



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 proche infrarouge appliqué aux sols

<sup>1,2</sup>Aurélie CAMBOU, <sup>1,2</sup>Vova MARTIROSYAN, <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 : aurelie.cambou@ird.fr

**Mots-clefs** : carbone organique, sols tropicaux, orthogonalisation

Le carbone organique des sols (COS) est un élément clé de la fertilité physique, chimique et biologique des sols ; sa quantification dans le temps et l'espace est donc cruciale. Depuis une trentaine d'années, l'intérêt de la spectroscopie en réflexion diffuse dans le proche infrarouge (SPIR, 800-2500 nm) utilisée en condition de laboratoire a été rapporté dans la littérature pour quantifier le COS. De nombreux modèles de prédiction des teneurs en COS (gC.kg<sup>-1</sup> sol) d'échantillons de sol ont été construits à partir des spectres dans le proche infrarouge (PIR) acquis par différents appareils de mesure et pour différents jeux d'échantillons de sol. Aujourd'hui, dans un objectif d'ouverture des données, la mise à disposition et l'interopérabilité de bases de données spectrales obtenues avec différents appareils de mesure représentent un enjeu important car alors, il serait possible d'élargir nos capacités de prédiction du COS dans une diversité de contextes. Néanmoins, les perturbations liées à la diversité des instruments limitent l'interopérabilité des bases de données et différentes stratégies de correction (ou de transfert d'étalonnage) permettent de réduire leur impact. L'objectif de la présente étude était de tester et d'optimiser différentes approches de transfert d'étalonnage pour assurer l'interopérabilité de bases de données spectrales obtenues avec deux spectromètres PIR afin de prédire la teneur en COS.

Pour cela, un ensemble de 137 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 a été utilisé. Les spectres des 137 échantillons ont été acquis avec deux spectromètres PIR de marques différentes (Foss NIRSystems 5000 et ASD LabSpec 2500) sur échantillons séchés à l'air et tamisés à 2 mm. Pour cette étude, le spectromètre source était le spectromètre Foss, le spectromètre cible était l'ASD ; la gamme spectrale retenue était celle du spectromètre source, i.e. 1100-2500 nm. 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) un jeu d'étalonnage permettant de construire le modèle de prédiction (par régression des moindres carrés partiels, PLSR) de la teneur en COS (67 échantillons), (ii) un jeu de transfert permettant de construire le modèle de transfert d'étalonnage visant à corriger les perturbations spectrales induites par le changement de spectromètre (source vs. cible ; 32 échantillons), et (iii) un jeu de validation indépendant (ne provenant pas des sites utilisés pour l'étalonnage et le transfert) provenant du Burkina Faso (38 échantillons). Trois modèles PLSR permettant de prédire la teneur en COS ont d'abord été établis et testés sans transfert d'étalonnage : (i) un modèle construit à partir des spectres d'étalonnage acquis avec le spectromètre Foss (spectres Foss ; modèle Foss) et appliqué aux spectres Foss du jeu de validation ; (ii)

un modèle construit à partir des spectres d'étalonnage acquis avec le spectromètre ASD (spectres ASD ; modèle ASD) et appliqué aux spectres ASD du jeu de validation ; (iii) le modèle Foss appliqué aux spectres ASD de validation. Quatre approches de transfert d'étalonnage ont ensuite été développées à partir du jeu de transfert puis testées : la méthode d'actualisation (update), la standardisation directe par segment (piecewise direct standardisation ; PDS), la correction biais-pente (CBP) et une méthode d'orthogonalisation (external parameter orthogonalisation ; EPO).

L'erreur quadratique moyenne de validation (RMSEP) et le biais, obtenus dans les différents cas de figure, ont été respectivement les suivants en validation indépendante :

- modèle Foss appliqué aux spectres Foss, 2,0 et 0,0 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle ASD appliqué aux spectres ASD, 2,6 et 0,9 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle Foss appliqué aux spectres ASD, sans transfert, 4,9 et 4,1 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle Foss appliqué aux spectres ASD après CBP, 2,7 et 0,0 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle Foss appliqué aux spectres ASD après PDS, 2,9 et 1,0 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle Foss appliqué aux spectres ASD après update, 3,0 et 1,4 gC.kg<sup>-1</sup> ;
- modèle Foss appliqué aux spectres ASD après EPO, 11,1 et 10,2 gC.kg<sup>-1</sup>.

Dans cette étude, la méthode EPO a donc été la moins performante, avec une précision même inférieure à celle obtenue avec changement de spectromètre mais sans transfert d'étalonnage. Au contraire, les autres méthodes de transfert ont permis un gain de précision par rapport au non-usage de méthodes de transfert, dans le cas d'un changement de spectromètre. Seule la CBP a permis de corriger suffisamment la perturbation liée au spectromètre pour que la précision initiale du modèle ASD appliqué à des spectres ASD (sans changement de spectromètre) soit de nouveau atteinte. Cette méthode, qui constitue l'une des plus simples à mettre en œuvre parmi les quatre testées, s'avère donc prometteuse dans un contexte de changement de spectromètre pour prédire la teneur en COS.