

# PROGRÈS SOL



## SOLS VIVANTS TOUS GAGNANTS

Vendredi 16 septembre 2022  
à Chavannes-le-Veyron (VD)  
chez Christophe Longchamp

**10**  
ha d'essais  
et démo

**5**  
conférences  
sur le sol

**14**  
pôles  
thématiques



**FiBL**



Partenaire média  
**Agri**

9h00-17h00 :

Visite libre de la plateforme animée par des experts du sol et les 42 agriculteurs du projet

19H00 - grande salle de Cuarnens :

Présentation GIEE Magellan,  
animateur Michaël Geloën

21H00 :  
Soirée fondue





## Conférence ce soir !

1<sup>ère</sup> partie avec Michaël Geloën

### Qui est Michaël Geloën ?

Ingénieur de développement à Terres Inovia  
Animateur du GIEE Magellan

**Spécialités** : expertise et conseil en conduite de cultures innovantes (fertilité, implantation, itinéraire technique), systèmes cultures en ACS et sous couverts permanents, animation réseaux producteurs innovants



**Rendez-vous à  
19h00 à la grande  
salle de Cuarnens**



### Michaël Geloën nous parlera :

- ? Des activités du GIEE Magellan
- ? Des moyens de faire du semis direct sous couvert végétal (SDCV)
- ? De comment passer du SDCV au semis sous couvert permanent

### GIEE Magellan... Quèsaco ?

- ✓ Groupe d'agriculteurs de la Nièvre (centre de la France)
- ✓ Travaillent ensemble depuis 2015 à l'amélioration des techniques de semis direct sous couvert végétal permanent et de la fertilité des sols
- ✓ Partenariat avec terres Inovia
- ✓ Agriculteurs bio et non bio

### Publications du groupe

- ✓ **Tableur ACACIA** → aide à la création de mélanges de couverts végétaux, selon vos besoins et conditions
- ✓ **Outil SYCAS** → données d'analyses, infos de rotation, pratiques culturales, et autres pour un bilan complet de la fertilité physique + chimique + biologique du sol
- ✓ **Guide technique Magellan** → présentation du groupe, couverts végétaux : de l'annuel au permanent, bien choisir son semoir, stratégies herbicides et régulation du couvert, les points clés pour débiter en SDCV



### Pour les plus curieux :



Lien vers le site du GIEE Magellan



Allez suivre la page bleue du GIEE Magellan



Plein de vidéos du GIEE Magellan, entre autre sur la chaîne VDT production

### 2<sup>ème</sup> partie sous forme de table ronde

Seront réunis :

- ? Michaël Geloën, Terres Inovia
- ? Nicolas Courtois, AgriVulg
- ? Stéphane Deytard, agriculteur bio Progrès Sol
- ? Thierry Salzmänn, agriculteur Progrès Sol

Et ensuite... c'est la  
fondue !





# Mais qui est le GIEE Magellan ?

**Présentation du GIEE Magellan le 16.09.22 à 19h00 à la grande salle de Cuarnens**

- ✓ Groupe d'agriculteurs de la Nièvre (centre de la France)
- ✓ Travaillent ensemble depuis 2015 à l'amélioration des techniques de semis direct sous couvert végétal permanent et de la fertilité des sols
- ✓ Partenariat avec terres Inovia
- ✓ Agriculteurs bio et non bio

## Ils font ce genre de choses !

(Toutes les images sont issues de leur page Facebook)

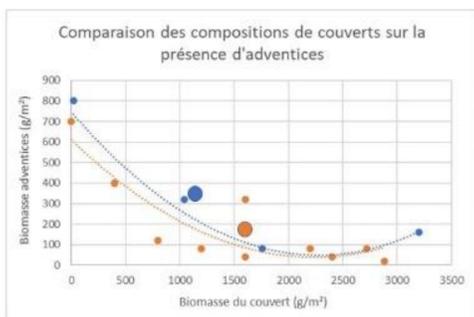
**GUIDE MAGELLAN**  
Semis direct : du couvert annuel ... au couvert permanent

Synthèse d'essais & réflexions du GIEE sur la transition vers le Semis Direct Sous Couvert Permanent

- ⇒ Bilan des 3 premières années d'essais,
- ⇒ 192 pages de retours d'expérience et d'expérimentation,
- ⇒ Couvert annuel & permanent.



## Interaction biomasse couvert x adventices



Dans cet essai, la biomasse du couvert permet de contrôler les adventices indépendamment de sa composition. Les mélanges basés sur des crucifères (15-20 pieds/m<sup>2</sup>) permettent d'atteindre plus facilement les biomasses suffisantes pour contrôler les adventices.

**SYCÂS**  
Système de culture & Compréhension de son Analyse de Sol

Informations parcelles

Saisies

Granulométrie

pH CEC

Matières organiques Réserves du sol

C/N Equilibres minéraux

Chaulage Bilan humique

Apport P - K - Mg

### Bilan humique simplifié

4 Remplir les années et les cultures

CULTURES	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Rendement (t/ha)	Orge 4.5	Protéagineux / Tournesol 2.5	Blé 7	Colza 2.5	Blé 7
RESTITUTIONS AU SOL					
Paille (t/ha)	2.3	1.0	3.5	3.3	3.5
Racines (t/ha)	2.3	1.0	3.5	3.3	3.5
Couverts (t MV/ha)					
APPORTS AU SOL - Indiquer les quantités en t/ha					
Fumier moyennement dé					

5 Compléter les rendements

6 Définir le devenir des résidus

7 Compléter apports réalisés

**ACACIA**

Couverts végétaux  
Plantes compagnes colza

Aide au Choix et à l'Adaptation des Couverts d'Interculture dans les Assolements

Objectifs de ce Tableau:  
- Evaluer la composition d'un mélange de couverts végétaux et de colza associé.  
- Connaître ses caractéristiques (production de biomasse, effet azote, ...).  
- Appréhender ses impacts sur la culture suivante.  
- Identifier les points clés de l'implémentation.  
- Réaliser une approche économique du mélange.

VERSION 3.0

Pour les impatientes, allez voir la page bleue du GIEE Magellan



<https://fr-fr.facebook.com/GIEEMagellan/>

**Et après la conférence, soirée fondue !**







- 1. Analyses de sol et d'engrais organiques**
- 2. Projet Sol Vaud et analyses de sève**
- 3. Engrais verts (couverts courts)**
- 4. Engrais verts (couverts longs)**
- 5. Projet Agriculture et pollinisateurs**
- 6. Colza**
- 7. Dérobées d'été**
- 8. Couverts relais**
- 9. Conférences techniques**
- 10. Mesures politique agricole 2023**
- 11. Carbone et physique du sol**
- 12. Implantation luzerne**
- 13. Essais travail du sol, travaux mécaniques et biologie du sol**
- 14. Outils d'observation du sol**



