

30 ans

# 16<sup>e</sup> Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

**PREVIBEST** : Prévenir les risques de tassement des sols en systèmes Betteraviers.



Agro-Transfert  
Ressources et Territoires



ITB  
Institut Technique  
de la Betterave



Tereos



Comité Français d'Étude et de Développement  
de la Fertilisation Raisonnée

**Damian MARTIN & Thomas LEBORGNE**

Agro-Transfert RT & Institut Technique de la Betterave

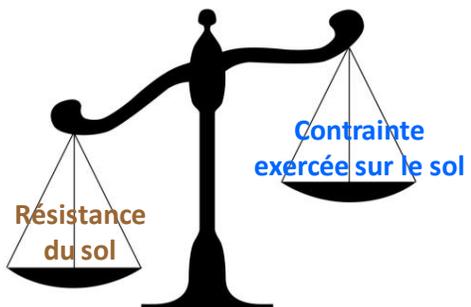


Groupement d'études méthodologiques pour l'analyse des sols

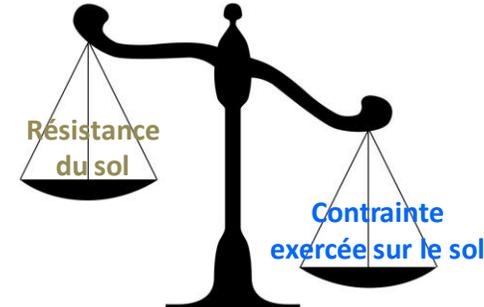
# Qu'est-ce que le tassement ?



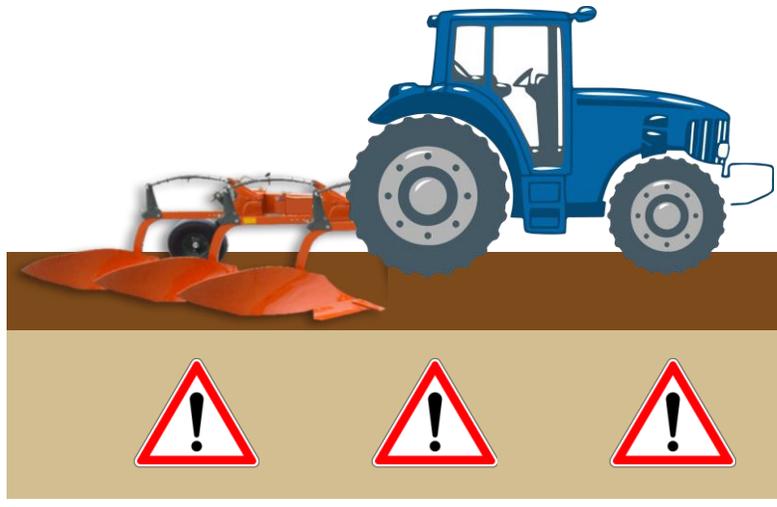
comifer Gemas



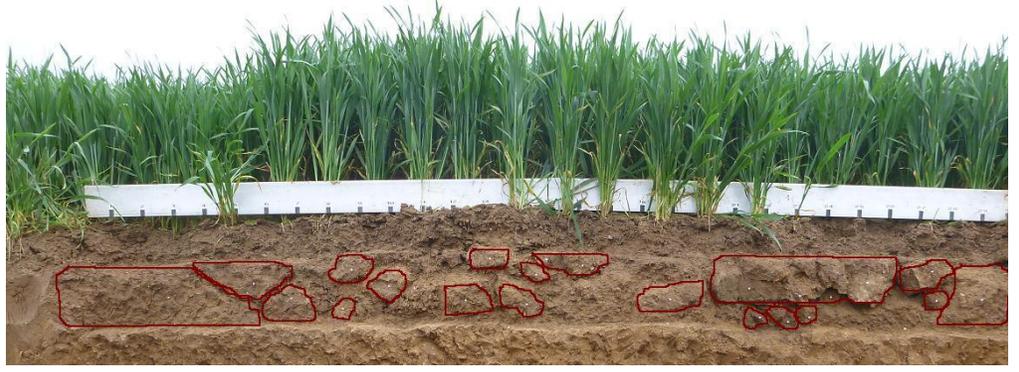
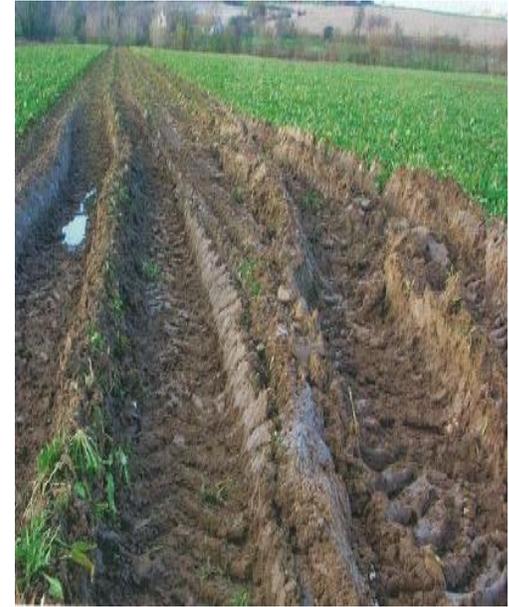
**PAS DE RISQUE DE TASSEMENT**



**RISQUE DE TASSEMENT**



**Tassement en profondeur**  
non rattrapable  
mécaniquement



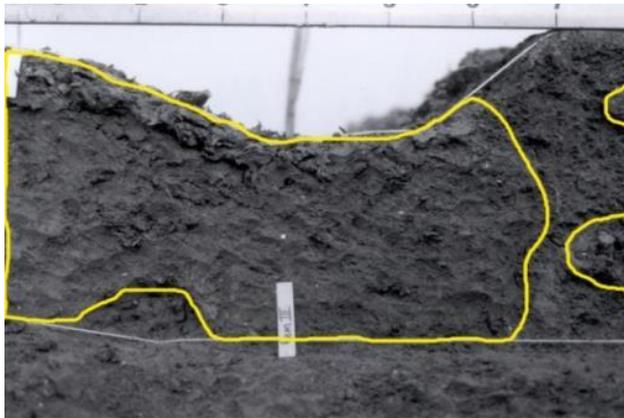


# Qu'est-ce que le tassement ?

30 ans

## Résistance du sol élevée avec :

- Masse volumique élevée
- Taux d'argile faible, surtout pour un sol humide
- Taux de matière organique élevé
- **Humidité faible** → facteur le plus influent sur la résistance



## Contraintes de compression élevées avec :

- **Charge à l'essieu élevée**
- Pneu étroit
- Pneu haute pression
- Nombre d'essieux réduit

