



# **RUFor**

## Améliorer de l'estimation du Réservoir en eau Utilisable des sols forestiers et la diffuser

12 novembre 2025

CANSELL Juliette - chargée de mission RUFor  
IDF CNPF

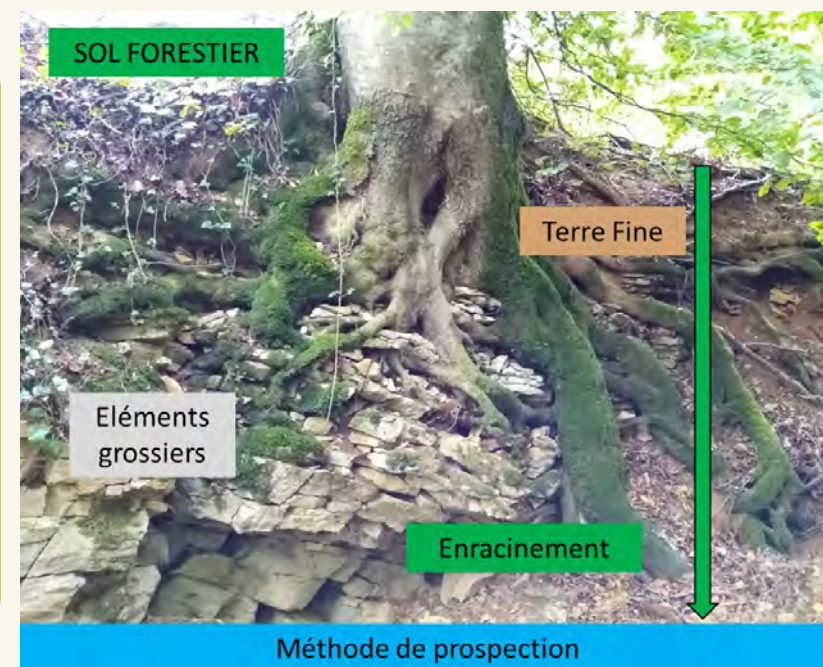
Julien FIQUEPRON, Joseph LEVILLAIN, Éric LUCOT, Caroline PETITJEAN, Noémie POUSSE



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

# Sommaire

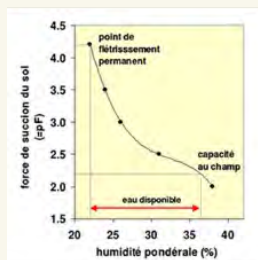
- > Estimation de la rétention en eau de la terre fine et des éléments grossiers
- > Caractérisation des contraintes à l'enracinement
- > Amélioration de l'estimation du RU à partir d'un sondage tarière



# Estimation de la rétention en eau de la terre fine et des éléments grossiers

UMR  
Silva

## Courbes de rétention en eau des sols vs Analyses physicochimiques de sols



Enquête sur la disponibilité des données



Echantillonnage complémentaire

2023-2024-2025



2024

Stages et CDD  
Louis HARO  
2024 -

Livrable 1 :

- Comparaison des fonctions de pédotransfert « Terre fine »
- Proposition de nouvelles FPT spécifiques au milieu forestier

2023-2025

Livrable 2 :

- Modélisation des grandes classes de carbone organique par la couleur du sol
- Proposition de charte de couleurs permettant de diagnostiquer les grandes classes de teneur en carbone organique

Synthèse bibliographique

2023-2024



CDD  
Aurélien FORLER  
2023

Livrable 3 :

- Proposition de coefficients de rétention en eau par type de roche



forêt méditerranéenne

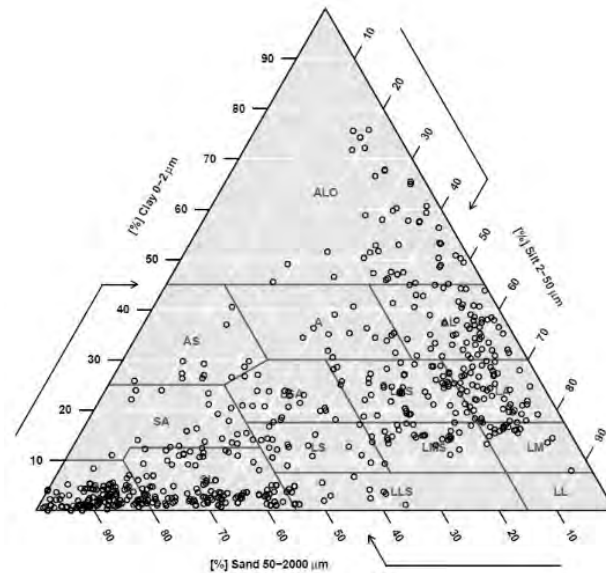
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterrannee.org](http://www.foret-mediterrannee.org)

