

Début du diaporama
dans quelques secondes

fête de la
Science



**fête de la
Science**

**L'équipe IPO vous
accueille et
présente ses
travaux**

**sur les Interactions
Plantes-
Oomycètes**

I -Le contexte et les questions scientifiques

II -Les ateliers d'apprentissage

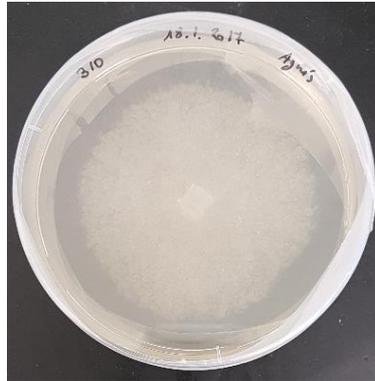
III -Des exemples d'analyses

I

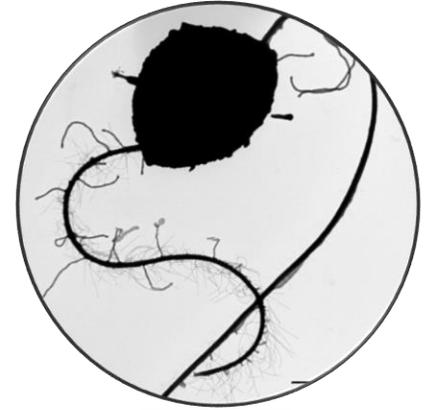
Le contexte et les questions scientifiques

Les oomycètes phytopathogènes

Comme les champignons, les Oomycètes sont des organismes filamenteux



Dissémination via des zoospores flagellées



Croissance sous forme de mycélium filamenteux



Les oomycètes peuvent attaquer

des cultures maraichères ou arboricoles, la vigne, des forêts.....



Mildiou sur tubercules



Symptômes sur citrons



Mildiou sur vigne



Mildiou sur tomates

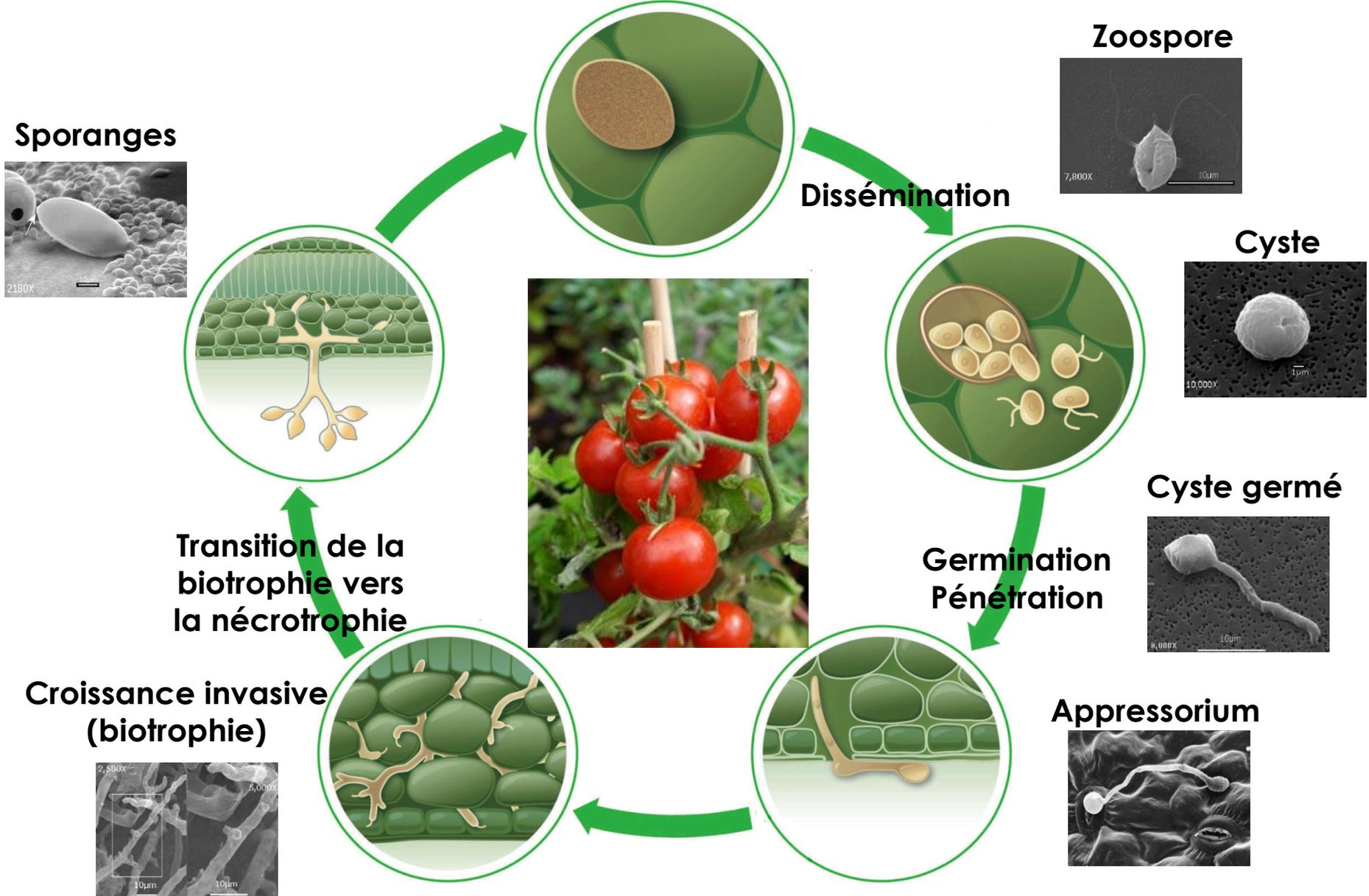


Mortalité des mélèzes du Japon P. Ramorum
(© Forestry Commission)



