

2012

Effets suppressifs contre les maladies de l'incorporation de composts dans les sols.



Tuteurs : Jean-Charles Michel et Patrice Cannavo

Auteur : Laure Priou, option GDV à Agrocampus-Ouest Centre d'Angers

Introduction

I) Les principales maladies curées par l'incorporation de compost dans les sols

- 1) Maladies telluriques
- 2) Maladies foliaires

II) Les mécanismes en jeu dans l'effet suppressif des composts

- 1) Compétition
- 2) Antibiose
- 3) Hyperparasitisme
- 4) Induction d'une résistance systémique sur la plante

III) Optimisation de l'effet suppressif des composts :

- 1) Les étapes de la fabrication d'un compost suppressif
- 2) Quantification de l'effet suppressif
- 3) Les méthodes d'inoculation permettant d'augmenter le potentiel suppressif
- 4) L'optimisation du potentiel suppressif du compost s'accompagne de méthodes culturales adaptées

IV) Les composts disponibles commercialement

- 1) Le compost biochar
- 2) Les composts à base de fumier animal
- 3) les composts de vers de terre

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Durant des années, les amendements organiques couplés à des rotations de culture étaient les principales méthodes de fertilisation et de contrôle des maladies des sols (Baker et Cook, 1974). Ces pratiques ont été remplacées par l'utilisation d'importantes quantités de fertilisants azotés synthétiques et de pesticides stérilisant les sols à bas prix au début du 20ème siècle. Or, la recolonisation des plantes par les agents pathogènes peut avoir des impacts significativement négatifs sur le rendement des cultures en l'absence d'agents de bio contrôle (De Ceuster et Hoitink, 1999). En effet, les pertes dues à des maladies du sol dans les serres, pépinières et cultures peuvent atteindre des milliers de dollars par demi-hectare annuellement. De plus, les nouveaux objectifs définis par le Plan Ecophyto 2018 concernant la réduction de moitié des pesticides montrent l'intérêt de se pencher de nouveau sur ces méthodes ancestrales, et d'en optimiser les effets bénéfiques. Quelles sont les maladies potentiellement curables par les composts ? Par quels mécanismes ? Comment optimiser le potentiel suppressif des composts ?

Cette synthèse propose de répondre à ces différents points en abordant tout d'abord les principales maladies supprimées par l'incorporation de composts, puis les différents mécanismes en jeu, pour enfin s'intéresser particulièrement à l'optimisation de l'effet suppressif et les composts suppressifs disponibles commercialement.

I) Les principales maladies curées par l'incorporation de compost dans les sols

De nombreuses études basées sur l'incorporation de composts dans les substrats ont démontré un effet suppressif des composts sur les maladies du sol telles la fonte des semis (causée le plus souvent par le champignon *Pythium ultimum*, cf figure 1) ou la pourriture des racines (*Rhizoctonia solani*) comme sur les maladies foliaires telles flétrissement ou jaunissement des feuilles (*Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*).

1) Maladies telluriques

Le premier rapport sur la suppression des maladies causées par le sol par l'application de compost d'écorces d'arbres vient de « Oregon state University » (Houck, 1962). Dans les années 1980, des études ont montré que les résidus de composts biologique ont supprimé par

exemple *Phytophthora cinnamomi* et *Rhizoctonia solani* dans beaucoup de cultures (Hoitink *et al.*, 1980).

De plus, il semble que la nature du compost ait des effets différents sur la suppression des maladies : Hadar et Mandelbaum (1986) ont montré que le compost de racines de réglisse a permis de supprimer la fonte des semis causée par *Pythium alphanidermatum* sur concombre. Dans les années 1990 les effets suppressifs de maladies par des composts de boues d'eaux usées étaient remarqués par Lumsden *et al.* (1983) pour la pourriture, *Rhizoctonia* sur haricots, coton, radis et pour la pourriture du collet par *Phytophthora* sur piment. Généralement, les composts ont des effets suppressifs en plein champ plus légers et variables que les effets notés en pot, d'après Fuchs (2003). Il précise qu'un champ amendé régulièrement par du compost présente une résistance durable aux agents pathogène nettement supérieure (cf figure 2). Il note également que les effets suppressifs de composts sont généralement plus manifestes dans des sols utilisés de manière intensive et biologiquement déséquilibrés.

