

Le langage caché des plantes

Rôle des composés organiques volatils de la rhizosphère

Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech

Marie FIERS

Département de phytopathologie

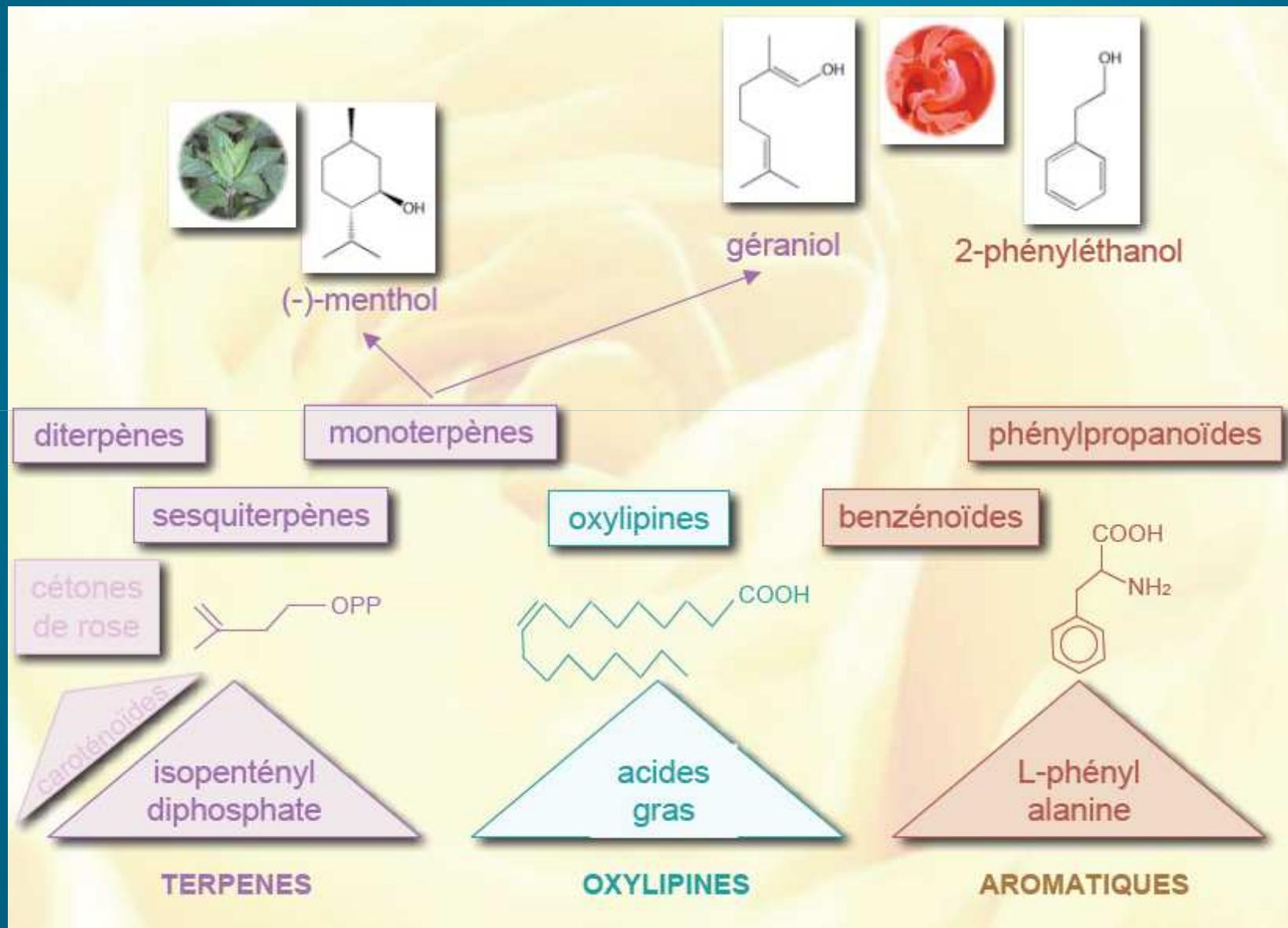
INRA Dijon – 9 novembre 2010

Qu'est-ce qu'un composé organique volatil ?



- Molécules organiques
- Hydrophobes
- Faible poids moléculaire (< 300 Da)
- Haute pression de vapeur ($\geq 0,01 \text{ kPa à } 20^\circ\text{C}$)
 - d'origine anthropique (raffinage, évaporations de solvants organiques, imbrûlés...)
 - d'origine naturelle (émissions par les plantes ou les animaux).