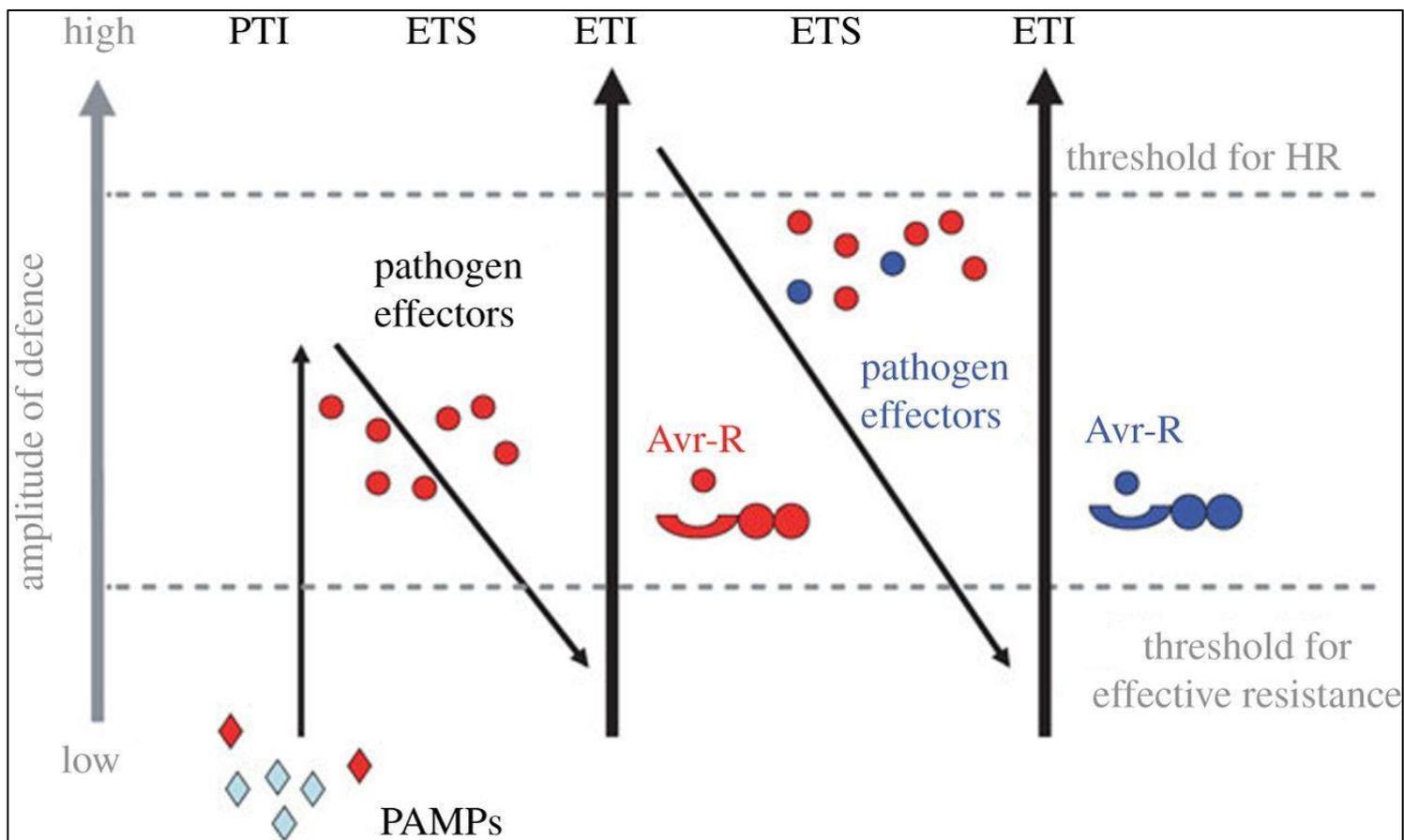
- **Ils font l'objet de traitements chimiques**
- **Ils contournent rapidement les gènes de résistance des plantes**

Cycle infectieux



Un cadre conceptuel : le modèle ZIGZAG

Attaque de l'oomycète et défense de la plante au cours de l'évolution



Jones JD, Dangl JL. 2006 The plant immune system. *Nature* 444, 323–329.

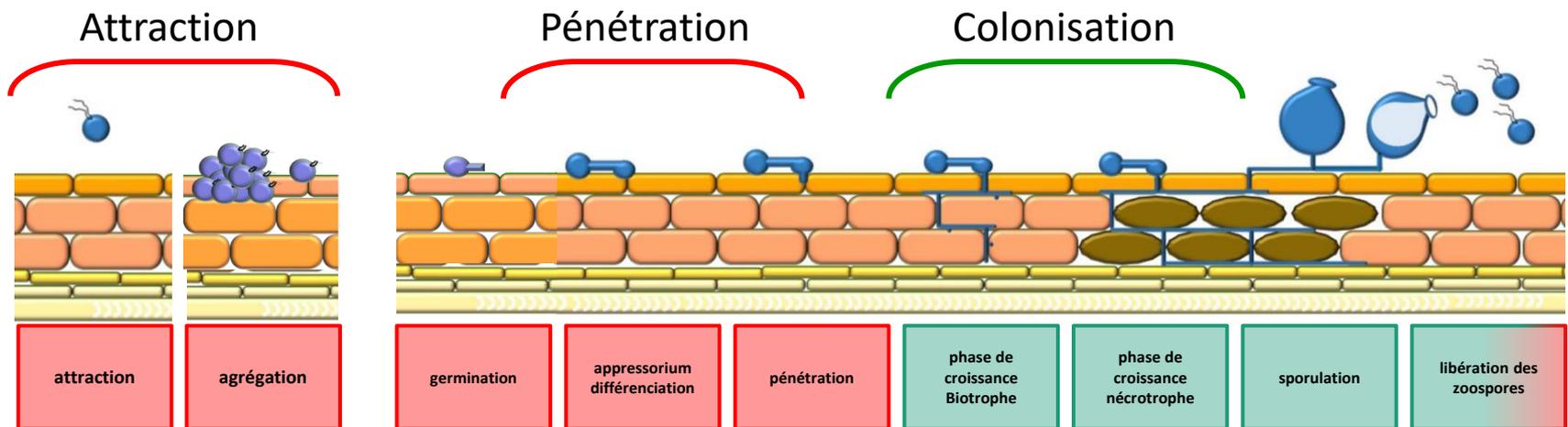
Les questions abordées par l'équipe

1- Quels mécanismes cellulaires et moléculaires confèrent à un oomycète la capacité d'infecter une plante hôte?

2 - Quels mécanismes moléculaires et cellulaires confèrent à la plante la capacité de résister à l'infection?

3 - Quelles fonctions végétales sont exploitées par l'oomycète à son profit pour infecter la plante?

