

Fonctionnement et entretien du Sol Viticole

Formation organisée par
Julien VIGNE – Chambre d'Agriculture de la
Drôme/Université du Vin Suze-la-Rousse
20 mars 2012

Intervenant : Karim RIMAN

www.consultant-agriculture-ecologique.com

Etude de la fertilité du sol – Accompagnement technique

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

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

Secteurs d'intervention

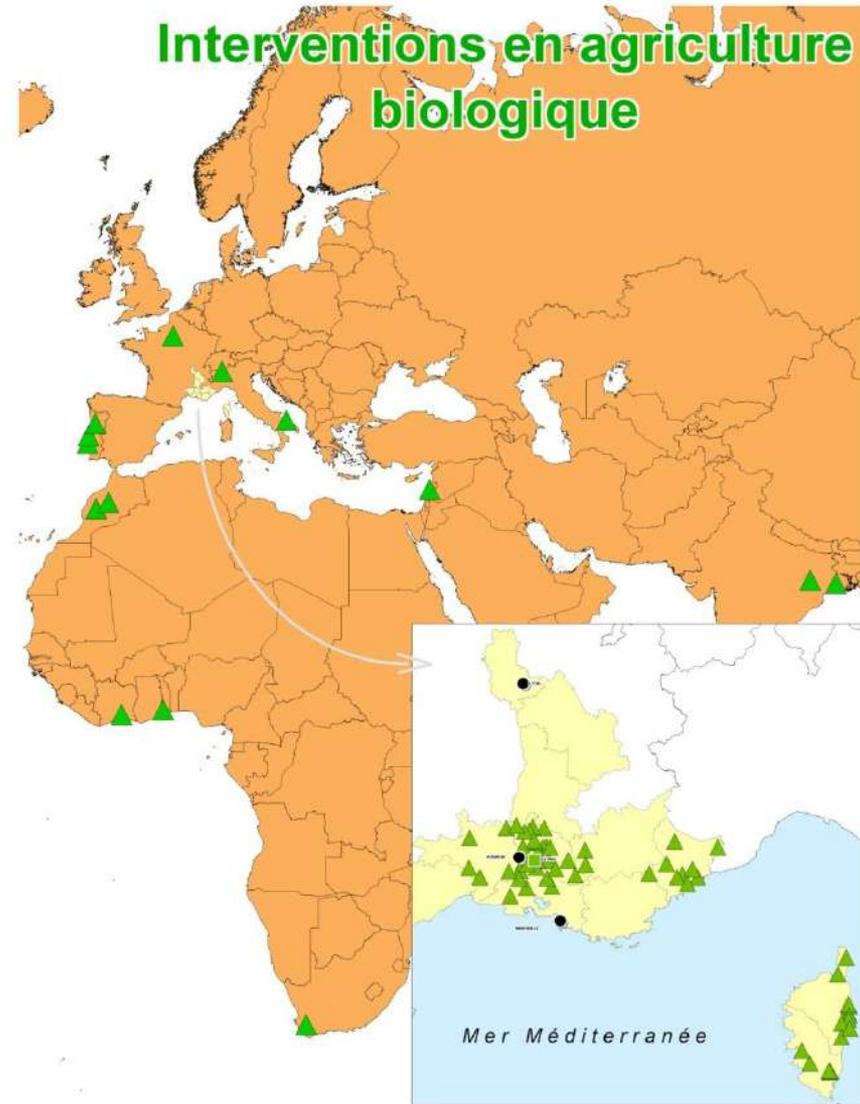
Étude du sol

Conversion vers l'AB

Accompagnement
technique en
productions végétales

Bilans énergétiques

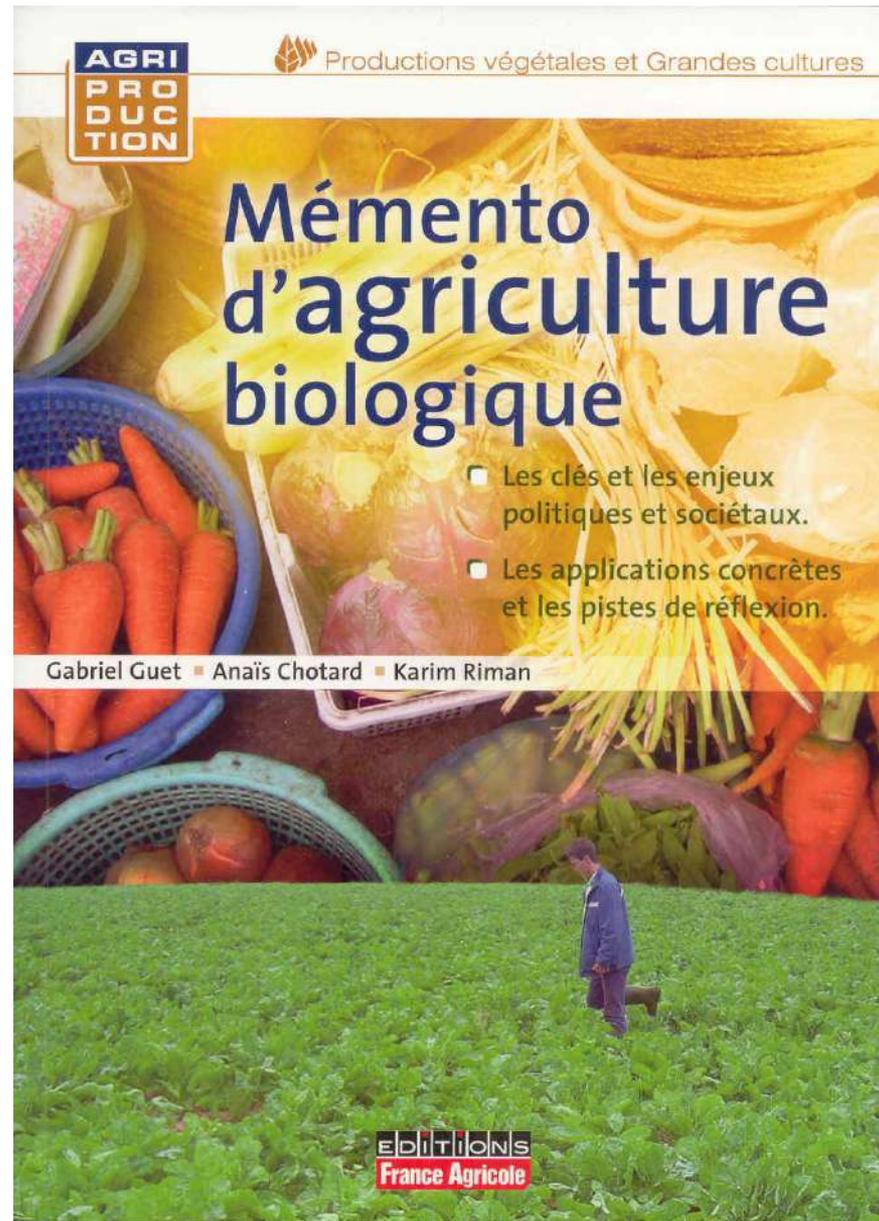
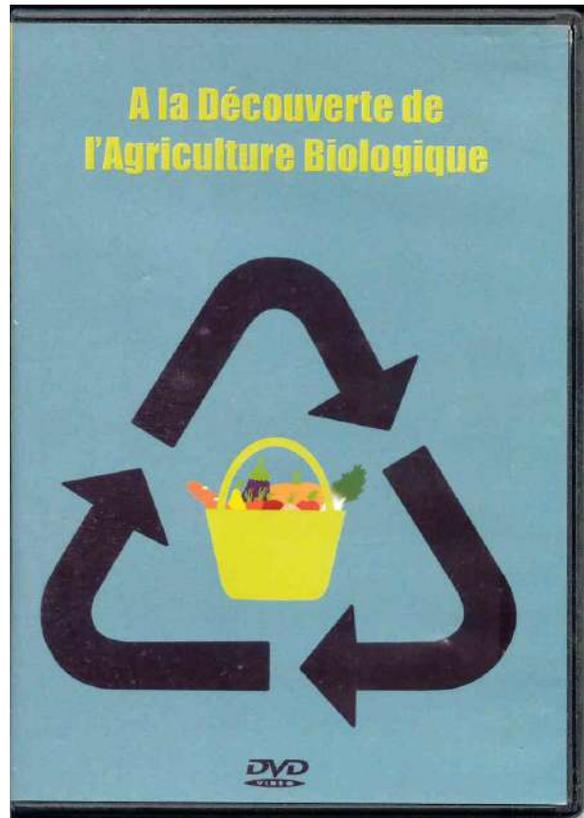
Formation



Co-auteur du livre Mémento d'agriculture biologique.

3^{ème} édition, septembre 2011

Et j'introduis par le sol le DVD



*pertes annuelles de sols
sous différents couverts végétaux
(Indexées au témoin 100)*

Témoin, Maïs en monoculture	100
Maïs en rotation	80
Vigne	70
Pommes de terre et betteraves	60
Céréales de printemps	20
Céréales d'automne	14
Herbes pérennes de 1 ^{ère} année	6
Herbes pérennes de 2 ^{ème} année	1,4

*Source : maîtrise de l'érosion en
vignoble de coteau (Litzler et al. 1988)*

En règles générales

- Les vignes raisin de cuve sont installées dans des sols pauvres et /ou appauvris au niveau organique et biologique
- La vigne « âgée » n'a pas un système racinaire dense = sol partiellement occupé

Le producteur en agriculture biologique veillera à respecter deux règles *(article 12 du règlement européen (CE) N° 834/2007)*

- La fertilité et l'activité biologique du sol seront préservées et augmentées par :
 - la rotation pluriannuelle des cultures;
 - l'épandage d'effluents d'élevage ou de matières organiques, de préférence compostés;
 - l'utilisation de préparations biodynamiques.
- Le travail du sol et les pratiques culturales doivent préserver ou accroître la matière organique du sol, améliorer la stabilité du sol et sa biodiversité, et empêcher son tassement et son érosion.

Comment définir la fertilité du sol ?