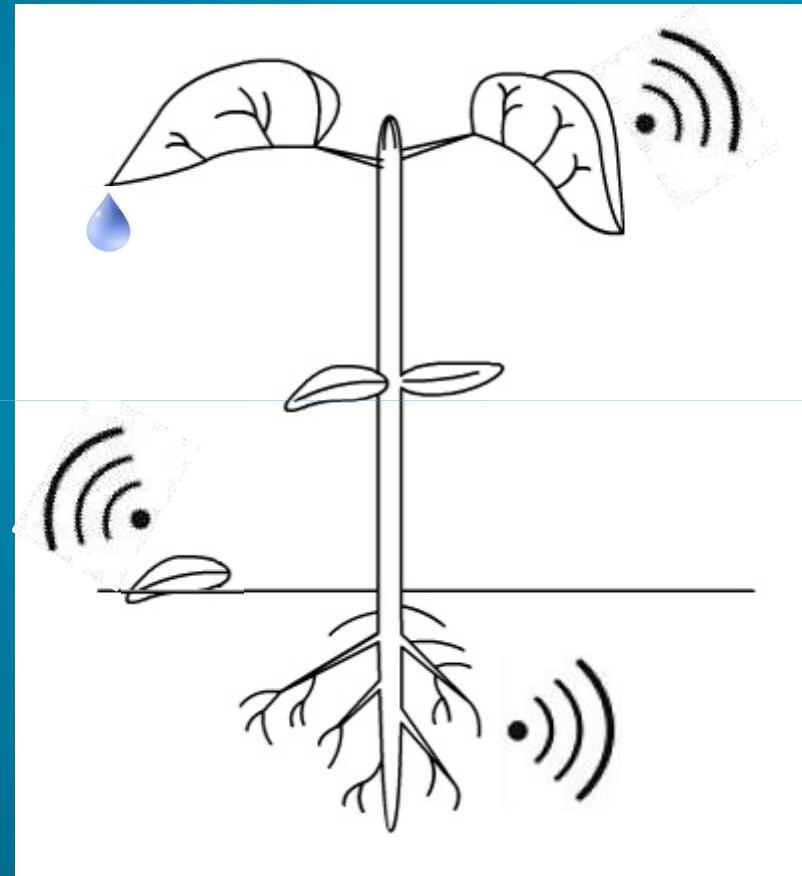
Les COV des plantes



Emissions des COV des plantes

Lessivage des feuilles

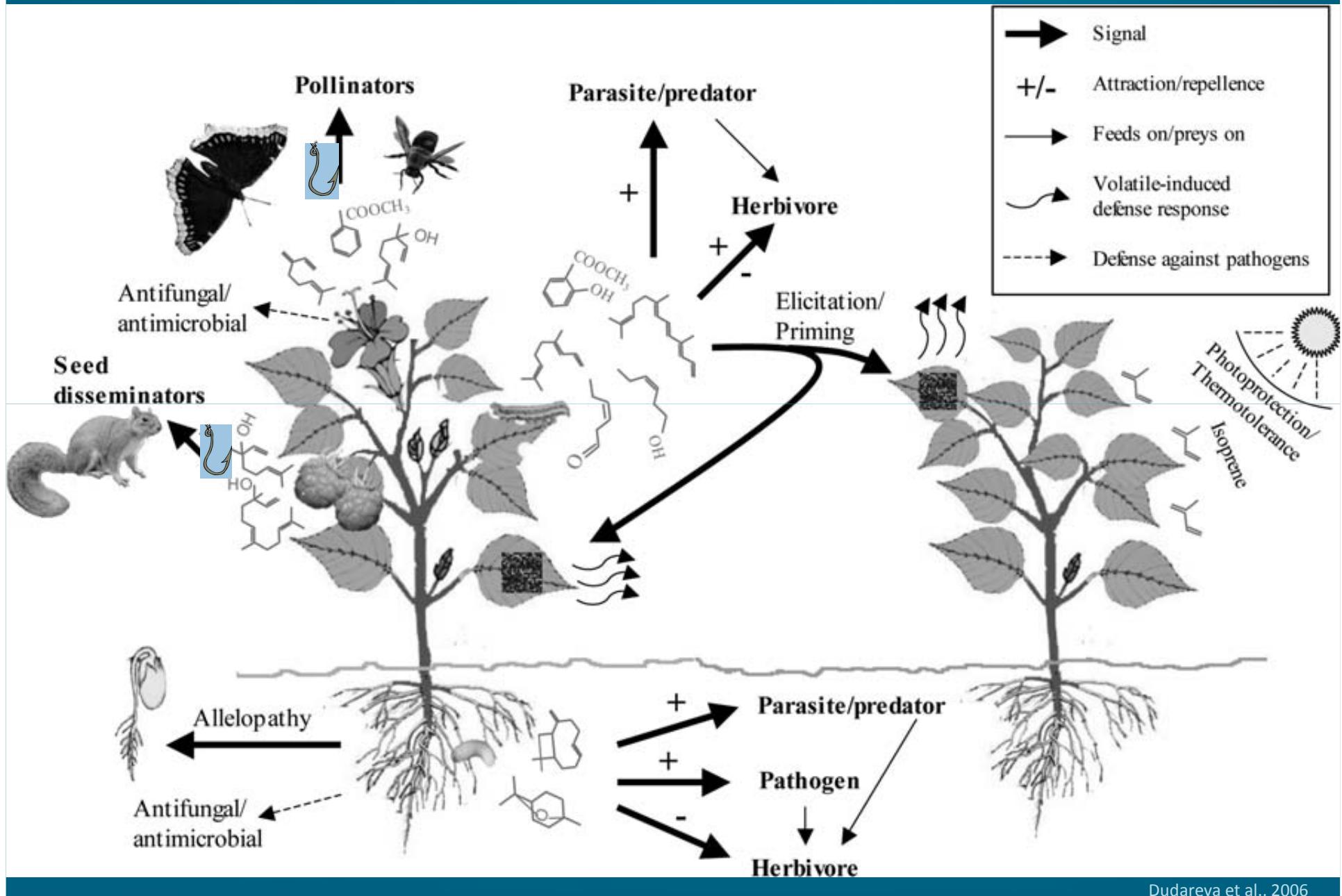
Dégradation de résidus de plantes



Volatilisation

Emission racinaire

Rôle des COV pour la plante



Attraction de polliniseurs et disperseurs de graines

De 20 à 60 composés différents caractéristiques de chaque espèce



Merlin D. Tuttle, Bat Conservation International, 2000.

La chauve-souris, *Artibeus jamaicensis*, mangeuse de fruits et grande disséminatrice de graines

