

# Recherche des sporulations de *Pucciniastrum geoppertianum*, champignon causant la rouille balai-de-sorcières des bleuetiers

Rapport de travail présenté à

Guy-Anne Landry , MAPAQ

Christian Lacroix, MAPAQ

Ferme Éthier, St-Étienne-des-Grès

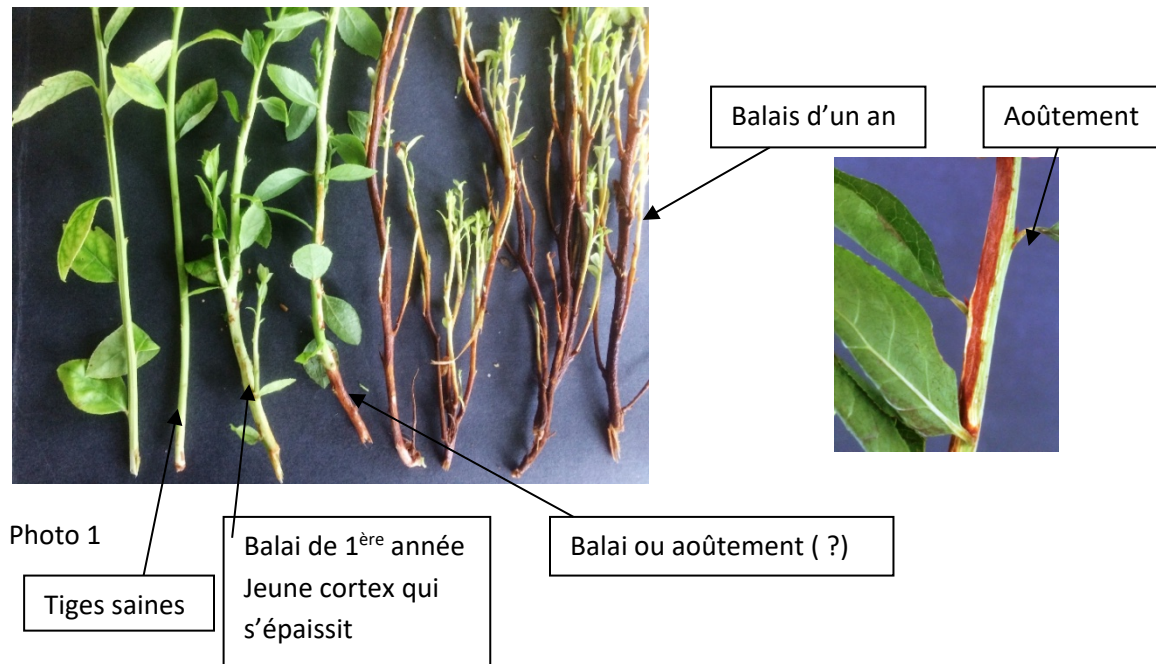
Par Gérard Gilbert, agr. Msc, phytopathologie,

Gilbert Phytoconsultant, Portneuf

[gilbert.phytoconsultant@gmail.com](mailto:gilbert.phytoconsultant@gmail.com)

## **1- Problématique :**

*P. geoppertianum* est le champignon parasite responsable de la rouille balai de sorcières des bleuetiers nains et des bleuetiers en corymbe (géants). Dans l'industrie de la production du bleuet en corymbes, il est établi qu'une bleuetière bien régie devrait normalement produire un rendement constant durant au moins 25 ans sans problèmes. Cependant, la plupart des bleuetières deviennent graduellement infectées par cette rouille à des niveaux variables en moins de 10 ans, jusqu'à imposer l'arrachage et le remplacement des plants. Les pertes économiques se traduisent ainsi: des coûts additionnels de main d'œuvre pour tailler toutes les tiges malades improductives qui maintiennent les cycles d'infection, des rendements en fruits diminués et des coûts additionnels pour le remplacement prématuré des plants.



## **2- État des connaissances actuelles du champignon parasite :**

Les plus récents travaux de recherches effectués au Canada sur la maladie semblent être ceux de Van Sickle au début des années 70 (Service canadien des forêts, Fredericton). Tout en considérant aussi le bleuetier nain, ce chercheur s'intéressait surtout aux conditions favorisant la maladie chez le sapin.

