

nourrir l'humanité

marcel.dellanoce@free.fr



- 1 vers une agriculture durable au niveau de la planète
- 2 un défi technique et scientifique
- 3 les risques alimentaires



nourrir 11 milliards d'humains en 2050

Les régimes alimentaires dans l'écosystème forestier

Êtres vivants	Aliments
Campagnol	Racines, bulbes, tiges souterraines.
Champignon	Matière organique morte contenue dans la litière
Chevreuil	Herbe, feuilles d'arbustes, jeunes rameaux de conifères.
Chouette	Campagnols, mulots, petits oiseaux, insectes
Écureuil	Graines diverses, bourgeons d'arbres.
Epervier	Petits oiseaux, petits rongeurs.
Epicéa (arbre du groupe des conifères)	Eau, sels minéraux, CO ₂ .
Herbe	Eau, sels minéraux, CO ₂
Hérisson	Lombrics, insectes, baies, insectes.
Hêtre	Eau, sels minéraux, CO ₂ .
Homme	Myrtille, chevreuil
Lombric (ver de terre)	Feuilles mortes, débris végétaux.
Martre	Écureuil, petits oiseaux, œufs, mulots, baies.
Mésange noire	Insectes, graines de hêtre et de conifères.
Mulot	Beaucoup de graines d'arbres, de jeunes plantes, des champignons, de petits fruits, des vers de terre.
Myrtille	Eau, sels minéraux, CO ₂ .
Pic noir	Insectes, baies, graines de conifères.
Puce	Sang
Renard	Petits rongeurs, oiseaux, baies.
Scolyte (insecte)	Bois des troncs d'arbres.

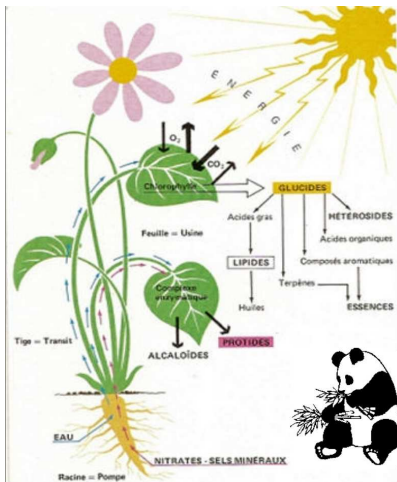
à partir de nos connaissances des régimes alimentaires des êtres vivants, on établit le réseau des relations alimentaires existant entre eux

L'Homme, un chasseur cueilleur, avant la révolution du néolithique ne devait être présent sur la planète qu'en effectif très réduit (comparable à ceux des grands singes actuels), tout au plus quelques centaines de milliers d'individus



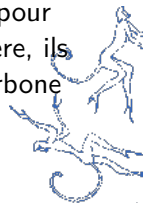
...

autotrophie et hétérotrophie au carbone



les végétaux produisent leur matière organique à partir de matière minérale (H_2O , CO_2 , N, K, P) et de lumière, ils sont autotrophes au carbone

les animaux ont besoin de consommer la matière organique des autres êtres vivants pour produire leur propre matière, ils sont hétérotrophes au carbone



niveaux trophiques

La productivité des différents niveaux trophiques dans l'écosystème marin

Être vivant	Aliments	Biomasse (relative) en grammes/ temps : productivité	Niveau trophique
Phytoplancton	Eau, sels minéraux, CO ₂	1000 g/unité de temps	I
Zooplancton herbivore	Phytoplancton	250 g/unité de temps	II
Zooplancton carnivore	Zooplancton herbivore	24 g/unité de temps	III
Petits poissons et alevins	Zooplancton herbivore	20 g/unité de temps	III
Poissons	Zooplancton carnivore et petits poissons et alevins	20 g/unité de temps	IV
Gros poissons prédateurs	Poissons	2,5 g/unité de temps	V

