



forêt méditerranéenne



VSoilForOAD

13/11/2025

Pousse Noémie – ONF chargée de R&D pédologie et stations
en climat changeant

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

Sommaire

- > Contexte et objectifs du projet.
- > Le modèle et sa simplification.
- > Test sur le terrain du prototype de service climatique.
- > Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements.
- > Perspectives.

Contexte et objectifs du projet



témoin

Impact fort, immédiat et à long terme de la circulation des machines sur le fonctionnement des sols

Pour tous les sols et toutes les machines => perte en moyenne de 20% de la biomasse aérienne et 30% de la profondeur d'enracinement (Mariotti et al 2020)



tassé

N.Bottinelli et B.Fatré (2011)



tassé

témoin

Solutions :

- câble-mât ou traction animale
- circulation restreinte à des **voies de circulation pérennes**, y compris pour les travaux sylvicoles



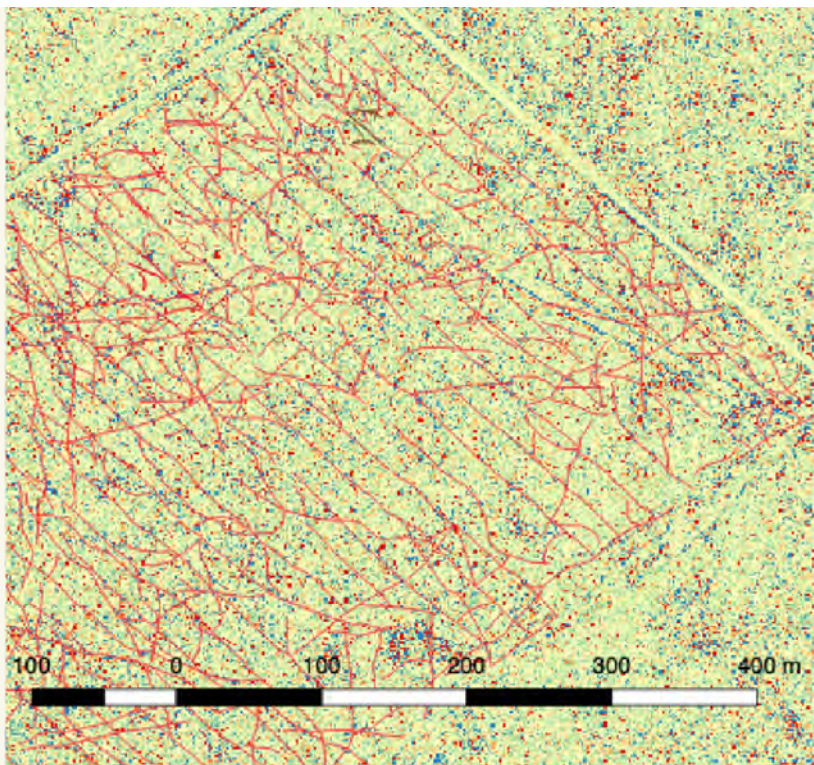
forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

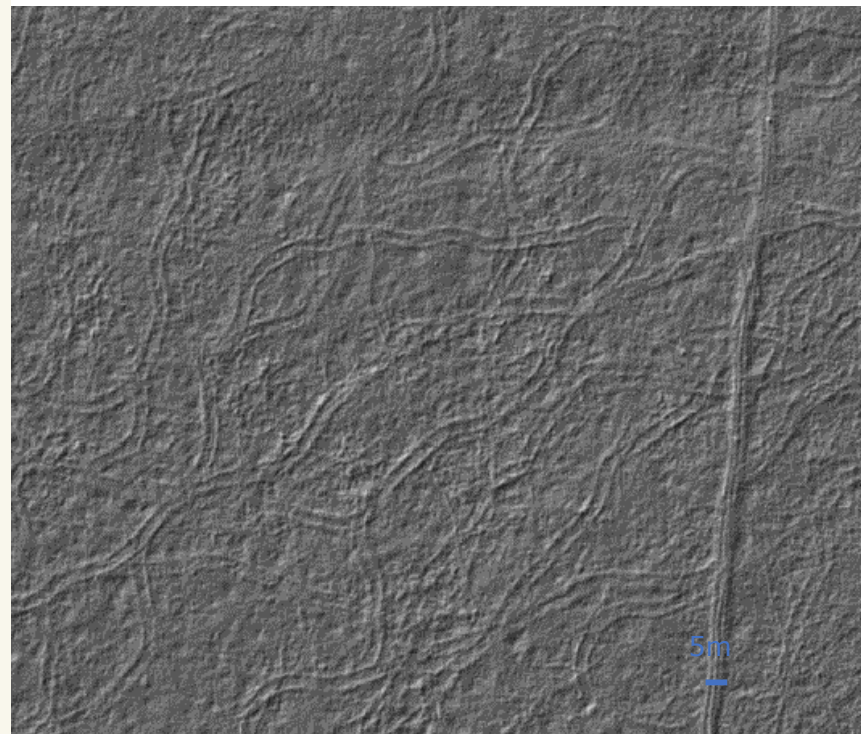
Contexte et objectifs du projet

% circulé avec cloisonnements : en théorie 20% (4m tous les 20m)



FD Compiègne, traitement images LIDAR : Mohieddine, 2019

% circulé sans cloisonnements :
moyenne par chantier = 34%, jusqu'à
60% pour certains chantiers + **CUMUL**



FD Chantilly, traitement images LIDAR : Bock, 2022



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

Contexte et objectifs du projet



Texture	État d'humidité*			
	Sol sec sur 50 cm de profondeur	Sol frais	Sol humide	Nappe d'eau à moins de 50 cm de la surface
Sol très caillouteux (Éléments grossiers > 50%)				
Sol très sableux (sable > 70%)				
Argile dominante				
Limon dominant et sable limoneux				

