



# Gestion du mildiou dans un plan de traitements BIO: stratégies de lutte

Pierre-Henri Dubuis

Agroscope



Modèle MILDIOU

Explicatif du rapport

Mise à jour	Infection primaire	Légende					08.06.	09.06.	10.06.	11.06.	12.06.	13.06.	14.06.	15.06.	16.06.
		100	1000	10000	100000	1000000									
G	13.06.07.30	192	206	157	114	99								114	
G	13.06.07.31	203	73	170		58									
G	13.06.07.35	203	73	170	86	58									
G	13.06.07.35	218		168	100							52	131		
G	13.06.07.38	225	65	172	105	89	57						176		
G	13.06.07.38	252		153	197	138							231		
G	13.06.07.44	169	171	54	169	97							114		
G	13.06.07.46	200		144	84	152							231		
G	13.06.07.46	157	69	173	100	75							177		
G	13.06.07.47	131		117	63	140							226		
G	13.06.07.49	164	159	70	174	85	82						110		
G	13.06.07.53	150	69	181	81	93							106		
G	13.06.07.53	240		146	87										
G	13.06.07.53	187	193	63	163	76	91						119		

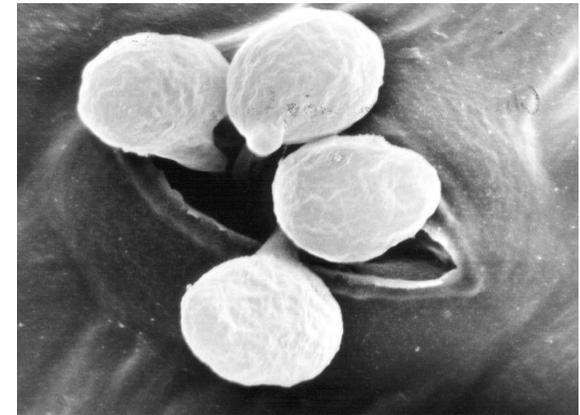


10 avril 2018, Châteauneuf



# Stratégie bio contre le mildiou

- Biologie: cycle de vie de *Plasmopara viticola*
- Modélisation: VitiMeteo-Plasmopara
- Fongicides à disposition
- Stratégie de lutte
- Perspectives





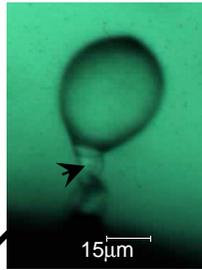
# Plasmopara viticola: cycle biologique

PRINTEMPS

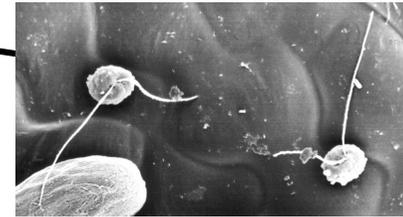
INFECTION PRIMAIRE

GERMINATION OOSPORES

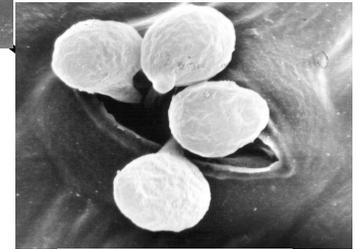
DISPERSION (splashing)