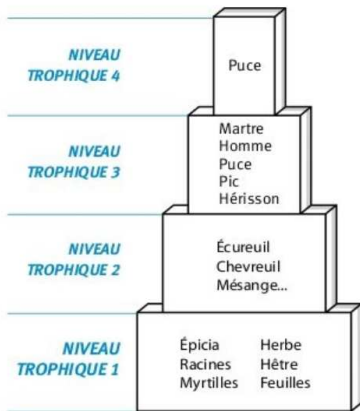
quelque soit l'écosystème, la production de matière organique est organisée en différent niveaux trophiques au sein de la biocénose

les producteurs primaires représentent le premier niveau trophique

les autres sont des consommateurs, qui, selon la nature de ce qu'ils consomment sont classés dans des niveaux trophiques de plus en plus élevés



pyramide des biomasses

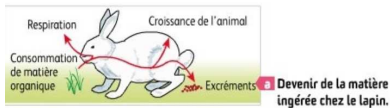


l'évaluation de la biomasse de chaque niveau montre des pertes de matière importantes lorsqu'on passe d'un niveau au suivant

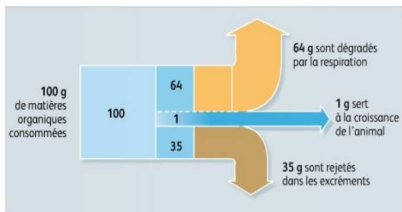
ces pertes ont une double origine :
pertes sous forme de déchets de consommation ou de restes non consommés



transferts de matière et d'énergie



► On peut déterminer le devenir de 100 g de matière organique contenue dans l'herbe ingérée par un lapin.

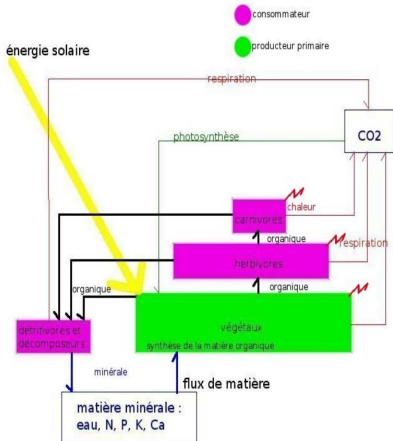


et pertes respiratoires pour tous les êtres vivants :
(matière organique)
 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow$
 $6CO_2 + 6H_2O + \text{énergie pour le fonctionnement de l'organisme}$



cycle de la matière et flux d'énergie

Flux d'énergie et cycle de la matière dans un écosystème

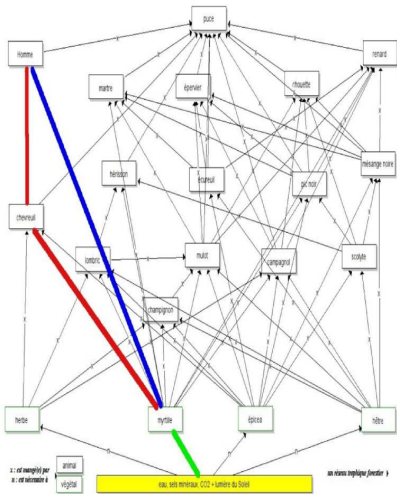


dans un écosystème à l'équilibre, il existe donc un flux d'énergie (solaire) et un cycle de la matière (Carbone, Azote, eau, Oxygène...)



