

Cartographie du taux d'argile des sols : Transfert de modèles de prédiction de laboratoire vers des données aéroportées Vis-PIR

N. Maroua, C. Gomez, N. GORRETTA, J-M. Roger

Colloque Scientifique SFPT-GH

Brest, 9-11 mai 2017

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea



www.irstea.fr



Introduction

Le Sol : un écosystème

A notre service :

- Support pour les micro-organismes,
- Séquestration du carbone,
- Permet la fourniture de nourriture, bois, fibres ...

Essentiel mais complexe :

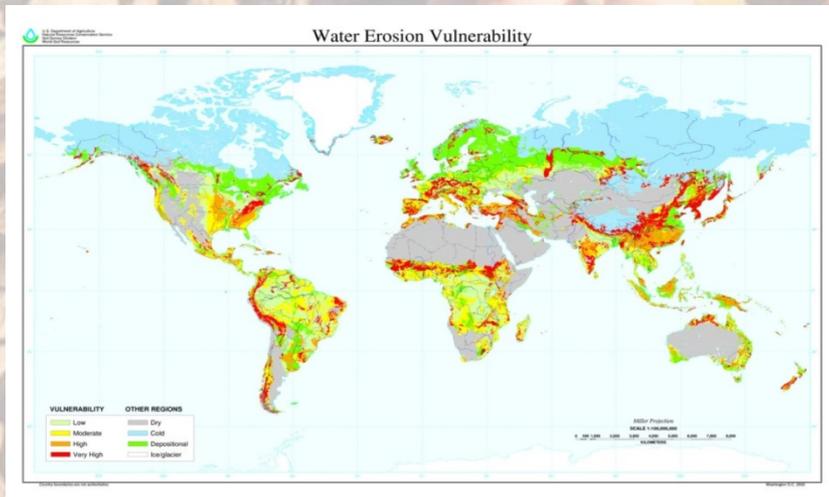
- Nécessité de mieux le connaître,
 - Nécessité de mieux le comprendre
- ➔ Pour mieux le protéger

Introduction

Le Sol
un écosystème

Connaître
→
Comprendre

Modélisation
Environnementale



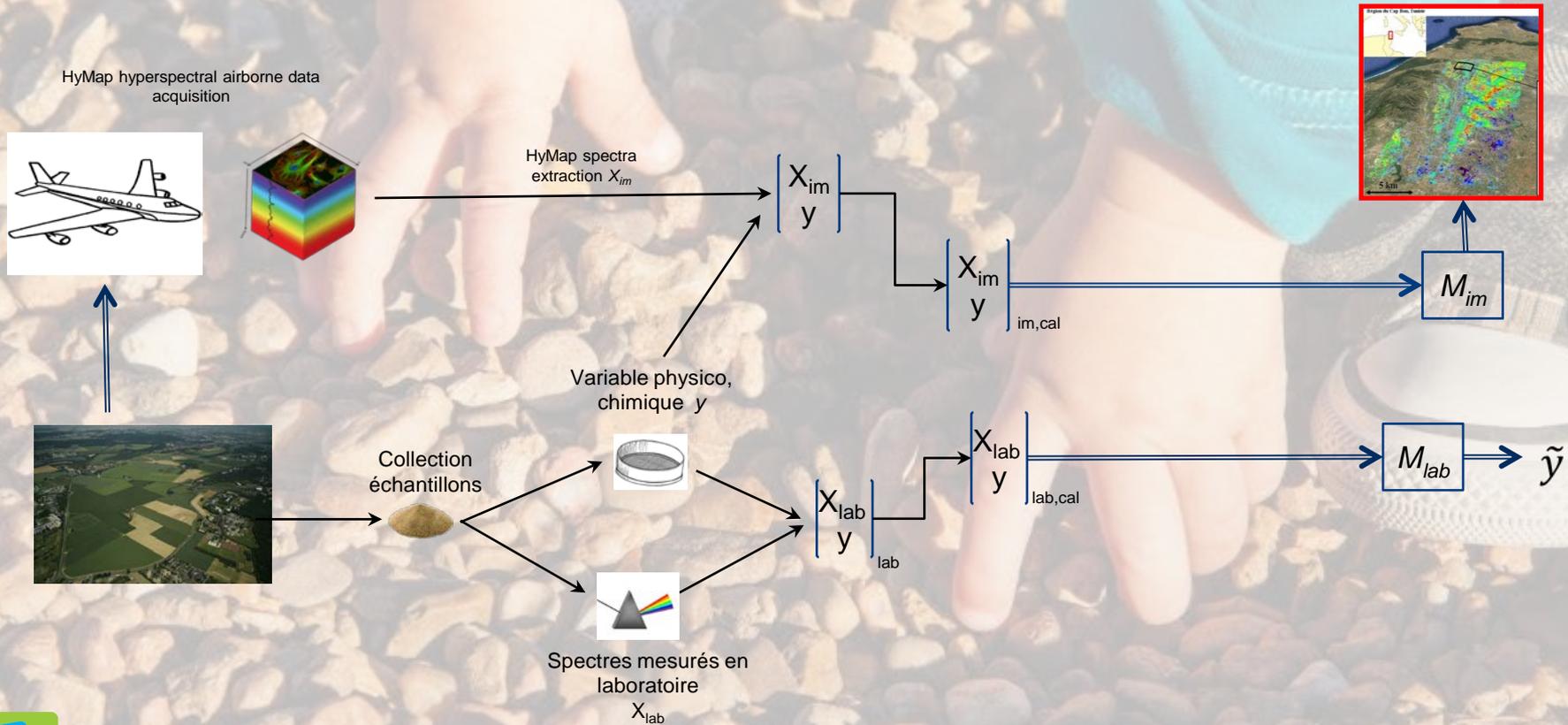
- Nécessite des données de sol précises
- Mais les bases de données sol ne sont ni exhaustives, ni précises



