

Les nouveaux organismes de lutte biologique et les menaces qu'ils peuvent traiter

M. Haïssam JIJAKLI

Prof. Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux
et

Consultant pour la société Lallemand
Chaussée de Waterloo, 233,
1060 Bruxelles
BELGIUM

Tel : 00-32-498.10.69.60

Fax : 00-32-81.61. 06. 21

E-mail : MH. Jijakli@ulg.ac.be

1. Introduction and définitions
2. Evolution du marché des biopesticides
3. Les produits de la gamme Lallemand pour préserver les terrains de golf

1. INTRODUCTION AND DEFINITIONS

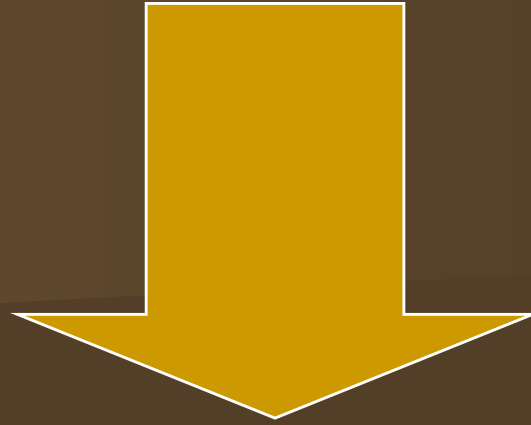
Evolution de la lutte chimique

■ Lutte chimique

- 19^{ème} siècle : bouillie bordelaise
- à partir de 1930 : criblage de milliers de molécules
- à partir de 1950 : gamme de produits agropharmaceutique avec augmentation significatif des rendements de cultures

Evolution de la lutte chimique

- Apparition de souches de pathogènes résistantes
- Limitation législative des matières actives chimiques
- Application des matières actives restantes de plus en plus restreinte
- Consommateur plus soucieux du respect de l'environnement, de sa santé et des risques de résidus dans les produits agricoles
- Cahier des charges des distributeurs alimentaires de plus en plus stricte (zéro résidu)
- Développement de nouveaux concepts de lutte et de nouveaux labels



Intérêt pour les méthodes de lutte
alternatives aux fongicides
synthétiques

Définitions

- La lutte raisonnée :
 - reste une lutte chimique qui abandonne toute idée de calendrier de traitement systématisé. Toute intervention ne se fait que lorsqu 'il y a un risque de dommage.

Définitions

■ La lutte intégrée :

- basée sur les mêmes observations que lutte raisonnée mais elle a une démarche très différente, puisqu' 'elle n 'emploie les produits chimiques qu 'en dernier ressort, après avoir épuisé tous les autres moyens disponibles (physiques, biologiques, biotechniques, phytotechniques, génétiques) quand ils existent et restent dans des limites économiquement concevables.

Définitions

- L 'agriculture biologique :
 - mode de production agricole qui n 'utilise ni pesticide de synthèse, ni engrais chimiques. Les méthodes employées sont fondées sur le recyclage des matières organiques naturelles et la rotation des cultures. La lutte repose sur la prévention et utilise des produits naturels tels que pyréthrine, soufre, cuivre,...

Définitions

- La lutte biologique :
 - contrôle des agents pathogènes au moyen de moisissures, de bactéries ou de virus (y compris les produits dérivés de micro-organismes)
 - ces agents de lutte biologique agissent en réduisant l'inoculum et/ou en interférant avec une ou plusieurs étapes du cycle infectieux du pathogène

Méthodes de lutte biologique pour le contrôle des maladies...

Phénomène naturel

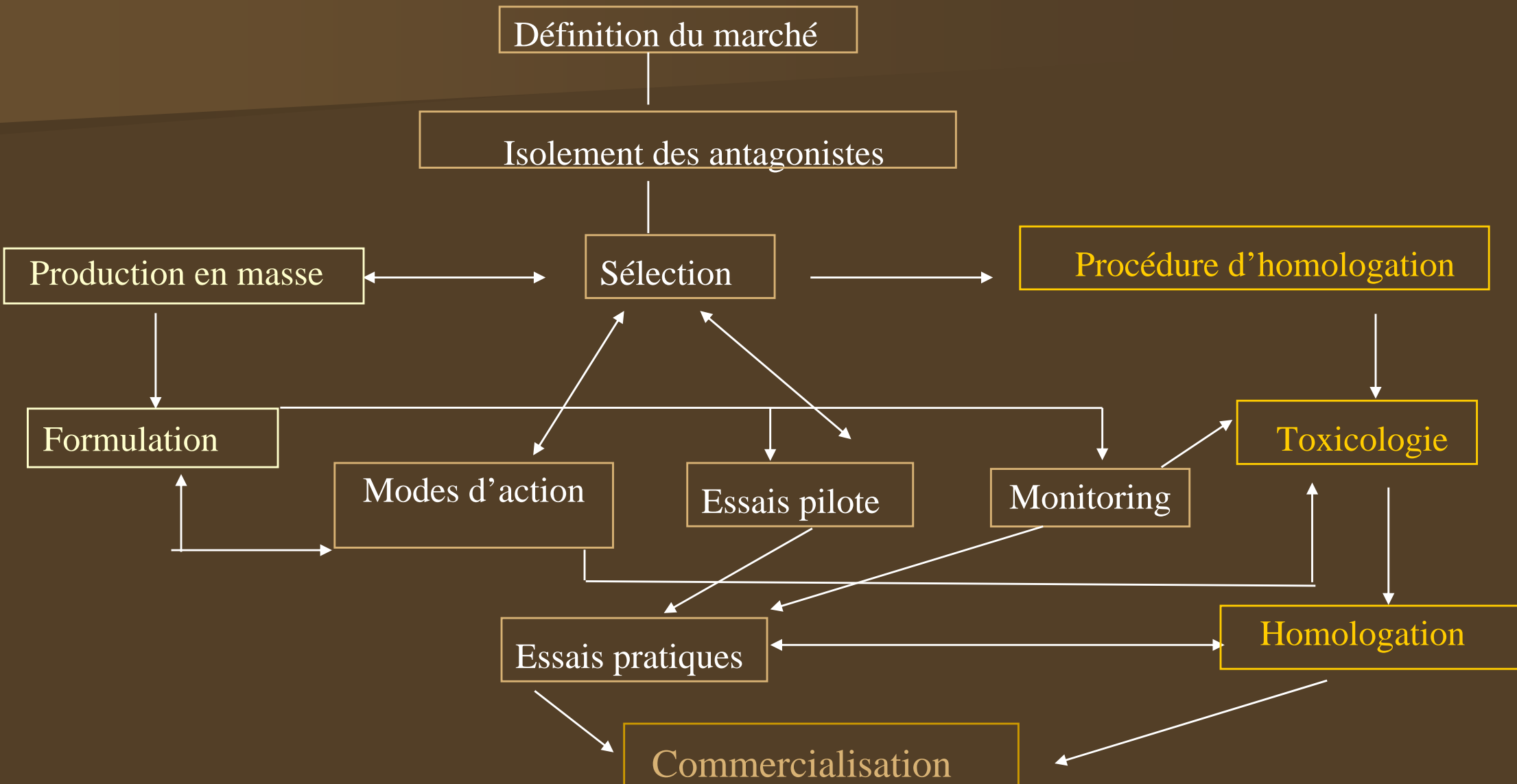


Approche réaliste ?