 Sol non sensible au tassement
 Sol sensible = précautions nécessaires pour le passage d'engins
 Sol très sensible et impraticable pendant une période de l'année = passage d'engins impossible

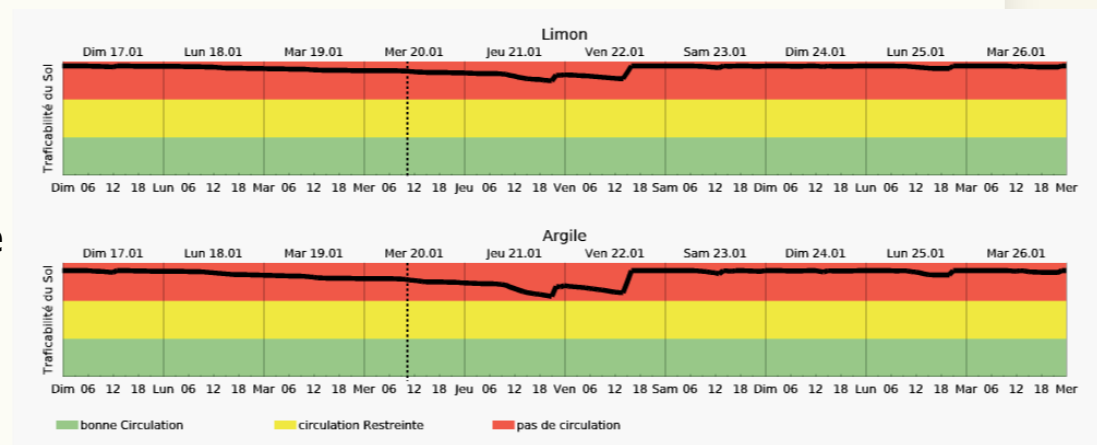


Contexte et objectifs du projet

Objectif du projet VSoilForOAD :

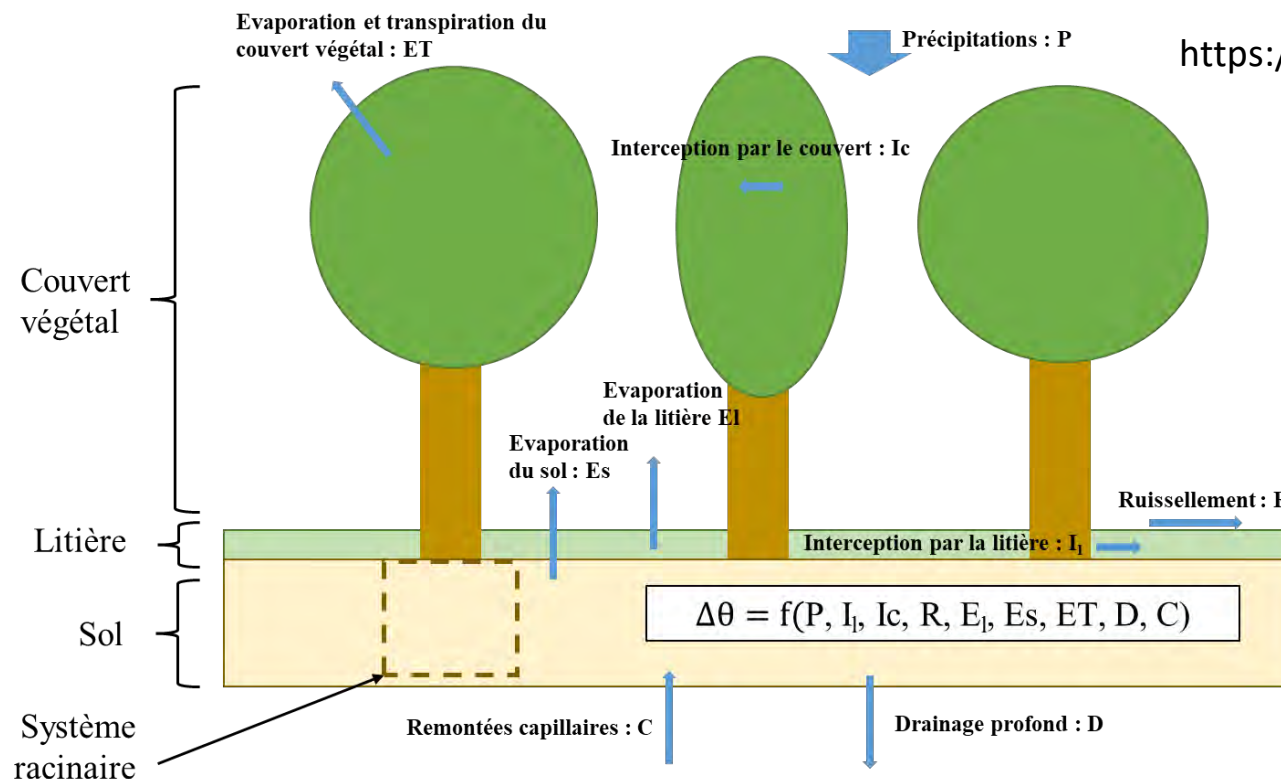
Développer et tester un prototype de service climatique de prédiction en temps réel de la dynamique hydrique des sols forestiers tassés, au grain de la parcelle de gestion, à partir d'informations à la portée des gestionnaires forestiers.

