

# Évaluation de l'intensité du risque, utilisation des outils de prévision et des capteurs de spores

Antoine Dionne

Phytopathologiste

Laboratoire de diagnostic en phytoprotection

MAPAQ

# Mildiou de la pomme de terre

*Phytophthora infestans*

Quelques caractéristiques à retenir

- Les symptômes apparaissent quelques jours après l'infection
  - Période d'incubation de 3 à 5 jours
- Les sporanges peuvent voyager sur plus 50 km



A close-up photograph of a spider web with dew drops, set against a soft, out-of-focus green background. The web is intricate, with many small, clear dew drops clinging to the threads. The background is a mix of light and dark green, suggesting a natural outdoor setting. The overall mood is serene and delicate.

# Modèles prévisionnels

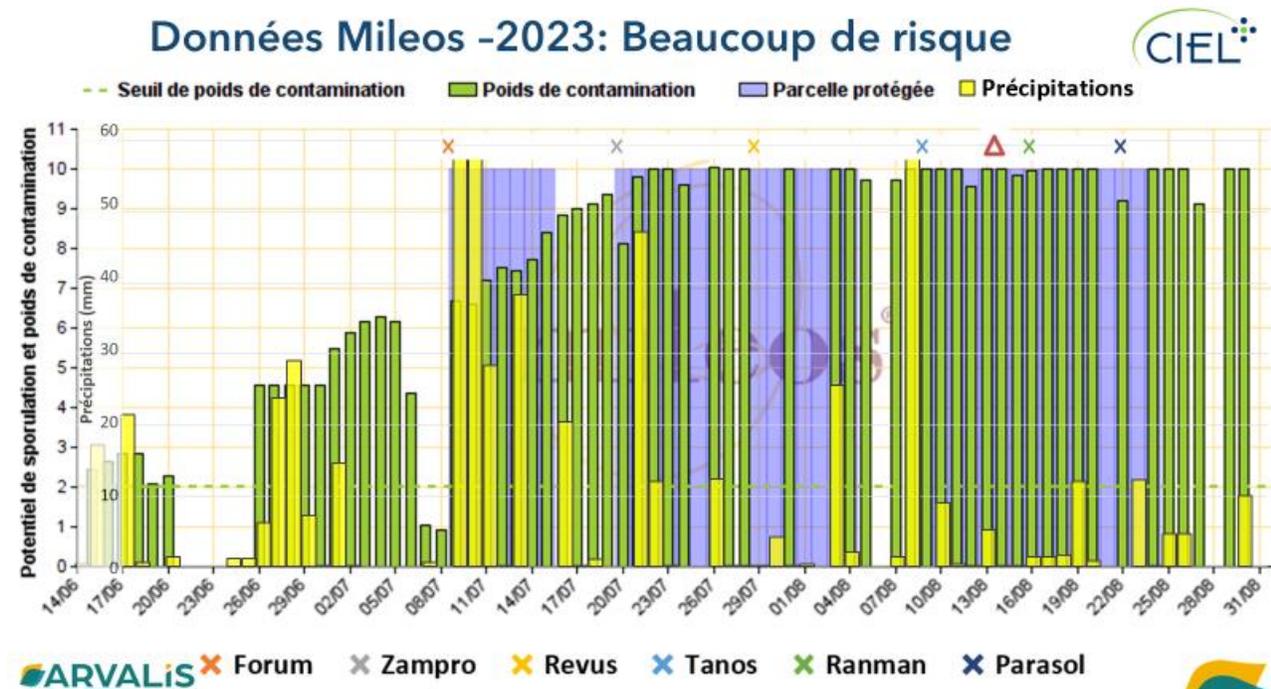
# Modèles prévisionnels

- Prédiction du développement d'un organisme en fonction de différents paramètres météorologiques
- Calculs généralement basés sur :
  - Températures
  - Humidité relative
  - Pluviométrie (irrigation)
- Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière a testé plusieurs modèles
  - Mileos® semble être le meilleur compromis entre réduction du nombre de traitements et protection de la culture