Les travaux publiés sur ce *Pucciniastrum* mentionnent qu'il est de type hétérocyclique c'est-à-dire qu'il doit infecter deux espèces de plantes pour produire tous ses types de spores. Les références consultées précisent qu'un type de spores (basidiospores) est produit en juin sur le bleuetier, un type (téliospores) en fin d'été (juillet – août) et un autre type de spores (écidiospores) est produit sur les aiguilles du sapin baumier aussi en juin, durant l'allongement des pousses annuelles et iront infecter les pousses annuelles de bleuetiers.

Malgré les publications de rapports descriptifs de la morphologie des spores de *P. geoppertianum*, des échantillons de tiges examinés par le personnel du Laboratoire de diagnostic du MAPAQ au cours des dernières années n'ont pas permis d'observer de manière certaine une des ces sporulations dans les tissus symptomatiques.

Des travaux de détection au moyen de la biologie moléculaire effectués par l'équipe du Dr Richard Hogue du LAB de l'IRDA en 2016, rapportaient cependant la présence de *Pucciniastrum* dans les balais de sorcières des bleuetiers. Ces travaux par contre ne rapportaient pas l'observation microscopique de structures anatomiques de *Pucciniastrum* (télies, téliospores, basidiospores) témoignant visuellement de la présence du champignon dans les tissus endommagés.

## **3- But du projet :**

- a- Déterminer le meilleur moment d'échantillonnage pour retrouver des spores de *Pucciniastrum*.
- b- Déterminer le meilleur type d'échantillons (parties de la plante) permettant de retrouver ces spores.

#### **4- Procédures de travail**

Sur la Ferme Éthier de St-Étienne des Grès (bleuets en corymbes) et en bordure de l'entreprise agricole Plantations Nicholas d'Adstock (sapinière de Noël avoisinant des bleuets nains), on y retrouve une forte proportion de bleuétiers infectés.

Afin de détecter les spores de *Pucciniastrum*, 40 échantillons (33 bleuétiers, 7 sapins) provenant de la Mauricie ont été reçus du 5 juin au 23 juillet et 23 échantillons de la Beauce (15 bleuétiers, 8 sapins) reçus du 28 mai au 26 juillet.

De plus, 25 échantillons de balais de sorcières de bleuétiers en corymbe identifiés "Portneuf" ont été prélevés en mai avant l'apparition de la croissance annuelle de 2018 ainsi qu'en novembre. Ils ont été conservés en conditions naturelles extérieures pour favoriser le développement éventuel de structures sporulantes, les basidiospores en l'occurrence.

Malgré les précédent échecs d'observation, les échantillons étaient traités selon l'approche appliquée au Laboratoire de diagnostic du MAPAQ: examen sous la loupe binoculaire des épidermes symptomatiques pour repérer des structures suspectes; prélèvements de minces portions d'épidermes placés entre lames et lamelles pour l'examen microscopique et la recherche de types de spores pouvant être produites par *Pucciniastrum*.

Des portions d'échantillons ont été remises au Dr Philippe Tanguay, phytopathologiste chercheur au Centre de Foresterie des Laurentides pour un test moléculaire de détection de *Pucciniastrum* (PCR).

Un échantillonnage d'automne (novembre 2018) de balais de sorcières conservés au froid sous la neige a été fait sur les bleuétiers malades. Ces échantillons ont été soumis à des conditions variables d'humidité et de températures pour forcer la germination éventuelle des téliosporés et la formation d'autres structures comme les basides et les basidiospores.

Des photos étaient prises à différents moments du projet.

#### **5- Résultats (échantillons d'été)**

Les premiers échantillons de balais de sorcières de bleuétiers récoltés fin mai début de juin, en provenance des deux régions ont été examinés afin de retrouver un type de spore quelconque. Les premiers examens microscopiques ont conduits aux mêmes observations que celles rapportées par le personnel du Laboratoire à de multiples occasions: mycéliums et conidies de différents champignons microscopiques dont les caractères morphologiques n'appartenaient pas aux basidiomycètes (classe des rouilles), les mycéliums étaient beaucoup plus larges que 5 µm et

surtout, des structures ovales, orangées et indifférenciées de dimensions variables remplissant complètement les cellules et pouvant être confondues aux cellules de la tige (photos 2). Bref, même préparation des échantillons, mêmes observations non concluantes comme celles rapportées par le Laboratoire de diagnostic.