- Limites biologiques
- Limites technologiques
- Limites économiques
- Limites législatives

Stratégie de contrôle efficace et durable

Étapes nécessaires au développement des biopesticides



2. Définition et taille du marché

Maché mondial et régional

1 % du marché

Année	Chiffre d'affaire des biopesticides	Chiffre d'affaire des pesticides
1995	200 millions	30 milliards
2005	250 millions	27 milliards

- 40 % aux USA
- 35 % en Europe
- 25 % dans le reste du monde
 - Japon, Canada, Australie et
 - Inde (2% du marché des pesticides)
 - Chine (200 manufactures et 77 biopest)

Le marché augmentera de 7 % annuellement dans les 10 prochaines années

Marché mondiale par produit et par culture

- En 1995 : 90 % des biopesticides sont des insecticides (92 % attribués à Bt)
- En 2005 : 80-90 % des biopesticides sont des insecticides
- Bt ; nématodes entomopathogènes ; produits niches comme Serenade d'Agraquest

- Produits sont développés principalement pour les petites surfaces avec une valeur élevée (légumes, fruits, plantes ornementales et aromatiques)
- Exceptions : Produits basés sur *Bt*-based ;
Trichoderma harzianum et *Coniothyrium minitans*

Produits biopesticides présents sur le marché

■ Marché USA (2005)

- 60 agents de lutte biologique
 - 30 insecticides, 22 fongicides/bactéricides, 2 nématocides, 2 herbicides, 4 autres usages
- 240 produits
- % d'agents homologués : Champignons (41 %), bactéries (39 %), virus (17 %) et protozoaires (3 %)

■ Marché européen (2005) :

- 27 agents de lutte biologique
 - 9 à annex 1 (6 biofongicides, 2 bioinsecticides and 1 nématocide)
 - 18 anciens micro-organismes (11 bioinsecticides and 7 fongicides)
- % d'agents homologués : Champignons (54 %), bactéries (34 %), virus (12 %)

■ Marché national intra EU (2005) :

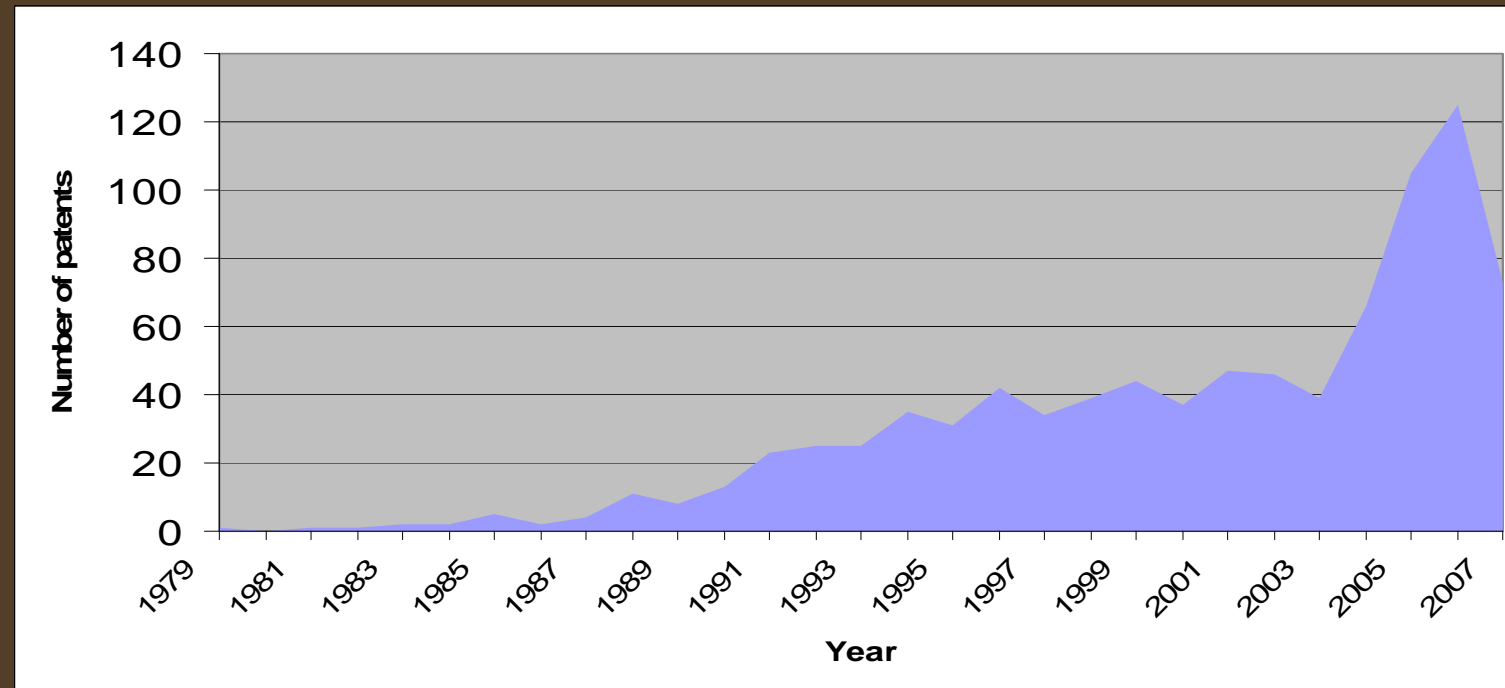
- 15 agents de lutte biologique (50 produits biopesticides) autorisés par les instances nationales

Evolution des dépôts de brevets

- **2300 brevets** déposés dans le domaine des biocides, répulsifs, attractants, ou régulateur de croissance contenant :
 - micro-organismes, virus, champignons microbiens, enzymes, fermentats ou substances produites par, ou extraites de, micro-organismes or substances animales
 - Substances végétales, par ex. champignons, racines et extraits de plantes,...

Evolution des dépôts de brevets

- USA, Japon, Royaume-Unis sont les principaux pays déposant des brevets
- Augmentation des dépôts de brevets de 1990 jusqu'à présent avec un pique en 2006



Les nouveaux produits contre les maladies des plantes

- Lutte contre les maladies de post-récolte des fruits
- Lutte contre les maladies des grandes cultures
- Lutte contre les maladies des espaces verts et jardin

3. Lutte contre les maladies des espaces verts

Les produits de la gamme Lallemand
pour préserver les terrains de golf



**Leader mondial en production de
micro-organismes**



Santé et nutrition des plantes



Les produits de la gamme Lallemand pour les espaces verts

- Verdera Turf PG : *Gliocladium catenulatum*
- Verdera Turf PS : *Streptomyces* sp.
- MYC 800 : *Glomus intraradices* (endomycorhize)
- Greenstim : Glycine-bétaine

Bénéfices apportés par les solutions biologiques

- Sans aucun risques pour les golfers et les greenkeepers
- Sans danger pour l'environnement
- Pas de période d'attente après le dernier traitement
- Pas de risque lié à l'utilisation (une concentration élevée ne peut causer de dégâts au gazon ou à l'environnement)
- Utilisable prêt des cours d'eau

