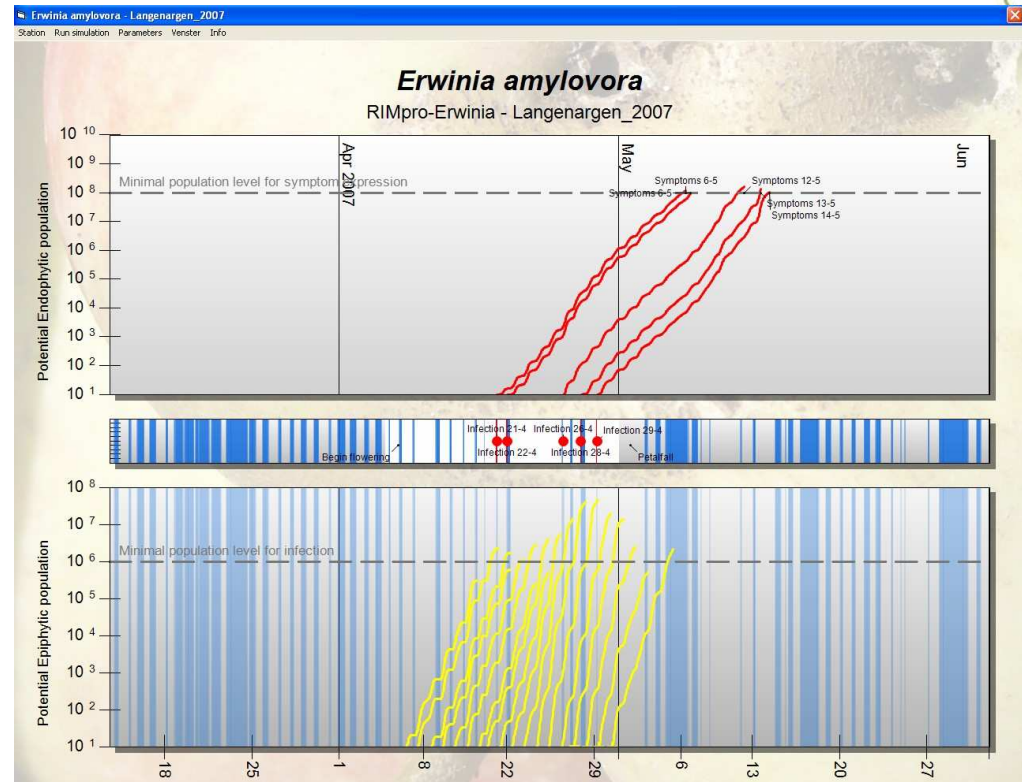


# Feu bactérien: Les interventions au verger



Vincent Philion 

# Pas de fumée sans feu?

- **Bactéries!**
  - Sources du voisinage
  - On en a pas et un beau jour...
  - Détection?
- **Circonstances**
  - Fleurs, chaleur et mouillure
  - Grêle et temps violent

Photo: Tim Smith



# Bactéries: d'où sortent-elles?

- Chancres qui hivernent sur le bois
- Hôtes alternes (Rosacés)
  - Aubépine, amélanchier, ornemental....
  - framboise = habituellement incompatible...
- Pépinière
- Distance « moyenne » ...??? (1,5 km = abeilles)
- Pas de survie dans les ruches (48h)
- Pas de risque avec pommes récoltées

# Un nouveau modèle?

- Billing, Maryblyt, Cougarblight...
- Prédiction ratée en 2007 (Europe)
- **Pire scénario pour un modèle**
- « Principe de précaution » = éviter Type II
- « Forcer » prédictions = Type I

## « Crier au Feu »

- Psychologie d'un épisode de feu:
  - Recommandations de traitements ➤
  - Probabilité de traitement ➤
  - On devient "parano"
  - Traitements pour rien...
- Maladie sporadique =
  - La mémoire est une faculté...
  - Prédiction sans maladie = On arrête de traiter

Photo Tim Smith

Propres!



