



Joint Research Unit

**ITAP**

Technologies & methods  
for the agriculture  
of tomorrow

INRAE - Montpellier SupAgro

# Transfert d'étalonnage entre différents spectromètres en réflexion diffuse dans le proche infrarouge appliqué aux sols

Vingt quatrièmes rencontres HélioSPIR

*Vova MARTIROSYAN 14/06/2023*

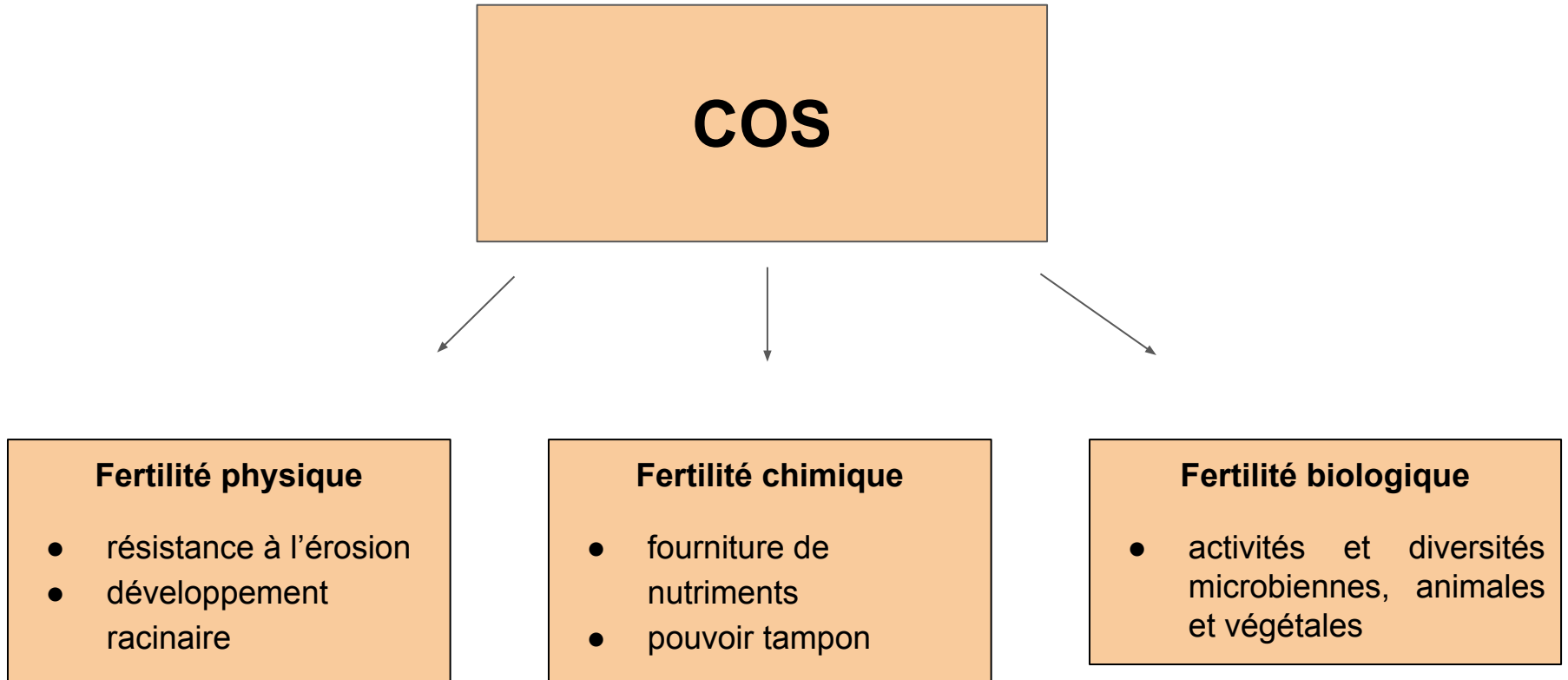
# Sommaire

- Introduction
- Nature et préparation des échantillons
- Méthodes de transfert
- Perspectives

# Introduction

- Rôle du carbone organique dans les sols (COS)
- SPIR (spectroscopie proche infrarouge)
- Problématique

# Rôle du COS



# Intérêt de la spectroscopie Visible et Proche Infrarouge en analyse des sols

- requiert peu de préparation d'échantillon
- acquisition simple et rapide
- peut être fixe et portatif (possibilité de l'emporter sur le terrain)
- non destructif
- peu onéreux
- pour plusieurs modèles de prédiction les spectres réalisés servent de variables quantitatives

