

Phytophthora :
état d'avancement de la situation,
échantillonnage
et détail des analyses

Dominique Choquette, agr. conseillère au MAPAQ

et

Antoine Dionne, phytopathologiste, Laboratoire d'expertise et de diagnostic en
phytoprotection, MAPAQ

État d'avancement de la situation

- Moisissure d'eau
- Zones mal drainées (baissières, bas de pente, sol lourd,...)
- En 2016, 1ère identification
- De 2019-2022, confirmation de l'espèce principale « abietivora »
- Perte plus importante depuis 2-3 ans, mais particulièrement suite aux pluies très abondantes de 2023

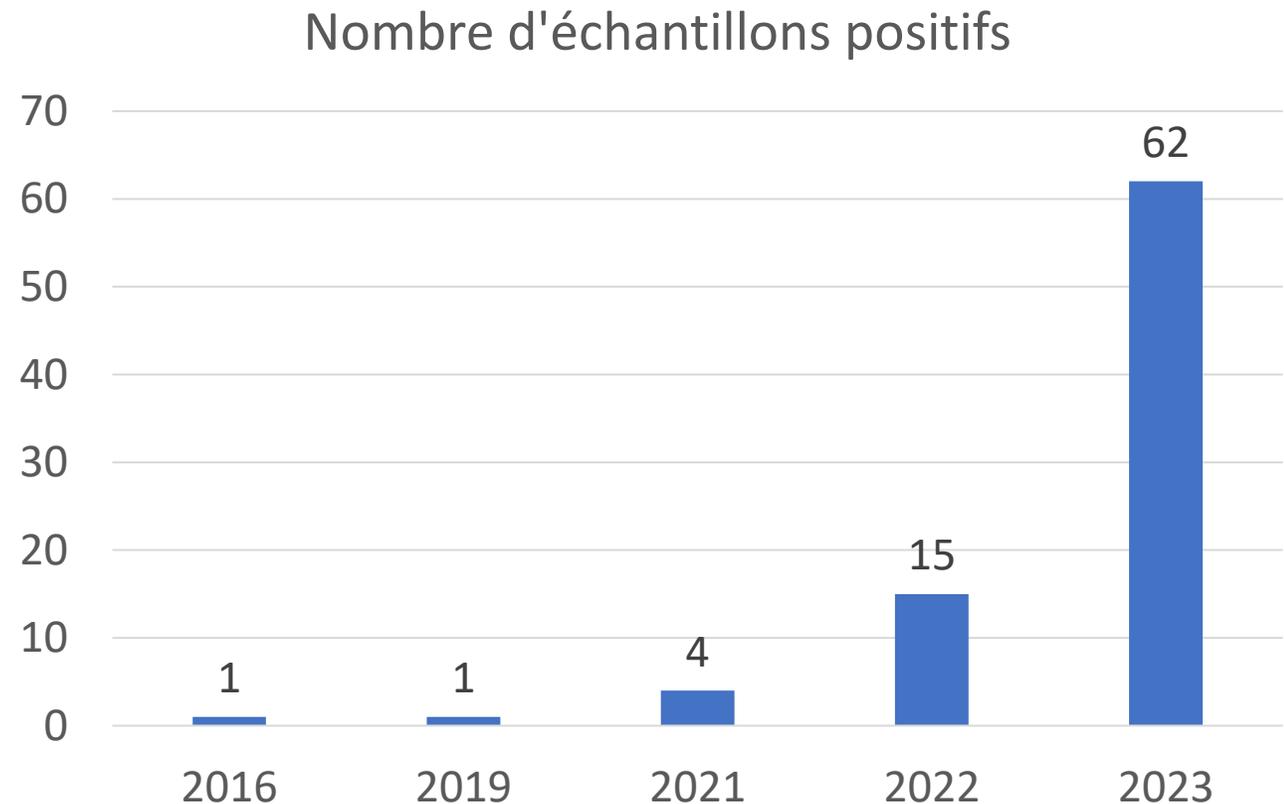






Historique des cas détectés au LEDP

- *LEDP : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ*
- Augmentation marquée des diagnostics positifs à *Phytophthora abietivora**
*Anciennement on nommait cet organisme *P. europea*
- Détection sur des plants arrivant directement de plusieurs pépinières
- Instauration d'une tarification réduite au printemps 2024.



Faits saillants 2024 au LEDP

- Printemps 2024 : une tarification réduite (25\$ plutôt que 55\$) a été offerte aux producteurs et pépiniéristes pour la détection de *P. abietivora*
- 917 demandes d'analyses concernant le sapin ont été reçues en 2024
 - 684 l'ont été à tarif réduit (avant le 6 juin)
 - 401 demandes de pépiniéristes
- 384 demandes avec détection de *P. abietivora* (42%)
- Lot positif de plants en provenance de la Pennsylvanie
 - *Elongisporangium undulatum* (anc. *Phytophthora undulata*) également détecté dans un autre lot en provenance de la Pennsylvanie

Quelques facteurs influençant la capacité de détecter un organisme

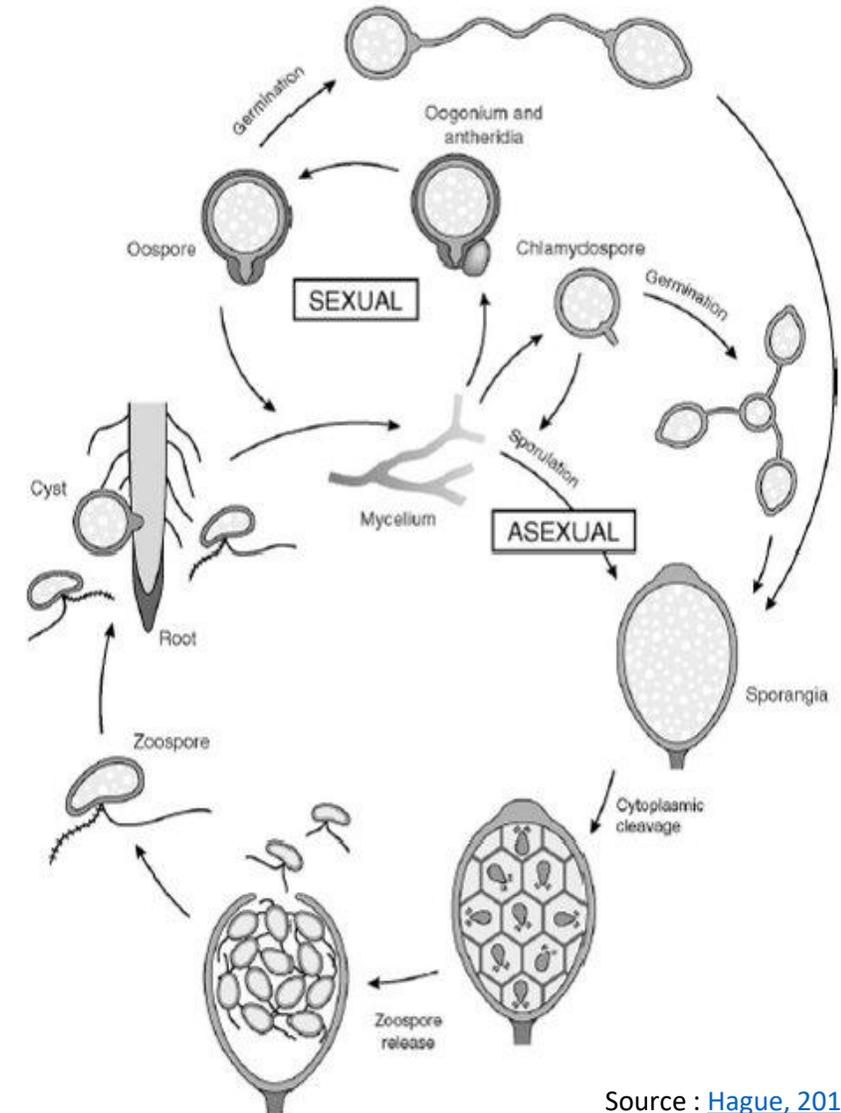
- La capacité de détecter un organisme varie selon plusieurs facteurs
- Notamment:
 - **Les caractéristiques de l'organisme ciblé**
 - **L'échantillonnage**
 - **Les tests de détection**