# Alliée mais complice



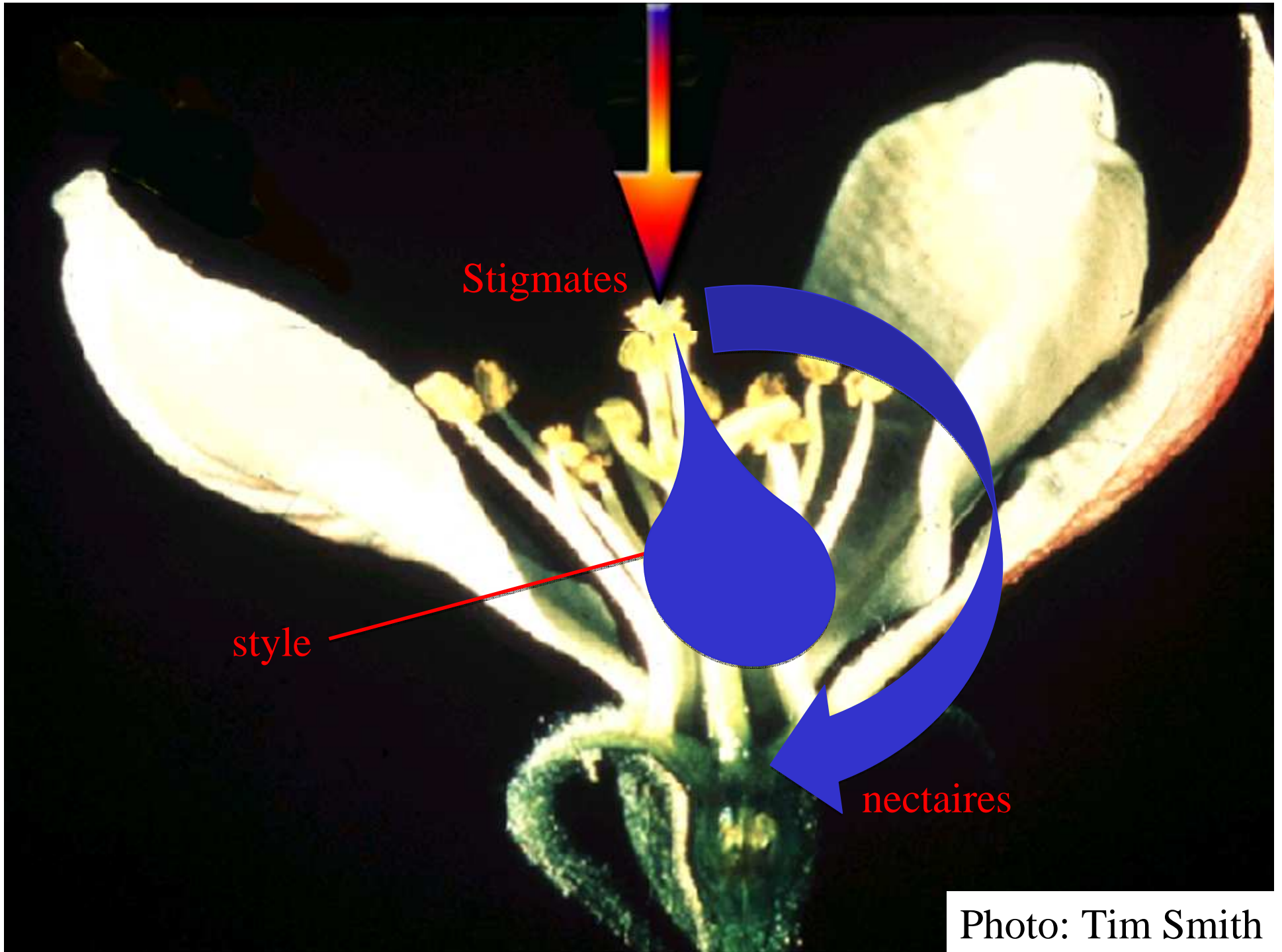


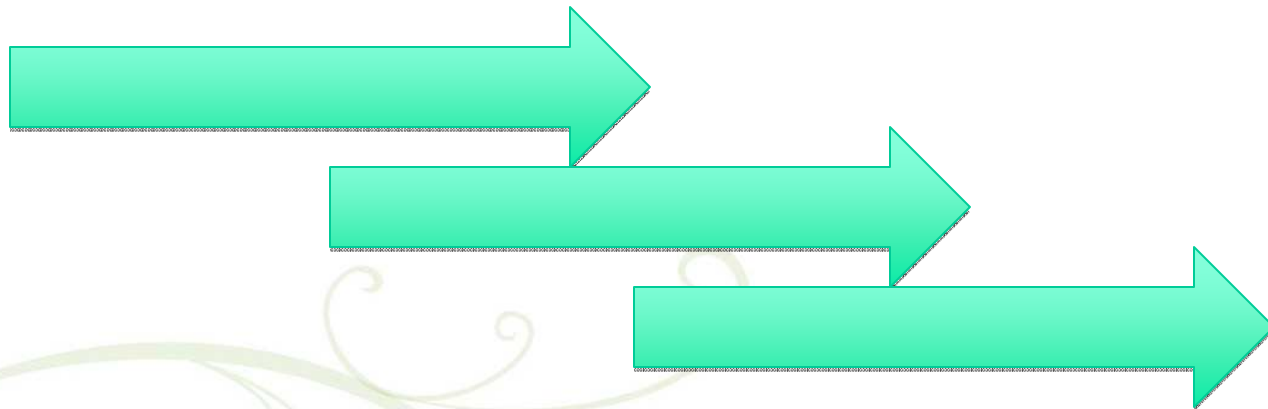
Photo: Tim Smith





# Comment améliorer le modèle?

- RIMpro: vigne + pomme
- Modèle dynamique des processus
- Pas de règles empiriques
- Cohortes quotidiennes

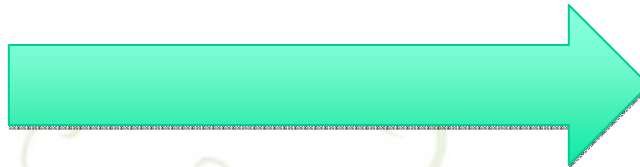


# Pourquoi se compliquer la vie?

- L'ordinateur le fait à notre place
- Cadre de développement
  - Amélioration continue
  - Mieux refléter la biologie
  - Mieux refléter le vieillissement floral
- Ce n'est qu'un début.

