



14^{èmes} Rencontres HélioSPIR
Spectrométrie et Hétérogénéité
13 Novembre 2013

Caractérisation de l'hétérogénéité de la respiration du sol par imagerie hyperspectrale de proximité

Gobrecht Alexia¹, Gorretta Nathalie¹, Tiphaine Chevallier², Jean-Michel Roger¹, Bernard Barthès²

¹ IRSTEA, UMR ITAP



² IRD, UMR Eco&Sols



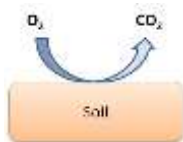
14^{èmes} Rencontres HélioSPIR – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

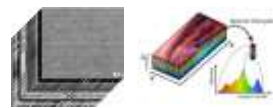
Introduction

- Estimation de la variabilité spatiale des propriétés physico-chimiques du sol
- Meilleure connaissance des phénomènes biologiques associés comme la respiration
- Compréhension de fonctionnement, vis-à-vis de stress par ex.
- La SPIR ne mesure pas directement le CO₂ dégagé, mais le signal spectral est impacté par des modifications chimiques corrélées à la respiration cellulaire
- L'imagerie hyperspectrale : information spectrale très résolue dans l'espace, surtout en proxidtection où la résolution peut être millimétrique
- OBJECTIF: déterminer le potentiel de l'imagerie hyperspectrale de proximité
 - Pour construire un modèle de prédiction de la respiration microbienne d'un sol
 - D'évaluer la variabilité spatiale et temporelle de la respiration du sol à l'échelle microscopique

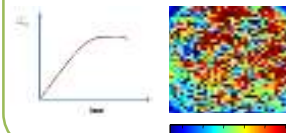
Respiration microbienne du sol



Imagerie Hyperspectrale de proximité (pHSI)



Variations spatiales et temporelles



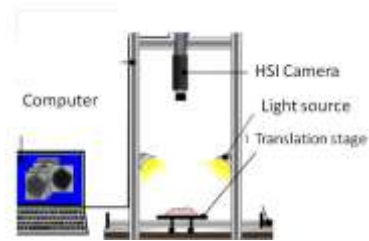
14^{èmes} Rencontres HélioSPIR – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

MATERIEL & METHODE

Instrumentation

- Camera VNIR-1600 Hyspex pushbroom (NEO, Norway)
- 415 – 993 nm, 160 bandes
- Distance focale 1 m
- Taille du pixel 0.04 mm²



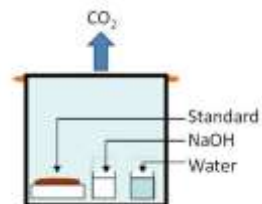
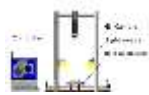
14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

MATERIEL & METHODE

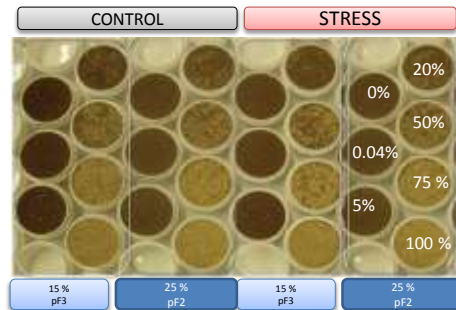
Instrumentation

- Camera VNIR-1600 Hyspex pushbroom (NEO, Norway)
- 415 – 993 nm, 160 bandes
- Distance focale 1 m
- Taille du pixel 0.04 mm²



Etalons

- 28 étalons (x 2 jeux A & B)
- paille (0% - 100%)
- Stress ou non (stress thermique durant 24 h)
- % Humidité initiale (pF2 & pF3)
- Respiration du sol Rs : CO₂ émis en µg C-CO₂/g soil



