



Matière organique des sols, un bien essentiel à gérer

Matinée Technique

Décembre 2016



BOURGOGNES

*Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne*

SOMMAIRE

LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS : QUI EST-ELLE ET POURQUOI EST-ELLE SI IMPORTANTE ?	p 1
RESUME	p 2
PRESENTATION	p 3
RETOUR D'EXPERIENCE DE 2 ANNEES D'ANALYSES DE TERRE EN CÔTE-D'OR.....	p 25
RESUME	p 26
PRESENTATION	p 27
REGLES DE CHOIX D'UN APPORT ORGANIQUE (1).....	p 49
RESUME	p 50
PRESENTATION	p 52
REGLES DE CHOIX D'UN APPORT ORGANIQUE (2).....	p 97
RESUME	p 98
PRESENTATION	p 100
LA GESTION DE LA MATIERE ORGANIQUE SELON LE GEST.....	p 121
RESUME	p 122
PRESENTATION	p 123
UNE APPROCHE ORIGINALE DE LA MATIERE ORGANIQUE : RETOUR D'EXPERIENCE.....	p 170
RESUME	p 171
PRESENTATION	p 172

MATIERE ORGANIQUE ET QUALITE DES SOLS VITICOLES : EXEMPLES EN BOURGOGNE.....p 201

RESUME p 202

PRESENTATION p 204

***LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS :
QUI EST-ELLE ET POURQUOI EST-ELLE SI
IMPORTANTE ?***

**Bernard Nicolardot
Professeur
AgroSup Dijon**

Résumé de l'intervention

La matière organique est une composante du sol qui contribue à donner des propriétés qui influencent fortement la production agricole. En effet, la matière organique contribue :

- 1) aux propriétés physiques, notamment au travers des processus d'agrégation (influent sur la porosité, l'aération et le transfert d'eau et de gaz) qui influencent en particulier l'implantation des cultures et leur alimentation en eau,
- 2) aux propriétés chimiques (capacité d'échange, stock et fourniture d'éléments fertilisants) qui influencent notamment la nutrition des plantes,
- 3) à la fertilité biologique du sol (notamment entretien d'une biodiversité tellurique) qui influe fortement le fonctionnement des cycles biogéochimiques des éléments ou la qualité sanitaire des cultures.

La matière organique est également en interaction avec les problématiques environnementales (stockage de carbone, émissions de gaz à effet de serre, lixiviation d'éléments minéraux, rétention et désorption des composés traces organiques ou minéraux). Par ailleurs, la matière organique du sol est constituée de fractions/constituants dont la vitesse de renouvellement peut être très variable (résidus organiques frais ou évolués, macro et micro faune, microflore, matières organique stable ou inerte). L'évolution du stock de carbone organique du sol résulte de transformations biologiques (dégradation, humification) sur lesquelles il est possible d'intervenir au travers de différents leviers (apport d'amendements organiques, couverture du sol, travail du sol...). Dans la pratique le stock de carbone peut être géré au travers d'un bilan humique qui décrit simplement le fonctionnement du cycle du carbone en équilibrant les pertes de carbone (minéralisation des matières organiques stables du sol) avec les gains de carbone au travers notamment des apports d'amendements organiques qui contribuent directement à l'augmentation du pool de matières organiques stables. Des outils sont aujourd'hui disponibles pour choisir les produits organiques apportés en fonction de leur capacité à alimenter ce pool de carbone stable (indice ISMO). Le cycle du carbone du sol est également en interaction avec d'autres cycles biogéochimiques et notamment celui de l'azote. En effet, les produits organiques apportés, lors de leur dégradation, peuvent fournir de l'azote minéral directement de l'azote à la plante, cette fourniture dépendant de leur composition biochimique et de leur richesse en azote. Par ailleurs, l'azote organique de ces produits qui n'est pas minéralisé à court terme, contribue à augmenter le stock d'azote organique du sol et par voie de conséquence la fourniture d'azote minéral à la plante au travers de la minéralisation des matières organiques stables du sol. D'un point de vue pratique, un test d'incubation normalisé, disponible auprès des laboratoires d'analyse, a été mis au point pour caractériser la fourniture en azote des produits organiques et constituer un outil pour choisir les produits organiques (amendements ou fertilisants). En définitive, pour les sols viticoles, les références sont beaucoup nombreuses que pour les systèmes en grandes cultures. Les essais de moyenne et longue durée actuellement en cours peuvent à terme apporter de références utiles pour gérer les matières organiques dans diverses conditions pédoclimatiques.



Bernard Nicolardot
AgroSup Dijon
UMR 1347 Agroécologie
26 Bd Docteur Petitjean
BP 87999
21079 Dijon Cedex, France
Tél. : 03 80 77 23 48
Fax : 03 80 77 25 51

bernard.nicolardot@agrosupdijon.fr



La matière organique des sols

Bernard Nicolardot

La matière organique du sol (MOS), c'est quoi ?

Composés organiques = éléments C, H, O

+ éléments minéraux N, P, S

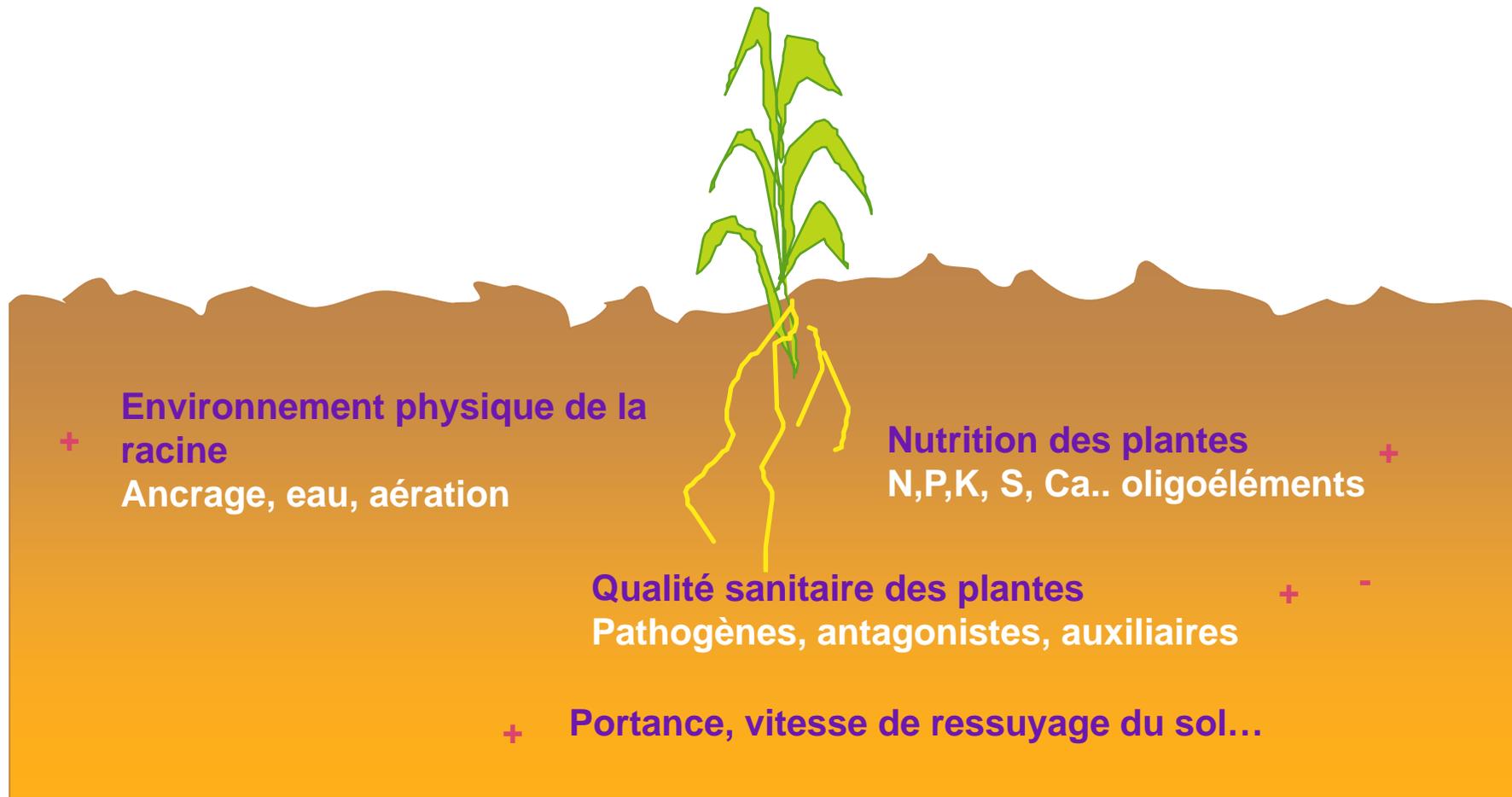
+ Macroéléments (Ca, Mg...)

+ Microéléments (Cu, Bo, Fe...)

Exemples de composés chimiques :

- Substances hydrocarbonatées : *sucres simples, polysaccharides, cellulose, hémicellulose, lignine, lipides, cires...*
- Substances complexes (+ N, P, S...) : *acides aminés, protéines, acides nucléiques, composés aromatiques...*

La matière dans les sols est indispensable pour assurer la production végétale...



... et a des fonctions environnementales importantes (maintien des ressources naturelles)

Comment mesure-t'on les MOS dans les sols?

Ce que le laboratoire d'analyse mesure, c'est :

- La teneur en C organique en g/kg de sol
- La teneur en N total en g/kg de sol

Ce qu'il calcule, c'est :

la teneur en MO $MO = 1.72 \times C$

ou $MO = 2 \times C$

Ce qu'il ne calcule pas, c'est le stock de MO

Raisonner en stock de C plutôt qu'en teneur

Teneur en carbone mesurée = C

Masse de terre :

$$M = 10000 \cdot E \cdot \rho$$

↓ ↓ ↓
t/ha m g/cm³

Stock de C :

$$S = M \cdot C / 1000$$

↓ ↓ ↓
t/ha t/ha g/kg

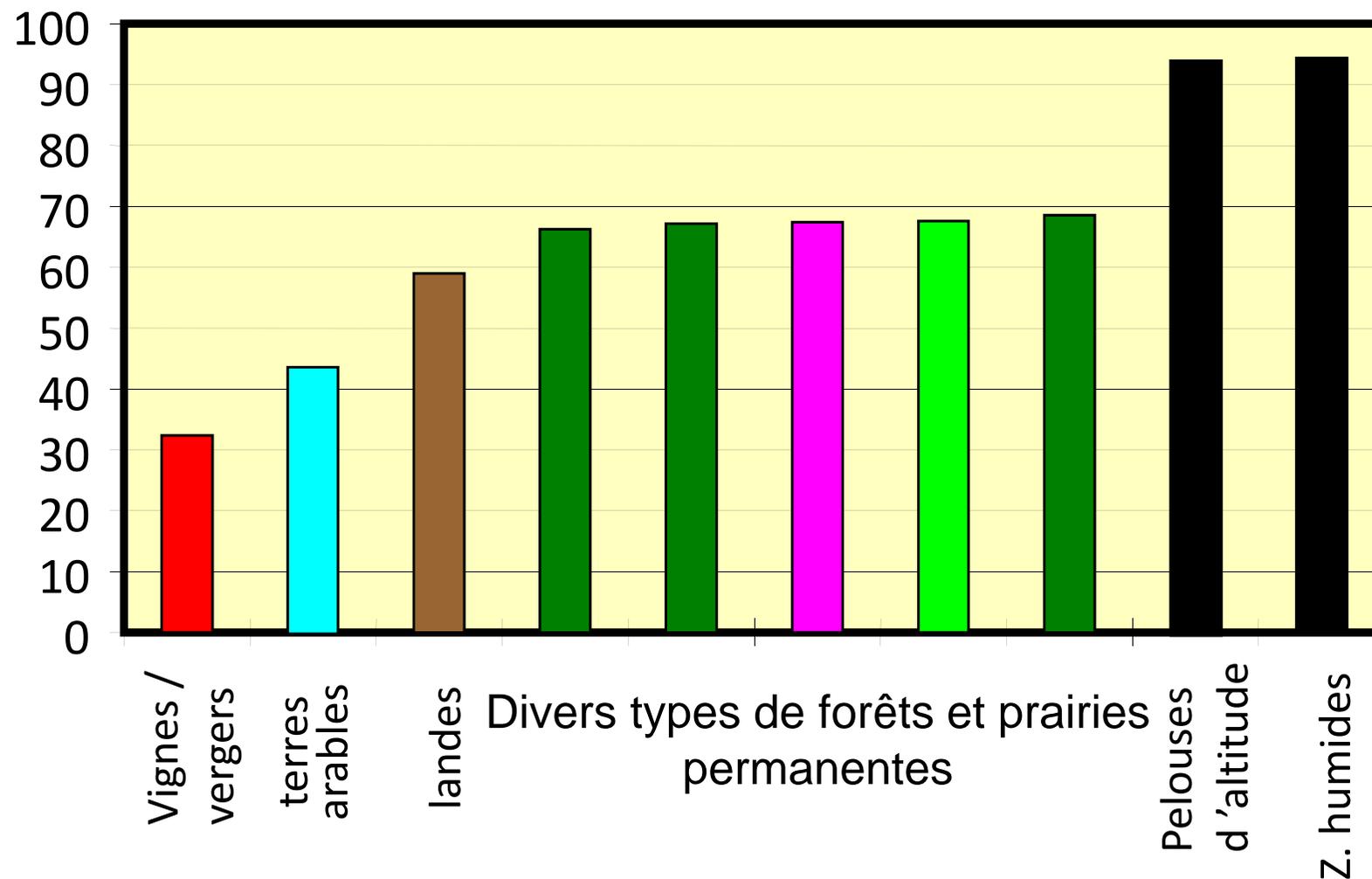
La matière organique dans les sols

Nature	t C/ha
Résidus organiques frais, "libres"	0 à 4
Résidus organiques évolués (MOP)	2 à 4
Macrofaune	0.5
Biomasse microbienne	1 à 2
Matière organique stabilisée	35

Total	40
-------	----

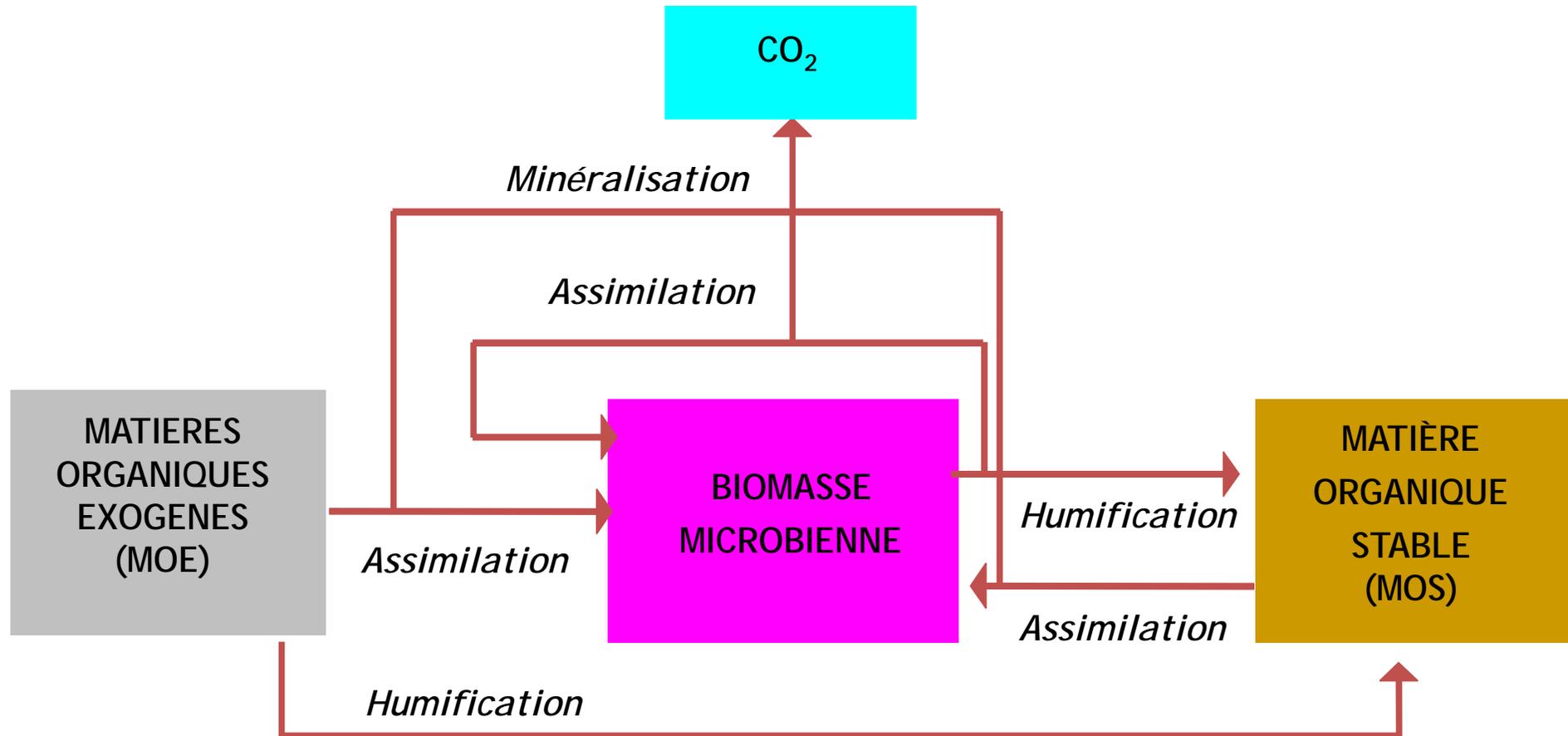
Effets de l'occupation du sol sur le stock de carbone

T C/ha (0-30 cm)

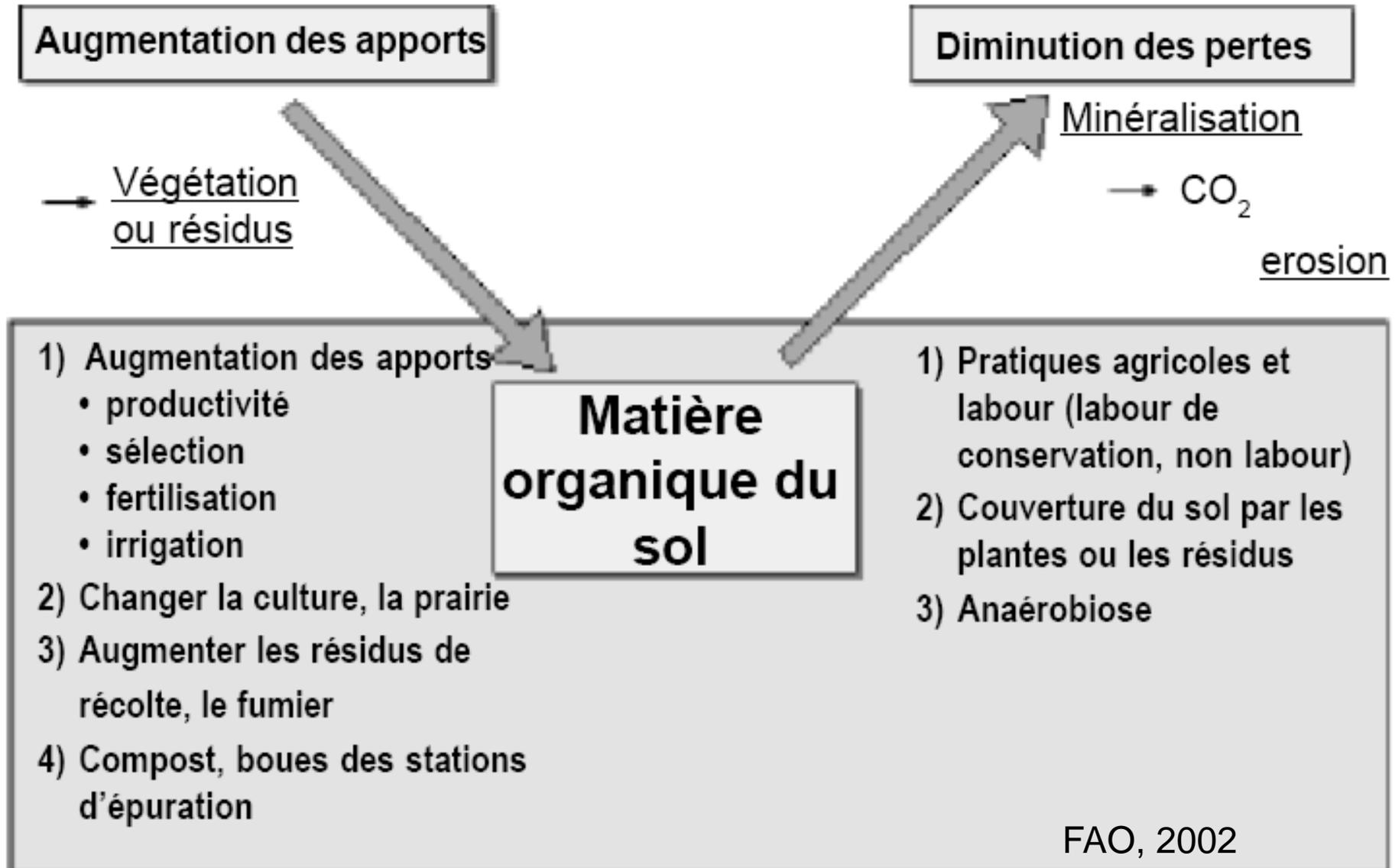


Arrouays et al. 1999

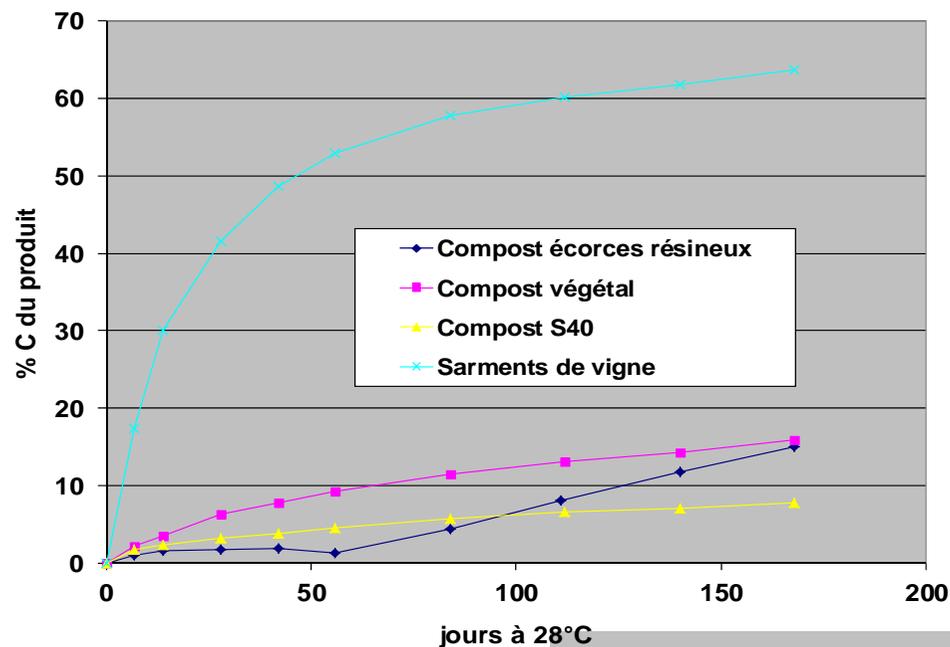
Dans les sols, l'évolution des matières organiques est liée à l'activité de la microflore...



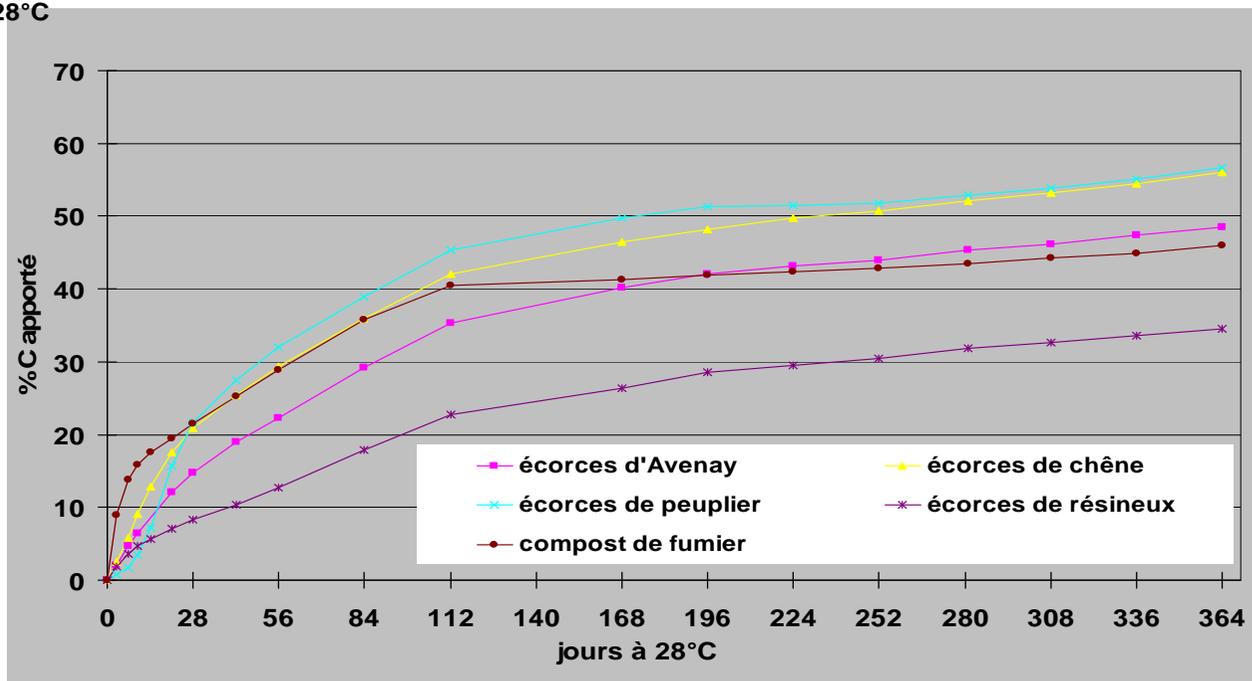
Gérer les MOS



Dégradation des MOE apportées au sol

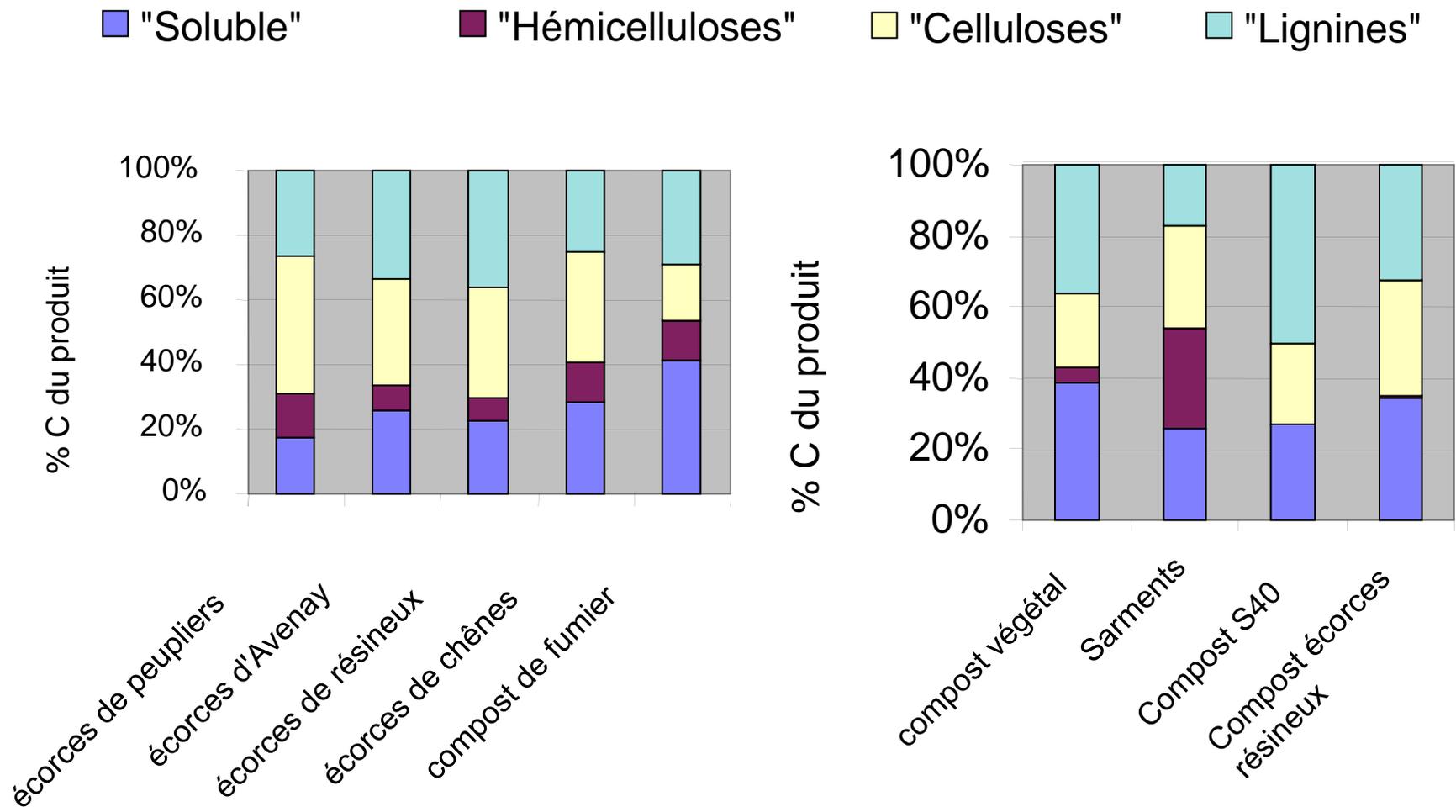


Mesure par incubation en conditions contrôlées :
 - 28°C
 - Humidité = 100% HE
 - N non limitant



Source : B. Nicolardot

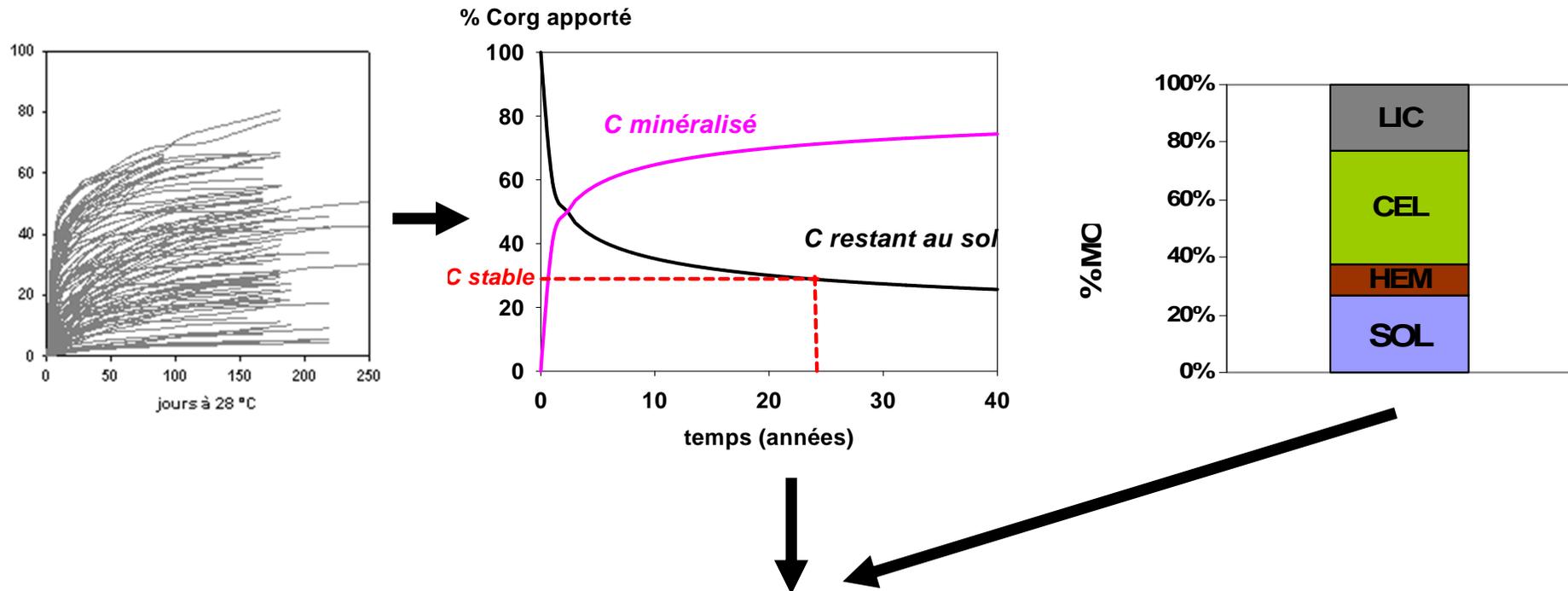
Une caractérisation biochimique qui explique le devenir des produits organiques dans le sol



