



Une nouvelle méthode de mesure de la densité apparente des sols par application smartphone



JES2025
Genève

Coulouma G., Feurer, D., Vinatier, F., Huttel, O.

LISAH
Laboratoire d'étude des Interactions
Sol - Agrosystème - Hydrosystème

 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 L'INSTITUT agro Montpellier

 IRD Institut de Recherche pour le Développement
FRANCE

INRAE

Hes·SO // GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

 Association Française pour l'étude du sol

bgs ssp Société Suisse de Pédologie

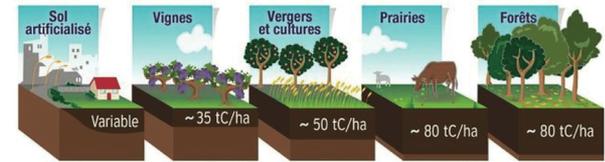



h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

Pourquoi s'intéresser à la densité apparente du sol

Propriété clé pour de nombreuses fonction des sols:

- Indicateur de qualité physique du sol
- Conditionne les propriétés de stockage (eau, C, ...)
- Paramètre important des modèles de flux



Hautement variable :

- Verticalement et horizontalement
- Dépendante de la texture mais surtout de la structure du sol
- Dépendante des actions culturales en milieu agricole
- Variable dans le temps suivant les types de sol



Difficilement mesurable :

- La plupart des méthodes est basée sur la mesure d'un volume de sol non remanié (in situ ou au labo)
- Méthode classique « au cylindre » jusqu'à des techniques cocasses comme l'injection de mousse pour mouler le volume
- Aucune méthode n'est universelle pour tout type de sol
- Difficultés pour qualifier les mesures



Validation d'une nouvelle méthode par photogrammétrie

(Coulouma et al., EJSS 2021)

Principe de la méthode:

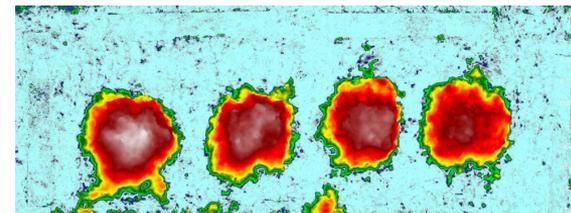
Série de photos avant les prélèvements par excavation



Série de photos après les prélèvements par excavation

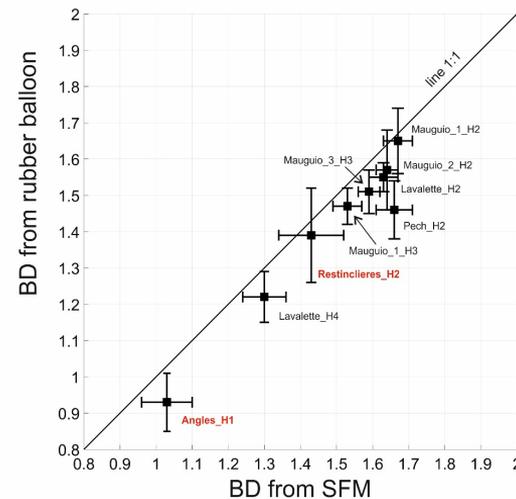
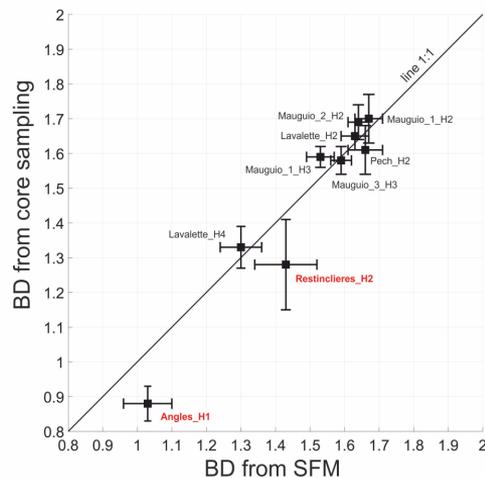


Mesure des volumes d'excavation



Validation par comparaison aux méthodes classiques :

Horizons	Coarse fragments (% in mass)
Lavalette_H4	0
Mauguio_1_H3	1
Lavalette_H2	2
Mauguio_1_H2	3
Mauguio_2_H2	5
Mauguio_3_H3	6
Pech_H2	12
Restinclières_H2	24
Angles_H1	36
Mauguio_3_H2	73



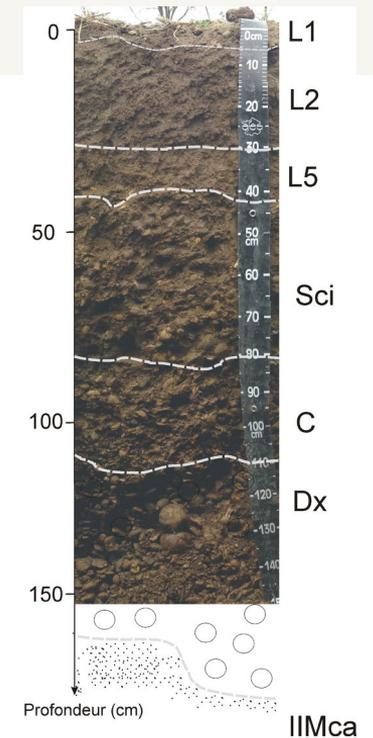
De réel progrès sur plusieurs plans

Protocole adaptable à tout type de situation

- Mesures directement sur un profil de sol ou sur plan horizontal
- Sols caillouteux ou très organiques
 - Intérêt pour le calcul des stocks de sols forestiers
 - Perspectives de questions de recherche (porosité des sols caillouteux, quelles représentativités d'une densité apparente)
- Volumes au choix suivant la représentativité recherchée de la mesure

