



# DEFILEG

La stimulation des défenses naturelles des plantes : vers des solutions innovantes en cultures légumières par l'intégration d'alternatives aux pesticides dans une gestion durable de la protection des cultures contre les agents pathogènes

**Céline Janvier, Ctifl - Sonia Hallier, Vegenov**

avec la collaboration de

Michel Pitrat (INRA) et Marie-Lisa Brachet (Ctifl)

# Les stimulateurs des défenses des plantes

- **Stimulateur de défense des plantes**

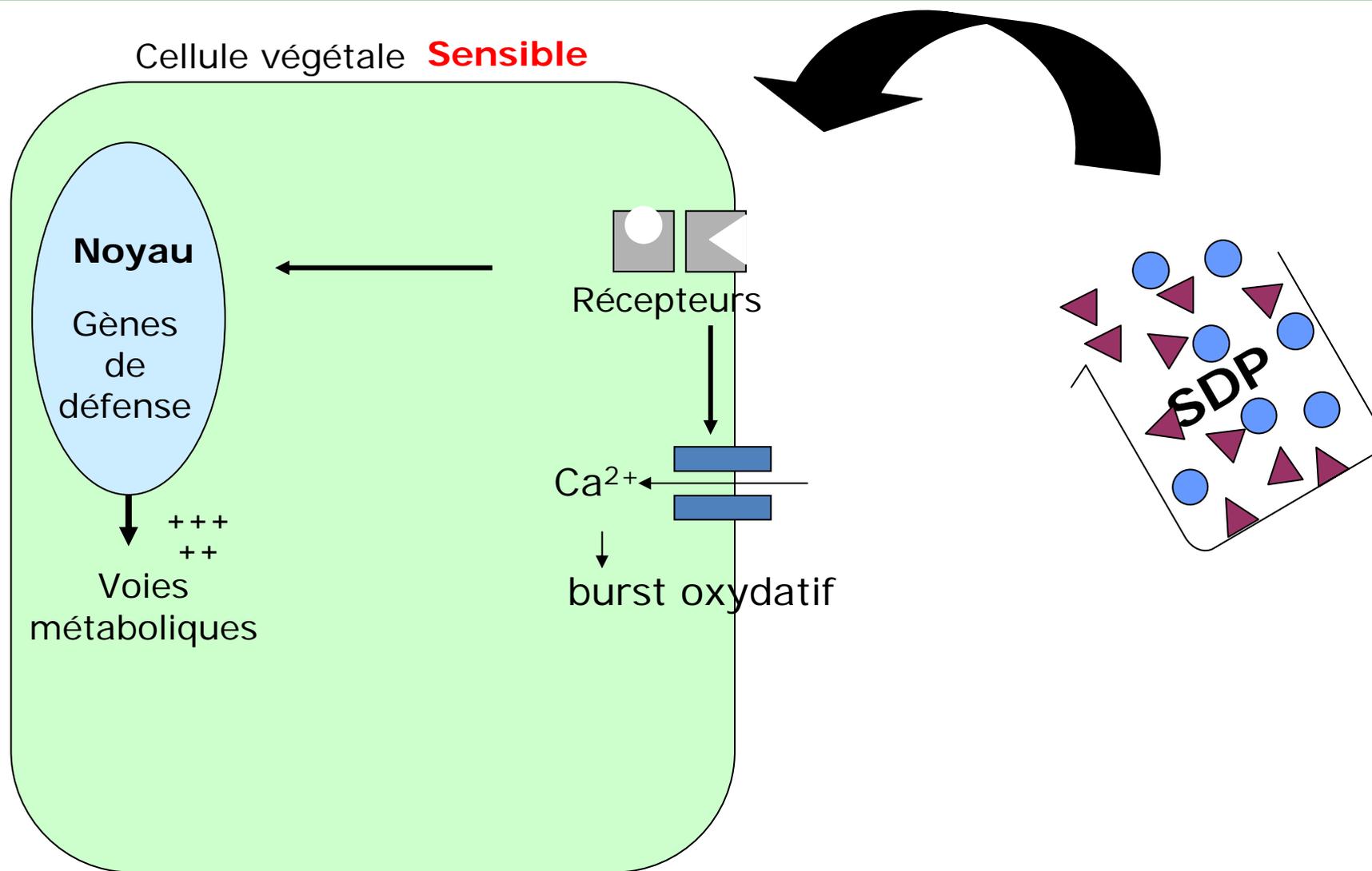
- molécule, substance ou microorganisme non pathogène
- d'origine naturelle (plantes, algues, microorganismes, éléments minéraux,...) ou de synthèse
- capable d'induire chez la plante traitée des modifications physiologiques, locales ou systémiques, conduisant à la mise en place de mécanismes de défense