Enfin, plusieurs maladies du gazon ont été supprimées par le terreautage avec du compost telles la Fusariose, (*Microdochium nivale*), la maladie du fil rouge (*Laetisaria fuciformis*), la fonte des semis (*Pythium graminicola*), les plaques brunes (*Rhizoctonia solani*), les taches en dollar (*Sclerotinia homoeocarpa*) ou la moisissure des neiges (*Typhula ishikariensis*), (Noble *et Coventry*, 2005).

2) Maladies foliaires

En 1996, des chercheurs de l'université d'Ohio (Zhang, Dick *et Hoitink H.*, 1996) montrent pour la première fois qu'il existe un lien direct entre le milieu de croissance des racines et la suppression d'une maladie sur les feuilles : des plants de concombres qui ont poussé dans un mélange contenant du compost d'écorce expriment moins de symptômes à la maladie *Anthraxose* par rapport à d'autres ayant poussé dans une tourbe âgée. Lumsden *et al.* (1983) montrent l'effet suppressif de composts de boues usées sur l'attaque de *Sclerotinia* sur laitues ou encore le *Fusarium* sur concombre. L'efficacité du thé de compost a également été démontrée pour supprimer une gamme de maladies foliaires. Il est produit en mélangeant le compost avec de l'eau, en le laissant incuber durant une période définie, en l'aérant ou non et en ajoutant selon le cas des additifs permettant l'augmentation de la population microbienne (Scheuerell *et Mahaffee*, 2004).

II) Les mécanismes en jeu dans l'effet suppressif des composts

La stérilisation des matériaux compostés entraîne généralement une perte de suppressivité des maladies, ce qui indique que les mécanismes sont principalement biologiques, bien que des facteurs physiques et chimiques soient également impliqués (Noble et Coventry, 2005). Les amendements de compost stimulent des microorganismes édaphiques qui contribuent à l'activité suppressive de sols à travers 4 mécanismes de contrôle : l'antibiose, la compétition, la prédation hyperparasite et l'induction de système de résistance acquise dans les plantes hôtes (Lockwood, 1988).

1) Compétition

Les microorganismes bénéfiques du sol sont en concurrence avec des organismes pathogènes comme *Pythium* ou *Phytophthora* pour les nutriments, les sites d'infection, et certains facteurs environnementaux comme l'oxygène et l'espace (Baker and Cook, 1974). Fuchs, (2002) qualifie ce mécanisme de quantitatif, principalement dû à la quantité très importante de microorganismes qui concurrencent par leur nombre les agents pathogènes.

2) Antibiose

C'est un mécanisme d'inhibition de la croissance d'un organisme par un métabolite (semblable à un antibiotique) produit par un autre organisme. Des exemples de maladies contrôlées par ce mécanisme sont : *Armillaria mellea* contrôlé par *Trichoderma viride*, *Pythium* et *Rhizoctonia* par *Pseudomonas fluorescens*, ou encore *Agrobacterium tumefaciens* (galle du collet) par *Agrobacterium radiobacter*. (Baker et Cook, 1974).

L'exemple commercial le plus répandu est l'utilisation de la souche 84 d'*Agrobacterium radiobacter*, qui produit de grandes quantités d'agrocine, pour contrôler la galle du collet, maladie causant des dégâts importants en arboriculture (Zinati, 2005).

Les chercheurs Aryantha et Guest (2006) ont isolé des bactéries et des champignons de fumier composté de poulet, de mouton, de vache et de cheval et étudié pour chaque isolat leur capacité à supprimer *Phytophthora cinnamomi* dans une double-culture in vitro. 25% des isolats ont significativement inhibé la croissance de *Phytophthora cinnamomi* sur les plaques. Les microbes inhibiteurs incluent 24 champignons (y compris *Trichoderma sp.*, *Gliocladium penicillioides* et *Fusarium sp.*), 0 Actinomycètes, 7 *Pseudomonas* fluorescentes et 4 endospores de bactéries (*Bacillus sp.*). Le mode d'action le plus fréquent était l'antibiose bien qu'un peu de mycoparasitisme a aussi été observé.