# Modèles prévisionnels

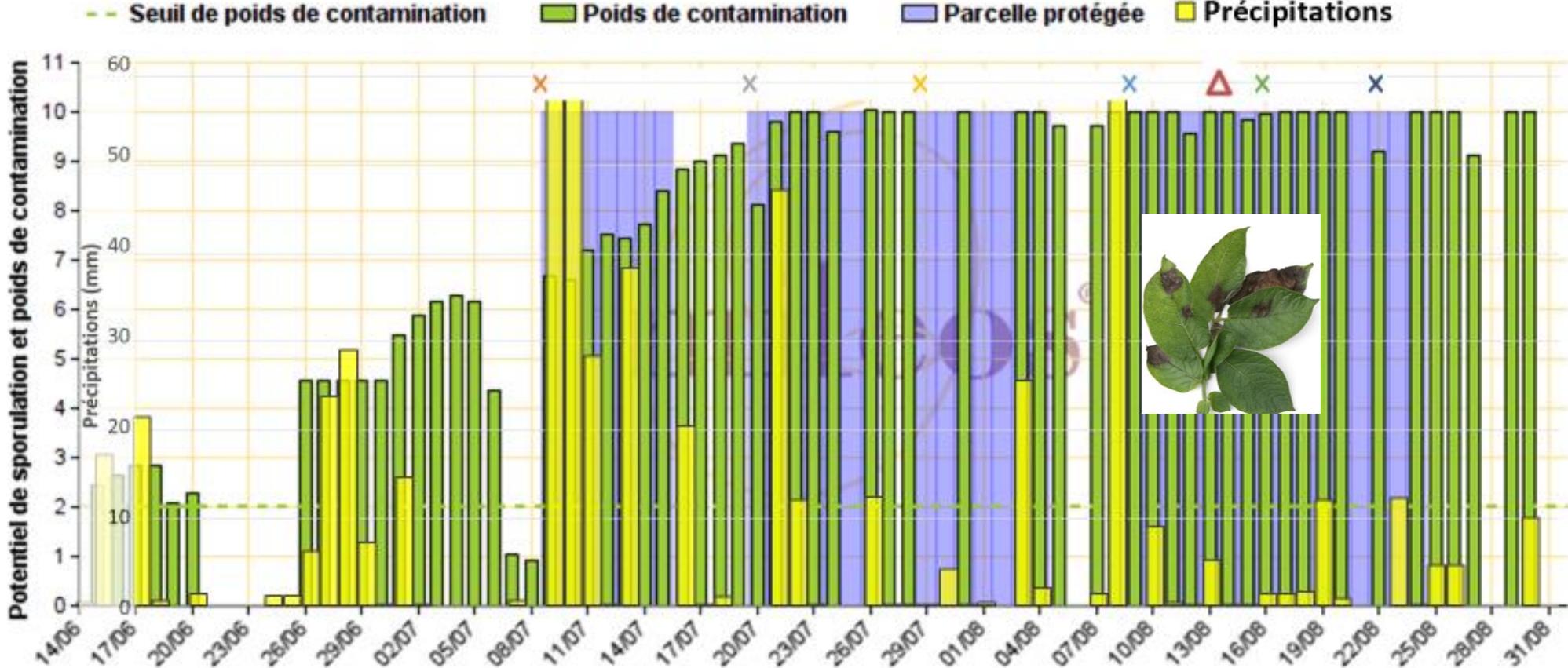
Mileos® :

- Testé chez 25 producteurs de 2017 à 2019
  - 7 régions
  - 17% de la superficie totale cultivée en pdt au Qc
- Station météo sur l'entreprise:
  - information et un service personnalisé (8 km)
- Lessivage et rémanence des produits
- Physiologie de la plante
- Rigueur dans l'entrée de données



# Modèles prévisionnels

## Données Mileos -2023: Beaucoup de risque



# Modèles prévisionnels

## Limitations

- Basé sur notre connaissance imparfaite du cycle de l'organisme visé
- On ne peut tout mesurer précisément
  - Emplacement de la station météo
    - Ex.: topographie
  - Nombre limité de facteurs que l'on peut mesurer
- Ne tient généralement pas compte de l'inoculum présent

A microscopic view of moss spore traps. The image shows a dense network of fine, hair-like structures (peristomes) that form a complex, web-like structure. These structures are designed to catch and hold spores. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting the moss's natural environment. The text "Capteurs de spores" is overlaid on the image in a large, black, sans-serif font.