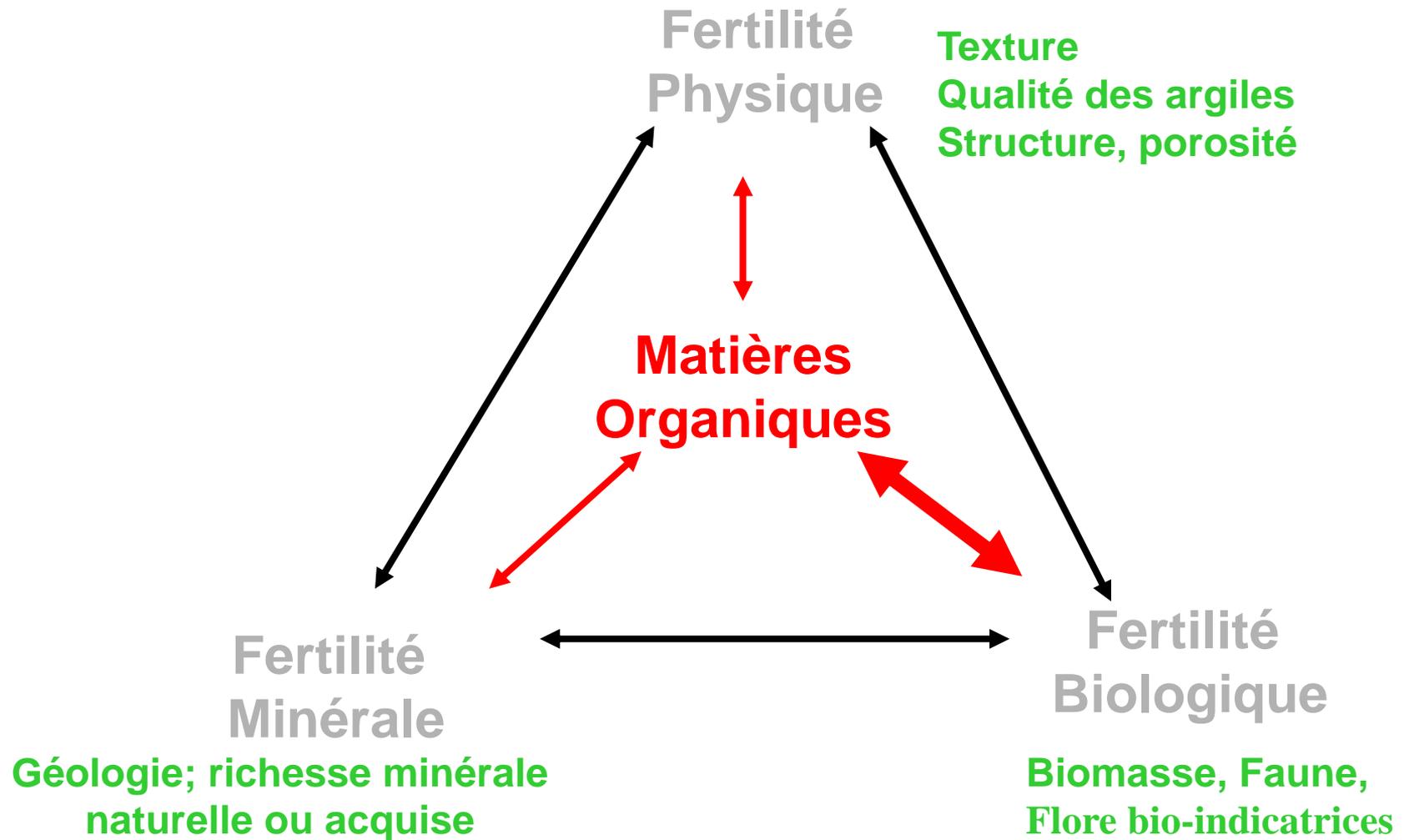
1. *La fertilité du sol n'est pas « fertilisation »* (G. Guet), mais son aptitude à produire régulièrement de bonnes récoltes.
2. La fécondité d'un sol est son « aptitude à produire toute la chaîne alimentaire, allant des micro-organismes à l'homme, en passant par la plante et l'animal, et ceci pendant des générations » (H.P. Rusch)

**« L'exploitation » viticole cède
la place au domaine viticole**

**Le sol support redevient acteur,
c'est un organisme vivant, terre
nourricière**

Appréciation de la fertilité du **sol**

Composantes de la fertilité du sol



Le sol, la matière organique et l'humus avaient été au cœur des préoccupations des initiateurs des mouvements de l'Agriculture Biologique et Bio-dynamique

le mot humus désignant la terre en latin

Qu'est-ce qu'un sol?

Le sol : organisme vivant

Le sol naît à partir d'une formation géologique, donc minérale, carbonatée ou non

Notion de Roche mère

La Roche mère est tendre ou dure, formée sur place ou « venant d'ailleurs » : notion d'alluvions, de colluvions, ...

Cette formation géologique va se désagréger et s'altérer donc évoluer sous l'effet du climat et surtout du vivant.

Le sol : organisme vivant

Le sol se construit et se structure par l'action du climat et des êtres vivants :

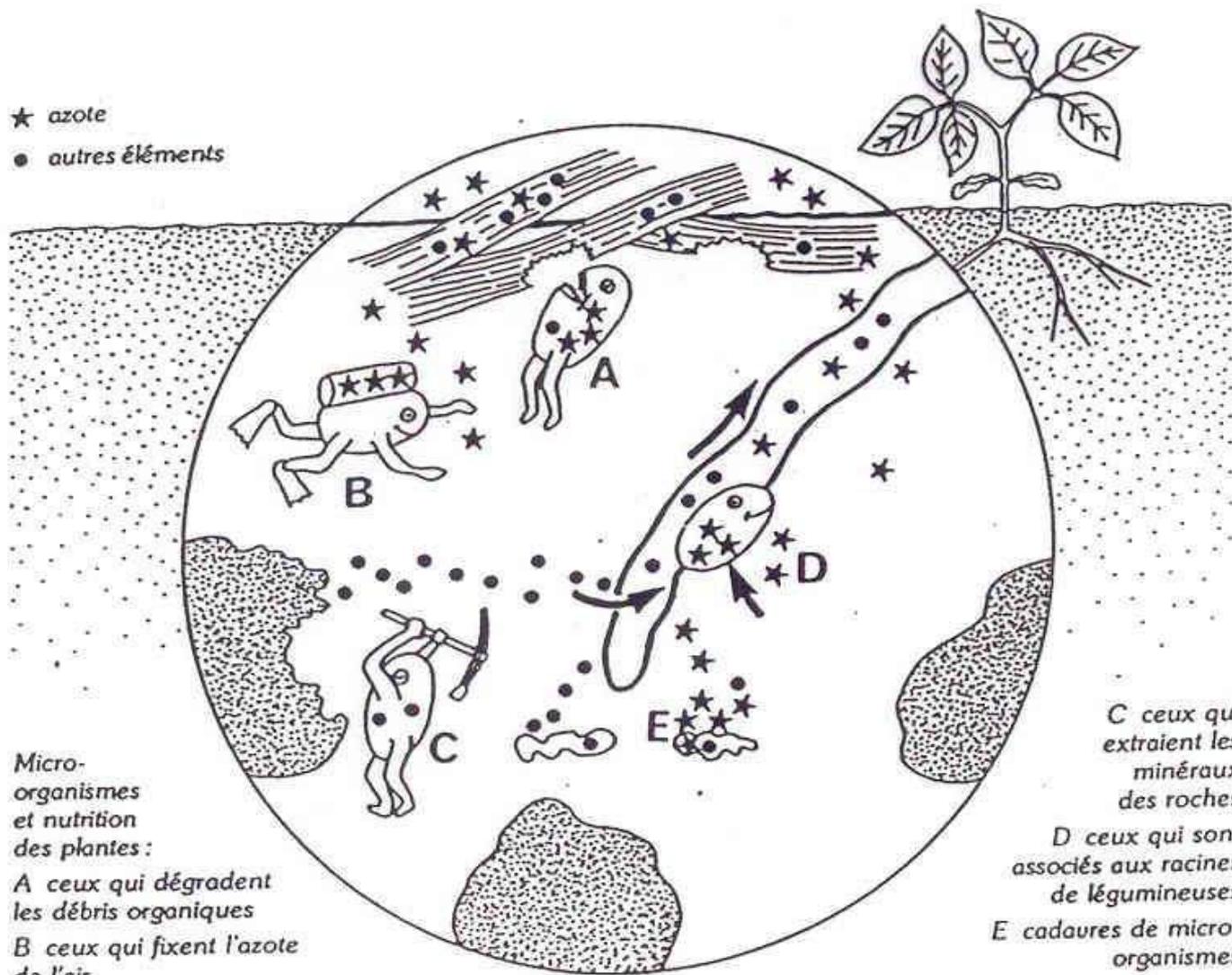
- à partir des éléments libérés de la roche mère dont l'importance varie d'un sol à l'autre :
 - *éléments fins dont la taille est inférieure à de 2 mm (argiles vraies, limons et sables)*
 - *éléments grossiers (graviers, cailloux, et plus de 2 cm de taille)*

Notion de texture

- et de la transformation des matières organiques d'origine microbienne, végétale et animale

★ azote

● autres éléments



Micro-organismes et nutrition des plantes :

A ceux qui dégradent les débris organiques

B ceux qui fixent l'azote de l'air

C ceux qui extraient les minéraux des roches

D ceux qui sont associés aux racines de légumineuses

E cadavres de micro-organismes

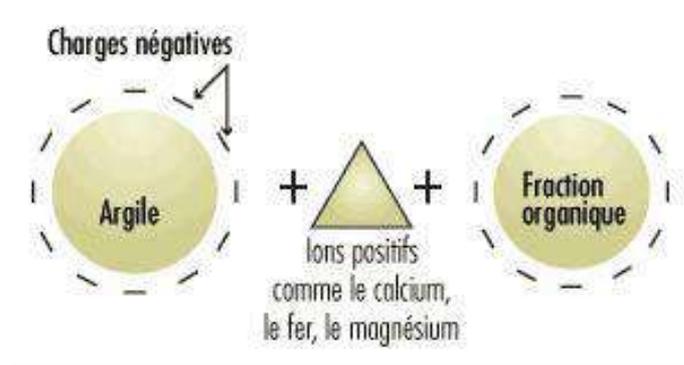
C. Gallinet

Le Complexe organo-minéral

Cette évolution lente donne naissance à un **complexe organo-minéral**: liaison préférentielle entre les argiles vraies (surtout) et les limons fins avec l'humus « lié » (dit stable).

On parle de complexe adsorbant

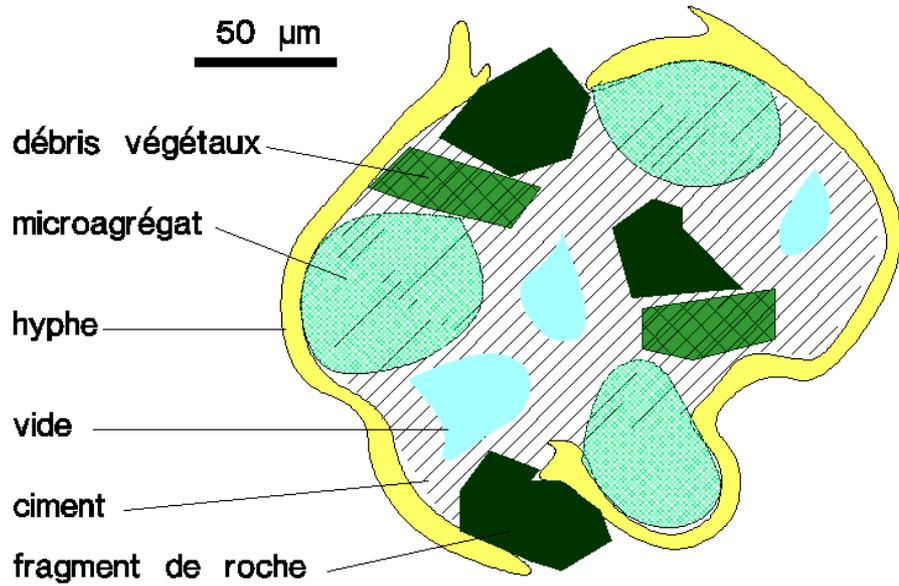
Notion de structure



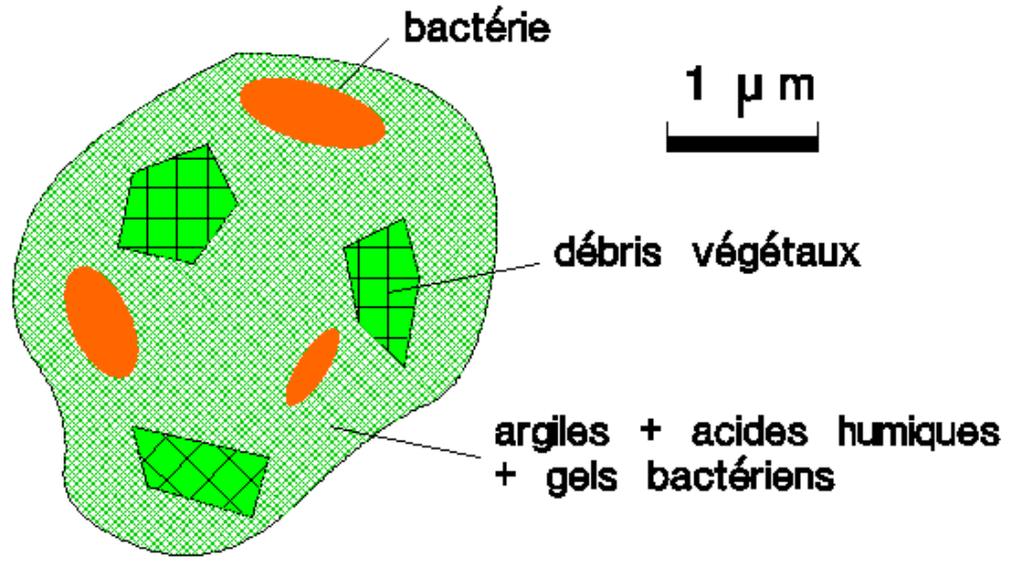
Ces liens –fragiles - sont réalisés par le Ca^{++} , Mg^{++} et le Fer amphotère (Fe^{++} et Fe^{+++})

