La fertilité des sols et gestion de la fertilisation de l'olivier

Journées de l'Oléiculteur 2014
Organisées par l'AFIDOL

À Nyons (19 mars), Pézenas (27 mars) et Lambesc (31 mars)

Karim RIMAN *www.consultant-agriculture-ecologique.com*

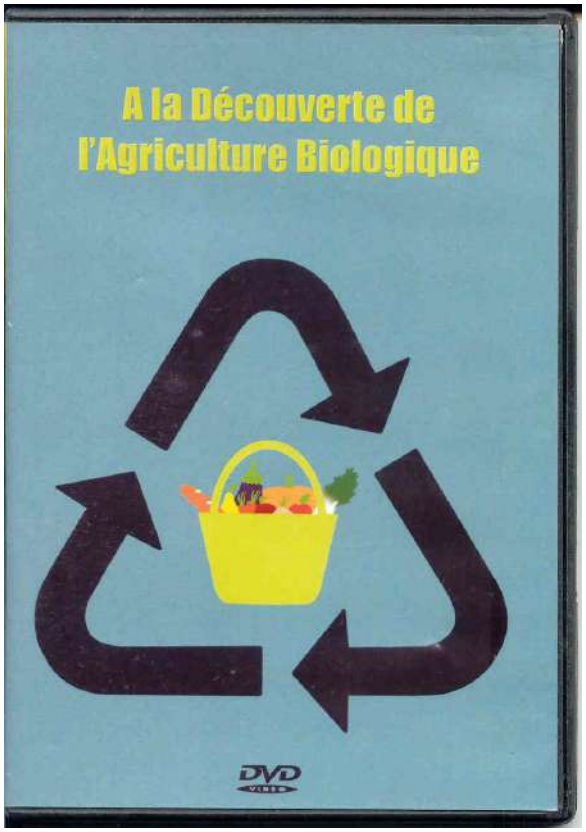
Spécialiste du diagnostic de la fertilité du sol

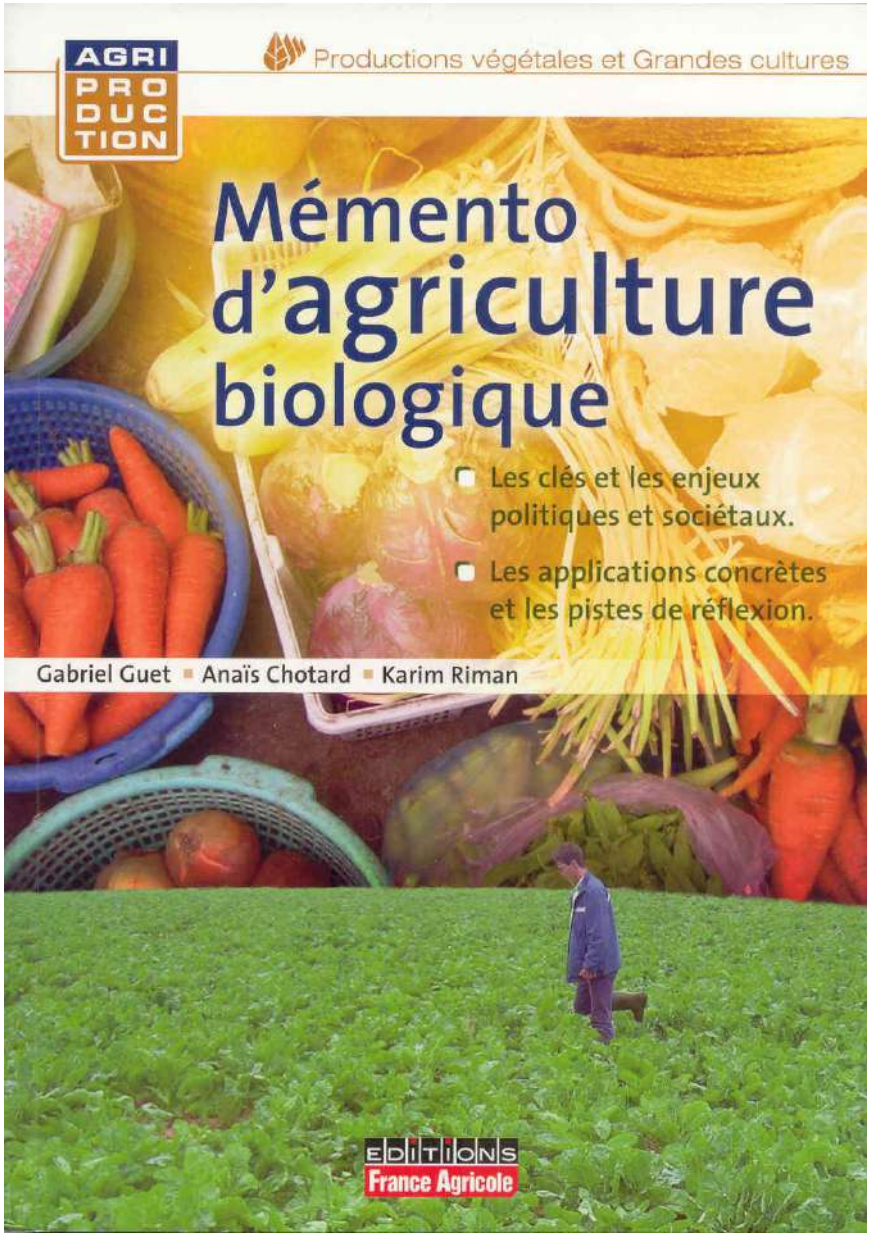
84250 Le Thor- France - E-mail : karim.riman@free.fr

Tél : + 33 4 90 21 40 44 – Fax : + 33 4 90 21 40 41

Co-auteur du livre Mémento d'agriculture biologique.
3ème édition, septembre 2011

Et j'introduis par le sol le DVD





Thèmes abordés

Première partie :

- Les matières organiques dans le sol
- La vie dans le sol
- Comment maintenir ces richesses ?

Deuxième partie: cas pratique

- Présentation des données techniques
- Synthèse des résultats des analyses de terre
- Solutions pratiques d'amélioration à mettre en œuvre

