

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 :

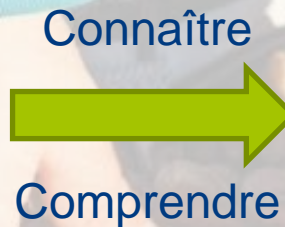
- Support pour les micro-organismes,
- Séquestration du carbone,
- Permet la fourniture de nourriture, bois, fibres ...

Essentiel mais complexe :

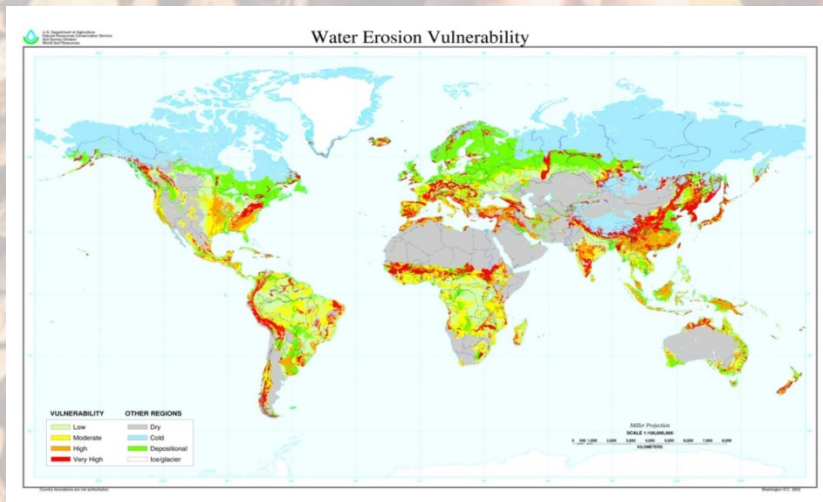
- Nécessité de mieux le connaître,
 - Nécessité de mieux le comprendre
- ➔ Pour mieux le protéger