D'après G. Richard & P. Defossez, INRA

# Focus sur l'outil préexistant TERRANIMO®

30 ans

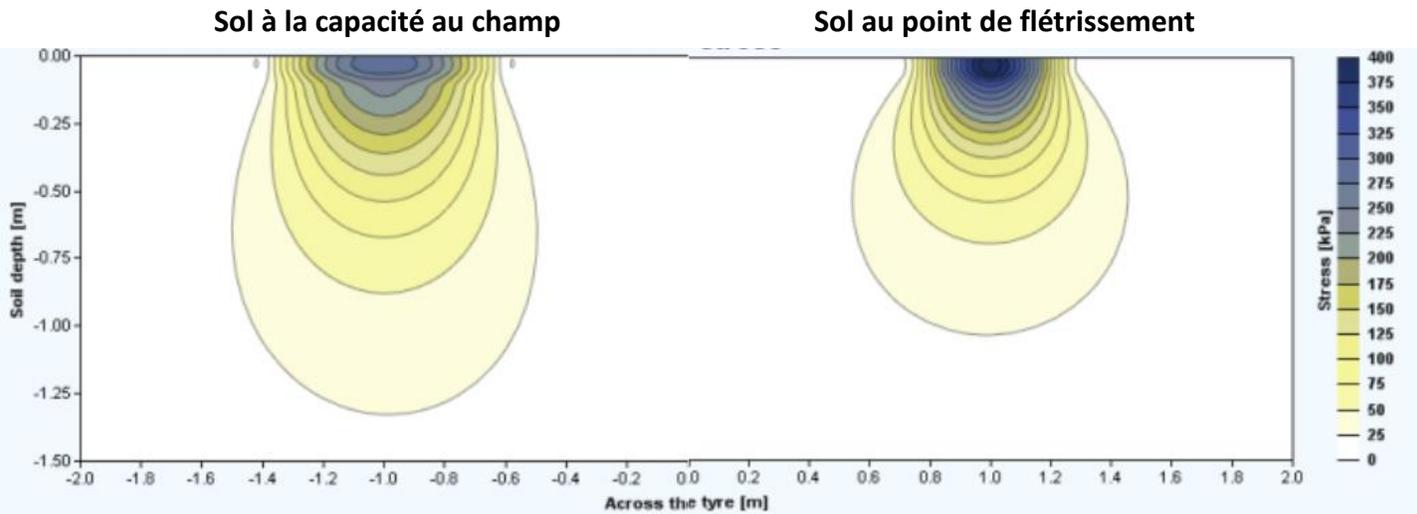


- OAD / évaluation risques de tassement du sol par les engins agricoles, version de l'université d'Aarhus (Lamandé et al., 2023)
- Outil conçu en 3 parties :
  - ✓ Estimation de la surface d'empreinte du pneu sur le sol et répartition du stress le long de cette surface
  - ✓ Estimation de la propagation du stress en profondeur
  - ✓ Estimation de la résistance du sol à la contrainte à différentes profondeurs

- ✓ Logiciel disponible gratuitement en ligne
- ✓ Grand choix de sols et de machines, personnalisation
- ✓ Représentation du tassement en profondeur

- × Logiciel en ligne lent → pas de simulations en batch
- × Pour un public expert

→ **Besoin de rendre le diagnostic accessible aux agriculteurs**



<https://www.terranimodk>



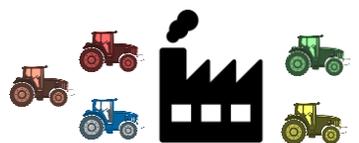
# Contexte de la récolte en betterave

30 ans

## Pourquoi parle-t-on de tassement en profondeur lors des récoltes de betterave ?



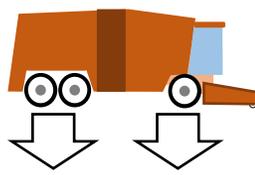
- de main d'œuvre,  
- de chantier  
décomposé



Moins d'usines, +  
de surface/usine



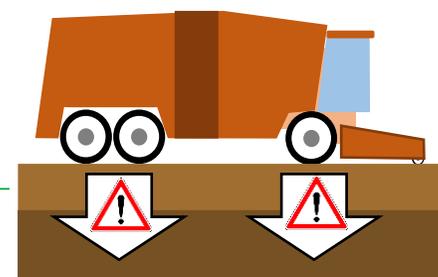
Intégrale de  
récolte



Charge à l'essieu  
importante



Sols humides



Risque de tassement  
en profondeur



Méconnaissance  
du risque et de ses  
conséquences par  
les agriculteurs



# Contexte de la récolte en betterave

30 ans

## Pourquoi parle-t-on de tassement en profondeur lors des récoltes de betterave ?



Ornières, déformations



Tassement profond

Chantier décomposé 5t/roue

Intégrale >10t/roue



(Source : Photo BETTERAVENIR 2023)



Méconnaissance  
du risque et de ses  
conséquences par  
les agriculteurs

# Présentation du Projet Prévibest



comifer Gemas



2020 → 2023



**Objectif :** développer un prototype d'outil d'aide aux acteurs de la filière, agriculteurs et techniciens, pour appréhender la problématique des risques de tassements générés par les récoltes de betteraves, et faciliter leur prise en compte dans l'organisation des chantiers et dans les décisions au champ.

Construction de l'outil

Acquisition références terrain



# Répondre aux attentes de la filière

30 ans

## Besoins d'aide à la décision

  
**Agriculteurs  
Conseillers**



Intervenir ou  
reporter ?



Adapter en fonction  
du risque ?

  
**ETA/CUMA**



Mieux identifier  
tassement /chantiers



Orienter  
renouvellement

  
**Sucrerie**



Adapter dates d'enlèvements/risque  
de tassement zone géo



# Typologie des scénarios de récolte

30 ans



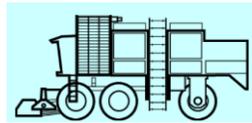
comifer Gemas

## Typologie des situations de récolte de betteraves

Situations typiques

X

Alternatives possibles d'organisation de chantiers



Données machines



11 Sols



10 Années météo

X

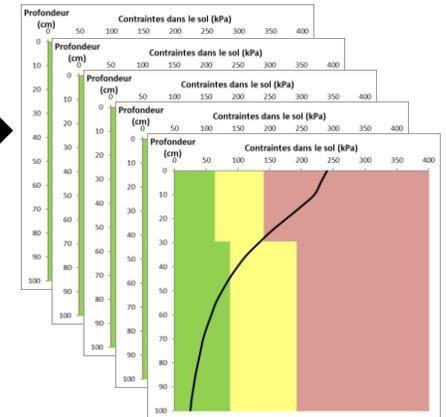
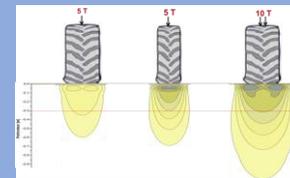
12 Stations météo

Profils hydriques



## Simulations

Terranimo®



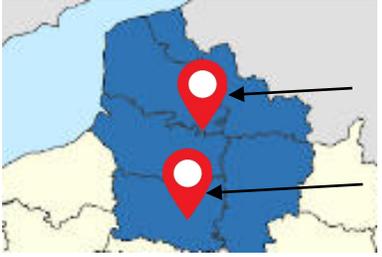
Bibliothèque de simulations de risque de tassement pour l'ensemble des situations de récolte de betterave en France

