



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

Situation mildiou en 2024 : rappels sur la biologie, modélisation et perspectives

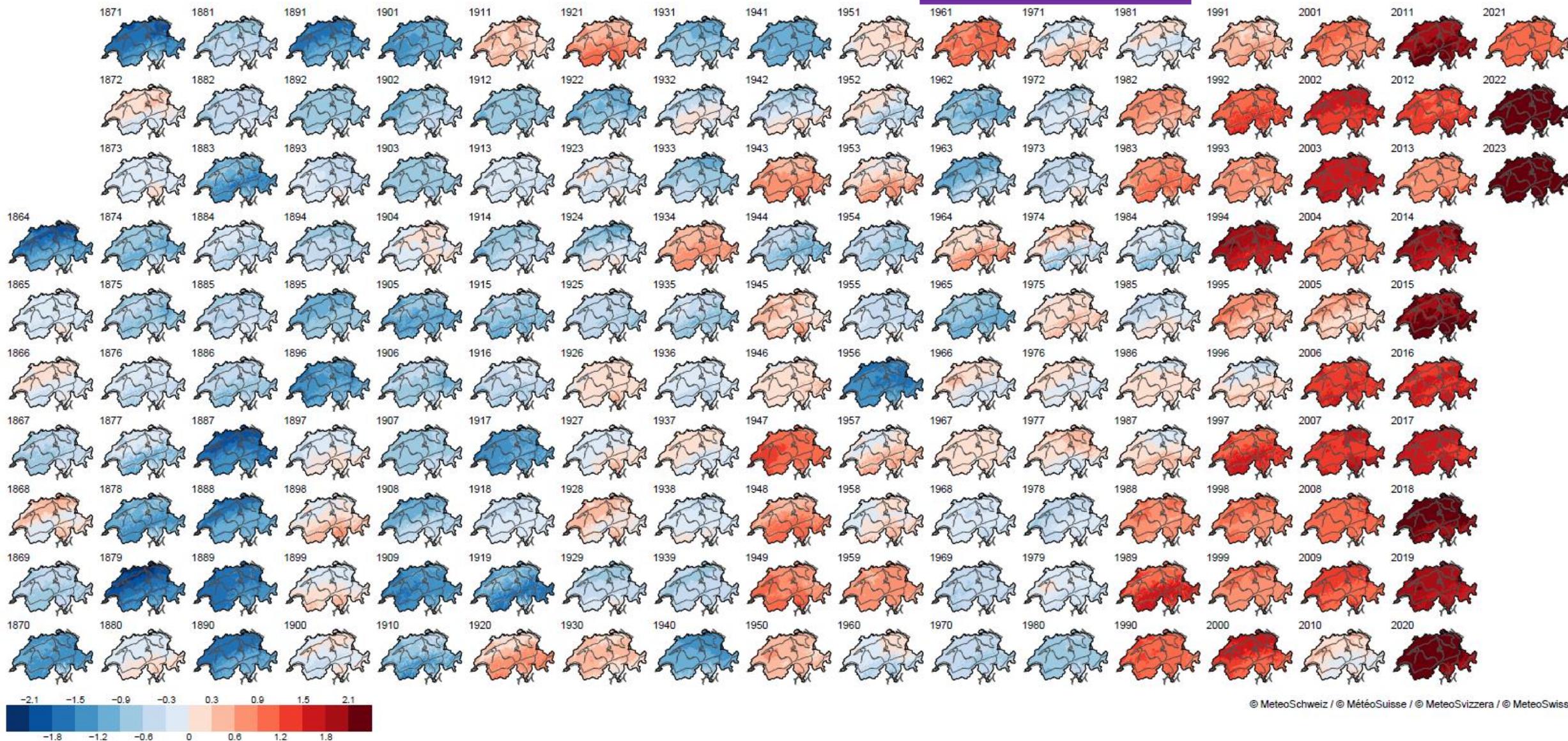
Pierre-Henri Dubuis et al.

12 février 2025 - InnoVino

www.agroscope.ch | une bonne alimentation, un environnement sain



Températures moyennes annuelles comparées à norme 1961 - 1990



© MeteoSchweiz / © MétéoSuisse / © MeteoSvizzera / © MeteoSwiss



Epidémie mildiou forte en 2024

Pression de maladie extrême



20 mai



27 mai



29 mai



Epidémie mildiou forte en 2024

Pression de maladie extrême



19 Juin



6 juillet



16 août



Epidémie mildiou forte en 2024

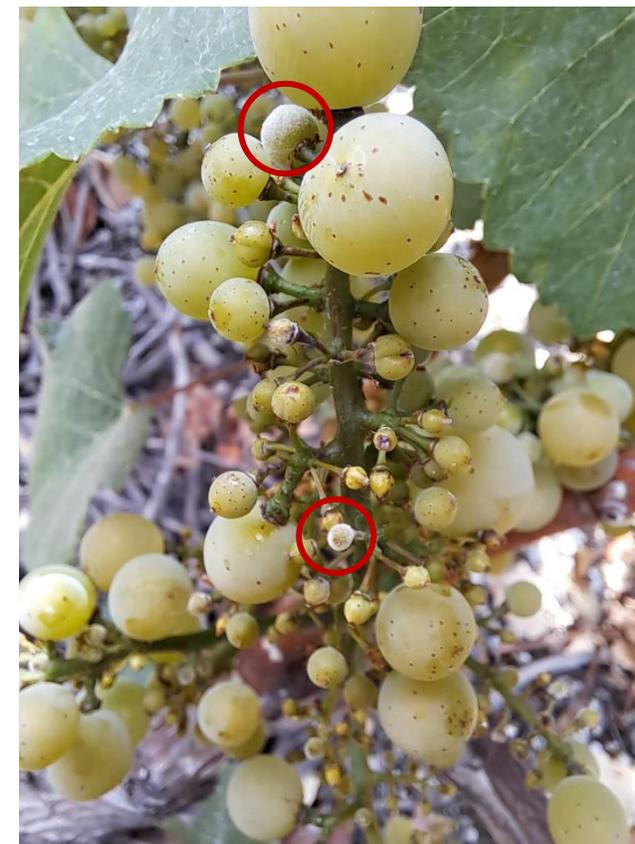
Pression de maladie extrême



23 juillet



21 août



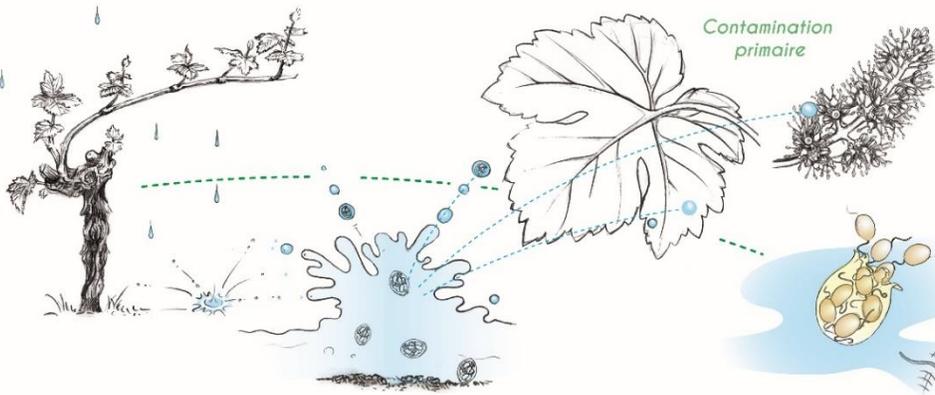
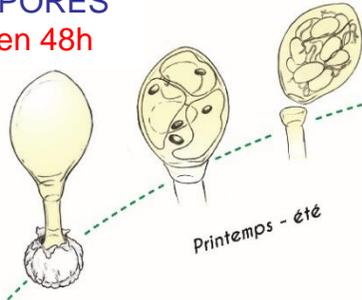
19 août



