



# Les Couverts Végétaux Webinaires Conseillers



## Webinaire n°3

Jeudi 19 octobre 2023 / 9h – 11h

Couverts & régulation des adventices

Viser la biofumigation avec les couverts végétaux, comment faire ?



2<sup>ème</sup> partie

# Viser la biofumigation avec les couverts végétaux

- Comment faire ?



**Vincent Michel** (Agroscope - Suisse)  
[vincent.michel@agroscope.admin.ch](mailto:vincent.michel@agroscope.admin.ch)

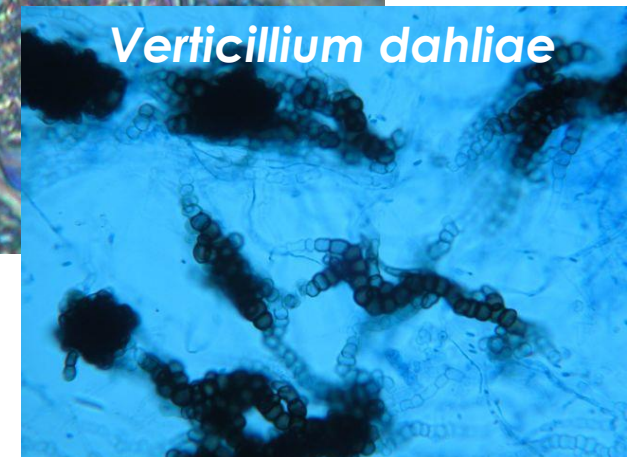
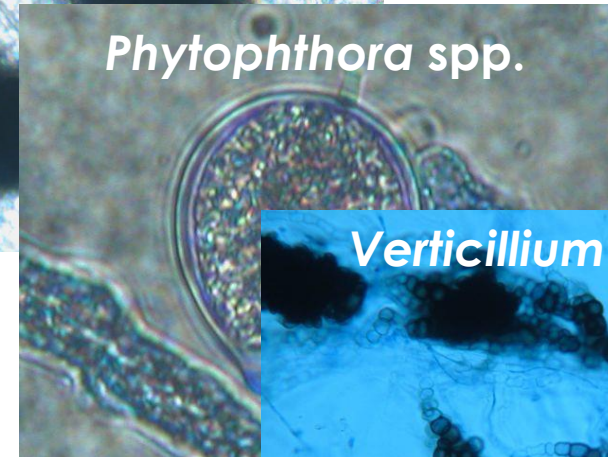
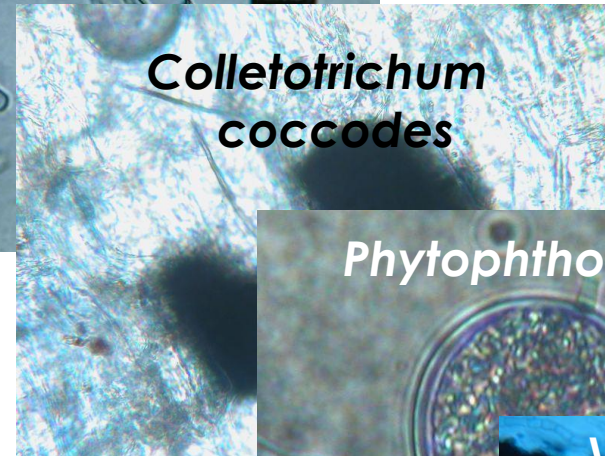


## Agroscope (Suisse)



Maladies du sol

# Activités dans . .



## 2.1- La biofumigation c'est...

- la production d'un fumigant par des plantes
- une méthode qui permet de réduire les ravageurs, les adventices et des pathogènes du sol
- un biostimulant qui fait de la fumée en se décomposant
- une méthode sur laquelle j'espère y voir plus clair avec ce webinaire !

# Biofumigation : C'est quoi ?

La biofumigation est un terme inventé à l'origine pour décrire la suppression des ravageurs et des maladies des plantes par des produits d'hydrolyse biocides, notamment les isothiocyanates (ITC), libérés par les plantes contenant des glucosinolates (GSL) dans le sol. (Kirkegaard et al., 1993)

**30 ans !**



organise la

**1<sup>ère</sup> Journée thématique PIClég  
Mardi 22 Mars 2011**

**Amphithéâtre de l'ITB,  
45 rue de Naples, Paris 8<sup>ème</sup>**

**Thème : La biofumigation**

## International Biofumigation Symposium

2004: Italie

2006: Etats-Unis

2008: Australie

2011: Canada

2014: Angleterre

2016: Afrique du Sud

~~2020: Suisse - 2021 (online)~~

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenschutz/sante-du-sol/biofumigation7symposium/program.html>

2024: Argentine (hybride)

21-25 octobre

<https://biofumigacion.ar/en/home-eng/>

## Interdiction du bromure de méthyle



Source: Gullino *et al.*, Plant Disease 87, 2003

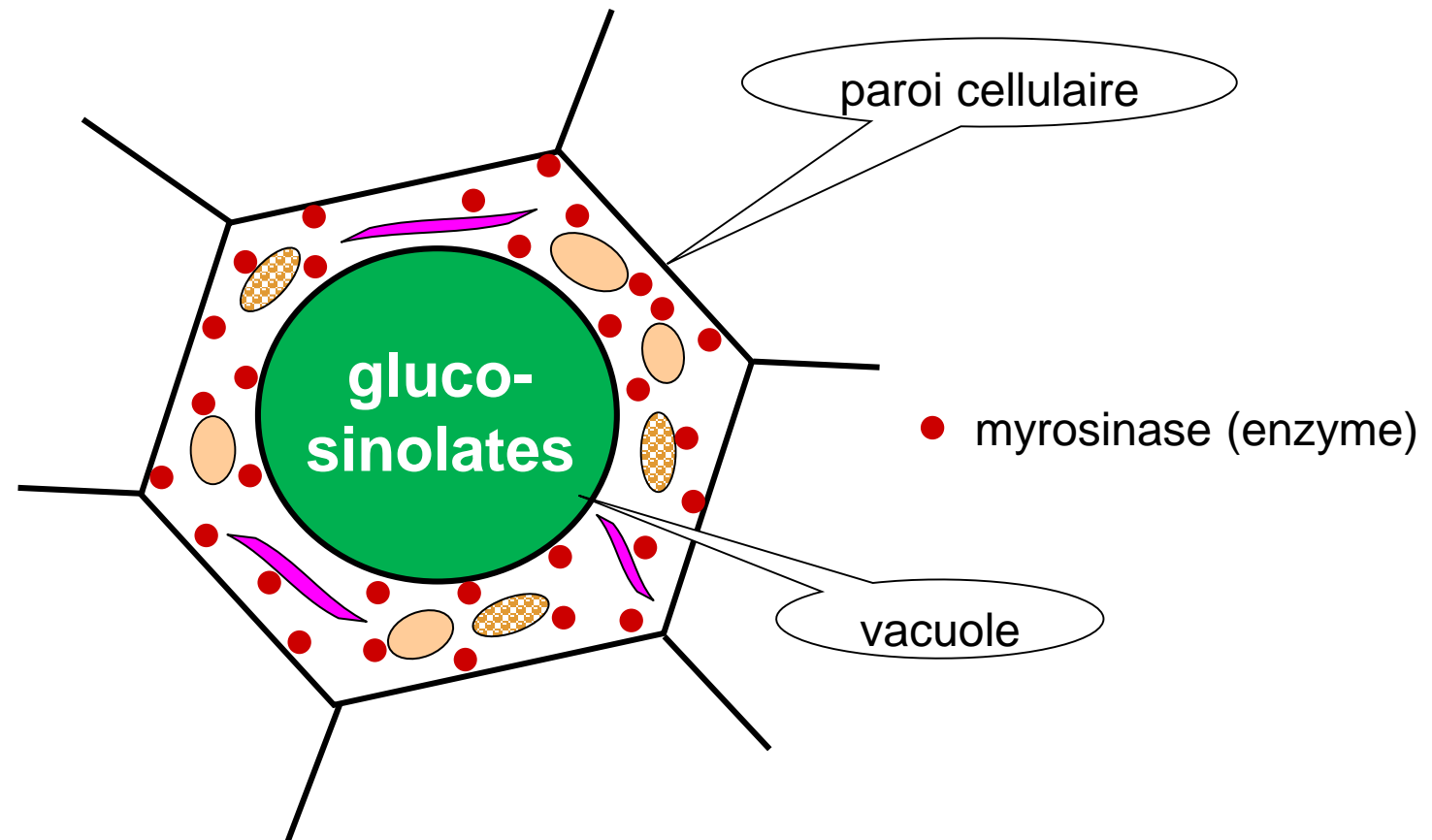
Interdit en :  
Suisse depuis 1989,  
Pays-Bas depuis 1991,  
dans les pays industrialisés depuis 2005,  
dans les pays en voie de développement depuis 2015



