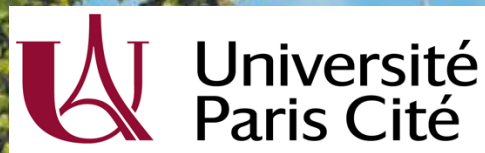


5 novembre 2024



# Les phénomènes invisibles des plantes, de la cellule à l'écosystème

Delphine Bonnin et Lucia Sylvain Bonfanti

**ACTIVITÉS & SPECTACLES**

ATELIERS, STAGES & CLUBS

WORKSHOPS - Ville d'avenir : Les invisibles dans les jardins

Du lundi 4 au samedi 9 novembre 2024

# INTRODUCTION

Que voit-on des jardins les yeux ouverts ?



# PARTIE 1

Le vert des jardins : parlons plantes

## A. Qu'est-ce qu'une plante ?

ÊTRE VIVANT



PARTIE  
AERIENNE VERTE



# PARTIE 1

Le vert des jardins : parlons plantes

## A. Qu'est-ce qu'une plante ?



ÊTRE VIVANT



PARTIE  
AERIENNE VERTE

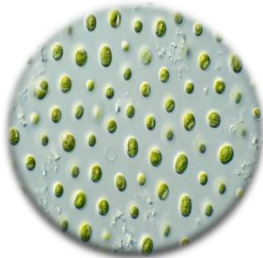
RACINES

ORGANISME  
PLANTE

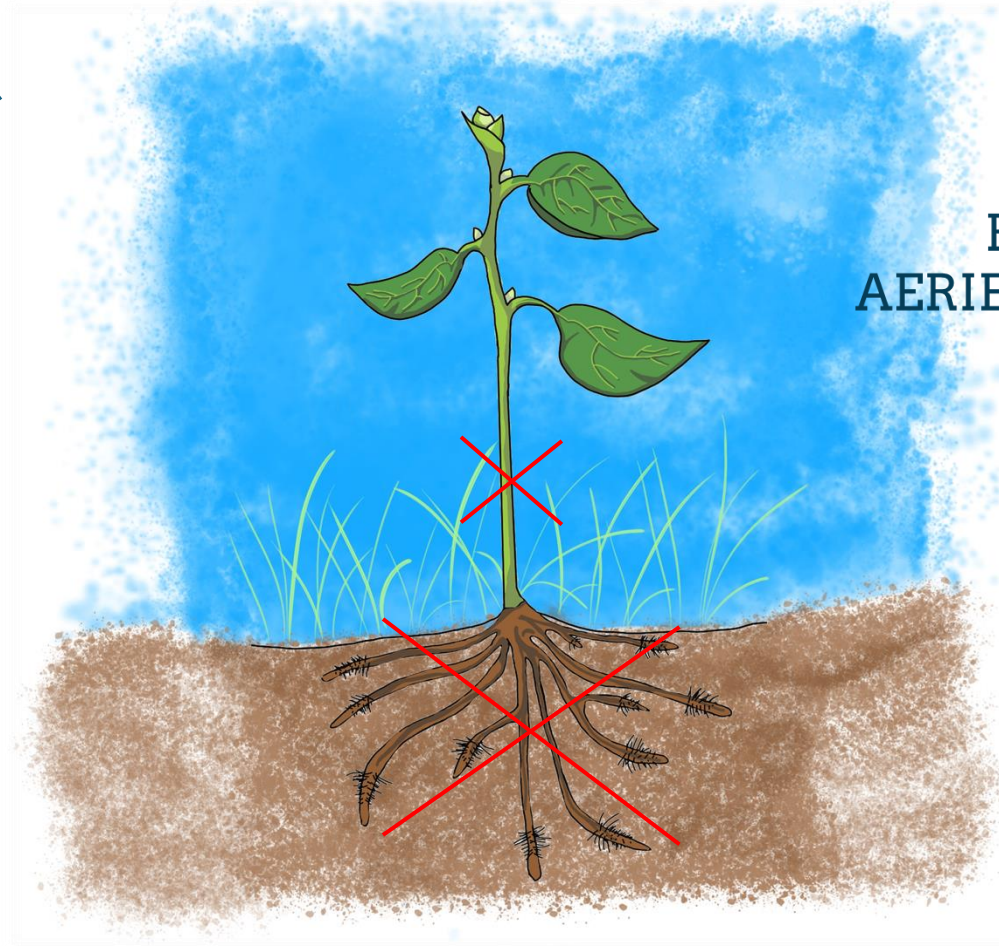