Mildiou

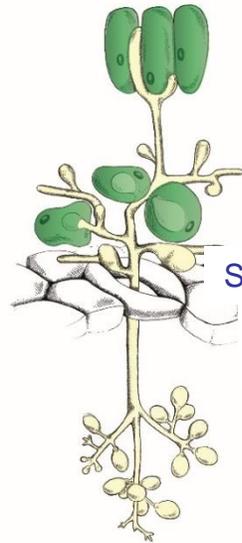
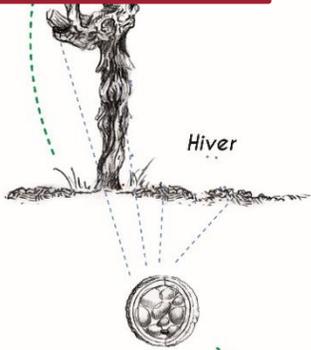
Plasmopara viticola

GERMINATION OOSPORES
Algor. 2: 5 mm pluie en 48h



DISPERSION (splashing)
 Intensité pluie >3mm/h,
 temp.>8°C (durant 6 h après
 germination oospores)

VitiMeteo
 Agroscope
 Staatliches Weinbauinstitut Freiburg
 GEOsens Softwareentwicklung



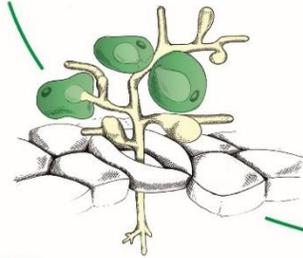
SPORULATION

4h obscurité, feuilles mouillées
 temp. > 12°C, ou HR >92%



INFECTIONS SECONDAIRES

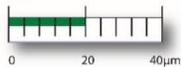
3-29°C, feuilles mouillées,
 deg.-heures >50°C



INCUBATION f (température)



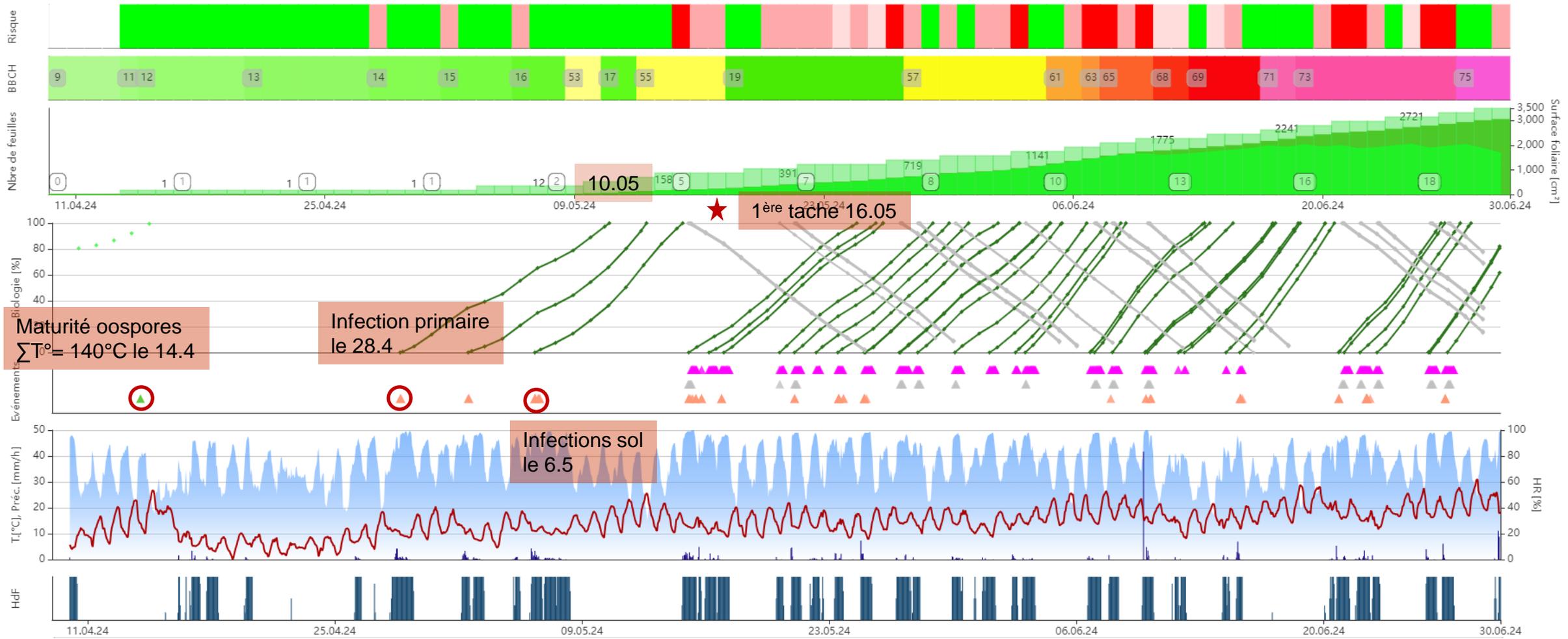
Illustration Virginie Duquette



Phase sexuée



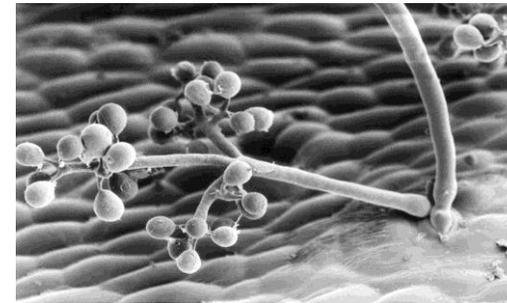
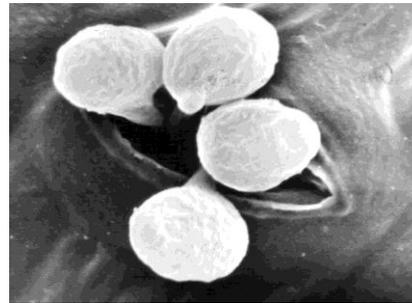
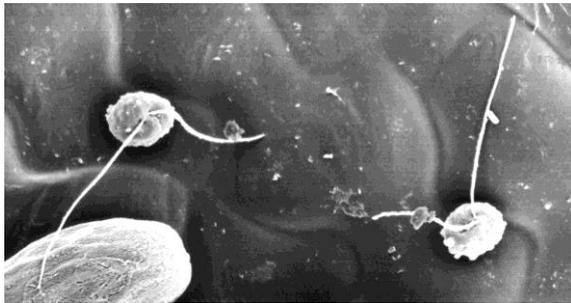
Mildiou modélisé à Changins





