



25<sup>èmes</sup> rencontres HélioSPIR  
Montpellier, 11 & 12 juin 2024

# Résumés des communications





Association HélioSPIR  
Réseau de spectroscopie proche infrarouge  
[www.heliospir.net](http://www.heliospir.net)

**HélioSPIR** est l'association francophone dédiée à la spectrométrie dans le proche infrarouge.

HélioSPIR a vocation à fédérer les scientifiques et les utilisateurs de la technologie SPIR au sein d'un réseau et à promouvoir l'utilisation de la spectroscopie proche infrarouge. Fondée en 2004 autour de la communauté scientifique d'Agropolis à Montpellier, l'association dépasse maintenant les contours de la région Occitanie et de l'hexagone. C'est un pôle de compétences à dimension internationale dans le domaine de la spectroscopie proche infrarouge.

HélioSPIR organise chaque année une ou deux sessions de rencontres scientifiques. C'est un moment privilégié d'échanges autour de diverses thématiques autour de la spectroscopie proche infrarouge et de découverte des derniers travaux de la communauté. C'est également l'occasion de découvrir ou redécouvrir les équipements de spectroscopie et d'imagerie hyperspectrales des principaux fabricants du secteur.

**Président** : G. Chaix ; adjoint : J.-M. Roger

**Secrétaire** : V. Rossard ; adjointe : A. Cambou

**Trésorier** : C. Fontange ; adjoint : R. Cinier

**Conseil d'administration** : V. Baeten, D. Bastianelli, S. Beaumont, A. Cambou, G. Chaix, R. Cinier, M. Ecarnot, C. Fontange, A. Herrero-Langreo, M. Loudiyi, S. Mas-Garcia, T. Ricour, J.M. Roger, V. Rossard, S. Roussel

---

### *Comment citer ce document*

**HélioSPIR, 2024.** Résumés des communications présentées aux 25èmes rencontres HélioSPIR, Montpellier (France), 11-12 juin 2024. D. Bastianelli, G. Chaix, Eds. Association HélioSPIR, Montpellier (France), 40p. DOI : 10.19182/agritrop/00228

### *Comment citer un résumé particulier*

**Auteur1, Auteur2... Auteur n,** 2024. Titre du résumé. In : HélioSPIR, 2024. Résumés des communications présentées aux 25èmes rencontres HélioSPIR, Montpellier (France), 11-12 juin 2024. D Bastianelli, G Chaix, Eds. (DOI : 10.19182/agritrop/00228), Association Héliospir, Montpellier (France). Numéro de page.



Publié sous licence *Creative Commons* CC-BY

# Transfert d'étalonnage entre différents spectromètres en réflexion diffuse dans le visible et proche infrarouge appliqué aux sols

<sup>1,2</sup>Moubarak ISMAÏL HOSKY, <sup>1,2</sup>Aurélien CAMBOU, <sup>1,2</sup>Bernard G. BARTHÈS, <sup>1,2</sup>Tiphaine CHEVALLIER, <sup>3,4</sup>Gilles CHAIX, <sup>5</sup>Jean-Michel ROGER

<sup>1</sup>Eco&Sols, Université de Montpellier, CIRAD, INRAE, IRD, Institut Agro, 34060 Montpellier – France

<sup>2</sup>IRD, UMR Eco&Sols, Montpellier, France

<sup>3</sup>CIRAD, UMR AGAP, 34395 Montpellier, Cedex 9, France

<sup>4</sup>UMR AGAP, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

<sup>5</sup>ITAP, INRAE, Institut Agro, University Montpellier, 34196, Montpellier – France