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

MATERIEL & METHODE

Acquisitions Spectrales et valeur de référence

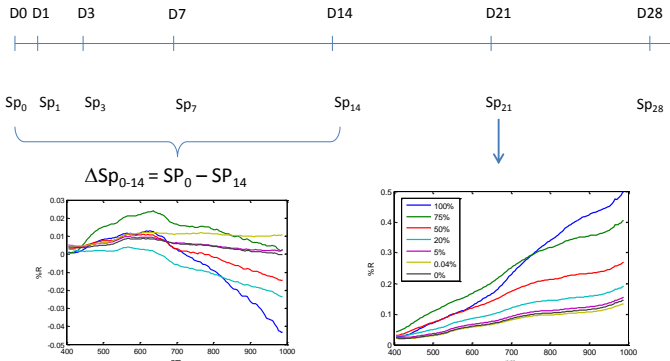
- 7 dates : D (0 ; 1 ; 3 ; 7 ; 14 ; 21 ; 28)
- Acquisition des images hyperspectrales : des étalons et de mésocosmes
- Extraction du spectre moyen de chaque étalon

HSI acquisition date



X: Sample mean spectra
n= 196 / batch

dx: Difference spectra ΔSp



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

MATERIEL & METHODE

Acquisitions Spectrales et valeur de référence

- 7 dates : D (0 ; 1 ; 3 ; 7 ; 14 ; 21 ; 28)
- Acquisition des images hyperspectrales : des étalons et de mésocosmes
- Extraction du spectre moyen de chaque étalon
- Dosage CO₂ émis entre deux dates

HSI acquisition date

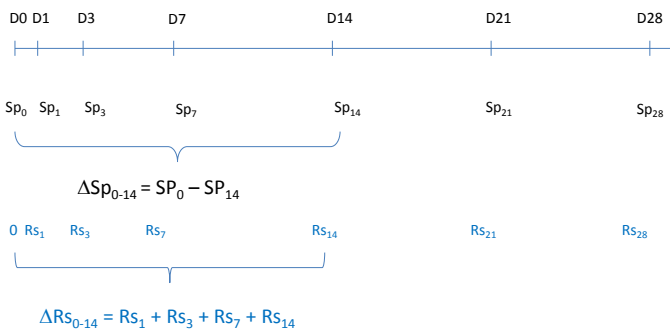


X: Sample mean spectra
n= 196 / batch

dx: Difference spectra ΔSp
n = 168 / batch

Measured CO₂ emission
(soil respiration (Rs) in
mg C-CO₂ g⁻¹ soil)

y: Cumulated CO₂ emission ΔRs
(μg C-CO₂ g⁻¹ soil)



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

MATERIEL & METHODE

Acquisitions Spectrales et valeur de référence

- 7 dates : D (0 ; 1 ; 3 ; 7 ; 14 ; 21 ; 28)
- Acquisition des images hyperspectrales : des étalons et de mésocosmes
- Extraction du spectre moyen de chaque étalon
- Dosage CO₂ émis entre deux dates

Etalonnage

- PLS sur les spectres d'absorbance
- Deux modèles testés :
 - Modèle 1: **X**: spectre moyen de chaque étalon, n = 196 (x2)
 - Modèle 2: **dX** : différence entre spectre à D0 et spectre moyen, n = 168 (x2)
- y: Cumul de CO₂ émis entre D0 et la date de l'image (µg C-CO₂/g soil)
- Plateau A pour l'étalonnage, plateau B pour le test

Application du modèle 1 sur les images

- Sur les images hyperspectrales des étalons
- Sur les images des mésocosmes (plateau de sol + 0.04 % de paille, même protocole d'incubation)



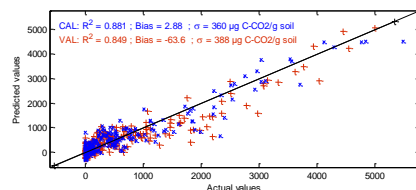
14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