Construction de « l'arbre de diagnostics », ressource essentielle de l'outil PréviBest

# Acquisition de références terrain

## Conséquences des tassements et capacité de régénération

30 ans



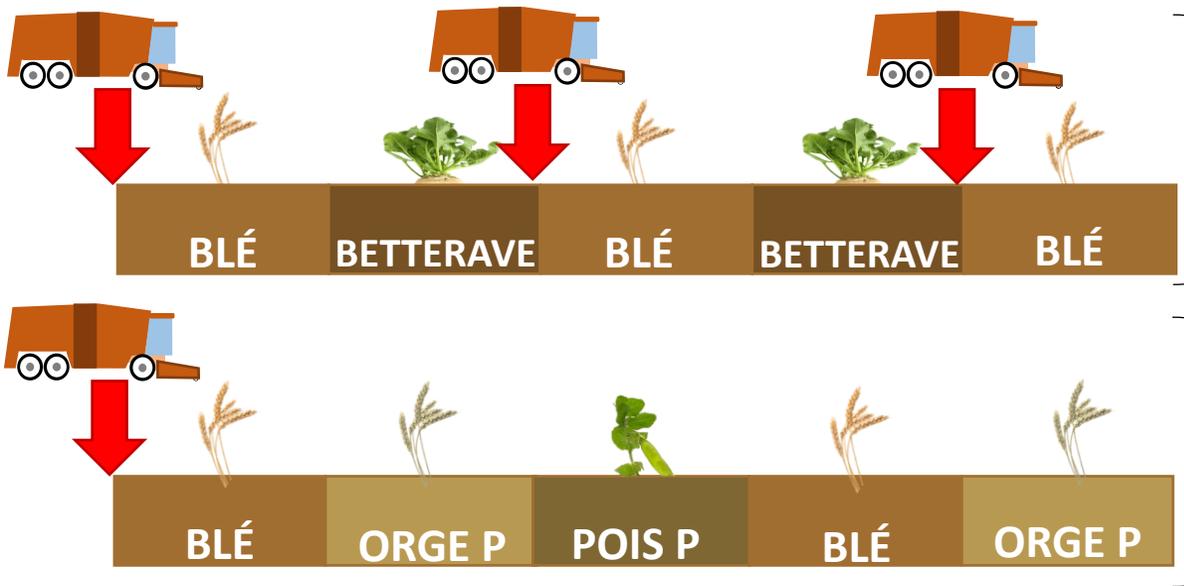
**BOIRY**  
**CHEVRIERES**



### Références chiffrées / Conséquences

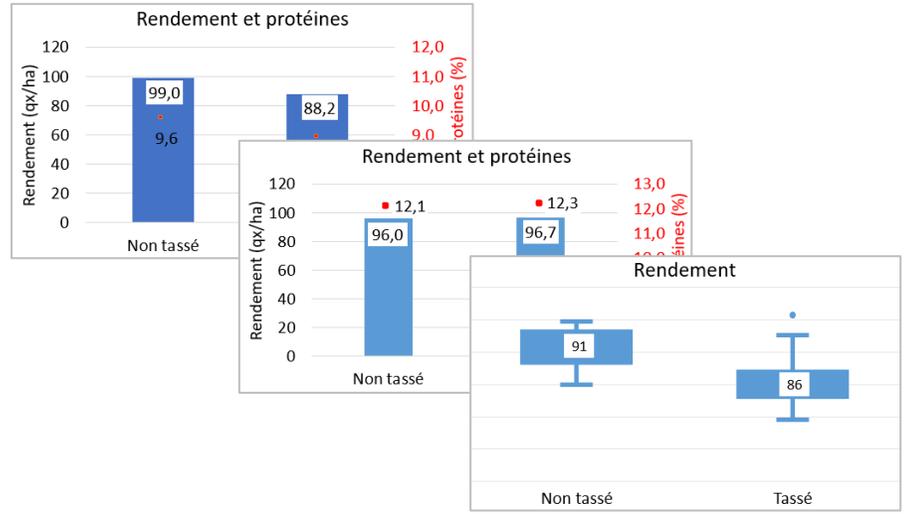
Rendement, composantes du rendement, profil racinaire, profil cultural, pénétrométrie, etc.

### Comparaison de deux systèmes de culture :



Système **CUMULATIF**

Système **RÉGÉNÉRATIF**



Implémentation dans l'outil **PRÉVIBEST**

➔ **Conseil**

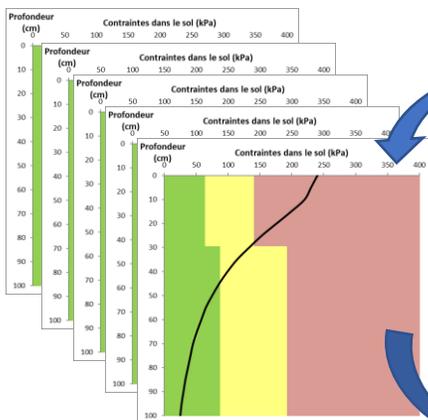
# Règles de décision

30 ans



comifer Gemas

## Arbre de diagnostics préétabli



**Bibliothèque de simulations de risque de tassement**

### Interface Utilisateur

**Entrées : Infos sur la situation à évaluer**

**Sorties : Résultats sélectionnés adaptés à la situation + solutions alternatives améliorantes**

**Risques de tassement d'après Terranimo**

**Test d'autres alternatives**



**CONSEIL**



**Références terrain et biblio sur conséquences et régénération**

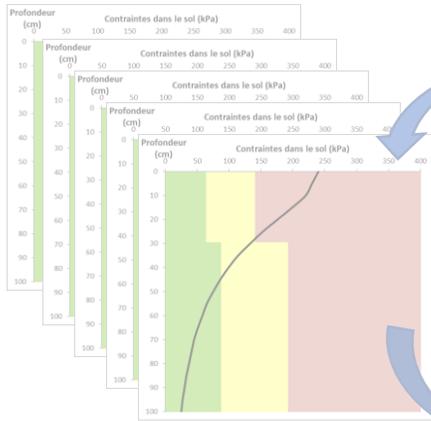
L'outil PréviBest, support interactif pour le conseil sur la prévention des risques de tassement et l'optimisation des chantiers, lors des récoltes de betteraves

# Règles de décision



comifer Gemas

## Arbre de diagnostics préétabli



## Bibliothèque de simulations de risque de tassement



## COMMENT RETROUVER LE BON PROFIL HYDRIQUE ?

1. Travail sur des variables météo : Trop imprécis, trop d'erreurs de correspondance
  2. Réseau de mesures simplifiées : mesures terrain pour s'approcher de l'humidité réelle
    - ➔ Entretien d'un réseau de mesure sur la surface betteravière
- Discussions en cours avec les acteurs de la filière

**CONSEIL**

Références terrain et biblio sur conséquences et régénération



L'outil PréviBest, support interactif pour le conseil sur la prévention des risques de tassement et l'optimisation des chantiers, lors des récoltes de betteraves