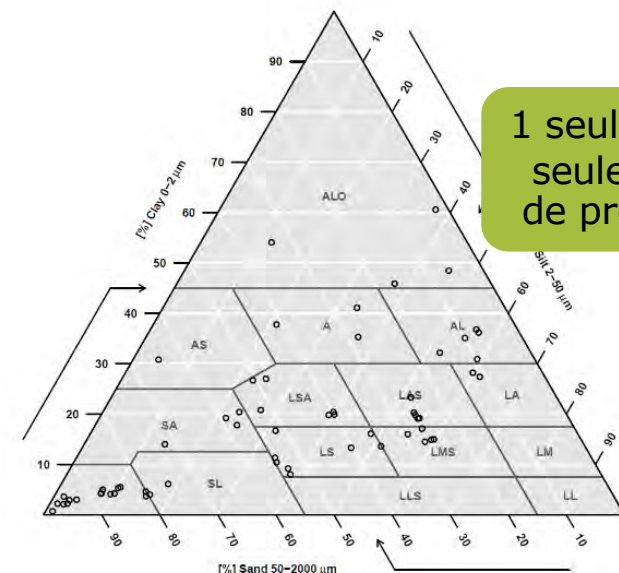
# Estimation de la rétention en eau de la terre fine et des éléments grossiers

UMR  
**Silva**

## Base de données de courbes de rétention vs. analyses physicochimiques



Base de données européenne,  $n = 936$



+ Jeu de données RUFor,  $n=105$  au 13/06/2025, en  $\uparrow$

1 seul labo & 1  
seule équipe  
de préleveurs



# Estimation de la rétention en eau de la terre fine et des éléments grossiers

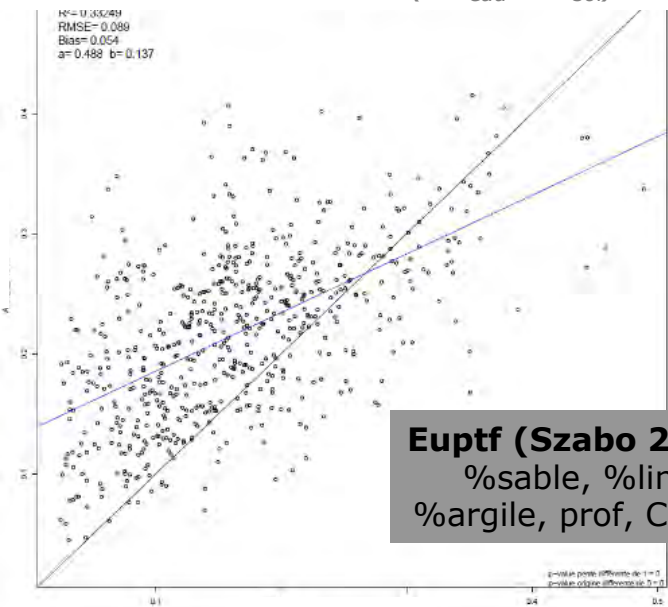
UMR  
**Silva**

## Test de 82 FPT (continues)

Teneur en eau utilisable ( $m^3_{eau} \cdot m^{-3}_{sol}$ )

$R^2=0.355/0.49$   
RMSE=0.089  
Bias=0.054  
a=0.488 b=0.137

prédit



**Euptf (Szabo 2021) ~**  
%sable, %limon,  
%argile, prof, Corg, Da

observé

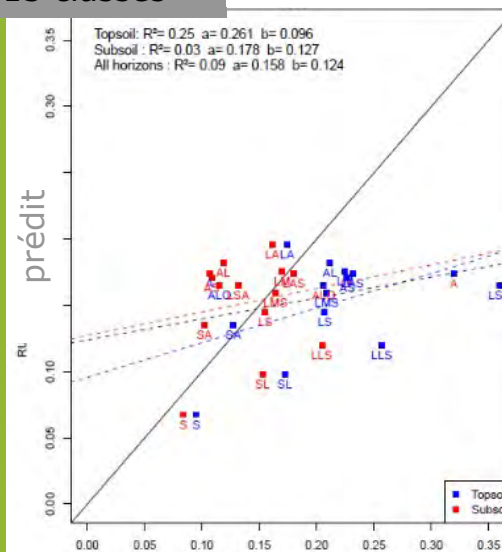
## Test de 3 CPT (par classes)

**Jamagne et al. (1977)**

15 classes

Teneur en eau utilisable ( $m^3_{eau} \cdot m^{-3}_{sol}$ )