Le futur service climatique doit prédire l'humidité en temps réel sans avoir besoin de mesures d'humidité sur le terrain

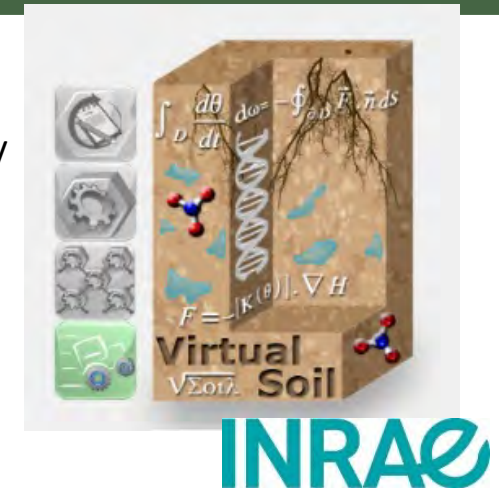


Le modèle et sa simplification

forest_soil_practicability_prevision_tool



<https://vsoil.hub.inrae.fr/>



Les transferts d'eau dans le sol sont modélisés avec **l'équation de Richards** qui combine la loi de Darcy avec l'équation de continuité (ce qui reste = [ce qui était présent] + [ce qui est entré] - [ce qui est sorti])

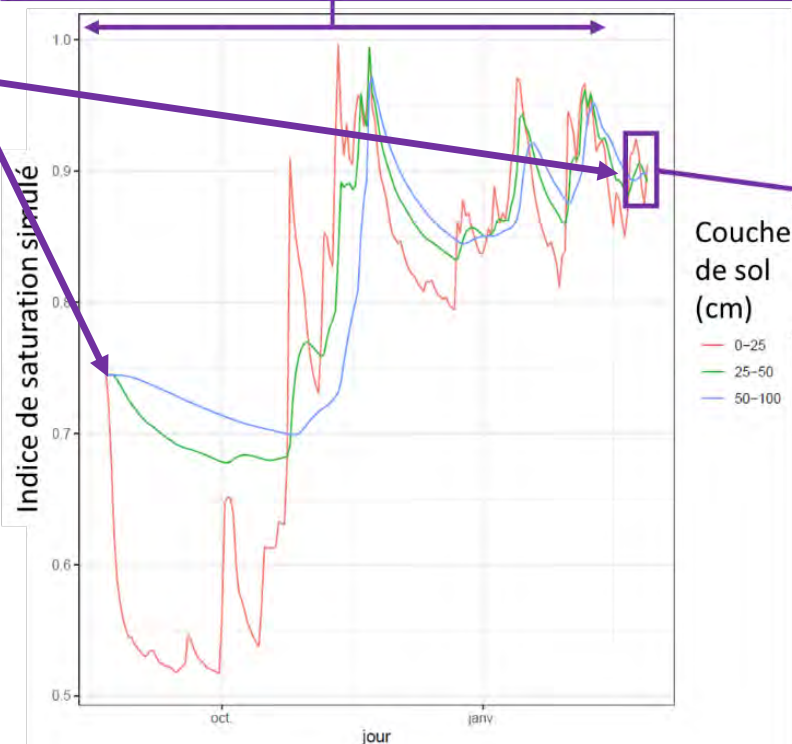
Le modèle et sa simplification

forest_soil_practicability_prevision_tool

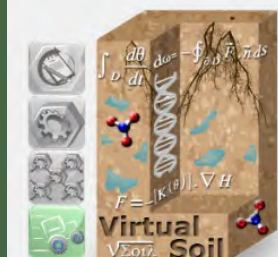


Longue période pour faire disparaître l'effet du choix de la teneur en eau initiale sur la dynamique hydrique durant la phase de chantier

Période de chauffe : pour que l'utilisateur n'ait pas besoin de déterminer l'humidité du sol sur le terrain



Le modèle et sa simplification



Analyse de sensibilité :



Paramètres les plus influents du modèle sur les variables cibles :

- 1) Classe de texture
- 2) source de données météo,
- 3) répartition racinaire et condition de drainage à la base du profil

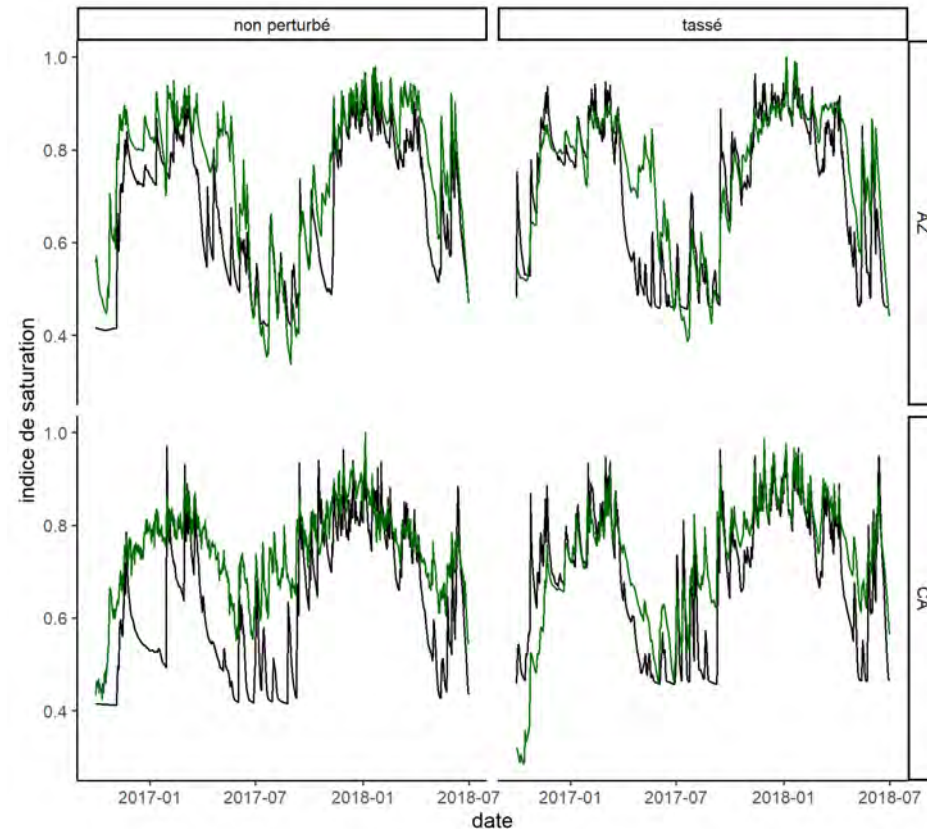
Choix de la fonction de pédotransfert (PTF) la plus fiable et détermination de l'effet tassement:

- PTF allemande avec triangle de texture à 5 classes
- effet tassement surtout sur la conductivité hydraulique à saturation.
- Impossible à mesurer sur le terrain pour des ornières > 10cm.



Le modèle et sa simplification

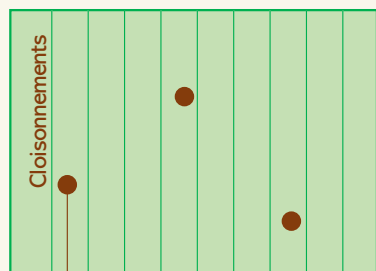
Simplification =
Compromis entre
fiabilité et
accessibilité sur le
terrain



— observations
— PTF allemande + effet tassement

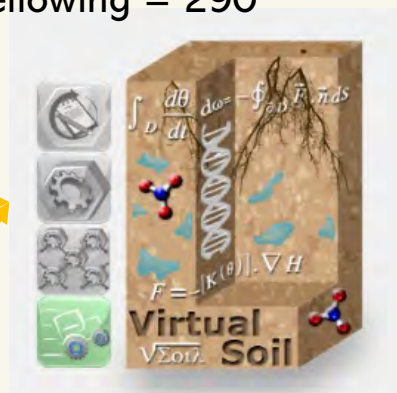


Test sur le terrain du prototype de service climatique

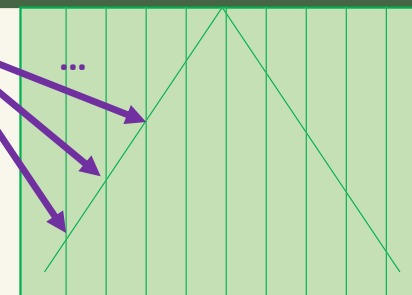


3 points sol mini:
Classe de texture
Épaisseur horizons
pente
Charge en EG
Engorgement temporaire

paramètres peu sensibles fixés a priori : LAI = 6, epsi_root (cloiso) = 0.84, Alpha_r = 0, budburst = 105, yellowing = 290



Données météo observées (plateforme ECMWF) pendant chantier



Nb j praticable, nb j praticable/durée chantier,
 indice saturation moyen, indice saturation maxi

vs.

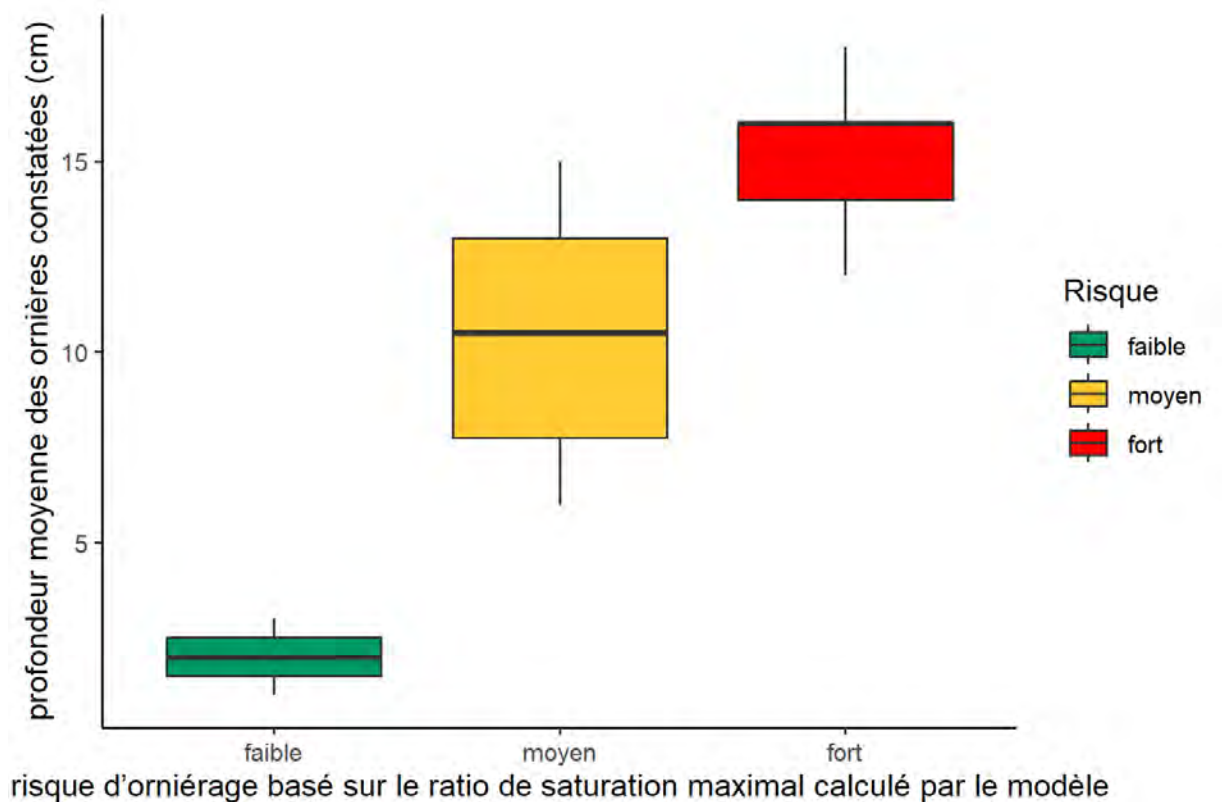
% circulé par classe d'ornièrè (DF complet)