Source : B. Nicolardot

L'indice de stabilité des matières organiques (ISMO) pour évaluer la stabilité des matières organiques

Norme AFNOR XP U44-162



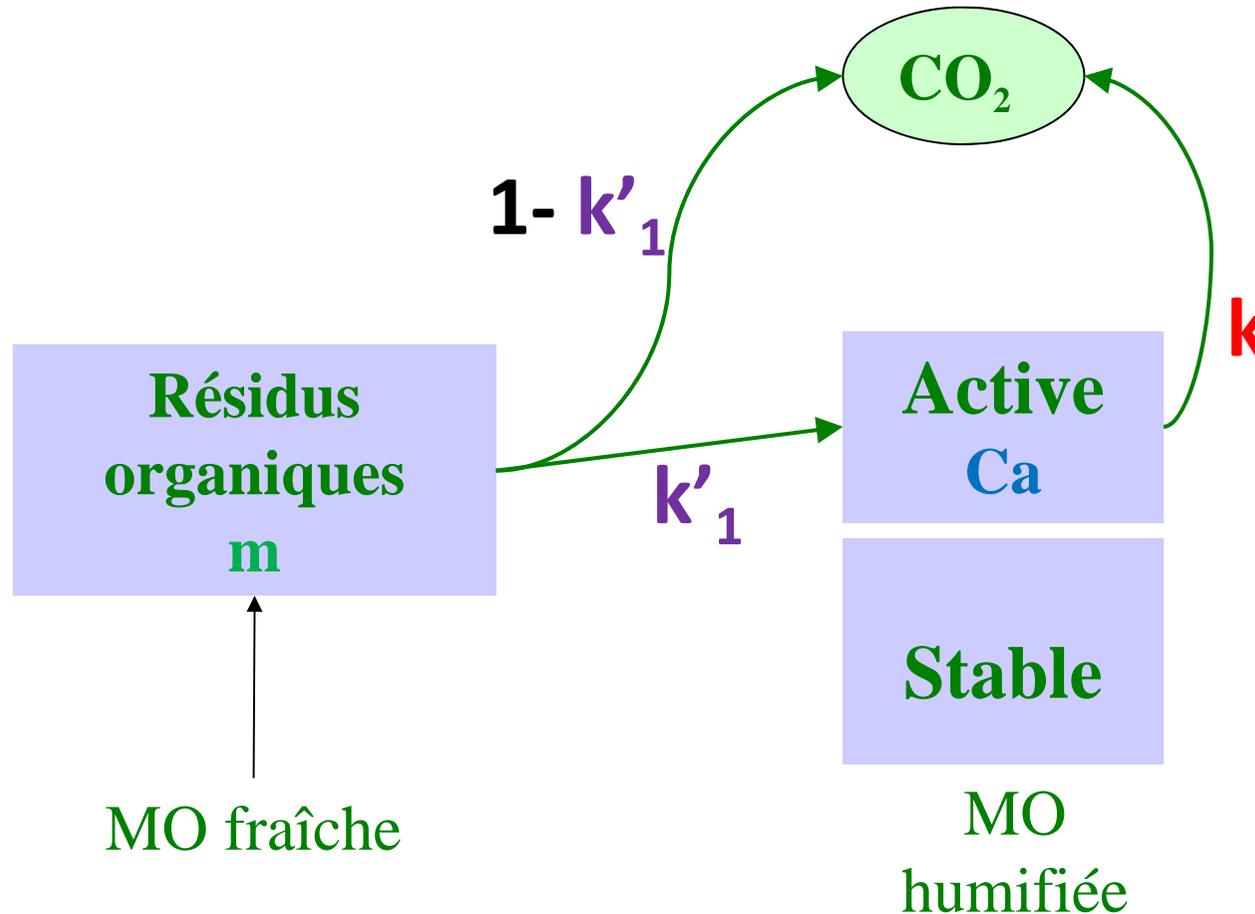
Analyse statistique de la relation entre C_{stable} et fractions biochimiques

$$ISMO = 44.5 + 0.5 \text{ SOL} - 0.2 \text{ CEL} + 0.7 \text{ LIC} - 2.3 \text{ MinC3}$$

= % de matière organique susceptible d'entretenir le stock de MOS

Simuler l'évolution du stock de MOS

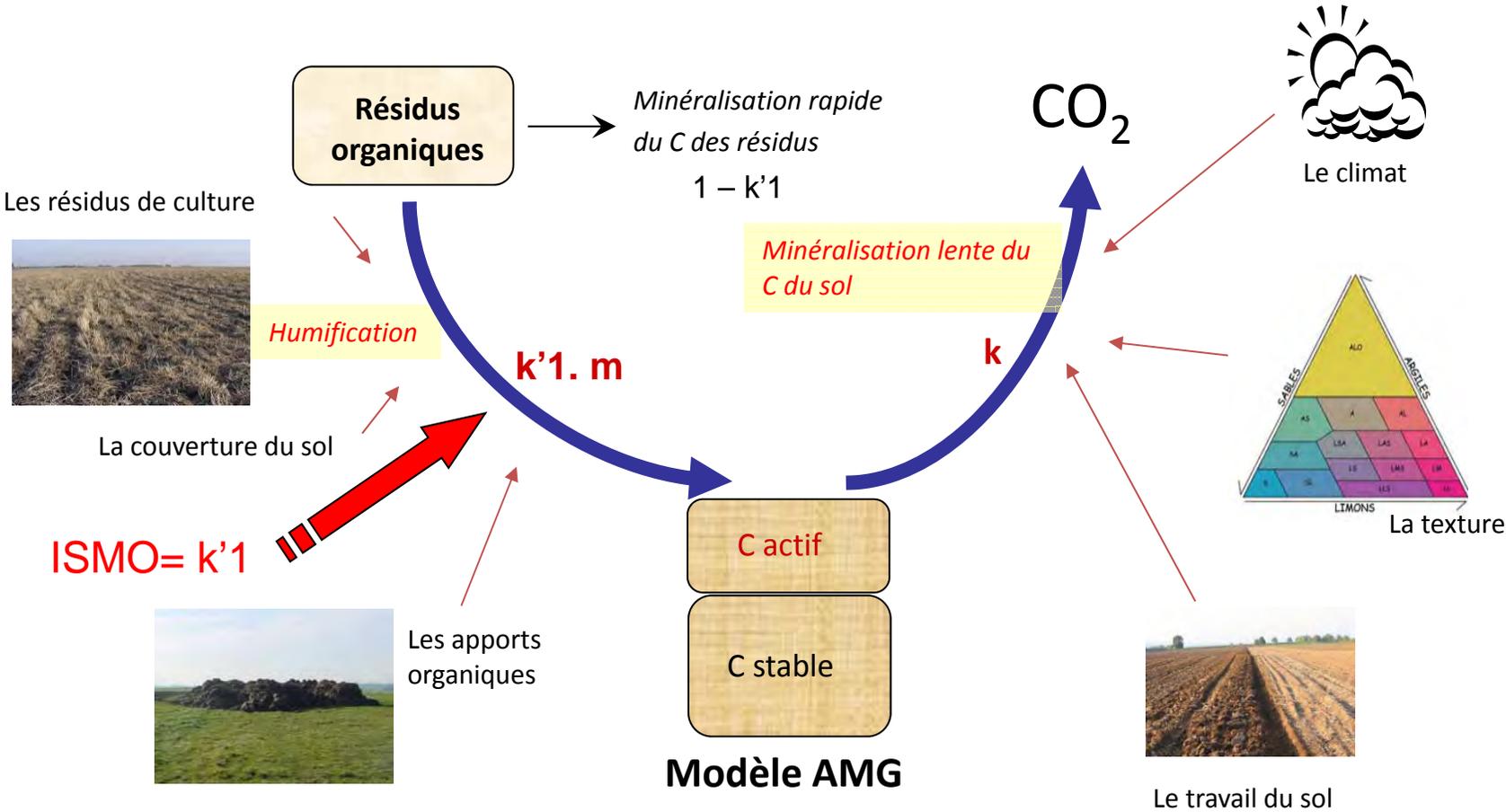
(modèle AMG, Andriulo *et al.*, 1998)



à l'équilibre $k'_1 * m = k * Ca$

avec Ca = 33 % du stock C du sol

Prévoir le devenir des apports et gérer les MOS



$k = 0.02 \text{ à } 0.06$ fonction teneur argile, calcaire, travail du sol

d'après Houot *et al.*, 2011

Effet de la couverture des sols de vigne sur les teneurs en C du sol (Thiébeau *et al.*, 2005)

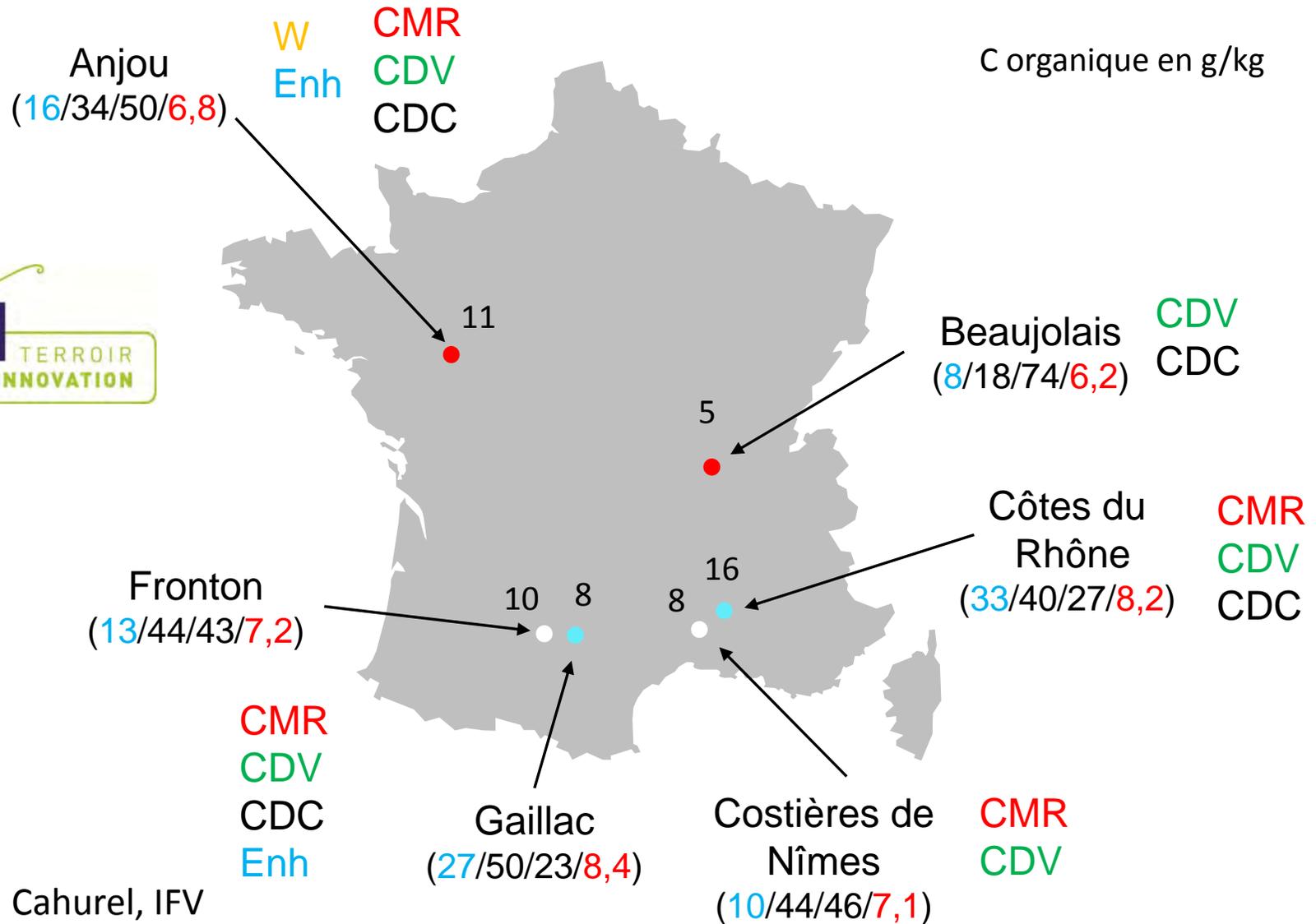
Dispositif d'Oger mis en place en 1983 par le CIVC, Côte des blancs (51)

Apport matières organiques		Caractéristiques du sol
Nature	t N / ha 1983-2000	C g/kg
Sans apport	0.00	24.35
Ecorces compostées	3.41	34.37
Compost urbain	4.60	30.55
Tourbe	1.57	39.27

Un besoin de références...

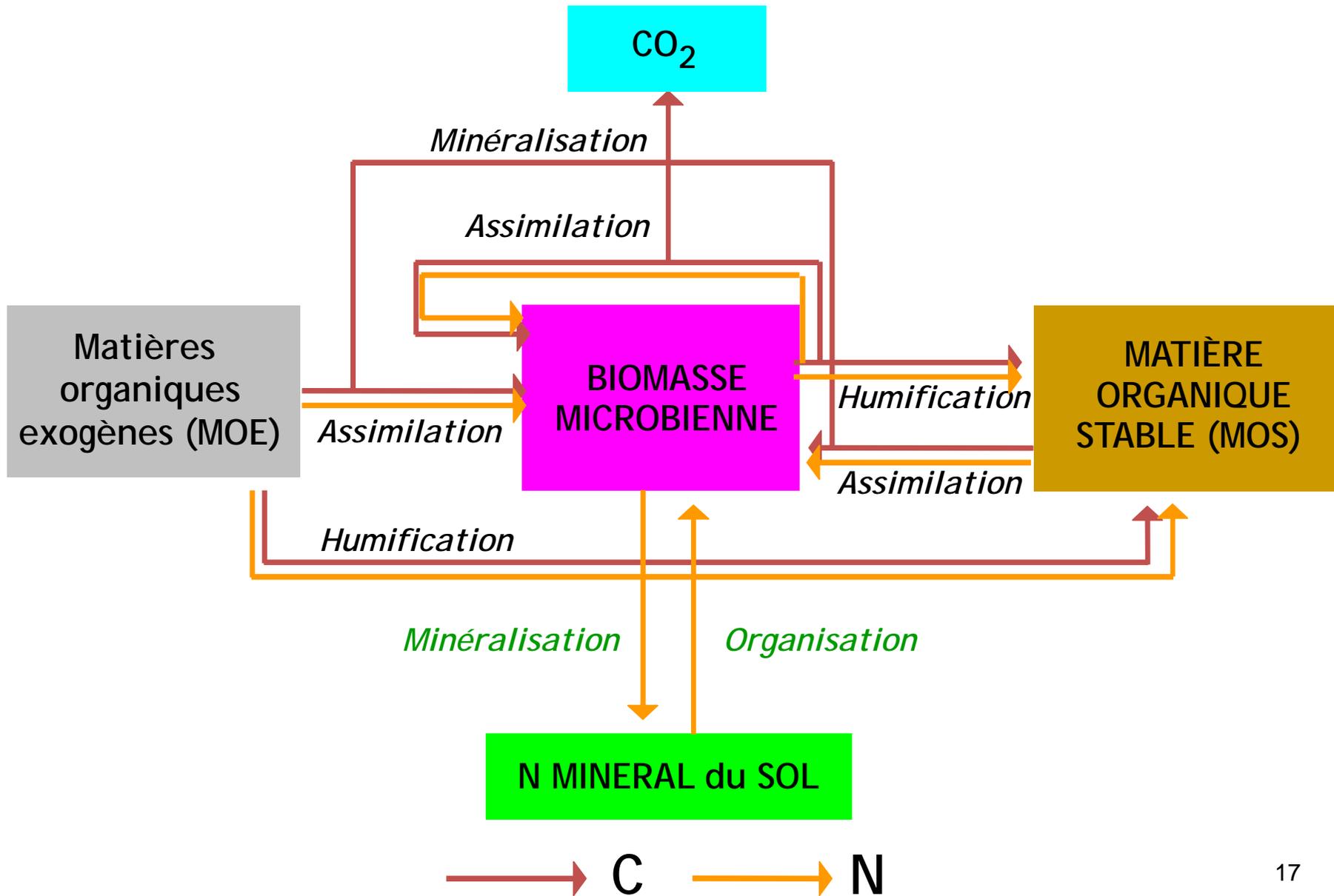
Réseau MO (% argile/limon/sable/pH)

C organique en g/kg



Source : J.Y. Cahurel, IFV

Le couplage des cycles du carbone et de l'azote dans les sols



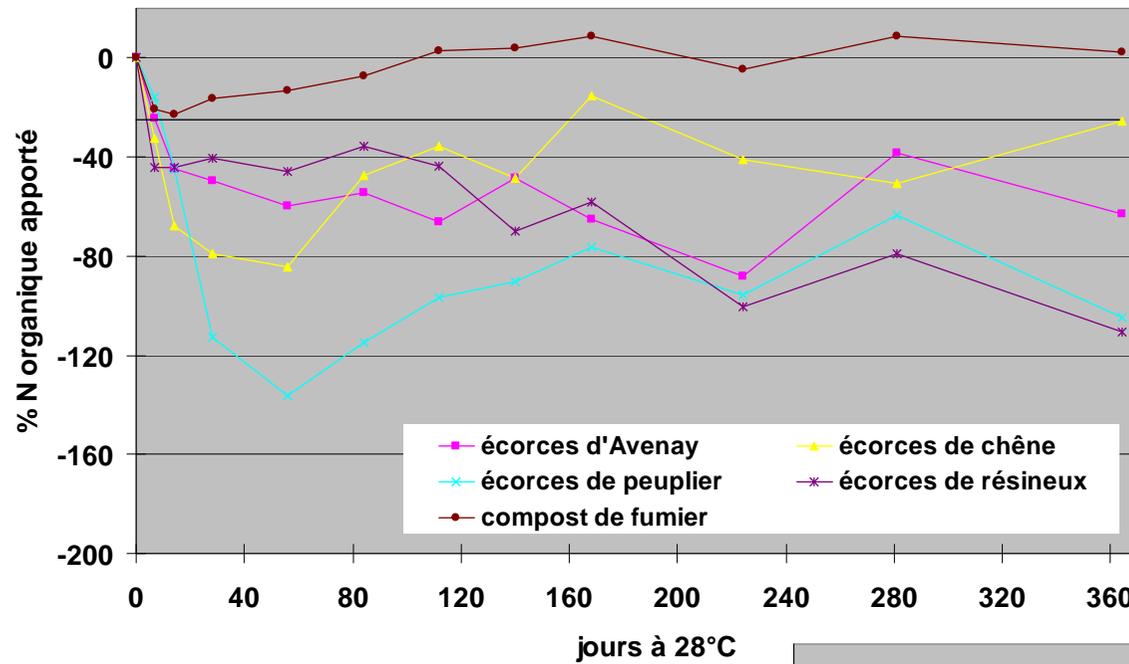
Effet de la couverture des sols de vigne sur les teneurs en C et N du sol et la fourniture potentielle d'azote (Thiébeau *et al.*, 2005)

Dispositif d'Oger mis en place en 1983 par le CIVC, Côte des blancs (51)

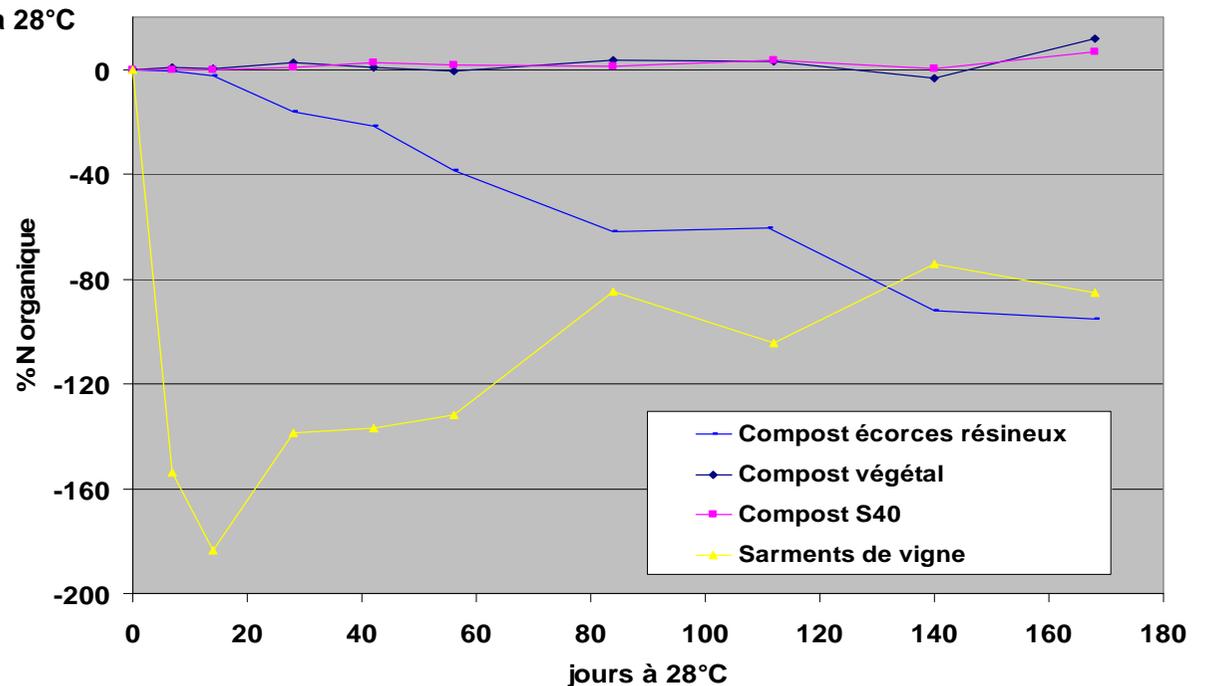
Apport matières organiques		Caractéristiques du sol		
Nature	t N / ha 1983-2000	C g/kg	N g/kg	Vp kg N/ha/j
Sans apport	0.00	24.35	2.07	0.394
Ecorces compostées	3.41	34.37	2.99	0.278
Compost urbain	4.60	30.55	2.48	0.490
Tourbe	1.57	39.27	3.11	0.353

Vp à 15°C et pF 3, mesuré par incubation (couche 0-25 cm)

Minéralisation de l'azote des MOE apportées au sol



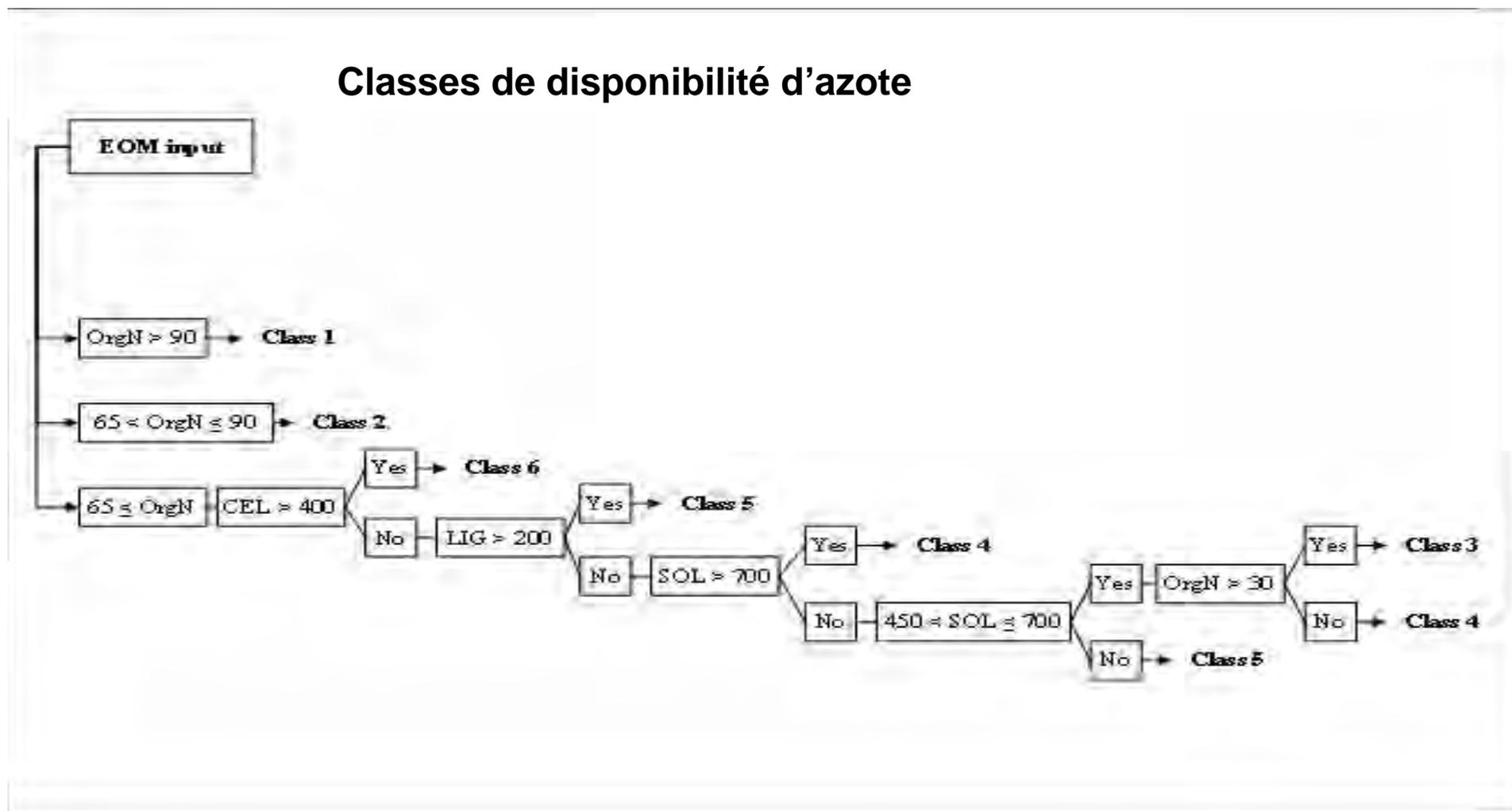
Incubation en conditions contrôlées :
 - 28°C
 - Humidité = 100% HE
 - N non limitant



Source : B. Nicolardot

La typologie : un outil pour classer et choisir les produits organiques en fonction de leur disponibilité en azote

Norme AFNOR XP U44-163



Lashermes *et al.*, 2010

En guise de conclusion...

- La dynamique du C et N dans le sol est fonction du devenir des MOE et des MOS
- Grande variété de MOE utilisables en vigne en fonction des objectifs
- Des outils disponibles (Normes AFNOR XPU44-162 et XPU44-163) pour choisir les MOE
- Prise en compte des effets à court et long terme des MOE
- Le bilan humique reste un outil pertinent pour gérer le stock de MOS
- Nécessité d'avoir des références pour les sols de vigne



Merci de votre attention

Essai CIVC Viti 2000 à Montbré (51)

24/237

RETOUR D'EXPERIENCE DE 2 ANNEES D'ANALYSES DE TERRE EN CÔTE-D'OR

Benoît Bazerolle
Conseiller viticole
Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or

Résumé de l'intervention

Depuis quelques années, la Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or propose aux viticulteurs un suivi analytique de leurs sols, en vue notamment de caractériser leurs pouvoirs fertilisants.

Sur la base de résultats d'analyses physicochimiques, des tendances commencent à se dessiner ; ces dernières permettent d'expliquer en partie le comportement, bon ou mauvais, de certaines parcelles de vigne. Le raisonnement de la fertilisation est un travail de longue haleine et pour lequel les réponses ne sont pas forcément immédiatement visibles. Des leviers forts existent.

C'est pourquoi, dans un contexte viticole délicat, il est urgent de repenser le poste fertilisation d'autant plus que celui-ci représente un point d'investissement important.

L'objectif de la Chambre d'Agriculture est désormais d'accompagner les domaines viticoles vers une pratique raisonnée et pertinente de la fertilisation : faire le bon choix d'amendement ou engrais sur une vigne en place ou lors de la plantation, tout en respectant les objectifs de rendement du domaine.



Benoît Bazerolle
Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or
benoit.bazerolle@cote-dor.chambagri.fr



Analyses de terre : Retour d'expérience après 2 années

Benoît BAZEROLLE

15/12/2016

Contexte

- **Rendements en baisse**

- Depuis plusieurs années

- Diminution ou Abandon de la fertilisation
 - Aléas climatiques : grêle, sécheresse ou excès d'eau printaniers, gel...
 - Vieillesse du vignoble
 - Progression des dépérissements (Esca, Court-noué, Enroulement etc...)

- **Volonté du monde viticole de mieux connaître ses sols**

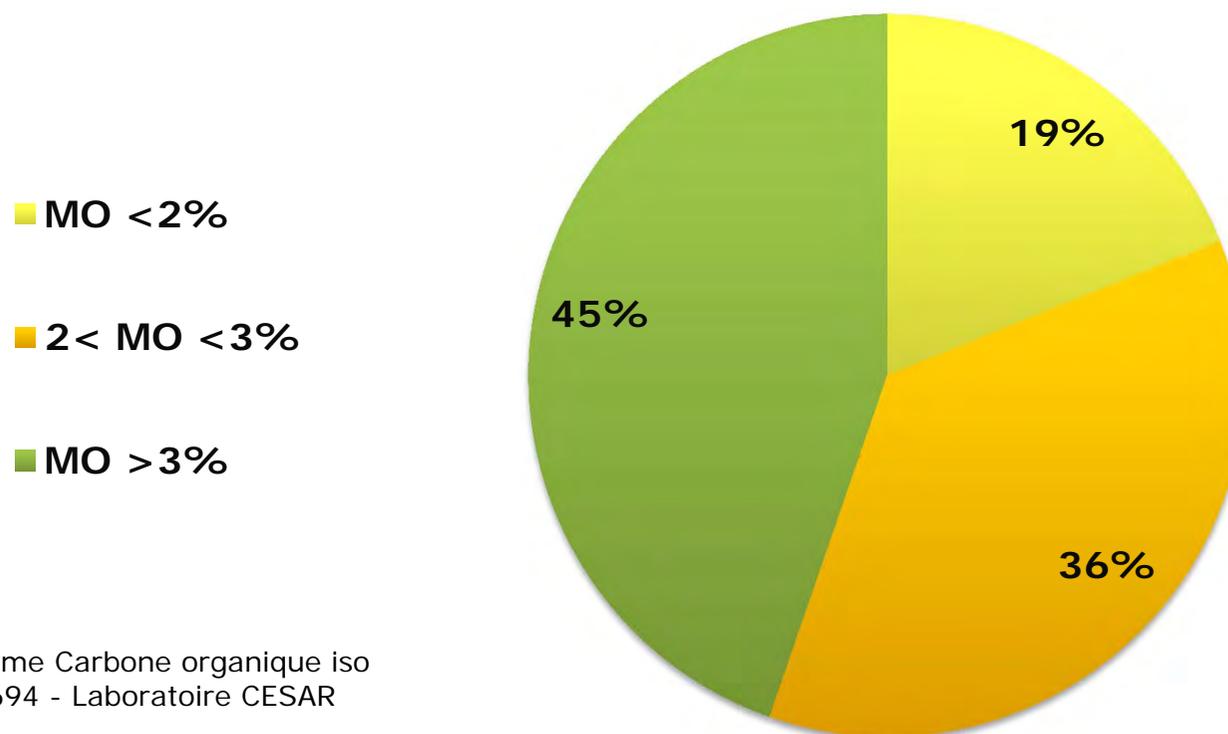
- Etat des lieux
 - Caractéristiques physico-chimiques
 - Caractéristiques biologiques

- **Adapter sa fertilisation**

- Gestion des pollutions azotées
 - Choix judicieux des fertilisants
 - Respect de la Directive Nitrates

Matières Organiques : état des lieux

Taux de Matières Organiques des sols viticoles % de parcelles concernées - Campagnes 2014-2016



Matières organiques

- Raisons :

- **▲ Fonctionnement biologique réduit ou inexistant :**

- Tassement/Compactage
- Amendements à fort C/N
- Apport de compost à doses extrêmes

- **▲ Absence d'analyses**

- Terre
- Compost

**Les apports à l'aveugle des dernières années
présentent un certain danger...**

Matières Organiques : faire le bon choix !

- Quels objectifs :

- Entretien en MO = compenser les pertes annuelles

- Brûlage des bois ou non
- Taux présent dans le sol

- Redressement en MO

- Difficile de remonter un taux de MO bas
- Objectif : plutôt stopper la baisse

Matières Organiques : faire le bon choix !