Le tout continuellement orchestré par l'activité biologique et le climat

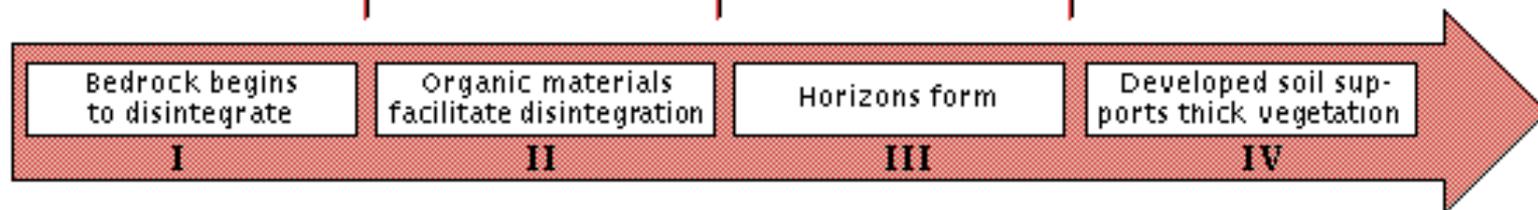
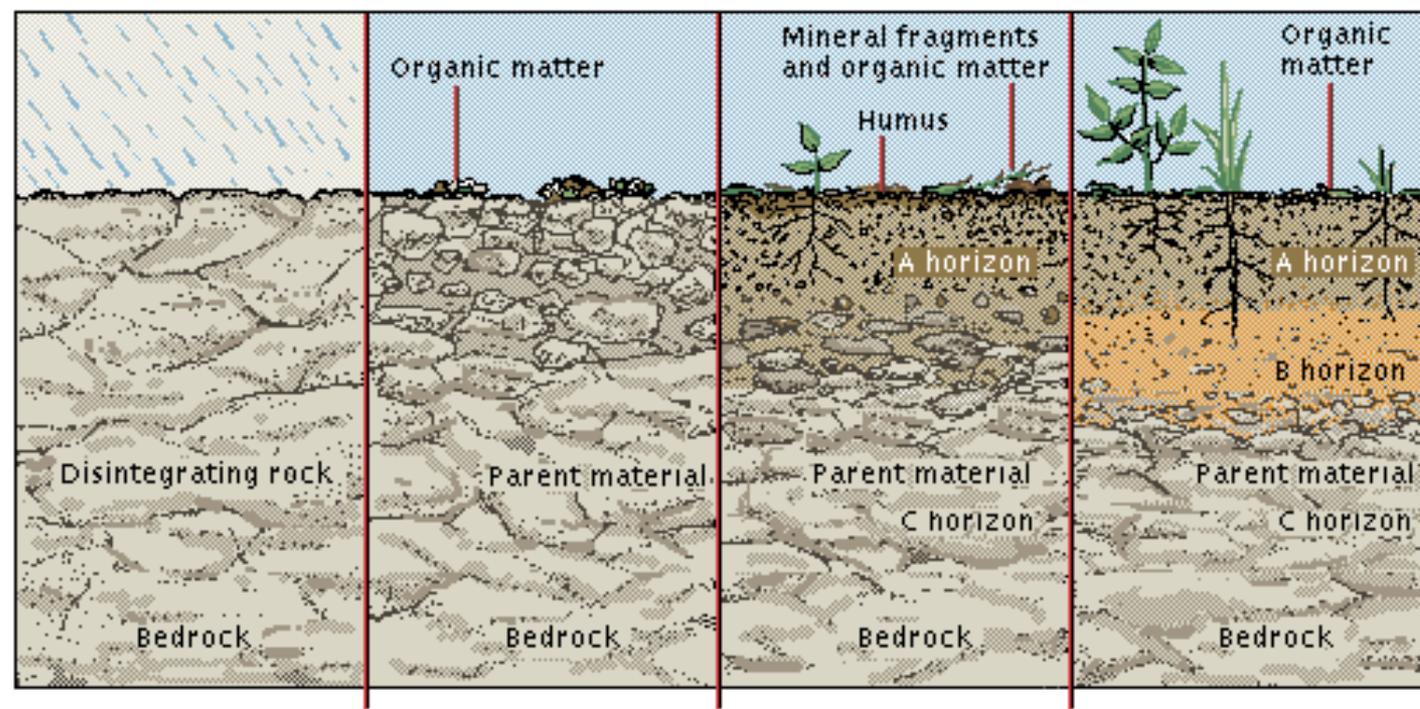
Le sol n'est pas statique ni figé, il peut se « dégrader », se maintenir ou se bonifier sous l'action : du climat, des animaux, des plantes et surtout de l'HOMME.



Importance de la microbiologie



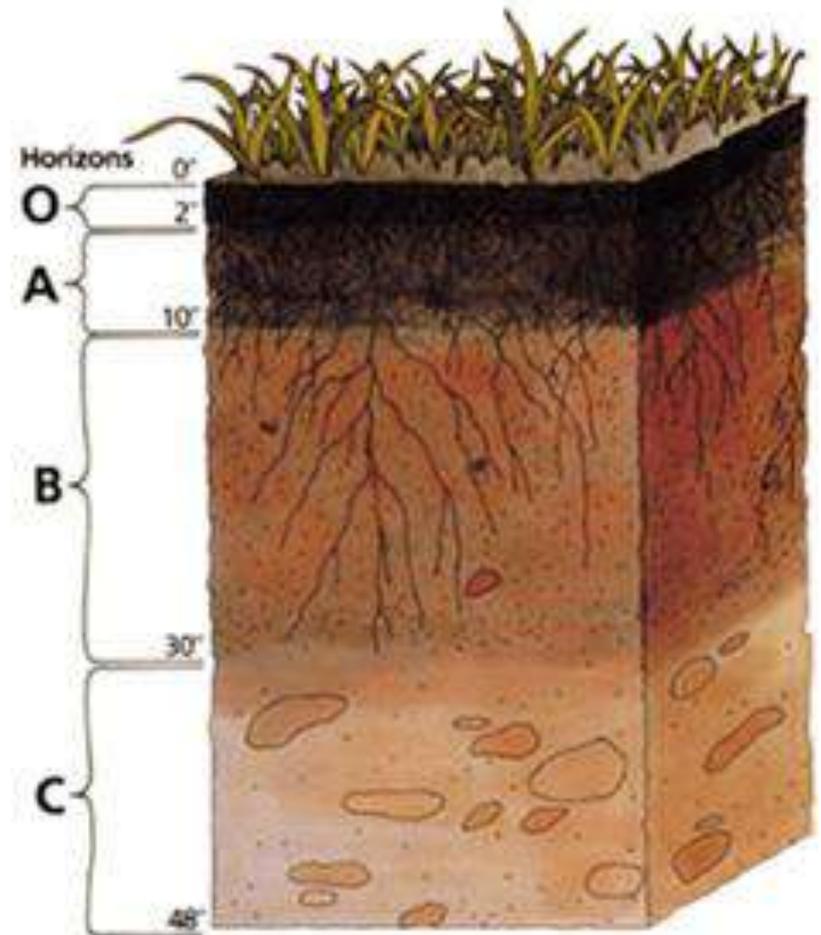
Formation du sol



Évolution du sol sur des millénaires : Présentation « simplifiée »

Humus
Encore riche en matière organique,
horizon appauvri
Encore pauvre en matière organique,
horizon d'accumulation

Horizon d'altération de la roche



Le vivant
fait le sol
ici Roche
calcaire
-
Les
Baronnies



Force de la
racine et de la
rhizosphère

Sol en cours
d'évolution

Naît sur

arène
granitique

Corse





**Alluvions récentes de
l'Ouvèze**

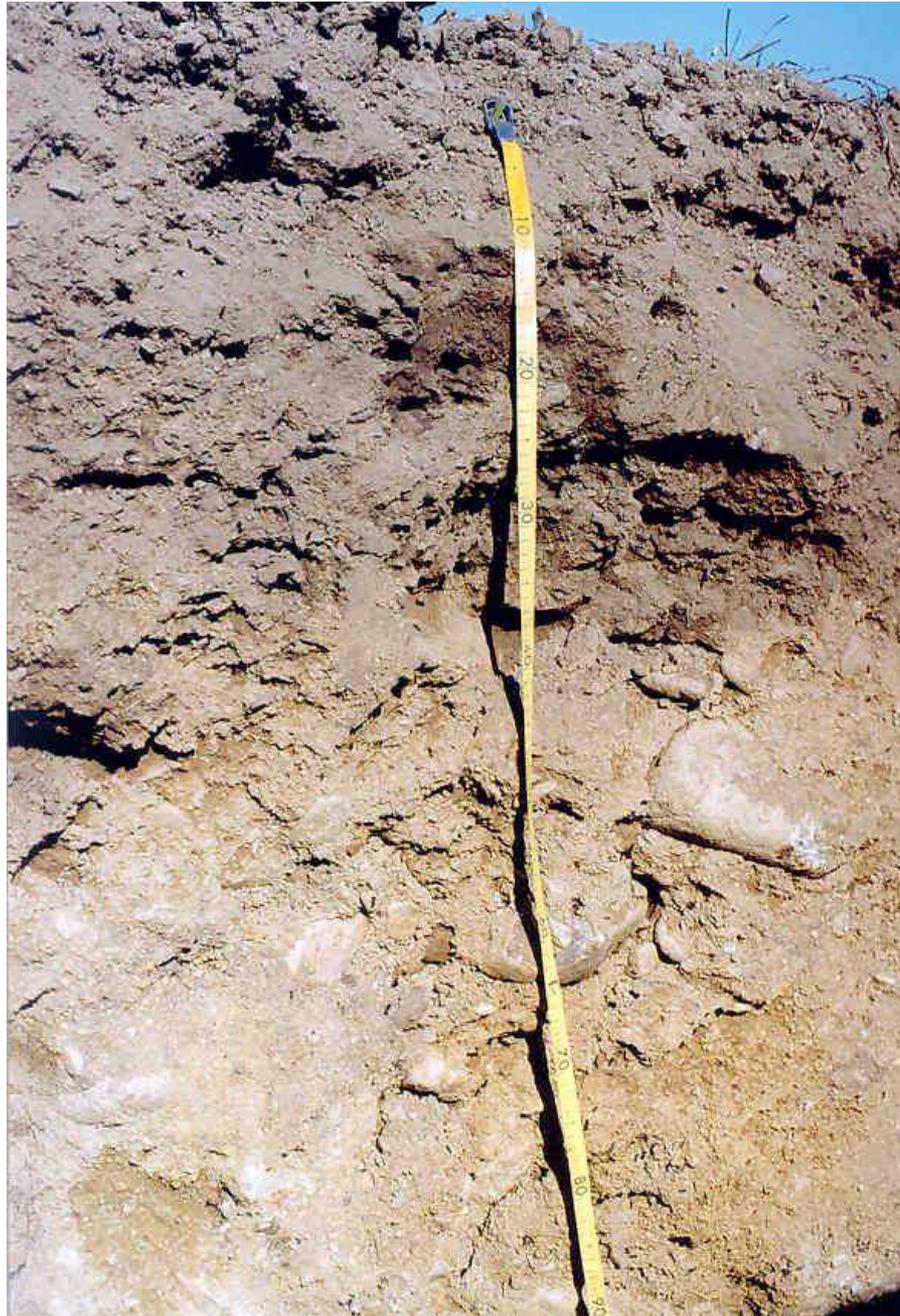
Sol évolué – Plan de Dieu - Côtes du Rhône