- Produit phytosanitaire rentrant dans le champ de l'article L-253-1 du code rural

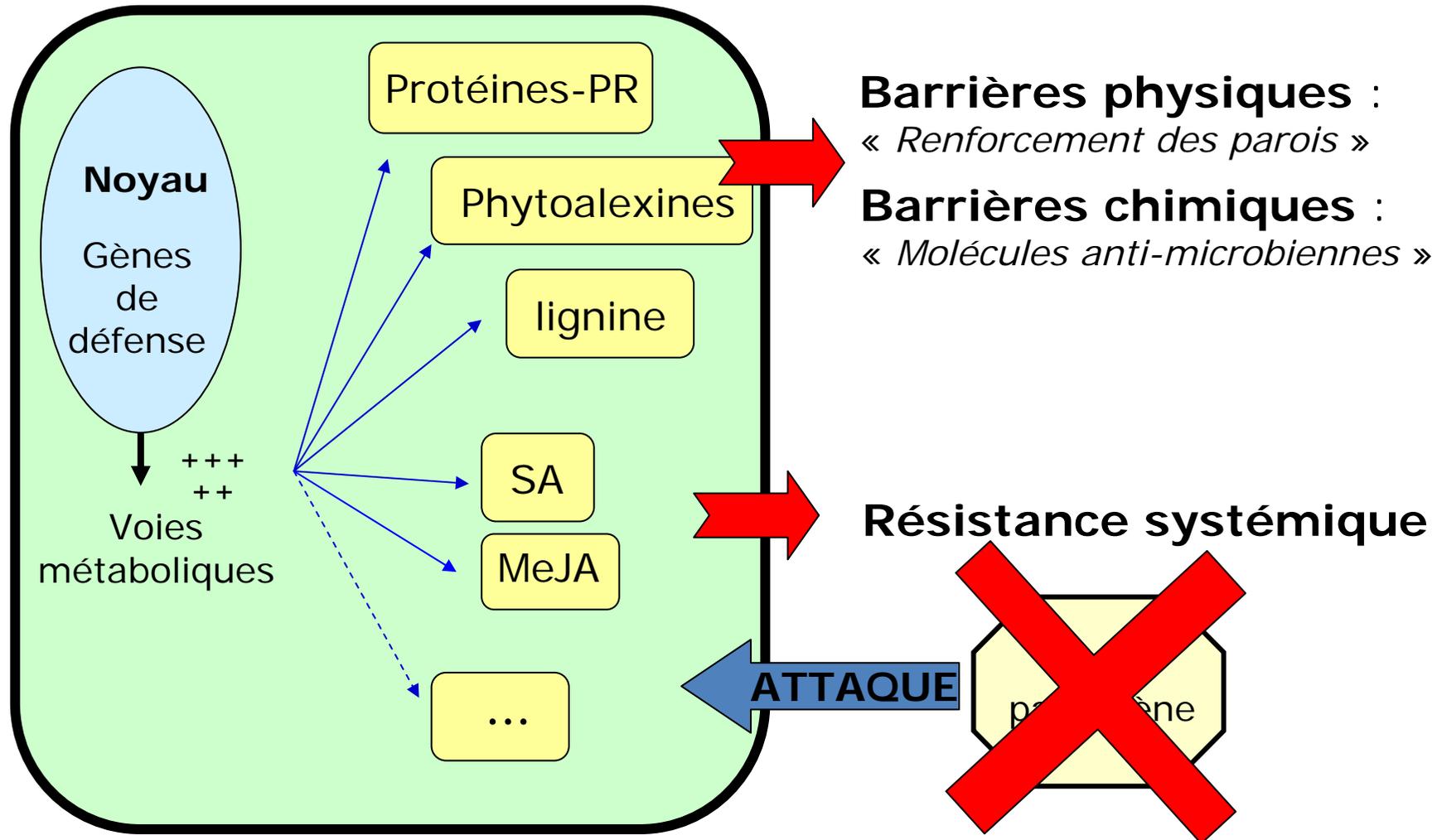


# Activation du métabolisme de la plante par application de stimulateurs de défense

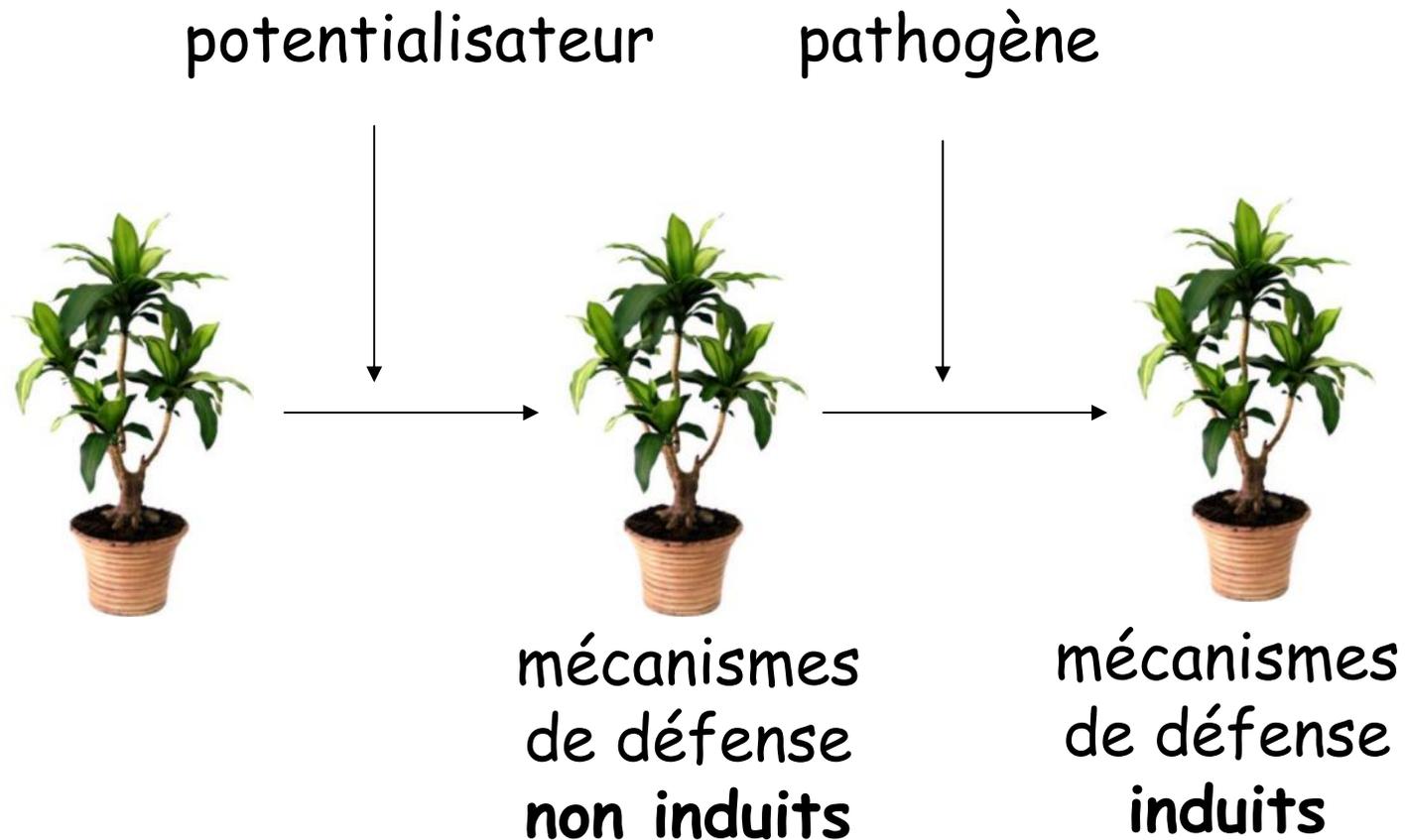


# Activation du métabolisme de la plante par application de stimulateurs de défense

Cellule végétale **Résistante**



# Le cas particulier des potentialisateurs



# En pratique

- Nombreux produits revendiquant/suggérant une action SDP
- Intérêt pratique très rarement testé et démontré de façon fiable