- Quelques conseils

- ▶ Bien choisir sa spécialité en tenant compte de différents critères

- Composition et comportement
 - % de MO sur brut
 - C/N
 - Rendement en humus
 - Equilibre en éléments

Et bien sûr l'intérêt agronomique

Matières Organiques : faire le bon choix !

- Quelques définitions

- Humus : MO évoluée

- % de MO sur le brut :

- Teneur en MO dans 100 kg de produit

- L'ISMO :

- Fourchette de 20 à 80

- Ex : ISMO de 20

- 100 kg de MO procureront potentiellement 20 kg d'humus stable = potentiel humigène

- Rendement en humus :

- Quantité d'humus contenu dans une tonne de spécialité

Spécialités commerciales	Composition	Dose/ha en entretien (tonnes)	%MO sur brut	C/N	Rendement en Humus*	Par tonne de spécialité			
						N	P	K	Mg
Compoforce	Végétaux broyés, fumier de cheval, gène de cassis	4 à 10 t	36%	22	116	8	4	8	3
Alpumus	70% Tourteaux et pulpes - 20% Fumier mouton - 10% Plumes	0,8 à 1,5 t	60%	15	425	20	10	20	0
Fumeterre	100% fumier de bovin pur composté et déshydraté	0,8 à 1,5 t	64%	19	450	25	18	30	5

Sources Mémo
BIO CA

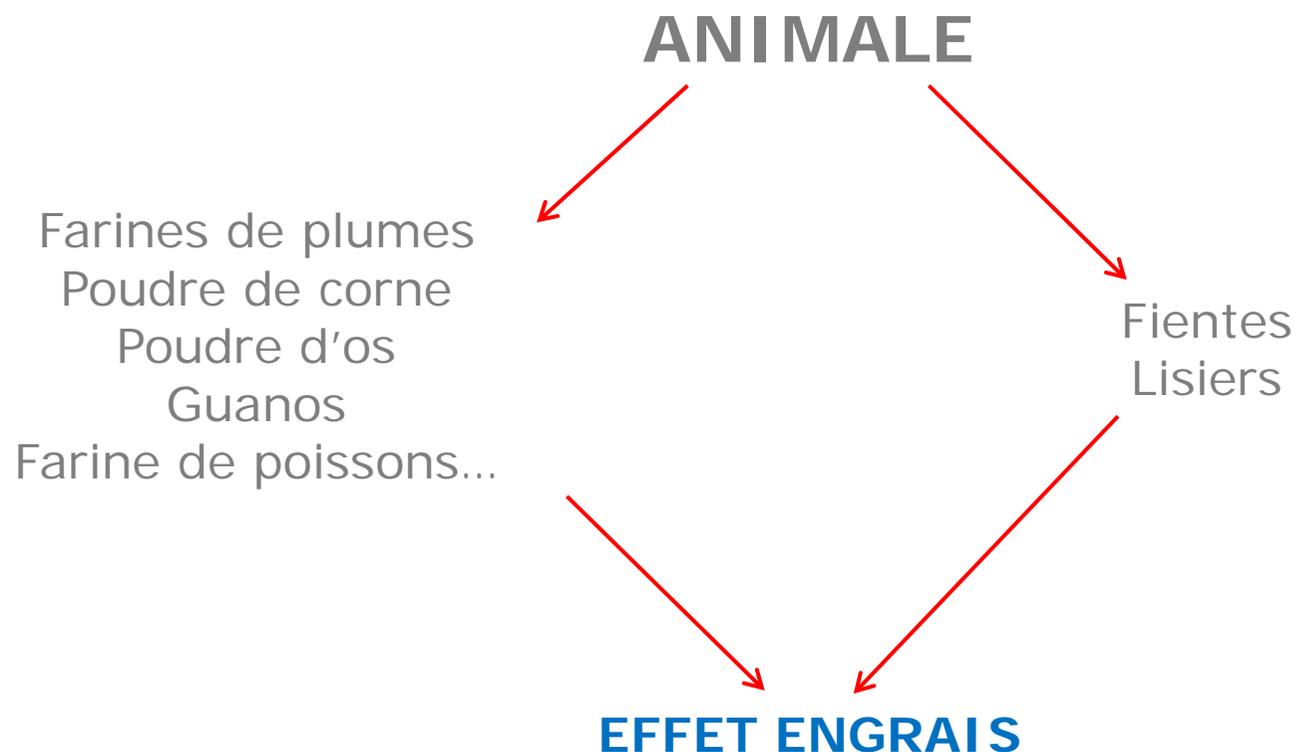
Produits	Rapport C/N
Fumier de bovins très composté	11-14
Fumier de poulets de chair	9-11
Lisiers de bovins	8-10
Lisiers de porcs	4-6
Fientes de poules pondeuses	6-7
Bois de taille (vigne)	92
Marc de raisin*	21*
Paille de blé*	103*
Ecorce de pin*	250*

Sources : CA Picardie et Delas

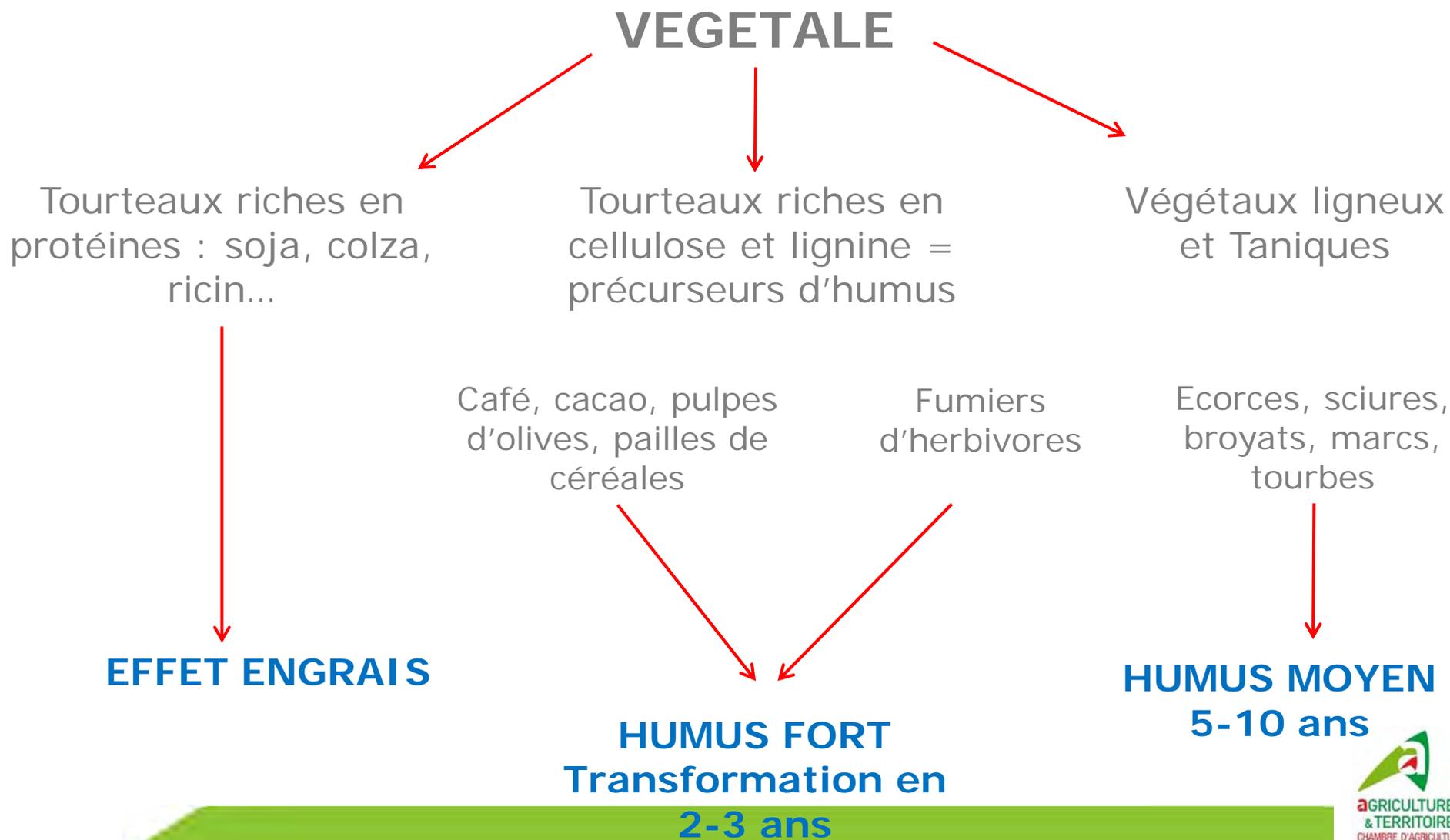
Matières Organiques : faire le bon choix !

- Différentes origines de MO :
 - Animales
 - Végétales
- Donc différentes actions possibles
 - Effet engrais
 - ou
 - Effet Humus

Matières Organiques : faire le bon choix !

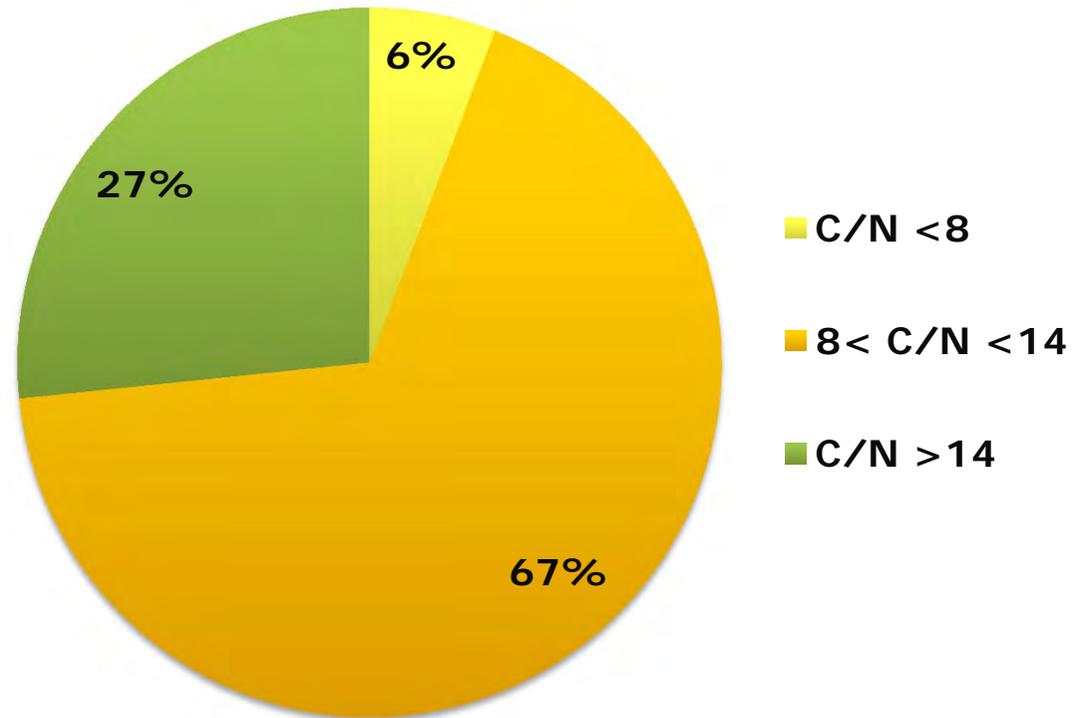


Matières Organiques : faire le bon choix !



Rapport Carbone/Azote

Valeurs de C/N des sols viticoles
% de parcelles concernées - Campagnes 2014-
2016



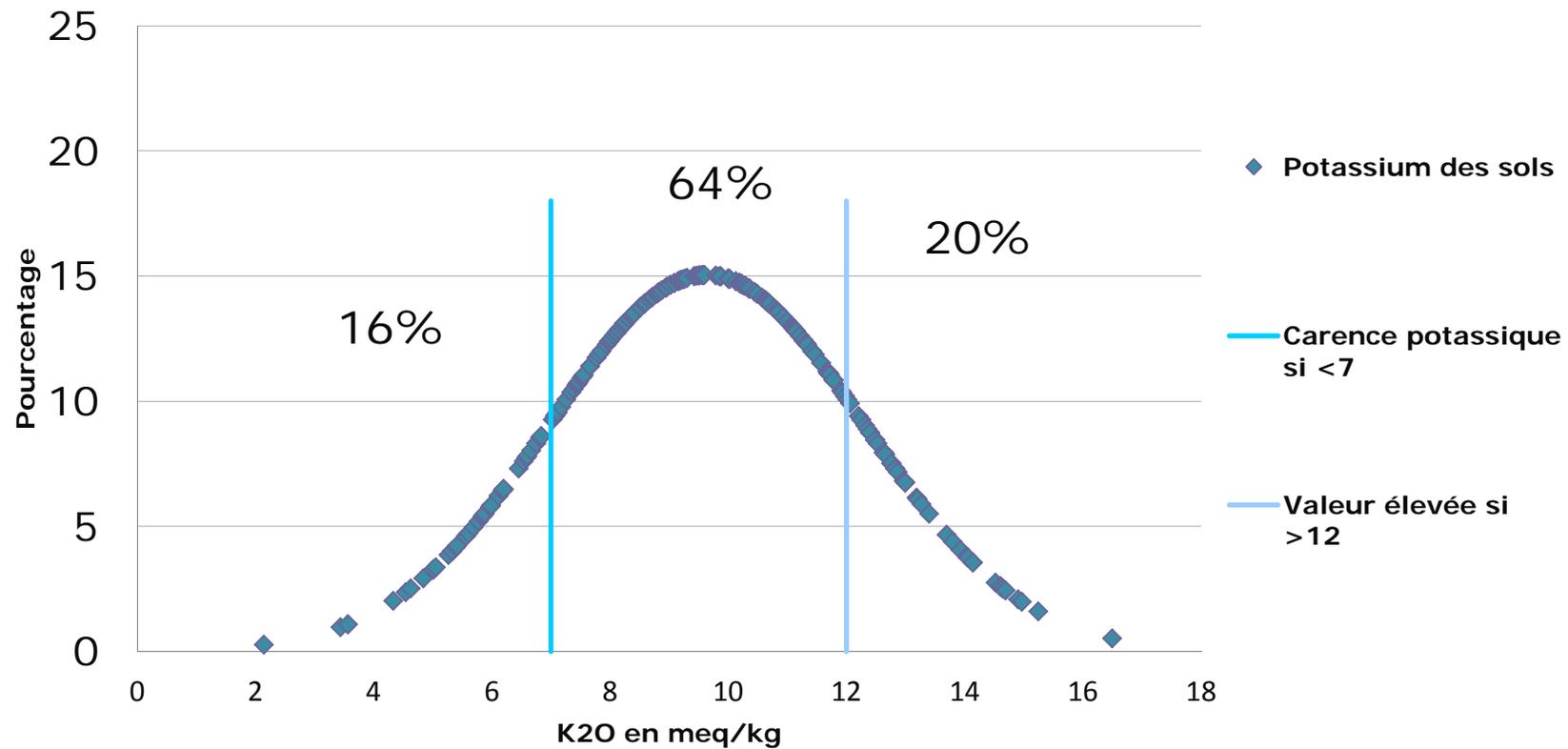
Rapport Carbone/Azote

- Une 1^{ère} réponse au blocage de la MO ?
 - A valider par analyse microbio
- Une nécessité dans ¼ des parcelles de débloquer la situation
 - Engrais organique à faible C/N
 - Travail du sol superficiel

Attention à ne pas aller trop vite...

Teneurs en Potassium

Potassium des sols viticoles de la Côte de Beaune et de la Côte de Nuits Campagnes 2014-2016

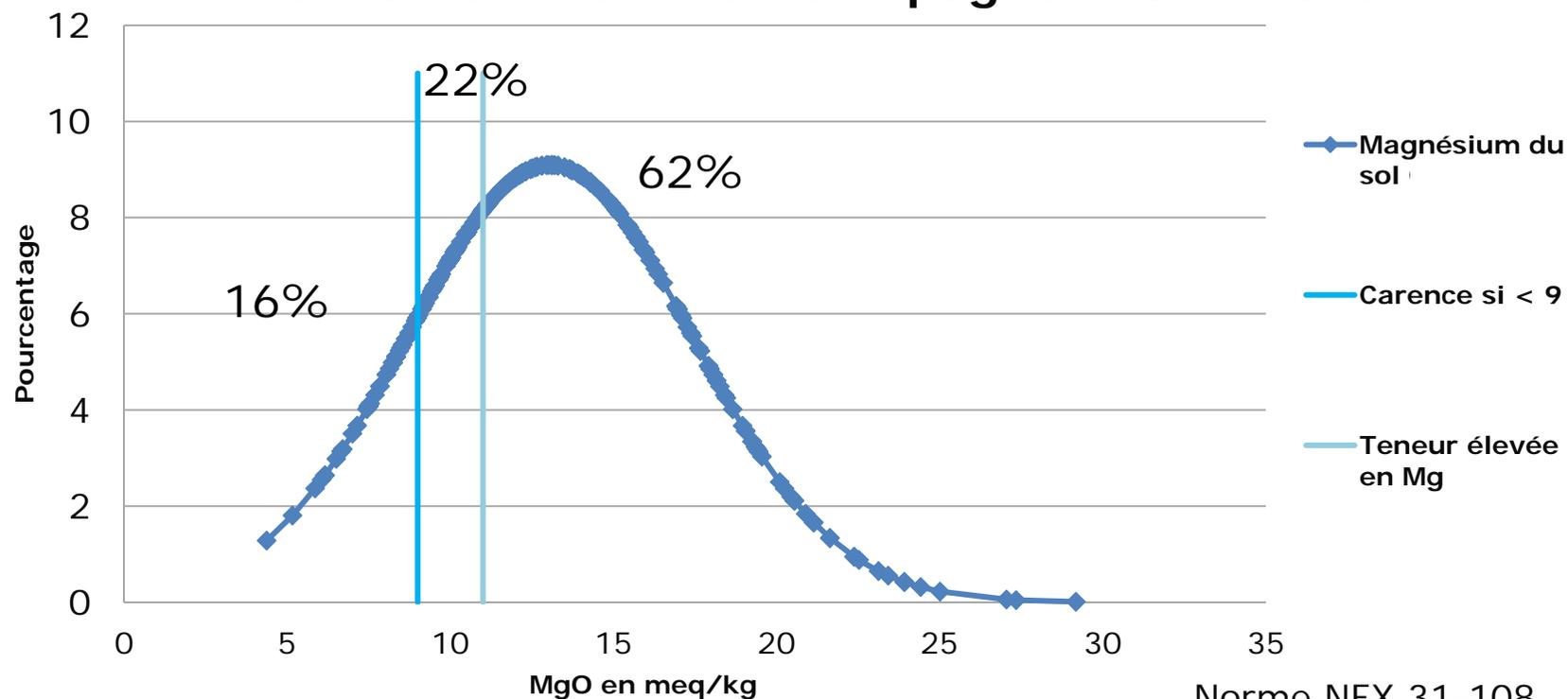


Teneurs en Potassium

- Carences en K régulièrement présentes en 2015
 - Effet historique de fertilisation
 - Horizon 0-30cm souvent bien pourvu
 - Horizon 30-60cm en carence
 - Effet CEC
 - Pour mémoire :
 - Besoin de la vigne : 40 u/ha/an en moyenne
 - Rôle prépondérant dans la gestion hydrique de la plante
 - Difficile voire impossible de corriger une forte carence rapidement

Teneurs en Magnésium

Magnésium des sols viticoles de la Côte de Beaune et de la Côte de Nuits Campagnes 2014-2016



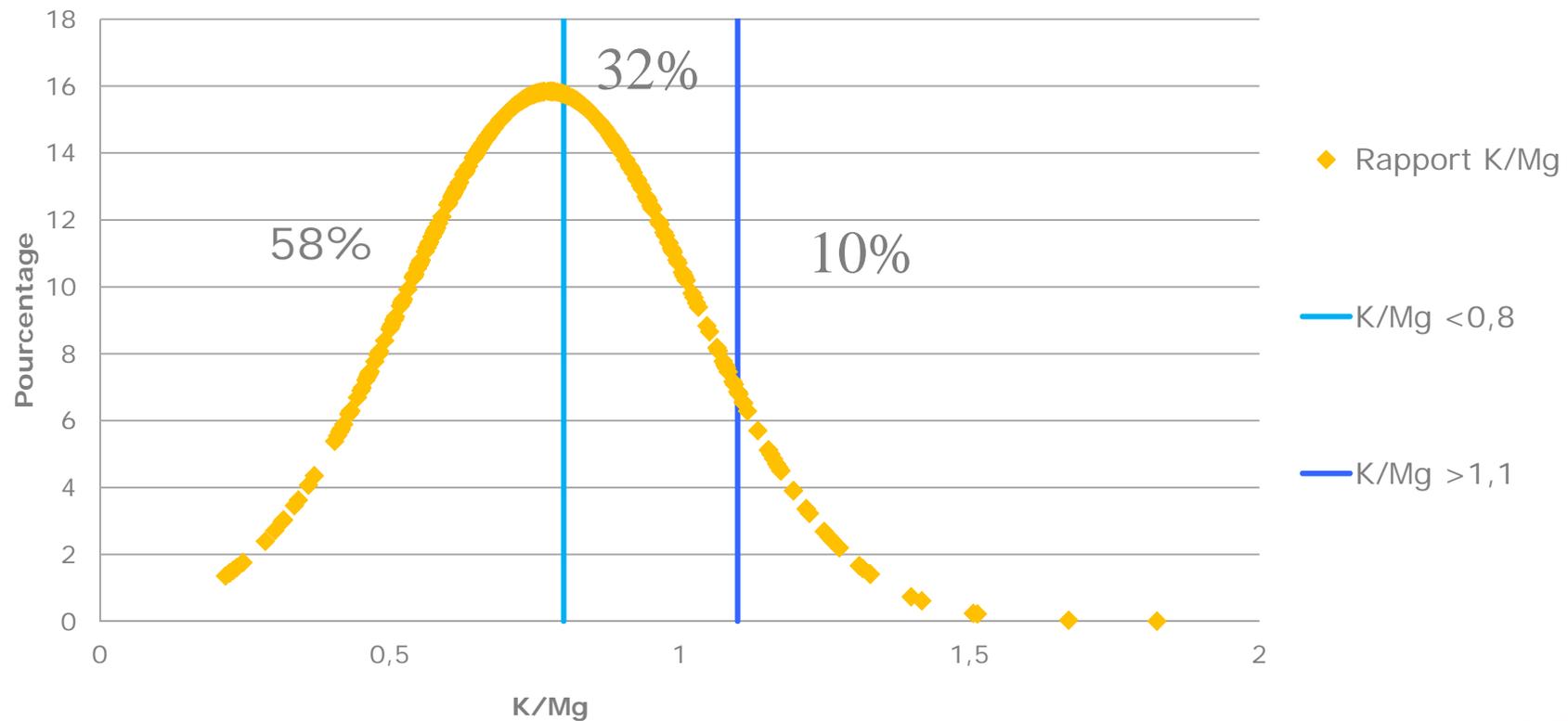
Norme NFX 31-108
Laboratoire CESAR

Teneurs en Magnésium

- Différenciation Côte de Nuits / Côte de Beaune
 - Caractère pédologique
 - Effet pratiques
- Carences marquées lors d'années pluvieuses
 - Pour mémoire
 - Besoin de la vigne : 10u/ha/an en moyenne
 - Correction plus rapide que pour K
 - Attention aux équilibres de vos fertilisants
 - Eviter les apports massifs en Mg

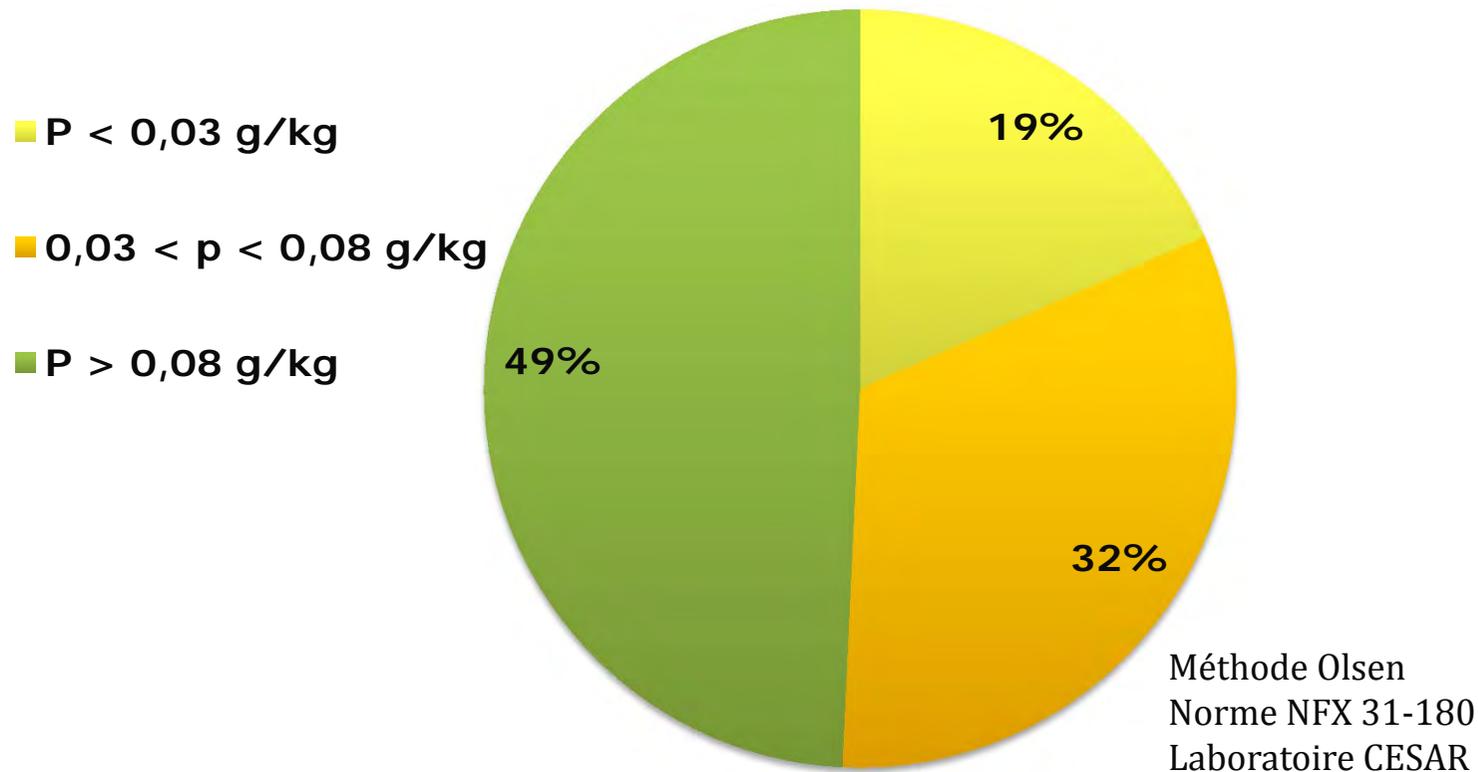
Rapport K/Mg

Valeurs du rapport K/Mg des sols viticoles - Campagnes 2014-2016



Teneurs en phosphore

Teneur en Phosphore des sols viticoles % de parcelles concernées - Campagnes 2014-2016



Teneurs en phosphore

- Très grande majorité des parcelles bien voire très bien pourvues
 - Carence en P jamais vue
 - Méthodes analytiques d'extraction pas exhaustives
- Se gère une bonne fois pour toute à la plantation
 - Attention aux engrais ou amendements fortement chargés en P
 - Représente un coût prépondérant dans les engrais
 - Pollution P

Conclusions

- Urgent de repenser la fertilisation
 - Choix/dose des amendements et engrais
 - Pas adapté dans 90% des cas...
 - Période d'apport
 - Précision de l'apport
 - Pas d'apport à l'aveugle
- Fertilisation
 - Poids économique important dans les intrants
 - Prévoir des plans de fertilisation sur plusieurs années
 - 1 analyse/parcelle tous les 5 ans



aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
CÔTE-D'OR



Merci de votre attention

15/12/2016

REGLES DE CHOIX D'UN APPORT ORGANIQUE (1)

**Mathieu Oudot
Conseiller environnement
Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire**

Résumé de l'intervention

Il est aujourd'hui communément démontré le rôle crucial de la matière organique dans les sols agricoles. Bien que faiblement présente en proportion par rapport aux autres éléments du sol, ses fonctions structurante, biologique et nutritive en font une composante clef de la fertilité et du bon fonctionnement des agrosystèmes. La viticulture n'est pas épargnée par ses aspects et l'engouement croissant des professionnels sur cette thématique témoigne de la volonté de se réappropriier la gestion de la fertilité de leurs parcelles.

En tant que culture pérenne et à rendements maîtrisés, la vigne est peu exigeante en éléments nutritifs. Elle trouve sa place dans les sols plutôt faiblement pourvus en matière organique. Pour autant, la maîtrise de l'équilibre organique est une notion centrale dans la gestion de la fertilité et la pérennité des sols viticoles. Cette maîtrise passe par l'apport d'amendements organiques. Il est donc nécessaire de connaître les règles de choix entrant dans le raisonnement d'un apport.

Un apport organique résulte d'abord d'une approche quantitative du stock de matière organique (MO). Il est nécessaire d'avoir une quantité de MO satisfaisante pour assurer les fonctions de bases de nutrition et stabilité. Annuellement, 1 à 2 % des MO stables sont minéralisés pour être réutilisés (plantes, vie du sol) ou perdus par lessivage. Plusieurs indicateurs du sol permettent de rendre compte de cette perte :

- taux de MO = pool présent dans le sol
- k_2 = coefficient de minéralisation

$MO \times k_2 = \text{quantité d'humus perdu chaque année}$

Ces pertes sont en partie compensées par les apports annuels réalisés au travers des restitutions (sarments, feuilles, enherbement). Le calcul annuel des pertes par rapport aux apports donne une indication sur la quantité de MO à apporter pour respecter l'équilibre organique du sol.

Pertes (minéralisation) – Apports (restitutions) = Quantité de MO à apporter

Des outils existent pour mesurer ce déficit en fonction des différentes caractéristiques du sol (granulométrie, taux d'argile, profondeur exploitée, proportion de cailloux, etc.).

Parallèlement, d'autres indicateurs permettent de calculer les quantités de MO délivrée en fonction du type de produit apporté :

- taux de MO = proportion de matière organique sèche contenu dans le produit
- k_1 = coefficient isohumique, ou capacité du produit à fournir de la MO stable

$Qté \text{ apportée} \times \text{Taux de MO} \times k_1 = qté \text{ d'humus délivré} *$

*à terme, pour chaque apport et pour un type de produit identifié

La nature de l'amendement (origine, composition, compostage, etc.) est aussi à prendre en considération dans le choix d'un amendement. Sur un sol correctement pourvu en MO, les aspects qualitatifs sont même parfois plus importants qu'une simple approche quantitative du stock de MO. Il est primordial de bien identifier les objectifs recherchés d'un apport afin d'orienter la nature de l'amendement. Le fonctionnement organique d'un sol est souvent complexe et implique de prendre en considération plusieurs éléments avant de faire le bon choix. Une observation terrain (sol, vigne, historique de la parcelle) appuyée d'une analyse physico-chimique et biologique du sol sont des étapes obligatoires dans le raisonnement d'un apport organique.

Enfin, la fréquence et la période d'apport seront eux aussi à réfléchir selon les parcelles considérées. Pour exemple, il n'est pas souhaitable d'apporter une grosse quantité de MO sur un sol qui ne sera pas en capacité de la stocker et de la relarguer. Dans la majorité des cas, le fractionnement des apports est souhaitable et il est bien souvent influencé par des contraintes pratiques. L'idéal reste tout de même de raisonner son apport avec le couvert en place afin de permettre une meilleure dégradation et utilisation de l'apport effectué. Dans le cas d'une plantation, il est alors intéressant de prévoir suffisamment en amont le calendrier des travaux dans l'objectif d'utiliser le couvert dans l'apport et la dégradation des MO. Sur vigne en place, le choix des espèces à enherber ou à utiliser comme engrais verts sont autant de leviers à mobiliser dans l'entretien et la gestion du statut organique du sol.

Pour finir il est important de garder en tête qu'une réflexion des apports organiques s'inscrit dans des considérations plus larges que sont la gestion du fonctionnement des agrosystèmes, leur résilience et leur pérennité.