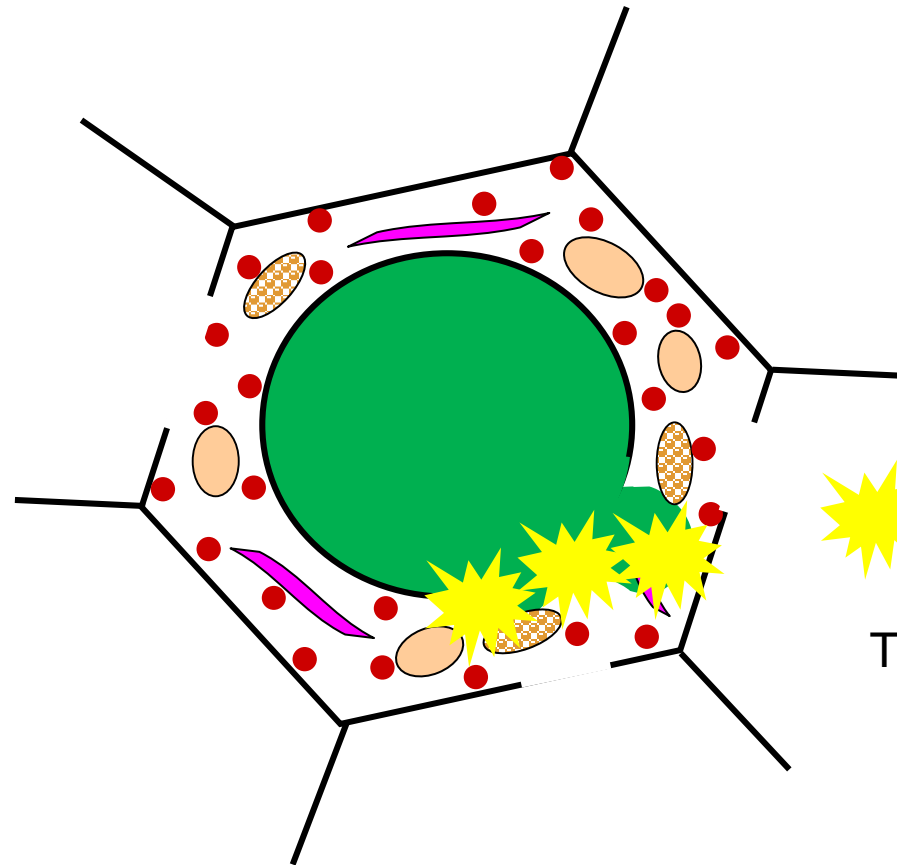
Source: Gullino *et al.*, Plant Disease 87, 2003



## Cellule de crucifère



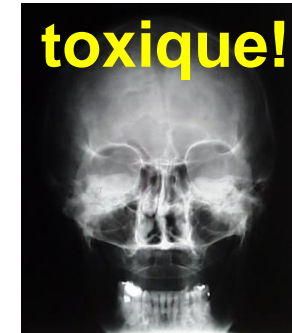
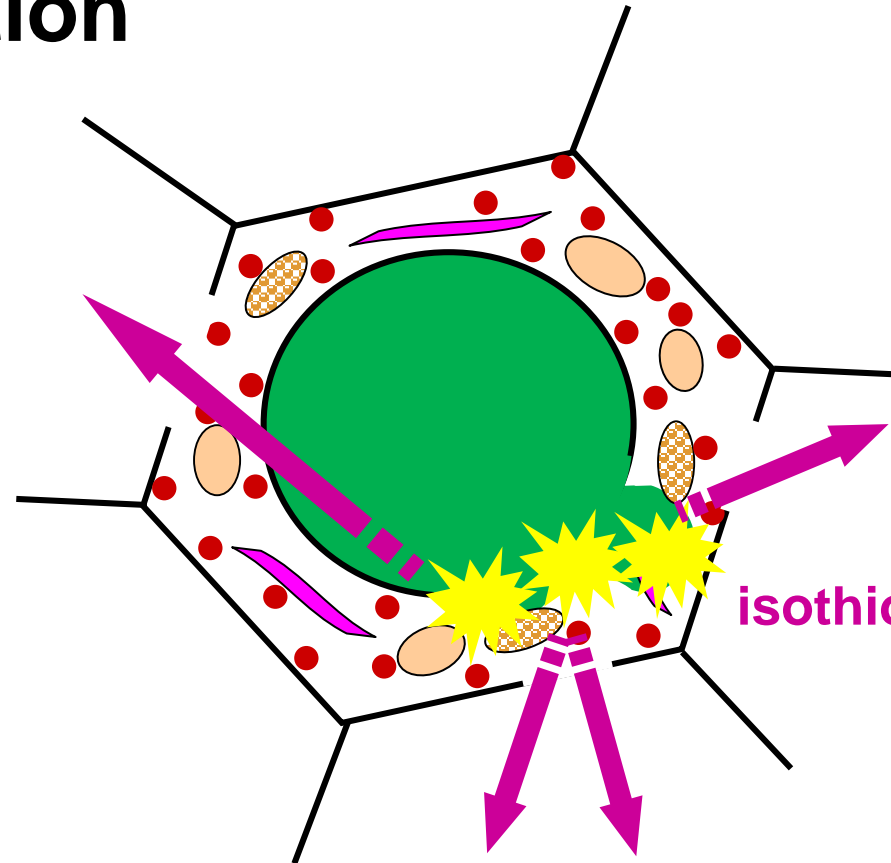
## Dégradation de la cellule



