

Validation d'un modèle global de calibration NIRS sur des échantillons de sols français et analysés par des méthodes physico-chimiques normalisées françaises

Bruno Felix-Faure, Expert Agronome, Eurofins Galys
Arjan Reijneveld, Eurofins Agro, Netherlands



Contexte et objectifs

La méthode NIRS permet de mesurer toute une gamme de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol. Rapide et non destructive, la méthode NIRS est utilisée par le laboratoire Eurofins Agro de Wageningen (Pays-Bas) depuis 2004, avec déjà plus de 1.5 millions d'échantillons de sol analysés par cette méthode, après séchage et tamisage à 2 mm. La prédiction des paramètres analytiques s'appuie sur une **base de données d'étalonnage de 8 000 à 100 000 échantillons de référence**, avec des corrélations (r^2 entre 0,79 et 1,00) aux méthodes physico-chimiques classiques.

Le modèle de calibration développé au cours de ces années au centre de compétences Eurofins Agro Wageningen (WCC) utilise **un seul et unique système NIRS** pour tous les types de sols et pour tous les pays. Ce système s'améliore au fil du temps en ajoutant des échantillons de référence provenant de nouvelles régions / de nouveaux pays. L'objectif de l'étude est de valider la pertinence et fiabilité d'un modèle global pour des échantillons en provenance de France, et notamment sa capacité à pallier aux **différences analytiques entre méthodes normalisées** françaises et celles néerlandaises ayant servi au modèle.