- Plusieurs SDP travaillés en laboratoire avec effets intéressants
- Difficulté à passer sur le terrain : résultats limités, aléatoires...

- Très peu de SDP avec AMM
- Travail à faire pour diffusion au champ

# Compréhension des limites de ce type de produits

---

- **Importance de la génétique de la plante**
    - réponse variétale
  - **Importance des conditions agro-environnementales**
    - température, nutrition, stress biotiques ou abiotiques...
  - **Influence de l'agent pathogène**
    - type d'agent pathogène, agressivité...
- **Intégration dans des stratégies de protection globales**
- positionnement préventif
  - efficacité partielle : comment la "compléter"?
    - association avec d'autres produits (alternance ou mélange)
    - association avec des résistances variétales
    - association avec des techniques culturales

# Le projet Défilég

---

- **Objectif**

- développer de nouvelles solutions de protection des cultures légumières
- fiabiliser l'utilisation pratique des SDP

- **Contexte**

- projet labellisé par le GIS PICLég
- financement ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)
- 3 ans sur la période 2010-2013

# Les pathosystèmes



- **Melon**

- Oïdium (*Podosphaera xanthii*)
- Bactériose (*Pseudomonas syringae* pv. *aptata*)



- **Laitue**

- Mildiou (*Bremia lactucae*)



- Bactériose (*Xanthomonas campestris* pv. *vitians* & *Pseudomonas cichorii*)

# Les partenaires

- **Centre technique**

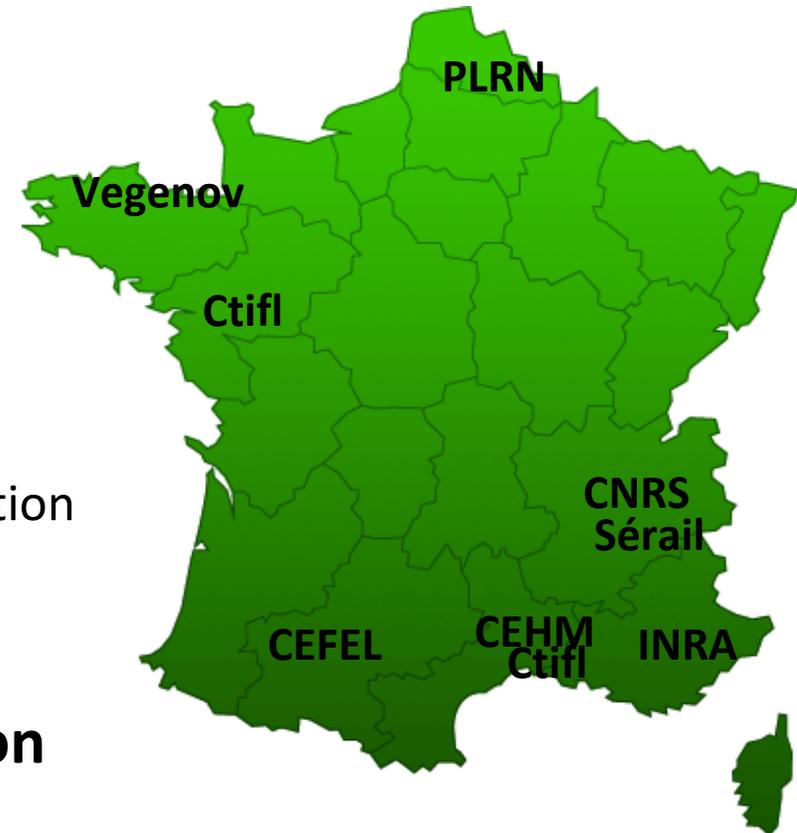
- Ctifl, porteur du projet, centres de Carquefou et Balandran