Mathieu OUDOT
Chargé de mission Environnement
Service Vigne et Vin
moudot@sl.chambagri.fr

Règles de choix d'un amendement organique

8 décembre 2016



Déroulement de la présentation

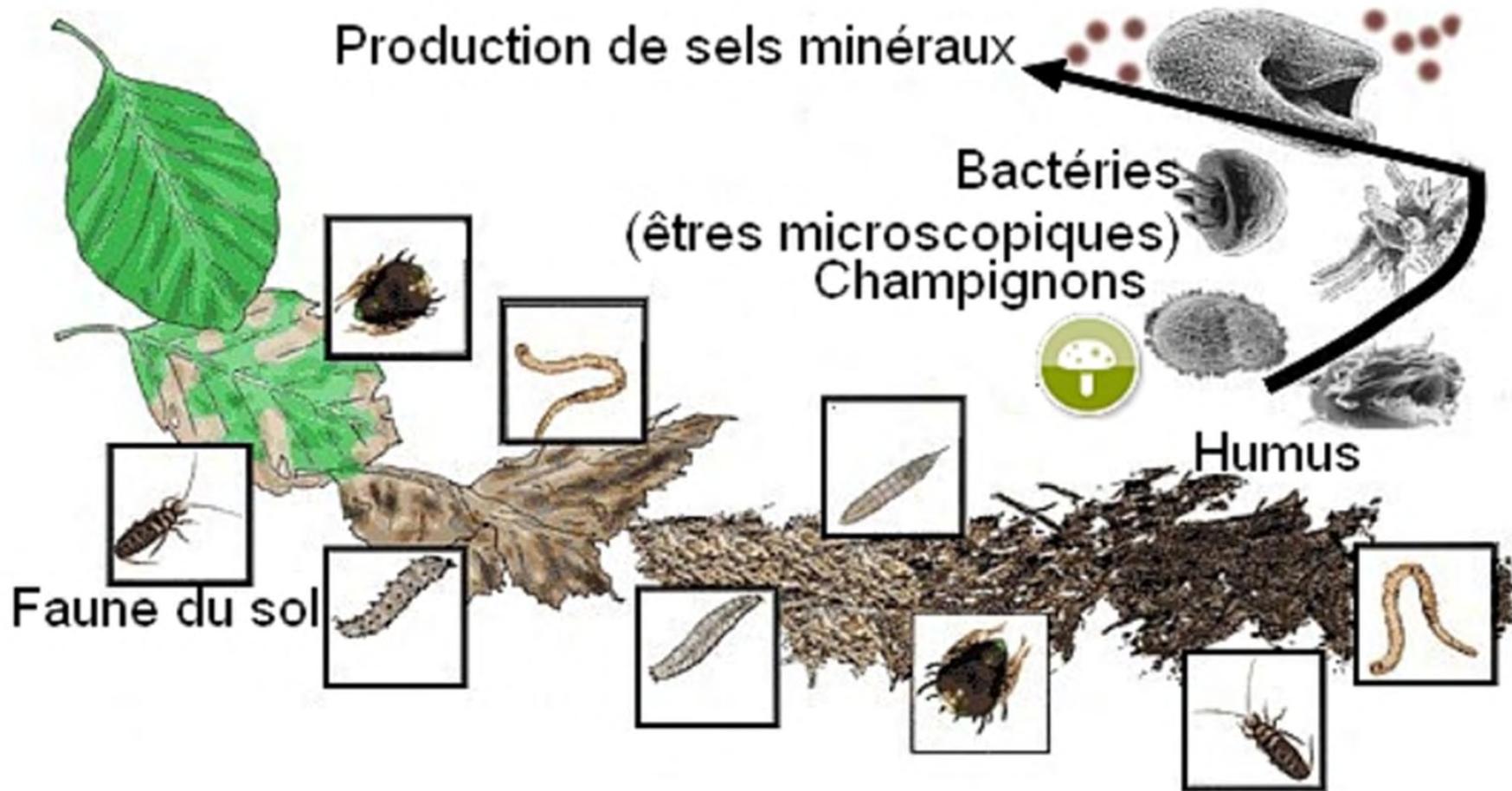
- **1 Rappels fondamentaux sur le sol**
- **2 Gérer le statut organique d'une parcelle**
- **3 Quels types de produits apporter ?**
- **4 Utilisation d'un amendement**
- **5 Vrai ou Faux sur la MO**

Rappels Fondamentaux sur le sol

Provenance de la MO



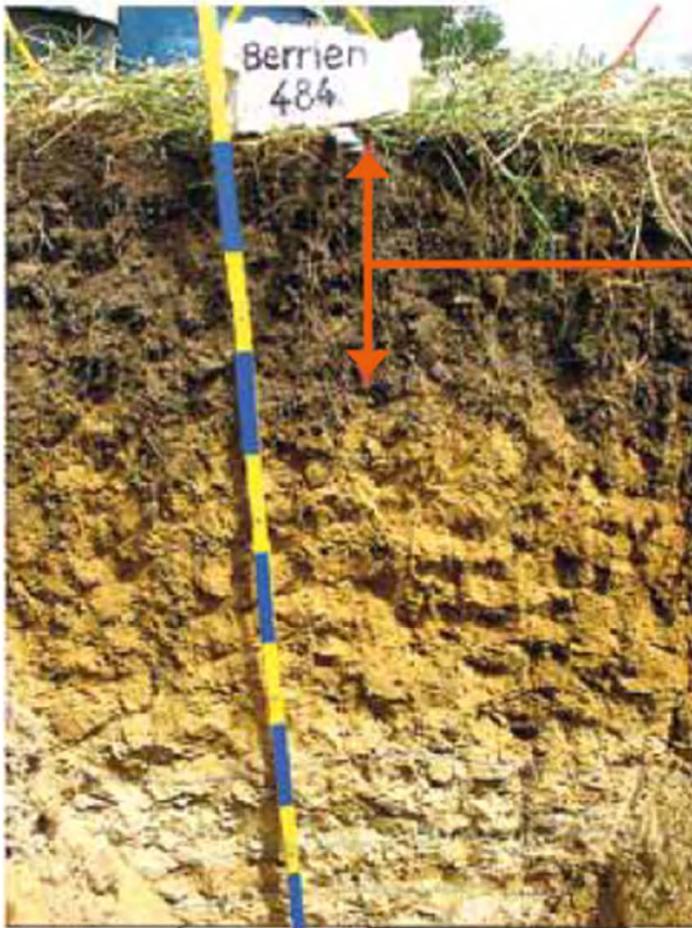
Rappels Fondamentaux sur le sol



➔ Différentes fractions de la MO du sol

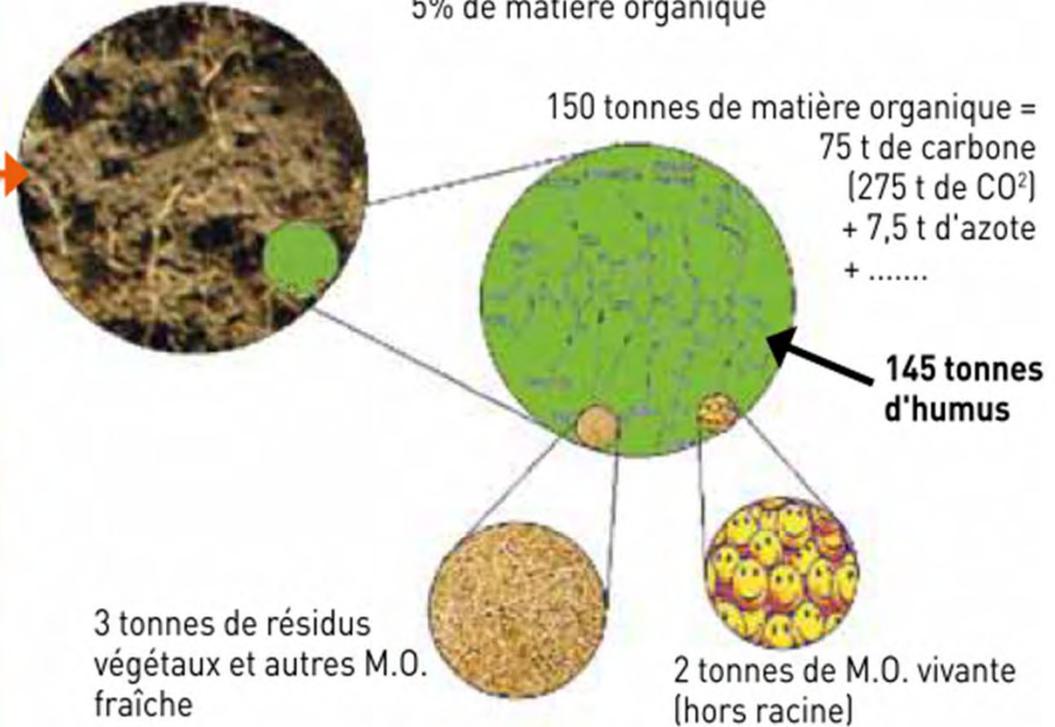
<http://www.svtbelrose.info/>

Rappels Fondamentaux sur le sol



3 000 tonnes de terre organique sèche par ha

5% de matière organique



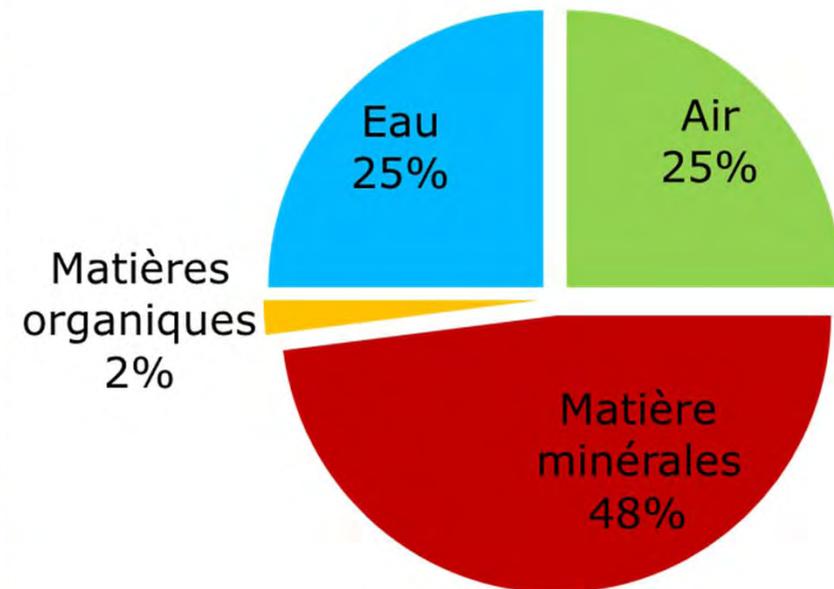
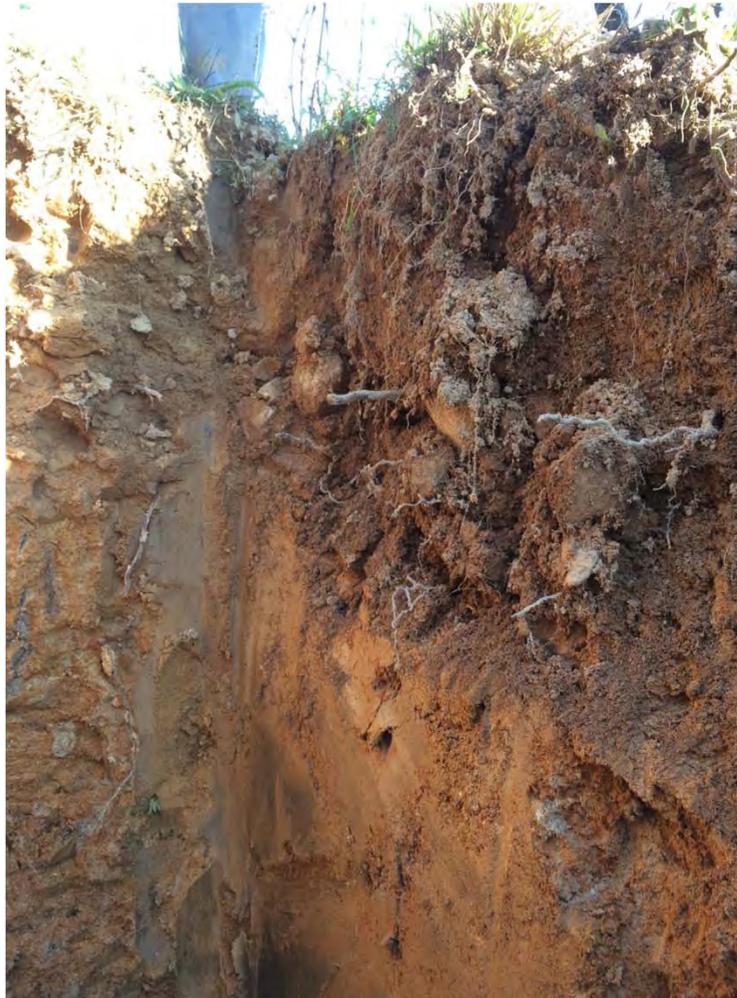
Source J.C. Simon, L. Duval, L. Le Corre, M. Le Roy, Inra Quimper

➔ 4 groupes de MO

<http://www.svtbelrose.info/>

Rappels Fondamentaux sur le sol

Provenance de la MO



Rappels Fondamentaux sur le sol

➤ Rôles de la MO

- **Physique** : rôle structurant, « ciment des sols »

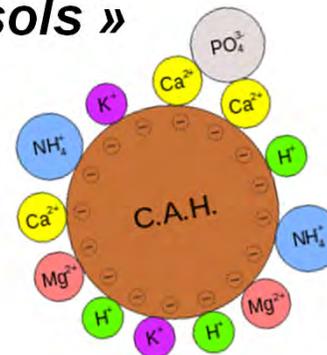


Stabilité (CAH)

Fait face aux agressions extérieures

- **Chimique** : « garde manger des sols »

Relarguage d'éléments minéraux



Rappels Fondamentaux sur le sol

➤ Rôles de la MO

- **Biologique** : « *moteur et carburant des sols* »



- **Hydrique** : « *réservoir des sols* »



MO = garante de la fertilité des sols, MAIS sa présence seule ne suffit pas à la garantir !

Rappels Fondamentaux sur le sol

Indicateurs
des sols

➤ Indicateurs de la MO des SOLS

- **Taux de MO** : Quel stock de MO

Intéressant mais ne suffit pas

- **C/N** : indicateur du plus ou moins bon **fonctionnement** des sols (dégradabilité, blocages)

- **K₂** : coefficient de minéralisation du sol

Mesure les pertes d'humus

Rappels Fondamentaux sur le sol

Indicateurs
des sols

➤ Indicateurs de la MO des SOLS

- *Fractionnement granulométrique de la MO*

Permet de connaître plus précisément les propriétés de la MO présente dans le sol

- *Indicateurs de biomasse*

De nombreux indicateurs apparaissent, rendent compte de la nature et quantité des micro-organismes présents dans le sol



Rappels Fondamentaux sur le sol

Les besoins de la vigne en MO

- *Besoins faibles en éléments minéraux*

Rendements limités dans l'objectif d'un vin de qualité

Culture peu exigeante

Peu d'exportations (30 à 50 % des éléments absorbés), le reste est fixé dans le tronc, les bois et les racines

Rappels Fondamentaux sur le sol

Prélèvements de la vigne en éléments fertilisants (d'après CHAMPAGNOL, 1984)

		Prélèvements totaux	Prélèvements par le raisin
N	kg/ha/an	40-70	30 %
P ₂ O ₅	kg/ha/an	10-20	30-50 %
K ₂ O	kg/ha/an	50-80	30 -50 %
CaO	kg/ha/an	60-120	10 %
MgO	kg/ha/an	10-25	10 %
S	kg/ha/an	6	-
Fe	g/ha/an	600	-
B	g/ha/an	100	-
Mn	g/ha/an	80	-

Source : ITAB

Rappels Fondamentaux sur le sol

Les besoins de la vigne en MO

- *Besoins faibles en éléments minéraux*

Rendements limités dans l'objectif d'un vin de qualité

Culture peu exigeante

Peu d'exportations (30 à 50 % des éléments absorbés), le reste est fixé dans le tronc, les bois et les racines

- *Culture pérenne : restitutions importantes*

Sous réserve d'adopter les bonnes pratiques !

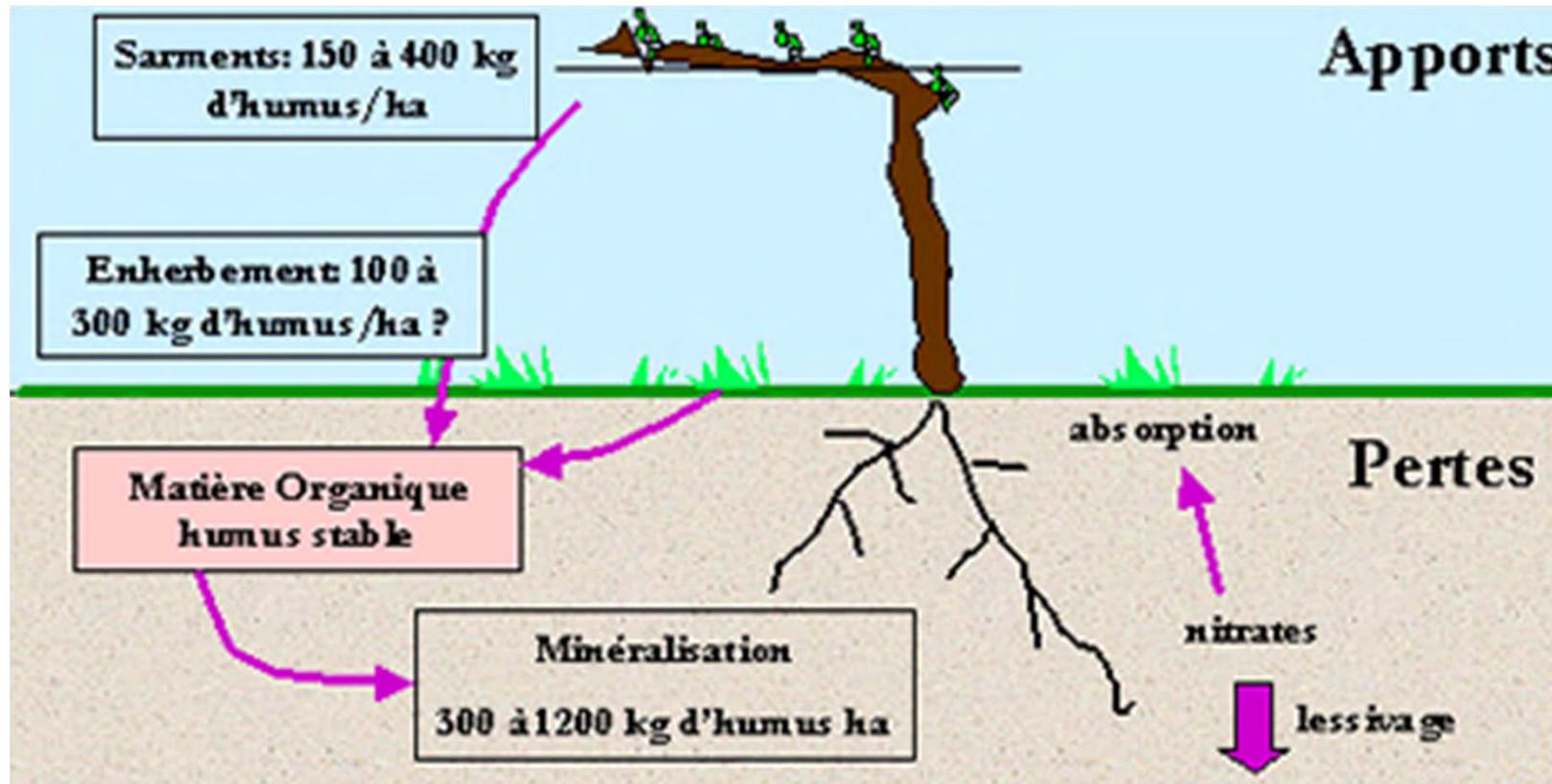
Bien gérer le statut organique

Bien gérer le statut organique

➤ L'équilibre organique : LES PERTES

1 à 2 % de l'humus contenu dans le sol est minéralisé chaque année

➔ Pertes annuelles = **300 à 1200 kg d'humus** (fonction des sols et des pratiques)



Bien gérer le statut organique

➤ L'équilibre organique : LES APPORTS

Au travers des **restitutions** !

Vigne = culture pérenne

	Matière sèche	Rdt en HUMUS
Bois de taille	1-2 t/ha	250-500 kg/ha
Feuilles	1-2,5 t/ha	200-500 kg/ha
Herbe	1-3 t/ha	100-300 kg/ha
TOTAL		550-1300 kg/ha

➔ Pertes à compenser : Restitutions suffisantes ? Apports nécessaires ?

➔ Apport : amendements ou engrais ? Quelle période ? Quel produit ?

Bien gérer le statut organique

Outil :
Formulaire IFV

L'équilibre organique

Exemple de calcul de l'équilibre organique :

Pour une parcelle donnée : Grace aux ANALYSES + OBSERVATIONS

Argile	Calcaire total	MO	Profondeur	Cailloux	Enherbement
38 %	4 %	2,9 %	25 cm	2 %	30 %

$K_2 = 0,98 \%$

Stock de MO dans le sol = 72 T/ha

- Pertes estimées à 700 kg d'humus/ha/an (1 tonne si pas d'enherbement...)
- Restitutions estimées à 500 kg d'humus/ha/an (sarments, enherbement)

Déficit de environ 200 kg d'humus /ha/an

Déficit de 1 Tonne d'humus /ha sur 5 ans si pas d'intervention

Bien gérer le statut organique

➤ L'équilibre organique : QUELLE INTERVENTION ?

En **redressement** si le taux de MO n'est pas satisfaisant (< 1% = devient problématique). La notion de seuil dépend du type de sol !

En **entretien** sur vignes en place pour corriger les exportations si il y a déficit. La fréquence des apports dépendra du type de sol (sableux, argileux)

A la **plantation**, l'apport de MO stable (humus), à la dégradation lente, s'avère intéressante dans de nombreuses situation

- ➔ Approche très quantitative de l'apport de MO
- ➔ Permet de rectifier un fort déséquilibre
- ➔ Ne pas avoir une approche FERTILISATION uniquement !

Quel type de produits apporter ?

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

Le but est de savoir, pourquoi je réalise un apport de MO ?

- ➔ Préparer une plantation
- ➔ Redresser le taux de MO d'une vigne en place
- ➔ Entretenir et stimuler la vie du sol
- ➔ Améliorer la structure du sol
- ➔ Apporter de l'Azote sur une vigne carencée
- ➔ Améliorer la gestion de l'eau sur la parcelle (réserve utile notamment)
- ➔ Constituer un stock d'humus dans le temps
- ➔ Plusieurs critères à la fois...**quelle priorité ??**

Quel produit apporter ?

Indicateurs
des produits

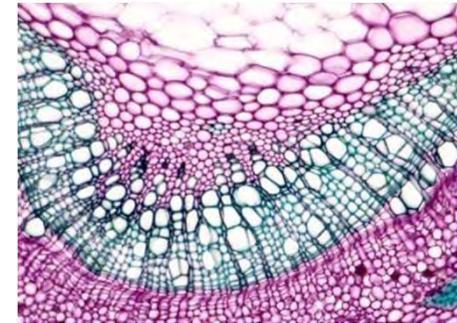
Caractéristiques des produits

- Son origine

Matières végétales = précurseurs humiques

Lignines, cutines, cellulose → générateurs d'humus

Hémicellulose, fraction organique soluble → se décomposent rapidement en N



Déjections animales = sources d'éléments minéraux (N-P-K-Mg), mais ne produit pas d'humus

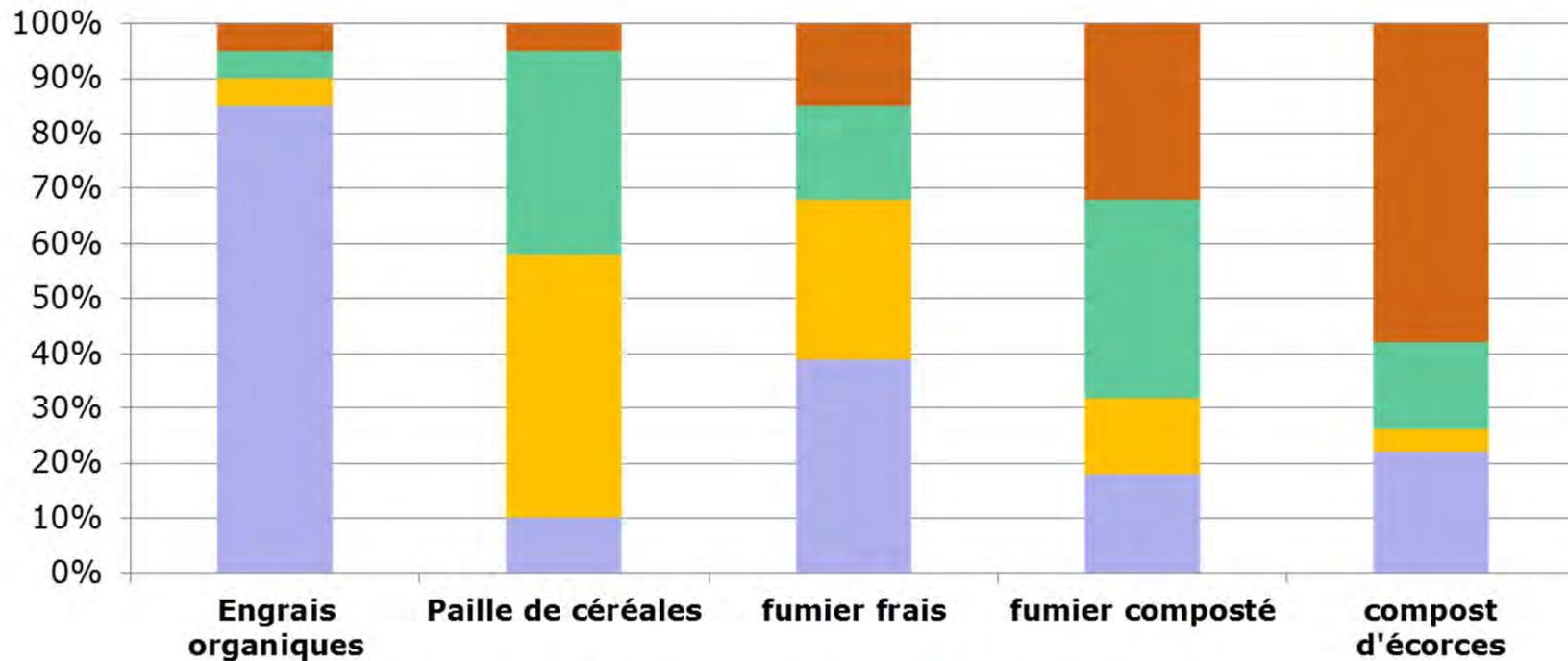


Quel produit apporter ?

Indicateurs des produits

Caractéristiques des produits

- Son origine



Fractions instables : composés organiques solubles hémicellulose

Fractions stables : cellulose lignine

Quel produit apporter ?

Indicateurs
des produits

▶ Caractéristiques des produits

- *Taux de MO*

= Teneur Matière Organique, exprimée en % de matière sèche par rapport au produit brut (ou sec)

Partie intéressante ! Permet la comparaison entre produits

Augmente pour les produits industriels (MOS = 50 à 70 % car séchés)

→ Plus efficace surtout pour l'épandage

 **Attention** : Objectif = apport de produits avec taux de MOS le plus élevé **en veillant à limiter l'apport de N délivré en même temps**

Quel produit apporter ?

Indicateurs
des produits

▶ Caractéristiques des produits

- **C/N**

Comme les sols, les produits sont aussi caractérisés par leur C/N

Renseigne sur la **vitesse de décomposition de la MO**, mais aussi de la libération de l'azote

Ce rapport décroît avec **le compostage**, puis se stabilise quand produit mature (C/N autour de 15)

Au-delà de 30, décomposition fortement ralentie (12 et 20 mois)

Amendements prêts à l'emploi, $12 < C/N < 20$

 **Attention** : Il n'est pas toujours pertinent car certaines préparations sont complétées avec de N, abaissant ainsi directement le C/N

Quel produit apporter ?

Indicateurs
des produits

➤ Caractéristiques des produits

- k_1 et ISMO

= Aptitude de l'amendement à fournir de l'humus

k_1 = *coefficient isohumique*, déterminé à partir du taux de matière sèche du produit et à partir d'expérimentations au champ

ISMO = *Indice de stabilité de la Matière Organique*, rend compte de la biodégradabilité (rdt en humus) des différentes fractions de la MO. Donnée fournie par les fabricants (déterminée en labo)

Ces deux indicateurs expriment sensiblement la même chose. Ils donnent des **éléments de comparaison entre les produits**, dans leur apport en HUMUS après dégradation

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

- *Exemple de calcul dans le raisonnement d'un apport*

1) Compost Végétal : MOS = 70%, ISMO = 0,3

Apport = 1000 kg

➔ Apport en MO : $1000 \times 0,70 = 700$ kg

➔ Apport en Humus (à terme) : $700 \times 0,3 = 210$ kg

2) Amendement végétal et animal (composté) : MOS = 60 %, ISMO = 0,85

Apport = 5 tonnes

➔ Apport en MO : $5000 \times 0,60 = 3000$ kg

➔ Apport en Humus (à terme) : $3000 \times 0,85 = 2,5$ tonnes

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

- *Exemple de calcul dans le raisonnement d'un apport*

3) Tourteaux végétaux (plantes med, pulpes, olives + poudre d'os) :
MOS = 58 %, ISMO = 0,63

Apport = 1000 kg

➔ Apport en Humus : $1000 \times 0,58 \times 0,63 = 365 \text{ kg}$

4) Amendement végétaux ligneux feuillus : MOS = 30 %, ISMO = 0,95

Apport = 1000 kg

➔ Apport en Humus : $1000 \times 0,30 \times 0,95 = 285 \text{ kg}$

!!! A comparer avec les prix !!!

Prix produit, Prix/MO apportée, Prix/HUMUS délivré



Quel produit apporter ?

Indicateurs des produits

Caractéristiques des produits

Quel prix / quantité d'humus délivrée ?

Produits	Caractéristiques	Forme	ISMO	Pourcentage		C/N	Teneur pour mille du prod. livré en NPKMg				Prix € HT / tonne		
				matière sèche	m.o. prod. livrés ①		②	N	P	K	Mg	produit départ usine	matière organiq. ③
APPORT D'ENTRETIEN													
BIOFERTIL (Biofertil)	Amendement organique	AB	poudre	-	50	40	18	9	5	8	4	85,00	213,00
TOUBAN VIGNE (La Grande Jaugue)	Amendement 100 % de végétaux ligneux feuillus. Labellisé Ecocert.	AB	poudre	95	65	30	16	9	4	6	2	54,90	183,00
TOUBAN OPTIMUM (La Grande Jaugue)	Amendement végétal et animal.	AB	poudre	75	63	31	10,5	15	9	20	7	122,00	394,00
Marc enrichi (Distillerie Douence)	Mélange composté de produits issus du vin et de la vigne	AB	poudre	-	30	36	15	5	3	12	1	12,00	33,00
BIOMAZOR (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café, poudres d'os, protéines animales.	AB	bou- chon ou poudre	62,6	80	58	13,8	21	17	20	10	329,00	567,00
ORVEGA (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café	AB		61	80	65	20	17	6	16	4	325,00	500,00
GERMI-ONE (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café, poudres de roches volcaniques			63	80	52	16	14	6	13	12	291,20	560,00
AMENDINE (K+S Kali Du Roure)	Pulpes de raisins, d'olives, fumier de mouton composté		bouillon	75	80	60	15	20	10	10	0	300,00	500,00

Source : Cout des Fournitures 2017

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

Nature	K1	M.O.S. (%)	Apport d'humus par tonne de produit frais	C/N
Fumier bien décomposé	0,50	20	100 kg	12-15
Fumier moyennement décomposé	0,40	22	88 kg	15-20
Fumier non décomposé	0,25	20	40 kg	15-20
Fumier pailleux non décomposé	0,25	25	60 kg	25-30
Paille sèche	0,15	85	175 kg	50-80
Marc de raisin composté	0,3	35	105 kg	30-40

Source : ITAB

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

-Exemple de calcul dans le raisonnement d'un apport

Pour une parcelle donnée : Grace aux ANALYSES + OBSERVATIONS

Pertes estimées à 700 kg d'humus / ha / an

Restitutions estimées à 500 kg d'humus / ha / an (sarments, enherbement)

Déficit de environ 200 kg d'humus / ha / an

Déficit de 1000 kg d'humus / ha sur 5 ans si pas d'intervention

Un apport d'entretien est nécessaire à raison de 1 t d'humus tous les 5 ans

Quel produit apporté ?