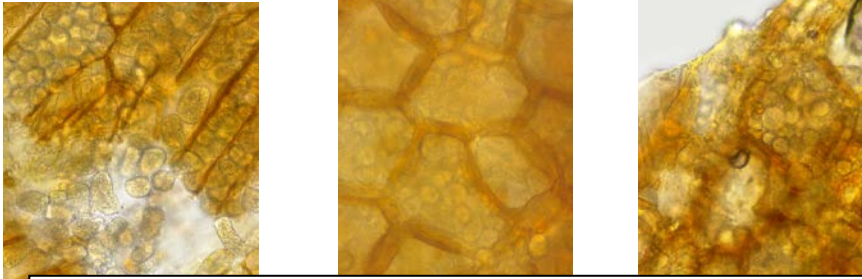


Photo 2 Structures cellulaires indifférenciées dans les jeunes balais de sorcières (téliospores en développement)

Même tranchées très minces, les prélèvements d'épidermes de balais de sorcières demeuraient partiellement transparents. L'épaisseur des tissus ne permettait pas de bien distinguer les spores parmi les organites cellulaires comme les vacuoles par exemple.

Une modification importante à la préparation des échantillons pour l'examen microscopique a alors été essayée: le fin broyage des tissus (épidermes et cortex) des balais de sorcières suivi d'un tamisage pour libérer les télisporés. La nouvelle méthode d'extraction a été celle-ci : lavage des tiges puis trempage des portions de balais de sorcières durant 2 heures dans l'eau du robinet; égrainage des cortex symptomatiques sur un tamis-rape de 80 meshes (0,117mm), rinçage du broyat de tissus avec récupération du filtrat en dessous, conservation des filtrats à 8C; examens microscopiques des filtrats effectués au cours des semaines suivantes (photos 3 à 5)



Photo3.  
"rapage"  
des balais  
sur tamis



Photo 4.  
Rinçage du  
broyat



Photo 5. Prélèvement  
et examen  
microscopique du  
filtrat

L'examen des filtrats a finalement révélé la présence abondante de téliospores telles qu'elles sont présentées dans les références: des téliospores de couleur brune et à parois épaissies, dont les diamètres se situaient entre 19 et 25µm en moyenne; ces caractéristiques correspondent à celles rapportées chez les *Pucciniastrum*. Beaucoup de télies compactes non dissociées en téliospores étaient aussi remarquées (photos 6, 7)



Photo 6. téliospores

Photo 7. télies

Concernant les échantillons de rameaux de sapins, plusieurs montraient des pustules (écidies) de rouilles sous les aiguilles. Les confirmations d'identification des écidiospores de *Pucciniastrum* (photo 8) ont été effectuées par M. Marc Blouin, technicien de laboratoire à la section de pathologie forestière du MFFQ, attiré à l'identification des champignons microscopiques forestiers.

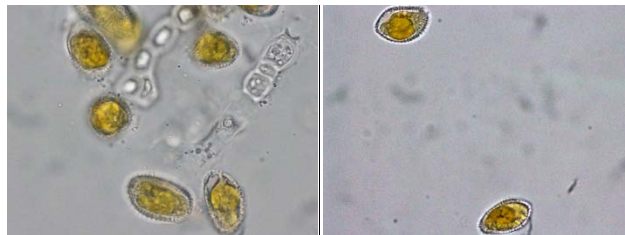


Photo 8 Écidiospores de *Pucciniastrum* sur sapin

Onze échantillons de bleuetier et de sapin choisis parmi le lot d'échantillons reçus des deux régions ont été remis le 12 septembre 2018 à M. Philippe Tanguay, chercheur au Centre de Foresterie des Laurentides à Sainte-Foy. Un test moléculaire par PCR a détecté *Pucciniastrum*