# Problématique

***Limite d'interopérabilité de bases de données spectrales obtenues avec différents spectromètres pour la prédiction du COS***

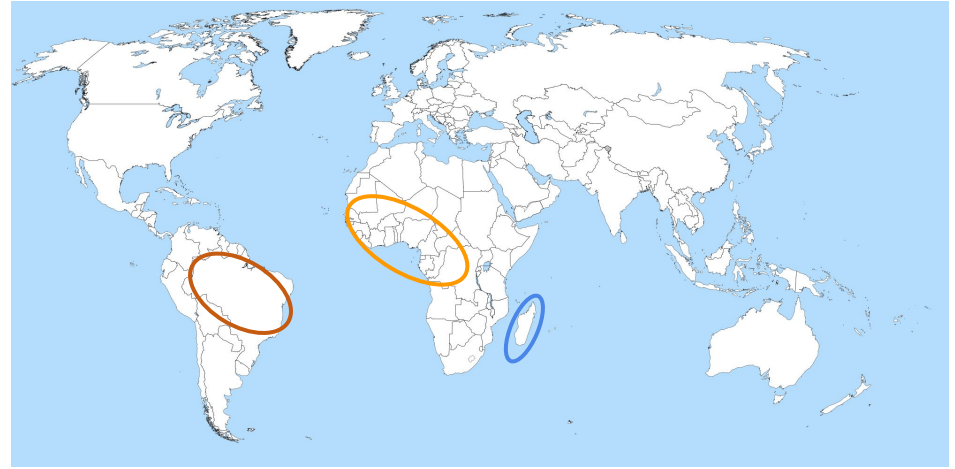
## Pourquoi ?

- **Élargir les capacités de prédiction du COS dans une diversité de contextes**
- **Robustifier les modèles de prédiction**
- **Corriger les biais dus aux perturbations de différents spectromètres utilisés**

# Nature et Préparation des échantillons

- Nature des échantillons
- Composition du jeu de données
- Préparation des échantillons

