

**AFPP – 4<sup>e</sup> CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN  
DES JARDINS, ESPACES VÉGÉTALISÉS ET INFRASTRUCTURES  
TOULOUSE – 19 et 20 OCTOBRE 2016**

**VERS UNE STRATEGIE DE GESTION DURABLE DE LA CYLINDROCLADIOSE ET DES AUTRES MALADIES  
INDUISANT LE DEPERISSEMENT DU BUIS**

L. JACOB <sup>(1)</sup>, P. TOLLE <sup>(1)</sup>, M. GUERIN <sup>(2)</sup>, C. GUTLEBEN <sup>(2)</sup>, F. ROBERT <sup>(1)</sup>

(1) ASTREDHOR, 44 rue d'Alésia 75682 PARIS Cedex 14, [laurent.jacob@astredhor.fr](mailto:laurent.jacob@astredhor.fr)

(2) Plante & Cité, 26 rue Jean Dixméras 49066 ANGERS Cedex 1, France, [maxime.guerin@plante-et-cite.fr](mailto:maxime.guerin@plante-et-cite.fr)

## **RÉSUMÉ**

Lancé en 2014, le programme SaveBuxus, qui se poursuivra jusqu'en 2017, a pour objectif d'apporter des solutions concrètes pour lutter efficacement contre la pyrale *Cydalima perspectalis* (Walker) et la cylindrocladiose provoquée par *Cylindrocladium buxicola* (Henricot & Culham), qui constituent les deux principales causes du dépérissement du buis. Les expérimentations sont réalisées dans les parcs et jardins de collectivités partenaires, dans cinq stations d'expérimentation d'ASTREDHOR (Arexhor Seine-Manche, GIE Fleurs et Plantes, Arexhor Grand Est, CDHR Centre Val de Loire, Caté) et au sein de l'Unité expérimentale Entomologie et Forêt Méditerranéenne de l'Inra PACA.

Pour la cylindrocladiose, les axes travaillés sont : (i) la gestion préventive, avec la rédaction d'un guide de bonnes pratiques ; (ii) la tolérance variétale ; (iii) les produits alternatifs en traitement des parties aériennes ; (vi) les produits alternatifs en traitement de sol. Pour la pyrale, les axes travaillés sont : (i) l'étude de sa biologie, pour pouvoir notamment positionner aux mieux les interventions de gestion ; (ii) des tests avec des agents entomopathogènes qui ciblent les stades larvaires ; (iii) le piègeage phéromonal, qui cible les papillons ; (iv) recherche de parasitoïdes oophages qui ciblent les oeufs.

Mots-clés : *Cylindrocladium buxicola*, autres maladies causant dépérissement du buis, guide de bonnes pratiques, méthodes alternatives, stratégie de gestion durable.

## **ABSTRACT**

### **TOWARDS A SUSTAINABLE CONTROL STRATEGY AGAINST BOXBLIGHT**

The aim of the study SaveBuxus is to build a control strategy against the 2 main boxtree pests in France : the boxtree caterpillar (*Cydalima perspectalis*) and the boxblight (*Cylindrocladium buxicola*). Biocontrol and alternatives control methods are experienced since 2 years. Works on boxblight investigate: preventive control, a handbook on this topic was written; tolerance; alternative products used to spray aerial parts; alternative products used to spray soil. Works on the boxtree caterpillar investigate: its biology, to be able to use the methods at the right time; entomopathogenic organisms, to control caterpillars; pheromone traps, to control moths; oophagous parasitoids, to control eggs.

Keywords: boxblight diseases, good practice handbook, alternative control methods, sustainable control strategy.

## INTRODUCTION

Amorcée au début de la dernière décennie, l'Europe fait face à une recrudescence subite de « vagues » de dépérissements du buis causées par un champignon émergent, *Cylindrocladium buxicola*, couramment associé à un champignon secondaire de faiblesse, *Volutella buxi*, dans ce que les anglo-saxons appellent communément le « box blight ».

La maladie a été observée pour la première fois en 1994 au Royaume-Uni où elle s'est largement répandue, les premières attaques massives dans ce pays ne se déclarant que quatre ans plus tard. Depuis, elle s'est étendue à d'autres pays, comme la Belgique en 2000, les pays du Sud de l'Europe étant touchés plus tardivement à la fin des années 2000.

Actuellement, les mesures de gestion contre cette maladie sont souvent insuffisantes ou inefficaces. Toutefois, certaines solutions biologiques encore peu étudiées constituent de réelles pistes pour mieux la combattre. Des études seront menées afin de mesurer leur intérêt pour construire et proposer des stratégies de gestion durables et respectueuses de l'environnement.

## VOLET PREVENTIF : ETAT DES CONNAISSANCES SUR LA MALADIE

Ce 1<sup>er</sup> volet se décompose en une action ciblée sur la gestion préventive de la maladie, avec la rédaction d'un guide de bonnes pratiques. Outil de vulgarisation pratique à destination des utilisateurs, cet ouvrage a été publié début 2016 et sera complété par un second ouvrage descriptif des pathosystèmes du buis, dont la publication est prévue en 2017.

### 1. Le guide de bonnes pratiques

A l'occasion du Salon du Végétal (16-18 février à Angers), ASTREDHOR, l'Institut technique de l'horticulture, a présenté son Guide de «Bonnes pratiques contre la cylindrocladiose et les autres maladies à dépérissement du buis» réalisé dans le cadre du programme SaveBuxus® (2014-2017).

Ce guide de 72 pages a été pensé et rédigé par ASTREDHOR dans le cadre de ce programme coordonné par le consortium constitué par ASTREDHOR, Plante & Cité, la société Koppert et l'Inra d'Avignon. Première publication complète du Programme SaveBuxus sur la cylindrocladiose, ce guide de bonnes pratiques s'adresse en priorité aux gestionnaires d'espaces plantés et aux professionnels de la production. Il est disponible et téléchargeable au lien ci-dessous.

