



# Chapitre I: Introduction.

## Écologie

L'écologie est une discipline de la biologie qui a pour objectif l'étude de la structure et le fonctionnement des êtres vivants, à un niveau d'organisation dans lequel les individus et les populations sont des éléments dans une interaction constante entre eux, et avec leur environnement. La vie ne peut continuer sans qu'il y ait un échange constant de matières avec l'environnement.

L'étude de l'écologie peut être abordée de deux points de vue:

1. Étudier comment les relations entre les êtres vivants, et entre les êtres vivants et l'environnement **conditionnent la distribution et l'abondance** d'individus et des populations sur Terre.
2. Étudier comment l'ensemble des relations entre les êtres vivants, et entre les êtres vivants et l'environnement **détermine le fonctionnement de cet ensemble.**

3

## L'environnement

L'environnement est défini comme «le cadre de vie, l'ensemble des facteurs **physiques** et **naturels**, **socioculturels**, **économiques** et **esthétiques** qui interagissent les uns avec les autres, avec l'individu et avec la communauté dans laquelle ils vivent, déterminant ainsi leurs **formes, leurs caractères, leurs relations et leur survie.** »

Selon le dictionnaire Larousse: L'environnement est l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques), qui entourent un individu ou une **espèce** et dont certains contribuent directement à subvenir à ses **besoins**.

Selon le dictionnaire Le Grand Robert : L'environnement est l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (**sociologiques**) susceptibles d'agir sur les **organismes vivants** et les **activités humaines**.

4

L'écologie et l'environnement sont des concepts souvent confondus, alors qu'ils sont différents:

✓ L'écologie est une science qui **étudie le fonctionnement de l'environnement naturel**, y compris les relations de l'homme avec d'autres organismes et avec l'environnement dans lequel ils se développent. C'est-à-dire **qu'il se limite à l'étude des facteurs physicochimiques et naturels**.

L'environnement **inclus des aspects sociaux** qui n'ont rien à voir avec l'écologie, et qui jouent un rôle important pour l'environnement de l'Homme, tels que les aspects économiques, culturelles, esthétiques, etc.

5

Les facteurs physiques, naturels et sociaux de l'environnement **ne sont pas indépendants**. D'une part, **la manière dont l'homme modifie l'environnement physique naturel dépend de facteurs sociaux** tels que les connaissances et les technologies, et d'autre part, les changements dans l'environnement naturel affectent la société.



*Cette photo illustre la destruction et la fragmentation de l'habitat forestier engendrées par la mise en place de l'infrastructure (source : Réseau ferré de France).*

6



**Exemple de cette interaction constante entre la nature et la société: La culture du riz en Asie du Sud-Est.**

L'agriculture extensive a été progressivement abandonnée au fur et à mesure de la construction de digues, de terrasses et de systèmes de conduction d'eau, un processus qui a duré des siècles.

L'avantage de la transformation des écosystèmes primitifs dans les rizières est avant tout un **contrôle accru des ravageurs**, et une plus grande **rétenion des éléments nutritifs**, ce qui augmente la production et permet de nourrir une population plus nombreuse.

Le système social a également évolué pour maintenir cette transformation de l'environnement naturel, établissant par exemple une **organisation sociale complexe pour la gestion de l'eau, l'établissement de droits fonciers, des systèmes d'échange de travail, etc...**

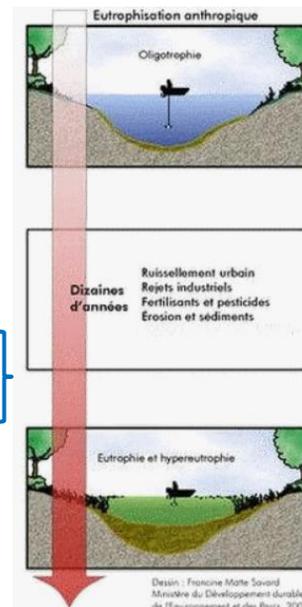
7

Les systèmes de culture et d'élevage font partie de l'environnement de l'homme. Ils **échantent des organismes et des matériaux avec les écosystèmes naturels.**

**Exemple:**

- De nombreux organismes nuisibles, tels que les **criquets**, se trouvent dans des écosystèmes naturels, une fois adultes ils attaquent les cultures.
- Les cultures irriguées déversent dans les rivières une **eau chargée d'engrais et de pesticides** qui modifie la flore et la faune des rivières.

L'agriculture a un impact plus profond que l'activité en elle-même, son impact s'étend au-delà des terres cultivées et modifie les milieux naturels.



8

Les milieux naturels et agricoles sont indissociables, une **agriculture durable dans le temps** nécessite un environnement naturel conservé. Un **bon usage des lois de l'écologie** peut permettre une coexistence harmonieuse des écosystèmes agricoles et naturels, assurant ainsi une durabilité de l'activité agricole.



= zéro érosion

9

**La conservation de l'environnement répond à un besoin social de maintien de la qualité de la vie, ceci inclut:**

- **L'équité sociale**
- **Une agriculture durable**
- **Un environnement naturel conservé.**

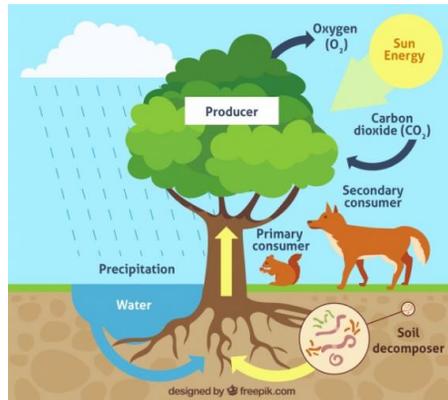
**La conservation de l'environnement est plus une priorité de la société, que des agriculteurs et éleveurs.**

10

### Le concept d'écosystème.

C'est l'un des concepts de l'écologie qui part de l'idée que la vie qui existe sur la planète agit comme un système, un tout organisé dans l'espace et dans le temps, où une série de processus de différents types relie les différentes composantes, qu'ils soient des organismes vivants ou des matériaux inertes, par des interactions entre eux.

L'écosystème serait une partie de ce grand système, plus ou moins délimité de manière conventionnelle.



11

**L'écosystème:** Margalef (1974) « Des individus de différentes espèces dans un environnement aux caractéristiques définies, impliqués dans un processus d'interaction, d'ajustement et de régulation, qui se manifeste par un flux de matière et d'énergie, et par une séquence de naissances et de morts, ce qui a pour conséquence l'évolution au niveau des espèces, et la succession au niveau de l'ensemble du système ».

**Le biotope:** Un biotope est une aire géographique où vit un groupement d'êtres vivants soumis à des conditions dont les dominants sont homogènes.

**La communauté ou biocoenose:** Ensemble de populations animales et végétales qui vivent dans une aire donnée, à un moment donné et qui interagissent entre elles.

**La population:** L'unité de base d'une biocénose est constituée d'une population. C'est l'ensemble d'organismes appartenant à la même espèce qui partagent un même habitat.



**Un paysage est un ensemble d'écosystèmes qui coexistent dans une zone donnée.**

**Exemple: Les prairies et les forêts forment différents endroits sur un territoire. Ils diffèrent par leurs structures et leurs fonctionnements. Dans le pré, l'énergie et les nutriments circulent plus rapidement que dans la forêt.**



13



**Deux systèmes interagissent en échangeant par exemple des nutriments: si les forêts occupent les zones les plus hautes, et les prés les plus basse, les eaux de ruissellement qui s'échappent des forêts entraînent des nutriments et des matières organiques qui aboutissent dans les prés et font partie intégrante de leur flux et de leur circulation d'énergie.**

**Il y a également échange d'organismes: par exemple, les cerfs se nourrissent dans le pré, et vivent dans la forêt, les arbres peuvent envahir le pré, ou les herbacées de la prairie peuvent envahir la clairière d'une forêt.**

14

Dans un paysage, il existe une interférence spatiale réciproque.

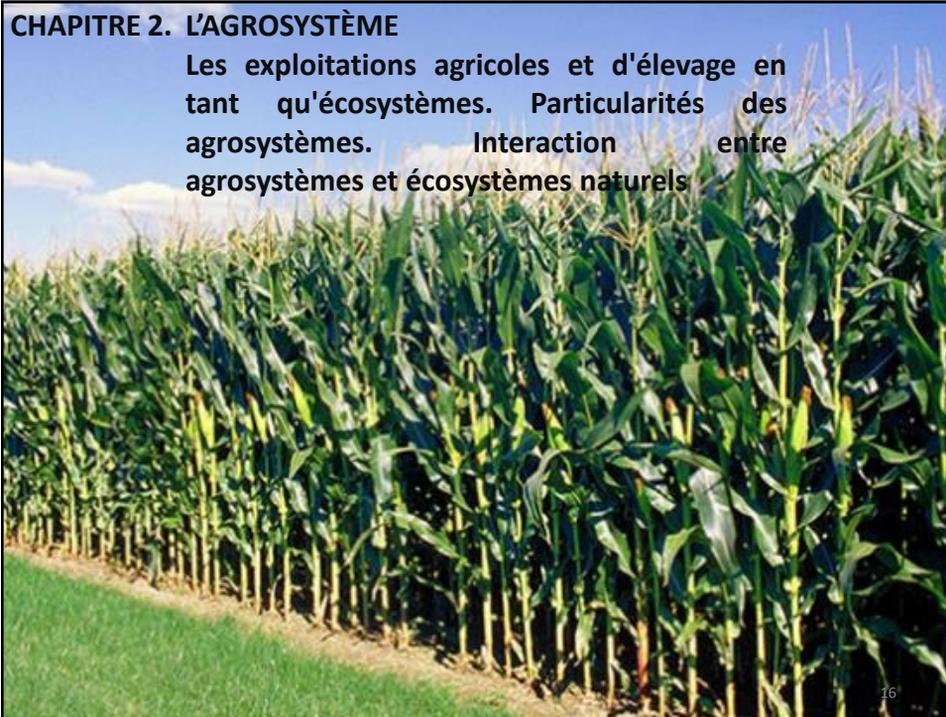
Les forêts empêchent la communication entre les prés ou les champs de culture, par exemple, les insectes de deux différents champs de culture seront isolés les uns des autres. De même, les oiseaux forestiers peuvent être isolés dans différentes forêts.

Les gros animaux ont moins de difficulté à franchir ces barrières à condition que les distances ne soient pas trop longues.



## CHAPITRE 2. L'AGROSYSTÈME

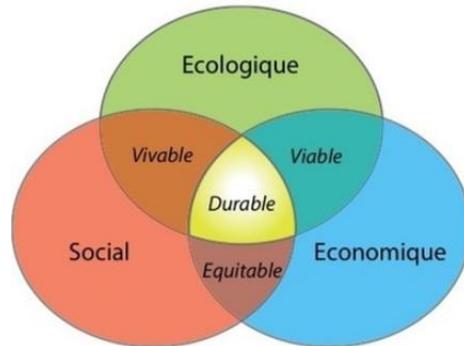
Les exploitations agricoles et d'élevage en tant qu'écosystèmes. Particularités des agrosystèmes. Interaction entre agrosystèmes et écosystèmes naturels





L'agrosystème, appelé également «agroécosystème» est un écosystème humanisé et cultivé.

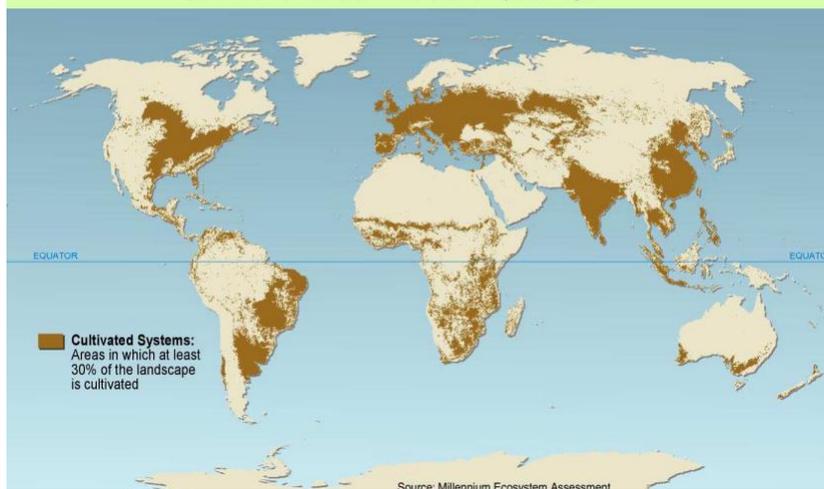
Une vision raisonnée des relations de l'homme avec les autres espèces, et de sa place dans la biosphère, doit s'établir pour se projeter dans une vision optimiste de l'évolution de l'espèce humaine en harmonie avec ses environnements, agricoles et urbains.



