



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope



Évaluation de la fertilité du sol à l'aide de la spectroscopie proche infrarouge (Proximal Sensing)

Konrad Metzger & Luca Bragazza

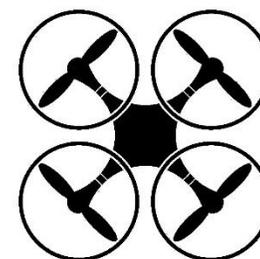
10^{ème} Journée Nationale en grandes cultures: Le sol, unité fonctionnelle
Bienne, 12.01.2023





Qu'est-ce que la détection à proximité (Proximal Sensing)?

- **Comment obtenir des informations rapides et peu coûteuses sur l'état de notre terrain?**
 - Analyses de laboratoire: lentes, coûteuses, produisent des déchets (\$\$\$) → Informations à faible résolution spatiale
 - Alternative: méthodes de détection à proximité (Proximal Sensing)
 - Interaction du rayonnement électromagnétique avec les composants du sol

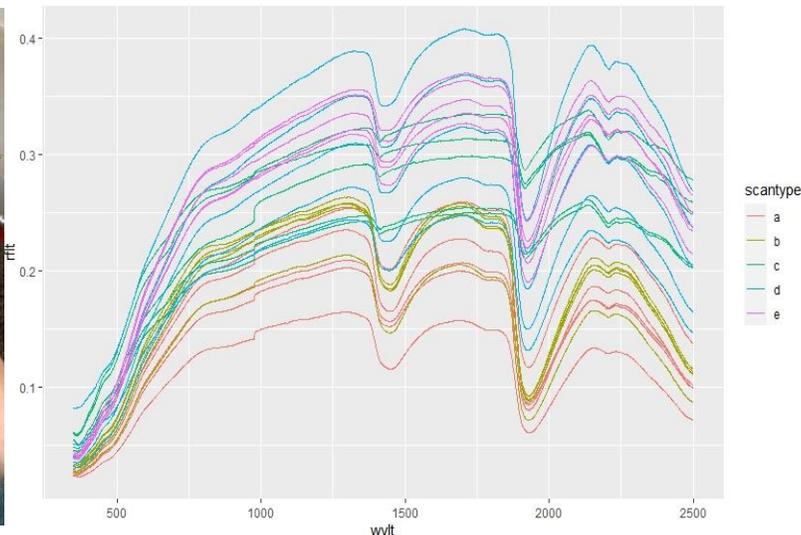
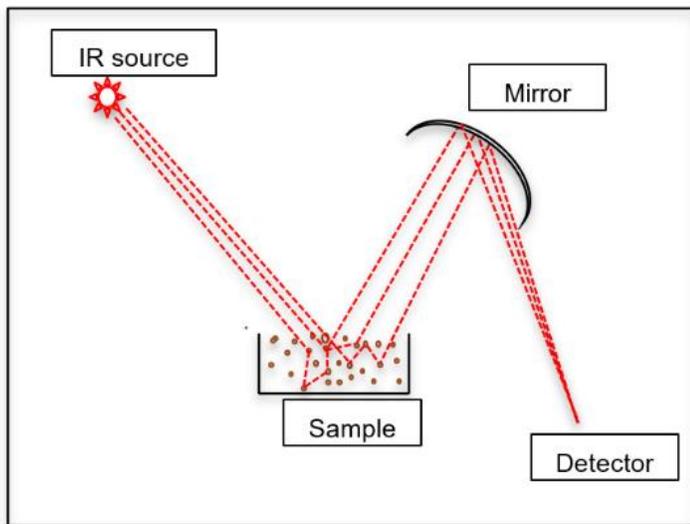


- Mesure rapide, pas d'échantillon de sol à envoyer au laboratoire, informations en temps réel



Spectroscopie infrarouge (Vis-NIR)

- Mesure de la lumière réfléchie (visible et infrarouge proche, longueur d'onde 350-2500 nm)