Lien de téléchargement du guide : [http://www.astredhor.fr/data/info/141834-Guide\\_SaveBuxus\\_basse\\_definition.pdf](http://www.astredhor.fr/data/info/141834-Guide_SaveBuxus_basse_definition.pdf)

Exclusivement basé sur l'étude de la bibliographie, ce recueil constitue un document de travail pour lutter contre la cylindrocladiose du buis. Au sommaire :

- Un rappel des connaissances indispensables sur le buis,
- Des éléments clés sur la cylindrocladiose, des conseils pratiques d'action contre la maladie, de l'entrée en culture, à la culture en pépinière ou l'entretien en jardins et espaces verts,
- Les mesures d'hygiène et les pratiques culturelles permettant de lutter efficacement contre *Cylindrocladium buxicola*, les éléments clés de la lutte phytosanitaire : typologie des produits, revue des produits autorisés, pratiques de lutte.

Les résultats des travaux d'expérimentation menés au niveau national dans le cadre du Programme SaveBuxus contribueront à consolider les conseils pratiques délivrés dans ce recueil. Une seconde version du document sera réalisée au regard des résultats obtenus, attendue en 2018.

En complément de ce guide, un recueil spécifique sera publié par ASTREDHOR sur l'observation et la reconnaissance des maladies et des principales causes de dépérissement du buis. Les utilisateurs pourront s'appuyer sur une étude illustrative des différentes formes parasitaires du buis, recensées et identifiées dans cet ouvrage complémentaire.

Les partenaires financiers du Programme SaveBuxus : FranceAgriMer, VAL'HOR, l'Onema, Koppert et la Fondation de France.

## VOLET EXPERIMENTATION

Ce volet se décompose en 3 axes complémentaires pour l'élaboration d'une stratégie de gestion durable de la maladie, dans le respect de l'environnement :

- 1 axe sur des essais de tolérance variétale ;
- 2 axes sur des essais sur l'efficacité de produits alternatifs, l'un en traitement des parties aériennes, l'autre en traitement de sol.

A l'issue de la 1<sup>ère</sup> année d'expérimentation de ce programme, une synthèse présente les avancées et les principaux enseignements du programme SaveBuxus ; ils portent sur des aspects essentiels de préservation des buis contre la cylindrocladiose, et permettent de restituer aux professionnels les premières bases de connaissances acquises sur les 3 axes de ce volet.

Lien de téléchargement de la synthèse intermédiaire : [http://www.astredhor.fr/data/info/5117-Synthese\\_Cylindrocladium\\_buxicola\\_Programme\\_SaveBuxus\\_2015.pdf](http://www.astredhor.fr/data/info/5117-Synthese_Cylindrocladium_buxicola_Programme_SaveBuxus_2015.pdf)

Ces premiers résultats feront l'objet de mises à jour aux étapes clés du programme d'ici la publication du rapport définitif en 2017.

Les 3 axes présentés ci-dessous exposent ainsi les données **exploitables** obtenues en 2015.

### 1. Tolérance variétale (1 essai)

#### Matériel et Méthodes

##### Localisation de l'essai

Station Expérimentale de Vézendoquet (CATE°) – 29250 ST POL DE LEON

##### Essai à 2 facteurs :

- 1) le facteur variété avec 10 modalités installées en 2014 et 5 modalités installées en 2015 :

##### Variétés mises en place :

Modalités N°	Variétés	Année de mise en place	Fournisseur de jeunes plants	type de jeune plant
1	B. sempervirens 'Suffruticosa'	2014	Pépinière Briand	BG9
2	B. sempervirens	2014	Pépinière Briand	BG9
3	B. sempervirens 'fastigiata'	2014	Pépinière Les 3 chênes	GT9C
4	B. sempervirens 'Elegantissima'	2014	Pépinière La Forêt	P28
5	B. microphylla 'Faulkner'	2014	Pépinière Les 3 chênes	GT9C
6	B. microphylla 'Herrenhausen'	2014	Pépinière Les 3 chênes	GT9C
7	B. sempervirens 'hansworthensis'	2014	Armor multiplication	A (3 alv/ctr)
8	B. x 'Green Velvet'	2014	Pépinière La Forêt	P28
9	B. sempervirens 'Aureovariegata'	2014	Pépinière La Forêt	P28
10	B. microphylla Wintergreen(=asiatic winter)	2014	Pépinière Briand	BRP
11	S. x Green Mound	2015	Herplant (B)	C1L
12	B. x 'Green gem'	2015	Herplant (B)	C1L
13	B. microphylla Golden Triumph © 'Peergold'	2015	Pépinière Les 3 chênes	GT9C
14	B. sempervirens Blauer Heinz	2015	Pépinière Les 3 chênes	GT9C
15	B. sempervirens 'Raket'	2015	Pépinière Les 3 chênes	GT9C

2) le facteur inoculation artificielle avec 2 modalités :

- inoculation artificielle de *Cylindrocladium buxicola* basée sur la mise en place de deux plantes contaminantes /parcelle à partir du mois de mars.
- infestation naturelle (non inoculée).

**Le dispositif** consistait en un essai à 2 facteurs croisés, à 20 modalités et à **4 répétitions pour les modalités inoculées et 1 répétition pour les modalités non inoculées**. Le nombre de parcelles élémentaires était de 50. La surface de la parcelle élémentaire valait 1 m<sup>2</sup> avec 12 plantes /parcelle, soit une superficie totale de 70 m<sup>2</sup>, et 600 plantes en tout.

#### Mesures et observations :

Au cours de la saison, les périodes de croissance sont observées et notées (la sensibilité au *Cylindrocladium* semble accrue pendant ces périodes).

#### Périodicité des observations :

Les observations sont réalisées toutes les semaines afin de déterminer au minimum la présence ou non de symptômes.

A partir du moment où des symptômes sont observés sur un des cultivars, une notation selon la grille ci-dessous est réalisée une fois par semaine pour évaluer la dynamique d'évolution de la maladie. Une fois le niveau 6 atteint, les notations sont suspendues sauf reprise de végétation avec de nouvelles parties végétales saines.