# Nature des échantillons

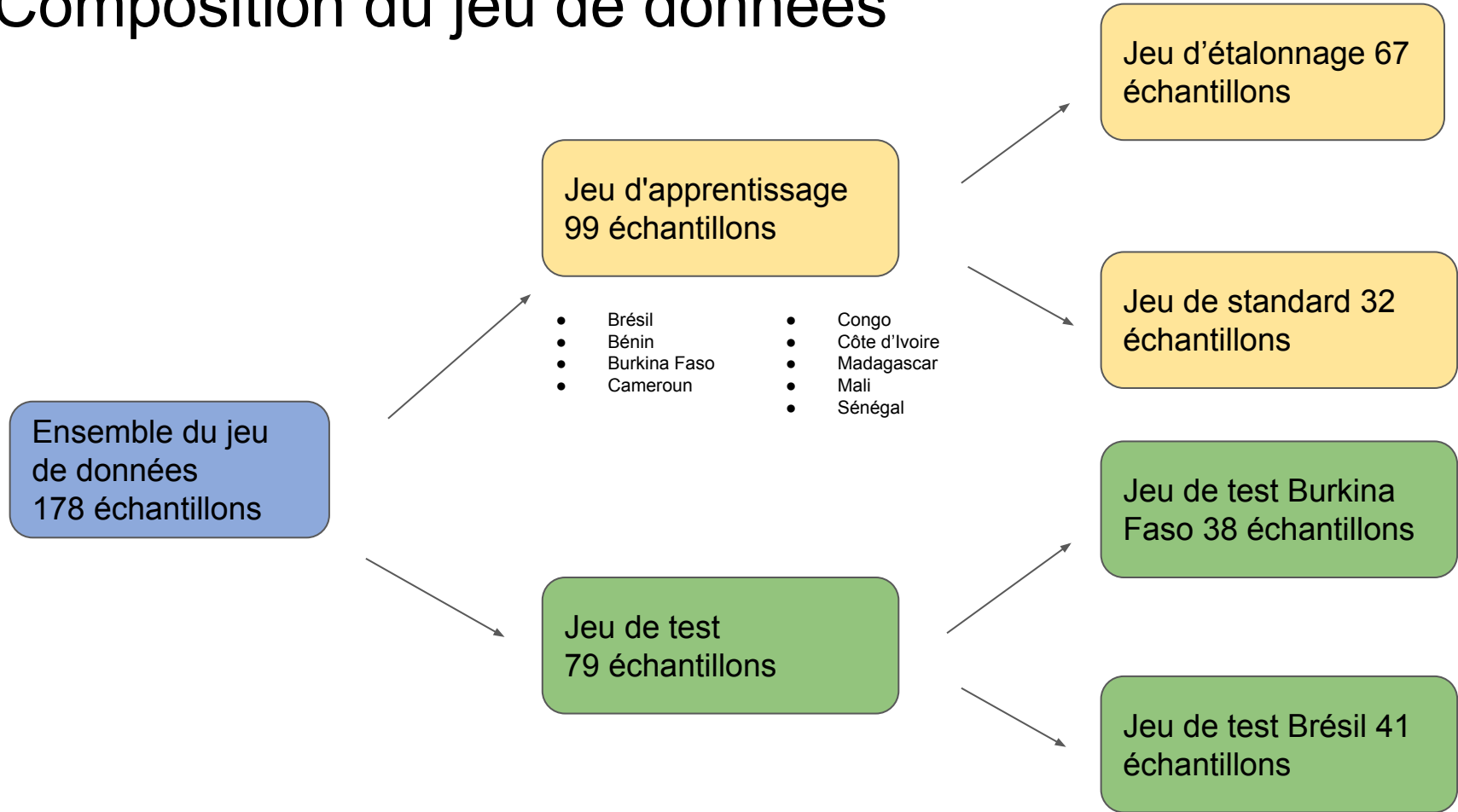


- 178 échantillons de sols
- 24 sites (Brésil, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Madagascar, Mali et Sénégal)
- Différentes textures (argileuse, sableuse)
- Différentes profondeurs d'étude (de 0-5 cm à 60-80cm)
- Échantillons tamisés à 2 mm





# Composition du jeu de données



# Analyse conventionnelle du COS ( $\text{gC.kg}^{-1}$ sol)

- Par combustion sèche (analyseur élémentaire CHN)
- *Travail en cours*

## Acquisitions spectrales

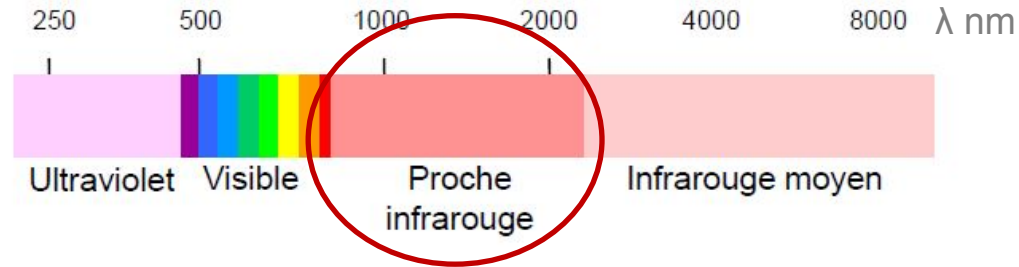
**Instrument source**  
Foss, 1100-2500 nm



