

Cordée « Réussir avec les sciences »
Projet « L'agroécologie, comprendre ses enjeux ! »
Lycée Bristol - 10 Av. Saint-Nicolas, 06400 Cannes

Compte rendu séquence 2 : Vendredi 3 février 2023, de 10h à 12h
Séance Rencontre avec un.e chercheur.e en Santé des plantes

Equipe du collège :

Mme Chesta, enseignante de SVT

Intervenant.e.s :

Véronique Oiknine, INRAE, 06 11 98 49 89, veronique.oiknine@inrae.fr

Aurélien Boisson-Dernier, Directeur de recherche INRAE, aurelien.boisson-dernier@inrae.fr

Objectif des 4 séquences du projet « L'agroécologie, comprendre ses enjeux ! » : aider les élèves à comprendre : i) l'agroécologie à l'aide d'une séance de jeu, et découvrir les travaux de recherche des scientifiques INRAE puis construire une frise chronologique qui retrace les événements majeurs de l'histoire des sciences agronomiques, ii) le métier de chercheur.e, et nos travaux de recherche avec l'intervention d'Aurélien Boisson-Dernier, directeur de recherche INRAE qui travaille sur les interactions Plantes-Oomycètes (équipe IPO).

Organisation de la séquence :

Séquence de 2 heures, 35 élèves de 2^{nde}

Déroulé :

- Introduction/rappel des notions abordées au cours de la 1^{ère} séance, par Véronique Oiknine
- 1^{ère} partie sur le métier de chercheur et plus largement les métiers de la recherche
 - Le métier de chercheur.e, par Aurélien Boisson-Dernier
 - Le jeu « vrai-faux » sur le métier de chercheur, par Véronique Oiknine et Aurélien Boisson-Dernier
- 2^{ème} partie sur les travaux de recherche d'Aurélien Boisson-Dernier : les différentes défenses des plantes contre les agresseurs et plus particulièrement les maladies provoquées par les oomycètes :
 - Vidéo sur les petits et grands prédateurs des plantes, comment attaquent-ils et comment les plantes se défendent-elles ? <https://www.youtube.com/watch?v=Hja0SLs2kus>
- Présentation des travaux de recherche d'Aurélien Boisson-Dernier et de son équipe (IPO) :
 - ✓ L'Institut Sophia Agrobiotech et l'équipe IPO (Interactions Plantes-Oomycètes)
 - ✓ Les plantes et leurs stress
 - ✓ Comment distinguer les champignons des oomycètes ?
 - ✓ Les oomycètes, l'épidémie qui commença tout...
 - ✓ Oomycètes : une contrainte majeure pour l'agronomie mondiale
 - ✓ Oomycètes : agent pathogène foliaire et racinaire
 - ✓ Oomycètes : les zoospores disséminent la maladie
 - ✓ Oomycètes : cycle infectieux
 - ✓ Les questions abordées par l'équipe IPO
 - ✓ Comment étudier l'interaction entre la plante et un pathogène ?
 - ✓ Observation à la loupe de l'oomycète en sporulation sur feuilles

- 3^{ème} partie : jeu « Time's Up » qui consiste à faire deviner à un groupe d'élèves par un autre groupe d'élèves (en un temps limité) un mot utilisé au cours de la vidéo ou lors des séances 1 & 2 (par la voix ou le mime). L'objectif étant d'ancrer les notions abordées.

> Introduction de la séquence par Véronique Oiknine

Retour sur la séquence 1 au cours de laquelle les élèves ont joué au jeu « STÅL Invasions ». Rappel, en interaction avec les élèves, des objectifs du jeu et des principales notions apprises : lutte biologique / ravageur / auxiliaire / prédateur / protections etc. Présentation de l'intervenant et du déroulé de la séance.

> Le métier de chercheur.e, par Aurélien Boisson-Dernier

Aurélien Boisson-Dernier décrit aux élèves son parcours et parle des différents scientifiques qui travaillent avec lui dans son équipe intitulée « Interactions Plantes-Oomycètes ».