Les observations sur buis sont réalisées selon une échelle partagée par les différents sites d'expérimentation et adaptée d'après celle proposée par Roger et Tivoli (1996) :

NOTES	
1	Aucun symptôme.
2	Quelques taches foliaires <5 % surface foliaire
3	5 à 25 % taches nécrotiques
4	25 à 50 % taches, début chute de feuilles
5	50 et 75 % taches, chute de feuilles
6	> 75 % taches nécrotiques, nombreuse lésions/chute importante de feuilles

(\*) Taches foliaires, chute de feuilles (striures longitudinales sur les rameaux) ... à mentionner dans la partie commentaires.

Evaluation de la sévérité de la maladie (%DS, Disease Severity, calculée) :  $n_{class 1} * 0\% + n_{class 2} * 5\% + n_{class 3} * 25\% + n_{class 4} * 50\% + n_{class 5} * 75\% + n_{class 6} * 100\%$  / n plants par lot



Note 1

Note 2

Note 3



Note 4

Note 5

Note 6

### Résultats :

Au cours de cet essai, si les conditions climatiques du printemps 2015 n'ont pas été très favorables au développement de la maladie, celles de la période estivale l'ont été beaucoup plus. Une attaque de *Cyclindrocladium* s'est donc développée à partir du mois de juillet. L'inoculation artificielle réalisée à partir de plantes contaminantes placées dans chaque parcelle a fonctionné et a permis à l'épidémie de démarrer.

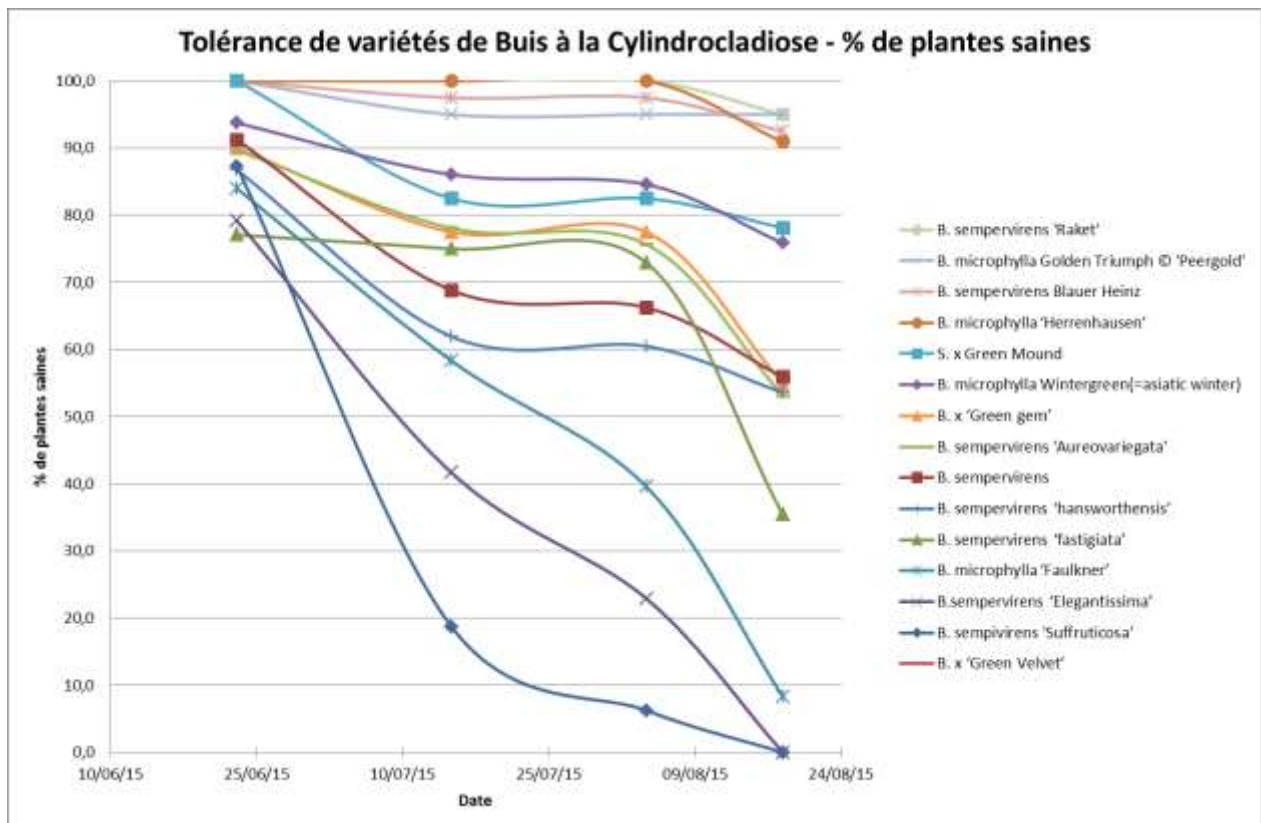
Dans cet essai, les différences de tolérance à *Cyclindrocladium buxicola* entre les 15 variétés de *Buxus* testées sont très importantes et sont statistiquement significatives. On observe différents groupes de sensibilité qui vont des variétés les plus sensibles à des variétés relativement tolérantes dans les conditions de l'année et de cet essai.

La variété la plus sensible de l'essai est de loin la variété *B. sempervirens* 'Suffruticosa' qui a subi de très gros dégâts. A l'automne 2015, l'ensemble des plantes de cette variété est en cours de dépérissement du fait des fortes défoliations qu'elles ont subies. Aucune autre variété n'est aussi sensible que celle-là. Parmi les modalités en infestation spontanée *B. sempervirens* 'Suffruticosa' a aussi été touchée fortement par la cylindrocladiose alors que dans ce contexte la pression de maladie était tout de même moindre en fin d'essai que dans la partie inoculée.

L'espèce type *B. sempervirens*, ainsi que la variété de *B. sempervirens* 'Elegantissima' et *B. microphylla* 'Faulkner' se révèlent également très sensibles à la maladie mais à un degré moindre que *B. sempervirens* 'Suffruticosa'. L'indice de sévérité de la maladie se situe entre 36 et 48 % pour ces variétés contre 94 % pour *B. sempervirens* 'Suffruticosa'.