Quelques facteurs influençant la capacité de détecter un organisme

Les caractéristiques de l'organisme ciblé

- Les structures qu'il produit dans le matériel échantillonné
- *Phytophthora* :
 - Organisme « aquatique » (*water mold*)
 - Mycélium et certains types de spores présents dans/sur la plante et le sol
 - Zoospores dans l'eau
 - Présence ponctuelle
 - Survie courte
 - Arrivée avec des écoulements d'eau
 - Motilité
 - Les zoospores « nagent » vers une source de nourriture
 - Trappage des zoospores pour déterminer leur présence



Vidéo

- « Nage » des zoospores
- *P. nicotianae*

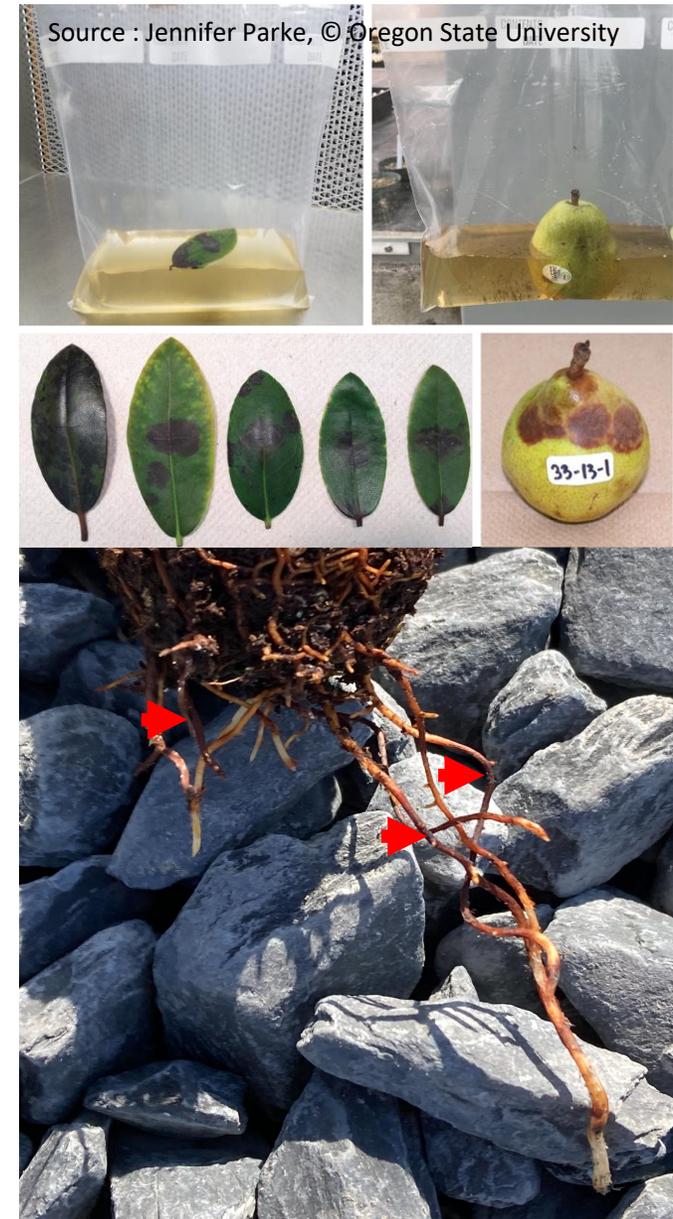
https://www.youtube.com/watch?v=PxF8OwDtJh0&ab_channel=PlantPathology



Quelques facteurs influençant la capacité de détecter un organisme

L'échantillonnage

- La quantité de matériel à échantillonner varie selon :
 - Prévalence de l'organisme
 - Présence de plants symptomatiques
 - Plus facile de détecter un organisme présent en abondance
 - Le type de matériel échantillonné
 - Abondance de l'organisme dans le matériel testé
 - Ex.: présence ponctuelle et diluée dans l'eau p/r présence abondante dans les plants symptomatiques



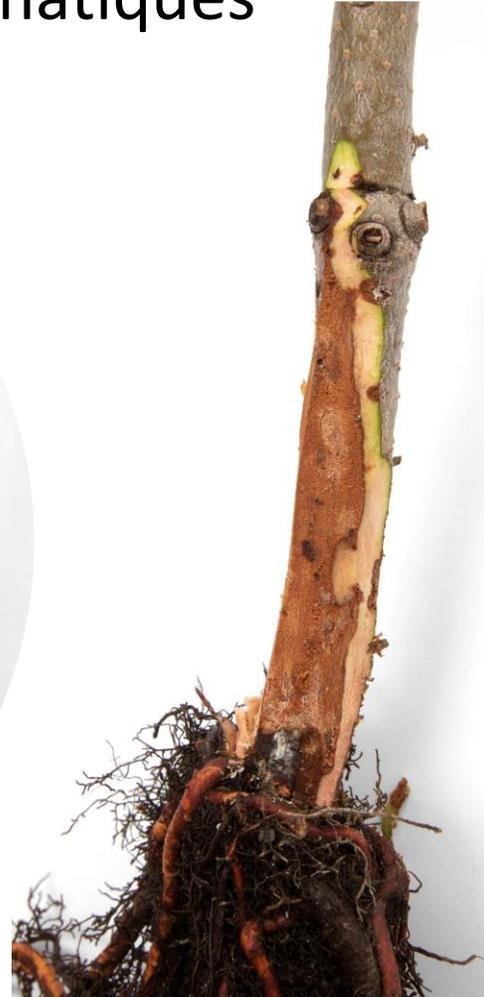
Échantillonnage

- Quoi échantillonner :
 - Plantules avant de les implanter
 - Plants importés (*svp, le mentionner dans la demande d'analyse*)
 - Cibler les plants avec collets ou racines symptomatiques
- Quand :
 - avant de planter
 - lorsque des plants montrent des symptômes
- Où :
 - En pépinière
 - Au champ
 - Éviter le double échantillonnage
 - ↗ des coûts
 - ↗ des délais de réponse
 - = s'entendre avec son pépiniériste sur la façon de faire



Échantillonnage

- Collets symptomatiques



Échantillonnage

- Racines symptomatiques



Échantillonnage

Quantité à échantillonner

- Probabilité de détection
 - Actuellement élevé pour *P. abietivora*
- Choix basé selon
 - Niveau de risque
 - Budget
 - Capacité du fournisseur de service

https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/01/ISPM_31_2008_En_2015-12-22_PostCPM10_InkAmReformatted.pdf

Table 1: Table of minimum sample sizes for 95% and 99% confidence levels at varying levels of detection according to lot size, hypergeometric distribution