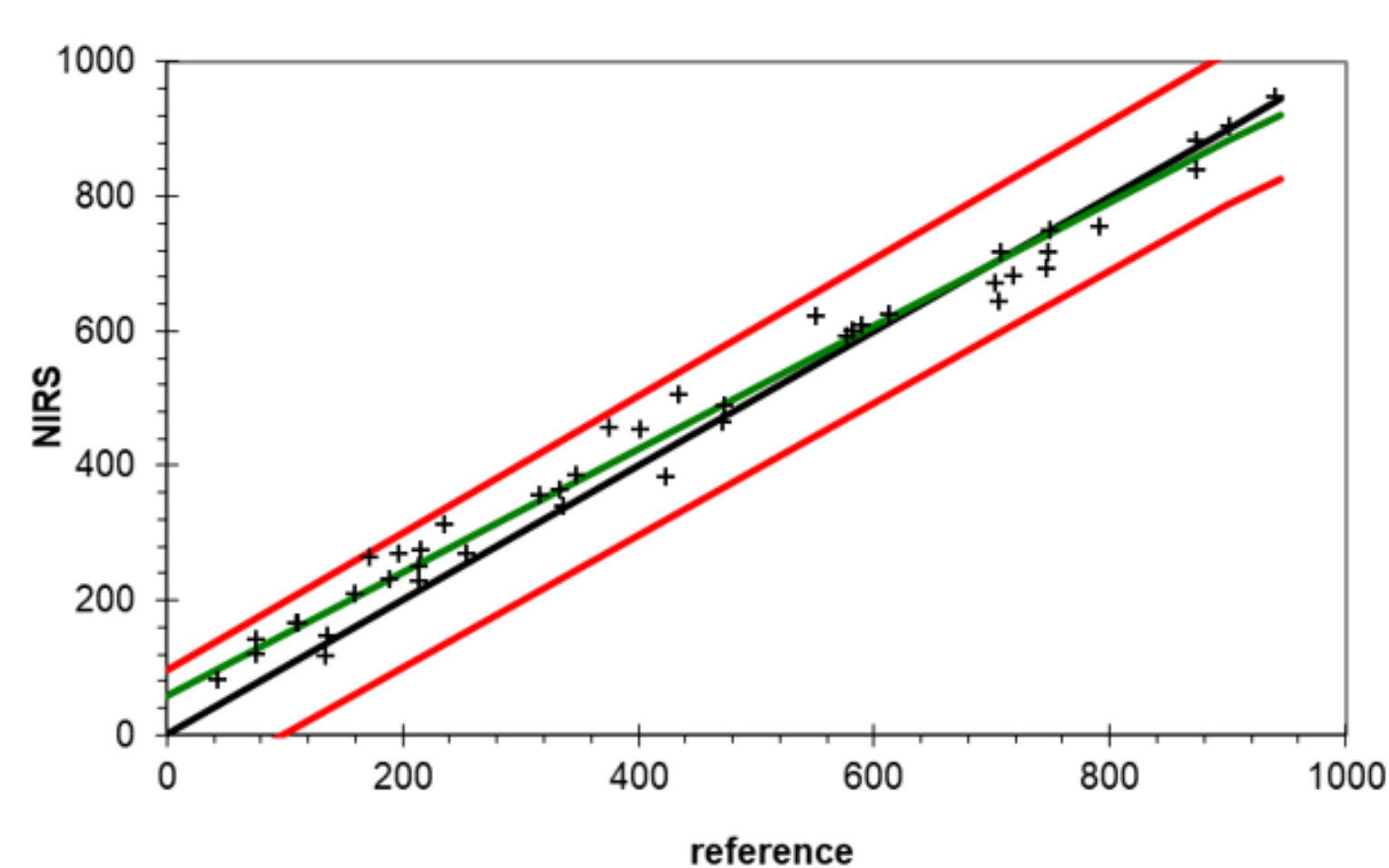
1 VALIDATION DU MODELE DE CALIBRATION

Méthodologie :

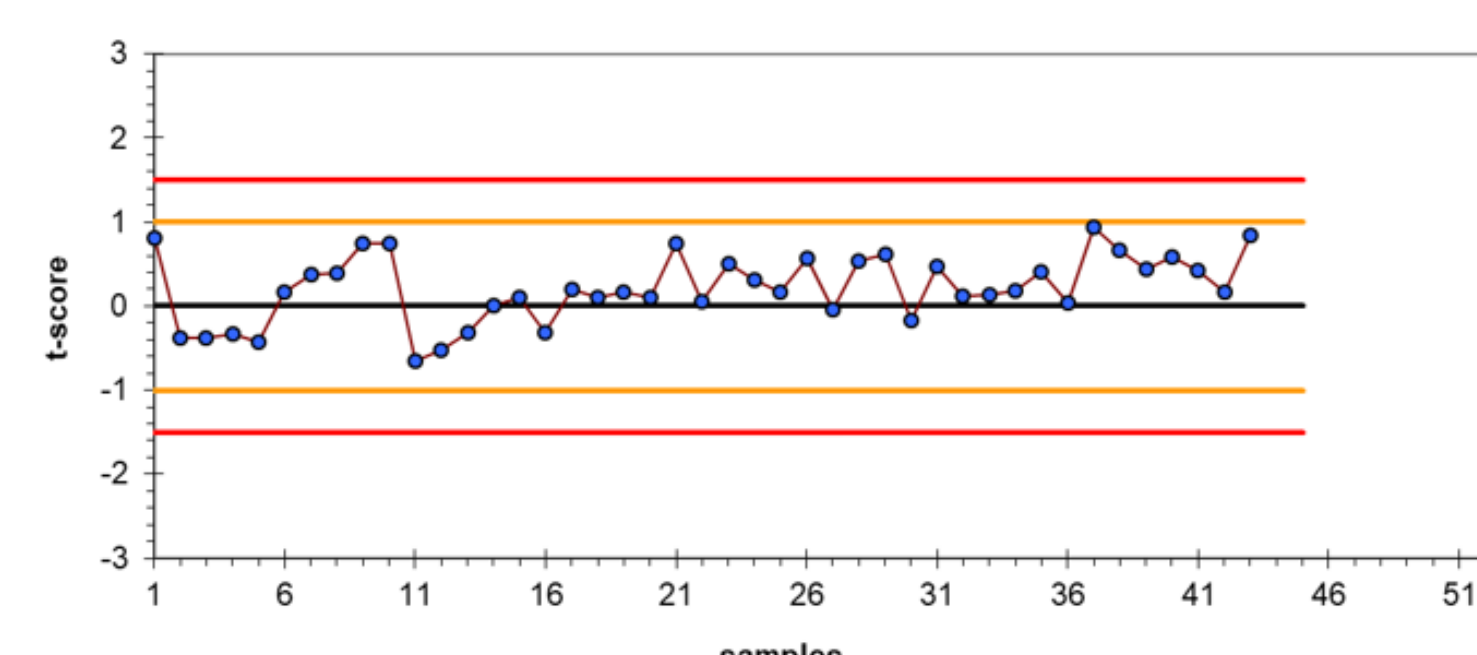
- Sélection de 43 sols sur des critères géographiques et de représentativité des types de sols en France
- **Analyse en double** par NIRS et selon les méthodes de référence du modèle
- Analyse statistique de la performance (r^2 , Biais, Standard deviation et T-score)