Topsoil:  $R^2=0.25$  a=0.261 b=0.096  
Subsoil:  $R^2=0.03$  a=0.178 b=0.127  
All horizons:  $R^2=0.09$  a=0.158 b=0.124

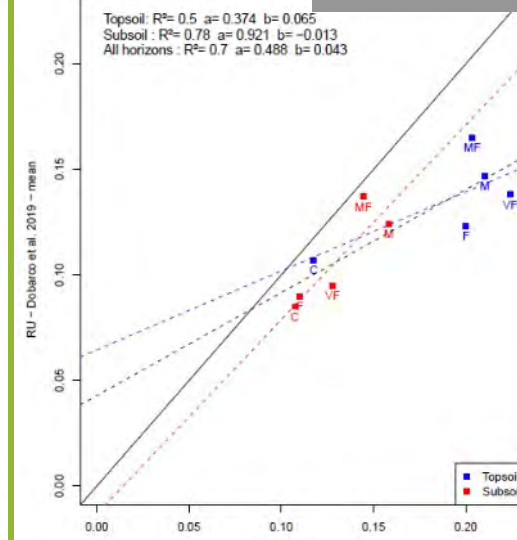


observé

**Dobarco et al. (2019)**

5 classes

Topsoil:  $R^2=0.5$  a=0.374 b=0.065  
Subsoil:  $R^2=0.78$  a=0.921 b=-0.013  
All horizons:  $R^2=0.7$  a=0.488 b=0.043



observé



forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterranneenne.org](http://www.foret-mediterranneenne.org)

# Estimation de la rétention en eau de la terre fine et des éléments grossiers

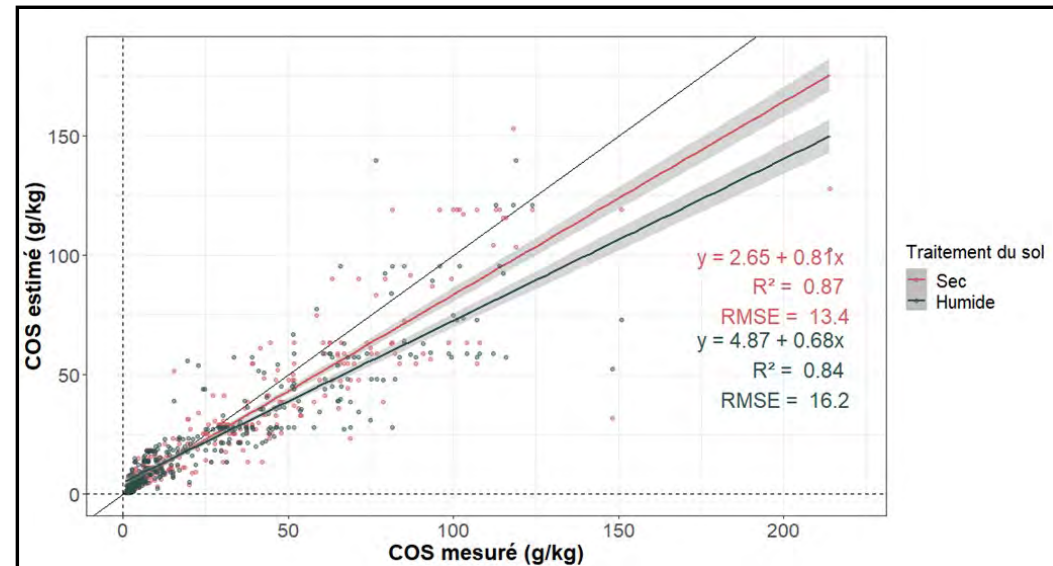
UMR  
Silva

Mesure de la couleur des échantillons secs et humides  
Colorimètre portable Munsell CAPTURE Soil



$\log(\text{COS}) \sim \text{Profondeur} + \text{Texture} + \text{Value} + \text{Chroma}$

