

# La biofumigation des sols en horticulture

Préparé par : Denis Langlois, agr.



## À propos de la Biofumigation

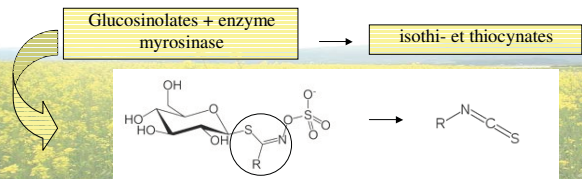
- Méthode visant à réduire le nombre de pathogènes (dont *Verticillium* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. et *Rhizoctonia* spp), de certains ravageurs (comme le nématode) et la banque de semence de mauvaises herbes dans les sols
- Utilisation de plantes riches en glucosinolates comme les crucifères (choux, moutarde, radis, ...)

## Plan de présentation

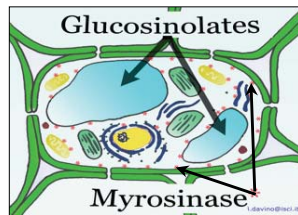
- La biofumigation, qu'est-ce ?
- Comment faire
- Survol des essais IO
- Questions

## À propos de la Biofumigation

- Les glucosinolates et leurs produits d'hydrolyse sont connus pour leurs propriétés fongicides et bactéricides



## À propos de la Biofumigation

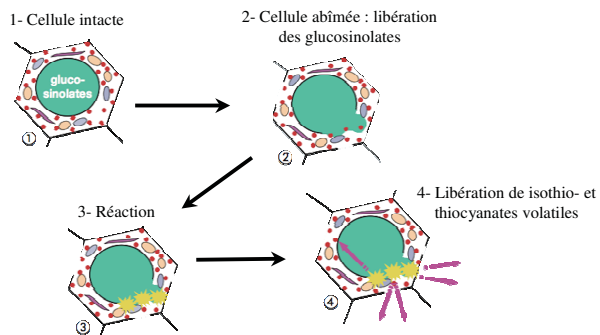


Le couple substrat-enzyme glucosinolate-myrosinase dans les cellules intacts

## Comment faire ?



## À propos de la Biofumigation



## Les 3 facteurs de réussite

1. Choix des plantes
2. Obtention d'une biomasse optimale  
> régie de culture
3. T° et humidité lors de l'enfouissement

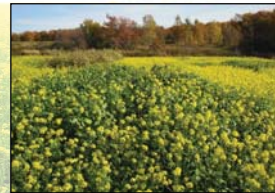
## Choix des plantes



- ✓ Plantes à teneur élevée en glucosinolates
- ✓ Moutarde brune à privilégier (sinigrine vs sinalbine)

## Régie

- Contrôle des mauvaises herbes  
> faux-semis
- Viser la biomasse optimale
- Incorporation en pleine floraison



Variétés ISCI (institut de recherche sur les plantes industrielles de Bologne, Italie)

Nom de la variété	Nom du mélange	Teneur en glucosinolates	Composé principal	Caractéristiques commerciales
B. juncea ISC-20	Callente C-119	Élevé	Sinigrine	- Versatile, s'adapte à plusieurs conditions de culture - À privilégier pour les régies biologiques
B. juncea ISC-61	C-61	Élevé	Sinigrine	- Rustique, floraison tardive, très bonne biomasse - Préfère des conditions chaudes (semis tardif ou été)
B. juncea ISC-99	C-199	Très élevé (25% >C-119)	Sinigrine	- Haut niveau de glucosinolates - Plus délicate à cultiver (nécessite une bonne régie)
E. sativa cv Nemat	Nemat	Élevé	Érucine et Raphanine	- Culture piège contre le nématode - Meilleure biomasse si fauchée 1 fois au cours de la croissance

## Semis

- Hersage léger
- Semis superficiel
- Taux de semis  
> Entre 6 et 12 lbs/acre selon variété
- Conditions climatiques  
> Sol humide, T° selon variété utilisée
- Rouleau ou irrigation pour germination  
> Favorise levée uniforme

## Fertilisation

Si fertilisation biologique :

- Apport adéquat de fumier, lisier ou compost (valorise bien les fumiers)

Si fertilisation minérale :

- Azote (100-110 lbs\acre) à la volée
- > Fractionnement 50-50 (semis / stade 2-3 feuilles)
- Soufre (N:S ~ 5:1) pourrait augmenter le rendement et la teneur en glucosinolates

## Incorporation / enfouissement

- 80% des gaz volatiles et toxiques seraient produits dans les 20 premières minutes
- Incorporation à une profondeur de 15 cm immédiatement après le broyage pour maximiser l'effet fumigant
- Éviter des semis menant à une incorporation trop tardive : à  $T^{\circ} < 15^{\circ}\text{C}$ , la libération des gaz ralentit jusqu'à perdre son efficacité sous les  $10^{\circ}\text{C}$

## Incorporation / Enfouissement

- Incorporation en pleine floraison
- Broyage fin avant l'enfouissement
- Incorporation immédiate après le broyage



## Incorporation / enfouissement

- Si le sol est sèche, l'irrigation est nécessaire pour permettre la réaction de libération des substances volatiles (hydrolyse)
- Sceller la surface (bâche, passage d'un rouleau ou autre) pourrait maximiser l'effet fumigant

