

Les débuts de la modélisation dans FLORSYS des effets de l'allélopathie sur les adventices

(allélopathie par les plantes vivantes)

Delphine Moreau, Nathalie Colbach **INRAE** (UMR Agroécologie)

Experts :

- Aurélie Gfeller  **Agroscope**
- Alexandre de Saint Germain **INRAE** (IJPB)
- Alain Bouchereau **INRAE** (UMR IGEPP)

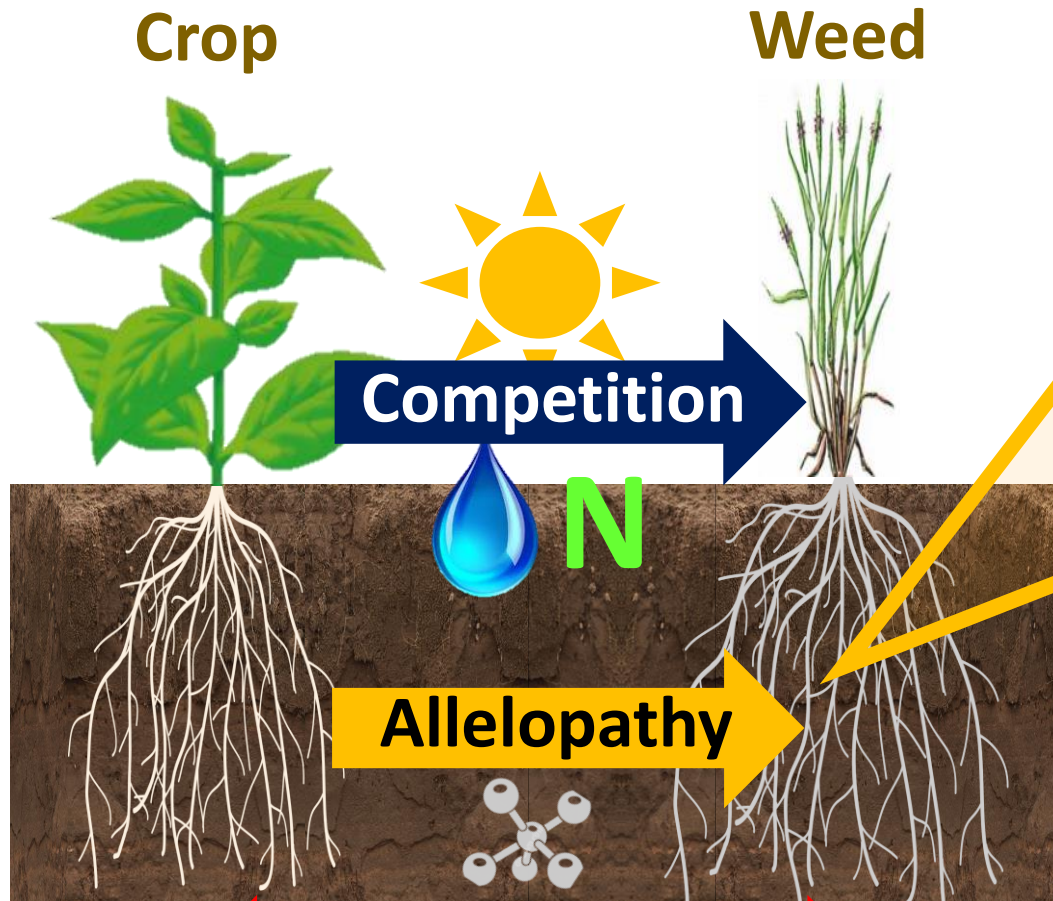


Partenariat Hubert Curien –
Germaine de Staël (2022-2023)

 **PlantAlliance** 2023-2025
DES PLANTES AU SERVICE DES AGRICULTURES DE DEMAIN

1. Contexte : l'allélopathie

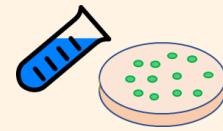
Need for weed-suppressive crops



Plants have to be close enough
⇒ Risk of competition

Allelopathy by living plants:

Any **direct negative effect** by one plant on another through the **release of chemical compounds** mainly by roots



Shown in laboratory



Difficult to observe in the field
because difficult to separate
from competition

Are there **field-based evidences** of weed regulation by allelopathy by living crops, independently of competition?