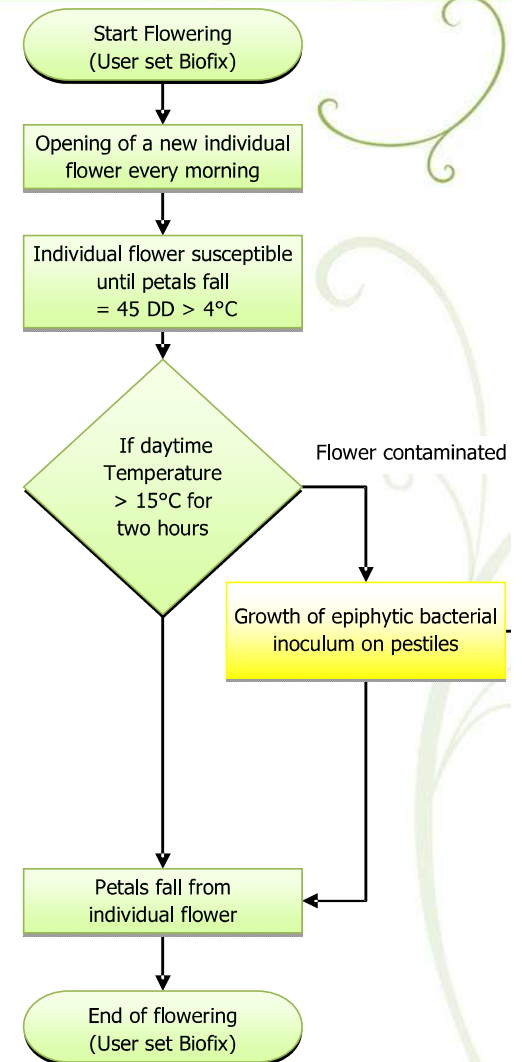
# Règles empiriques

- Fleurs avec stigmates intacts
- Conditions assez chaudes
- Humectation

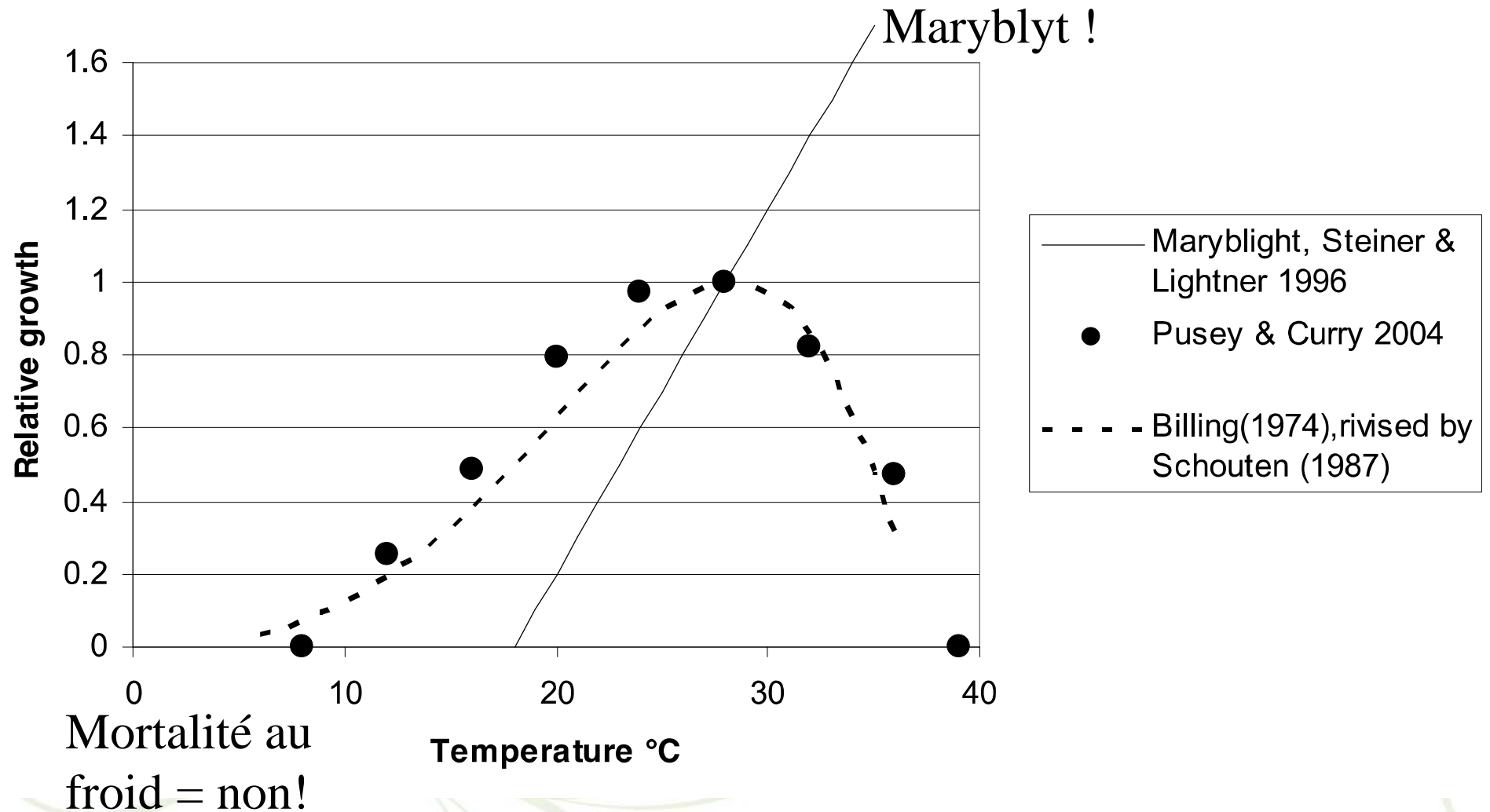


# Colonisation bactérienne

- Phénologie du stigmate
- Croissance bactérienne