Résultats obtenus

Paramètres étudiés	r^2	Biais	RMSEP	T-score
Azote Total	0.97	-0.25	0.17	0.44
Soufre	0.36	0.41	0.12	0.69
K échangeable	0.80	-0.25	1.52	1.02
Ca échangeable	0.95	-0.17	20.55	0.96
Mg échangeable	0.88	0.49	6.77	1.09
Na échangeable	0.64	0.29	0.46	0.99
pH	0.97	0.01	0.16	0.78
Carbone organique	0.96	-0.19	1.33	0.55
Matière Organique	0.97	-0.44	3.66	1.01
Calcaire	0.99	0.04	0.74	0.96
Argile	0.99	-0.45	20.23	0.99
Sables	0.98	21.13	44.76	0.92
CEC Effective	0.97	-0.26	19.13	0.75
P-oxalate	0.90	-0.21	2.59	0.43
Al-oxalate	0.90	-0.63	4.62	0.51
Fe-oxalate	0.87	-2.96	10.45	0.58



Exemple de résultats obtenus sur le paramètre Sables



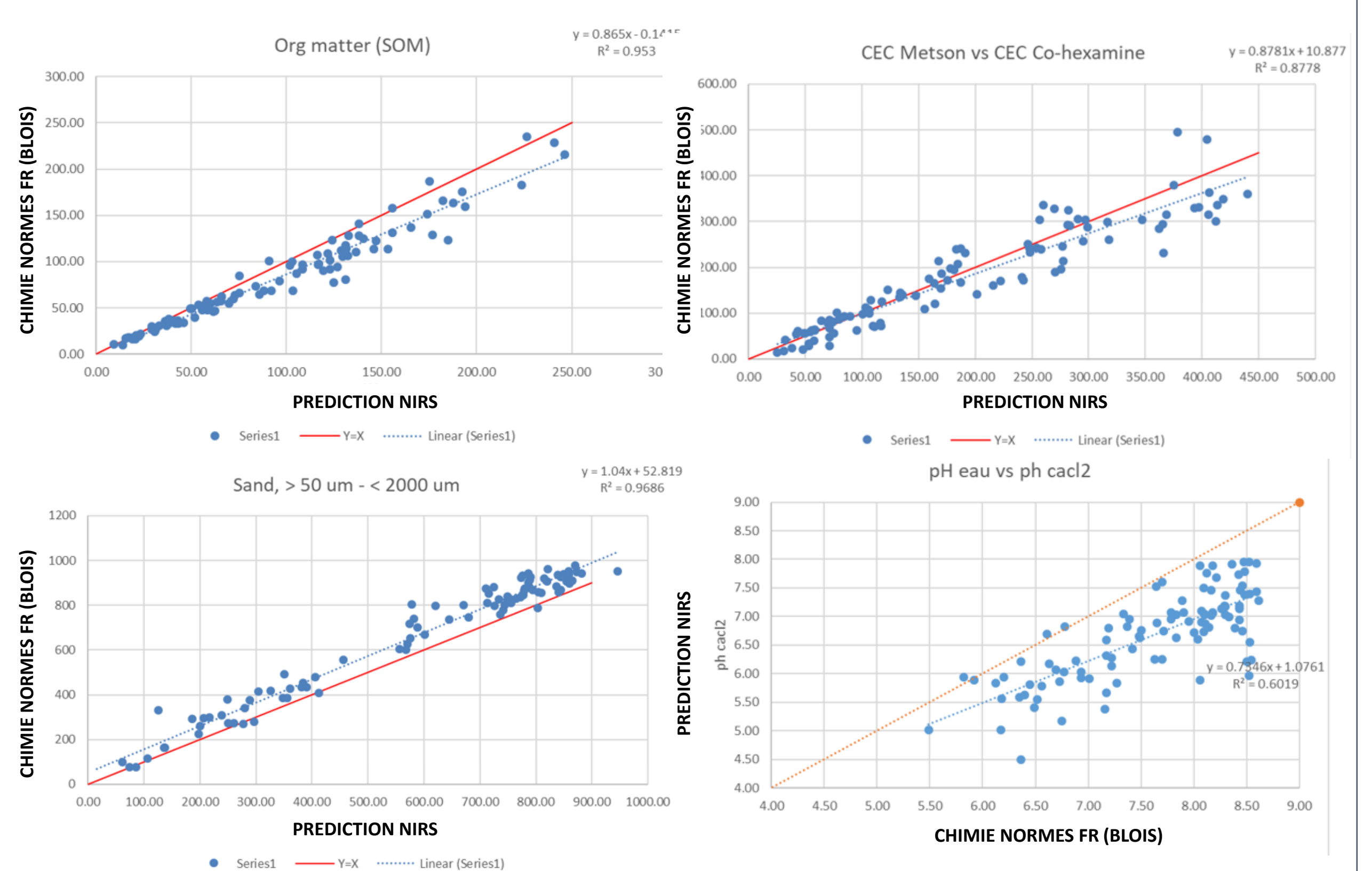
2 CORRELATION AVEC METHODES FRANCAISES

Méthodologie :

- Sélection d'une 2^{de} série d'échantillons
- **Analyse en double** par NIRS et selon les méthodes normalisées en France (laboratoire Eurofins Galys, Blois)
- Analyse statistique de la performance (r^2)

Résultats obtenus

Paramètres étudiés	R^2
Azote Total (Dumas)	0.92
Soufre	-
K échangeable	-
Ca échangeable	-
Mg échangeable	-
Na échangeable	-
pH eau vs CaCl2	0.60
Carbone Organique (Méthode Anne vs C elementary 550°)	0.95
Matière Organique (calcul vs loss of ignition)	0.95
Calcaire	Non étudié
Argile < 2 µm	0.94
Sables > 50 µm	0.97
CEC Metson vs CoHex	0.88



Conclusions et Ouverture

La construction et la validation d'un modèle NIRS fiable nécessite du temps et des ressources considérables. L'utilisation d'un modèle existant permettrait d'accélérer le déploiement de la technologie en France. Ce 1er travail d'investigation sur un nombre limité d'échantillons de références a montré que **9 à 10 paramètres analytiques** atteignent des niveaux satisfaisants de performance ($T\text{-score} \leq 1$ et $r^2 > 0.90$) : Ca échangeable < Carbone Organique < Azote < CEC effective < OM < pH < sable < argile < calcaire par ordre croissant. Parmi ces paramètres, 6 d'entre eux montrent une bonne corrélation avec les méthodes analytiques utilisées en routine en France.

Toute conclusion sur la faisabilité réelle au laboratoire au regard des règles de fiabilité analytique nécessite la poursuite de l'étude, notamment pour élargir le spectre des valeurs pour des paramètres comme le Soufre. Il conviendra également d'explorer un raffinement du modèle entre CEC Metson et Co-Hex intégrant le pH, des 1ers travaux ont permis d'augmenter sensiblement la précision ($r > 0.97$).