



## LE LIGNITE DES TERRILS DE PROVENCE:

# CARACTERISATION SPECTRALE ET INFLUENCE SUR LA QUALITE DE LA MATIERE ORGANIQUE ET LES FONCTIONS MICROBIENNES DES SOLS

**Stéven CRIQUET**

Maître de Conférences – HDR (IMBE)

**Mélanie CLOUARD**

Doctorante 3<sup>e</sup> année (IMBE – CEREGE)

**Catherine KELLER**

Professeur (CEREGE)

**Fabio ZIARELLI**

IR – CNRS (Spectropole – AMU)



❖ **LITERPRO**: un projet intégré dans une étude plus large:

❖ Typologie et fonctionnement des sols des terrils du bassin minier de Provence

↪ Thèse Mélanie Clouard: *Sols des terrils de Provence : étude des paramètres biologiques et physico-chimique impliqués dans leur intégration environnementale* (co-direction Criquet/Keller)

❖ Etude de l'influence du lignite:

↪ Processus de pédogenèse

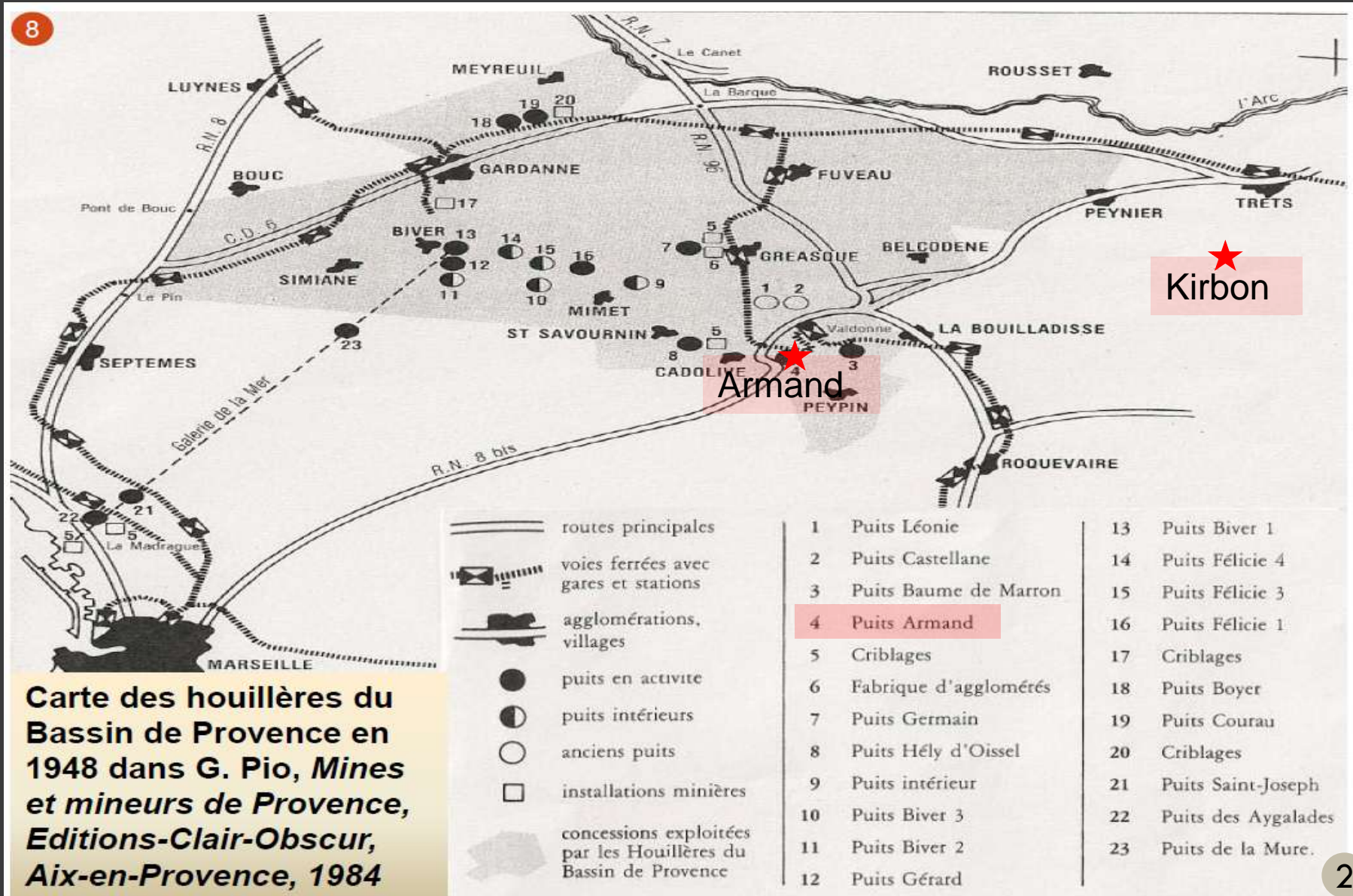
↪ **Qualité de la MO**

↪ **Expression des activités microbiennes**



Profil de sol – Terril Armand  
Cadolive (13). Photo S. Criquet

## ❖ Site d'étude: Bassin Minier de Provence



## ❖ Le lignite de Provence

↪ Formation suite à la fossilisation de plantes aquatiques sous climat tropical humide

↪ Gisement de lignite datant du Fuvélien ( 75 millions d'années) dans une formation calcaire

↪ Présence de veines de lignite d'Est en Ouest, depuis des affleurements jusqu'à des profondeurs de -1400m (Bouc Bel Air)