SPORANGE PRIMAIRE



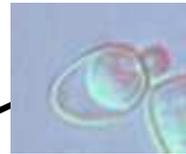
ZOOSPORES



INCUBATION

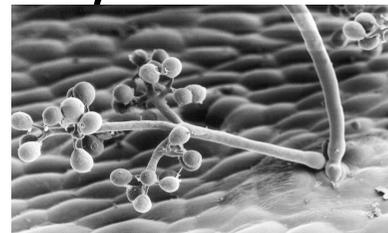
Taches huile

INFECTIONS SECONDAIRES



ZOOSPORES

SURVIE SPORANGES



SPORANGES



SPORULATION

ETE

DENSITE SPORANGES

ANTHERIDIE

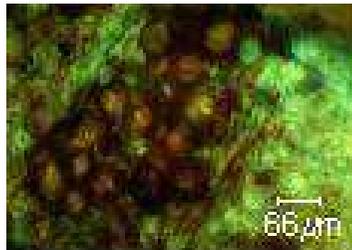


+ OOGONE

Phase sexuée

AUTOMNE

OOSPORE



MATURATION OOSPORES

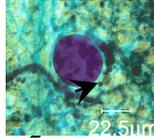
Agroscope

# VitiMeteo-Plasmopara: un modèle basé sur la biologie

## GERMINATION OOSPORES

**Algor. 1:** HR >80% ou feuilles mouillées, temp. >8°C durant 8h

**Algor. 2:** 5 mm pluie en 48h

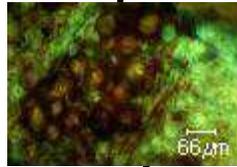


OOSPORE

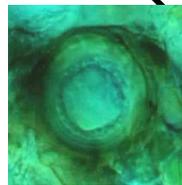
## MATURATION OOSPORES

$\Sigma$ Temp. > 8°C  
>140-160°C

(Gehmann, 1987)



OOSPORES



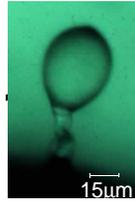
OOSPORE

## AUTOMNE

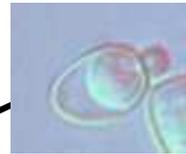
## PRINTEMPS

DISPERSION (splashing)

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



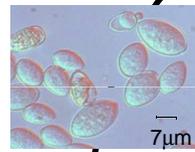
SPORANGE  
PRIMAIRE



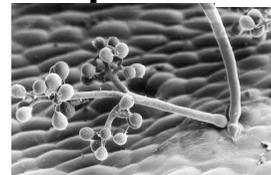
ZOOSPORES

INFECTIONS SECONDAIRES

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



SURVIE  
SPORANGES  
f (deficit saturation)  
temp., HR



DENSITE  
SPORANGES  
f (temperature)  
(Hill, 1989)

SPORANGES

ANTHERIDIE



+ OOGONE

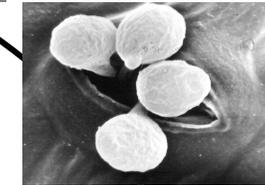
Phase sexuée

INFECTION PRIMAIRE

deg.-heures >50°C  
durant humectage  
feuilles



ZOOSPORES



INCUBATION

f (température)  
(Müller, Sleumer, 1934)