... Bénéfices apportés par les solutions biologiques

- Ces produits biologiques ont un effet à long terme
- Ces produits biologiques ne causent pas de dégât à la couche humique
- Il n'y a pas de développement de résistance
- Ces produits peuvent être appliqués avec le matériel standard existant et peut dans beaucoup de cas être utilisés en combinaison avec d'autres traitements comme les fertilisants
- Coût raisonnable

Les produits de la gamme Lallemand pour les espaces verts

- Ces produits sont vendus pour 148 terrains de golfs en Finlande, Suède et Estonie
 - 25 % des golfs traités avec le programme Lallemand
- Essais en cours au Japon, en Corée du Sud, au Canada, en Afrique du Sud, en Australie, en Belgique et en Hollande

Clubs de golf ayant participé aux essais

FINLANDE

- Esbo Golf
- Sarfvik Golf
- Amer Golf
- Pickala Golf
- Talma Golf
- Rauma Golf
- Tammer Golf
- Master Golf
- Kymen Golf
- Messilä Golf

- Vuosaari Golf
- Kullo Golf
- Kurk Golf

SUEDE

- Upsala Golfklubb
- Österlens Golfklubb
- Delsjö Golfklubb

ESTONIE

- Niitvälja Golf

Programme de traitements biologiques des gazons de golf

Verdera a développé des solutions pour les problèmes suivants :

- Maladies fongiques
- Lente initiation de la croissance en début de saison
- Stresses causés par les températures froides, la sécheresse, la chaleur, la salinité
- Iceburn
- Faible endurance pendant l'hiver

Verdera

1. Verdera Turf PG



GOLF

1. Verdera Turf PG

- Contient le champignon *Gliocladium* , un agent fongique de lutte biologique
- Stimule la croissance racinaire, et renforce les plantes contre les attaques de pathogènes
- Augmente la tolérance du gazon aux dégâts hivernaux
- Augmente l'initiation de la croissance en début de saison



GOLF

1. Verdera Turf PG

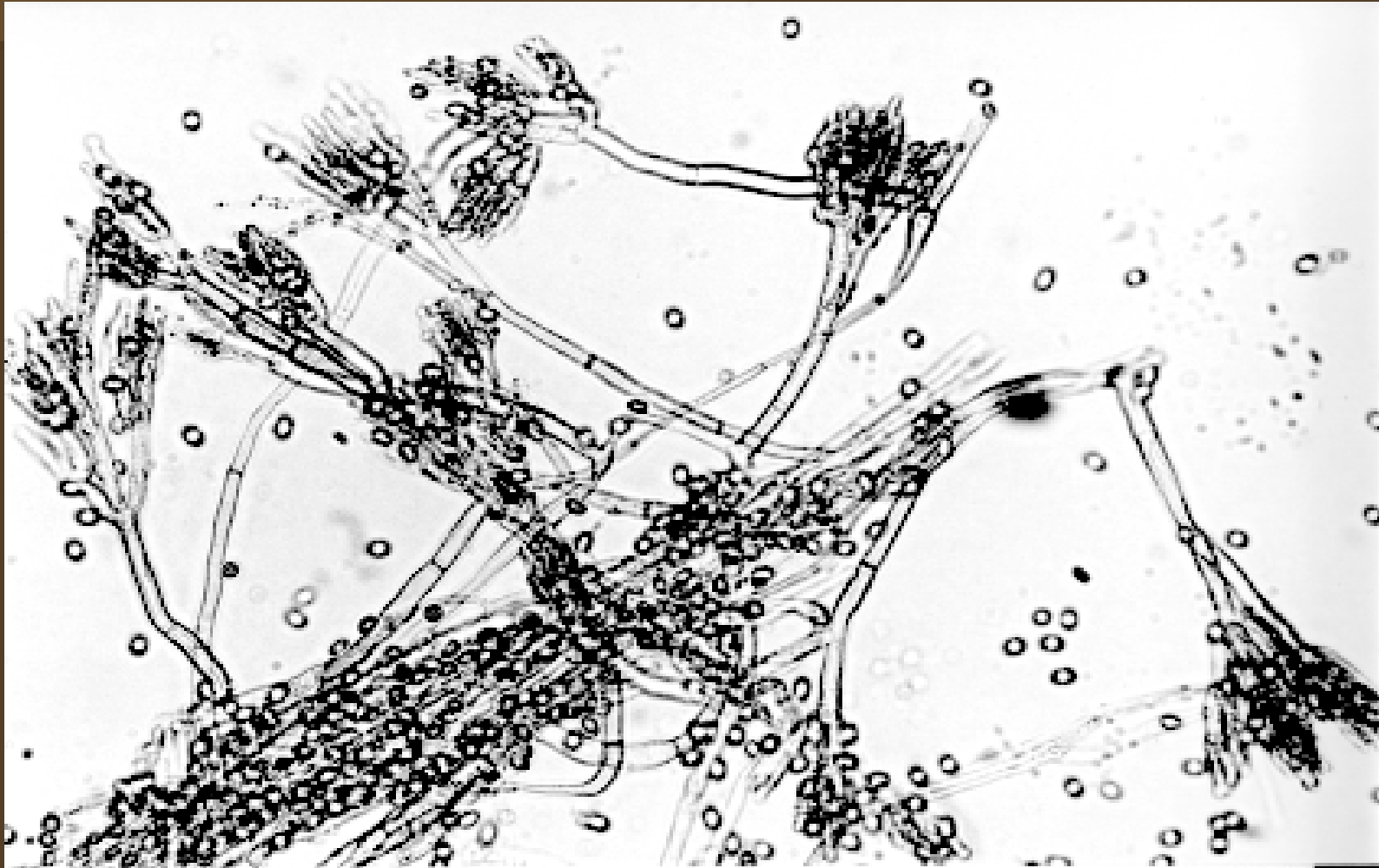
- Aide le gazon à résister contre :
 - Plaque fusarienne ou moisissure rose des neiges (snow mould)
 - *Microdochium nivale* (former *Fusarium nivale*)
 - Anthracnose
 - *Colletotrichum graminicola*
 - Brûlure à Pythium (Wilt disease)
 - *Pythium*
 - Ronds de sorcières (Fairy rings)

- Est utilisé durant la saison froide (+5°C à +15°C):
 - Deux traitements en début de saison et deux traitements en fin de saison



Hyphes et spores du champignon *Gliocladium*

1. Verdera Turf PG



At least
 5×10^7 cfu/g

GOLF

1. Verdera Turf PG

Bons résultats obtenus au cours d'essais démonstratifs à Upsala GK en Suède durant 2005/06/07 :

- Les zones traitées (6 ha) étaient sans plaques fusariennes (snow mould)
- dans les zones non traitées, les plaques sont apparues comme d'habitude
- La présence d'autres maladies avait aussi diminuée

Le produit a aussi été testé contre les ronds de sorcières au golf de Kurk en 2006.

Après deux traitements, les ronds avaient diminués.