1. Contexte : des éléments partiels dans la bibliographie sur les effets au champ

Agronomy for Sustainable Development (2022) 42:50
<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00749-1>

Cf. présentation AG COPRAA 2022

REVIEW ARTICLE

Deciphering field-based evidences for crop allelopathy in weed regulation. A review

Inès Mahé¹ · Bruno Chauvel¹ · Nathalie Colbach¹ · Stéphane Cordeau¹ · Aurélie Gfeller² · Antje Reiss³ · Delphine Moreau¹ 

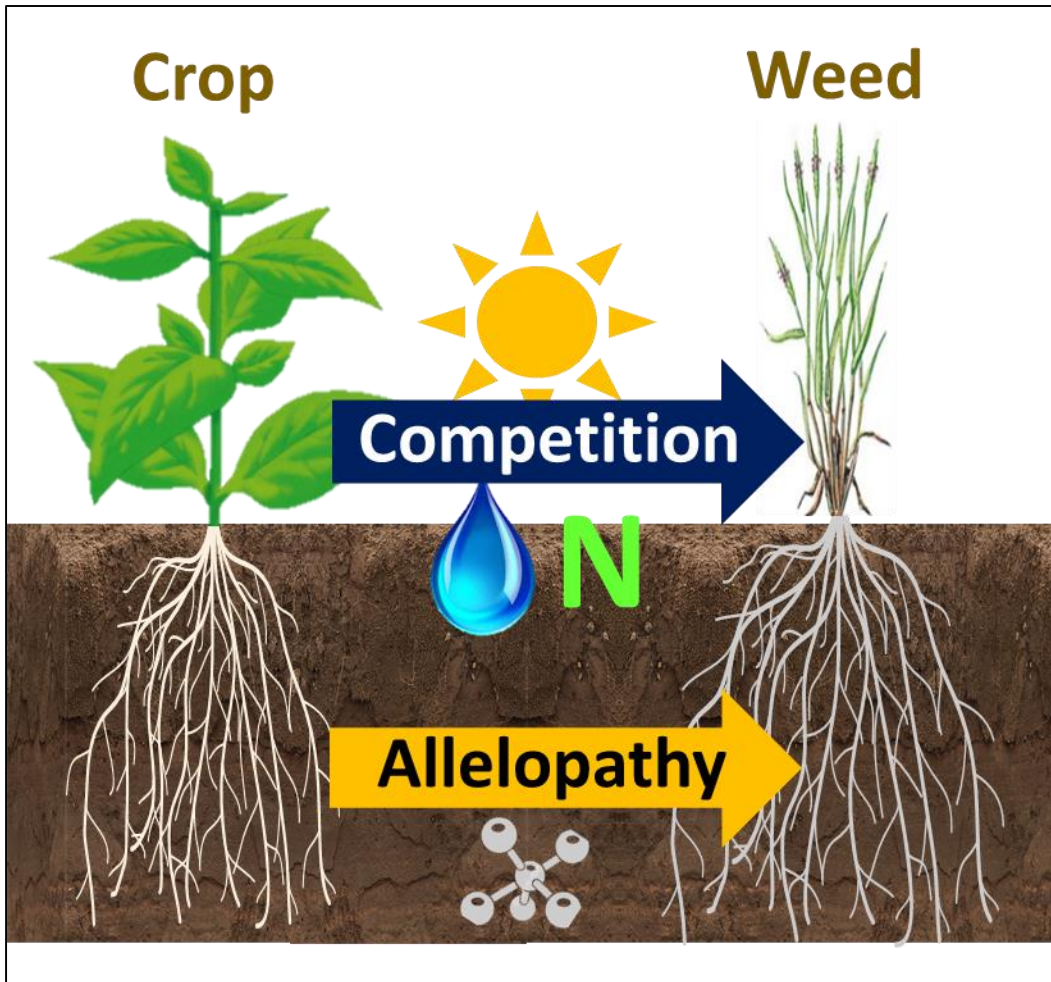
- A **misuse** of the term allelopathy in many papers