Number of units in lot	P = 95% (confidence level)					P = 99% (confidence level)				
	% level of detection × efficacy of detection					% level of detection × efficacy of detection				
	5	2	1	0.5	0.1	5	2	1	0.5	0.1
25	24*	–	–	–	–	25*	–	–	–	–
50	39*	48	–	–	–	45*	50	–	–	–
100	45	78	95	–	–	59	90	99	–	–
200	51	105	155	190	–	73	136	180	198	–
300	54	117	189	285*	–	78	160	235	297*	–
400	55	124	211	311	–	81	174	273	360	–
500	56	129	225	388*	–	83	183	300	450*	–
600	56	132	235	379	–	84	190	321	470	–
700	57	134	243	442*	–	85	195	336	549*	–
800	57	136	249	421	–	85	199	349	546	–
900	57	137	254	474*	–	86	202	359	615*	–
1 000	57	138	258	450	950	86	204	368	601	990
2 000	58	143	277	517	1553	88	216	410	737	1800
3 000	58	145	284	542	1895	89	220	425	792	2353
4 000	58	146	288	556	2108	89	222	433	821	2735
5 000	59	147	290	564	2253	89	223	438	840	3009
6 000	59	147	291	569	2358	90	224	442	852	3214
7 000	59	147	292	573	2437	90	225	444	861	3373
8 000	59	147	293	576	2498	90	225	446	868	3500
9 000	59	148	294	579	2548	90	226	447	874	3604
10 000	59	148	294	581	2588	90	226	448	878	3689

Échantillonnage

À retenir

- On ne peut s'assurer de l'absence d'un organisme qu'en testant tous les plants
- Mais on ne peut tester beaucoup de plants
 - \$\$\$
 - On doit en planter
- On peut augmenter nos chances de détection : cibler des plants symptomatiques
- Si on a un résultat positif, une part importante du lot est probablement affectée
- Plus on plante de plants infectés, plus importante sera la présence de l'organisme dans une parcelle

Échantillonnage

Exemple 1

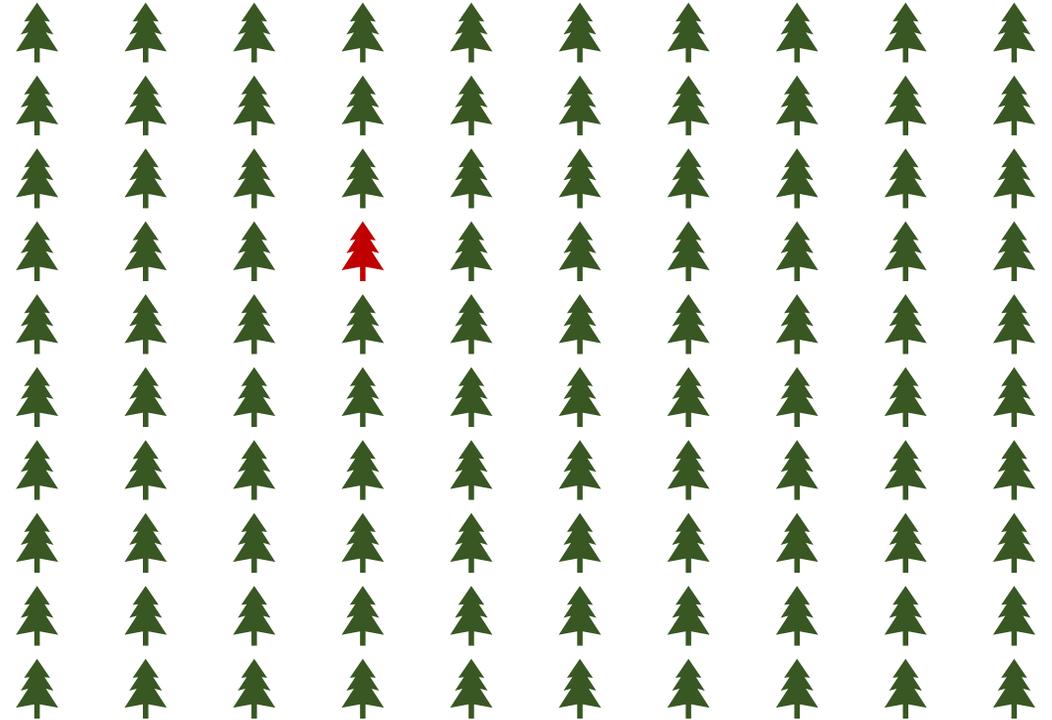
- 1 % de plants infectés

Légende :



Plants sains

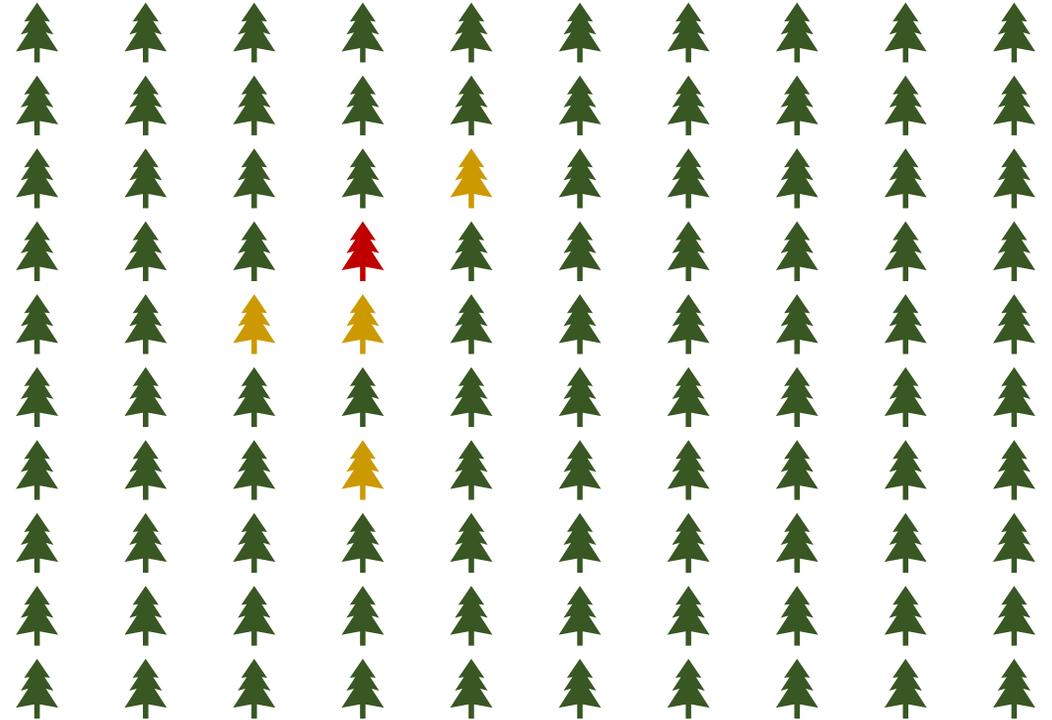
Plant infecté à la plantation



Échantillonnage

Exemple 1

- 1 % de plants infectés
- Distribution limitée dans le champ dans le temps



Légende :