Produit n°1 (compost de végétaux) : 210 kg d'humus/t de produit apporté

➔ $1000/210 = 4,8$ t/ha de produit à apporter tous les 5 ans pour combler le déficit

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

-Exemple de calcul dans le raisonnement d'un apport

Pour une parcelle donnée : Grace aux ANALYSES + OBSERVATIONS

Même parcelle mais sans enherbement !

Pertes estimées à 1000 kg d'humus / ha / an

Restitutions estimées à 300 kg d'humus / ha / an (sarments uniquement)

Déficit de environ 700 kg d'humus / ha / an

Déficit de 3500 kg d'humus / ha sur 5 ans si pas d'intervention

Un apport d'entretien est nécessaire à raison de 3,5 t d'humus tous les 5 ans

Quel produit apporté ?

Produit n°1 (compost de végétaux) : 210 kg d'humus/t de produit apporté

➔ $3500/210 = 16,6$ t/ha de produit à apporter tous les 5 ans pour combler le déficit (ou 3,3 tonnes tous les ans...)

Quel produit apporter ?

▶ Caractéristiques des produits

Equilibrer les pertes en MO et humus est une chose



Mais **attention à la richesse en éléments minéraux apportés avec les amendements**

En fonction de la dose apportée, l'apport peut conduire à une fourniture trop importante en ces éléments, **en particulier l'azote**, avec les aspects négatifs que cela implique (baisse de qualité, état sanitaire, lessivage = pollutions, ...)

Attention aussi au **C/N du produit** et sa vitesse de dégradation des éléments

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

Nature	K1	M.O.S. (%)	Apport d'humus par tonne de produit frais	C/N
Fumier bien décomposé	0,50	20	100 kg	12-15
Fumier moyennement décomposé	0,40	22	88 kg	15-20
Fumier non décomposé	0,25	20	40 kg	15-20
Fumier pailleux non décomposé	0,25	25	60 kg	25-30
Paille sèche	0,15	85	175 kg	50-80
Marc de raisin composté	0,3	35	105 kg	30-40

Source : ITAB

+ phénomènes de faim d'azote

Quel produit apporter ?

Indicateurs des produits

Caractéristiques des produits

Teneur en éléments ?

Produits	Caractéristiques	Forme	ISMO	Pourcentage			Teneur pour mille du prod. livré en NPKMg				Prix € HT / tonne		
				matière sèche	m.o. prod. livrés ①	C/N ②	N	P	K	Mg	produit départ usine	matière organiq. ③	
APPORT D'ENTRETIEN													
BIOFERTIL (Biofertill)	Amendement organique	AB	poudre	-	50	40	18	9	5	8	4	85,00	213,00
TOUBAN VIGNE (La Grande Jaugue)	Amendement 100 % de végétaux ligneux feuillus. Labellisé Ecocert.	AB	poudre	95	65	30	16	9	4	6	2	54,90	183,00
TOUBAN OPTIMUM (La Grande Jaugue)	Amendement végétal et animal.	AB	poudre	75	63	31	10,5	15	9	20	7	122,00	394,00
Marc enrichi (Distillerie Douence)	Mélange composté de produits issus du vin et de la vigne	AB	poudre	-	30	36	15	5	3	12	1	12,00	33,00
BIOMAZOR (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café, poudres d'os, protéines animales.	AB	bou- chon ou poudre	62,6	80	58	13,8	21	17	20	10	329,00	567,00
ORVEGA (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café	AB		61	80	65	20	17	6	16	4	325,00	500,00
GERMI-ONE (Germiflor)	Tourteaux végétaux de plantes médicinales, pulpes de raisins et d'olives, marc de café, poudres de roches volcaniques			63	80	52	16	14	6	13	12	291,20	560,00
AMENDINE (K+S Kali Du Roure)	Pulpes de raisins, d'olives, fumier de mouton composté		bouchon	75	80	60	15	20	10	10	0	300,00	500,00

Source : Cout des Fournitures 2017

Dégradation ?

Quel produit apporter ?

➤ Caractéristiques des produits

Effet « engrais retard » = surtout source d'azote

- ➔ est ce toujours le but d'un amendement ?
- ➔ Maitrise des quantité d'azote et d'humus apportées grâce au **compostage**



Autre indicateurs



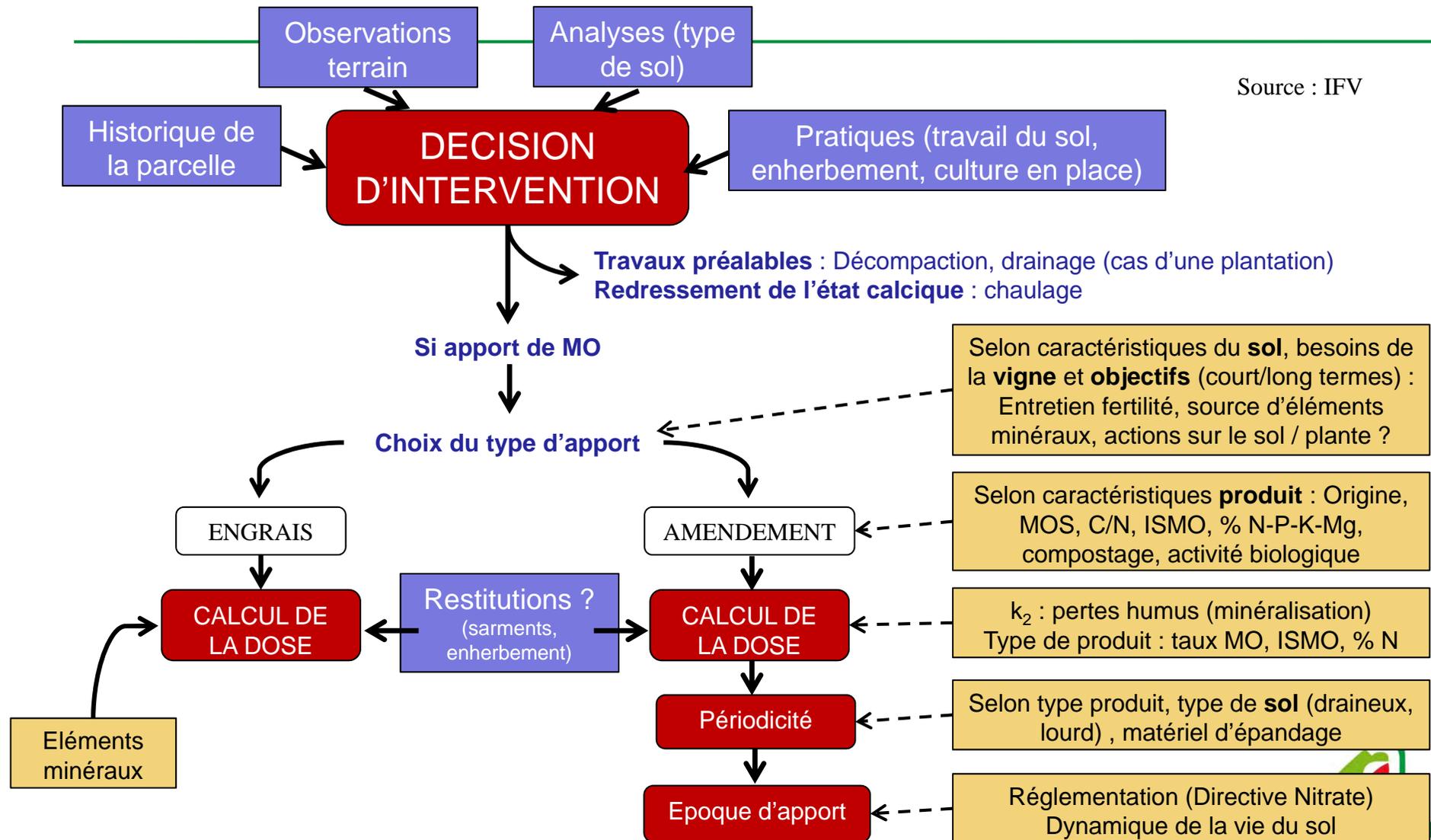
Appréciation visuelle : aspect homogène, brun noirâtre, résidus friables et décomposés

Odeur de champignon

Mode de conditionnement (poudre, bouchon, granulé)

Quel produit apporter ?

➤ Schéma bilan du principe de raisonnement



Utilisation d'un amendement

Utilisation d'un amendement

➤ Comment et quand l'utiliser ?

Avant plantation en fumure de fond :

- Meilleur moment : parcelle facile d'accès, épandage facilité, homogénéisation du sol possible (cas du Phosphore)
- Préparation du sol (sous-solage, drainage, ...) : Bouleversement du sol
➔ nécessité de le reconstituer (structure du sol, vie du sol)
- Permet de donner un tapis confortable en **HUMUS** pour les années à venir
- Sur sol moyen : Apport de **2 à 5 tonnes d'humus** soit **20-30 t/ha** (compost fermier) ou **10-20 t/ha** (compost industriel)
- Sur sol pauvre en MO : Apport de **5 à 10 tonnes d'humus** soit **30-100 t/ha** (compost fermier) ou **20-50 t/ha** (compost industriel)

Utilisation d'un amendement

➤ Comment et quand l'utiliser ?

Sur vigne en place :

- Estimation des **besoins en MO** par **analyses de sol et observations (vigueur, test bêche, profil cultural)**
- Calcul des **quantités** à apporter en humus (pertes, restitutions)
- Vitesse de restitution et **maturité** du produit (influence de l'origine et prix produit)
- Prise en compte des **éléments fertilisants** et ajustements éventuels
- **Fractionnement et fréquences d'apport** en fonction de l'origine du produit (fermier ou industriel) et du matériel d'épandage
 - Fermier : Tous les 3 ans sur sols pauvres, ou 5 ans ou plus sur sols plus riches
 - Industriel : Possibilité d'épandre tous les ans si nécessaire

VRAI ou FAUX

VRAI ou FAUX

➤ **Les composts issus de matières végétales ont une valeur humifère supérieure à ceux provenant des matières animales ?** **VRAI**

- Fumier animal : riche en N et se minéralise vite → rdt en humus faible
- En pratique, matières animales et végétales sont mélangées pour engager le phénomène de dégradation (activité microbologique) et équilibrer le C/N du produit, mais les matières animales restent inférieures (< à 20%)

VRAI ou FAUX

Un apport de MO est bon à tous les niveaux ? **FAUX**

- Effets très différents selon le type de MOs (constituants, fabrication, etc) et elles n'ont pas toutes les mêmes effets
- Bien identifier les objectifs avant un apport

VRAI ou FAUX

➤ Est-il toujours préférable d'apporter de la matière compostée ? **FAUX**

- Vrai dans la grande majorité des cas (cas des fumiers!), car rôle d'amendement reste la production d'humus

- Dépend des objectifs !

➔ Améliorer la structure du sol et sa portance (lutte contre l'érosion, battance) avec l'apport d'éléments grossiers

➔ Améliorer l'activité microbienne

VRAI ou FAUX

L'enherbement pénalise l'équilibre organique de la vigne ? **FAUX**

- Herbe = consomme de l'azote+eau lors de la pousse, perturbe l'équilibre **hydro-azotée** de la vigne
- Mais source d'humus (racines + parties aériennes)
- Equivalent à 100 à 300 kg humus/ha/an
- Favorise la vie du sol

Merci pour votre attention

REGLES DE CHOIX D'UN APPORT ORGANIQUE (2)

Guillaume Morvan
Responsable des actions viticulture - oenologie
Chambre d'Agriculture de l'Yonne

Résumé de l'intervention

Fertiliser la vigne par des apports organiques, c'est utiliser ces apports pour entretenir la matière organique du sol et son fonctionnement. Il ne s'agit donc pas uniquement d'apporter des quantités directement liées aux besoins de la vigne.

Le choix d'un apport organique adapté à chaque parcelle dépend de trois paramètres :

- L'objectif de production, en termes de rendement.
- Le comportement de la vigne, en particulier au niveau de sa vigueur.
- Le fonctionnement du sol, notamment concernant l'activité biologique.

Le choix doit aussi se faire en trois étapes :

1. Choisir le type d'apport adapté aux besoins de la parcelle.
2. Décider de la quantité à apporter.
3. Fixer la période optimale d'épandage.

Il est nécessaire d'analyser en fin de chaque campagne si la vigne s'est comportée comme vous le recherchez : fournit-elle le rendement adéquat ? Est-elle assez vigoureuse ? Ou pas assez ? L'observation des vignes suffit généralement pour pouvoir répondre (diamètre des sarments, importance du développement des entre-cœurs...) mais ceci peut être complété par d'autres indicateurs (teneur en azote dans le moût) et par l'estimation du niveau de réserves. Ces dernières ne sont pas accessibles directement par l'observation; on peut essayer de faire une estimation en raisonnant sur le comportement de la vigne pendant la campagne mais, en cas de doute dans une situation délicate, il est plus sûr de faire une analyse de sarments.

Ensuite, il faut analyser le fonctionnement du sol en particulier au niveau de sa capacité à fournir les éléments nutritifs voulus à la vigne. Dans le cas présent, nous nous concentrerons sur la fourniture d'azote par minéralisation de la matière organique. Il faut donc que cette minéralisation permette de fournir la quantité voulue au moment voulu. Deux questions doivent donc trouver une réponse :

- La quantité de matières organiques présentes dans le sol est-elle suffisante ?
- Ce stock de matières organiques fonctionne-t-il de façon optimale au regard des besoins de la vigne ?

Pour y répondre, comme pour le fonctionnement de la vigne, il faut associer les observations à des analyses. Les observations peuvent se faire de nombreuses manières, directement sur le sol (couleur, structure...) ou indirectement sur des indicateurs : faune (vers de terre) ou flore (concept de plantes indicatrices). Les analyses se concentrent sur des indicateurs généraux (rapport C/N) mais peuvent aussi mettre en valeur des données plus précises (part de différentes classes de matières organiques, proportion de biomasse microbienne, activités enzymatiques...).

En schématisant, les réponses se répartissent dans le tableau suivant.

Répartition des situations possibles	Activité biologique déficiente	Activité biologique suffisante	Activité biologique pléthorique
Stock de matières organiques insuffisant	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Stock de matières organiques suffisant	Cas 4	Cas 5	Cas 6
Stock de matières organiques pléthorique	Cas 7	Cas 8	Cas 9

Nous ne décrivons pas tous les cas mais le cas indiquera quel type d'apport organique doit être utilisé. Trois types d'apport sont disponibles :

- Apport permettant "d'augmenter" le stock de matières organiques. L'augmentation de la teneur en matières organiques est très difficile à atteindre mais il est plus facile de chercher à ne pas trop perdre ou à rester en teneur constante. Nous appellerons ces apports "humifères".
- Apport permettant d'activer la vie du sol. Nous appellerons ces apports "dynamisant".
- Enfin, apport "équilibré" entre les deux fonctions que nous venons de définir.

Par exemple, le cas 7 nécessite de réactiver le fonctionnement biologique pour valoriser le stock amplement suffisant.

Une fois trouvé le type d'apport organique à utiliser, les observations de la vigne, plus ou moins vigoureuse, permettront, en relation avec les apports précédents, de définir la quantité à apporter. Le niveau de rendement désiré intervient sur la quantité apportée bien sûr mais aussi sur la période car un rendement (relativement) élevé comme par exemple dans une parcelle en appellation Crémant de Bourgogne implique un taux de nouaison important donc une vigueur en début de printemps suffisamment élevée (mais pas trop) pour induire des signaux physiologiques favorables à une bonne floraison. Le type d'apport organique joue aussi sur cette vigueur de début de printemps.

Pour résumer :

- Le sol décide du type d'apport organique qui doit être épandu (humifère, activateur biologique ou équilibré).
- La vigne décide de la quantité à utiliser.

Enfin, il est important de garder en tête que les apports organiques ne satisfont pas nécessairement tous les besoins nutritifs de la vigne. Des apports complémentaires sont donc possibles. De plus, l'apport organique doit être raisonné en cohérence avec les autres pratiques culturales : entretien du sol, conduite...



Guillaume MORVAN

Service commun productions végétales pérennes Chambre d'agriculture Côte d'Or – Yonne
g.morvan@yonne.chambagri.fr



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
CÔTE-D'OR – YONNE

Service Vigne
et Vin

Les règles de choix d'un apport organique



Guillaume MORVAN *Chambre
d'agriculture*

Contexte

Produire

- sur le long terme
- le volume souhaité
- la qualité voulue

Principes

Le choix d'un apport organique adapté à chaque parcelle dépend de trois paramètres :

L'objectif de production, en termes de rendement.

Le comportement de la vigne, en particulier au niveau de sa vigueur (objectif court-terme).

Le fonctionnement du sol, notamment concernant l'activité biologique (objectifs long-terme).

Le sol

Pour adapter le type d'apport au sol, il faut examiner :

- 1) Le stock de matières organiques
- 2) Le fonctionnement (biologique) du sol

Le sol

Le stock de matières organiques est-il :

- 1) Insuffisant
- 2) Suffisant
- 3) Pléthorique

Le sol

L'activité biologique est-elle :

- 1) Insuffisante
- 2) Suffisante
- 3) Pléthorique

Le sol

Pour se situer :

- 1) Indicateurs biologiques : faune / flore
- 2) Analyses de terre
- 3) Analyse de la structure du sol

Le sol

Indicateurs biologiques :

- 1) Faune : vers de terre (méthode « moutarde », panier à lombrics, profil ou test bêche), nématofaune.
- 2) Flore : plantes indicatrices.

Le sol

Analyses de terre :

- 1) Basique : teneur en matières organiques, rapport C/N.
- 2) Qualité de la matière organique : proportion de matière organique facilement, moins facilement ou non minéralisable.
- 3) Activité microbienne : biomasse, activités enzymatique...

LevaBag®

Le sol

Structure du sol :

- 1) Test bêche.
- 2) Profil cultural.

Le sol

Réponses :

		Activité biologique		
		Insuffisante	Suffisante	Pléthorique
Stock de matières organiques	Insuffisant	1		
	Suffisant	2	objectif	
	Pléthorique			

Il est aussi important de prendre en compte le type de sol : saisonnalité de l'activité

Le sol

Cas 1 : bonne activité biologique mais stock insuffisant

Réponse : « augmenter » le stock.

Amendement humifère

Restitution des sarments

Le sol

Cas 2 : stock suffisant mais activité biologique déficiente

Réponse : activer la microflore.

Apport organique « dynamisant » avec des éléments organiques facilement utilisable par les bactéries et champignons du sol

La vigne

La vigueur de la vigne est-elle :

- 1) Insuffisante
- 2) Suffisante
- 3) Trop forte

(même question pour le rendement)

La vigne

Selon la réponse aux questions précédentes, on augmentera ou diminuera la quantité apporter (en unités d'azote) par rapport à l'année précédente.

Conclusions

- 1) Le sol indique le type d'apport à faire.
- 2) La vigne indique la quantité à apporter.
- 3) Et les autres éléments nutritifs ?

Autres éléments

Les besoins d'une vigne produisant 60 hl/ha :

- 1) 60 unités d'azote.
- 2) 10 unités de P₂O₅.
- 3) 60 unités de potasse.
- 4) 20 unités de magnésie.

$$= (6) - 1 - 6 + 2$$

Réunion du 09/12/16

Autres éléments

Engrais organiques disponibles :

$$3 - 2,5 - 3 + 1$$

$$3 - 2 - 3 + 4$$

$$3 - 3 - 3 + 3$$

$$6 - 3 - 3$$

$$3 - 2 - 7 + 3$$

$$6 - 5 - 7$$

$$4 - 2 - 7 + 2$$

Autres éléments

Pas toujours (souvent) adapté
aux besoins normaux de la vigne

Autres éléments

Règles supplémentaires :

- 1) Phosphore : le moins possible.
- 2) Potasse : complément minéral souvent indispensable.
- 3) Magnésie : non prioritaire mais ne pas oublier de temps en temps

Avertissement final

Gérer les relations entre le sol et la vigne prend du temps

Juger d'un changement de stratégie, de produits... ne peut se faire qu'après 2 à 3 ans de test

LA GESTION DE LA MATIERE ORGANIQUE SELON LE GEST

**Floriane Vidalou
Animatrice
GEST (Groupement d'Etudes et de Suivi des Terroirs)**

Résumé de l'intervention

Le GEST (Groupement d'Etude et de Suivi des Terroirs) est une association loi 1901 créée en 1995 qui regroupe des vignerons soucieux de comprendre leurs terroirs et le fonctionnement de leurs sols.

L'association a été fondée en même temps que la CUMA des Terroirs dans le but de fabriquer et de distribuer du compost aux adhérents de l'association, afin d'apporter de la matière organique dans leurs vignes.

Le compost fabriqué à l'origine était composé de matières organiques très stables et visait à augmenter les niveaux de matières organiques des sols.

Puis avec l'expérience des membres du GEST et d'Yves Hérody (géologue qui travaille avec le GEST depuis les débuts de l'association), le protocole a évolué vers un compostage plus rapide afin de conserver l'énergie du compost et se concentrer plutôt sur le fonctionnement du sol que sur les taux de matières organiques.



Floriane Vidalou
Animatrice du GEST
contact@asso-gest.fr

LES MATIERES ORGANIQUES

L'expérience du GEST

Floriane Vidalou, Animatrice



Présentation :



Le GEST = association de vigneronns bourguignons (86 domaines adhérents actuellement)



Créée en 1995 = vigneronns soucieux de remettre de la MO dans les sols







Épandeur Fischbach (1995)

MATINEE TECHNIQUE BIVB - DECEMBRE 2016



Vitimax

MATINEE TECHNIQUE BIVB - DECEMBRE 2016

127/237

5



Stockage de fumier le 02 mars 2007



Retourneur le 02 mars 2007

MATINEE TECHNIQUE BIVB - DECEMBRE 2016

129/237



Retournement le 02 mars 2007

MATINEE TECHNIQUE BIVB - DECEMBRE 2016

130/237



Retournement le 02 mars 2007

MATINEE TECHNIQUE BIVB - DECEMBRE 2016

131/237



Andain retourné le 02 mars 2007

23 juillet 2007 : andains bâchés à la fin des cycles de retournement



23 juillet 2007 : andains bâchés à la fin des cycles de retournement



Bilan en 2007 :

- état des lieux de la plateforme de Créancey et du compost par
Yves Hérody et Jacques Petit



Qu'est-ce que la Matière Organique (MO) ?

MO = molécules de chaînes de carbone avec de l'énergie de liaison chimique (l'élément C simple et le CO₂ n'ont pas d'énergie donc ne sont pas de la MO)

Classement des MO selon leur degré de polymérisation → plus l'élément est polymérisé, plus il est lent à se dégrader

On peut classer la MO en compartiment de vitesse de dégradation :

Très rapide – saisonnier – 4-5 ans – 50 ans

La dégradation de la MO peut être comparée à la manière de faire un feu

Application à la vigne :

gestion organique → faire fonctionner le sol pour que la vigne puisse puiser la nourriture dont elle a besoin

= optimiser le fonctionnement du sol

≠

apporter directement dans le sol les éléments



En organique, il faut intégrer le temps de minéralisation de la MO (donc raisonnement différent de la fertilisation conventionnelle)



Application à la vigne :



Au printemps : mobilisation des réserves



Ensuite : prélèvement des éléments dans le sol



Si manque d'éléments dans le sol → stress → peut engendrer des carences azotées dans les moûts



L'apport de MO doit donc se faire suffisamment tôt pour que la vigne puisse utiliser les éléments issus de la dégradation de cette MO au moment où elle en a besoin

Application à la vigne :

Pour que la vigne profite de l'apport effectué, il faut que la MO soit dégradée rapidement = on doit apporter de la **MOF = compost jeune**

Si apport de MO stable : accumulation → pas utile pour la vigne durant la saison

La MO stable peut servir pour la structure du sol (= petites éponges)

Mais attention au cycle de l'azote

Pour les MOF, attention au surdosage = lessivage !

Résumé du bilan d'Yves Hérody et Jacques Petit :

- les MO stables peuvent avoir des conséquences sur le cycle de l'azote dans les sol et ensuite engendrer des problèmes de carences azotées dans les moûts

héritage des sols calcaire = accumulation

- élimination du bois
- proposition de compost plus jeune

Depuis 2008, fabrication de compost plus jeune



Essais d'épandeurs en février 2008 avec le compost jeune :



Objectif : vérifier la faisabilité technique d'un fumier frais et de son épandage



Protocole :



1/ Mise en tas de 10-15 tonnes de fumier (stabulation libre) curé juste avant, donc non lessivé ni humidifié.

4 retournement successif dès la mise en tas (J+0)

Bâchage immédiat



2/ 2 retournement en phase chaude à J+8

Bâchage immédiat



transport pour épandage et livraisons à J+15 encore fumant.



Matériel : Epandeur GRV Genelot chaîne barrette /2 hérissons/ table

Qualité fragmentation	Régularité d'épandage	Rapidité d'epandage	Avantage	Inconvénient
+++	+++	+++ (20 min/ha)	Capacité Qualité de fragmentation	Poids

→ **Opérationnel en l'état pour l'épandage de faibles doses de compost jeune**





Matériel : épandeur à engrais spécial organique.

Aucune possibilité d'épandage avec le matériel utilisé



Entreprise
MIGNARDOT
TRAVAUX AGRICOLES
à
FIXIN Tél/Fax : 3 80 51 22 74
Portable : 06 12 88 01 54

Epandeur « tapis roulant /table d'épandage »

Qualité fragmentation	Régularité d'épandage	Rapidité d'epandage	Avantage	Inconvénient
+	+	++ (50 min/ha)	Intermédiaire au niveau poids / capacité	Très irrégulier, mauvaise fragmentation, nécessite 2 personnes, petits épandages paraissant compliqués

→ **peu adapté au produit**





Chenillard bac GRV chaîne barette/hérisson simple/table

Qualité fragmentation	Régularité d'épandage	Rapidité d'épandage	Avantage	Inconvénient
++	++	+ (200 min/ha)	Poids Adaptable sur tout type de porteur, autonomie	Capacité du bac nécessitant de nombreux chargements

→ **peut être amélioré pour mieux s'adapter en cas d'hétérogénéité du produit**







Table d'épandage alimentée à la main

Qualité fragmentation	Régularité d'épandage	Rapidité d'épandage	Avantage	Inconvénient
+++	+++	++ (50 min/ha)	Très bonne fragmentation, tonnages bas faciles à réaliser, autonomie	Besoin de 2 ou 3 personnes, capacité limitée à 1 tonne par chargement, moins pratique en fortes pentes.

→ **pourrait être amélioré par l'addition d'un hérisson double avant la table**



Conclusions de l'essai :

1/ Nécessite un **fumier de bonne qualité** (non lessivé, non détrempé par les pluies)

2/ **Qualité de fragmentation intéressante** mais nécessite plusieurs passages de retourneurs

3/ Si fabriqué et stocké dans de bonnes conditions, **facile à épandre même à faible doses**

4/ Pour l'épandage de formes jeunes mais aussi de formes plus évoluées sans bois et à faibles doses, c'est le système **chaîne-barettes + hérisson + table** qui est le plus adapté.

Pour des épandeurs individuels, il faudrait réfléchir à un système d'émiettement (type hérissons verticaux ou horizontaux inspirés des épandeurs agricoles classiques) avant alimentation de la table d'épandage.



Essai de « compost à l'ancienne » :



objectif : comparer cette approche aux méthodes utilisées sur le site.



Protocole :

1/ Montage d'un petit tas de compost au retourneur

2/Couverture du tas avec une épaisseur de 20 cm de paille



Différences avec la méthode utilisée sur le site :

- un seul retournement lors de la mise en tas (alors que le compost du site comporte 2 autres retournements en phase chaude)

- pas de bâche mais de la paille











Essai de « compost à l'ancienne » :



Résultats :



1/ Le fumier sous la paille est saturé en eau (il y avait même des gouttes qui traversaient et pénétraient le compost quand on soulevait la paille)

= la paille ne protège pas le tas aussi bien qu'une bâche



2) Le compost est très hétérogène et le rythme de décomposition n'est pas le même dans l'ensemble du tas.



3) Des mottes sèches, dures, parfois pailleuses subsistent dans le mélange.



Essai de « compost à l'ancienne » :



Discussion des résultats :



le stockage avant compostage :

- le même pour les deux types de composts
 - a été le facteur le plus important dans la qualité du compost
 - il a été lessivé
- 

la matière première utilisée pour les deux types de compost n'était pas d'assez bonne qualité pour faire ressortir les différences possibles





Aujourd'hui :



Le GEST ne fabrique plus de compost (la CUMA des Terroirs a été dissoute en 2011)



Certains adhérents fabriquent leur propre compost (jeune)



Avril 2016



Avril 2016



Avril 2016



Septembre 2016



166/237

Septembre 2016





Conclusion :



Après 20 ans d'essais :



- **rien ne peut remplacer de la MO fraîche.** Le compost est le meilleur apport organique possible.



- trouver le meilleur compromis entre idéal et faisabilité



Le GEST travaille actuellement sur la création d'une nouvelle filière compost pour ses adhérents

Merci pour votre attention



UNE APPROCHE ORIGINALE DE LA MATIERE ORGANIQUE : RETOUR D'EXPERIENCE

Thibaut Déplanche
Ingénieur Agronome Conseil
Celesta-lab

UNE APPROCHE ORIGINALE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE, RETOUR D'EXPERIENCE

Résumé de l'intervention

"La" matière organique ou "les" matières organiques ?

C'est en s'appuyant sur des exemples récents tirés du vignoble bourguignon et diagnostiqués par Celesta-lab que l'on essaiera de démontrer que les matières organiques sont très diverses et que les idées reçues sur le sujet le sont tout autant.

Du fameux "j'ai plein de matière organique donc mon sol est vivant" au "le compost ça stimule la vie du sol", des cas concrets iront à l'encontre des lieux communs et replaceront le pilier biologique comme élément indispensable à la compréhension globale et dynamique des terroirs viticoles.

Au travers de cet exposé nous verrons donc que la matière organique est une condition nécessaire mais non suffisante pour soutenir la biologie du sol, amenant naturellement une conclusion sur les différentes qualités de matières organique. La problématique travail du sol sera également abordée, principalement dans la relation directe qu'on lui attribue avec la qualité biologique de la parcelle. Enfin, le tour rapide des préjugés sur la biologie du sol, l'impact d'un produit organique bien connu, le compost, sera illustré par un exemple choisi au cœur de la Bourgogne.



Celesta-lab
154 Rue Georges Guynemer
34130 Mauguio
Tél. : 04 67 20 10 90
Fax : 04 67 20 10 28

Une approche originale de la matière organique : retour d'expérience

Matinées techniques BIVB: la matière organique des sols



*« j'ai plein de matière organique donc
mon sol est vivant »*

« j'ai plein de matière organique donc mon sol est vivant »

Renseignements

A (Monthélie)

Pinot noir sur 101-14

Vigne de 26 ans

Faible vigueur

Enherbé 12/12 50%

Rendement **43** hl/ha

B (Beaune)

Pinot noir sur ?