Upsala GC



GOLF

1. Verdera Turf PG

- Traitements à UPSALA GC en avril 2007 :
 - Deux traitements à la fin de la saison de croissance
 - Un traitement au début de la saison de croissance



Verdera

2. Verdera Turf PS



GOLF

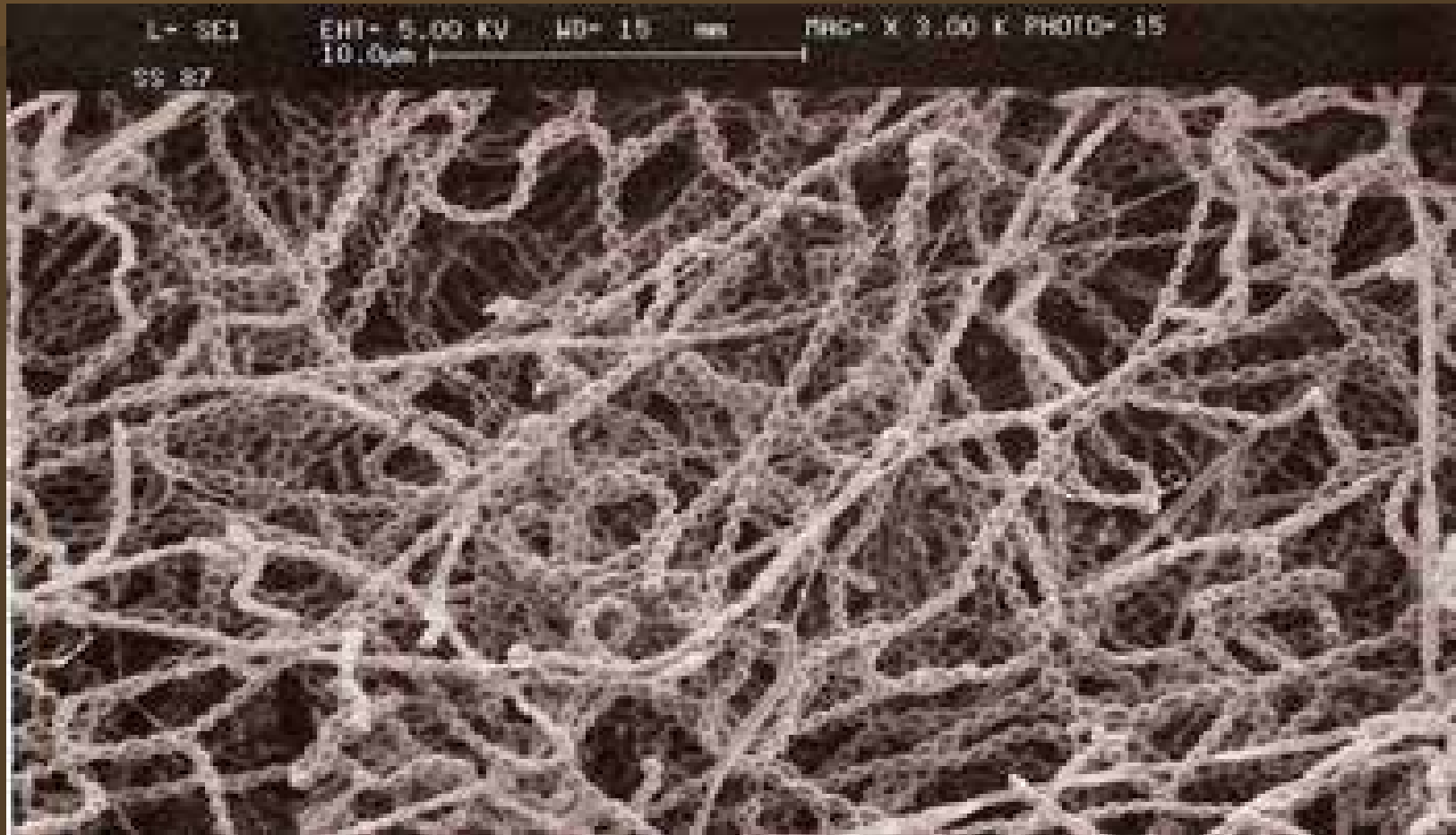
2. Verdera Turf PS

- Basé sur *Streptomyces*
- Utilisé pendant la saison plus chaude (>+15°C)
- 5 traitements durant la saison
- Contient des micro-organismes bénéfiques qui aide à résister contre :
 - Fusariose (Fusarium blight) pendant la saison chaude
 - *Fusarium roseum* et *F. tricinctum*
 - Les brûlures en plaques (dollar spot)
 - *Sclerotinia homoeocarpa*



Chaînes de spores de *Streptomyces*

2. Verdera Turf PS



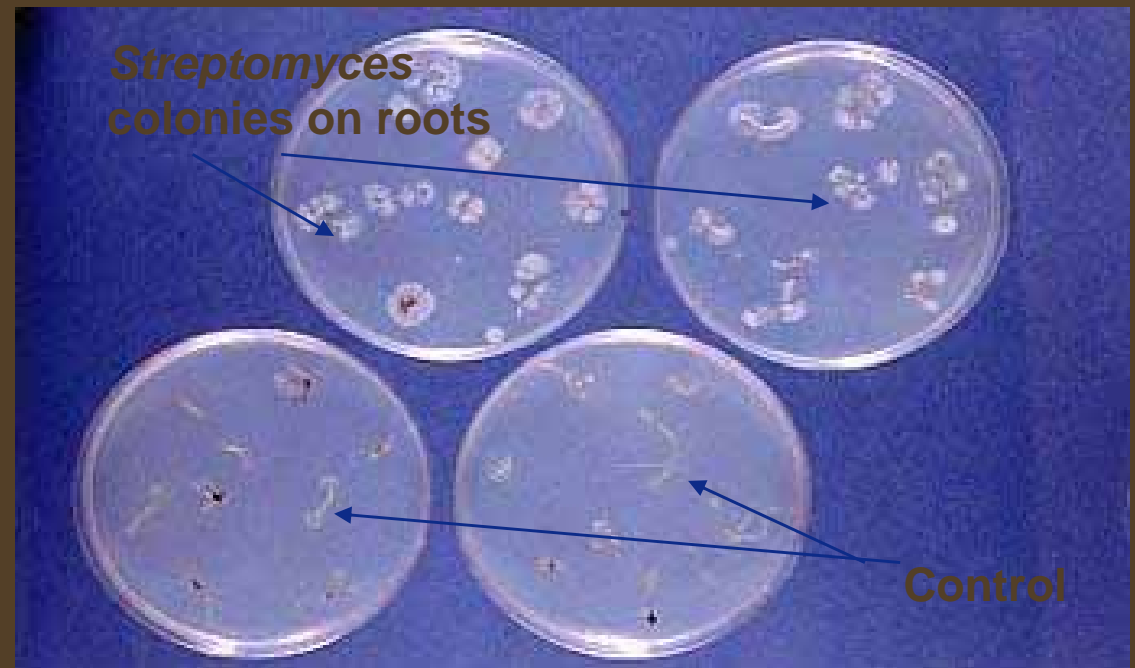
1×10^9 cfu/g

GOLF

2. Verdera Turf PS

Essais démonstratifs menés en 2005 et 2006 à Upsala GK, Österlens GK en Suède et au golf de Kurk en Finland

- Les zones traités étaient indemne de maladies.
- Les zones non traitées présentaient les maladies habituelles.





