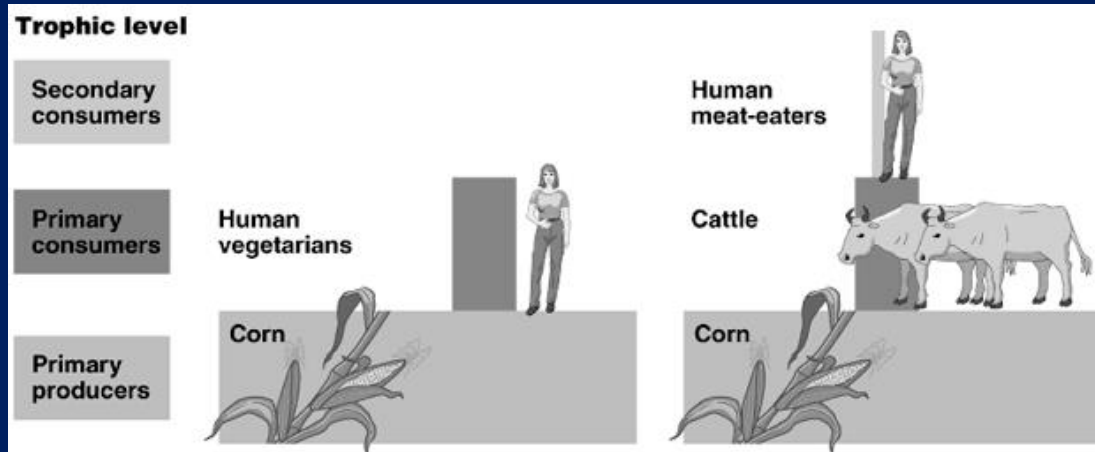
- environ 20-25 ans pour les forêts
- 3-5 ans pour les prairies

- 10-15 jours pour les lacs et les océans.

Production II: Productivité et rendement

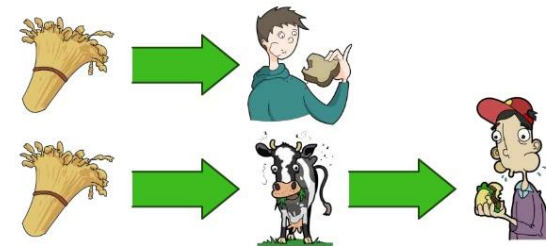
La différence du temps de résidence entre les systèmes aquatiques et terrestres est reflétée par les pyramides de biomasse et est important à prendre en compte lors:

- de l'analyse des réponses aux perturbations des écosystèmes
- de la réflexion conduisant au meilleur schéma d'utilisation des ressources d'un écosystème



How energy efficient is it to eat meat?

Which of these chains is the most efficient?



The first food chain is the most efficient because it contains fewest trophic levels, so less energy will be lost.

A luxury item?



A 400g steak costs
£4.00.
This equals **£1.00 per 100g**.



An 800g loaf of bread costs
£0.80.
This equals **£0.10 per 100g**.

Why is meat more expensive than bread?

Is eating meat less energy efficient?



If a one-acre field of corn is used to feed cows, it can support one person.

If the same area is used to feed humans directly, it can support 10 people.



Why is maximizing yields important?

Many farmers use **intensive farming** methods to maximize their yields. Why?



How do they do this.....

- More food produced in the same amount of space.
- Cheaper food for consumers.
- Lower costs for farmers.
- Increased energy efficiency.

Intensive farming

- Farmers apply the principle of food chains/pyramids of biomass.
- Intensive farming looks at maximising biomass in animals without feeding them anymore i.e. maintain room temps/limiting their movement



What are the problems of livestock farming/cramped conditions?

- Abnormal behaviour e.g. chickens may pluck out each other's feathers.
- Animals are more likely to catch diseases.



To help prevent these problems, farmers must comply with EU regulations, but some people do not think these regulations are strict enough.