*goeppertianum* dans cinq échantillons (4 bleuetiers, un sapin). Les résultats des examens microscopiques et des PCR des échantillons sont intégrés au tableau suivant :

## MAURICIE

### BLEUETIERS 2018

# ÉCHANT	DATE sur le sac	TYPE	ÉTAT / SYMPTÔMES	Téliospores de <i>Pucciniastrum</i> (2)		NOTES
				Lame1	Lame 2	
1	5 juin	nain	Trois rameaux desséchés Balais sur une partie du plant	16	-	PCR - <i>Mollisia melaleuca</i> détecté (2)
2	5 juin	Patriot	Une poignée de feuilles 2 bouts de tiges de 3cm; épiderme et cortex gonflés mais sans balai de sorcières	23	-	
3	5 juin	Northblue	4 balais bruns desséchés	33	44	
4	5 juin	Northblue	2 balais bruns desséchés	26	-	
5	5 juin	Northblue (?)	2 hauts de tiges saines portant un petit balai sur leurs côtés	20	-	Téliospores en germination ? PCR + (2)
6	11 juin	Patriot	Haut de tige dont les fins rameaux sont des balais de sorcières sont desséchés Feuilles vertes desséchées	13	6	
7	11 juin	nain	3 balais très fins et desséchants	17	37	Télie nombreuses
8	11 juin	Patriot	Un haut de rameau entortillé de 20cm Balais d'un an	40	12	Télie nb
9	11 juin	Patriot (?)	Balai portant des feuilles brunissantes	17	-	PCR + (2)
10	19 juin	Nain	Deux balais desséchés Pousse annuelle normale au bas de la tige	0	122	Lame 1 = pousse annuelle; 2 : balai d'un an
11	19 juin	Patriot	2 hauts de tige dont l'un est un balai et l'autre sans symptômes	32	-	
12	19 juin	Duke	Plusieurs balais desséchés de 20 cm de longueur	+	+	Rares téliospores vues
13	19 juin	Duke (?)	Plusieurs balais desséchés et courts Un balai sur le haut d'une tige normale	46	-	
14	26 juin	Patriot	7 gros balais de 30cm de longueur Un balai porte aussi une partie normale	14	102	
15	26 juin	Patriot	10 rameaux de 15-20 cm de longueur Pas de balais remarquables; écorce brunissante au bas des tiges	42	-	Téliospores difformes, plissées, compressées; une spore brun rouille échinulée ressemblant à une écidiospore
16	26 juin	nain	2 rameaux de 30cm de longueur portant un petit balai sur leurs côtés	81	-	Prélèvement fait à la jonction
17	6 juillet	North blue	3 rameaux feuillus sans symptômes dont l'un porte un petit balai sur le côté	+	-	Rares téliospores vues
18	6 juillet	Nain	Un plant portant 5 ramifications dont 3 sont des balais	+	+	Rares téliospores orangées immatures ?
19	6 juillet	Patriot	2 courts balais très trapus	12	-	
20	6 juillet	Patriot	3 hauts de rameaux de 15cm Feuillage vert	+	-	Rares téliospores orangées immatures ?