## ANALYSES DE SOL

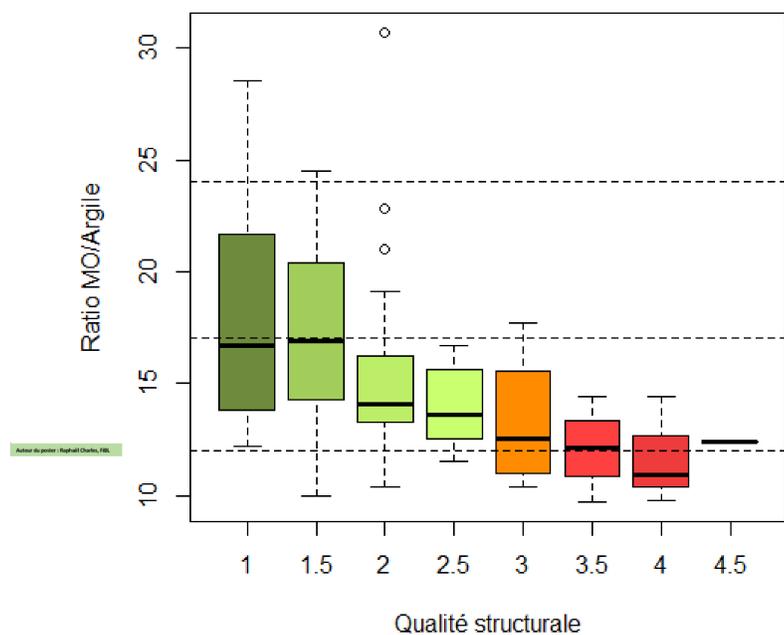
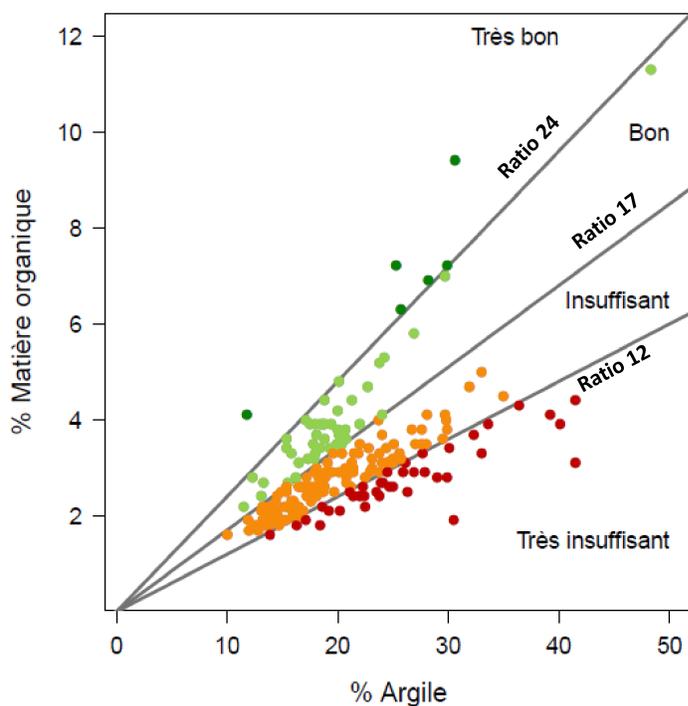
### Résultats du réseau: matière organique, structure et vie du sol

Objectif : état des lieux sur les analyses disponibles pour la pratique et nouveaux indicateurs.  
Réseau de 42 participants pour 210 parcelles prélevées en 2017

Le ratio entre la matière organique et l'argile est corrélé avec la vulnérabilité de la structure du sol, et donc aux observations d'un test bêche.

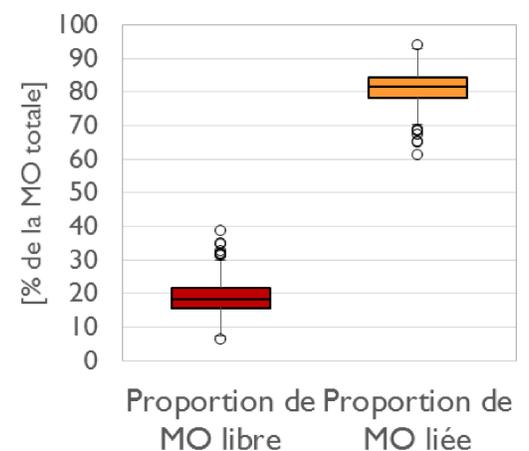
Les trois quarts des résultats du ratio étaient insuffisants (rotation de grandes cultures).

La qualité structurale des tests bêche étaient très bonnes (1 et 1.5) pour les ratio élevés (>17).



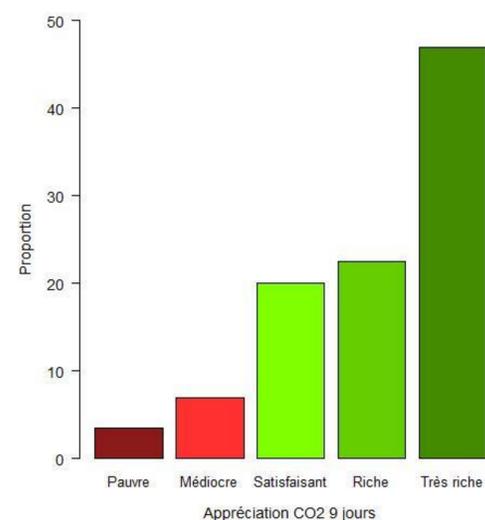
La fraction libre de la MO, la plus grossière, garantit la nutrition des organismes du sol et des plantes par la minéralisation. Une part minimale est donc requise (>20%) pour la vie du sol et les cultures.

La part fine de la MO, liée à l'argile, forme le complexe argilo-humique nécessaire à la structure du sol. Cette fraction est protégée des microorganismes. Sa stabilité permet de séquestrer du carbone.



La biomasse microbienne, ainsi que la respiration microbienne (graphique) montraient des propriétés biologiques favorables.

Probablement la résultante d'un réseau de personnes particulièrement motivées par la qualité de leurs sols.

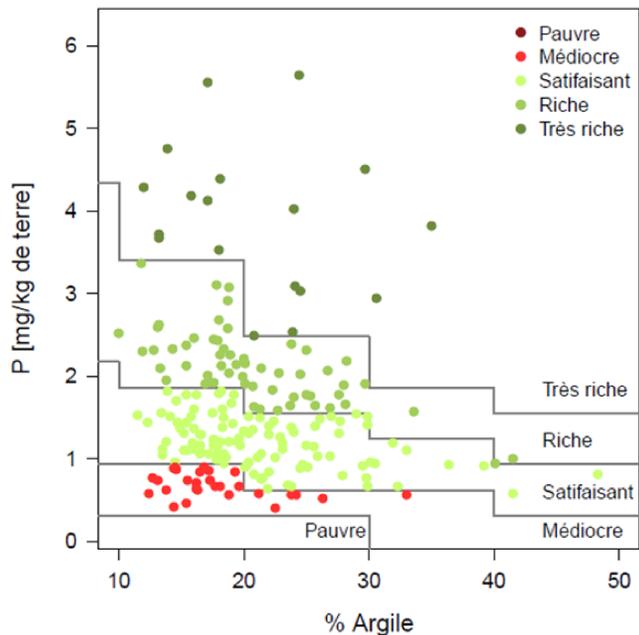




# ANALYSES DE SOL

## Résultats du réseau: chimie du sol

Objectif : état des lieux sur les analyses disponibles pour la pratique et nouveaux indicateurs.  
Réseau de 42 participants pour 210 parcelles prélevées en 2017



Les teneurs en fraction disponible du phosphore (graphique), du potassium et du magnésium, étaient satisfaisantes à riches (selon les PRIF).