Taches huile

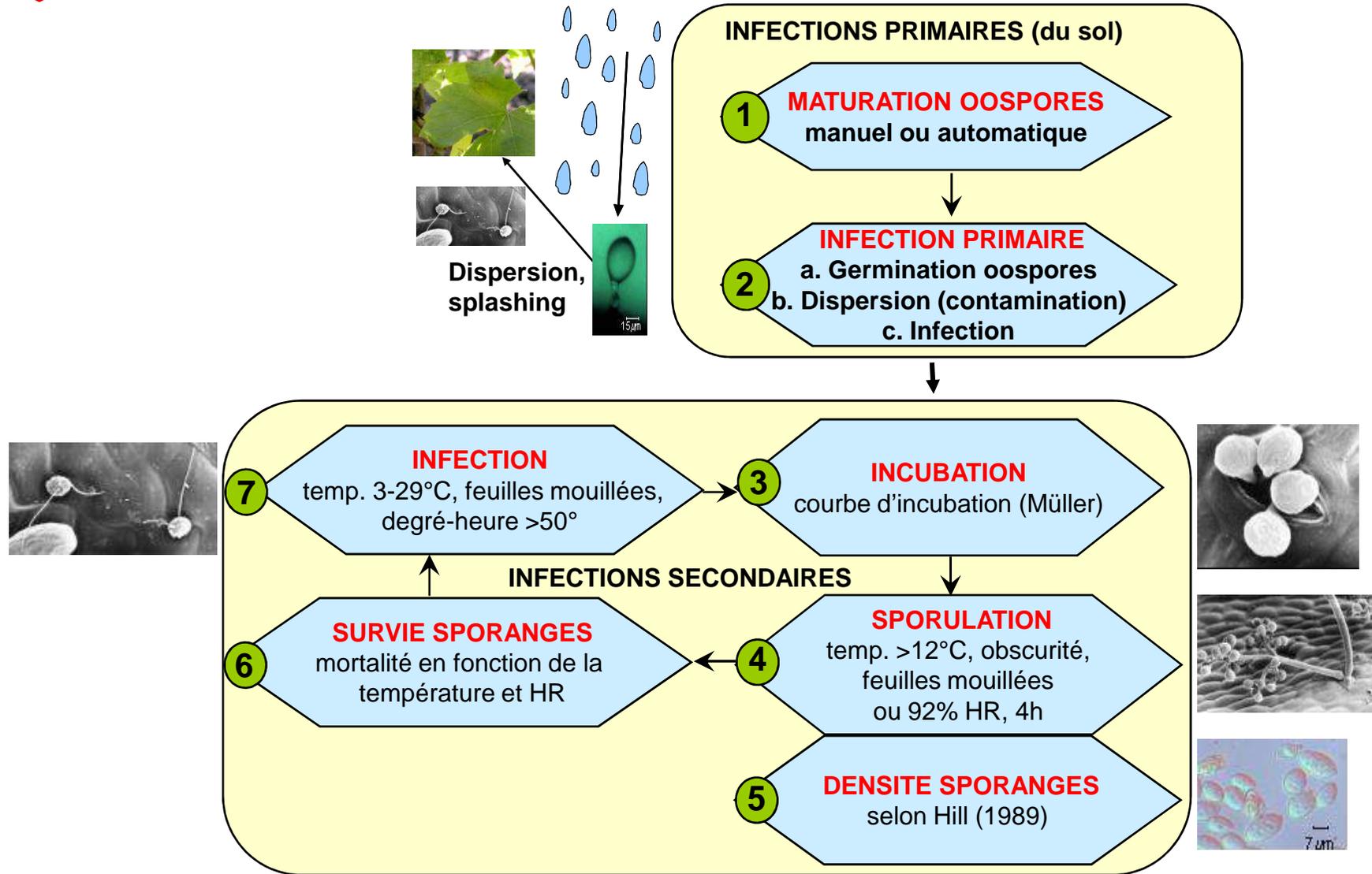


SPORULATION

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

(Bläser, Weltzien, 1979)

ETE





# VitiMeteo - Plasmopara

Risque: code couleur

**VITIMETEO-PLASMOPARA** Consignes d'utilisation

Légende:

< 100	100-200	> 200	■	□	□
risque d'infection faible	risque d'infection moyen	risque d'infection fort	aucun risque d'infection	données momentanément indisponibles	Prévisions



Risque calculé sur la base des prévisions météo

Bulletin détaillé

Graphiques

### DOCUMENTS MILDIOU

- Fiche technique
- Cycle
- Stratégie

### ARCHIVES MILDIOU

Sélectionner une station

Sélectionner une année

Bulletins des années précédentes



# Rapport détaillé Changins 2016

## Bulletin détaillé de prévision du mildiou et croissance de la vigne

Développé par Agroscope Changins - Wädenswil ACW (CH) et Staatl. Weinbauinstitut Freiburg D

Contributions: Densité des sporanges de Dr. G. Hill, DLR Oppenheim; croissance de la vigne de Prof. Dr. H. Schultz, FA Geisenheim

Station: CHANGINS. 01.01.2016 - 19.06.2016

Le: 13.06.2016 21:53:15 Données jusqu'au: 13.06.2016 19:30 Prévision jusqu'au: 19.06.2016 23:00

germination des oospores: 09.05.2016  
une feuille étalée (BBCH11): 22.04.2016

Croissance du feuillage cépage:

Pinot Noir

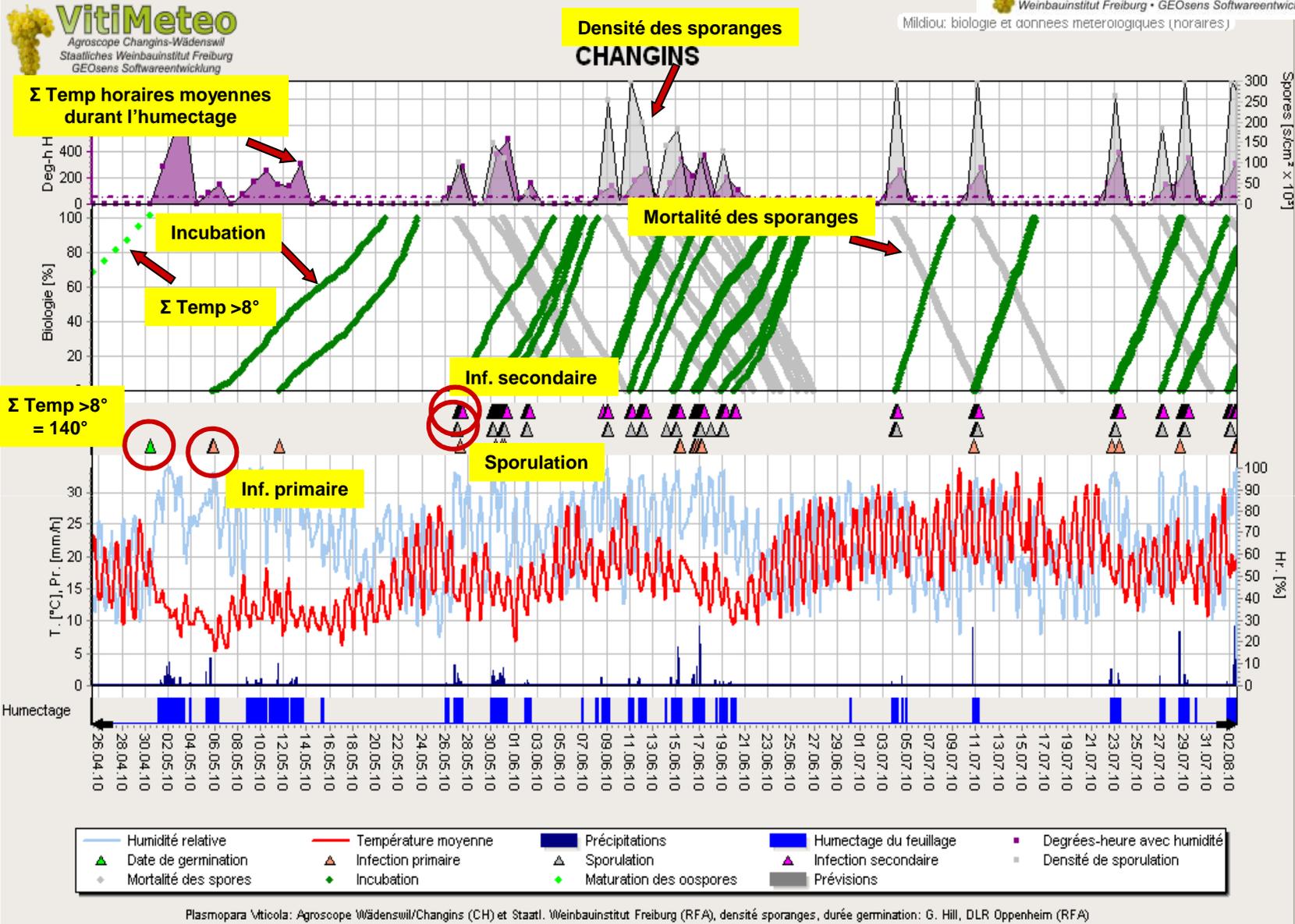
Date	Sporulation	Densité des spores	Infection	Incubation		Températures °C			Précipitations mm	Humectage		Croissance des feuilles principales		Notes
				13.06.	19.06.	Min	Ø	Max		heures	Degrés heures	Nbre.	Surface en cm²	
07.06.			I	82%	15.06.	13.4	19.6	26.3	0.2	6	67	10	1052	
08.06.	x	282	III	82%	15.06.	13.2	16.7	20.8	11.0	23	237	10	1127	
09.06.	x	150	III	67%	16.06.	11.8	17.6	22.6		8	315	11	1220	
10.06.			III			10.4	18.2	24.0				11	1297	
11.06.			III	32%	19.06.	13.7	15.8	19.3	25.0	18	235	11	1365	
12.06.	x	118	II	21%	93%	12.5	15.5	18.2	0.8	11	165	12	1435	
13.06.			II	8%	80%	13.4	15.2	18.1	9.1	19	153	12	1495	
14.06.	x	137	I		67%	12.6	15.2	17.4	6.6	9	57	12	1546	
15.06.	x	10	I		57%	10.7	14.2	17.8	5.8	12	83	13	1601	
16.06.	x	142	III		46%	13.4	14.5	16.8	17.9	17	319	13	1653	
17.06.			III			11.4	15.4	20.1	1.2	5	46	13	1710	
18.06.			I		16%	11.7	15.0	17.8	1.8	5	69	13	1755	