			Pas de symptômes typiques de balais mais plutôt un "mûrissement" de l'écorce au bas des tiges annuelles			
21	10 juillet	Patriot	Un petit balai sur le haut d'une des 2 tiges Épiderme brunissant au bas de la tige annuelle; écorce brune sur la tige normale d'un an	+	+	Rares téliospores orangées immatures avec intérieur granuleux sur les 2 tiges
22	10 juillet	Nain	Un balai d'un an desséché parmi des ramifications annuelles normales	36	+	Lame 2 : Rares téliospores orangées immatures
23	10 juillet	Patriot	Haut de tige d'un an avec un petit balai sur le haut 4 rameaux annuels avec écorce brune et renflée	+	+	Lame1 : mycélium rouille dans les cellules de cortex Lame2 : balai annuel avec téliospores orangées immatures portant un début de cloison
24	10 juillet	Patriot	Un haut de tige normale d'un an portant un petit balai annuel sur son côté	+	-	Lame1 : téliospores orangées immatures Lame2 : écorce brune de tige d'un an/feuilles du balai
25	17 juillet	nain	Un plant entier portant des balais annuels et d'un an	25	37	Lame1 balai d'un an: téliospores; quelques uns portent un mycélium du Lame2 balai annuel: téliospores orangées immatures, bossues
26	17 juillet	?	12 balais d'un an et 3 balais annuels	5	-	Lame1 : balai annuel
27	17 juillet	Patriot	3 balais annuels et 3 balais d'un an desséchés	50	32	Lame1 : balais annuel; mycélium orangé dans cellules de cortex avec téliospores immatures et matures Lame 2 : balai d'un an
28	17 juillet	Northblue	Balai sur haut de tige feuillue d'un an	20	-	Lame1 : feuilles de balai annuel Lame2 : écorce de balai annuel
29	23 juillet	Patriot	Haut de tige feuillu avec fruits portant un balai annuel sur le coté en haut	9	-	Lame1 : téliospores orangées immatures et téliospores matures, télies
30	23 juillet	nain	Une tige d'un an desséchée	110	-	Télies et téliospores nombreuses
31	23 juillet	Duke	7 sections de tiges annuelles feuillues Épiderme brun foncé et bien ferme (aoûtement ?)	14	-	Lame1 : téliospores orangées immatures
32	23 juillet	Northblue	15 balais annuels feuillus, mi secs	Plus de 100	-	Lame1 : téliospores orangées immatures et téliospores matures; mycélium brun émergeant des cellules
33	23 juillet	Patriot	12 balais annuels feuillus, mi secs	23	+	Lame1 écorce brun foncé de la base des tiges/Lame 2 : épiderme brun pâle des rameaux: téliospores orangées immatures et téliospores matures

45		Patriot	Feuilles (Portneuf)	0		PCR - <i>Thekopsora minima</i> détecté (2)
----	--	---------	---------------------	---	--	--

(1) Examen microscopique des filtrats

(2) Test de détection et d'identification par PCR (personnel du laboratoire du Dr Philippe Tanguay, Station fédérale de Recherche Forestière des Laurentides)

## Mauricie

### Sapin 2018

# ÉCHANT	DATE	ÉTAT / SYMPTÔMES	Écidies / écidiospores de <i>Pucciniastrum</i> (1)	Notes
1	11 juin	2 rameaux de 15 cm reçus dans un sachet de plastique; brûlures brunes et sèches des aiguilles	0	Aucune écidie (1)
2	19 juin	Un bout de rameau de 10cm reçu dans un sac de papier	0	Aucune écidie (1)
3	26 juin	5 rameaux de 20cm reçus desséchés dans un sac de papier; aiguilles rougeâtres éparpillées parmi les aiguilles vertes	+	Écidiospores des <i>Pucciniastrum</i> (1)
4	6 juillet	2 rameaux de 15cm reçus dans un sac de papier; brunissement des aiguilles d'un an	+	Écidiospores jaunes pâle PCR + (1) (2)
5	6 juillet	6 bouts de rameaux de 10cm restés souples en sac de papier; aiguilles jaunes et d'autres sont brun verdâtre	+	Écidiospores jaunes brunâtres; PCR + (1) (2)
6	10 juillet	4 rameaux de 10cm restés souples en sac de papier; aiguilles jaunes brunâtres éparpillées portant des écidies visibles en dessous	+	(1)
7	23 juillet	5 rameaux de 10cm restés souples en sac de papier; aiguilles jaunes brunâtres éparpillées portant des écidies visibles en dessous	+	(1)

(1) Examen microscopique et identification confirmées par Marc Blouin, technicien forestier attiré à l'identification des champignons microscopiques, MFFQ, service de la Protection des Forêts.