Pour le phosphore, seules quelques rares parcelles se trouvaient sous le seuil critique qui est de 0.15 mg P/kg de sol pour le blé et de 0.58 mg P/kg de sol pour la pomme de terre (Hirte et al., 2021). Il y a encore de la réserve.

### Facteurs décisionnels pour le chaulage et la fumure

CEC : quantité de cations qu'un sol peut retenir à la surface de ses agrégats.

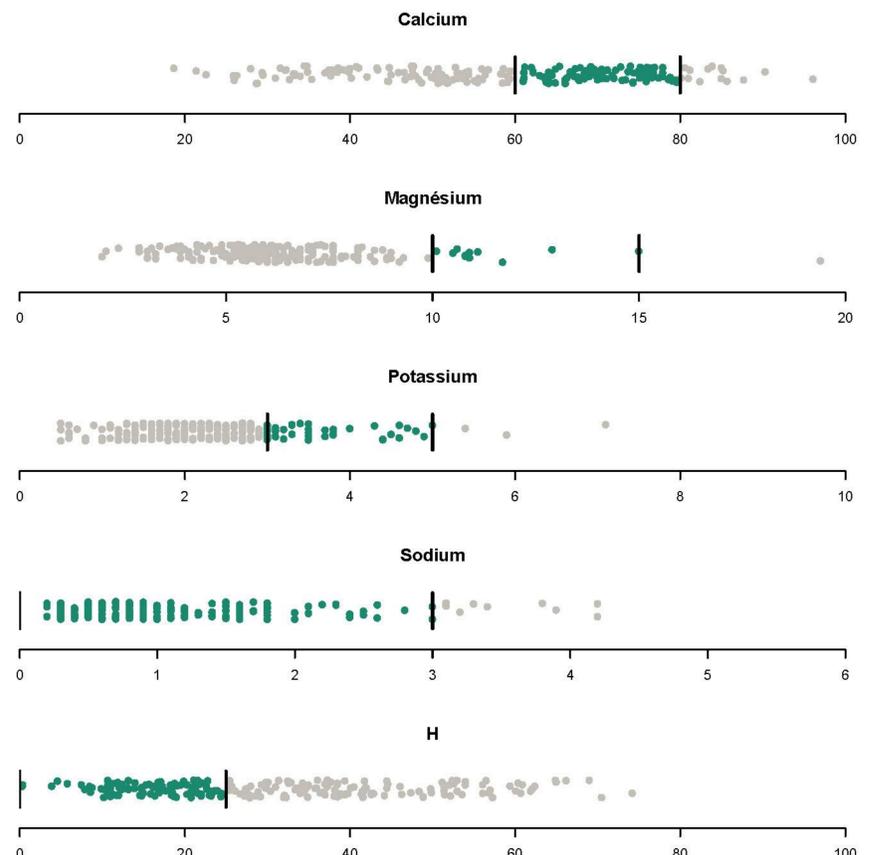
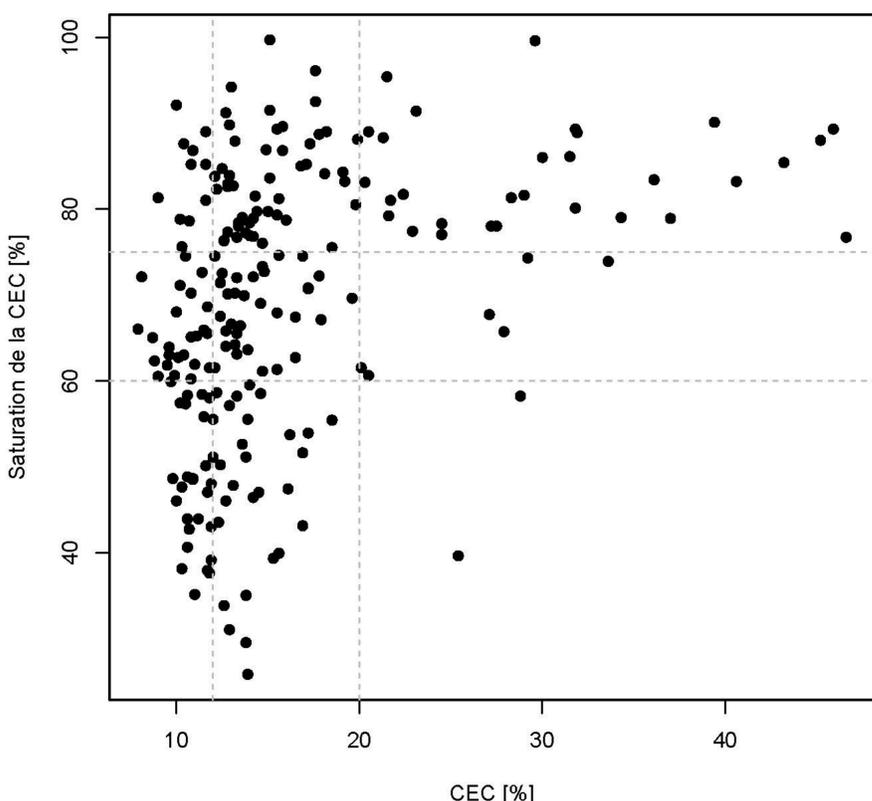
Taux de saturation : taux de remplissage par des cations échangeables (Ca, Mg, K et Na).

Valeurs cibles : équilibre entre éléments pour tenir compte des risques d'antagonisme.

Taux de saturation (%)	CEC (még/100 g de terre)		
	0 – 12	12 – 20	> 20
75 – 100	Pas de chaulage		
60 – 75	Chaulage éventuel		
< 60	Faible chaulage	Chaulage moyen	Fort chaulage

Taux de saturation	
Ca <sup>2+</sup>	60-85%
Mg <sup>2+</sup>	10-15%
K <sup>+</sup>	3-5%
Na <sup>+</sup>	0-3%
H <sup>+</sup>	0-25%

Allez sur le site de Progrès Sol pour plus d'info sur la décision de chaulage grâce à la CEC





## Analyses d'engrais organiques

### Compost pour l'agriculture

- Compost jeune en fin de phase thermophile, généralement tamisé à 20-35 mm
- Engrais de base de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium, de magnésium et de calcium)
- La grande partie de l'azote est fixée de manière organique. Peut bloquer l'azote minéral dans un premier temps, surtout au printemps lorsque le sol est froid. Ne bloque pas l'azote si plus de 20 % de  $N_{\text{min}}$  sont présents sous forme de nitrate.
- À prendre en compte dans le bilan de fumure: 100 % de phosphore, 10 % de la teneur totale en  $N_{\text{tot}}$



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport d'éléments principaux et d'oligoéléments importants
- Formation d'un humus stable dans le sol
- Protection contre l'érosion éolienne et hydrique
- Amélioration de la structure du sol, de sa capacité de rétention d'eau et de son équilibre microbien
- Augmentation du pH
- Protection des plantes contre les maladies