Les variétés *B. sempervirens* 'Hansworthensis', *B. sempervirens* 'Aureovariegata' et *B. microphylla* Wintergreen (= asiatic winter) constituent un groupe intermédiaire pour lesquelles le niveau d'attaque est moins élevé dans cet essai puisque l'indice de sévérité de la maladie se situe entre 18 et 22 %.

Les autres variétés, c'est-à-dire : *B. sempervirens* 'fastigiata', *B. microphylla* 'Herrenhausen', *B. x Green Mound*, *B. x 'Green gem'*, *B. microphylla* 'Golden Triumph © 'Peergold', *B. sempervirens* 'Blauer Heinz' et *B. sempervirens* 'Raket', apparaissent beaucoup plus tolérantes dans cet essai avec un indice de sévérité de la maladie qui ne dépasse pas 10 %. La maladie est présente mais évolue peu et les plantes ne sont pas ou peu affectées.



## Discussion

Ces résultats sont donc très intéressants puisqu'ils montrent qu'un certain nombre de variétés présente une tolérance intéressante à *Cylindrocladium buxicola* que ce soit dans l'espèce *B. microphylla* (Golden Triumph, Herrenhausen, Wintergreen) et dans l'espèce *B. sempervirens* comme les variétés Raket et Blauer Heinz. L'hybride Green Mound semble également plus tolérant. Cependant, le comportement agronomique et la présentation des variétés sont également à intégrer dans le choix variétal car il est observé de grandes différences de ces points de vue entre les variétés. En effet, toutes les variétés ne se montrent pas adaptées à tous les usages.

Parmi les variétés de buis de l'espèce *B. microphylla*, la variété Faulkner a été très décevante, car d'une part, sa sensibilité à la maladie s'est révélée importante, d'autre part elle est également assez sensible aux rigueurs de l'hiver avec un fort rougissement hivernal du feuillage, un feuillage qui s'abîme beaucoup à cette période, et un comportement de croissance peu intéressant.

D'autres variétés de l'espèce *B. microphylla* citées précédemment sont plus intéressantes du fait de leur tolérance à la maladie et d'un meilleur comportement agronomique en période hivernale. Toutefois, elles ont toujours tendance, à un degré moindre, à avoir un feuillage qui s'abîme un peu en hiver (jaunissement ou rougissement)..

## 2. Recherche de solutions alternatives en traitement des parties aériennes (2 essais)

### Matériel et Méthodes

#### Localisation de l'essai 1

Plateforme pépinière hors-sol de la station expérimentale du GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest (Villeneuve d'Ornon - 33).

### Matériel végétal

*Buxus sempervirens*, cultivés en conteneurs de 4L (substrat Dumona C19/21 + Osmocote Pro 16-11-10 8-9M 5g/L). L'engrais incorporé est plus réactif que celui utilisé en 2014, afin de favoriser la pousse. L'espèce type a été choisie car un peu moins sensible que *B. sempervirens* 'Suffruticosa', classiquement utilisé en bordures et déclaré comme très sensible à la maladie (compromis expression des symptômes/mortalité). Les plantes ont été rempotées le 12/03/15 puis placées en serre et sorties le 08/04/14, peu avant le démarrage de l'essai.

### Matériel technique

L'essai a été conduit en extérieur sur plateforme pépinière pouzzolane recouverte d'une toile hors-sol (système Hortigreen). L'irrigation était réalisée à l'aide d'un charriot d'arrosage.

Pour les traitements un pulvérisateur électrique à dos a été utilisé, et l'inoculation effectuée à l'aide d'un pulvérisateur à pompe manuelle.

Les paramètres climatiques (température du sol et de l'air, humidité de l'air) sont enregistrés pendant la durée de l'essai à l'aide de sondes climatique TESTO.

### Modalités de l'essai

La liste des modalités testées est présentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1 : détails des modalités testées/details of modalities tested**

Modalité	Produit	Fournisseur	Matière(s) active(s)	Dose
	TNT non inoculé exclu	/	Eau	/
	TNT inoculé exclu	/	Eau	/
<b>M1</b> <b>Alternance</b>	TOPSIN 70 WG SWITCH	CERTIS EUROPE BV SYNGENTA	Thiophanate-méthyl Cyprodinyl + fludioxonil	1,6 kg/ha 0,8 kg/ha
<b>M2</b>	SERENADE MAX	BAYER CROPSCIENCE	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	2 kg/ha
<b>M3</b>	CERES	BIOVITIS	<i>Pseudomonas fluorescens</i> souche B177-M-03.08 + <i>Trichoderma harzanium</i> souche B97-M-04.08	0,4 kg/ha
<b>M4</b>	Tr-002	AGRAUXINE	<i>Trichoderma atroviride</i>	4 kg/ha
<b>M5</b>	XEDAVIR	XEDA INTERNATIONAL	<i>Trichoderma asperellum</i> TV1	5 kg/ha
<b>M6</b>	BION 50 WG	SYNGENTA	Acibenzolar-s-méthyl	0,05 kg/ha
<b>M7</b>	ARMICARB	DE SANGOSSE	bicarbonate de potassium	5 kg/ha
<b>M8</b>	Produit B	AGRAUXINE	Non identifié	0,5 kg/ha

### Dispositif expérimental :

L'essai a été aménagé suivant un dispositif de Fischer à 3 blocs. Au total, 8 produits ont été testés et 2 témoins non traités (inoculé ou non) exclus. Chaque répétition comportait 10 plantes, sauf pour les témoins non répétés qui comptaient 20 plantes, soit un total de 280 buis.

Les plantes ont été cultivées à forte densité (15 individus/m<sup>2</sup>) pour maintenir une hygrométrie plus forte.

## Interventions

Une inoculation artificielle des plantes a été réalisée (24/04/2015) afin d'assurer une pression homogène dans l'essai. Suite au développement très limité des symptômes après 1 semaine, les plantes ont été réinoculées (04/05/2015).