Comprendre les mécanismes de régulation des différentes phases de l'infection:
Attraction, adhésion, pénétration, colonisation, expression des symptômes



II

Les ateliers d'apprentissage

Sur le stand j'apprends comment inoculer une plante au laboratoire

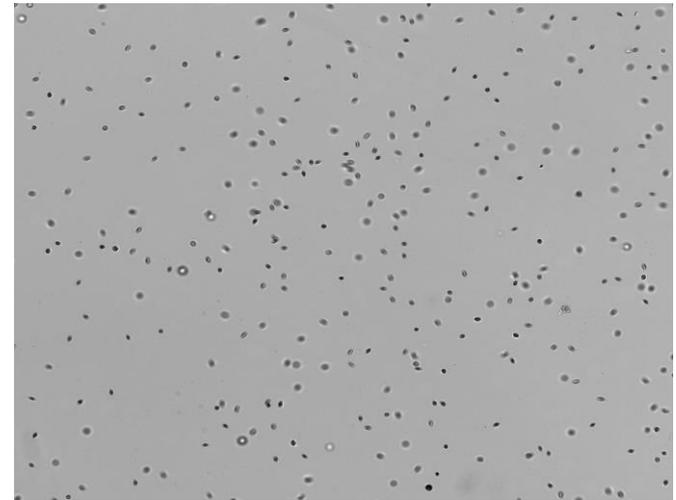
Pour cela, je dispose d'un oomycète pathogène et d'une plante hôte sensible ou résistante.

1. Je cultive une souche d'un oomycète et libère dans une boîte de Pétri les zoospores flagellées: **Observation au microscope.**
2. Je définis une concentration de zoospores pour infecter la plante.
3. Pour cela je procède à une dilution appropriée - **Atelier N°1.**
4. J'inocule la plante - **Atelier N°2.**
5. J'analyse la capacité de l'oomycète à dérouler les différentes phases de l'infection

1- Libération de spores dans l'eau



Libération de zoospores à partir d'un sporange



Nage de zoospores dans l'eau



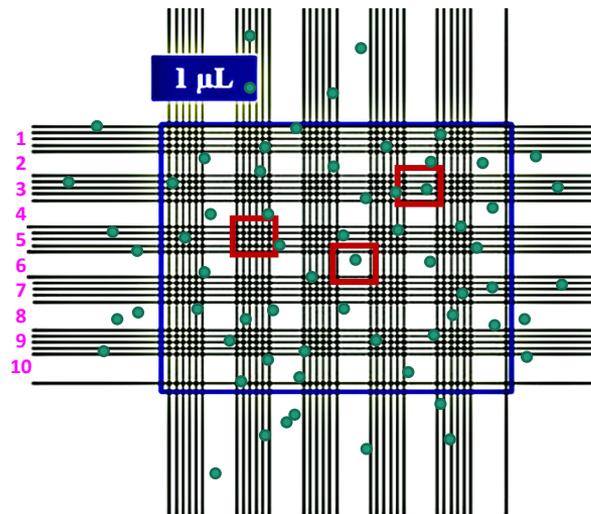
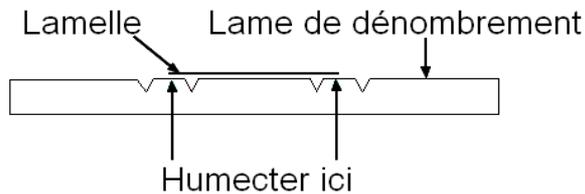
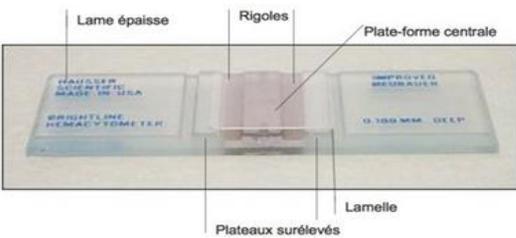
Dans la nature : à l'occasion d'épisodes orageux ou avec la rosée du matin



ATELIER N°1
Apprendre à compter et diluer
des microbes
en suspension dans l'eau

2 – Calibration de l'inoculum

Comptage des zoospores avec une cellule de Malassez



Cellule de Malassez

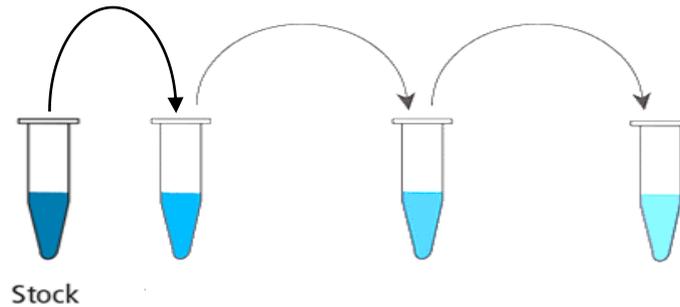
1 unité :  = $0,01\mu\text{l}$

Il y a dix unités par ligne
et 10 lignes dans la cellule.

$100 \text{ unités} = 100 \times 0,01 = 1\mu\text{l}$

On compte deux lignes de 10 unités prises au hasard.
Puis on divise par deux pour avoir la moyenne des deux lignes, on obtient un nombre de zoospores par ligne.
On multiplie par 10 pour avoir un nombre de zoospores par μl .

3 – Exemple de dilution de l'inoculum



Suspension stock
$2 \cdot 10^5$ cellules/ ml 200 000
soit
200 cellules/ μ l

Suspension à inoculer
10^3 cellules/ ml 1000
soit
1 cellules/ μ l



	Dilution n° 1 (1/2)	Dilution n° 2 (1/10)	Dilution n° 3 (1/10)
Volume d'eau	500	900	900
Volume suspension	500	100	100