  - Pusey & Curry 2004
- Effet de l'âge

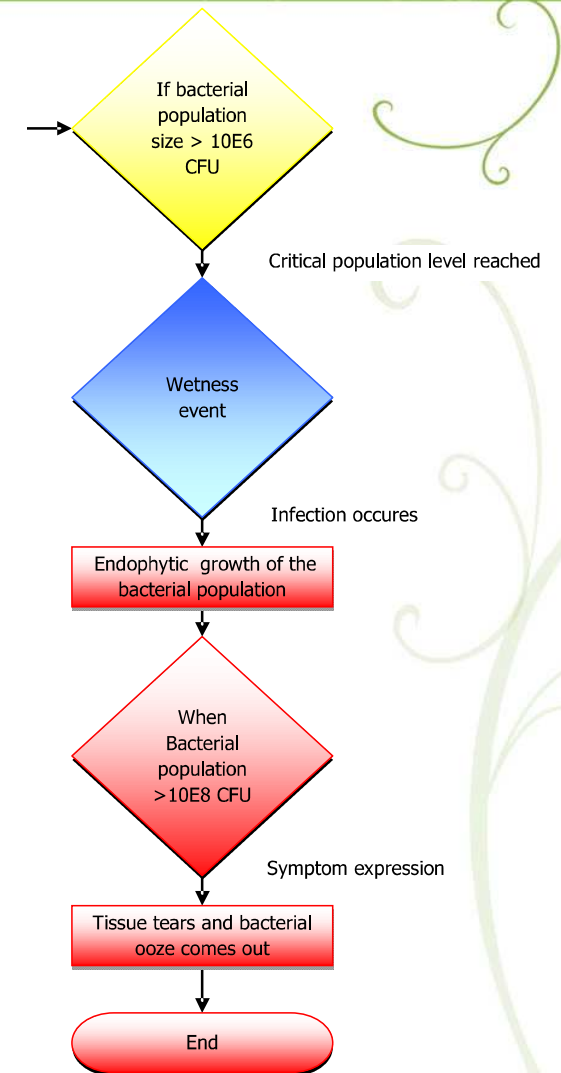


# Croissance de *Erwinia amylovora*



# Modèle d'infection

- $10^6$  CFU = infection possible...
- Humectation REQUISE
  - Pas facile à déterminer