3. MYC 800

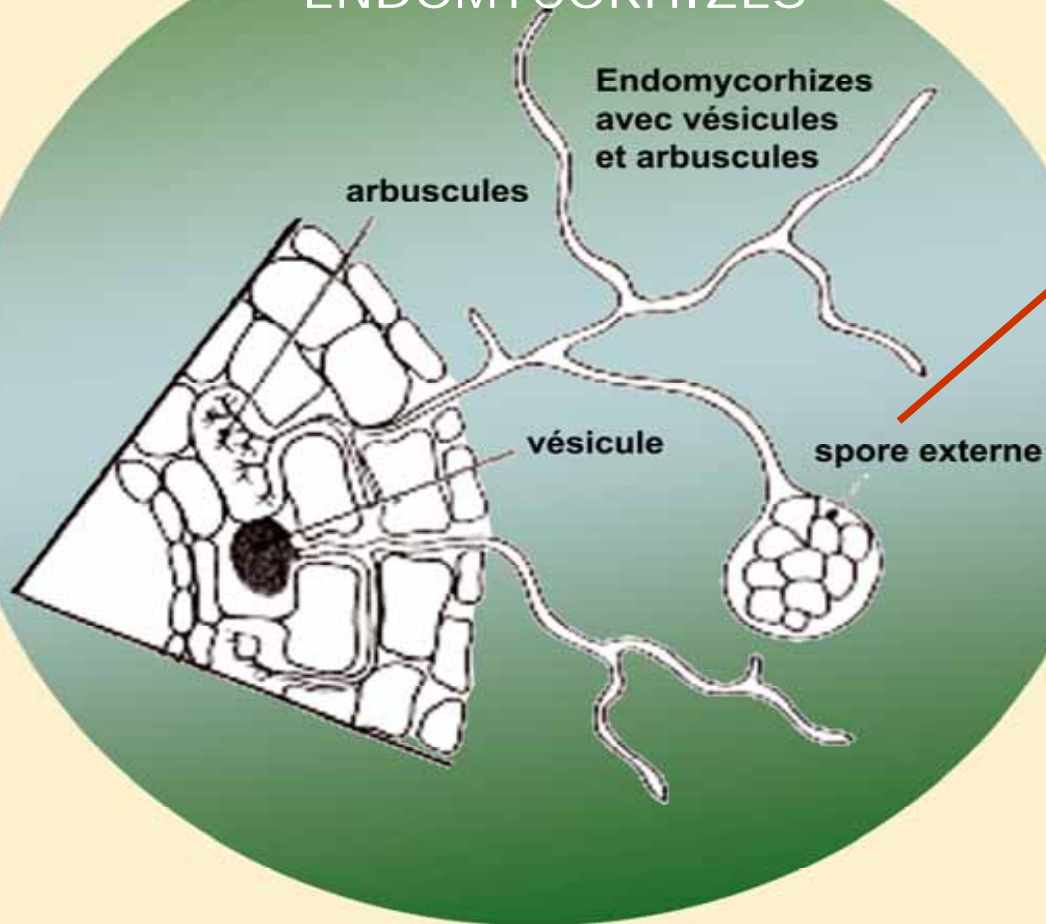


GOLF

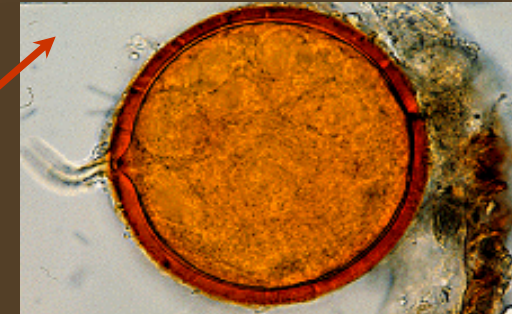
3. MYC 800

Il y a 450 millions d'années...

ENDOMYCORHIZES



Une spore



➤ X10 surface racinaire

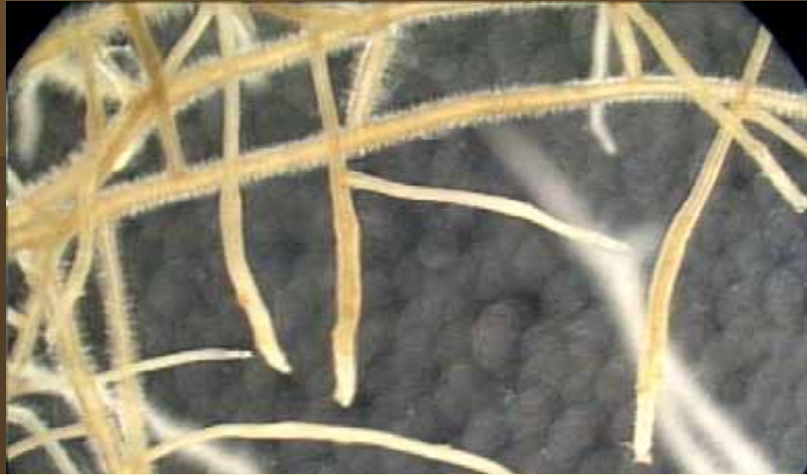
➤ Protéines sélectionnent et favorisent la flore bactérienne

➤ Enzymes dégradent la matière organique

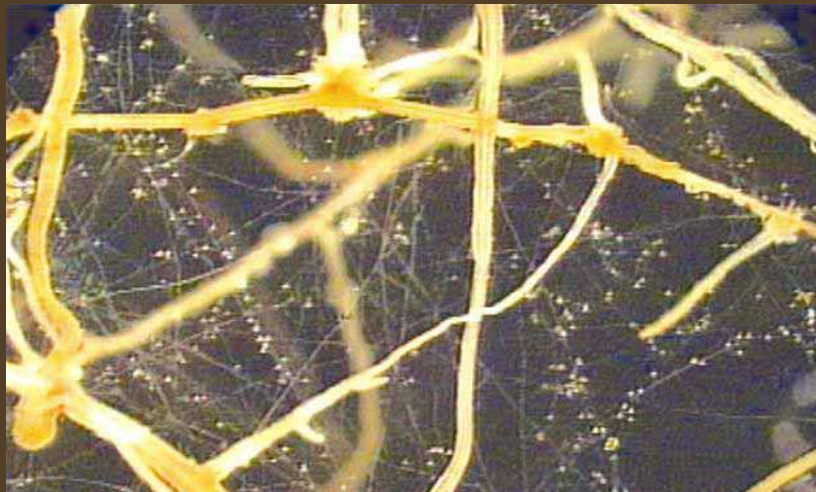
➤ Glomaline : colle qui fixe la structure du sol

GOLF

3. MYC 800



Racines non mycorhizées



Racines mycorhizées

1. Améliorent l'absorption des éléments nutritifs
2. Améliorent l'absorption de l'eau
3. Améliorent la structure du sol (glomaline et agrégats)
4. Augmentent la résistance des plantes aux maladies
5. Améliorent la résistance aux stress environnementaux

Sur gazon :