Profondeur ornièrè mini, maxi et moy (38 + région centre)

Test sur le terrain du prototype de service climatique

Indicateur le plus pertinent de la profondeur d'ornièrè = indice de saturation en eau de la couche 0-25cm maxi pendant le chantier % seuil de praticabilité (= indice de saturation à la capacité au champ).

Si $>120\%$ => risque fort
Si compris entre 60 et 120%
=> risque moyen
Si $< 60\%$ => risque faible



Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Wheeling tests -
débusqueurs
Même charge de bois
sortie du cloisonnement



John Deere 540 GII

- 4 roues
- masse à vide 12,4 t



Noé NF170-4R

- 4 roues
- masse à vide 18,5 t



Noé NF160-6R

- 6 roues
- masse à vide 18,8 t



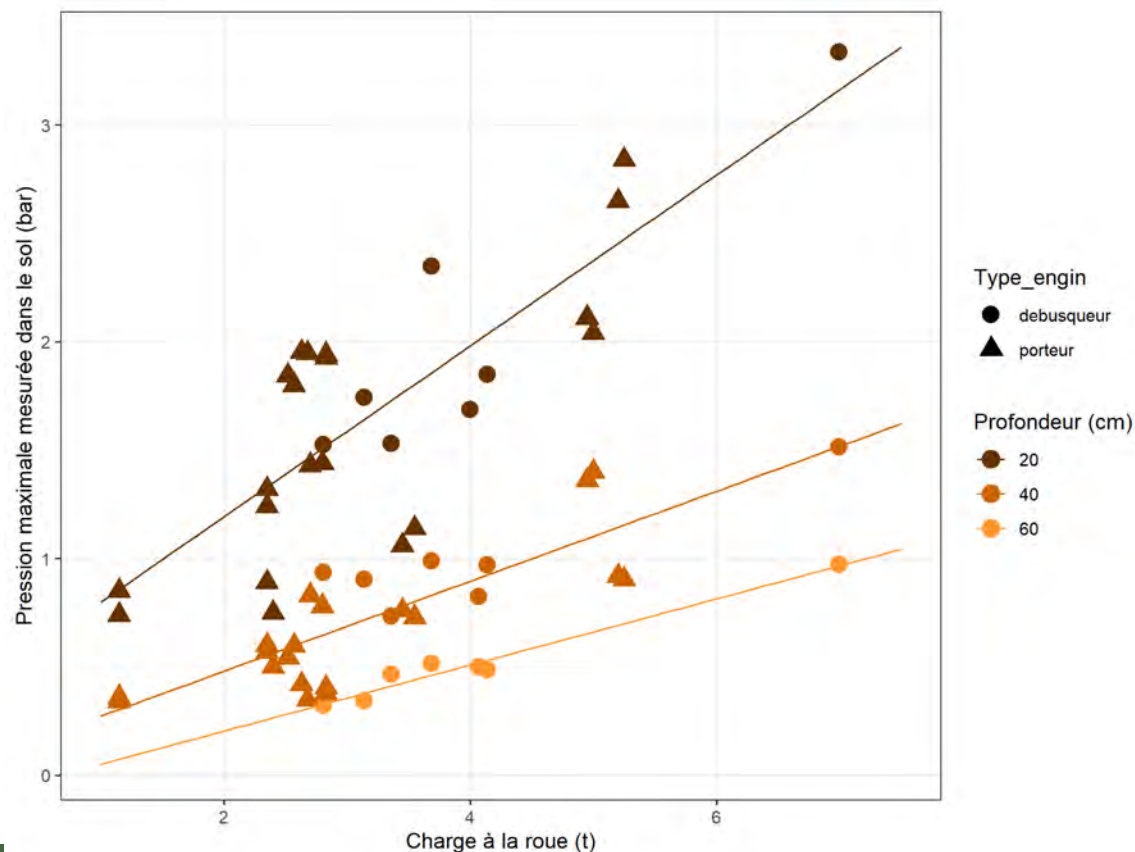
forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