RESULTATS & DISCUSSION

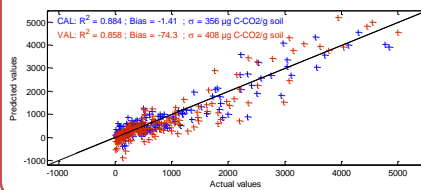
Etalonnage avec X

| 8 VL | n | R ² | SECV/SEPc (µg C-CO ₂ /g soil) |
|---------|-----|----------------|---|
| Cal (A) | 196 | 0,88 | 360 |
| Val (B) | 196 | 0,85 | 348 |



Etalonnage avec dX

| 8 VL | n | R ² | SECV/SEPc (µg C-CO ₂ /g soil) |
|---------|-----|----------------|---|
| Cal (A) | 168 | 0,88 | 356 |
| Val (B) | 168 | 0,86 | 408 |

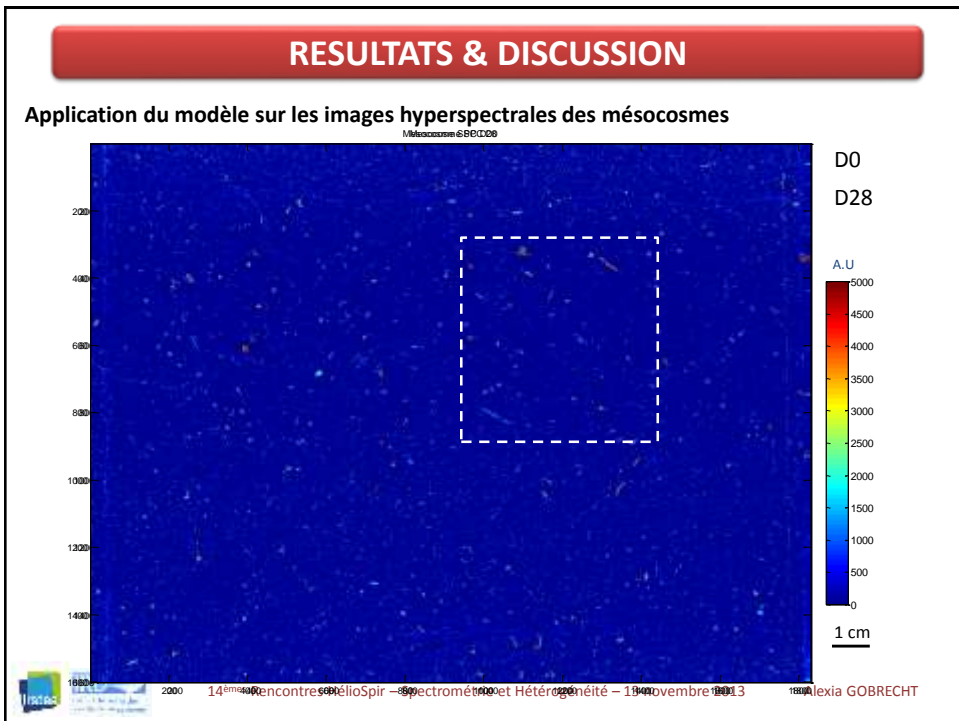
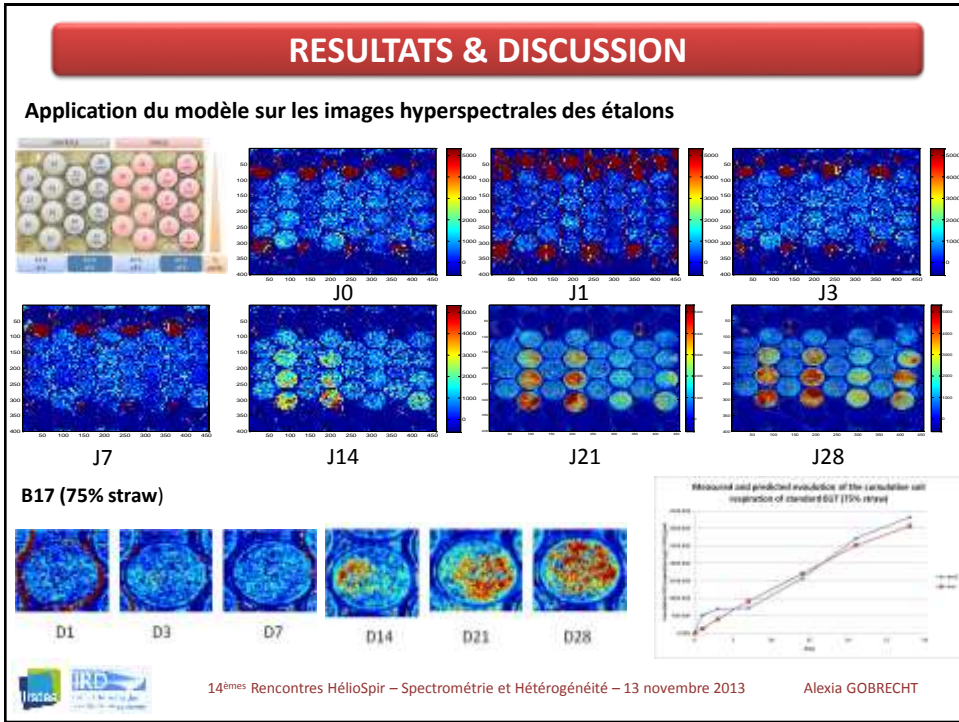