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Appliquer uniquement en surface
- Période d'épandage favorable:
  - Hiver/printemps: sur sol gelé, déneigé ou sec
  - Été/automne: après les récoltes, plus précisément avant le semis

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 80 km

Valeur du compost (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS compost [% MF]: 54.5	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
$N_{\text{tot}}$	4.6		
$N_{\text{disp.}}$ dans bilan	0.5	1.32	4.39
$P_2O_5$	2.0	4.52	8.20
$K_2O$	4.3	6.72	13.14
Ca	15.7	5.68	5.68
Mg	1.8	4.93	
Valeur nutriments disponibles		23.17	31.41



## Analyses d'engrais organiques

### Compost pour l'horticulture

- Compost mûr, tamisé à 10-20 mm
- Engrais de base de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium, de magnésium et de calcium)
- La grande partie de l'azote est fixée de manière organique
- L'azote minéral est présent sous forme de nitrate; donc pas de risque de blocage de l'azote
- Peut également être utilisé de manière concentrée dans le trou ou la butte de plantation
- À prendre en compte dans le bilan de fumure:  
100 % de phosphore, 10 % de la teneur totale en  $N_{tot}$



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport d'éléments principaux et d'oligoéléments importants
- Formation d'un humus stable dans le sol
- Protection contre l'érosion éolienne et hydrique
- Amélioration de la structure du sol, de sa capacité de rétention d'eau et de son équilibre microbien
- Augmentation du pH
- Protection des plantes contre les maladies

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Appliquer uniquement en surface
- Période d'épandage favorable: avant le semis/la plantation
- En cas d'application dans un trou de plantation: mélanger d'abord avec la terre du champ

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 80 km

Valeur du compost (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS compost [% MF]: 54.5	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
$N_{tot}$	4.6		
$N_{disp.}$ dans bilan	0.5	1.32	4.39
$P_2O_5$	2.0	4.52	8.20
$K_2O$	4.3	6.72	13.14
Ca	15.7	5.68	5.68
Mg	1.8	4.93	
Valeur nutriments disponibles		23.17	31.41



## Analyses d'engrais organiques

### Digestat liquide provenant d'installation de co-méthanisation

- Provenant d'installations de co-méthanisation agricoles avec > 20 % de co-substrat
- Engrais de fond de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium et de magnésium)
- Contient environ 60 % d'azote sous forme minérale, c'est-à-dire bien assimilable par les plantes. Effet de fertilisation rapide, même au printemps lorsque les sols sont froids.



#### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport de macroéléments et d'oligoéléments importants
- Stimule l'activité biologique du sol
- En cas d'administration d'une très grande dose sur des sols pauvres en calcaire, il devient un danger pour la structure du sol
- En cas d'administration d'une très grande dose, cela peut entraîner le lessivage des éléments nutritifs

#### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 20 km

#### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Choisir le moment et la technique d'application qui minimisent les pertes d'ammoniac
- Si possible, faire pénétrer rapidement en surface
- Épandre uniquement lorsque les plantes peuvent absorber les nutriments
- Diviser en plusieurs doses pour obtenir une meilleure utilisation des nutriments

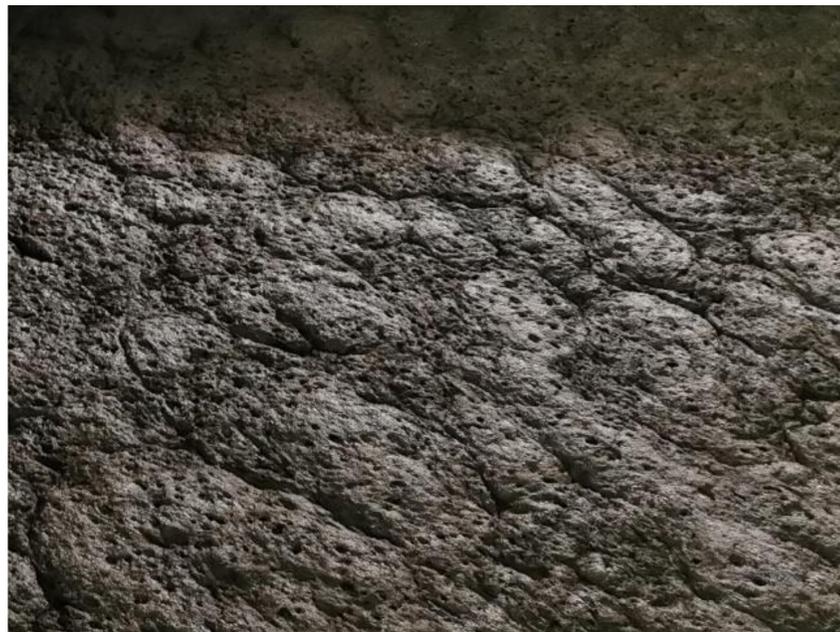
Valeur du digestat liquide (agricole) (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS digestat liquide agricole [% MF]: 5.1	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
N <sub>tot</sub>	3.6		
N <sub>disp.</sub> dans bilan	2.3	6.08	20.18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.2	2.71	4.92
K <sub>2</sub> O	3.1	4.85	9.48
Ca	1.4	0.51	0.51
Mg	0.3	0.82	
Valeur nutriments disponibles		14.96	35.08



## Analyses d'engrais organiques

### Digestat liquide industriel

- Provenant d'installations de méthanisation industrielles
- Engrais de fond de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium, de magnésium et de calcium)
- Contient environ 50 % d'azote sous forme minérale, c'est-à-dire bien assimilable par les plantes. Effet de fertilisation rapide, même au printemps lorsque les sols sont froids.



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport de macroéléments et d'oligoéléments importants
- Stimule l'activité biologique du sol
- En cas d'administration d'une très grande dose sur des sols pauvres en calcaire, il devient un danger pour la structure du sol
- En cas d'administration d'une très grande dose, cela peut entraîner le lessivage des éléments nutritifs

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 20 km

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Choisir le moment et la technique d'application qui minimisent les pertes d'ammoniac
- Si possible, faire pénétrer rapidement en surface
- Épandre uniquement lorsque les plantes peuvent absorber les nutriments
- Diviser en plusieurs doses pour obtenir une meilleure utilisation des nutriments

Valeur du digestat liquide (industr.) (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS digestat liquide industriel [% MF]: 14.0	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
N <sub>tot</sub>	5.1		
N <sub>disp.</sub> dans bilan	2.6	6.87	22.82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.8	4.07	7.38
K <sub>2</sub> O	4.6	7.19	14.06
Ca	5.1	1.85	1.85
Mg	0.9	2.46	
Valeur nutriments disponibles		22.44	46.10



## Analyses d'engrais organiques

### Digestat solide

- Provenant d'installations de méthanisation industrielles
- Engrais de fond de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium, de magnésium et de calcium)
- Contient 10 à 30 % d'azote sous forme minérale, c'est-à-dire bien assimilable par les plantes
- Encore relativement peu stabilisé biologiquement
- N'est pas approprié comme composant de mélange des substrats