19

## Surface occupée par l'agroécosystème

Au niveau mondial, de 10 à 15% des terres sont utilisées par l'agriculture et 6 à 8 % sont converties en pâturage



20

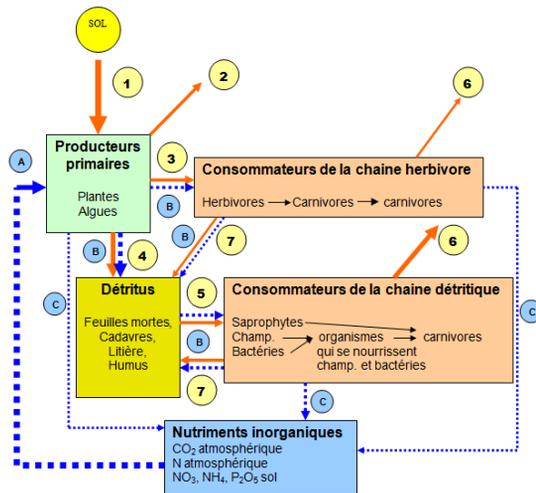
## Transfère d'énergie et de matière dans les systèmes naturels et les agrosystèmes.

Dans les exploitations agricoles et d'élevage on retrouve les mêmes compartiments que dans les écosystèmes naturels:

- Producteurs primaires.
- Consommateurs I et II.
- Détritus, résidus de récolte.
- Consommateurs de la chaîne détritique et nutriments inorganiques.

21

## Transfert de matière et d'énergie dans écosystème naturel

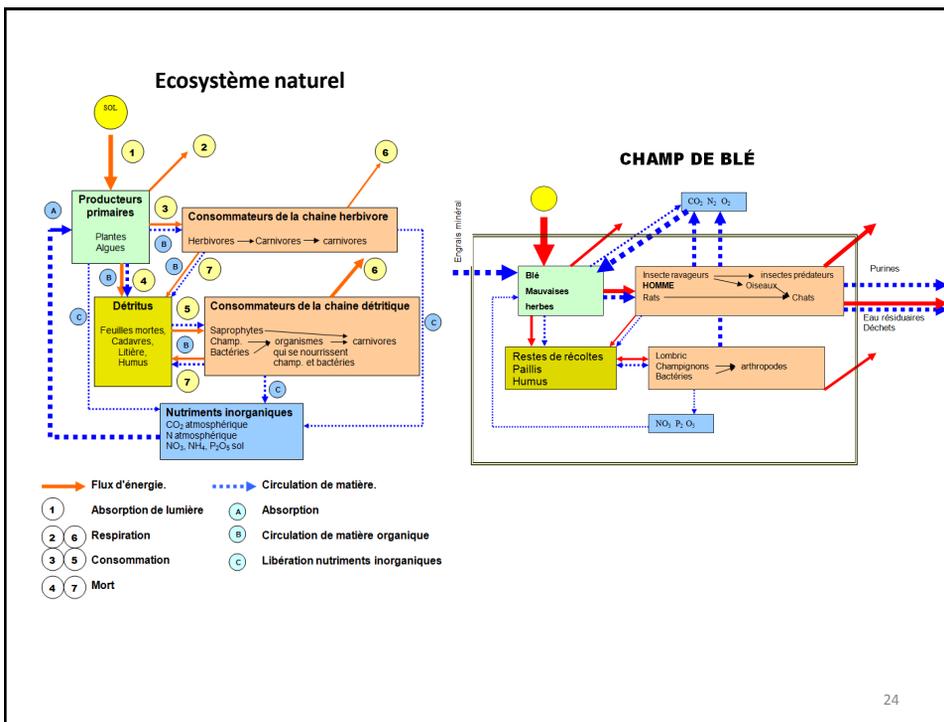
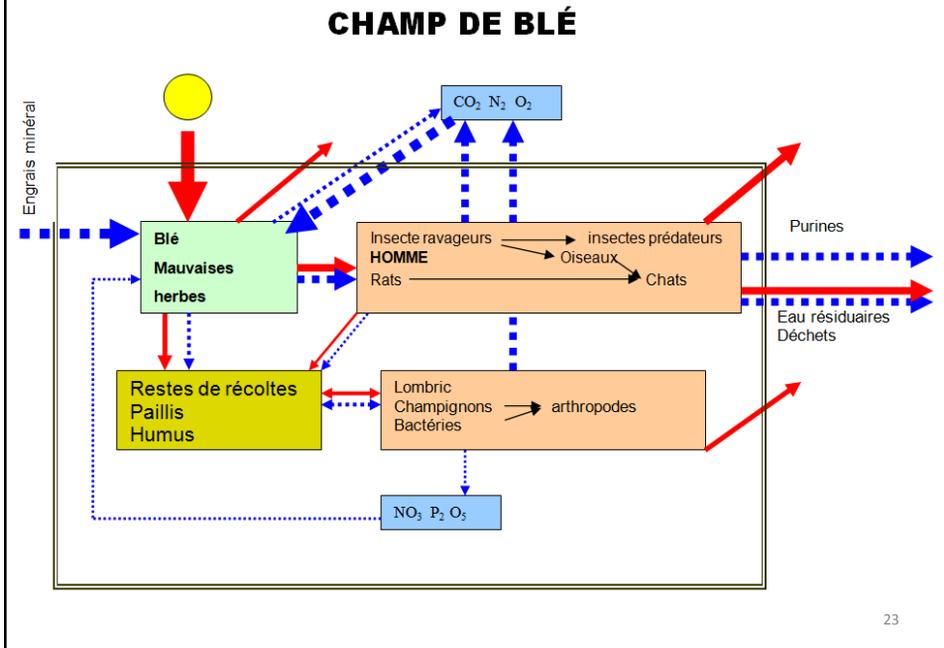


Ecosystème  
Naturel

- |                         |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| → Flux d'énergie.       | ---> Circulation de matière.         |
| 1 Absorption de lumière | A Absorption                         |
| 2 6 Respiration         | B Circulation de matière organique   |
| 3 5 Consommation        | C Libération nutriments inorganiques |
| 4 7 Mort                |                                      |

22

Transfert d'énergie et de matière dans un agrosystème



## Particularités des agrosystèmes :

### 1) les espèces ne coexistent pas sur le même territoire.

Dans un champ cultivé on trouve: les producteurs primaires, certains consommateurs de la chaîne herbivore (insectes ravageurs et leurs prédateurs), les détritits provenant de résidus de récolte et leurs consommateurs.

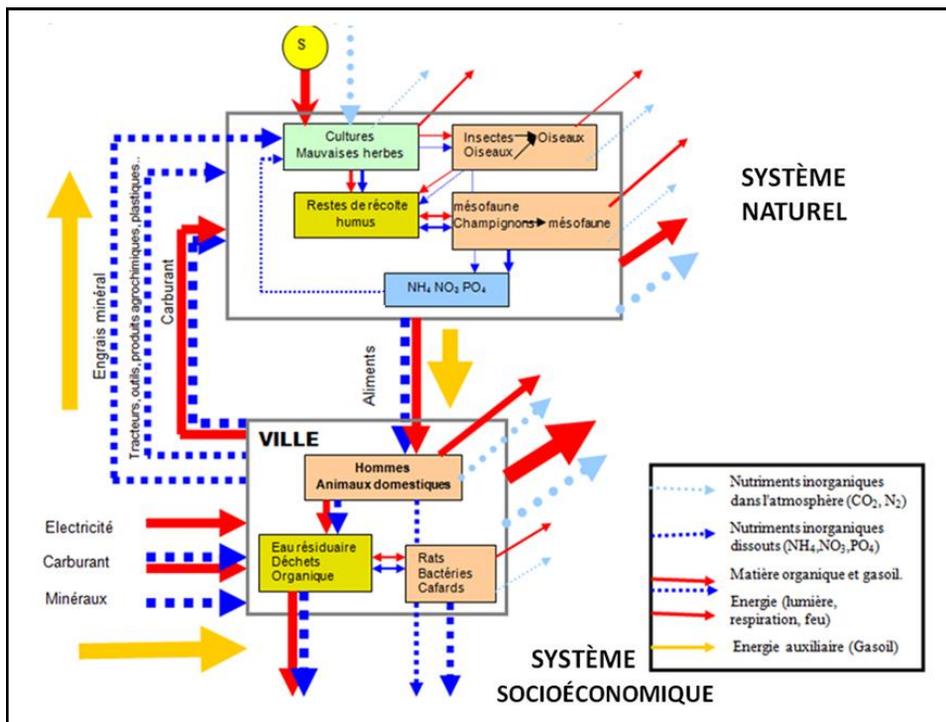
Les Hommes et beaucoup de leurs animaux domestiques, principaux consommateurs de la chaîne des herbivores, ne vivent pas au champ, mais à une certaine distance relativement éloignée, dans des fermes et des villes.

Pour que le système fonctionne, il est nécessaire de transporter les nutriments inorganiques depuis l'endroit de leur production (mines) vers la ville, puis vers la campagne. D'autre part, il faut transporter les produits du champ vers les fermes, puis vers la ville.

L'énergie qui fait ce transport provient de combustibles fossiles (carburant), et constitue une énergie auxiliaire qui permet à l'écosystème de fonctionner.

25

Système naturel  
Système socioéconomique



Les agrosystèmes peuvent donc être divisés en deux parties bien séparées dans l'espace:

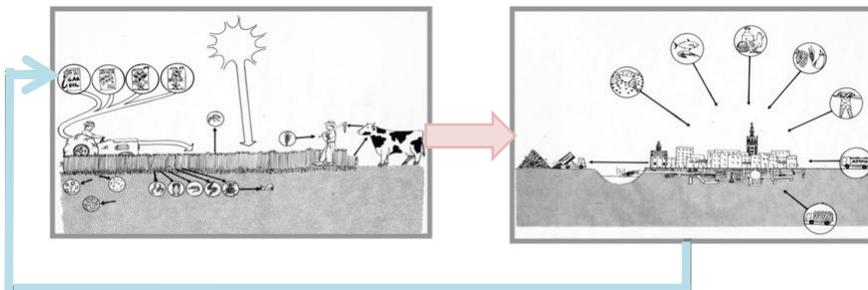
- Un **système naturel**, qui correspond aux champs, aux pâturages, etc.
- Un **système socio-économique**, qui correspond à l'homme et à toute sa culture et qui réside principalement dans les villes.

Entre les deux, il y a un échange d'énergie et de matériaux, qui nécessite la consommation d'énergie auxiliaire.



27

Le système naturel transfère de l'énergie et de la matière à la ville sous forme d'aliments, de fibres, de matières premières pour l'industrie, etc. Ce transport est contrôlé par des échanges commerciaux qui dépendent du système socio-économique.

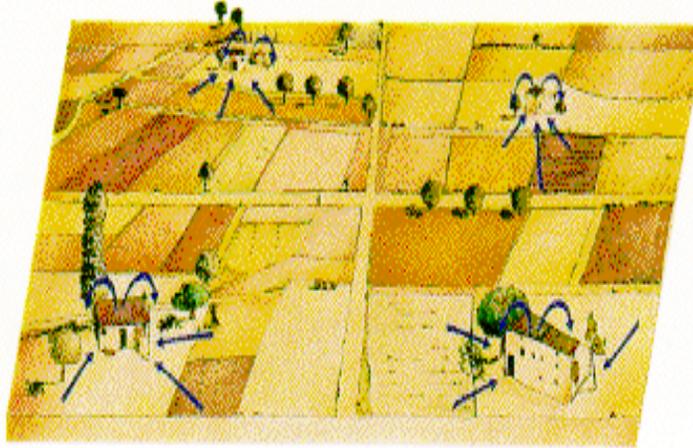


La ville transfère de l'énergie et des matériaux au système naturel sous forme d'engrais, de machines, de semences, de produits agrochimiques, de carburant, etc. pour augmenter la production agricole.