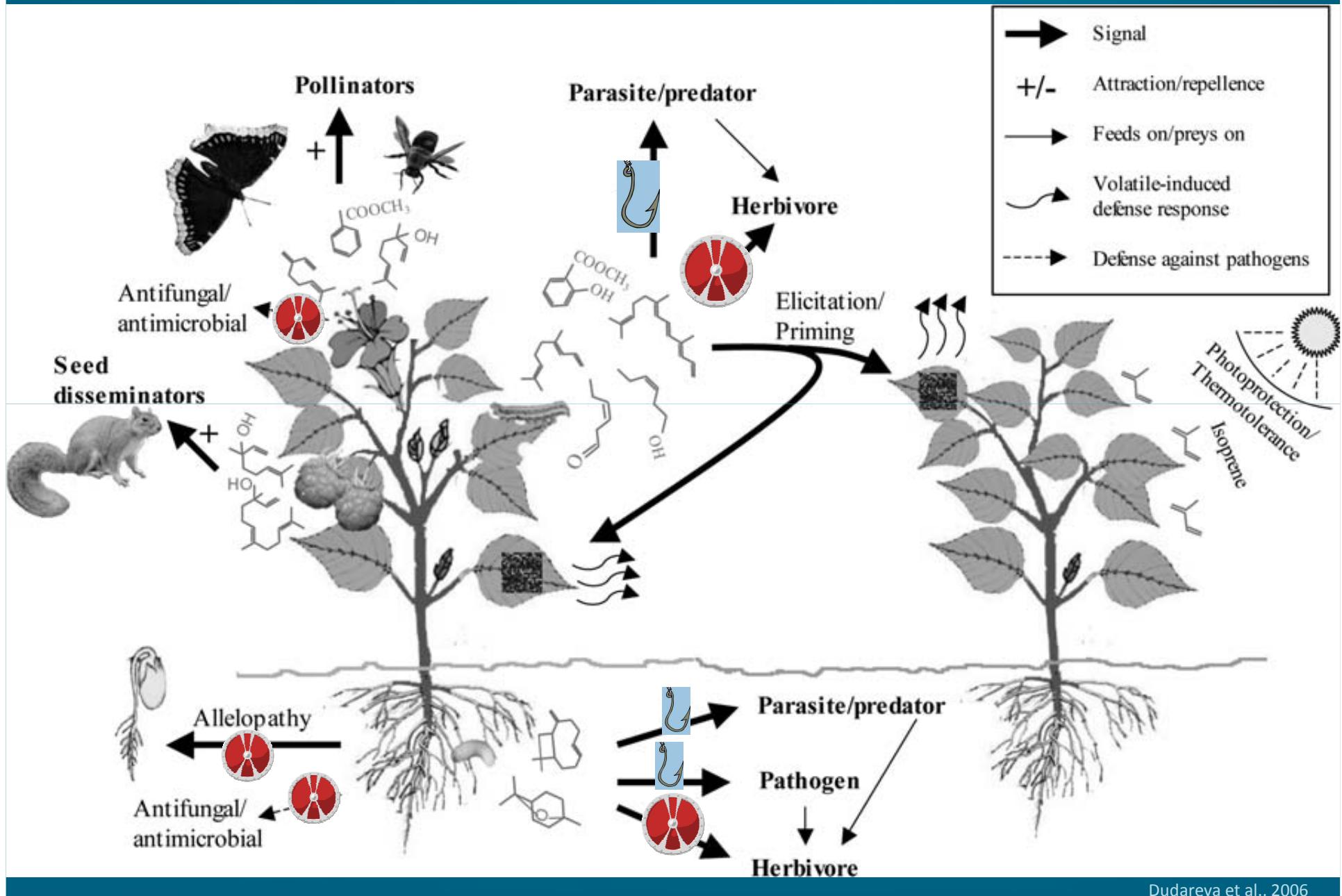


E

L'abeille *Macropis fulvipes* sur Lysimache ponctuée (*Lysimachia punctata*)

Dötterl and Vereeken, 2010

Rôle des COV pour la plante



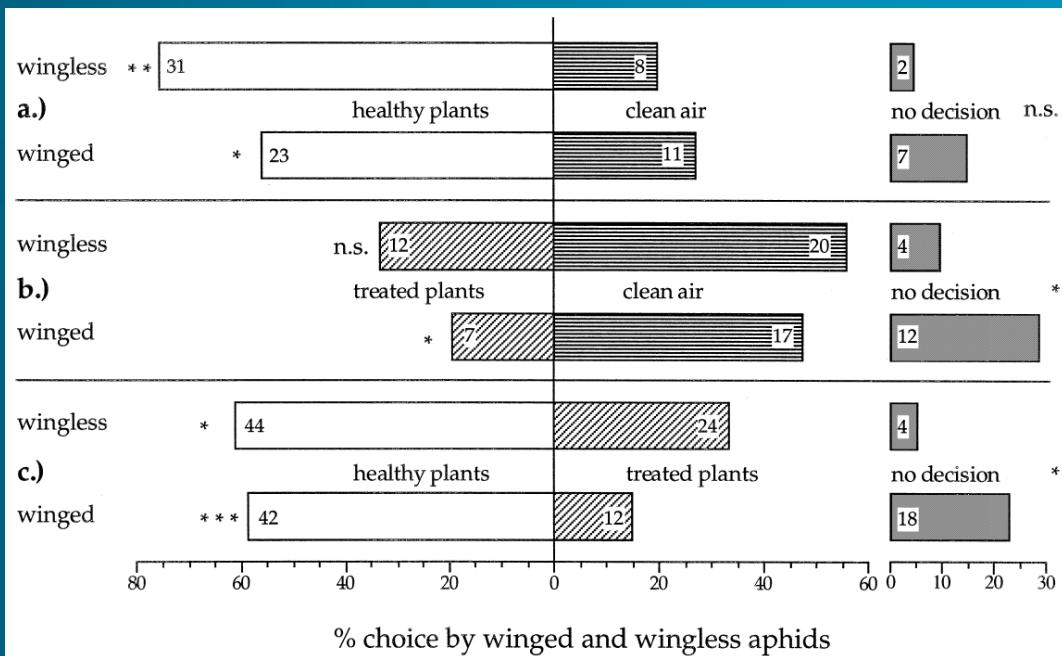
Défense directe



Puceron vert du maïs
(*Rhopalosiphum maidis*)



Maïs (*Zea mays L.*)