Produire

c’est transformer la matière

pour nourrir l’humanité

Transformer la matière

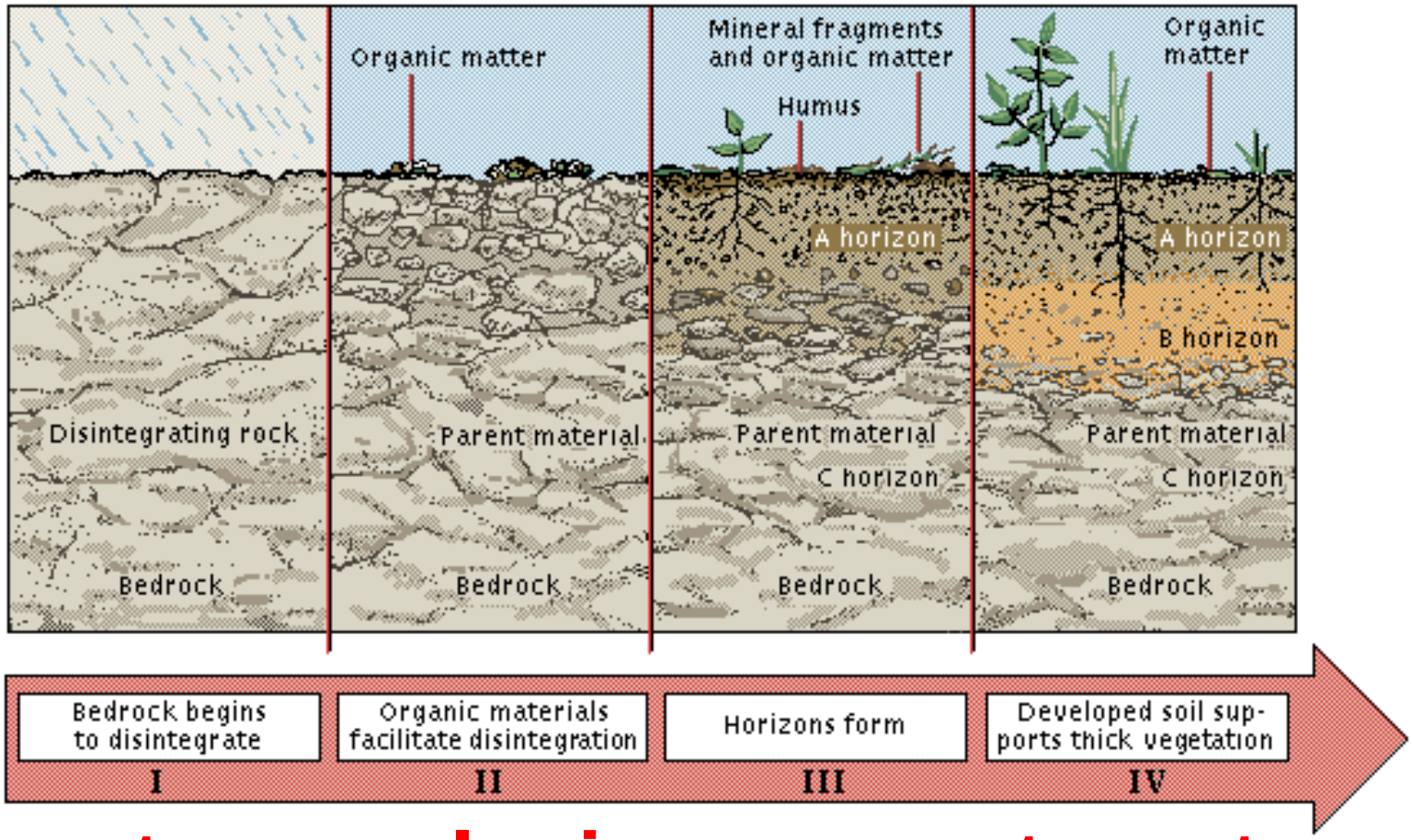
entraîne

la perte de fertilité du sol

donc

perte d’humus « stable » et du COM

La naissance du sol est un processus millénaire : 1 cm de sol évolué nécessite environ 1 siècle



Sa perte sur plusieurs cm et par tonne est une question de minutes

La fertilité du sol : quelle définition?

C’est la « fécondité du sol »

aptitude du sol à produire toute la chaîne alimentaire

allant des micro-organismes → l’homme,

en passant par la plante et l’animal,

et ce pendant des générations (H.P. Rusch)

Le rôle et but de l’agriculteur est de produire régulièrement de bonnes récoltes

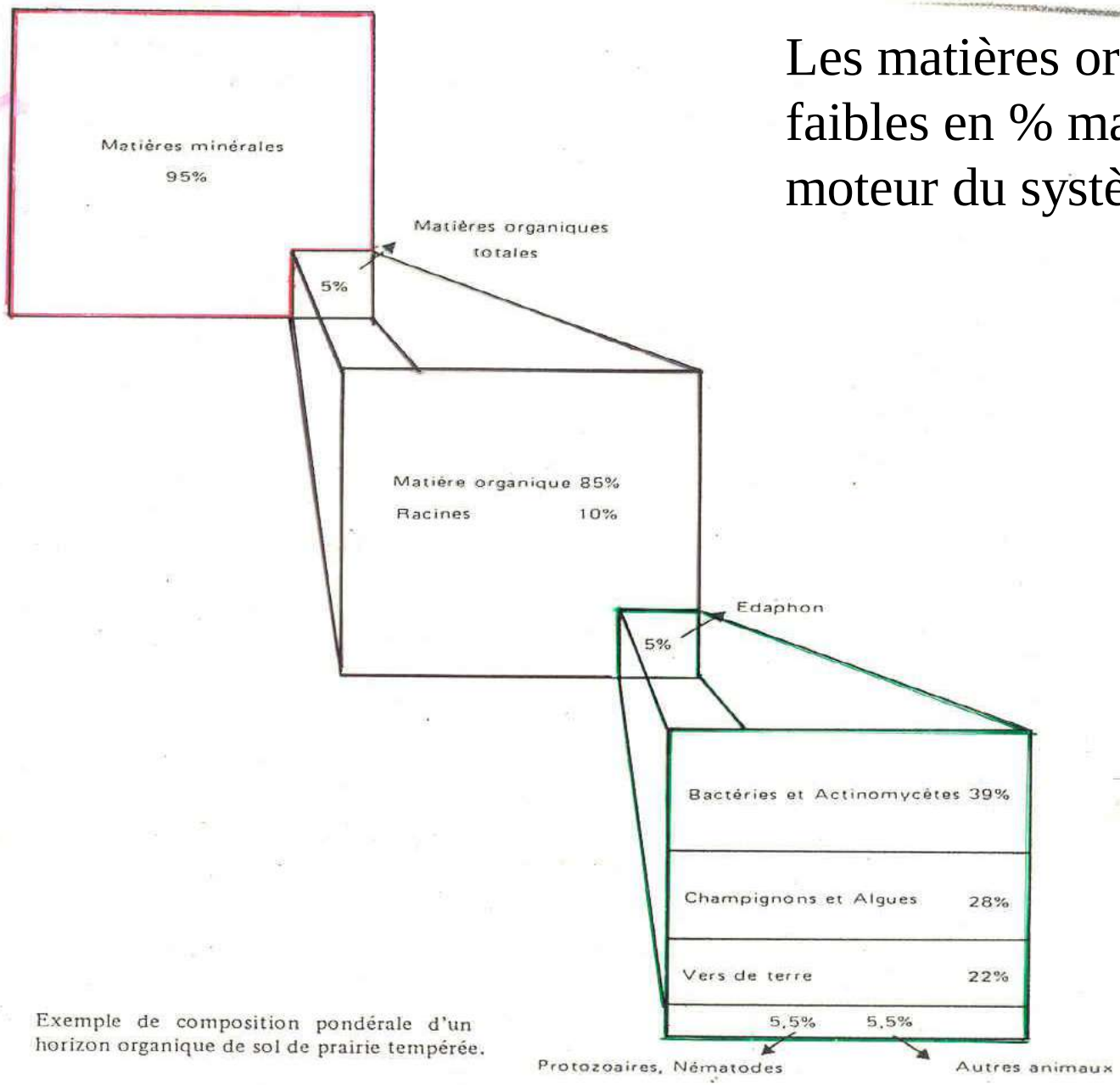
en mettant en œuvre les moyens pour maintenir voire d’améliorer la fécondité de son sol

Première partie

- Les matières organiques dans le sol : origines, transformation, rôles et analyses possibles
- La vie dans le sol : macroorganismes et microorganismes , importance, rôles et analyses

➢ Comment maintenir cette richesse organo-biologique?