(2) Test de détection et d'identification par PCR (personnel du laboratoire du Dr Philippe Tanguay, Station fédérale de Recherche Forestière des Laurentides)

## BEAUCE

### BLEUETIER NAIN 2018

			Téliospores de <i>Pucciniastrum</i> (2)	
--	--	--	---	--



# ÉCHANT	DATE sur le sac	ÉTAT / SYMPTÔMES (1)	Lame1	Autres lames	NOTES
1	28 mai	Un balai d'un an plutôt desséché	+	-	Peu
2	28 mai	Un balai d'un an plutôt desséché	56	-	
3	5 juin	Un balai d'un an plutôt desséché	+	-	peu
4	5 juin	Un balai d'un an plutôt desséché	+		peu
5	12 juin	Un plant tout en balais de sorcières sauf de rares rameaux normaux et peu feuillus	15		Téliospores brun foncé
6	12 juin	Une tige d'un an normale et feuillue mais portant un petit balai desséché sur son côté	13	-	
7	19 juin	Un plant entier ne portant que des balais de sorcières sauf de rares rameaux normaux très fins	0	10	
8	19 juin	Un plant entier ne portant que des balais de sorcières sauf de rares rameaux normaux très fins	40	0, 10, 100	Cellules brunes, opaques, granuleuses; PCR négative pour <i>Pucciniastrum</i> (3)
9	26 juin	Un plant entier ne portant que des balais de sorcières sauf de rares rameaux normaux très fins	4	2	Nombreuses cellules brunes opaques
10	26 juin	Un plant entier ne portant que des balais de sorcières sauf de rares rameaux normaux très fins	5	-	
11	3 juillet	Un plant entier tout en balais, dans un sachet de plastique	0	82	Mycéliums dans les cellules de balais
12	3 juillet	Un plant entier tout en balais avec sa motte racinaire; 4 courtes tiges de couleur rose émergeant du collet	140	0	Lame2 : rien dans les tissus rosés; mycélium sur téliospores
13	10 juillet	Un plant entier tout en balais avec sa motte racinaire (litière d'aiguilles de sapin)	15	-	Mycélium sur téliospores
14	10 juillet	Un plant entier de 30cm; rameaux normaux d'un an et balais d'un an originant du même collet; aucune pousse annuelle	0	0	Aucune téliospore détectée du balai
15	10 août	Deux tiges complètes avec mottes racinaire portant beaucoup de tiges de l'année (?) Tiges brunes d'un an	+	-	Rares téliospores

(1) Papier brun humide accompagnant généralement les échantillons dans leur sac de plastique (Baggies)

(2) Examen microscopique des filtrats

(3) Test de détection et d'identification par PCR (personnel du laboratoire du Dr Philippe Tanguay, Station fédérale de Recherche Forestière des Laurentides)

**BEAUCE**

sapin

# ÉCHANT	DATE	ÉTAT / SYMPTÔMES	OBSERVATIONS (1) Écidies / écidiospores	Notes
1	5 juin	2 rameaux de 15 cm reçus dans un sac de papier; dessèchement léger; début de pousse annuelle	0	Aucune écidie (1)
2	5 juin	2 rameaux de 15 cm reçus dans un sac de papier; dessèchement léger; début de pousse annuelle	0	Aucune écidie (1)
3	12 juin	Plusieurs bouts de rameaux portant des aiguilles d'un an et des pousses annuelles reçues dans un sachet de plastique mais partiellement desséchés; des aiguilles brunes de la pousse annuelle sont tombées dans le fond du sachet	0	Aucune écidie (1) (2)
4	19 juillet	Trois bouts de rameaux portant des aiguilles d'un an et des pousses annuelles reçues dans un sachet de plastique mais partiellement desséchés; des aiguilles brunes sont tombées dans le fond du sachet	+	Écidies avec écidiospores jaunes pâle dont quelques unes sont germées (1)
5	26 juillet	2 bouts de rameaux de 10cm restés souples en sac de plastique; il y a des aiguilles annuelles brunes éparses	0	Aucune écidie (1) (2) <i>Rhizoctonia butinii</i> identifié par PCR
6	3 juillet	4 rameaux de 10cm restés souples en sac de papier; aiguilles jaunes brunâtres éparpillées portant des écidies visibles en dessous	+	Écidies avec écidiospores (1) Base des rameaux dans un papier humide mis en sachet de plastique
7	10 juillet	4 rameaux de 10cm restés souples en sac de papier; aiguilles jaunes brunâtres éparpillées portant des écidies visibles en dessous	+	Écidies avec écidiospores PCR + (1) (2) Base des rameaux dans un papier humide mis en sachet de plastique
8	26 juillet	Une boîte de Pétri contenant une aiguille de sapin; brûlure localisée au centre de l'aiguille	+	Écidies nombreuses sous la lésion; écidiospores non endommagées (jaune soufre et double paroi échinulée) (1)

(1) Examen microscopique et identification complétée par Marc Blouin, technicien forestier attiré à l'identification des champignons microscopiques, MFFQ, service de la Protection des Forêts.