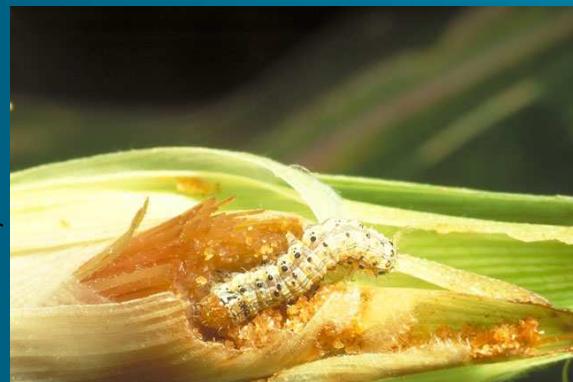


Bernasconi et al., 1998

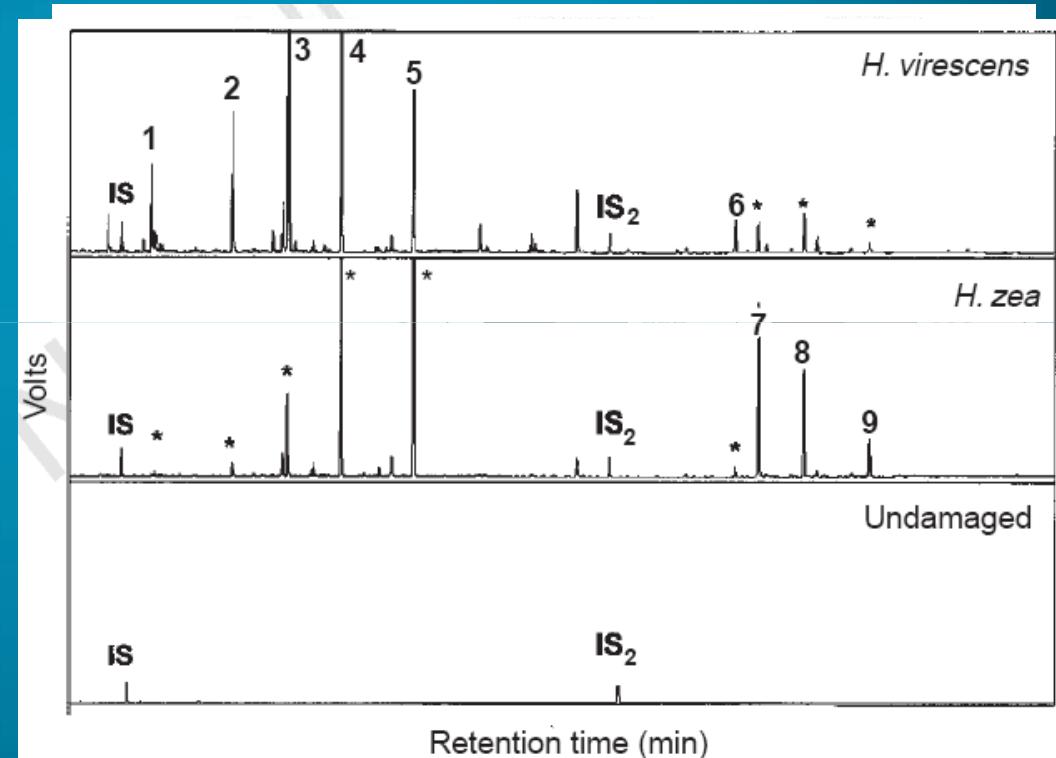
Défense indirecte



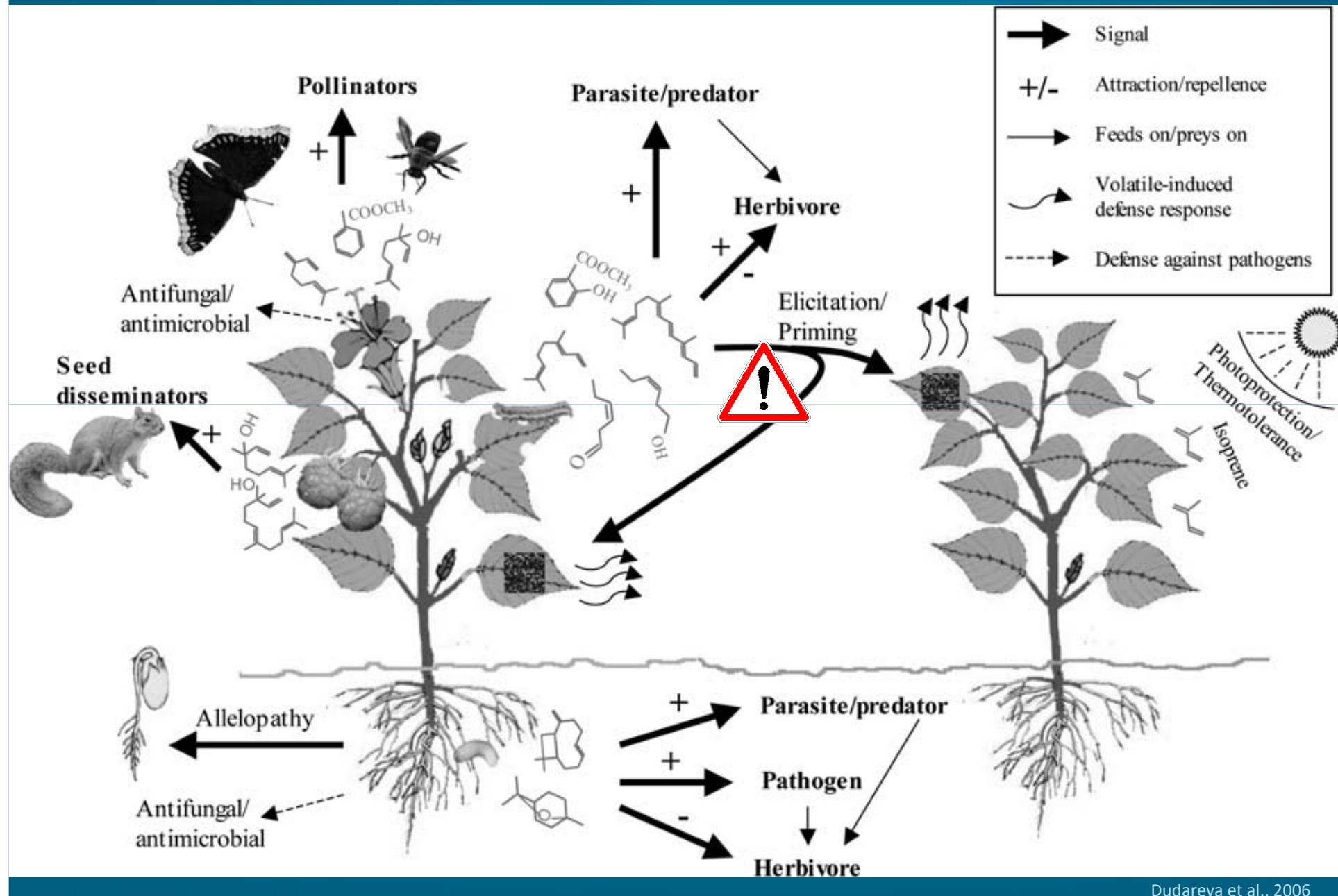
La guêpe *Cardiochiles nigriceps* attaquant son hôte *Heliothis virescens*