Sol évolué
sur dépôts
alluviaux
granitiques

-

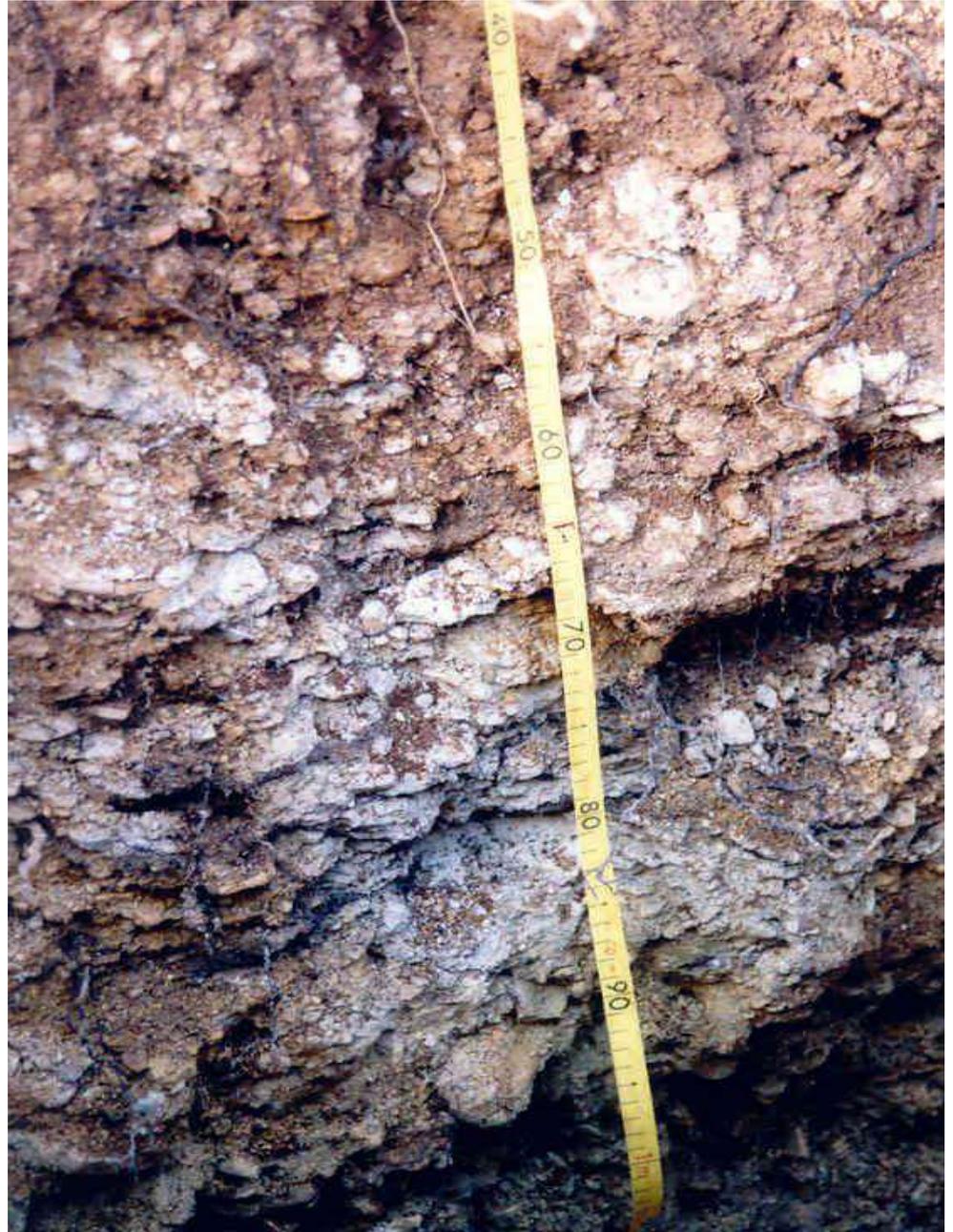
Corse



Sol vieillissant
et fragile
formé à partir
du
Diluvium
Alpin-
Montélimar



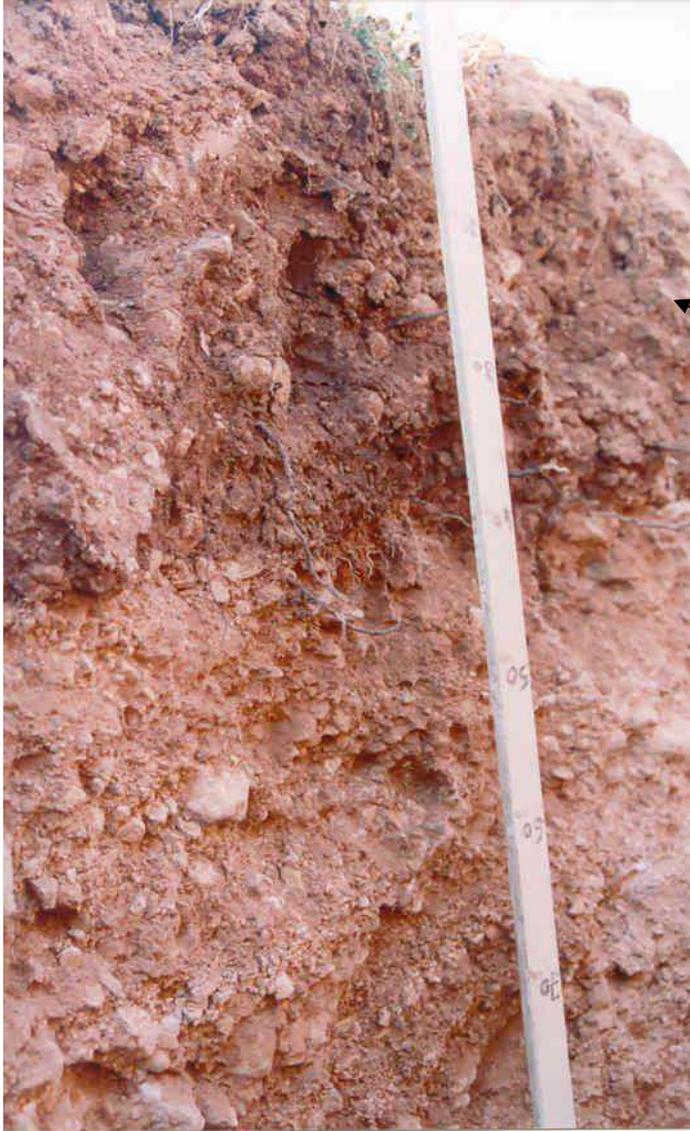
Sol vieillissant
avec
phénomènes
pédologiques en
cours : Redépôt
calcaire
-
Les Alpilles



Châteauneuf du Pape

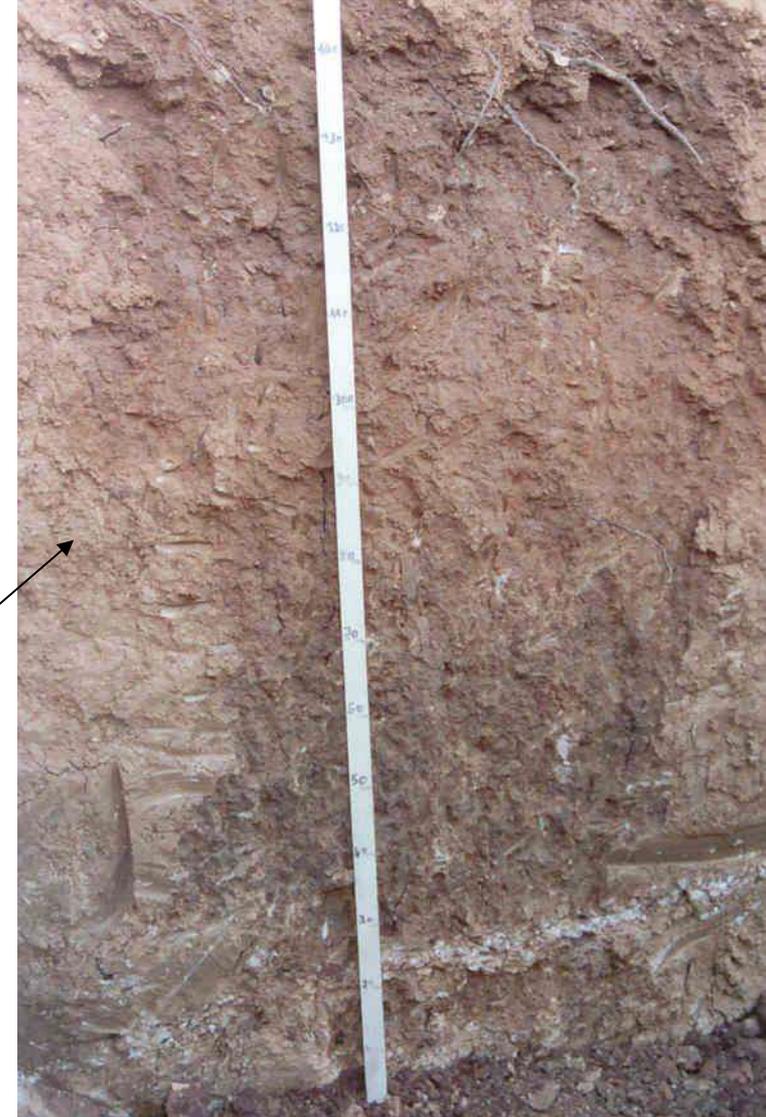
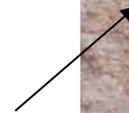