Modélisation mildiou

Données météorologiques



# VitiMeteo-Plasmopara, graphique détaillé

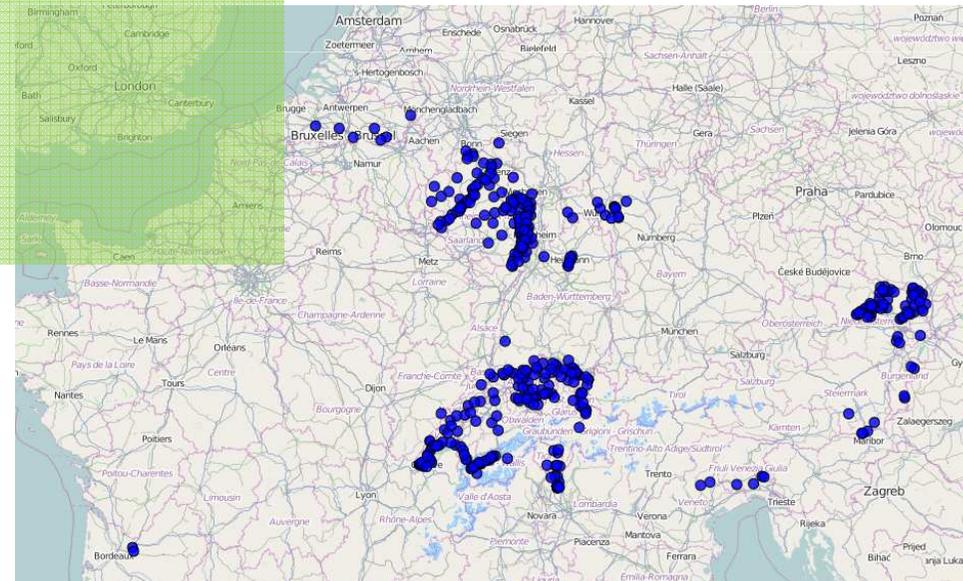


# VitiMeteo-Plasmopara : un projet international

Prévision du mildiou depuis 2005 pour 42'000 ha  
de vigne en Suisse et en Allemagne (Baden-Württemberg: 27'0000 ha)

En 2017: > 150'000 ha modélisé avec VM-Plasmopara

- **Allemagne**
  - **Baden-Württemberg**
  - **Rheinland-Pfalz**
  - **Bayern**
- **Autriche**
- **Belgique**
- **France (Libournais, Alsace)**
- **Italie (Tirol du Sud, Trento, Veneto)**
- **Luxembourg**
- **Suisse**





# Fongicides anti-mildiou homologués

Produits **homologués** en viticulture bio actuellement **très limités**:

- **Pleine efficacité**

- **Cuivre** (sous différentes formes et nom commerciaux)
- Dans les faits: lutte contre mildiou basée essentiellement sur le cuivre
- **ions Cu<sup>++</sup>** libérés en présence d'eau et limite la germination des spores
- Différentes **formes de cuivre**:
  - Sulfate (bouillie bordelaise), hydroxyde, oxychlorure, oxysulfate
  - + ou – phytotoxique (oxysulfate >> bouillie bordelaise)
  - Libération Cu<sup>++</sup> 1 ou – rapide (hydroxyde >> bouillie bordelaise)
  - Résistance au lessivage 1 ou - forte

- **Efficacité partielle**

- Argiles sulfurés + extrait de prêle (**Myco-sin**)
- non miscible au cuivre!,
- Toxicité Typhlo réévaluée en 2018: pas toxique
- Difficulté d'utilisation: stabilité de la bouillie



# Homologation: bouillie bordelaise

W	vigne	mildiou de la vigne Effet partiel: oïdium de la vigne pourriture grise (Botrytis cinerea) Effets secondaires: rougeot parasitaire de la vigne	Concentration: 0.25 % Dosage: 4 kg/ha Application: après la floraison jusqu'à la mi-août au plus tard.	3, 4, 11, 12, <b>13</b> , 14
W	vigne	mildiou de la vigne	Concentration: 0.75 % Dosage: 12 kg/ha Application: dernier traitement à fin août au plus tard, en cas de forte attaque seulement.	3, 4, 12, 14
W	vigne	Effet partiel: mildiou de la vigne	Concentration: 0.25 % Dosage: 4 kg/ha Application: jusqu'à fin août au plus tard.	3, 4, 12, 14