Plants sains



Plant infecté à la plantation



Plants contaminés au champ au fil des ans

Échantillonnage

Exemple 2

- 10 % de plants infectés

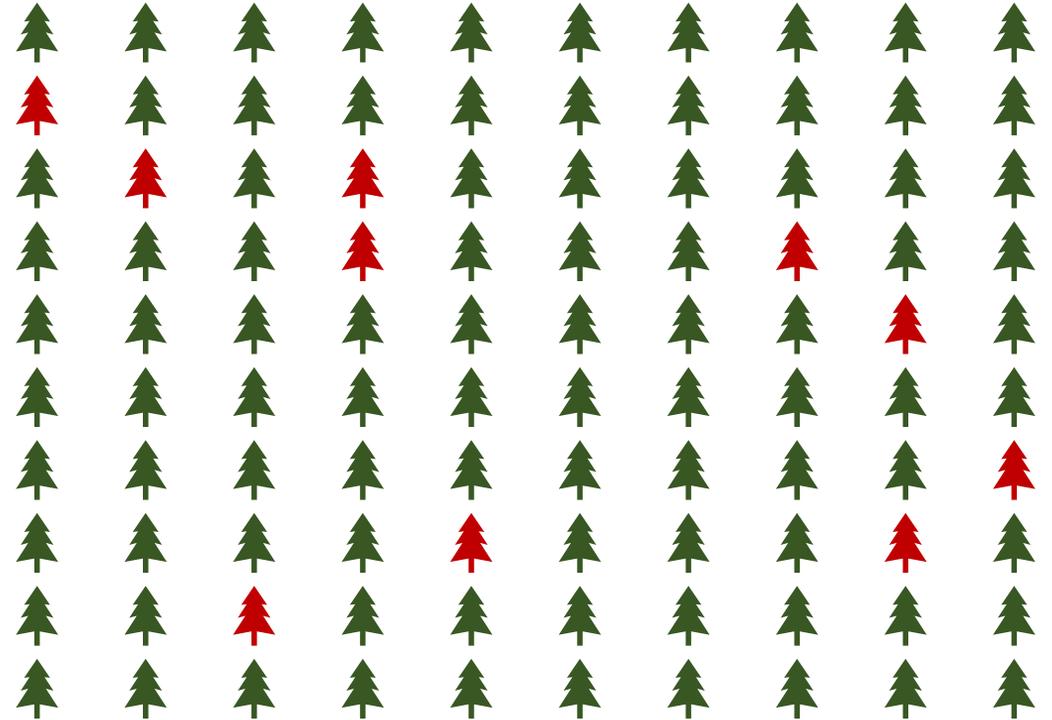
Légende :



Plants sains



Plants infectés à la plantation



Échantillonnage

Exemple 2

- 10 % de plants infectés
- Distribution étendue dans le champ dans le temps

Légende :



Plants sains



Plants infectés à la plantation



Plants contaminés au champ au fil des ans



En photo

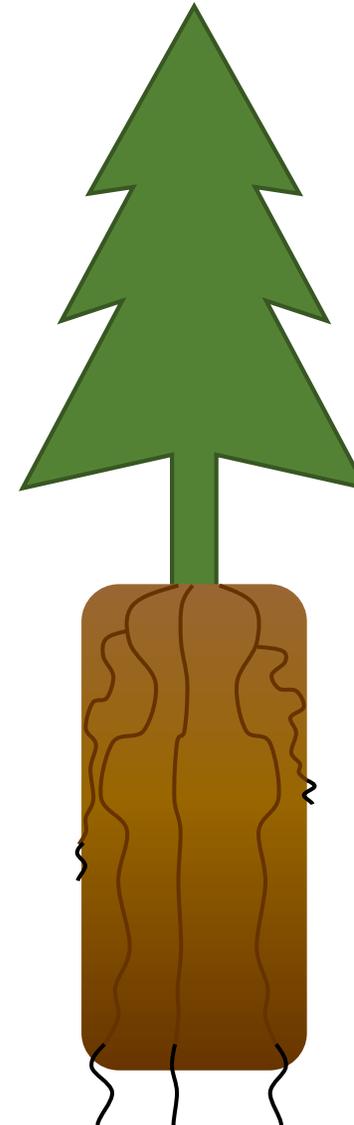
- Beaucoup de plants infectés avant la plantation, ça ne donne pas de bons rendements!
- Même les plants en haut de la pente sont affectés.
- Les pluies de 2023 ont accentué le problème
- Plants d'environ 3 ans



Détail des analyses

Prélèvements

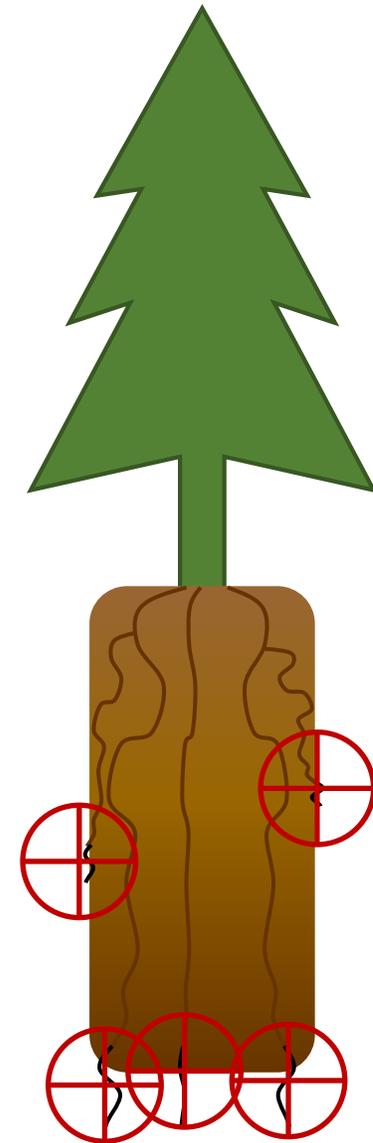
- Racines symptomatiques prélevées sur chaque plant
- Si aucun symptôme, on cible les zones propices aux premières infections (racines du bas)
- Échantillon composite pour 5 à 10 plants par analyse qPCR



Détail des analyses

Prélèvements

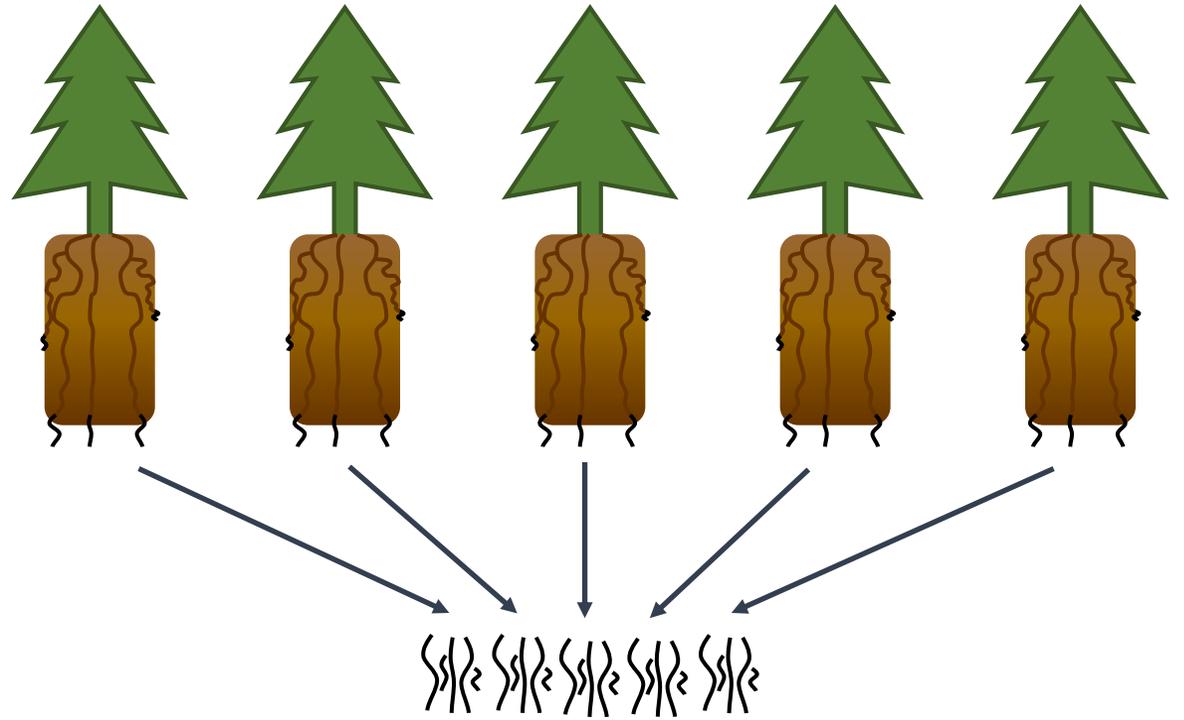
- Racines symptomatiques prélevées sur chaque plant
- Si aucun symptôme, on cible les zones propices aux premières infections (racines du bas)
- Échantillon composite pour 5 à 10 plants par analyse qPCR