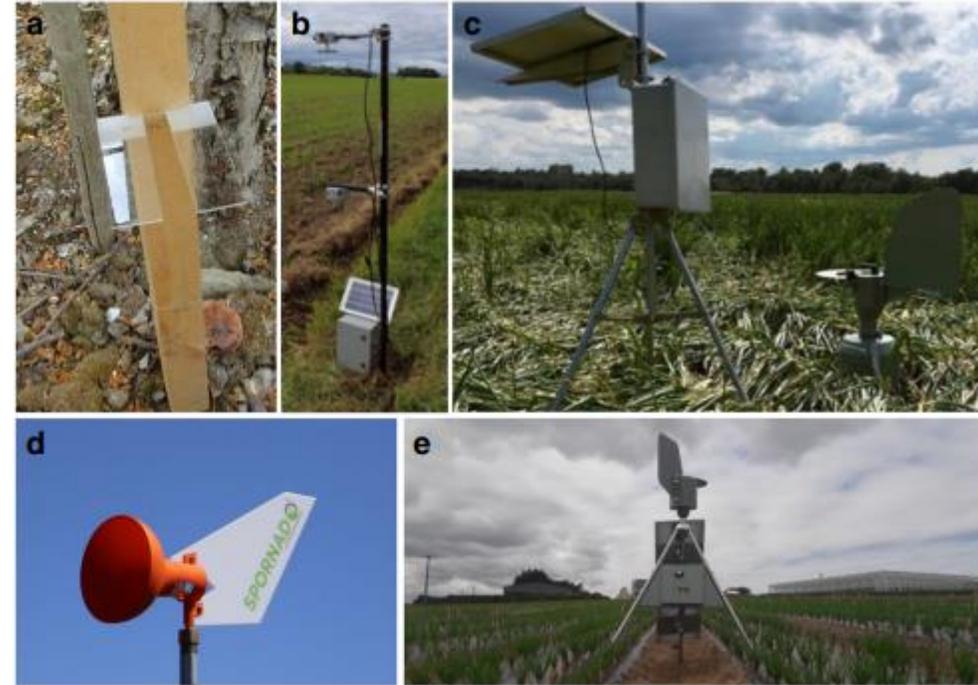
Capteurs de spores

# Comment ça fonctionne?

## Plusieurs types de capteurs

- Capteurs passifs
- Capteurs actifs
- Quelques facteurs à considérer
  - Volume d'air traité
  - Fréquence d'échantillonnage
  - Coût

**Fig. 1** Examples of spore samplers. a) Passive sampler comprising two microscope slides mounted horizontally on a wooden pole; b) rotating-arm impactors; c) Burkard 7-day recording volumetric sampler; d) funnel-like passive spore sampler from Spornado (courtesy of Kristine White and Yaima Arocha Rosete, Sporometrics); and e) Burkard high-volume cyclone (courtesy of Celine Hamon, Vegenov)

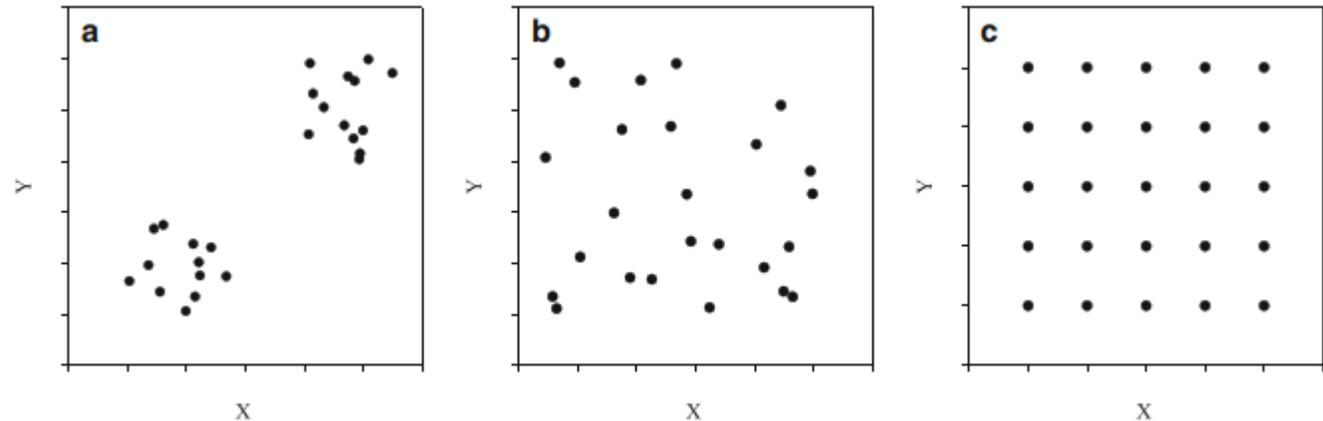


Source : Van der Heyden *et al.*, 2021

# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

## Emplacement

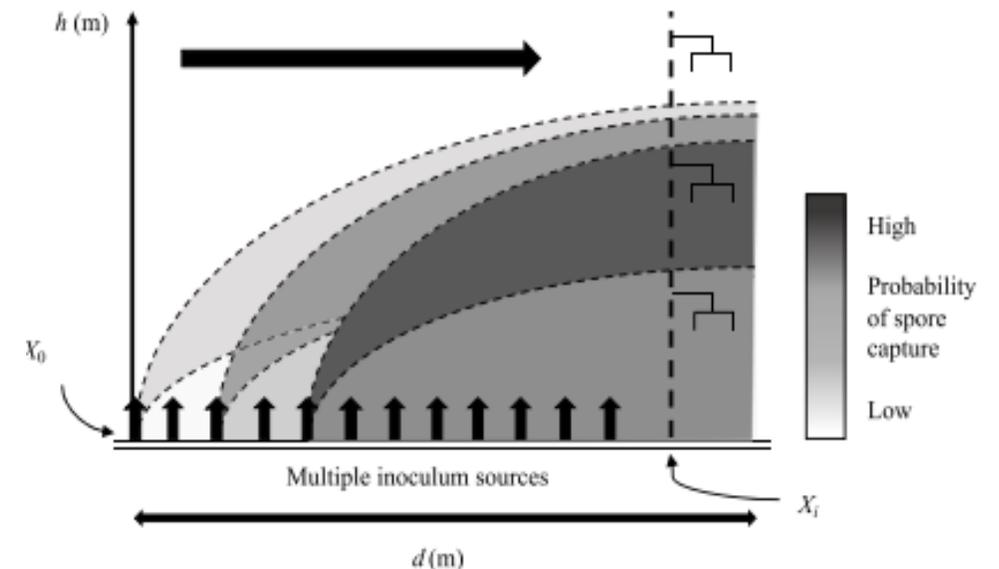
- Selon les vents dominants
  - Mesurer ce qui provient de l'extérieur
- Selon le patron de distribution au champ de la maladie
  - Mesurer la pression de la maladie dans la parcelle
- Autres facteurs :
  - Topographie
  - Présence d'obstacles



# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

## Hauteur

- En fonction du patron de dispersion de l'organisme
- Et de la canopée
  - Près de la canopée = mesure inoculum présent dans le champ
  - Plus haut = inoculum plus uniforme, mais concentration de spores plus faible
- Mildiou :
  - 30-45 cm au-dessus de la canopée
  - Idéal haut et bas

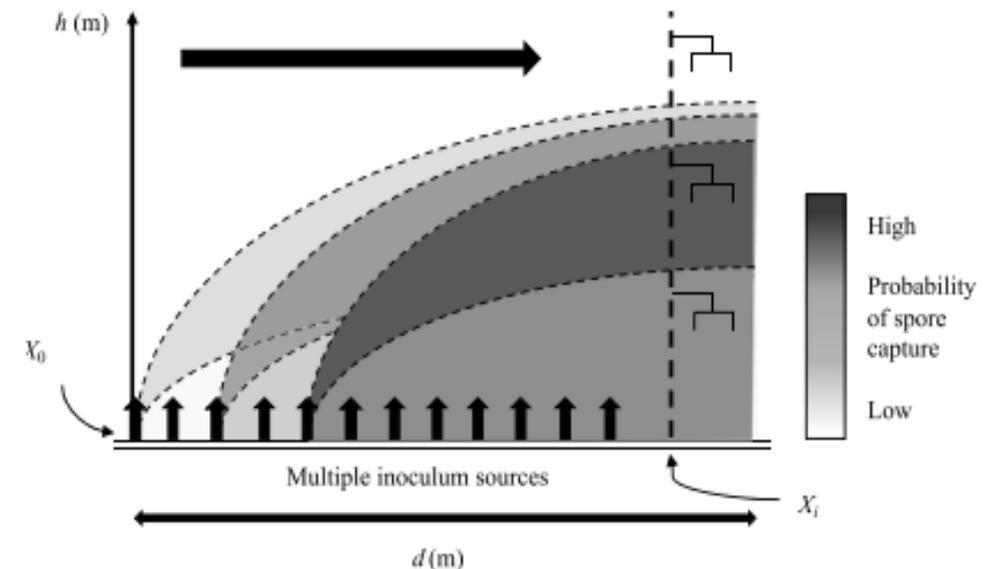


Source : Van der Heyden *et al.*, 2021

# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

## Hauteur

- Mildiou :
  - Idéalement deux hauteurs :
  - 30-45 cm au-dessus de la canopée
  - >2 m mesurer ce qui provient de l'extérieur



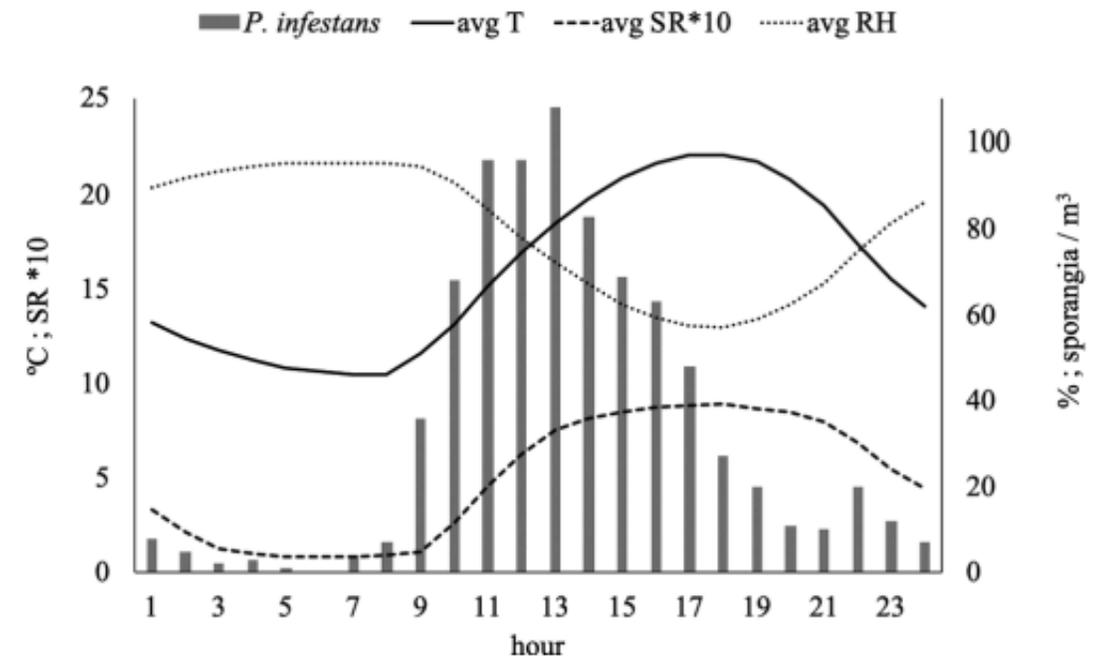
Source : Van der Heyden *et al.*, 2021

# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

## Période d'échantillonnage

- Sporangies sont surtout présents le jour
- Augmentation entre 8 et 10h
- Adapter la fréquence de captation (fractionner)
- Source externe = peut arriver n'importe quand