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport de macroéléments et d'oligoéléments importants
- Formation d'humus dans le sol
- Amélioration de la structure du sol et de sa capacité de rétention d'eau
- Augmentation du pH
- Stimule l'activité biologique du sol

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Appliquer uniquement en surface
- Épandre uniquement lorsque les plantes peuvent absorber les nutriments
- Grandes cultures: appliquer avant le semis

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 40 km

Valeur du digestat solide (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS digestat solide [% MF]: 44.8	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
N <sub>tot</sub>	3.3		
N <sub>disp.</sub> dans bilan	0.7	1.85	6.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.5	3.39	6.15
K <sub>2</sub> O	2.7	4.22	8.25
Ca	10.3	3.73	3.73
Mg	1.0	2.74	
Valeur nutriments disponibles		15.93	24.27



## Analyses d'engrais organiques

### Fumier méthanisé

- Provenant d'installations de co-méthanisation agricoles avec < 20 % de co-substrat, partie solide après séparation solide-liquide
- Engrais de fond de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium et de magnésium)
- Contient 35 % d'azote sous forme minérale, c'est-à-dire bien assimilable par les plantes
- Le fumier méthanisé est encore relativement peu stabilisé biologiquement
- N'est pas approprié comme composant de mélange des substrats



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport de macroéléments et d'oligoéléments importants
- Formation d'humus dans le sol
- Amélioration de la structure du sol et de sa capacité de rétention d'eau
- Augmentation du pH
- Stimule l'activité biologique du sol

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Appliquer uniquement en surface
- Épandre uniquement lorsque les plantes peuvent absorber les nutriments
- Grandes cultures: appliquer avant le semis

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport: max. 40 km

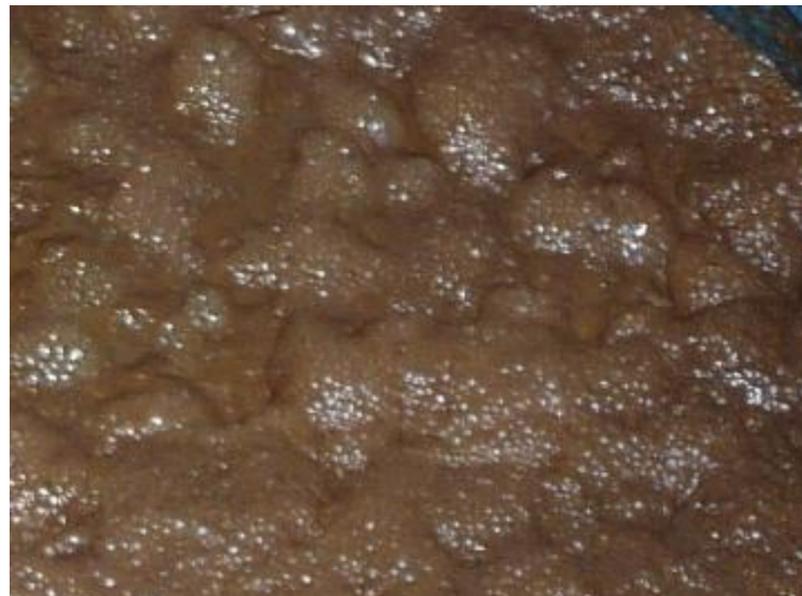
Valeur du fumier méthanisé (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS fumier méthanisé [% MF]: 27.1	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
N <sub>tot</sub>	2.1		
N <sub>disp.</sub> dans bilan	0.4	1.06	3.51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.4	3.17	5.74
K <sub>2</sub> O	1.7	2.66	5.20
Ca	1.4	0.51	0.51
Mg	0.4	1.10	
Valeur nutriments disponibles		8.48	14.95



## Analyses d'engrais organiques

### Lisier méthanisé

- Provenant d'installations de co-méthanisation avec < 20 % de co-substrat
- Engrais de fond de bonne qualité (composé principalement de phosphore, de potassium et de magnésium)
- Contient environ 60 % d'azote sous forme minérale. Effet de fertilisation rapide, même au printemps lorsque les sols sont froids
- Contient relativement peu de calcium



### Effets sur la fertilité du sol et la croissance des plantes:

- Apport de macroéléments et d'oligoéléments importants
- Stimule l'activité biologique du sol
- Préserve les vers de terre
- En cas d'administration d'une très grande dose sur des sols pauvres en calcaire, il devient un danger pour la structure du sol
- En cas d'administration d'une très grande dose, cela peut entraîner le lessivage des éléments nutritifs

### Application:

- Appliquer uniquement si l'état du sol le permet (praticabilité sans compactage)
- Choisir le moment et la technique d'application qui minimisent les pertes d'ammoniac
- Si possible, faire pénétrer rapidement en surface
- Épandre uniquement lorsque les plantes peuvent absorber les nutriments
- Diviser en plusieurs doses pour obtenir une meilleure utilisation des nutriments

### Spécifique à l'agriculture bio:

- Doit figurer sur la Liste des intrants
- Distance de transport : max. 20 km

Valeur du lisier méthanisé (valeurs médianes tirées de CVIS 2013-2021)			
MS lisier méthanisé [% MF]: 5.1	kg/m <sup>3</sup>	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais conv., 2022)	Valeur CHF / m <sup>3</sup> (engrais bio, 2022)
N <sub>tot</sub>	3.3		
N <sub>disp.</sub> dans bilan	2.2	5.81	19.31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.3	2.94	5.33
K <sub>2</sub> O	3.8	5.94	11.62
Ca	1.5	0.54	0.54
Mg	0.4	1.10	
Valeur nutriments disponibles		16.33	36.79



# Directives cantonales protection des eaux – nouveau 2022

## Directive 694: Stockage, dépôt temporaire et compostage de fumier

### Champ d'application:

- Fumier
- Digestat solide
- Fumier composté comprenant max. 20% de matériel d'origine non agricole
- Compost mûr déposé en bord de champ

### Dépôt temporaire de fumier en plein champ:

- Maximum ~~6 semaines~~ de stockage
- Si court laps de temps ou fumier de cheval riche en paille → ~~couverture~~

### Compostage de fumier en bordure de champ:

- Max 20% de déchets verts
- Possible de mettre en place un nouvel andain en période de repos végétatif

### Dépôt de compost mûr issu de compostière

- Aucune durée maximale d'entreposage





# Directives cantonales protection des eaux – nouveautés 2022

## Directive 698: Epandage d'engrais azotés en période hivernale

### Champ d'application:

- Engrais de ferme (lisier, fumier, jus d'ensilage)
- Compost
- Produits issus de la méthanisation
- Eaux usées contenant de l'azote (épurateurs d'air)
- Engrais minéraux et organiques

Checklist 1 : Épandage d'engrais azotés liquides (Lisier non fermenté, lisier fermenté, digestat liquide)