Le challenge : augmenter l'étendue et la résolution de la cartographie des propriétés des sols avec des coûts réduits.

Introduction

Imagerie hyperspectrale en Sciences du Sol

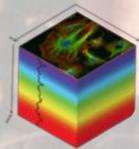


Nouveau Challenge

Problématique

Comment utiliser les modèles de régression M_{lab} pour prédire des variables d'intérêts sur l'image ?

HyMap hyperspectral airborne data acquisition



HyMap spectra extraction X_{im}

$$\begin{bmatrix} X_{im} \\ y \end{bmatrix}$$

Variable physico, chimique y

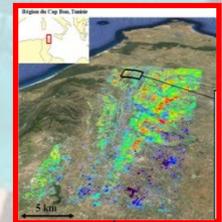
Collection échantillons



$$\begin{bmatrix} X_{lab} \\ y \end{bmatrix}_{lab}$$


Spectres mesurés en laboratoire X_{lab}

$$\begin{bmatrix} X_{im} \\ y \end{bmatrix}_{im,cal}$$

$$\begin{bmatrix} X_{lab} \\ y \end{bmatrix}_{lab,cal}$$


?

M_{lab}

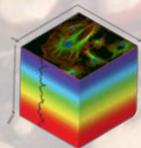
\tilde{y}

Nouveau Challenge

Comment utiliser les modèles de régression M_{lab} pour prédire des variables d'intérêts sur l'image ?