ATELIER N°2

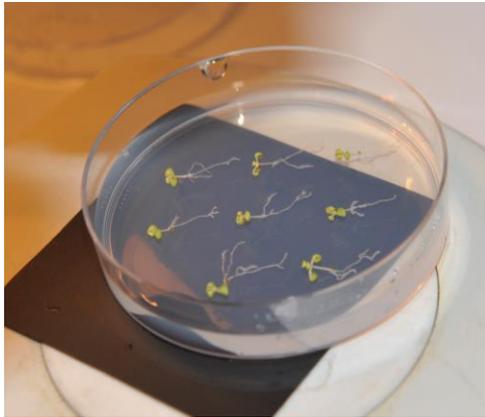
Apprendre à inoculer une plante

4-Inoculation de la plante



inoculum

Inoculation racinaire



Inoculation foliaire



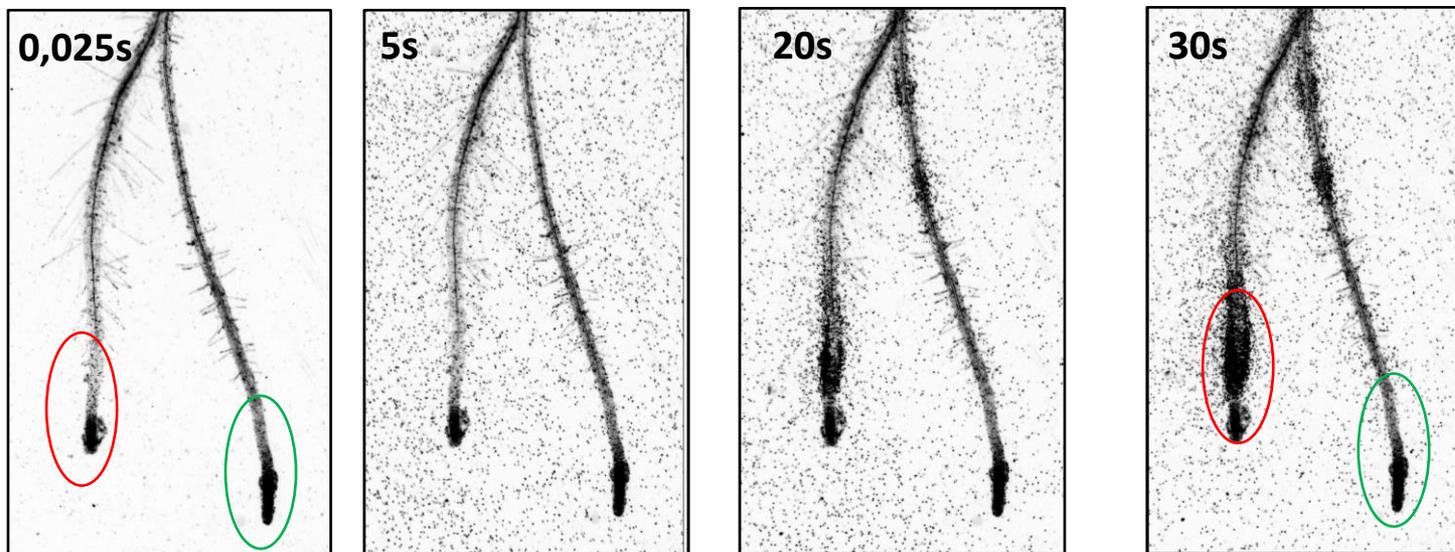
Inoculation d'un mildiou

III

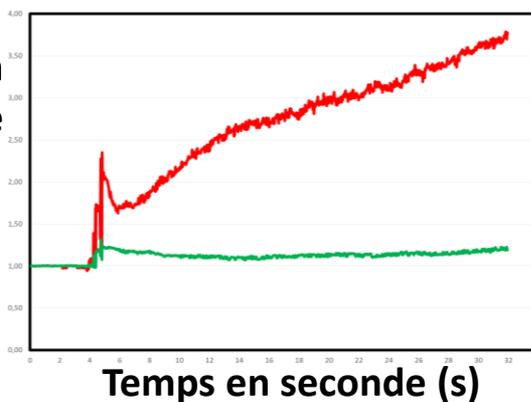
Des exemples de mesures

Colonisation de racines: mesure de l'agrégation

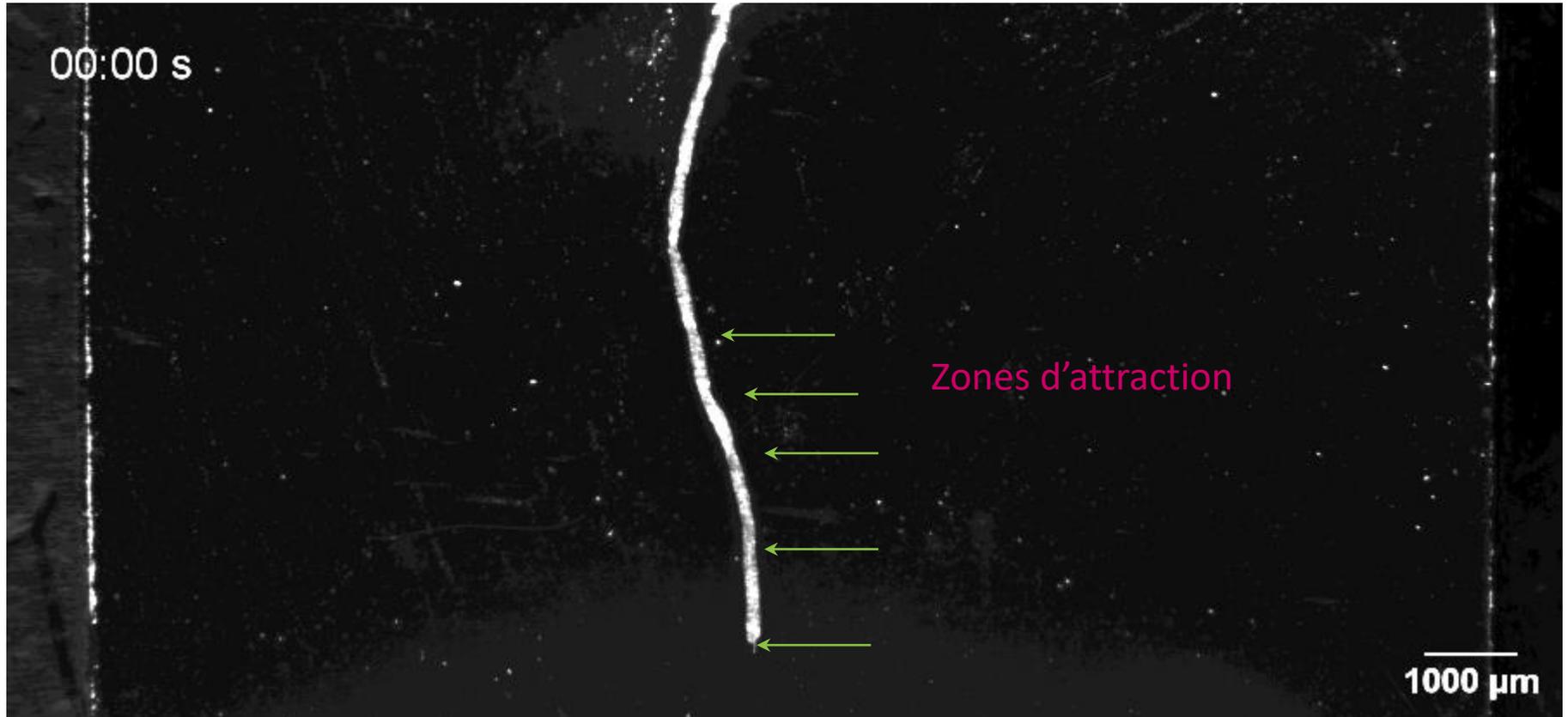
Racines d'Arabidopsis **qui émettent** ou **n'émettent pas** un signal d'attraction