Biologie du mildiou et 2 mots

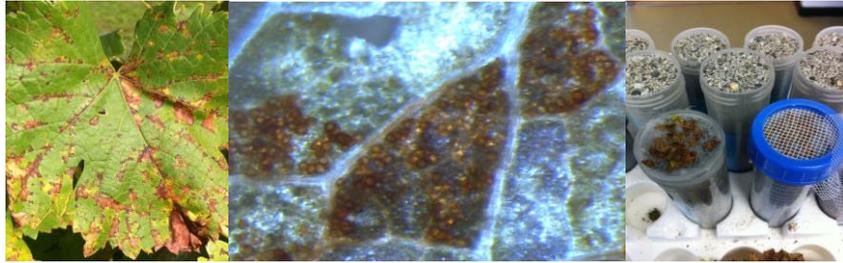
- Pathogène extrêmement spécialisé et efficace
- Biotrophe obligatoire
- Besoin d'un film d'eau à la surface des organes pour infecter
- Production d'une quantité gigantesque de sporanges
- Développement exponentiel si conditions favorables
- Si présence de taches d'huile => pas besoin de pluies, rosée suffit à produire nouvelles infections (repiquages)





Maturation des oospores – date maturité

Suivi de la maturation des oospores au labo



1. Récolte de feuilles avec mildiou mosaïque en automne

2. Repérage des oospores à la loupe binoculaire par transparence

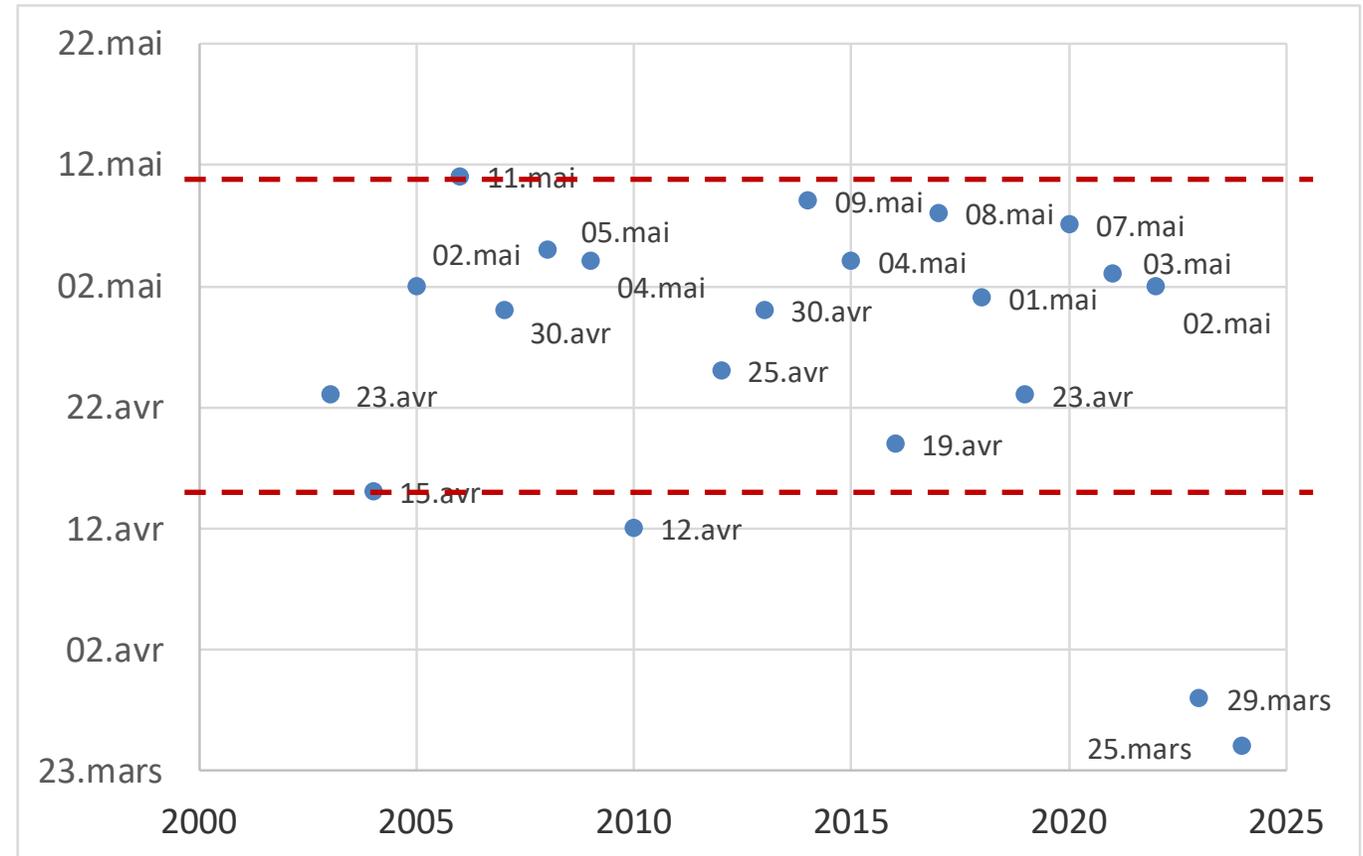
3. Préparation des tubes et mise en place à l'extérieur pour l'hiver



4. Au printemps, prélèvement 1 à 2 fois par semaine et mise en conditions de laboratoire

5. Observation des sporanges germés tous les jours

Date maturité des oospores





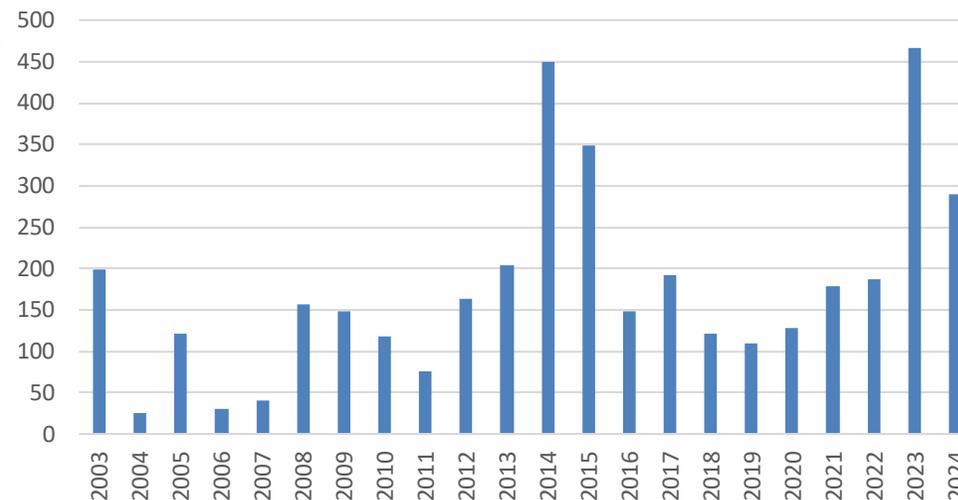
Maturation des oospores – nombre de germination