- Application directe du modèle M_{lab} ? : Performances médiocres

HyMap hyperspectral airborne data acquisition



HyMap spectra extraction X_{im}

$$\begin{pmatrix} X_{im} \\ y \end{pmatrix}$$

Variable physico,
chimique y

Collection
échantillons



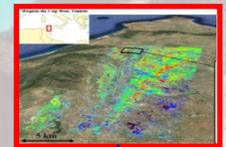
Spectres mesurés en
laboratoire

$$\begin{pmatrix} X_{lab} \\ y \end{pmatrix}_{lab}$$

$$\begin{pmatrix} X_{im} \\ y \end{pmatrix}_{im,cal}$$

$$\begin{pmatrix} X_{lab} \\ y \end{pmatrix}_{lab,cal}$$

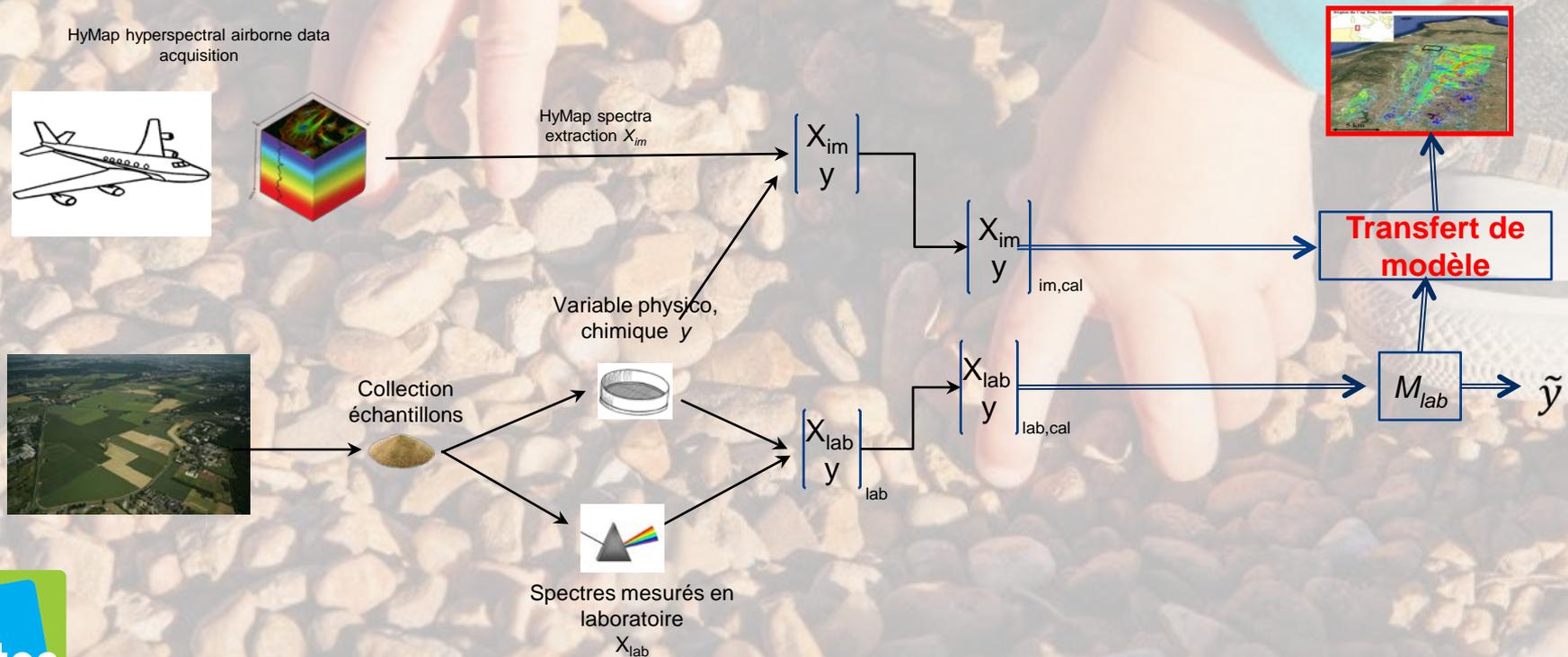
$$M_{lab}$$

$$\tilde{y}$$


Nouveau Challenge

Comment utiliser les modèles de régression Mlab pour prédire des variables d'intérêts sur l'image ?

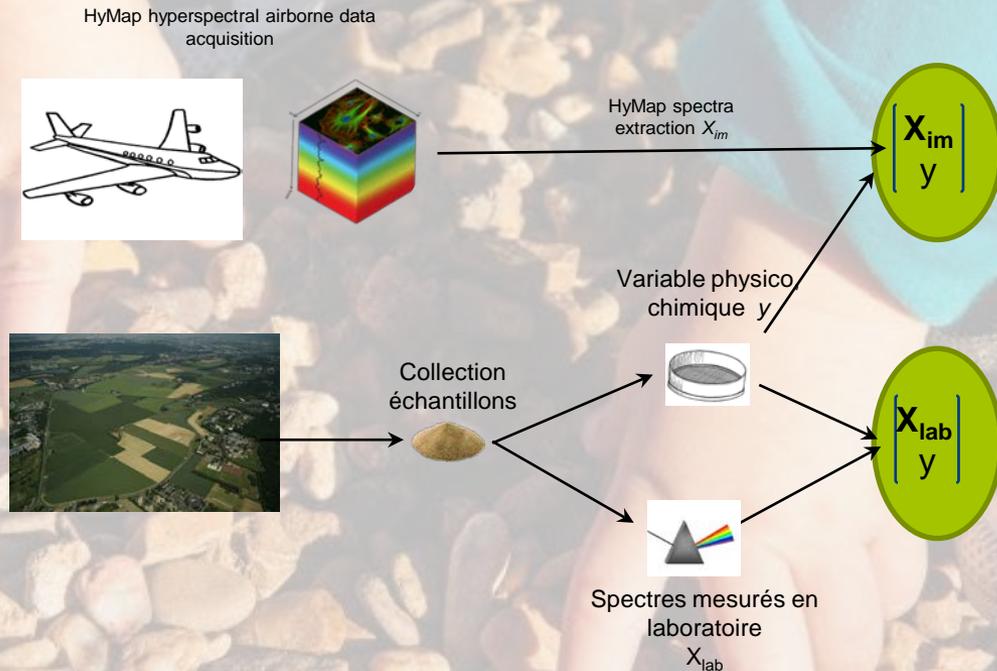
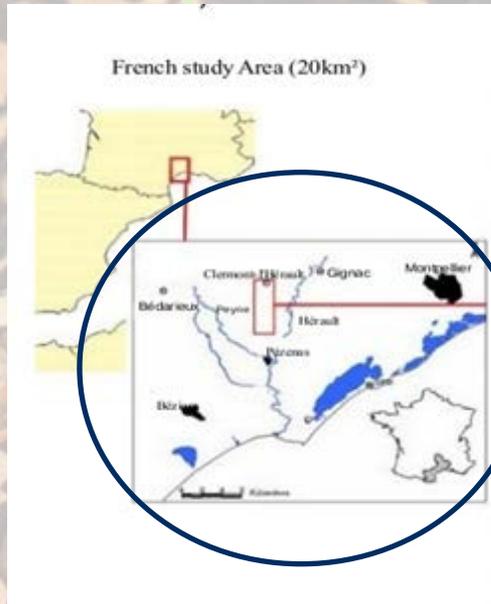
- ~~Application directe du modèle Mlab ? : Performances médiocres~~
- Approche proposée : **TRANSFERT DE MODELE**



Matériels & Méthodes

Site d'étude et données associées
Méthodes de transfert

8

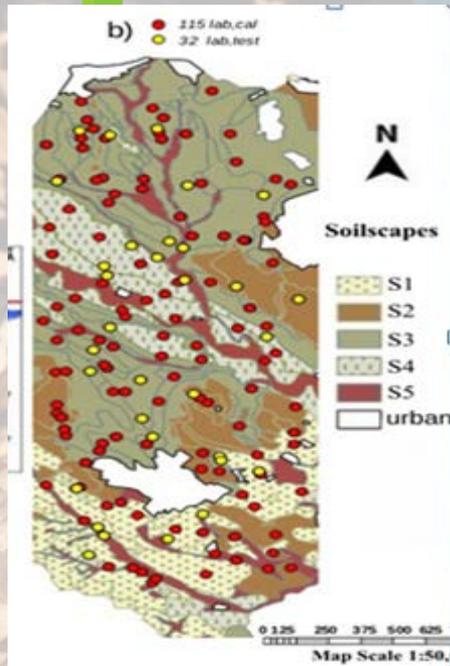


Site d'étude : La Peyne (Montpellier ouest)