# Illustration d'un cas pratique



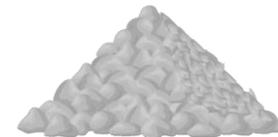
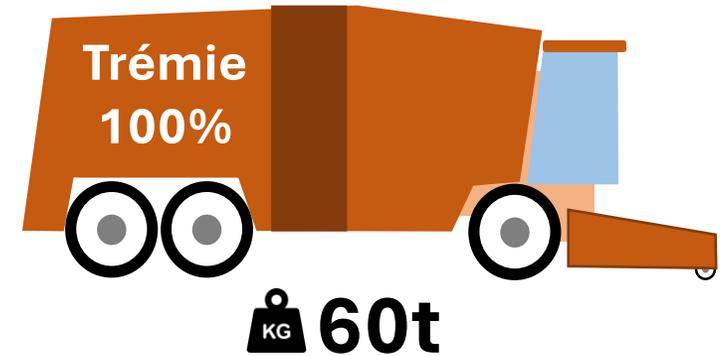
Sol limono-argileux

Date d'arrachage :



<p>Mar 24/10</p> <p>10 mm</p>	<p>Mer 25/10</p>	<p>Jeu 26/10</p> <p>2 mm</p>
-----------------------------------	----------------------	----------------------------------

Configuration de chantier :



Silo éloigné



Pas de benne

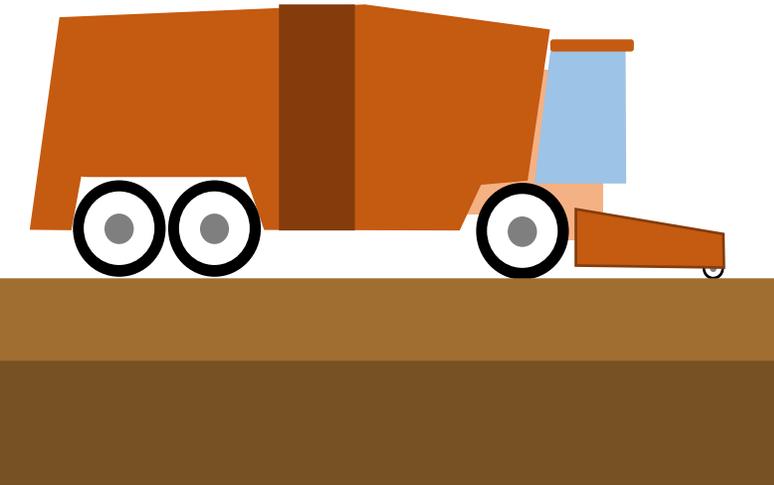


Trafic non optimisé



# Illustration d'un cas pratique

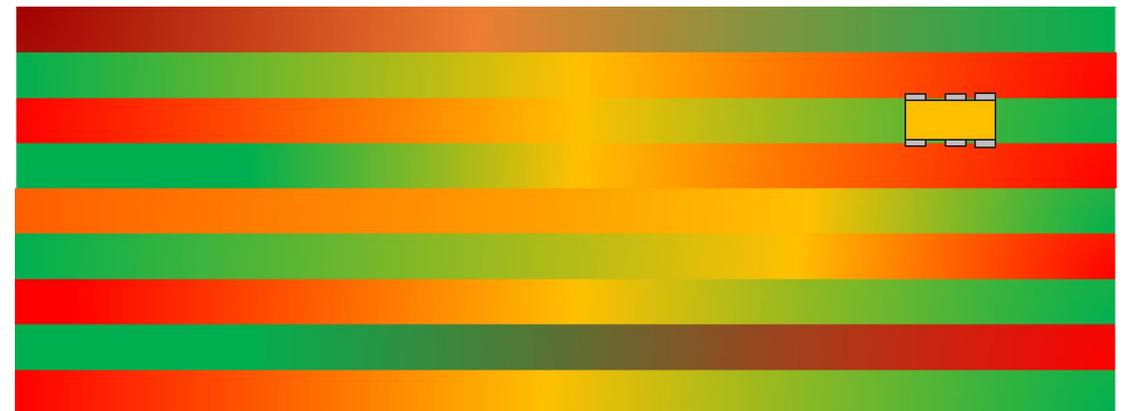
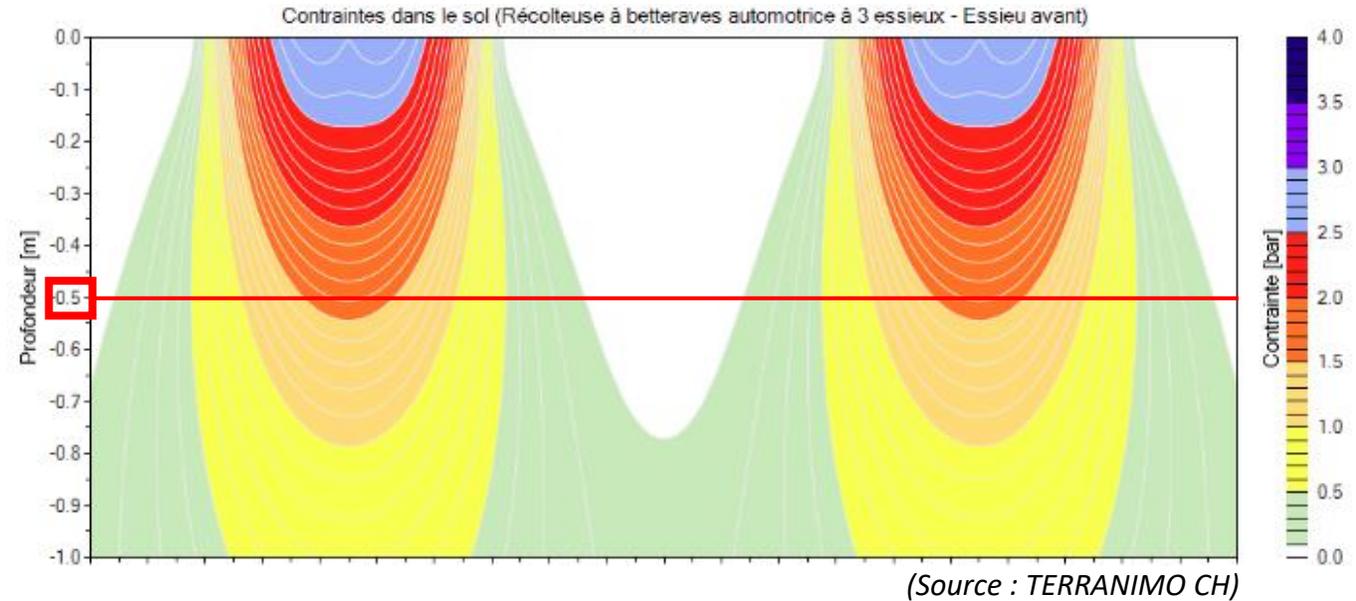
30 ans