Caution needed when reading articles on the topic, to make sure that the observed effects cannot be explained by other mechanisms (competition)

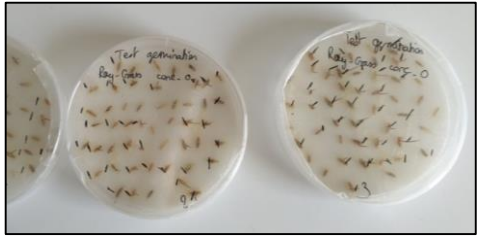
- **Only few articles** (7 articles) **showing convincing evidence** of the presence allelopathy in weed regulation in the field (independently of competition)
- Although being convincing, **methodological weaknesses** of the 7 studies

1. Contexte : des questions en suspens

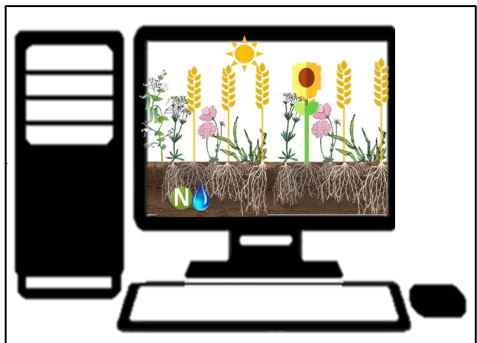


- Quelle est la **contribution relative de l'allélopathie** dans la régulation biologique des adventices au champ (e.g. par rapport à la compétition) ?
- **Varie-t-elle** en fonction de la situation de production ?
- Y a-t-il des **situations dans lesquelles il pourrait être intéressant de favoriser ce mécanisme** ?
- **Quels sont les leviers** : choix des espèces/variétés (en fonction de leurs traits) et des techniques culturales ?

1. Contexte : des bases et des outils sur lesquels s'appuyer



De nombreuses connaissances disponibles sur les processus sous-jacents à l'allélopathie : expérimentations en conditions de laboratoire (nature et quantité de composés allélochimiques émis, réponse des plantes adventices aux allélochimiques...)



- **Les modèles mécanistes : des outils précieux** pour synthétiser les connaissances et faire des expérimentations virtuelles (simulations) qui permettent **d'accéder à des variables difficiles à mesurer au champ...**
- A notre connaissance, **pas de modèle mécaniste des effets des systèmes de culture sur les adventices qui intègre l'allélopathie**
- **FLORSYS** présente des intérêts pour étudier les effets des systèmes de culture sur les adventices, mais il **n'intègre pas l'allélopathie**

2. Objectifs

a. **Ajouter à FlorSys un « module allélopathie »** avec des paramètres reflétant les effets d'espèces émettrices et la réponse d'espèces réceptrices

b. **Simuler différents scénarios** (systèmes de culture x climats) **avec/sans le module allélopathie** :

Série de simulation		Modules activés	
		Compétition	Allélopathie
Sans adventice	#1		
Avec adventice	#2	✓	
	#3	✓	✓