28

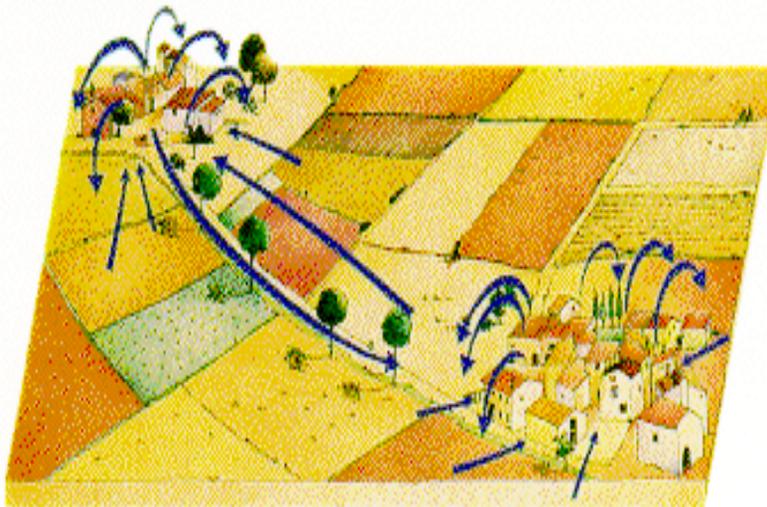
L'ampleur des échanges entre le système naturel et le système socio-économique est très variable, elle dépend de la répartition de la population sur le territoire.

- Si la population est majoritairement rurale, les échanges entre le système naturel et le système socio-économique sont faibles,



Petits noyaux presque autosuffisants. L'énergie utilisée pour le transport est très rare. Les déchets sont recyclés.

29

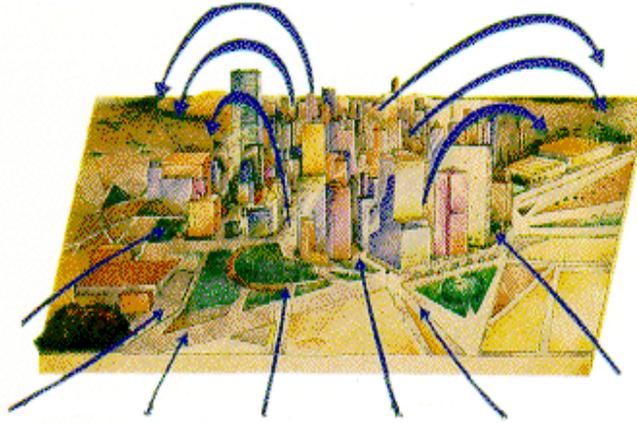


Noyaux moyens. Ils ne sont plus autonomes. L'énergie dédiée aux transports commence à avoir de l'importance.

30

- Si la population vit majoritairement dans les grandes villes, les échanges entre les deux systèmes sont élevés.

Plus les échanges sont importants, plus il faudra d'énergie auxiliaire pour le transport



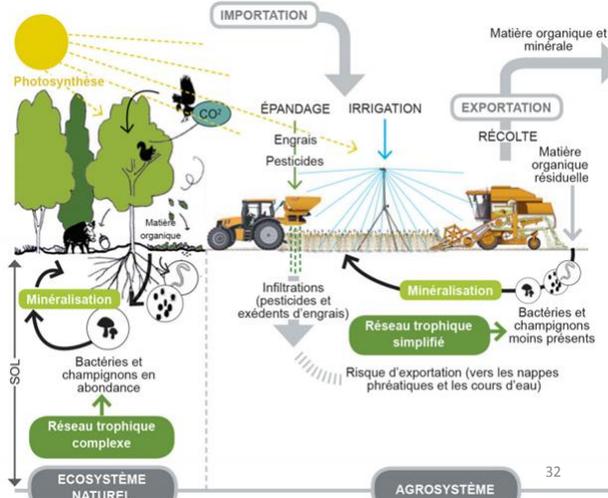
**Grand noyau urbain** Tout est transporté, ce qui est consommé ainsi que les déchets. La consommation d'énergie est très élevée.

31

2) Dans les agrosystèmes, il y a beaucoup moins d'espèces que dans les écosystèmes naturels.

**Le nombre d'espèces dépendra de la manière dont sera manipulé le sol.** Dans les agrosystèmes, l'Homme élimine de nombreuses espèces adventices pour qu'elles ne soient pas en concurrence avec les plantes cultivées, il élimine des animaux (les parasites, ravageurs, prédateurs).

Il favorise ainsi les espèces qu'il cultive, qui sont caractérisées par une faible variabilité génétique. En labourant le sol, il le modifie et élimine ainsi de nombreux animaux qui ont besoin d'une certaine stabilité pour survivre.



32

**b**





**c**

b) écosystème forestier non travaillé par l'homme  
 c) écosystème travaillé par l'homme

33

**Interaction entre agrosystèmes et écosystèmes naturels:**  
 Les agrosystèmes ne sont pas isolés des écosystèmes naturels, ils coexistent sur le même territoire. Par conséquent, ils sont liés les uns aux autres.



**1) Ils échangent des nutriments.**  
 Les écosystèmes agricoles sont des systèmes ouverts vis-à-vis des nutriments. Ils exportent des nutriments et des détritiques qui se déversent dans des écosystèmes naturels tels que les rivières, les lacs, les mers, les nappes phréatiques, etc. **Ils importent des nutriments provenant d'écosystèmes lointains.**

34

**2) Ils échangent des organismes vivants.** Il y a des organismes qui vivent dans les écosystèmes naturels et se nourrissent des cultures (rongeurs, insectes). Il y a aussi des adventices qui se réfugient aux limites des champs cultivés, et de-là envahissent les agrosystèmes.



35

**3) Ils rivalisent pour le territoire.** Des agrosystèmes remplacent des écosystèmes naturels. Lorsque les agrosystèmes sont abandonnés, ils sont remplacés par des écosystèmes naturels.



**L'huile de palme (*Elaeis guineensis*) est une catastrophe écologique**

Déboisement pour la plantation de palmiers à huile dans la concession PT Megakarya Jaya Raya, en Papouasie, le 1er avril. ULET IFANSATI / GREENPEACE

**4) Ils interfèrent les uns avec les autres.** Les écosystèmes naturels entravent la communication entre les agrosystèmes. La forêt qui sépare deux champs empêche la propagation de parasites d'un champ à l'autre. La culture qui sépare deux forêts empêche le feu de se propager vers une autre forêt.

36

Les agrosystèmes et les écosystèmes naturels sont liés, ils interagissent positivement et négativement.

a) Impacts positifs:

Les écosystèmes naturels tels que les forêts

- empêchent l'érosion et la perte de nutriments,
- ils régulent le cycle de l'eau en évitant les inondations dans les villes et les champs de culture ainsi que les envasements de barrages.

Les écosystèmes aquatiques (rivières, lacs et barrages) épurent les eaux des excès de nutriments et de débris qu'ils reçoivent des agrosystèmes, permettant ainsi leur réutilisation.



37

b) Impact négatif:

Les agrosystèmes rejetent de nombreux déchets dans les écosystèmes naturels, ce qui implique des modifications profondes de leur fonctionnement et implique la disparition d'espèces.

Ils isolent, assèchent, inondent, éliminent les écosystèmes naturels en les faisant disparaître, ou affectent leur diversité.

Les écosystèmes naturels peuvent avoir des effets négatifs sur les cultures: s'ils hébergent des ravageurs, des adventices ou des parasites qui se nourrissent des cultures, ou leur font concurrence pour les ressources hydriques.

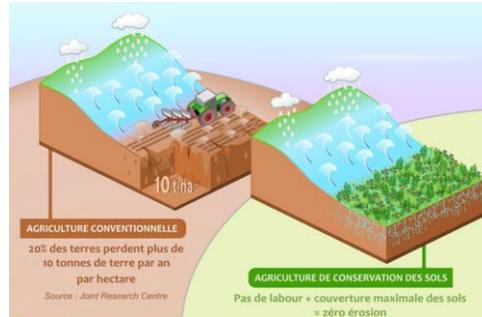


38

**Les impacts négatifs des agrosystèmes sur les écosystèmes naturels finissent par se répercuter sur les agrosystèmes eux mêmes.**

**Exemple:**

➤ Si les forêts sont détruites, l'érosion augmentera et l'évaporation diminuera, entraînant une augmentation des inondations et des glissements de terrain, avec des conséquences très négatives pour les villes et les cultures.



➤ Si les rivières et les lacs sont modifiés de manière excessive, ils peuvent perdre leur capacité à purifier les eaux, ce qui les rend inutilisables pour l'agriculture.

39

### Différences entre agro-écosystèmes et écosystèmes naturels

Caractéristiques	Agro-écosystème	Ecosystème naturel
Productivité nette	Forte	Moyenne
Chaînes trophiques	Simple, linéaires	Complexes
Diversité des espèces	Faible	Importante
Diversité génétique	Faible	Importante
Cycles biogéochimiques	Ouverts	« Fermés »
Stabilité	Faible	Forte
Contrôle humain	Obligatoire	Pas nécessaire
Permanence	Restreinte	Longue
Phénologie	Synchronisée	Saisonnaire
Succession	Initial	En évolution vers un climax

D'après Odum, 1959

## Conclusions du chapitre 2:

Les agrosystèmes sont un cas parmi d'autres écosystèmes qui existent.

Les agrosystèmes et les écosystèmes naturels interagissent entre eux.

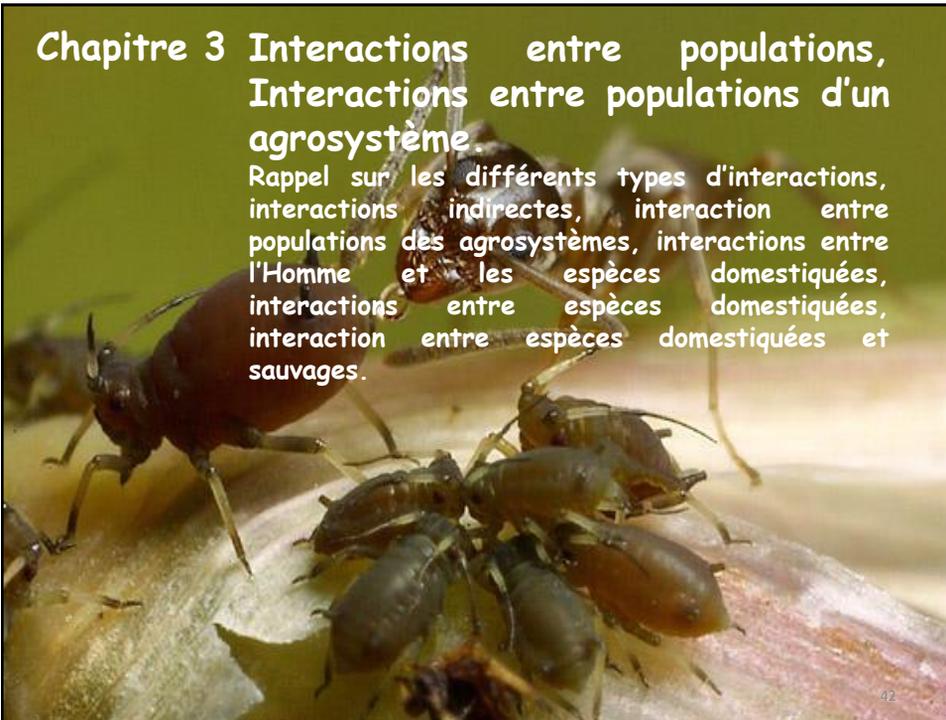
Parmi les points qui caractérisent les Agrosystèmes:

- ✓ Un flux de nutriments au lieu d'un cycle.
- ✓ Moins d'espèces que les écosystèmes naturels,
- ✓ Les espèces ne coexistent pas sur le même territoire.

41

## Chapitre 3 Interactions entre populations, Interactions entre populations d'un agrosystème.

Rappel sur les différents types d'interactions, interactions indirectes, interaction entre populations des agrosystèmes, interactions entre l'Homme et les espèces domestiquées, interactions entre espèces domestiquées, interaction entre espèces domestiquées et sauvages.



42

**La biomasse des populations** de consommateurs et de producteurs primaires dépend des **interactions** qu'elles entretiennent avec le reste des espèces dans l'écosystème.