# PARTIE 1

Le vert des jardins : parlons plantes

## A. Qu'est-ce qu'une plante ?



ÊTRE VIVANT



PARTIE  
AERIENNE VERTE

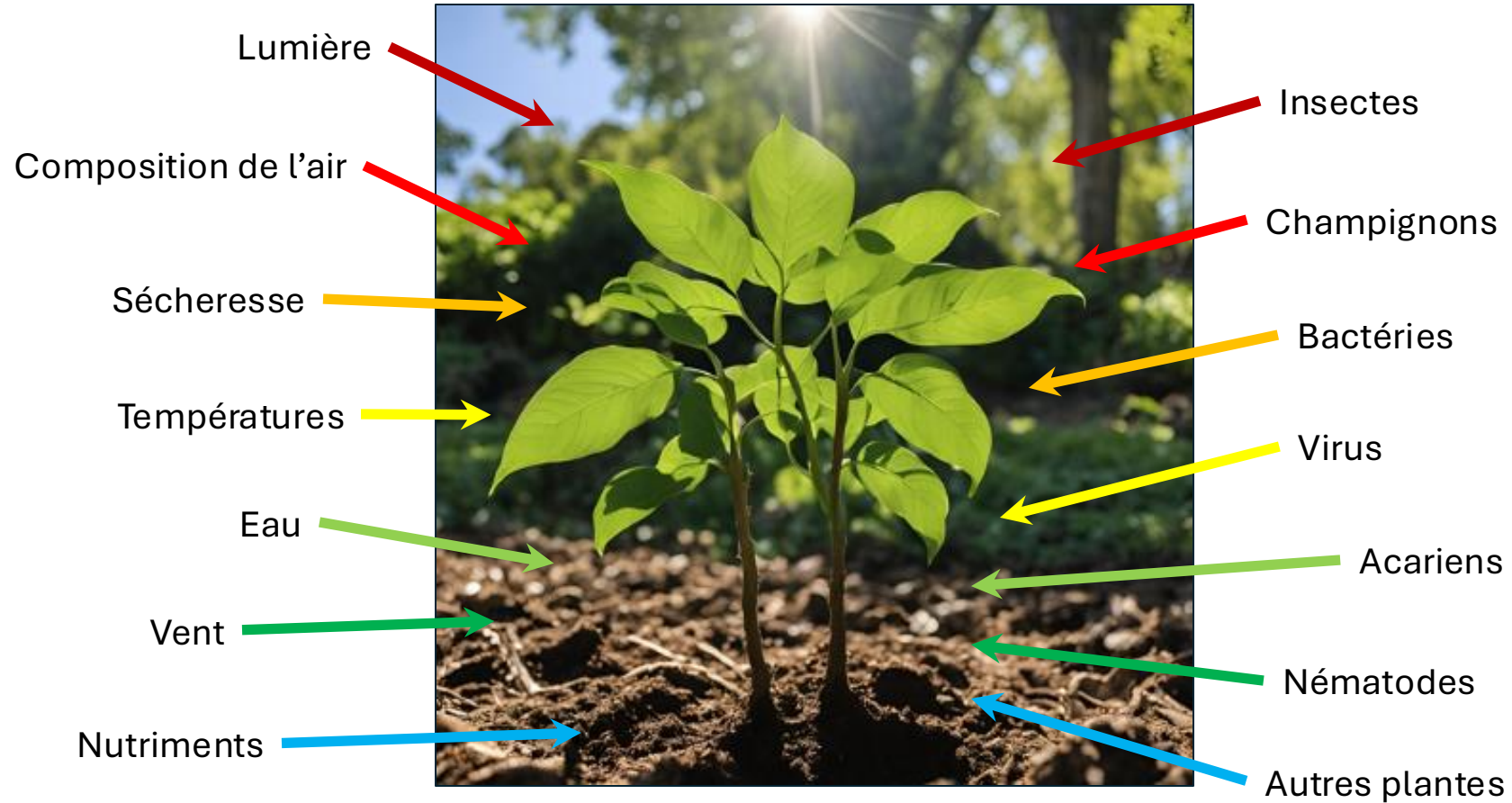
ORGANISME  
PLANTE

# PARTIE 1

## Le vert des jardins : parlons plantes

### B. La vie fixée

... nécessite un système de perception ultra performant

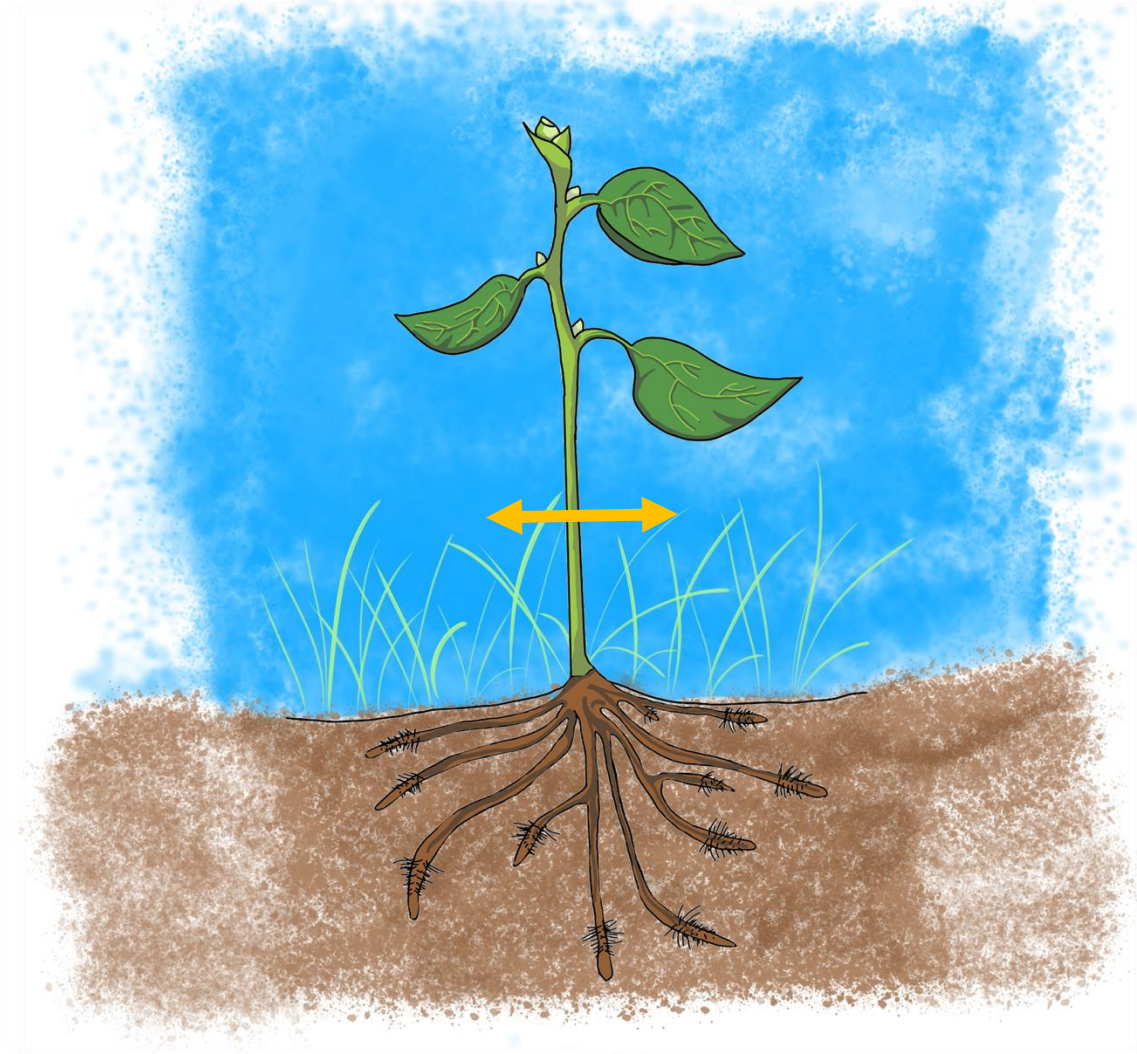


# PARTIE 2

Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés



## A. L'invisible dans la plante

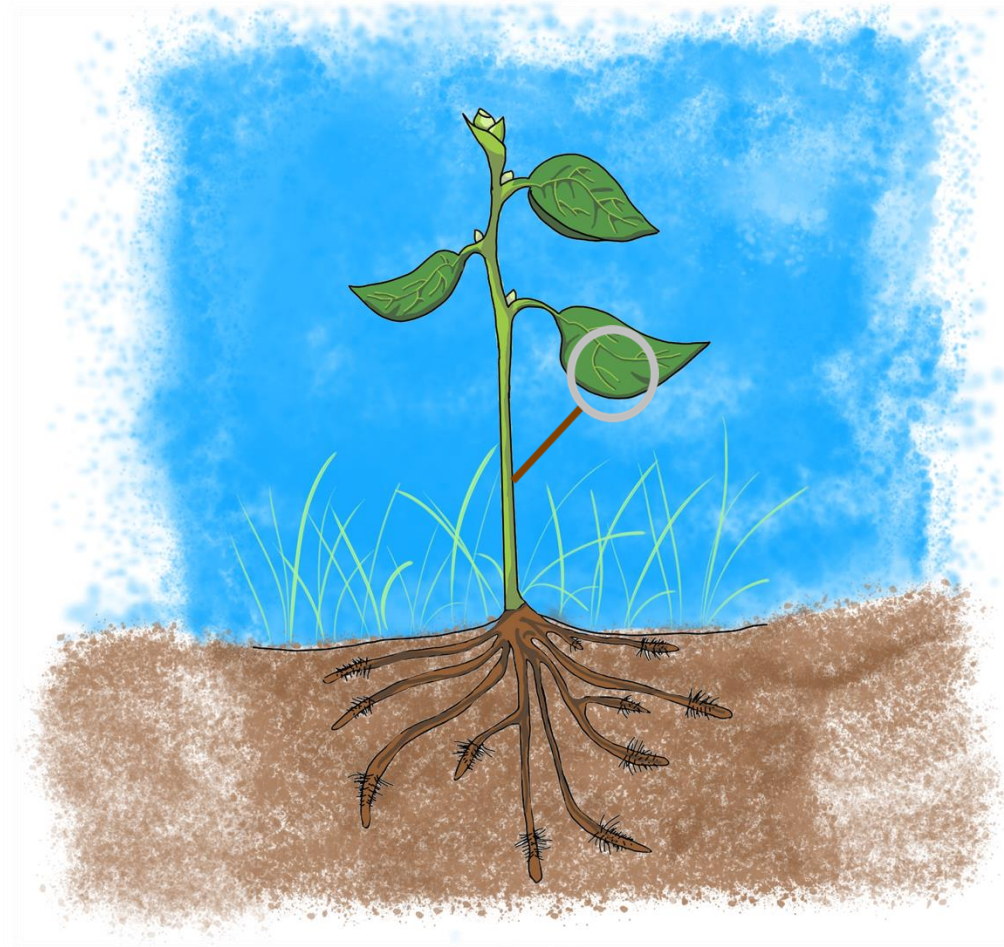
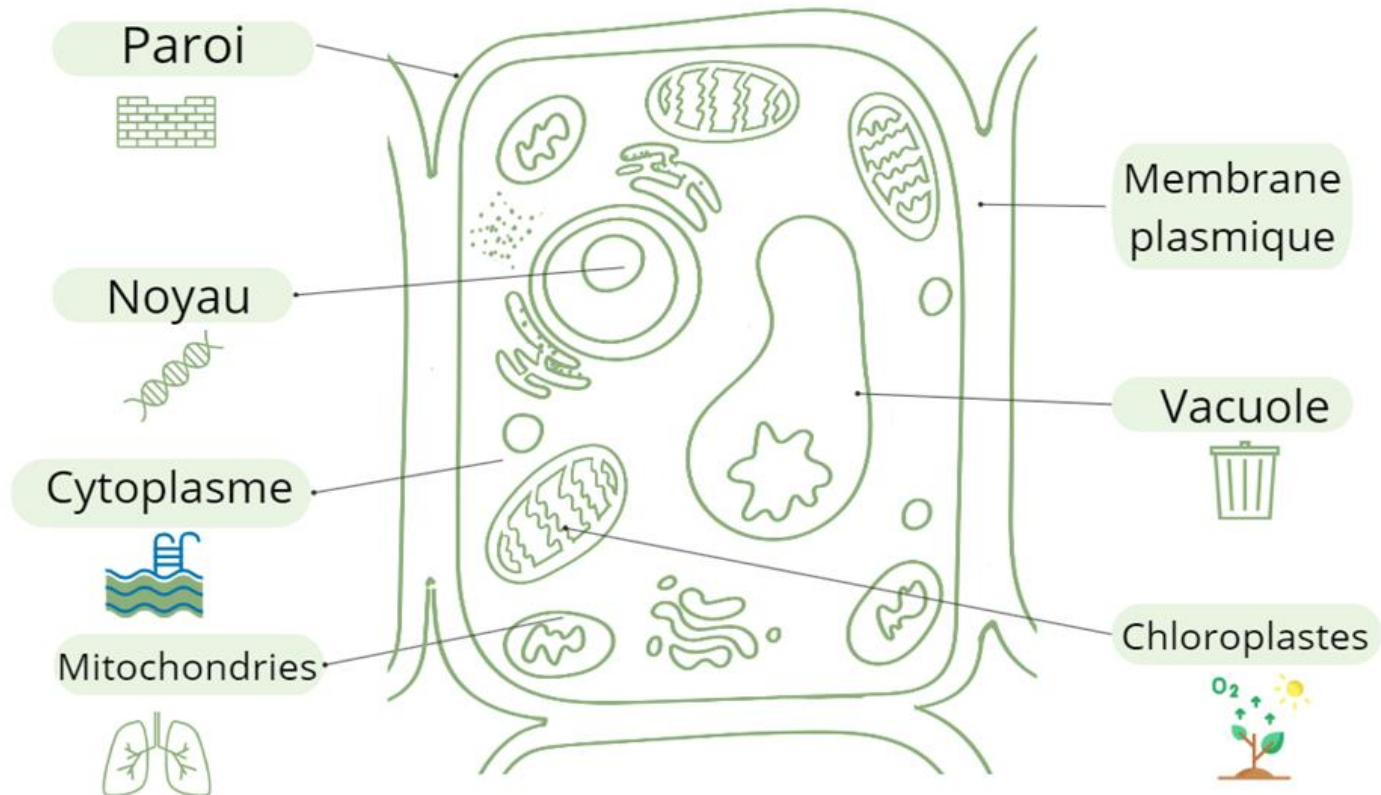


# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### A. L'invisible dans la plante

### Le fonctionnement cellulaire

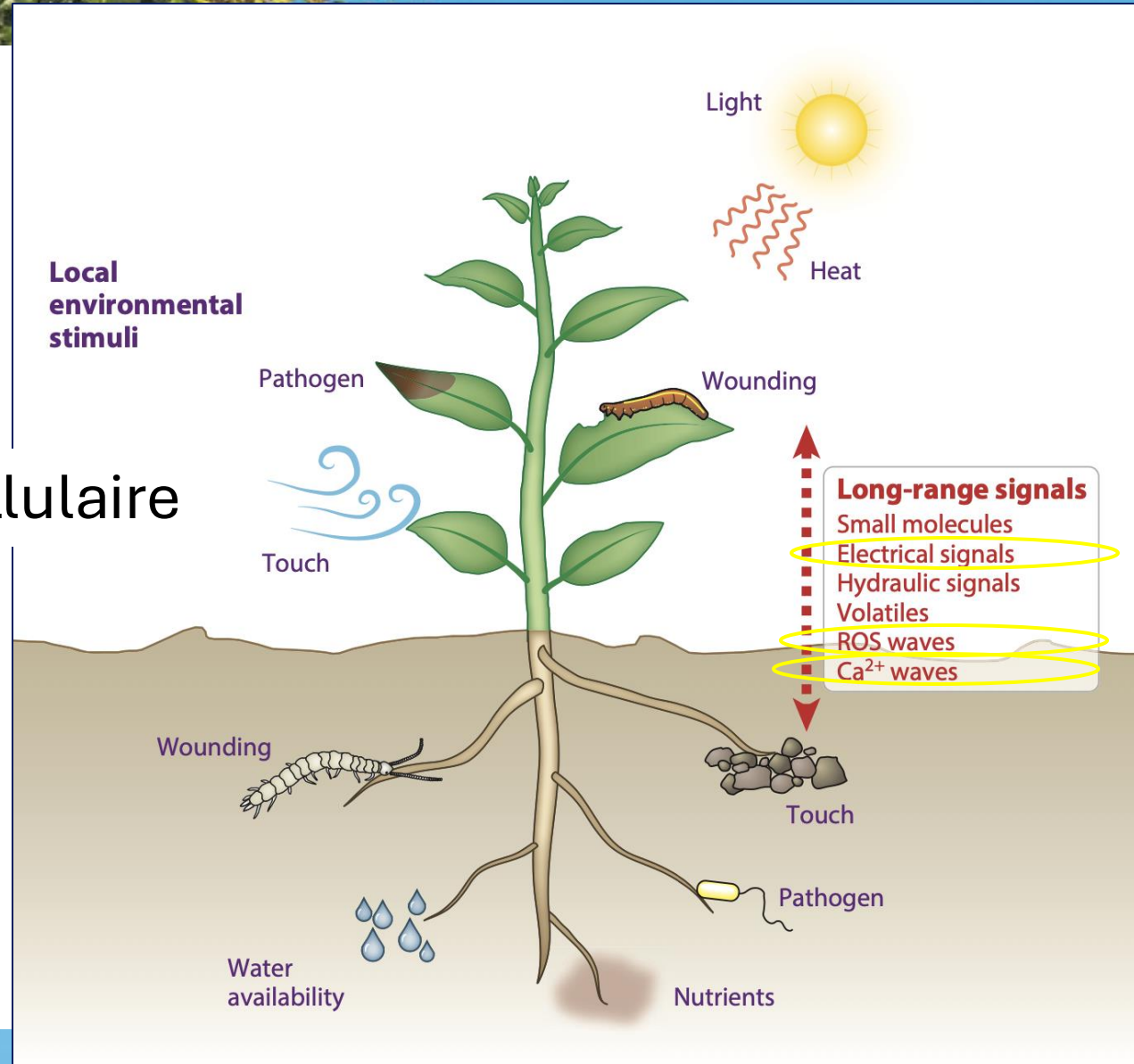


# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### A. L'invisible dans la plante