- **Recherche**

- BBV-Vegenov
- CNRS : UMR 5557 Ecologie Microbienne, Centre d'Etude des Substances Naturelles
- INRA : Avignon, UR Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes et Unité de Pathologie Végétale

- **Stations régionales d'expérimentation**

- Pôle Légumes Région Nord
- Centre d'Expérimentation Fruits et Légumes de Midi-Pyrénées
- Station d'Expérimentation et d'Information Rhône-Alpes Légumes
- Centre Expérimental Horticole de Marsillargues



# Les actions

---

- **Action 1**
  - Evaluation de l'efficacité des produits SDP
  - Evaluation de leur capacité à stimuler les défenses de la plantes (analyses de bio-marqueurs biochimiques)
- **Action 2**
  - Evaluation de l'influence des facteurs abiotiques : conditions optimales d'utilisation des SDP
- **Action 3**
  - Screening de ressources génétiques vis-à-vis de la réponse aux SDP
- **Action 4**
  - Intégration des SDP dans des stratégies de protection des cultures
- **Action 5**
  - Evaluation de l'intérêt des SDP vis-à-vis des bactérioses

# Les produits testés

---

- Extraits de plantes
- Extraits d'algues
- Extrait de microorganismes
- Éléments minéraux
- Phosphites
- Métabolites primaires et secondaires
- Mélanges de différents éléments...

# Action 1 : efficacité et bio-marqueurs

---

- **Mise en œuvre**

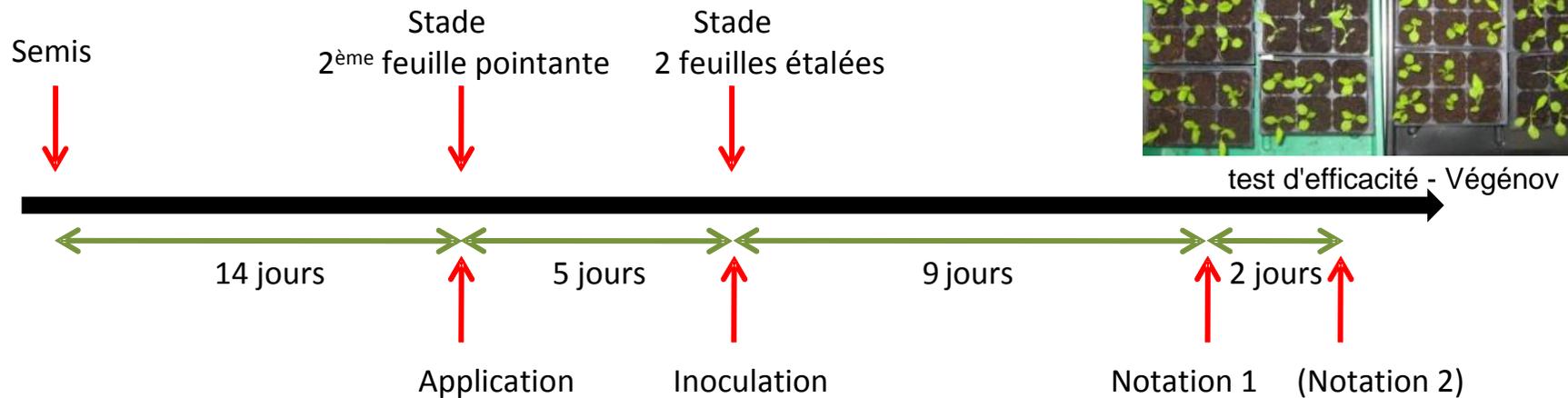
- Tests d'efficacité sur pathosystèmes en conditions contrôlées (laboratoire ou serre)
- Tests d'effet biocide : vérification de l'absence d'effet direct des produits
- Mesure de l'activité enzymatique ou des métabolites secondaires à partir d'échantillons de plante

- **Partenaires impliqués**

- Vegenov, CNRS

# Mildiou / Laitue

- **Test d'efficacité**



- **Conditions de culture**

- Chambre climatique
- T° entre 15 et 17°C après traitement
- Confinement à partir de l'inoculation