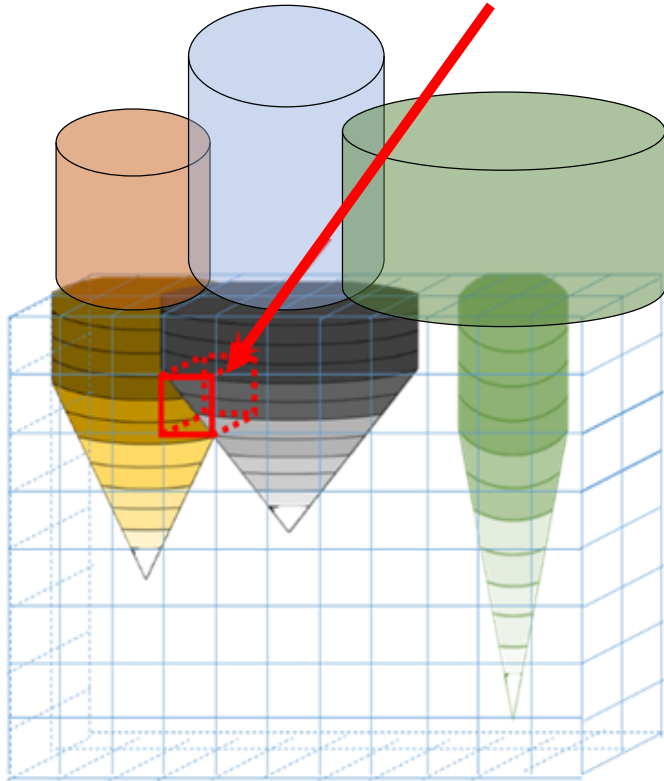


- **Quantifier les effets de l'allélopathie au champ** indépendamment de la compétition
- **Identifier dans quelle situation et comment on peut piloter ce mécanisme pour réguler les adventices**

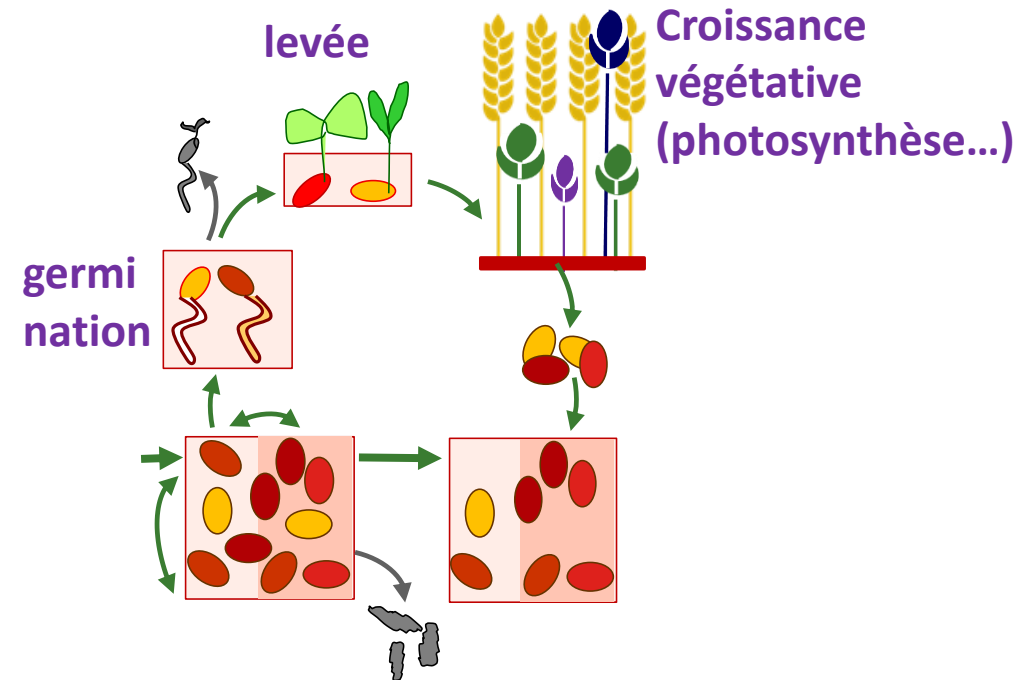
Approche complémentaire à d'autres approches (ex: dispositifs terrain avec filets, revue de la littérature...)

