

*COPRAA Connaissances et Outils pour des démarches PRéventives et opérationnelles
en gestion Agroécologique des Adventices*

AG 31/01 & 01/02/2022



Tâche 1 : Comprendre les processus biophysiques pour prédire l'efficacité de techniques innovantes

Delphine Moreau et al.

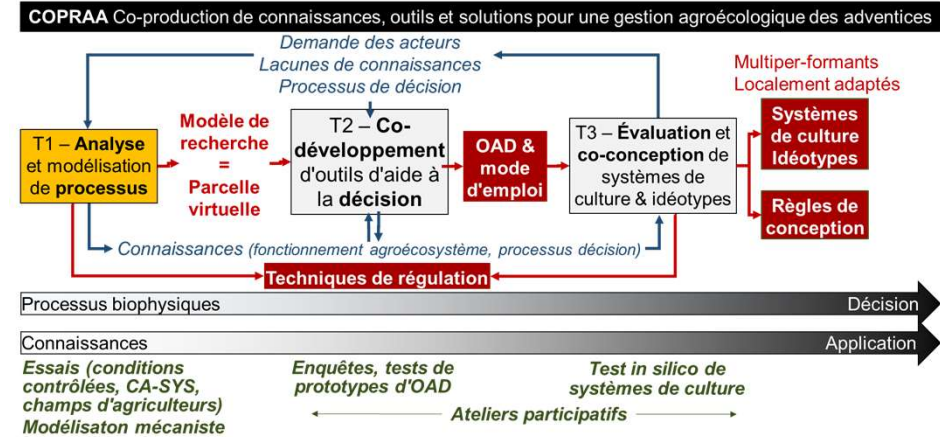


Positionnement et objectifs de la T1

Améliorer les connaissances sur le fonctionnement des systèmes de culture réduisant les intrants chimiques au profit des régulations biologiques

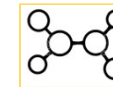


Processus à caractériser pour comprendre et gérer la dynamique des adventices



Interactions plante-plante

- Compétition pour l'eau et l'azote
- Allélopathie



Réduction des perturbations physiques et chimiques

- Prédation
- Multiplication végétative des vivaces



Techniques innovantes

- Ecimage
- Destruction des couverts sans glyphosate



Positionnement et objectifs de la T1

Améliorer les connaissances sur le fonctionnement des systèmes de culture réduisant les intrants chimiques au profit des régulations biologiques



Processus à caractériser pour comprendre et gérer la dynamique des adventices



Sorties (fin 2022)

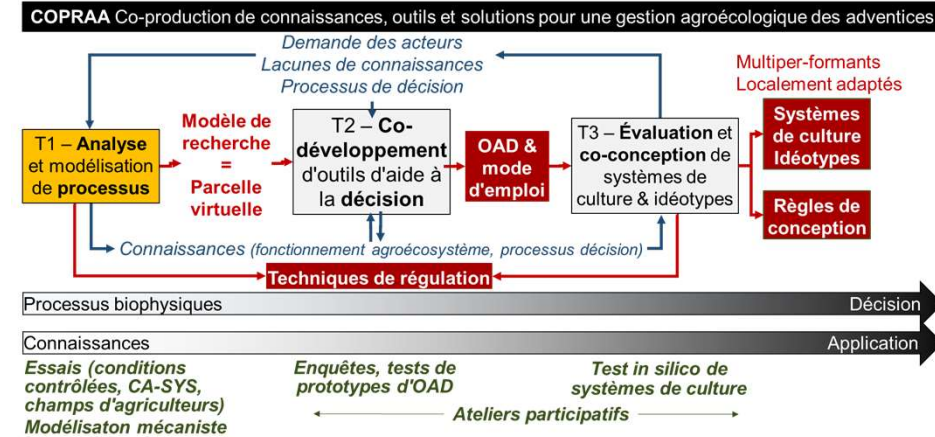
Connaissances

- **Traits** et **techniques** à cibler pour manipuler les rapports compétitifs
- Importance de **l'allélopathie** et de la **prédation**
- **Caractéristiques des systèmes** de culture réduisant les vivaces
- **Efficacité et conditions de réussite de techniques innovantes**

Modules et paramètres pour FLORSYS



Tâche 2



Questions ?

Résultats : Processus impliqués dans la compétition pour l'eau

Séminaire lancement COPRAA (janvier 2021)

Delphine Moreau, Hugues Busset, Annick Matejcek,
Marion Prudent, Nathalie Colbach



Comment les traits morphologiques impliqués dans la **compétition pour la lumière** répondent à une **limitation en eau** ?

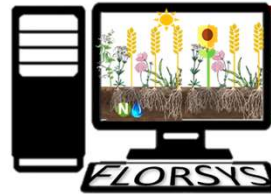
Développer une **approche innovante** et la tester sur **3 espèces adventices**

Plateforme phénotypage haut-débit



Traitements hydriques précis
et automatisés

Traits morphologiques-clefs impliqués
dans la compétition pour la lumière



Critères pour comparer des espèces

Nouvelle expérimentation (printemps 2021)

Hugues Busset, Annick Matejcek, Pauline Souche--Suchovsky

- 2 espèces cultivées : blé, colza
- 5 espèces adventices : AVEFA, MATIN, GERDI, ALOMY, ABUTH
- 7 traitements hydriques

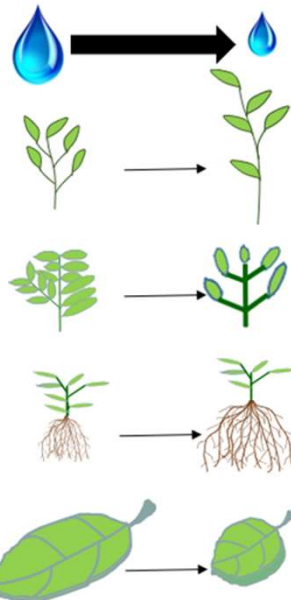


Résultats : Processus impliqués dans la compétition pour l'eau

Tendances générales
toutes espèces
confondues

Spécificités par espèce/date

Traits
morphologiques



		ABUTH		ALOMY		AVEFA		BRSNN		GERDI		MATIN		TRZAW	
		P1	P2	P1		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Hauteur (g)															
Biomasse aérienne (g)		↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Biomasse feuille (g)		↘	↗	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↗	↘	↘	
Biomasse aérienne (g)															
Biomasse racines (g)		↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	↗	↗	→	→	↗	→
Biomasse totale (g)															
Surface feuille (cm ²)		↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	
Biomasse feuille (g)															

Compléter FlorSys pour
intégrer la réponse
morphologique des
plantes à la disponibilité
en eau



Compétition pour l'eau

Livrable : Fin 2022

Retard possible (thèse
non financée en 2021)

Pas de structuration :

- Cultures vs. adventices
- Mono- vs. dicotylédones
- Date de prélèvement P1 vs. P2

Questions ?



Quels éléments de preuve au champ
des effets de l'allélopathie pour réguler les
adventices en grandes cultures ?