Ensuite, il présente le métier de chercheur.e : ses missions (recherche, partage des résultats, formation), et explique comment mener un projet de recherche :

1. Formuler une question scientifique
2. Élaborer une hypothèse qui servira de base au projet
3. S'informer
4. Comment répondre aux questions : Quelles compétences sont nécessaires ? Quels outils et technologies sont nécessaires ?
5. Financer le projet
6. Démarrer le projet
7. Obtenir et interpréter des résultats
8. Communication des résultats et leur interprétation.

Le métier de chercheur et chercheuse

Ses missions

Recherche

- Formuler une question scientifique
- Experimentations

Partage des résultats

- Publications
- Conférences

Formation

- Encadrement d'étudiants
- Enseignement

Activités diversifiées → mener un projet de recherche



Mener un projet de recherche

3. S'informer



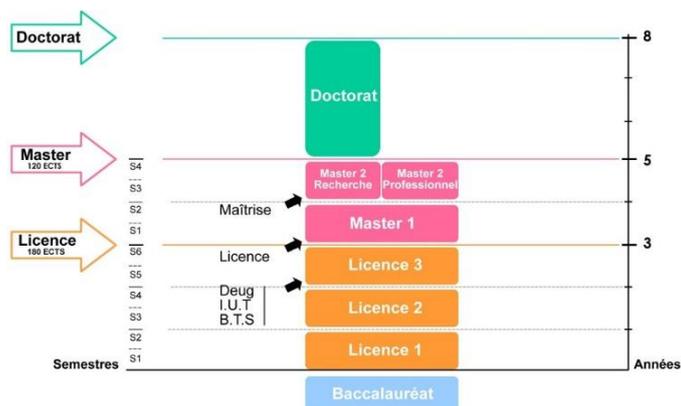
Analyser les connaissances déjà acquises sur la question

Documentation:

- Recherche bibliographique



Aurélien Boisson-Dernier va également décrire le parcours pour devenir chercheur.e mais aussi ingénieur de recherche, technicien de recherche etc. :





Sensibilisation des élèves aux différents métiers de la recherche à l'aide de ce livret qui a été laissé à l'enseignante afin que les élèves puissent le consulter

> Le jeu « vrai-faux » sur le métier de chercheur.e, par Véronique Oiknine et Aurélien Boisson-Dernier

Distribution aux élèves d'une fiche comportant 10 phrases sur le métier de chercheur.e à cocher si la phrase leur semble plutôt vraie. Cette fiche qui sera consignée dans leur pochette « Cordée ». Puis distribution ensuite des 10 phrases aimantées par groupes d'élèves.

Lecture à voix haute de chaque phrase, discussion avec l'ensemble de la classe et positionnement de la phrase par un élève sur le tableau du côté « plutôt vrai » ou « plutôt faux ».

Illustration de l'exigence de traçabilité et de répétabilité des expériences : présentation d'un cahier de laboratoire.

Illustration du processus d'évaluation par les pairs : présentation de la revue scientifique « Nature ».



Les élèves viennent positionner la phrase qui leur a été attribuée sous la colonne « plutôt vrai » ou « plutôt faux »

> Vidéo sur les petits et grands prédateurs des plantes, comment attaquent-ils et comment les plantes se défendent-elles ?

<https://www.youtube.com/watch?v=Hja0SLs2kus>

Depuis 50 ans, les chercheurs d'INRAE développent des solutions de lutte biologique pour réduire l'utilisation des pesticides en agriculture.

Les plantes sont constamment attaquées par des agresseurs (ravageurs). Elles font face à des menaces allant d'organismes microscopiques aux petits herbivores comme les chenilles, jusqu'aux grands herbivores comme les éléphants. Mais les plantes ont développé des stratégies de défense et elles déploient tout un arsenal pour se défendre.