Mesure de l'agrégation
à la racine

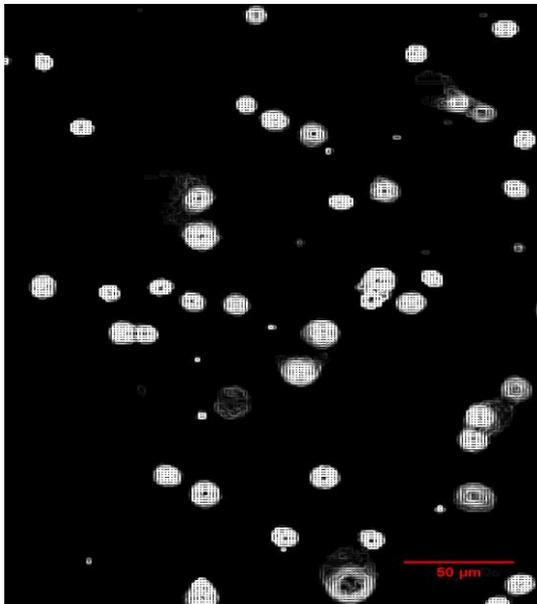
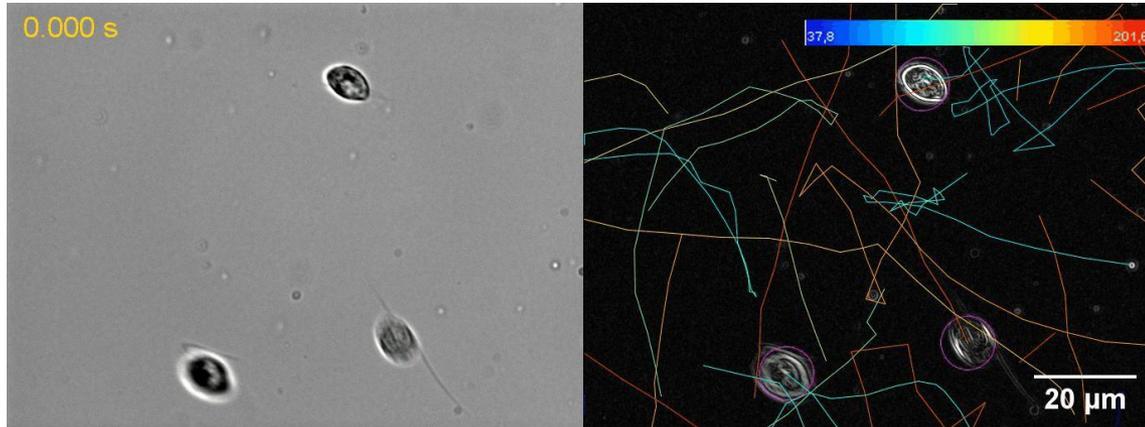


Etude de la phase d'attraction vers une racine de tomate



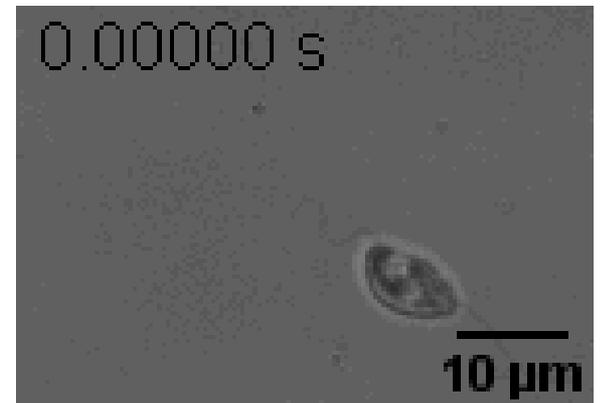
Etude de la phase d'attraction

Mesure de la vitesse ($\mu\text{m/s}$)



Etude des trajectoires (orientation, direction)

Mesure des fréquences de battement



Tran QD et al., (2022) Elife. 2022; doi: 10.7554/eLife.71227

La vitesse mesurée d'une zoospore :

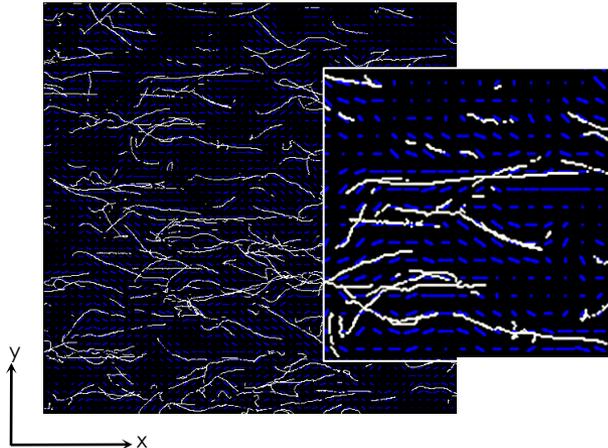
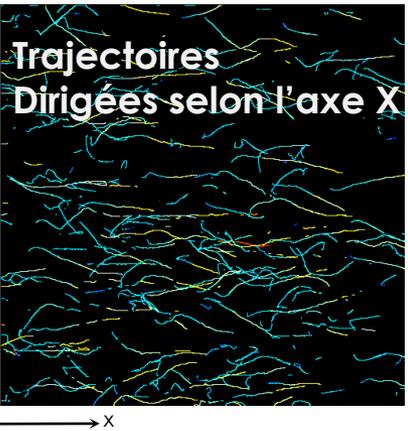
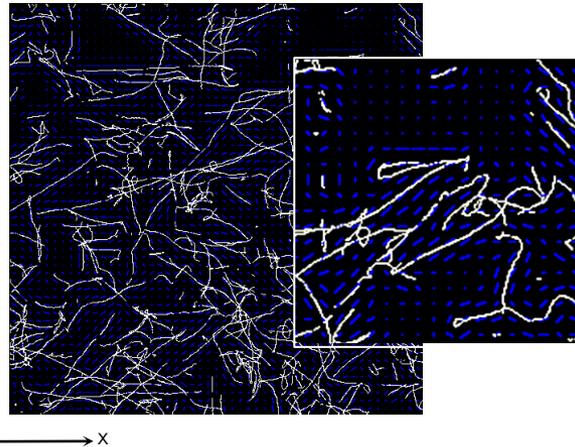
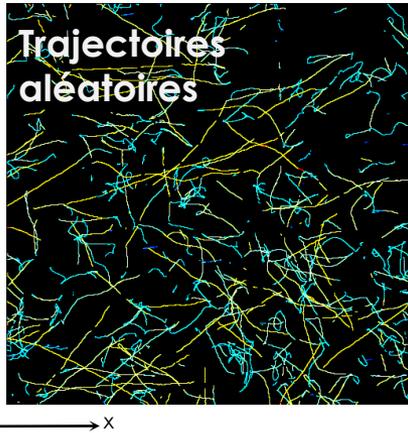
100-200 $\mu\text{m/s}$