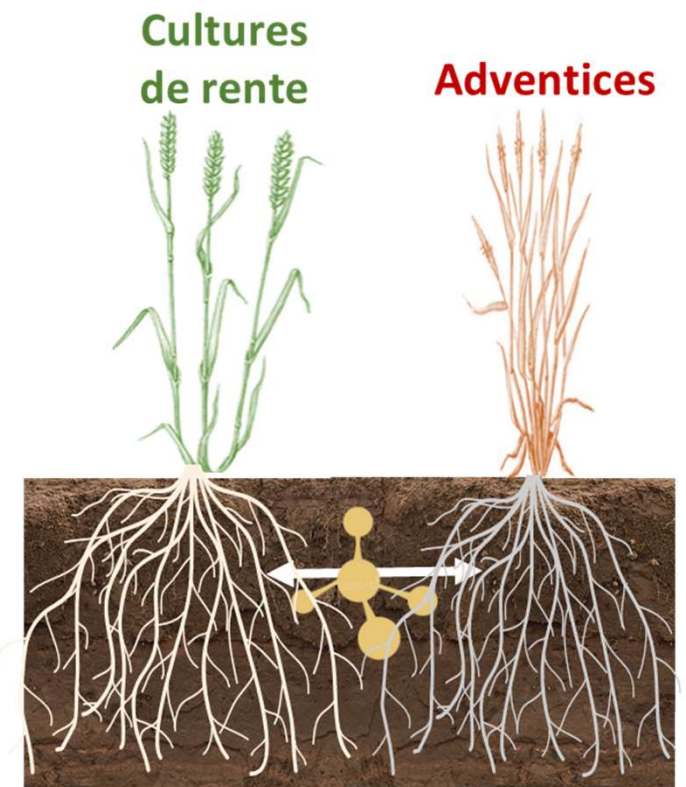
**Inès Mahé - Bruno Chauvel - Nathalie Colbach - Stéphane Cordeau
- Aurélie Gfeller – Antje Reiss - Delphine Moreau**



sous presse



Contexte et objectifs

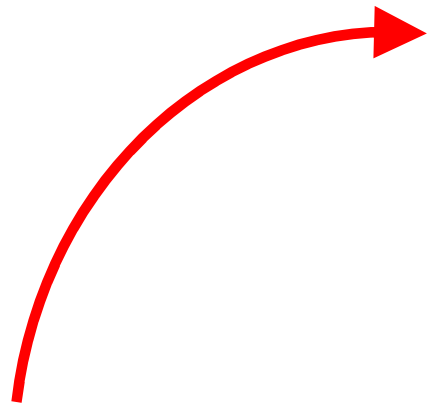


Composés chimiques capables d'altérer la croissance de plantes voisines

⇒ **Exploiter ces propriétés 'allélopathiques'** comme levier agroécologique pour la régulation des adventices ?

✗ Mais **difficiles à démontrer au champ** car difficiles à dissocier des effets de la compétition

✓ Effets attestés au laboratoire



Première revue systématique de la littérature scientifique
Objectiver l'existence d'éléments de preuve au champ des **effets de l'allélopathie** dans la régulation des adventices, **indépendamment de la compétition**



Méthode

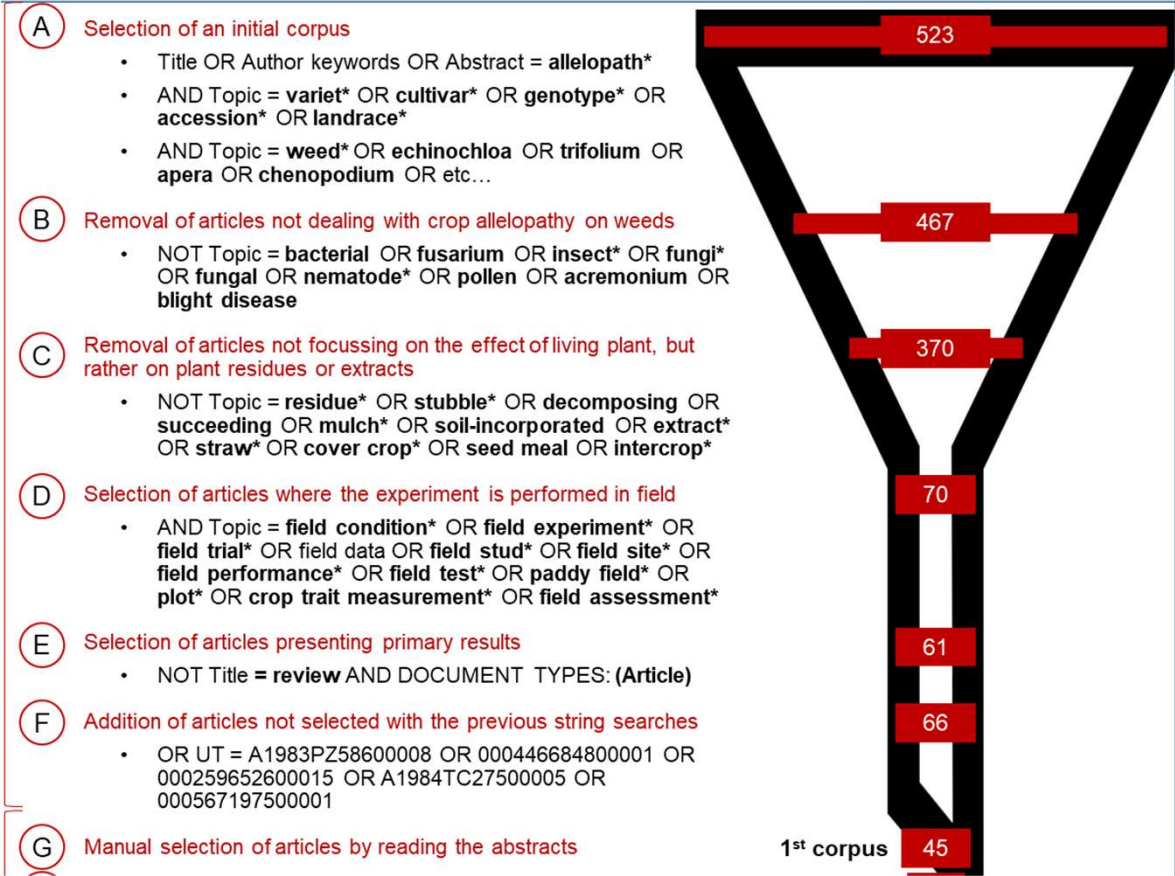
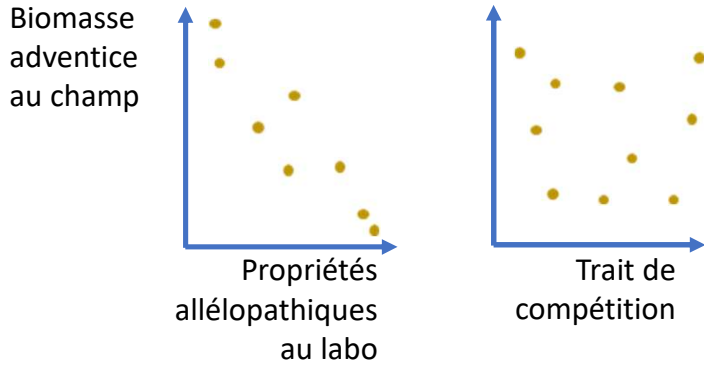


Ciblage :

- Etudes au champ comparant **différentes variétés** au sein d'une même espèce cultivée
- Avec des variétés aux **propriétés allélopathiques différentes** (attestées en labo)

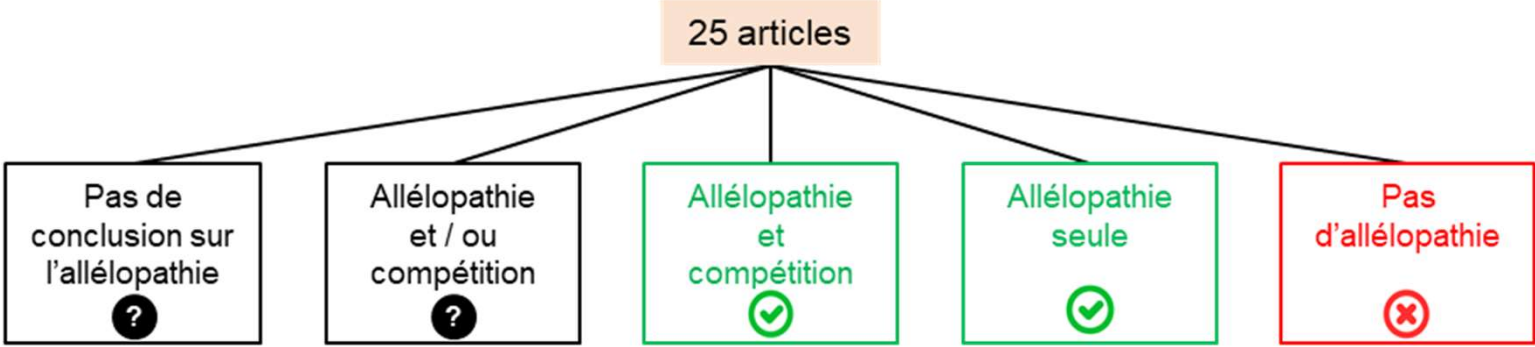
Hypothèses de travail :