Détail des analyses

Prélèvements

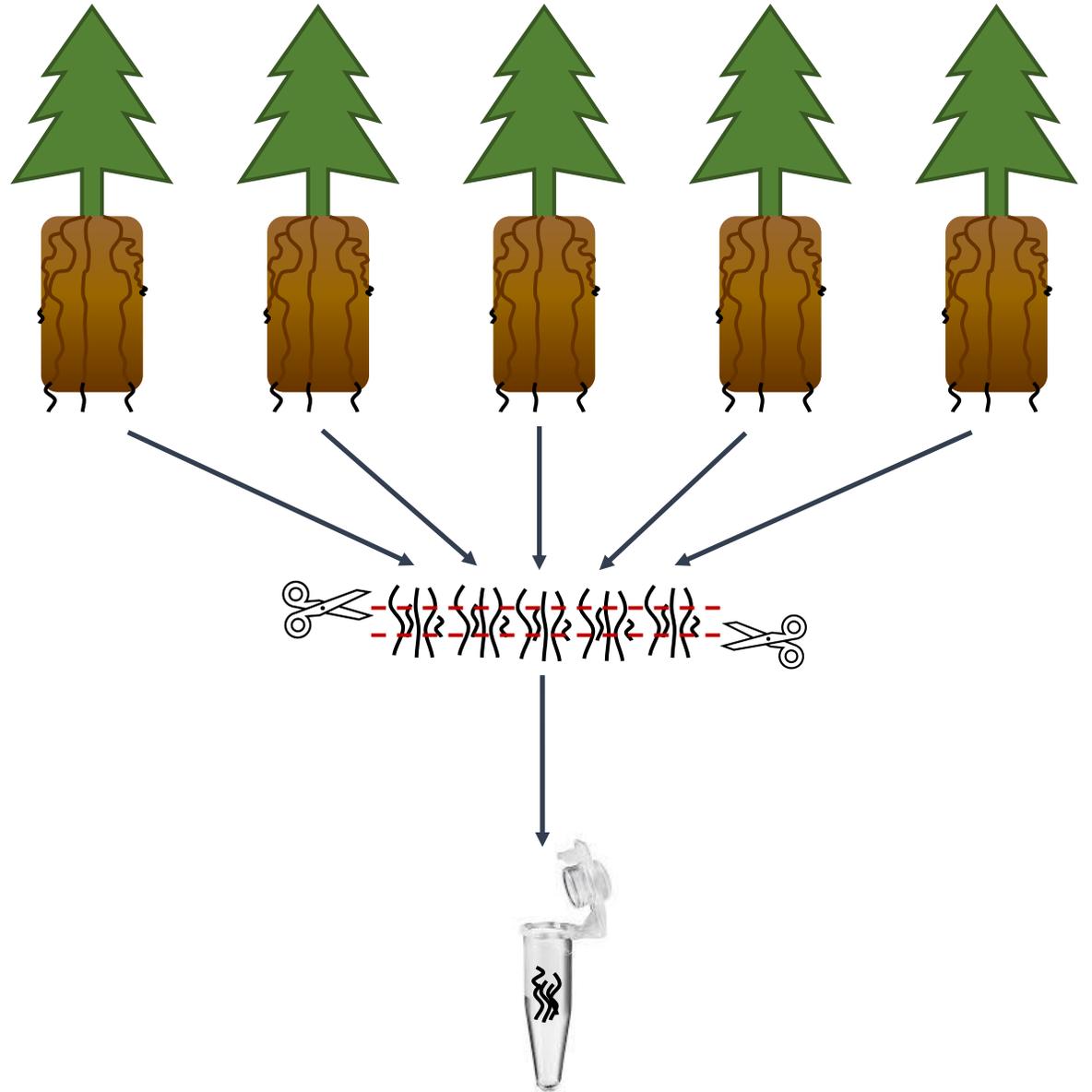
- Racines symptomatiques prélevées sur chaque plant
- Si aucun symptôme, on cible les zones propices aux premières infections (racines du bas)
- Échantillon composite pour 5 à 10 plants par analyse qPCR



Détail des analyses

Prélèvements

- Racines symptomatiques prélevées sur chaque plant
- Si aucun symptôme, on cible les zones propices aux premières infections (racines du bas)
- Échantillon composite pour 5 à 10 plants par analyse qPCR