3 traitements ont été appliqués pendant l'essai :

- 2 avant la 1ère inoculation
- 1 post-inoculation

Contrairement à 2014, tous les produits ont été ré-appliqués après l'inoculation, afin de restimuler le végétal, suite à la pénétration du pathogène dans le végétal.

Pour la référence chimique, le Switch (cyprodinyl + fludioxonil) a été appliqué juste avant l'inoculation car il présente une efficacité préventive sur la germination des spores. Les autres traitements ont été réalisés avec Topsin 70 WG (thiophante-méthyl).

## Méthodologie d'inoculation

L'inoculation a été réalisée avec une suspension de spores de *Cylindrocladium* isolé sur milieu de culture PCA par le LDA 33 à partir d'un échantillon prélevé dans une pépinière du sud-ouest. L'inoculum a été préparé en diluant dans de l'eau distillée à laquelle du Tween 20 a été ajouté (quelques gouttes dans la bouillie). Le nombre de spores a été ajusté à une concentration proche de 10<sup>4</sup> spores/mL, par comptage sur cellule de Malassez.

Inoculation 1 : 3mL/plante à 8,4 x10<sup>3</sup> spores/mL

Inoculation 2 : 4,3 mL/plante à 1,65 x10<sup>4</sup> spores/mL

Les plantes inoculées ont été recouvertes par un film P17 humidifié et un film plastique en polyéthylène micro perforé pendant 48 heures, afin de garantir une hygrométrie suffisante pour le développement de la maladie.

## Variables mesurées :

Symptômes sur feuilles : elles suivent la même échelle que celle précédemment décrite.

### - 1ers résultats :

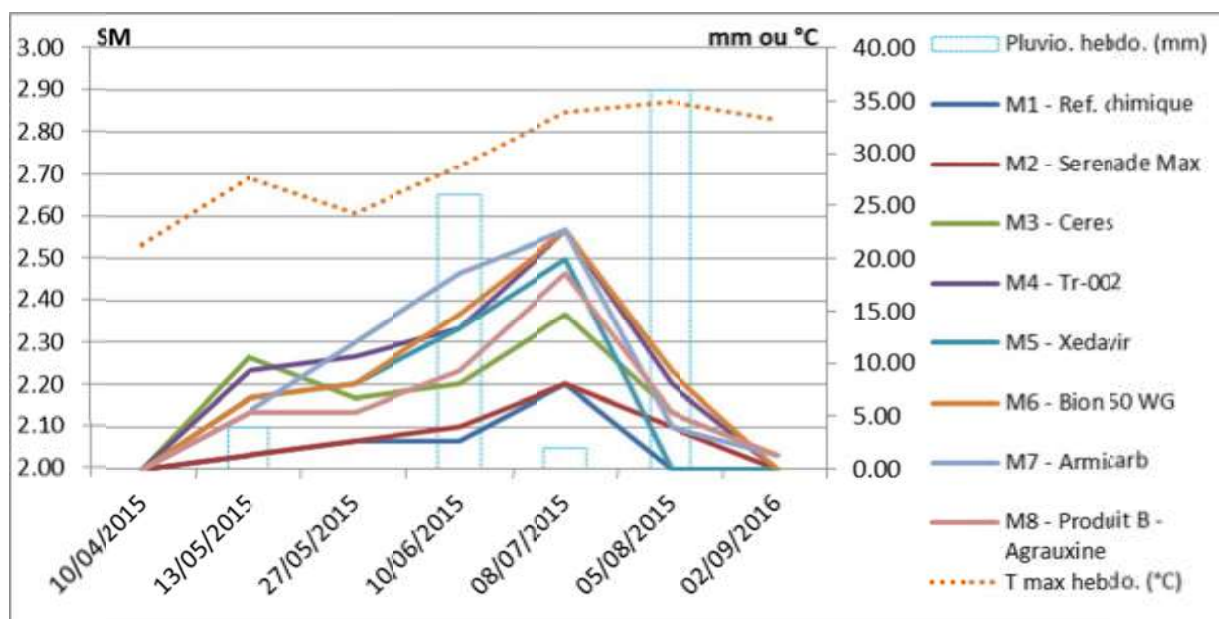
En 2014, les observations ont permis de mieux appréhender l'épidémiologie de la maladie sur *B. sempervirens* et mis en évidence sa complexité en lien avec les conditions climatiques, la phénologie des feuilles (premiers symptômes démarrant souvent de la base, jeunes feuilles pas nécessairement plus touchées). En fin d'essai, une grande partie des plantes étaient non commercialisables en raison de conditions particulièrement favorables au pathogène, entraînant une chute importante de feuilles. Des efficacités intéressantes ont tout de même été obtenues avec certains produits. L'application préventive, avant inoculation, de Bion 50 WG (Acibenzolar-s-méthyl) et de Ceres (*Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzanium*) a permis de limiter le développement de la maladie et de réduire de 25% sa sévérité en fin d'essai comparé au témoin chimique. Certains produits comme le Basfoliar Si (silice) et le Serenade Max (*Bacillus subtilis* QST 713) n'ont assuré qu'une protection très limitée contre la maladie.

En 2015, seul le Basfoliar Si a été abandonné et remplacé par un biostimulant dérivé de levures.

## Résultats 2015 et Discussion

Les résultats obtenus confirment la difficulté de l'installation du pathogène en conditions expérimentales dans les conditions bioclimatiques du sud-ouest de la France et le rôle prépondérant de la combinaison température/pluviométrie, hygrométrie.

**Figure 1 : Evolution de la sévérité des dégâts en fonction du climat/evolution of the severity of the disease depending on the climat**



Les fortes températures estivales enregistrées en 2015 (pics réguliers  $\geq 33^{\circ}\text{C}$ , température létale d'après Henricot, 2006), combinées à une faible hygrométrie ont largement inhibé *C. buxicola*, qui ne s'est développé que pendant une courte fenêtre après l'inoculation et suite aux épisodes pluvieux contaminateurs. Ce constat a été confirmé par des observations faites chez des producteurs où la pression sanitaire était également plus faible.