Effets de l'allélopathie attestés si les différences de régulation des adventices entre variétés au champ :

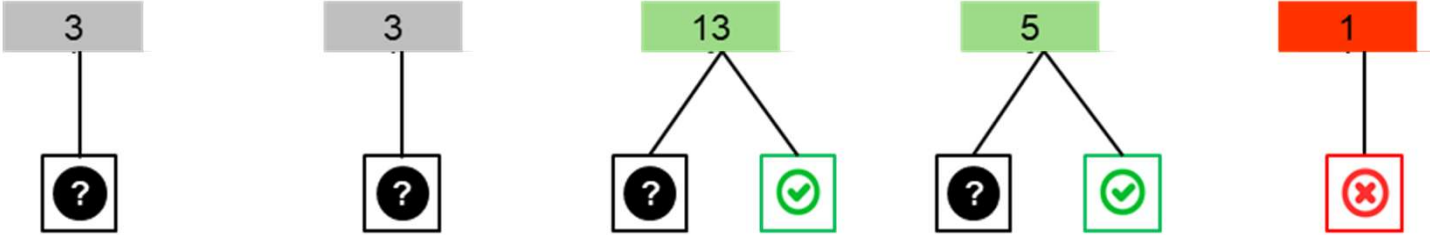


Résultats

- Une grande partie des 45 articles ignore la compétition => effets attribués à l'allélopathie (de manière abusive)
- Au total, seulement 25 articles considèrent explicitement allélopathie et compétition



Conclusion des auteurs



Nos conclusions



(pertinence des dispositifs et protocoles expérimentaux, gammes de variation des variables mesurées, analyses de corrélation)

- **Seuls 7 articles** peuvent fournir des éléments de preuve des effets de l'allélopathie au champ
- Mais des **réserves liées à l'absence de mesures de la disponibilité en ressources du sol** (étaient-elles limitantes ?)

Résultats

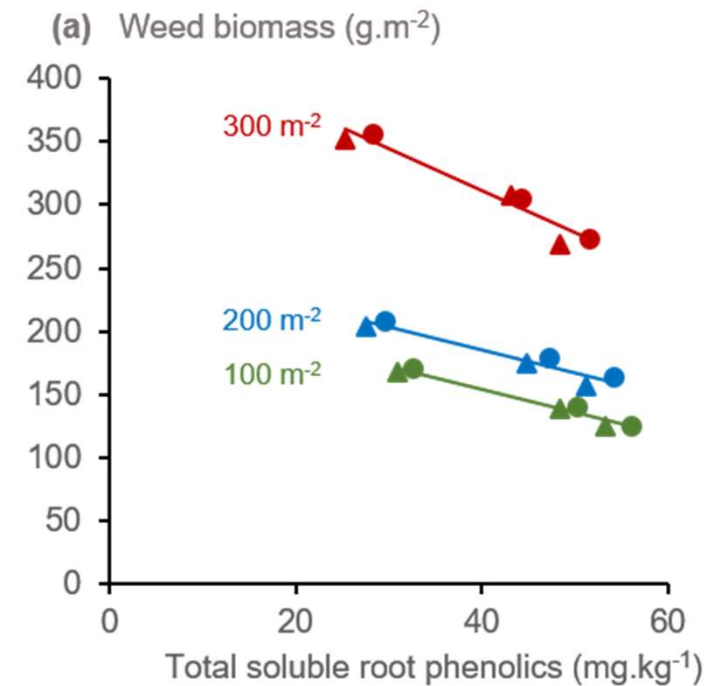
Exemple de résultat convainquant sur 3 variétés de blé (Kashif et al. 2016)

- **No significant difference of crop competitive traits** (crop height and tiller number) between the three studied wheat varieties.
- **Weed biomass in the field is correlated with allelochemical content** (i.e. total soluble phenolics) in the plant and in the soil
- The results of the field experiment are in line with the results of the agar-based bioassay

Mais :

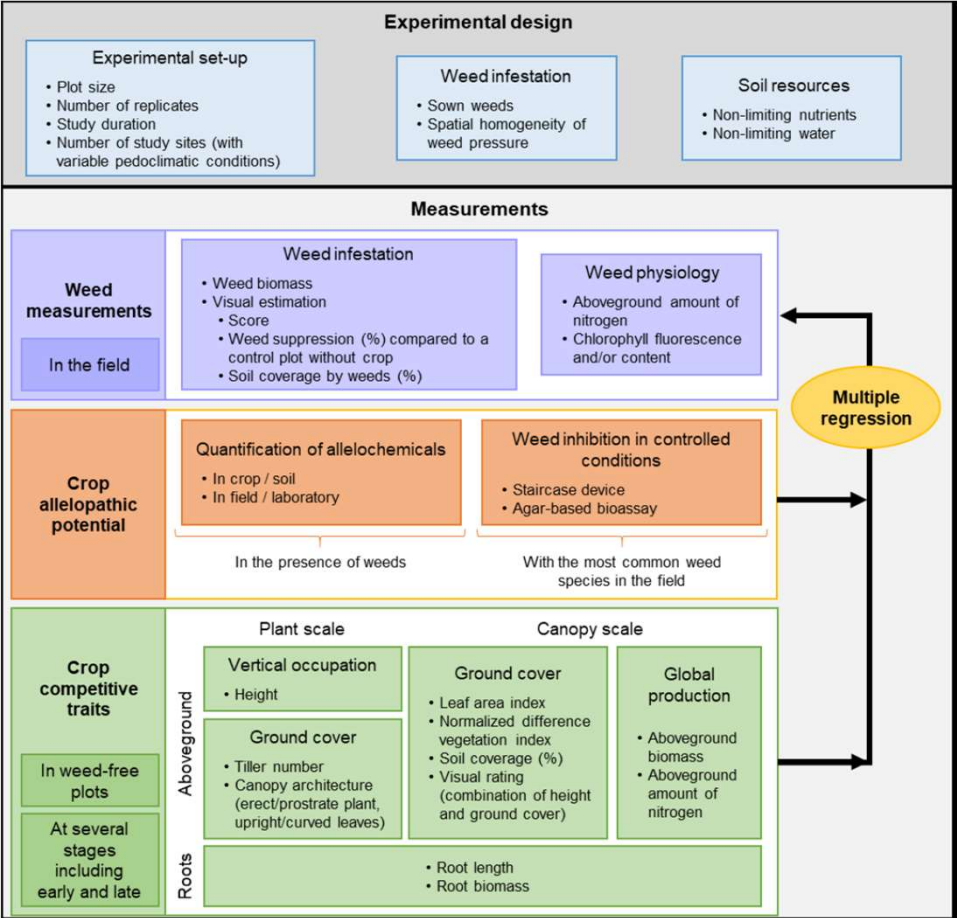
- pas de mesure de la disponibilité en ressources du sol
- Pas de mesure des traits compétitifs à des stades précoces

3 densités de semis * 3 variétés de blé * 2 années



Conclusions et valorisation

- **Peu d'articles** montrent avec certitude des effets de l'allélopathie au champ
- **Bien lire les articles** qui considèrent observer des effets de l'allélopathie au champ
- Pour étudier les effets de l'allélopathie au champ, un **dispositif expérimental rigoureux** est indispensable



• Agronomy for Sustainable Development (in press)
 • 9th EWRS Symposium, Athens, Greece, 20-23 June 2022 (submitted)

Perspectives : Quantifier les effets de l'allélopathie au champ par expérimentation virtuelle ?