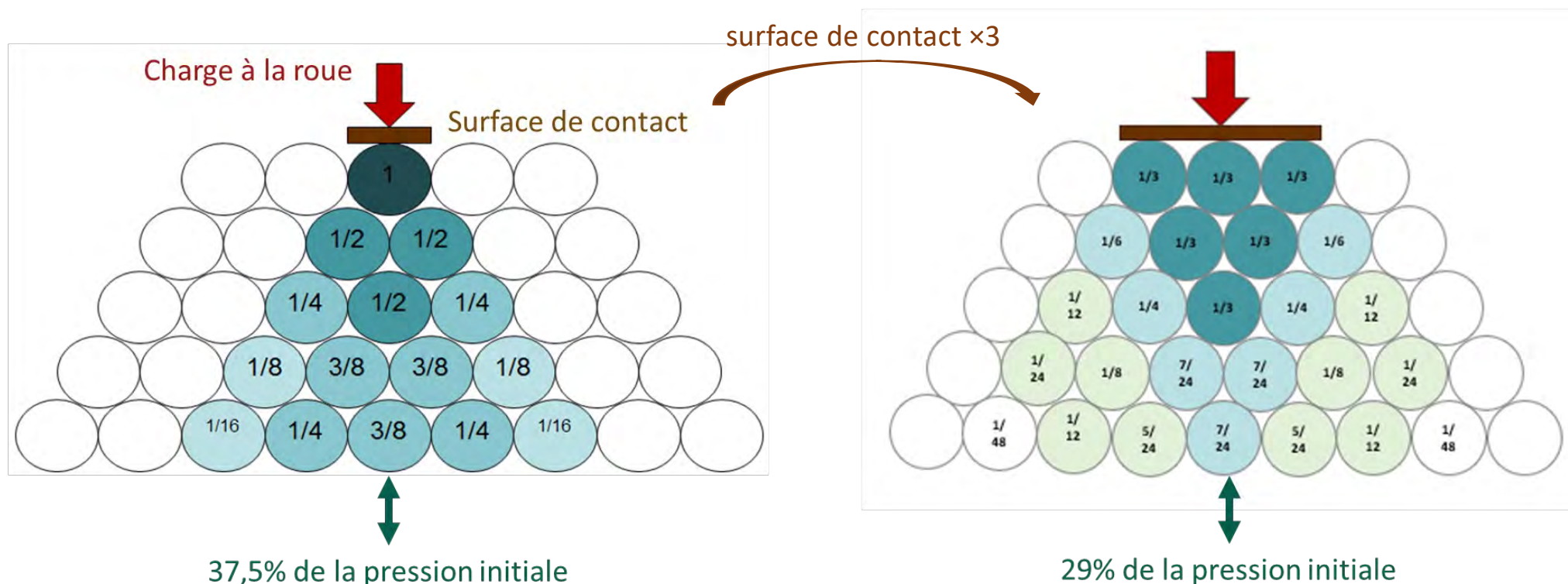
Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Quels que soient le type d'engin et le type de sol, on retrouve le même constat : Plus l'engin est lourd plus la pression se propage en profondeur



Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Pression (intensité de la force par unité de surface)



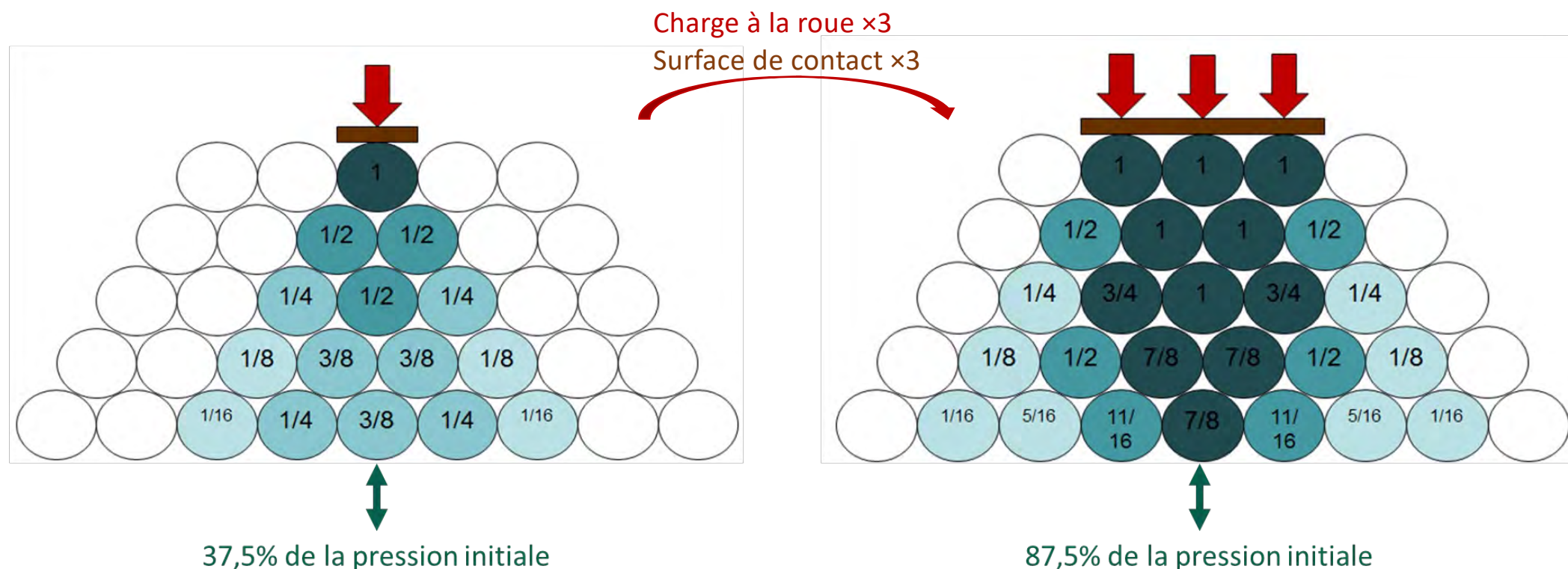
forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Pression (intensité de la force par unité de surface)