Une solution pour pallier à cette contrainte serait de travailler en milieu confiné, avec des brumisations régulières de la culture pour garantir une forte hygrométrie.

Le choix de la plante modèle est un autre point à discuter. *Buxus sempervirens* est réputé sensible à la cylindrocladiose du buis (Gehesquière, 2014). En effet, la totalité des buis de l'essai était déjà contaminée à réception. Cependant, dans nos conditions climatiques, *B. sempervirens* 'Suffruticosa', le buis bordure, très sensible à la cylindrocladiose, serait peut-être plus adapté.

Malgré ces contraintes, des différences d'efficacité ont tout de même été relevées entre les produits testés, mais soulignent le manque de répétabilité de ce type de produits d'une année sur l'autre.

La référence chimique a fourni la meilleure protection pendant la durée de l'essai, ce qui coïncide avec les données de terrain. Le Serenade Max, à base de *Bacillus subtilis*, a montré une efficacité similaire contrairement à 2014, malgré une cadence de traitement similaire.

Le BION 50WG, qui avait montré des résultats prometteurs en 2014, n'a pas permis de limiter la maladie comparé à la référence chimique. En revanche, Ceres (*Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzanium*) a montré une efficacité partielle en milieu et fin d'essai. Ces deux micro-organismes sont cependant plutôt inféodés à la rhizosphère et devraient donc être privilégiés pour les traitements au sol.

L'Armicarb, à base de bicarbonate de potassium, qui agit principalement par contact et renforcement de la paroi des feuilles, ne semble pas suffisant pour limiter *C. buxicola*. En effet, le pathogène est capable de pénétrer activement à travers la cuticule des feuilles. De plus, le mycélium interne devient rapidement inaccessible pour le produit.

Les autres spécialités ont toutes fourni des niveaux de protection intermédiaire.

Ces conclusions doivent néanmoins être relativisées par la pression assez faible de la maladie pendant tout l'essai, qui a pu masquer les différences d'efficacité entre produits.

## Localisation de l'essai 2

Station expérimentale Arexhor Seine-manche.

## Dispositif expérimental

L'essai suit un dispositif en blocs de Fischer à 3 répétitions : 9 modalités dont 1 témoin non traité non inoculé, 10 plantes par parcelle élémentaire, soit 270 plantes en tout. La culture a lieu en extérieur sur une toile hors-sol. L'arrosage est réalisé par aspersion à l'eau corrigée à pH 6.

## Modalités de l'essai 2

La liste des modalités testées est présentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2 : détails des modalités testées/details of modalities tested**

Modalité	Produit	Fournisseur	Matière(s) active(s)	Mode d'apport	Dose	Nb d'application	N°AMM	Fréquence des applications	Type
T	TNT non inoculé	/	Eau	/	/	/	/	/	/
A	SERENADE MAX	BAYER	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	Pulvérisation foliaire	2 kg/ha	3	2100162	T1, T1 + 7 jours, T2+7 jours	Stimulateur des Défenses Naturelles
B	CERES	BIOVITIS	<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzanium</i>	Pulvérisation foliaire	0,4 kg/ha	2	/	T1, T1 + 15 jours	Stimulateur des Défenses Naturelles
C	ESQUIVE WP	AGRAUXINE	<i>Trichoderma atroviride</i> I1237	Pulvérisation foliaire	4 kg/ha	1	2080004	T1	Fongicide
D	XEDAVIR	XEDA INTERNATIONAL	<i>Trichoderma asperellum</i> TV1	Pulvérisation foliaire	5 kg/ha	1	2130089	T1	Fongicide
E	BION 50 WG (INSSIMO)	SYNGENTA	<i>Acibenzolar-s-méthyl</i>	Pulvérisation foliaire	0,05 kg/ha	4 (+1)	9600526	T1, T1 + 7 jours, T2+7 jours	Stimulateur des Défenses Naturelles
F	BASFOLIAR Si	COMPO	Silice	Pulvérisation foliaire	1 L/ha	5	/	T1, T1 + 7 jours, T2+7 jours, T3+15 jours	Protectant
G	ORGASOIN	BIOPHYTECH	<i>Trichoderma harzanium</i> (spores)	Rempotage	50g/L substrat	1	/	T1 (rempotage)+147 jours (arrosage)	Engrais
	Arrosage			2,5L/100L	1				
	ECHOSOIN TG		<i>Trichoderma harzanium</i> (extrait)	Arrosage	25L d'extrait /1000L d'eau	2	/	T1, T1+91 jours	Engrais
ECHOSOIN P	<i>Trichoderma harzanium</i> (extrait)	Arrosage	25L d'extrait /1000L d'eau	2	/	T1, T1+112 jours	Engrais		
H	Produit sous code			Pulvérisation foliaire	1 tablette /10m <sup>2</sup>	4 (+1)		T1, T1 + 7 jours, T2+7 jours, T3+15 jours	