Introduction

Le Sol
un écosystème



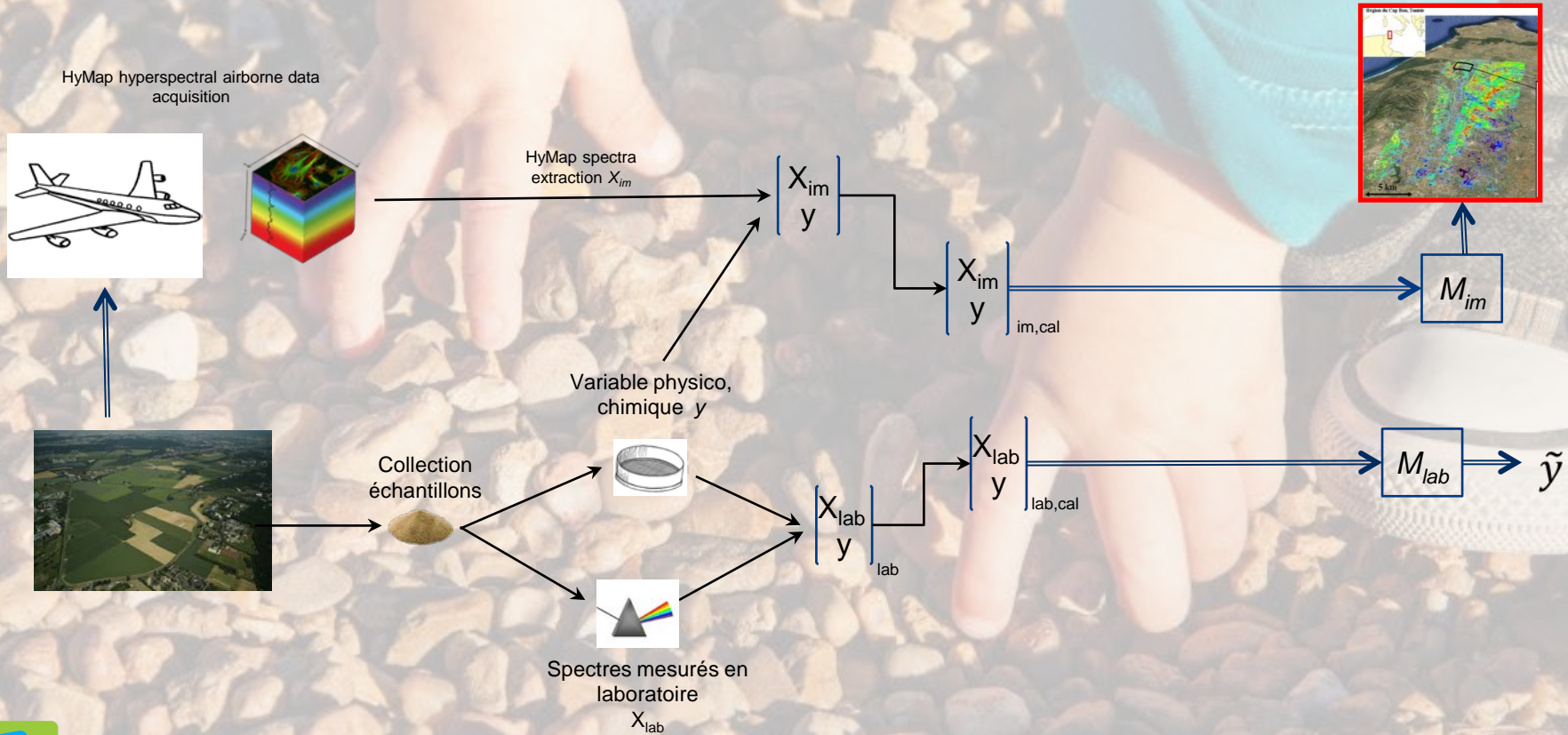
Modélisation
Environnementale



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

Introduction

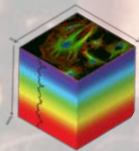
Imagerie hyperspectrale en Sciences du Sol



Nouveau Challenge

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}



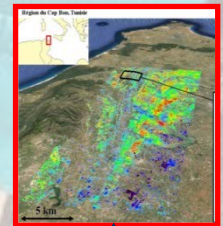
$\begin{bmatrix} X_{im} \\ y \end{bmatrix}_{im,cal}$

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

?