## La communication cellulaire



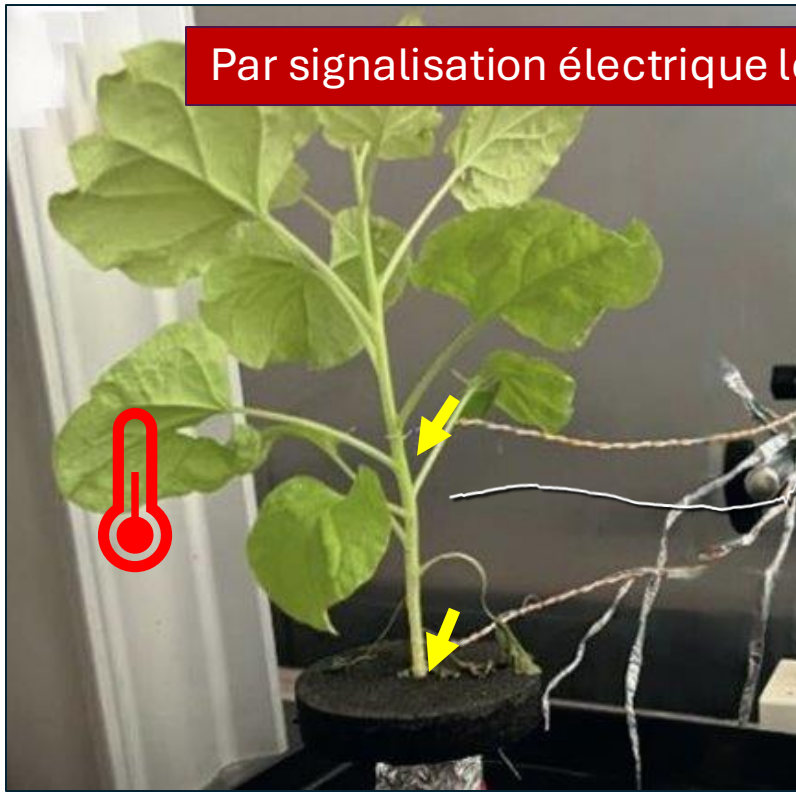
# PARTIE 2

Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés

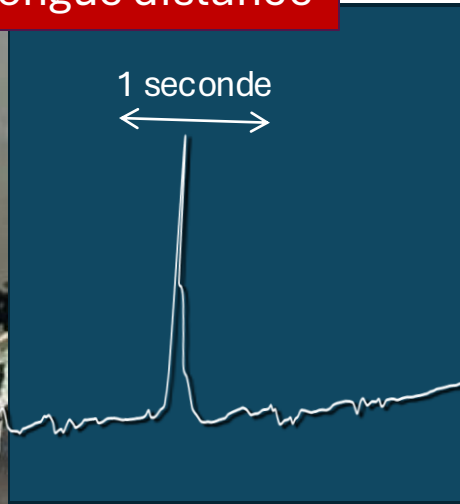
## A. L'invisible dans la plante

### La communication cellulaire

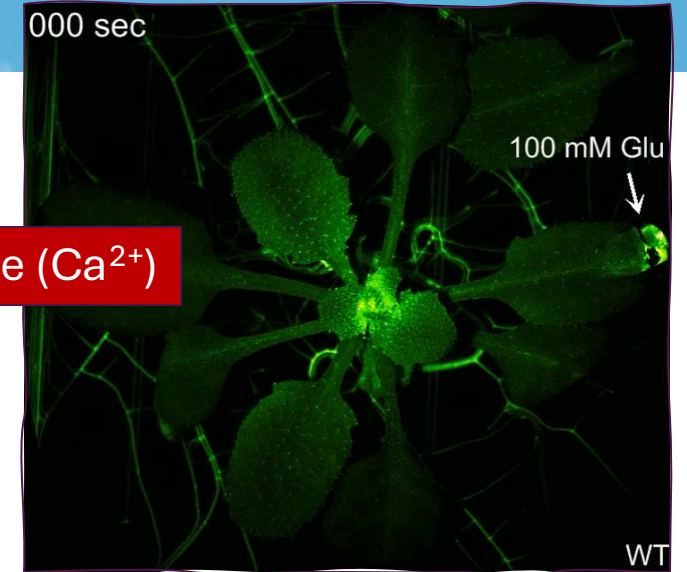
Par signalisation électrique longue distance



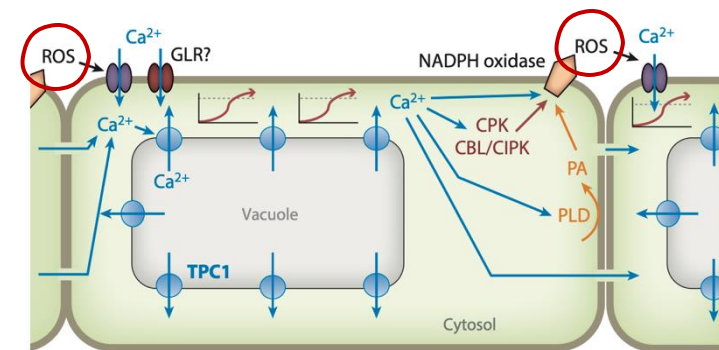
1 seconde



Avec la signalisation calcique ( $\text{Ca}^{2+}$ )



Avec les espèces réactives de l'oxygène (ROS)

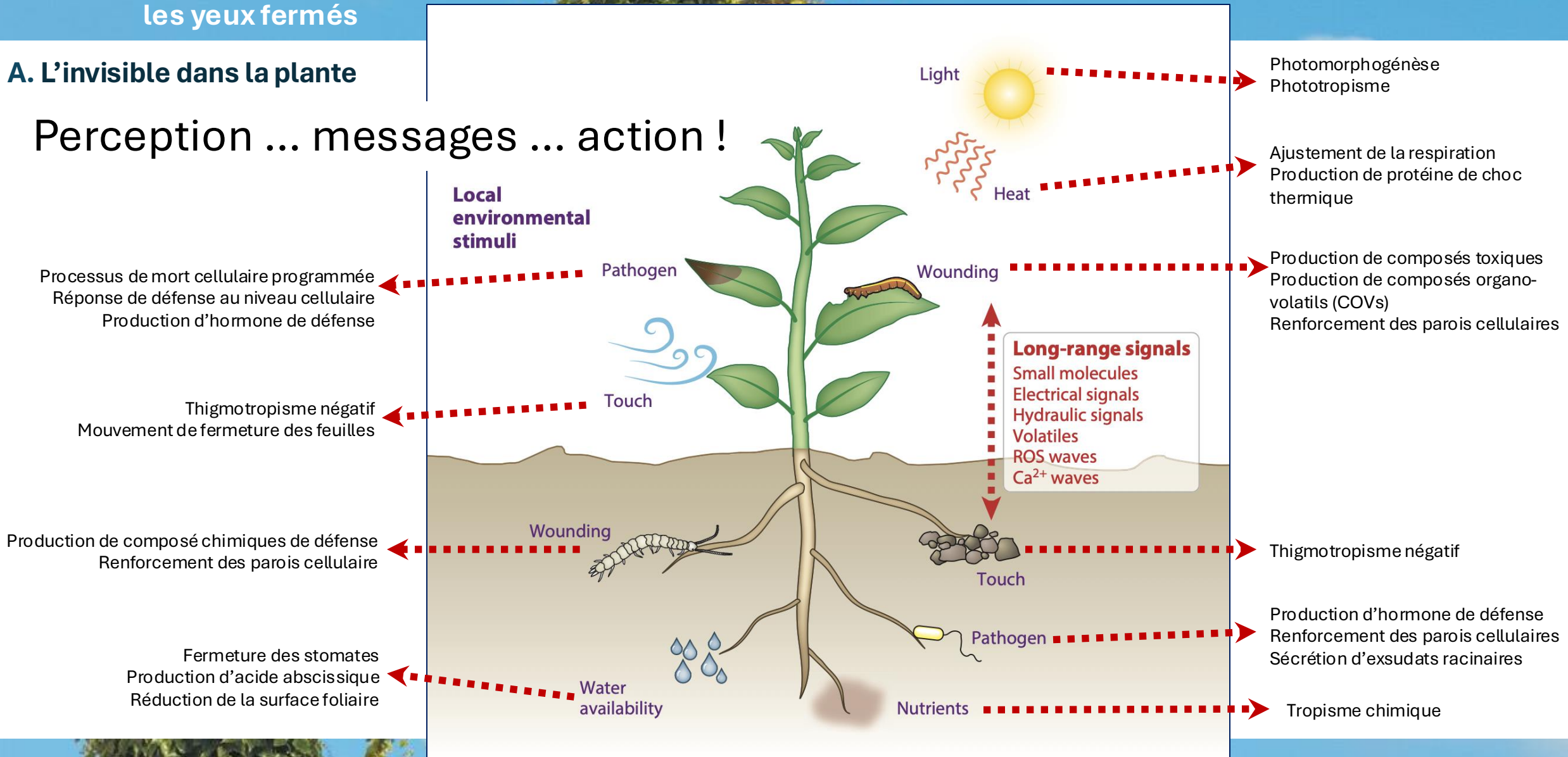


# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### A. L'invisible dans la plante

## Perception ... messages ... action !



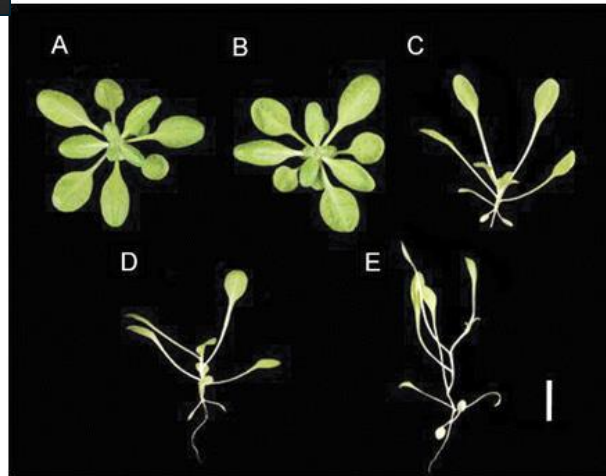
# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### B. Les végétaux, des êtres sensibles



À la lumière



**Fig. 2.** WT (A), *phyA* (B), *phyB* (C), *phyABE* (D), and *phyABDE* (E) plants grown in 8 h photoperiods of white light at  $120 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Scale bar represents 10 mm.