Email : moubarakismailhosky@gmail.com ; aurelie.cambou@ird.fr

**Mots-clefs** : carbone organique, sols tropicaux, transfert d'étalonnage local

Dans le sol, le carbone organique (COS) joue un rôle prépondérant et positif sur la fertilité physique (e.g., résistance à l'érosion, développement racinaire), chimique (fourniture de nutriments, pouvoir tampon) et biologique (activités et diversités microbienne, animale et végétale) du sol. De plus, l'augmentation ou la perte de COS a un effet direct sur la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, et donc sur le climat. Ainsi, le COS est l'un des principaux piliers de la fonctionnalité des sols et il représente un levier pour limiter le changement climatique ; sa quantification dans le temps et l'espace est donc cruciale. La spectroscopie en réflexion diffuse dans le visible et proche infrarouge (VNIRS, 350-2500 nm) est un outil d'acquisition rapide, non destructif et peu coûteux, qui n'implique que peu de préparation d'échantillon. Depuis une trentaine d'années, cette technique a suscité beaucoup d'intérêt en science du sol, notamment pour quantifier le COS. De nombreux modèles de prédiction des teneurs en COS (gC.kg<sup>-1</sup> sol) d'échantillons de sol ont alors été construits à partir des spectres dans le visible et proche infrarouge (VNIR) acquis par différents appareils de mesure et pour différents jeux d'échantillons de sol. Aujourd'hui, dans un objectif d'ouverture des données, un fort enjeu concerne la mise à disposition et l'interopérabilité de bases de données spectrales obtenues avec différents appareils de mesure, ce qui permettrait notamment d'élargir nos capacités de prédiction du COS dans une diversité de contextes. Les perturbations liées à la diversité des instruments peuvent limiter l'interopérabilité des bases de données et dans ce cas, différentes stratégies de correction (ou de transfert d'étalonnage) permettent de réduire leur impact. Néanmoins, la nécessité de recourir à ces méthodes entre plusieurs spectromètres VNIR de la même marque, de même modèle mais de séries différentes, n'a pas encore été étudiée pour prédire la teneur en COS. De plus, les méthodes de transfert d'étalonnage reposent majoritairement sur des approches globales (tous les échantillons sont utilisés similairement pour construire le modèle de correction) et à notre connaissance, aucune approche de correction locale, basée sur le voisinage spectral, n'a été testée à ce jour pour prédire la teneur en COS. Ainsi, la présente étude vise à répondre à trois questions : un transfert d'étalonnage est-il nécessaire entre trois instruments VNIR de la même marque et du même modèle mais de séries différentes, pour prédire la teneur en COS ? Si oui, trois spectromètres peuvent-ils être standardisés simultanément ou faut-il les standardiser deux à deux ? Les approches de correction locales sont-elles plus précises que les approches globales usuelles ?

Pour répondre à ces questions, cette étude repose sur un total de 139 échantillons de sols issus de 23 sites (au Brésil, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Madagascar, Mali et Sénégal) caractérisés par des textures variées (de sableuse à argileuse) et différentes profondeurs. Les spectres VNIR des 139 échantillons ont été acquis avec trois spectromètres visible et proche infrarouge (ASD LabSpec2500,

ASD LabSpec4 et ASD LabSpec4 Bench) sur échantillons séchés à l'air et tamisés à 2 mm. La teneur en COS a été analysée sur échantillons tamisés à 2 mm puis broyés à 0,2 mm à l'aide d'un analyseur élémentaire CHN (combustion sèche). Ce jeu de données a ensuite été divisé entre (i) le jeu d'étalonnage permettant de construire le modèle de prédiction de la teneur en COS (69 échantillons), (ii) le jeu de transfert permettant de construire le modèle de transfert d'étalonnage entre les spectromètres (32 échantillons), et (iii) un jeu de validation indépendant (ne provenant pas des sites utilisés pour l'étalonnage et le transfert) du Burkina Faso (texture sableuse ; n = 38). L'efficacité de quatre approches de transfert sera évaluée pour standardiser les spectromètres deux à deux, puis tous les trois simultanément.

Ces approches sont :

- (i) l'actualisation (update), qui consiste à enrichir le jeu d'étalonnage scanné avec un appareil A (spectres A) avec les échantillons du jeu de transfert scannés avec un appareil B (spectres B) avant la construction d'un modèle de prédiction d'une variable d'intérêt. Le modèle de prédiction est ensuite testé sur les spectres B du jeu de validation ;
- (ii) la standardisation directe par segment (piecewise direct standardisation ; PDS), qui consiste à construire un modèle d'ajustement des spectres A aux spectres B dans le jeu de transfert. Ce modèle est alors appliqué aux spectres A du jeu d'étalonnage avant la construction d'un modèle de prédiction d'une variable d'intérêt qui est testé sur les spectres B du jeu de validation ;
- (iii) la correction de biais et pente (CBP), également construite à partir du jeu de transfert, qui permet de corriger la variable d'intérêt prédite par un modèle construit à partir des spectres A du jeu d'étalonnage et appliqué aux spectres B du jeu de validation ;
- (iv) l'orthogonalisation qui, à partir des spectres A et B du jeu de transfert, permet de définir le sous-espace impacté par les perturbations ; ce sous-espace spectral est ensuite supprimé dans le jeu d'étalonnage avant la construction d'un modèle de prédiction d'une variable d'intérêt.

Des méthodes de correction locales (i.e. basées sur le voisinage spectrale) seront également développées pour optimiser le transfert d'étalonnage entre deux spectromètres voire entre les trois simultanément.

Ce travail ouvre le champ d'application des méthodes de transfert d'étalonnage sur les sols, à travers un jeu d'échantillons aux propriétés hétérogènes.