M_{lab}

\tilde{y}

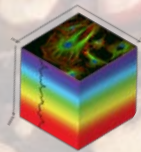


Nouveau Challenge

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}

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

Variable physico, chimique y

Collection échantillons



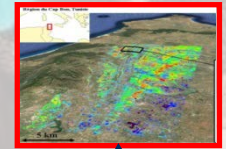
Spectres mesurés en laboratoire

X_{lab}

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

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

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



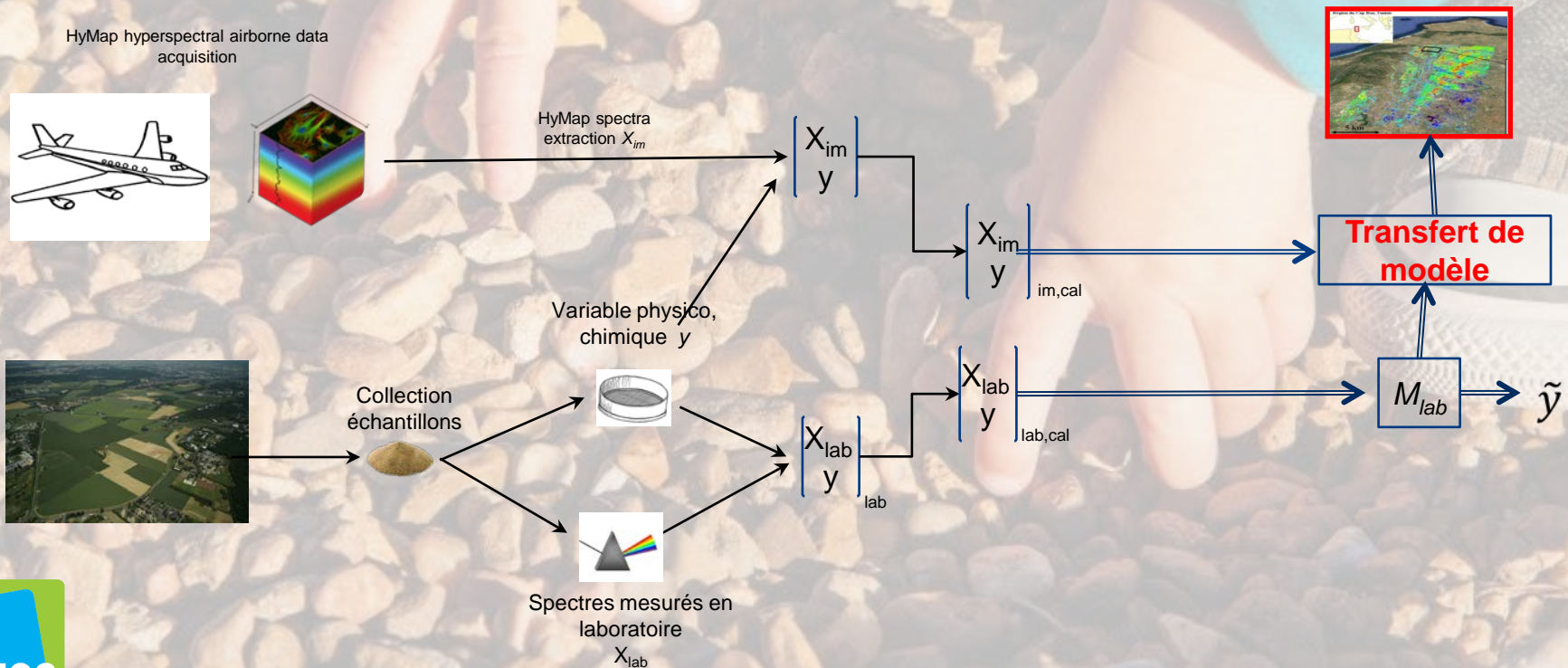
M_{lab}

\tilde{y}

Nouveau Challenge

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

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



Matériels & Méthodes

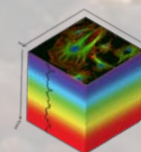
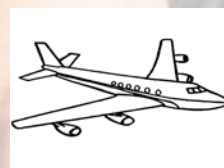
Site d'étude et données associées

Méthodes de transfert

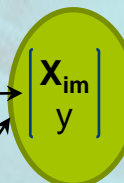
8



HyMap hyperspectral airborne data acquisition



HyMap spectra extraction X_{im}



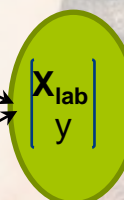
Variable physico chimique y



Collection échantillons



Spectres mesurés en laboratoire X_{lab}



Site d'étude : La Peyne (Montpellier ouest)

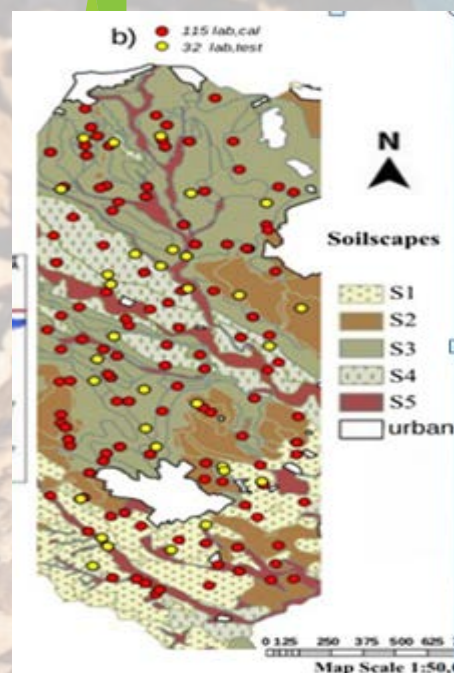
- Zone rurale avec essentiellement des parcelles de vignes ;
- 5 « types pédologiques » de sol (notés S1 à S5) (Gomez et al, 2012) ;