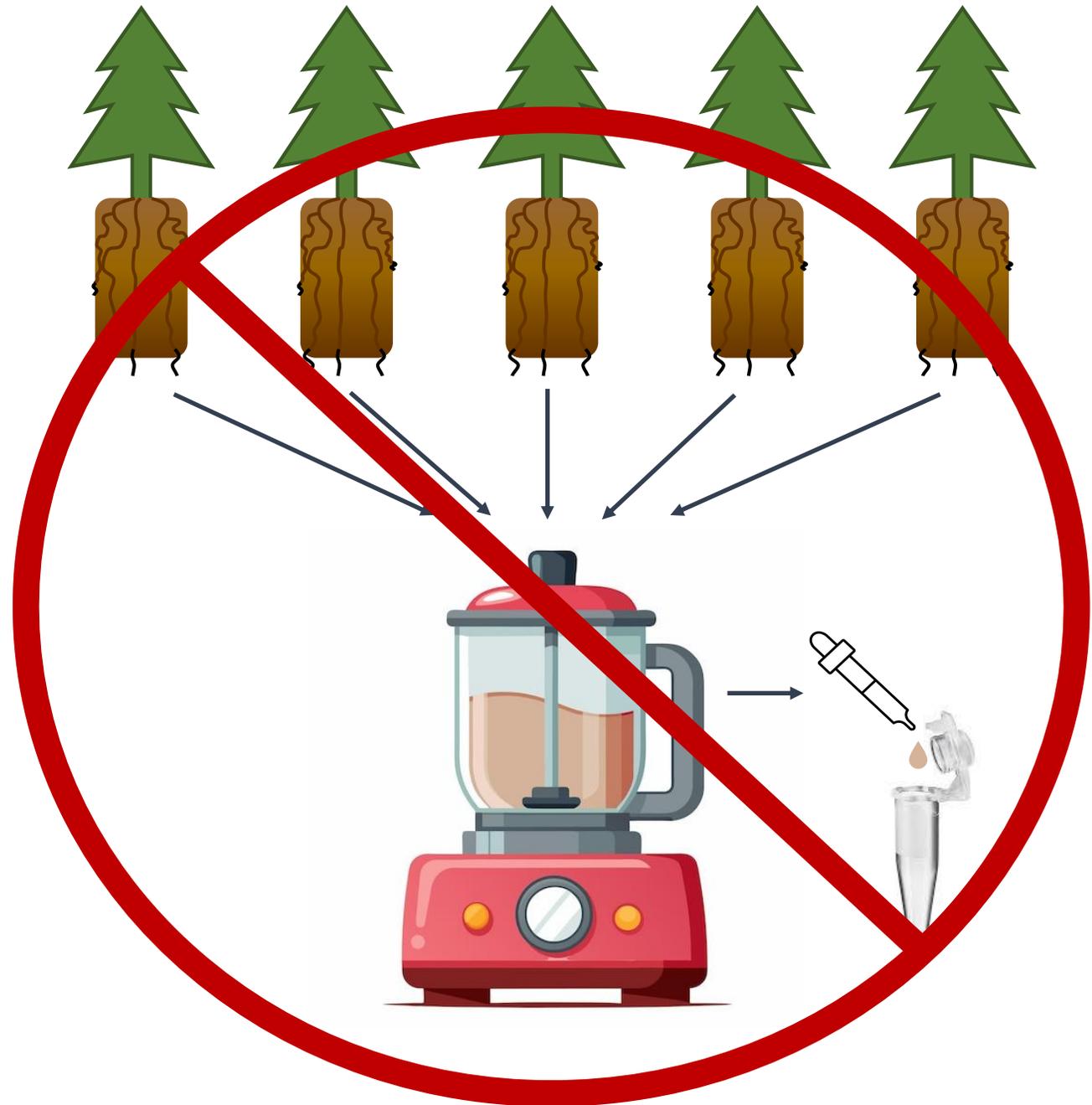


Détail des analyses

Prélèvements

Pourquoi de si petits prélèvements?

- La quantité de matériel à tester doit être petite
- Diminuer la dilution de l'organisme
 - avoir une concentration suffisante pour permettre sa détection, même s'il est faiblement présent
- Le sol et les racines contiennent des substances inhibitrices à la PCR
 - Le moins de matériel végétal et de sol = le mieux



Quelques facteurs influençant la capacité de détecter un organisme

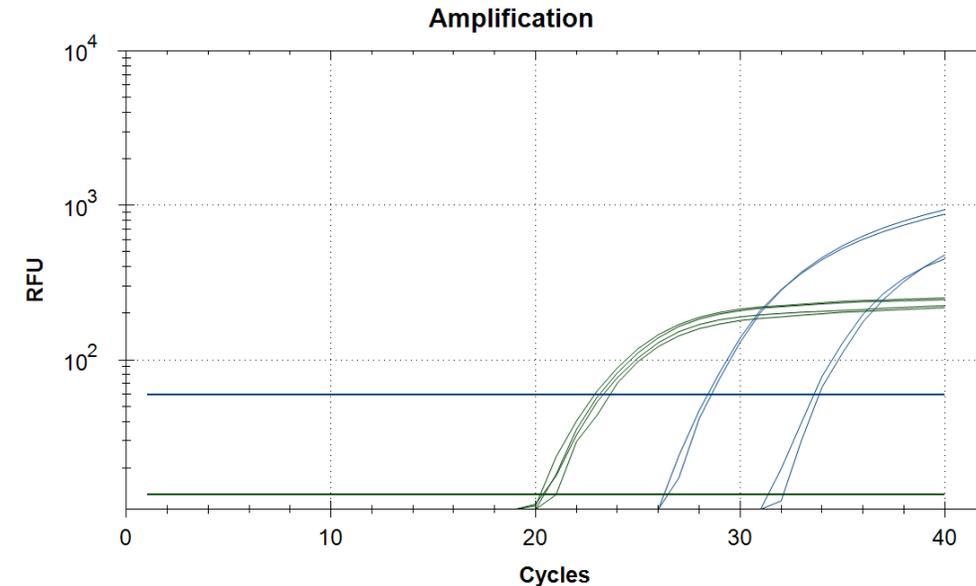
Les tests de détection

- Sensibilité
 - Capacité de détecter une faible quantité d'un organisme
- Spécificité
 - Capacité de ne détecter que ce que l'on cherche

Quelques facteurs influençant la capacité de détecter un organisme

Les tests de détection

- Au LEDP : qPCR pour la détection de *Phytophthora abietivora*
 - [Chagnon et al., 2024](#)
- Sensibilité
 - Très sensible
 - On peut détecter 9 copies du gène ciblé (Cq : 35)
 - *Plusieurs copies de l'ADN ribosomal par cellule*
- Spécificité
 - Testé sur une vingtaine de souches génétiquement proches
 - Comparé à un autre test de détection de *Phytophthora* sp. utilisé au LEDP



À retenir

- *Phytophthora abietivora* = situation inquiétante pour le secteur
 - Plusieurs mesures en place
- Échantillonnage et tests de détection
 - Augmenter les chances de détection
 - Cibler les plants symptomatiques
 - On ne sera jamais assuré de l'absence d'organisme phytopathogène dans les transplants
 - Viser une proportion faible, économiquement viable

À retenir

- Avoir peu de tolérance et s'adapter
 - Exercer une pression « positive » sur les fournisseurs de plants
 - Il faudra toutefois un peu de **temps** avant que la problématique soit résolue en pépinière
 - Il est probablement stratégique de garder des parcelles exemptes en évitant d'implanter des lots possiblement infectés dans des sites non contaminés
 - Approvisionnement à l'extérieur du Québec
 - **Attention de ne pas introduire d'autres problématiques de l'extérieur**
 - **= Tolérance encore plus faible pour la présence d'organismes**
 - Mettre en place des mesures de biosécurité
 - Éviter les contaminations entre les parcelles
 - Éviter d'introduire ou de disséminer l'agent phytopathogène
 - Adapter les conditions de production
 - Buttage
 - Moins de Fraser?

À retenir

- Voir les crises comme des opportunités
 - Améliorer ses pratiques
 - Être en meilleure posture pour affronter d'autres problématiques
 - Plus grand intérêt de la recherche pour le secteur
- Assurer la pérennité du secteur
 - Approvisionnement en plants de qualité pour l'avenir
 - Éviter d'introduire d'autres problématiques