3) Hyperparasitisme

Le mécanisme de prédation hyperparasite par des champignons provoque des lyses ou des morts cellulaires chez les organismes pathogènes des plantes. Par exemple, les microorganismes *Trichoderma*, présents dans des composts à base de déchets ligneux, sont considérés comme des parasites prédominants de champignons (Kuter *et al.*, 1983 ; Nelson *et al.*, 1983 ; Hoitink et Fahy 1986). Un autre exemple est l'effet de *Rhizoctonia solani* sur *Pythium* (Butler, 1957).

Des microorganismes spécifiques attaquent et se nourrissent des organismes pathogènes ce qui aide à prévenir le *Rhizoctonia* et le *Fusarium*, par mycoparasitisme (Hoitink et al, 2006). L'étude de Aryantha et Guest (2006) met en évidence un exemple de mycoparasitisme avec un isolat de *Trichoderma*. On observe la croissance d'hyphes parallèles, l'enroulement de ces hyphes, la formation d'appressoriums et la pénétration directe sur l'agent pathogène *Phytophthora cinnamomi*.

La prédation hyperparasite et l'antibiose sont décrites comme une suppression qualitative selon Fuchs (2002). Elle est due à moins de microorganismes, mais qui se révèlent des antagonistes plus efficaces, étant sélectionnés naturellement pendant le processus de compostage.

4) Induction d'une résistance systémique sur la plante

L'amélioration des caractéristiques chimiques, physiques et biologiques des sols par des amendements de compost créent de meilleures conditions de croissance pour les plantes. Ces dernières sont ainsi moins stressées, ce qui les rend plus résistantes aux maladies. Ce mécanisme est un effet suppressif indirect (Fuchs, 2003).

Ce mécanisme active la production d'acide salicylique et d'autres composés qui conduisent la plante à une résistance systémique à certains pathogènes, tel l'*Antrachnose* sur concombres (Hoitink *et al.*, 1997). D'autres études ont montré que l'activité peroxydase, une enzyme associée à des mécanismes de protection contre le stress, était en plus grande quantité dans des feuilles de concombre fortifiées biologiquement que d'autres plantées en tourbes. De plus, l'activité d'une enzyme de défense contre les pathogènes après inoculation par des agents infectieux augmente plus rapidement dans des plantes en compost que dans d'autres en tourbe ou compost stérilisé (Hoitink *et al.*, 1997)

Des chercheurs ont montré que des microorganismes spécifiques doivent être présents autour des racines pour déclencher la production de protéines à l'intérieur de la plante, formant une barrière physique au site d'infection au moment de l'attaque : c'est une résistance systémique induite (Hoitink *et al*, 2006). Krause *et al* (2003) montrent que les microorganismes les plus efficaces dans l'induction de résistance sont des souches de *Bacillus* et *Trichoderma*.

Ces mécanismes, notamment les micro-organismes antagonistes impliqués dans la suppression des maladies, ne sont pas entièrement compris. Le profilage physiologique et l'utilisation de techniques à base d'ADN telles que l'électrophorèse sur gel peuvent conduire à une meilleure compréhension de l'évolution des communautés microbiennes associées au contrôle des maladies résultant de l'amendement de compost dans le sol, le sable ou la tourbe.

III) Optimisation de l'effet suppressif des composts :

1) Les étapes de la fabrication d'un compost suppressif

Il y a habituellement trois étapes dans le compostage. La première dure un ou deux jours à température très haute, jusqu'à 70°. Durant cette phase se produit une hygiénisation naturelle. Ensuite le matériel connaît une étape de maturation plusieurs semaines entre 45 et 65°. Un curage final, à température légèrement plus élevée que l'air ambiant, permet de stabiliser la décomposition des matériaux. Ce sont ces températures élevées qui permettent d'éliminer les organismes pathogènes responsables des maladies des plantes (Bollen, Volker et Wijnen, 1989). La période de curage est également primordiale pour le développement d'une microflore active : plusieurs microorganismes parasites des organismes pathogènes tels *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Streptomyces* ou *Trichoderma*, nommés agents de biocontrôle, colonisent alors le matériel. Un film d'eau maintenu à la surface des piles de compost pendant le curage permet aussi une meilleure colonisation par les microorganismes, notamment les bactéries. En effet, un compost trop sec (moins de 35% en eau) est propice aux maladies de *Pythium* (Hoitink, Stone, Han, 1997). Les composts perdent leur potentiel suppressif s'ils sont traités à la chaleur, car leur microflore est détruite. (Fuchs, 2002).