Gain de temps et/ou d'efficacité sur le terrain dans des sols difficiles

- Plus nécessaire d'avoir des marches pour chaque horizon
- Y compris pour les sols caillouteux
- Méthode moins pénible à mettre en œuvre



Vers la diffusion d'une méthode

Méthode utilisée en routine au LISAH et dans des unités proches

Plant Soil (2023) 482:601–625
<https://doi.org/10.1007/s11104-022-05714-9>

RESEARCH ARTICLE

Root distribution and properties of a young alley-cropping system: effects on soil carbon storage and microbial activity

Lorène Siegwart · Christophe Jourdan ·
Gabriel Piton · Soh Sugihara ·
Karel Van den Meersche · Isabelle Bertrand



Promotion dans nos réseaux scientifiques

Identification de verrous divers au fur et à mesure des diffusions du protocole en autonomie

- Prise d'image permettant le traitement 3D, compétence en photographie
- Automatisation du traitement des images
- Lien entre la qualité des photos (types d'appareils) et la mesure du volume
- Qualification de la mesure et analyse des déterminants pour établir un protocole robuste et identifier des limites

Projet 2025 INRAE - Transfert pour monter en maturité technologique

recherche

“TRL”

opérationnel

Les étapes du projet INRAE -Transfert



Automatisation de la chaine de traitement des images

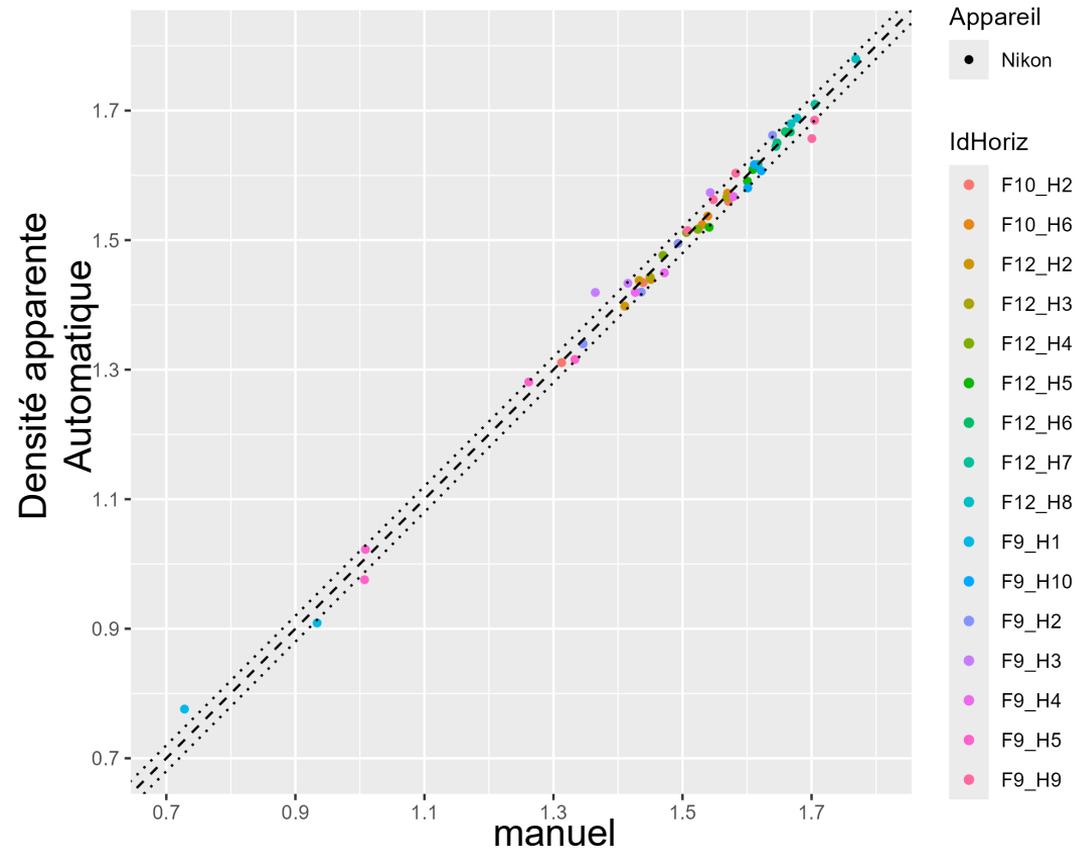
Création d'un webservice pour téléverser les images et récupérer les volumes calculés

Conception et construction d'une application smartphone pour acquérir les images

Tests par des utilisateurs spécialisés (équipes de recherche) et des utilisateurs non spécialisés (étudiants, prestataire de service des bureaux d'étude, etc...)