- De nombreux paramètres du sol absorbent la lumière dans cette gamme de longueurs d'onde (argiles, carbone organique, minéraux de fer)
- Modèles mathématiques pour décrire la relation entre les données de laboratoire et les spectres (modèle de prédiction)



Questions ouvertes avant une utilisation de routine

■ Utilisation *in-situ*

- Quelle est la meilleure façon de mesurer les spectres du sol?
- Type de spectromètre (prix, résolution spectrale, taille)
- Quels sont les paramètres du sol qui peuvent être mesurés?
- Influence de l'humidité du sol et des agrégats
- Précision et rapport coût/bénéfice



Spectromètres et positions du scan

- 2 types de spectromètres
 - Instrument de recherche à haute résolution
 - Scanner NIR compact

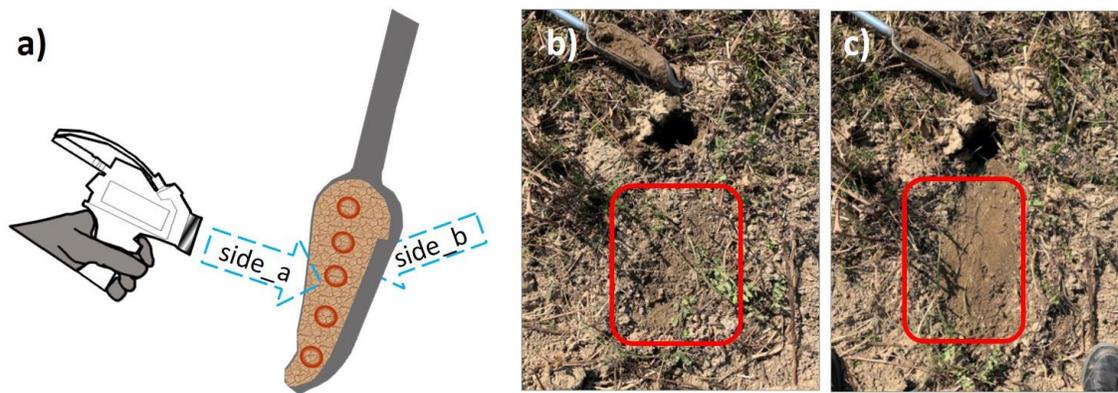


PSR+3500 Spectromètre vis-NIR
(350-2500 nm, résolution de 2,8-8 nm)



NeoSpectra Scanner
(1350-2500 nm, résolution de 16 nm)

- positions du scan

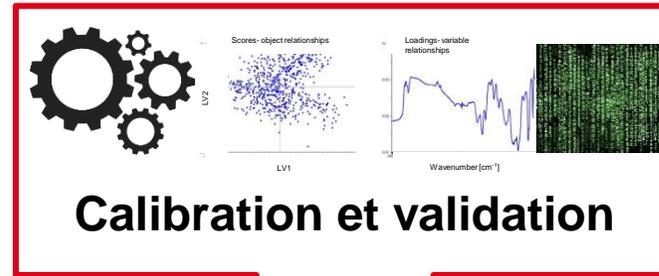
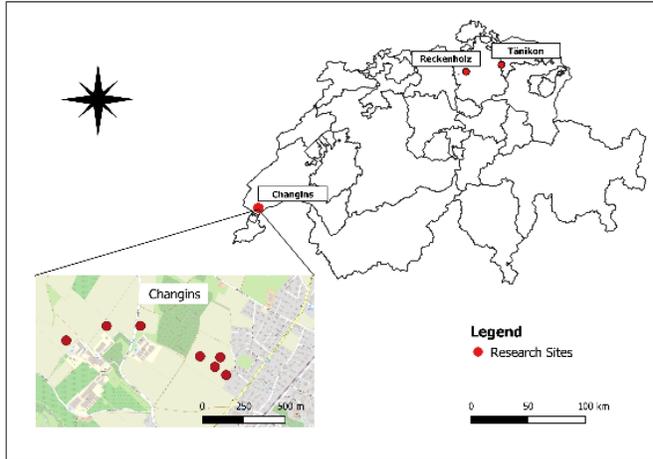