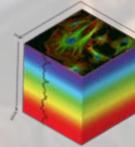
- Zone rurale avec essentiellement des parcelles de vignes ;
- 5 « types pédologiques » de sol (notés S1 à S5) (Gomez et al, 2012) ;



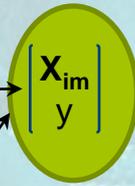
Matériels & Méthodes



HyMap hyperspectral airborne data acquisition



HyMap spectra extraction X_{im}



Collection échantillons

Variable physico, chimique y



Spectres mesurés en laboratoire

X_{lab}



Données sol :

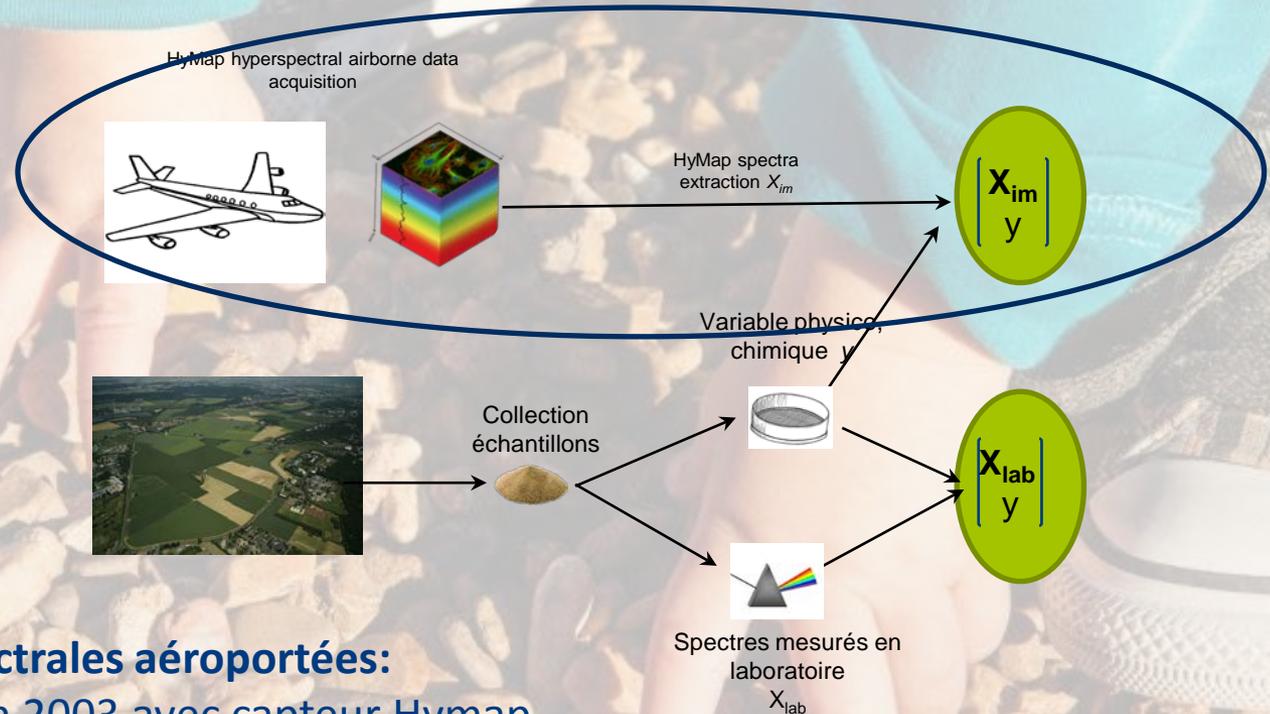
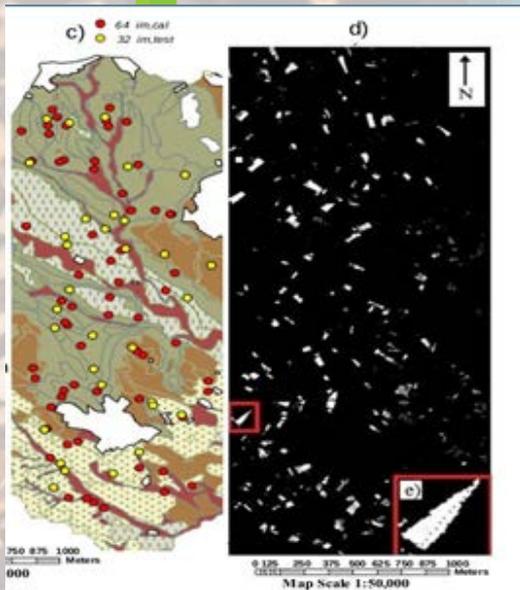
- 147 échantillons de sol collectés sur la zone (2003, 2009) X_{lab}
- Distribution des échantillons dans S1 à S5
- Spectre
- Déterm