Matériels & Méthodes

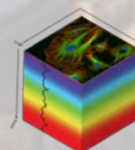
Site d'étude et données associées

Méthodes de transfert

9



HyMap hyperspectral airborne data acquisition



HyMap spectra extraction X_{im}

X_{im}
 y



Collection échantillons

Variable physico, chimique y



X_{lab}
 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
- Spectres

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

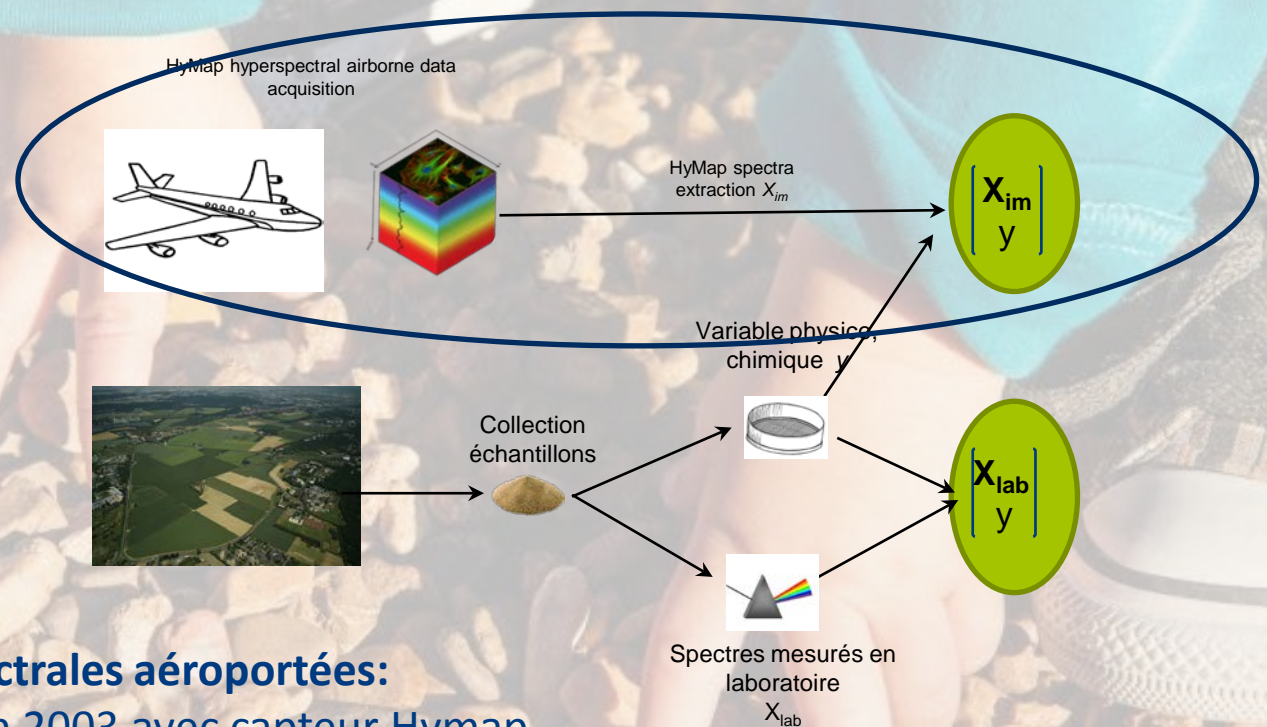
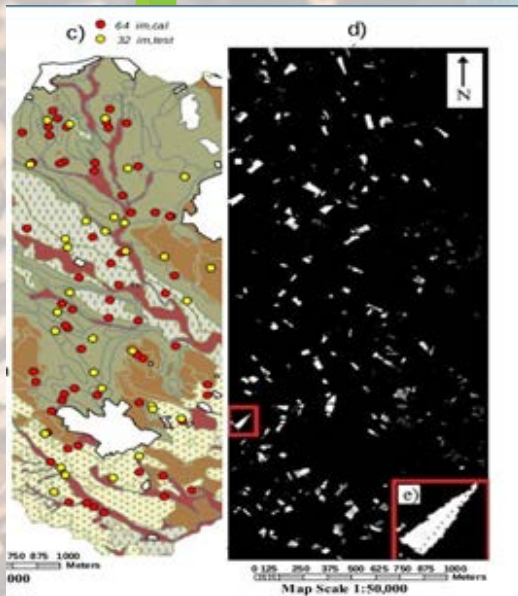
à préparation

Matériels & Méthodes

Site d'étude et données associées

Méthodes de transfert

10



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 mesurées par deux instruments :