...

agrosystème



L'Homme crée des agrosystèmes dans lequel il privilégie le développement d'un seul producteur et tend à y éliminer les concurrents
les agrosystèmes sont donc caractérisés par une réduction du nombre des espèces : un producteur (la plante cultivée) et un nombre réduit de consommateurs (l'Homme, les animaux d'élevage)



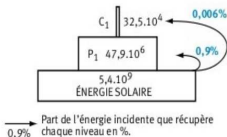
agrosystème

Flux d'énergie (en kJ/ha/an) dans deux écosystèmes

Ecosystème	Energie solaire incidente	Producteurs primaires (P1)	Consommateurs de premier ordre (C1)	Consommateurs de second ordre (C2)
Champ de blé en Hollande	$5,4 \cdot 10^9$	$47,9 \cdot 10^6$ (grain de blé)	$32,5 \cdot 10^4$ (tissu humain)	aucun
Prairie en France	$41,6 \cdot 10^9$	$163,4 \cdot 10^6$ (herbe)	$11,10 \cdot 10^6$ (tissu de bœuf)	$8,4 \cdot 10^4$ (tissu humain)

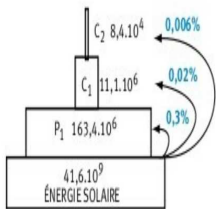
dans tout agrosystème qu'il crée, l'Homme s'efforce d'obtenir la production la plus rentable ou la productivité maximale

Pyramide des énergies pour le champ hollandais qui produit de la farine de blé consommée par l'Homme (valeurs en kJ/ha/an).



agrosystème

Pyramide des énergies pour la prairie qui produit des vaches, qui sont ensuite consommées par l'Homme (valeurs en kJ/ha/an).



Pour le champ de blé : La productivité en grains utilisables par l'Homme est de 47,9 millions de KJ/ha/an. Les grains sont digestibles à 80 %.

Pour la prairie pâturée : La productivité secondaire (viande + lait) est de 21,7 millions de KJ/Ha/an. Après nourrissage des veaux avec le lait, il reste 11,1 millions de KJ/ha/an, digestibles à 90 %.

...

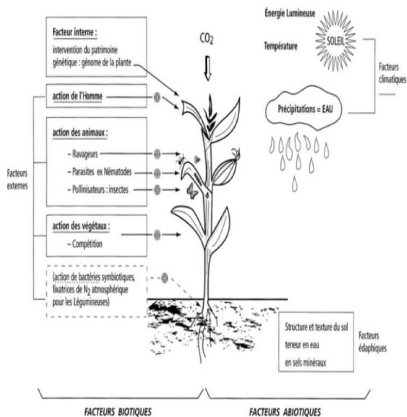
les réseaux trophiques montrent qu'il existe toujours des pertes de biomasse et d'énergie lorsqu'on passe d'un niveau trophique à l'autre plus la chaîne est courte, moins il y a de pertes en privilégiant une alimentation végétale, l'Homme réduit les pertes de matière et d'énergie



agrosystème

Un bilan en schéma

Les facteurs de la Production Primaire dans un Agrosystème



dans un agrosystème l'Homme interrompt le cycle de la matière en prélevant la biomasse produite
on peut agir sur tous les paramètres de la production :
une action au niveau du sol sur les facteurs climatiques sur le choix des variétés...
chacune de ses interventions a un coût à la fois économique et écologique



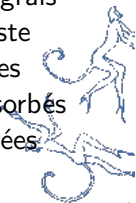
intrants et productivité

essais menés par l'Institut
National de Recherche
Agronomique sur le blé d'hiver

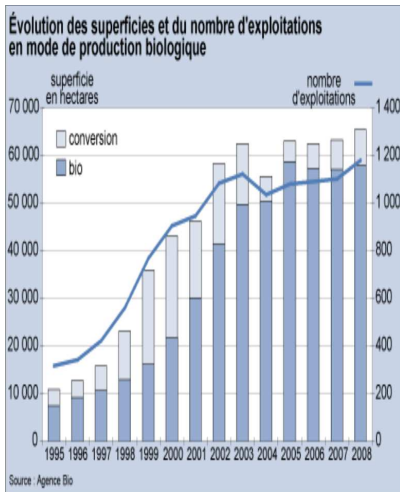
apports (N)	rendement
0	29,8
80	46
120	51,1
160	54,2
200	55,3
240	54
300	40

...