- On a sensiblement la même qualité de modèle
- L'état biochimique entre les différents étalons à D0 est homogène
- La PLS modélise l'apparition / disparition de composés chimiques dans les étalons, corrélée à la respiration



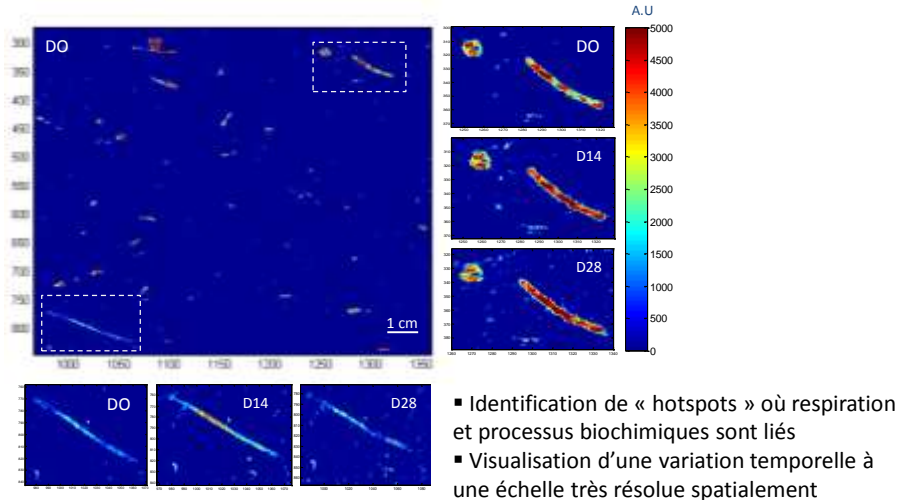
14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT



RESULTATS & DISCUSSION

Application du modèle sur les images hyperspectrales des mésocosmes



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT

CONCLUSIONS

- La SPIR accède aux processus biochimiques du sols corrélés à la respiration
- Fort potentiel de l'imagerie hyperspectrale pour estimer l'hétérogénéité d'un substrat à une échelle microscopique
- Le suivi de phénomènes dynamiques comme la respiration, reste un challenge
 - Lien entre la valeur de référence (cumul de CO₂) et le spectre
 - Calage des images successives
 - Pas de « vérité terrain »



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT



14^{èmes} Rencontres HélioSPIR
Spectrométrie et Hétérogénéité
13 Novembre 2013

Merci pour votre écoute ...
Des questions ?



14^{èmes} Rencontres HélioSpir – Spectrométrie et Hétérogénéité – 13 novembre 2013

Alexia GOBRECHT