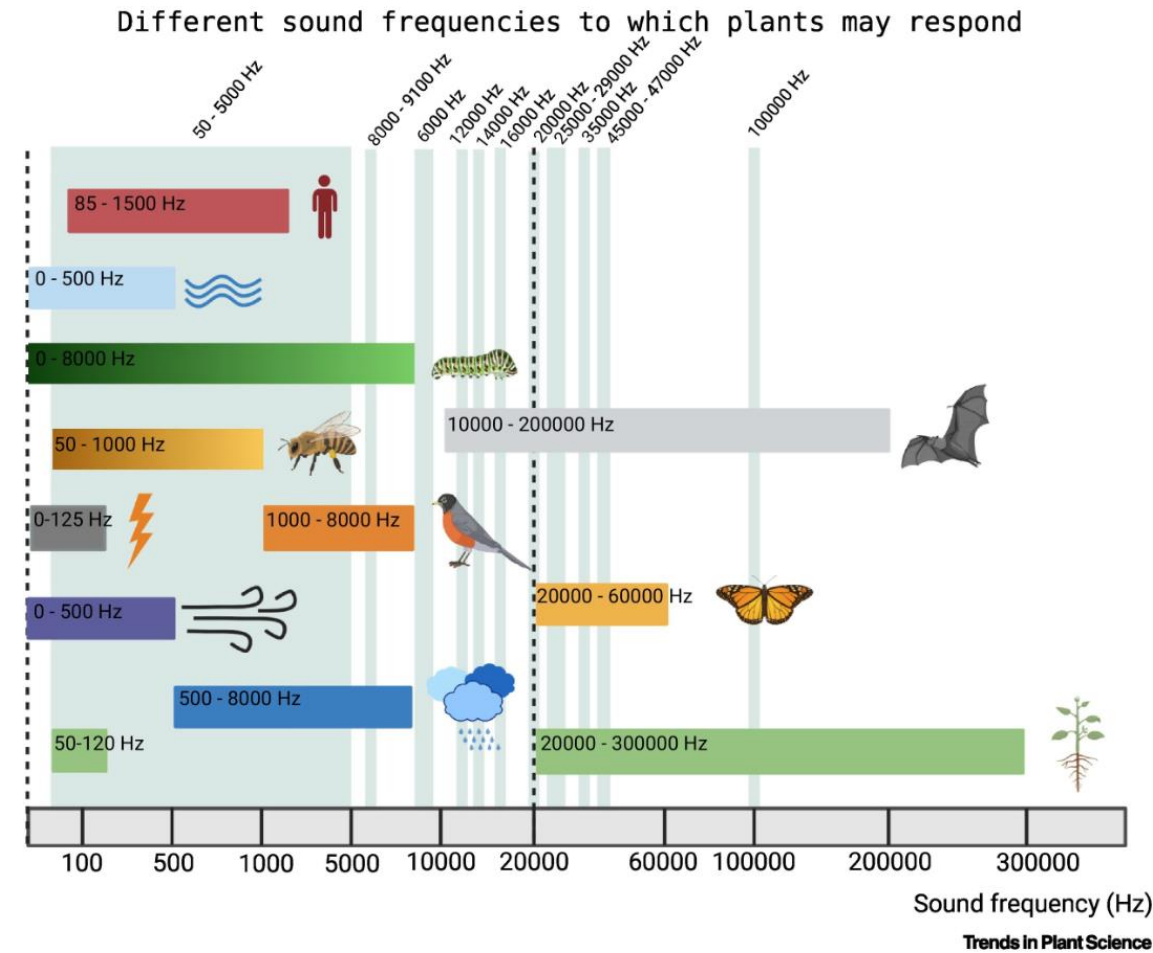
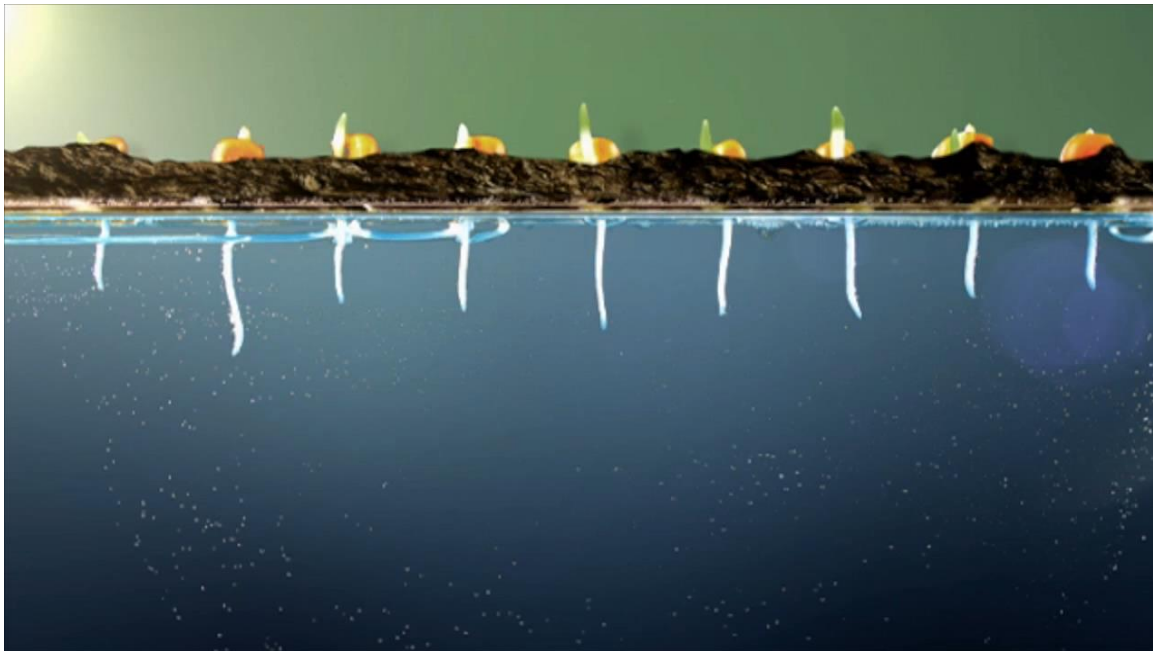


# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### B. Les végétaux, des êtres sensibles

#### Au son



# PARTIE 2

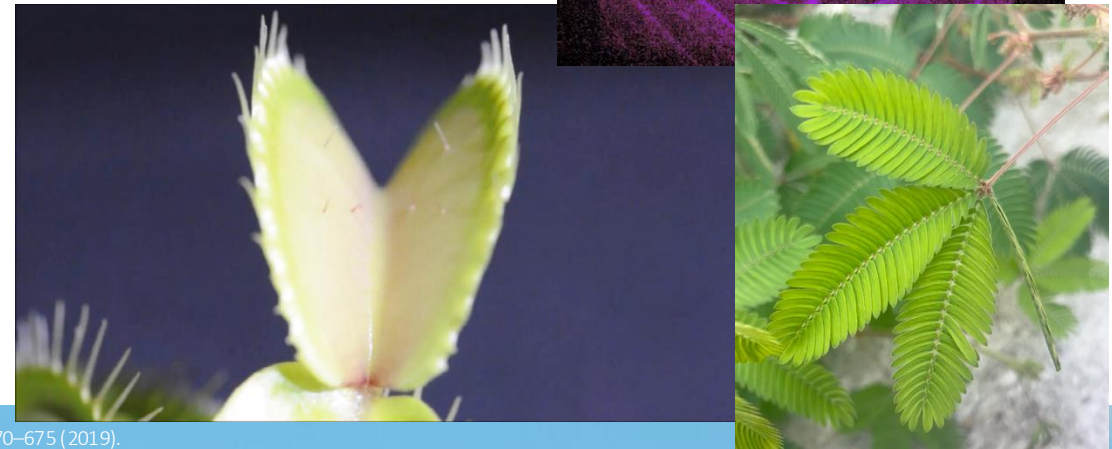
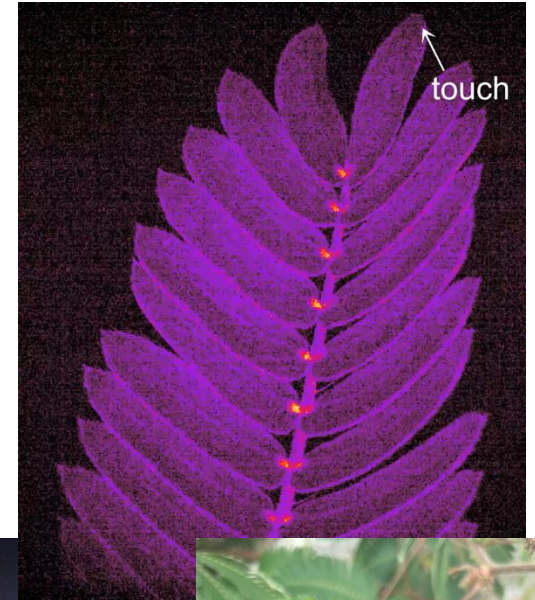
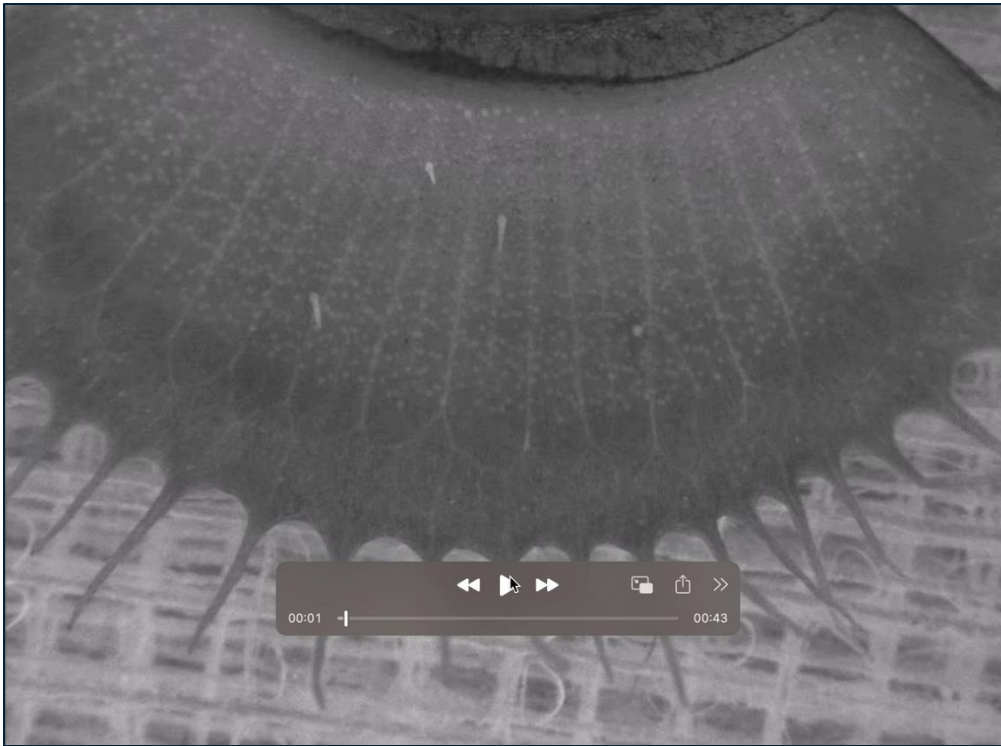
## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### B. Les végétaux, des êtres sensibles

#### Au toucher

Une réaction visible à notre œil  
chez les plantes à mouvements rapides

Une réaction chez toutes les plantes

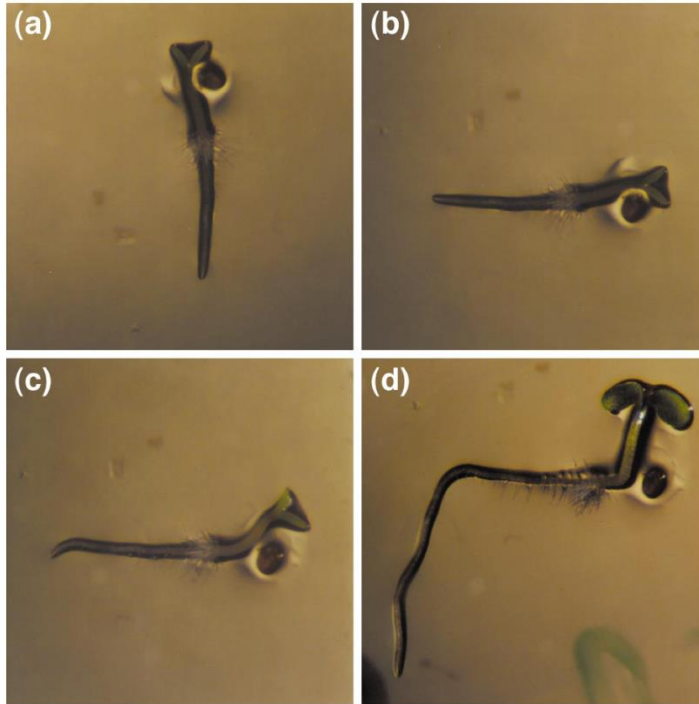


# PARTIE 2

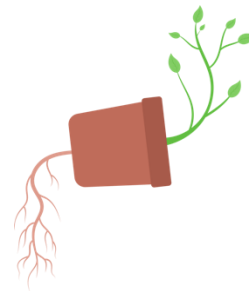
## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### B. Les végétaux, des êtres sensibles

#### À la gravité



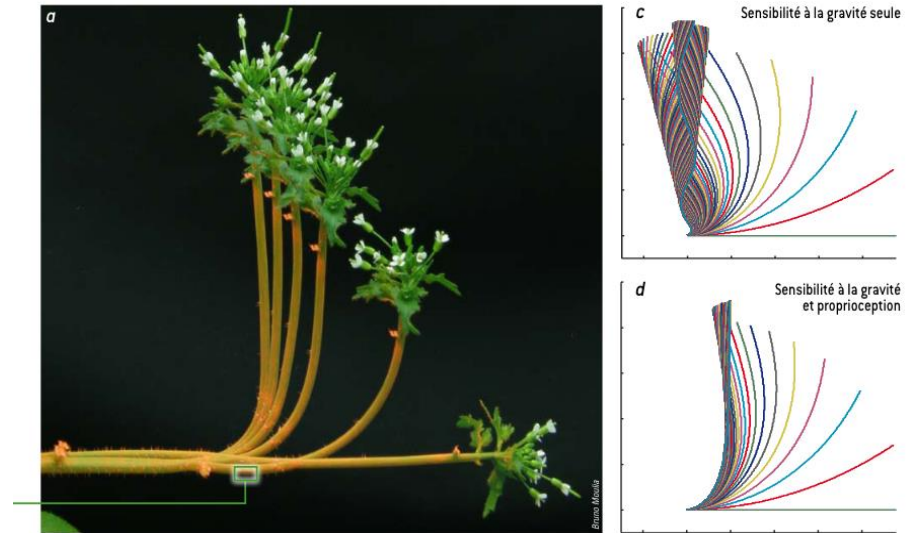
**Fig. 1.** Root and hypocotyl gravitropism in *Arabidopsis*. (a) Three days after germination on a vertical agar-solidified medium, the root and hypocotyl of an *Arabidopsis* seedling grow vertically downward and upward, respectively. (b) After rotation of the culture dish by 90°, both root and hypocotyl develop gravitropic curvatures, (c) already visible after 3 hours. (d) Twenty-four hours after gravistimulation, the curvatures are completed: root and hypocotyl grow vertically downward and upward, respectively.