Risque de tassement en profondeur > 50 cm



Surface tassée en profondeur importante



# Illustration d'un cas pratique

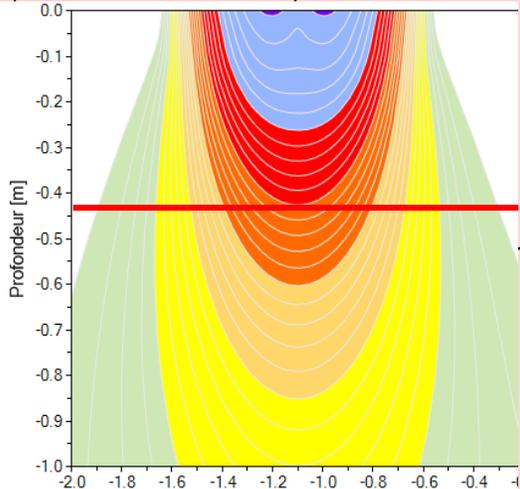
30 ans



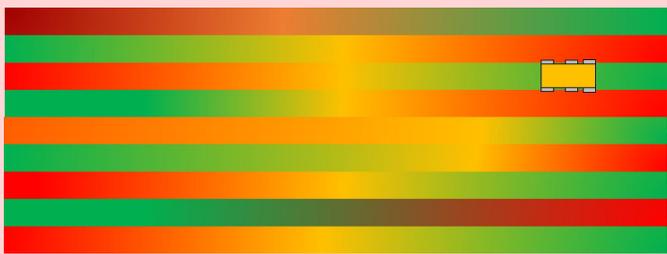
comifer Gemas

Combinaison de levier à mettre en place pour diminuer son risque de tassement :

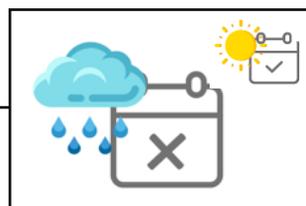
(Source : TERRANIMO CH)



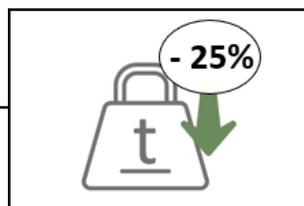
Risque de tassement > 50 cm



Surface tassée importante



Retarder  
l'arrachage



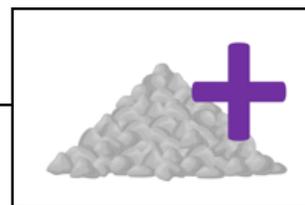
Réduction  
charge



Baisser  
pression



Ajouter benne  
3 essieux

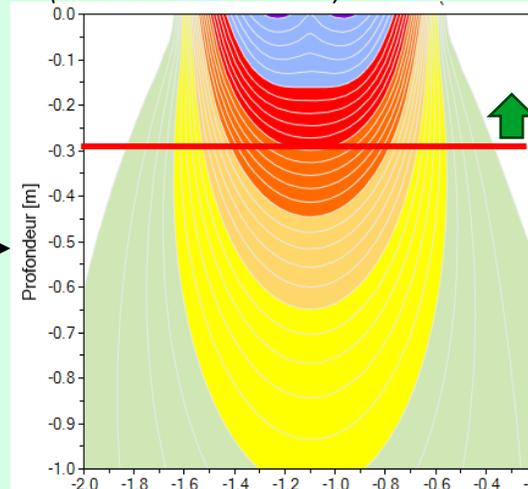


Ajouter silo

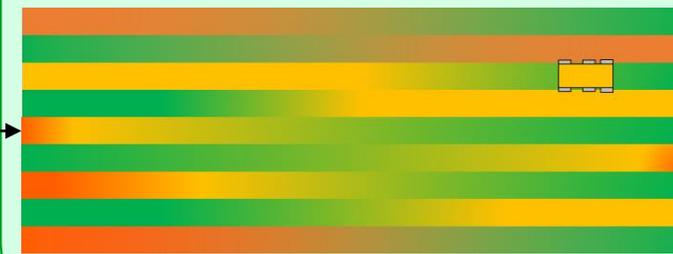


Trafic  
optimisé

(Source : TERRANIMO CH)



Risque de tassement 25/30 cm



Peu de surface tassée

# Conclusion

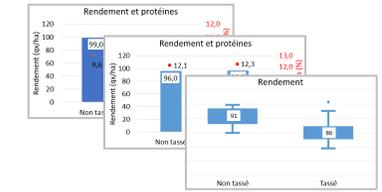
30 ans



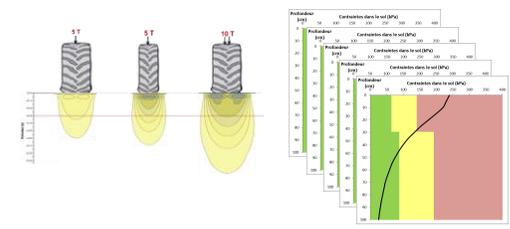
**Contexte récolte betteravière**

**Projet PRÉVIBEST**

## Références terrains



## Simulations risque de tassement



**Outil d'aide au raisonnement**  
Diagnostics  
Alternatives  
Conséquences

Agriculteurs, conseillers, techniciens, groupes sucriers, etc.

**ENJEU** Prendre en compte et anticiper son risque de tassement profond à la récolte



30 ans

# Merci de votre attention

## ÉQUIPE PROJET :

Damian MARTIN (AGT), Thomas LEBORGNE (ITB), Pierre DUL (ITB), Rémy DUVAL (ITB), Annie DUPARQUE (AGT), Vincent TOMIS (AGT), Cyril BLONDIN (Tereos), Francis BAZELAIRE (Tereos), Damien ANDRIEU (Tereos), Guillaume BRISSET (ITB)

*Avec l'appui scientifique de : Mathieu LAMANDÉ (Univ. Aarhus)  
Hubert BOIZARD (Retraité INRAE)*