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

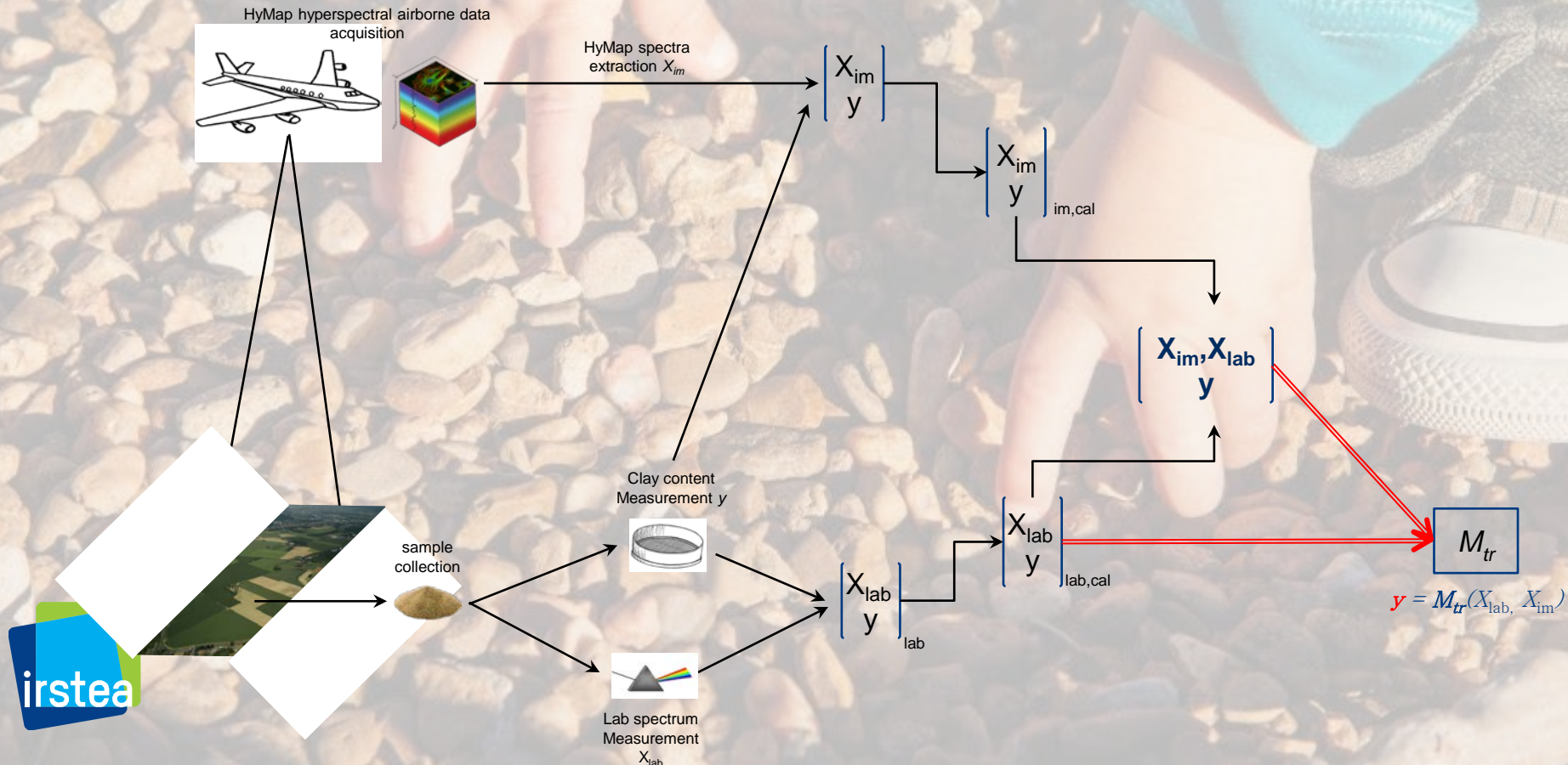
Différentes approches :