Réaction enzymatique

Transformation des glucosinolates  
en glucose, sulfate et  
**isothio- et thiocyanates (ITC)**

## Effet de fumigation



volatile

isothio- et thiocyanates (ITC)

## Vidéo biofumigation Agroscope (en français)

- [https://youtu.be/LLE00x7o8ik?si=\\_mE8TGjJd\\_4c\\_6Yb](https://youtu.be/LLE00x7o8ik?si=_mE8TGjJd_4c_6Yb)



Biofumigation Agroscope (F)

1,236 views · 8 yr ago · ...more

 agroscopevideo 3.17K

## Vidéo biofumigation Best4Soil (en français)

- <https://youtu.be/hdSiGVwWJwk?si=kq63QUwzeHkCIN3k>



**Biofumigation**  
**Informations Pratiques,**  
**Avantages et Inconvénients**

Best4Soil: Biofumigation – Informations pratiques, avantages et inconvénients

384 views · 3 yr ago · ...more

 Best4Soil Network 6.12K

# Plantes utilisées : Crucifères



**Station d'essai de ISCI Bologna  
(maintenant CREA)**



***Brassica carinata*  
(moutarde d'Abyssinie)**



***Brassica juncea*  
(moutarde brune)**



## Principe

Certaines espèces de sorgho (*Sorghum bicolor*, *Sorghum x sudan grass*) contiennent de la **dhurrine**, qui est un glucoside cyanogène et qui est transformé en cyanure d'hydrogène, une substance toxique.



**But :**  
**Production d'une grande  
quantité de substances  
toxiques**

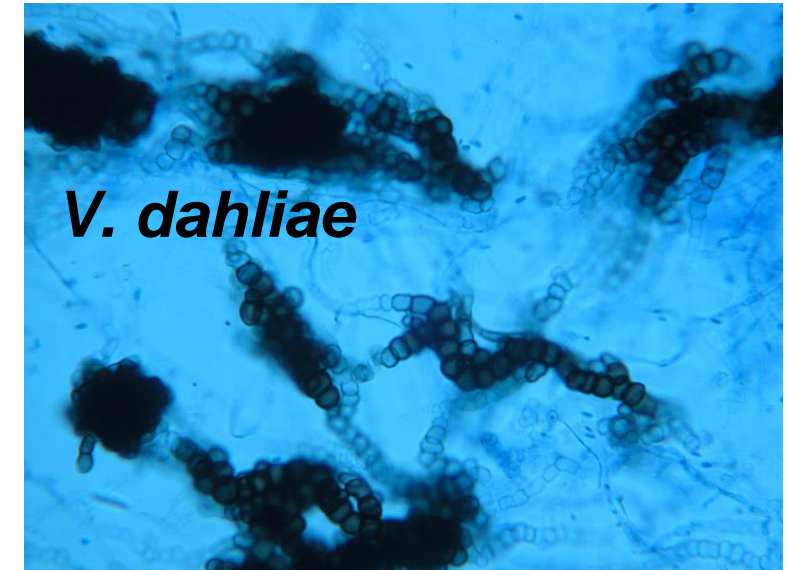
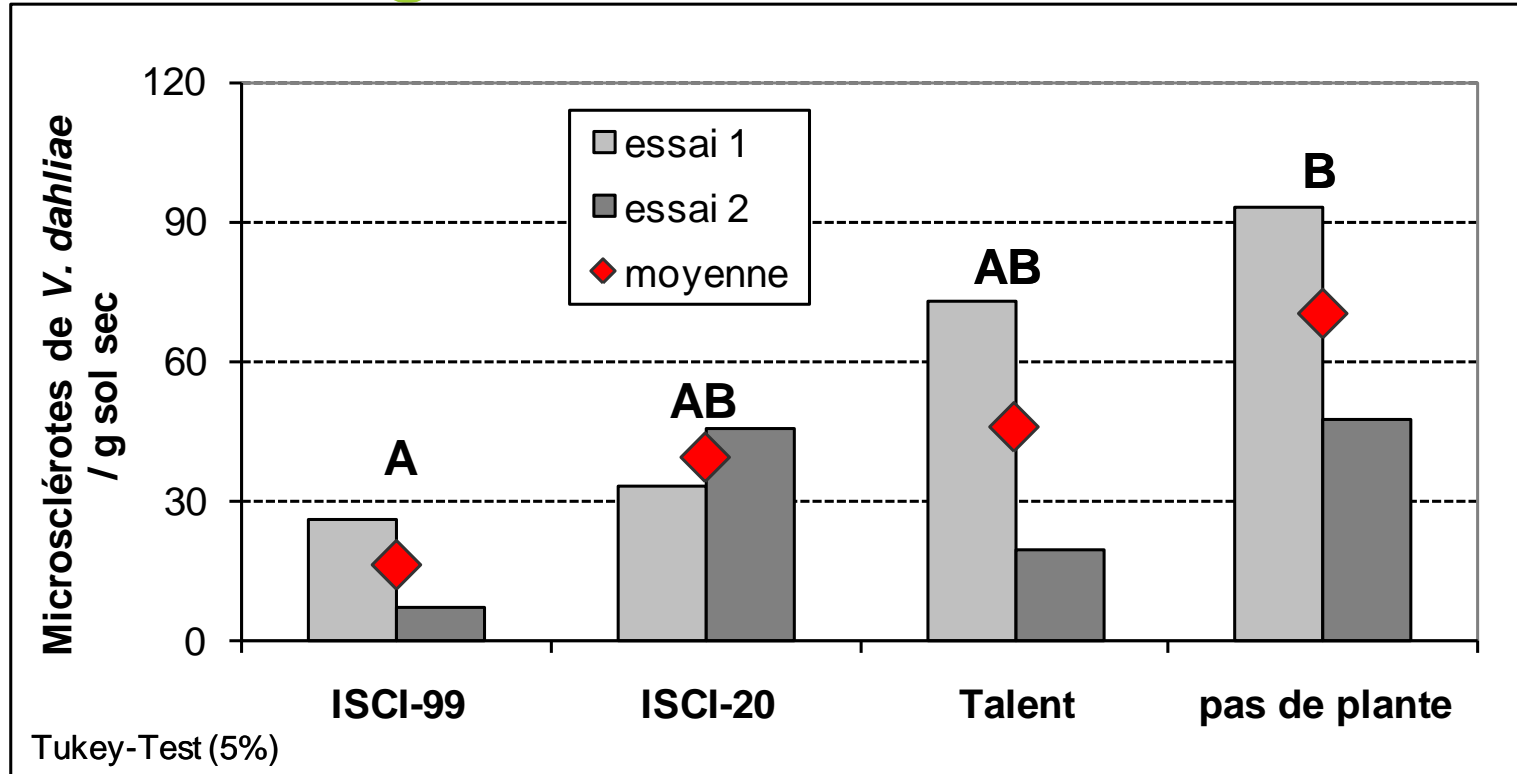
**Mélanges existent**

Mais maximum 2 espèces de  
crucifères !