Stage de M1  
Louis HARO  
2024

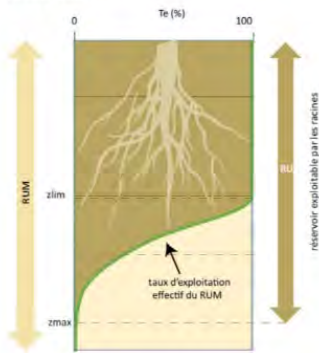


Estimation du Carbone organique du sol en fonction du  
COS mesuré

# Caractérisation des contraintes à l'enracinement

## Rappels

Figure 12 : Relation entre RU / RUM et les variables zmax et zlim



Type d'obstacle	Absolu / relatif	Types de sol ou d'horizons (exemples)
roche dure non fissurée	absolu	A (granite, calcaire non fissuré, gres)
roche meuble compacte	absolu	M (certaines argiles sédimentaires, marnes, schistes tendres)
horizon à texture de sable ou de sable-limoneux sans porosité biologique (sable > 75 %)	absolu	J ou C (Arenosol, Fluvisol)
horizon cimenté continu : calcaire, oxyhydroxydes de fer	absolu	Kim de Rendosol ou de Calcisol BP de Podzisol
horizon compact pédogénétique	absolu, ou relatif si porosité biologique	BTi, Ca, C (altération de schiste, arène granitique)
obstacle chimique (toxicité aluminium pour des horizons à pH eau < 5.5)	absolu	BP de Podzisol
Horizon à engorgement permanent, très pauvre en oxygène (en général couleur gris bleuté de l'horizon)	absolu	Gr de Reductisol
horizon à faible porosité fissurale, peu compact	relatif	C (de limon, de produit de remaniement limoneux, d'altération de craie, de calcaire ou de marne) ; E ou BT de Planosol

Bouthier A., Scheurer O., Seger M., Lagacherie P., Beaudoin N., Deschamps T., Sauter J., Fort J.L., Cousin I., Réservoir en eau du sol utilisable par les cultures, éditions Arvalis, 2022



+ données collectées sur chablis (tempête mi-juillet 2024)

## Analyse bibliographique et BDD Racines vs. Sol

216 références récoltées

Articles, rapports, thèses, livres, jeux de données

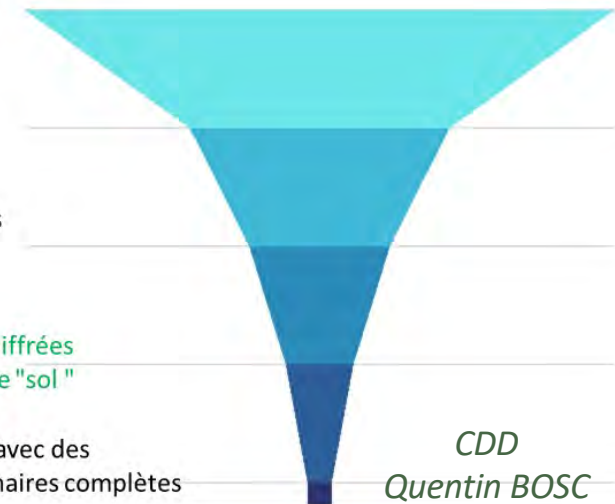
96 références avec des données exploitables

52 références avec des données chiffrées exploitables

25 références avec des données chiffrées exploitables et une correspondance "sol"

9 références avec des données racinaires complètes

CDD  
Quentin BOSCH  
2024



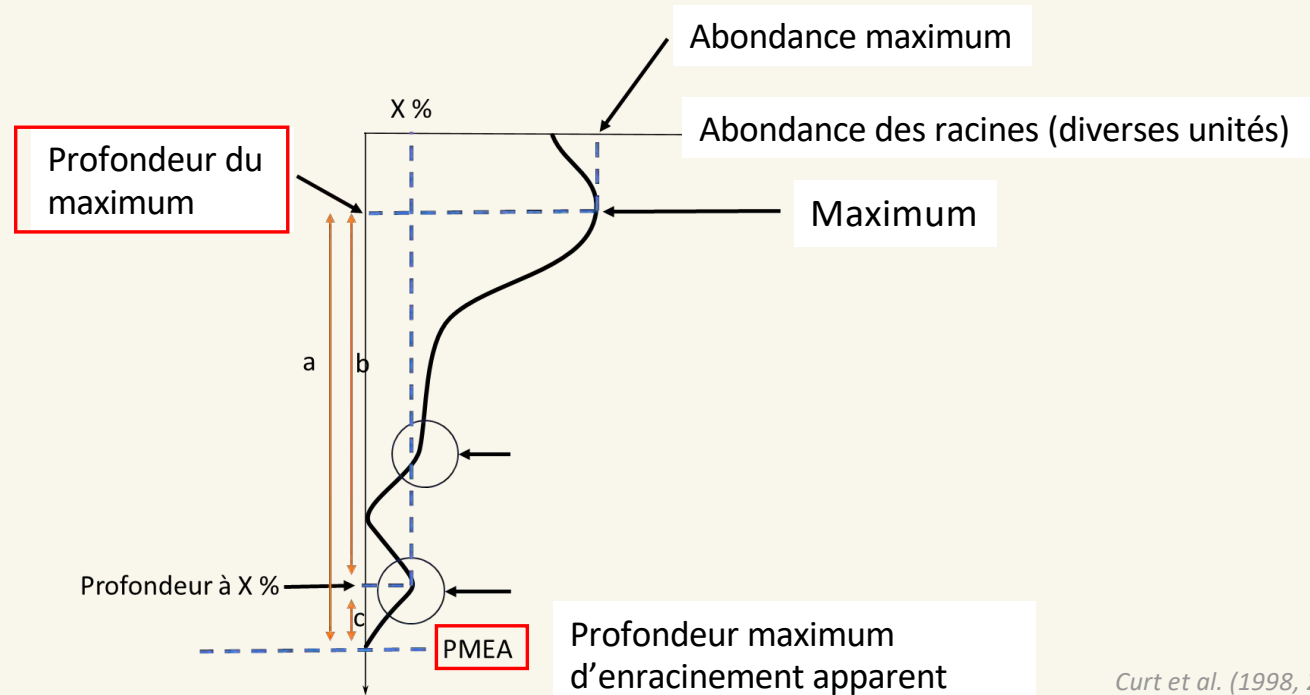
forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterranneenne.org](http://www.foret-mediterranneenne.org)