forêt méditerranéenne

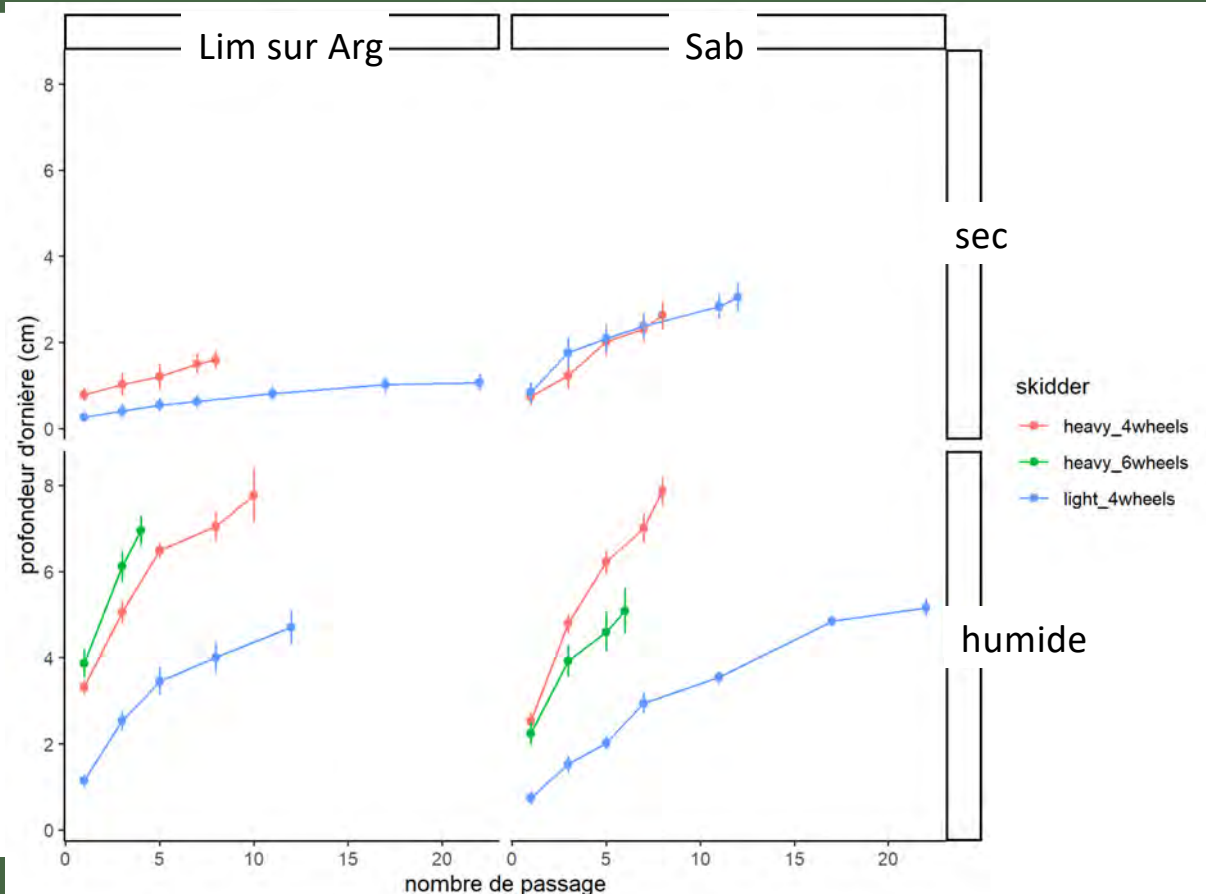
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 13 novembre 2025

www.foret-mediterrannee.org

Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Circuler sur des cloisonnements humides augmente très fortement le risque d'orniérage.

Ce risque est plus fort dès que l'engin est plus lourd et/ou que le nombre de passages augmente => être plus restrictif sur l'humidité limite pour des engins présentant une charge à la roue supérieure à 4t



Impact des caractéristiques des machines sur la praticabilité des cloisonnements

Modélisation de la relation entre :

- profondeur d'ornière

Et

- humidité du sol, charge à la roue, dimensions des pneumatiques, pression de gonflage

Exemple : mobility number...

=> Ce n'est pas encore suffisamment fiable! On ne peut en déduire comment adapter le seuil de praticabilité en fonction des caractéristiques des engins

Mobility Number (Turnage, 1972) :

$$N = \frac{Qdb}{W} \sqrt{\frac{\delta}{h}} \left(\frac{1}{1 + \frac{b}{2d}} \right)$$