*Scientia Horticulturae* 307 (2023) 111520

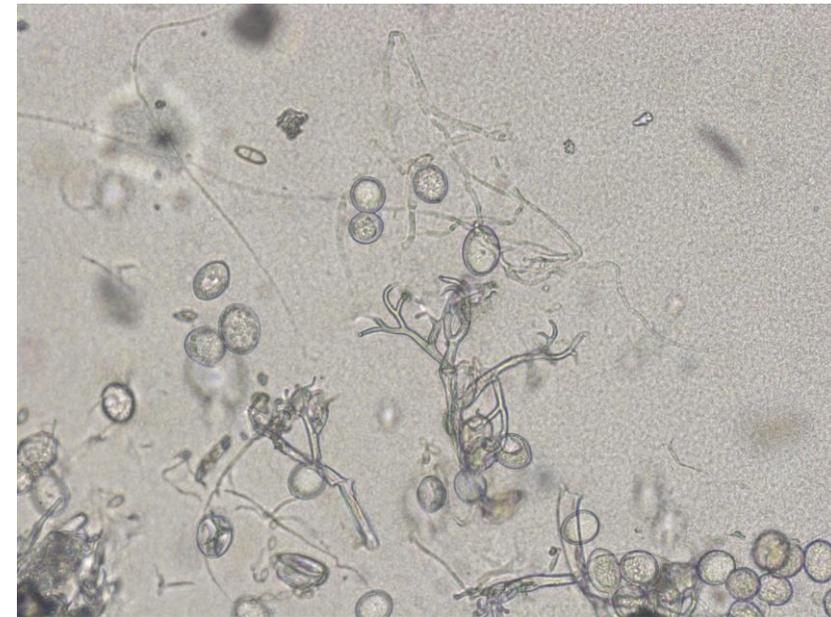


**Fig. 4.** Hourly accumulated sporangia concentration and the average values of temperature (avgT), the average relative humidity (avgRH), the average sporangia released (avgSR\*10) in both years. In X axis are represented the hours of the day.

# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

Identification visuelle

- Qui est *Phytophthora infestans*?



# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

Identification visuelle

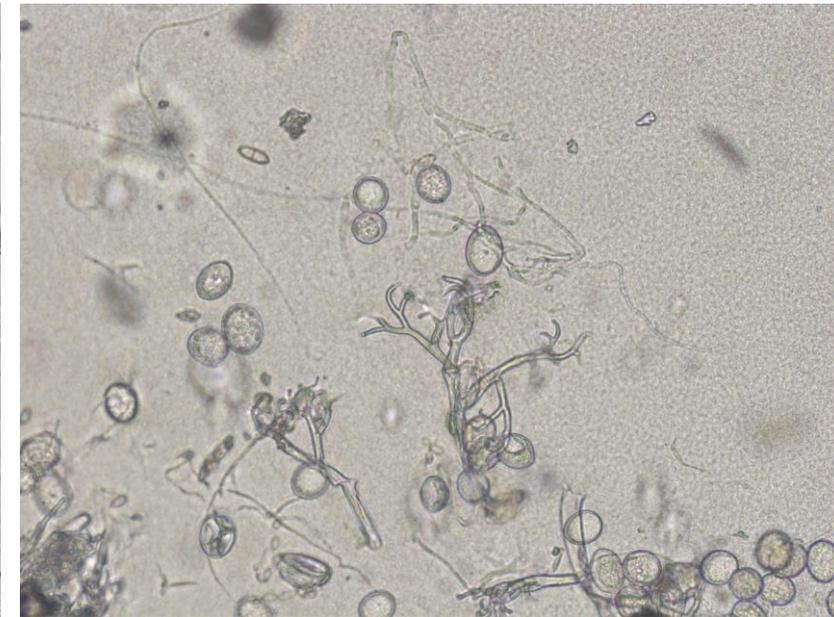
- Qui est *Phytophthora infestans*?