Différentes positions directement sur le terrain pour scanner les échantillons de sol



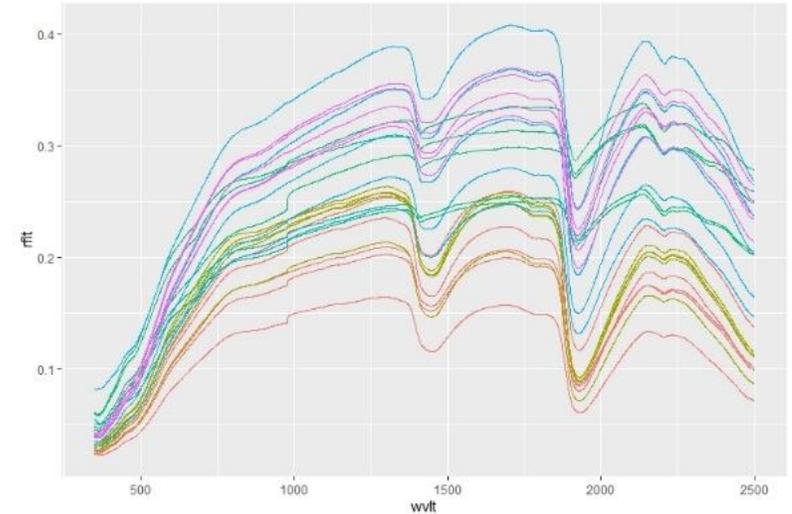
Modèles de prédiction spectrale

Modèle de calibration



PLSR

R^2 , RMSE, RPIQ

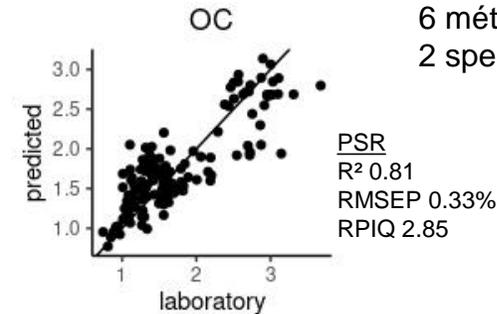


Spectres Vis-NIR de 134 échantillons

4 positions de scan en 5 répétitions
 6 méthodes de prétraitement spectral
 2 spectromètres

134 échantillons de sol avec analyse en laboratoire de: granulométrie, carbone organique (Corg), capacité d'échange cationique (CEC), pH, N_tot

Modèle de prédiction:
 paramètres du sol à partir
 de spectres sans analyse
 de laboratoire