# Caractérisation des contraintes à l'enracinement

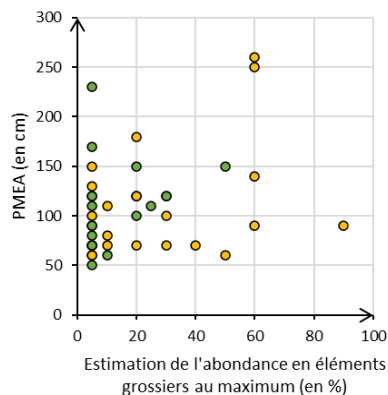
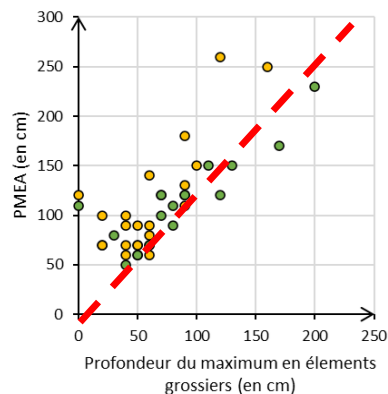
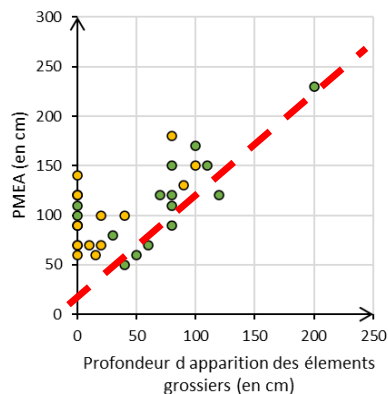
- Hétérogénéité de méthodes d'étude
- Diversité d'espèces étudiées
- Hétérogénéité de représentation des données (effectifs, surfaces, biomasses)
- Nécessité d'homogénéisation i.e. **définir des indicateurs de de distribution des racines**



Curt et al. (1998, 2001)



# Caractérisation des contraintes à l'enracinement



● Avec pierrosité seule

● Avec pierrosité et hydromorphie

*Profondeur max d'enracinement apparent du Chêne sessile ~ éléments grossiers*

Essais de **lien entre PME et contraintes** sol avec classes usuelles de descriptions des sols :