Les composts produits de cette manière sont généralement suppressifs au *Pythium* et *Phytophthora* car la quantité et la variété de microorganismes présents dans le compost créent une compétition qui empêche les organismes pathogènes de sporuler ou d'infecter les racines

des cultures. Il est plus difficile de stimuler la suppression naturelle de *Rhizoctonia*, qui peut survivre dans la matière organique fraîche et éviter la compétition (Keener, Hoitink, 2001).

Les composts produits près de forêt permettent une meilleure colonisation par *Trichoderma* (Kutter et Al., 1983)

2) Quantification de l'effet suppressif

De manière générale, les effets suppressifs des maladies par les composts augmentent avec la quantité de compost utilisée. (Noble et Coventry, 2005).

Comme le résume Larbi (2006) dans ses travaux, l'efficacité des composts sur la suppression des maladies peut être estimée en mesurant l'activité microbienne de ceux-ci. Il existe une corrélation entre l'activité microbienne, mesurée grâce à la vitesse d'hydrolyse de di-acétate fluorescent (FDA) par un large spectre d'enzymes, et le pouvoir suppressif d'un compost. La fluctuation au niveau de l'hydrolyse de FDA s'explique concrètement par l'activité de décomposition des microorganismes hébergés dans les composts et varie selon leur degré de maturation. Dans un compost facilement biodégradable (à base de fumiers, boues d'épuration), l'hydrolyse de FDA induit une suppression des maladies du sol même à de faibles taux. En revanche, des composts ligneux (à base d'écorce de pin par exemple) doivent être couplés à une activité microbienne importante pour induire un effet suppressif, précise Zinati (2005).

3) Les méthodes d'inoculation permettant d'augmenter le potentiel suppressif

L'inoculation des composts avec des agents de lutte biologique peut améliorer l'efficacité et la fiabilité du contrôle de la maladie (Noble et Coventry, 2005). Comme évoqué antérieurement, 11 microorganismes concernant essentiellement des souches de *Bacillus* et *Trichoderma* (cf figure 3) incorporés dans des composts optimisent le potentiel suppressif sur maladies de feuillage (Horst et al, 2005).

4) L'optimisation du potentiel suppressif du compost s'accompagne de méthodes culturales adaptées

Le compost n'est pas un produit miracles éliminant les pathogènes, c'est pourquoi il est important d'intégrer l'utilisation de compost dans le concept de production. Au moins 20 % de compost est normalement requis dans les mélanges pour avoir des effets suppressifs

notoires, et plus particulièrement dans ceux à base de tourbe, très humides et favorisant l'apparition de moisissures (Fuchs, 2003).

Le compost a besoin d'oxygène pour que la microflore active se développe correctement, et n'est donc pas compatible avec un labour profond. Il est préférable d'éviter le traitement à la vapeur des sols dans les cultures maraichères qui rend les sols microbiologiquement inactifs, favorables au développement d'agents pathogènes. En revanche, incorporer directement après traitement du compost permet de pallier à ces effets défavorables (Fuchs, 2005).

Des techniques permettant d'augmenter le contrôle des maladies lorsqu'il y a déjà présence de microorganismes sont la rotation des cultures, l'ajout d'amendements stimulants les microorganismes, la modification du pH en défaveur des agents pathogènes, la modification de la structure du sol et son aération, une meilleure gestion de l'irrigation pour maintenir une humidité favorable aux antagonistes efficaces (Zinati, 2005).

IV) Les composts disponibles commercialement

De nombreux composts sont disponibles commercialement, à savoir des fumiers, des lisiers, des fientes compostés, du compost vert (exclusivement broyats de tailles et tontes, issus de l'entretien des espaces verts), du compost de fermentescibles, du compost végétal (plus large que le compost vert), du compost végétal mélangé à du compost animal, du lombricompost, du compost de marc de raisin...

La plupart sont soumis à des réglementations très strictes garantissant leur qualité (exemple des normes NFU des composts de boues urbaines).