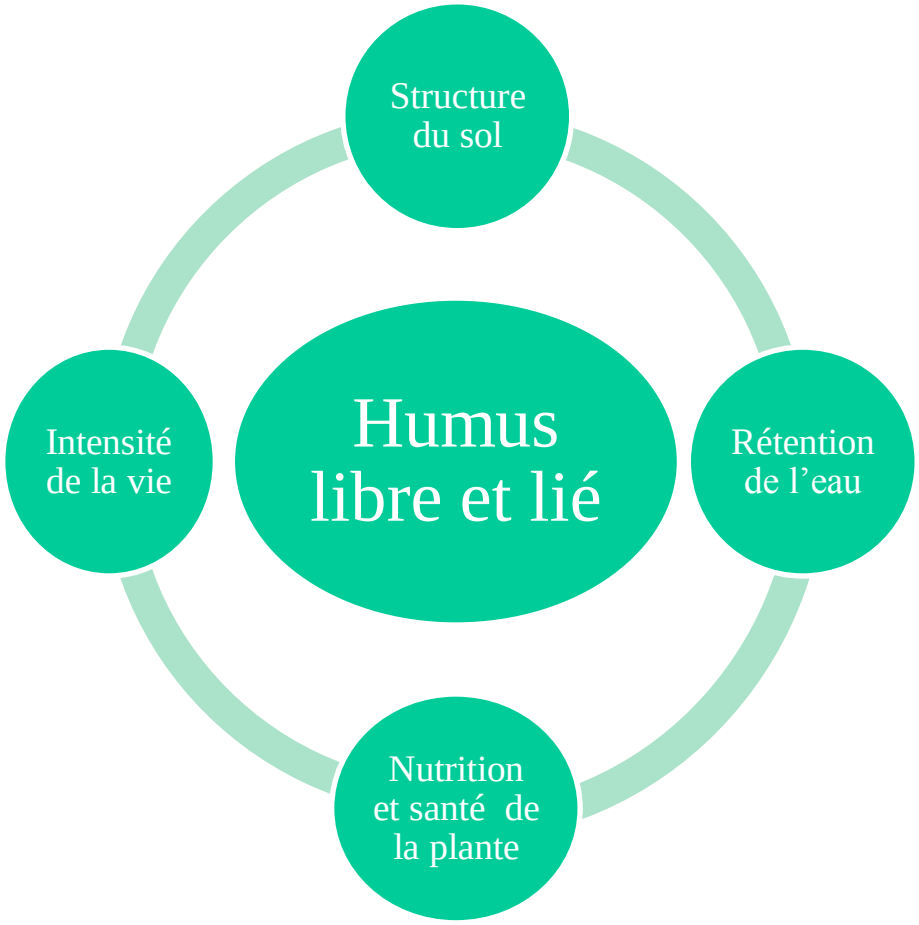
Les matières organiques faibles en % mais moteur du système



Exemple de composition pondérale d'un horizon organique de sol de prairie tempérée.

G. Bachelier

Les matières organiques transformées c'est en moyenne 2 à 3 % de la terre fine



Les matières organiques du sol : trois origines

Animale et microbienne

Minéralisation très rapide

- Molécules simples ----------> éléments minéraux solubles ----->Sol et plante
  (Ca++, NH4+, NO3-, Mg++, PO4--- , …)

Végétale

Minéralisation rapide

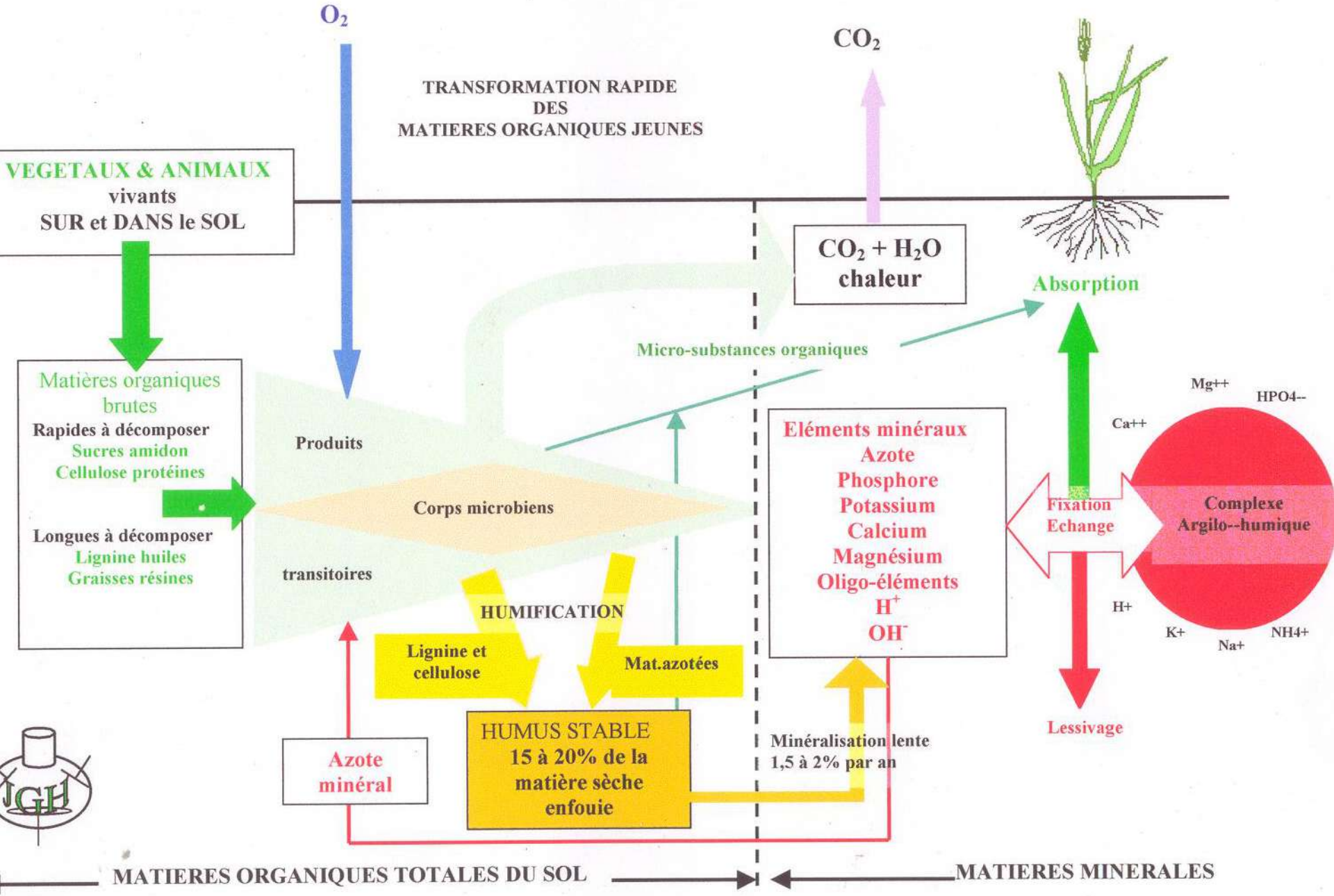
- Molécules simples ----> produits transitoires ---->éléments minéraux ---->Sol et plante
  (Ca++, NH4+, NO3-, Mg++, PO4--- , …)

Végétale

Minéralisation très lente

- Molécules complexes -> produits transitoires ->Humus ->Eléments min.->Sol et plante
  (lignine, cellulose)

EVOLUTION de la MATIERE ORGANIQUE
dans le SOL



L’humus est un colloïde organique

Chargé principalement négativement

C’est un **mélange complexe de polymères** :

- humine
- acides humiques (gris et bruns)
- acides fulviques et d’autres micro-constituants.

Analyses des matières organiques du sol
(C H O N S et +)

première approche quantitative :
Carbone Total
Azote Total
Rapport C/N : évolution de la matière organique

Ceci n'est pas toujours suffisant, donc complément par fractionnement de la M.O. et activités de minéralisation de C et N

Quels niveaux optimaux

Carbone organique

- Minimum 10 g de CT /kg de terre fine

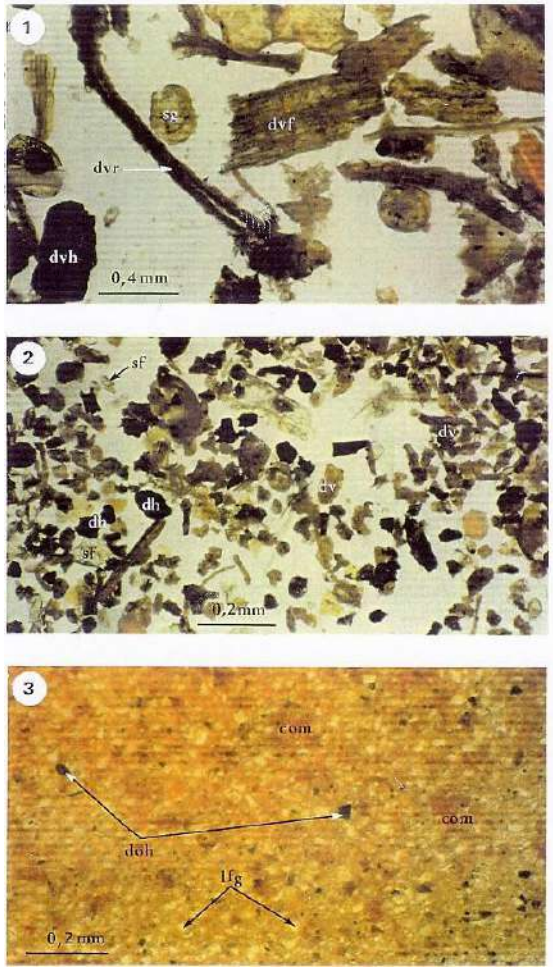
Azote organique

- Minimum 1 g de NT /kg de terre

Rapport C/N de 8 -11

Le fractionnement granulométrique des MO

(Photos Feller, 1994)