- **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

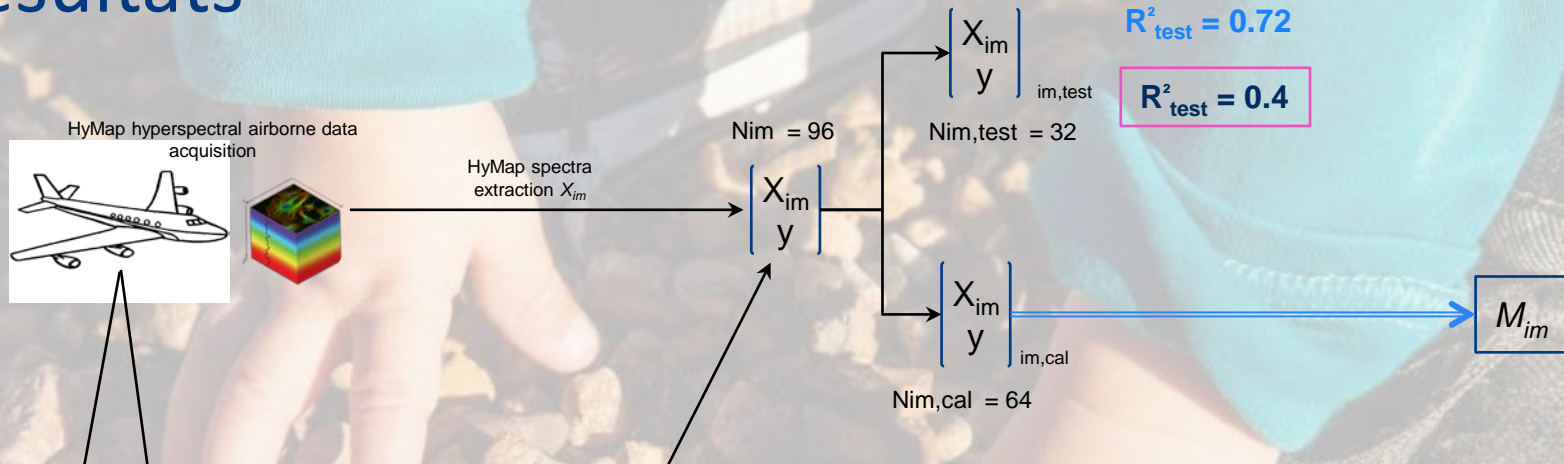


Résultats

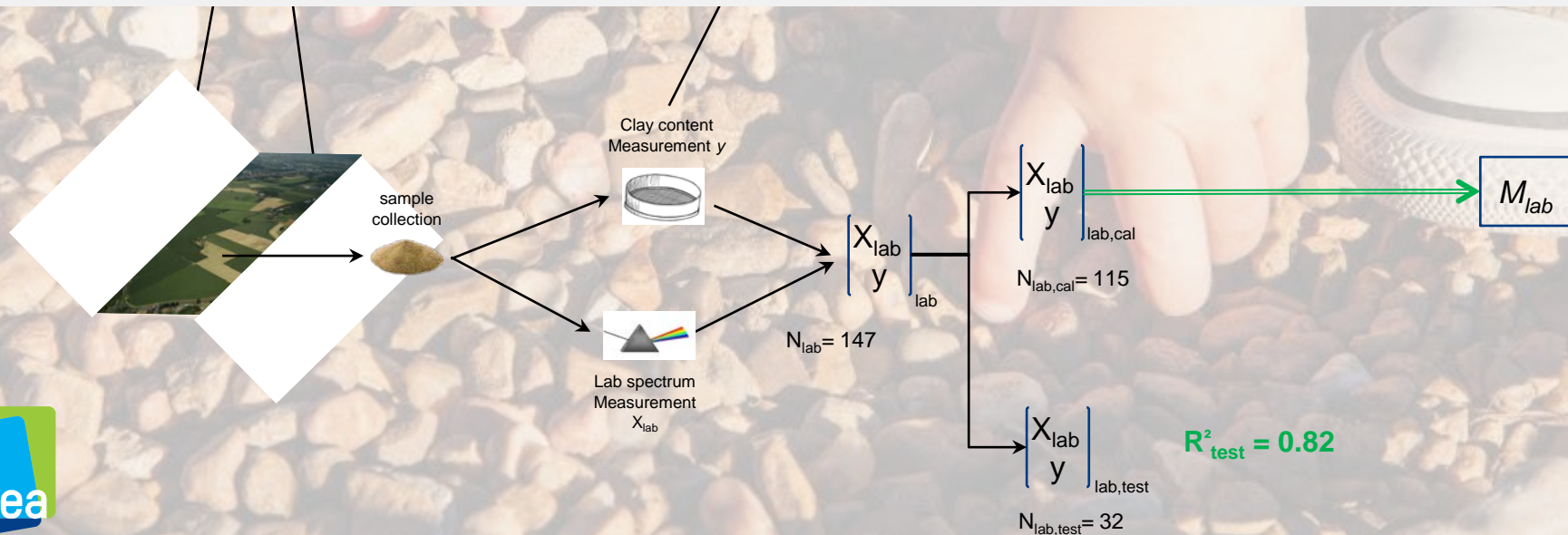
Sans transfert

Avec transfert

13



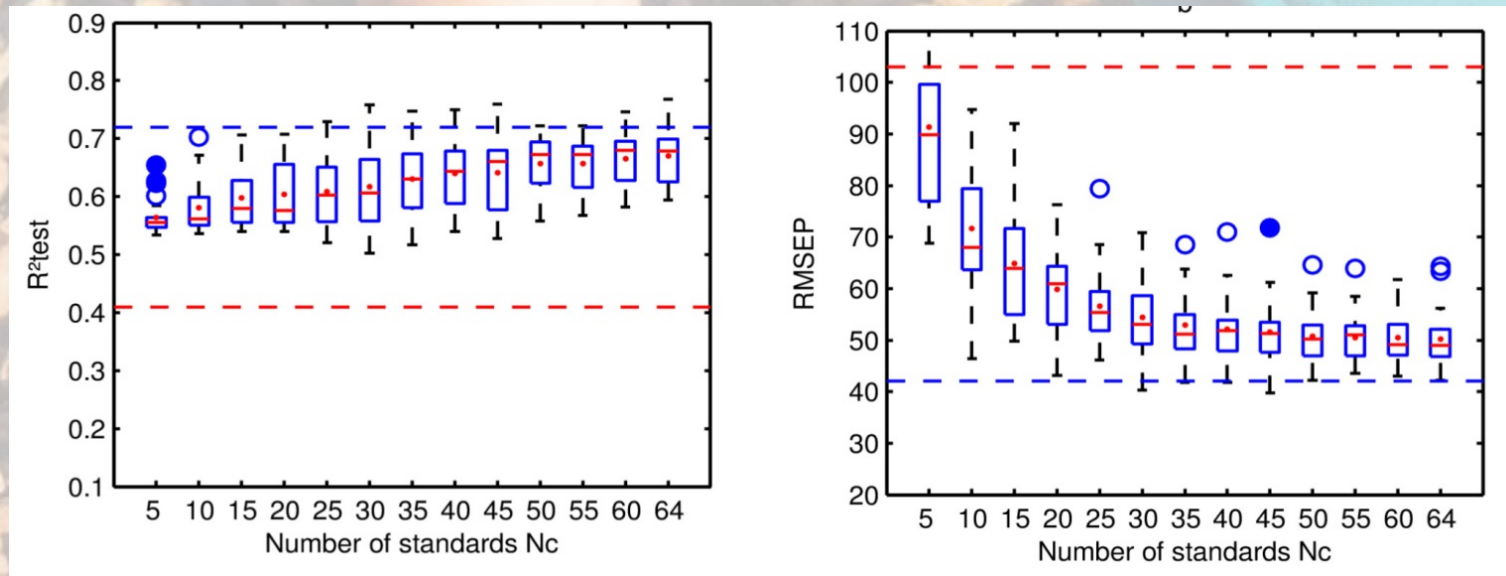
M_{lab} ne peut pas être appliqué sans transfert d'étalonnage à l'image hyperspectrale