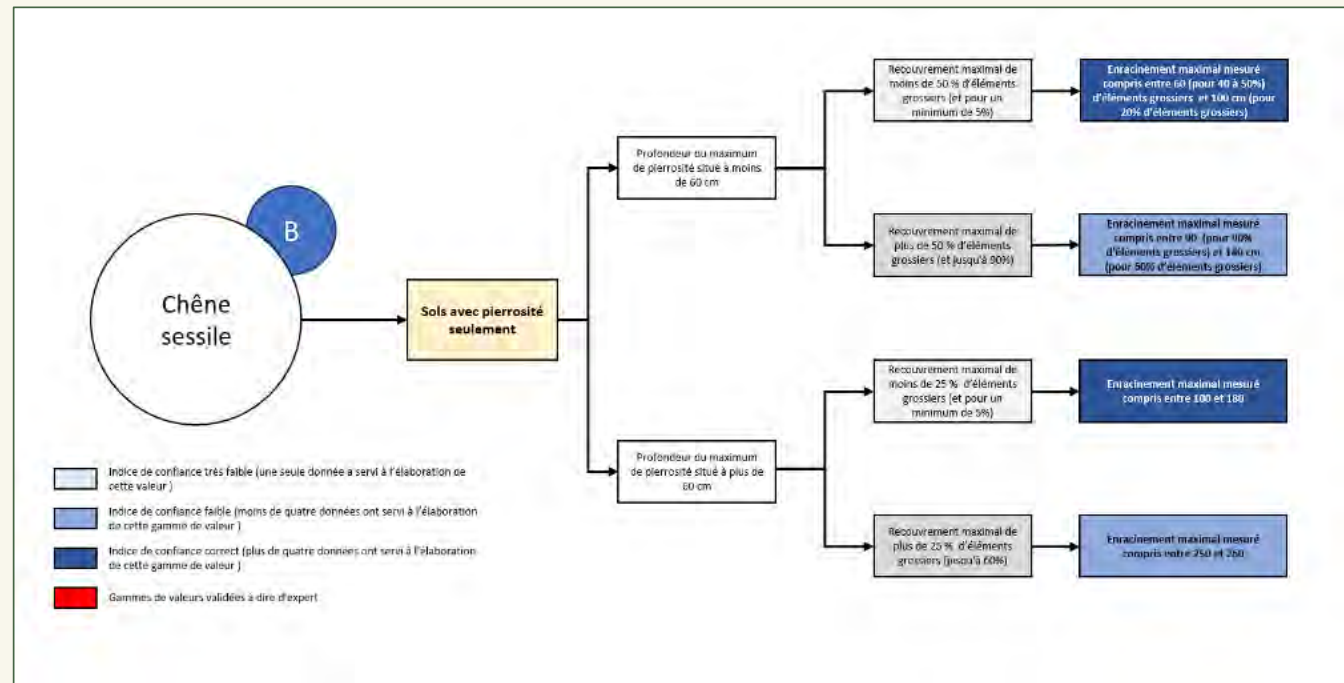
- Résultats satisfaisants mais gammes peu/pas adaptées aux racines.
  - ~ (% d'éléments grossiers, % de recouvrements de taches d'oxydation, de réduction/décoloration...)
- Nécessité de trouver des seuils de PME adaptés à l'espèce mais peu de données dans la littérature
  - ✓ Calcul de ces seuils avec données chablis disponibles
  - ✓ Proposition de seuils ROC (receiver operating characteristic) après arrondi et simplification pour application sur le terrain



# Caractérisation des contraintes à l'enracinement

Élaboration de clés de détermination du PMEA en fonction des données acquises

- Nécessité de collecter plus de données dans des contextes variés sur les liens entre les contraintes à l'enracinement (sol) et la profondeur réelle d'enracinement



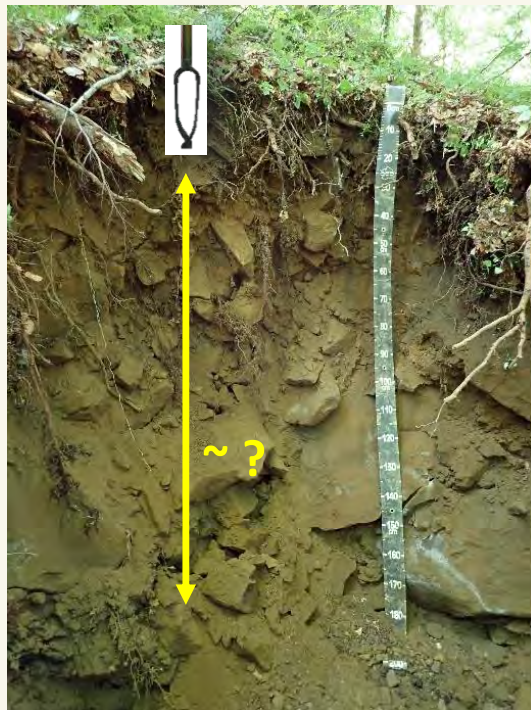
Exemple de clé de détermination de la PMEA du chêne sessile ~ contraintes  
La couleur des boîtes indique l'indice de confiance à accorder au résultat