Interaction	Population 1	Population 2	Nature
Compétition	-	-	Les 2 populations sont inhibées
Prédation	-	+	Une population consomme l'autre
Mutualisme	+	+	Favorable pour les deux, non obligatoire
<b>Autres interactions</b>			
Amensalisme	-	0	Une inhibée et l'autre non affectée
Commensalisme	+	0	Une favorisée et l'autre non affectée
Parasitisme	-	+	Une population exploite l'autre
Symbiose	+	+	Favorable et obligatoire pour les deux
Neutralisme	0	0	Les populations ne sont pas touchées
Facilitation	+	0	Commensalisme entre plantes

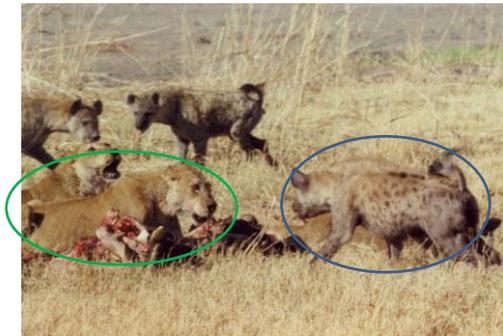
43

### La compétition (-/-)

Elle se produit entre les espèces lorsqu'il existe une ressource limitant la croissance et / ou la reproduction.

Comme ils doivent se partager la ressource, chacune reçoit moins de ressource, ce qui peut induire une diminution de la biomasse.

**Ce type d'interaction diminue la biomasse des deux populations**



44

## Compétition intraspécifique

(- / -)

Compétition entre individus de la même espèce. Chaque population réduit indirectement l'abondance de l'autre population. Aucun individu ne reçoit suffisamment de ressources pour se développer et se reproduire.

La compétition intraspécifique **régule la taille des populations**, qui tendent vers un équilibre dans lequel le nombre de naissances et de décès est équilibré.



## Compétition interspécifique

(- / -)

Elle apparaît lorsque 2 espèces, ou plus, utilisent une même ressource rare. Ce type d'interaction implique la **diminution de la reproduction, la survie et/ou la croissance, d'une ou de plusieurs espèces.**

45

## Prédation

(+ / -)

Elle s'établit entre espèces qui se consomment.

Elle entraîne des niveaux trophiques contigus



Le prédateur diminue la biomasse de la proie et implique ainsi l'augmentation de sa mortalité.



46

## Mutualisme (+ / +)



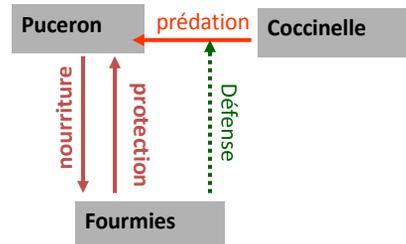
Ce sont des interactions interspécifiques, généralement entre deux espèces, (voire 3 à 4 espèces), chacun des partenaires tire bénéfice de cette interaction.

47

## Mutualisme défensif



Les pucerons à la fin de l'abdomen ont deux siphons, de petits appendices à travers lesquels ils versent une sécrétion sucrée qui sert à corrompre les fourmis. Les fourmis, qui non seulement les tolèrent sur les plantes, les protègent de leurs prédateurs en échange de la sécrétion de leurs siphons.



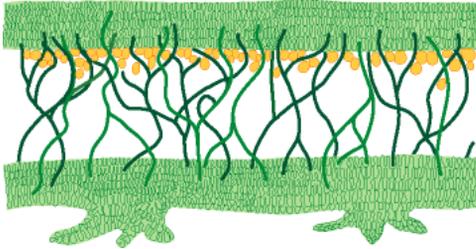
48

## Mutualisme (+ / +)

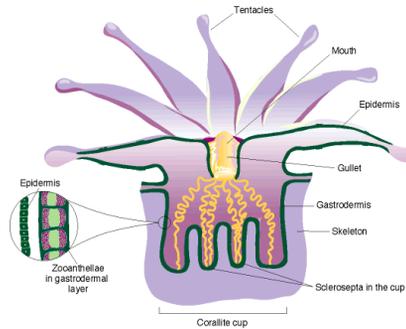
### Symbiose

C'est un cas particulier de mutualisme dans lequel les espèces en interaction deviennent très dépendantes et co-évoilent.

• La sélection conduit à une telle modification de sa structure et de son fonctionnement qu'ils ne peuvent plus vivre l'un sans l'autre car leurs métabolismes sont complémentaires.



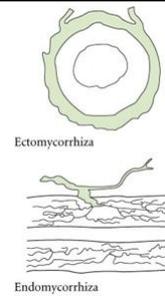
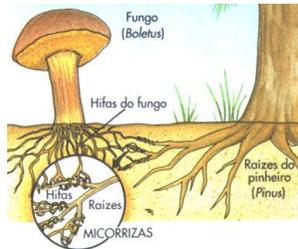
Lichens: algues et champignons



Algues et polypes des coraux

49

### Exemple: Mycorhizes



Union d'une plante qui synthétise des aliments et d'un champignon qui fournit des nutriments, P fondamentalement. Les hyphes du champignon permettent à l'arbre de multiplier la capacité d'exploration de ses racines.

### Autres exemples de mutualisme

• Plantes et bactéries fixatrice d'azote atmosphérique. Légumineuses et Rhizobium.

• Animaux qui s'alimentent de parasite d'autres espèces.  
Expl.: *Bulbus ibis* et bétail.

• Association entre champignons et plantes comme défense contre les herbivores.



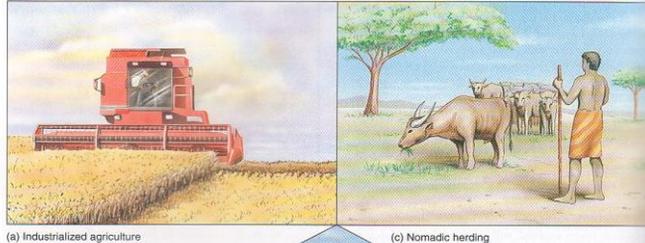
*Neotyphodium coenophialum*

• Polinisation et dispersion de fruits et de graines par des animaux qui s'en nourrissent.

50

### Autre exemple de mutualisme: Agriculture et domestication du bétail

Les plantes cultivées et le bétail profitent de l'extension de leur distribution grâce à la réduction de prédateurs et de concurrents. L'homme bénéficie de leurs produits.



(a) Industrialized agriculture

(c) Nomadic herding

Figure 18-6

Three types of agricultural systems. (a) Industrialized agriculture requires high inputs of fossil fuels and money (to pay for expensive equipment, fertilizers, pesticides, and such). (b) Shifting agriculture and (c) nomadic herding are land-intensive forms of subsistence agriculture.



(b) Shifting agriculture

51

### Coopération intraspécifique (+ / +)

Comportements grégaires et communautaires pour esquiver ou se défendre contre les prédateurs, ou trouver de la nourriture.



Avertissement de danger



Se nourrir en groupe



52

## Comensalisme (+/0)

Une espèce est favorisée alors que l'autre n'est pas directement touchée.

Animaux qui profitent des restes de nourriture d'autres espèces. Par exemple, être humain et de nombreuses espèces urbaines.

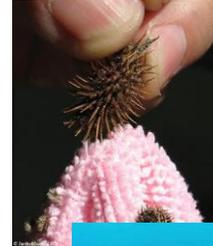
Les charognards qui suivent les prédateurs et se nourrissent des restes de leurs proies.

Plantes épiphytes ou animaux non parasites qui vivent dans/sur les arbres. Par exemple, les orchidées, les oiseaux.

Animaux qui utilisent des parties des autres après la mort. Par exemple, le crabe ermite.

Organismes qui utilisent d'autres organisme pour le transport. Expl. Remora / requin. graines / animaux.

### EXEMPLES



53

## Amensalisme (-/0)

Interaction biologique qui se produit quand un organisme est lésé dans la relation, tandis que l'autre ne subit aucune altération.

### EXEMPLES

- L'ombre produite par les arbres
- La libération de substances sécrétées par les plantes qui entravent la germination d'autres espèces
- Libération de produits chimiques inhibiteurs ou toxiques pour d'autres micro-organismes. Important dans la lutte biologique.



54

## Relations indirectes

Comme les espèces sont souvent liées à de nombreuses autres (au moins deux, avec leurs proies et leurs prédateurs), des interactions se forment **entre des espèces qui n'interagissent pas directement**, mais par le biais d'une troisième qui interagit avec les deux.

### Exemple:

Un herbivore favorise une espèce végétale s'il consomme son principal concurrent, car il diminue la concurrence et la plante peut donc augmenter sa biomasse.



L'élevage extensif peut favoriser la prolifération d'arbustes, car le bétail consomme les espèces les plus appétissantes et non les arbustes, ce qui diminue la concurrence vis-à-vis de l'arbuste.

Les carnivores favorisent les plantes parce qu'ils réduisent les populations d'herbivores.

55

## Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

1. Les relations qui lient l'Homme aux espèces domestiquées sont positives et constituent un exemple de **mutualisme**.

2. Les relations qui lient l'Homme et les espèces domestiquées, aux espèces "sauvages", "ravageurs" et "adventices", sont généralement négatives (**compétition, prédation**)

56

**Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées**



Une relation de  
prédation ou de  
symbiose?

57

**Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées**

Relations de coopération



## Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

**"Compétition?"** établie  
entre l'Homme et le bétail  
de boucherie.



La productivité élevée des bovins de boucherie dans les pays développés est due au fait qu'ils consomment des aliments qui se digèrent facilement, ces aliments pouvant être consommés par l'Homme. Dans ces pays, les hommes et le bétail sont en compétition pour cette ressources.

Dans d'autres pays, cette compétition n'existe pas, car le bétail consomme ce que l'Homme ne peut pas manger, comme la paille ou les déchets alimentaires.

## Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

### Commensalisme (+/0)

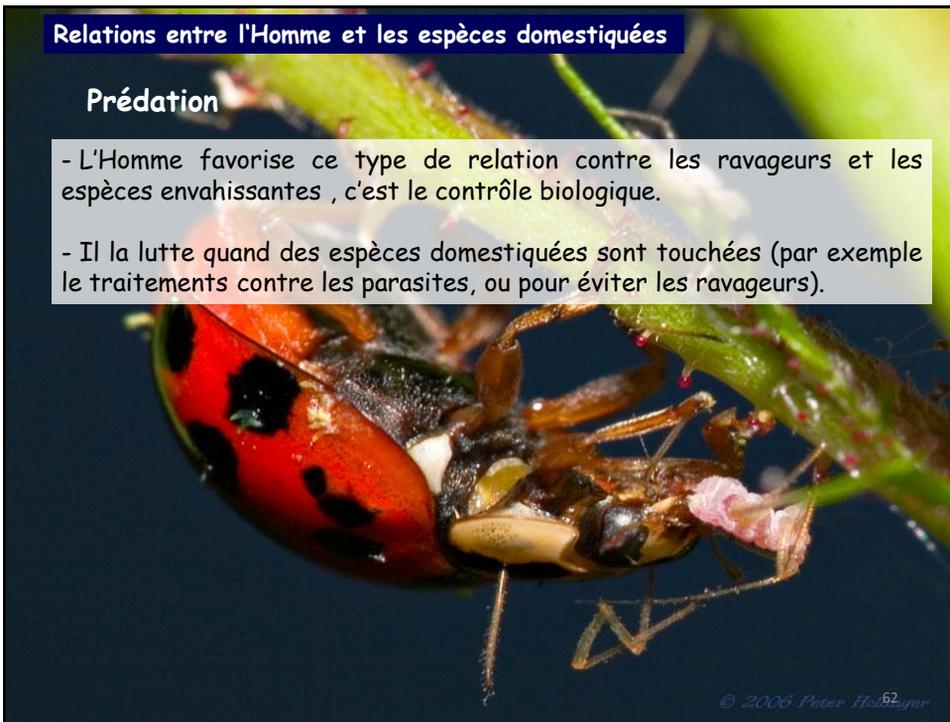
- Généralement l'Homme l'ignore.
- Il le renforce lorsqu'il favorise les populations domestiquées (exploitées), et le limite s'il favorise les populations indésirables (par exemple, la lutte contre les espèces d'oiseaux envahissant les villes).



## Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

### Prédation

- L'Homme favorise ce type de relation contre les ravageurs et les espèces envahissantes, c'est le contrôle biologique.
- Il la lutte quand des espèces domestiquées sont touchées (par exemple le traitements contre les parasites, ou pour éviter les ravageurs).



© 2006 Peter Holbayer<sup>62</sup>

### Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

L'Homme contrôle les interactions entre les espèces domestiquées, favorisant les interactions neutres ou positives



Généralement, les différentes espèces cultivées dans une exploitation ne maintiennent pas d'interactions entre elles, car elles ne sont généralement pas ensemble. Le plus souvent c'est des monocultures, et ceci dans un but d'éviter la concurrence interspécifique qui peut diminuer la production de l'exploitation agricole.

63

### Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

#### Prédation

- L'Homme favorise ce type de relation contre les ravageurs et les espèces envahissantes, c'est le contrôle biologique.