Fraction 50 – 2000 µm
Sur les sables

<15 ans

MO libre
= *MO particulaires*
(C/N élevé)

STATUT ORGANIQUE

Fraction < 50 µm
Argiles et limons

50 ans et +

MO liée
(C/N faible)

En résumé

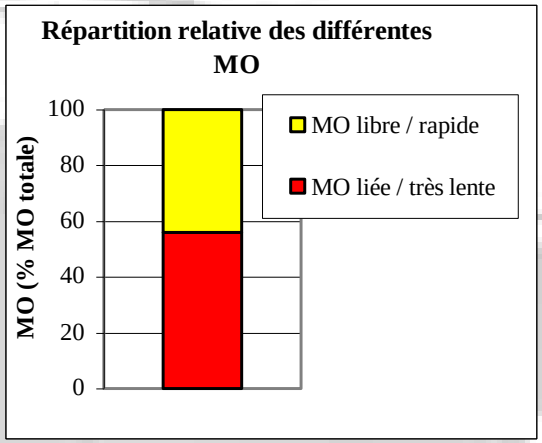
- Matière organique libre (< 15 ans) :
  - Transformation rapide
  - Rapport C/N élevé de 12 à 30.
  - Facilement accessible à la biomasse du sol,
  - Rôle nourricier pour les plantes, rôle structurant à court terme.

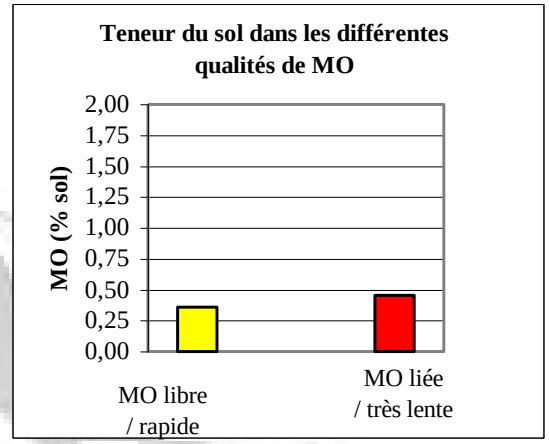
- Matière organique liée (>50 ans):
  - Stabilisée, minéralisation très lente,
  - Rapport C/N faible < 10
  - Rôle structurant à long terme ; rôle nutritif à long terme.

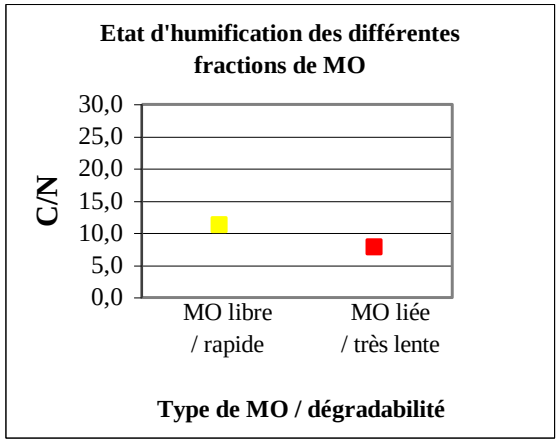
Le niveau et l'équilibre entre ces deux fractions détermine le type de produit à apporter.

La quantité se raisonne en fonction de la capacité de fixation du sol, des cultures et de l'activité biologique.

Représentation graphique du FMO :







- **Répartition relative des différentes MO** : proportion des MO libre et liée en % de la MO totale,
- **Teneur du sol dans les différentes qualités de MO** : teneur en MO libre et liées en % du poids de terre fine,
- **Etat d'humification des différentes fractions de MO** : rapport C/N des fractions de MO libre et liée.

Bilan humique

Evolution de la matière organique

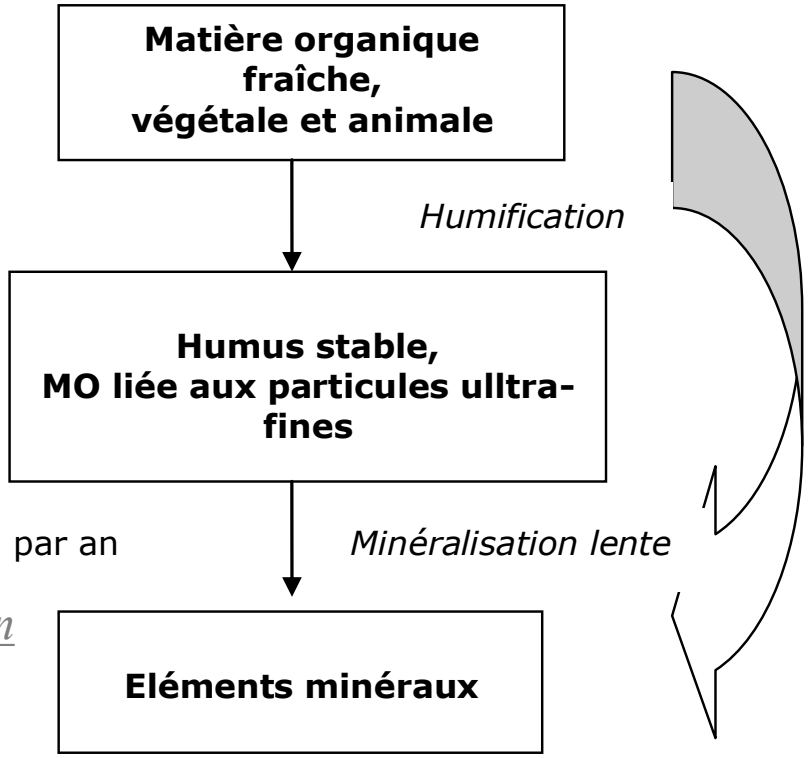
Enrichissement (entrées)

Environ 25 %

Les Pertes (sorties)

Environ 1.5 à 2 % par an

Coefficient d'intensification



MO libre, minéralisation rapide

UNE POIGNEE DE SOL EST VIVANTE!

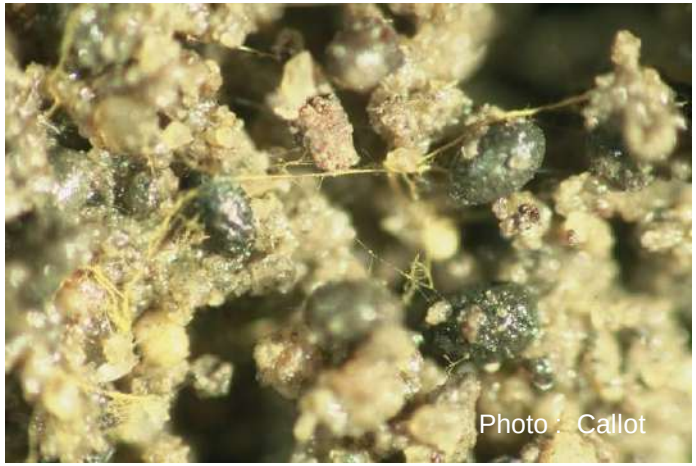
Dans le sol, il y a tout un monde d'organismes, d'animaux et de plantes qui nous sont pour la plupart inconnus. Cette « boîte noire » est essentielle à la vie et devrait être préservée ou protégée.

BIODIVERSITE ET QUALITE DU SOL

Un niveau de biodiversité moyen à élevé est en général le signe d'un sol de bonne qualité. Cependant, la relation entre la qualité du sol et sa biodiversité n'est pas toujours claire. En effet, comment mesurer tout ce qui vit et interagit dans le sol ? Les scientifiques cherchent ainsi des méthodes nouvelles et originales pour évaluer la biodiversité du sol.