Soilscapes	S1	S2	S3	S4	S5
Samples number	74	20	16	22	15
Database (%)	50.35	13.61	10.88	14.96	10.20
Min (g/kg)	73	168	153	111	117
Max (g/kg)	354	377	406	341	272
Mean (g/kg)	208	287	294	208	217

à préparation



Matériels & Méthodes



Données hyperspectrales aéroportées:

- Acquisées en 2003 avec capteur HyMap
 - Gamme spectrale : 400-2500 nm (126 bandes spectrales)
 - Résolution spatiale : 5 m
- Correction géométrique, atmosphérique, topographique et radiométrique
- 115 Spectres extraits sur l'image
 - Sur zones sol nu (X_{im}),
 - Taux d'argile associé (y)

Matériel & Méthodes

Méthodes de transfert

Permettent de compenser l'effet de grandeurs d'influence entre les spectres mesurés par deux instruments :

- Intensité des sources lumineuses,
- Hétérogénéité des échantillons ...

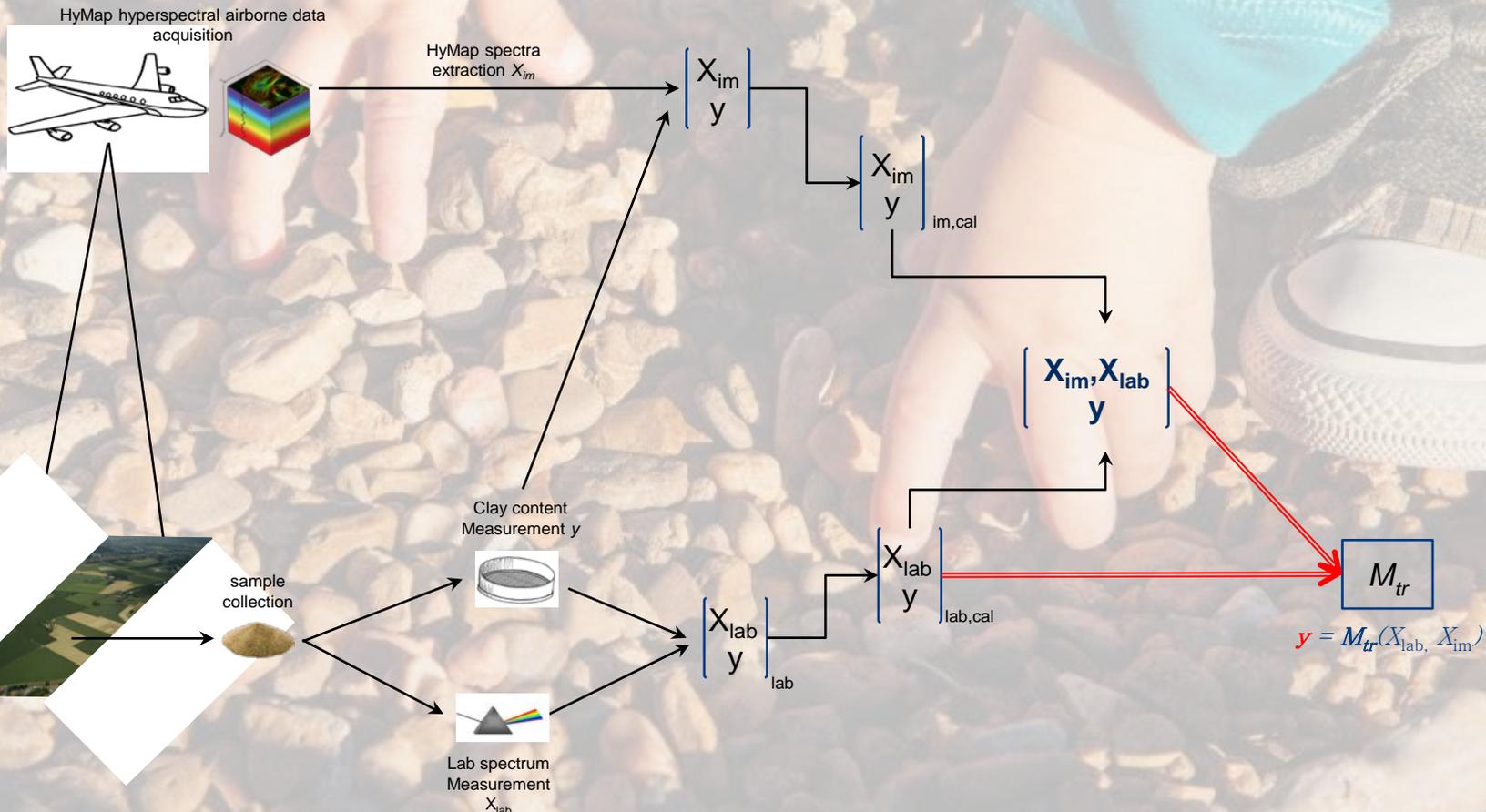
Différentes approches :

- **Modèle updating (ou spiking)** (Feudale et al, 2002)
- Repfile (Shenk and Westerhaus, 1991)
- Projection orthogonale (EPO, TOP...) (Roger et al, 2003, Andrew and Fearn, 2004)
- Standardisation directe, Standardisation directe par morceaux (DC, PDS) (Fearn, 2001, Feudale et al, 2002)...