- Il la lutte quand des espèces domestiquées sont touchées (par exemple le traitements contre les parasites, ou pour éviter les ravageurs).



© 2006 Peter H. Ravn

## Relations entre l'Homme et les espèces domestiquées

L'Homme contrôle les interactions entre les espèces domestiquées, favorisant les interactions neutres ou positives



Généralement, les différentes espèces cultivées dans une exploitation ne maintiennent pas d'interactions entre elles, car elles ne sont généralement pas ensemble. Le plus souvent c'est des monocultures, et ceci dans un but d'éviter la **concurrence interspécifique** qui peut diminuer la production de l'exploitation agricole.

65

## Interactions entre populations dans les agrosystèmes

### Compétition interspécifique

Dans le cas de cultures mixtes, par exemple espèces herbacées et arboricoles.

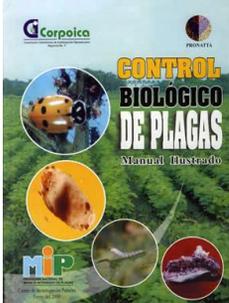


66

## Interactions entre populations domestiquées et sauvages

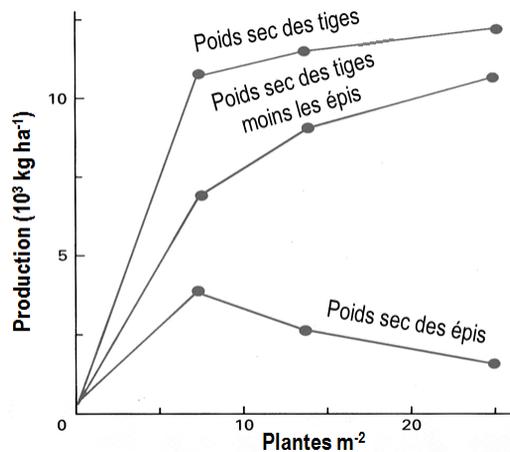
### Compétition interspécifique

- Il élimine les populations non domestiquées et sauvages indésirables.
- Il favorise la compétition chez les populations sauvages indésirables, chez les parasites, et chez les adventices.



## Interactions entre populations dans les agrosystèmes

### Interactions entre espèces domestiquées



La **concurrence intraspécifique** est atténuée en maintenant une densité de plantes adéquate pour obtenir une production maximale par unité de surface

68

## Compétition intraspécifique

- L'Homme tend à minimiser la compétition intraspécifique au sein des populations qu'il domestique ou exploite (Expl. approvisionnement en nourriture et en eau).
- Généralement il ignore les populations sauvages.



## Interaction entre populations dans les agrosystèmes

### Interactions entre les populations domestiquées



Les animaux élevés dans une ferme rentrent en compétition vis-à-vis de la nourriture, car les espèces sont toutes herbivores.

Ce type de compétition est généralement faible car:

- Les animaux sont séparés.
- Le régime alimentaire diffère suivant la digestion de l'animal.



## Interaction entre populations dans les agrosystèmes

### Interactions entre populations domestiques et sauvages

Élevage extensif



La **compétition** avec les animaux sauvages est très faible, car la densité des herbivores sauvages est très faible (expl. 0.2 cerf/ha)

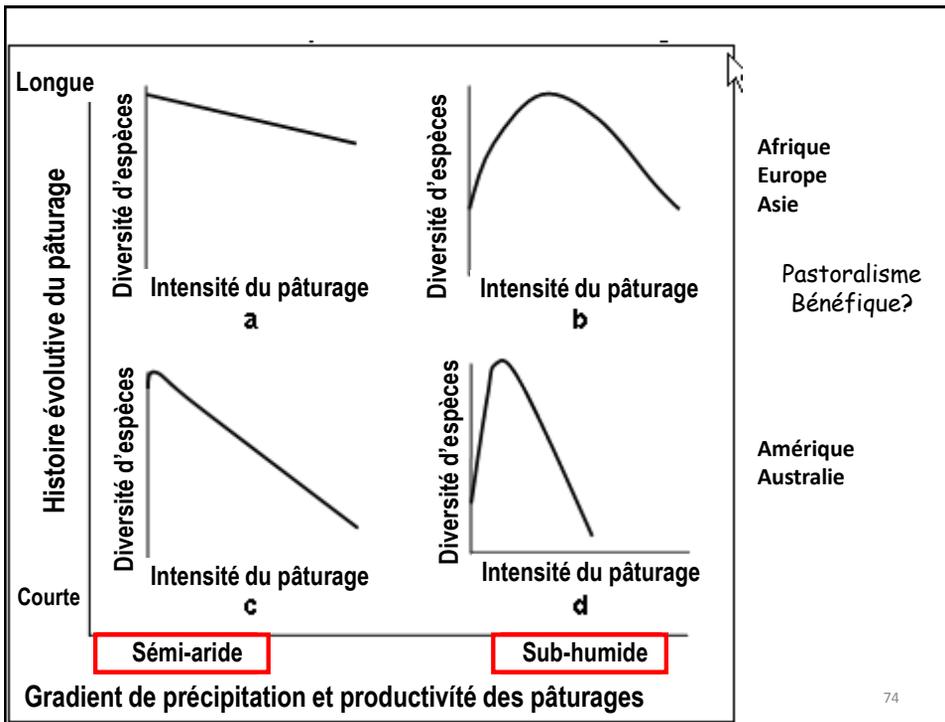
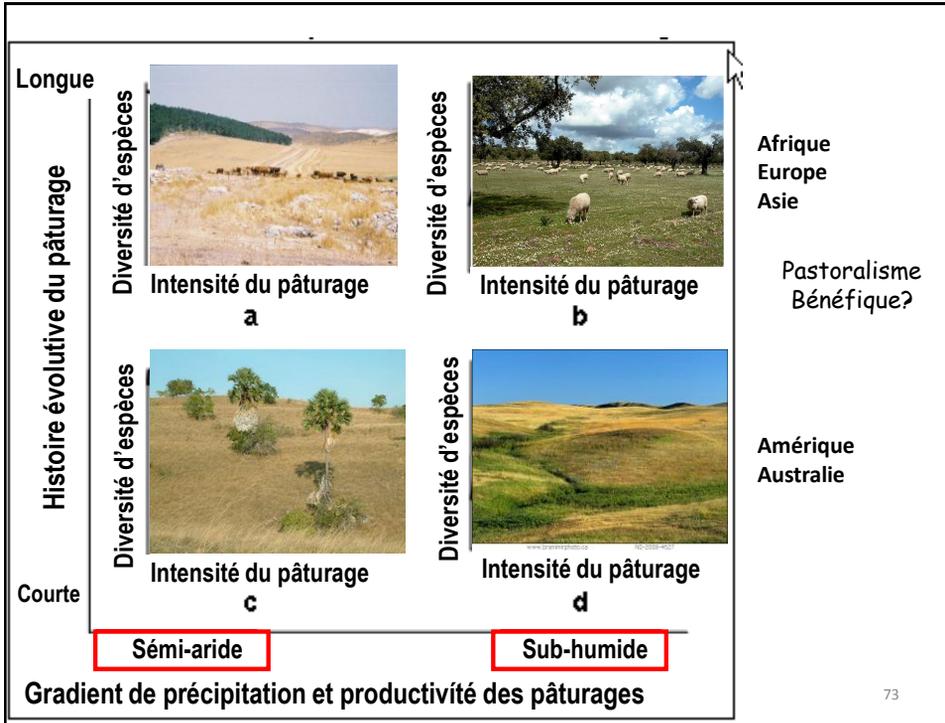


71

### Interactions entre populations domestiquées et sauvages



Pastoralisme  
Prédation?  
Bénéfique?



## Organismes nuisibles

C'est des organismes qui entraînent des pertes économiques pour l'agriculteur. Ils agissent soit:

- en rentrant en compétition avec les plantes cultivées,
- en se nourrissant des cultures,
- en parasitant les cultures.

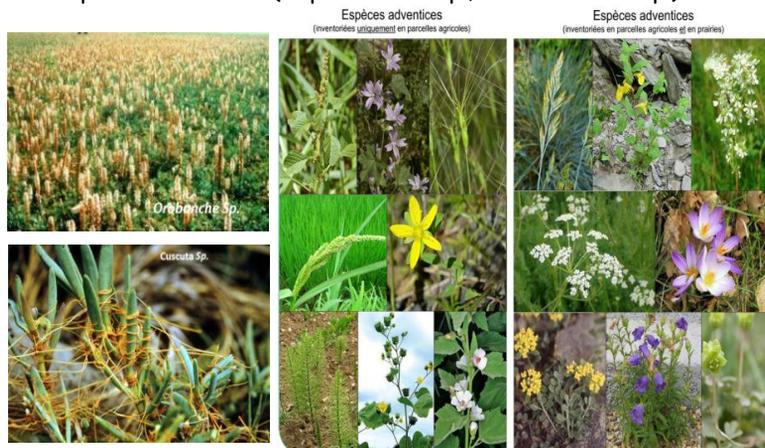
Dans les agrosystèmes, de nombreux organismes ne sont pas nuisibles, bien qu'ils soient en concurrence avec les plantes ou qu'ils se nourrissent ou parasitent les plantes ou les animaux domestiqués, car leur densité est tellement faible qu'elle n'a aucun impact sur le rendement économique.

75

## Organismes nuisibles

Ils sont classés en 3 groupes:

**Les mauvaises herbes:** Les mauvaises herbes (les adventices) sont l'ensemble des plantes sauvages qui poussent dans les milieux agricoles et qui concurrencent significativement les plantes cultivées. Il peut s'agir également de plantes qui parasitent les plantes cultivées (Expl: *Cuscuta* sp., ou *Orobanche* sp.).



**Les ravageurs « déprédateurs »:** Organismes animaux herbivores macroscopiques (arthropodes, oiseaux, mammifères, mollusques) qui causent des pertes dans les cultures.



**Les agents pathogènes:** organismes microscopiques (bactéries, champignons, virus ...) qui se nourrissent de plantes. Leurs effets négatifs ne sont pas dus à la quantité consommée, mais à l'**altération physiologique qu'ils induisent au niveau des plantes**. De nombreux organismes causant des maladies appartiennent au système de saprovores et consomment normalement des détritiques (nématodes, bactéries, champignons, protozoaires), mais peuvent devenir prédateurs consommant des racines.

77

## Les ravageurs sont des "stratégues de type r"

- Les populations de ravageurs se caractérisent par leur grande productivité, leur capacité à augmenter très rapidement leur biomasse. Cette capacité de croissance rapide est due à:

- **Ils ont une forte productivité.** Ce sont des espèces à faible coût d'entretien qui consomment généralement des aliments facilement assimilables (sève, graines).

- **Ils ont un temps de régénération très court.** Temps qui s'écoule entre la naissance et la première reproduction = temps de régénération.

- **Nombre de descendant par individu très élevé.**

-Les espèces qui présentent ces caractéristiques sont appelées des «**stratégues r**». Il s'agit généralement d'**espèces généralistes** qui récupèrent rapidement après une perturbation, et présentent de fortes oscillations au niveau de la population. La lettre r représente le taux intrinsèque de croissance d'une population, c'est-à-dire la capacité d'une population à augmenter son effectif en fonction du temps.

-Les «**stratégues K**», sont des **espèces spécialisées** avec un faible taux de croissance de la population, une faible production, une longue période de reproduction, très peu de descendance par individu. La population se maintient stable en fonction des ressources, et réagit mal face aux perturbations.

78

### Les stratégies « r » populations opportunistes:

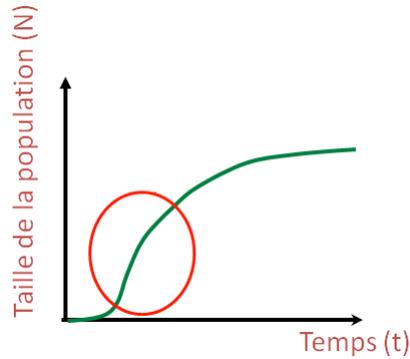
Il s'agit d'espèces dont le coefficient de croissance est très élevé. Elles se localisent dans la partie basse de la courbe.

#### Caractéristiques des stratégies r:

- Petite taille.
- Forte productivité.
- Grande précocité sexuelle.
- Forte mortalité.
- Espérance de vie courte.