Une étude réalisée par Termorshuizen *et al* (2006) constituait à expérimenter 18 composts différents (composts d'eaux usées municipales, de déchets verts, d'écorces, de paille...) sur 7 maladies pathogènes. Sur les 120 essais réalisés, seuls 3% ont montré une augmentation des effets néfastes des pathogènes, contre plus de 50% qui ont montré un effet bénéfique. En général, l'effet suppressif était plus important lorsque le compost était mixte (avec ajout de tourbe) que lorsqu'il était pur. Nous développerons seulement quelques exemples ci-dessous.

1) Le compost biochar

Dans les années 1980, une société privée a inventé une méthode pour produire un compost biochar, rapidement décomposable via une réaction exothermique. Sous conditions aérobies, le groupe Bacilles devenu prédominant dans la production d'antibiotiques efficaces pour la

suppression des maladies des racines et l'inhibition de la croissance de certaines maladies telluriques telles *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, et *Fusarium*. A l'heure actuelle, ce compost biochar a été vendu comme un fongicide biologique. Après cet exemple, différents types de compost organique à base de d'autres animaux excréments et de charbon de bois ont été vendus dans le commerce (Ogawa et Okimori, 2010).

2) Les composts à base de fumier animal

Des tests ont été menés par Aryantha, Cross, et Guest en 2000 sur l'incorporation de fumiers d'animaux frais et compostés dans du terreau pour observer l'effet suppressif de la pourriture des racines (*Phytophthora cinnamomi*) sur *Lupinus albus*. Il s'avère que le fumier de poulet (disponible commercialement à 15% vol/vol), qu'il soit frais ou composté depuis au moins 5 semaines, a significativement réduit les effets de l'agent pathogène sur les plantules de lupin. En particulier, il a permis de stimuler la formation d'endospores de bactéries, facteur fortement associé à la survie des plantules. Or, cette capacité à stimuler une activité biologique soutenue est le facteur clé dans la suppression de la maladie causée par *Phytophthora*. Cependant, il convient de réaliser des études spécifiques pour chaque culture, car certains composts se révèlent phytotoxiques selon la dose utilisée.

3) les composts de vers de terre

Des essais en pot avec *Phytophthora*, *Fusarium oxysporum* et nématodes à galles *Meloidogyne* sur la tomate, *Plasmodiophora brassicae* et *Heterodera schachtii* sur le chou ont révélé un effet suppressif du compost de vers de terre sur les champignons pathogènes, mais pas pour les nématodes parasites. L'efficacité du compost dépend du taux d'amendement du substrat (Szczech *et al*, 1993).

Conclusion

En résumé, la plupart des composts peuvent prévenir la pourriture des racines, quelques composts peuvent prévenir la fonte des semis et peu de composts peuvent prévenir les maladies de feuillage (Hoitink *et al*, 2006). L'avantage d'utiliser des composts pour contrôler les maladies est qu'un compost a généralement un effet suppressif sur les maladies pathogènes ou pas d'effet du tout, mais rarement un effet d'augmentation de celles-ci, en plus

de ces avantages de fertilisation et de structuration du sol (Termoshuizen, 2006). Le problème majeur qui se pose est la stabilité et donc la qualité des composts proposés dans le commerce, et l'adaptation du type de compost au type de culture (Kupper et Fuchs, 2007). Des recherches sont encore à mener pour optimiser l'effet d'induction de résistance sur les cultures, l'utilisation de composts comme fongicides foliaires ou encore l'inoculation d'agents de bio-contrôle (Fuchs, 2003).

Références bibliographiques

Aryantha I., Cross R., et Guest D. (2000). Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in Potting Mixes Amended with Uncomposted and Composted Animal Manures. *Phytopathology*, 90, pp. 775-782

Aryantha I., Guest D. (2006). Mycoparasitic and Antagonistic Inhibition on *Phytophthora cinnamomi* Rands by Microbial Agents Isolated from Manure Composts. *Plant Pathology*, 5, pp. 291-298

Baker K., Cook R. (1974). *Biological Control of Plant Pathogens*.