Augmentation de la vitesse de couverture

Augmentation de la matière sèche

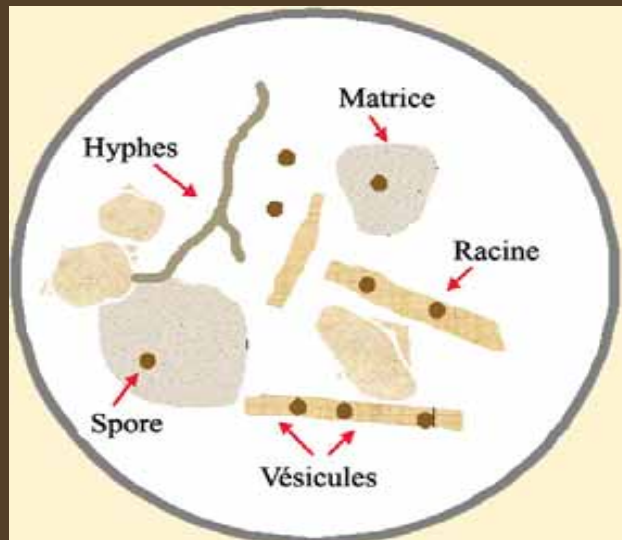
Résistance contre la sécheresse

Système de production

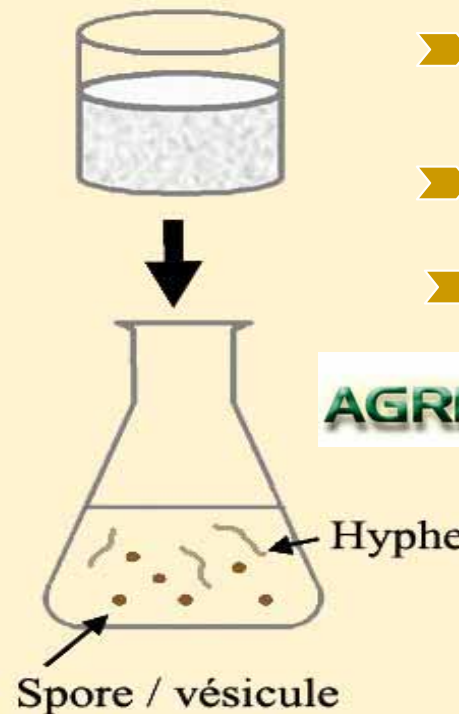
Conventionnel



- *Propagules*
- *Quantification complète imprécise*
- *Risque de contaminants*



Bio réacteur



- *Spores*
- *Numeration stable et précise*
- *Produit sans contaminants*
- *Conservation et efficacité*

AGRI-BIOTECH MYC[®]

Capacité de production

Limitée



Flexible et non limitée



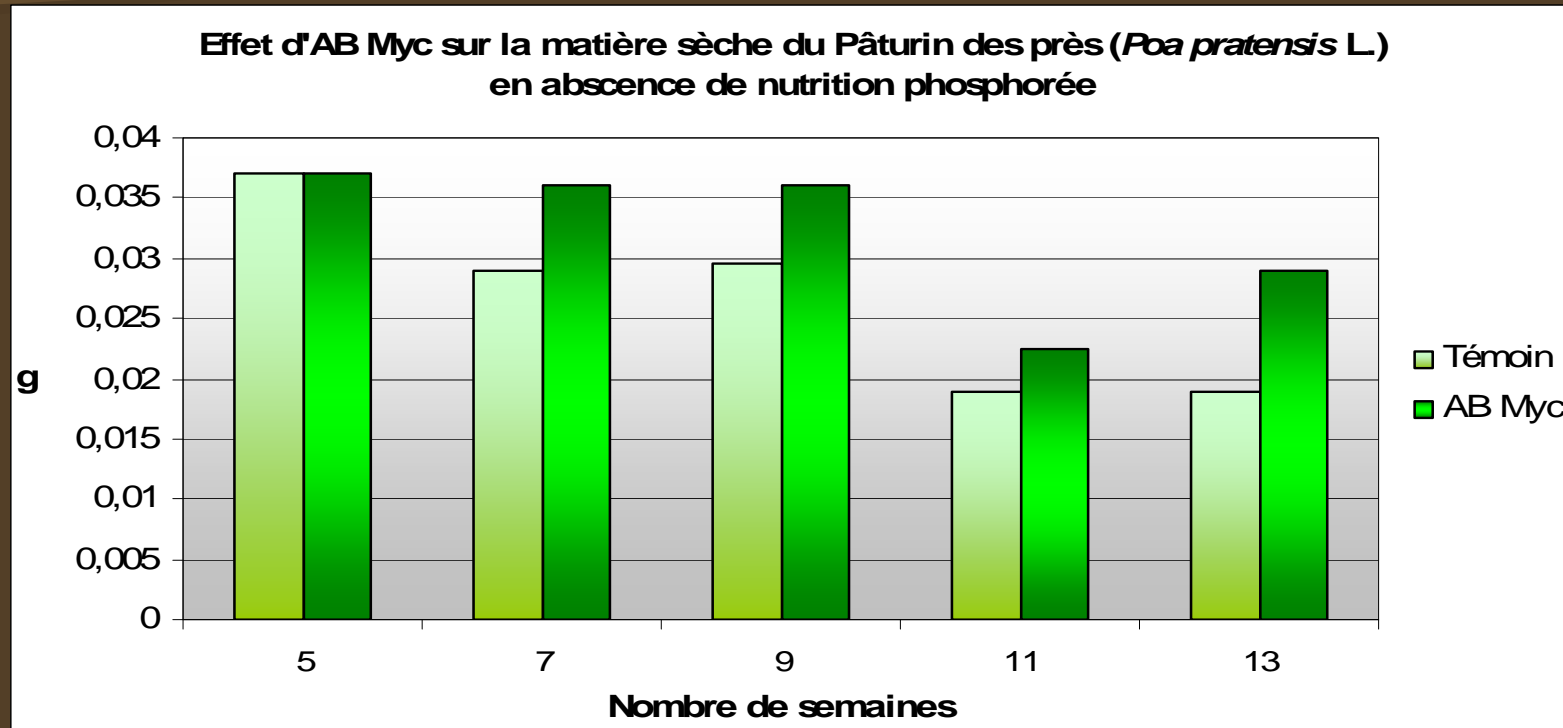
Augmentation de la vitesse de couverture

Effet du traitement mycorhizien sur la couverture (%) du gazon d'un golf de green

Nombre de semaines après ensemencement	1	4	8
Témoin	23.8 a*	53.8 a	80.6 a
Mycorhize (<i>Glomus intraradices</i>)	53.1 b	81.3 b	93.1 b

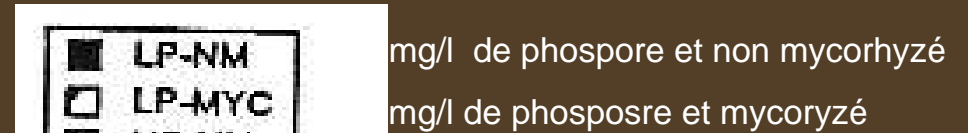
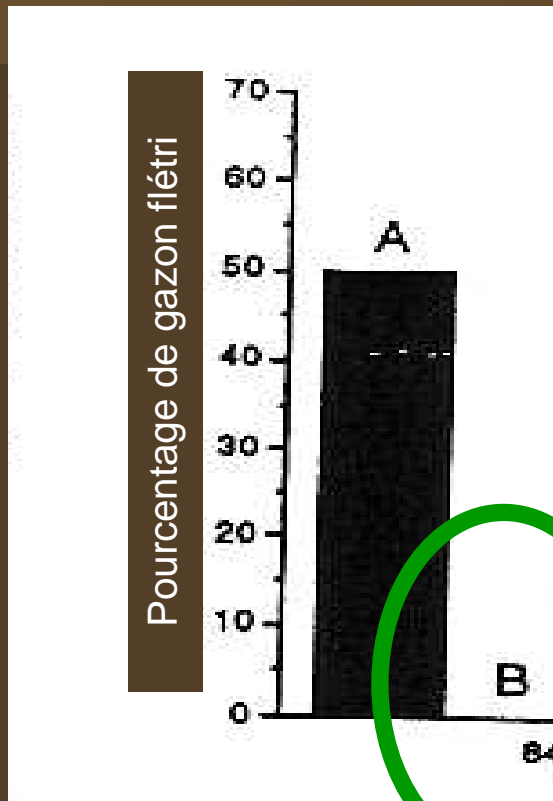
* Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes entre elles (LSD test, $P=0,05$)