Exemple d'animal stratégie r: le  
Passereau



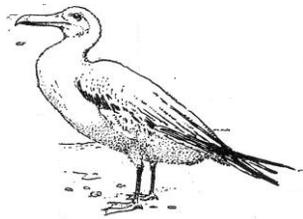
79

### Les stratégies « K » populations de spécialistes:

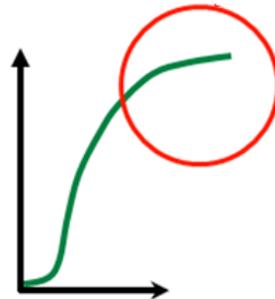
Il s'agit d'espèces très exigeantes mais bien adaptées. Elles se localisent au sommet de la courbe qui caractérise un équilibre entre la population et le biotope.

#### Caractéristiques des stratégies K:

- Grande taille.
- Faible productivité.
- Période d'immaturation sexuelle longue.
- Faible mortalité.
- Espérance de vie longue.



Exemple d'animal stratégie K: l'Albatros.



80

## Pourquoi les ravageurs se développent de manière disproportionnée dans les agrosystèmes?

- Ces organismes sont des stratégies de type r. Leurs populations augmentent de manière disproportionnée, causes:

- (1) **Réduction de la mortalité** due aux conditions environnementales favorables à la croissance de l'espèce.
- (2) **Diminution de leurs prédateurs et parasites.**
- (3) **Augmentation du taux de natalité** à cause de la disponibilité des ressources.

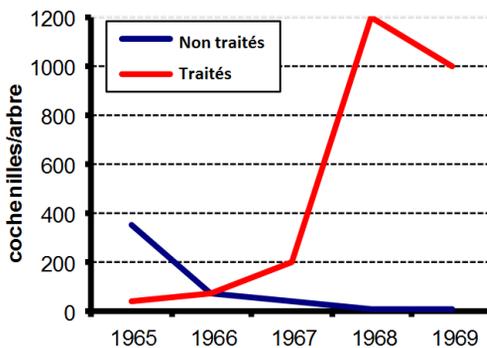


Les agrosystèmes sont propices au développement des mauvaises herbes et des ravageurs, à cause de sols nus riches en nutriments, des ressources végétales abondantes et facilement assimilables par les ravageurs (plantes cultivées), où les plantes stratégies de type r se développent rapidement en présence d'une très faible compétition interspécifique.

81

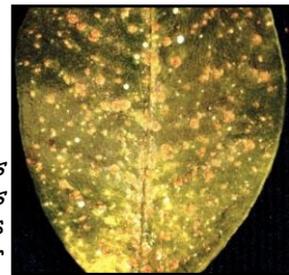
## Prédation et insecticides

Le traitement par des pesticides peut éliminer les prédateurs ou les parasites des ravageurs, ce qui implique une augmentation de leur potentiel.



Évolution du nombre de cochenilles par arbre, en orangers traités au DDT (rouge) et non traités (bleu). Le DDT élimine le parasite de la cochenille.

*Aphytis melinus* pond ses oeufs sur la cochenille des agrumes (*Aonidiella aurantii*) dont il est parasite



82

## Prédation et insecticides



Ce coléoptère (*Anthonomus grandis*) fut contrôlé par des insecticides dans les champs de coton du Texas. Son élimination a provoqué l'apparition de deux nouveaux lépidoptères.



*Helicoverpa* sp.

À la fin des années 80, environ 1600 espèces d'insectes nuisibles étaient résistantes à un ou plusieurs pesticides.

Les insectes nuisibles développent souvent une résistance en 5 ans. Mais leurs prédateurs sont beaucoup plus lents.

Scarabée de la pomme de terre  
(*Leptinotarsa decemlineata*)



## Contrôle biologique / biocontrôle

Il s'agit de l'utilisation de prédateurs de parasites, et de maladies de parasites et de mauvaises herbes, pour maintenir leur densité en dessous du seuil de dommages économiques. L'éradication n'est jamais complète.

Dans tous les agrosystèmes, il existe un **contrôle biologique naturel** des ravageurs.

- L'introduction d'ennemis naturels pour lutter contre les ravageurs nécessite une bonne connaissance de la biologie des organismes et du fonctionnement des agrosystèmes (en particulier la dynamique des chaînes trophiques).

- La libération dans l'environnement d'individus stériles, élevés par l'Homme, est une solution possible.



## Biocontrôle des ravageurs des cultures



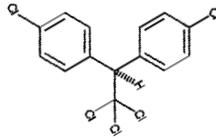
*Icerya purchai*, la **Cochenille australienne** qui parasite les agrumes. Introduite d'Australie en Californie en 1872, elle envahit aussitôt les vergers où elle pullule, elle menace ainsi les cultures d'agrumes.

Dans son pays d'origine, la cochenille n'est jamais un ravageur dangereux, certainement du fait de la présence de prédateurs locaux.



*Rodolia cardinalis* (**coccinelle**) , prédateur d'*Icerya purchai* dans son habitat d'origine, a été introduit en Californie pour mettre fin au problème de la cochenille.

Au milieu du XXe siècle, les fumigations au DDT (dichlorodiphényl-trichloroéthane ) ont réduit la population de coccinelles, et augmenté la population de cochenilles, jusqu'à ce que les fumigations aient été modifiées.



85

## Biocontrôle des mauvaises herbes



*Hypericum perforatum* (plante toxique) a été introduit en Californie (depuis l'Europe). Elle s'est répandue dans les pâturages.



Le coléoptère *Chrysolina quadrigemina* a été introduit pour la lutte biologique.

86

La lutte biologique n'est pas exempte d'effets négatifs. Les organismes introduits à des fins de contrôle de ravageurs, peuvent **pénétrer dans les écosystèmes naturels** et modifier la structure de leurs réseaux trophiques.

87

### Exemple d'effet négatif du biocontrôle en agrosystème, sur le système naturel.



Invasion des Opuntia en Australie avant (ci-dessus) et après (ci-dessous) la lutte biologique par le papillon *Cactoblastis cactorum*.

Ce fut un succès en Australie dans les années 1920 pour le contrôle de plusieurs espèces introduite d'Opuntias.



Après ce succès en Australie, le papillon *Cactoblastis cactorum* fut introduit en Californie, et a **attaqué des espèces endémiques d'Opuntia**. Ainsi 31 espèces dont 9 endémiques comme *Opuntia corallicola* en Floride sont menacées.



L'insecte s'attaque aux 38 espèces de figuier de Barbarie mexicain qui couvre une superficie de 3 millions d'hectares.



89



## COMPOSTAGE DES PRODUITS AGRICOLES



90

## Qu'est-ce que le compostage?

Processus par lequel des déchets d'origines diverses, à forte teneur organique, sont transformés en un produit différent qui peut être ajouté au sol sous forme de matière organique utile et riche en humus, et qui a des caractéristiques stables. Ce produit est appelé composte.

Il est obtenu par dégradation biologique dans des **conditions aérobies** et avec l'activité d'un micro-biote composé principalement de **bactéries** et de **champignons**. Du  $\text{CO}_2$ , de la vapeur d'eau et de la chaleur, sont produits lors de ce processus.



**M.O. fraîche +  $\text{O}_2$  >>>> M.O. stable +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  + chaleur**

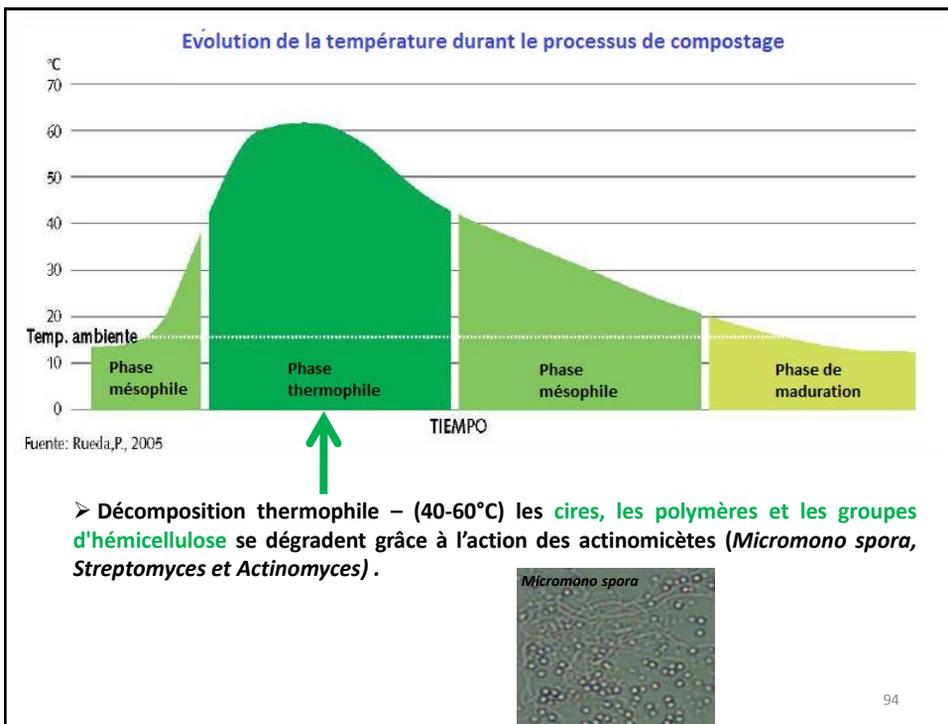
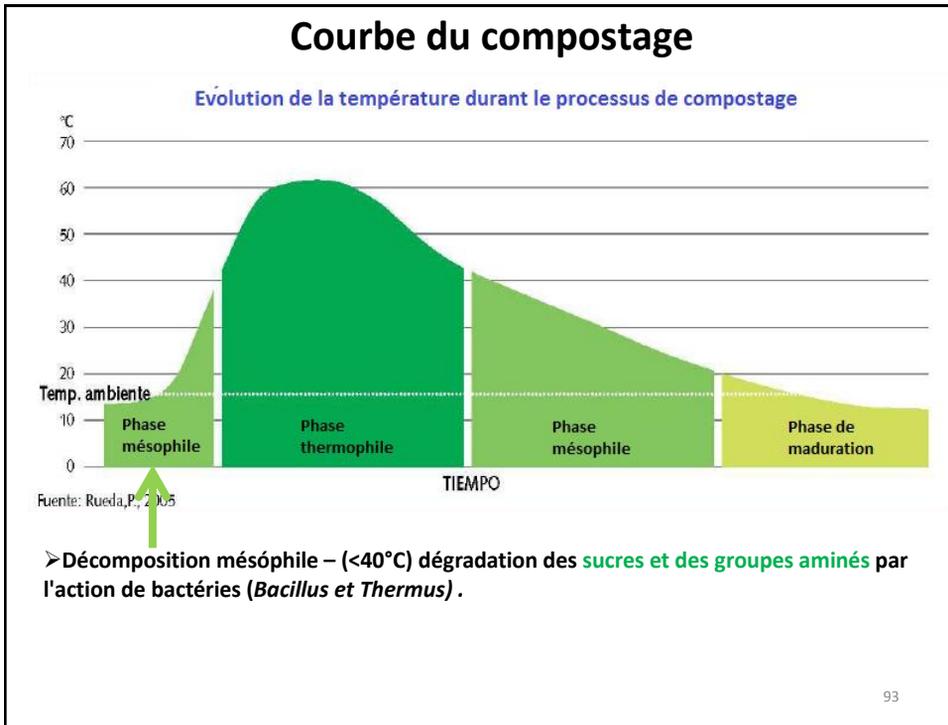
91