Quelques repères sur les vitesses de déplacement

	Mètre par heure
SUR TERRE	
Usain Bolt	40 000
La tortue	250
L'escargot	9,9
Le vers de terre	3,4
EN MER	
Le requin	50 000
L'étoile de mer	8,4
L'hippocampe	2
DANS L'EAU DE PLUIE	
Le cilié	1
La zoospore	0,5
La bactérie	0,03

Etude des trajectoires

Mesure de l'angle que forment des trajectoires avec l'axe des X

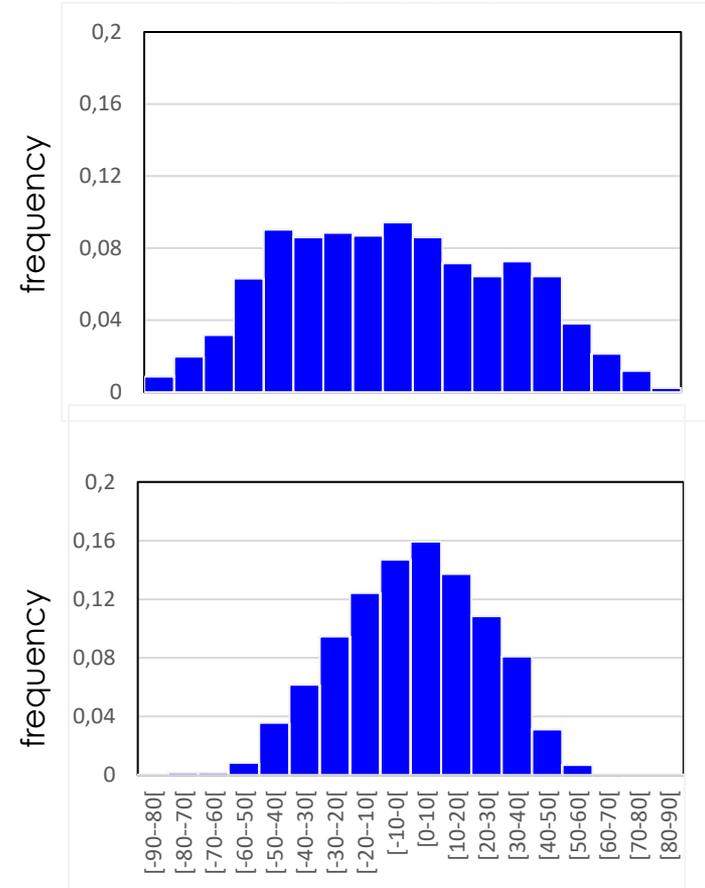


Trajectoires

Vecteurs

III Des exemples de mesures

θ Distribution



Etude de la phase de colonisation *in planta*

Regarde ...

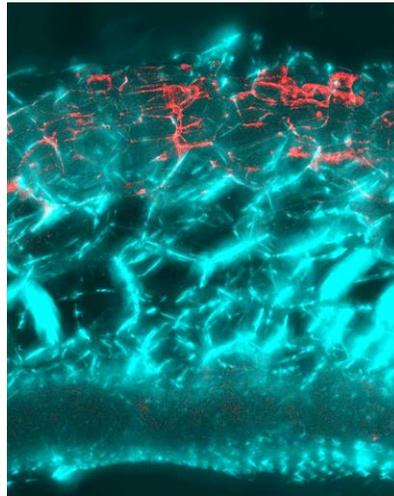
microscopie



Oomycètes colonisant une racine, une feuille



Phytophthora parasitica sur un apex racinaire



Phytophthora palmivora sur épiderme végétal

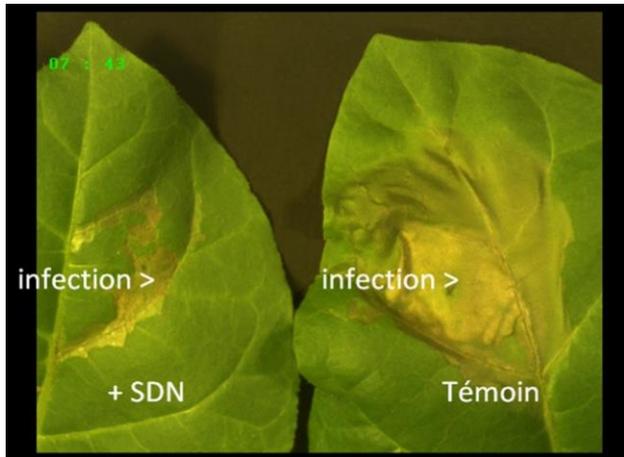


Hyaloperonospora arabidopsidis sur cotylédon et dans les cellules foliaires

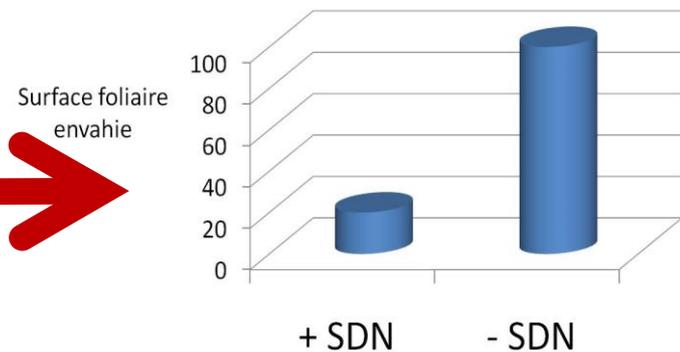


Exemple 1 d'analyse de l'étendue des symptômes :

Mesure d'une surface foliaire pour évaluer l'efficacité d'un stimulateur de défenses naturelles (SDN) contre l'infection