3. Certains déterminants des interactions allélopathiques déjà intégrés à FLORSYS

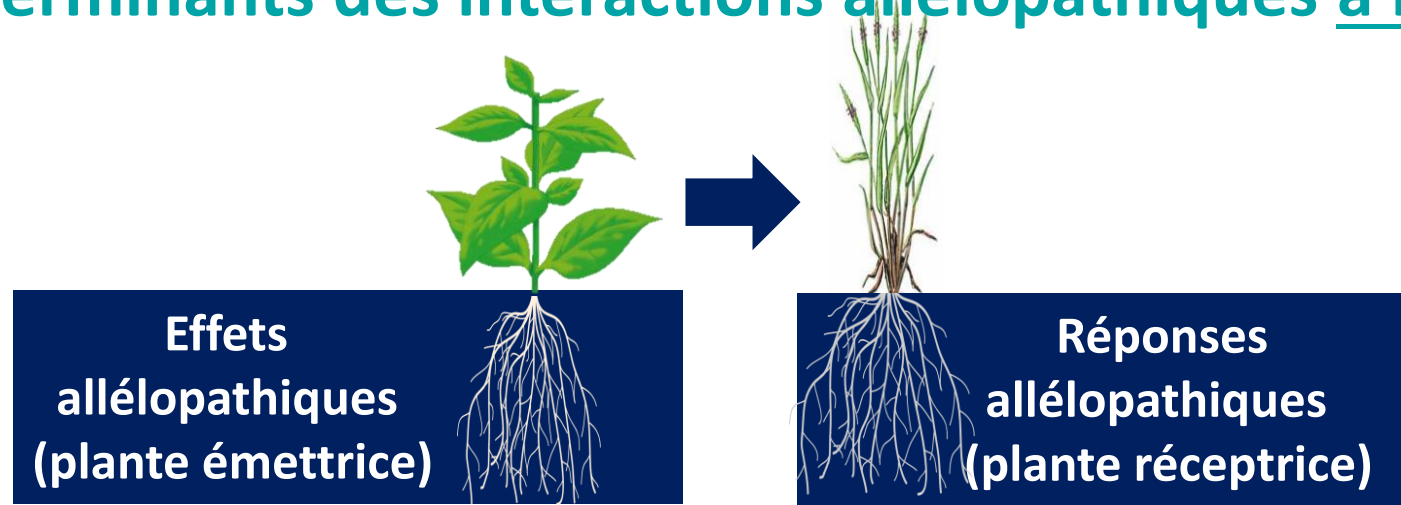
Interactions souterraines
f(distribution des racines dans des voxels)



Succession des stades de croissance et développement avec les processus sous-jacents

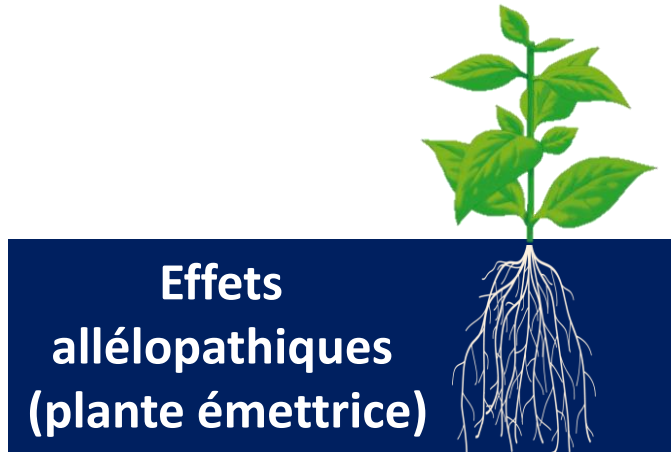


3. Des déterminants des interactions allélopathiques à intégrer à FLORSys

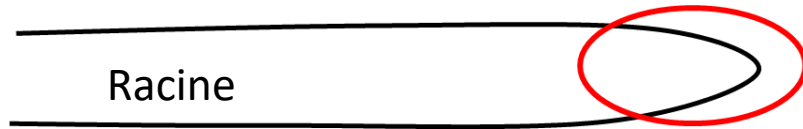


Espace	Zones d'émission par les racines	Zones d'absorption par les racines	➔ Partage de zones communes
Temps	Période d'émission	Période de sensibilité	➔ Chevauchement temporel
Intensité	Quantité de composés émis	Absorption des composés Réponse à ces composés (germination, croissance...)	