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ1-10
04.03.2024	0	0	0	1.8	44.2	103.0	118.2	48.8	32.8	9.8		358.6
11.03.2024	0	0	0	0	6	69.2	103	33	11	4.6		226.8
18.03.2024	0	0.2	1.8	13	70.4	75.2	51.4	26.4	6.8	4.6		249.8
25.03.2024	30	140.4	360.6	368.6	184.4	126.2	36.8	4.4	0.8	0.2		1252.4
01.04.2024	4.6	31.4	57.4	69.8	74.6	72.4	30.2	4.4	1	0.2		346.0
08.04.2024	12.6	28.6	113.4	125.2	72.4	23.8	11.4	7.2	2.2	1		397.8
15.04.2024	3.6	18.4	32.2	34.2	27.6	10.2	1.6	0.2	0	0		128.0
22.04.2024	9.0	78.8	49.8	50.2	36.2	31.4	32.2	35.2	8.8	0.8		332.4
29.04.2024	2.2	12.6	35.0	34.6	45.0	73.6	30.8	8.8	3.4	1.6		247.6
02.05.2024	0.8	0.8	2.0	2.0	0.6	0.2	0.2	0	0	0		6.6
06.05.2024	3.0	2.6	1.8	0.6	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0		9.0
09.05.2024	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.8
13.05.2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
20.05.2024	0	0.2	1.2	1	1	1.4	0.8	1	0.4	0.2		7
27.05.2024	7.2	7.8	5.6	4.8	0.8	0.6	0	0	0	0		26
03.06.2024	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0		0

Moyenne = 290

Nombre moyen d'oospores germés entre le début avril et l'infection primaire

Changins - Nbre moyen d'oospores





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

Stratégie d'application du cuivre lessivage, quantité nécessaire

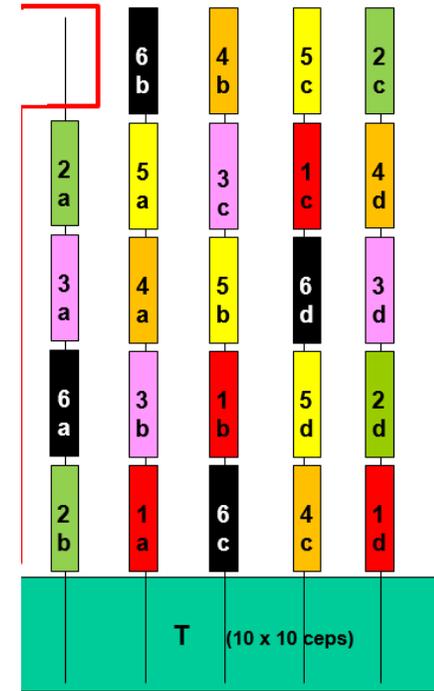
Katia Gindro, Sylvain Schnée et Pierre-Henri Dubuis, Agroscope
Marilyn Cléroux, Changins



Mildiou – essai application de cuivre

- Essais 2019 - 2021
- Essai dépôt et efficacité de différentes doses du cuivre (**hydroxide de Cu**)

Variante	Produit	Dosage [g Cu/ha]	Remarque
2	Funguran Flow	720	= N
3	Funguran Flow	300	= 0.4N)
4	Funguran Flow	200	= 0.28N
5	Kocide Opti	300	= N



- Traitements selon le risque
 - 2019: 11 traitements; pression mildiou presque nulle (témoin non traité fréquence 1% le 14.08)
 - 2020: 8 traitements; pression mildiou presque nulle, 1^{ère} tache le 21 juillet dans le témoin
 - **2021: 8 traitements; pression très forte dès mi-juillet**

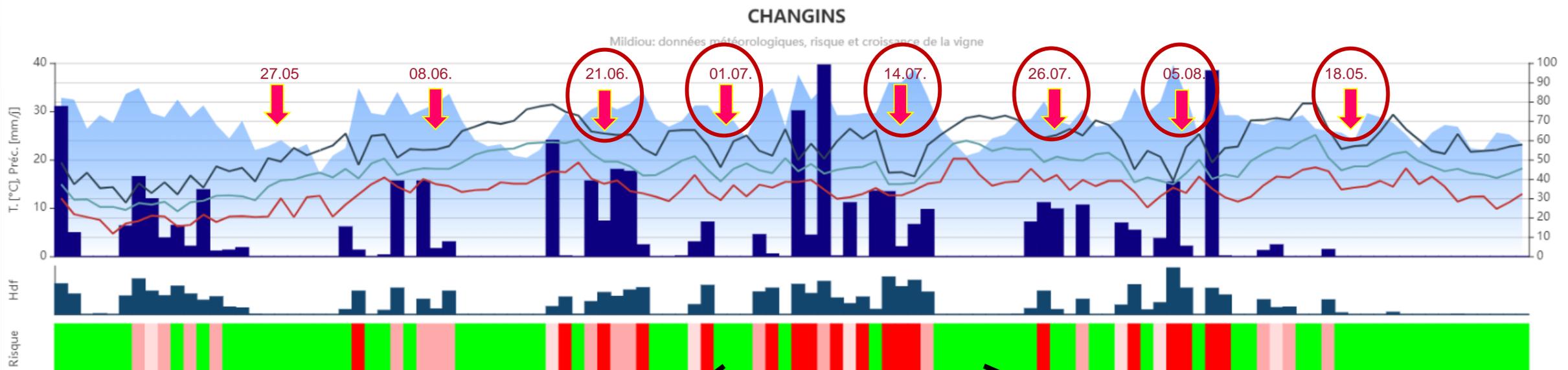


Dates de traitements en 2021

Apport Cu métal total en 2021

- 720 g Cu/ha => **5.04** kg Cu/ha/an
- 300 g Cu/ha => **2.10** kg Cu/ha/an
- 200 g Cu/ha => **1.40** kg Cu/ha/an

8 traitements seulement, pression forte dès mi-juillet



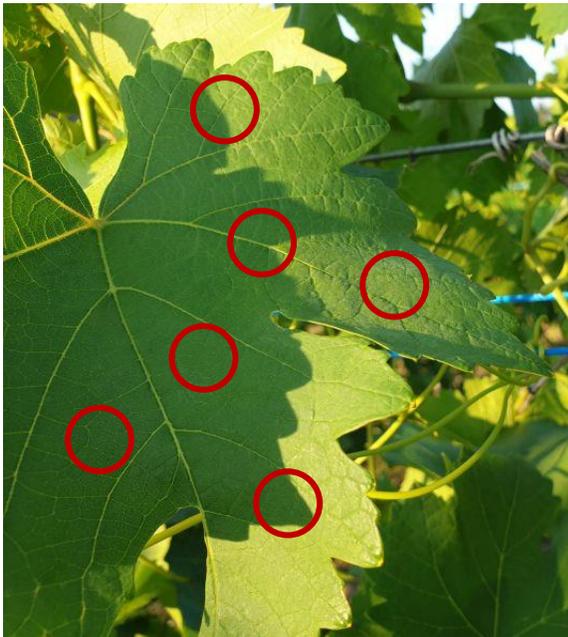
30 juin, témoin non traité
 Feuilles: fréq.15.3%, sévérité 1.4%
 Grappes: fréq. 1%, sévérité 0.4%

20 juillet, témoin non traité
 Feuilles: fréq.100%, sévérité 79.4%
 Grappes: fréq. 97.5%, sévérité 42.5%