> Les interactions plantes-environnement (stress) et plantes-pathogènes : les Oomycètes, par Aurélien Boisson-Dernier

L'équipe Interactions Plantes-Oomycètes étudie les multiples relations autour des plantes cultivées et travaille particulièrement sur les maladies provoquées par les oomycètes.

Mais que sont les oomycètes ?

Les oomycètes sont des micro-organismes parasites eucaryotes (possédant un noyau).

On compte aujourd'hui 800 à 1000 espèces d'oomycètes.

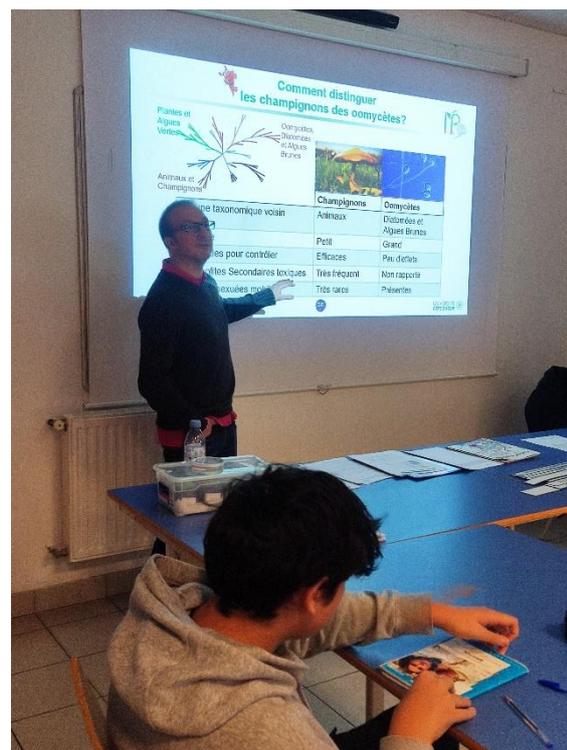
C'est un pathogène majeur des plantes, des cultures maraichères ou arboricoles, la vigne, des forêts...et des animaux aussi !

Les plantes et leurs stress

Les plantes subissent des stress. On désigne par stress, toute condition externe qui affecte la croissance, le développement ou la productivité d'une plante.

On distingue : les stress **abiotiques** causés par des facteurs environnementaux (eau, lumière température, salinité...) et les stress **biotiques** causés par des organismes (insectes, virus, bactéries, champignons, oomycètes, nématodes, plantes...).

Ces stress peuvent entraîner des maladies chez la plante.



Les oomycètes ne sont pas des champignons : oomycètes et champignons dans l'arbre de vie
 Les oomycètes ne sont pas des champignons, même si la morphologie des deux organismes se ressemble. Dans l'arbre de vie, les champignons sont plus proches des animaux, tandis que les oomycètes se rapprochent des algues brunes. Des différences dans la physiologie et le métabolisme entre champignons et oomycètes fait que les fongicides sont généralement inefficaces dans la lutte contre les oomycètes.

Comment savoir de quel micro-organismes il s'agit ?

Quel est l'aspect du micro-organisme ? Observe-t-on des filaments ?

En présence de filaments, le micro-organisme est soit un champignon, soit un oomycète.

Comment savoir s'il s'agit d'un champignon ou d'un oomycète ?

Voici un tableau qui permet de bien comprendre les différences entre champignons et oomycètes :



Comment distinguer les champignons des oomycètes ?



| | Champignons | Oomycètes |
|----------------------------------|---------------|----------------------------|
| Groupe Taxonomique voisin | Animaux | Diatomées et Algues Brunes |
| Génome | Petit | Grand |
| Paroi cellulaire | Chitine | Cellulose |
| Métabolites Secondaires toxiques | Très fréquent | Non rapporté |
| Hyphe végétatif | Haploïde | Diploïde |
| Spores asexuées mobiles | Très rares | Présentes |

INRAE



UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

Les oomycètes, l'épidémie qui commença tout...