3. Des déterminants des interactions allélopathiques à intégrer à FLORSYS



Espace



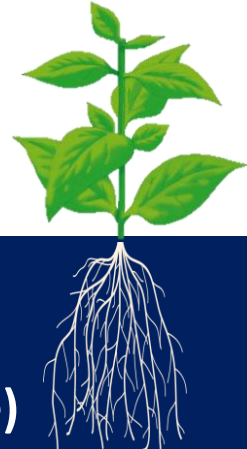
Exsudats émis principalement au niveau des pointes

Dennis et al. 2010

Temps

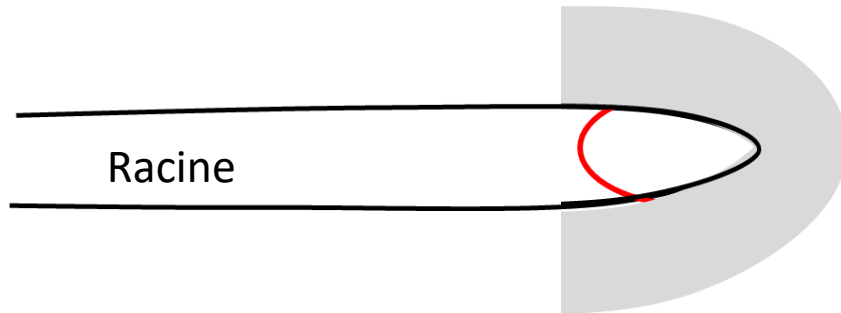
Intensité

3. Des déterminants des interactions allélopathiques à intégrer à FLORSYS



Effets
allélopathiques
(plante émettrice)

Espace



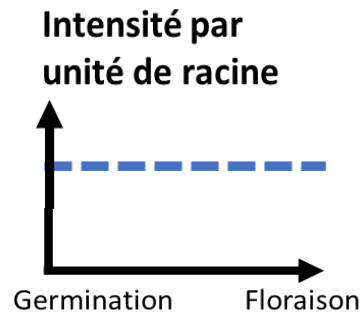
Distance à laquelle les
composés sont émis