(2) Test de détection et d'identification par PCR (personnel du laboratoire du Dr Philippe Tanguay, Station fédérale de Recherche Forestière des Laurentides)

## 5b- Résultats (échantillons d'automne)

### Essai pour la germination des téliospores:

Des rameaux portant des balais de sorcières ont été recueillis en novembre 2018 et conservés à l'extérieur selon les conditions hivernales naturelles. Des échantillons ont été prélevés au début de janvier 2019, placés sous des conditions ambiantes d'intérieures (21°C) après avoir été

nettoyés en surface (eau savonneuse et rinçage). Les échantillons séchaient avant de les humecter à nouveau après quelques jours tandis que d'autres étaient constamment gardés humides. Des prélèvements d'épiderme (test du scotch tape) de ces balais incubés étaient ensuite examinés chaque semaine afin de détecter de nouvelles structures de *Pucciniastrum*. Vingt prélèvements ont été examinés au microscope sous grossissements de 400 et 1000X.

Des portions de mycéliums bruns très fins, comparables à ceux des basidiomycètes étaient fréquemment remarquées à l'intérieur et à l'extérieur des cellules de cortex de tiges provenant des balais de sorcières. Sans pouvoir les caractériser davantage, ces filaments mycéliens de 5 à 10µm de diamètre montraient des structures ressemblant aux anses d'anastomose (photo 10) que les basidiomycètes comme *Pucciniastrum* sont le seul groupe de champignon capable de produire. Les anses d'anastomoses sont des connexions intercellulaires en forme d'excroissances contournant les cloisons entre les cellules des mycéliums. Ce mycélium se présentait souvent embobiné dans des cellules de parenchyme mais aussi sortant des cellules.

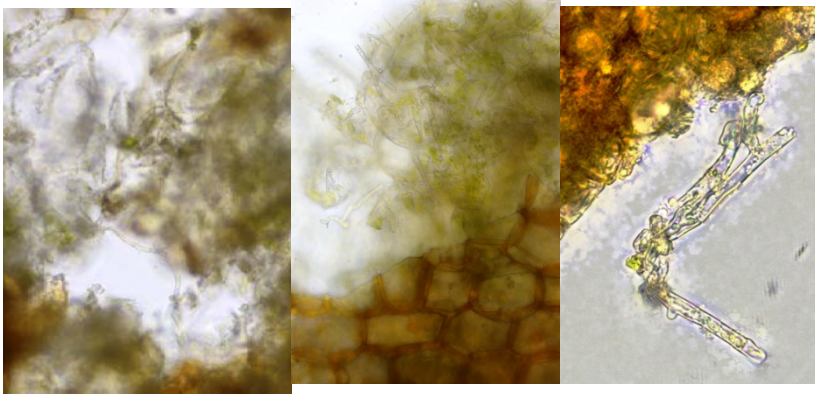


Photo 10 Mycélium occupant les cellules corticales des balais de sorcières (1000x)

Anse d'anastomose ( ? )

## 6 -Ce qui ressort des résultats

- La technique d'extraction effectuée sur les balais de sorcières s'est révélée efficace et concluante; les téliospores ont pu être observées dans presque tous les échantillons de balais de sorcières de bleuetiers nains et en corymbe.
- Les téliospores brunes à parois épaissies typiques ont été observées dans les balais de sorcières d'un an mais aussi dans un échantillon de feuilles d'un balai de sorcières

annuel de bleuetier Northblue (M28). Des vérifications additionnelles chez les Northblue de cette bleuetière seraient nécessaires.