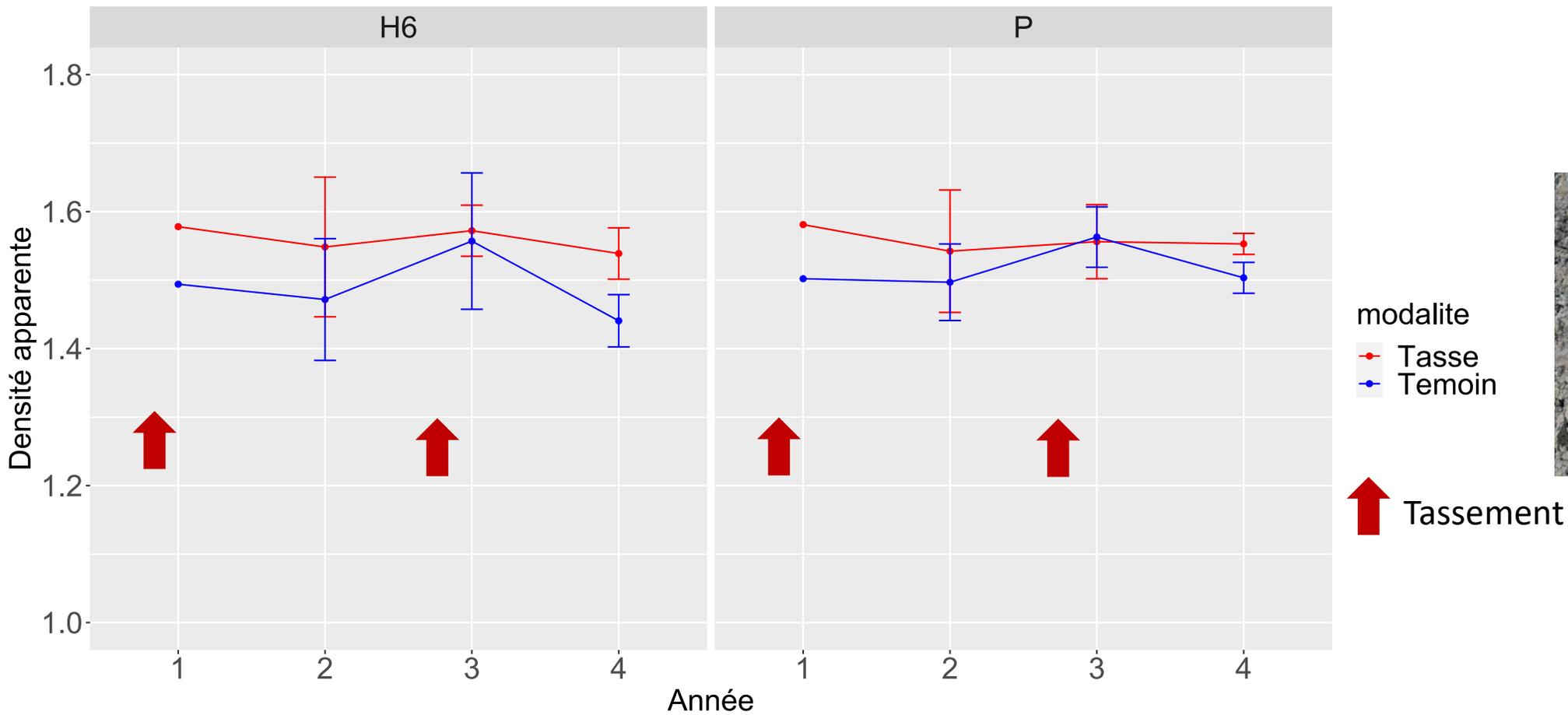
# Annexes

30 ans

comifer Gemas

## Densité apparente

Site de Chevrières, système de tassement cumulé



modalité  
- Tasse  
- Temoin

↑ Tassement

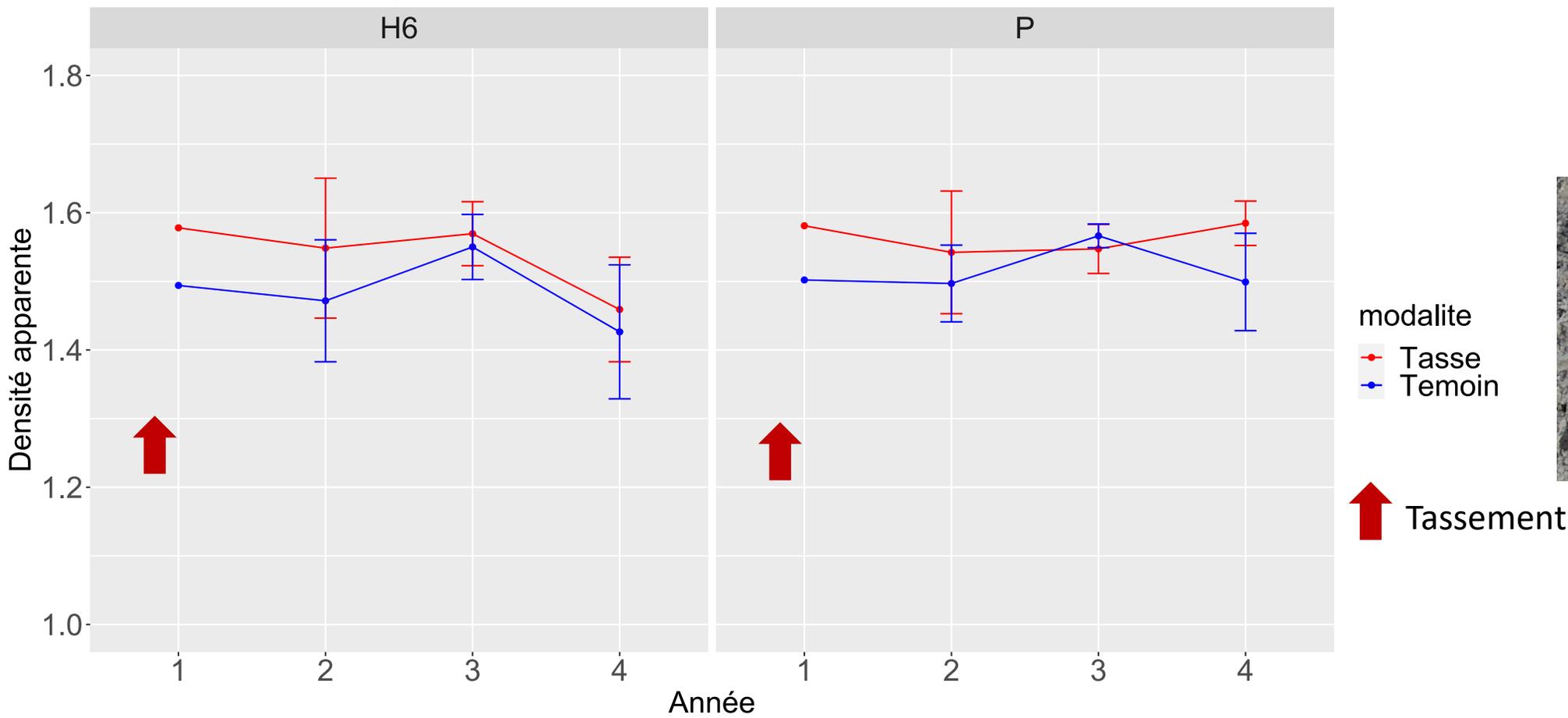


# Annexes

30 ans

## Densité apparente

Site de Chevrières, système de régénération



modalite  
- Tasse  