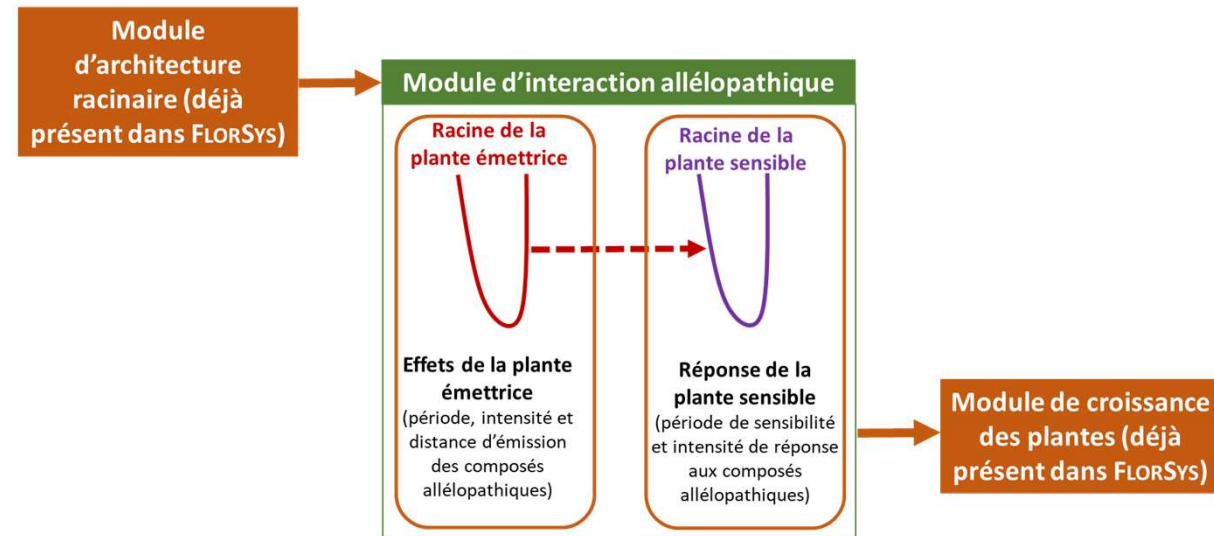
- **Justification** : Modèles mécanistes adaptés pour quantifier des variables difficiles à mesurer au champ
- **Objectif** : Compléter FlorSys et l'utiliser (approche complémentaire à la revue de la littérature)

Etapes :

- **Ajouter un « module allélopathie »** avec des paramètres reflétant les effets d'espèces émettrice et la réponse d'espèces sensibles
- **Faire des simulations** avec/sans le module allélopathie
⇒ Différence = effets dus à l'allélopathie

Probables difficultés à paramétrer ce module :

- **Option 1 : Faire uniquement des analyses de sensibilité (modèle pour comprendre, par pour faire un OAD)**
⇒ Quels paramètres ont le plus de poids et quelles valeurs doivent-ils prendre pour que l'allélopathie ait un effet ?
⇒ Ces valeurs sont-elles cohérentes avec des valeurs connues dans la littérature/expertise ?
- **Option 2 : Estimer les paramètres de l'allélopathie par calibration** : Données d'essais au champ bien documentés.
Hypothèse : les paramètres compétition sont corrects ; paramètres allélopathie estimés par optimisation



⇒ **Projet Partenariat Hubert Curien Agroscope Changins (A. Gfeller)**

Questions ?

INRAE

AGROTRANSFERT

RESSOURCES ET TERRITOIRES

COPRAA - ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

T1.1.1 : EFFET DE L'AZOTE SPATIALISÉ SUR LE RANG DANS LA DYNAMIQUE DE COMPÉTITION CULTURE-ADVENTICE

Simon Vandrissse, Bastien Boquet, Marie Flament

Agro-Transfert Ressources et Territoires

Delphine Moreau, Nathalie Colbach

UMR Agroécologie

Pascal Farcy

U2E Unité Expérimentale d'Époisses

Sylvie Recous

UMR FARE



OBJECTIFS DE L'EXPÉRIMENTATION

- Expérimentation réalisée dans le cadre de la **T1.1.1 : Compétition pour les ressources du sol**
- Essai au champ (en parcelle agriculteur) visant à évaluer l'effet de la spatialisation de l'azote sur les dynamiques de développement et de compétition culture-adventice

Questions :

→ Dans quelle mesure la localisation du 1^{er} apport sur le rang modifie-t-il la dynamique de répartition spatiale de l'azote (rang vs interrang) dans le temps ?

→ L'apport localisé a-t-il une incidence sur la compétition culture-adventice ?

MATÉRIEL & MÉTHODES

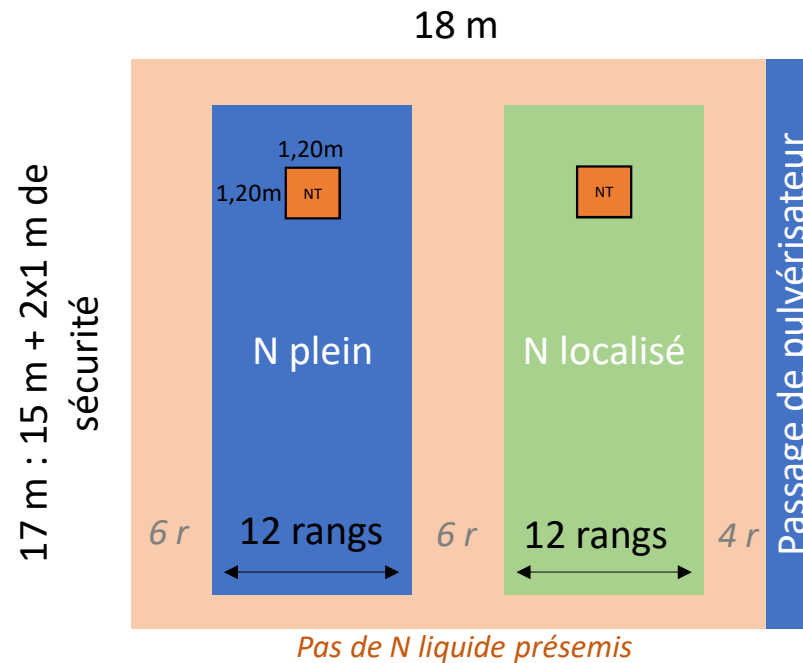
- ❖ 1 parcelle d'essai en betteraves sucrières implantée à Thiepval (80)
- ❖ 2 modalités x 4 blocs
- ❖ 192 reliquats N réalisés
- ❖ 3 relevés de flore en cours de culture
- ❖ 1 prélèvement de biomasse (culture et adventice) au stade couverture de la culture



MATÉRIEL & MÉTHODES

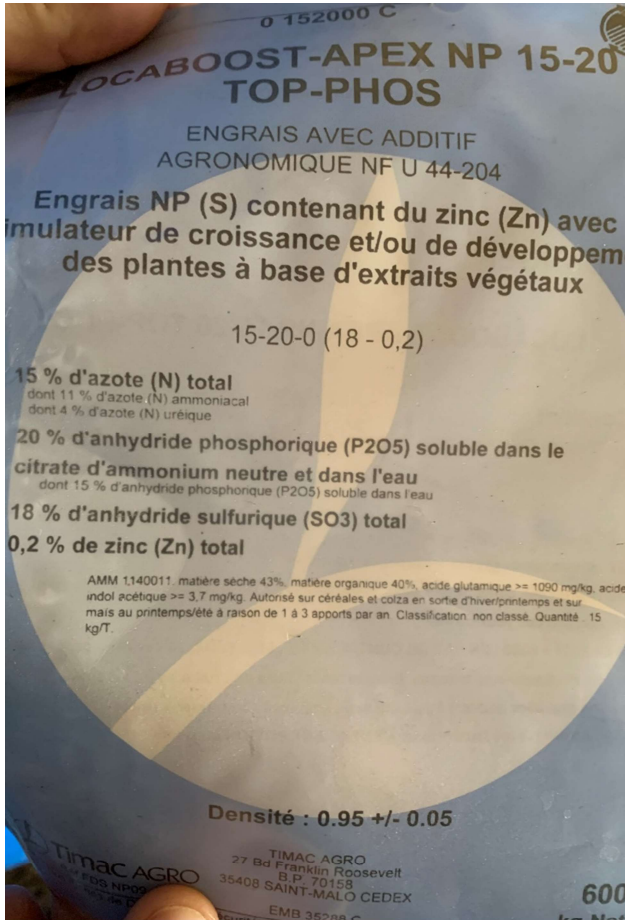
- ❖ 1 parcelle d'essai en betteraves sucrières implantée à Thiepval (80)
- ❖ **2 modalités x 4 blocs**
- ❖ 192 reliquats N réalisés
- ❖ 3 relevés de flore en cours de culture
- ❖ 1 prélèvement de biomasse (culture et adventice) au stade couverture de la culture