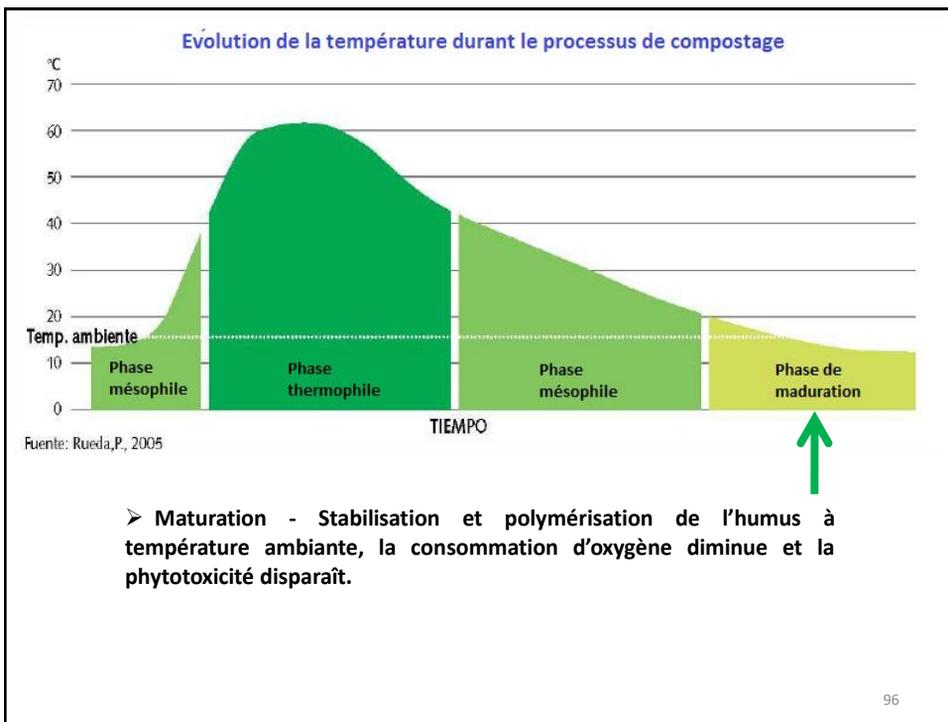
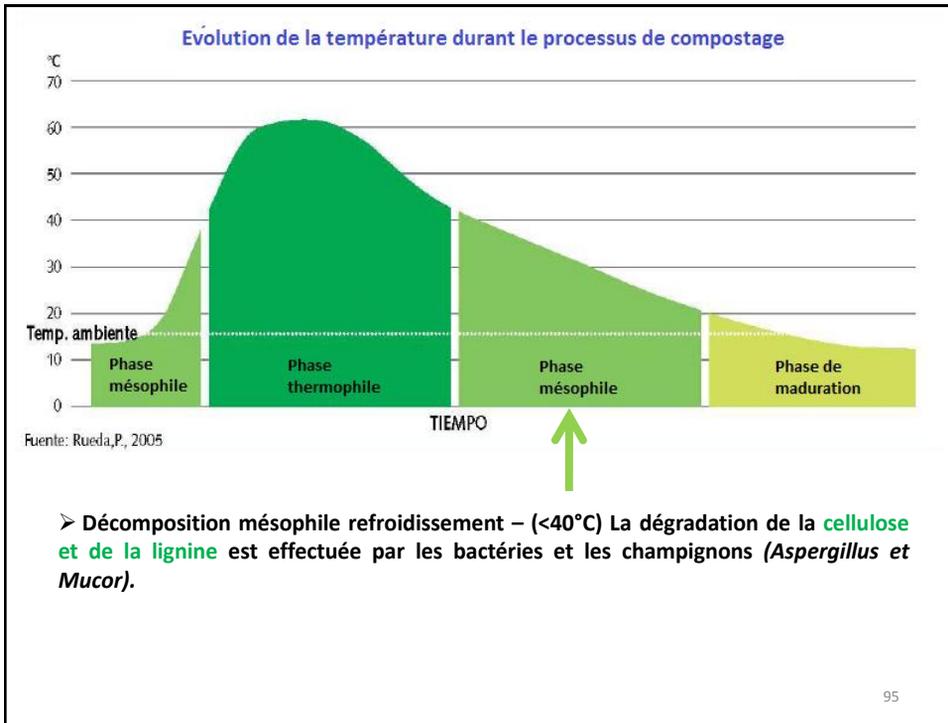
## Phases du compostage

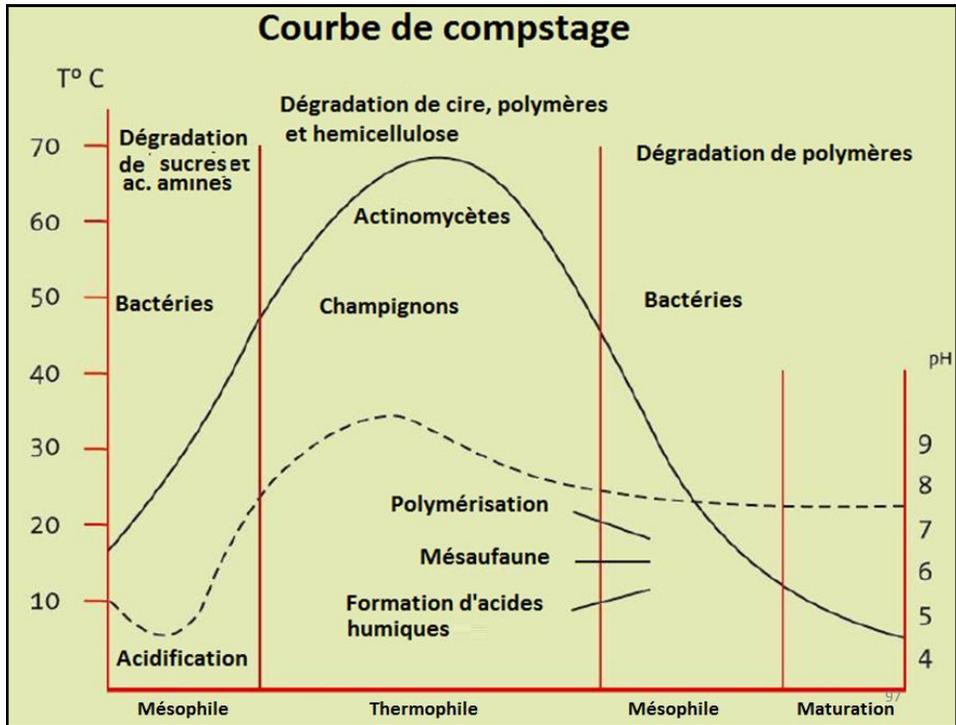
- Préparation - Les déchets sont conditionnés et mixés en tenant compte de la teneur en eau, la granulométrie, et le réglage des éléments nutritifs pour obtenir un bon rapport C/N.

92

## Courbe du compostage







➤ **Affinage** - La granulométrie est améliorée, l'humidité est supprimée et le matériel transporté est analysé pour déterminer sa qualité à l'emballage et l'étiquetage.

98

## La transformation du carbone:

- Oxydation des composés carbonés facilement dégradables,
- Méthanisation dans les parties anaérobies au fond du tas ou dans des agrégats,
- Production d'acides organiques à partir des glucides ou lipides,
- Attaques enzymatiques des composés carbonés produisant des glucides,
- Dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau.

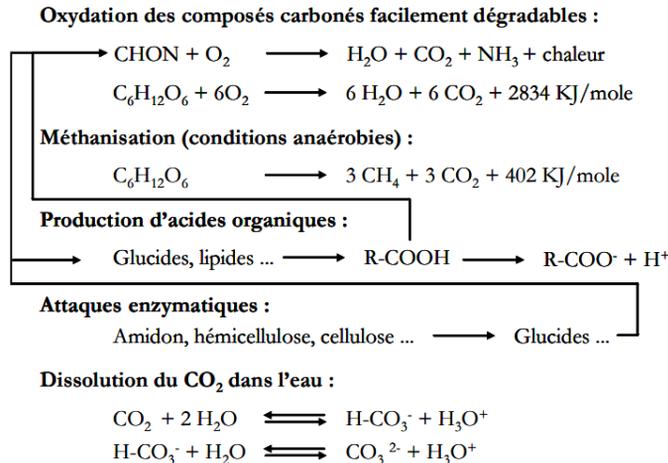


Figure. Principales réactions concernant la transformation des composés carbonés. Source: Mustin, 1987. <sup>99</sup>

## La transformation du carbone:

- Oxydation des composés carbonés facilement dégradables,
- Méthanisation dans les parties anaérobies au fond du tas ou dans des agrégats,
- Production d'acides organiques à partir des glucides ou lipides,
- Attaques enzymatiques des composés carbonés produisant des glucides,
- Dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau.

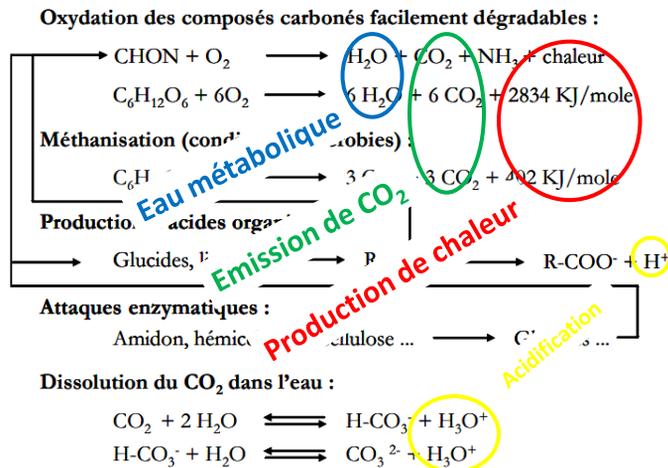


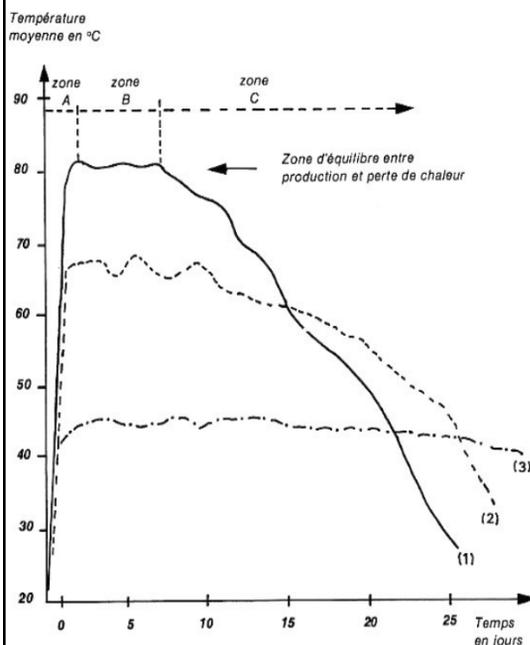
Figure. Principales réactions concernant la transformation des composés carbonés. Source: Mustin, 1987. <sup>100</sup>

### Ces réactions produisent:

- ✓ de l'eau métabolique,
- ✓ du CO<sub>2</sub>,
- ✓ du méthane, généralement rapidement oxydé en CO<sub>2</sub> dans les couches supérieures aérobies du tas,
- ✓ de la chaleur
- ✓ des protons.

101

### Evolution de la température d'un tas en fonction de la biodégradabilité des substrats



La phase A correspond à une production de chaleur intense supérieure aux pertes vers l'atmosphère, la phase B à un équilibre entre production et évacuation de chaleur et la phase C à une production inférieure aux pertes.

- (1) très biodégradable
- (2) moyennement biodégradable
- (3) peu biodégradable

102

Source: Mustin, 1987

## Paramètres fondamentaux du mélange initial

Deux paramètres de base pour le compostage:

- ✓ La teneur en humidité (M)
- ✓ Le rapport carbone - azote (C/N)

103

## L'humidité du compost

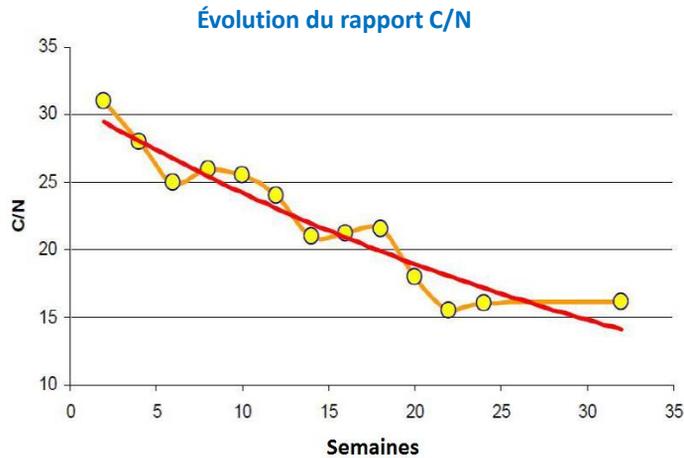
- L'eau est essentielle pour répondre aux besoins physiologiques des micro-organismes.
- L'eau est le moyen de transport de substances solubles qui servent de nourriture aux cellules et les déchets de cette réaction.
- L'humidité optimale pour la croissance microbienne est entre 50-70%.
- <30%: L'activité biologique diminue.
- >70%: L'eau déplace l'air et produit l'anaérobiose (= fermentation, putréfaction).

104

## Le rapport C/N

- ✓ C'est le paramètre le plus couramment utilisé pour contrôler le mélange, le développement et la maturité du compost.
- ✓ Le C apporte de l'énergie et de la structure cellulaire (>50%).
- ✓ L'azote est un composant essentiel des protéines.
- ✓ Si on a de faibles teneurs en azote les microorganismes ne se développent pas.