Quelques fonctions des organismes du sol…

Structure : Liants fongiques



Porosité par les vers de terre

Recyclage de la matière organique

Protection et symbiose

La vie du sol peut représenter dans 20 cm de terre agricole et par ha :

- 500 kg à 5 T de vers de terre, 10 à 1000 individus /m^2 de surface observée
- 5 à 50 T de matières vivantes microbiennes
- 3.10^{18} de bactéries
- 150 millions de km d'hyphes fongiques, dont les mycorhizes

Rôles majeurs des organismes macroscopiques

Recyclage des nutriments

- Fragmentent les résidus de plantes
- Stimulent l'activité microbienne
- Régulent les populations bactériennes et fongiques

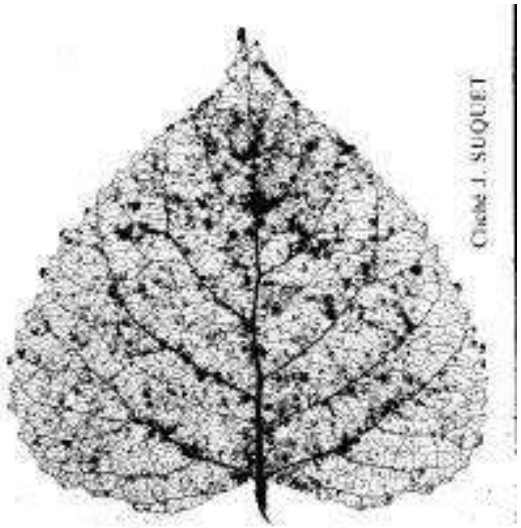
Action forte sur la structure du sol :

Mélangent les particules, redistribuent la M.O., créent les bio-pores, limitent le lessivage

Enchytréides

Embranchement des Annélides, classe des Oligochètes

→ Vivent dans la litière et dans l'horizon organique du sol

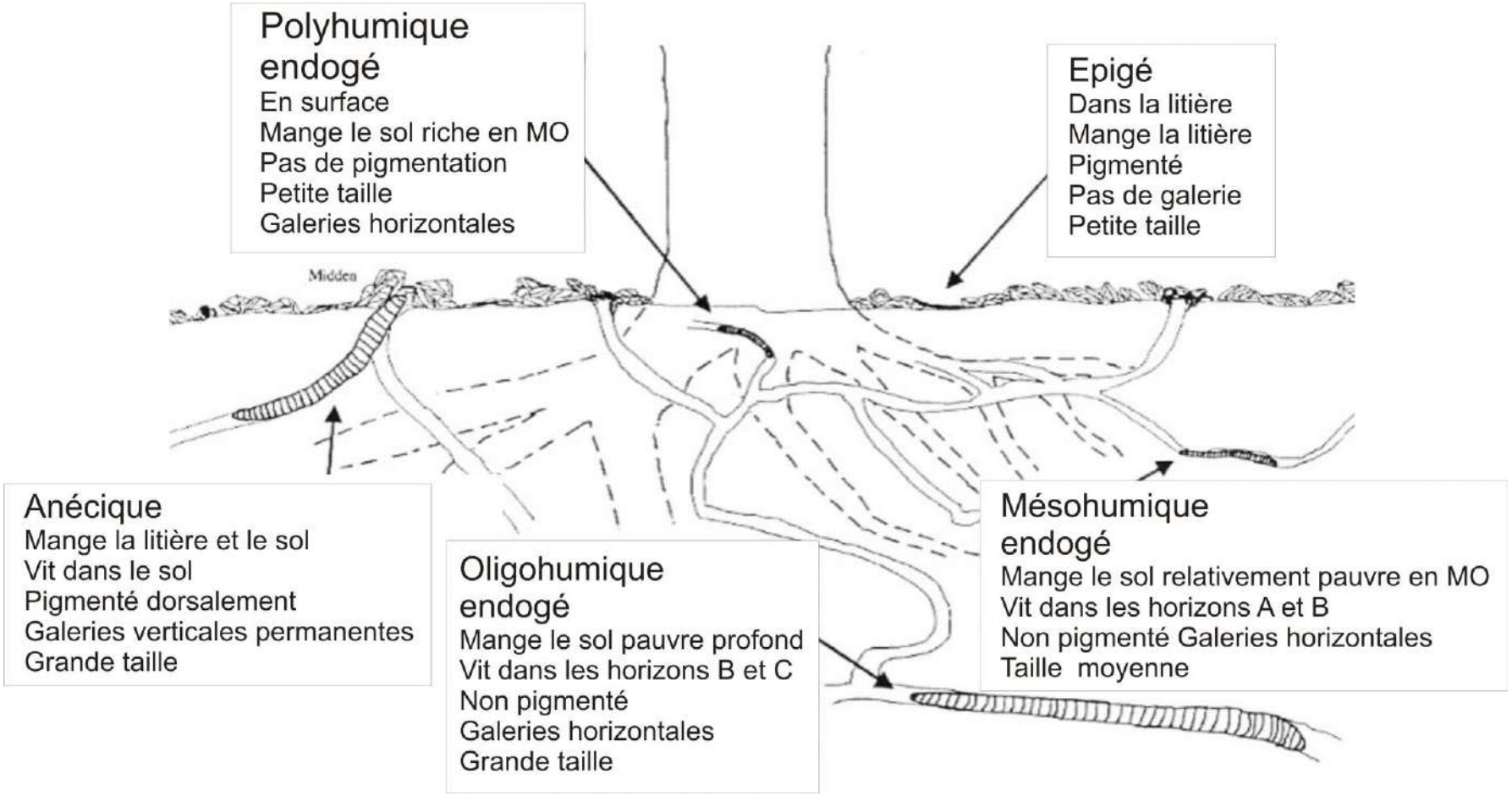


→ Mangent la litière, mycélium, fèces

E des sols, Barot

Les vers de terre, porosité et structure

5 groupes écologiques



E des sols, Barot

Les myriapodes

Classe des
Diplopodes

Iule:
Consomme la litière ou le mycélium

Classe des
Chilopodes

Scolopendre:
Prédateur

→ Structure du sol

→ Infiltration de l'eau

Les Isopodes

Sous embranchement des Crustacés

Cloportes

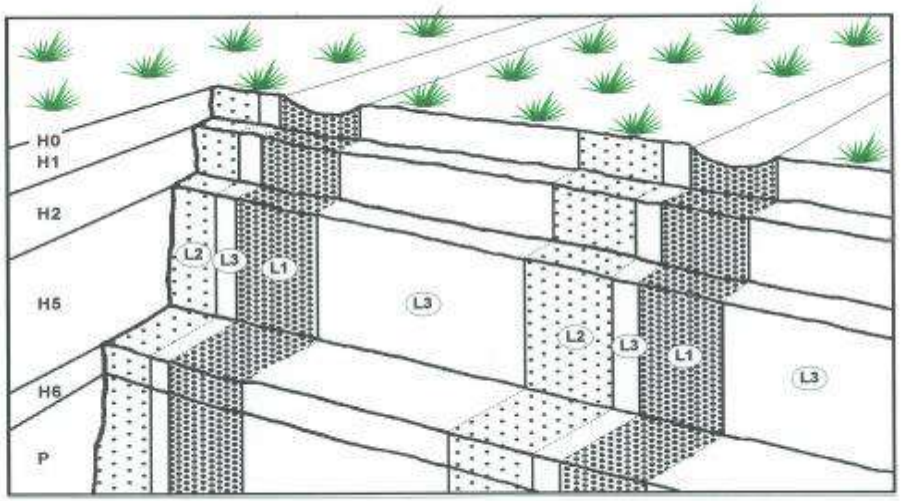
→ Détritivore

→ Rôle dans la décomposition de la litière

Comment les observer/ quantifier ?