Temps

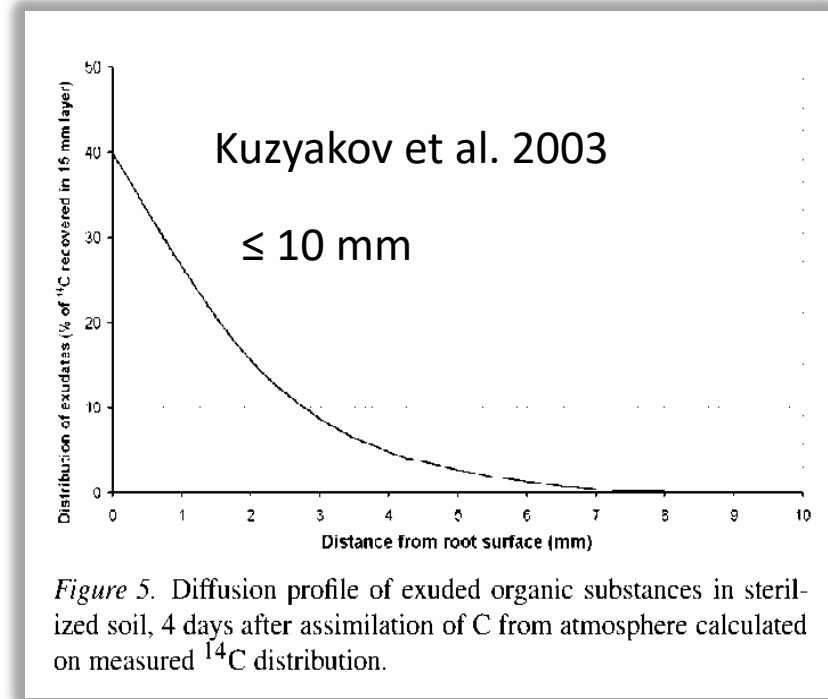


Composés émis entre
germination et floraison

Intensité



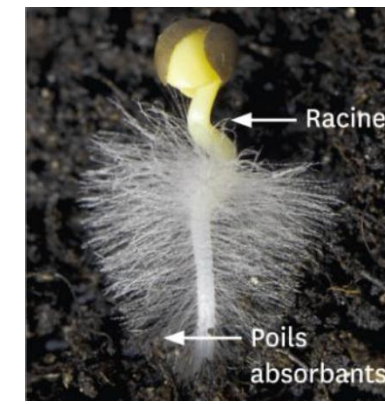
Hypothèse d'une stabilité de l'émission
qu'on pourra chercher à vérifier



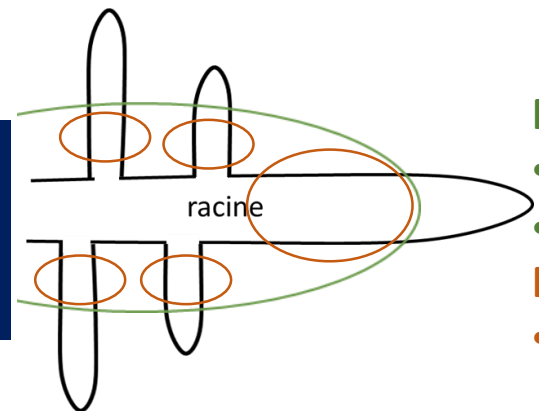
3. Des déterminants des interactions allélopathiques à intégrer à FLORSYS



Réponses allélopathiques (plante réceptrice)



Espace



Par analogie avec absorption de nitrate (Lazof et al. 1992) :

- Dans les zones basales (pas au niveau des pointes)
- Forte contribution des racines secondaires (=grande majorité des racines)

Par analogie avec absorption des herbicides racinaires (Gauvrit, 1996):

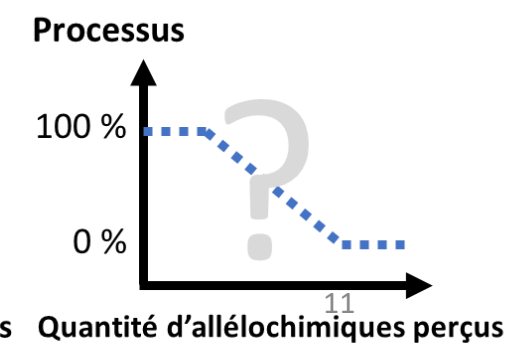
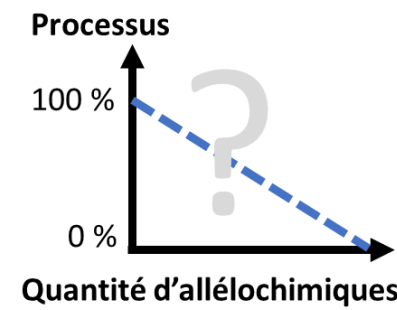
- Au niveau des poils absorbants (toutes les racines)