# Comparaison

Processus	Maryblight	Cougarblight	RIMpro	Conséquences
Inoculum	Abondant	<b>Historique</b>	Abondant	Faux positifs
Sensibilité	44.4DH>4.4C	<b>4 jours</b>	Modèle	T>16C T<16C...
Croissance	<b>Linéaire</b>	Courbe	Courbe	Estimés biaisés
	<b>DH&gt;18,3C</b>	<b>Min 15.5 C*</b> Opt 31 C Max 40.5 C	Min 0 C Opt 28,5 C Max 37,5 C	Températures tièdes

# 2007 Lake Constance

*Erwinia an*  
pro-Erwinia - La

Infection 21

$10^6$  seuil

Population

Cohortes

Date (Avril)

Infection prédite

trop tard =

25 + 26

EIP criteria 23<sup>rd</sup>

daily T low

DH >18,3C

*Erwinia an*  
ner & Lightner

# Ça chauffe?

- Parfois même à 15C
- Chaud = floraison rapide

Risk	Temperature																																			
Hours	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
6	0,34%	0,35%	0,36%	0,37%	0,39%	0,40%	0,42%	0,43%	0,45%	0,46%	0,47%	0,48%	0,48%	0,47%	0,45%	0,42%	0,42%	0,38%	0,34%	0,35%	0,36%	0,37%	0,39%	0,40%	0,42%	0,43%	0,45%	0,46%	0,47%	0,48%	0,48%	0,47%	0,45%	0,42%	0,42%	0,38%
9	0,35%	0,36%	0,38%	0,40%	0,42%	0,45%	0,47%	0,50%	0,53%	0,55%	0,57%	0,59%	0,59%	0,58%	0,56%	0,53%	0,48%	0,42%	0,35%	0,36%	0,38%	0,40%	0,42%	0,45%	0,47%	0,50%	0,53%	0,55%	0,57%	0,59%	0,59%	0,58%	0,56%	0,53%	0,48%	0,42%
12	0,36%	0,38%	0,40%	0,43%	0,46%	0,50%	0,54%	0,58%	0,62%	0,66%	0,69%	0,72%	0,72%	0,71%	0,68%	0,62%	0,55%	0,46%	0,36%	0,38%	0,40%	0,43%	0,46%	0,50%	0,54%	0,58%	0,62%	0,66%	0,69%	0,72%	0,72%	0,71%	0,68%	0,62%	0,55%	0,46%
15	0,37%	0,40%	0,43%	0,47%	0,51%	0,56%	0,61%	0,67%	0,73%	0,79%	0,84%	0,88%	0,89%	0,87%	0,82%	0,73%	0,62%	0,50%	0,37%	0,40%	0,43%	0,47%	0,51%	0,56%	0,61%	0,67%	0,73%	0,79%	0,84%	0,88%	0,89%	0,87%	0,82%	0,73%	0,62%	0,50%
18	0,38%	0,41%	0,45%	0,50%	0,56%	0,62%	0,70%	0,78%	0,87%	0,95%	1,02%	1,07%	1,09%	1,06%	0,98%	0,86%	0,71%	0,55%	0,38%	0,41%	0,45%	0,50%	0,56%	0,62%	0,70%	0,78%	0,87%	0,95%	1,02%	1,07%	1,09%	1,06%	0,98%	0,86%	0,71%	0,55%
21	0,39%	0,43%	0,48%	0,54%	0,61%	0,70%	0,80%	0,90%	1,02%	1,14%	1,24%	1,31%	1,33%	1,29%	1,19%	1,02%	0,81%	0,60%	0,43%	0,43%	0,48%	0,54%	0,61%	0,70%	0,80%	0,90%	1,02%	1,14%	1,24%	1,31%	1,33%	1,29%	1,19%	1,02%	0,81%	0,60%
24	0,40%	0,45%	0,51%	0,58%	0,67%	0,78%	0,91%	1,05%	1,20%	1,36%	1,50%	1,60%	1,63%	1,57%	1,43%	1,20%	0,93%	0,65%	0,40%	0,45%	0,51%	0,58%	0,67%	0,78%	0,91%	1,05%	1,20%	1,36%	1,50%	1,60%	1,63%	1,57%	1,43%	1,20%	0,93%	0,65%
27	0,42%	0,47%	0,54%	0,63%	0,74%	0,87%	1,03%	1,22%	1,42%	1,63%	1,81%	1,95%	1,99%	1,92%	1,72%	1,42%	1,06%	0,72%	0,42%	0,47%	0,54%	0,63%	0,74%	0,87%	1,03%	1,22%	1,42%	1,63%	1,81%	1,95%	1,99%	1,92%	1,72%	1,42%	1,06%	0,72%
30	0,43%	0,49%	0,57%	0,68%	0,81%	0,97%	1,17%	1,41%	1,67%	1,94%	2,19%	2,37%	2,43%	2,33%	2,07%	1,67%	1,21%	0,78%	0,43%	0,49%	0,57%	0,68%	0,81%	0,97%	1,17%	1,41%	1,67%	1,94%	2,19%	2,37%	2,43%	2,33%	2,07%	1,67%	1,21%	0,78%
33	0,44%	0,51%	0,61%	0,73%	0,89%	1,09%	1,33%	1,63%	1,97%	2,32%	2,65%	2,89%	2,97%	2,84%	2,48%	1,96%	1,38%	0,85%	0,44%	0,51%	0,61%	0,73%	0,89%	1,09%	1,33%	1,63%	1,97%	2,32%	2,65%	2,89%	2,97%	2,84%	2,48%	1,96%	1,38%	0,85%