## Résultats 2015 et Discussion

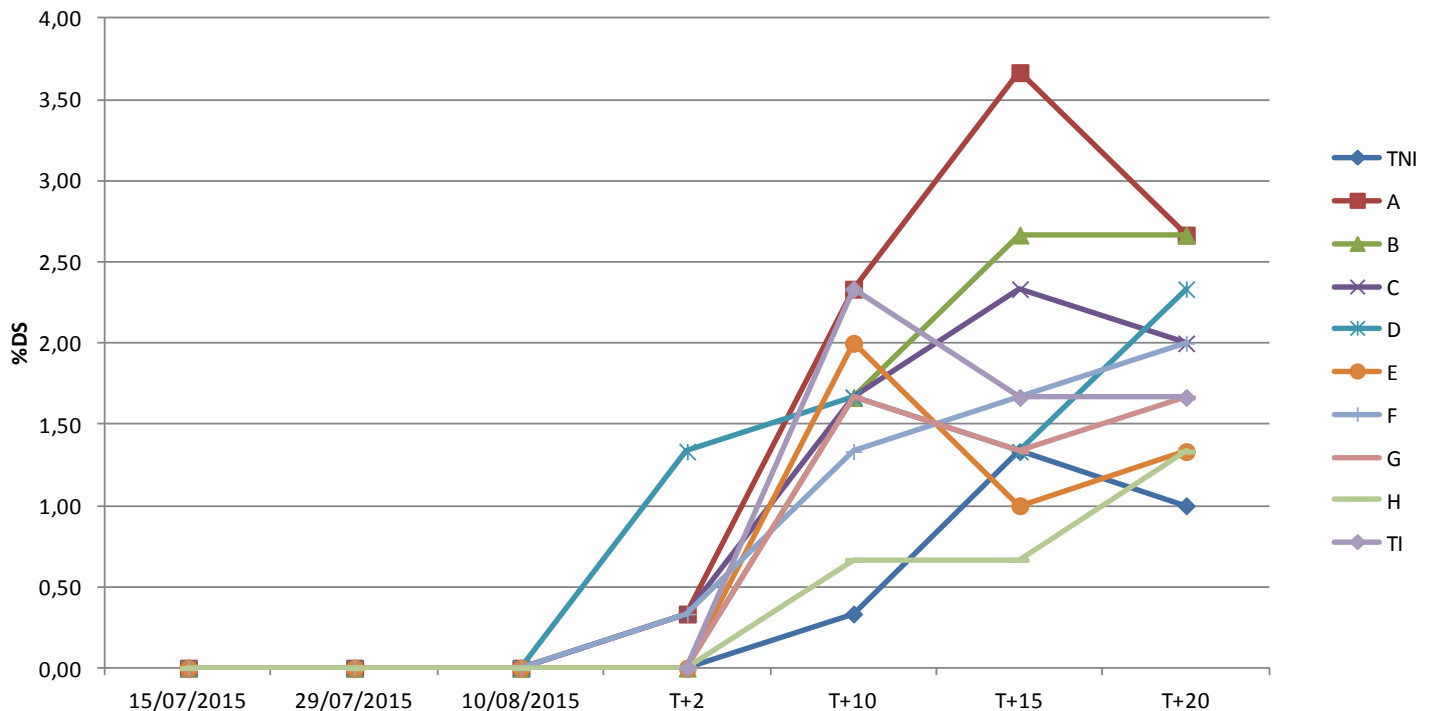
Les différences de sévérité sont pratiquement inexistantes au début de l'essai (à 2 et 5 jours après inoculation). Les différences d'efficacité entre les modalités s'observent aux 13<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> jours après inoculation (T2 et T2+5j), avec une amplitude de résultats plus importante au 13<sup>ème</sup> jour. Bien que les différences ne soient pas significatives, en fin d'essai, les deux modalités qui présentent des sévérités de la maladie les plus faibles sont : le produit sous code (modalité H) et le BION 50 WG (modalité E).

En fin d'essai, toutes les modalités ont présenté des symptômes. Malgré une faible différence (non significative) au niveau des résultats ce sont ces deux même produits, le BION 50 WG (modalité E) qui est un SDP (produit à base d'acibenzolar-S-méthyl) et le produit sous code qui est un engrais foliaire

(modalité H) qui donneraient les meilleurs résultats (relatifs). Les modalités alternatives comprenant des produits à base de micro-organismes ont été plus sensibles à la maladie.

Les symptômes présents durant cet essai sont tous de classe 2 (seulement quelques feuilles touchées par plante) et ne sont pas irréversibles puisque des fluctuations quantitatives de plantes atteintes ont été observées.

### Cinétique de la sévérité de la maladie



### Phytotoxicité des produits

La modalité G qui comprend l'incorporation de granulés associant des spores de *Trichoderma harzanium*, de souche inconnue et un engrais (NPK 3-0-0 + 1 % MgO) présente des traces de phytotoxicité (Figure 2) et une forte électroconductivité (EC) (7,85 mS). Il est possible que la dose du produit de 50g par litre de substrat soit trop élevée et engendre des problèmes de salinité. En effet, une trop forte EC signifie une solution trop concentrée, et donc un stress pour la plante qui voit son milieu extérieur trop chargé en ions. Elle est obligée par principe d'osmose, d'essayer de réguler son milieu en exsudant de l'eau, ce qui a pour conséquence de la déshydrater. Une EC de substrat trop forte, est donc toxique pour la plante.



Figure 2 : phytotoxicity caused by modality G

### 3. Recherche de solutions alternatives en traitement de sol (1 essai)

#### Matériel et Méthodes

##### Localisation de l'essai

Site expérimental d'AREXHOR GRAND EST,

##### Matériel végétal

*Buxus sempervirens* cultivés en conteneur de 3 litres sont placés en extérieur pendant la saison de culture. L'essai sera réalisé en infestation naturelle.

##### Modalités de l'essai

La liste des modalités testées est présentée dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 3 : détails des modalités testées/details of modalities tested

n°	Descriptif	Nom /Code du produit	Micro-organisme	Concentration (ufc/g)	Dose produit (g/l de substrat)	Nombre d'applications
M01	témoin non infesté	-	-	-	-	2 à l'eau claire
M02	Produit solo	Prestop	<i>Gliocladium catemulatum</i>	$2 \cdot 10^8$	0.2 g/l	4
M03	Produit solo	Triatum P	<i>Trichoderma harzianum</i>	$1 \cdot 10^9$	0.03 g/l	2
M04	Produit solo	Xédavir	<i>Trichoderma asperellum</i>	$1 \cdot 10^7$	1 g/l	1
M05	Produit solo	Bio Humic	<i>Bacillus sp</i> + spore de <i>Trichoderma</i>	$1 \cdot 10^6$	2 g/l	1
M06	Produit solo	Microflor	<i>Trichoderma harzianum</i>	$1 \cdot 10^6$	0.01 g/l	2
			<i>Pseudomonas fluorescens</i>	$1 \cdot 10^8$		

### **Dispositif expérimental :**

Le nombre de plants par parcelle est de 20 et la taille de la parcelle élémentaire est de 1m<sup>2</sup>. Les modalités sont au nombre de 6. Au total, 120 plants ont été notés au sein de 6 parcelles.