**Instrument secondaire**  
ASD LabSpec, 350-2500 nm



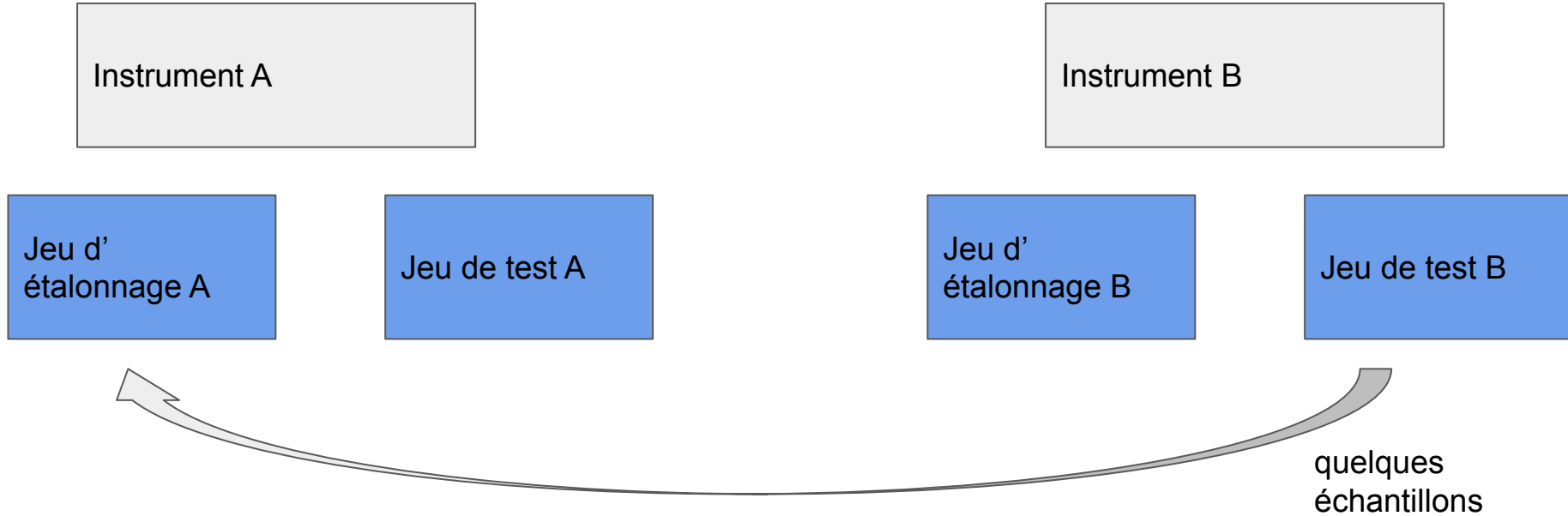
# Homogénéisation des gammes spectrales



## Méthodes de correction mathématique

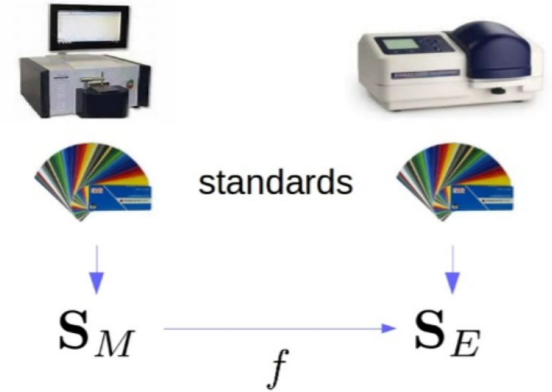
- Spiking (= enrichissement du jeu d'échantillons d'étalonnage avec quelques échantillons du jeu test)
- Standardisation directe par segment (PDS)
- Biais/pente (CBP)
- Orthogonalisation

# Spiking



# Standardisation directe par segment (PDS)

- Correction du spectre pour éliminer les perturbations
- Calculer une fonction linéaire qui transforme la base d'étalonnage mesuré sur le spectromètre A de sorte qu'elle ressemble à celle qui aurait été mesurée sur l'appareil B
- Utilisation du jeu d'échantillons de transfert (standards) scanné par les deux appareils A et B
- Modèle de prédiction de la variable d'intérêt construit à partir d'un jeu d'étalonnage scanné avec le spectromètre A peut être appliqué sur les spectres B d'un jeu test corrigés par la fonction PDS.



$$S_E = S_M B + b_0 + R$$

# Correction Biais/pente (CBP)

Jeu d'étalonnage  
Instrument A

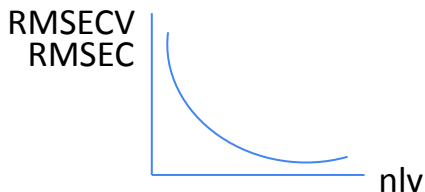
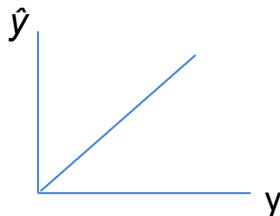