Représentation schématique d'un bloc

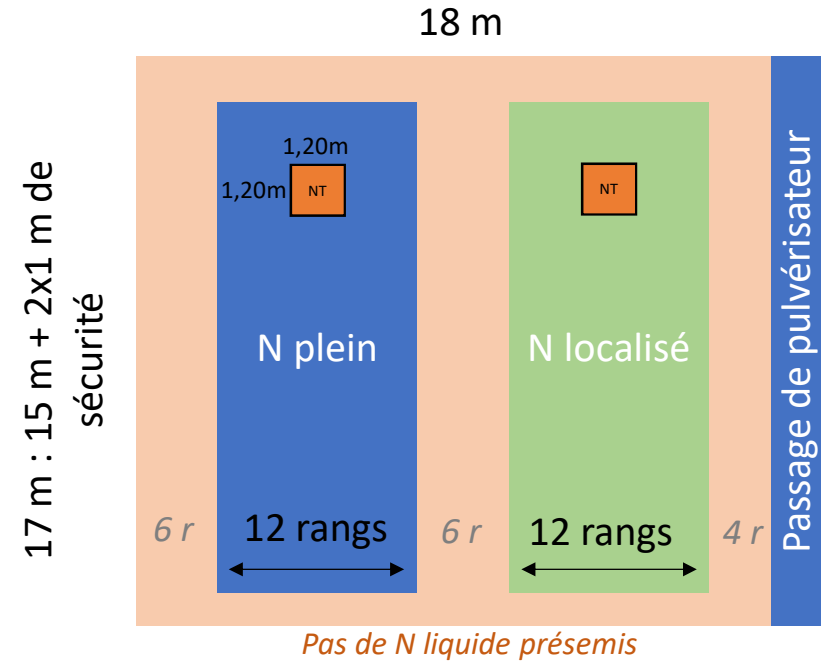


+ 1 carré non traité par modalité sur chaque bloc

MATÉRIEL & MÉTHODES



Représentation schématique d'un bloc



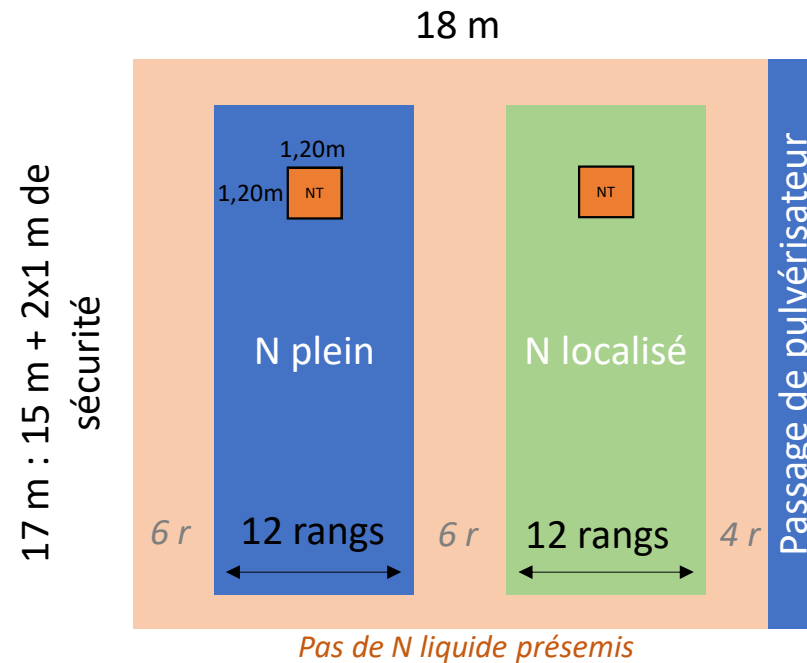
Modalités :

1/ N plein : environ 60 U N (400 kg/ha) apportées en plein le 29/03/2021

MATÉRIEL & MÉTHODES



Représentation schématique d'un bloc



Modalités :

1/ **N plein** : environ 60 U N (400 kg/ha) apportées en plein le 29/03/2021

2/ **N localisé** : environ 50 U N (350kg/ha) apportées en localisé au semis le 30/03/2021 (N localisé à 5 cm du rang de betteraves)

→ Pas d'apport d'azote supplémentaire

N total agriculteur ≈ 120 U

MATÉRIEL & MÉTHODES

- ❖ 1 parcelle d'essai en betteraves sucrières implantée à Thiepval (80)
- ❖ 2 modalités x 4 blocs
- ❖ **192 reliquats N réalisés**
- ❖ 3 relevés de flore en cours de culture
- ❖ 1 prélèvement de biomasse (culture et adventice) au stade couverture de la culture

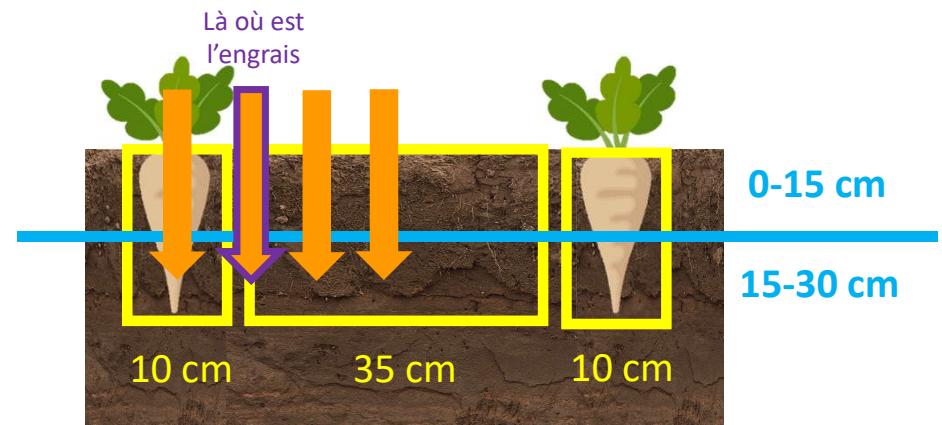
**4 prélèvements (pour 4 distances du rang)
x 2 profondeurs
x 2 traitements
x 4 blocs**