Le sol est-il saturé d'eau ?	Le sol n'a plus de capacité d'absorption, ses pores sont gorgés d'eau. Un sol est saturé d'eau lorsque manifestement l'eau s'accumule à sa surface (flaques ou mouilles visibles) ou lorsque la terre est facilement modelable ou présente une consistance de bouillie.	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
Le sol est-il gelé ?	Le sol est gelé lorsque, en plusieurs endroits, il est impossible d'y enfoncer un objet pointu (p. ex. un tournevis de taille 5).	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
Le sol est-il couvert de neige ?	Le sol est couvert de neige lorsque, selon les conditions météorologiques et l'exposition du terrain, la neige subsiste plus d'une journée (au moment prévu pour l'épandage).	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
Y a-t-il eu ou est-il prévu de fortes précipitations ?	Des précipitations importantes se sont produites récemment, se poursuivent ou sont attendues dans les prochains jours.	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
		<b>4 Non</b>	<b>Min. 1 Oui</b>

**STOP** L'épandage d'engrais azotés liquides est interdit! Risque de ruissellement et de lessivage trop important.

Les plantes ont-elles besoin d'azote? Pendant le repos végétatif: pas ou très peu de besoin; pendant la période de croissance: demande essentielle.	La période de croissance a commencé (après 7 jours avec des températures journalières moyennes supérieures à 5°C).	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Y a-t-il des besoins particuliers pour la production végétale ?	Épandage d'engrais azotés liquides: <ul style="list-style-type: none"> <li>- en fin d'hiver peu avant la période de végétation si, profitant des bonnes conditions météorologiques et de l'état favorable du terrain, cela permet d'éviter le compactage des sols particulièrement sensibles;</li> <li>- pour les herbages, l'épandage doit se faire peu avant le début de la période de végétation mais suffisamment avant la période de pâture pour des raisons de salubrité;</li> <li>- pour les cultures de printemps comme les oignons, les épinards d'hiver et les carottes ainsi que sur les cultures devant être protégées (films ou non-tissé, p.ex. légumes et pommes de terre) à partir de deux semaines avant le semis ou la plantation prévus;</li> <li>- pour les cultures maraîchères avec des besoins en azote particulièrement précoces (ex: asperges).</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Oui (si au moins un point ci-dessus est satisfait)	<input type="checkbox"/> Non
		<b>Min. 1 Oui</b>	<b>2 Non</b>

**STOP** L'épandage d'engrais azotés liquides est interdit! Risque de perte trop important, mauvaise efficacité de l'azote. Encore un peu de patience.

L'épandage d'engrais azotés liquides est possible en hiver, sous la responsabilité de l'exploitant:

- sur sol absorbant et plat avec une pente maximale de 18%;
- en adaptant la quantité d'engrais aux conditions du sol et de la culture, max. 20 m<sup>3</sup>/ha;
- sur sol non drainé;
- en prévention des dommages de compactage du sol pendant l'application.

Checklist 2 : Épandage d'engrais azotés solides (Fumier, fumier composté, digestat solide, compo)

Le sol est-il couvert de neige ?	Le sol est couvert de neige lorsque, selon les conditions météorologiques et l'exposition du terrain, la neige subsiste plus d'une journée (au moment prévu pour l'épandage).	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
Y a-t-il eu ou est-il prévu de fortes précipitations ?	Des précipitations importantes se sont produites récemment, se poursuivent ou sont attendues dans les prochains jours.	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui
		<b>2 Non</b>	<b>Min. 1 Oui</b>

**STOP** L'épandage d'engrais azotés solides est interdit! Risque de lessivage trop important.

Les plantes ont-elles besoin d'azote? Pendant le repos végétatif: pas ou très peu de besoin; pendant la période de croissance: demande essentielle.	La période de croissance a commencé (après 7 jours avec des températures journalières moyennes supérieures à 5°C).	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Y a-t-il des besoins particuliers pour la production végétale ?	Épandage d'engrais azotés solides (à l'exception du fumier de volaille <sup>2</sup> ): <ul style="list-style-type: none"> <li>- en début d'hiver peu après la période de végétation en cas de besoin agronomique pour les cultures d'automne, les cultures dérobées ou les couverts végétaux en place et les herbages;</li> <li>- en fin d'hiver peu avant la période de végétation si, profitant des bonnes conditions météorologiques et de l'état favorable du terrain, cela permet d'éviter le compactage des sols particulièrement sensibles;</li> <li>- pour les herbages, l'épandage doit se faire peu avant le début de la période de végétation mais suffisamment avant la période de pâture pour des raisons de salubrité;</li> <li>- lorsque les engrais sont incorporés au sol immédiatement après l'épandage. Si le sol est gelé, il y a lieu de s'assurer auparavant que l'incorporation peut être réalisée immédiatement après l'épandage;</li> <li>- pour les cultures de printemps comme les oignons, les épinards d'hiver et les carottes ainsi que sur les cultures devant être protégées (films ou non-tissé, p.ex. légumes et pommes de terre) à partir de deux semaines avant le semis ou la plantation prévus;</li> <li>- pour les cultures maraîchères avec des besoins en azote particulièrement précoces (ex: asperges).</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Oui (si au moins un point ci-dessus est satisfait)	<input type="checkbox"/> Non
		<b>Min. 1 Oui</b>	<b>2 Non</b>

**STOP** L'épandage d'engrais azotés solides est interdit! Risque de perte trop important, mauvaise efficacité de l'azote. Encore un peu de patience.

L'épandage d'engrais azotés solides est possible en hiver, sous la responsabilité de l'exploitant:

- sur sol absorbant et plat avec une pente maximale de 18%;
- sur sol non drainé;
- en prévention des dommages de compactage du sol pendant l'application.

<sup>2</sup> Les possibilités d'épandage du fumier de volaille durant le repos végétatif doivent être évaluées de manière analogue à l'épandage d'engrais azotés liquides.



# Analyses de sève et chromatographie

Outils, vie du sol et nutrition des plantes

## Analyse de sève

À quoi ça sert → évaluer l'état nutritif de la plante

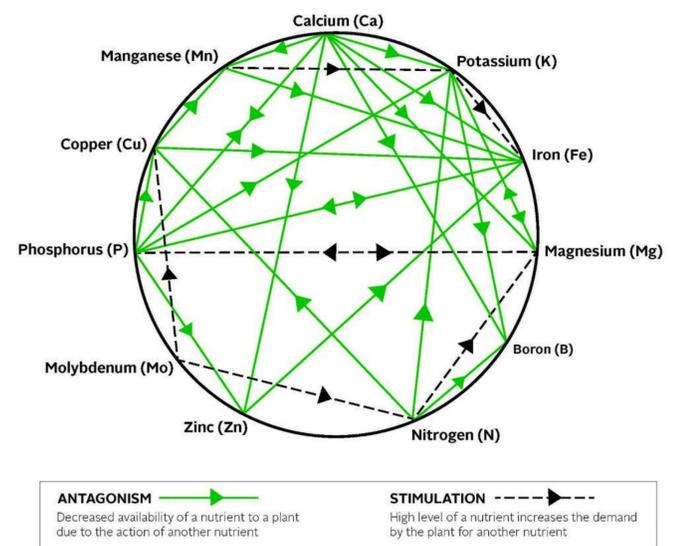
Constat → les analyses de sol donnent une indications sur la présence d'éléments nutritifs dans le sol à un temps T ; les analyses de sève permettent de connaitre exactement quels éléments nutritifs ont été assimilés par la plante.