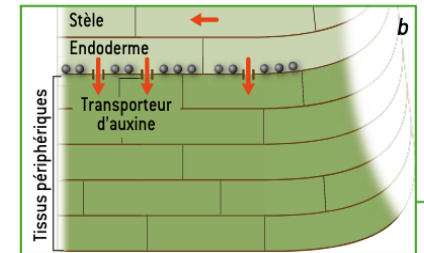
## Capables de proprioception

Perception de la configuration géométrique du corps

Partie matérielle  
des êtres animés



WHEAT  
COLEOPTILE



# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### B. Les végétaux, des êtres sensibles



## Définitions

→ Capacité à percevoir des stimulus de diverses natures par les sens

### SENSIBILITÉ

I. – [Propriété ou faculté d'un être vivant, d'un organe]

A. – Dans le domaine *physique*

Propriété de la matière vivante de réagir de façon spécifique à l'action de certains agents internes ou externes.

#### Sens

Faculté d'éprouver des sensations; système récepteur d'une catégorie spécifique de sensations.

### SENSIBLE

I. – Qui est doué de sensibilité.

A. – [En parlant d'un être vivant, de son organisme ou d'un de ses organes]

1. Qui peut éprouver des sensations, capable de percevoir des impressions.

#### Sensations

B. – Fait, faculté d'être sensible aux stimulations sensorielles.

#### Impressions

Sensation conçue comme un processus global d'ordre physiologique et ~~psychique~~ déclenché par une stimulation externe ou interne.

# PARTIE 2

Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés



## C. Les mouvements invisibles

Mouvements  
actifs

Actions  
hydrauliques

Croissance



Mouvements très rapides



# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### C. Les mouvements invisibles



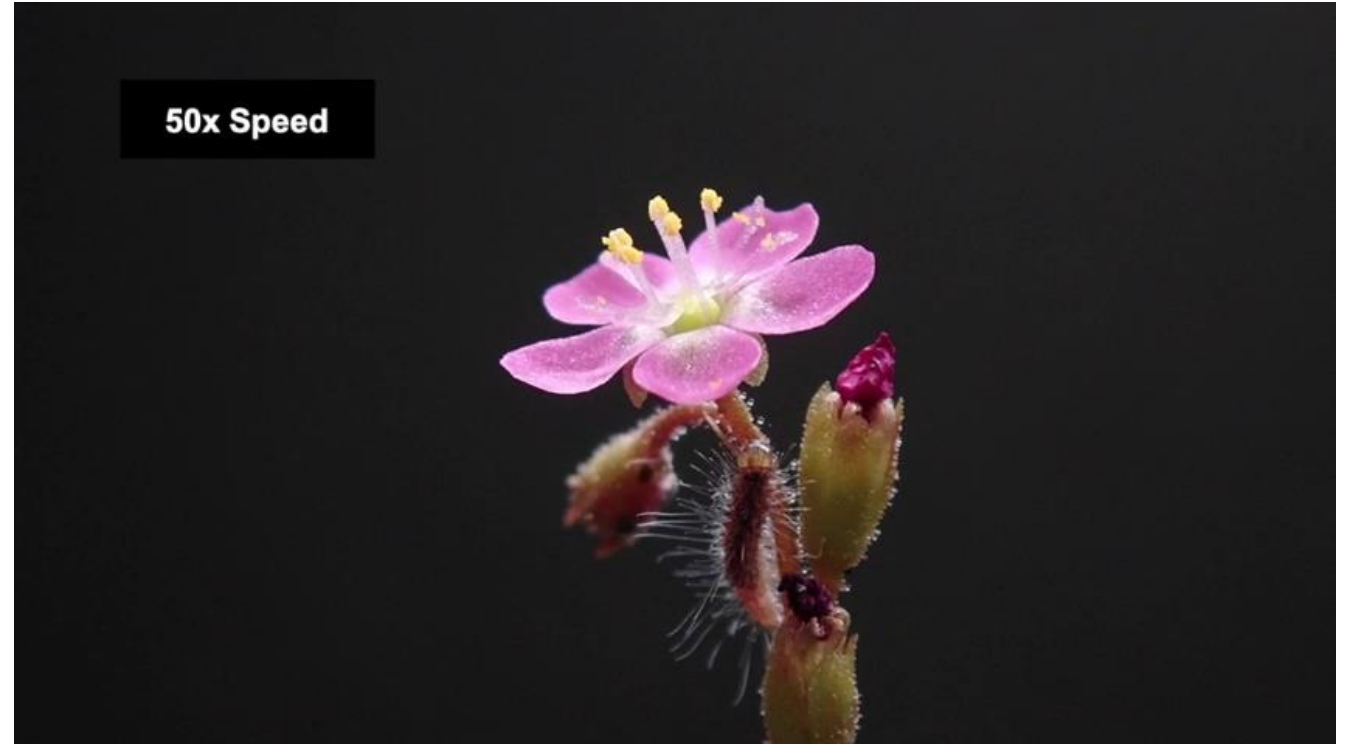
Plante fixe



### Mouvements rapides



50x Speed



# PARTIE 2

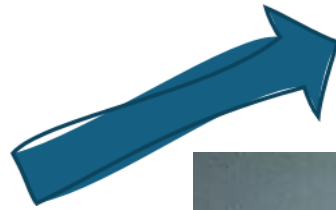
Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés



## C. Les mouvements invisibles



Plante fixe



## Mouvements lents



# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### C. Les mouvements invisibles



Plante fixée

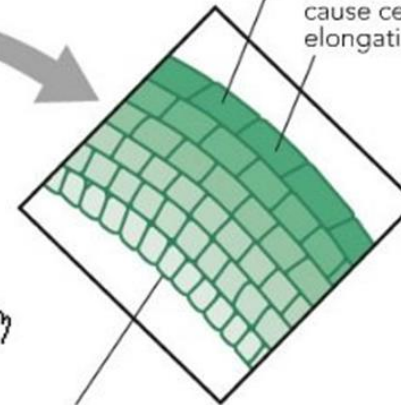


### Mouvements lents

auxins move to shaded  
part of shoot



shaded side of shoot  
auxins cause cell  
elongation



lit side  
of shoot



# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### C. Les mouvements invisibles



Plante fixée

Mouvements  
actifs

Croissance

Actions  
hydrauliques

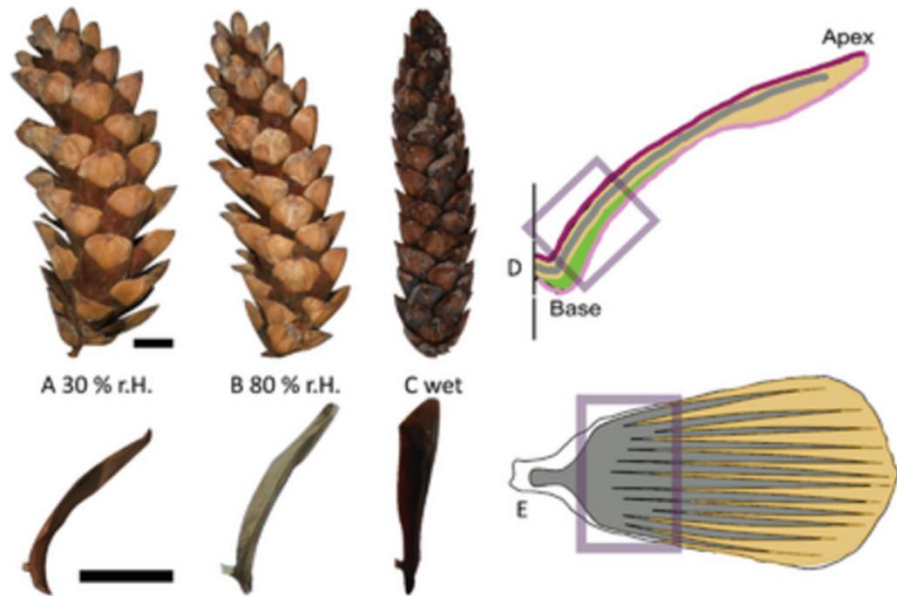
Mouvements  
passifs

Caractéristiques  
physiques des  
tissus

# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### C. Les mouvements invisibles



The Structural and Mechanical Basis for Passive-Hydraulic Pine Cone Actuation. [Carmen J. Eger](#), Martin Horstmann, Simon Poppinga, Renate Sachse, Rebecca Thierer, Nikolaus Nestle, Bernd Bruchmann, [Thomas Speck](#), [Manfred Bischoff](#), Jürgen Rühle. 2022

Luo, D., Maheshwari, A., Danieleescu, A. *et al.* Autonomous self-burying seed carriers for aerial seeding. *Nature* **614**, 463–470 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05656-3>