36	0,45%	0,53%	0,64%	0,78%	0,97%	1,21%	1,52%	1,89%	2,32%	2,77%	3,20%	3,51%	3,62%	3,45%	2,98%	2,31%	1,58%	0,93%	0,45%	0,53%	0,64%	0,78%	0,97%	1,21%	1,52%	1,89%	2,32%	2,77%	3,20%	3,51%	3,62%	3,45%	2,98%	2,31%	1,58%	0,93%
39	0,47%	0,56%	0,68%	0,84%	1,06%	1,35%	1,72%	2,19%	2,73%	3,31%	3,86%	4,27%	4,41%	4,18%	3,58%	2,72%	1,80%	1,02%	0,47%	0,56%	0,68%	0,84%	1,06%	1,35%	1,72%	2,19%	2,73%	3,31%	3,86%	4,27%	4,41%	4,18%	3,58%	2,72%	1,80%	1,02%
42	0,48%	0,58%	0,72%	0,91%	1,17%	1,51%	1,96%	2,53%	3,20%	3,94%	4,65%	5,17%	5,35%	5,06%	4,29%	3,19%	2,05%	1,12%	0,48%	0,58%	0,72%	0,91%	1,17%	1,51%	1,96%	2,53%	3,20%	3,94%	4,65%	5,17%	5,35%	5,06%	4,29%	3,19%	2,05%	1,12%
45	0,50%	0,61%	0,76%	0,98%	1,28%	1,69%	2,23%	2,92%	3,76%	4,69%	5,59%	6,26%	6,53%	6,21%	5,11%	3,81%	2,34%	1,22%	0,50%	0,61%	0,76%	0,98%	1,28%	1,69%	2,23%	2,92%	3,76%	4,69%	5,59%	6,26%	6,53%	6,21%	5,11%	3,81%	2,34%	1,22%
48	0,51%	0,63%	0,81%	1,05%	1,40%	1,88%	2,53%	3,38%	4,41%	5,58%	6,88%	7,93%	8,21%	7,79%	6,48%	4,93%	3,33%	1,96%	0,51%	0,63%	0,81%	1,05%	1,40%	1,88%	2,53%	3,38%	4,41%	5,58%	6,88%	7,93%	8,21%	7,79%	6,48%	4,93%	3,33%	1,96%
51	0,53%	0,66%	0,86%	1,14%	1,54%	2,10%	2,87%	3,90%	5,17%	6,63%	8,26%	9,51%	9,79%	9,27%	7,84%	6,14%	4,51%	2,96%	0,53%	0,66%	0,86%	1,14%	1,54%	2,10%	2,87%	3,90%	5,17%	6,63%	8,26%	9,51%	9,79%	9,27%	7,84%	6,14%	4,51%	2,96%
54	0,54%	0,69%	0,91%	1,22%	1,68%	2,34%	3,26%	4,50%	5,50%	6,91%	8,46%	9,79%	10,07%	9,45%	7,93%	6,23%	4,60%	3,05%	0,54%	0,69%	0,91%	1,22%	1,68%	2,34%	3,26%	4,50%	5,50%	6,91%	8,46%	9,79%	10,07%	9,45%	7,93%	6,23%	4,60%	3,05%
57	0,56%	0,72%	0,96%	1,32%	1,84%	2,61%	3,70%	5,18%	6,46%	8,00%	9,60%	10,89%	11,17%	10,45%	8,84%	7,14%	5,41%	3,76%	0,56%	0,72%	0,96%	1,32%	1,84%	2,61%	3,70%	5,18%	6,46%	8,00%	9,60%	10,89%	11,17%	10,45%	8,84%	7,14%	5,41%	3,76%
60	0,57%	0,75%	1,02%	1,42%	2,02%	2,91%	4,19%	5,51%	7,00%	8,66%	10,26%	11,78%	12,06%	11,24%	9,54%	7,84%	6,14%	4,41%	0,57%	0,75%	1,02%	1,42%	2,02%	2,91%	4,19%	5,51%	7,00%	8,66%	10,26%	11,78%	12,06%	11,24%	10,42%	8,72%	7,02%	5,32%
63	0,59%	0,78%	1,08%	1,53%	2,21%	3,24%	4,66%	6,38%	8,29%	10,26%	12,26%	14,06%	14,34%	13,52%	11,82%	10,12%	8,42%	6,72%	0,59%	0,78%	1,08%	1,53%	2,21%	3,24%	4,66%	6,38%	8,29%	10,26%	12,26%	14,06%	14,34%	13,52%	12,70%	11,00%	9,30%	7,60%
66	0,61%	0,82%	1,14%	1,64%	2,42%	3,61%	5,03%	6,85%	8,99%	11,36%	13,66%	15,66%	15,94%	15,12%	13,42%	11,72%	10,02%	8,32%	0,61%	0,82%	1,14%	1,64%	2,42%	3,61%	5,03%	6,85%	8,99%	11,36%	13,66%	15,66%	15,94%	15,12%	14,30%	12,60%	10,90%	9,20%
69	0,63%	0,85%	1,21%	1,77%	2,65%	4,02%	5,61%	7,61%	9,94%	12,66%	15,66%	17,66%	17,94%	17,12%	15,42%	13,72%	12,02%	10,32%	0,63%	0,85%	1,21%	1,77%	2,65%	4,02%	5,61%	7,61%	9,94%	12,66%	15,66%	17,66%	17,94%	17,12%	16,30%	14,60%	12,90%	11,20%
72	0,64%	0,89%	1,28%	1,90%	2,90%	4,44%	6,26%	8,46%	11,16%	14,16%	17,46%	19,46%	19,74%	18,92%	17,22%	15,52%	13,82%	12,12%	0,64%	0,89%	1,28%	1,90%	2,90%	4,44%	6,26%	8,46%	11,16%	14,16%	17,46%	19,46%	19,74%	18,92%	17,22%	15,52%	13,82%	12,12%