Temps



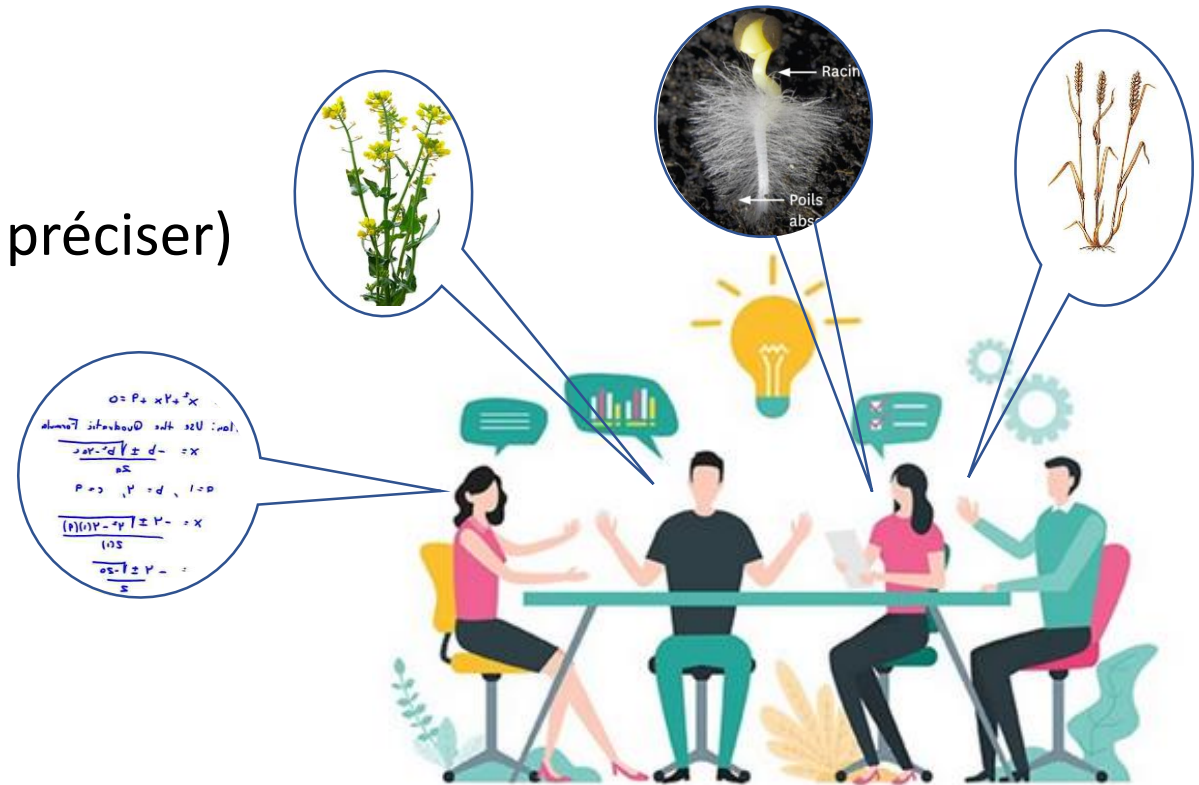
Intensité

<p>Germination :</p>	<p>Croissance pré-levée :</p>	<p>Croissance post-levée :</p>
-----------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------



4. Conclusion

- Travail démarré fin 2022
- **1^{er} squelette** du module allélopathie
- Etude en cours (bibliographie, analyse de données des partenaires, nouvelles expérimentations) pour déterminer :
 - **Les équations**
 - **Les valeurs de paramètres :**
 - des espèces émettrices (colza, blé)
 - des espèces sensibles (adventices à préciser)



Les débuts de la modélisation dans FLORSYS des effets de l'allélopathie sur les adventices

(allélopathie par les plantes vivantes)

Delphine Moreau, Nathalie Colbach **INRAE** (UMR Agroécologie)

Experts :

- Aurélie Gfeller  **Agroscope**
- Alexandre de Saint Germain **INRAE** (IJPB)
- Alain Bouchereau **INRAE** (UMR IGEPP)



Partenariat Hubert Curien –
Germaine de Staël (2022-2023)

 **PlantAlliance** 2023-2025
DES PLANTES AU SERVICE DES AGRICULTURES DE DEMAIN