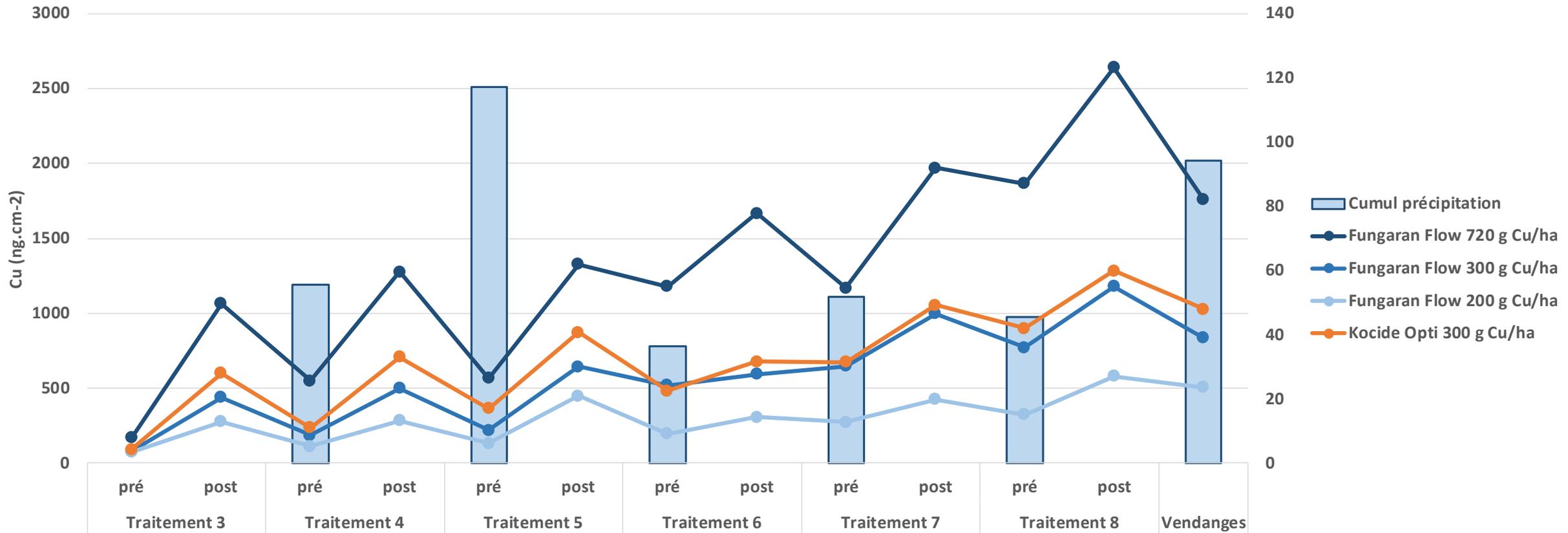
Quantification du Cu sur les feuilles

- Quantification du Cu total sur les feuilles par prélèvements
 - Avant chaque traitement
 - Après chaque traitement





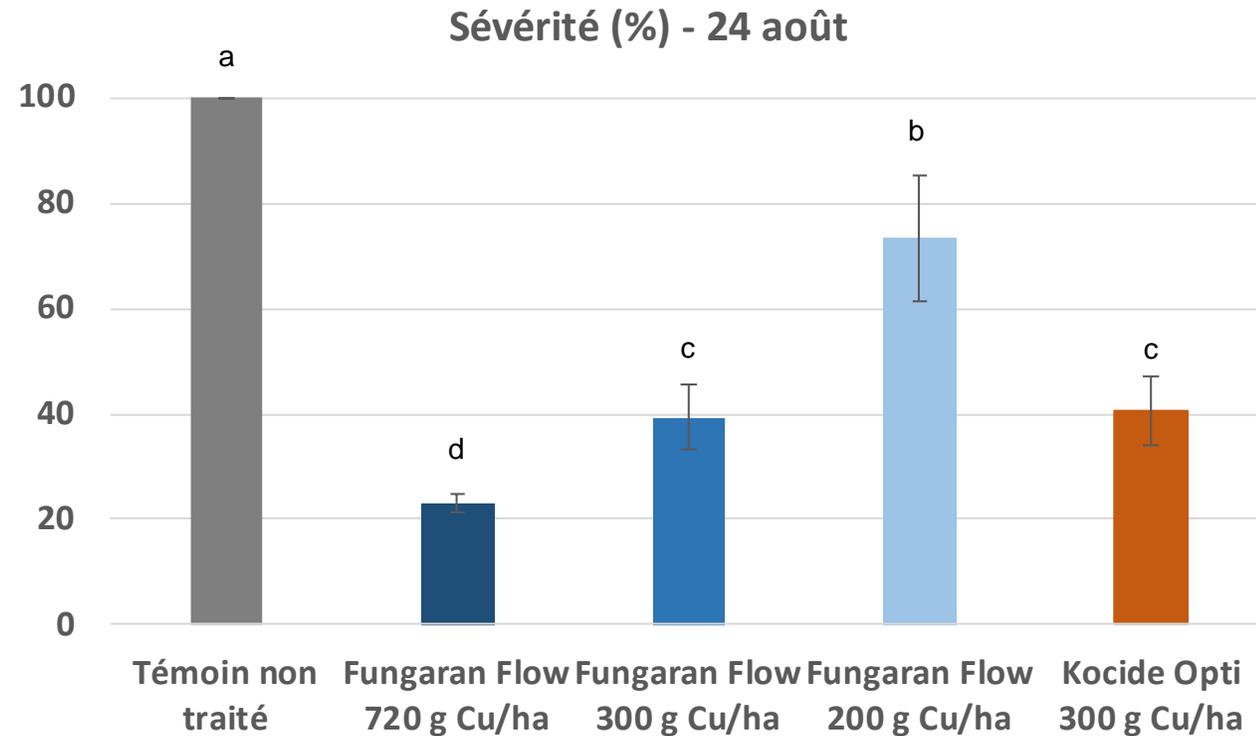
Lessivage et accumulation



- Lessivage pas corrélé à l'intensité de pluie mais corrélé au cumul (pour 720 g Cu/ha)
- **Accumulation** en cours de saison malgré le lessivage



Efficacité sur feuilles (intensité)



- **Effet dose:** forte corrélation entre dosage et sévérité mildiou sur feuilles ($R^2 = -0.861$)



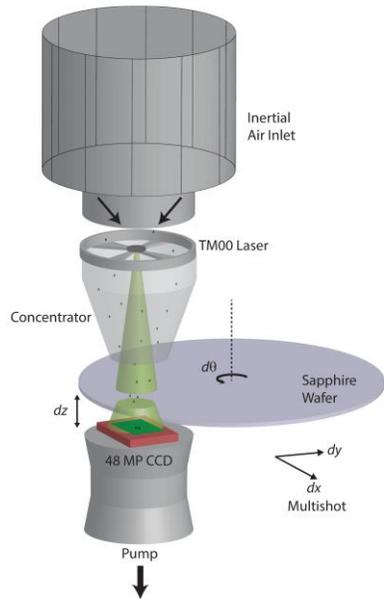
Conclusions

- Cuivre: fongicide et bactéricide ancien mais
 - **Candidat à la substitution** (UE)
 - Matière active présentant un **potentiel de risque particulier** (Annexe 9.1 du Plan d'Action National-PPh)
- **Lessivage** corrélé au cumul de pluie et pas à l'intensité
- Cuivre **s'accumule au cours de la saison**
- Pour l'efficacité:
 - **effet dose**
 - positionnement et renouvellement important