*Phytophthora infestans*



*Pseudoperonospora humili*

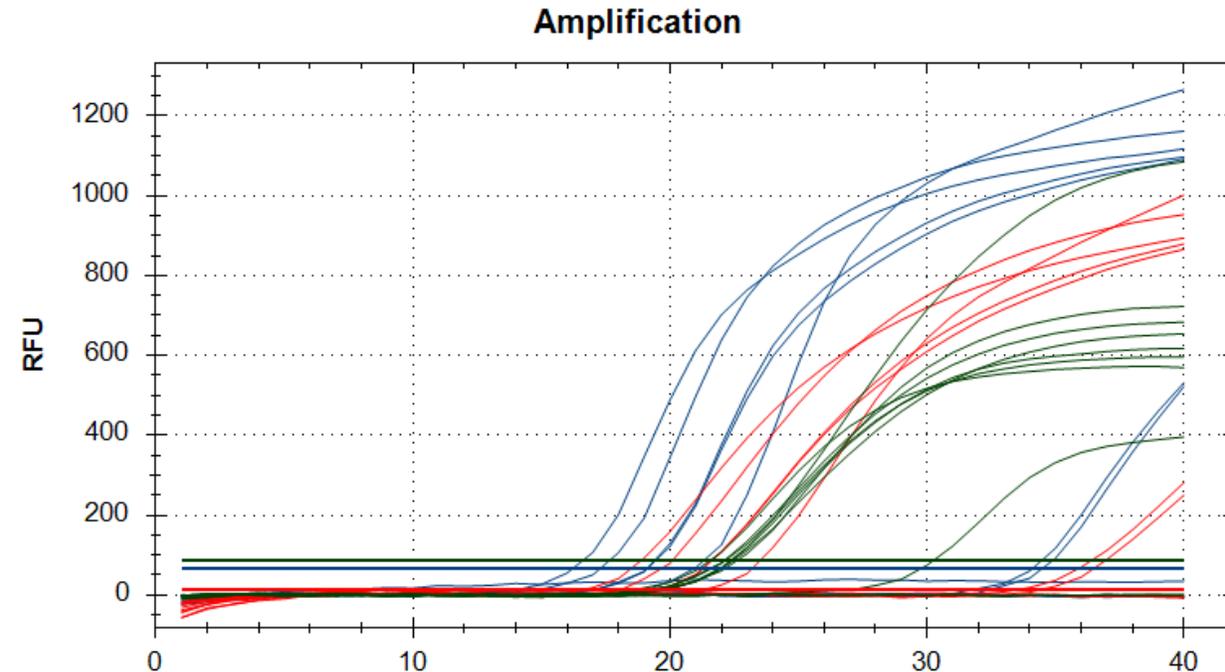


*Hyaloperonospora camelina*

# Quels aspects à considérer pour obtenir une information de qualité?

## Identification moléculaire (qPCR)

- Identifier précisément l'espèce présente
- Plus sensible et reproductible
- Possibilité d'être quantitatif
  - Seuils
  - moins important pour le mildiou de la pdt



Source : Biorad

# Quelle est la valeur de cette information?

- Information obtenue
  - Arrivée/présence de sporanges
  - Intensité de cette présence
- Interprétation
  - Lien à faire avec les conditions propices à l'infection
  - Seuils
  - Réseau
  - Expérience (variera selon le site, les outils disponibles, le réseau, etc.)