## ❖ Influence du lignite sur les sols: 2 cas de figure

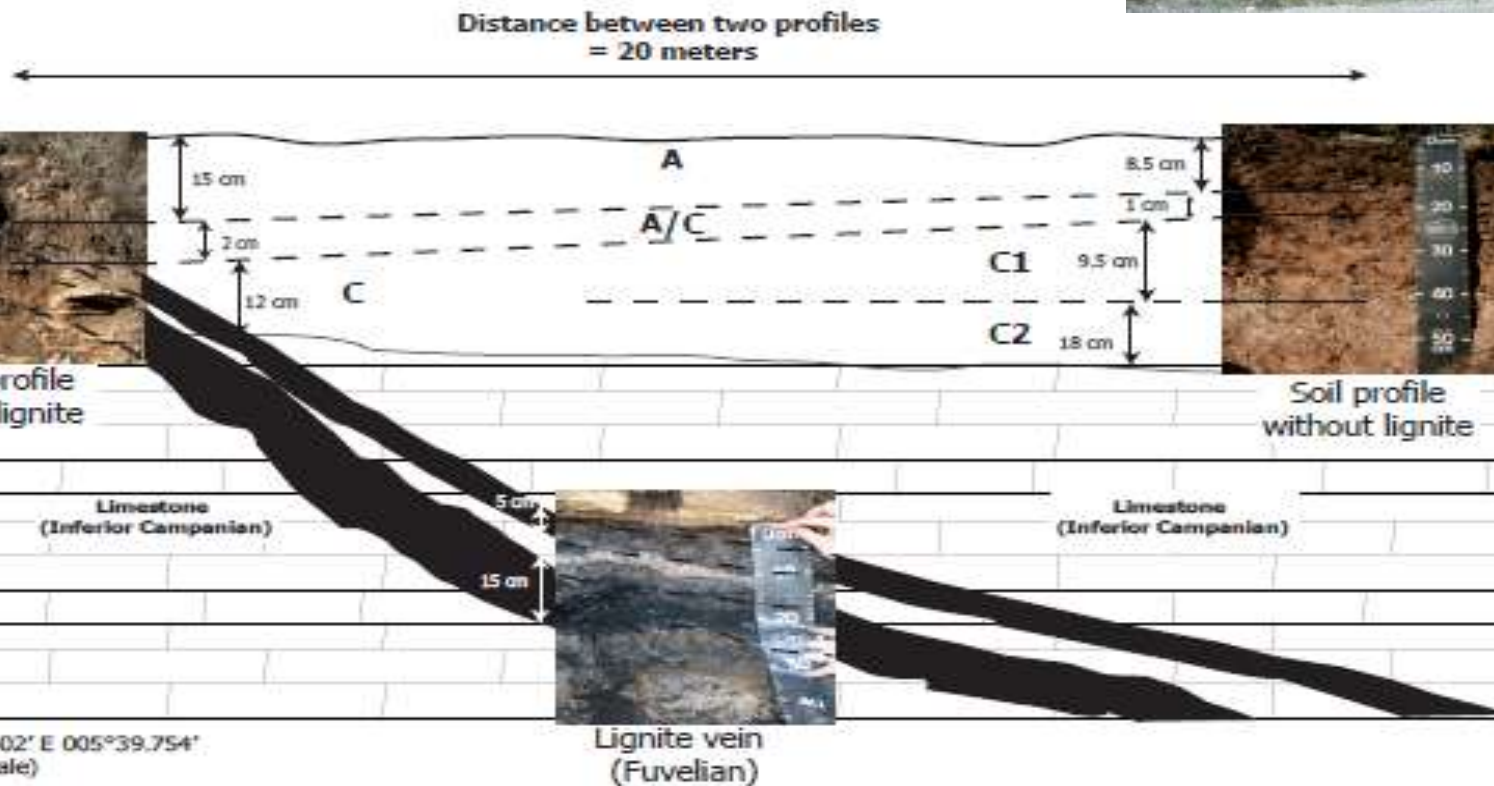
↪ Affleurement naturel : Kirbon

↪ Stériles de mine : Terril Armand



## ❖ Affleurement naturel : Kirbon

↳ 2 profils de sol : avec (+) et sans (-) lignite



## ❖ Terril : Armand

- ↪ 4 radiales espacées de 15 m chacune sur la hauteur du terril