Même appellation (Sainte Victoire) : deux sols à gérer différemment



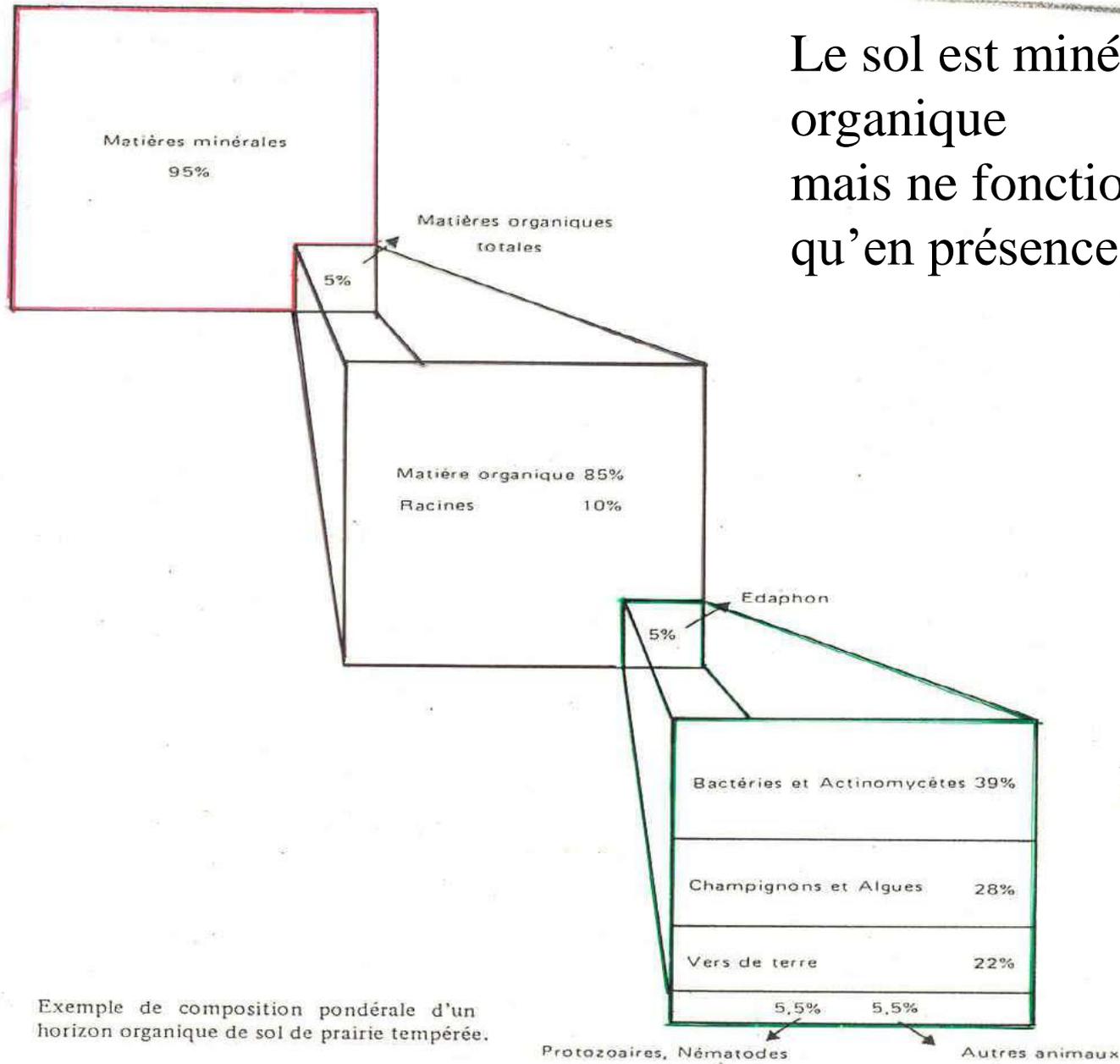
Ce Sol :
faible
réserve
hydrique.

Celui là :
très forte
réserve
hydrique



Le sol n'est pas statique ni
figé, il peut se
« dégrader », se maintenir
ou se bonifier sous
l'action : du climat, des
animaux, des plantes et
surtout de l'HOMME.

Le sol est minéral
organique
mais ne fonctionne
qu'en présence de la vie



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

Quelques fonctions des organismes du sol...

Liants fongiques



Vers de terre et porosité



Recyclage de la matière organique



Protection et symbiose



Importance des organismes vivants du sol

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 /m²
- 5 à 50 T de matières vivantes microbiennes
- $3 \cdot 10^{18}$ de bactéries
- 150 millions de km d'hyphes fongiques, dont les mycorhizes

Principaux organismes macroscopiques du sol

Type d'organismes	Nombre par m ²
Lombriciens	10 ¹ à 10 ³
Mollusques	10 ² à 10 ³
Enchytreides	10 ² à 10 ⁵
Arthropodes >1mm	10 ² à 10 ³
Arthropodes <1mm	10 ³ à 10 ⁴
Nématodes >0,1mm	10 ⁶ à 10 ⁸

Rôles majeurs

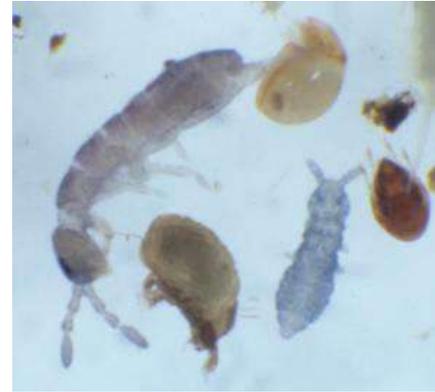
Recyclage des nutriments

- 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

Les collemboles



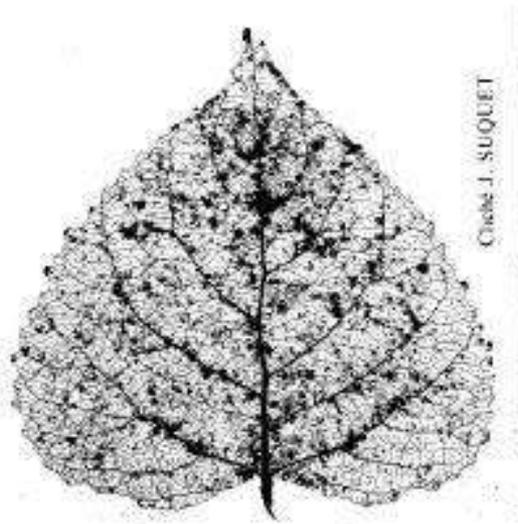
Les acariens du sol



→ Vivent dans la litière ou l'espace poral de la surface du sol

Enchytréides

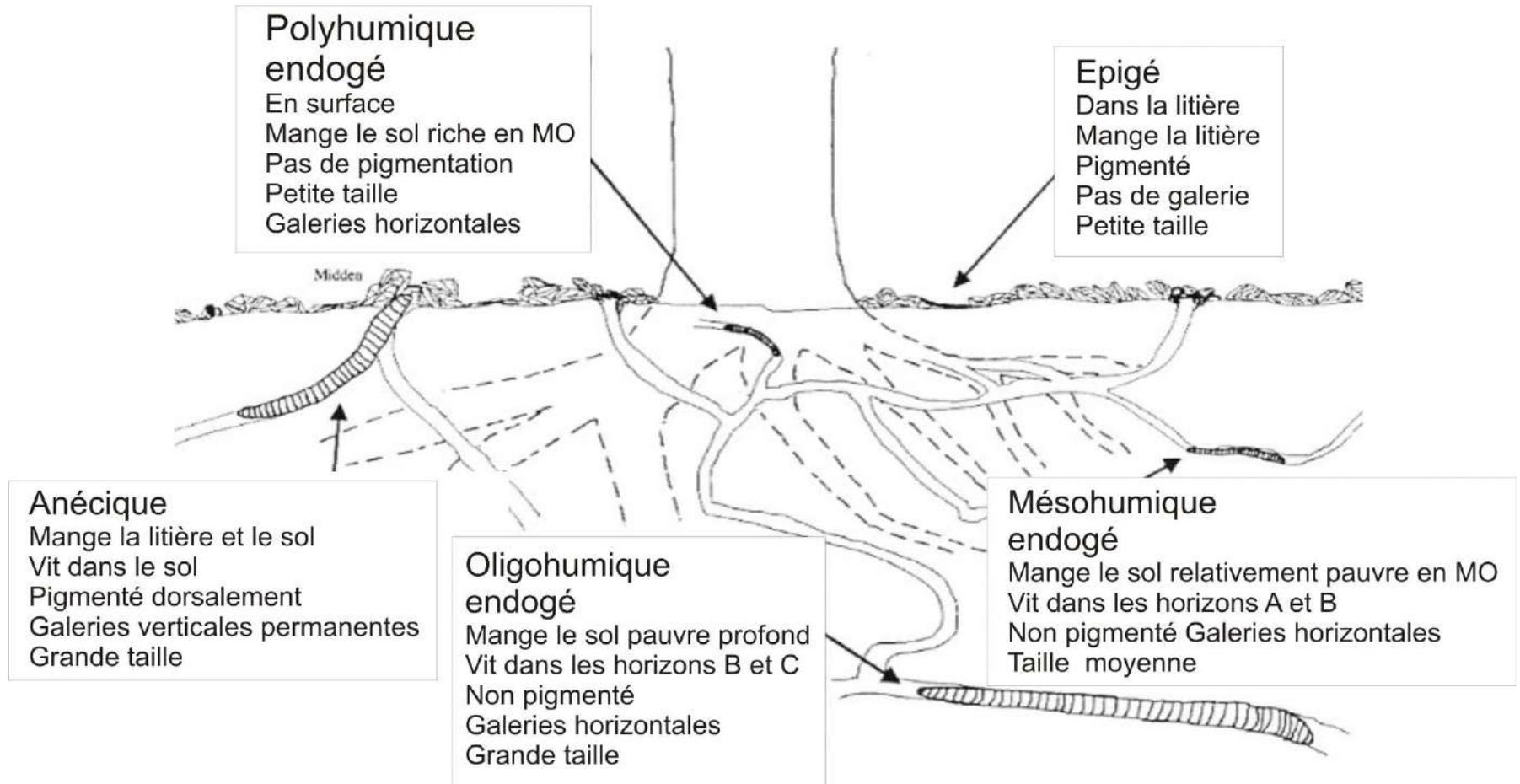
- Embranchement des Annélides, classe des Oligochètes
- Vivent dans la litière et dans l'horizon organique du sol



- Mangent la litière, mycélium, fèces

Les vers de terre

5 groupes écologiques



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

Principaux organismes microscopiques du sol

Type d'organismes	Nombre par g de terre
Protozoaires	10^3 à 10^5
Algues	10^2 à 10^4
Bactéries	10^8 à 10^9
Champignons	10^4 à 10^6

Champignons filamenteux : 50-250 m d'hyphes, jusqu'à 1000 m d'hyphes /m²

Rôles majeurs

Composante essentielle de la rhizosphère

Recyclage des nutriments

- Dégradent la matière organique
- Minéralisent et immobilisent les nutriments : cycles des éléments

Action forte sur la structure du sol :

Produisent des composés organiques qui lient les agrégats

Les hyphes entourent et lient les particules aux agrégats.

La Rhizosphère

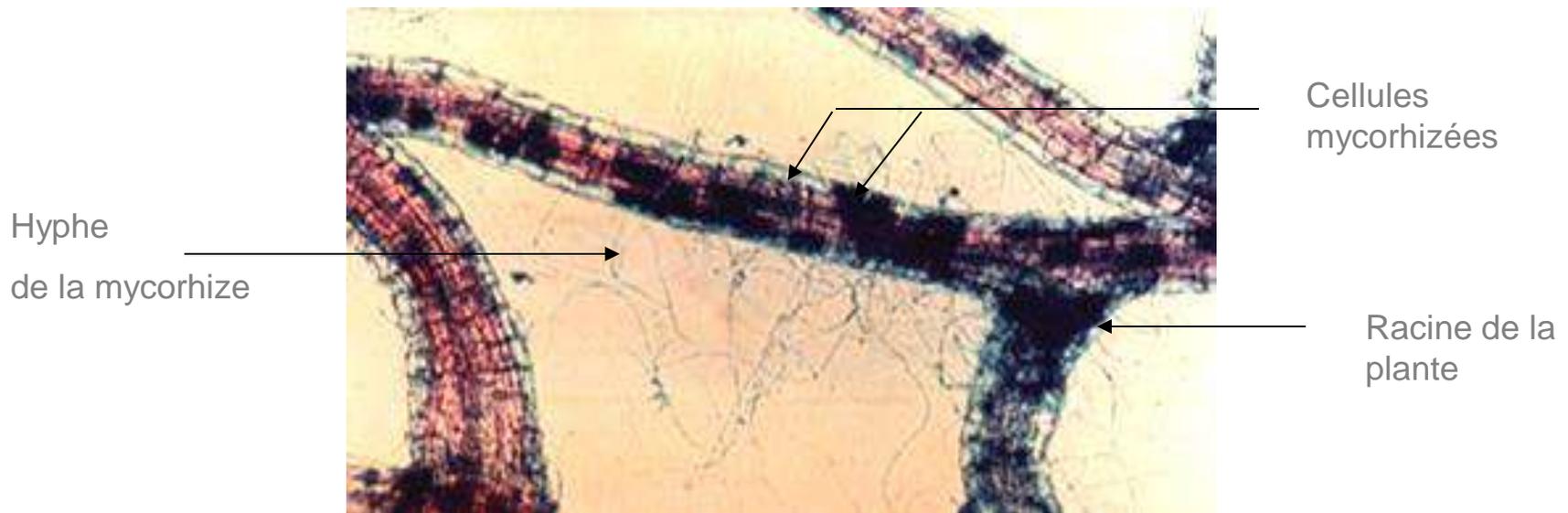
Rôle majeur dans la nutrition et la santé des plantes