Matériel & Méthodes

Modèle update (ou spiking) :

- Utilise un groupe de « standards » : spectres extraits sur l'image et acquis en laboratoire (X_{im}, X_{lab}) sur les mêmes sols

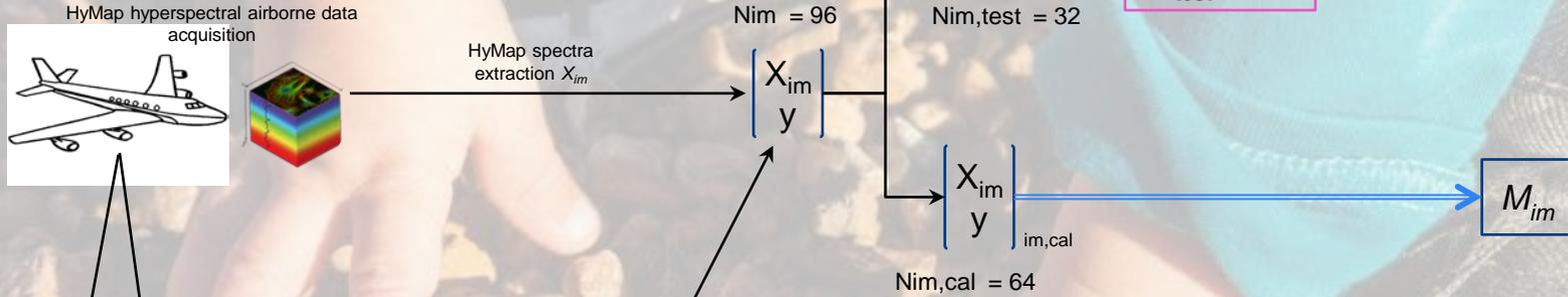


Résultats

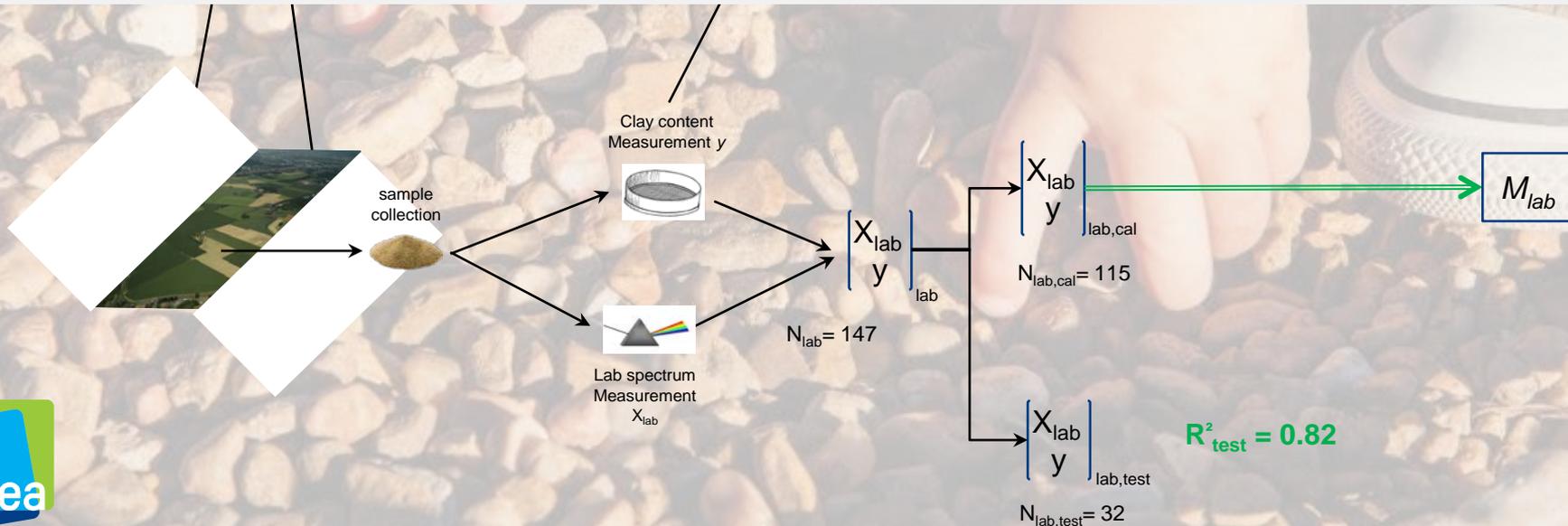
Sans transfert

Avec transfert

13



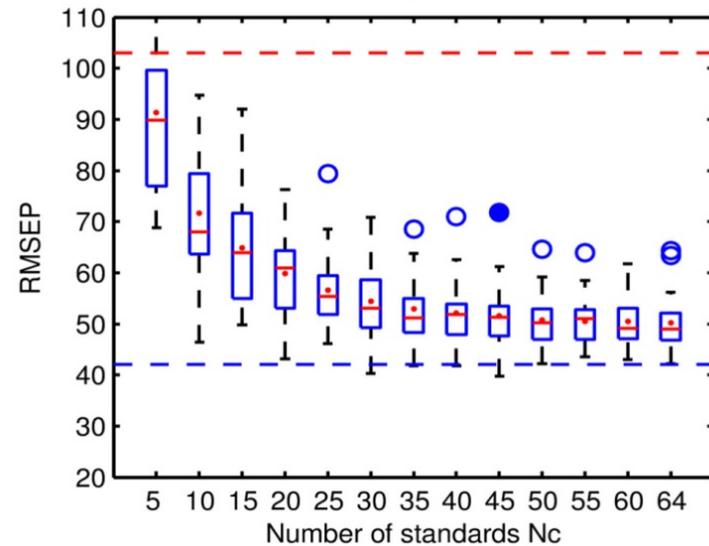
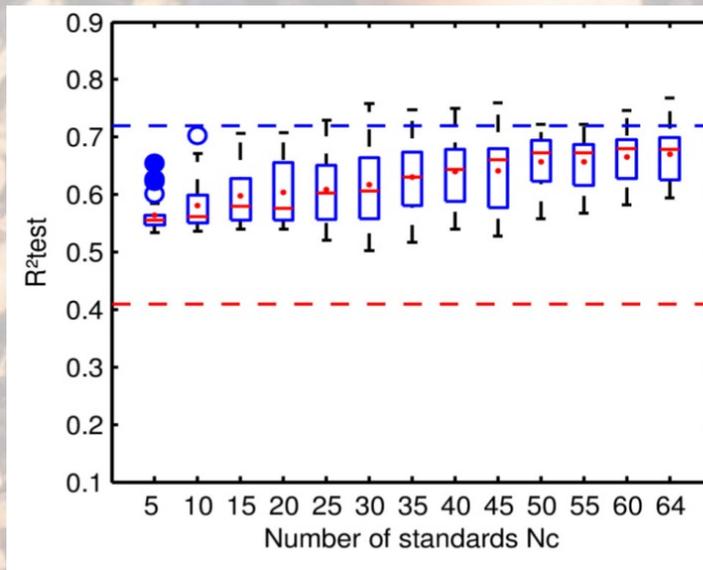