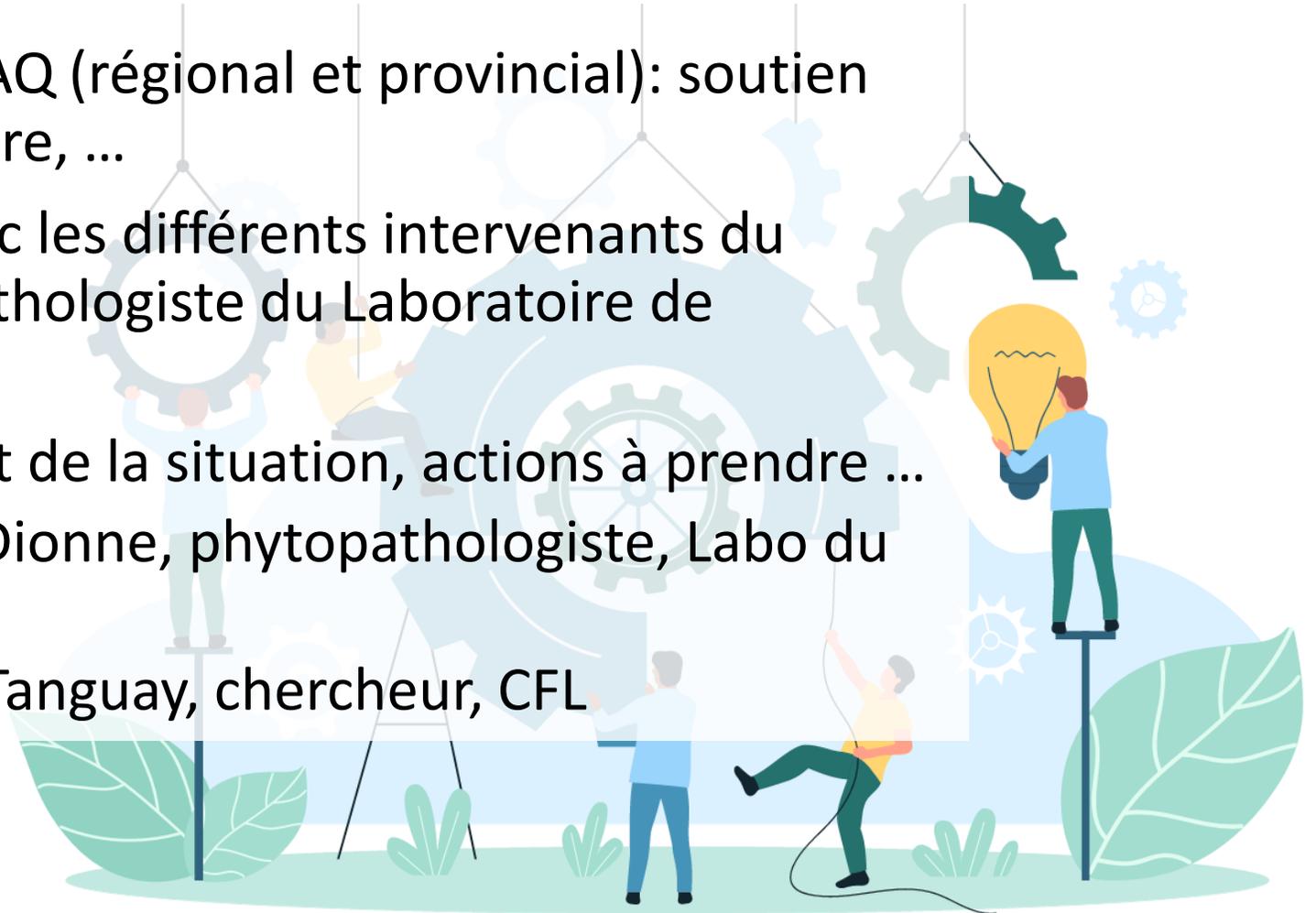
Les actions prises en 2024

- Organisation des ressources
- Diffusion
- Acquisition de connaissances et outils
- Réseautage

Actions prises en 2024

Organisation des ressources

- Création d'un comité MAPAQ (régional et provincial): soutien nécessaire, actions à prendre, ...
- Rencontres d'échanges avec les différents intervenants du secteur: CFL, CAE, phytopathologiste du Laboratoire de diagnostic, ACIA, IQDHO, ...
- Contacts avec l'APANQ: état de la situation, actions à prendre ...
 - Rencontre avec Antoine Dionne, phytopathologiste, Labo du MAPAQ
 - Rencontre avec Philippe Tanguay, chercheur, CFL



Actions prises en 2024

Diffusion

PHYTOPHTHORA ABIETIVORA DANS LES SAPINS DE NOËL

Phytophthora abietivora est un organisme microscopique qui vit et se déplace dans l'eau du sol. Le niveau de risque augmente quand les conditions sont pluvieuses et dans les sols moins bien drainés.

Quelles sont les conséquences de la contamination d'un sol?

Sous nos conditions climatiques, cet organisme peut vivre des décennies dans le sol. Même après une longue rotation de cultures, des dommages importants ont été rapportés sur les sapins nouvellement plantés. Dans un champ contaminé, le



1. Plants infectés en dépérissement



2. Affaissement de l'écorce au collet

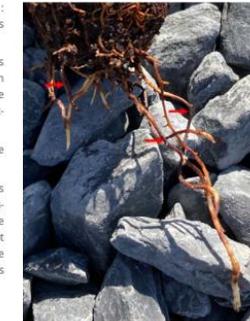


3. Brunissement sous l'écorce bordé d'une ligne rouge

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DE TRANSPLANTS DE SAPINS EN PROVENANCE DE PÉPINIÈRE

L'échantillonnage des plants à faire tester est une étape cruciale pour l'obtention de résultats concluants. Voici la procédure d'échantillonnage pour la détection de *Phytophthora abietivora* dans les transplants de sapins de Noël.

1. Repérer les plants présentant des symptômes légers (ex. : jaunissement des aiguilles, noircissement d'une partie des racines, brunissement ou étranglement du collet).
2. Sélectionner douze plants parmi ceux-ci ayant quelques lésions racinaires foncées (voir image de droite) et les mettre dans un



nevent pas être
ues, les sélection-
est possible de
et),
e plants reçus
e 30 000 trans-
e 30 000 et de
14. Pour un lot
8. Le nombre
bre de plants

laboratoire

lors de la soumission du formulaire de demande sur l'échantillon
24 heures).

avant de planter. Les plants devraient être placés à l'ombre et au
on. Les résultats sont généralement transmis dans les 48 heures

Échantillonner	Nombre de tests de détection
	1 (25\$)
	2 (50\$)
	4 (100\$)

Québec

Arbres de Noël, Avertissement No 1, 1er mai 2024



Le **RAP**
RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES
Leader en gestion intégrée
des ennemis des cultures

AVERTISSEMENT | ARBRES DE NOËL

racinaire sont présents dans plusieurs plantations, à la suite de l'été pluvieux de 2023. Les
des du sapin est en cours en Estrie et en Chaudière-Appalaches. La plantation des arbres
de l'Estrie. L'émergence des mauvaises herbes commence.

ÉTAT DE LA SITUATION

collaborateurs, l'hiver doux a eu peu d'impact sur les arbres de Noël. Des dommages
ont été observés sur des sapins Canaan et Fraser, dans des secteurs exposés aux
résultat du dessèchement des aiguilles par le vent. Ce dommage est essentiellement
ectées tombent, mais les arbres n'en meurent pas.

lage du bas de plusieurs arbres a été observé dans quelques sites. Ces symptômes
soit une brûlure causée par le réfléchissement des rayons du soleil sur la neige.



POURRITURE RACINAIRE

Les observations de mortalité due à la pourriture racinaire (*Phytophthora abietivora*) se poursuivent par les
collaborateurs du RAP.



Québec

Acquisition de connaissances

1- Université de Sherbrooke: Projet pour réduire l'incidence de la maladie en pépinière et en plantation (PIB 2024-2026)

- Déterminer la provenance de la maladie en pépinière
- Documenter la méthode de désinfection des contenants en pépinière
- Tester l'acidification, la solarisation et la bio-fumigation (farine de moutarde) pour réduire les propagules de *P. abietivora* dans les sols infectés d'une pépinière à racines nues.