Résultats

Choix des standards aléatoires

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

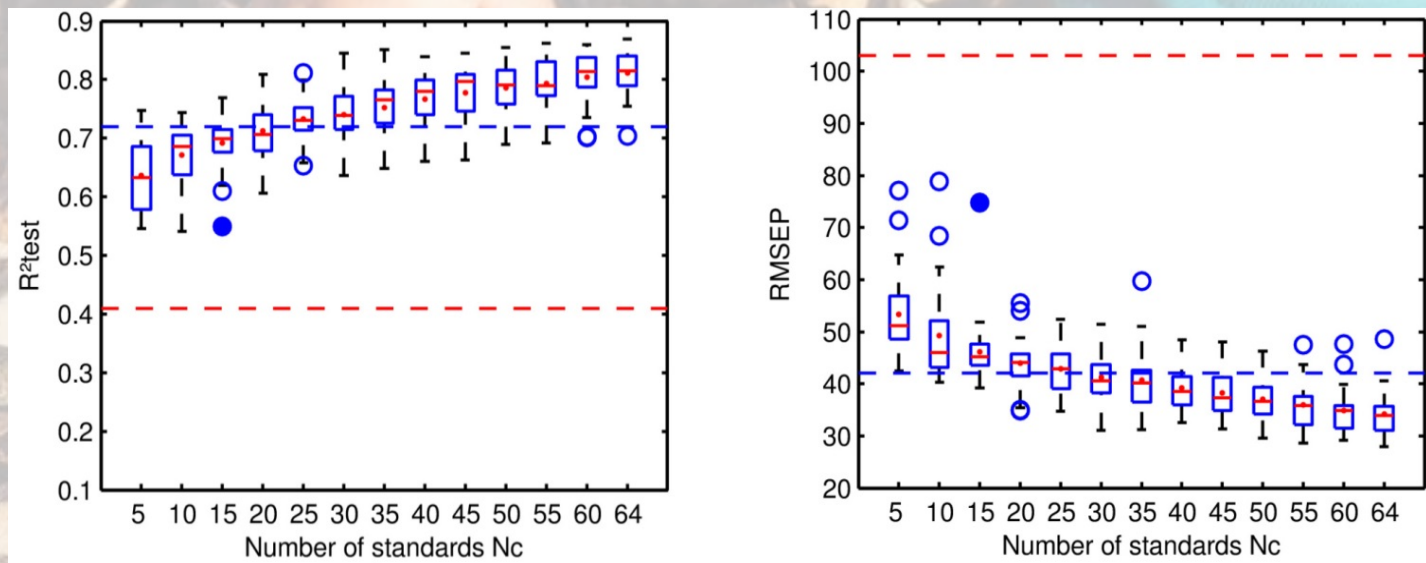


Le Transfert d'étalonnage par la méthode update :

- 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 $\left[\begin{matrix} X_{im}, X_{lab} \\ y \end{matrix} \right]$