3. Travaux successifs: porter des gants de protection + une tenue de protection jusqu'à 48 heures après l'application du produit.
4. Préparation de la bouillie: Porter des gants de protection + un masque de protection respiratoire (P3) + des lunettes de protection. Application de la bouillie: Porter des gants de protection + une tenue de protection. Les équipements techniques utilisés lors de l'application (p. ex. cabine de tracteur fermée) peuvent remplacer les équipements personnels de protection s'ils offrent de manière avérée une protection semblable ou supérieure.
11. Convient également au traitement par voie aérienne.
12. Maximum 6 kg de cuivre métal par année par ha. Le bilan de cuivre métal sur 5 ans ne doit toutefois pas dépasser 20 kg/ha au maximum.
- 13** En mélange avec des préparations contenant du folpet.
14. Le dosage mentionné se réfère au stade BBCH 71-81 (J-M, post floraison) avec une quantité de bouillie de référence de 1600 l/ha (base de calcul) ou à un volume de la haie foliaire de 4'500 m<sup>3</sup> par ha.



# Quantités de cuivre autorisées

- **Homologation**
  - **6kg/ha/an** avec un bilan sur **5 ans à 20 kg/ha** (4kg/ha/an)
- **PER**
  - Règle générale: **4 kg/ha/an** uniquement **après fleur**
  - **Exceptions**
    1. **Parcelles sans intrant de synthèse: idem bio**
    2. *Dans le but de réduire l'usage des intrants de synthèse, du cuivre peut être appliqué **avant fleur** (efficacité partielle). La quantité maximale de cuivre métal = **3kg/ha/an** dans les parcelles concernées.*
- **Certificat Vitiswiss**
  - Exigences PER avec **3kg/ha/an**
- **Bio Suisse**
  - Maximum **6kg/ha/an** et bilan sur 5 ans max. **4 kg/ha/an**
- **Demeter**
  - Maximum **4kg/ha/an** et bilan sur 5 ans max. **3 kg/ha/an**



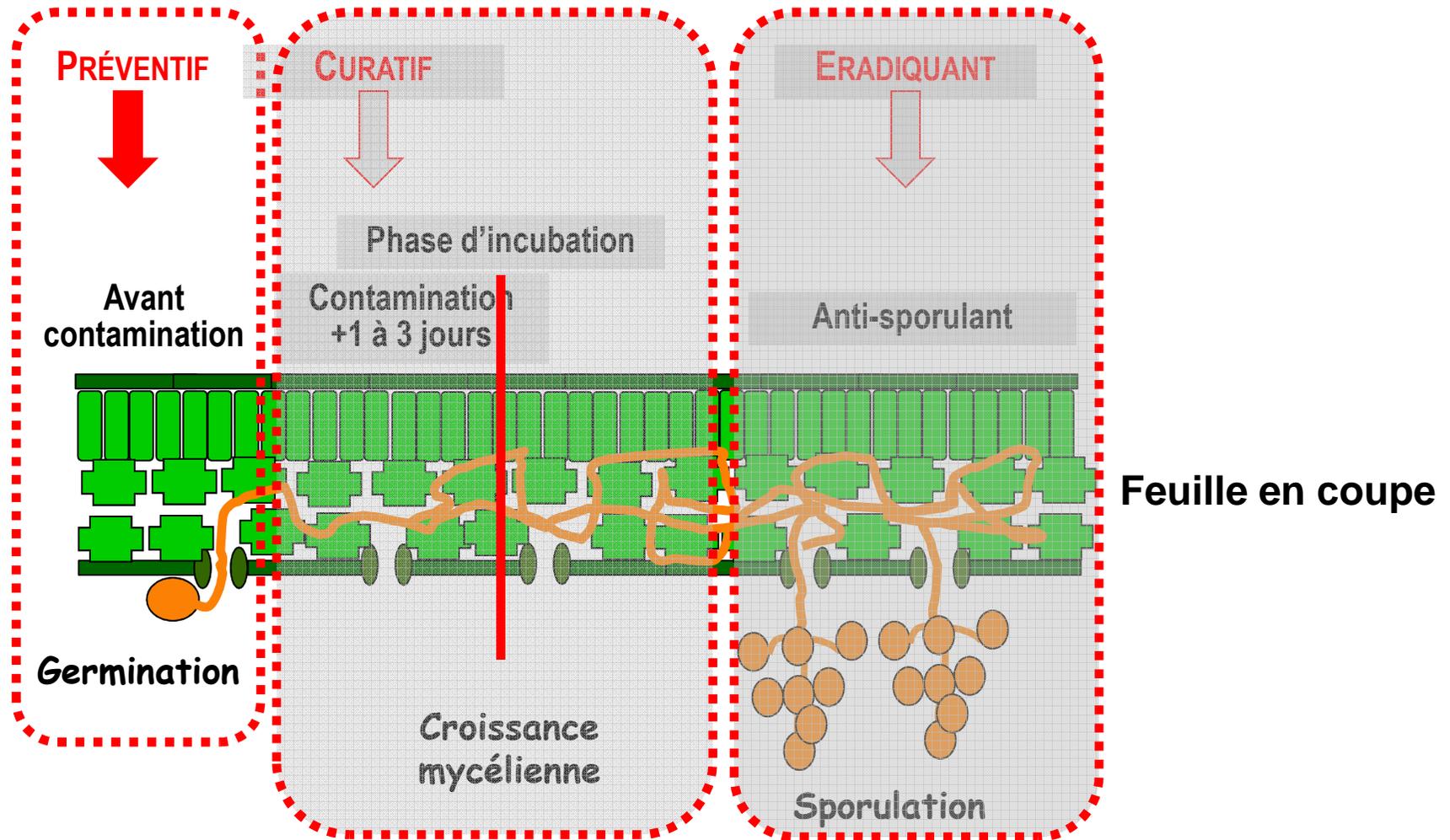
# Cuivre: quel avenir?