Acquisition de connaissances (suite)

2- Télédétection et cartographie du *Phytophthora* dans les plantations d'arbres de Noël

- APANQ avec l'Université Laval, l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) et les Arbres Joyeux
- Objectif: Détecter et cartographier, à l'aide de caméras sur des drones, les arbres affectés par le *Phytophthora abietivora*
- Est-ce que le *Phytophthora* a une signature spectrale?



Acquisition de connaissances (suite)

3- Projet spécial RAP: Évaluation de la présence de plants affectés par le *Phytophthora* dans les implantations 2024 et échantillonnage intensif à l'automne

- Objectifs:
 - Évaluer la présence de symptômes à l'aide de stations au hasard dans les implantations (9 – 10 stations de 15 arbres/ha)
 - Documenter les sites visités : espèce, historique, topographie, série de sol, pH, ...
 - Créer une banque de souches de *Phytophthora* en prélevant des racines d'arbres de 1 à 8-9 pieds

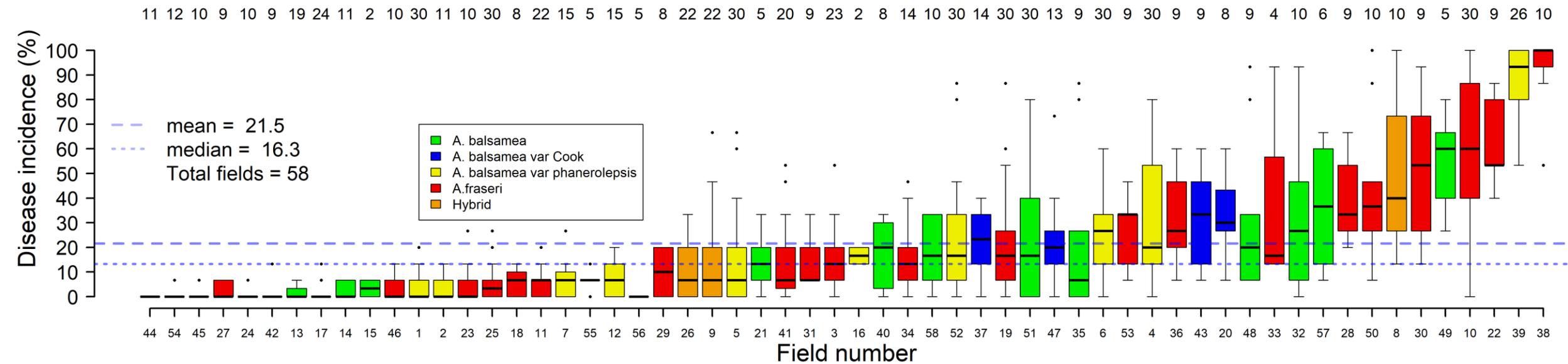
Équipes impliquées : Fertior, Club agroenvironnemental de l'Estrie, MAPAQ, Centre de foresterie des Laurentides

Résultats préliminaires de l'inventaire à l'automne 2024

- 58 champs inventoriés
 - Chaudière-Appalaches
 - Estrie
 - Montérégie
 - Mauricie
- 819 parcelles de 15 arbres, à raison de 2-30 parcelles par champ, uniformément distribuées



Aucune variété de sapin n'est résistante au *Phytophthora*



Acquisition de connaissances (suite)

4- APANQ: projet « Évaluation des pertes dans les arbres de Noël dû au *P. abietivora* et guide des bonnes pratiques pour limiter les dommages » (2025)

- Questionnaire à compléter sur l'impact du *Phytophthora* (vise 30-35 entreprises)
- Évaluation des pertes financières associées à cette problématique (Agristratégie)- 15 entreprises
- Développement d'un guide des bonnes pratiques pour les pépiniéristes et les producteurs d'arbres de Noël
- Échéance : 1er décembre 2025

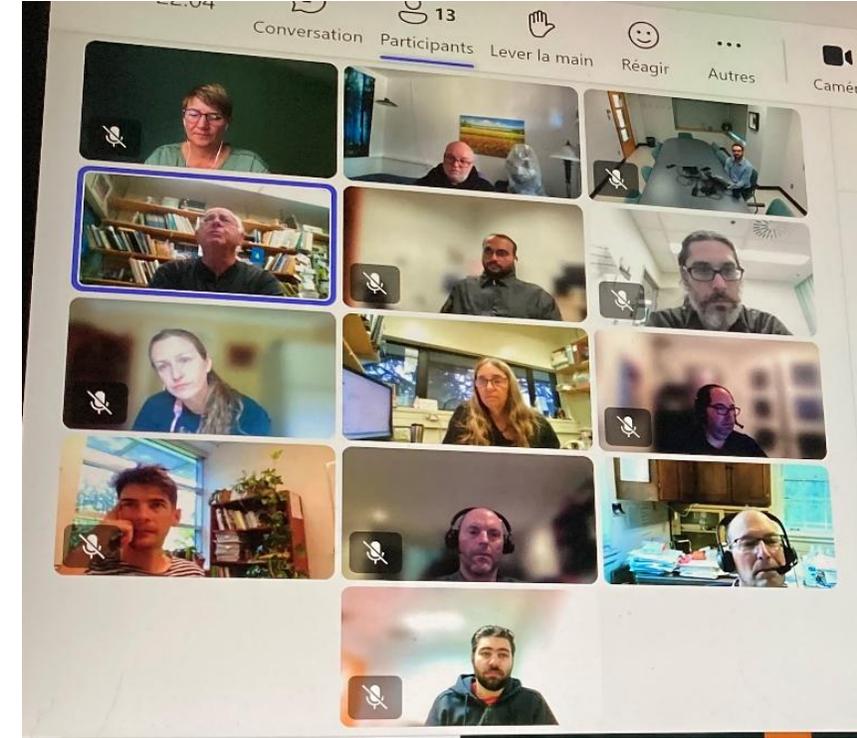
L'innovation en chiffre...

- Pour la réalisation des projets d'innovation en 2024-2025:
 - Plus de 240 000\$ ont été accordé via les programmes du MAPAQ pour trouver des solutions à cette problématique

Actions prises en 2024

Réseautage

Rencontres d'échanges entre des chercheurs québécois et américains
(Washington, Caroline du Nord, Connecticut)



- Problématique répandue aux États-Unis, autres espèces en cause
- *Phytophthora* priorisé dans le contexte des changements climatiques (Washington)
- Depuis 20 ans, en Caroline du Nord, 2 à 11 espèces de P. à gérer (importation). Attention de ne pas répéter l'expérience ici.
- À venir: voyage de prospection pour les pépiniéristes (état de Washington)
- À venir: organisation d'une visite au Québec en 2025...

La suite...

- Projet de l'APANQ:
 - Compléter le questionnaire qui vous sera envoyé par courriel (projet de l'APANQ);
 - Besoin de volontaires pour l'évaluation des pertes économiques
- Transmission des outils de détection du *Phytophthora* aux laboratoires intéressés
- Beaucoup d'action et d'autres résultats à venir. C'est positif!

A photograph of a row of evergreen trees, likely spruce or fir, heavily laden with snow. The trees are arranged in a line that recedes into the distance. The ground is covered in a thick layer of snow. The sky is overcast with grey clouds. The overall scene is a winter landscape.

Merci de
votre
collaboration!

Ensemble, on avance
rapidement et efficacement!