## Etape 1

Modèle 1



Standard  
Instrument B



Résolution de l'équation :

$$\hat{y} = ay + b \Rightarrow a b$$

Puis calcul de  $\hat{y}_{cor}$  :

$$\hat{y}_{cor} = (1/a)\hat{y} - b/a$$

## Etape 2

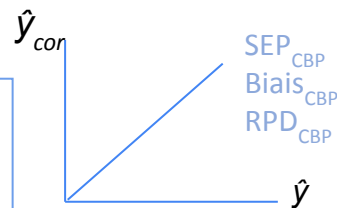
Modèle 1



Jeu de test  
Instrument B



Correction de  $\hat{y}$   
 $\hat{y}_{cor} = (1/a)\hat{y} - a/b$



# Orthogonalisation

## Etape 1

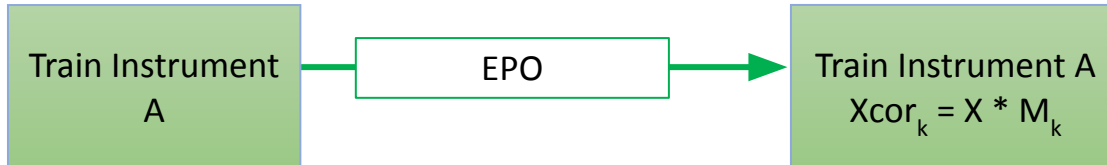


$$D = \text{Standard A} - \text{Standard B}$$

Puis EPO

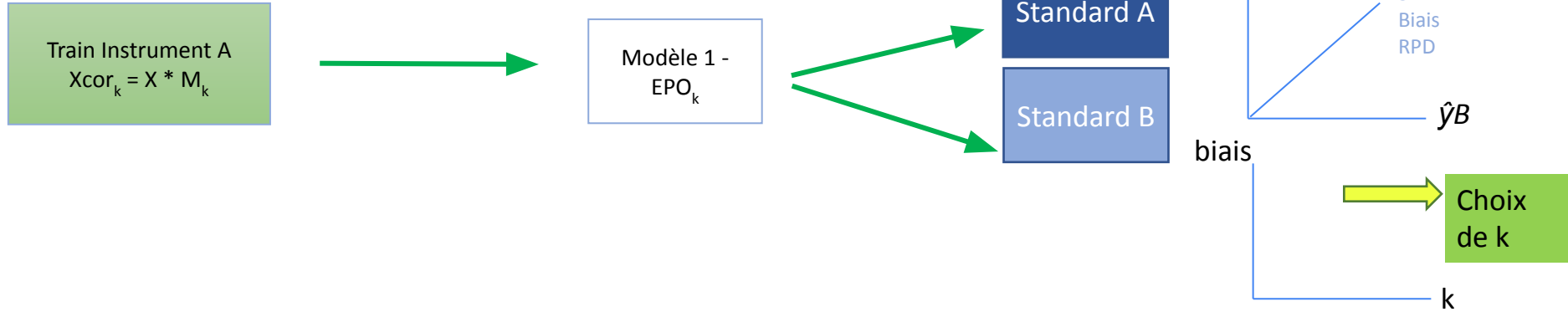
- ACP avec ncomp = k
- Calcul de la matrice de correction M

## Etape 2

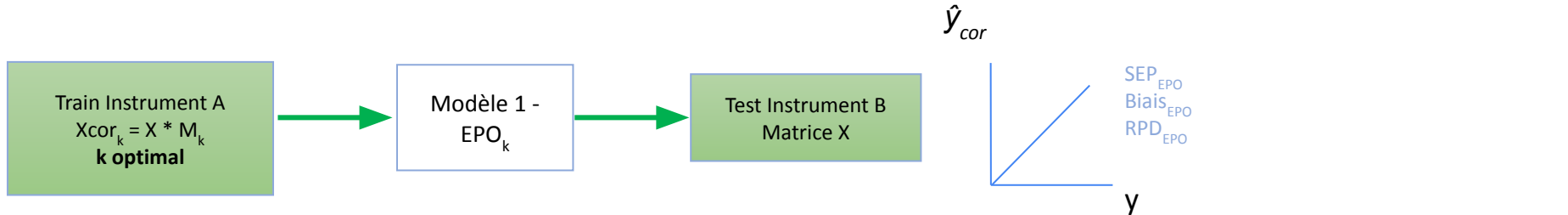


# Orthogonalisation

## Etape 3



## Etape 4





# Perspectives

- Préparation des échantillon
- Acquisition des spectres
- Analyse de la teneur en COS des sols
- Traitements des données
- Optimisation des méthodes de robustification
- Application des méthodes optimisées sur des sols tamisés à 0.2 mm



Mars

Août



Joint Research Unit

**ITAP**

Technologies & methods  
for the agriculture  
of tomorrow

INRAE - Montpellier SupAgro

Merci pour votre attention 😊