Test Bêche

Le Profil Cultural



VERTICAL AND LATERAL PARTITIONS OF "PROFIL CULTURAL"

Observation des vers de terre

Appréciation de la structure du sol : pénétromètre sol

Rôles majeurs des organismes microscopiques

C’est la composante essentielle de la rhizosphère

Rôle majeur dans la nutrition et la santé des plantes

La plante en échange les nourrit

1/3 du carbone est redirigé vers les racines où il est exsudé (rhizo-déposition du carbone) :

=

énergie pour les microorganismes du sol

Rôles majeurs des organismes microscopiques

Recyclage des nutriments

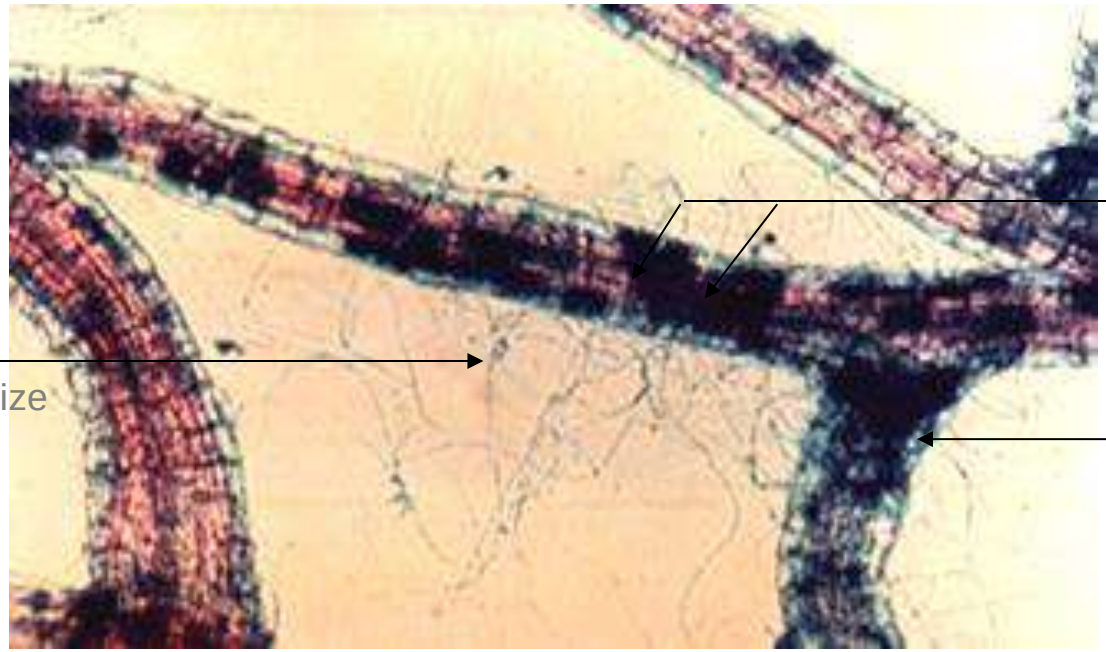
- Transforment la matière organique
- Minéralisent et immobilisent les nutriments

Structure du sol

- Les composés organiques qui lient les agrégats
- Les hyphes entourent et lient les particules aux agrégats.

Endomycorhizes: symbiose champignon/racine

Un indicateur microbiologique majeur de santé du sol et de la plante



(Photo INRA)

Biorize: B. BLAL

Les mycorhizes assurent :

protection de la plante,

meilleure nutrition en phosphore,

résistance au manque d’eau,…

Elles sont affectées par

tassement du sol,

excès d’azote et de phosphore,

travail du sol,

pesticides

espèce cultivée.

Rhizobium :

symbiose racine – bactérie

l’azote gratuit

Rôle des bactéries : majeur dans le cycle de l'azote

Transformation de l'azote organique du sol :