Non hôte *Helicoverpa zea*



Rôle des COV pour la plante



Communication entre plantes

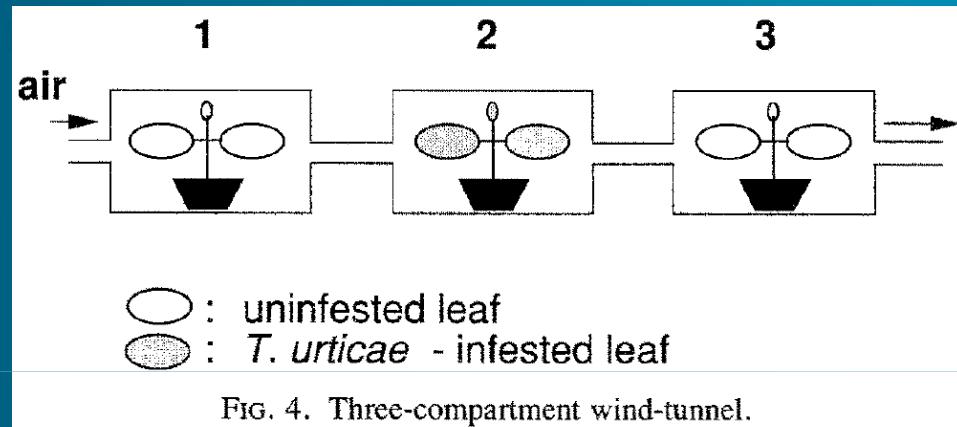
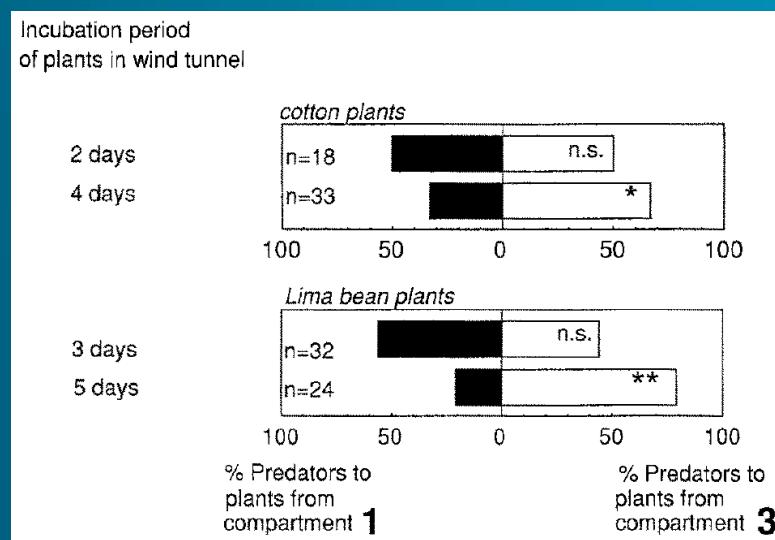


FIG. 4. Three-compartment wind-tunnel.



Choix de *Phytoseiulus persimilis* entre une plante élicitée ou non



<http://mrec.ifas.ufl.edu>

Phytoseiulus persimilis se nourrissant d'une larve de Tétranyque tisserand (*Tetranychus urticae*)

(E)-t3-ocimene
4,8-dimethyl-1(E),7-nonatriene

Dicke et al., 1990

Variations des émissions



- Variations quantitatives et qualitatives des COV émis suivant:
 - L'environnement (sol, humidité, température, luminosité, taux de fertilisation)
 - l'état physiologique de la plante
 - l'espèce / variété / individu émetteur
 - l'espèce prédatrice
 - le type de dégâts (alimentation ou oviposition)
 - le moment du cycle circadien (adaptation aux rythme des prédateurs)

Les COV racinaires

- 5 à 20 % du carbone assimilé par la photosynthèse rejeté sous forme d'exsudats et COV.
- Diversités chimique et structurelle similaires aux COV aériens.
- Dans la rhizosphère, les communications sont limitées à l'environnement immédiat et sont restreintes par la mobilité des organismes dans le sol et la relativement faible capacités des COV à diffuser dans le sol.

RHIZOVOL

Thème de recherche

Les composés volatils de la rhizosphère de l'orge et leurs rôles dans les interactions biotiques avec des organismes bénéfiques, phytopathogènes et ravageurs.

Un projet pluridisciplinaire



1. Biologie végétale:

- 3 titulaires (M-L. Fauconnier, P. Delaplace, P. du Jardin)
- 1 post-doctorante (A. Gfeller)

2. Phytopathologie

- 1 titulaire (P. Lepoivre)
- 1 post-doctorante (M. Fiers)

3. Entomologie fonctionnelle et évolutive

- 2 titulaires (F. Verheggen, E. Haubrige)
- 1 doctorante (F. Barsics)

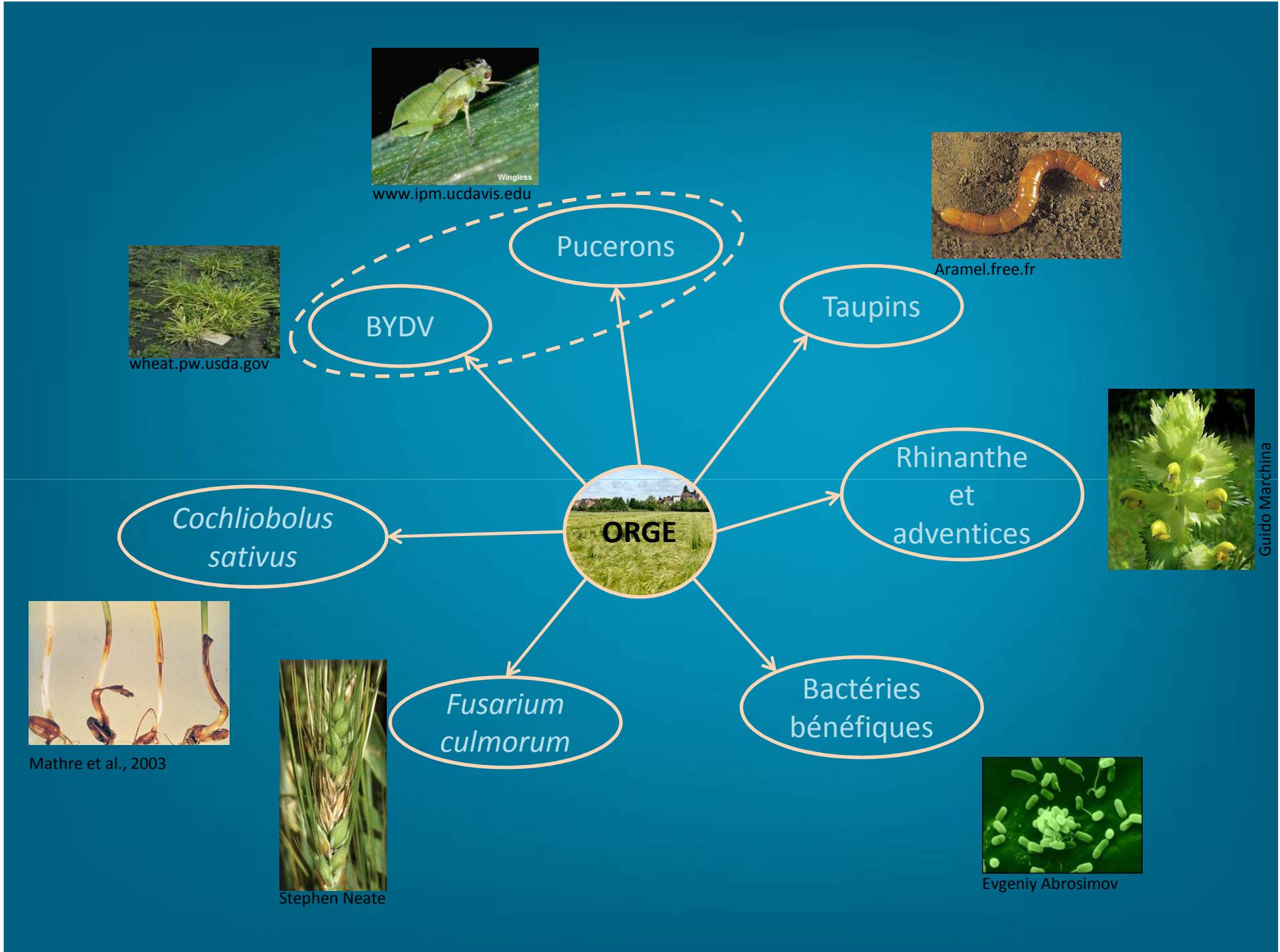
4. Chimie analytique – Chimie générale et organique