L'oomycète *Phytophthora infestans* (*Phytophthora* = destructeur de plantes) détruit les champs de pomme de terre en Europe, avec des conséquences dramatiques en Irlande entre 1845-50.

- 1 million de personnes meurent.
- 1,5 millions de réfugiés et d'émigrants (Amérique).
- La population décline de 8 à 6 millions.

Les oomycètes : une contrainte majeure pour l'agronomie mondiale

Toutes les dicotylédones* sont attaquées :

- Soja : 12% de pertes
- Cacao : 25-60% de pertes
- Pomme de terre : 30% de pertes
- Tomate : 25% de pertes.

* **Dicotylédones** : de nombreuses plantes potagères sont dicotylédones comme les tomates, courgettes, haricots, aubergines, blettes, épinards, etc. Il s'agit de plantes angiospermes dont la graine possède deux cotylédons.

Il n'existe à ce jour pas de traitement efficace et la résistance des plantes n'est pas durable.

Oomycètes : les zoospores disséminent la maladie

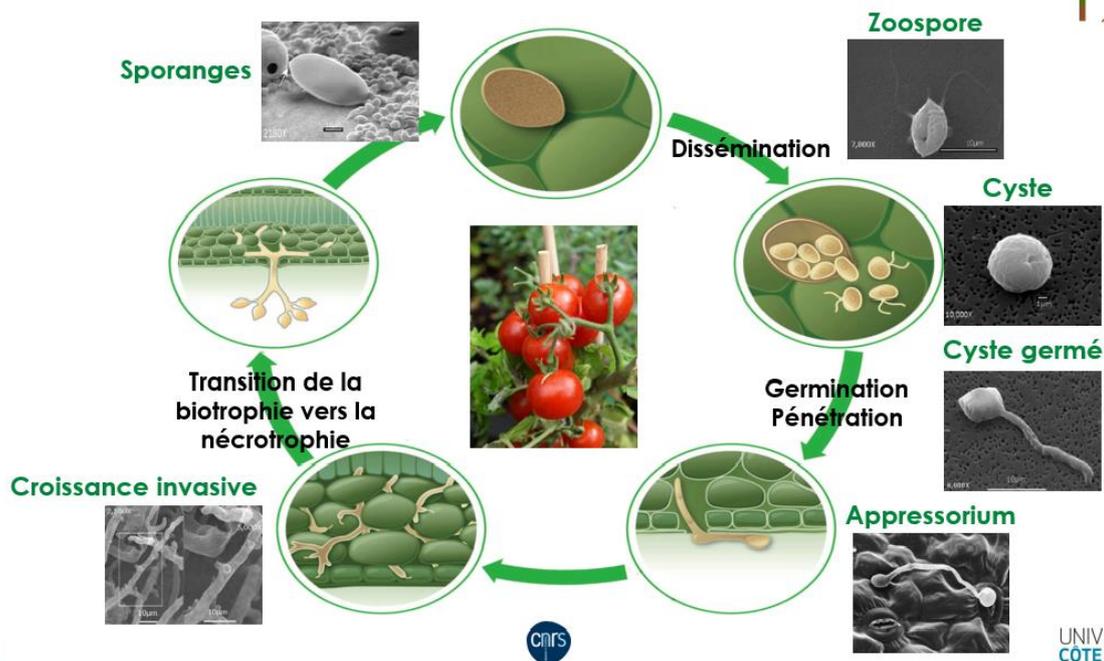
Pour infecter les plantes, les spores (mobiles) des oomycètes, appelées zoospores, se déplacent en nageant à l'aide de deux flagelles.

Les zoospores sont mobiles grâce à leurs flagelles. Elles sont libérées, dispersées, puis elles se déposent sur le végétal et l'infectent.

Dans la nature, cela se produit à l'occasion d'épisodes pluvieux ou avec la rosée du matin.

Oomycètes : cycle infectieux

Oomycètes : cycle infectieux



INRAE

CNRS

UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

Les questions abordées par l'équipe IPO

- Quels mécanismes confèrent à un oomycète la capacité d'infecter une plante ?
- Quels mécanismes confèrent à la plante la capacité de résister à l'infection ?