Volume de sol situé autour des racines vivantes et interagissant avec elles. La plante prend du sol et redistribue

Exemple de la rhizodéposition du carbone :
1/3 du carbone qui est re-dirigé vers les racines par la plante est exsudé et sert d'énergie pour les microorganismes du sol

Les Endomycorhizes symbiose champignon – racine

Un indicateur micro-biologique majeur



(Photo INRA)



Biorize: B. BLAL

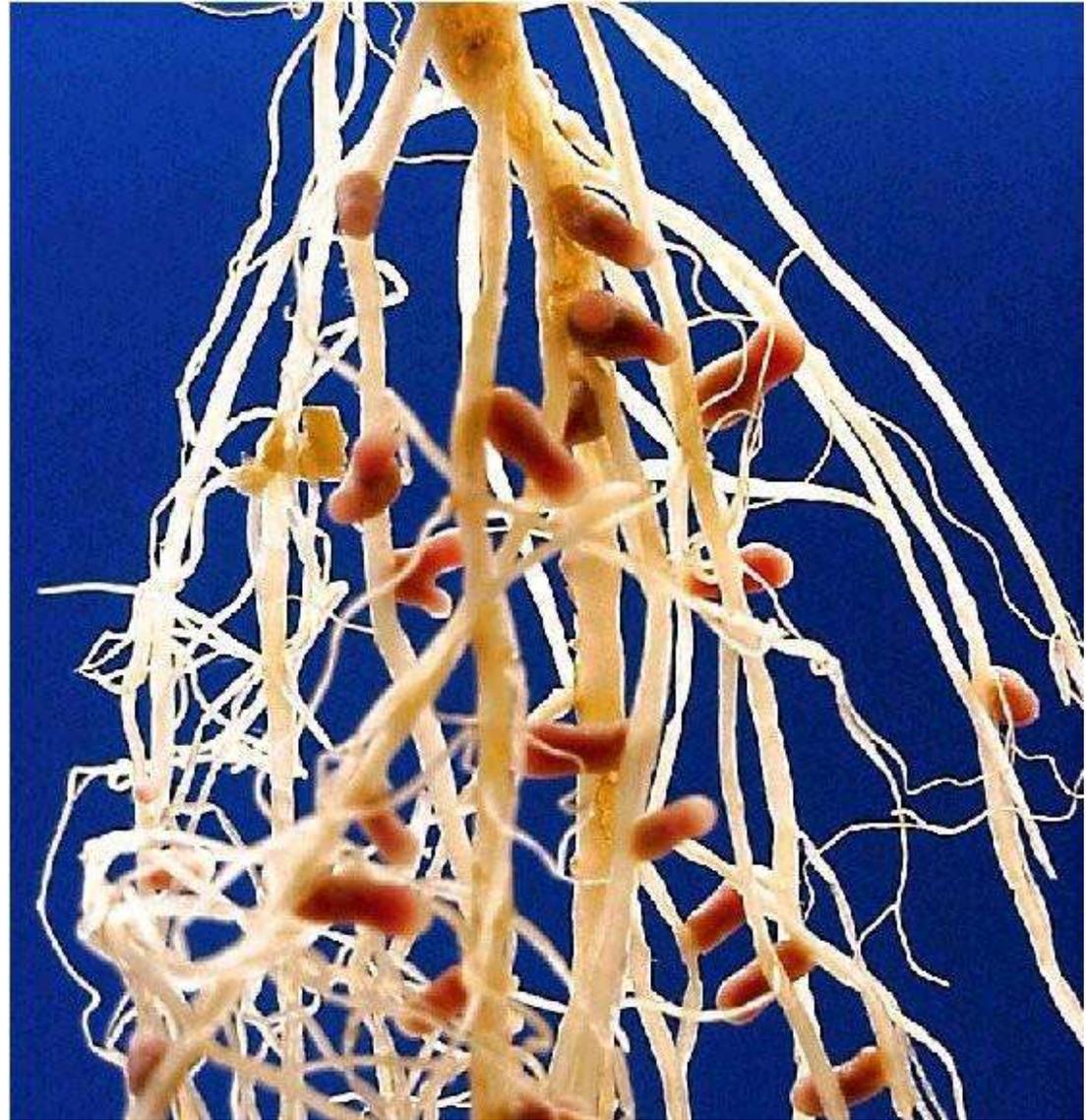
Assurent : protection de la plante, meilleure nutrition en phosphore, une résistance au manque d'eau,...

Elles sont affectées par le tassement du sol,
l'excès d'azote et de phosphore,
le travail du sol,
les pesticides
et l'espèce cultivée.

Rhizobium

(symbiose racine
– bactérie) :
l'azote
gratuit

Les nodules sont
visibles œil nu.



INRA



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.

Dans cette motte de terre on trouve:

5 000 individus
100 - 500 espèces

Des mammifères!
Taupes, souris...

100 000 individus
100- 500 espèces

**INSECTES – ARACHNIDES
VERS – MOLLUSQUES**

PROTOZOAIRES – NEMATODES

500 mètres
10-50 espèces

RACINES DES PLANTES

**BACTERIES
CHAMPIGNONS**

100 000 000 000 individus
10 000 espèces

10 000 individus
50-100 espèces

50 km de filaments
500-1000 espèces

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.

Quels autres organismes?

Les racines!!!



- Modifient l'environnement physico-chimique
- Apporte de la MO (racines morte)
- Apporte de petites molécules (déchets? énergie? signaux?)
- Interactions avec la microflore, les protozoaires...

Aidons les à se développer :

pH (calcium)

Température

Oxygène

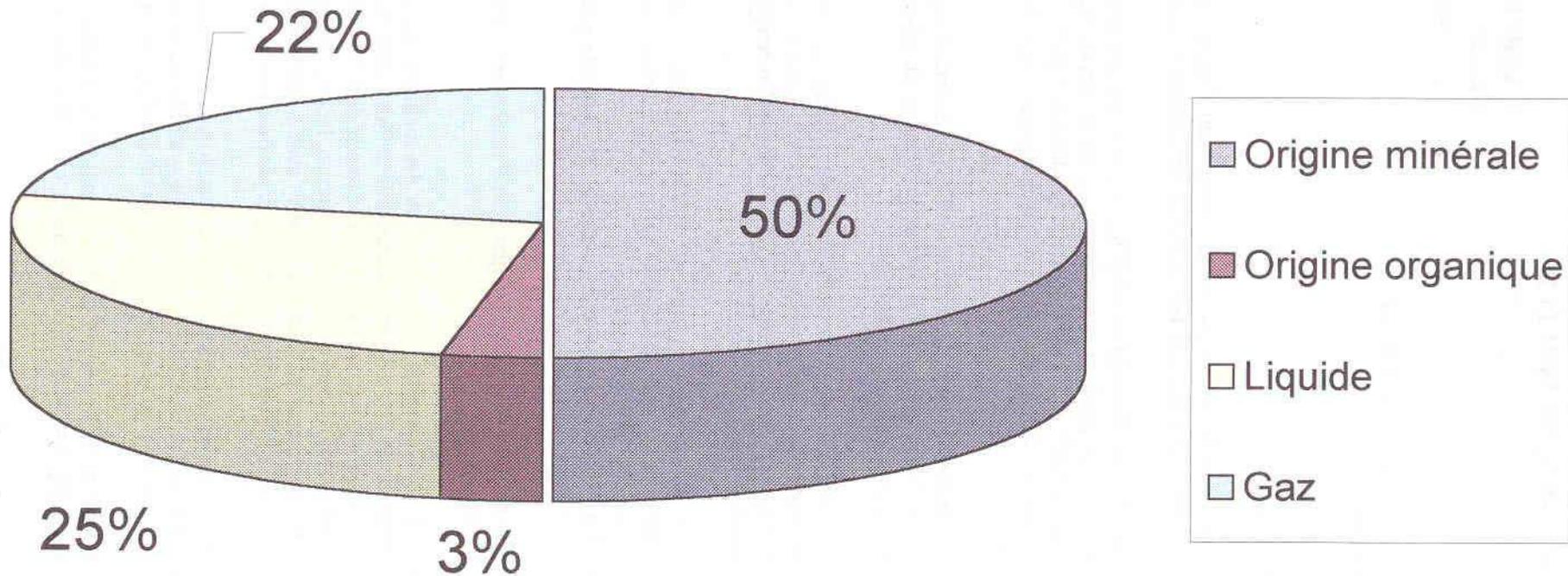
Humidité

Nourriture = M.O. fraîche

Structure - aération - porosité

Les quatre fractions du sol : exemple d'un limon moyen

d'après Mériaux (techniques agricoles)



Impact de de la rotation et du travail du sol sur l'activité des vers de terre anécique



Céréales depuis 5 ans
Sol limoneux à sables très fins
17 % d'ultra-fines – CF : 1.6
Sans cailloux - Profond
Non calcaire – en voie de désaturation
Mauvais enracinement
Discontinuité « verticale »
Semelle de labour à 25 cm



Prairie depuis 5 ans
Sol limoneux à sables fins
17 % d'ultra-fines – CF : 1.7
5 % de cailloux- Profond
Non Calcaire – moyennement saturé
Excellent enracinement
Bonne continuité verticale
Bonne structure – bonne porosité

Les herbes ne sont plus mauvaises mais bio-indicatrices

- **Excès d'azote** *Diplotaxis* fausse roquette,



- **Carence en potassium** : caractéristiques indiquées par la présence de l'ail faux poireau, de Muscari, de poireau sauvage,...



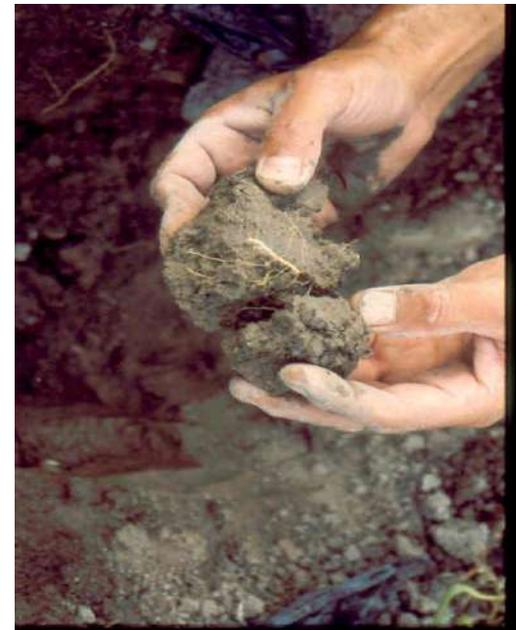
- **Abondance de MO** : quelques espèces l'indiquent, il s'agit du Mouron Blanc



Quel choix à la plantation ?