## 2.2- Quelle est l'importance des variétés des plantes utilisées pour la biofumigation ?

- Pas important
- Peu important
- Très important
- Aucune idée...





ISCI-99: Moutarde brune (*Brassica juncea*), très riche en glucosinolates  
ISCI-20: Moutarde brune (*B. juncea*), riche en glucosinolates  
Talent: Colza (*B. napus*), pauvre en glucosinolates

# Variétés italiennes et française

## Caliente Brand Mustard Products

There are a range of varieties available to suit different climatic conditions, crop pests and cropping programmes.

### Caliente Brand Mustard 119

Two blends are now available:

**119 NR** - for late summer and early autumn sowing only (UK).

**119 R** - for spring, early summer and late autumn sowing (UK).

Excellent all round variety with a proven track record for all cropping areas.

Developed for the US potato market over 13 years ago, now with several years experience in the UK under various cropping conditions.

Best variety for organic systems.

Recommended seeding rate: 15 kg/ha.

### Caliente Brand Mustard 99

Hottest variety, giving the best biofumigant action due to very high levels of glucosinolates (30% more than variety 119)

Requires good growing conditions.

Fertiliser inputs and irrigation are essential to get the best from this variety. Recommended seeding rate: 10 kg/ha.

### Caliente Brand Mustard 61

Large leaved variety producing high levels of biomass.

Longer season and slowest to flower out of all mustard varieties.

Temperature sensitive, requires warmth.

Suitable for mid-summer sowings (UK).

Best variety for warmer climates (e.g. Spain, Portugal).

Requires irrigation where soil moisture is low.

Recommended seeding rate: 8 kg/ha.



## MOUTARDE BRUNE ETAMINE

Code article : 04657

REMISE VOLUME

Moutarde brune avec petit PMG et floraison très  
Moutarde avec un système racinaire ultra d  
production de biomasse. Son PMG particulière  
avec 2 à 3 kg/ha. Sa floraison très tardive évite c  
graine. Lutte contre les champignons du sol (bio

À partir de 1 Le kilo remise de 0,00 €

Conditio

Stock ar

Contactez-nous pour co

Basé sur les variétés ISCI

Soufflet agriculture (?)

# Sorgho : Aussi des variétés spécifiques

**PACIFIC SEEDS** Pacific Bio  
**Fumig8tor**  
BIOFUMIGANT

**NEW**

**PACIFIC SEEDS** CROP MANAGEMENT  
**NOTES**

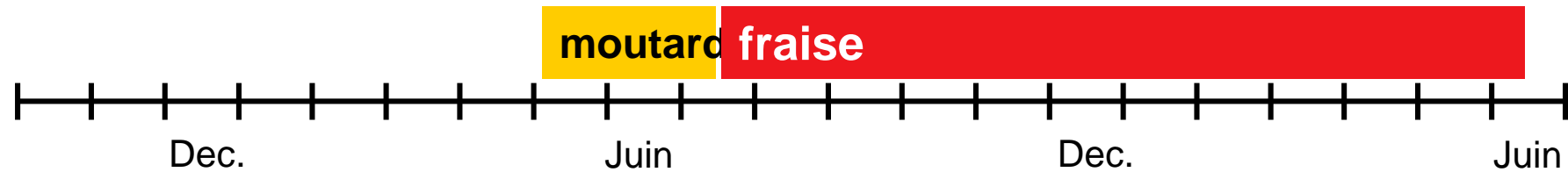
**PROVIDES SYSTEMS APPROACH TO IMPROVED SOIL HEALTH WITH IPM OPTIONS**

- Produces compounds to assist with suppression of specific species of nematodes and some soil pathogens
- Provides disease break crop option
- Provides ideal barrier crop for melons, strawberries
- Can be used as a living mulch in companion to some crops

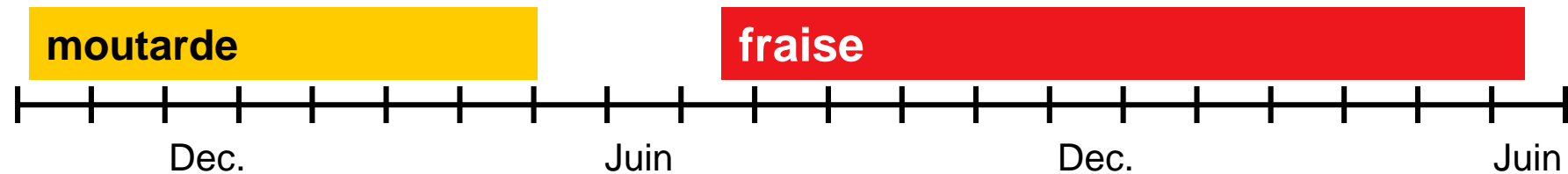
Aussi connue sous le nom Tie-Break

Attention : Ces variétés ne se prêtent pas comme fourrage pour le bétail !

## Exemple plein champ



En concurrence avec d'autres cultures (salades)



Hivernage des variétés ? (Italie: L'été est le problème, trop chaud)

## Hivernage (en Suisse)

**Etamine**

**ISCI-99**

**Printemps 2011**  
(Semis en  
automne 2010)



## Qualité de semences

### Levée rapide

- Pour concurrencer les mauvaises herbes





**Manque d'irrigation  
(sol sableux)**



## **Fertilisation avec du soufre**

Glucosinolates contiennent du soufre !

Augmentation de la teneur en glucosinolates par un facteur 4 (Recherche en Allemagne)



## **Broyage le plus fin possible (pulvérisation)**

Une rupture des cellules est très importante pour permettre la transformation des glucosinolates en isothiocyanates



## Première moitié de la floraison

Bon compromis entre quantité de matière organique et teneur en glucosinolates

**Quantité idéale est 5 kg/m<sup>2</sup>  
(en matière fraîche)**

Quantité suffisante de glucosinolate sans trop de problème lors du broyage et enfouissement