Vigne de 39 ans à arracher

Faible vigueur

Enherbé non

Compost 5t/ha ts les 3 ans

Rendement **10** hl/ha

« j'ai plein de matière organique donc mon sol est vivant »

Les résultats analytiques de base sont presque identiques

A

pH 8,3 - pHKCl 7,6

Calcaire 72 g/kg

Enorme stock minéral

« Potentiel biologique » 72

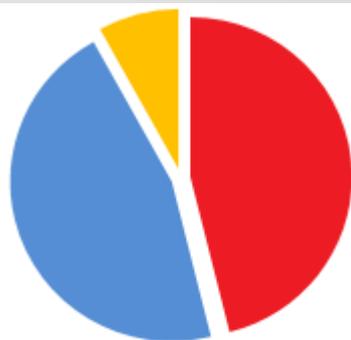
B

pH 8,3 - pHKCl 7,8

Calcaire 440 g/kg

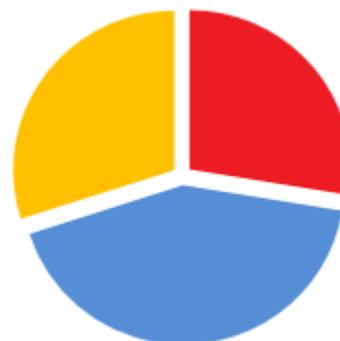
Enorme stock minéral

« Potentiel biologique » 75



Texture

argile ou argileux (A)

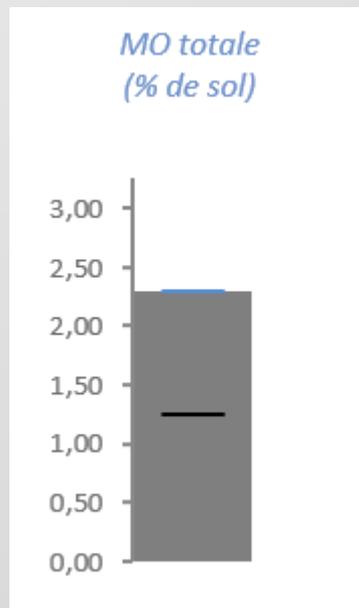


Texture

limon argilo-sableux (LAS)

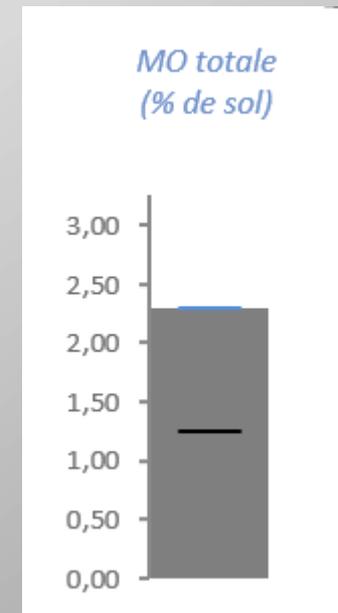
Les résultats analytiques de base sont presque identiques

A



	teneur en % de sol	teneur en % de MO	azote (mg/kg)	C/N
MO totale	2,30		1,425	9,4

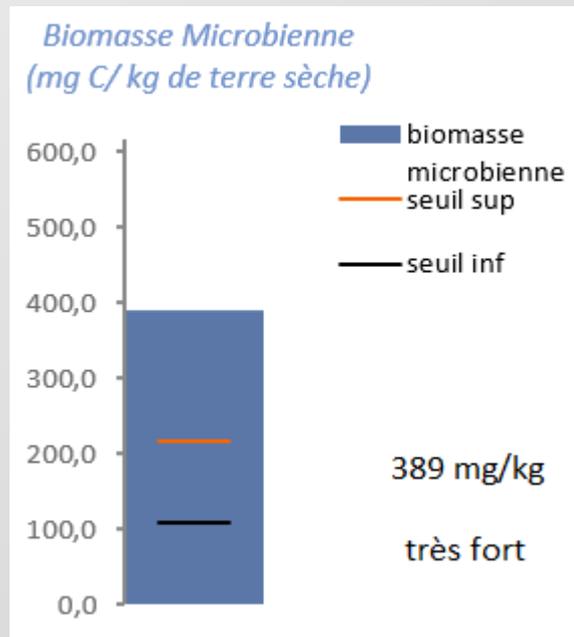
B



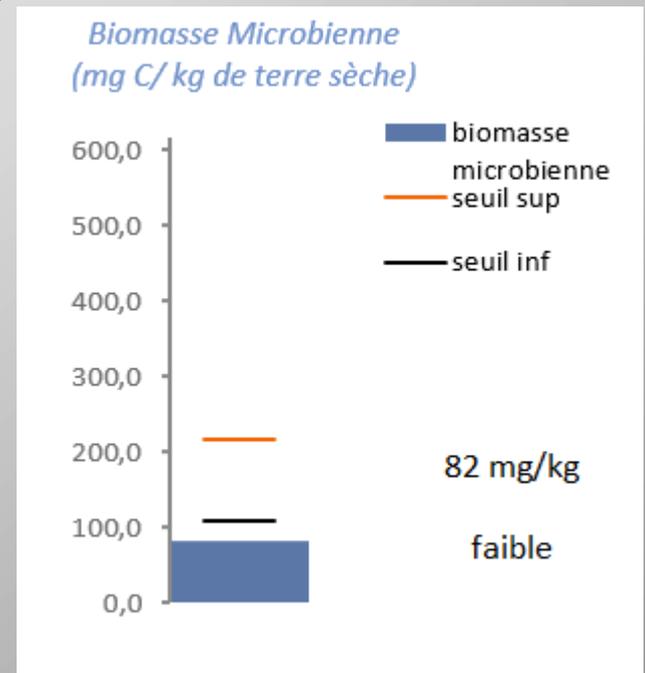
	teneur en % de sol	teneur en % de MO	azote (mg/kg)	C/N
MO totale	2,30		1,242	10,8

Des biomasses microbiennes très différentes

A



B



CONCLUSION 1

La matière organique est une condition nécessaire mais pas suffisante pour soutenir la biologie du sol.

Quantité / Qualité

2 FONCTIONS de la MO pour la biologie



SUPPORT « gîte »



NUTRITION « couvert »

*« j'ai plein de matière organique donc
pas besoin d'en rajouter »*

« j'ai plein de matière organique donc pas besoin d'en rajouter »

Renseignements

A (Savigny)

Plantation

B (Beaune)

Pinot noir sur 161-49

Vigne de 50 ans

Vigueur satisfaisante

Enherbé non

Rendement **48** hl/ha

« j'ai plein de matière organique donc pas besoin d'en rajouter »

Les résultats analytiques de base sont presque identiques

A (Savigny)

pH 8,3 - pHKCl 7,6

Calcaire 417 g/kg

B (Beaune)

pH 8,0 - pHKCl 7,2

Calcaire 10 g/kg



Texture

limon argilo-sableux (LAS)



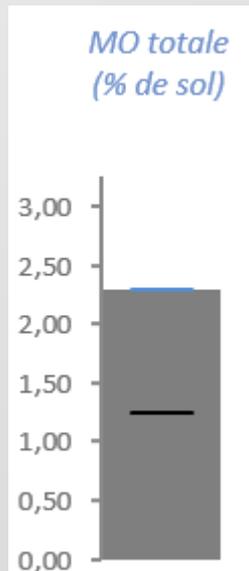
Texture

argile ou argileux (A)

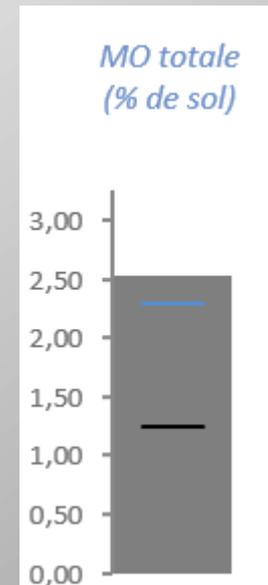
« j'ai plein de matière organique donc pas besoin d'en rajouter »

Les résultats analytiques de base sont presque identiques

A (Savigny)



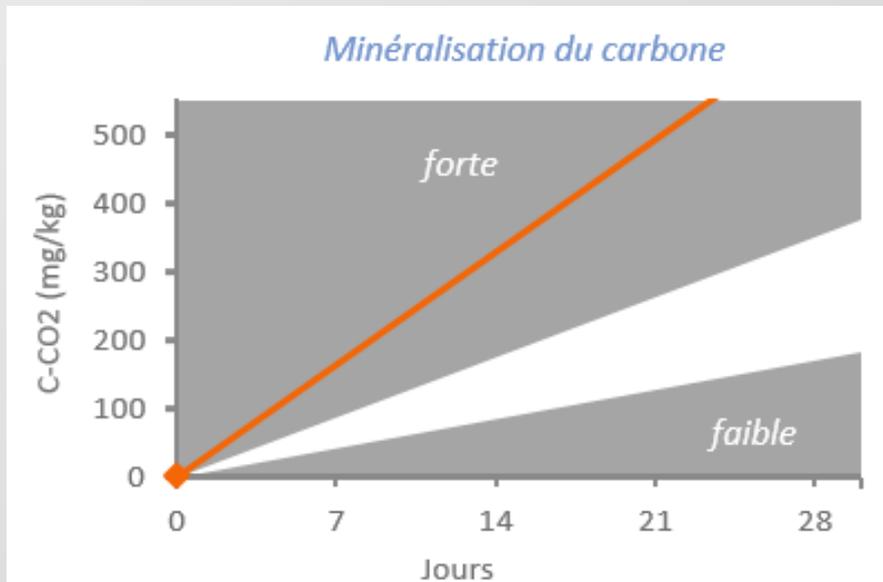
B (Beaune)



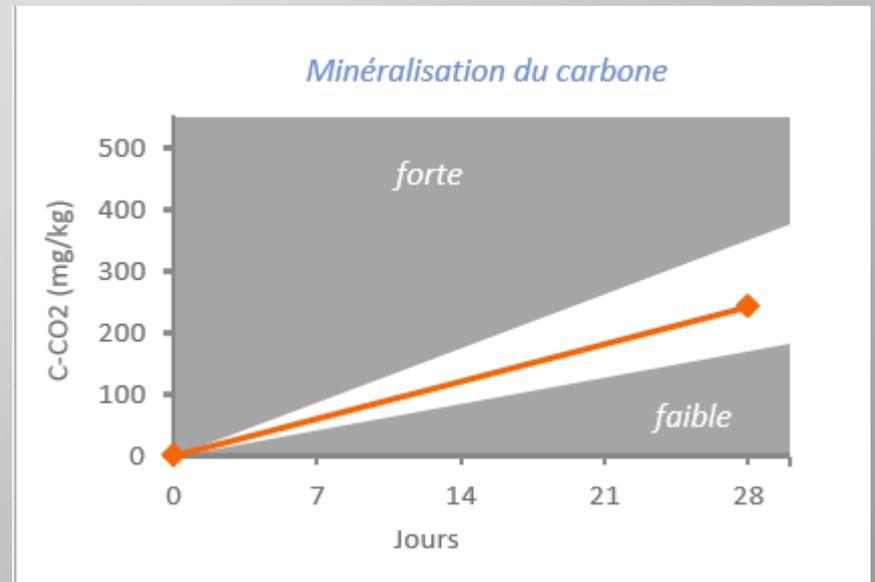
« j'ai plein de matière organique donc pas besoin d'en rajouter »

Des potentiels nutritifs totalement différents

A (Savigny)



B (Beaune)



« j'ai plein de matière organique donc pas besoin d'en rajouter »

Des potentiels nutritifs totalement différents

A (Savigny)

B (Beaune)

CARBONE			
C organique (g/kg)	C minéralisé (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)	Cm/BM
13,4	654,4	4,9	110,1
fort	très fort	très fort	

Sur-minéralisation

CARBONE			
C organique (g/kg)	C minéralisé (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)	Cm/BM
14,7	241,9	1,6	43,5
fort	satisfaisant un peu faible	faible	

Sur-humification

CONCLUSION 2

La matière organique a des qualités très différentes.

Le taux de MO seul ne présage en rien des dynamiques organo-biologiques du sol.

*« Il travaille trop son sol il va
s'appauvrir »*

« Il travaille trop son sol il va s'appauvrir »

Renseignements

Chambolles Mussigny

Sol superficiel et assez caillouteux

7 travaux du sol par an (bio)

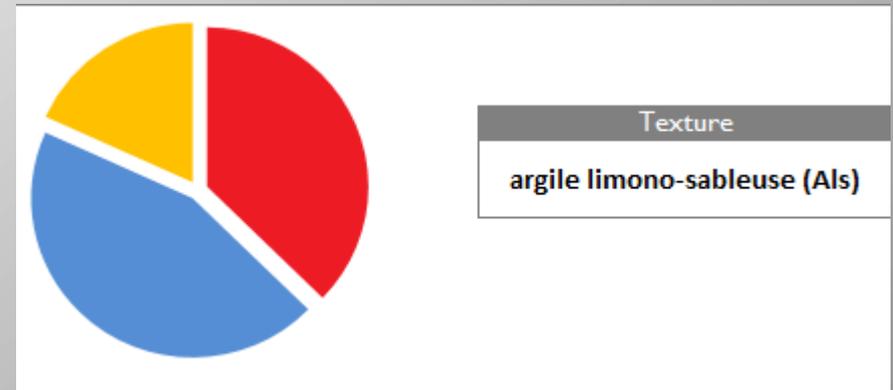
Compost 1,2 t tous les 3 ans

45hL/ha plutôt satisfait du rendement
et de la qualité.

Résultats basiques

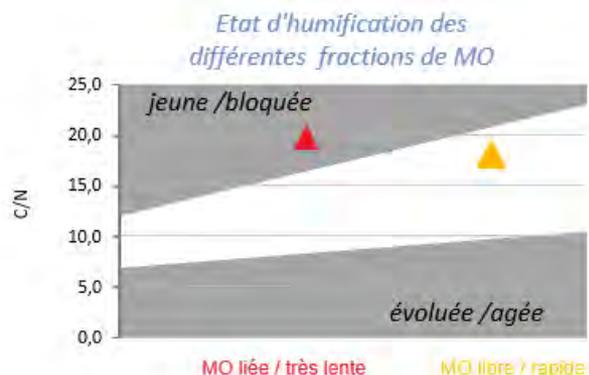
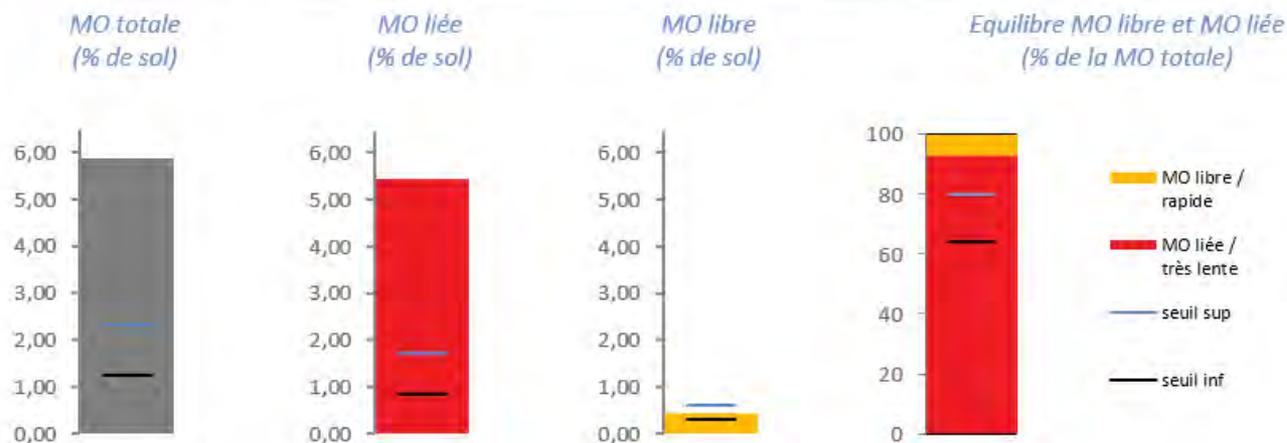
pH 8,1 - pHKCl 7,5

Calcaire 246 g/kg



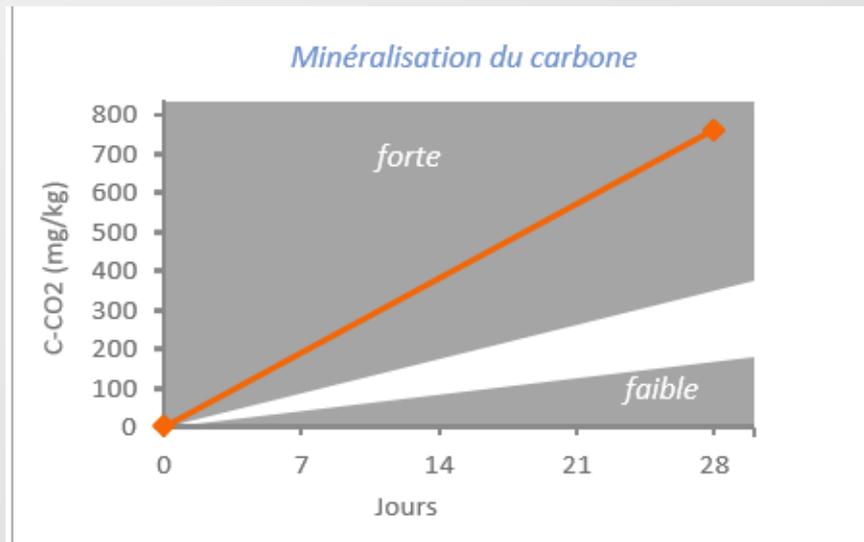
« Il travaille trop son sol il va s'appauvrir »

CARACTÉRISATION DES MATIÈRES ORGANIQUES DU SOL



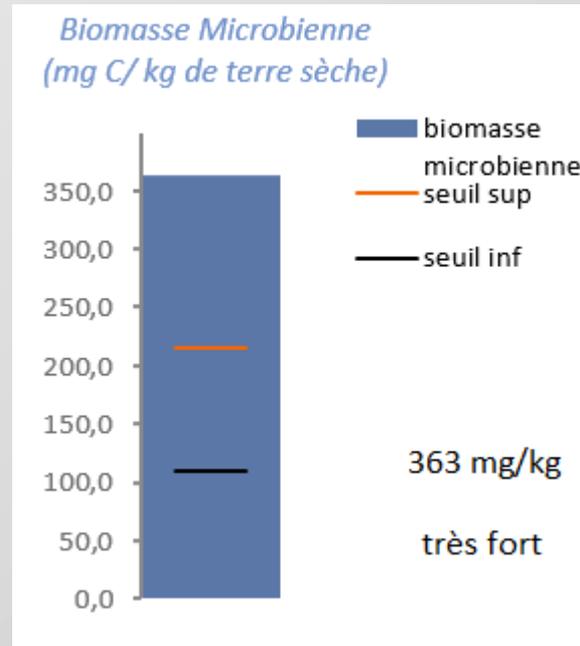
	teneur en % de sol	teneur en % de MO	azote (mg/kg)	C/N
MO totale	5,88		1,752	19,5
MO liée	5,45	93	1,612	19,7
MO libre	0,43	7	0,140	18,0

« Il travaille trop son sol il va s'appauvrir »



CARBONE			
C organique (g/kg)	C minéralisé (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)	Cm/BM
34,2	759,4	2,2	74,7
très fort	très fort	satisfaisant	

« Il travaille trop son sol il va s'appauvrir »



CONCLUSION 3

Il n'y a pas d'itinéraire technique magique.

Le travail important du sol ici compense tout à fait la faiblesse des MO à se minéraliser.

« Moi j'apporte du compost pour dynamiser mon sol (stimuler les micro-organismes) »

« J'apporte du compost pour dynamiser mon sol »

Renseignements

Flagey - Echezeaux

8 travaux du sol par an (bio)

Compost 5t tous les ans

32hL/ha satisfait de la qualité
pas du rendement.

Résultats basiques

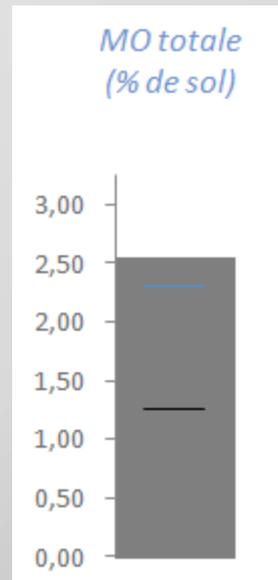
pH 8,2 ; pH KCl 7,4

Calcaire 82 g/kg



« J'apporte du compost pour dynamiser mon sol »

Bon stock de MO

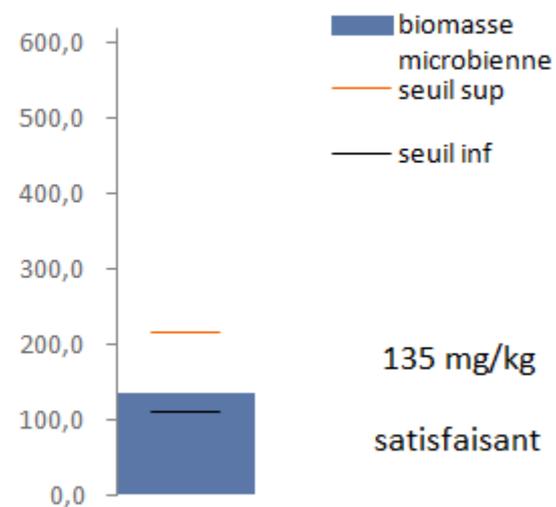


« J'apporte du compost pour dynamiser mon sol »

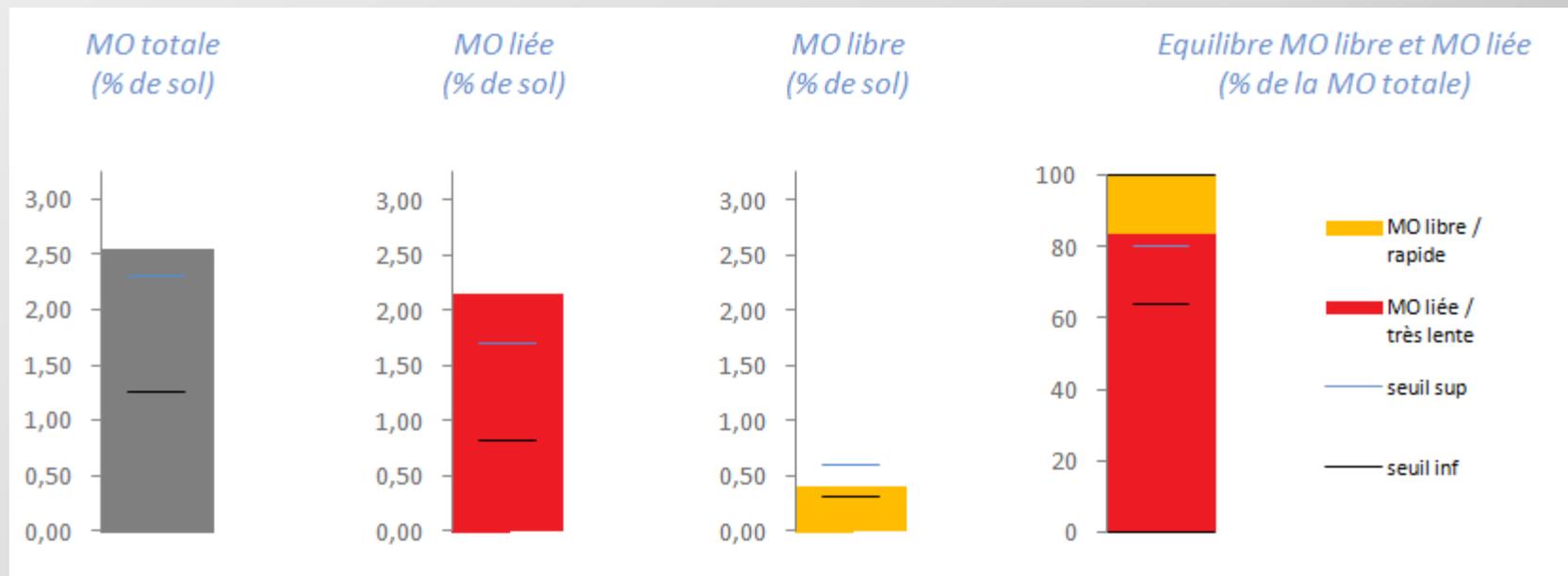
Carbone	Biomasse Microbienne (BM)	
	g/kg terre	en % C
14,8	135	0,9
fort	satisfaisant	très faible

Éléments minéraux stockés dans la BM (calculés en kg/ha)				
N	P	K	Ca	Mg
48	37	31	4	4

Biomasse Microbienne
(mg C/ kg de terre sèche)



« J'apporte du compost pour dynamiser mon sol »



CONCLUSION 4

Le compost n'améliore que le gîte pas le couvert.

Ce n'est pas le produit organique le plus adapté pour stimuler la biologie du sol car il ne la nourrit pas vraiment.

Fractionnement
des MO

MO LIBRE

MO LIEE

Dosage de la
Biomasse
microbienne

BM

Activités
microbiologiques

Incubation et
minéralisation
potentielle
carbone azote

Merci de votre attention



MATIERE ORGANIQUE ET QUALITE DES SOLS VITICOLES : EXEMPLES EN BOURGOGNE

Rémi Chaussod
Expert Microbiologie des sols
SEMSE

Résumé de l'intervention

De nombreux travaux ont été menés en Bourgogne ces 20 dernières années sur le thème « connaissance et gestion des sols viticoles ». En collaboration avec de nombreux partenaires scientifiques et professionnels, le SEMSE (Services et Etudes en Microbiologie du Sol et de l'Environnement) a largement participé à ces travaux, notamment dans le cadre du programme « effet des pratiques culturales sur les sols viticoles » du Réseau Vignes et Vins Septentrionaux. Le SEMSE poursuit des activités dans ce domaine sous deux aspects complémentaires :

- La mise au point de nouvelles méthodes d'analyse, en complément des déterminations classiques de l'analyse de terre, pour mieux répondre aux besoins réels des viticulteurs,
- L'étude de la qualité biologique des sols viticoles, à travers le suivi d'expérimentations agro-viticoles et d'enquêtes de terrain.

En ce qui concerne la **matière organique** des sols, il est désormais reconnu que cette dernière ne représente pas une entité homogène. Au contraire, elle est formée d'un ensemble hétérogène de constituants plus ou moins biodégradables, dont les transformations dans le sol sont assurées essentiellement par les microorganismes. L'approche développée par le SEMSE consiste à représenter la matière organique totale (MOT) comme étant formée de 3 compartiments fonctionnels : la matière organique vivante (MOV), la matière organique labile (MOL) et la matière organique stable (MOS). On a donc :

$$\text{MOT} = \text{MOV} + \text{MOL} + \text{MOS}$$

Il s'avère pertinent de s'intéresser tout particulièrement aux compartiments « vivant » et « labile » de la matière organique, car ils réagissent beaucoup plus rapidement et de façon beaucoup plus marquée que la matière organique totale aux changements de pratiques culturales. Le compartiment vivant est quantifié par la mesure de la biomasse microbienne selon une méthode aujourd'hui normalisée. Le compartiment labile est apprécié par des méthodes complémentaires ciblant les matières organiques de genèse récente et en lien avec la production d'azote.

Ces mesures ont été appliquées à de très nombreuses parcelles viticoles en Bourgogne comme dans la plupart des autres vignobles de France, l'ensemble représentant un référentiel robuste et fiable. Dans le cadre de cet exposé, limité à la Bourgogne, nous présentons deux aspects de ces travaux : les mesures sur les parcelles du réseau « maturité » du BIVB et les mesures effectuées sur les expérimentations mise en place par le Vinipôle Sud Bourgogne.

Bien qu'elles n'aient pas été véritablement sélectionnées sur une représentativité pédologique, les parcelles du réseau « maturité » montrent toute la diversité des situations du vignoble bourguignon, principalement en lien avec les divers types de sols. Par ailleurs, la comparaison des mesures effectuées sur ces mêmes parcelles à une dizaine d'années d'intervalle ont mis en évidence des évolutions, le plus souvent positives et en lien avec le développement de l'enherbement.

Les expérimentations de la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire ont permis de préciser les effets des pratiques agro-viticoles sur le statut organique et sur le potentiel de fourniture en azote des sols. L'essai de Charnay a montré, après 10 années de traitements différenciés, un enrichissement important du sol en matière organique et en azote minéralisable sous l'effet de l'enherbement. La fourniture potentielle en azote s'avère bien davantage corrélée aux pools « vivant » et « labile » de la matière organique qu'aux stocks totaux, validant totalement notre approche. Le retournement des bandes enherbées s'accompagne d'une décroissance beaucoup plus marquée de ces pools actifs que des stocks totaux.

L'essai de Clessé (1991-2007) a permis de préciser les effets de sept modes différents d'entretien des sols, depuis le désherbage chimique jusqu'à l'enherbement, en passant par l'apport de matières organiques sous forme de mulch. Là encore, l'approche compartimentale montre tout son intérêt pour évaluer les conséquences des pratiques sur les caractéristiques des sols : les pools actifs se développent en fonction de la biodégradabilité des matières organiques apportées ou entrant dans le sol par la végétation. Les conséquences en termes de fournitures en azote par le sol sont très contrastées, avec des impacts notables sur la richesse en azote des moûts et le déroulement de la fermentation.

Enfin, un essai « comparaison de modes de production » a été installé en 2005 à Davayé, avec 3 modalités (Viticulture Durable / Biologique / Ecophyto) appliquées depuis 2007. L'objectif de réduction de l'utilisation des pesticides implique la substitution du désherbage mécanique au désherbage chimique. Dans la modalité « Viti Durable », le désherbage chimique est limité au cavaillon, l'inter-rang étant géré en enherbement naturel tondu. La modalité « Ecophyto » est depuis 2010 gérée en désherbage mécanique intégral, comme la modalité « Biologique ». Les résultats de nos mesures montrent que les choix en termes de gestion des sols ont une incidence non négligeable sur l'évolution des compartiments actifs de la matière organique, avec des conséquences sur les fournitures potentielles en azote. Le travail du sol correspondant au désherbage mécanique stimule la minéralisation des stocks existants de matière organique. L'enherbement au contraire améliore le statut organique du sol.

Face à une viticulture en pleine mutation, il y a un fort besoin d'outils de diagnostic et de gestion plus performants que ceux basés sur les simples teneurs totales en carbone et en azote. Avec les nouvelles méthodes d'estimation de la matière organique labile et de mesure de l'azote minéralisable, telles que mises en œuvre par le SEMSE, on dispose maintenant d'outils « opérationnels » c'est à dire utilisables dans la pratique pour une approche plus rigoureuse de la gestion de la matière organique des sols viticoles. Le volet « diagnostic » est basé sur un référentiel permettant d'interpréter les mesures en fonction du contexte pédo-climatique, de l'antériorité viticole et des pratiques agro-viticoles. Le volet « conseil » qui en découle s'organise dans un cadre régional, en mobilisant différentes compétences autour des acteurs du développement pour prendre en compte les spécificités de chaque parcelle et les contraintes technico-économiques des exploitations.

De façon plus générale, on retiendra deux points importants :

- 1) il ne faut pas gérer séparément la Matière Organique et la fertilisation azotée, les cycles du carbone et de l'azote étant étroitement liés.
- 2) les modes d'entretien des sols ont des conséquences plus marquées qu'on ne le pense généralement sur l'évolution des stocks de matière organique.



Rémi Chaussod et Rachida Nouaïm
SEMSE
2 Chemin du Lavoir, 21310 Viévigne
contact@semse.fr

Matières Organiques et qualité des sols viticoles Exemples en Bourgogne

Rémi CHAUSSOD et Rachida NOUAÏM

The logo for SEMSE, featuring the word "SEMSE" in a stylized, multi-colored font (green, yellow, orange, red) with a slight shadow effect.

06 04 04 35 59 contact@semse.fr www.semse.fr

SEMSE = 20 ans de travaux sur « **Connaissance et Gestion des sols viticoles** » en collaboration avec de nombreux partenaires scientifiques et professionnels.

Ex : programme RVVS « Effet des pratiques culturales sur les sols viticoles »

Travaux :

- mise au point de méthodes « opérationnelle » pour le diagnostic
- étude de cas réels : expérimentations et parcelles de viticulteurs

Objectifs :

Participer à l'évolution de la viticulture
Conserver les sols en bon état physique, chimique et biologique
(pérennité du « patrimoine-sol »)

Contexte professionnel :

problématique « **entretien des sols** »

- **Gestion des adventices**

vers de nouvelles pratiques en remplacement du désherbage chimique intégral

- **Gestion de la matière organique**

Lutte contre l'érosion (mulch, enherbement)
Fertilité (azote...)

- **Environnement**

Herbicides : plan Ecophyto
Changements climatiques : stockage / déstockage du carbone

Les aspects Matière Organique sont en général peu maîtrisés.

Besoin d'outils plus sensibles que le simple dosage de la MO totale

Fractions ?

Constituants ?

Compartiments ?