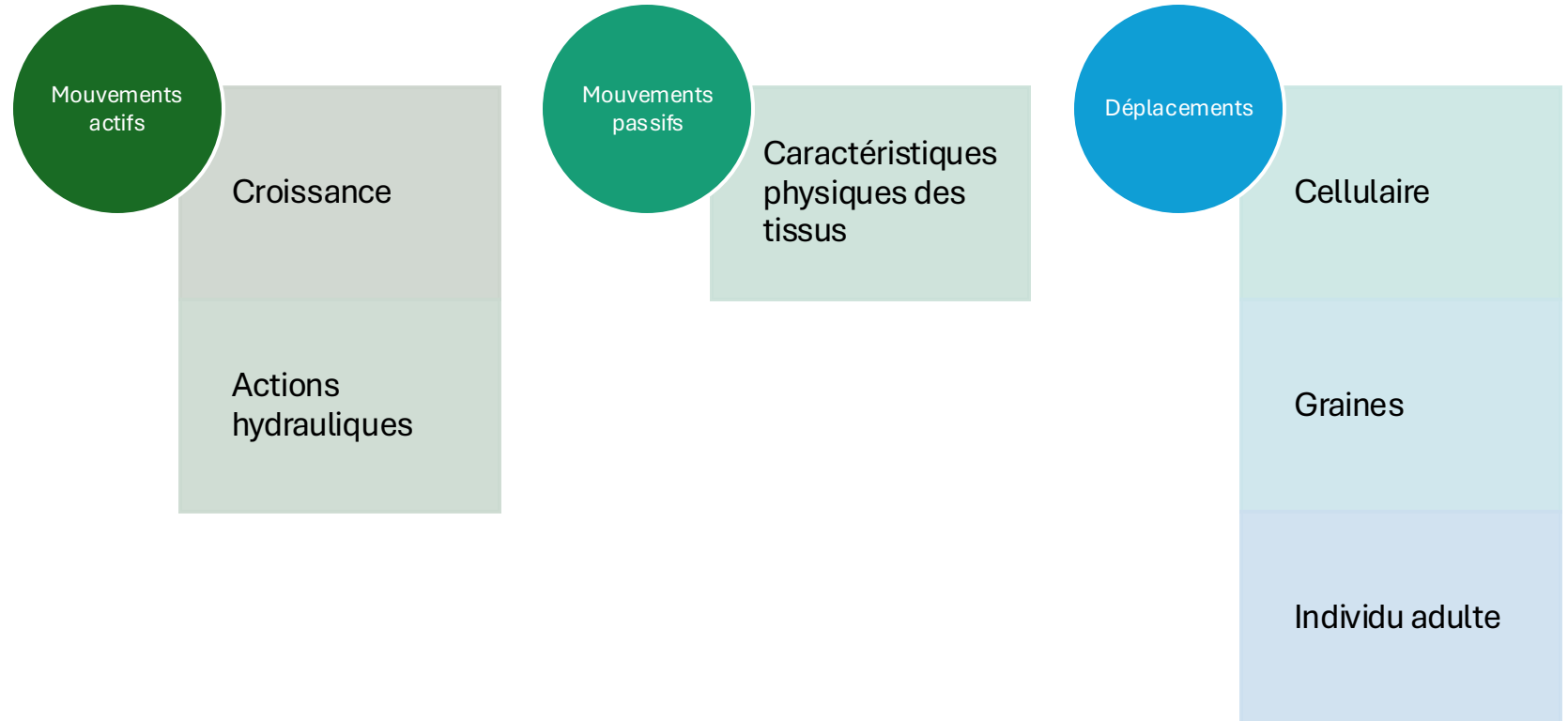
# PARTIE 2

## Les plantes dans les jardins les yeux fermés

### C. Les mouvements invisibles



Plante fixée



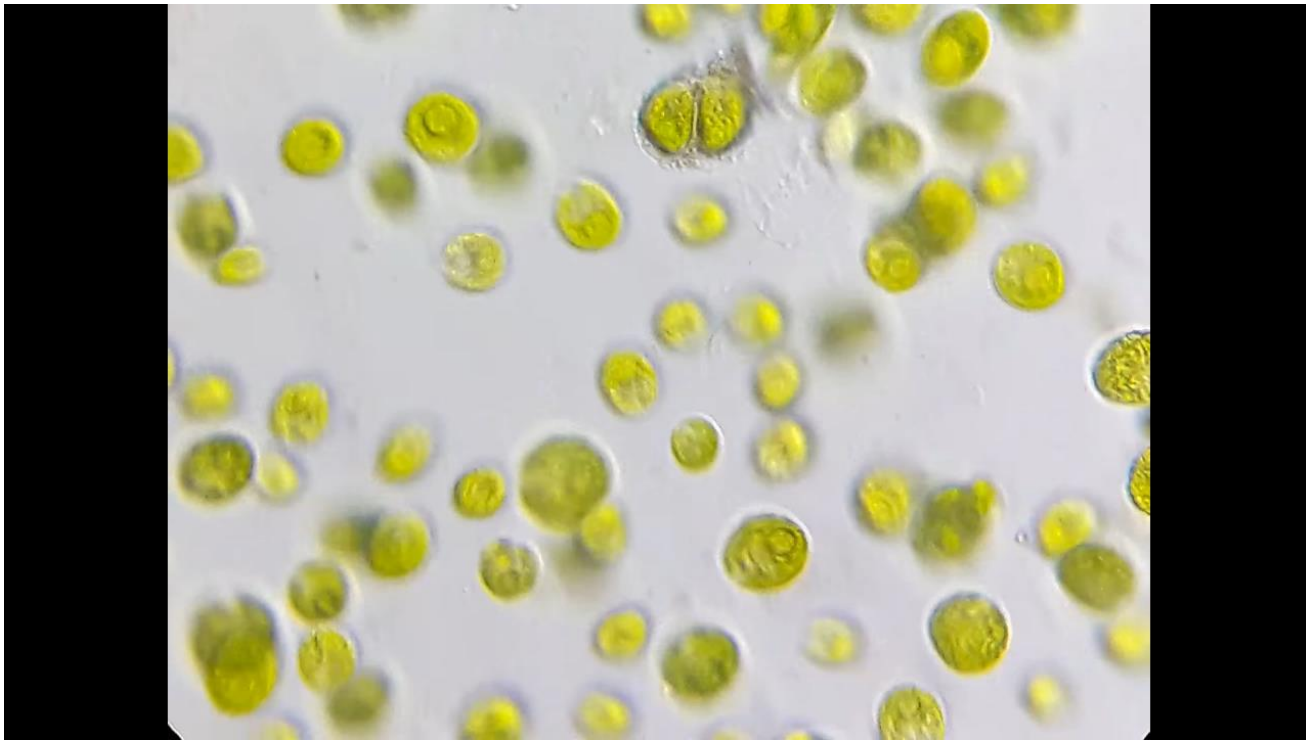
# PARTIE 2

Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés

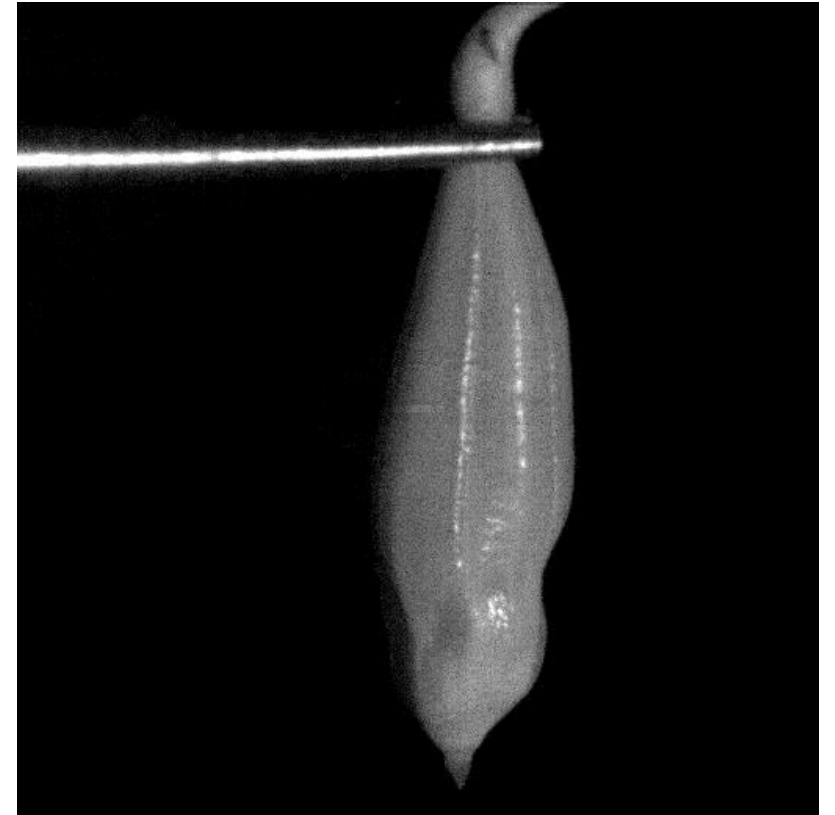


## C. Les mouvements invisibles

### Le déplacement végétal



*Chlamydomonas*



*Impatiens glandulifera*



# PARTIE 2

Les plantes dans les jardins  
les yeux fermés

## C. Les mouvements invisibles

### Le déplacement végétal



**Reproduction végétative :**  
Clones



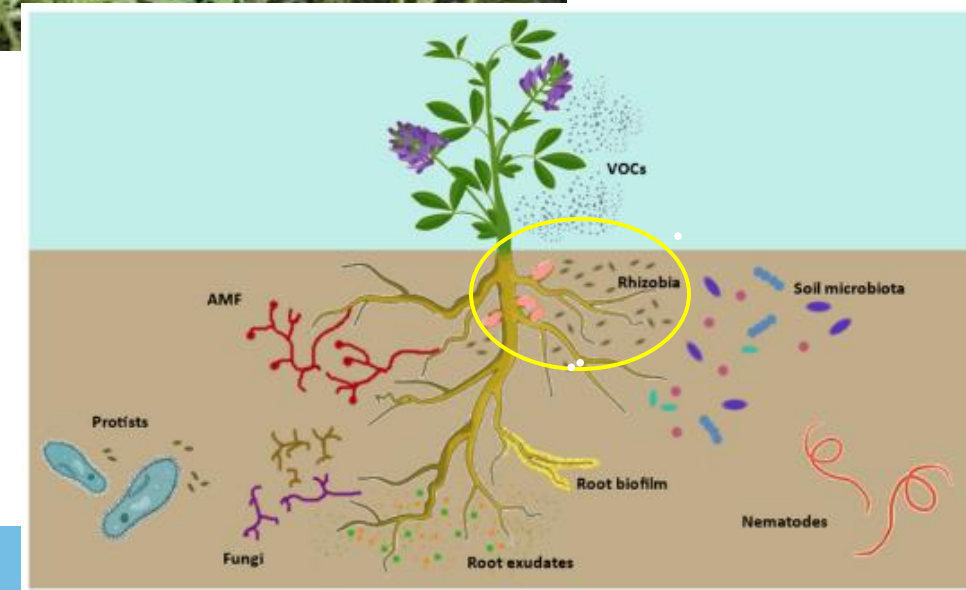
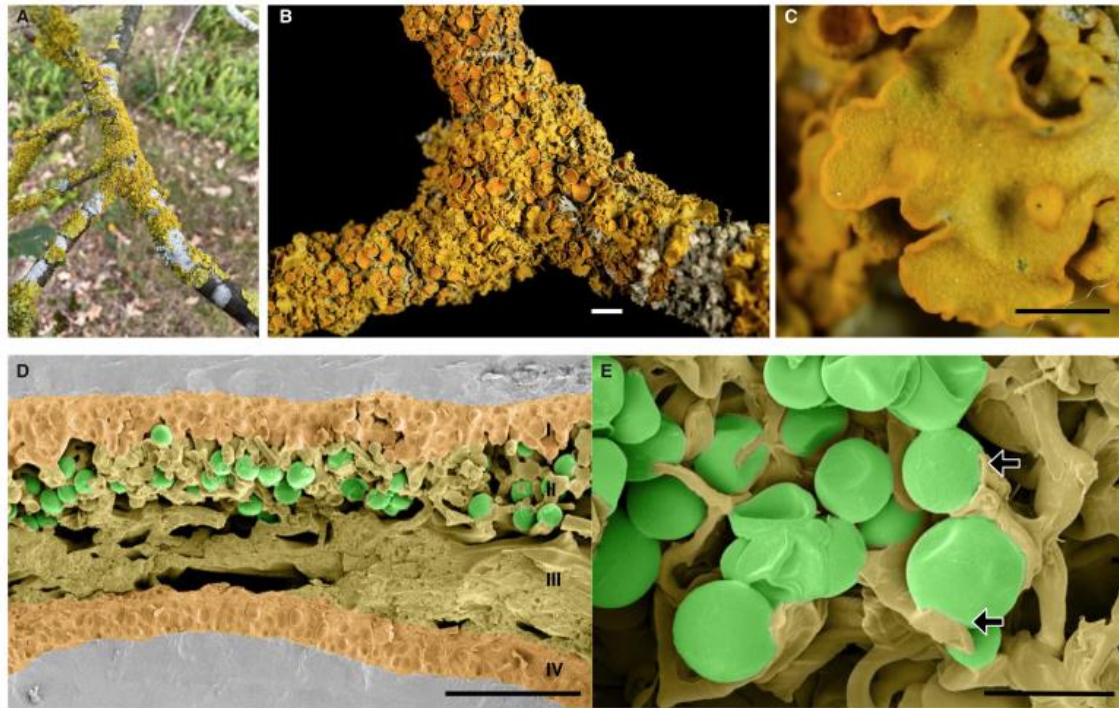
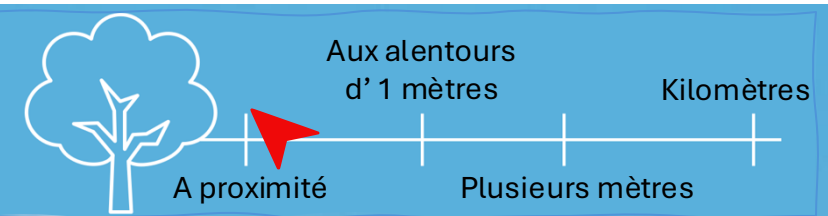
**Forêt de Pando**  
Même individu de Peuplier  
faux-tremble  
sur 43 hectares