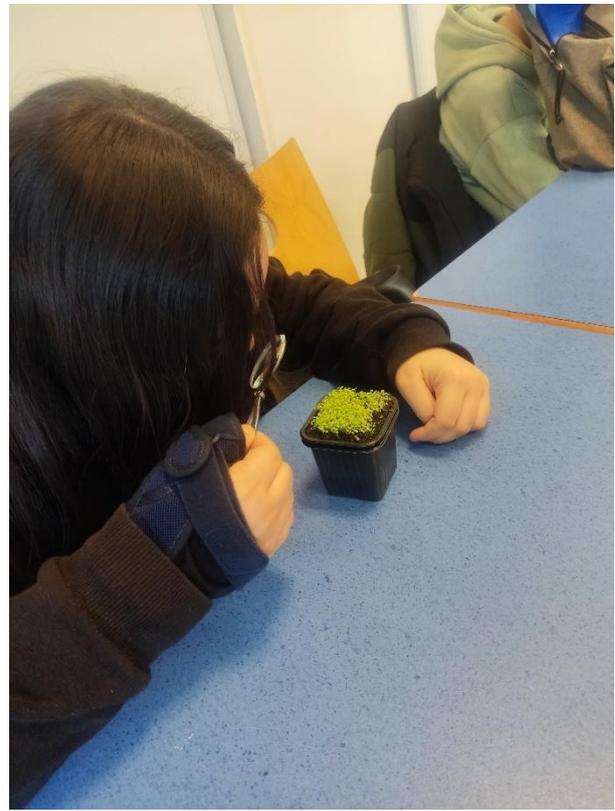
L'objectif des recherches menées par l'équipe IPO est de comprendre les mécanismes de régulation des différentes phases de l'infection : attraction, adhésion, pénétration, colonisation, expression des symptômes.

Comment étudier l'interaction entre la plante et un pathogène ?

L'équipe IPO étudie les mécanismes moléculaires qui déterminent chez l'oomycète sa capacité d'infecter la plante, et chez la plante la capacité d'y résister. Pour cela, les scientifiques utilisent des souches d'oomycètes dites virulentes et avirulentes et des variétés de plantes sensibles ou résistantes, et comparent l'expression de gènes (transcriptomique), la synthèse de protéines (protéomique) ou de métabolites (métabolomique).

Observation de feuilles sporulées à la loupe

Les élèves peuvent observer la sporulation d'oomycètes, à l'aide d'une loupe, sur les feuilles d'une plante modèle : *Arabidopsis thaliana*, plus connue sous le nom d'Arabette, dont les feuilles ont été inoculées avec des spores 8 jours auparavant.



Observation de la sporulation d'oomycètes, à l'aide d'une loupe, sur les feuilles d'une plante modèle : *Arabidopsis thaliana*, plus connue sous le nom d'Arabette

> Le jeu « Time's Up »

Pour terminer la séance, il est proposé aux élèves de jouer au « Time's Up » revisité et adapté aux thématiques abordées au cours des séances 1 et 2. Le jeu consiste à faire deviner à un groupe d'élèves par un autre groupe d'élèves (en un temps limité) un mot utilisé au cours de la vidéo ou lors des séances 1 & 2 (par la voix ou le mime). L'objectif étant d'ancrer les notions abordées par la répétition. Les mots sont tirés au hasard dans une enveloppe.



Liste des mots :

| | | |
|-------------------------|-----------------------|------------------|
| Oomycète | Auxiliaire | Plante |
| Virus | Lutte chimique | Racines |
| Ravageur | Spores | Défenses |
| Stress | Zoospores | Infection |
| Lutte biologique | Microorganisme | Nature |
| Résistance | Chercheur | Eucaryote |
| Bactérie | Serre | Aquatique |
| Santé | Laboratoire | Culture |
| Champignon | Flagelles | Arbres |