- 2 titulaires (G. Lognay, J-P. Wathélet)
- 1 doctorant et 1 post-doctorant (N. de la Vallée Poussin, D. Kati)

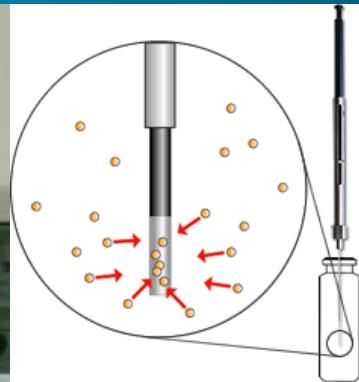
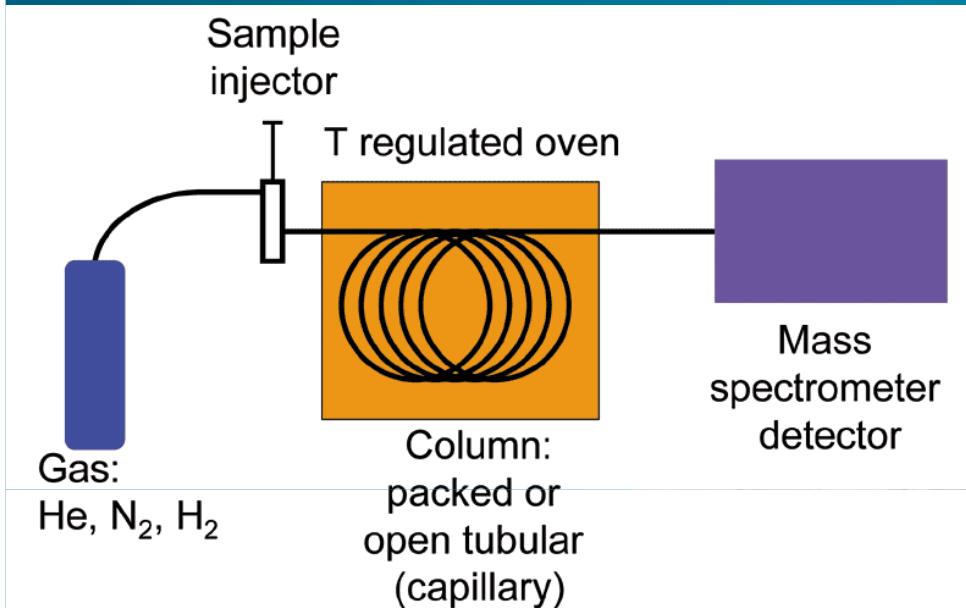
5. Mécanique et construction

- 2 titulaires (D. Ooms, M-F. Destain)
- 1 doctorante (L. Hirtt)

→ Un technicien (Marc Camerman)



Méthodes d'étude des COV

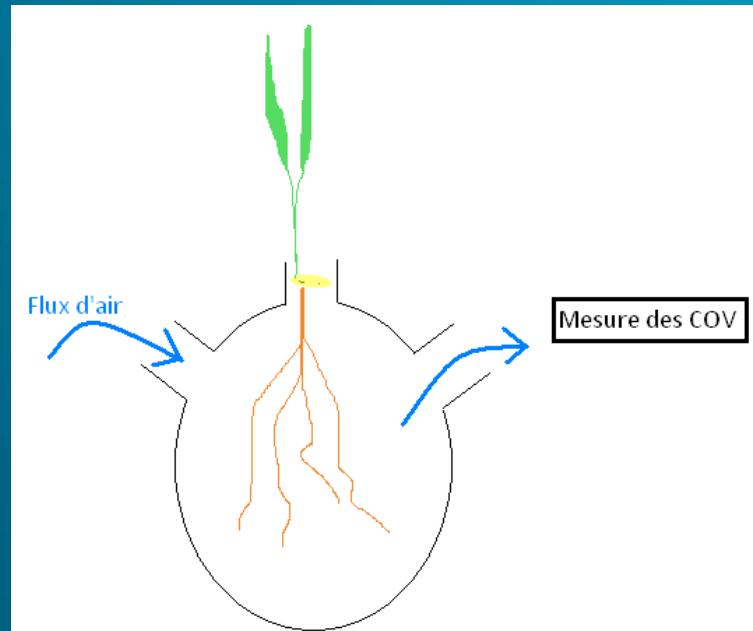


Fiole SPME



Méthodes d'étude des COV

- Mise au point des méthodes
 - En fioles (racines uniquement, par SPME – semi quantitatif)
 - En réacteur (plante entière, par SPME ou en dynamique piégeage sur résine, thermodésorption ou désorption par solvant suivant le type de résine)
- Identification des composés volatils émis par les racines d'orge à différents stades de développement