Champignons, actinomycètes et bactéries

Protéines → acides aminés puis urée → sels ammoniacaux

bactéries nitreuses
nitrosomonas

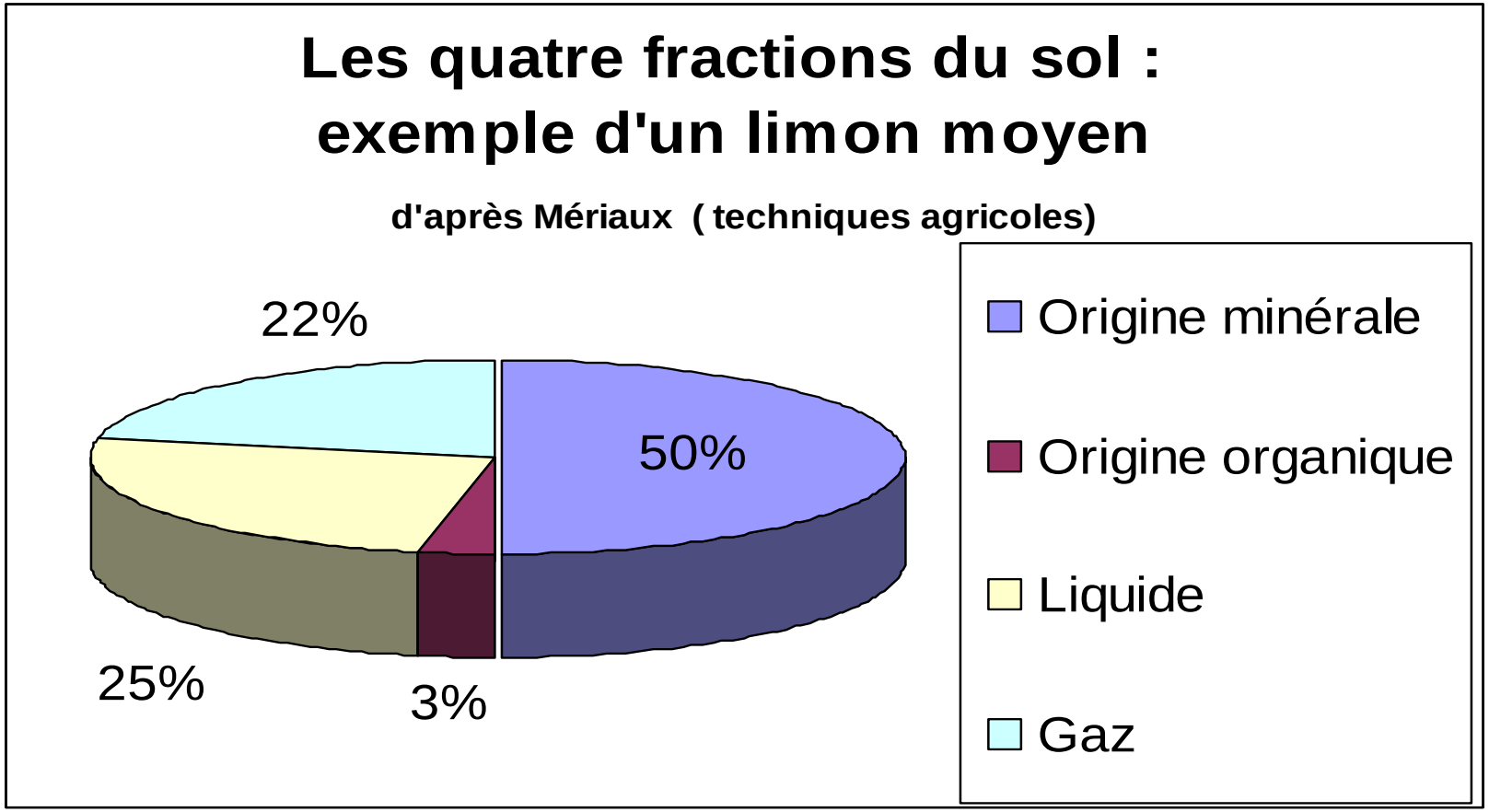
bactéries nitriques
nitrobacter

sels ammoniacaux → nitrites → nitrates

Oxydation

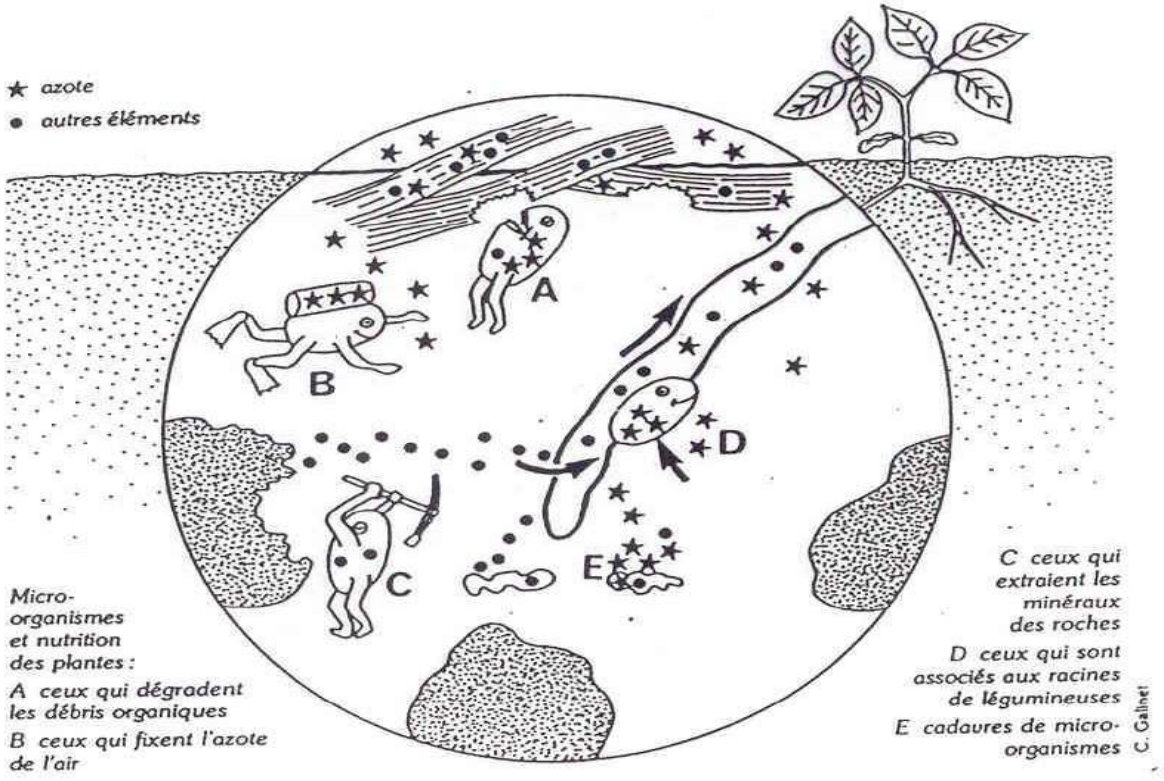
Les facteurs qui favorisent la vie

Espaces de porosité = échanges gazeux = Oxygène



Les facteurs qui stimulent la vie

La nourriture et fraîche SVP



Les autres facteurs favorables à son développement

pH (calcium)

Température

Humidité

Analyse de la biomasse microbienne au laboratoire

Valeur de la Biomasse mg de Carbonne/kg terre	Interprétation
100-150	**Faible**
200-300	**Correcte**
300-400	**Élevée**

Rapport BM/CT : 1 à 5 %

Éléments minéraux stockés dans la BM (calculés)

Exemple: 400 mg de C microbien / kg de terre

N 180 U - kg /ha

P 140 U – kg /ha

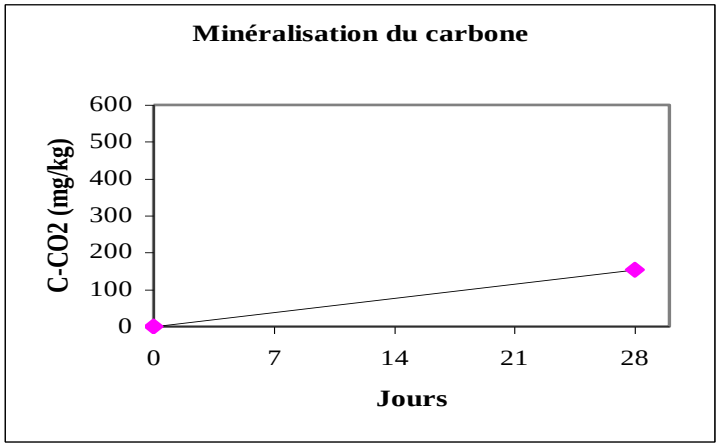
K 120 U - kg /ha

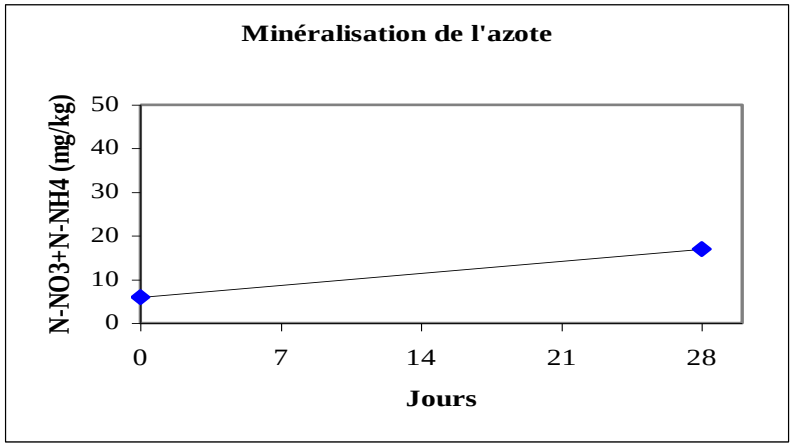
Ca 20 U – Kg /ha

Mg 20 U – kg/ha

Quelques repères :
Activités microbiologiques minéralisatrices de C et N

4-2: ACTIVITES MICROBIOLOGIQUES MINERALISATRICES DE C et N:dégradabilité de la MO





- **Minéralisation du carbone :** 200 mg de Cm /kg de terre sur 28j et 2% en rapport au carbone total
- **Minéralisation de l'azote :** 10 mg de Nm /kg de terre sur 28 jours et 1% de l'azote total

Maintenir cette richesse

Protéger son capital sol de l'érosion et de la chaleur :

- Sol le moins possible nu

→Couverts végétaux : naturels ou semés (engrais verts) et diversifiés

→Mulch

→Travail du sol : limiter la farine

Erosion en climat méditerranéen sur sols viticoles : Tonnes /Ha /an

Pertes de sol de 8,4 T sur sol désherbé chimiquement et 4 T en ENM

contre

1,4 T/ha sur sol enherbé,

Et attention sol travaillé perte de 2 T

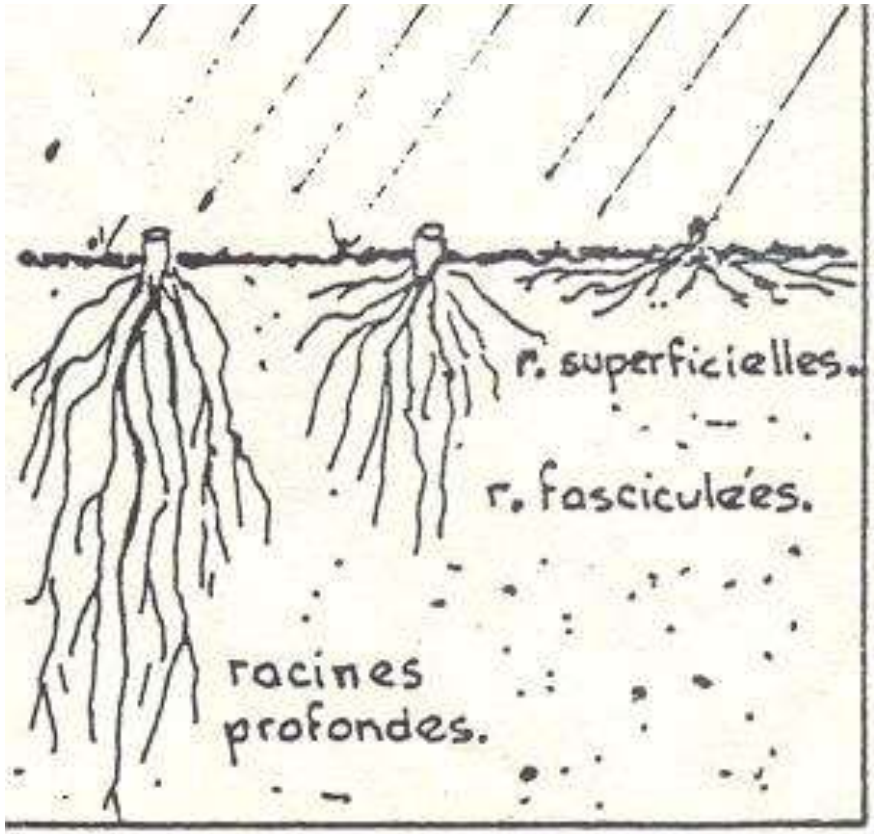
(Andrieux et al., 2007)