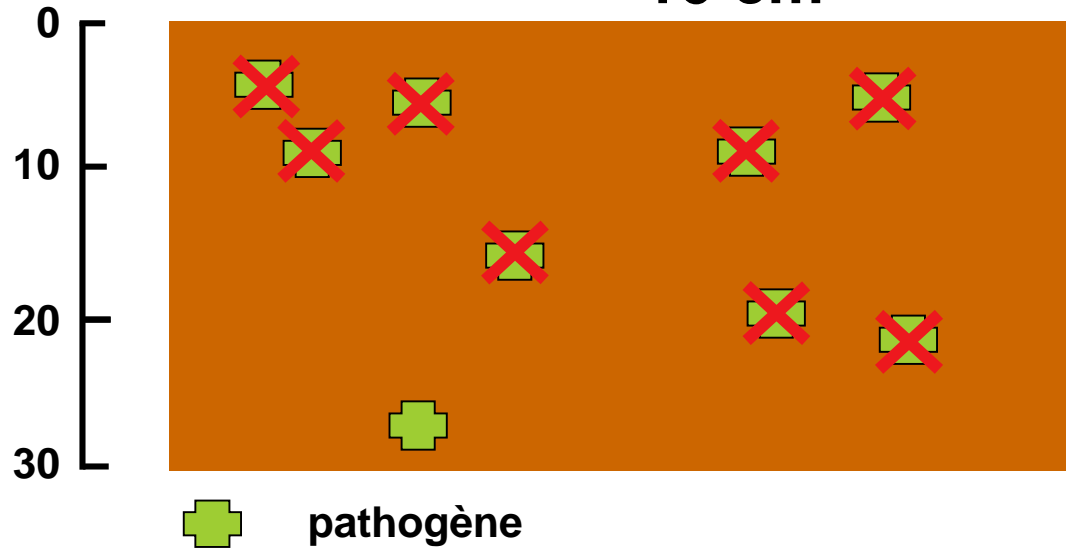


# Profondeur d'enfouissement

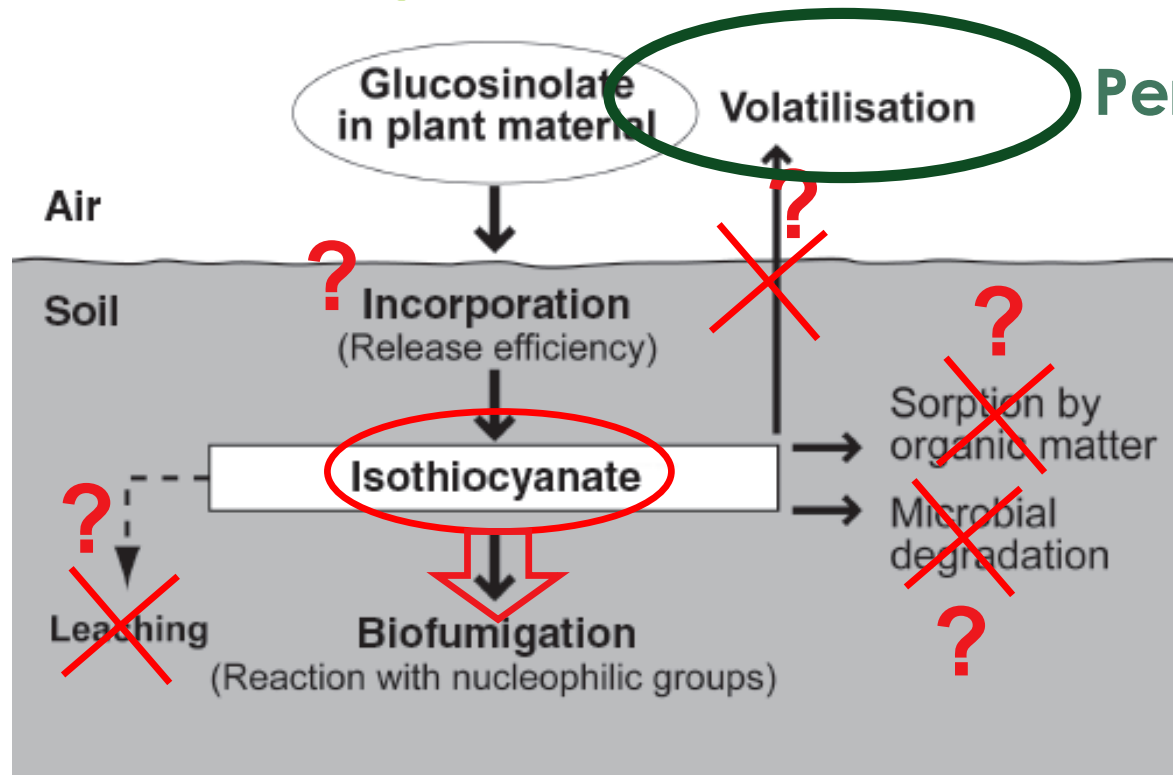


10 cm

20 cm



# Pertes

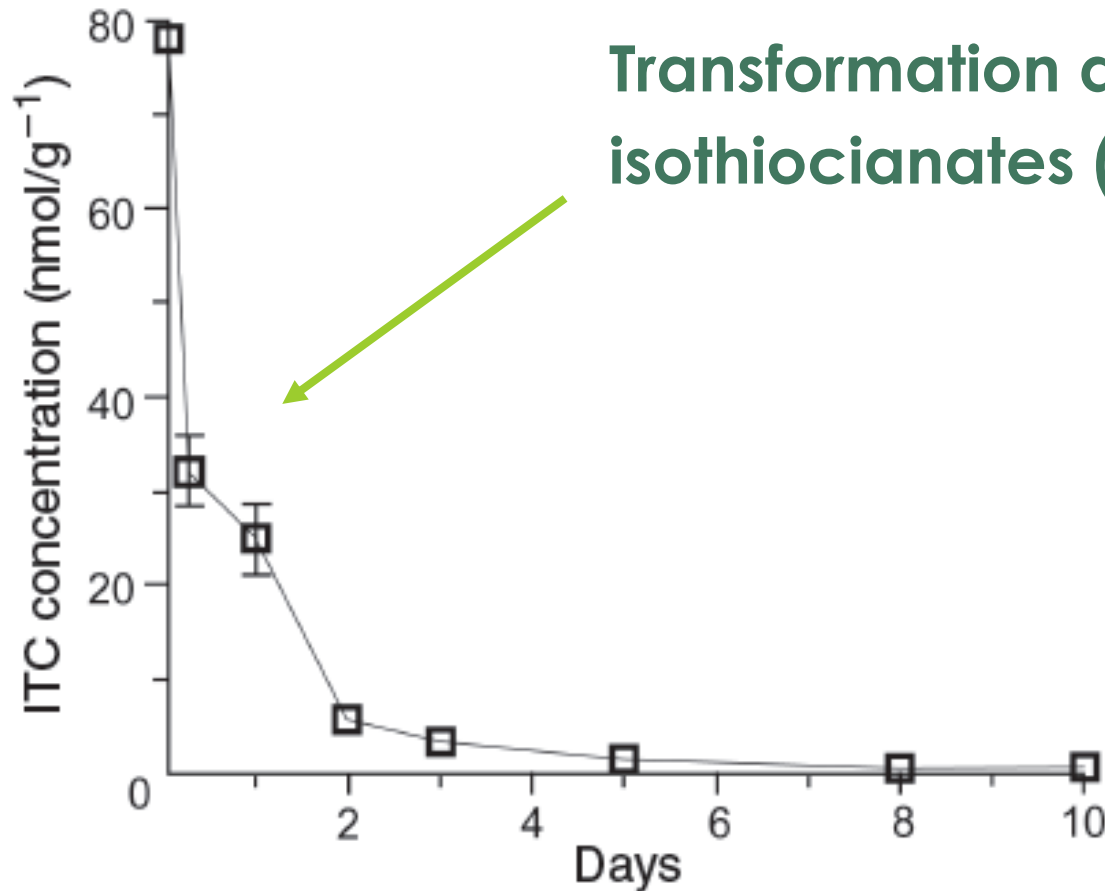


Pertes avant l'enfouissement !