Nous observons ensemble



Le
producteur
s'approprié
l'outil

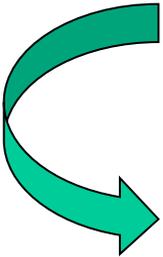


Sol organisme vivant et récepteur

- Le sol est à l'interférence entre sol/atmosphère ; donc terre et ciel
- L'agriculteur cherche à améliorer la capacité d'accueil des sols de l'énergie du ciel et du cosmos.

L'Agriculteur : Est maître dans son domaine, chef d'orchestre

- Doit favoriser les échanges pour atteindre la meilleure harmonie.
- Doit renforcer la vie, accentuer les diversités et s'éloigner de l'uniformité
- Doit chercher la complémentarité entre 4 règnes : minéral, végétal, animal et humain

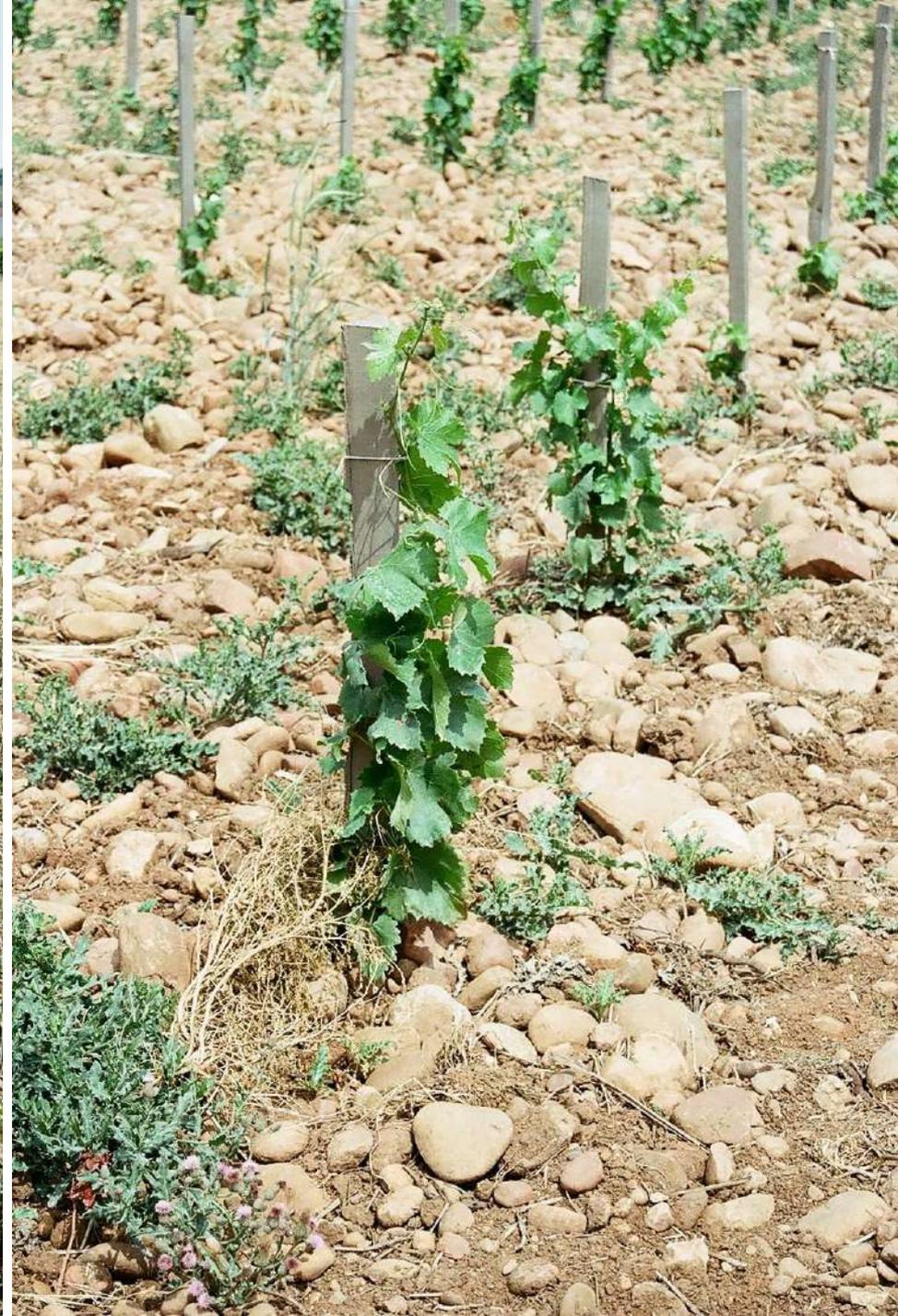


Polyculture étant la voie idéale

Plantation dans l'herbe!? Après défriche de garrigue



Plantation printemps 2008



Été 2009



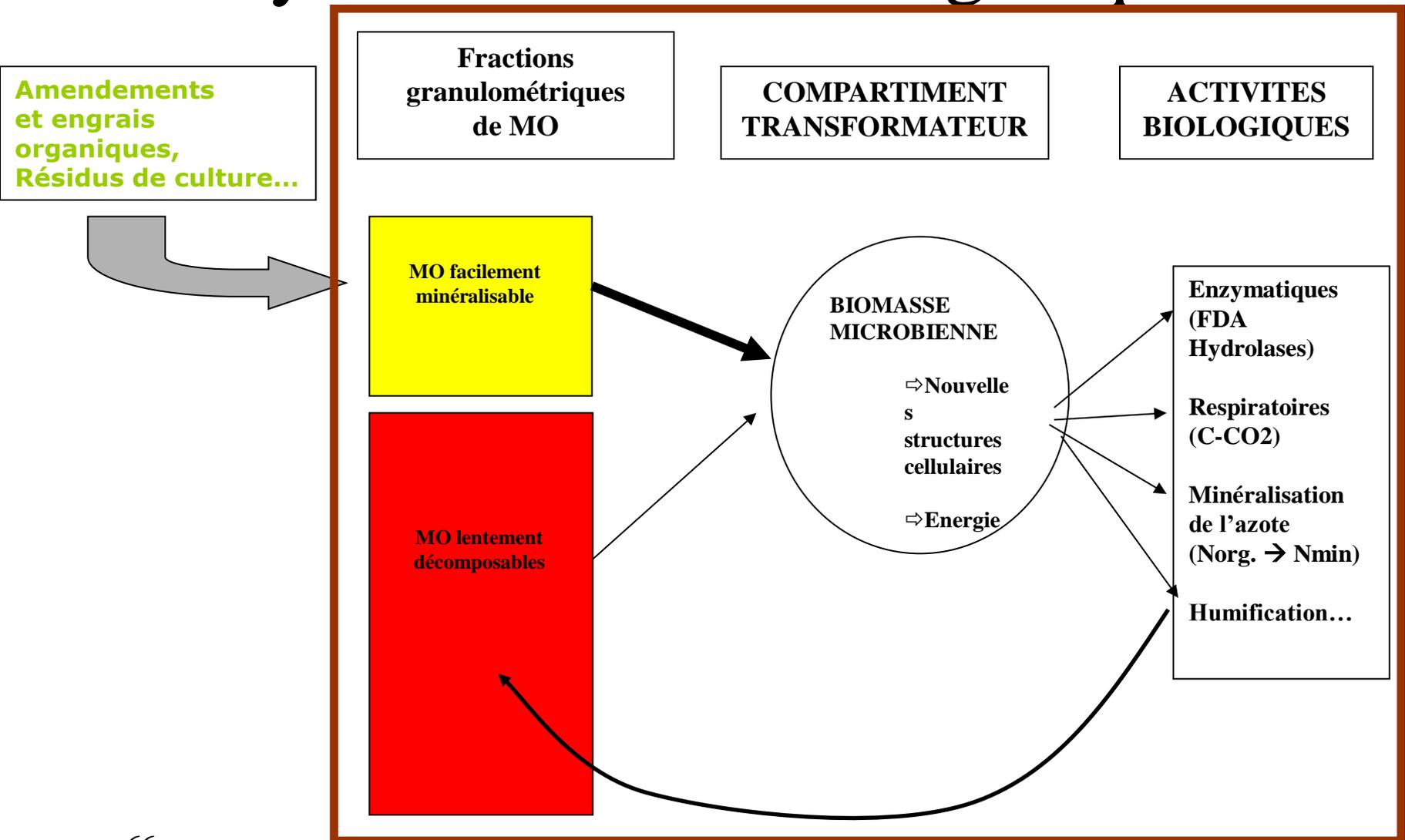
Printemps 2012



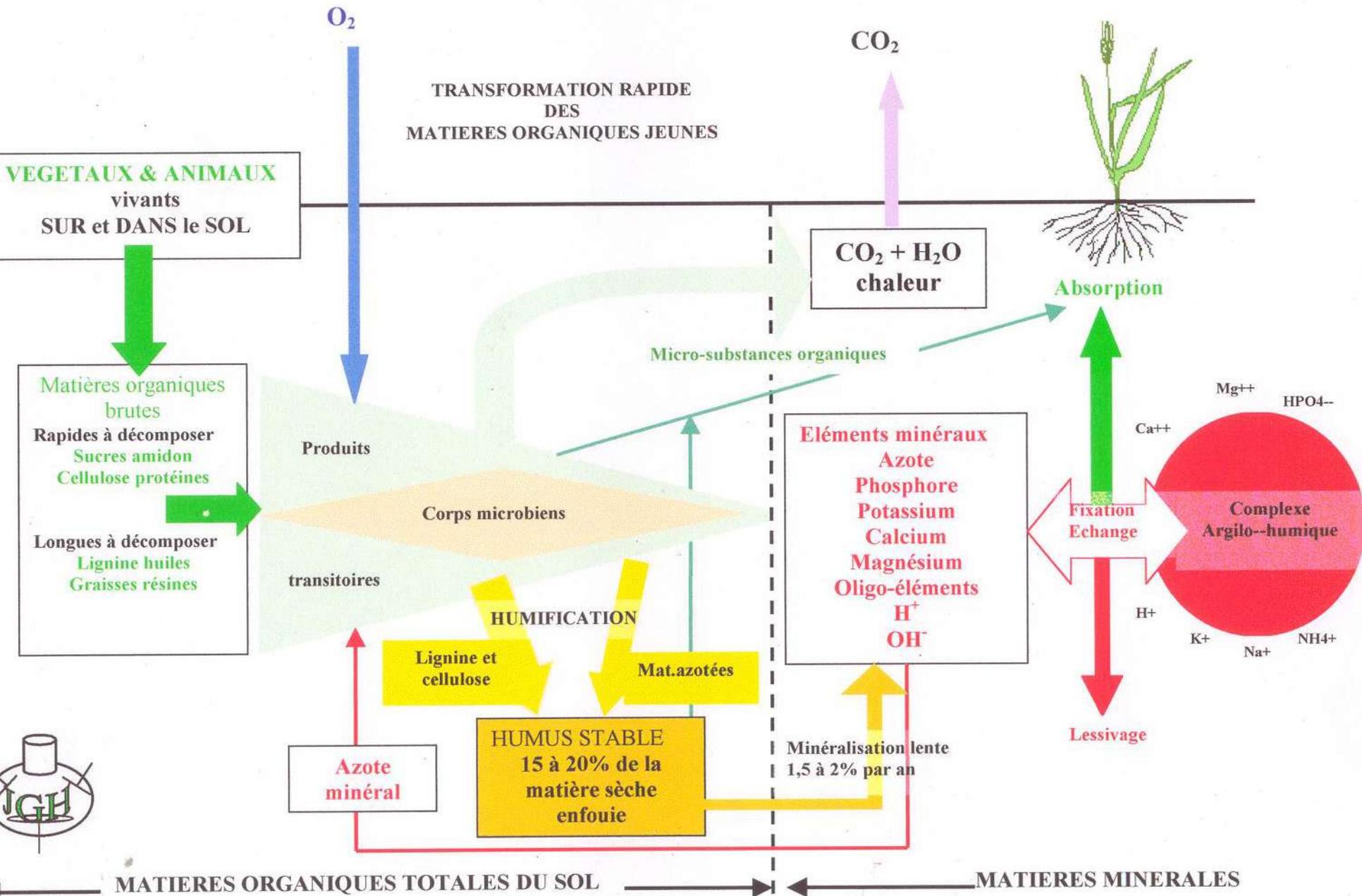
Principaux rôles de la matière organique

Propriétés physiques	<ul style="list-style-type: none">- Effet positif sur la structure du sol (réduction des phénomènes de battance et d'érosion, résistance au tassement)- Meilleure porosité, perméabilité et aération- Meilleure rétention en eau.
Propriétés chimiques	<ul style="list-style-type: none">- Meilleure régulation du stockage et de la fourniture des éléments nutritifs
Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none">- Stimulation de la microfaune et de la microflore du sol ;- Effet limitant des parasites et des maladies.