# Amélioration de l'estimation du RU à partir d'un sondage tarière

## Contexte des travaux

E. Lucot et al (2014)  
Lucot et Monnet (2022)  
B. Algayer et al (2019)  
J. Vieille, N. Pousse (2022)

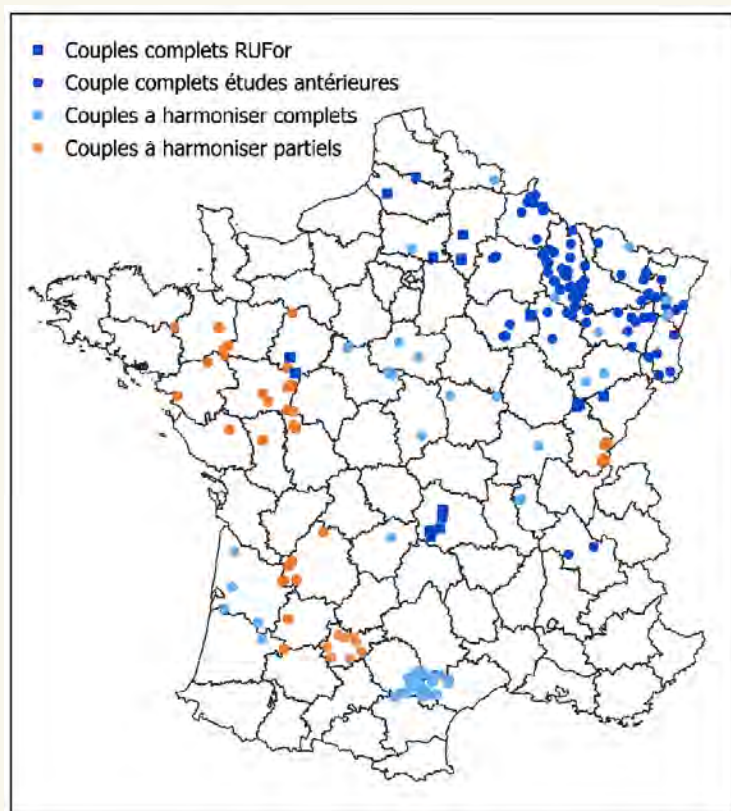
*Siluandosol*  
*Mont Dore (63)*  
*Mugéarites, doréite*  
*(trachyandésite)*  
*limon moyen sur limon sableux*



- 1 – Enrichir la BDD**
- 2 – Refaire les analyses**
- 3 – Communiquer sur les résultats**

- ❖ Fosse : protocole Donesol
- ❖ Sondage tarière : protocole Foreval

# Amélioration de l'estimation du RU à partir d'un sondage tarière



## Complément d'échantillonnage dans les contextes manquants

### & Harmonisation de BDD hétérogènes

*Démarche opportuniste*

*Limité aux forêt de production*

- Sols sédimentaires à forte charge en EG (hors calcaires)
- Sols sableux (hydromorphes)
- Sols volcaniques

**Livrable en format unique donesol**

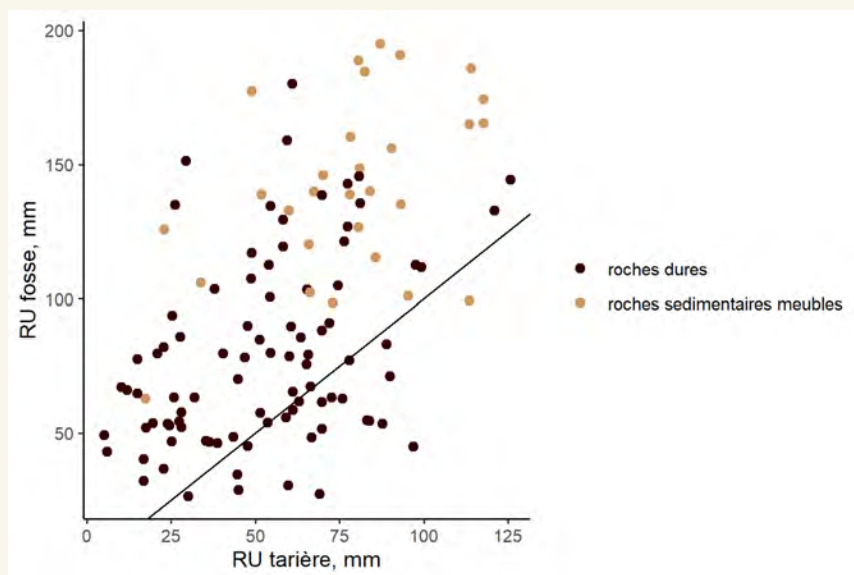




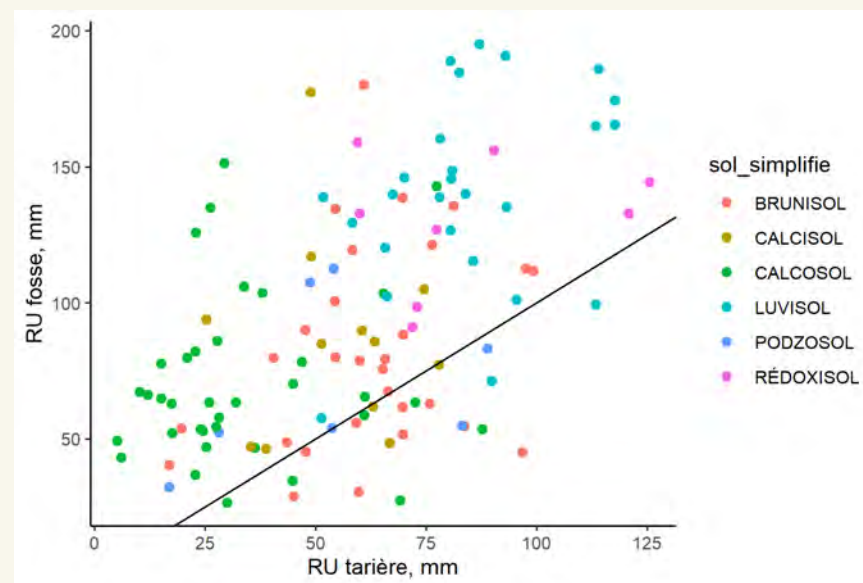
# Amélioration de l'estimation du RU à partir d'un sondage tarière