John Kirkegaard, 2009, chapter 9 dans Dale Walters (ed.) Disease Control in Crops : Biological and Environmentally Friendly Approaches

# Transformation rapide



**Transformation des glucosinolates en isothiocyanates (ITC) en quelques heures !**

**Transformation a besoin :**

- Eau dans le sol (éventuellement irrigation)

**Température « élevée » :**

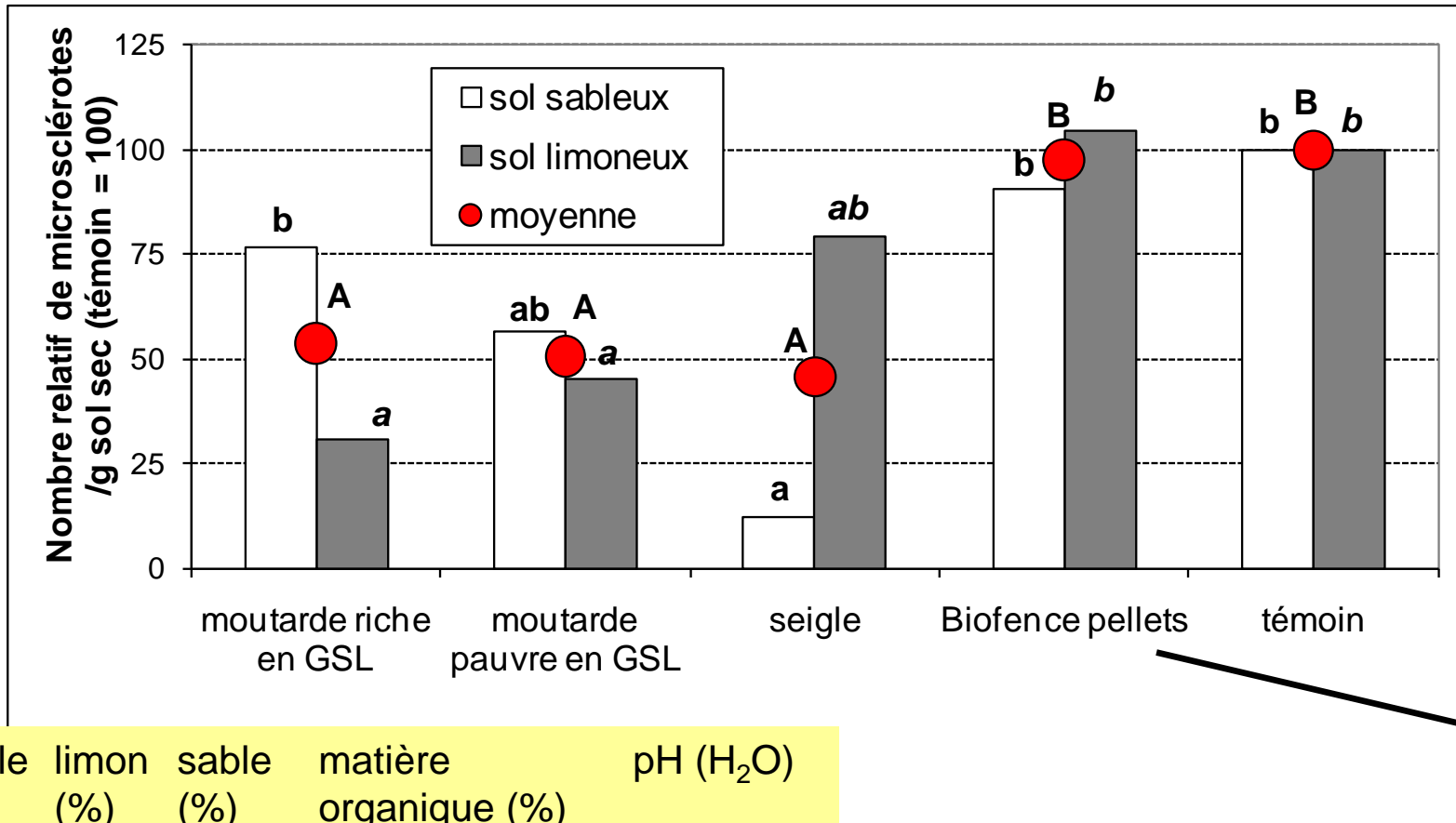
- Réaction chimique, donc influencée par la température

Source: John Kirkegaard, 2009, chapter 9 dans Dale Walters (ed.) Disease Control in Crops : Biological and Environmentally Friendly Approaches

## 2.3 - Existe-t-il des produits commerciaux issus de plantes de biofumigation ?

- Oui
- Non
- En cours de développement
- Aucune idée...