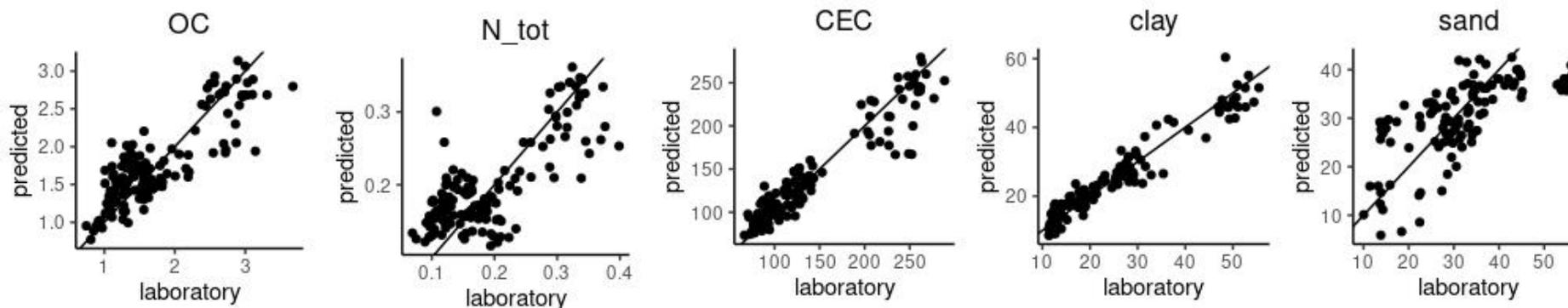




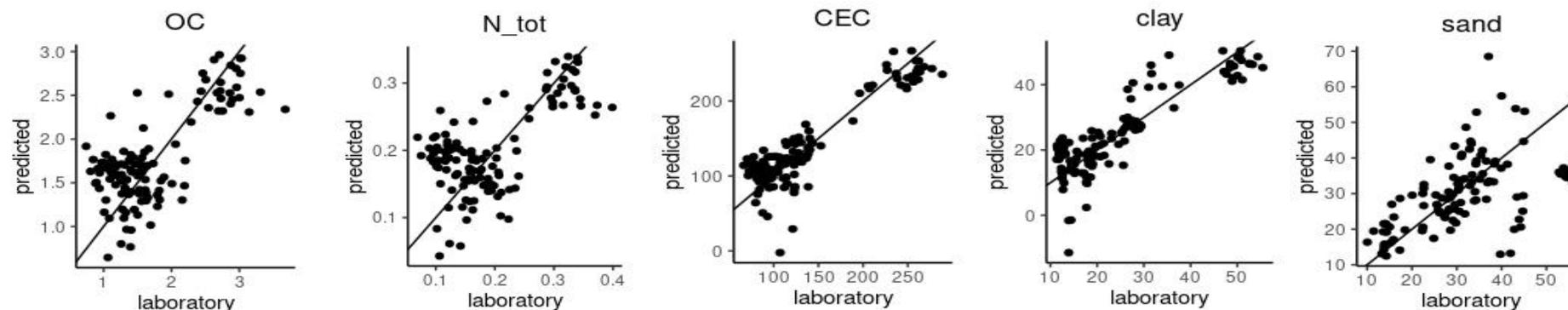
Résultats

Bons résultats de modélisation pour: Granulométrie, pH, Corg, CEC, N_tot

R S P



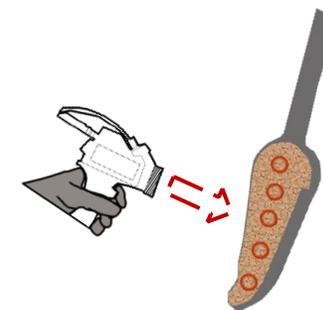
O F N





Résultats

- Meilleure position du scan:
 - Aux côtés de 20 cm pour un sol collecté avec une tarière pédologique Edelman
- Comparaison des spectromètres:
 - NeoSpectra a permis de mesurer de manière satisfaisante certains paramètres du sol
 - PSR+3500 offre une plus grande précision
- **Best Practice:**
 - 5 scans avec le PSR+3500 pour un sol (20 cm de profondeur) collecté avec une tarière pédologique Edelman
 - 10 scans avec le NeoSpectra pour un sol (20 cm de profondeur) collecté avec une tarière pédologique





Discussion & Perspectives

Domaines d'application potentiels

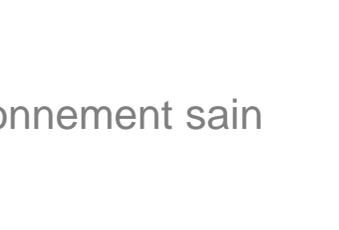
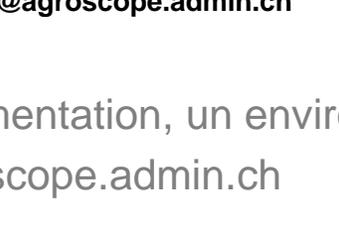
- Indicateurs de la qualité du sol
- Recommandation de fertilisation
- Agriculture de précision

Obstacles à l'utilisation de routine

- Mesure standardisée
- Effet de l'humidité du sol et des agrégats
- Comparaison des spectres de laboratoire et de terrain
→ Grandes bases de données, modèles d'IA