Allélopathie

- ## • Orge/orge:



Allélopathie

- Rhinanthe / orge

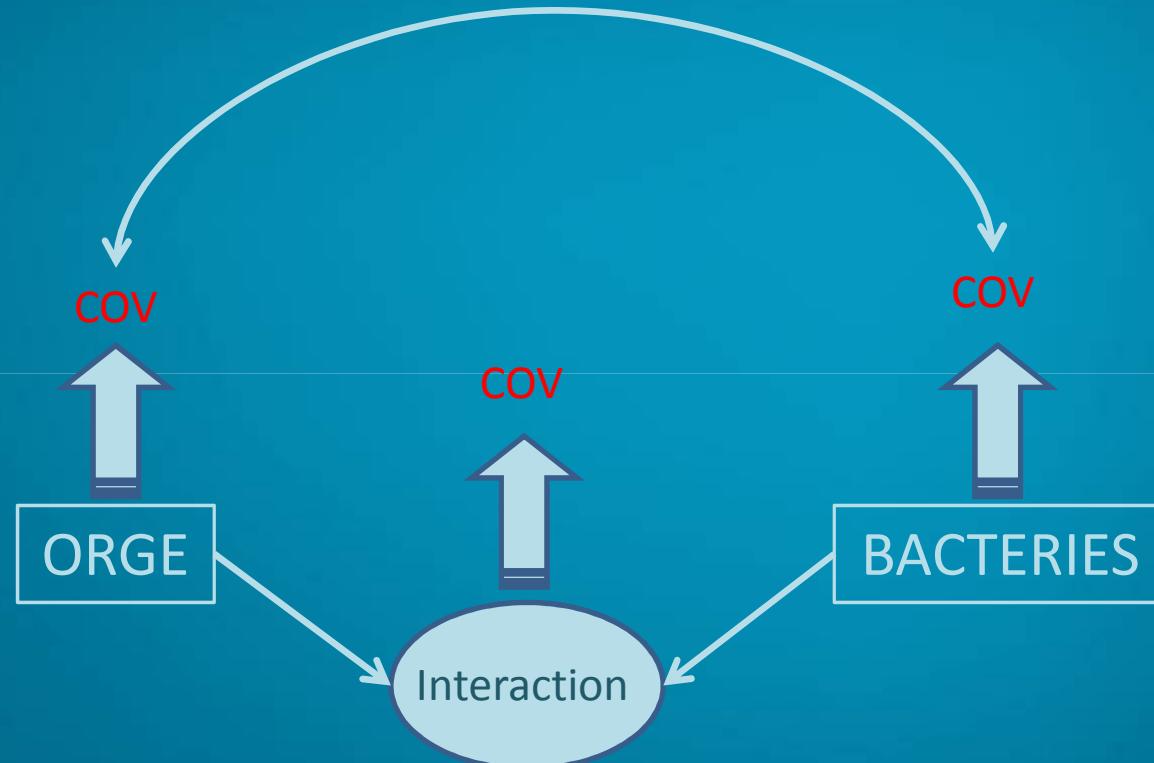


A. Gfeller

- Adventices / orge



Bactéries promotrices de croissance des plantes



- Test des effets promoteurs de croissance des 19 souches de bactéries sur l'orge
- Mesure des effets des COV émis par les racines d'orge sur la croissance et le métabolisme bactériens.

Biologie végétale

Effets promoteurs de croissance de bactéries sur l'orge et les plantes modèles

Bacillus subtilis
GB03



Bacillus amyloliquefaciens
In937a



20 μ l 10^9 CFU ml $^{-1}$: 240h (10 days)



Milieu

E. coli
DH5 α



Mesures semi-quantitatives de volatils bactériens par SPME.

P. Delaplace

Interaction orge / agents pathogènes

- *Fusarium culmorum*: pourriture du collet et fusariose de l'épi



© State Government of Victoria 1996 - 2010



Stephen Neate

- *Cochliobolus sativus* (anamophage *Bipolaris sorokiniana*): pourriture sèche, taches helminthosporiennes



Mathre et al., 2003

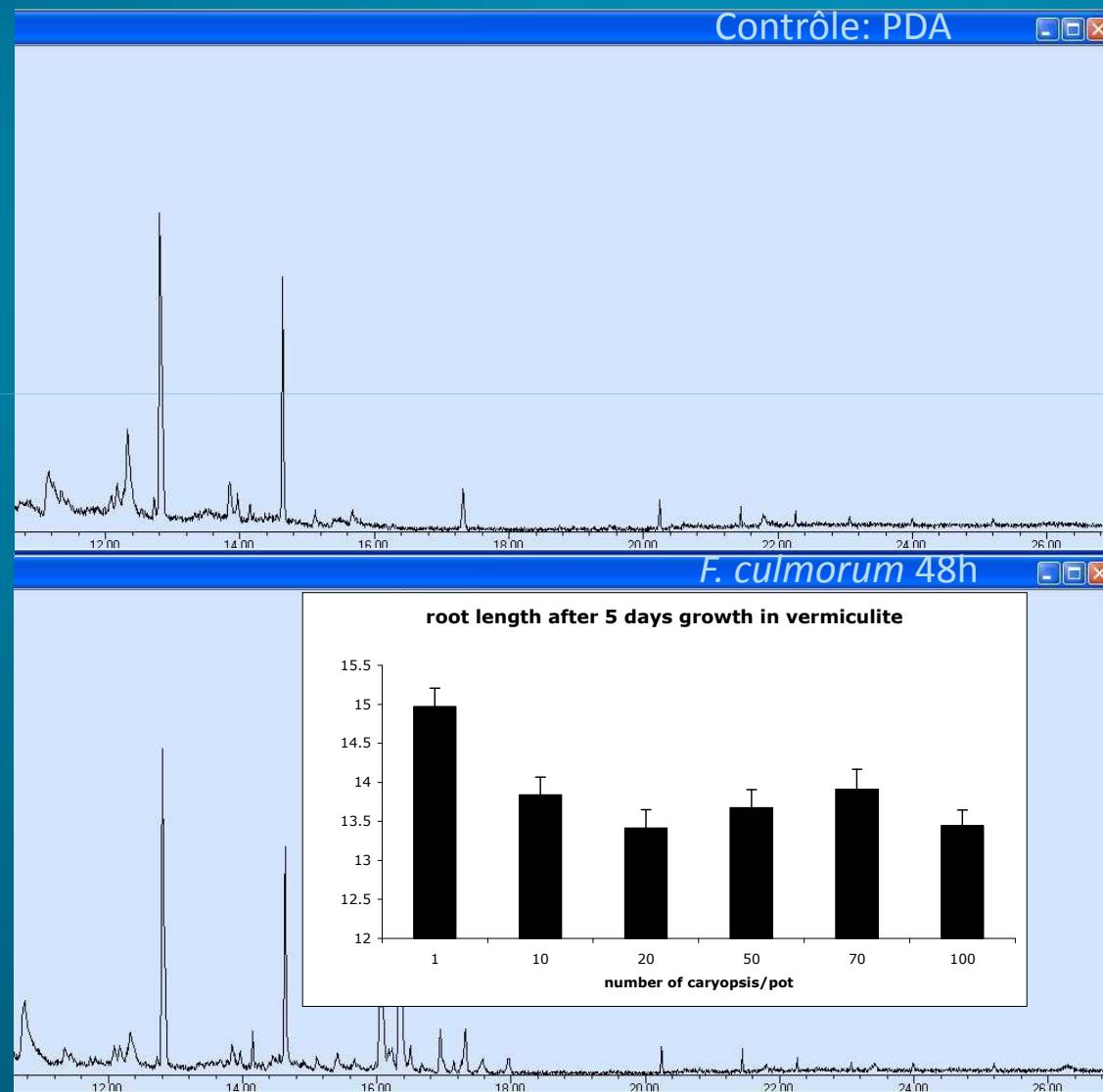
- Virus de la jaunisse nanisante de l'orge BYDV