75	0,66%	0,93%	1,36%	2,05%	3,17%	4,86%	7,06%	9,56%	12,56%	15,96%	19,66%	21,66%	21,94%	21,12%	19,42%	17,72%	16,02%	14,32%	0,66%	0,93%	1,36%	2,05%	3,17%	4,86%	7,06%	9,56%	12,56%	15,96%	19,66%	21,66%	21,94%	21,12%	20,30%	18,60%	16,90%	15,20%
78	0,68%	0,97%	1,44%	2,21%	3,21%	4,97%	7,37%	10,07%	13,27%	16,97%	21,07%	23,07%	23,35%	22,53%	20,83%	19,13%	17,43%	15,73%	0,68%	0,97%	1,44%	2,21%	3,21%	4,97%	7,37%	10,07%	13,27%	16,97%	21,07%	23,07%	23,35%	22,53%	21,71%	20,01%	18,31%	16,61%
81	0,70%	1,01%	1,52%	2,37%	3,27%	5,03%	7,43%	10,13%	13,33%	17,03%	21,13%	23,13%	23,41%	22,59%	20,89%	19,19%	17,49%	15,79%	0,70%	1,01%	1,52%	2,37%	3,27%	5,03%	7,43%	10,13%	13,33%	17,03%	21,13%	23,13%	23,41%	22,59%	21,77%	20,07%	18,37%	16,67%
84	0,72%	1,06%	1,61%	2,55%	3,26%	5,11%	7,51%	10,21%	13,41%	17,11%	21,21%	23,21%	23,49%	22,67%	20,97%	19,27%	17,57%	15,87%	0,72%	1,06%	1,61%	2,55%	3,26%	5,11%	7,51%	10,21%	13,41%	17,11%	21,21%	23,21%	23,49%	22,67%	21,85%	20,15%	18,45%	16,75%
87	0,74%	1,10%	1,71%	2,66%	3,27%	5,12%	7,52%	10,22%	13,42%	17,12%	21,22%	23,22%	23,50%	22,68%	20,98%	19,28%	17,58%	15,88%	0,74%	1,10%	1,71%	2,66%	3,27%	5,12%	7,52%	10,22%	13,42%	17,12%	21,22%	23,22%	23,50%	22,68%	21,87%	20,17%	18,47%	16,77%
90	0,77%	1,15%	1,81%	2,26%	3,27%	5,13%	7,53%	10,23%	13,43%	17,13%	21,23%	23,23%	23,51%	22,69%	20,99%	19,29%	17,59%	15,89%	0,77%	1,15%	1,81%	2,26%	3,27%	5,13%	7,53%	10,23%	13,43%	17,13%	21,23%	23,23%	23,51%	22,69%	21,90%	20,20%	18,50%	16,80%
93	0,79%	1,20%	1,91%	2,11%	3,28%	5,14%	7,54%	10,24%	13,44%	17,14%	21,24%	23,24%	23,52%	22,70%	21,00%	19,30%	17,60%	15,90%	0,79%	1,20%	1,91%	2,11%	3,28%	5,14%	7,54%	10,24%	13,44%	17,14%	21,24%	23,24%	23,52%	22,70%	21,91%	20,21%	18,51%	16,81%
96	0,81%	1,25%	2,02%	2,01%	3,29%	5,15%	7,55%	10,25%	13,45%	17,15%	21,25%	23,25%	23,53%	22,71%	21,01%	19,31%	17,61%	15,91%	0,81%	1,25%	2,02%	2,01%	3,29%	5,15%	7,55%	10,25%	13,45%	17,15%	21,25%	23,25%	23,53%	22,71%	21,92%	20,22%	18,52%	16,82%
99	0,84%	1,30%	2,03%	1,36%	0,89%	0,57%	0,36%	0,22%	0,13%	0,07%	0,04%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,84%	1,30%	2,03%	1,36%	0,89%	0,57%	0,36%	0,22%	0,13%	0,07%	0,04%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
102	0,86%	1,36%	1,73%	1,14%	0,73%	0,46%	0,28%	0,17%	0,10%	0,05%	0,03%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%	1,36%	1,73%	1,14%	0,73%	0,46%	0,28%	0,17%	0,10%	0,05%	0,03%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
105	0,89%	1,42%	1,48%	0,95%	0,60%	0,37%	0,22%	0,13%	0,07%	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,89%	1,42%	1,48%	0,95%	0,60%	0,37%	0,22%	0,13%	0,07%	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
108	0,91%	1,48%	1,26%	0,79%	0,49%	0,29%	0,17%	0,09%	0,05%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,91%	1,48%	1,26%	0,79%	0,49%	0,29%	0,17%	0,09%	0,05%	0,02%	0,01%	0,00						