# Quelle est la valeur de cette information?

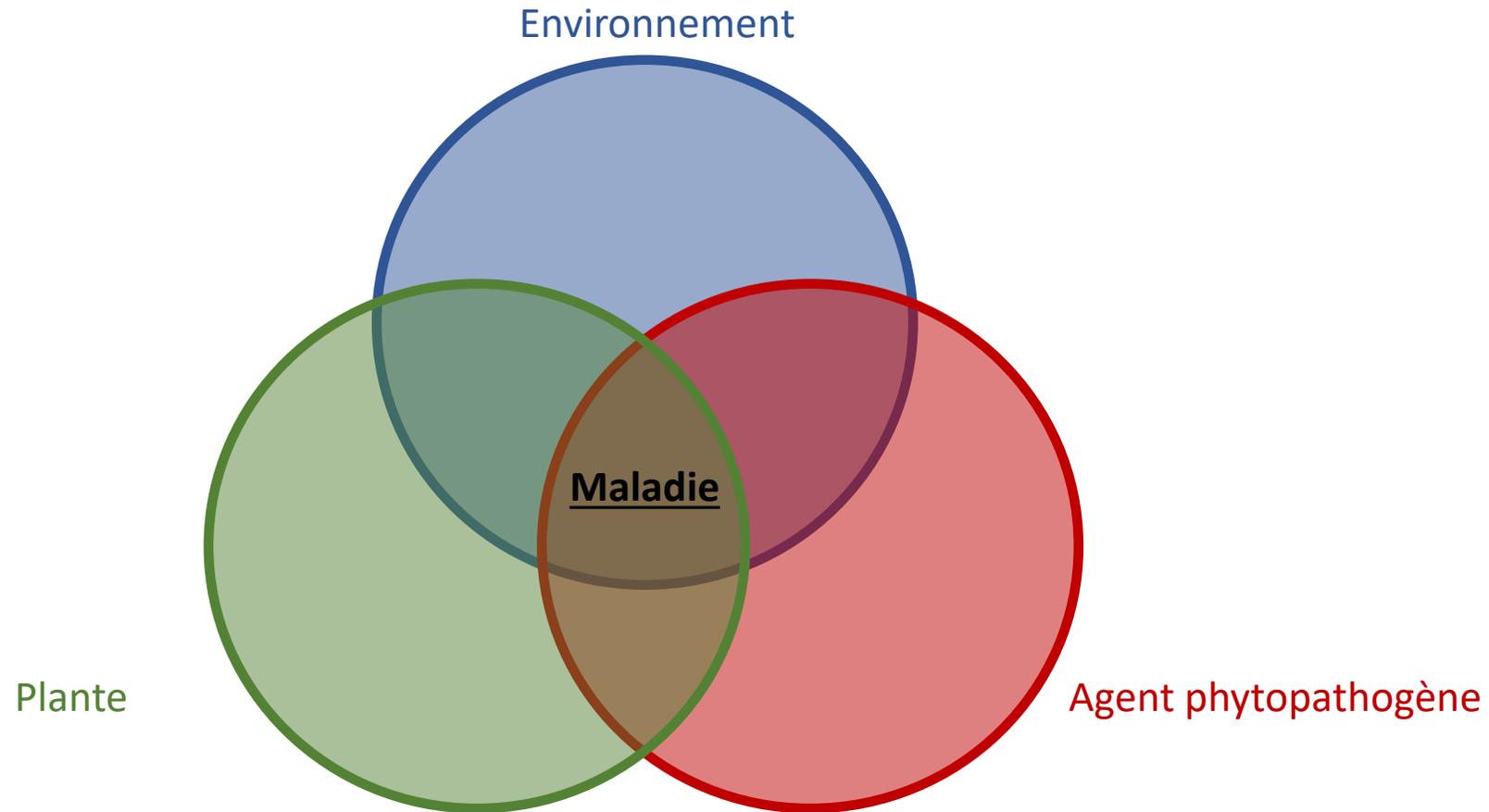
## Limitations

- La qualité de l'information varie selon la représentativité de ce qui est capté :
  - Nombre de capteurs utilisés
  - Emplacement et hauteur
  - Volume d'air capté
  - Fréquence et période de captation
- Délais de réponse
  - Fréquence de dépistage
  - Proximité d'un laboratoire
  - Personnel dédié pour récupérer et envoyer ce qui est capté

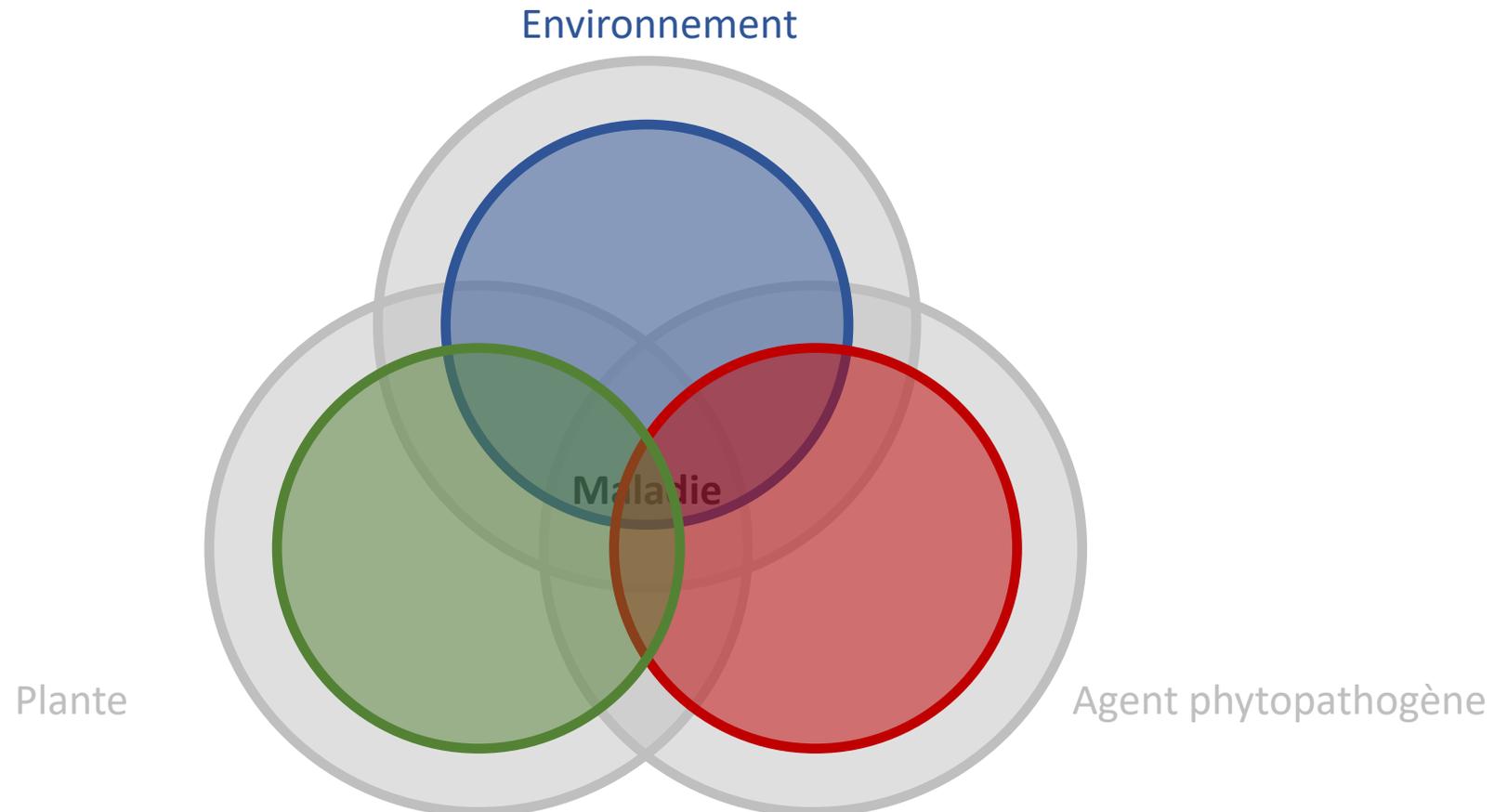
A microscopic view of a plant surface, likely a leaf or stem, showing fine, hair-like structures (trichomes) and small, clear droplets. The background is a soft, out-of-focus green. The text "Conclusions" is overlaid on the left side of the image.