- Temoin

↑ Tassement

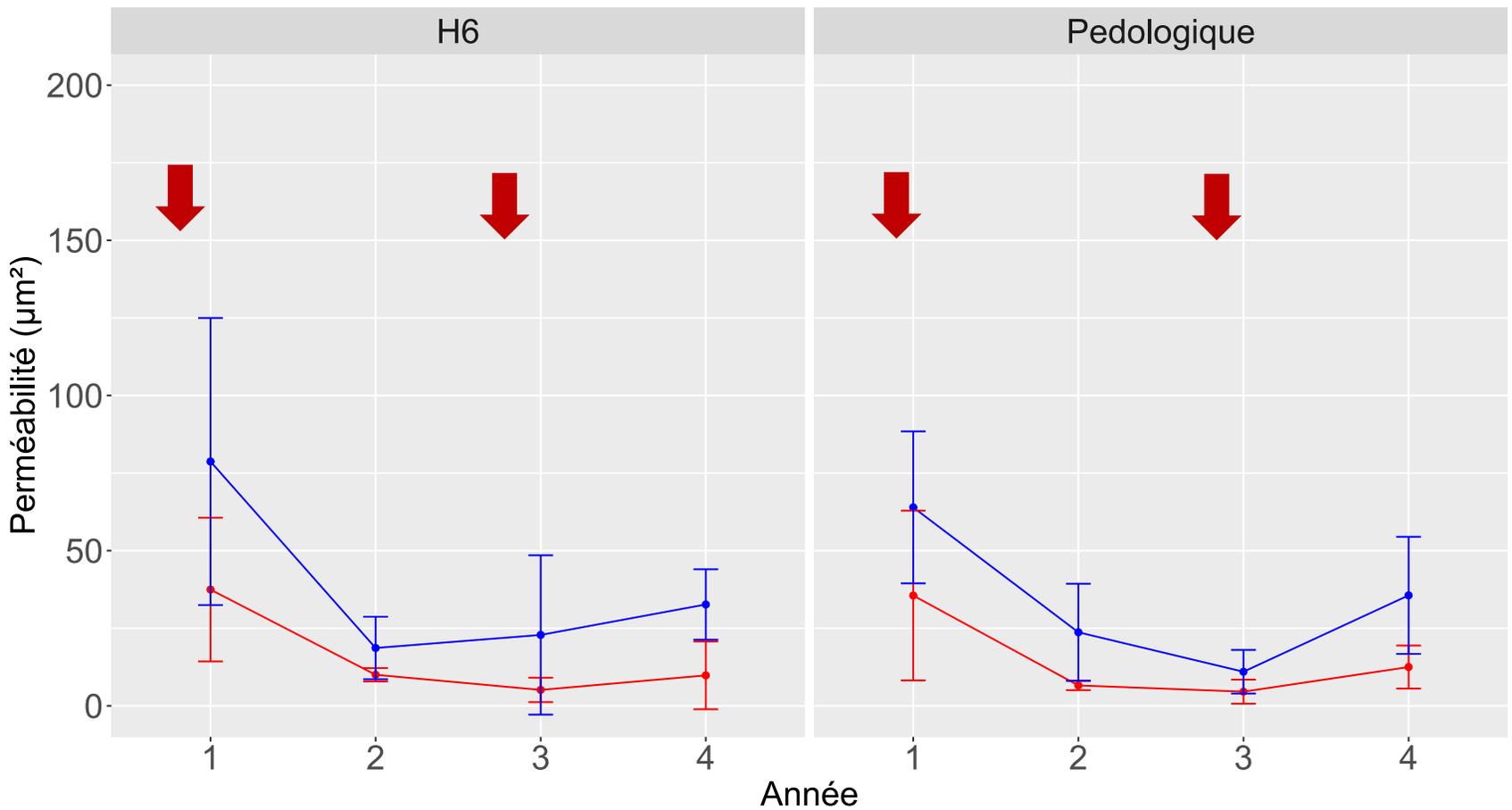


# Annexes

30 ans

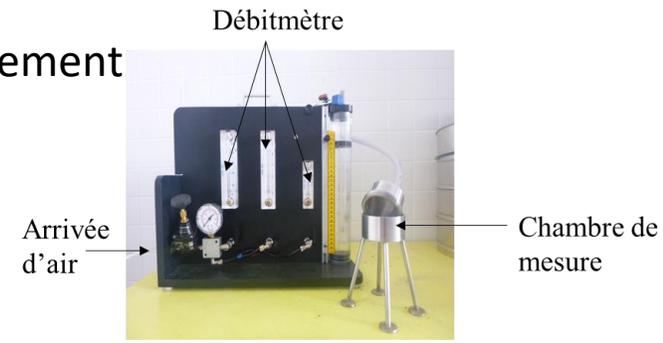
## Perméabilité à l'air

Site de Chevrières, système de tassement cumulatif



modalite  
- Tasse  
- Témoin

↓ Tassement





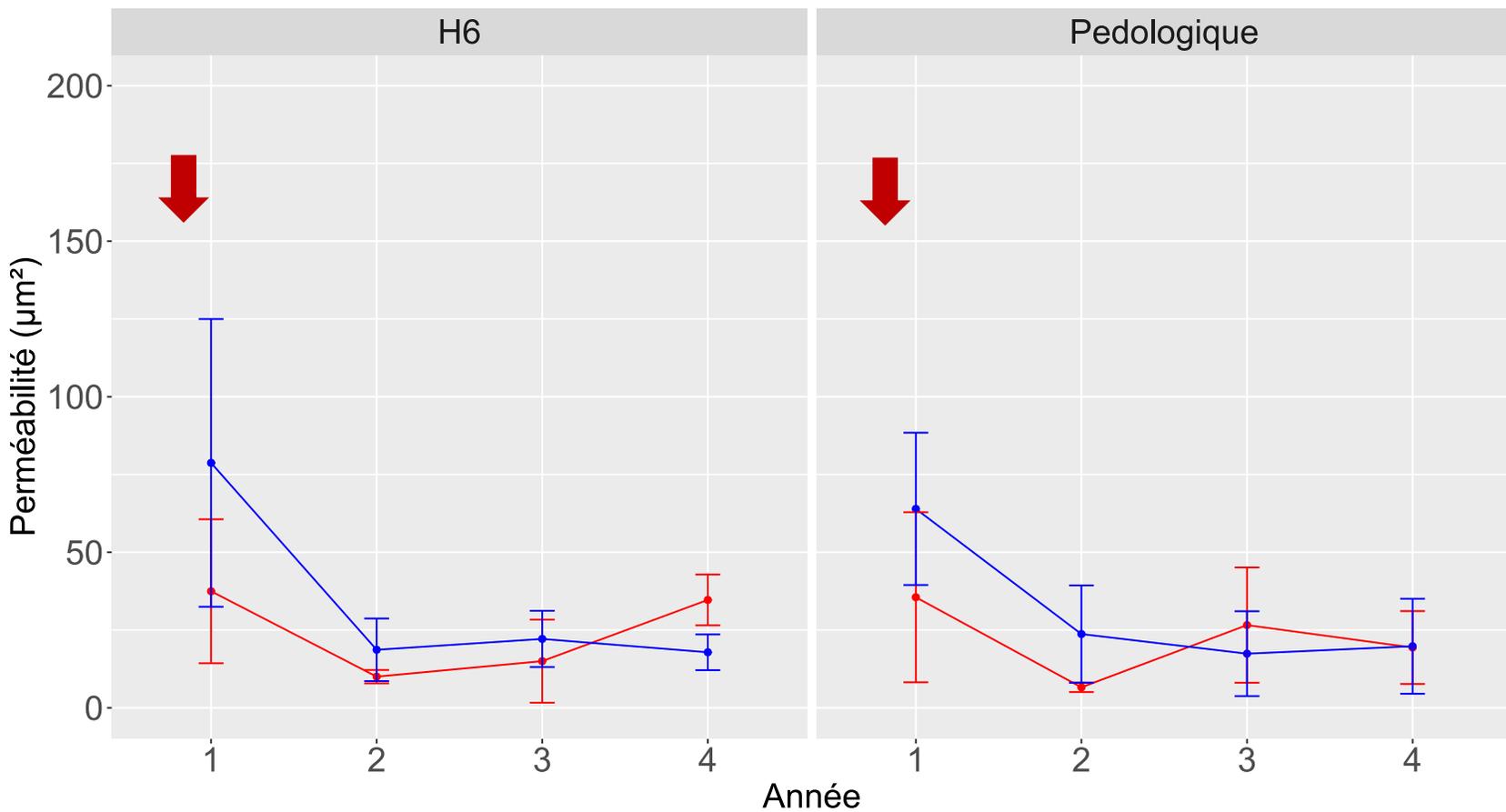
# Annexes

30 ans

comifer Gemas

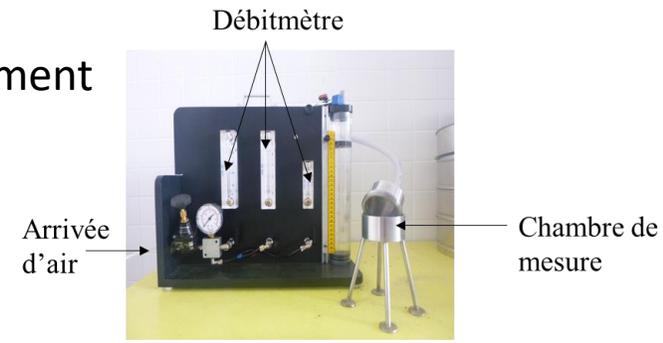