Extrait des résultats obtenus après 25 ans d'application des différents traitements à la Station de Recherches viticoles Dràgàsani - Roumanie

Analyse	**Désherbage mécanique**	**Désherbage chimique**	**Enherbement**
Agrégats stables profondeur 0-10 cm (%)	71%	76	89
Porosité totale, profondeur 0-5 cm, %	52%	46	53
Humus %	1.7%	1.5	2.1
Bactéries 10^6 /g de sol sec	209	113	413
Champignons 10^3 /g de sol sec	428	234	714

Effet de la couverture végétale du sol sur sa température : Alsace

Couverts végétaux: mélange et/ou alternance de plantes à enracinement profond et superficiel.



Maintenir cette richesse

Protéger son capital sol du tassement par le travail du sol :

- En conditions ressuyées
- L’herbe peut mieux faire que la puissance machine
- pas de farine mais du travail grossier
- peu profond ; laisser du travail aux VERS

Puissance de la plante

Maintenir cette richesse

Nourrir son sol

→À court terme

- →Engrais verts
- →Engrais organiques

Engrais organiques

Norme NFU 42 001 : au moins 1 élément > 3% sur M.B.

Farines et poudres animales

Guano

Fientes de volailles

Lisier/purins

Margines/grignons

Maintenir cette richesse

Nourrir son sol

→A long terme :

- →Bois de taille
- →Mulch pailleux et ligneux
- →Apport d'amendements organiques variés et si possible compostés

Amendement organiques : précurseurs d'humus stable/lié

- Norme NFU 44 051composition < 3% en chaque élément sur M.B. et N+P+K < 7% sur M.B.

Attention aux boues compostées interdites en AB norme NFU 44-095

- ISMO (Indicateur de stabilité de la matière organique) est la référence depuis 2011

→« POTENTIEL HUMUS »

Si valeur 0,5 soit 500 KG d'humus stable/T

Classement des produits organiques

Précurseurs de matière organique facilement accessible, à dégradation rapide : **Engrais organique**	**Précurseurs d'humus stable, structurant du sol, à dégradation lente :** **Amendement organique**
Purin /lisier	Fumiers pailleux, compost
Boues de stations d'épuration	Déchets végétaux ligneux
Fientes de volailles /lapins	Résidus de récoltes (paille)
Guano	Ecorces (sauf résineux)
Tourteaux et résidus de légumes	Tourbe dégradée
Margines /grignons	Chaumes
Corne	Prairies (effet des racines)
Sang et farines animales/ farines animales	Feuilles mortes
Engrais verts /tontes	Cartons, papiers
Poudres d'os	Débris cellulosiques

Effet des pratiques sur les MO et la biomasse

	C Total g/kg	N Total g/kg	C/N	BM Mg/kg	MOlibre /MOliée	Effet
FM 2009	8,60	0,71	12,1	232	26/74	
FM 2013	7,5	0,689	10,9	122	29/71	Baisse C, N et BM
ST 2009	9,8	0,940	10,5	240	26/74	
ST 2013	12,5	1,029	12,1	258	28/72	Améliorations C, N et BM; léger déséquilibre MO
AV 2009	11,5	0,920	12,5	257	25/75	
AV 2013	11,3	0,939	12	194	37/63	Maintien C et N mais baisse BM Déséquilibre MO

Effet des pratiques sur les activités de minéralisation de C et N

	C Total g/kg	N Total g/kg	Min C %	Min N %	Fourniture annuelle N kg/ha	Effet
FM 2009	8,60	0,71	2,3	2,6	98	
FM 2013	7,5	0,689	1,1	1,5	69	baisse
ST 2009	9,8	0,940	2,4	1,8	90	
ST 2013	12,5	1,029	2,1	1,7	116	Augm N
AV 2009	11,5	0,920	2,4	1,7	83	
AV 2013	11,3	0,939	1,6	1,5	94	Baisse C, N stable

Conclusions

L’engrais vert a de nombreux aspects ++ par rapport au sol en fertilisation minérale

mais

il n’améliore pas la fertilité du sol à long terme : MO liée

Deuxième partie

Cas pratique sur une oliveraie suivie par le CTO

- Présentation des données techniques de la parcelle
- Synthèse des résultats des analyses de terre

➢ Solutions pratiques d'amélioration à mettre en œuvre

Présentation de la parcelle à Nyons

surface : 0,6 hectare

espacement : 6,5 m x 6 m (rang) en quinconce

date de plantation : 2001

variétés : Tanche (principale) et Cayon (polinisateur)

conduite monotronc

Conduite du verger

mode de conduite : agriculture biologique

taille : annuelle

entretien du sol :

- inter-rang : travail du sol (chisel, 3 fois par an) de mai à fin août
- rang : travail du sol (chisel, 3 fois par an) de mai à fin août

irrigation :

- 4 goutteurs de 2 L/h par arbre, tous les mètres
- conduite : 24 heures d'arrosage tous les huit à dix jours, sur la période de juin à septembre.

Fertilisation

Année	Apports réalisés	N	P_2O_5	K_2O	MgO
2012	- 10 tonnes / ha de compost avec paille de lavande + drêches de brasserie + corne broyée (valeur fertilisante inconnue)	120 U par défaut	40 U par défaut	80 U par défaut	20 U par défaut
2013	- 500 kg / ha de Bactériosol 2,7-2-1,6-0,3	14 U	10 U	8 U	3 U
2014	- 10 tonnes / ha de compost mûr avec paille de lavande + drêches de brasserie + corne broyée (valeur fertilisante inconnue) -	120 U par défaut	40 U par défaut	80 U par défaut	20 U par défaut

Résultats agronomiques

Niveau de productions : environ 3 tonnes d'olives / ha, avec un potentiel de l'ordre de 5 tonnes / ha

Année	Récolte	Remarques
2012	2 000 kg d'olives sur la parcelle, soit l'équivalent de 3 300 kg d'olives / ha	
2013	1 800 kg d'olives sur la parcelle, soit l'équivalent de 3 000 kg d'olives / ha	Episode de grêle – perte de près de la moitié de la récolte

Analyses de terre

- Sol calcaire argilo-sablo-limoneux à bon pouvoir de fixation
- Fertilité minérale élevée en P, K, Ca et Mg
- Fertilité minérale limitée en oligo-éléments (liens avec la M.O.?)

Analyses organiques et biologiques

C total g/kg	N total g/kg	C/N	BM mg/kg	MO libre/Mo liée	MO libre % C/N	MO liée
10,8	1,098	9,8	158	30/70	0,56 12	1,29 9,1
Juste correct	correct	Correct	Très faible	Équilibrée	élevé Correct	Faible correct

→Gros efforts en apport de précurseurs d'humus stable

→ Lien BM/travail du sol?

Analyses organiques et biologiques

C total g/kg	N total g/kg	Min C %	Min N %	Fourniture annuelle N kg/ha
10,8	1,098	6,2	1,6	122
Juste correct	correct	Trop élevé	correct	Assez élevé

Forte minéralisation de C en lien avec MO libre est-ce les drêches, le Bactériosol ou l'historique de la parcelle?