Augmentation de la matière sèche



apport de MYC 800 à 50 ou 100 spores / m² (1 à 2 sachets), en pulvérisation au semis, permet d'augmenter significativement la croissance du couvert végétal inoculé

Résistance à la sécheresse



APPLICATION : Début du printemps

- 3 sachets de 600 grammes de MYC 800
 - Lors de semis
 - Pendant l'application de rouleaux
 - Juste après scarification ou resemage de gazon
- Précautions pendant 3 semaines après application :
 - Eviter l'usage de pesticides chimiques
 - Eviter apport fertilisant à base de P si déjà concentration en P soluble > à 40 ppm

USAGES

- Prairies
- Gazons
- Arbres et arbustes ornementaux et fruitiers
- Pinaceae (sapins de Noël)
- Cultures horticoles
- Cultures maraîchères
- Grandes cultures (céréales, pomme de terre)

Essai sur pommiers M9

Résultats

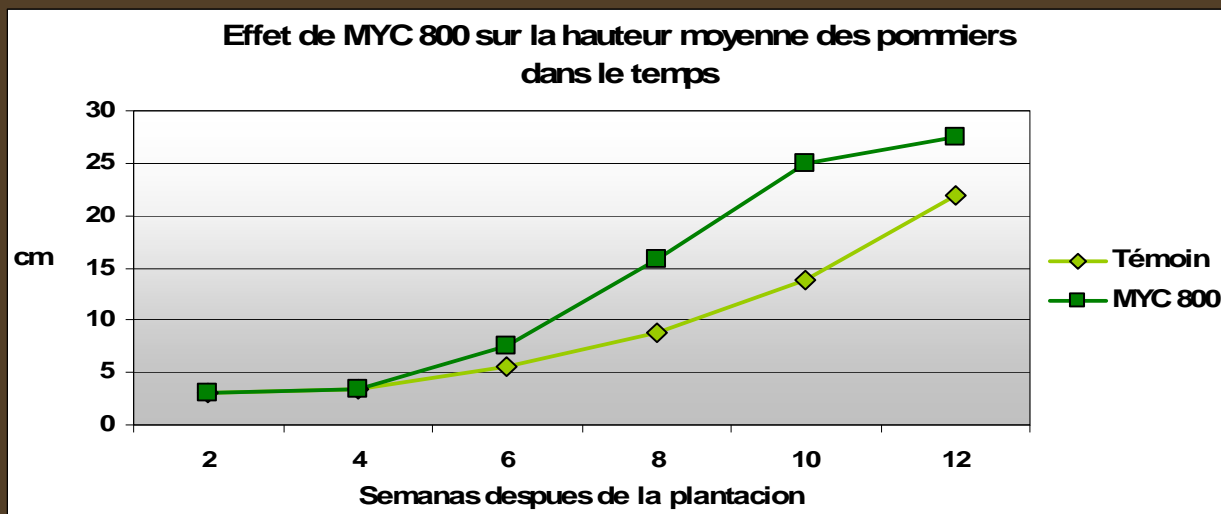
	Diamètre moyen (cm)
<i>Porte-greffe M9</i>	
Témoin	10,46
MYC 800	12,18
Avantage MYC 800	+14,1%