- Situation actuelle:
  - **Candidat à la substitution:** persistance et accumulation dans le sol
- **Plan d'Action National (PAN):** cuivre: risque pour la fertilité des sols
  - *Mesure 6.3.2.1* Développement d'alternatives à la protection phytosanitaire chimique
    - Pour sa part, l'agriculture biologique doit trouver des alternatives au cuivre pour pouvoir s'en passer à l'avenir.
- Situation en viticulture:
  - Sols viticoles souvent contaminés (conséquences?)
  - Quels est le risque réelle du cuivre pour l'homme et l'environnement dans le cadre d'une utilisation raisonnée (max 4 kg/ha par an, voire moins dans la pratique)?
  - Etude allemande sur source de contamination du sol par Cu:

1. Fertilisants, lisiers	63.7%
2. <i>Boues épurations</i>	12.6%
3. Pollution atmosphérique	11.8%
4. <b>Produits phytosanitaires</b>	<b>8.2% mais concentré sur 1.3% SAU</b>
5. Composts	2.0%
6. Engrais minéraux	1.7%



## ACTION des DIFFERENTS TYPES de FONGICIDES (ex. *P. viticola*)





# Stratégie de lutte: prophylaxie est primordiale

- **A la plantation:**
  - Ventilation: orientation, écartement
  - Palissage: limiter l'entassement de la végétation
  - Eviter les zones de mouillères (drainage)
  - Cépages résistants dans les zones à fort risque
- **Gestion de la vigueur :**
  - Limiter la fertilisation azotée
  - Entretien du sol raisonné
- **Travaux en vert**
  - Epamprage précoce et soigné
  - Ébourgeonnage : limitation de l'entassement
  - Effeillage : aération feuilles/grappes, meilleure pénétration des produits de traitements