Ce rapport est optimal autour de 30.



105

## Information basique de certains produits

Valeurs de référence de l'humidité (%), la matière organique (%), le carbone (%), l'azote (%), du rapport C/N et la densité apparente (DA) pour le compostage des sous-produits de l'extraction d'huile d'olive.

	H%	M.O.	C	N	C/N	DA
Margines et grignons	65,0		57,2	1,3	44,0	0,9
Feuilles d'olivier	40,0		50,5	1,4	36,1	0,3
Bouse de vache	45,0		28,1	2,3	12,2	0,7
Fumier de mouton	38,5		22,6	1,7	13,3	0,4
Fumier de poulet	20,1	79,9	40,0	3,2	12,4	0,4
Restes du taillage des oliviers broyées	54,3	92,0	46,0	1,2	36,9	0,5
Restes horticoles	87,0		51,3	2,7	19,0	0,9
raisin	31,0	72,0	42,6	1,4	30,0	0,5
Sciure	39,0		106,1	0,2	442,0	0,2
Paille	12,0	112,0	56,0	0,7	80,0	0,1
L'égrenage du coton	35,0	68,0	39,5	1,5	26,0	0,2
L'enveloppe du riz			44,0	0,9	49,0	
Paille de riz			53,0	0,5	110,0	
Poudre de liège	6,3	69,1	34,6	0,6	59,6	0,3

106

## Exemple de calcul des margines + grignons d'olivier

### Données:

Poids humida (PH)	1 T
Humidité (H)	65%
Carbone (C)	57,20%
Azote (N)	1,30%
Densité a varc (DA)	0,89 T/m <sup>3</sup>

Poids humide	1T
Humidité (H)	65%
Carbone (C)	57.20%
Azote (N)	1.30%
Densité (DA)	0.89 T/m <sup>3</sup>

### CALCULS POUR 1 T

$$\text{Poids sec (PS)} = P \times ((100 - H) / 100) = 1 \times ((100 - 65) / 100) = 0,35 \text{ T}$$

$$\text{Poids d'eau (PA)} = P \times H / 100 = 1 \times 65 / 100 = 0,65 \text{ T}$$

$$\text{Poids Carbone (PC)} = P \times C / 100 = 1 \times 57,70 / 100 = 0,577 \text{ T}$$

$$\text{Poids azote (PN)} = P \times N / 100 = 1 \times 1,30 / 100 = 0,013 \text{ T}$$

$$\text{Carbone à l'azote (C/N)} = C/N = 57,2 / 1,3 = 44 \text{ (sans unité)}$$

$$\text{Volume (V)} = P / DA = 1 / 0,89 = 1,2 \text{ m}^3$$

107

## Problèmes que l'on peut avoir lors de la préparation du compost:

### 1. La pile ne chauffe pas:

Le début de la décomposition est caractérisée par une augmentation sensible de la température du tas. Si la température du tas ne monte pas au bout de quelques jours de sa construction, ceci implique qu'il est mal construit, et que l'on a commis une des erreurs suivantes:



- Le **rapport C/N** est trop élevé pour avoir utilisé un **excès de matériau riche en carbone** (paille, feuilles séchées d'arbres, la sciure de bois, copeaux de bois, etc.)

**SOLUTION:** Refaire la pile en mélangeant des résidus riches en azote (fumier ou autres).

- la pile de matériaux est trop sèche.

**SOLUTION:** arroser le tas pour l'humidifier, en laissant un intervalle de 12 heures entre les arrosages pour donner le temps à la matière d'absorber l'eau. La pile doit être humide (comme une éponge juste égoutté), pas saturée d'eau.

108

### 1. La pile ne chauffe pas:



- Le tas est trop humide.

**SOLUTION:** protéger la pile de la pluie, ou bien mélanger avec des matières sèches.

- Le lot est trop petit pour se réchauffer. D'habitude, il est difficile d'obtenir de bons résultats avec un volume inférieur à 4m<sup>3</sup>,

**SOLUTION:** il est donc préférable de fabriquer le compost dans des boîtes lorsque vous avez peu de matériel .

- On a construit la pile en hiver avec une température trop froide pour permettre son chauffage.

**SOLUTION:** vous devez attendre au printemps et retourner le tas en ajoutant quelques couches de matériau frais.

109

### 2. La pile est chauffée mais a une forte odeur d'ammoniac.

L'odeur d'ammoniac indique que **trop d'azote** a été ajouté (rapport C/N trop faible). Ce n'est pas nécessaire de le corriger, mais ceci indique que nous devrions ajouter un peu moins de matière azotée dans le lot suivant, s'il contient des matériaux similaires.

### 3. La pile sent mal et attire des nombreux insectes de la putréfaction

Mauvaises odeurs indiquent peu d'aération et les matériaux sont en cours de putréfaction anaérobie. Cela est particulièrement vrai lorsque la pile est construite de couches trop épaisses de boues et/ou d'herbes.

**SOLUTION:** Dans ce cas, vous devez retourner le tas et mélanger couches compactées avec un matériau spongieux riche en carbone . Construire des cheminées de ventilation en perçant la pile avec un bâton pointu .

### 4. La pile devient trop chaude (plus de 70°C)

Dans certains cas, comme lors de la construction de grands tas de fumier à "chaud" (cheval, mouton , lapin, oiseaux ) cela peut arriver.

**SOLUTION:** réduire la hauteur de la pile et promouvoir l'aération.

110

### 5. Lorsque vous retournez le tas on observe :

La présence de moisissures blanches et des matériaux faiblement décomposés. Cela indique que la pile est trop sèche .

**SOLUTION:** Arrosez les couches une fois la reconstruction terminée, et couvrez-la avec une couche de 2cm de sol. Si le temps est très chaud, il peut être intéressant d'ombler la pile.

L'intérieur de la pile est encore humide et compacte , avec une odeur et une couleur bleu-verte. Cela indique qu'il ya eu une fermentation anaérobie de l'excès d'eau et une aération insuffisante.

**SOLUTION:** Dans ce cas, bien mélanger avec des couches extérieures sèches. Ces piles humides ont souvent besoin d'un plus grand nombre de tournements.

La présence de détritivores abondants, vers et insectes à l'intérieur de la pile. Ceci indique que l'étape thermophile de décomposition est terminée, et qu'il est sur la bonne voie . Quand le compost mûrit, ces animaux disparaissent car ils ne trouvent pas de nourriture appropriée dans le tas .

111

## III. ÉQUIPEMENT DE COMPOSTAGE

### Aérateur



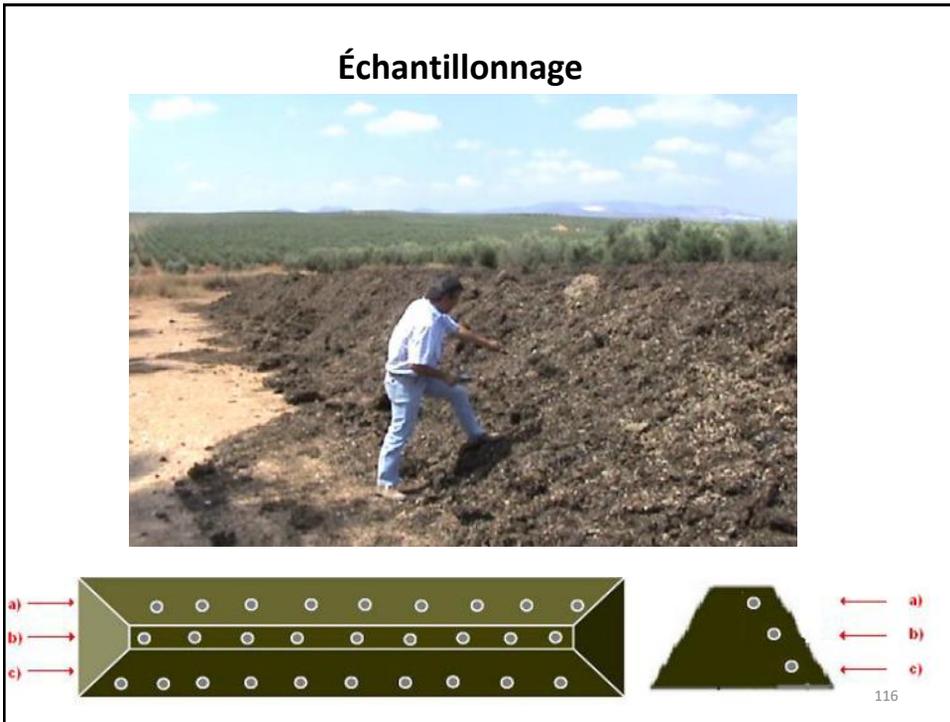
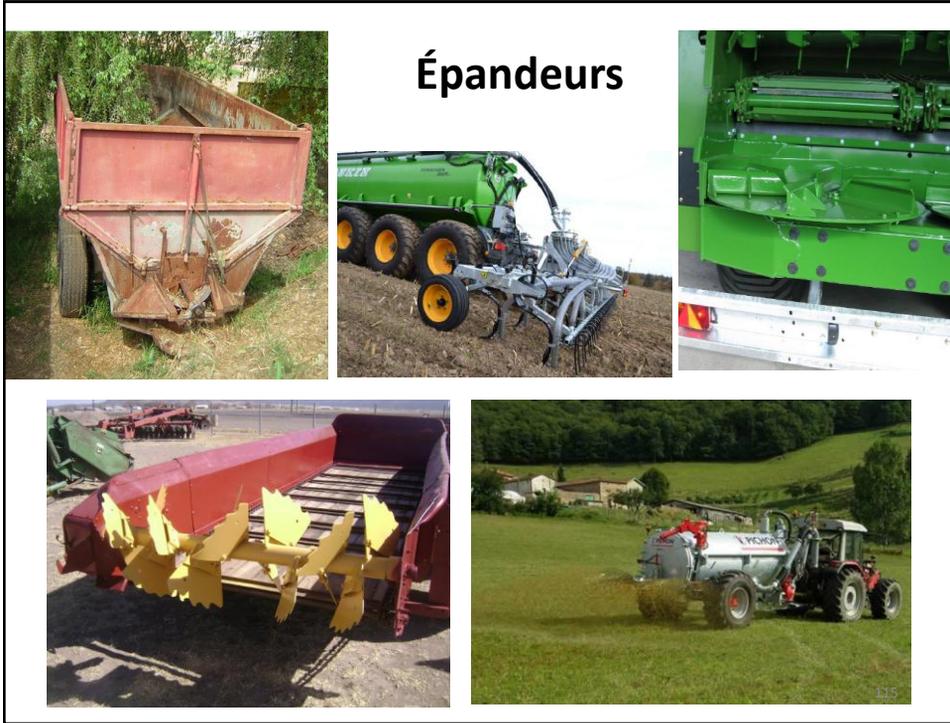
112

### Broyeurs

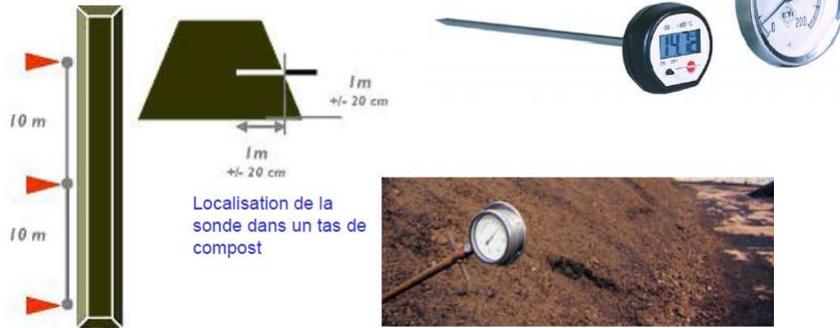


### Tourneurs





## Température



117

## Humidité



118

## Performances :

### Environnementales :

- ✓ Amélioration de la **vie microbologique** des sols;
- ✓ l'amélioration de la **structure du sol**, réduisant ainsi l'érosion hydrique;
- ✓ l'amélioration de la **fertilité du sol** et sa **capacité de rétention d'eau**;
- ✓ la diminution de la **dépendance par rapport aux engrais chimiques**;
- ✓ par rapport aux amendements minéraux, la fertilisation organique du sol a l'avantage de ne pas devoir être dosée de manière stricte, puisqu'il n'y a **pas de risques de surdosage**;
- ✓ l'effet de la fertilisation **dure deux ans**.

### Economiques

- ✓ Economie d'intrants chimiques.
- ✓ Les productions sont de meilleure qualité (couleur, goût)

119



120