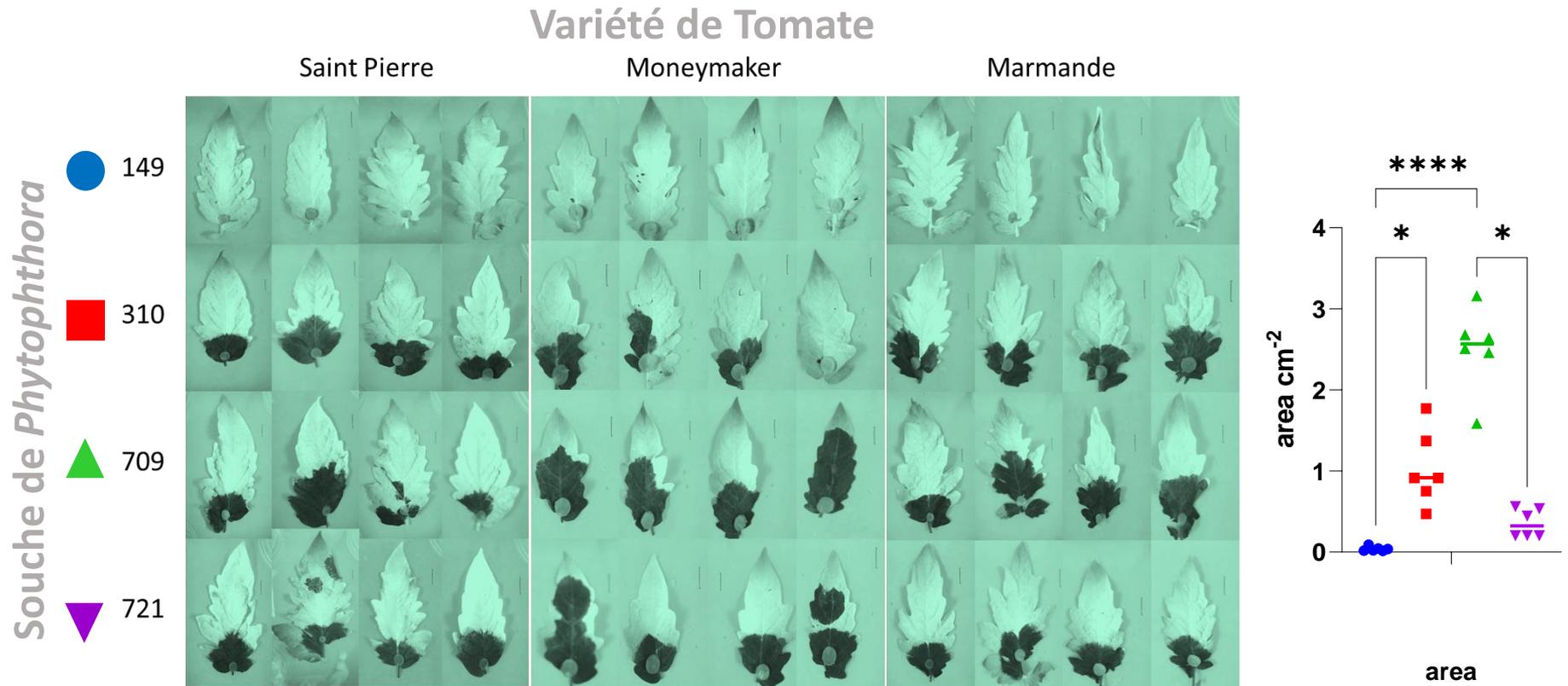


Au laboratoire,
le SDN a un taux d'efficacité de 80% contre le mildiou

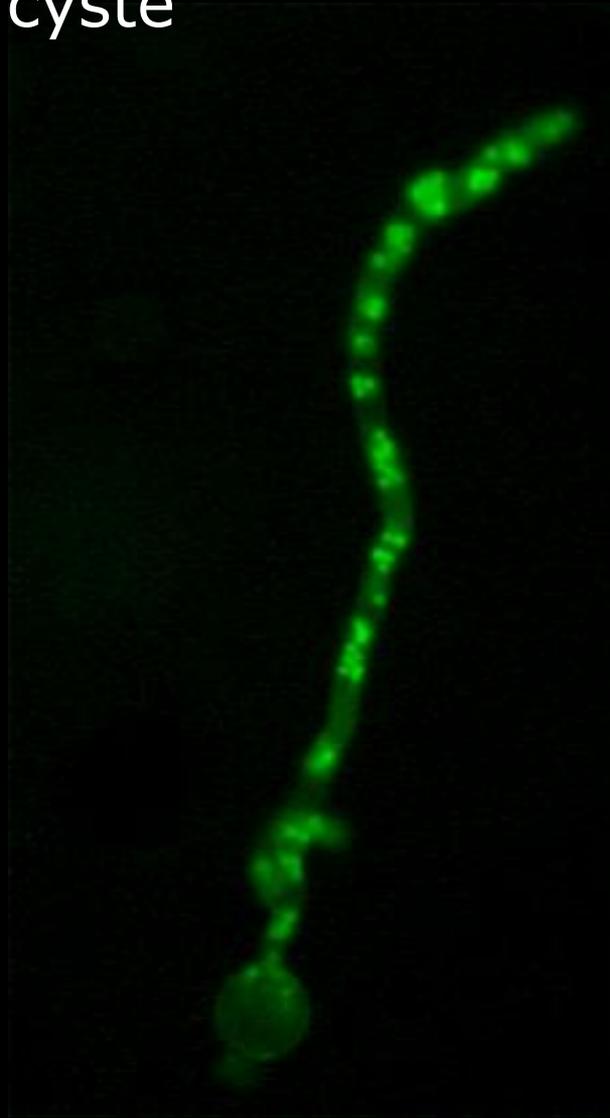


Exemple 2 d'analyse de l'étendue des symptômes

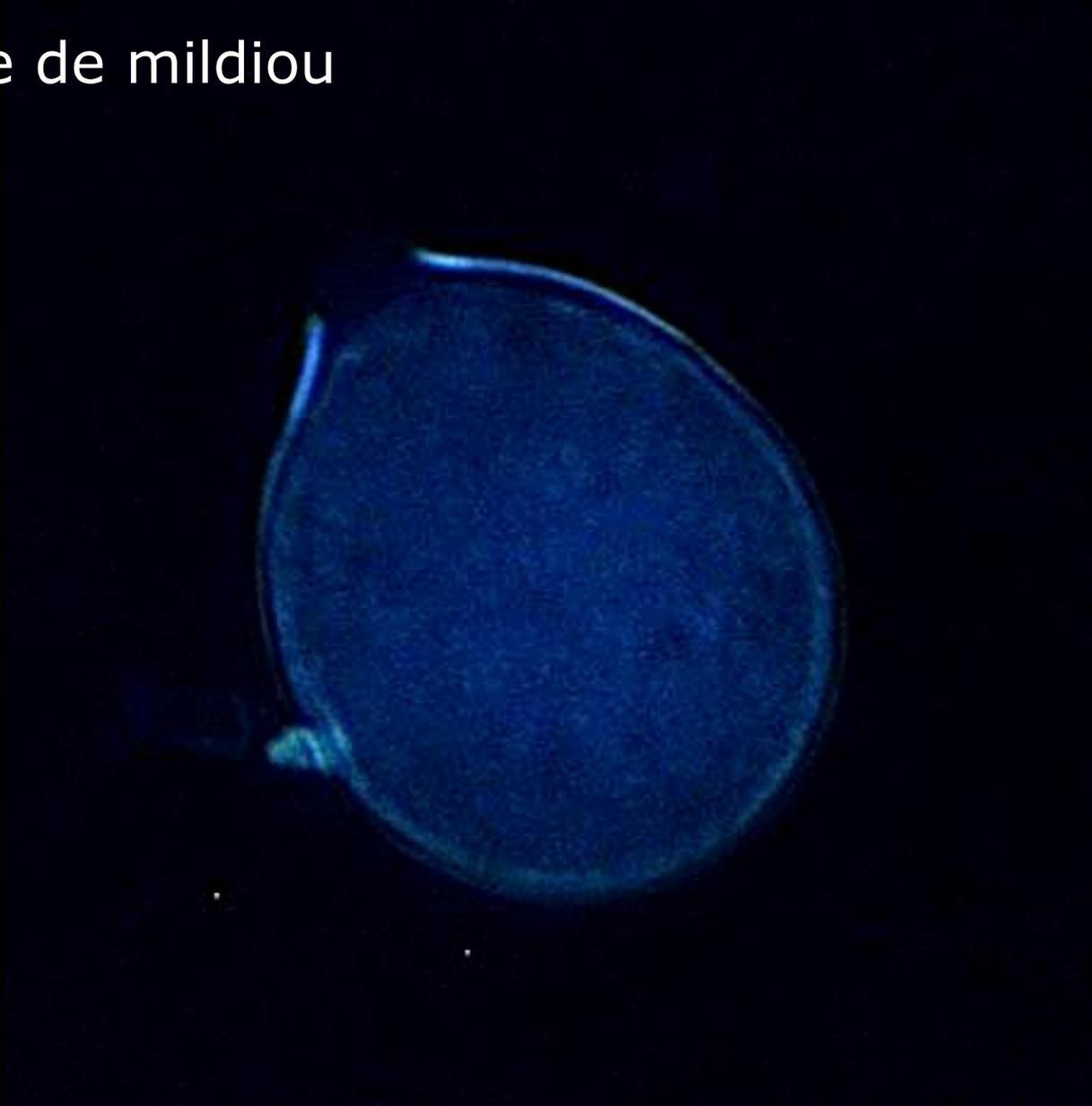
Mesure de l'agressivité de différentes souches de *Phytophthora* sur différentes de la variété de tomate