GNIS

M. Fiers

COV champignons



Interaction orge / agents pathogènes

- Mesures COV
 - Souche fongique seule
 - Orge seule
 - Orge infectée par un champignon
 - Orge virosée par BYDV



- Mesure SPME:
 - Test de plusieurs types de fibre (triple phase, PDMS, PDMS – Carboxen, polyacrylate)
 - Temps d'exposition à la fibre (10, 20, 30, 60 min)
 - Temps de culture champignons (2, 7, 15, 21 jours)

Interactions orge / ravageurs

- Larve de taupins: *Agriotes sordidus* & Co.

- Cycle court (2 + 1 ans)
 - Grande polyphagie

- Chimiotactisme

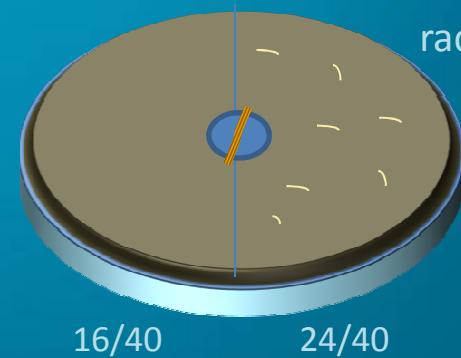
- ✓ Préférence, différence d'appétence
 - ✓ CO_2
 - ✓ Hasard

- Comportement

- ✓ Agrégatif
 - ✓ Cannibalisme



Terreau seul



- Pucerons vecteurs de la jaunisse nanisante
(*Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi*)

F. Barsics

Modélisation de la production de COV par la plante en réponse à un stimuli

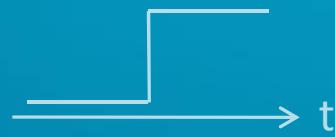
Système :



Types d'entrées:



impulsion



échelon



quelconque

Exemple d'entrée: blessure (impulsion),
apport rapide d'insectes, stress osmotique (échelon),
apport de champignons (quelconque),

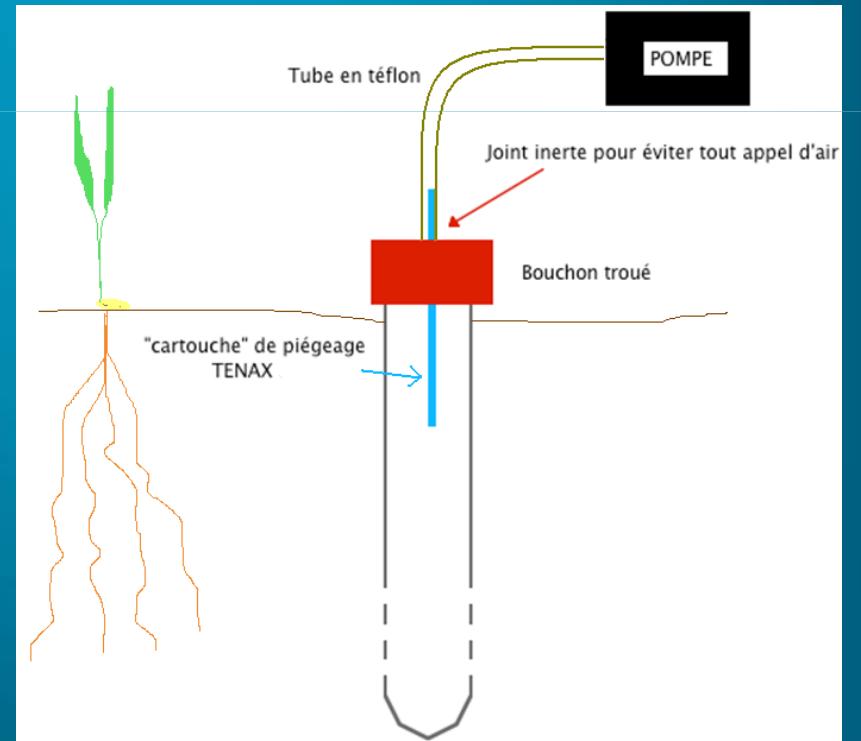
Sortie attendue:



Modélisation

- dans le **temps** et dans l'**espace** → système passif
- uniquement dans le **temps** → système actif (pompe)

100 caryopses en pot de vermiculite



— Interactions bitrophiques

— Interactions tritrophiques



Pucerons

BYDV

Taupins

*Cochliobolus
sativus*

Rhinanthe
et
adventices



Mathre et al., 2003



*Fusarium
culmorum*

Bactéries
bénéfiques



Mais finalement, les COV, à quoi ça sert?

- Santé des plantes
- Bioremédiation
- Résistance des sols



MERCI