## Survol des essais de l'Île-d'Orléans



## Les essais

Essai 1 : Évaluer 4 précédents culturaux (3 biofumigants et avoine) et 2 temps de pose du paillis de plastique noir

Sur plastique : 2 sites / 2 ans (2008-2010)

Essai 2 : Évaluer 6 précédents culturaux (5 biofumigants et avoine) avec 2 enfouissements

Rangs nattés : 1 site / culture de rotation en 2008- culture de fraises en 2009

## Partenaires

Réseau de Lutte intégrée Orléans (RLIO)

- Jean Coulombe, M.Sc., agr., responsable projet ; Denis Langlois, agr., et Patrice Thibault, agr., conseiller des essais au champ

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

- Richard Hogue, Ph.D., conseiller scientifique et responsable analyses des pathogènes fongiques ; Thomas Jeanne, attaché de recherche.

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) St-Jean-sur-Richelieu

- Guy Bélair, Ph.D. et Nathalie Dauphinais, M.Sc., responsable analyses nématodes des lésions

Fertibec inc.

- Jean-Luc Yelle, responsable de la sélection des plantes biofumigantes

Autres partenaires

- Ferme Onésime Pouliot, Ferme Léonce Plante et Ferme Emmanuel Lemelin

- M. Louis Charbonneau de Plastitice

Projet réalisé grâce à la participation financière du MAPAQ (PSIH).

## Objectifs

- Calcul de la biomasse et acclimatation des plantes sélectionnées (RLIO-Jean Coulombe)
- Décompte des nématodes (Équipe de Guy Bélair, AAC)
- Détection des champignons et pathogènes du sol et des tissus de fraisier par analyses d'amplification PCR (Équipe de Richard Hogue, IRDA)

## Survol des observations

- Comportement semblable entre les moutardes brunes, avec meilleurs potentiels de biomasse et d'impact pour C-61
- Roquette *E. sativa* cv. Nemat > seule ou en mélange produit une biomasse significativement inférieure
- Nématodes : effet trappe de *E. sativa* observé, conforme à la littérature
- L'enfouissement des plantes utilisées modifie le profil des populations fongiques du sol, avec effet biofumigant inconstant
- Paillis de plastique >
  - semble retenir les composés volatiles toxiques
  - T° sous le paillis insuffisantes pour solarisation
- La date de pose de plastique peut modifier l'effet des enfouissements sur les populations fongiques





Réseau de lutte intégrée  
Orléans inc.

## La biofumigation des sols en horticulture

Par Denis Langlois, agr.

La problématique de contrôle des organismes nuisibles du sol touche de nombreuses cultures horticoles. Des organismes tels que *Verticillium*, *Rhizoctonia* ou *Sclerotinia* peuvent apporter de réelles complications à la production. D'une part, les moyens de lutte culturels comme l'usage des rotations ou de variétés résistantes ont leurs limites. D'autre part, le recours répétitif à des fumigants chimiques non-sélectifs, n'est pas sans conséquence pour l'entreprise et pour l'environnement. En ce sens, la biofumigation peut s'avérer un atout dans une approche intégrée et durable.

La biofumigation est basée sur l'utilisation de plantes riches en glucosinolates, qui appartiennent principalement à la famille des crucifères. Lors de la décomposition de ces plantes, les glucosinolates sont transformés en isothi- et thiocynates sous l'action de l'enzyme myrosinase. Les isothi- et thiocynates sont volatiles et toxiques pour certains organismes du sol.

L'amélioration des méthodes de biofumigation fait l'objet de nombreux essais à travers le monde. La réussite est d'abord liée à la sensibilité des organismes visés. À l'Île-d'Orléans, l'effet de la biofumigation contre certains pathogènes du sol a été testé dans une série d'essais. En général, l'enfouissement en vert de crucifères apporte une réduction des populations de nématodes des lésions et de l'incidence de la verticilliose. L'efficacité de la méthode dépend ensuite de l'application de conditions permettant d'obtenir un effet maximal des plantes biofumigantes lors de l'enfouissement.

Pour faire de la biofumigation une pratique utile, la combinaison de trois facteurs est à retenir : le choix de plantes riches en glucosinolates, une régie adéquate permettant un enfouissement optimal et des conditions d'humidité et de chaleur permettant la transformation des glucosinolates en gaz toxiques.

En général, les variétés de moutarde brune sont à privilégier pour leur teneur en sinigrine, un glucosinolate avec un bon potentiel de libération de gaz biofumigants. Des variétés sélectionnées pour la biofumigation par l'ISCI (un institut de recherche sur les plantes industrielles situé à Bologne, Italie), sont commercialisées en mélange sous le nom Caliente.

La régie doit viser l'atteinte de la biomasse maximale (taux de semis, fertilisation et contrôle des mauvaises herbes). Le stade optimal pour l'incorporation est la pleine floraison. Il faut alors broyer la culture et l'incorporer dans le sol immédiatement. Si le sol est sèche, une irrigation est nécessaire pour permettre la réaction de libération des substances volatiles. Il faut éviter des semis menant à une incorporation trop tardive : à des températures sous les 15°C, la libération des gaz est trop ralentie pour être efficace.

En terminant, rappelons que l'approche offre un potentiel non seulement pour l'agriculture conventionnelle mais également pour l'agriculture biologique et pour les cultures horticoles sous grands tunnels dont la technologie est en plein essor au Québec.