La spectroscopie du sol Vis-NIR, une technique d'avenir pour l'analyse des sols

- ✓ Résultats rapides
- ✓ Haute résolution spatiale grâce à des instruments portables
- ✓ Suivi des changements suite à une modification de la gestion



Merci de votre attention

Konrad Metzger

konrad.metzger@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

www.agroscope.admin.ch





Parameter	Scanning position	Preprocessing	LVs	R ²	RMSE†	RMSEP‡	IQR	RPIQ	Lin's CCC	Ranking§
PSR spectrometer										
CEC [meq/kg]	side_b	RAW	9	0.94	15.33	20.45	111.14	5.43	0.94	1
clay [%]	side_b	SG2110	8	0.95	2.76	2.94	15.22	5.18	0.97	2
sand [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.92	3.58	5.57	16.47	2.96	0.60	3
OC [%]	side_a	SG2111	6	0.81	0.3	0.33	0.94	2.85	0.84	4
pH	side_b	MSC	9	0.79	0.34	0.46	1.26	2.73	0.77	5
CaO_ex [g/kg]	side_b	RAW	5	0.64	1.38	1.58	4.28	2.70	0.60	6
N_tot [%]	side_a	SG2110	6	0.81	0.04	0.05	0.12	2.68	0.75	7
Mg_tot [g/kg]	surface_raw	RAW	6	0.68	2.21	2.51	5.54	2.21	0.51	8
MgO_ex [g/kg]	side_a	RAW	7	0.9	0.07	0.14	0.28	1.98	0.64	9
P2O5_OI [g/kg]	side_b	SG2112	1	0.33	0.03	0.03	0.04	1.56	0.41	10
K_tot [g/kg]	surface_raw	SG2112	1	0.16	3.69	3.61	5.5	1.52	0.01	11
P_tot [g/kg]	surface_raw	SG2110	2	0.3	0.17	0.15	0.21	1.38	0.00	12
K2O_ex [g/kg]	surface_smooth	MSC	2	0.2	0.1	0.09	0.09	0.97	0.25	13
Ca_tot [g/kg]	side_b	SNV	4	0.49	5.03	5.42	3.54	0.65	0.15	14
Carbonates [%]	side_b	SNV	4	0.45	1.84	1.15	0.19	0.17	0.01	15
NEO spectrometer										
CEC [meq/kg]	surface_smooth	SG2110	8	0.87	22.4	25.64	96.86	3.78	0.87	1
clay [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.87	4.58	5.14	15.22	2.96	0.88	2
sand [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.8	5.74	8.91	17.12	1.92	0.45	8
OC [%]	surface_smooth	SG2110	4	0.62	0.41	0.45	0.93	2.07	0.74	7
pH	surface_raw	RAW	2	0.28	0.62	0.72	1.14	1.59	0.23	10
CaO_ex [g/kg]	surface_smooth	RAW	4	0.56	1.51	1.59	4.29	2.69	0.68	3
N_tot [%]	surface_smooth	RAW	4	0.63	0.05	0.05	0.11	2.11	0.72	6
Mg_tot [g/kg]	surface_smooth	RAW	4	0.6	2.22	2.53	5.48	2.16	0.63	5
MgO_ex [g/kg]	side_b	SG2110	7	0.84	0.08	0.1	0.23	2.17	0.85	4
P2O5_OI [g/kg]	side_a	SG2112	1	0.09	0.04	0.03	0.04	1.22	-0.10	12
K_tot [g/kg]	surface_smooth	SG2111	2	0.18	3.66	3.99	6.72	1.68	-0.01	9
P_tot [g/kg]	side_a	SNV	6	0.17	0.17	0.16	0.21	1.28	0.10	11
K2O_ex [g/kg]	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	15
Ca_tot [g/kg]	surface_smooth	RAW	5	0.25	4.74	5.66	3.45	0.61	0.03	13
Carbonates [%]	side_a	SG2111	4	0.1	1.42	1.07	0.18	0.17	-0.23	14