Fonctionnement biologique du sol et cycle de la matière organique



EVOLUTION de la MATIERE organique dans le SOL



Amendements organiques

- *Fumier mélange d'excréments d'animaux et de litière uniquement d'élevage extensif*
- *Compost d'excréments d'animaux solides y compris fientes de volailles et fumiers compostés, ne provenant pas d'élevage hors sol*
- *Déchets ménagers (uniquement végétaux et animaux) triés à la source compostés ou fermentés: teneurs limitées en métaux lourds*
- Compost de champignonnières
- Déjection de vers (lombricompost) et d'insectes
- *Mélange composté ou fermenté de matières végétales*
- Sciures et copeaux de bois non traités après abattage
- Ecorces compostées bois non traités après abattage
- Tourbe :horticulture

Le compost



20 T – 30 T -40 et 60 T par ha

Engrais organiques

- *Fiente de volaille déshydratée*
- *Fumier séché, uniquement d'élevage extensif*
- *Excréments d'animaux liquides, ne provenant pas d'élevage hors sol, utilisation après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée.*
- ***Guano***
- *Produits et sous produits d'origine animale : Farines, poudres, poils, produits laitiers.*
- **Produits et sous produits organiques d'origine végétale : tourteaux, coque de cacao,...**

Travail du sol

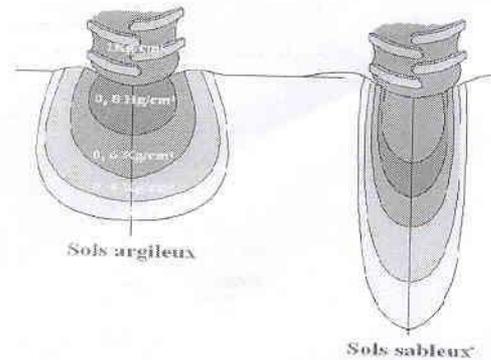
L'effet néfaste de certains outils de travail du sol et le passage de ces outils dans des conditions « limites » n'est plus à démontrer.

En effet, il n'y a pas de mauvais outils en soi.

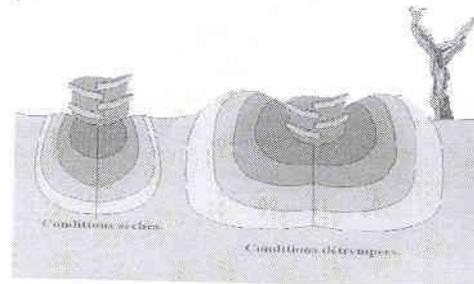
Le travail du sol et sa préparation pour recevoir semences et plants resteront l'art du compromis

Tassement du sol par les roues

- Plus un sol est argileux, plus le poids des engins se répartit en surface



- Plus un sol est humide plus la surface de cette semelle est importante



Techniques de travail du sol sans labours (TSL) en agriculture biologique et effet sur le sol

Grandes cultures : Quatre techniques ont été testées

- Labour traditionnel à 30 cm de profondeur,
- labour agronomique à 18 cm de profondeur (abandon de la rasette),
- travail simplifié à 15 cm (outils à dents)
- et travail très superficiel (5 cm gratté) voire semis direct sous couvert.

La synthèse d'essais menés dans trois régions

Bretagne (CRA –station de Kerguehenec)
depuis 2003, Rhône-Alpes (ISRA Lyon) depuis
2005 et Pays de la Loire (ESA Angers) depuis
2005

montre, après cinq années d'observation,
que seul un travail du sol très superficiel ou un
semis direct augmente la population
lombricienne et sa diversité comparé aux
labours.

Évolution de la matière organique et
de la Biomasse microbienne entre
2001 et 2006 sur vigne en
conversion

Évolution de la matière organique et de la Biomasse microbienne entre 2001 et 2006 sur vigne

Parcelle	Matière organique		Biomasse microbienne	
	2001 Carbone total <i>M.O. %</i>	2006 Carbone total <i>M.O. %</i>	2001 Biomasse Microbienne <i>BM/C total %</i>	2006 Biomasse Microbienne <i>BM/C total %</i>
Parcelle 1	1.74 g/kg de terre <i>0.3 %</i>	2.8 g/kg de terre <i>0.5 % niveau reste très faible</i>	BM très faible 9 mg C/kg de terre <i>BM/C total très faible 0.5 %</i>	BM très faible 51 mg C/kg de terre <i>BM/C total correct 1.8 %</i>
Parcelle 2	5.14 g/kg de terre <i>0.9 %</i>	7.9 g/kg de terre <i>1.4 % niveau moyen</i>	BM très faible 61 mg C/kg <i>BM/C correct 1.2%</i>	BM correcte pour la vigne 173 mg C/kg <i>BM/C fort 2.2 %</i>
Parcelle 3	5.3 g/kg de terre <i>0.9%</i>	6.95 g/kg de terre <i>1.2% niveau très faible</i>	BM faible 100 mg C/kg <i>BM/C correct 1.8 %</i>	BM faible 120 mg C/kg <i>BM/C correct 1.8%</i>
Parcelle 4	7.55 g/kg de terre <i>1.3 %</i>	8.4 g/kg de terre <i>1.5 % niveau moyen</i>	BM faible 104 mg C/kg de terre <i>BM/C correct 1.4 %</i>	BM 154 C/kg assez correcte pour la vigne <i>BM/C correct 1.8%</i>

Plantes bio-indicatrices

=> toutes les plantes sont bio
indicatrices des « *contraintes de milieux* ».

*Ceci nécessite de connaître leur BIOTOPE
PRIMAIRE = son « VRAI » milieu naturel*

Etat physique du sol

- Carence du sol en argile : la petite oseille, *Rumex acetosella*
- Complexe organo-minéral équilibré : mouron blanc, *Stellaria média*
- Destruction du complexe : chiendent pied de poule, *cynodon dactylon*
- Tassement des sols : Grand plantain, *Pantago major*
- Engorgement en eau : renoncule rampante, *Ranunculus repens*
- Anaérobiose complète du sol : rumex à feuilles obtuses, *Rumex Obtusifolius*

Fertilité minérale :

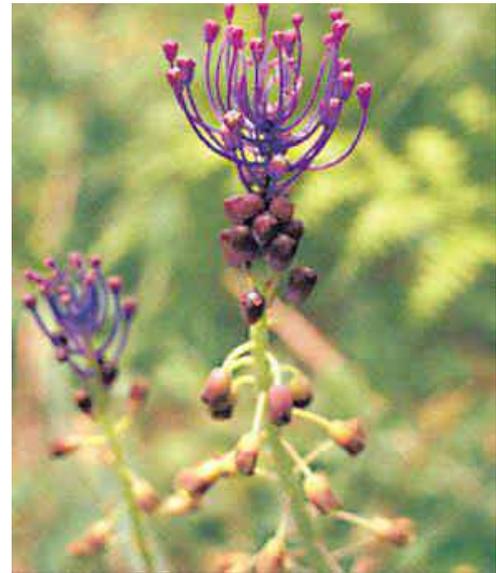
- Richesse en azote *Bromus diandrus maximus*, Grand brome
- Blocage du phosphore *Carduus tenuiflorus Curtis*, Chardon à petites fleurs
- Carence potassique *Allium ampeloprasum*, Ail faux poireau
- Excès de K *solanum nigrum*, morelle noire
- Légumineuses fixatrices de l'azote de l'air et indiquant un sol riche en phosphore total. *Lathyrus annuus*, Gesse annuelle et *Vicia sativa*, Vesce cultivée

Excès d'azote

Diploaxis fausse roquette,



- **Carence en potassium** : caractéristiques indiquées par la présence de l'ail des vignes, muscari à toupet, ...



Sols engorgés en matière organique

- D'origine végétale : Véronique à feuilles de chêne, *Véronica Chamaedrys*, Clématite, *Clematis vitalba*, Le lierre, *hedera helix*
- D'origine animale : pissenlit, *Traxacum officinale*,

- **Abondance de MO** : quelques espèces l'indiquent, il s'agit du Mouron Blanc



Divers

- Décalcification des sols : *Bellis perennis*, pâquerette,
- Salinisation : blette maritime, *beta maritima*, amarante blanche, *amaranthus albus*
- Sols intoxiquées et pollués: Datura pomme épineuse, *Datura stramonium*, Lampourde épineuse, *Xanthium spinosum*

Inventaire floristique et plantes bio-indicatrices

- Une espèce est déterminante et indicatrice pour la sphère immédiate où elle vit : dans un rayon de 50 cm maximum.
- Une espèce sera déterminante et indicatrice pour une parcelle, si elle est présente et répartie sur l'ensemble de la parcelle avec une densité de plusieurs individus à plusieurs dizaines d'individus au mètre carré

Mes PRINCIPAUX LIVRES DE REFERENCE SUR LE SOL ET SUR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

- Cours aux agriculteurs, Rudolf Steiner
- Mémento de l'agriculture biologique, G. Guet, A. Chotard, K. Riman, France Agricole éditions
- Agriculture biologique méditerranéenne, G. Guet
- Les bases de la production végétale, tome 1 (le sol) et tome 2 (climat), D. Soltner,
- Connaissance du sol, Tome I, le modèle de base, Y. Hérody, BRDA
- Des sols et des hommes, un lien menacé, Alain Ruellan, IRD éditions
- Le sol, dossier INRA
- Le sol, la terre et les champs, pour retrouver une agriculture saine, C. et L. Bourguignon, éditions Sang de la Terre
- Pédologie, sol végétation et environnement, Ph. Duchaufour, Masson
- Fonctionnement biologique des sols, une nouvelle génération d'analyse de terre, X. Salducci, Célesta lab
- Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées, D.G. Strullu, Tec et Doc Lavoisier
- Les Mycorhizes, la nouvelle révolution verte, J.A. Fortin, C. Plenchette, Y. Piché, éditions QUAE
- Les plantes bio-indicatrices, guide de diagnostic des sols, G. Ducerf et C. Thiry, Promonature
- Lombriciens de France, écologie et systématique, M.B. Bouché, INRA
- Engrais verts et fertilité des sols, J. Pousset, France agricole éditions
- Guides des analyses chimiques et physiques des sols, Cl. Mathieu, F. Pieltain, Tec et doc éditions
- Guides des engrais minéraux (fascicules 1) et organiques (fascicules 2), Y. Hérody, BRDA
- Guides et cartes géologiques du BRGM
- Guide des analyses en pédologie, D. Baize, INRA
- Guide des matières organiques (tomes 1 et 2), ITAB
- Guide méthodologique du profil cultural, Y. Gautronneau et H Manichon, ISARA Lyon
- Revue étude et gestion des sols, Association française étude des sols (AFES)