Bollen G., Volker D., Wijnen A. (1989). Inactivation of soil-born Plant Pathogens during small-scale composting of crop residues. *Netherlands J Plant Pathology*, 95, pp. 19-30

Butler E. (1957). *Rhizoctonia solani* as a parasite of fungi. *Mycologia*, 49, pp. 354-373

De Ceuster T., Hoitink H. (1999). Prospects for composts and biocontrol agents as substitutes for methyl bromide in biological control of plant diseases. *Compost Science*, 7, pp. 6-10

Fuchs J. (2002). Practical use of quality compost for plant health and vitality improvement. In *Microbiology of Composting*. S. Klammer.

Fuchs J. (2003). Le compost de qualité au service de la santé des plantes. *Alter-Agri*, 61, pp. 7-9

Hadar Y., Mandelbaum R. (1986). Suppression of *Pythium apharnidermatum* damping-off in container media containing composted liquorice roots. *Crop Protection*, 5, pp. 88-92

Hoitink H. *et al.* (2006). Systemic Resistance Induced by *Trichoderma* spp.: Interactions Between the Host, the Pathogen, the Biocontrol Agent, and Soil Organic Matter Quality. *Phytopathology*, 96, pp. 186-1897

Hoitink H. *et al.* (1980). Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties. *Plant disease*, 64, pp. 142-147

Hoitink H., Fahy P. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. *Phytopathology*, 24, pp. 93-114

Hoitink H. *et al.* (1997). Making compost to suppress plant disease. *BioCycle*, 38, pp. 40-42

Horst *et al.* (2005). Suppression of Botrytis Blight of Begonia by *Trichoderma hamatum* 382 in Peat and Compost-Amended potting mixes. *Plant Diseases*, 89, pp. 195-200

Houck L. (1962). Factors influencing development and control of *Phytophthora fragariae*, the cause of red stele disease of strawberries. Oregon State University.

Khan *et al.* (2004). Systemic Resistance Induced by *Trichoderma hamatum* 382 in Cucumber Against *Phytophthora* Crown Rot and Leaf Bright. *Plant Diseases*, 88, pp. 280-286

Keener H., Dick W., Hoitink H. (2001). Composting and Beneficial Utilization of Composted By-Product Materials. Soil Science Soc America.

Krause M *et al.* (2003). Isolation and characterization of Rhizobacteria from Composts That Suppress the Severity of Bacterial Leaf Spot of Radish. *Phytopathology*, 93, pp. 1292-1300

Kupper T., Fuchs J. (2007). Compost et digestat en Suisse. Étude n° 2 : Influences des composts et des digestats sur l'environnement, la fertilité des sols et la santé des plantes. Connaissance de l'environnement no 0743. Office fédéral de l'environnement, Berne (Suisse), pp. 49-124.

Larby M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Docteur ès Sciences, Faculté des Sciences de l'Université, Neuchâtel.

Lockwood J. (1988). Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. *Phytopathology*, 26, pp. 93-121

Lumsden R. *et al.* (1983). Effect of composted sewage sludge on several soilborne pathogens and diseases. *Phytopathology*, 73, pp. 1543-1548

Nelson E. *et al.* (1983). Effects of fungal antagonists and compost age on suppression of rhizoctonia damping-off in container media amended with composted hardwood bark. *Phytopathology*, 73, pp. 1457-1462

Noble R., Coventry E. (2005). Suppression of soil-born disease. *Biocontrol Science and Technology*, 15, pp.3-20

Ogawa M., Okimori Y. (2010). Pioneering works in biochar research, Japan. *Australian Journal of Soil Research*, 48, pp. 489–500

Scheuerell S., Mahaffee W. (2004). Compost Tea as a Container Medium Drench for Suppressing Seedling Damping-Off Caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology*, 94 No.11, pp. 1156-1163

Szczec M *et al.* (1993). Suppressive Effect of a Commercial Earthworm Compost on Some Root Infecting Pathogens of Cabbage and Tomato. *Biological Agriculture Horticulture*, 10, pp. 47-52

Termorshuizen A. *et al.* (2006). Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: Variability in pathogen response. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, pp. 2461-2477

Zhang W., Dick W., Hoitink H. (1996). Compost-Induced Systemic Acquired Resistance in Cucumber to *Pythium* Root Rot and Anthracnose. *Phytopathology*, 86, pp. 1066-1070