## Perméabilité à l'air

Site de Chevrières, système de régénération



modalite  
 ● Tasse  
 ● Temoin

↓ Tassement



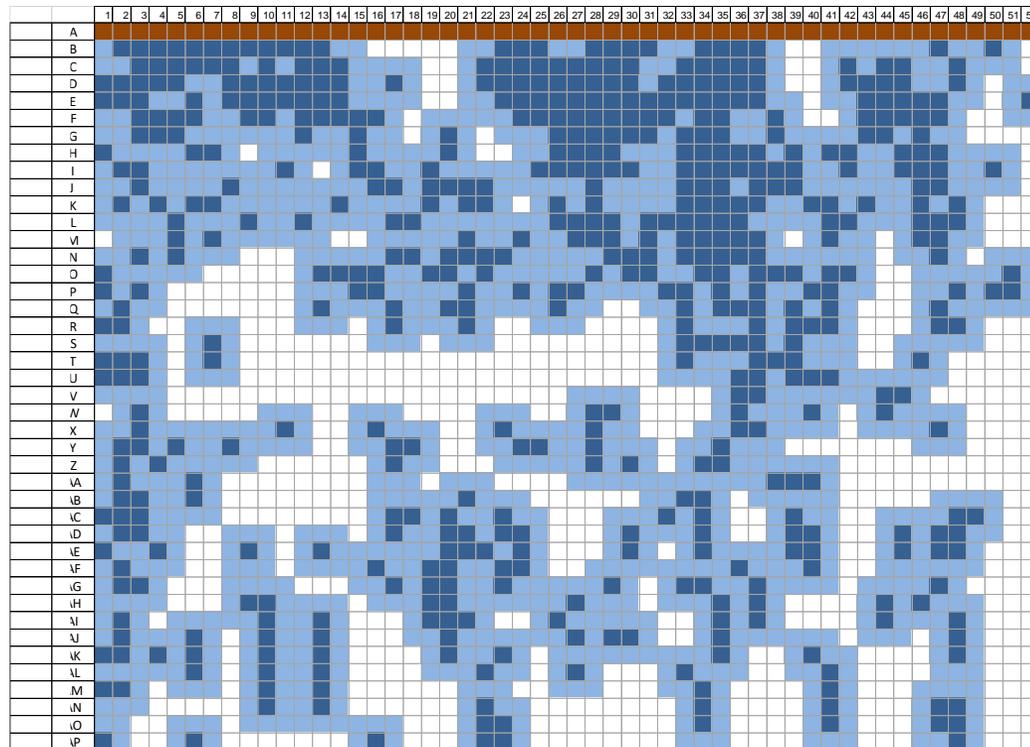


# Annexes

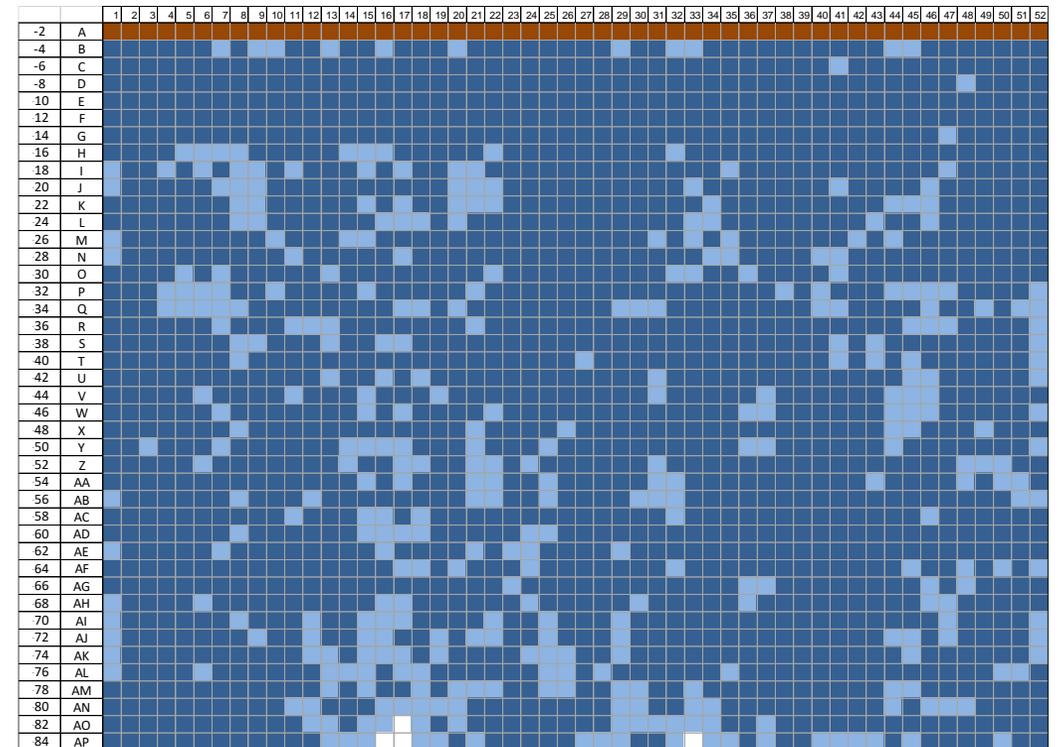
30 ans

## Profils racinaires

Parcelle tassée



Parcelle non tassée





# Annexes

30 ans

## Densité racinaire