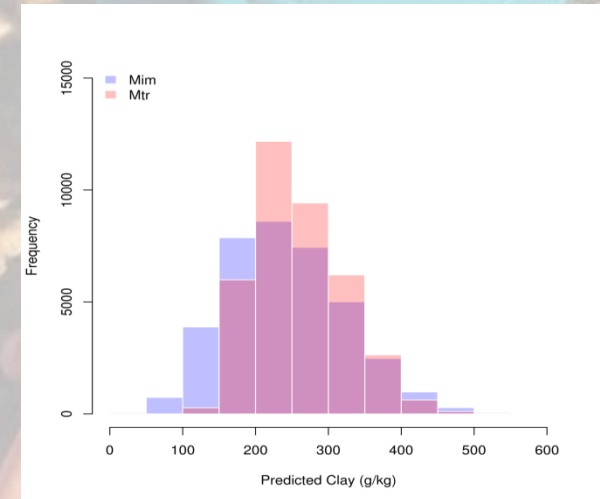
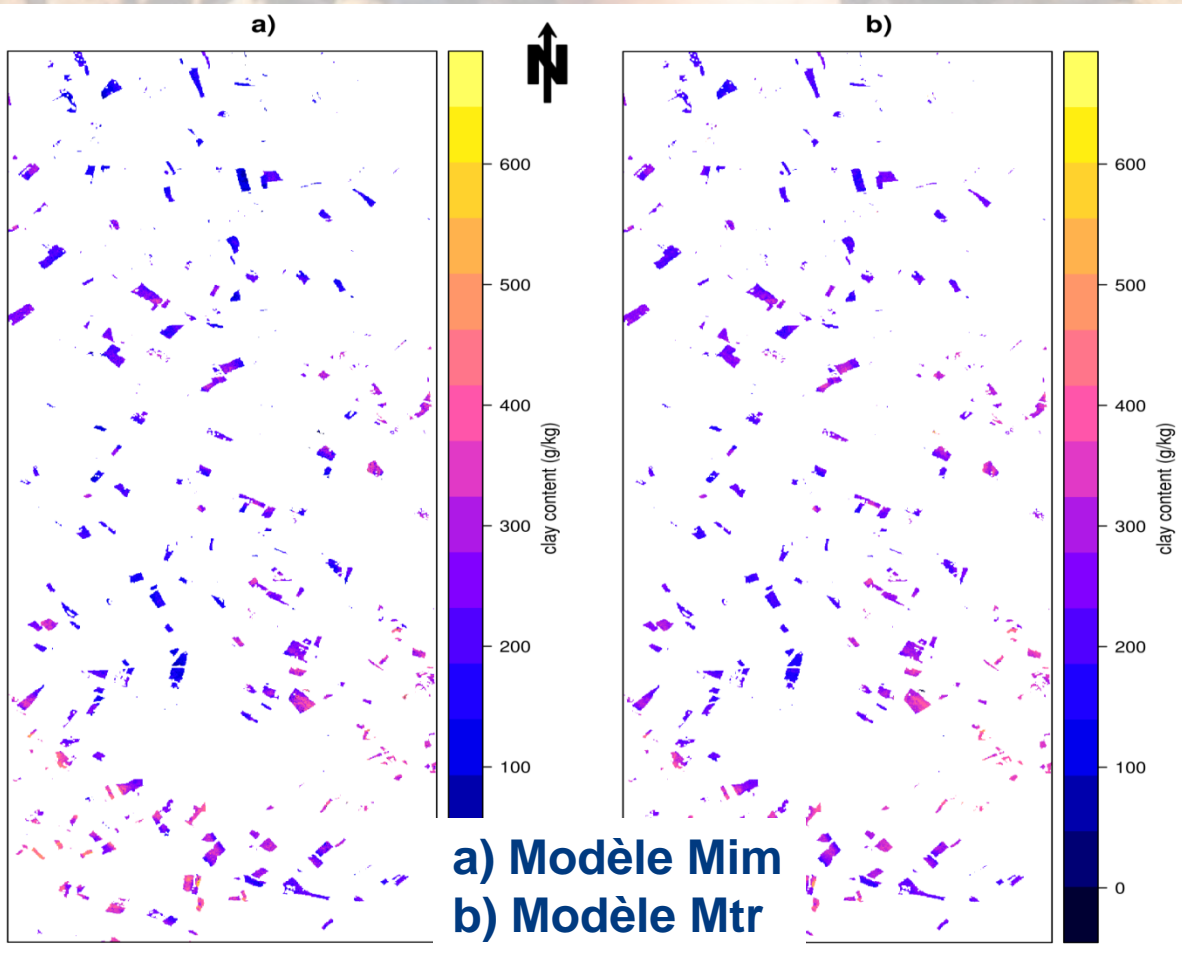


Le Transfert d'étalonnage par la méthode update :

- 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)



- 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

A photograph of a child's hands reaching down to touch small, smooth, light-colored stones on a beach. The child is wearing a teal long-sleeved shirt and patterned sneakers. The background is a soft-focus view of the beach and ocean.

Merci de votre attention