Analyse NovaCrop sur betterave, 07.06.22

Minéral	Current Level	Optimum
Taux de sucre %	2,5	0,5 - 1,6
pH	6,6	6,4 - 6,7
Electro-conductivité mS/cm	11,0	15,4 - 20,0
K - potassium ppm	3943	3725 - 6800
Ca - calcium ppm	18	15 - 30
Ratio K/Ca	245,77	
Mg - magnésium ppm	306	600 - 1100
Na - sodium ppm	633	1548 - 3172
NH <sub>4</sub> - ammonium ppm	48	65 - 130
NO <sub>3</sub> - nitrate ppm	487	60 - 560
Part de N sous forme de nitrate ppm	110	14 - 126
Azote total (N tot, nitrate, ammonium) ppm	1542	1320 - 2160
Cl - chlore ppm	593	720 - 2290
S - soufre ppm	166	230 - 500
P - phosphore ppm	156	190 - 410
Si - silice ppm	5,3	12,4 - 28,9
Fe - fer ppm	1,30	3,80 - 7,60
Mn - manganèse ppm	4,33	6,50 - 19,00
Zn - zinc ppm	2,03	4,00 - 19,90
B - bore ppm	2,38	2,90 - 6,10
Cu - cuivre ppm	1,09	0,65 - 1,75
Mo - molybdène ppm	<0,05	0,10 - 0,20
Al - aluminium ppm	0,72	1,84 - 4,62

Analyse NovaCrop sur la même betterave, après fumure avec oligo éléments 04.07.22

Minéral	Current Level	Optimum
Taux de sucre %	2,9	0,5 - 1,6
pH	6,7	6,4 - 6,7
Electro-conductivité mS/cm	12,4	15,4 - 20,0
K - potassium ppm	4691	3725 - 6800
Ca - calcium ppm	16	15 - 30
Ratio K/Ca	298,47	
Mg - magnésium ppm	243	600 - 1100
Na - sodium ppm	937	1548 - 3172
NH <sub>4</sub> - ammonium ppm	54	65 - 130
NO <sub>3</sub> - nitrate ppm	97	60 - 560
Part de N sous forme de nitrate ppm	22	14 - 126
Azote total (N tot, nitrate, ammonium) ppm	1754	1320 - 2160
Cl - chlore ppm	592	720 - 2290
S - soufre ppm	114	230 - 500
P - phosphore ppm	153	190 - 410
Si - silice ppm	5,1	12,4 - 28,9
Fe - fer ppm	2,63	3,80 - 7,60
Mn - manganèse ppm	3,64	6,50 - 19,00
Zn - zinc ppm	4,95	4,00 - 19,90
B - bore ppm	2,71	2,90 - 6,10
Cu - cuivre ppm	1,51	0,65 - 1,75
Mo - molybdène ppm	0,07	0,10 - 0,20
Al - aluminium ppm	1,17	1,84 - 4,62



<https://www.aquaponie.fr/charte-de-mulder-interaction-des-nutriments/>

Recommandation de fumure complémentaire : Na Sel 2 kg/ha + SO<sub>3</sub> 1000 g/ha + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1200 g/ha + Si 2g/ha + Chélate Fe 25 g/ha + Chélate Mn 90 g/ha + Chélate Zn 90 g/ha + Bore sulfate 300 g/ha + Chélate Mo 20 g/ha

## Chromatographie

À quoi ça sert → évaluer l'activité biologique du sol

Constat → En plus d'analyses de sol, la chromatographie permet d'observer l'évolution de l'activité biologique du sol, au regard des champignons, des bactéries et de l'air disponible pour eux.

Interprétation → 0) «couleur et aspect général» = état du sol, s'il est biologiquement actif ou fatigué ; 1) «nuages et montagnes» = activité des bactéries ; 2) «lignes radiales» = activité des champignons ; 3) centre du papier = part d'air dans le sol ; 4) «zone intermédiaire» = minéraux dans le sol

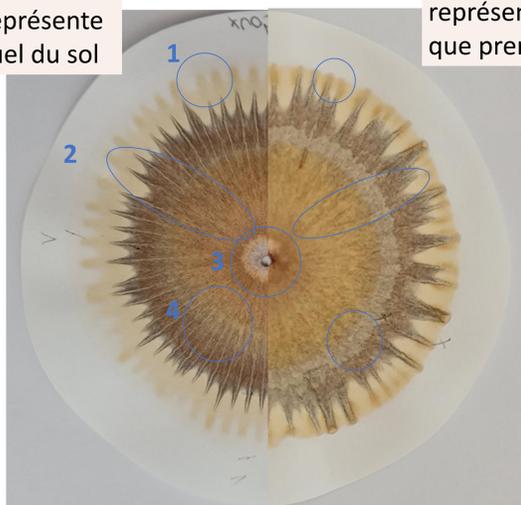


Chromatographies effectuées dans le cadre de Progrès Sol

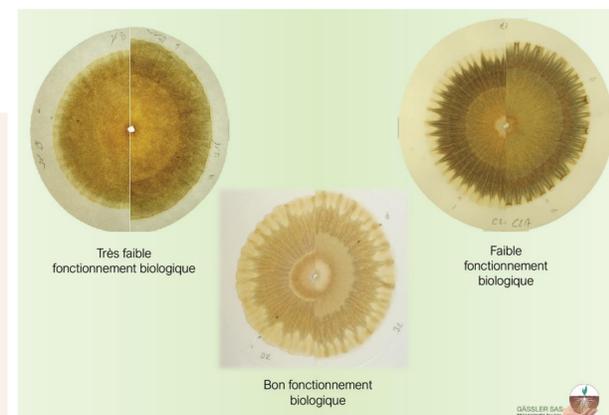
Le papier n°1 à gauche représente l'état actuel du sol

Le papier n°2 à droite représente la direction que prend le sol

0) couleurs chaudes et vives, l'état général est plutôt bon  
1) L'activité des bactéries s'améliore (nuages plus nets et montages plus grandes et plus diversifiées de G→D)  
2) Lignes monotones, peu de diversité des champignons dans le sol. Les lignes vont plus vers le centre sur le 1, perte d'activité des champignons



3) Perte d'oxygène entre la gauche et la droite. Mauvaise direction de la structure des agrégats.  
4) Moins de lien entre les zones à droite qu'à gauche. A l'avenir, risque de lessivage des minéraux.  
5) Pour aller vers une amélioration, favoriser les couverts végétaux non gélifs



Cours chromatographie par Alfred Gässler



# Et après le projet Sol Vaud ? (2014-2021)

## Les mesures «Sol» dans la politique agricole

	N°	Mesures du projet
Cultures préservant les sols	1	1.1 Intercultures courtes 1.2 Intercultures longues
	2	Prairie temporaire dans la rotation
Technique de semis	3	Semis direct, semis en bandes fraisées, Strip-till ou semis sous litière sur l'exploitation
Phyto	5	Culture sans herbicide sur terres labourées (GC et cult. spéciales)
Aide à l'investissement	6	Pneus basse pression
Association de plantes	7	Cultures avec plantes compagnes et sous-semis
	8	Soutien pour plan préventif de lutte contre l'érosion
Soutien pour des études	9	Soutien pour "Diagnostic Sol" à la parcelle
	10	Erosion dans la pomme de terre
Groupe d'intérêt	4	Technique innovante, couvert associé
	10	Erosion dans la pomme de terre