Zinati G. (2005). Compost in the 20th Century: A tool to control Plant Diseases in Nursery and Vegetables Crops. *HortTechnology*, 15, pp. 61-66

Annexes

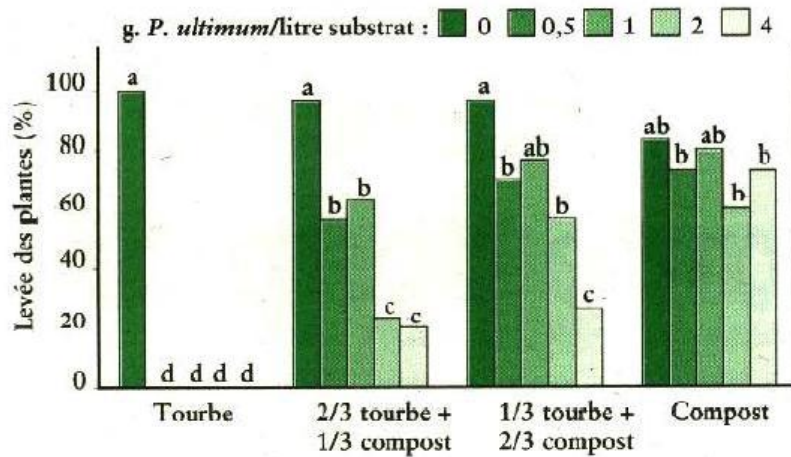


Figure 1 : influence d'apport de compost sur la réceptivité d'un terreau tourbeux à la fonte des semis (agent pathogène : Pythium ultimum). Plus le support contient de compost, moins le Pythium ultimum peut se développer ; ainsi, on observe pratiquement aucune fonte de semis dans la série semée uniquement sur compost quelque soit la quantité de Pythium ultimum inoculé.

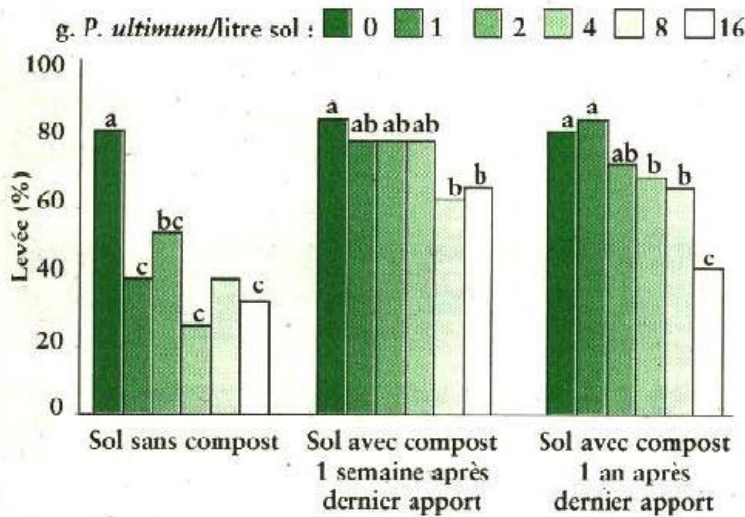


Figure 2 : influence d'amendements de compost sur la réceptivité d'un sol à la fonte des semis (agent pathogène : Pythium ultimum). On observe significativement moins de fonte de semis dans la terre provenant de la moitié du champ ayant reçu chaque année un amendement de compost (environ 30 m³ de compost par année), quelque soit la quantité de Pythium ultimum inoculé, par rapport à la terre provenant de la moitié du champ n'ayant jamais reçu de compost.

Figure 3

Plante testée	Maladie	Mélange potier régulier à plus T. 382	Même mélange
<i>Myrica pennsylvanica</i>	Botryosphaeria de la tige	21 % mortalité	6 % mortalité
<i>Pieris japonica</i>	Phytophthora de la tige	24 % mortalité	4 % mortalité
Rhododendron Roseum E.	Phytophthora de la tige	84 % mortalité	72 % mortalité
Begonia cv. Barbara	Oidium blanc	Sévérité 1402	Sévérité 100

Résultats sur l'efficacité d'un compost enrichi avec *Trichoderma* dans la production en pots ⁷