**Semis
+ 30 jours**



**Semis
+ 16 jours**

**Semis
+ 8 jours**

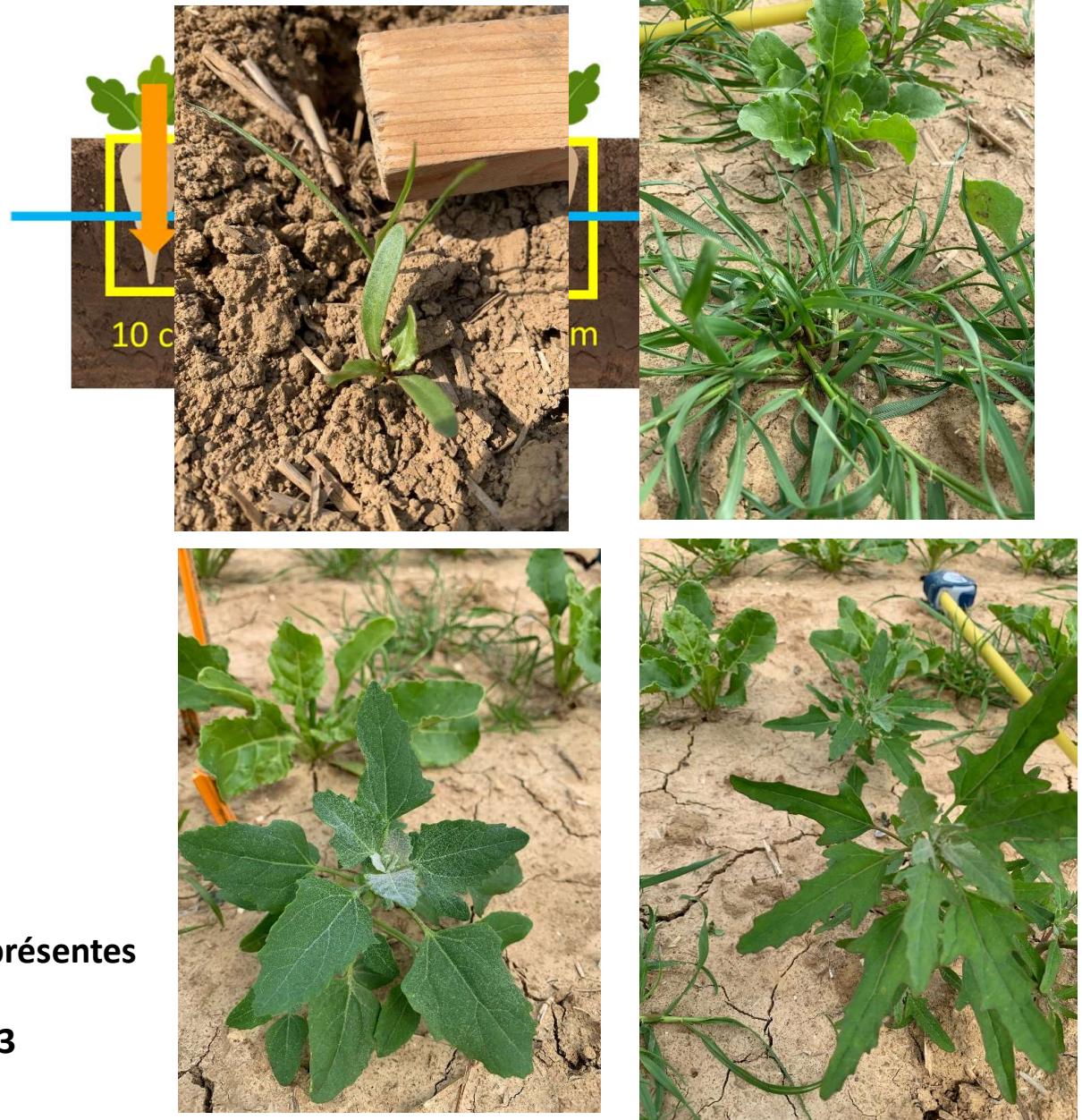


MATÉRIEL & MÉTHODES

- ❖ 1 parcelle d'essai en betteraves sucrières implantée à Thiepval (80)
- ❖ 2 modalités x 4 blocs
- ❖ 192 reliquats N réalisés
- ❖ 3 relevés de flore en cours de culture
- ❖ 1 prélèvement de biomasse (culture et adventice) au stade couverture de la culture

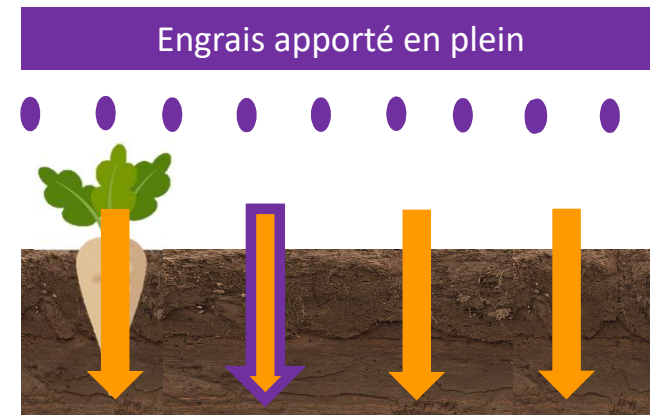
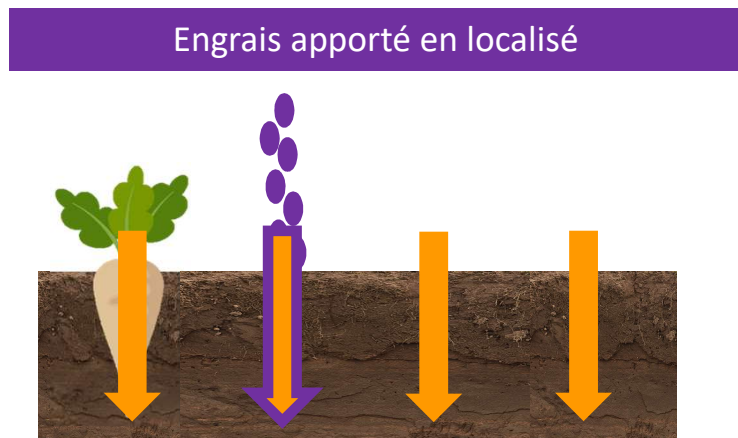
Suivis dans zones non traitées :

- Détermination et dénombrement des adventices présentes
- 3 dates : début mai, début juin, mi-juillet 2021
- Prélèvement de biomasse culture et adventice à D3



RESULTATS

Hypothèse de recherche : mettre N en local sur le rang (vs plein) permet de favoriser la betterave (culture à fort écartement) par rapport aux adventices (sur la parcelle) car l'azote est plus proche des racines de la betterave alors que les adventices (qui sont majoritairement dans l'interrang) ont accès à moins d'azote à proximité



(1) Quels effets de la localisation de l'apport de N sur la dynamique de N dans le sol ?

La localisation de N sur le rang modifie-t-elle la dynamique de répartition spatiale de l'azote (par rapport à un apport en plein) ?

⇒ N diffuse très vite de manière horizontale et donc localiser sur le rang n'a que peu d'effet sur la répartition de l'N ?

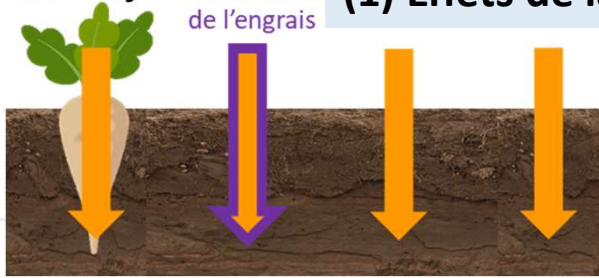
⇒ Ou est-ce que cette différence rang vs. interrang perdure dans le temps, au-delà de la date de l'apport ?

(2) Quelles conséquences sur les rapports compétitifs culture-adventice ?

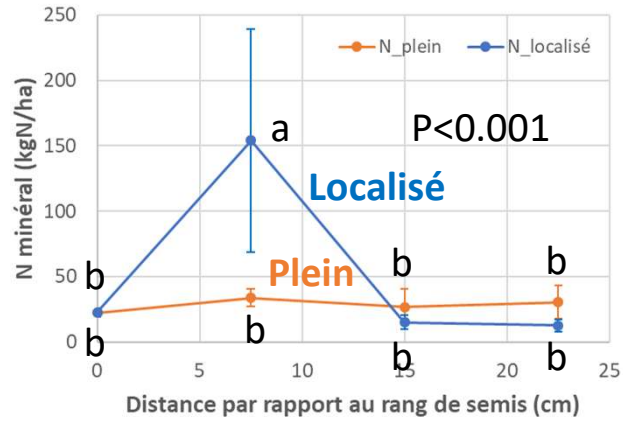
Date 1 : Semis + 8j

Localisation de l'engrais

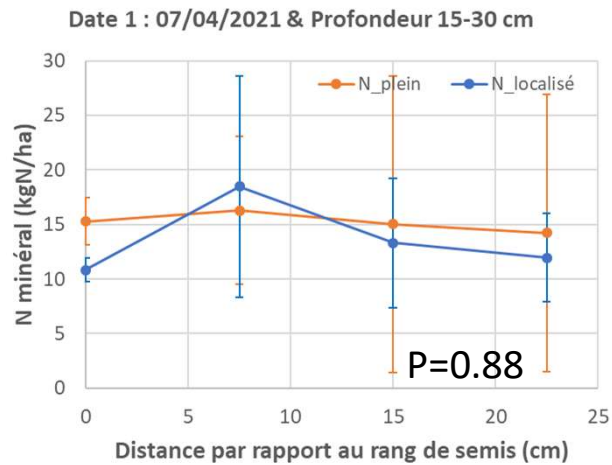
(1) Effets de la localisation de l'apport de N sur la dynamique de N dans le sol ?