b = largeur pneu

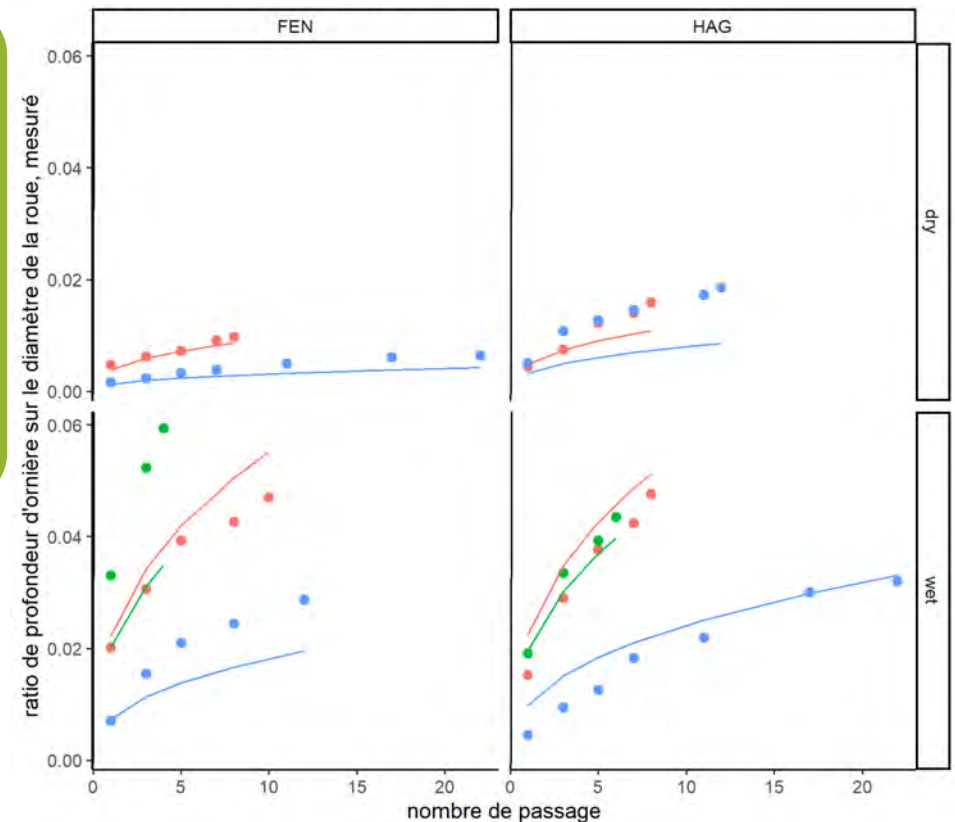
W = masse engin/roue

p = pression gonflage

d = taille roue

h = hauteur de flanc

Plus N est petit plus l'orniérage sera important



Perspectives

Développer un prototype plus facile d'accès (interface web) pour le tester plus largement (augmenter la diversité de chantiers, de conditions météo et de types de sol)

Accueil À propos Chantiers + **LIEN COMMUNICATION PROCHAINE**

Liste de chantiers

Choisissez le chantier pour visualiser les prévisions de l'humidité des cloisonnements lors du chantier. Mesurez la profondeur d'ornièrre moyenne et envoyez cette donnée de validation et d'amélioration du service climatique

Date de création chantier	Nom du site	Statut	Visualiser les prévisions	Action	Ornières moyenne fin de chantier
04-04-2025 10:10:02 par npousse	test_np	clôturé	Prévisions chantier	Saisie données validation chantier clôturé	
04-04-2025 9:09:48 par admin	test_01	créé	Prévisions chantier	Approuver Supprimer	
03-04-2025 15:15:52 par nath	soleil	clôturé et validé	Prévisions chantier		23.0 cm
27-03-2025 14:14:26 par cno	test_with_horizon_pb	créé	Prévisions chantier	Approuver Supprimer	
27-03-2025 10:10:39 par nath	test1	clôturé et validé	Prévisions chantier		5.0 cm
24-03-2025 9:09:08 par admin	test11	créé	Prévisions chantier	Approuver Supprimer	



forêt méditerranéenne

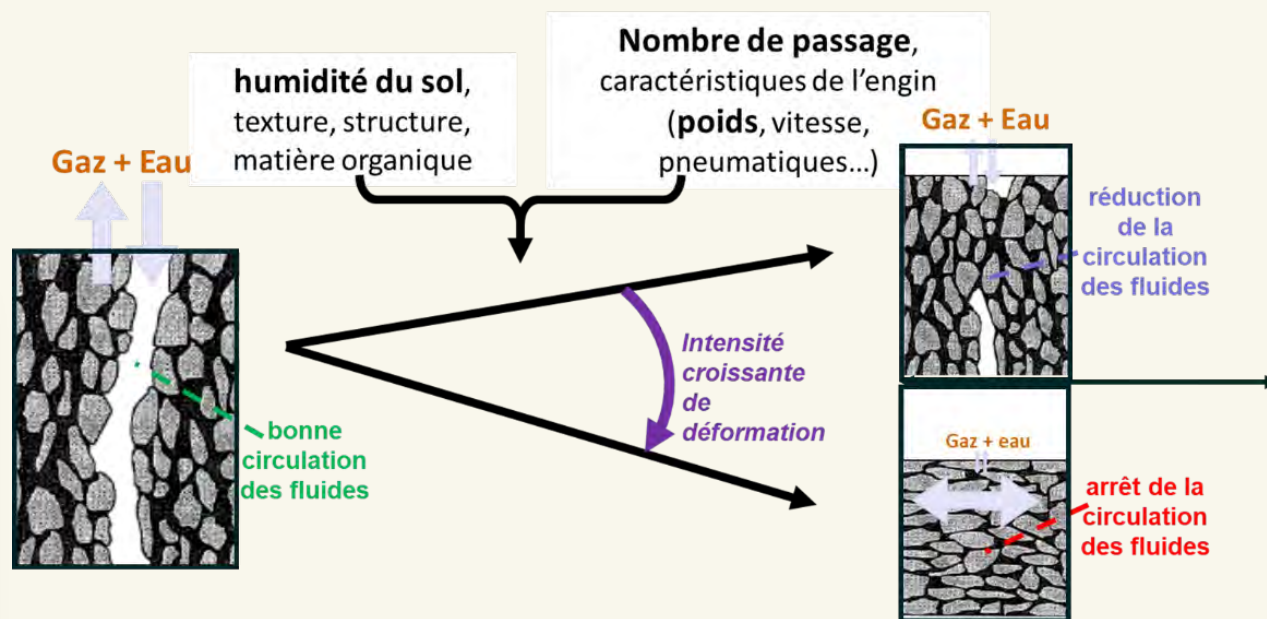
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 13 novembre 2025

www.foret-mediterranneenne.org

Perspectives



Lien avec le réseau R&D Sols et Mécanisation pour continuer à approfondir notre compréhension des interactions machines – sols et améliorer le service climatique de la praticabilité des cloisonnements



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

MERCI...





forêt méditerranéenne

Informier, Échanger, Rassembler, Proposer

Colloque organisé avec le soutien de

**RÉGION
SUD**



PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



LA METROPOLE
AIX-MARSEILLE-PROVENCE



DÉPARTEMENT
**BOUCHES
DU RHÔNE**



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

www.foret-mediterraneenne.org