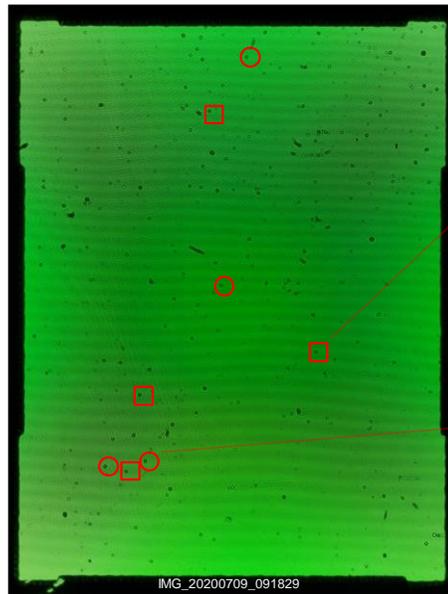


Détection et identification de spores par holographie

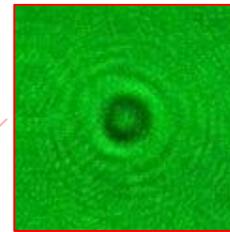
Identification du mildiou et de l'oïdium par l'IA



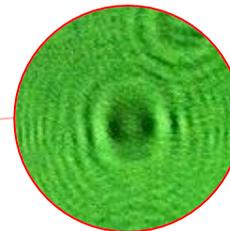
Segmentation



Holographie



Mildiou



Oïdium

Microscopie



- *P. viticola* spore
- *E. necator* spore

Patents: EP 19 170
073.1(2019),
PCT/EP2020/060873 (2020)

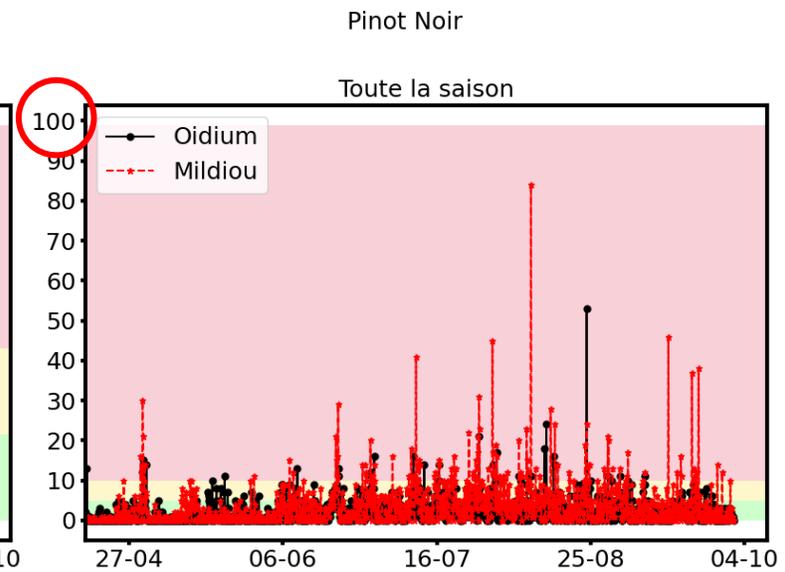
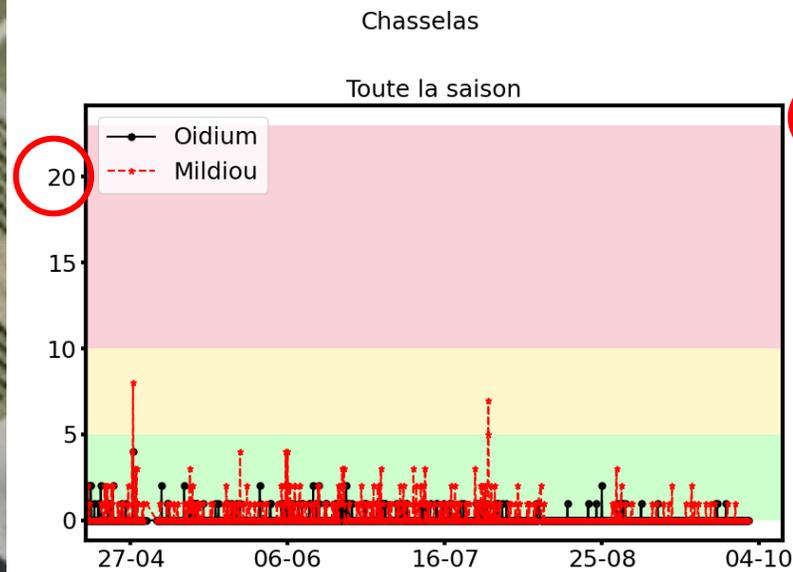
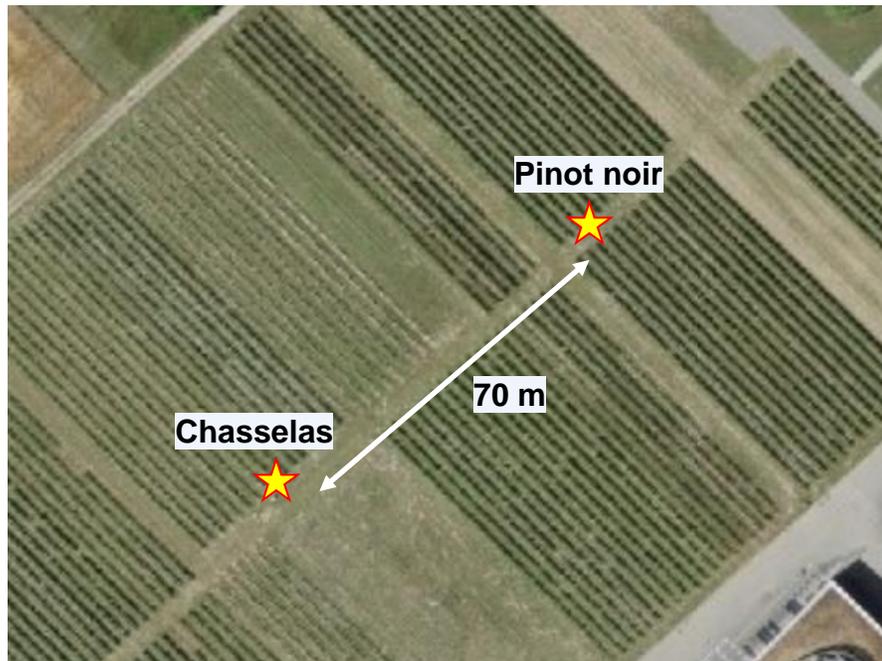
Discrimination des interférants