### **Interventions**

Les buis proviennent des pépinières Briant. Le rempotage a été effectué le 10 avril 2014, dans du substrat Klasmann 233 à base de tourbe blonde fertilisée avec de l'osmocote 8/9 mois 15.9.11. Un surfaçage a également été réalisé le 9 juillet 2015 (LD Nativ, 3g/l). Les végétaux sont cultivés en extérieur sur plateforme pépinière recouverte d'une toile hors-sol.

L'arrosage à l'eau claire se fait par aspersion. Aucun désherbage chimique n'a eu lieu pendant la saison de culture.

Les traitements ont été apportés entre 2 à 3 fois, avec un intervalle de 4 semaines à 10 semaines suivant les modalités, avec un volume de bouillie par pot de 300 ml répartis à la surface.

### **Résultats 2015 et Discussion**

Le taux d'infestation faible des *Buxus* ne permet pas une réelle observation d'efficacité des produits utilisés dans cet essai mais donne cependant des tendances à confirmer avec une culture en pleine terre.

Cependant, en période d'infestation un peu plus forte, il semble que les produits à base de *Trichoderma sp.* (Triatum P, Xédavir et Microflor) des modalités M03, M04 et M06, permettent de limiter l'infestation ou de réduire son extension sur la plante.

Le produit utilisé en M02 (Prestop), nécessitant plus d'applications (4 traitements), ne semble pas avoir d'effet sur l'infestation du *Cylindrocladium* quel que soit le taux d'infestation. Les résultats obtenus étant quasi identiques à ceux obtenus pour la modalité témoin. En ce qui concerne le produit Gepac Bio Humique utilisé en M05, son effet reste très variable en fonction des notations, il ne semble donc pas pouvoir aider à la lutte contre *Cylindrocladium*.

### **Conclusion générale**

En 2015 comme en 2014, la plupart des observations réalisées sur les stations de l'institut menant des essais en conditions semi-contrôlées se sont heurtées à la difficulté d'expression de la maladie en lien avec des conditions climatiques défavorables au champignon ; faible pluviométrie, fortes températures estivales combinées à une faible hygrométrie ont souvent nuit au développement de *C. buxicola*, qui n'a que rarement effectué un cycle complet malgré les moyens mis en œuvre pour le favoriser, compliquant ainsi la tâche d'interprétation.

Dans quelques cas, des niveaux d'infestation partiels ont parfois suffi pour mettre en évidence des efficacités intéressantes avec certains produits, mais le manque de répétabilité dans les résultats obtenus d'une année sur l'autre, ou d'une structure à une autre, constitue dans l'état actuel de nos travaux un frein à la l'identification de solutions efficaces, durables, aisément reproductibles par les utilisateurs.

### **Références bibliographiques**

- (1) GRO-BARK. Boxwood blight - Technical Service Bulletin [En ligne]. Disponible sur : <http://www.gro-bark.com/brochures/ThermanSB005%20-%20Boxwood%20Blight.pdf> (consulté le 02/07/2014)
- (2) RICHARDS, Wally. Buxus disease - Articles from July 2010 to April 2009 [En ligne]. Gogama Screening Project. 2009. Disponible sur : [www.gardennews.co.nz/a1month.html](http://www.gardennews.co.nz/a1month.html)

- (3) GEHESQUIERE, Bjorn et al., 2014. Naar een geïntegreerde beheersing van de buxusziekte *Cylindrocladium buxicola*. Deel 2: Goede cultuur- en onderhoudspraktijken. De Boomkwekerij, (4), pp.19–21
- (4) GEHESQUIERE, B. et al., 2012. Identification of a second genotype within European populations of *Cylindrocladium buxicola*.
- (5) GEHESQUIERE, Bjorn. VAN REMOORTERE L., RYS F., VAN HUYLENBROECK J., HEUNGENS K., 2014. Algenmiddag bij WUR Naar een geïntegreerde beheersing van de buxusziekte *Cylindrocladium buxicola*. Deel 3: Optimaal gebruik van waardplantresistentie. Sierteelt & Groenvoorziening, n° 8, p. 23-26. [18887]
- (6) GEHESQUIERE, Bjorn. 2011. *Cylindrocladium buxicola* in Buxus : onderzoek naar de ontwikkeling van een cultivarspecifiek risicomodel [*Cylindrocladium buxicola* chez le buis : recherche sur le développement d'un modèle de risque propre à chaque cultivar]. Verbondsnieuws, (21), pp.24–26.
- (7) HENRICOT, Béatrice. Box blight – From a talk given by Dr Beatrice Henricot at the Royal Horticultural Society
- (8) DOUGLAS, S.M. Boxwood blight – a new disease for Connecticut and the US
- (9) VAN GASTEL, R., 2014. “Mulchen om *Cylindrocladium* te berpken”. De Boomkwekerij, n°15. 25/07/2014, p.29.
- (10) LEFORT, F. et al., 2013. La lutte microbiologique : des solutions douces contre les pathogènes et ravageurs du buis, Suisse: Hepia - Institut Terre Nature Environnement (InTNE)
- (11) GEHESQUIERE, B. et al., 2013. Naar een geïntegreerde beheersing van de buxusziekte *Cylindrocladium buxicola*. Deel 1: Een duurzame chemische bestrijding [Vers une maîtrise intégrée de la maladie du buis causée par *Cylindrocladium buxicola*. Première partie : une lutte chimique durable]. Sierteelt & Groenvoorziening, (21), pp.27–29.
- (12) GANCI, M., BENSON, D.M. & IVORS, K.L., 2013. Susceptibility of commercial boxwood taxa to *Cylindrocladium buxicola*. In Proceedings of the International Plant Propagators' Society 1014. pp. 369–370. Disponible sur : [http://www.actahort.org/books/1014/1014\\_83.htm](http://www.actahort.org/books/1014/1014_83.htm) (consulté le 11/04/2014)