Focus sur des exemples de verrous techniques

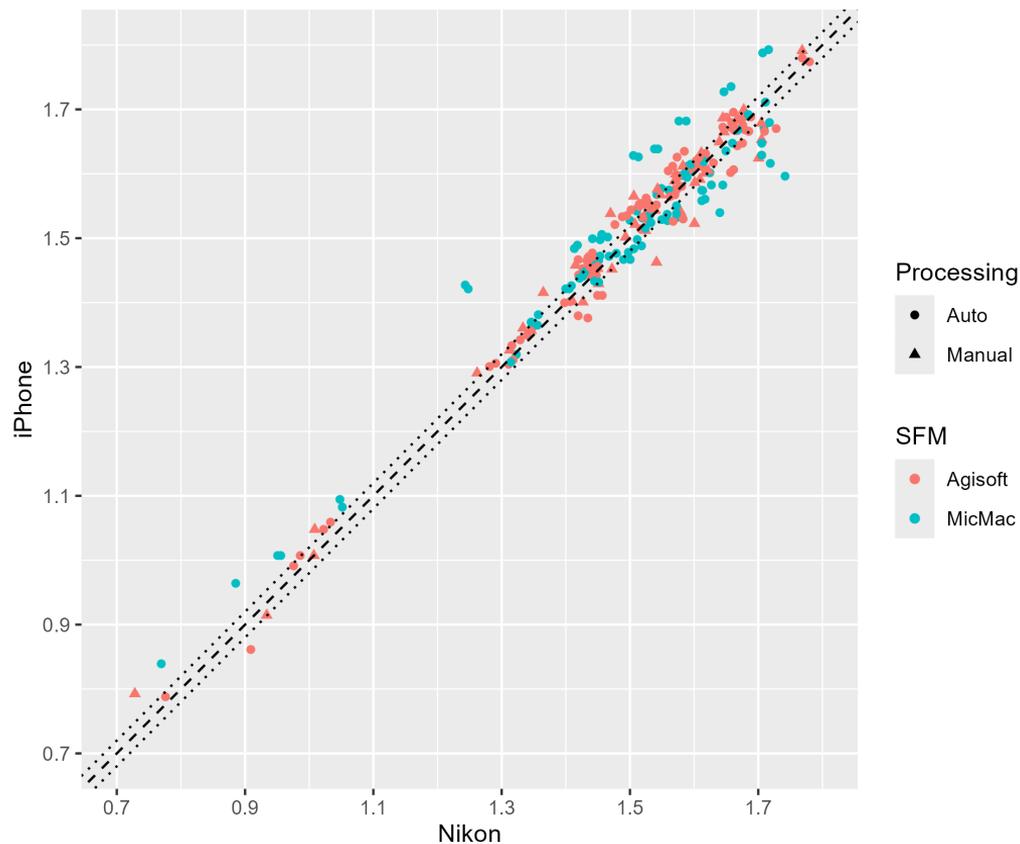
Traitement automatique des excavations pour la mesure du volume



Focus sur des exemples de verrous techniques

Impact du passage à l'iPhone pour la prise de vue

- Difficulté de traitement due au prétraitement des images par l'iPhone
- Agisoft lisse cet effet un peu mieux
- Investigations en cours pour accéder directement aux images brutes



Perspectives sur la qualification de la mesure

Difficultés pour avoir des excavations de volume connu comme référence

- Indispensable pour pouvoir qualifier les erreurs
- Essais avec du sable calibré utilisé pour la méthode au sable
- Piste pour une série de moulages en résine
- Expérimentation type benchmark

Profiter de l'application en construction pour multiplier les mesures en conditions contrôlées

Premières perspectives encourageantes

Automatisation de la chaîne de traitement des images V1 open source
(<https://forge.inrae.fr/Denis.Feurer/grounded>)

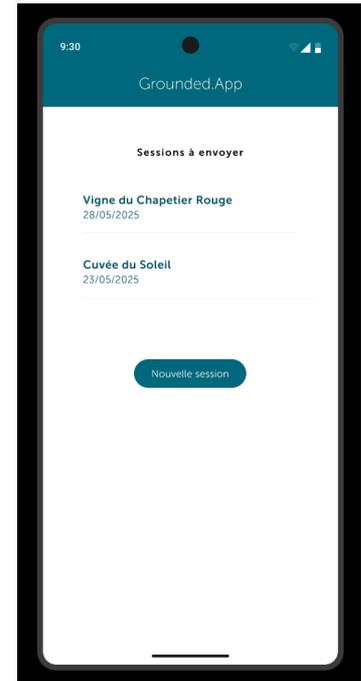


Création d'un webservice pour téléverser les images et récupérer les volumes calculés



Conception et construction d'une application smartphone
pour acquérir les images - en cours

Tests par des utilisateurs spécialisés (équipes de recherche)
et des utilisateurs non spécialisés (étudiants, agriculteurs, bureaux d'étude..)
- à venir





MERCI