Germination d'un cyste
de mildiou



Sporange de mildiou

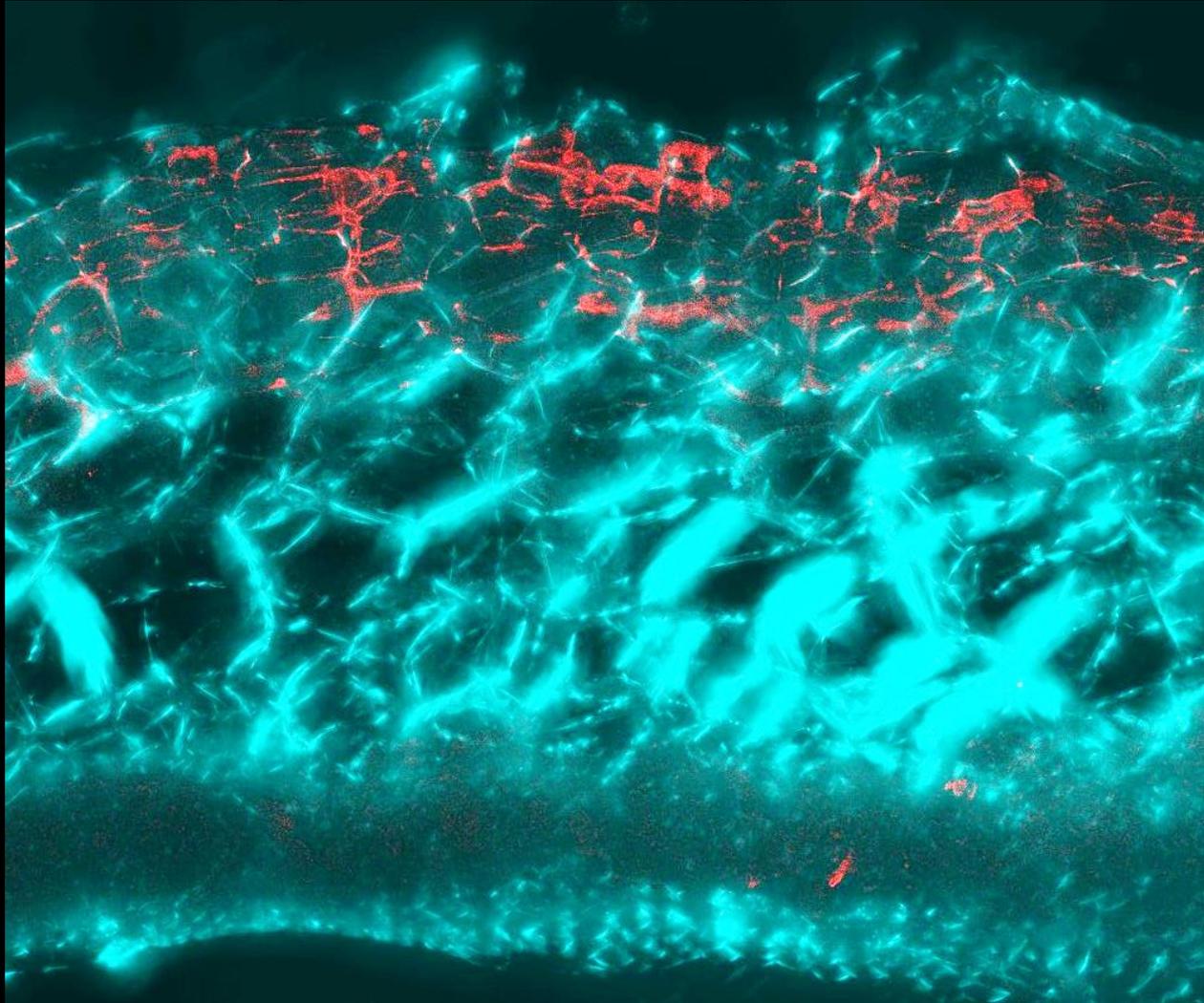


Sporange et mycelium de mildiou



Hyphe fluorescent (rouge) d'un mildiou envahissant

l'épiderme d'une plante



fête de la Science

Last one

Et maintenant viens faire
ta première manip