## Exemple d'analyses passées

~ nature de la roche



~ type de sol



Comparaison entre le RU tarière (x) et le RU fosse (y)

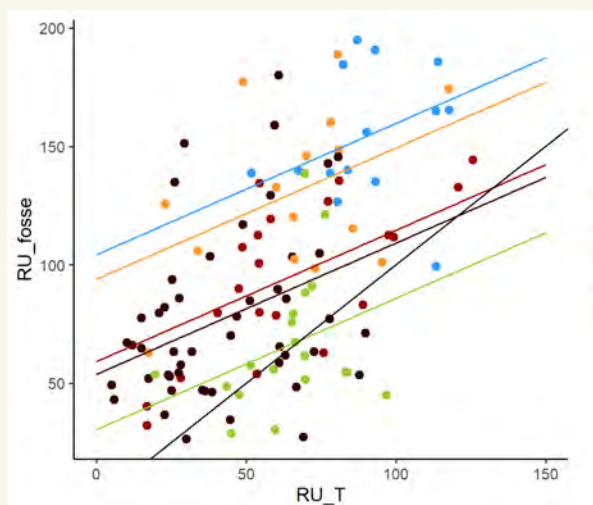
# Amélioration de l'estimation du RU à partir d'un sondage tarière

## Exemple d'analyses passées

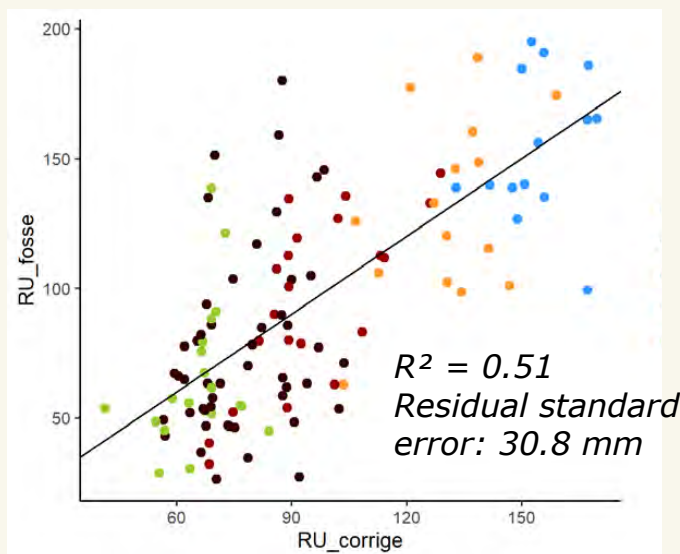
~ géologie

### Modèle linéaire de correction

$$RU \sim RU\_T + aGEOL + bTypeSol + c$$



La droite noire est la droite de régression, les colorés, les régressions par géologie



- Roches magmatiques et métamorphiques
- Roches sédimentaires cohérentes calcaires
- Roches sédimentaires cohérentes silico-alumineuses
- Roches sédimentaires meubles
- Roches sédimentaires meubles carbonatées

Résultats qui vont être améliorés avec :

- ✓ La BDD enrichie (n = 384 couples + 140 couples partiels)
- ✓ Les FPT forestières
- ✓ Les RU-EG



**MERCI...**

Julien Fiquepron  
Joseph Levillain  
Éric Lucot  
Caroline Petitjean  
Noémie Pousse



Limon sableux sur  
marne à silex - calcisol



Horizon argileux  
profond surmontant un  
« grep »



Podzosol

**INRAE**  
AgroParisTech

**Silva** UMR

**UNIVERSITÉ** de  
**FRANCHE-COMTÉ**  
**CHRONO**  
**ENVIRONNEMENT**

**Office National des Forêts**

**RÉPUBLIQUE**  
**FRANÇAISE**  
**CNPF**

*juliette.cansell@cnpf.fr*



**forêt méditerranéenne**

**Informier, Échanger, Rassembler, Proposer**

**Colloque organisé avec le soutien de**



**[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)**