# La détection

- **Combien \$**
  - Coût vs sensibilité
  - Effort d'échantillonnage
- **Comment?**
  - Tests immunologiques (ex: grossesse)
  - Variantes PCR

# Nouvelles plantations?

- Aucune variété complètement résistante
- Résistance horizontale « Naturelle »
  - Red Haralson, Délicieuse Rouge, McIntosh, intérêt?
- Résistance « transgénique »
  - Gala (Cornell)
- Éviter les combinaisons à problèmes:
  - ex: Gala sur M26
- Solution = B9?

# Lutte biologique (USA & Canada)

- Bactéries antagonistes
  - *Pseudomonas fluorescens*, (A506, Blightban, Frostban)
  - *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*)
- Compétition, antibiose
- Prévention seulement: donc inutile en été
- Efficacité limitée mais...

# Taille en été: Objectifs

- Élimination des foyers
  - branches malades, arbres faibles, etc.
  - Sources de propagation (orages, grêles)
- Intervention complète **RAPIDE** ou alors terminer en hiver

# Prévention

- **Éliminer les chancres durant l'hiver**
  - pas de contamination possible
  - Stérilisation des outils inutile
- **Éliminer les hôtes alternatifs**
- **Fleurs à éliminer**
  - Éclaircissage manuel ou chimique
  - Arbres non productifs
  - Floraison Tardive