### Politique agricole 2023

Couverture appropriée du sol

Techniques culturales préservant le sol

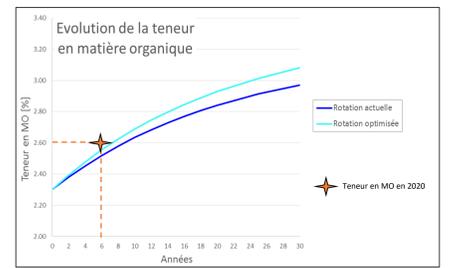
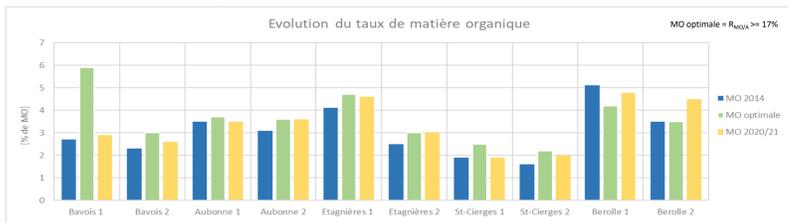
Non-recours aux herbicides en GC

Réduction des PPH en cultures spéciales



## Les effets des mesures «Sol»

Suivi de 10 parcelles sur 8 ans → des résultats encourageants!



Exemple de graphique généré avec SIMEOS-AMG pour simuler l'évolution du taux de matière organique selon différents scénarios de pratiques culturales sur une parcelle et valeur mesurée de la MO après 7 ans.



## Les «p'tits trucs» qui peuvent aider...



Test à la bêche



Test du slip



Test de la stabilité structurale

2014: GC&H Grange-Verney; SNT Changins  
2015: JT Aubonne  
2016: GC&H Grange-Verney; JT Bioley-Orjulaz  
2017: SNT Agiez  
2018: JT Pampigny; SNT Senarclens  
2019: GC&H Grange-Verney; SNT Bavois  
2020: GC&H en ligne  
2021: GC&H Grange-Verney  
2022: GC&H Grange-Verney  
2023: Ca va venir...

GC&H: Grandes cultures et herbages  
JT: Journée technique  
SNT: Swiss No Till

Événements avec thématiques «Sol»

$$R_{MO/A} = \frac{\% \text{ matière organique}}{\% \text{ argile}}$$



Ratio matière organique sur argile

Vos gains de connaissances sur les sols

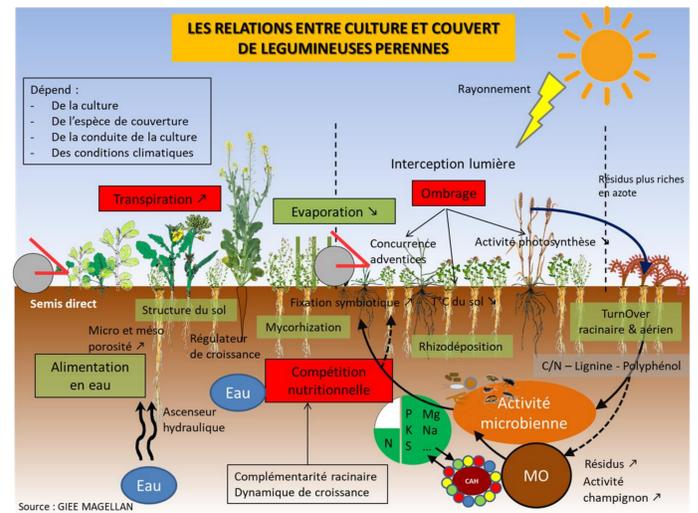
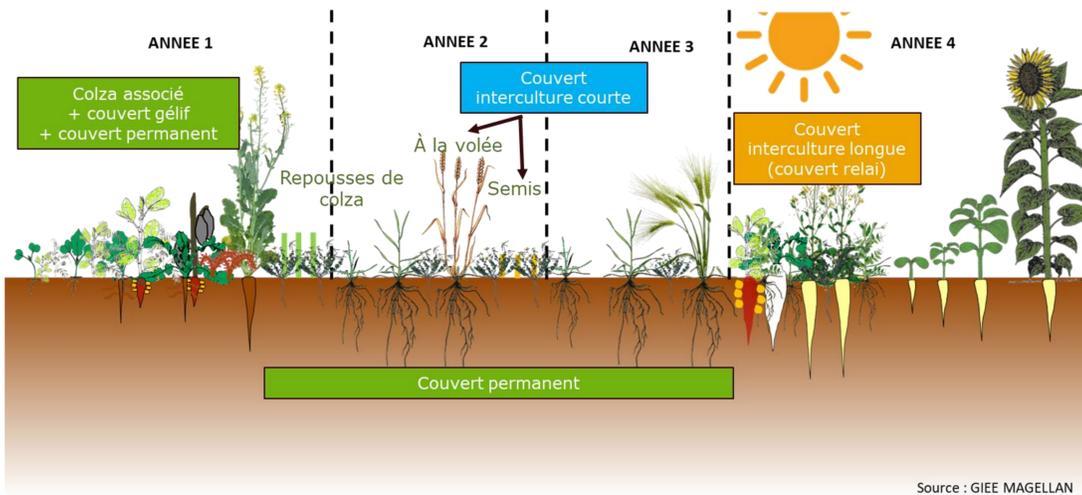






## La couverture permanente des sols avec des légumineuses

### La gestion des couverts végétaux dans le GIEE Magellan



### Les espèces utilisables

COUVERT	DOSE DE SEMIS	pH DU SOL			DUREE DU COUVERT	Racines P = Profonde I = Intermédiaire	ADAPTATION		INSTALLATION	DYNAMIQUE DE CROISSANCE				COMMENTAIRES
		< 7	7	> 7			SOL HUMIDE	SOL SEC		HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	
LUZERNE	8 à 10 kg/ha				4 à 5 ans	P			Assez rapide					Fourrage possible : Forte pousse estivale.
TREFLE BLANC	3 à 5 kg/ha				4 à 5 ans	I			Assez rapide					Fourrage possible. Météorisant.
TREFLE VIOLET	6 à 8 kg/ha				2 à 3 ans	I			Rapide					Fourrage possible.
LOTIER	8 à 10 kg/ha				3 à 4 ans	P			Assez rapide					Exportation en fourrage limitée. Non météorisant. Peu sensible sulfo.
SAINFOIN	40 à 50 kg/ha				2 à 3 ans	P			Assez rapide					Fourrage possible. Non météorisant. Intérêt en sol peu profond.
MINETTE	8 à 12 kg/ha				2 à 3 ans	I			Rapide					Intérêt en sol peu profond.
MELILOT	10 à 15 kg/ha					I			Assez rapide					Intérêt en sol pauvre en MO. Effet anti-mulot ???



### - Implantation des couverts de légumineuses pérennes



Légende :  
Pénalisation de la culture de vente  
Contrôle difficile de la légumineuse  
Difficulté d'implantation de la légumineuse

### Les bénéfices des ces couverts