0-15 cm

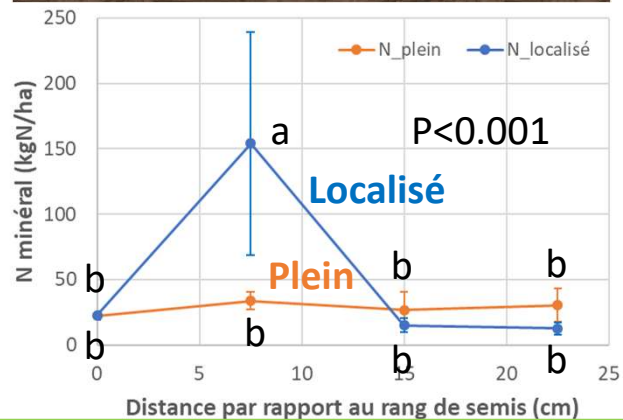


15-30 cm



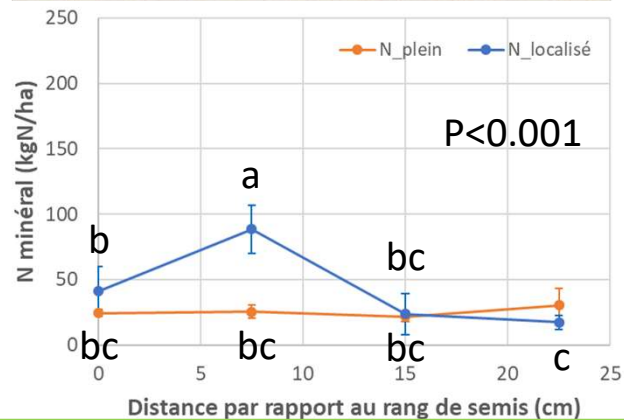
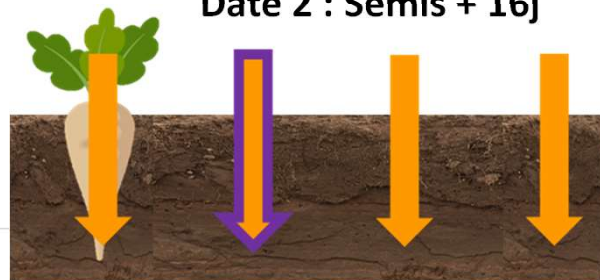
Date 1 : Semis + 8j

Localisation de l'engrais

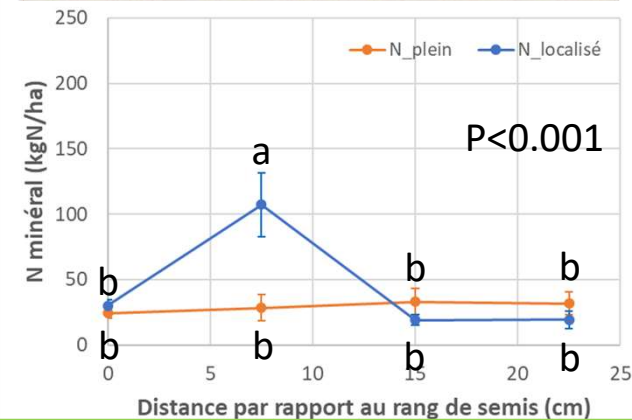
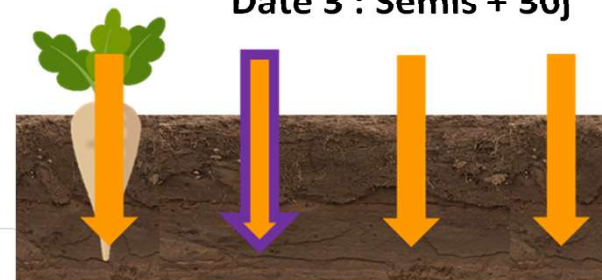


0-15 cm

Date 2 : Semis + 16j



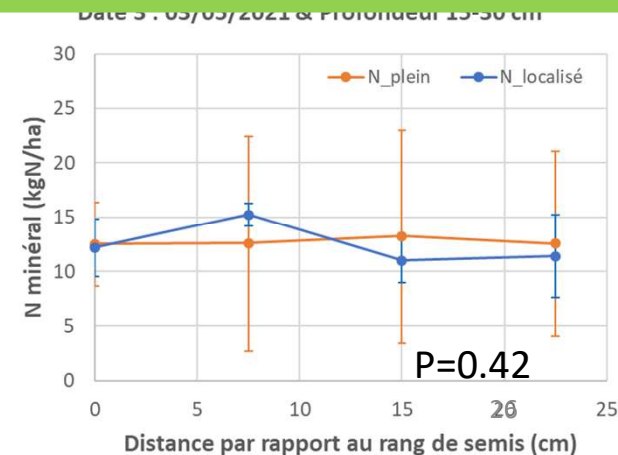
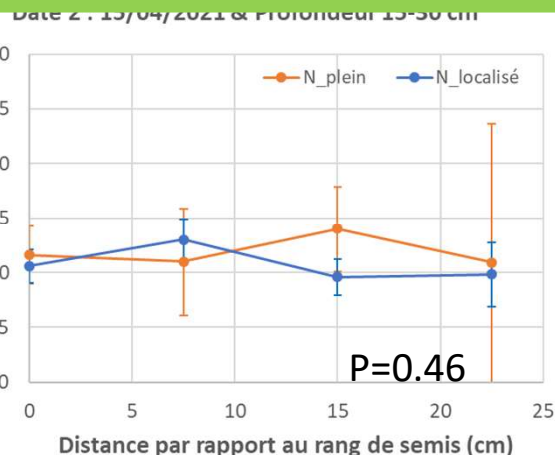
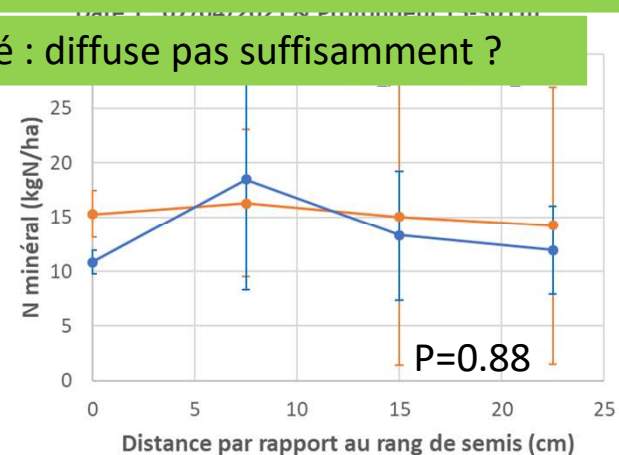
Date 3 : Semis + 30j



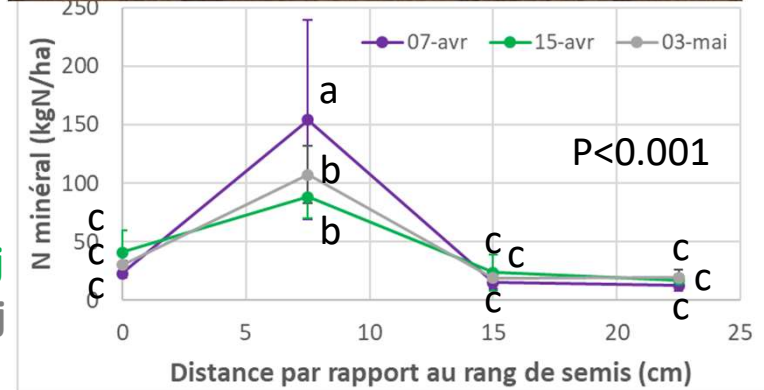
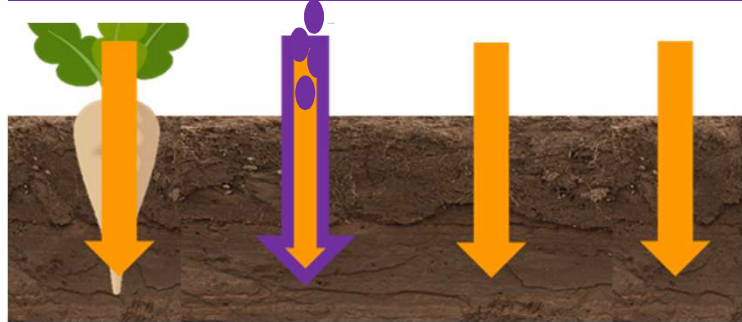
Localiser change la répartition de N du sol dans la couche superficielle et sur le point d'apport; l'effet perdue dans le temps

Trop localisé : diffuse pas suffisamment ?