# PARTIE 3

## Les jardins : des écosystèmes bien visibles

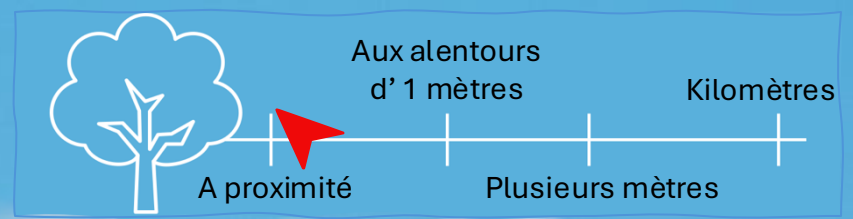
### A. Les échanges invisibles

### Les symbioses



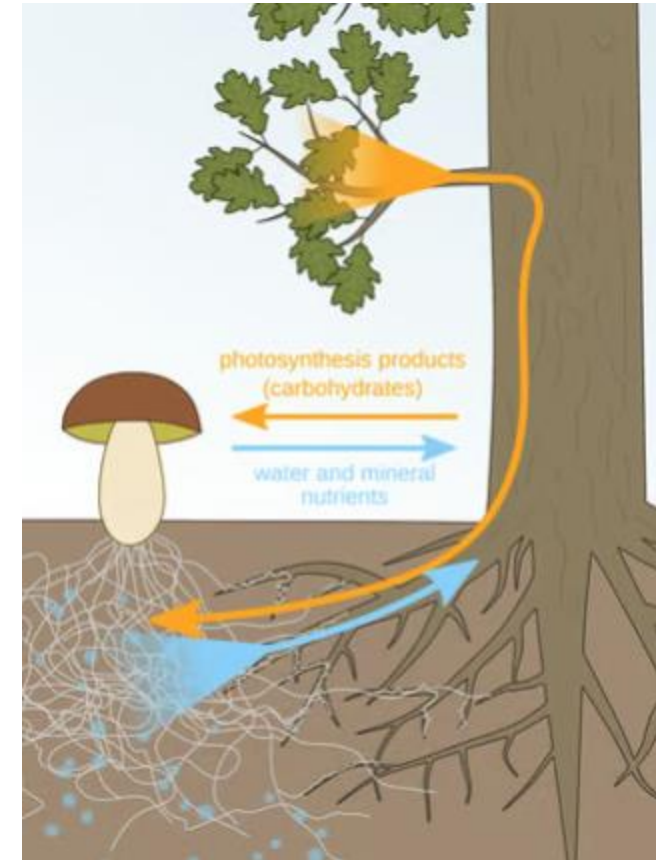
# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



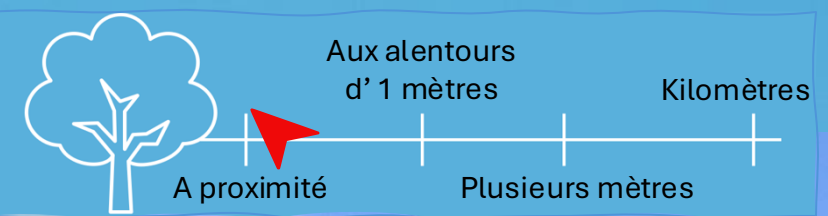
## A. Les échanges invisibles

## Les symbioses



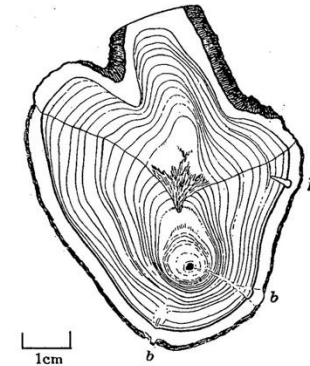
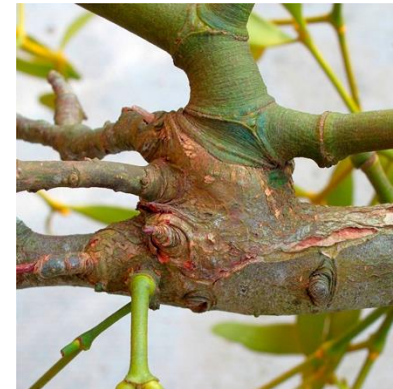
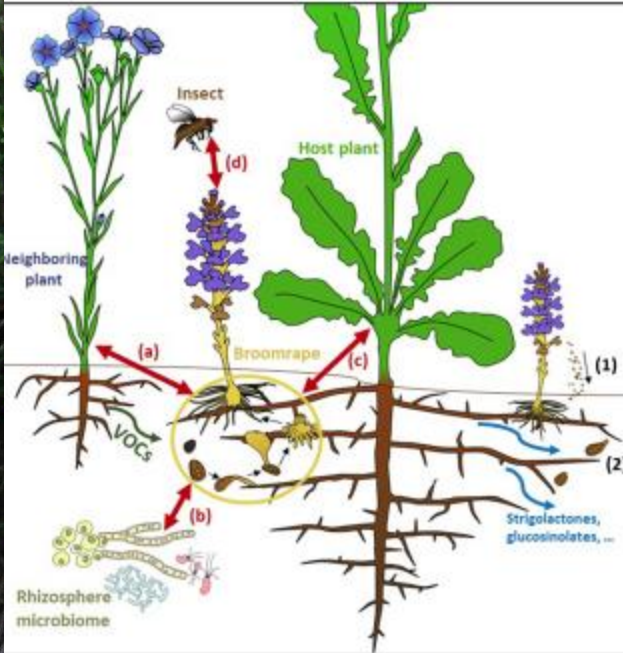
# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



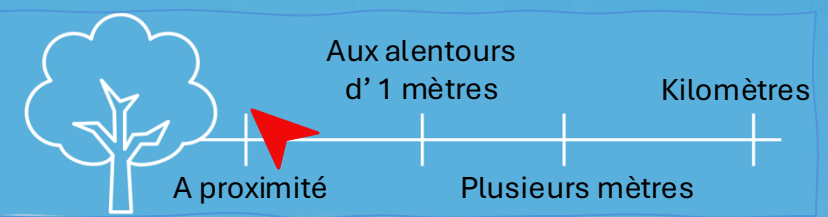
## A. Les échanges invisibles

## Le parasitisme plante / plante



# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



## A. Les échanges invisibles

### Les pathogènes



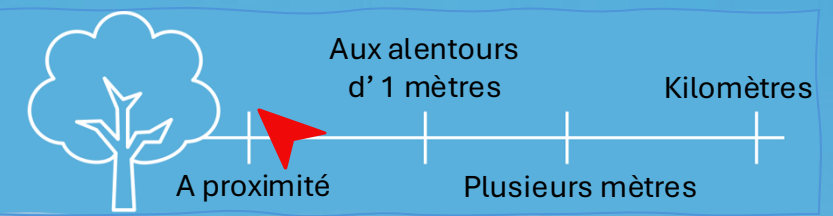
Cynips du rosier



Pyrale du buis

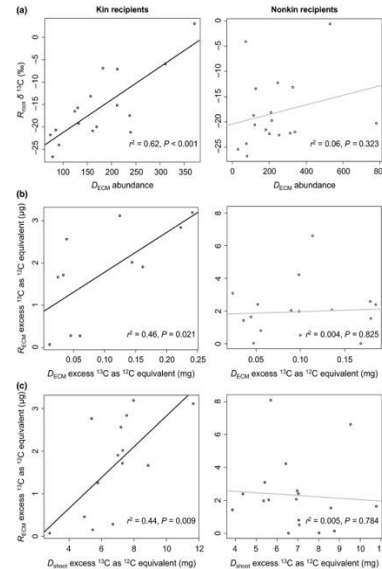
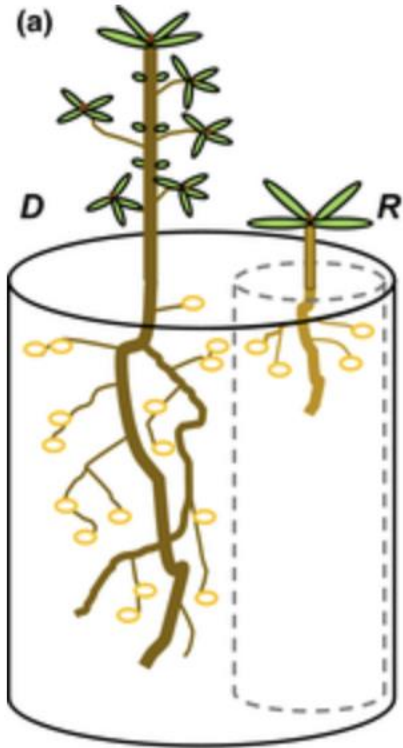
# PARTIE 3

## Les jardins : des écosystèmes bien visibles



### A. Les échanges invisibles

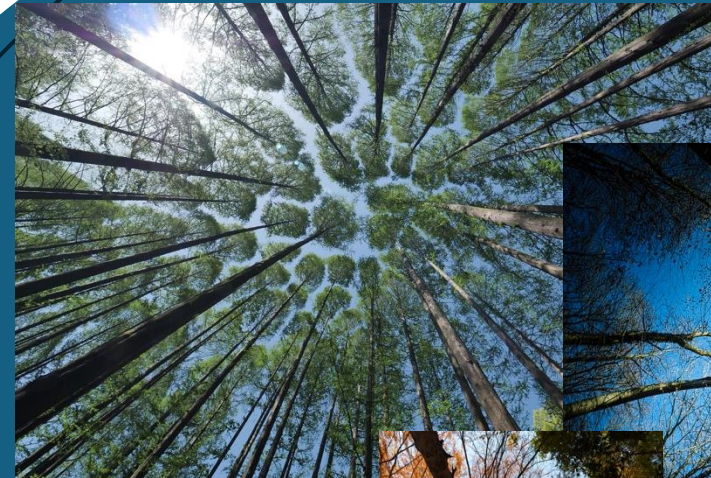
### Entres plantes



La parenté influence le transfert de carbone  
entre les plantes donneuses et receveuses

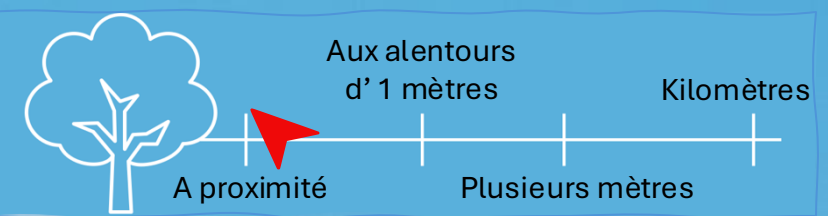
### La timidité des arbres

?



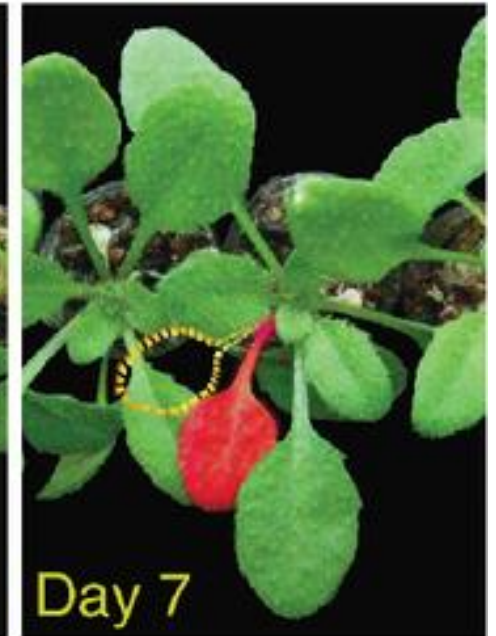
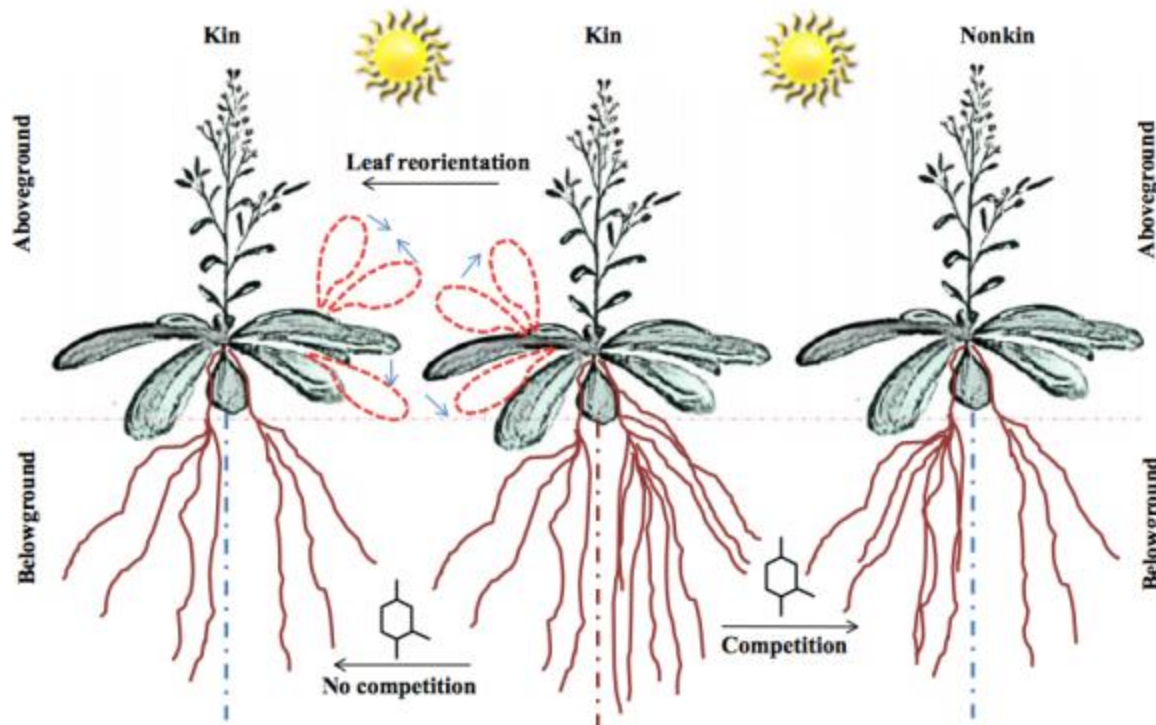
# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