Augmentation de la croissance des pommiers

➤ ESSAI en France sur POMMIER

Témoin

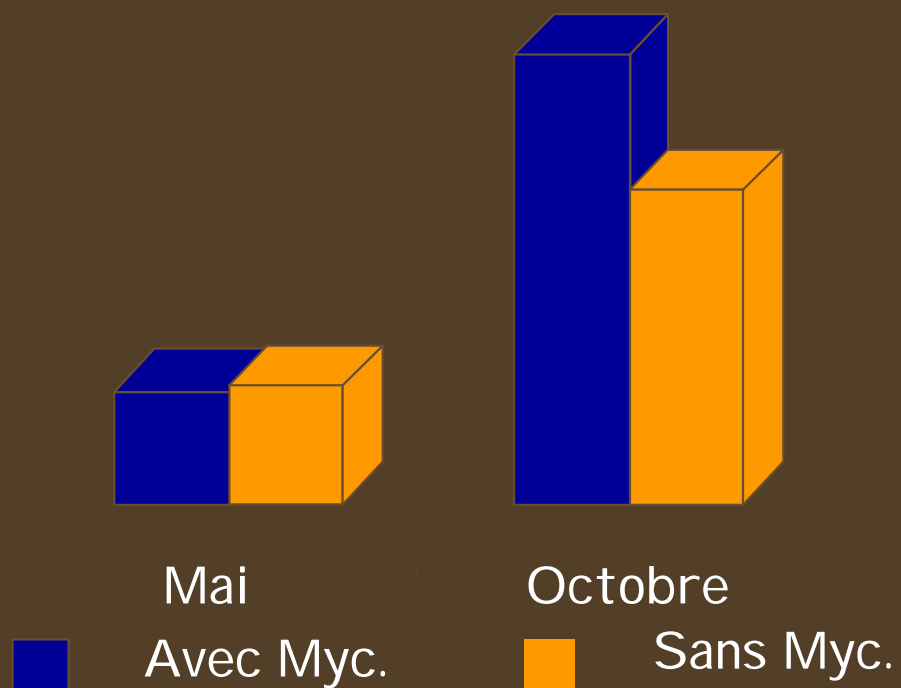
Mycorhizes



Augmentation de la hauteur

➤ FRENE (Fraxinus) / Vigueur

Augmentation de la hauteur

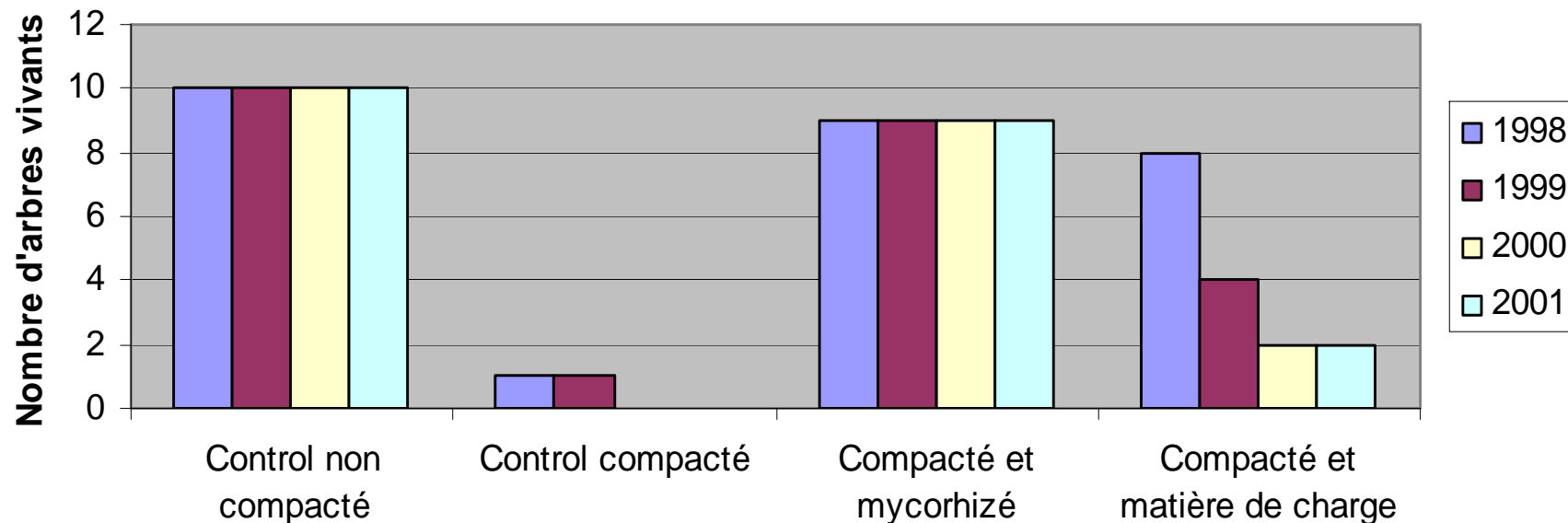


Augmentation de la hauteur et du diamètre

	Hauteur (cm)	Diamètre (cm)
<i>Acer saccharinum</i>		
Témoin	51.31	0,9
MYC 800	62.10	1,1
Avantage MYC 800	+21,0%	+22.2%
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>		
Témoin	30,85	0.6
MYC 800	44.40	0.9
Avantage MYC 800	+43,9%	+50%
<i>Platanus occidentalis (Platanaceae)</i>		
Témoin	20,2	2,7
MYC 800	24,8	3,2
Avantage MYC 800	+22,8%	+18,5%

Augmente la survie des arbres sur sol compacté

Effet de la compactation des sols



Sol compacté (bulk density ~ 2.5 Mg m⁻³) 2, 3, 4, 5 et 6 semaines après plantation par passage d'une personne (imitation des parcs et jardins publiques)

Sol non compacté (bulk density ~ 1.8 Mg m⁻³).

GAINS

- Augmentation de la vigueur des arbres (hauteur et diamètre)
- Augmentation de l'homogénéité de croissance
- Augmentation de la floraison
- Diminution de l'immobilisation des sols en pépinières et plantations (gains de 1 à 2 années)
- Assure une meilleure reprise et survie après transplantation
- Augmentation de la survie en sol compacté ou fatigué
- Rattrapage des arbres complantés

Verdera

4. Greenstim



GOLF

4. Greenstim

- Contient 97 % de glycine bétaine extraite de la betterave sucrière
- Greenstim régule les stress osmotiques créés par les conditions environnementales (chaleur, sécheresse, gel, salinité,...)
- Donc Greenstim augmente la tolérance aux conditions climatiques difficiles
- Greenstim augmente la photosynthèse et réduit la photorespiration

USAGE

La glycine bétaine a été utilisée avec succès sur un grand nombre de plantes au cours des 20 dernières années

- Cerises
- Pommes et poires
- Pommes de terre
- Fleurs
- Laitues, scarolles
- Poivrons
- Aubergines
- Tomates
- Olives
- Pois et haricots
- Maïs
- Prairie et gazon

GOLF

4. Greenstim

- Après application, Greenstim pénètre l'épiderme et se transloque en 24h dans toutes les cellules
- L'effet dure pendant 3 à 4 semaines
- Greenstim est compatible avec les produits fertilisants, les produits microbiens,...

GOLF Dosage

Produits

Doses

Verdera Turf PG

10 liters/ ha

Verdera Turf PS

2 liters / ha

MYC 800

3 x 600 g / ha

Greenstim Flow

10 liters / ha

(depending on the density and
colour of the turf)

Programme de traitement biologique des gazons

**Le nombre de traitements et leur période
d'application sont indicatifs et doivent être
adaptés selon les conditions locales**

Week	T°	Verdera Turf PG	Verdera Turf PS	Greenstim (Flow)	Greenfain WP3	MYC 800
5 to 9	+5°C	X		X		
10 to 15	+10°C	X				X
16						
17						
18	+ 15°C		X		X	
19				X		
20						
21						
22						
23			X		X	
24				X		
25						
26						
27						
28			X		X	
29				X		
30						
31						
32						
33			X		X	
34				X		
36						
37						
38	+ 15°C		X		X	
39-45	+10°C	X		X		
45-50	+5°C	X				

Conclusions

Les points critiques pour le développement d'un bon biopesticide

- Efficacité : est-ce que le micro-organisme antagoniste est suffisamment efficace ?
- Production et formulation : Procédé industriel ?
Stabilité pendant le stockage (durée de vie et conditions de stockage) ?
- Essais pratiques : Efficacité en conditions pratiques ?
- Tests toxicologie and éco-toxicologie ?

Défis pour le future

- Augmenter l'efficacité des produits
 - mélange de micro-organismes antagonistes
 - sélection de souches plus efficace
 - Etablissement de programme incluant plusieurs méthodes
- Augmenter la compétitivité économique des produits
 - Sélection de marchés où les méthodes chimiques sont peu ou pas existantes ou non acceptable (d'un point de vue législatif et économique)
 - Equilibre entre les coûts et la marge
 - Beaucoup de SME's ne pouvant pas payer l'homologation
- Sensibiliser les acteurs de la filière
 - Les distributeurs de produits phyto et engrais
 - Les agriculteurs

Conclusions

- La lutte biologique génère un grand enthousiasme malgré certaines limites
- Il existe déjà plusieurs produits sur le marché
- Les nouveaux produits s'orienteront vers les marchés non encore explorés
- Stimulation si
 - Diminution des difficultés liées à l'homologation
 - Intégration des biopesticides aux autres techniques
 - Etudier les facteurs influençant la survie, la colonisation, l'efficacité, la production et la formulation des micro-organismes bénéfiques

...TREATMENT PROGRAM FOR TURF AND AMENITY

Other problems caused by fungi:

- *Fusariose* (Fusarium blight) during the warm season ($>+15^{\circ}\text{C}$)
 - *Fusarium roseum* and *F. tricinctum*

- Les brûlures en plaques (dollar spot)
 - *Sclerotinia homoeocarpa*

- Plaque fusarienne ou moisissure rose des neiges (snow mould)
 - *Microdochium nivale* (former *Fusarium nivale*)

- Anthracnose
 - *Colletotrichum graminicola*

- Ronds de sorcières (Fairy rings)

- Brûlure à Pythium (Wilt disease)
 - *Pythium*

- Piétin-échaudage (take-all patch)
 - *Gaeumannomyces graminis*

WHEN USING MICROBES....

- Make the first treatment in the very beginning of the season as the effect is based on prevention
- The results are not immediate; the microbes need time to adapt to the new environment
- The effect is longer and more broad-range than that of chemicals
- Repeated treatment gives long-term protection
- The dosage can be adapted locally to the level of diseases
- They are well suited for integrated treatment programs
- The products have to be cold-stored ($<+8^{\circ}\text{C}$), they will then keep for 6 months