- **Inoculation** : suspension de spores

- **Dispositif** : 4 répétitions de 6 plantes/modalité



test d'efficacité - Ctiff®

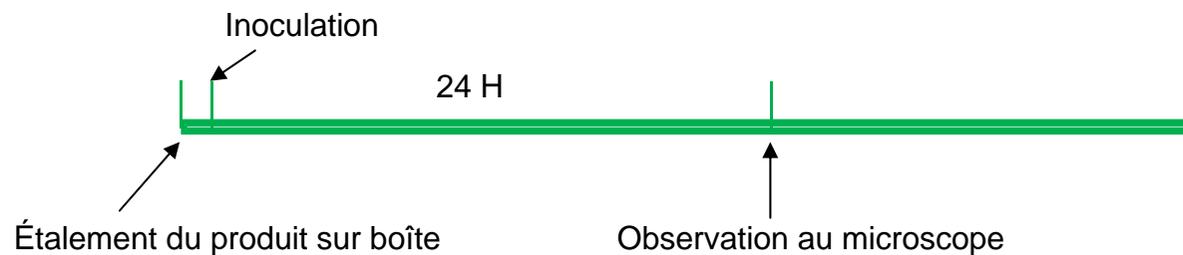
# Echelle de notation

---



# Test d'effet biocide

- **Mise en œuvre**



- **Inoculation**

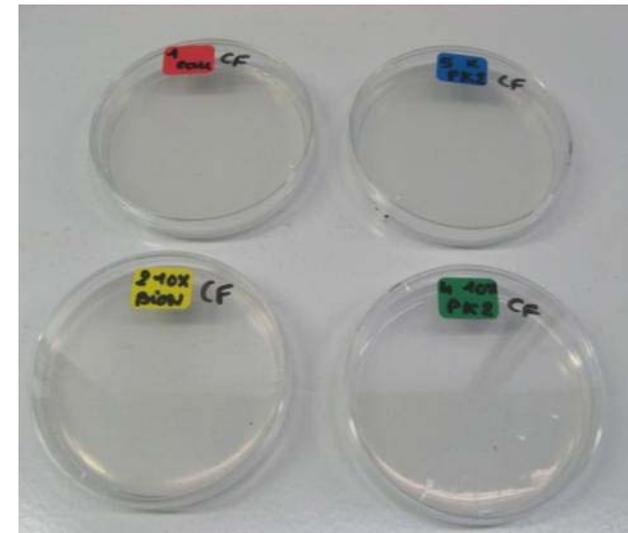
- Suspension de spores

- **Conditions de culture**

- En phytotron avec T° de 18°C

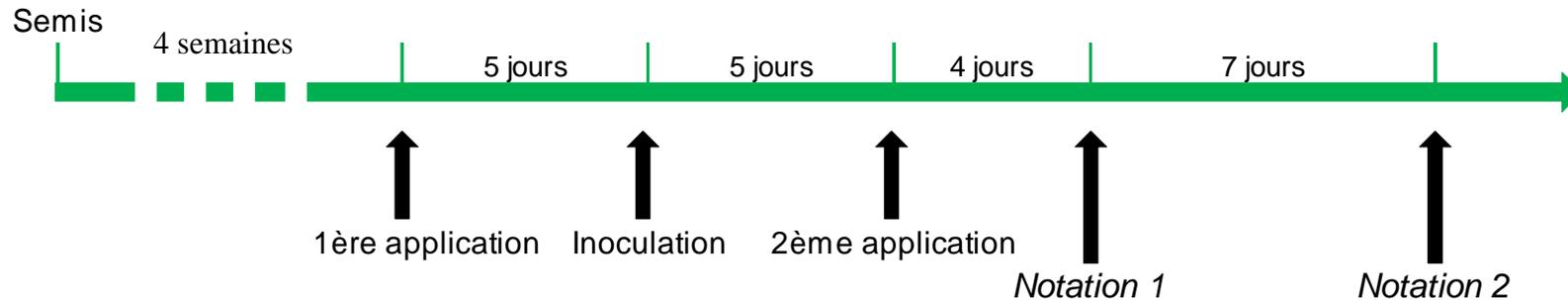
- **Dispositif expérimental**

- Dose X (test d'efficacité) et 10 X
- 3 répétitions/dose