		Confusion Matrix								
Output Class		Agglomerate F. S.	Alnus Glutinosa	Castanea Sativa	Fagus Sylvatica	Downy Mildew	Powdery Mildew	Taraxacum O. Populus T.	Quercus Robur	
	Agglomerate F. S.	294 4.2%	0 0.0%	0 0.0%	6 0.1%	0 0.0%	2 0.0%	0 0.0%	1 0.0%	1 0.0%
Alnus Glutinosa	0 0.0%	397 5.6%	1 0.0%	0 0.0%	1 0.0%	4 0.1%	6 0.1%	38 0.5%	38 0.5%	88.8% 11.2%
Castanea Sativa	0 0.0%	0 0.0%	382 5.4%	0 0.0%	23 0.3%	3 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	93.6% 6.4%
Fagus Sylvatica	6 0.1%	0 0.0%	0 0.0%	1058 15.0%	0 0.0%	2 0.0%	2 0.0%	16 0.2%	16 0.2%	97.6% 2.4%
Downy Mildew	0 0.0%	4 0.1%	67 1.0%	0 0.0%	1102 15.6%	14 0.2%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	92.8% 7.2%
Powdery Mildew	0 0.0%	2 0.0%	4 0.1%	0 0.0%	4 0.1%	1351 19.2%	10 0.1%	2 0.0%	2 0.0%	98.4% 1.6%
Taraxacum O. Populus T.	0 0.0%	0 0.0%	1 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	7 0.1%	1348 19.1%	1 0.0%	1 0.0%	99.3% 0.7%
Quercus Robur	1 0.0%	27 0.4%	0 0.0%	14 0.2%	0 0.0%	15 0.2%	5 0.1%	826 11.7%	5 0.1%	93.0% 7.0%
		97.7% 2.3%	92.3% 7.7%	84.0% 16.0%	98.1% 1.9%	97.5% 2.5%	96.6% 3.4%	98.3% 1.7%	93.4% 6.6%	95.9% 4.1%

Base de données: 35 000 Images
Target Class
exactitude: 95,9%

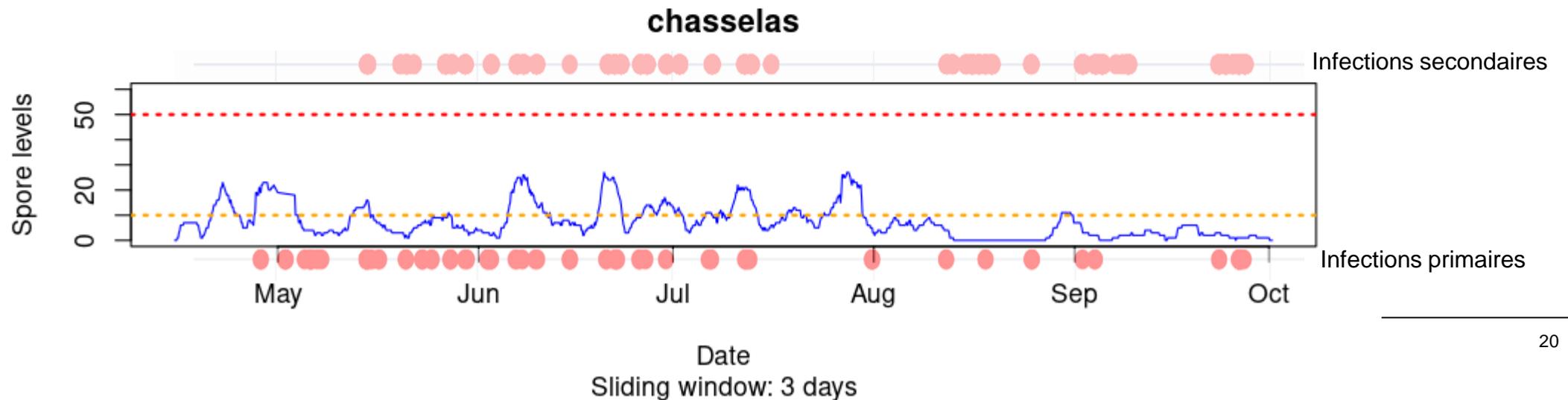
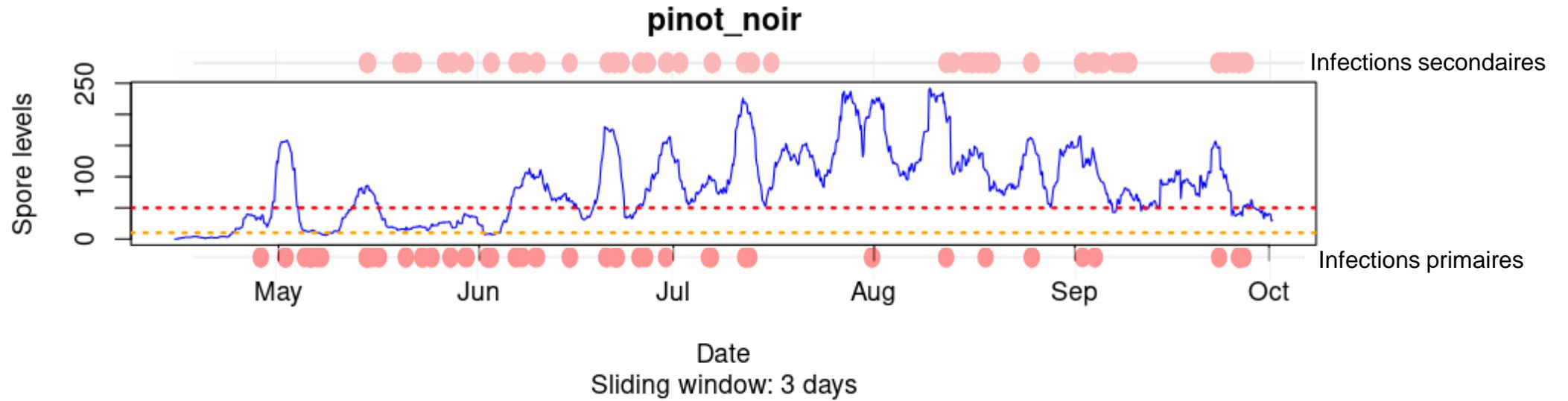