(apports d'Azote en kg par hectare, rendement en grains en quintaux par hectare)
la productivité est effectivement améliorée avec les engrais mais il existe une dose optimale au-delà de l'optimum, l'engrais n'est plus efficace, il existe même des doses toxiques de plus, les engrais non absorbés restent dans le sol « marées vertes »



agriculture biologique



l'agriculture biologique constitue
un mode de production
respectueuses des équilibres
naturels
elle s'attache au recyclage des
matières organiques, à la
rotation des cultures et à la
lutte biologique
l'élevage est de type extensif et
respecte le bien-être des
animaux



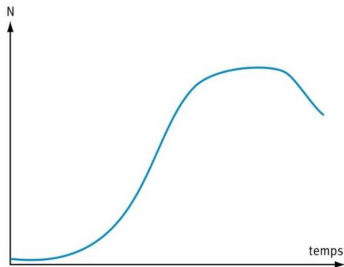
sélection variétale



les hybrides obtenus à partir de
parents de lignée pure
bénéficient des caractères
héréditaires intéressants des
deux parents
on définit ce que l'on veut
sélectionner (précocité,
rendement, résistance aux
maladies...)
les descendants ne
correspondant pas sont éliminés



contaminations bactériennes



N : Nombre de bactéries

Replacer dans l'ordre, sur la courbe, les différentes phases de cette croissance :

La phase de **latence**, avant le début des divisions cellulaires.

La phase de **dégénérescence** des bactéries (mort des bactéries)

La phase **exponentielle**, ou phase de **croissance logarithmique**, durant laquelle les cellules se divisent à vitesse constante et maximale.

La phase de **décélération**

La phase **stationnaire**, lorsque cessent les divisions cellulaires.

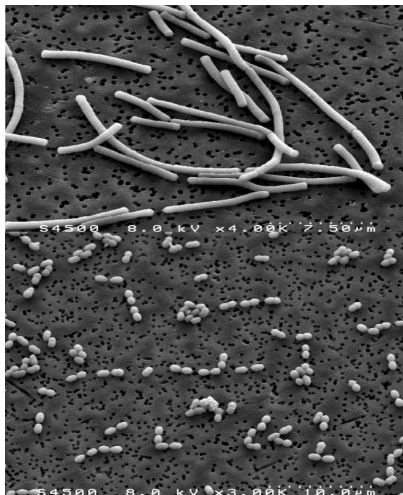
La phase d'**accélération** (pour certaines espèces cette phase n'est pas décelable) ;

...

conditions de prolifération des
micro-organismes
dans des conditions favorables,
milieu de culture (eau, C, H, O,
N, sels minéraux...) et
température adéquates, les
bactéries parviennent à se
diviser toutes les 20 minutes
la matière organique qui
constitue nos aliments est un
milieu de culture idéal pour les
micro-organismes



les bons microbes



certains micro-organismes sont
utilisés par l'Homme pour
élaborer ou conserver des
aliments :

Lactobacillus bulgaricus et
Streptococcus thermophilus
pour transformer le lait en
yaourt



techniques de conservation



évolution du coefficient multiplicateur d'une population bactérienne en fonction du temps et de la température

°C	4,5	10	15,5	25
24H	1	3	380	7000
48H	1,1	30	136	9400
72H	2	7860	77800	229000
96H	4,7	15600	88500	240000

... ces microorganismes peuvent-être dangereux Ici Clostridium botulinum des techniques permettent de lutter contre leur prolifération : modifier la composition du milieu, sel, alcool, acidifiant... ou les conditions de température UV, atmosphère modifiée...



les bons microbes



certaines substances utilisées
pour la conservation des
aliments présentent des risques
pour la santé
des pratiques frauduleuses et
criminelles : choux traités au
formol
porcs élevés au clenbutérol...
de quoi entrainer une indigestion
de scandales alimentaires