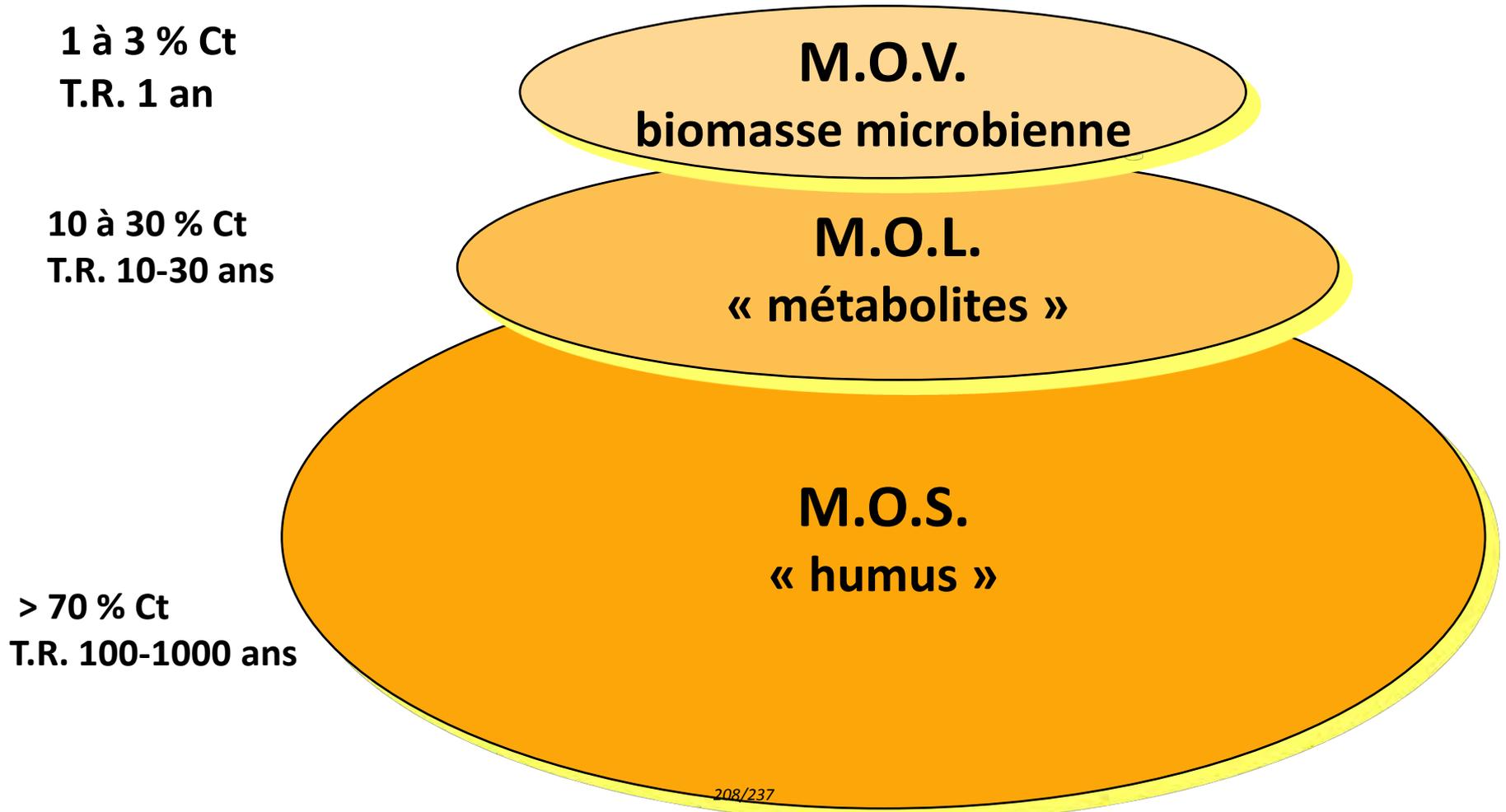
Choix d'une approche « pratique » cohérente avec les modèles d'évolution de la MO et le cycle de l'azote :

quantification de pools « vivant » et « labile » de la MO

MO totale = MO vivante + MO labile + MO stable

MOT = MOV + MOL + MOS

La M.O. du sol :



**Biomasse microbienne
(M.O.V.)**

**méthode biocidale
(fumigation-extraction)**

**Pool de M.O. labiles
« métabolites »
(M.O.L.)**

**méthodes physico-chimiques
et biochimiques**

**matières organiques de genèse récente
en lien avec la production d'azote**

L'azote « minéralisable » provient des compartiments « vivant » et « labile » de la M.O.

→ lien entre « statut organique » du sol et azote minéralisable

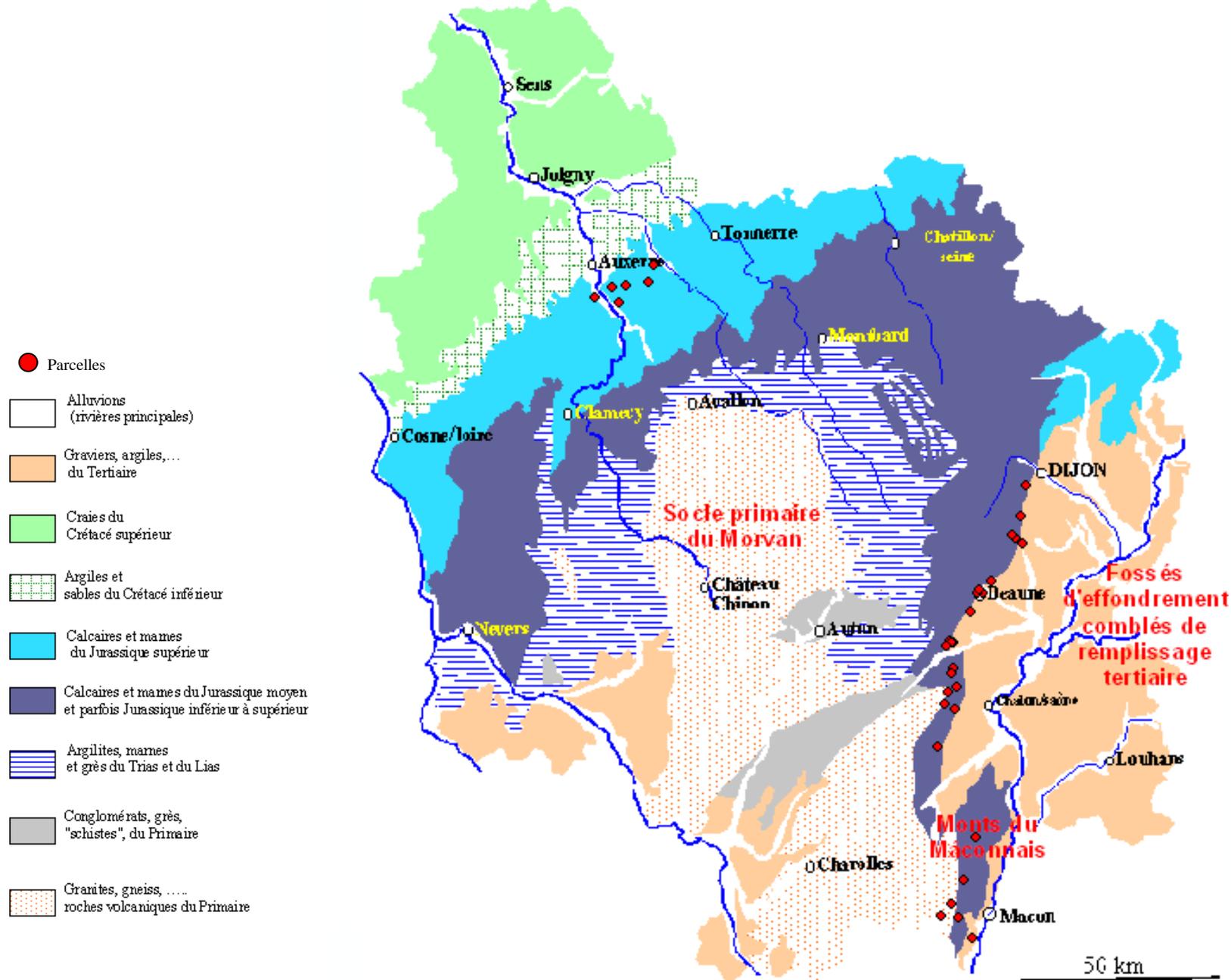
Connaissance et gestion des sols viticoles de Bourgogne

1. Importance du **type de sol** lié au « terroir » :
 - Environnement pédologique et pédoclimatique
 - Forte variabilité spatiale... à toutes les échelles !

2. Importance des **pratiques culturales** :
 - Modulation plus ou moins importante des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques

 - 2.1. Approche **Enquête** : Parcelles de référence BIVB 1997 / 2008 / ...
(+ autres parcelles viticoles de 1995 à 2016)

 - 2.2. Approche **Expérimentation** : essais de la CA 71
 - Enherbement : Charnay
 - Entretien des sols : Clessé
 - Modes de production : Davayé



Géologie simplifiée de la Bourgogne [svt.ac-dijon.fr/]

Rendosols et calcosols

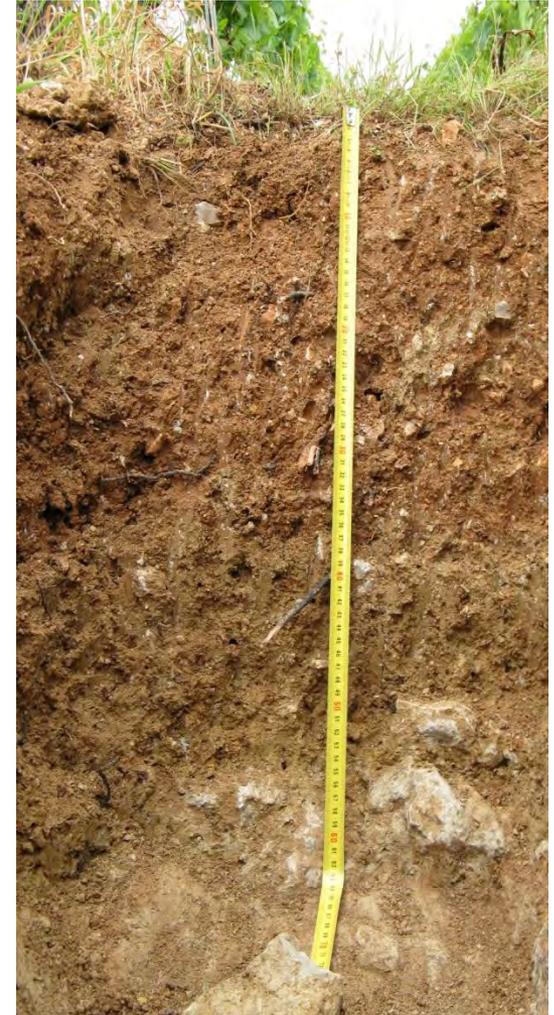
P4



P7



P9



Travaux de P. Curmi et coll. pour BIVB (2009-2010)

Calcisols



100 cm

P13



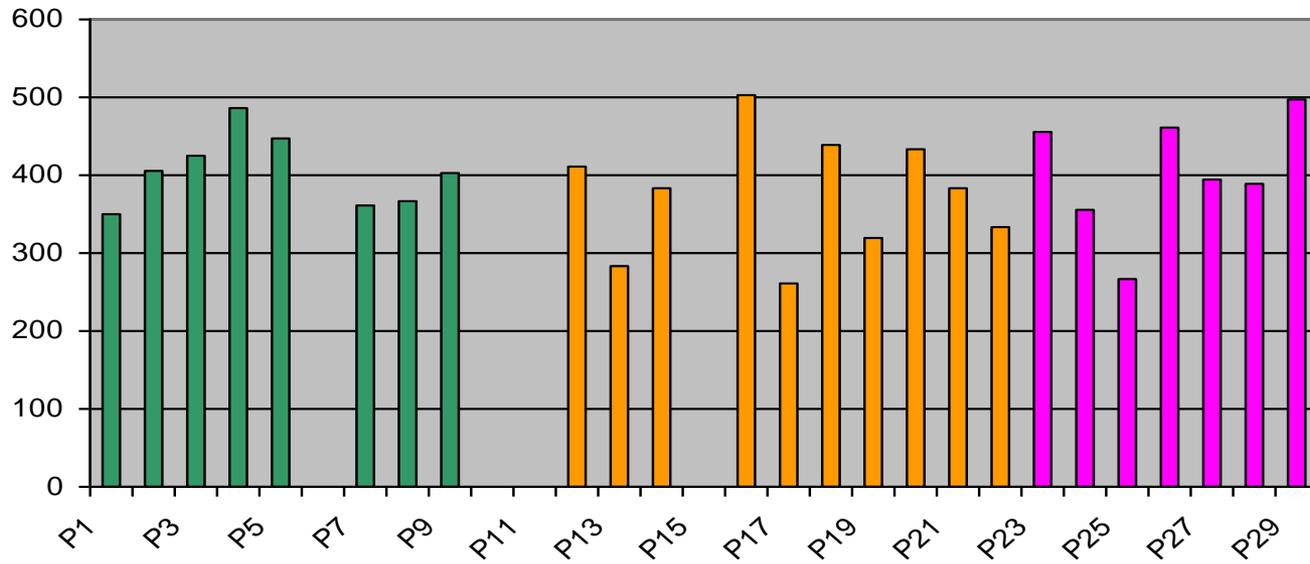
P26



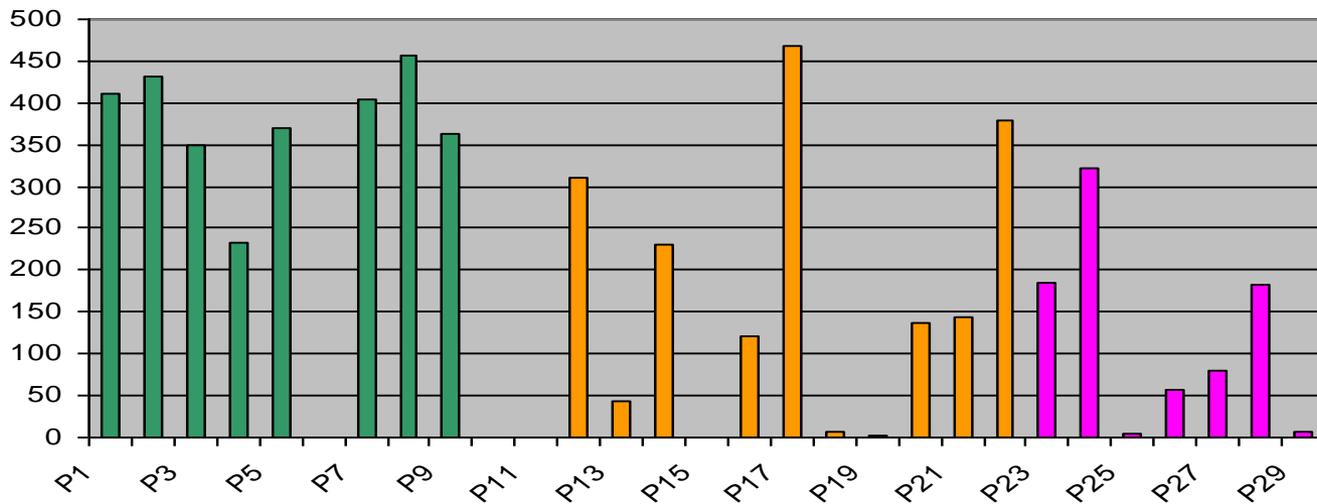
50 cm

Travaux de P. Curmi et coll.
pour BIVB (2009-2010)

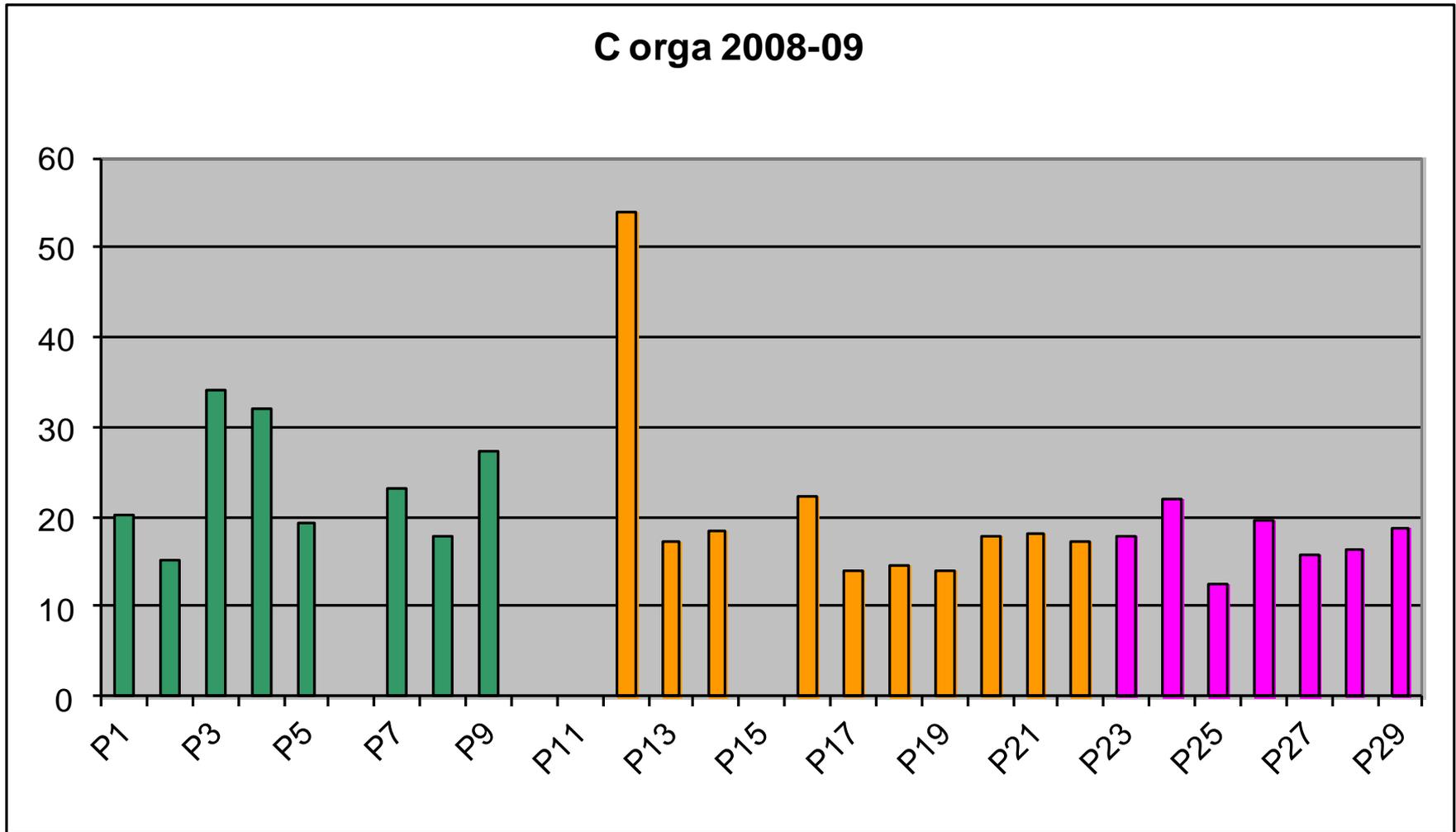
Argile 2008-09



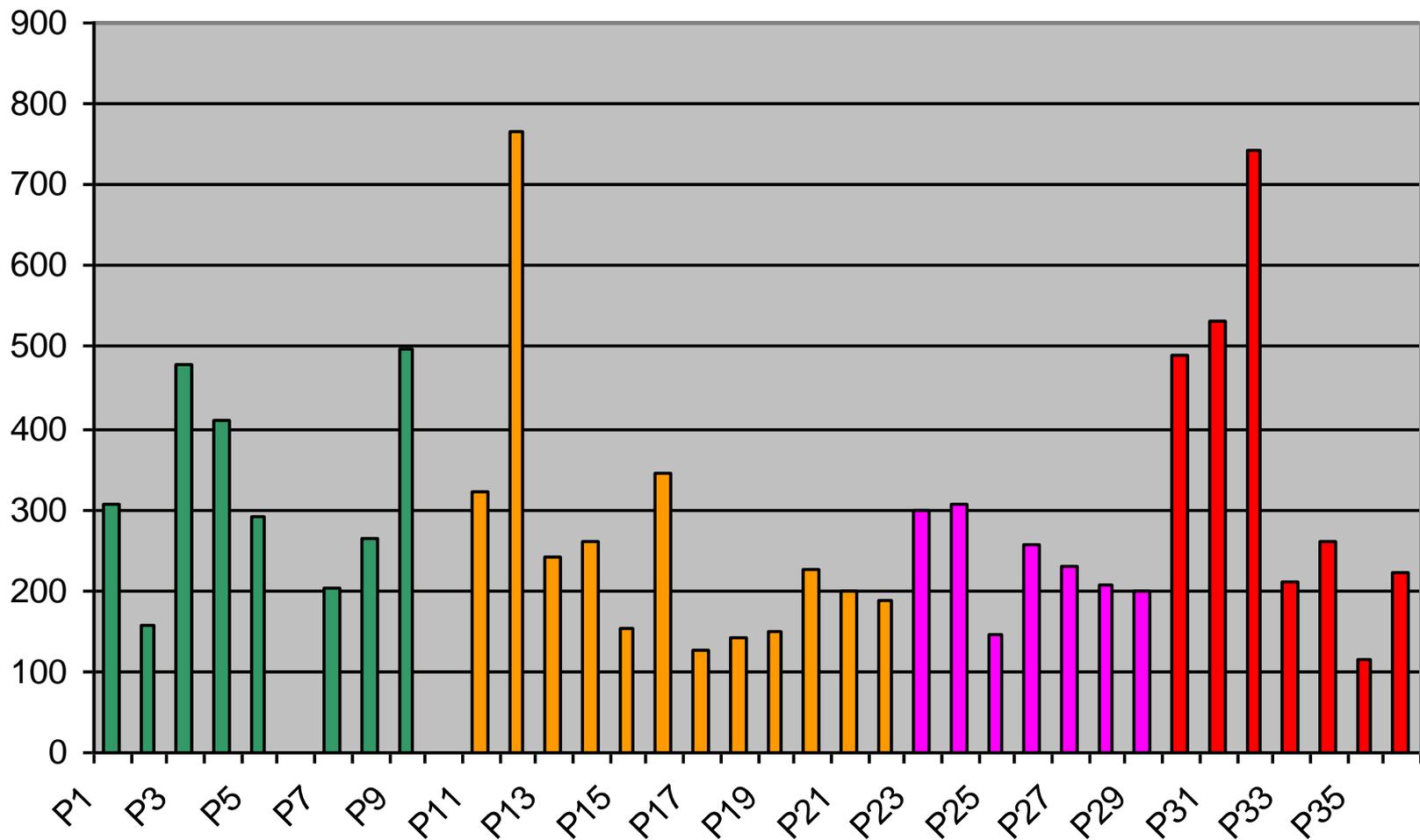
CaCO3 2008-09



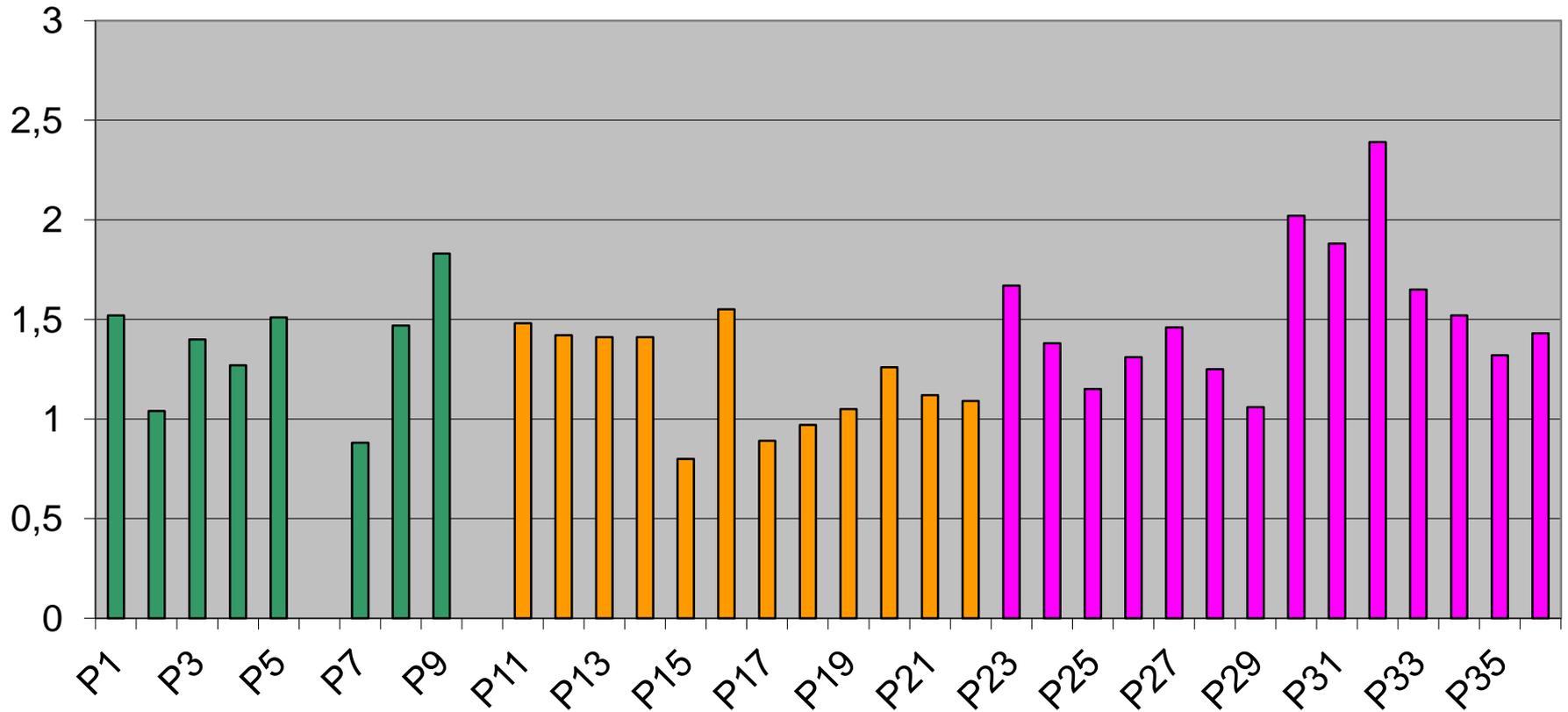
Carbone organique total - parcelles de référence BIVB



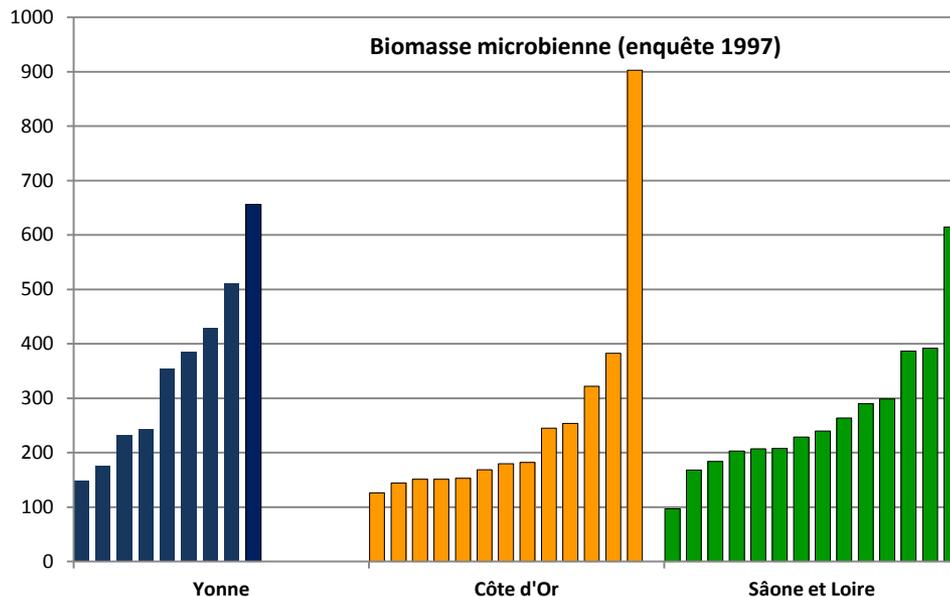
Biomasse Microbienne 2008-09



BM%Ct 2008-09

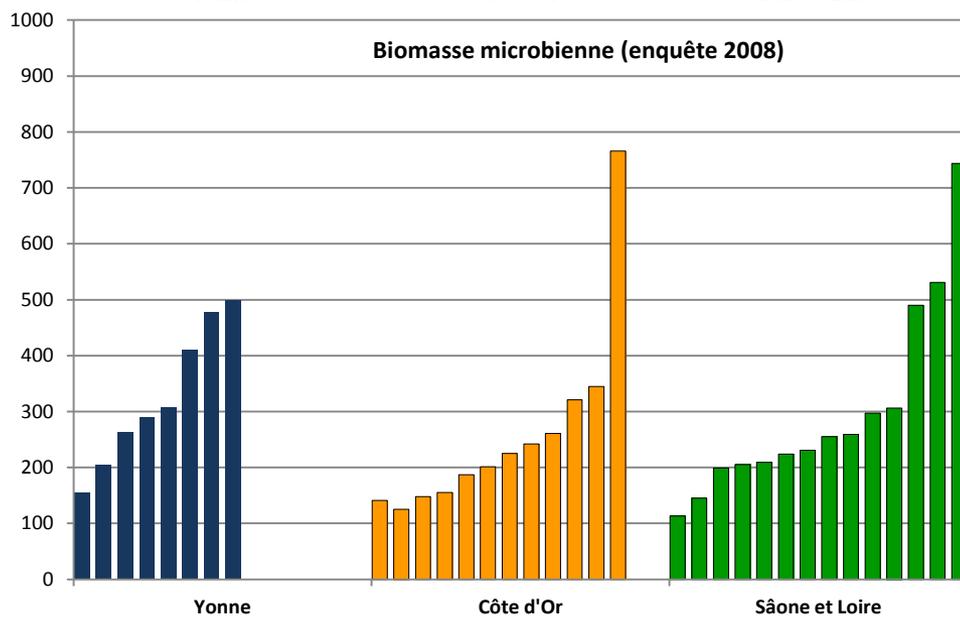


Comparaison 1997 / 2008



MOV = 97 à 907
(médiane 307)

MOV%_{Ct} = 0,9 à 2,25%
(médiane 1,75%)



Parcelles enherbées :

5 % en 1997

50 % en 2008

Interprétation des mesures physico-chimiques et biologiques :

- type de sol, pédoclimat
- antériorité viticole (et cuivre)
- pratiques culturales :
 - entrées de MO (directes & indirectes)
 - travail du sol

Essai Enherbement Charnay-les-Mâcon CA 71

Début essai : 1990

De 1991 à 2004 : 4 modalités

- Désherbage Chimique
- Enherb. Paturin des prés
- Enherb. Fétuque rouge
- Enherbement naturel tondu