Suivi en temps réel: exemple à Changins



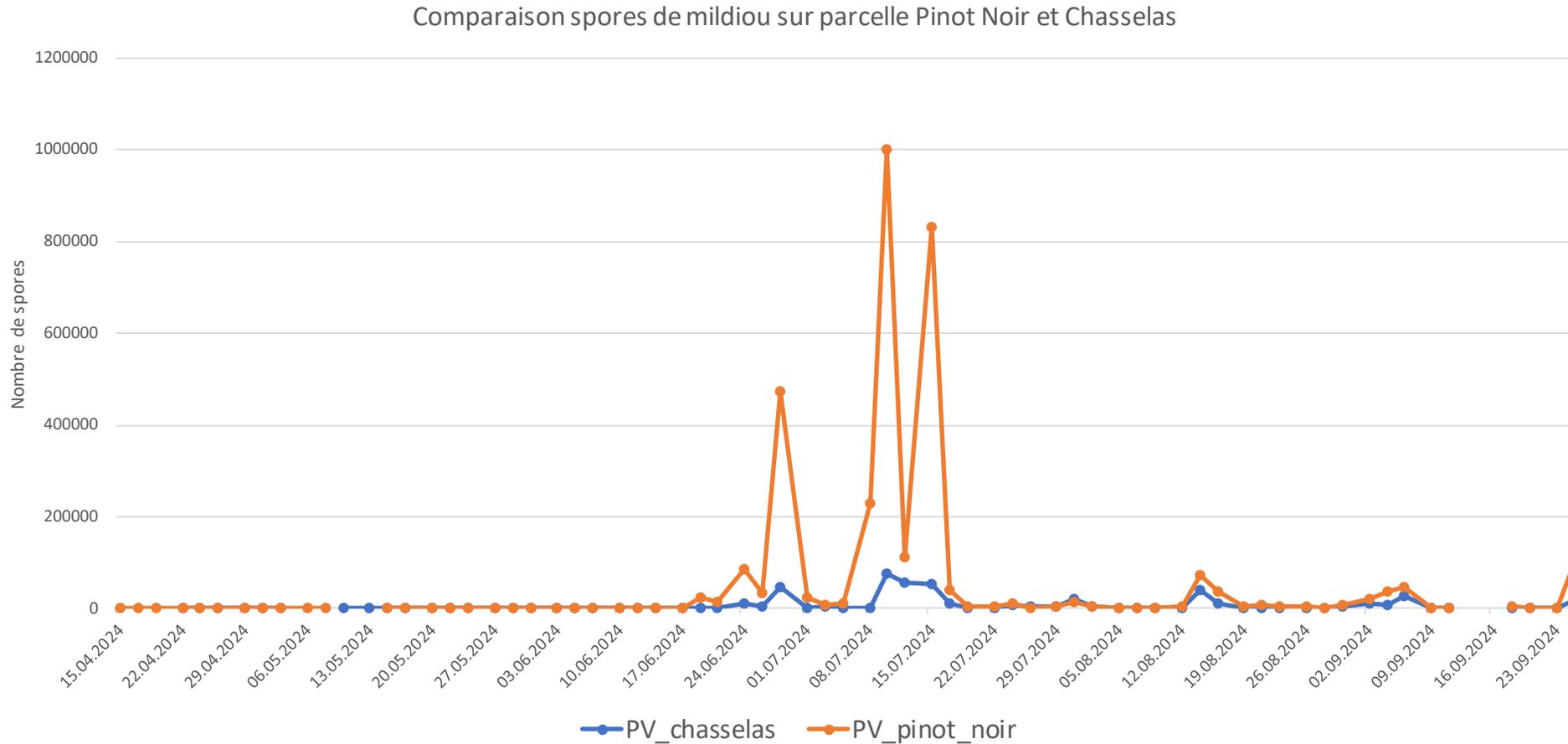


Essai de prises de decision - deux seuils testés



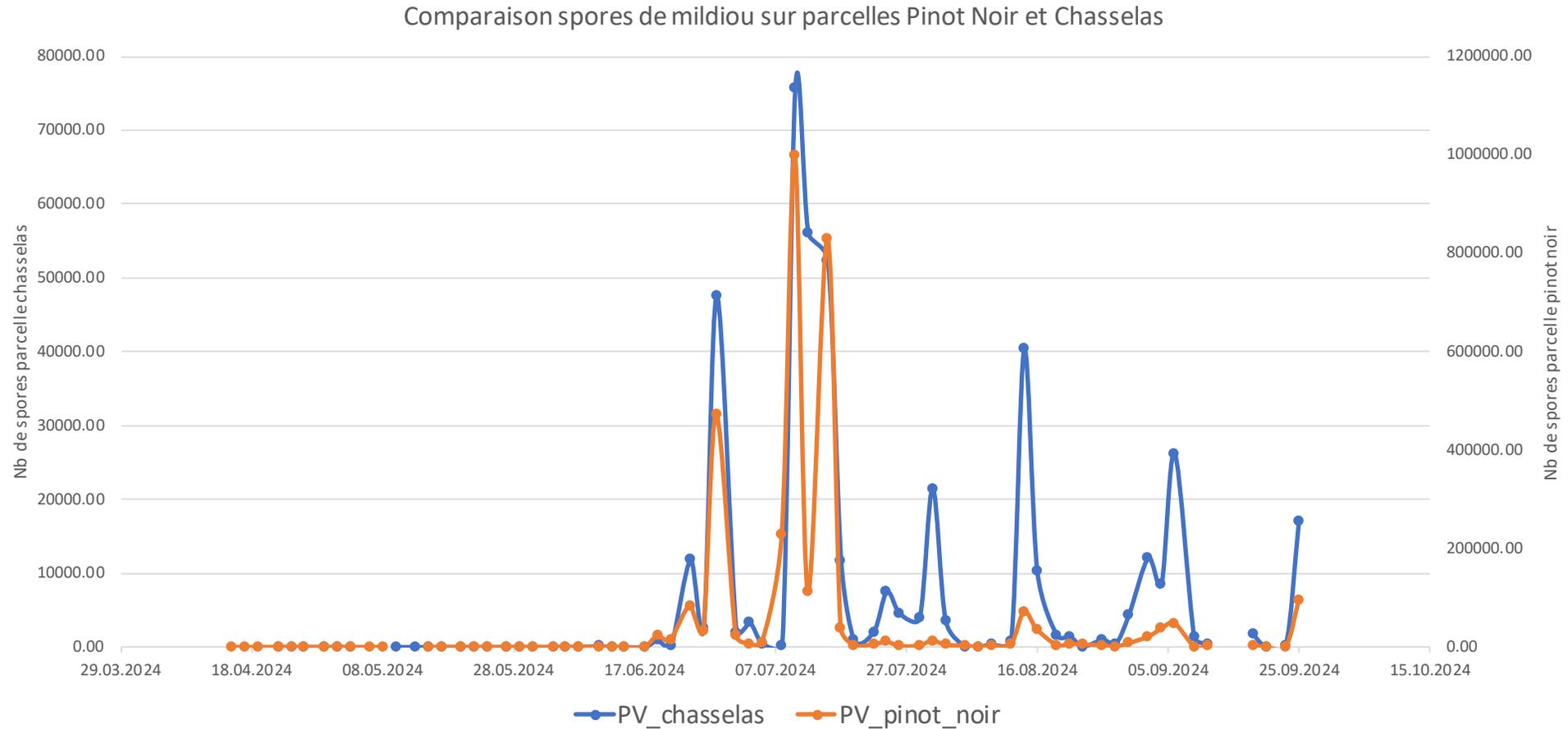


Comparaison qPCR: Chasselas VS Pinot noir





Comparaison qPCR: Chasselas VS Pinot noir



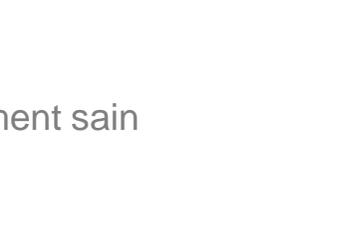


Conclusion

- **Conditions météo** très favorables au mildiou tout au long de la saison
- Maturité des **oospores** exceptionnellement précoce et importante
- Fortes **infections primaires** sur feuilles mais aussi inflorescences
- **Epidémie très forte** nécessite une protection sans faille

- **Cuivre:**
 - **Lessivage** corrélé au cumul de pluie et pas à l'intensité
 - Cuivre **s'accumule au cours de la saison**
 - Pour l'efficacité:
 - **effet dose**
 - positionnement et renouvellement important

- **Capteur de spore** fourni des données pertinentes mais très locales, stratégie?



Merci pour votre attention

Pierre-Henri Dubuis

pierre-henri.dubuis@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

www.agroscope.admin.ch