- Des structures de couleur orangée ressemblant à des spores, à parois minces, rarement cloisonnées et densément cordés dans une même cellule corticale étaient remarquées dans les jeunes balais de sorcières des tiges annuelles.
- Si les structures orangées précédemment décrites sont des téliospores immatures en formation, leurs nombre et leur densité fortement élevés ne correspondent pas du tout à la faible densité constatée dans les balais d'un an.
- Les premiers signes d'aoûtement apparaissant à la base des tiges annuelles des bleuetiers en juillet peuvent être facilement confondus avec les premiers symptômes de la maladie.
- Aucune écidiospore n'a été observée ailleurs que dans les écidies des aiguilles de sapin.
- *Pucciniastrum goeppertianum* a été détecté par PCR dans des échantillons de balais de sorcières de bleuetiers et d'aiguilles de sapin portant des écidies, pour les deux régions échantillonnées.
- Des balais de sorcières placés sous conditions chaudes et humides en janvier a semblé réveiller le mycélium dormant de *Pucciniastrum* dans les cellules. Bien que faisant partie des structures fongiques parmi les plus petites produites par des champignons, aucune observation évidente de basides ni de basidiospores n'a cependant été remarquée dans les prélèvements.
- *Pucciniastrum* se retrouve sur du sapin et du bleuetier provenant d'un même environnement comme le rapporte les références consultées sur le comportement de ce pathogène.

## **7 – Discussion et projet futur**

Ce travail a permis de suivre plus facilement la progression de *Pucciniastrum* dans les tiges de bleuetiers.

Le cycle reproductif de *Pucciniastrum goeppertianum* qu'on retrouve en général dans les références est le suivant : des téliospores d'un an sur les bleuetiers produisent des basidiospores en juin-juillet qui vont infecter les jeunes aiguilles de sapins et, inversement, les écidies sous les aiguilles annuelles et de deuxième année du sapin éjectent en juin et juillet des écidiospores allant infecter les tiges annuelles des bleuetiers.

Des bleuetières commerciales établies à plusieurs dizaines de kilomètres des sapins sont aussi affectées de la maladie; on en rapporte dans le sud-ouest de Montréal. Cette observation est mentionnée dans le *Compendium of blueberry diseases* (p. 58) de sorte que les auteurs (N. L.

Nickerson et F.L. Caruso) formulent même l'hypothèse qu'il pourrait exister des races autoïques de *P. goeppertianum* (réinfection du bleuetier par lui-même i.e. sans nécessiter les écidiospores du champignon venant du sapin mais peut être même aussi par les basidiospores directement produites par les téliosporés). L'hypothèse est valable et intéressante mais n'aurait pas été vérifiée.

La prochaine étape du travail pourrait être de vérifier si *Pucciniastrum* utilise d'autres modes de dissémination ou d'infection que ce qui est rapporté. À titre d'exemple, si *Pucciniastrum* est un champignon systémique dans le bleuetier; son mycélium et ses spores se retrouveraient normalement aussi dans les racines. Afin de s'assurer que les nématodes phytopathogènes qui se nourrissent sur les racines des bleuetiers ne transportent pas de *Pucciniastrum* dans leurs corps, un essai de détection de *Pucciniastrum* par PCR effectué sur les nématodes extraits de l'environnement racinaire de plants malades pourrait être intéressant à vérifier.

Pour vérifier si les spores d'un bleuetier malade peuvent infecter un plant sain, un protocole relativement simple pour le vérifier est déjà préparé.

Ces protocoles pourraient apporter davantage de connaissances pour mieux soutenir d'une part les pépiniéristes et la production de jeunes plants sains et d'autre part, pour lutter plus efficacement contre cette maladie au Québec.

### Remerciements

- Programme d'Appui au Développement de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire en Région (secteur Innovation /essai) pour son soutien financier.
- M. Marc Blouin, technicien expert dans l'identification des champignons forestiers microscopiques au ministère des Forêt, de la Faune et des Parcs, division de la Protection des forêts, Complexe scientifique du Québec, Sainte-Foy.
- Dr Philippe Tanguay, chercheur en pathologie forestière au Centre de foresterie des Laurentides du ministère des Ressources naturelles du Canada à Sainte-Foy.

Leurs soutiens ont été grandement appréciés.

# Annexe 1 : Cycle reproductif de *Pucciniastrum goeppertianum*, champignon responsable de la rouille balai-de-sorcières des bleuetiers