# Oïdium / Melon

- **Test d'efficacité**



+ 4 jours



multiplication de l'inoculum – Ctifl®

- **Conditions de culture**

- En serre, T° entre 18 et 25°C
- Luminosité élevée

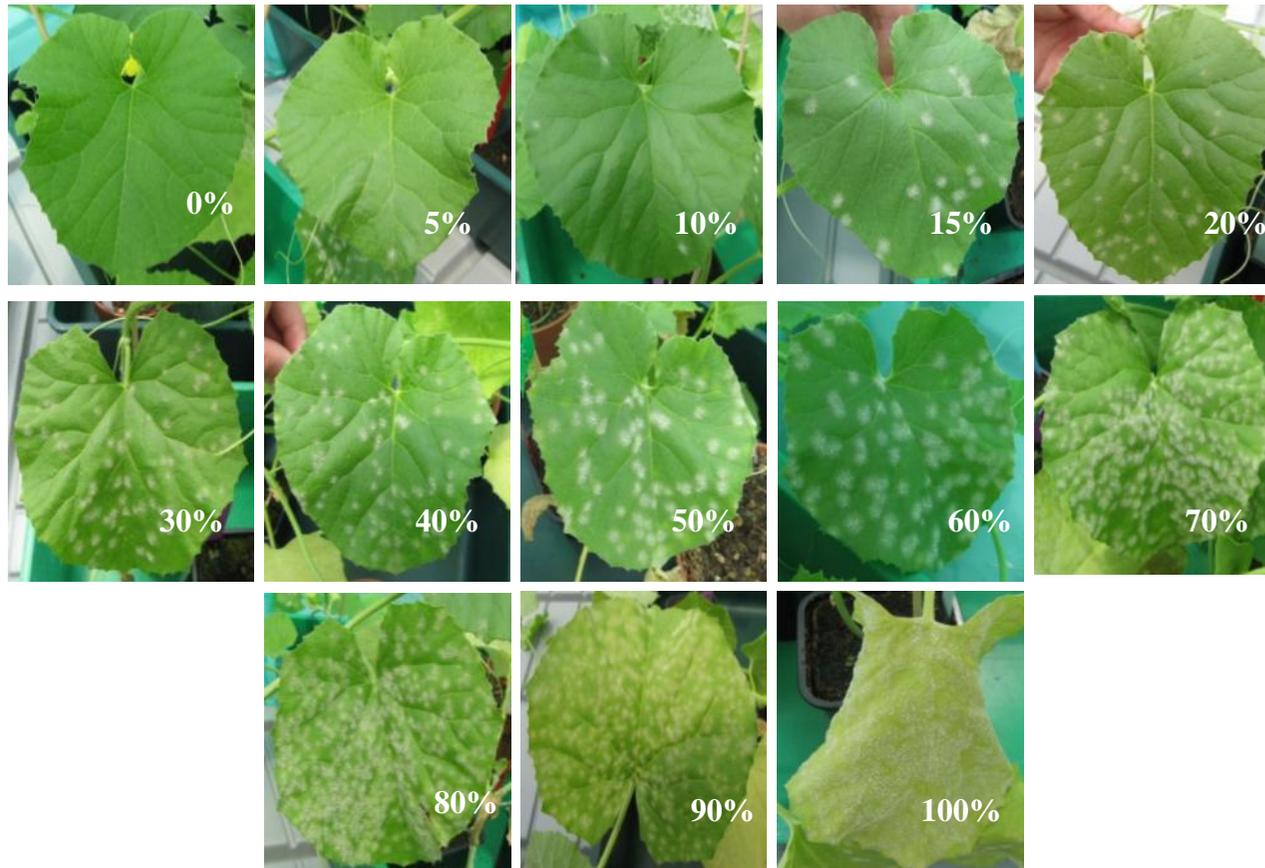
- **Inoculation**

- Suspension de spores

- **Dispositif expérimental**

- 8 répétitions de 1 plante/modalité

# Echelle de notation



Pourcentage de surface foliaire oïdiée

# Test d'effet biocide

---

- **Mise en œuvre difficile car pathogène obligatoire strict**
  - En cours de mise au point