15-30 cm



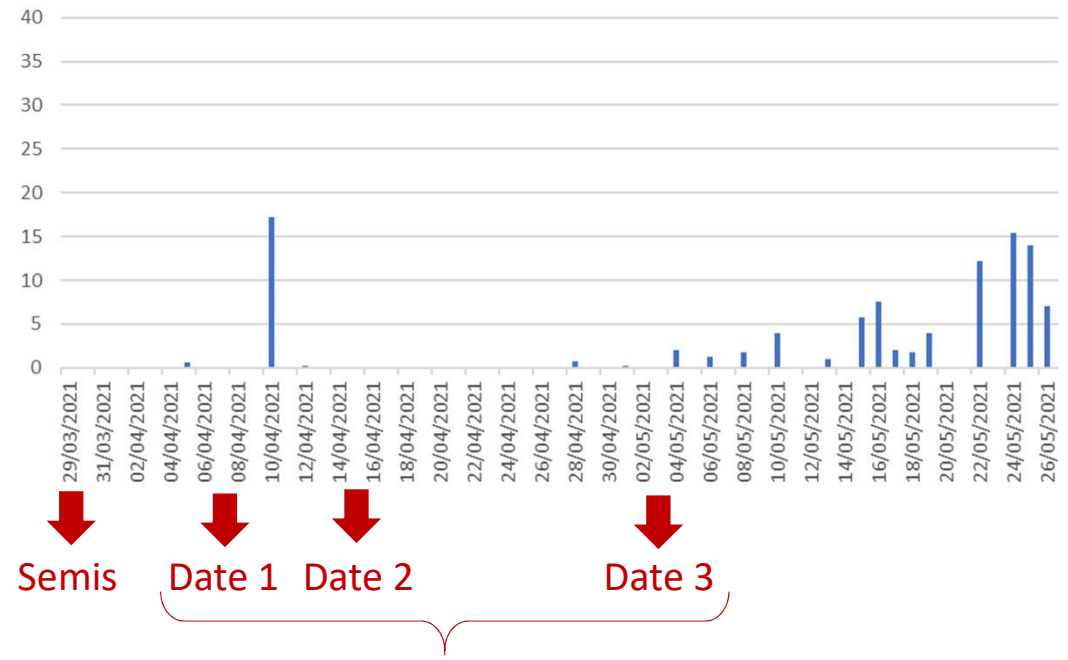
Engrais apporté en localisé



0-15 cm
Semis + 7j
Semis + 16j
Semis + 30j

L'effet 'localisation' perdue dans le temps mais s'estompe

Pluviométrie (mm)



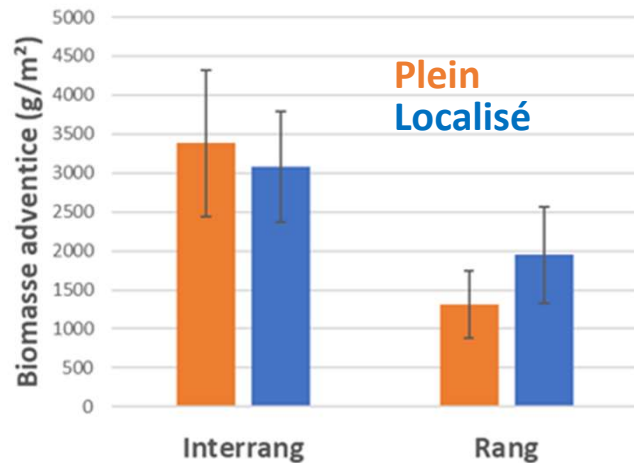
Prélèvements de sol



Pluviométrie faible

(2) Quelles conséquences sur les rapports compétitifs culture-adventice ?

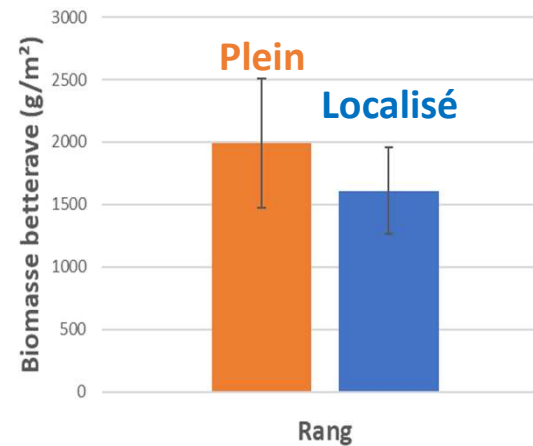
Biomasse adventice totale (rang et inter-rang)



Localiser l'azote sur le rang :

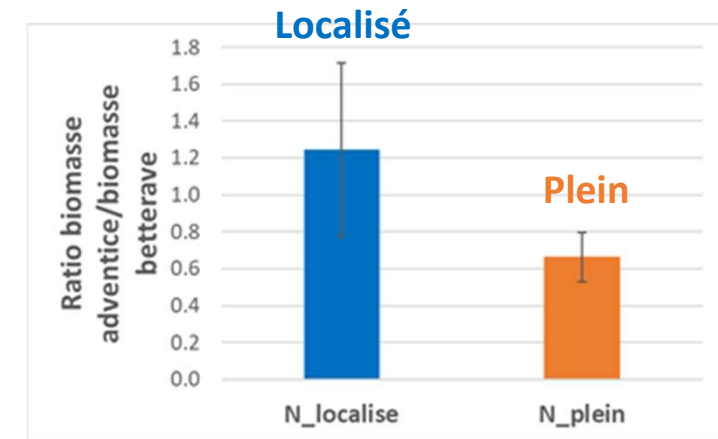
- \searrow la biomasse adventice dans l'interrang mais non significatif
 - \nearrow la biomasse adventice dans le rang mais non significatif
- ⇒ Répartition rang vs. interrang change mais non significatif

Biomasse culture : rang



Localiser l'azote sur le rang
 \searrow la biomasse betterave
 mais non significatif

Ratio biomasse adventice/culture (rang)



Localiser sur le rang \nearrow la part de biomasse adventice/culture
 mais non significatif (P=0.085)

⇒ Pas d'effet significatif
 ⇒ Mais des tendances

ENSEIGNEMENTS ET SUITES

- Une « manip test » riche en enseignements (capacité à étudier la question)
- Conclusions :

(1) Quels effets de la localisation de l'apport de N sur la dynamique de N dans le sol ?

La localisation de N sur le rang modifie-t-elle la dynamique de répartition spatiale de l'azote (par rapport à un apport en plein) ?

Oui et l'effet perdure dans le temps



pluviométrie faible

(2) Quelles conséquences de la localisation de N sur les rapports compétitifs culture-adventice ?

⇒ Pas d'effet significatif

⇒ Mais des tendances et pas forcément celles qu'on recherche

Tend à favoriser les adventices sur le rang (vs. interrang). Or :

- Génèrent le plus de compétition vis-à-vis de la culture ?
- Difficiles à désherber mécaniquement



- N plein (≈ 60 U) et N localisé (≈ 50 U)
- Betteraves très carencées en N (pas pu couvrir le sol rapidement)

Suggère que localiser l'apport de N peut être désavantageux dans certaines conditions (« fausse bonne idée »)

• Perspectives pour 2023 (à discuter)

- Même quantité de N en plein et en localisé
- Une dose plus importante pour limiter la carence des betteraves
- Prélèvements de betterave dans le reste de la parcelle (témoin) qui a eu une dose d'azote plus forte (100 U)

Questions ?