M_{lab} ne peut pas être appliqué sans transfert d'étalonnage à l'image hyperspectrale



Résultats

Choix des standards aléatoires

$$\begin{bmatrix} X_{im}, X_{lab} \\ y \end{bmatrix}$$

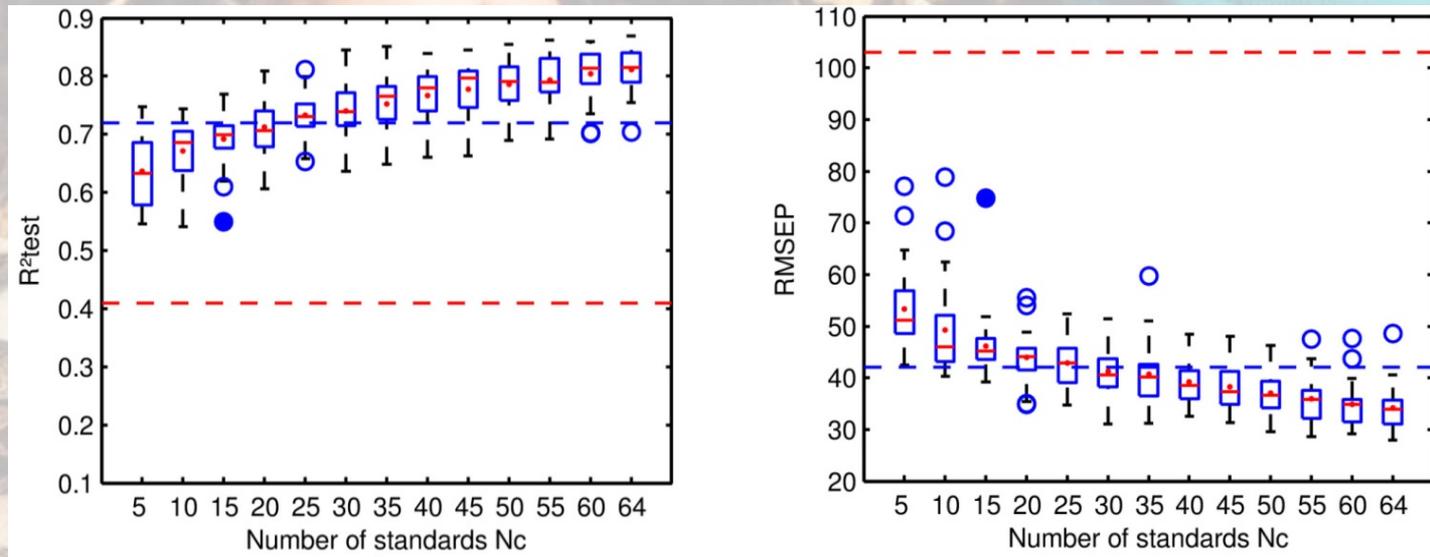


Le Transfert d'étalonnage par la méthode update :

- Permet d'augmenter les performances de prédiction dès l'utilisation de 5 standards
- Les performances de M_{tr} sont toujours inférieures à M_{im}