Retournement herbe fin 2004→

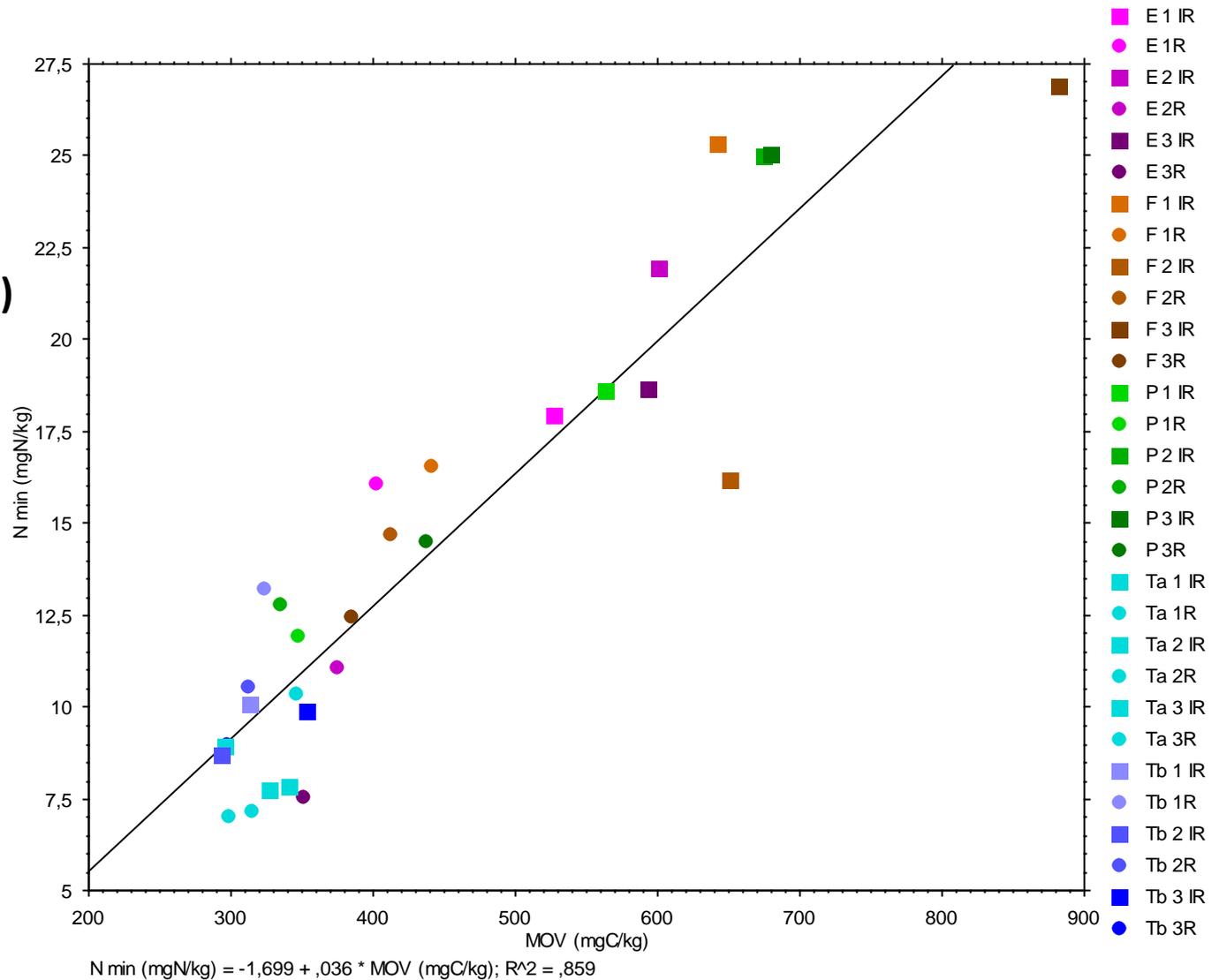
Tout en D.C. en 2005

En 2006 , transformation
ENT→ DM et FR→ PP



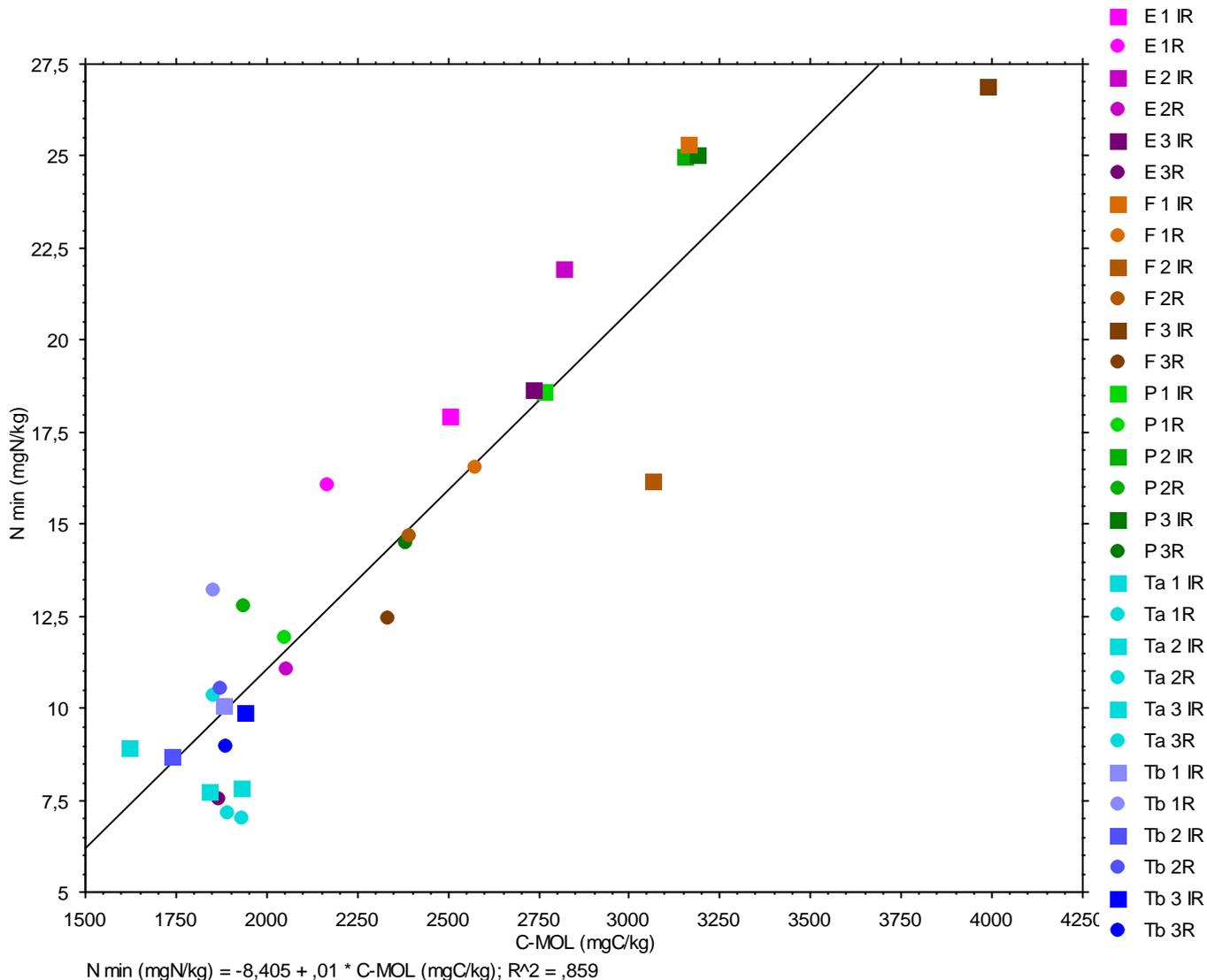
Charnay 2004

Nmin = f(MOV)

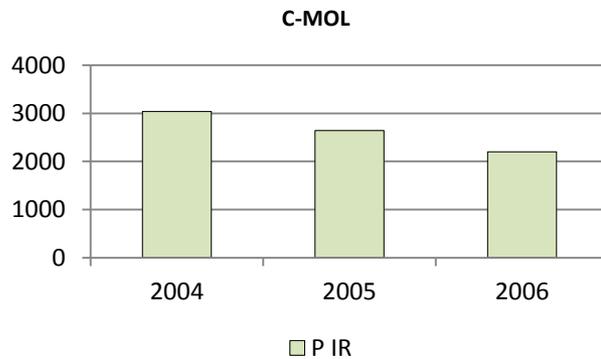
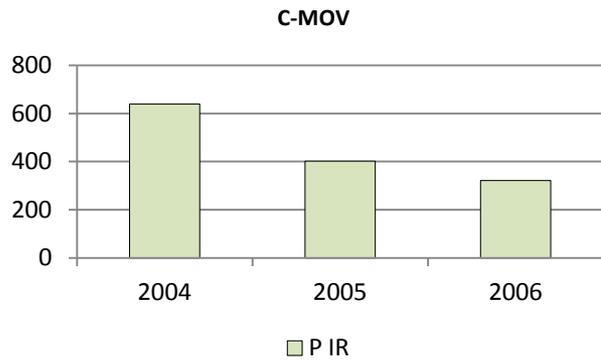


Charnay 2004

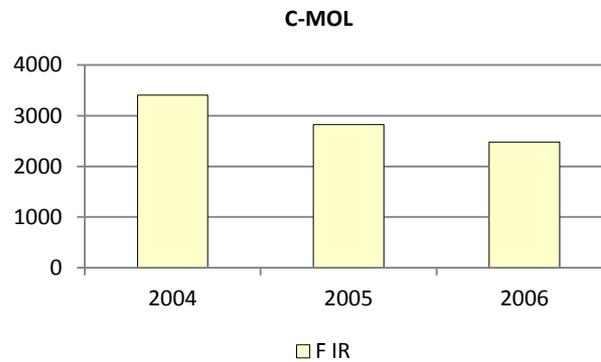
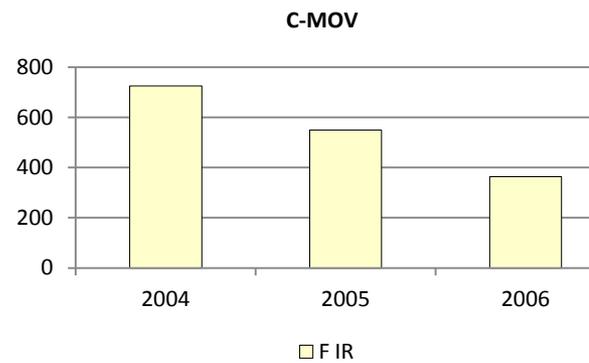
Nmin = f(MOL)



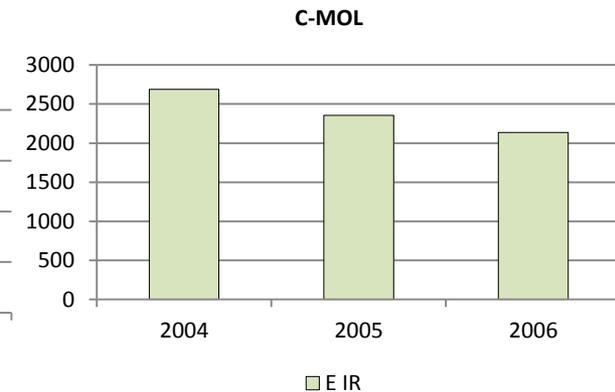
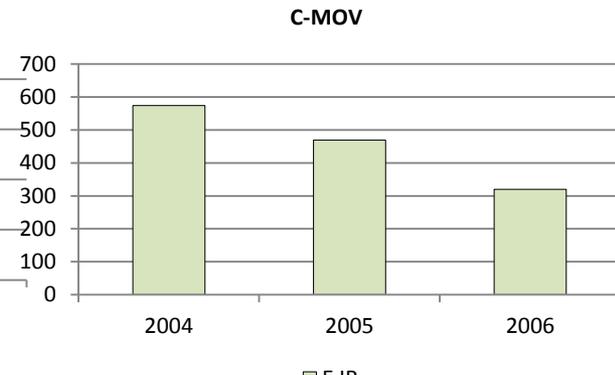
PP retourné



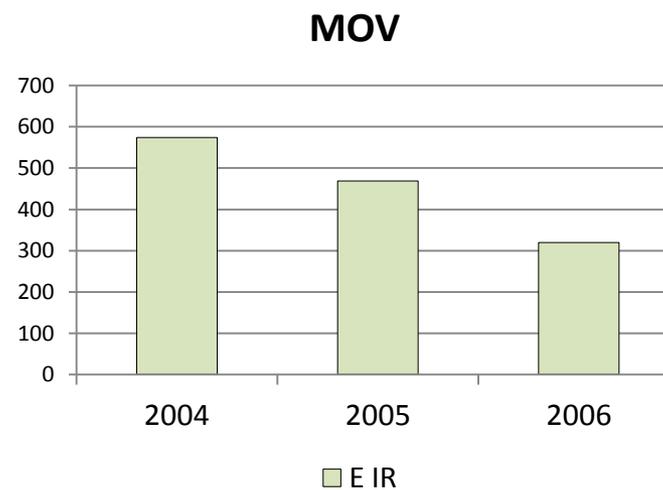
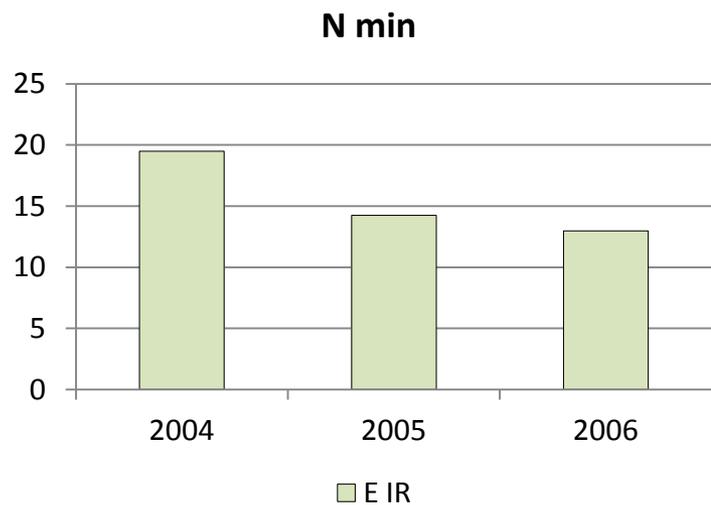
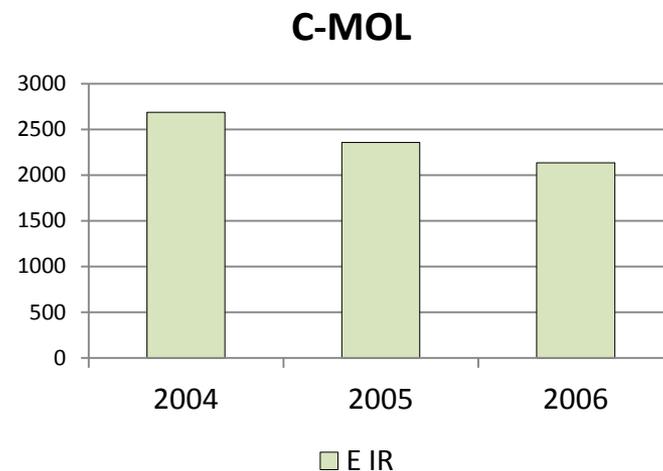
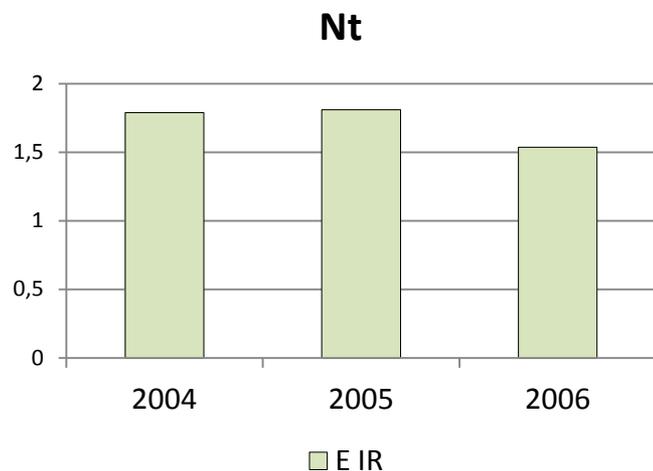
FR retourné



ENM retourné



Evolution des stocks modalité ENM → DC Charnay 2004 – 2005 - 2006



Essai Entretien des sols Mâcon-Clessé - CA 71

Mis en place en 1991
7 modalités x 4 répétitions
suivi Viticole & Oenologique

Sol et biologie du sol :

Suivi de 1995 à 2007

Carte pédologique

Stocks organiques

Fournitures N

Microflore

biomasse

diversité

activité

Dégrad. Pesticides

Lombriciens

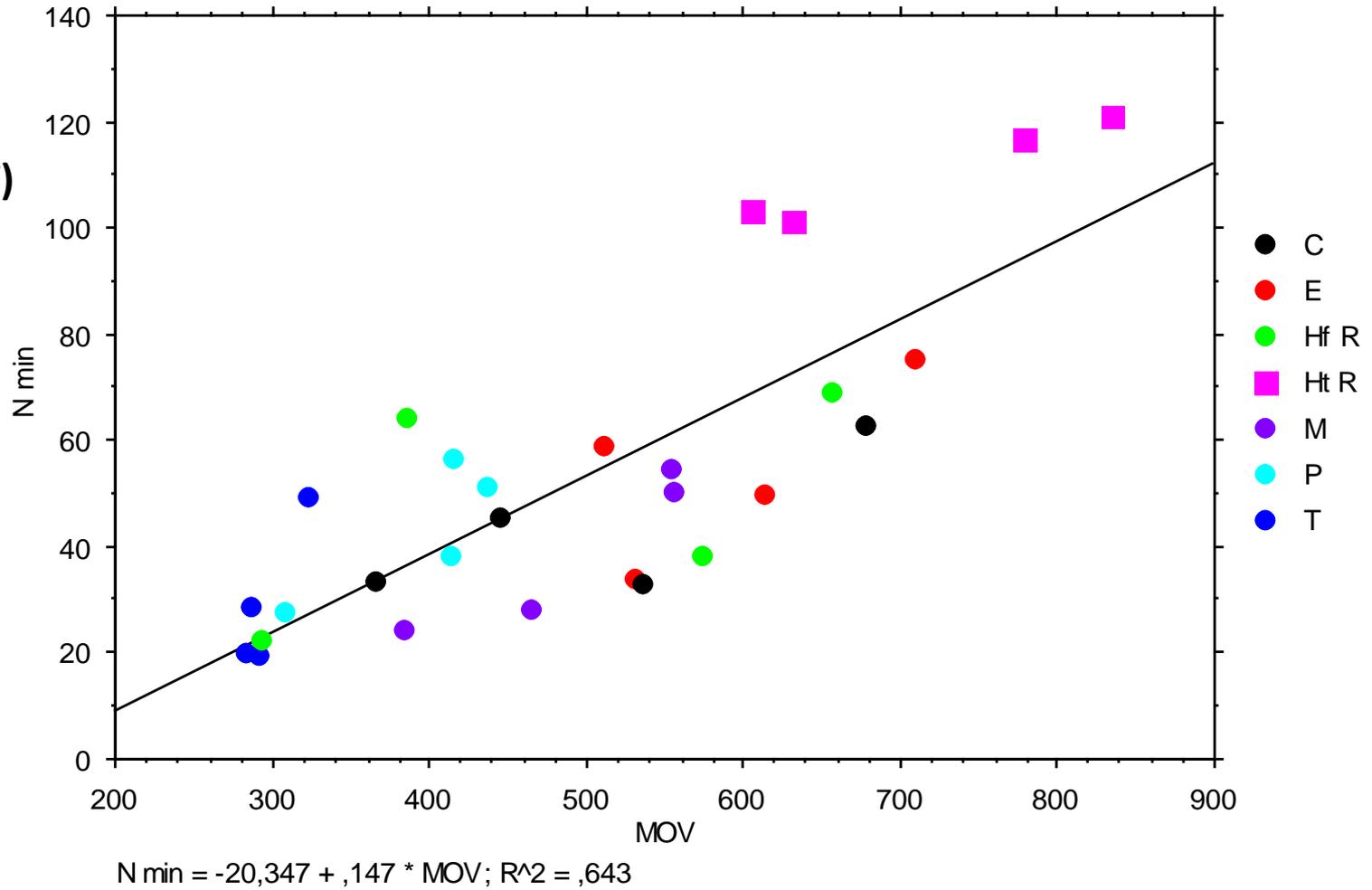
Structure du sol



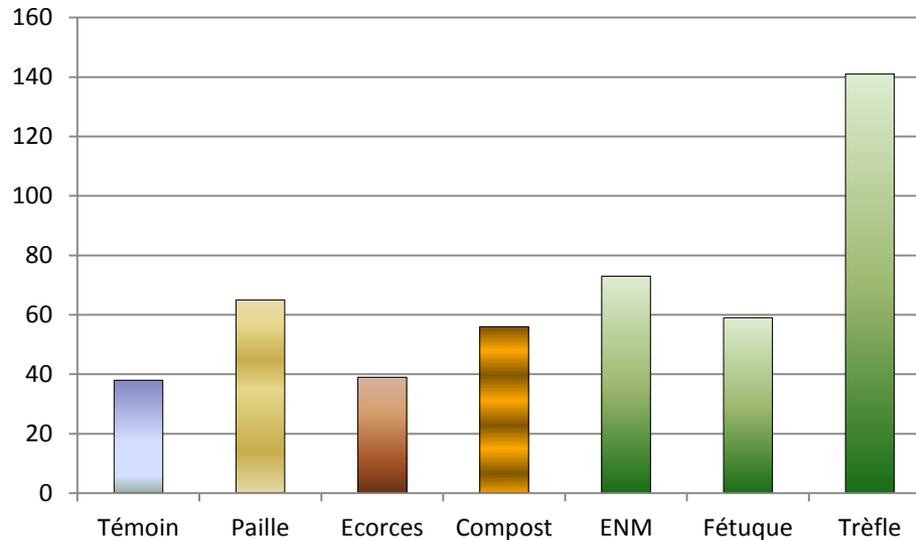
Modalités	Symbole	Description
Témoin	T	Entretien chimique du sol (sol nu)
Travail / E.N.M.	M	Débuttage en sortie d'hiver et griffage quand nécessaire puis E.N.M.
Enherbement trèfle	Ht	Enherbement maîtrisé Entretien du sol sous le rang avec des herbicides de post-levée
Enherbement fétuque + pâturin	Hf	Enherbement maîtrisé Entretien du sol sous le rang avec des herbicides de post-levée
Paille	P	10 t/ha, 1 épandage tous les 2 ans Entretien du sol avec les mêmes herbicides que le témoin
Écorces fraîches de résineux	E	300 m³/ha, épandage tous les 3-4 ans Entretien du sol avec les mêmes herbicides que le témoin
Compost d'écorces de résineux	C	100 m³/ha, épandage tous les 3-4 ans Entretien du sol avec les mêmes herbicides que le témoin

Clessé
2007

$N_{min} = f(MOV)$



Potentiel de fourniture en azote : mesures 2001 après 10 ans de traitements



Incidence des modalités sur les paramètres viticoles (1998-2000)

	N total	NH4	ac aminés
Témoin :	100	100	100
H Féтуque :	97	94	78
H Trèfle :	196	346	127

Premières conclusions

Les expérimentations mises en place par la CA71 (Charnay et Clessé) confirment nos résultats obtenus dans d'autres vignobles :

- Ne pas gérer séparément la fertilisation et l'entretien organique des sols
- Même des amendements à C/N élevé peuvent enrichir à terme le sol en MO labile, donc en azote minéralisable
- Des outils existent pour évaluer l'offre potentielle en azote, directement ou indirectement.

Comparaison Modes de production

Davayé
CA 71

Essai mis en place en 2005-2007

3 modalités :

- Viti Durable (cahier charges Bgn)
- Viti Biologique (cah charges AB)
- Viti Innovante / Ecophyto

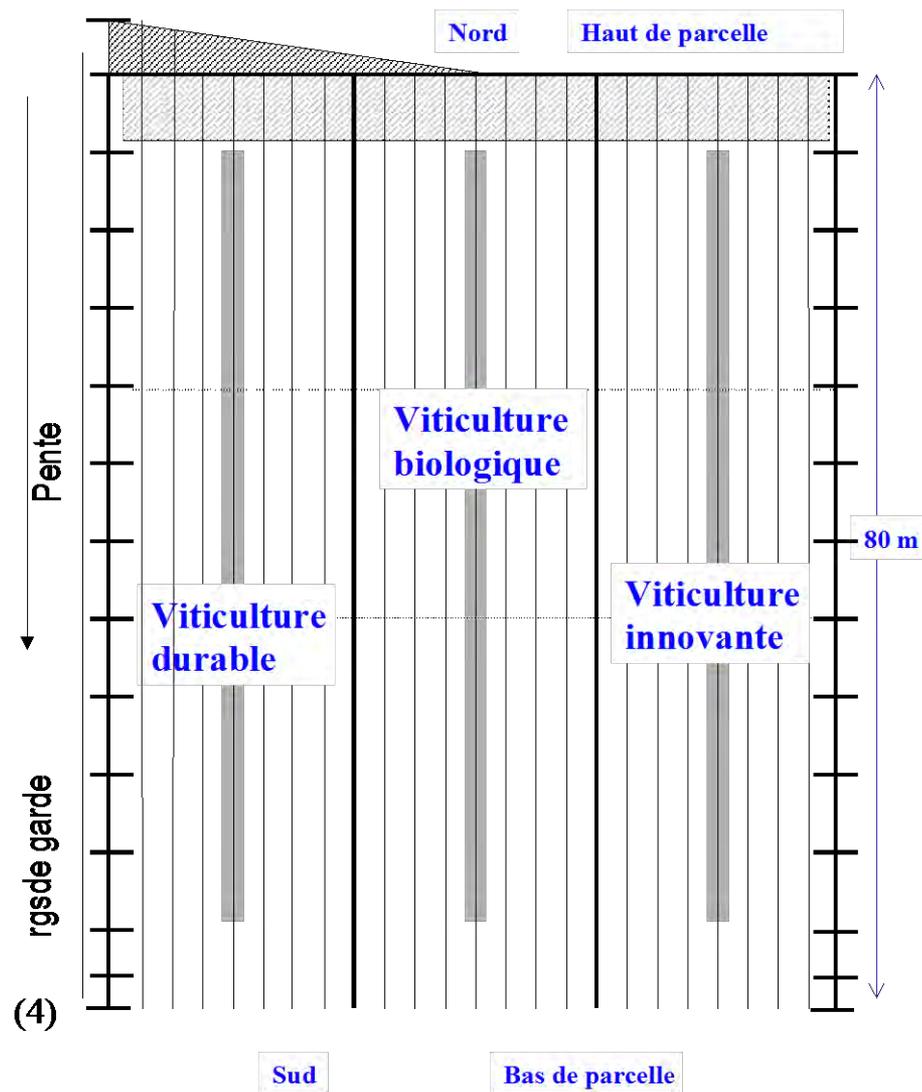
Suivi complet sol / vigne / vin

Objectif = ↘ phytos (IFT)

Recherche ITK optimaux au plan
technique et économique



Indicateur de pression des maladies et ravageurs



Entretien des sols :

Viti Durable

I.R. = ENST Rg = Desh Chim

Viti Biologique

Désh. Méca Rg et I.R.

Viti Ecophyto

idem Viti Durable jusqu'en 2010

idem Viti Bio depuis 2011

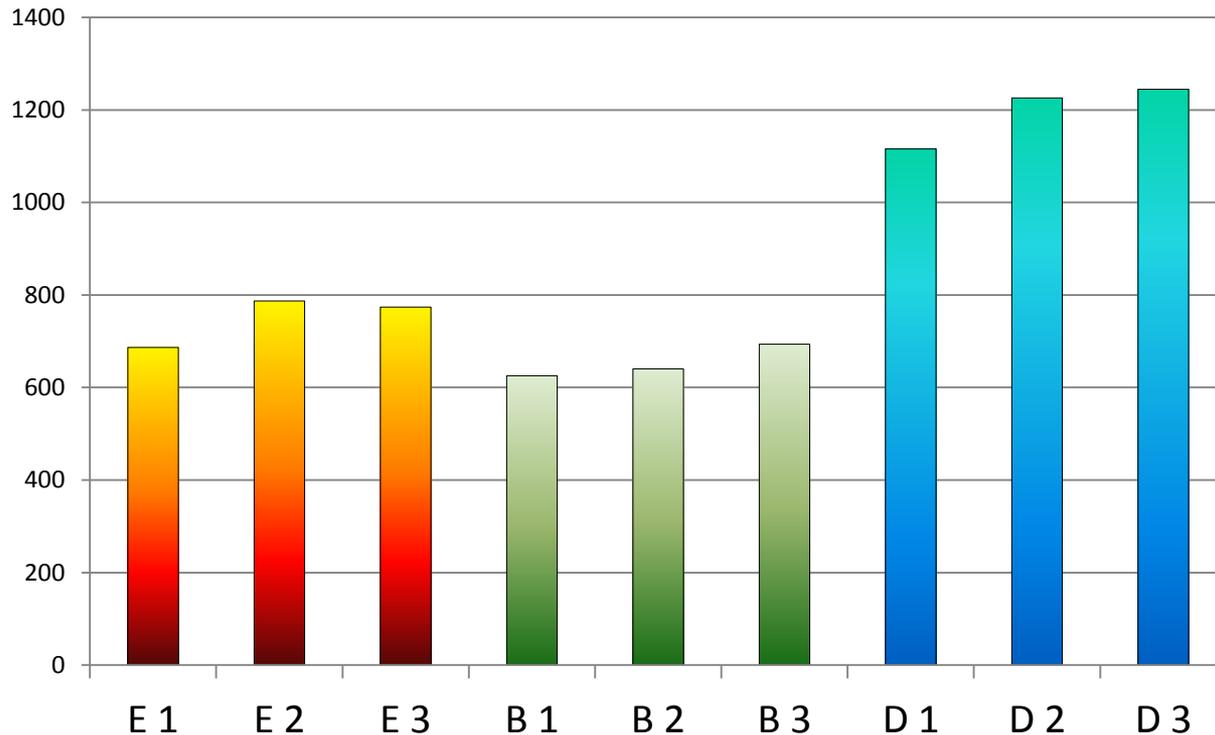
IFT = 8,7 → 7,7

Choix = implications sur évolution de la MO et disponibilité de l'azote

Comparaison de modes de production - Davayé 2014

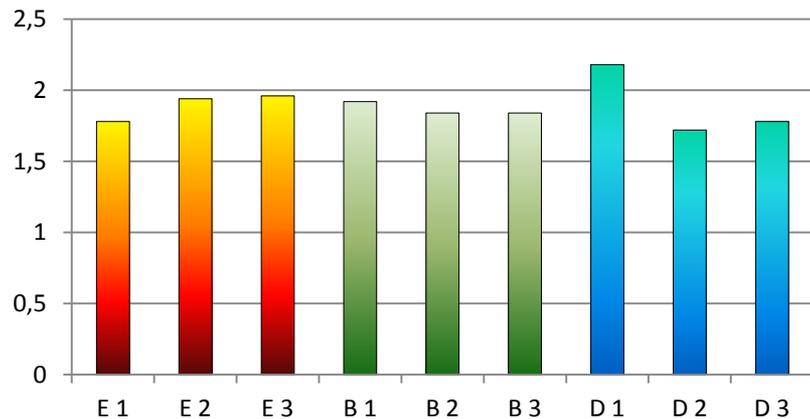
Biomasse microbienne dans l'horizon superficiel (0-5 cm)

MOV



Davayé printemps 2015 - Horizon 0-20 cm

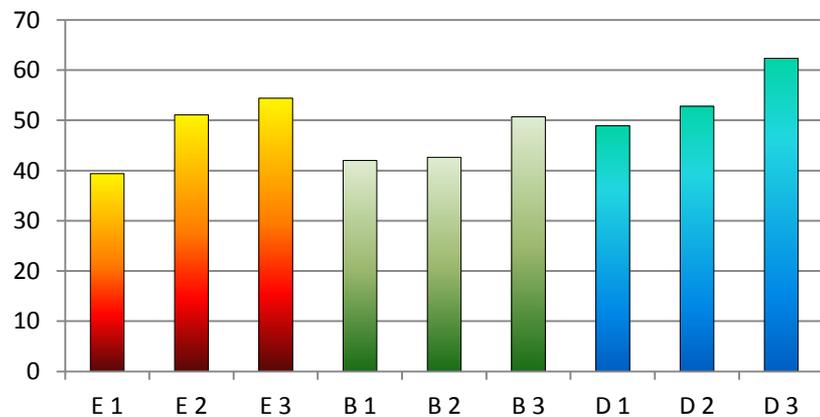
Nt



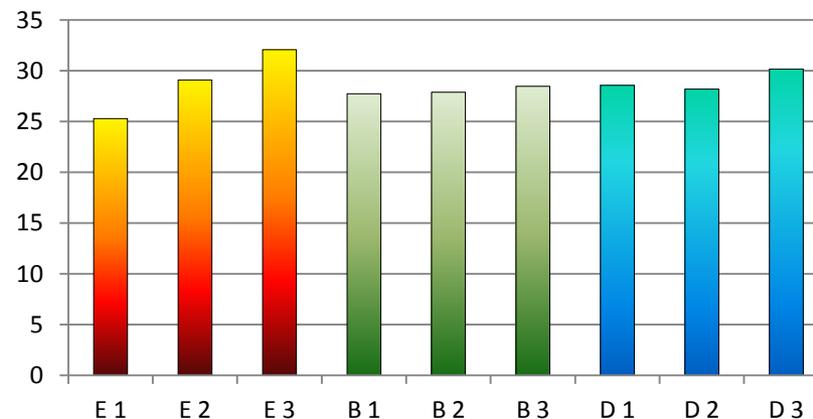
PAS de corrélation entre Nt et N minéralisable

Corrélation significative entre
N minéralisable et N-MOL

Nmin



N-MOL



CONCLUSION :

Evolution des pratiques agro-viticoles

Le questionnement actuel sur les **modes de production** intègre **l'entretien des sols** dans le cadre plus large de la durabilité, sous les 3 aspects :

- Production satisfaisante en quantité comme en qualité
- Environnement préservation de la qualité des sols, de l'eau, de l'air
- Economie viabilité économique et sociale des exploitations

→ Besoin d'une approche plus rigoureuse de la gestion de la MO

→ Besoin d'outils de **diagnostic** et de **gestion**

Pour le **diagnostic** :

- **méthodes d'analyse** performantes (utilité / coût)

Mesures « opérationnelles » du SEMSE = menu analytique plus riche, répondant aux besoins réels des viticulteurs pour gérer la MO et l'azote

- **référentiel** « sols viticoles de Bourgogne » permettant d'interpréter des mesures sur un sol donné en fonction :

- du contexte pédo-climatique,
- de l'antériorité viticole
- des pratiques agro-viticoles

Pour la **gestion** :

Approche régionalisée, réunissant toutes les compétences pour construire un **conseil** en faisant la synthèse des connaissances :

- pédologiques et pédoclimatiques,
- analytiques (pas uniquement la MO totale !)
- viticoles : âge et vigueur de la vigne, objectifs de production

Utilisation d'un modèle simple avec paramétrage spécifique

Entrées : sarments, MO exogènes, enherbement...

Sorties : travail ou non du sol... pédoclimat

et reliant systématiquement MO et azote

Enfin, en viticulture :

pour la MO comme pour le reste, **le plus n'est pas le mieux !**

il faut trouver le bon équilibre,
le meilleur compromis
ou la moins mauvaise solution



MERCI de votre attention !

PÔLE TECHNIQUE ET QUALITÉ DU BIVB
CITVB
6 rue du 16^e chasseurs - 21200 Beaune
Tél. 03 80 26 23 74 - Fax. 03 80 26 23 71
technique@bivb.com
Site extranet (réservé aux adhérents du BIVB) :
<https://extranet.bivb.com>