# Stratégie de lutte contre le mildiou

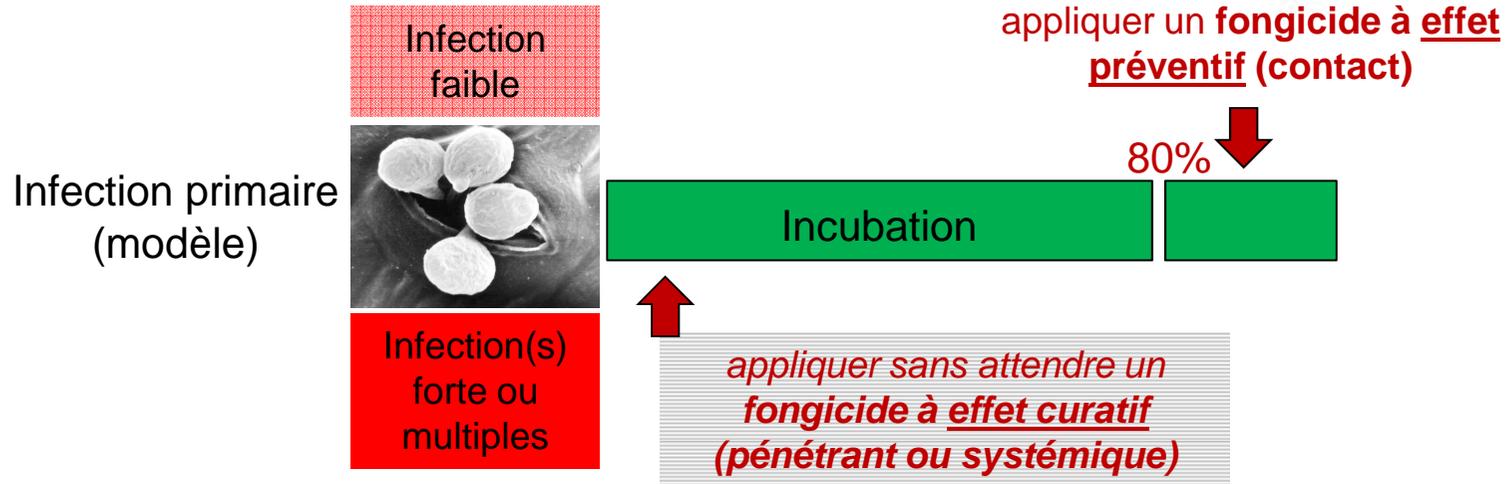
## A. Déclenchement de la lutte

Conditions préalables:

1. œufs hiver à maturité ( $\Sigma \text{ temp} > 8^\circ \geq 140^\circ$ )
2. première feuille étalée



### 1. Stratégie recommandée



### 2. Parcelles à historique difficile ou **cultivée en bio**



appliquer un **fongicide à effet préventif (contact)** avant l'infection primaire **selon modèle**

## B. Renouvellement de la protection

produits de contact: 8-10 jours

produits pénétrants et systémiques: 10-12 jours

Moduler selon indications du **modèle**, la **météo**, l'**état sanitaire** de la parcelle et raccourcir si forte **croissance**



# Stratégie de lutte

- **Cadence de traitements**
  - Risque d'infections:
    - Modèle (météo)
    - Observation des parcelles (présence de symptômes)
  - Lessivage: *légères différences entre les différentes formes de Cu*
    - règle d'usage: renouveler si >20mm
    - hauteur de précipitation est le facteur principal
    - Relativement indépendant de la forme de cuivre
    - Si petite dose de Cu => renouveler plus rapidement
  - **Croissance** du feuillage, nouvelles feuilles (entrecoeur!)
  - **Stades phénologiques:**
    - bien encadrer la floraison (BBCH 57 – BBCH 75)
  - Raisonner avec le risque **oïdium**
  - **Quantité de cuivre** selon stade et risque (200 à 400 g Cu/ha)



# Qualité d'application

- Produit de **contact** => bonne couverture indispensable
- Réglage optimal du pulvérisateur
- Dans l'idéal:
  - **Face par face**
  - Traitement tangentiel
- Si chaque 2<sup>ème</sup> rang: alterner les passages
- **Réduction de dose** nécessite une application parfaite





# Perspectives

- **Alternatives** au cuivre ?
  - Rien de disponible à l'heure actuelle
  - Beaucoup de recherches en cours
  - Produits prometteurs au labo, au vignoble (?)
- Nouveaux **cépages résistants**
  - Nécessité d'une protection minimale (floraison)
  - Pyramidage des gènes de résistance



# Conclusions

- Mildiou: oomycètes spécialisé et très fortement épidémique
- Stratégie basée essentiellement sur cuivre
- Stratégie de lutte:
  - **Prophylaxie**, mesures culturales et bonnes pratiques
  - Nécessite **observation** et suivi attentif des parcelles
  - Importance modélisation – [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)
  - Dosage de **Cu réduit** (200 à 400 g Cu/ha)
  - **Renouvellement** selon risque, lessivage, croissance, stade, observations
- **Qualité d'application** (produit de contact, dose réduite)
- Recherche très intenses d'**alternatives** au Cu
- Nouveaux **cépages résistants**



Photo: J.-A. Margelisch