# Conclusions

# Le triangle des conditions de développement des maladies de plantes



# Modèles prévisionnels + capteurs de spores + résistance du cultivar et physiologie de la plante



# Conclusions

- Prévention :
  - Modèles prévisionnels et capteurs de spores peuvent être de bons outils pour intervenir avant ou au début de l'infection
- Réaction :
  - Permettent de mieux planifier les interventions
  - Modèles : estimation de la période où la culture est protégée
  - Capteurs de spores : intervalles entre les traitements
- Dépistage :
  - Incontournable pour observer les infections présentes
  - Rétroaction : corriger le processus décisionnel
- Mieux intervenir ne permet pas d'éliminer le risque :
  - Encore peu d'outils efficaces de gestion du mildiou, surtout quand l'inoculum est important et les conditions sont propices à son développement

# Pourquoi utiliser ces outils?

- **Cibler les traitements pour augmenter leur efficacité**
- Diminuer les traitements inutiles
  - Environnement
  - Santé
  - Développement de résistance aux produits phytosanitaires
  - \$ : ↘ traitements; ↗ rendements
- Bien connaître les limitations de l'information donnée par ces systèmes
  - Plusieurs paramètres influencent la qualité de l'information
- Prendre des décisions plus éclairées
  - Plus on a d'information, meilleure est la prise de décision
- Se laisser le temps d'apprendre à les utiliser
  - Plus on a de l'information, plus il est complexe de prendre une décision

# Références

- [Carisse, 2017](#)
- [Fall et al., 2015](#)
- [Van der Heyden et al., 2021](#)
- [Meno et al., 2023](#)



N° 8, 10 juillet 2017

## LE POINT SUR LE RÔLE DES CAPTEURS DE SPORES DANS UNE GESTION RAISONNÉE DES MALADIES DES CULTURES



*Plant Pathology* (2015) 64, 178–190

Doi: 10.1111/ppa.12235

### Spatiotemporal variation in airborne sporangia of *Phytophthora infestans*: characterization and initiatives towards improving potato late blight risk estimation

M. L. Fall<sup>a</sup>, H. Van der Heyden<sup>b</sup>, L. Brodeur<sup>b</sup>, Y. Leclerc<sup>c</sup>, G. Moreau<sup>c</sup> and O. Carisse<sup>d\*</sup>

<sup>a</sup>Biology Department, University of Sherbrooke, 2500 De l'Université Boulevard, Sherbrooke, QC, J1K 2R1; <sup>b</sup>Compagnie de recherche Phytodata Inc., 111 Rang Saint-Patrice, Sherrington, QC, J0L 2N0; <sup>c</sup>McCain Foods Ltd., 8800 Main Street, Florenceville, NB, E7L 1B2; and <sup>d</sup>Horticulture Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 430 Gouin Boulevard, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6, Canada

*Agronomy for Sustainable Development* (2021) 41: 40  
<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00694-z>

REVIEW ARTICLE



### Monitoring airborne inoculum for improved plant disease management. A review

Hervé Van der Heyden<sup>1,2</sup> · Pierre Dutilleul<sup>1</sup> · Jean-Benoit Charron<sup>1</sup> · Guillaume J. Bilodeau<sup>3</sup> · Odile Carisse<sup>4</sup>

Accepted: 6 April 2021 / Published online: 20 May 2021  
© The Author(s) 2021

Factors influencing the airborne sporangia concentration of *Phytophthora infestans* and its relationship with potato disease severity

L. Meno<sup>a</sup>, I.K. Abuley<sup>b</sup>, O. Escuredo<sup>a,\*</sup>, M.C. Seijo<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Vegetal Biology and Soil Sciences, Faculty of Sciences, University of Vigo, As Lagoas, Ourense 32004, Spain

<sup>b</sup> Department of Agroecology, Flakkebjerg Research Center, Aarhus University, Forsøgsvej 1, 4200, Denmark

# Références

- Mise en place d'un service de prédiction du risque d'infection du mildiou de la pomme de terre basé sur le modèle prévisionnel Mileos<sup>®</sup> afin de réduire l'usage des pesticides au Québec.