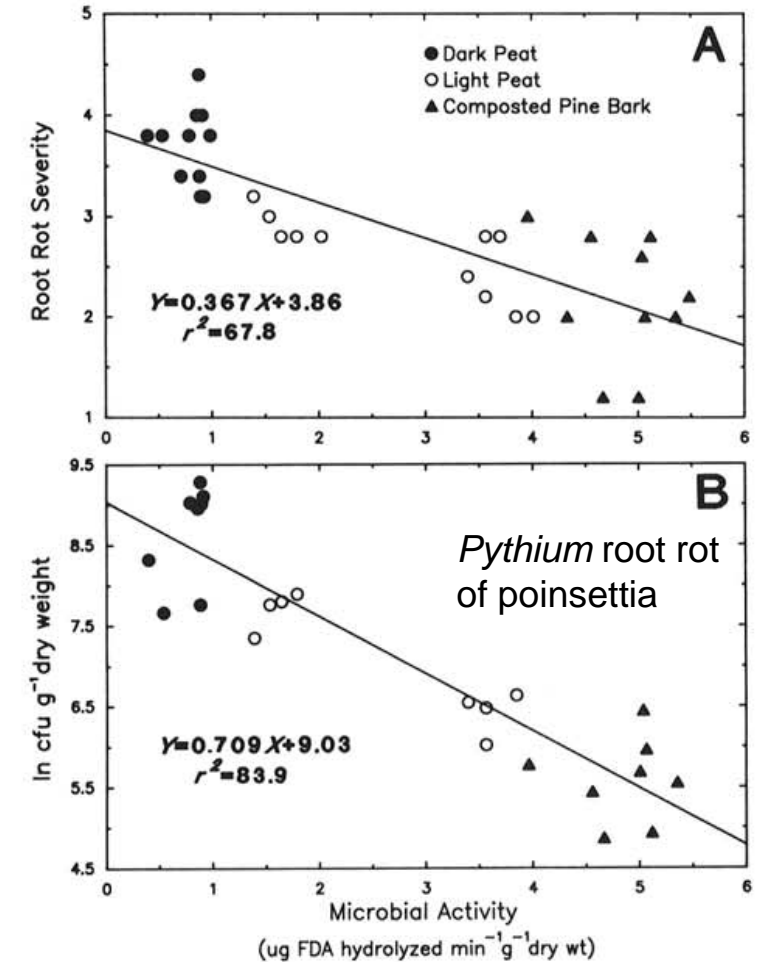
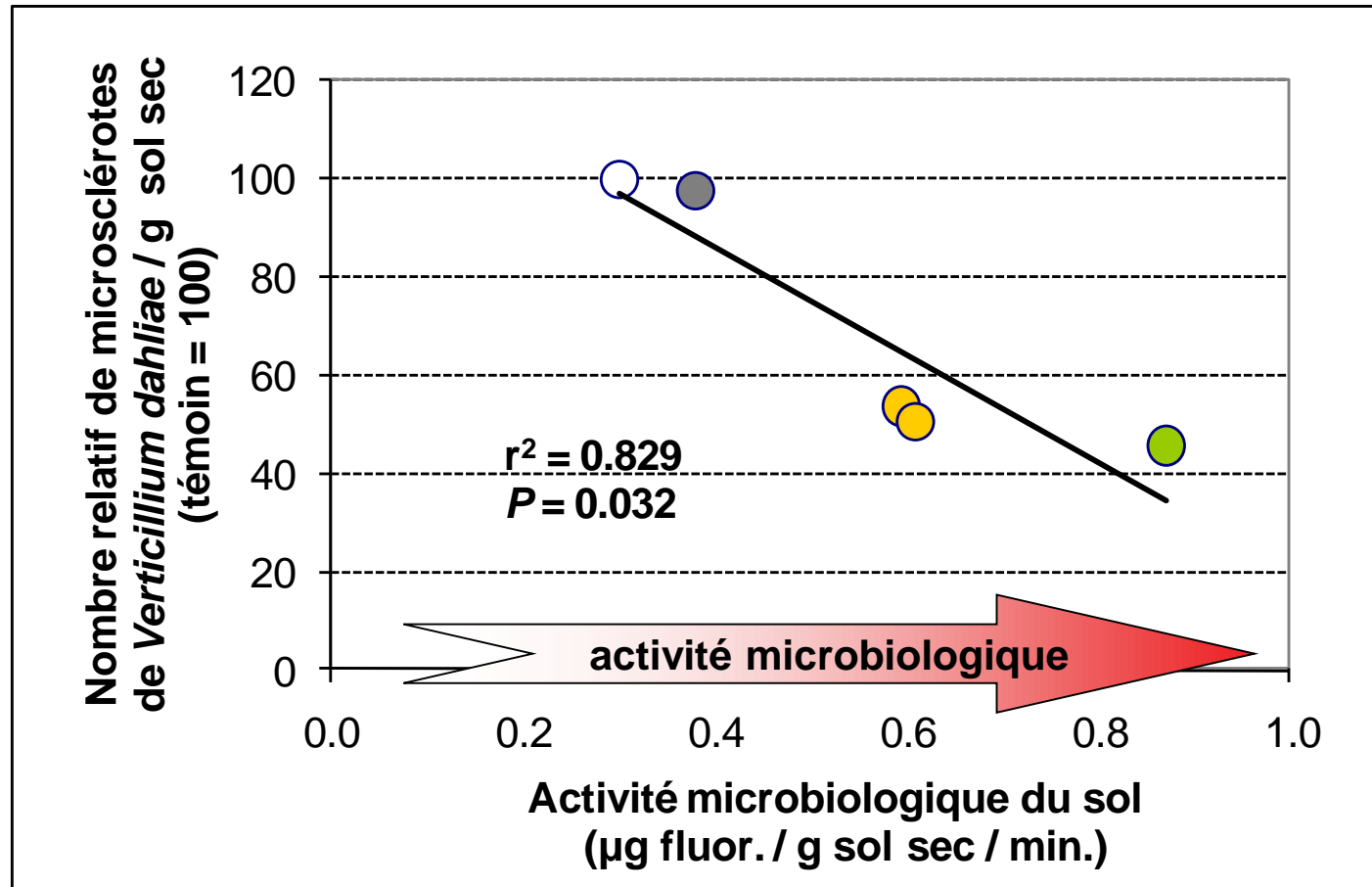
# Influence du sol



Type	argile (%)	limon (%)	sable (%)	matière organique (%)	pH (H <sub>2</sub> O)
Sableux	6,0	18,6	75,4	2,2	7,9
Limoneux	9,5	48,1	42,4	2,2	8,0



# Pas seulement un effet chimique



Source: Boehm & Hoitink, 1992, Phytopathology 82: 259-264.

# Produits « biofumigation » solides et liquides


### TAGS

nematocida triumph sementi  
biofence icl orto naturale  
orto biologico elementi nutritivi  
difesa della piante biostimolante

### INFORMAZIONI

- > Consegna
- > Note legali
- > Termini e condizioni d'uso
- > Chi siamo
- > Pagamento sicuro
- > I nostri negozi

Mostrando 1 - 4 di 4 articoli Confronta (0) >



**Biofence - pellet 25 kg**

Formulato 100% vegetale in pellet per realizzare la biofumigazione nel terreno. Nutre la pianta e riequilibra la microflora del suolo attraverso l'incremento della fertilità chimica e biologica dei terreni. Crea un ambiente sfavorevole allo sviluppo di numerosi agenti patogeni.


48,00 €

[Aggiungi al carrello](#)

[Scopri di più](#)

♥ [Aggiungi alla lista dei desideri](#)

+ [Aggiungi al comparatore](#)



**Biofence FL**

Formulato liquido 100% naturale ad elevata azione biostimolante. E' un prodotto bicomponente che sviluppa un'azione biofumigante intorno al capillizio radicale, rinforzando le difese della pianta contro l'attacco di nematodi galligeni e funghi patogeni.

195,00 €

[Aggiungi al carrello](#)

[Scopri di più](#)

♥ [Aggiungi alla lista dei desideri](#)

+ [Aggiungi al comparatore](#)

## Produits italiens

Produits similaires existaient au Canada (MustGro)

## Durée limitée

La myrosinase (enzyme)



Pellets de  
*Brassica  
carinata* 25 Kg  
PESO NETTO  
NET WEIGHT

Produit commercial en Italie

Un produit  
phytosanitaire doit  
être homologué !

engrais  
organique

produit  
phytosanitaire !

**BioFence**  
THE NATURAL INNOVATION

**CONTROLS** soil pathogens in a natural way  
**BALANCES** soil microflora  
**FERTILIZES** plants with unbleaching nitrogen and available phosphorus

The Biofumigation is a new technique to incorporate in the soil a high concentration of natural volatile compounds against pathogens and nematodes.

BioFence is a revolutionary product, latest discovery among the biofumigants. (Pat. Req.)

BioFence is not a simple natural fertilizer but a revolutionary product for improving the whole soil fertility.

**100% vegetable**

**ADMITTED IN ORGANIC FARMING**

**THE BIOFUMIGATION PROCESS**

BioFence releases in soil ISOTHIOCYANATES, natural - volatile compounds with high toxicity against fungi, nematodes, wireworms and many other soil pathogens, but also selectivity for useful organisms (e.g. TRICHODERMA).

MYROSINASE + GLUCOSINOLATE → MYROSINASE + GLUCOSINOLATE → D-GLUCOSE + ISOTHIOCYANATES (BIOMASS) + NITRILE

In presence of water, Myrosinase + Glucosinolates reaction produces biofumigants.