## A. Les échanges invisibles

## Entres plantes



New  
Phytologist

Research

## Photoreceptor-mediated kin recognition in plants

María A. Crepy<sup>1,3</sup> and Jorge J. Casal<sup>1,2</sup>

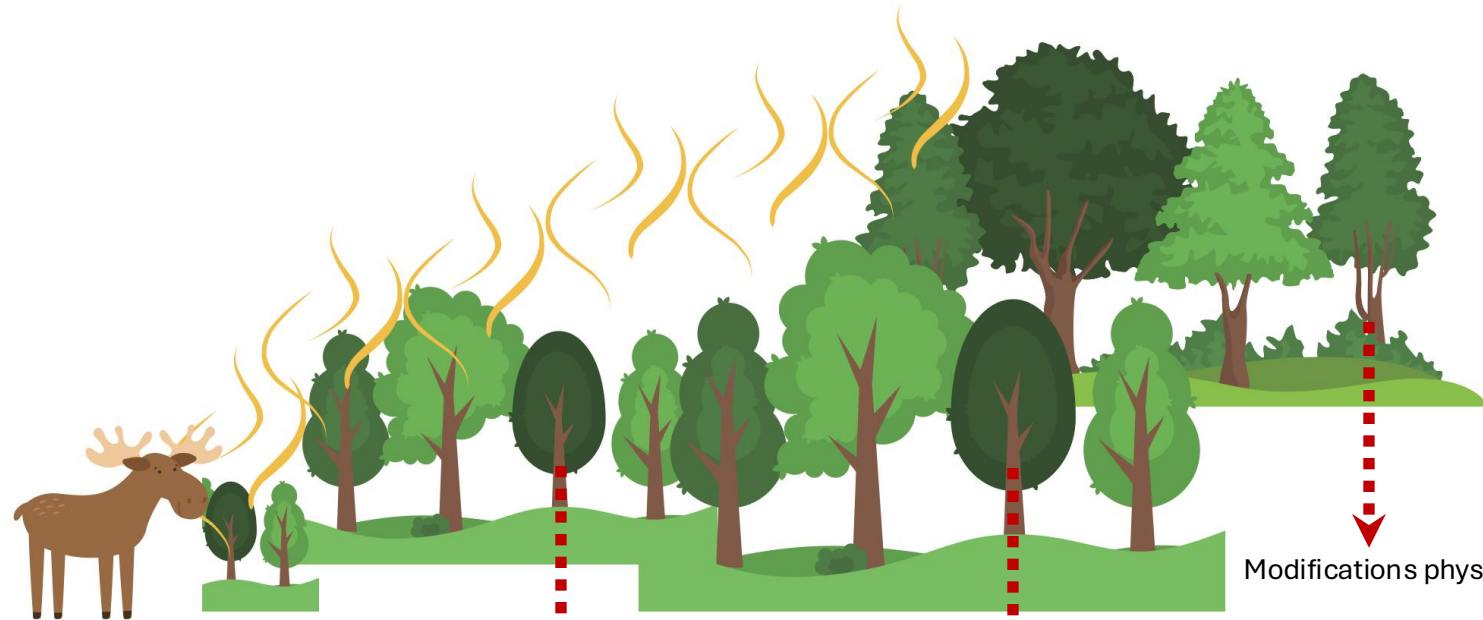
<sup>1</sup>IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires and CONICET, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina; <sup>2</sup>Fundación Instituto Leloir, Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Buenos Aires-CONICET, 1405 Buenos Aires, Argentina; <sup>3</sup>Present address: INTA Concepción del Uruguay, Argentina

# PARTIE 3

## Les jardins : des écosystèmes bien visibles

### A. Les échanges invisibles

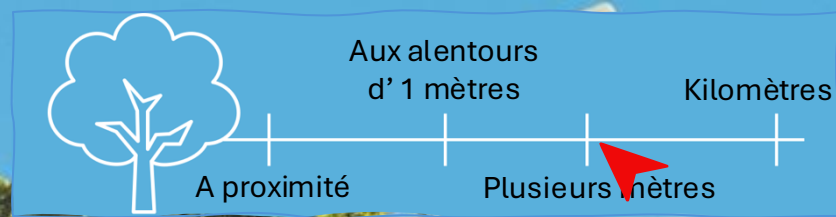
## Entres plantes



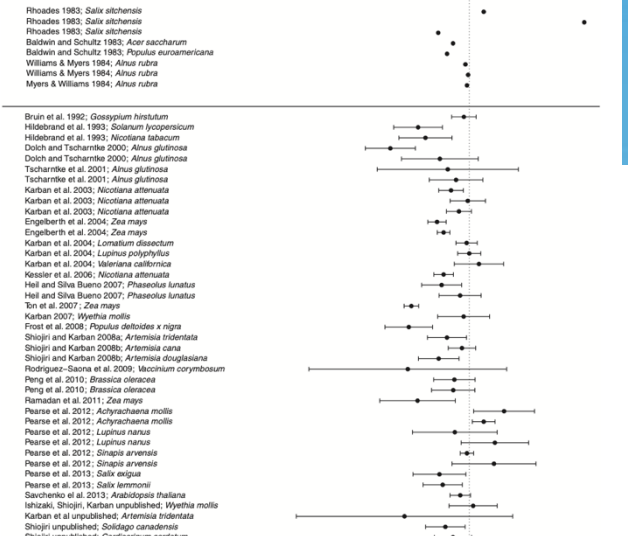
Production de toxines ou  
de composés chimiques

Production de protéines  
inhibitrices des enzymes digestives  
des insectes

Modifications physiques



Ces plantes deviennent plus résistantes  
aux herbivores lorsqu'elles sont  
exposées aux volatiles de leurs voisins  
endommagés

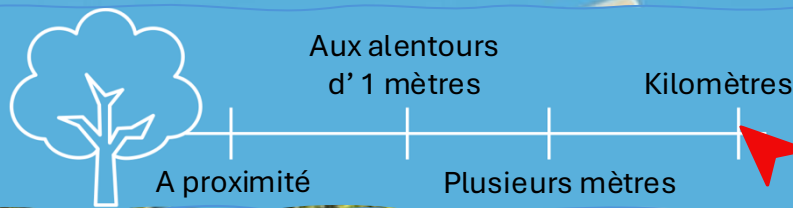


- + Karban et al. 2004; *Lomatium dissectum*
- + Karban et al. 2004; *Lupinus polyphyllus*
- + Karban et al. 2004; *Valeriana californica*
- + Kessler et al. 2006; *Nicotiana attenuata*
- + Heli and Silva Bueno 2007; *Phaseolus lunatus*
- + Heli and Silva Bueno 2007; *Phaseolus lunatus*
- + Ton et al. 2007; *Zea mays*
- + Karban 2007; *Wyethia mollis*
- + Frost et al. 2008; *Populus deltoides x nigra*
- + Shiojiri and Karban 2008a; *Artemisia tridentata*
- + Shiojiri and Karban 2008b; *Artemisia cana*
- + Shiojiri and Karban 2008b; *Artemisia douglasiana*
- + Rodriguez-Saona et al. 2009; *Vaccinium corymbosum*
- + Peng et al. 2010; *Brassica oleracea*
- + Peng et al. 2010; *Brassica oleracea*
- + Ramadan et al. 2011; *Zea mays*
- + Pearse et al. 2012; *Achyrochaena mollis*
- + Pearse et al. 2012; *Achyrochaena mollis*
- + Pearse et al. 2012; *Lupinus nanus*
- + Pearse et al. 2012; *Lupinus nanus*
- + Pearse et al. 2012; *Sinapis arvensis*
- + Pearse et al. 2012; *Sinapis arvensis*
- + Pearse et al. 2013; *Salix exigua*
- + Pearse et al. 2013; *Salix lemmonii*
- + Sachenko et al. 2013; *Arabidopsis thaliana*
- + Ishizaki, Shiojiri, Karban unpublished; *Wyethia mollis*
- + Karban et al. unpublished; *Artemisia tridentata*
- + Shiojiri unpublished; *Solidago canadensis*
- + Shiojiri unpublished; *Cardocrinum cordatum*
- + Shiojiri unpublished; *Pachysandra terminalis*
- + Shiojiri unpublished; *Anthriscus aemula*
- + Shiojiri unpublished; *Viola odorata*
- + Shiojiri unpublished; *Taraxacum officinale*
- + Shiojiri unpublished; *Lathyrus japonica*
- + Shiojiri unpublished; *Rosa rugosa*
- + Shiojiri unpublished; *Artemisia indica*

Cummulative effect size (log response ratio)

# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



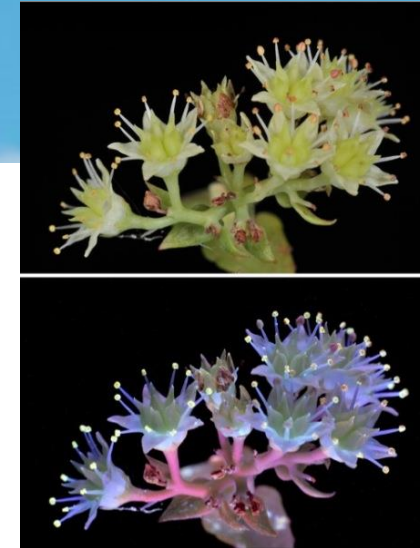
## A. Les échanges invisibles



Le son

Avec les insectes

80%



La vision

Les volatils



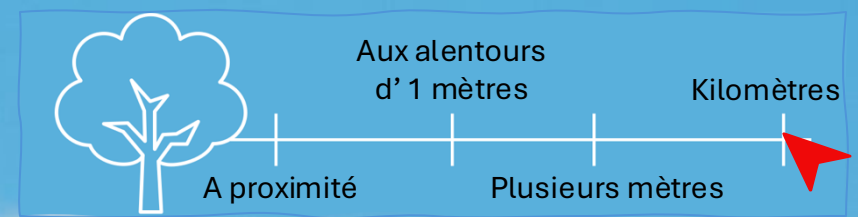
Le nectar



L'imitation

# PARTIE 3

Les jardins :  
des écosystèmes bien visibles



## A. Les échanges invisibles

Avec d'autres animaux

➡ Assurer la dissémination des graines



« Je ne crois que ce que je vois »



Maintenant que vous voyez l'invisible, c'est peut-être l'occasion de revoir vos croyances ?

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION



@restezpasplantela