Résultats

Choix des N_c standards en tenant compte de la stratification pédologique $\left[\begin{matrix} X_{im}, X_{lab} \\ y \end{matrix} \right]$



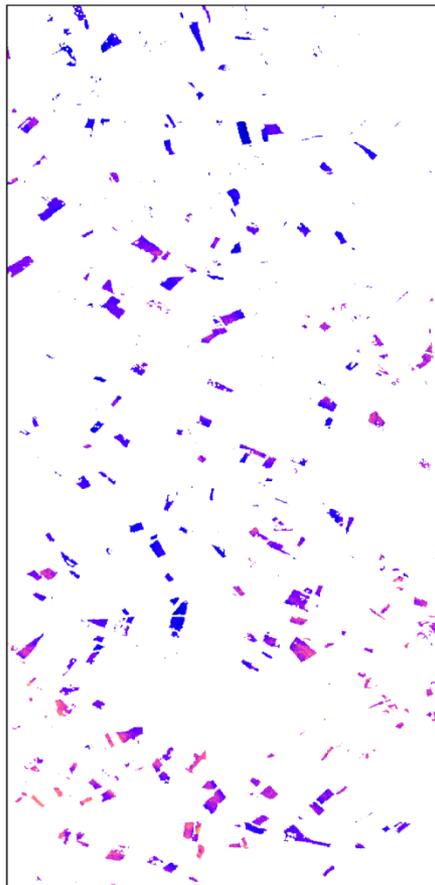
Le Transfert d'étalonnage par la méthode update :

- Permet d'augmenter les performances de prédiction dès l'utilisation de 5 standards
- Les performance de prédiction de M_{tr} sont supérieures au modèle classique M_{im} dès l'utilisation de seulement 25 standards

Résultats

Application de Mim et Mtr à l'image (avec prise en compte de la stratification)

a)



600

500

400

300

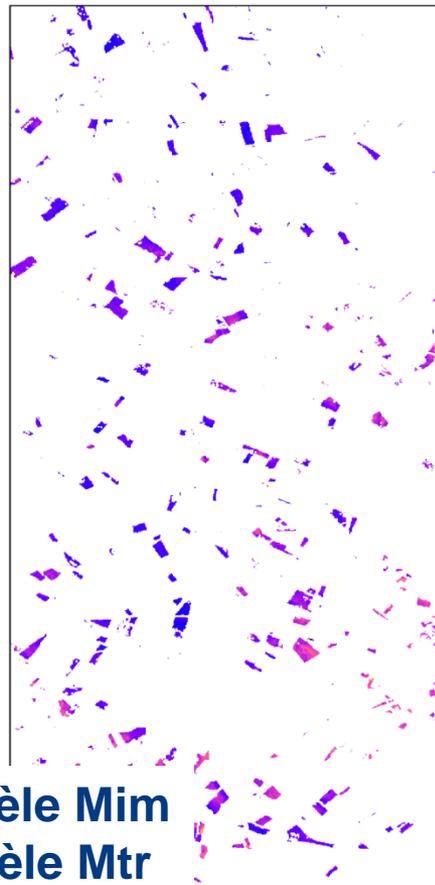
200

100

clay content (g/kg)

a) Modèle Mim

b)



600

500

400

300

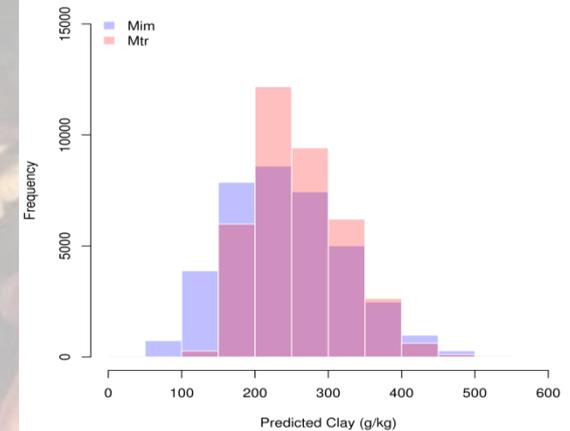
200

100

0

clay content (g/kg)

b) Modèle Mtr



- Les Cartographies diffèrent sur les faibles valeurs d'argile : valeurs taux argile + élevées pour Mtr
- Gamme des valeurs prédites – élevées pour Mtr (100-450/50-500g/kg)

Conclusion

Mlab ne peut être appliqué directement sur l'image → mauvaises prédictions

- Conditions d'acquisition différentes (lab, im) : altitude d'acquisition, conditions d'éclairage ...
- Cible (sol) avec des structures et des compositions différentes : échantillons de laboratoire tamisés et séchés / sol image non préparé, surfaces et températures variables.

L'utilisation de l'approche par transfert d'étalonnage donne des résultats de prédiction :

- Inférieurs au modèle Mim si les données de stratification du sol ne sont pas prises en compte ;
- Supérieurs au modèle Mim si les données de stratification du sol sont prises en compte ;

Plusieurs approches de transfert testées (*Nouri, Geoderma 2017*):

- Préconisation de la méthode suivant :
 - Des métadonnées disponibles (e.g. stratification sol)
 - Du nombre de standards disponible

Merci de votre attention