**THE BIOFUMIGATION BENEFITS**

**ORGANIC MATTER IMPROVEMENT**  
**SOIL PATHOGENS SUPPRESSION**  
**WEED CONTROL**

- Green beans: Pythium, Rhizoctonia, Sclerotinia minor
- Potato: Verticillium, Sclerotinia minor, Wireworms
- Lettuce: Pythium, Sclerotinia minor
- Tomato, Melon, Squash: Root knot Nematodes
- Lettuce: Wireworms
- Sugar beet, Carrots: Cyst Nematodes

**THE NUTRITIONAL BENEFITS**

TOMATO - marketable output (MT/ha)

Fertilizer	Output (MT/ha)
Mineral Fertilizer	75.7
BioFence	81.0

BioFence is a natural high quality fertilizer. It supplies UNBLEACHING NITROGEN with a releasing time of 8 - 12 weeks and PHOSPHORUS TOTALLY AVAILABLE for the plant..

Used in pre - planting, it prepares a healthier soil for a better plant growth.

ORGANIC NITROGEN	6%
AVAILABLE PHOSPHORUS	3%
ORGANIC CARBON	45%

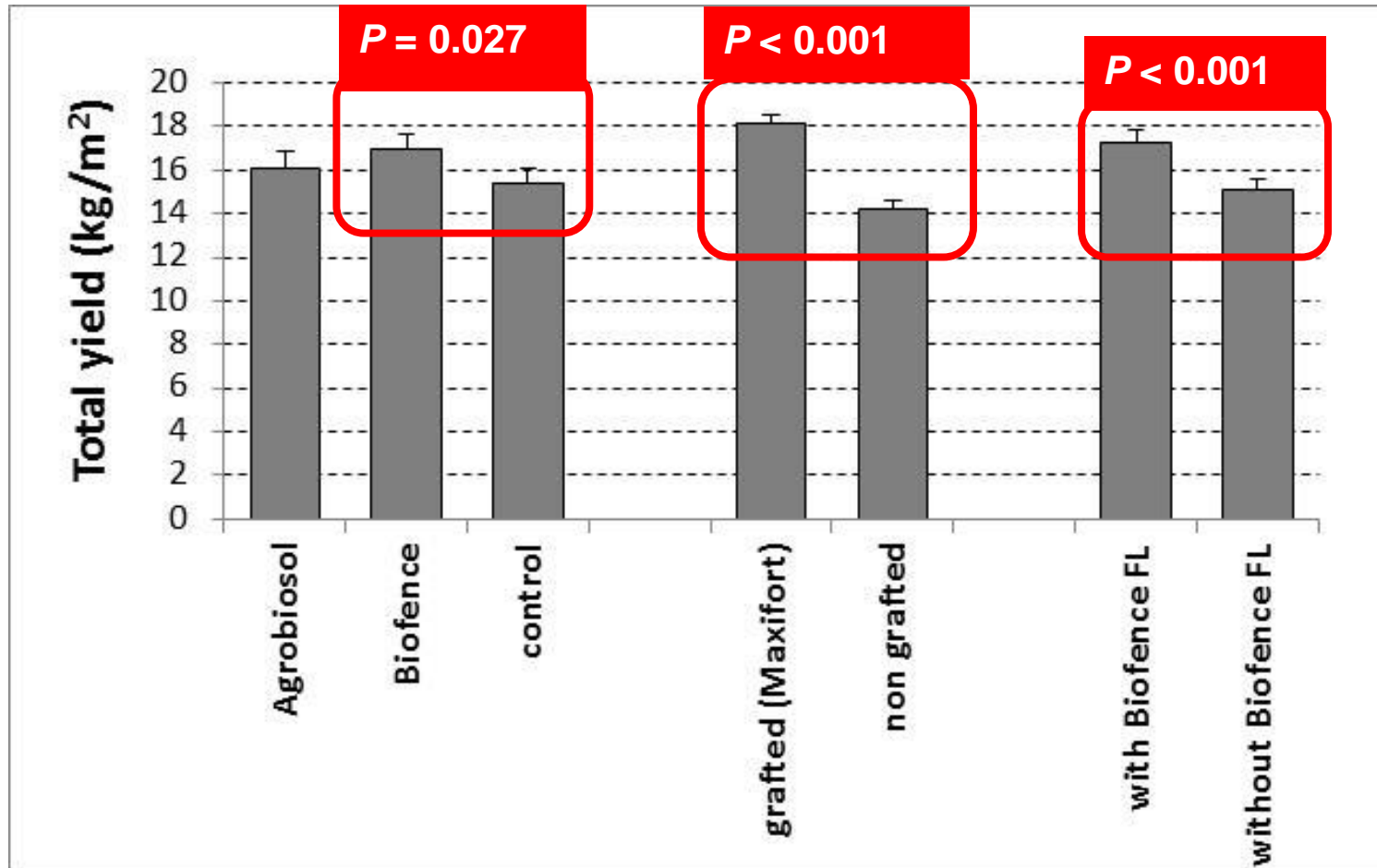




## Tomates sous serres

Une application par mois

# Effet sur le rendement (yield)



Un seul essai

Pas de  
continuation  
(produits  
illégaux)

- **Effet fumigation (chimique)**

- Large spectre (non spécifique)
- Méthode naturelle, donc possible en culture bio

- **Effet plante (biologique)**

- Augmentation de l'activité biologique du sol
- Amélioration de la structure du sol
- Diminution du lessivage de nitrate
- Certaines suppression de mauvaises herbes

- **Effet fumigation (chimique)**

- Toxicité non-spécifique (vers de terre)
- Quantités souvent insuffisantes pour lutter contre certains pathogènes

- **Effet plante (biologique)**

- Place dans une rotation de culture dans la production maraîchère (plante hôte d'un nombre de pathogènes)
- Durée de la culture (prend la place d'une autre culture)

## Présentation lors du symposium Biofumigation en 2011



Présentation de Robert (Bob) Larkin au Biofumigation 7 Symposium

**L'utilisation de rotations de cultures, couverts végétaux et engrais verts pour la suppression des maladies dans la production de pomme de terre**

(Titre original: Use of rotations, cover crops, and green manures for disease suppression in potato cropping systems)

Présentation en anglais avec des **sous-titres en français**

<https://youtu.be/4VyBfgKLIYw?si=iA2bev9bOQTfqaq2>

**Bob Larkin avec sous-titres français**

27 views · 2 yr ago ↻ ...more

Bob Larkin a conclu son exposé par les recommandations suivantes :

- La santé du sol est le plus fortement favorisée par les plantes de biofumigation.
- L'effet des engrais verts (avec incorporation) est toujours plus important que celui des cultures intermédiaires (sans incorporation).
- Ces mesures ne suffisent pas à elles seules à éradiquer totalement les agents pathogènes présents dans le sol, elles doivent être complétées par d'autres méthodes.

## L'espace sous serres est très cher !

- **Importation des plantes produites à l'extérieur**
  - Sous forme d'ensilage
  - Sous forme de foin
- **Avantages**
  - N'occupe pas la serre
  - Quantité utilisée illimitée
  - Moment de l'utilisation flexible
- **Désavantages**
  - Ensilage: Acidification, donc un pH bas. Dans ces conditions, il n'y a plus de formation de isothiocyanates
  - Foin: Grande perte des feuilles, qui contiennent une grande partie des glucosinolates





**Merci pour votre attention**

**Vincent Michel**

[vincent.michel@agroscope.admin.ch](mailto:vincent.michel@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement  
sain

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)