# Marqueurs de la stimulation des défenses de la plante

---

- **Molécules ciblées**

- Protéines (Vegenov) : PRs (glucanase, peroxydase, ...) et enzymes de voies de biosynthèse (lox pour la voie des oxylipines)
- Métabolites secondaires (CNRS) : voie des phénylpropanoïdes et voie des indoles

- **Prélèvements**

- Avant traitement
- Entre traitement avec le SDP et inoculation avec l'agent pathogène
- Post-inoculation (effet potentialisateur)

- **Analyses**

- Biochimiques : dosages enzymatiques (Vegenov)
- HPLC et CPG (CNRS)

# Action 2 : effet des stress et utilisation des SDP

---

- **Mise en œuvre**

- Mesure de l'influence de certains stress sur l'efficacité des SDP
  - Ressource en eau
  - Température
  - Carence ou excès en certains éléments
  - ...
- Essais en conditions contrôlées et/ou en parcelles
- Utilisation des bio-marqueurs (action 1)

- **Partenaires impliqués**

- Ctifl, CEFEL, CEHM, Vegenov, CNRS

# Essais préliminaires oïdium/melon

- **Produits**

- 2 SDP
- Référence chimique
- Témoin eau



- **Stress hydrique**

- Avant traitement
- Pendant traitement
- Après traitement



# Symptômes

- 29 jours après inoculation



# Action 3 : screening variétal

---

- **Objectifs**

- Existe-t-il des différences de réactivité aux SDP au sein d'une même espèce végétale ?
  - gène de résistance → reconnaissance de l'agent pathogène → mise en place des mécanismes de défense
  - même fonctionnement pour SDP? gènes de "réactivité"?
- Etude du contrôle génétique de cette réactivité et corrélation avec des QTL de résistance
  - croisement de variétés
- Intérêt du cumul de gènes de résistance et de gènes de réactivité aux SDP
  - plus grande durabilité des résistances?
  - niveau plus élevé de résistance?
- Identifier une possible corrélation entre réactivité des variétés et présence des bio-marqueurs dans la plante

# Action 3 : screening variétal

---

- **Mise en œuvre (projet 2011)**
  - Inoculation des collections de ressources génétiques laitue et melon avec les agents pathogènes
  - Tests de réactivité des plantes aux SDP
    - fonction du stade de développement, de l'organe traité ...
    - utilisation de SDP ayant une efficacité moyenne pour voir si on peut avoir une meilleure réactivité (protection) que celle de la variété standard utilisée dans l'action 1
  - Utilisation des bio-marqueurs
- Préparation du matériel végétal pour une étude d'hérédité
- Partenaires impliqués : INRA, Ctifl, CNRS, Vegenov

# Action 4 : intégration des SDP dans les stratégies de protection

---

- **Mise en œuvre**

- Essais de valeur pratique des SDP au champ

- Fréquence de traitement
- Association avec les produits classiques : alternance, association...
- Stade optimum de traitement
- Coût agronomique
- Utilisation de variétés plus ou moins réactives
- ...

- **Partenaires impliqués**

- Ctifl, CEFEL, CEHM, PLNR, SERAIL, CNRS, Vegenov

# Action 5 : intérêt des SDP vis-à-vis des bactérioses

---

- **Objectifs**

- vérifier l'existence de mécanismes de défenses non spécifiques
- mesurer l'efficacité contre un agent pathogène de produits sélectionnés pour un autre usage

- **Mise en œuvre**

- **tests d'efficacité en parcelle des SDP** les plus efficaces vis-à-vis du mildiou de la laitue et de l'oïdium du melon (action 1), vis-à-vis des bactérioses, sur les variétés les plus réactives (action 3)

- **Partenaires impliqués**

- INRA, Ctifl, CEFEL, PLNR, SERAIL, Vegenov, CNRS

# Perspectives du projet

- Premiers résultats intéressants pour certains produits
  - Analyse des bio-marqueurs en cours
- Poursuite des essais : passage en conditions réelles de production