- ↪ Echantillonnage systématique (Horiz. A) tous les 10m le long de chaque radiale
- ↪ Regroupements en échantillons composites (n = 4)
- ↪ Comparaison avec un sol naturel d'une parcelle adjacente

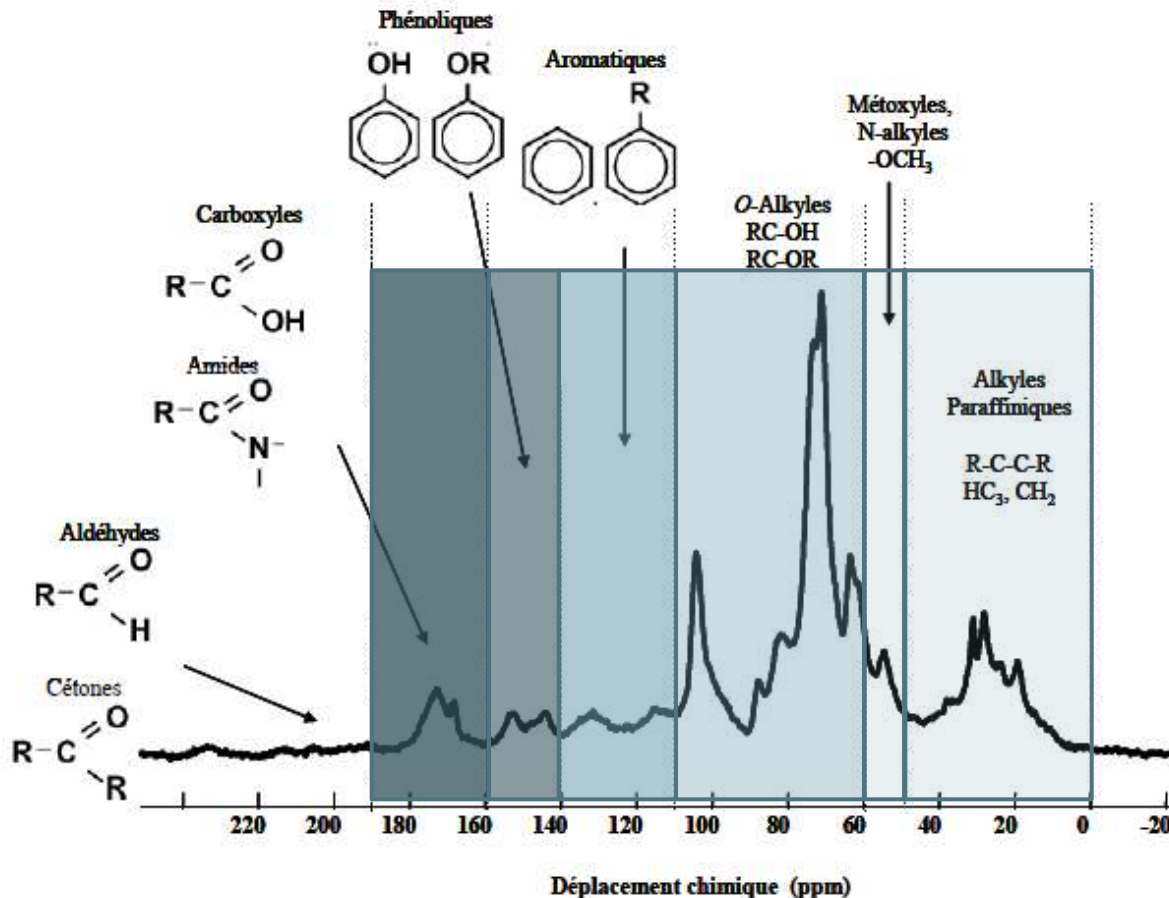


## ❖ Qualité de la MO :

↪ SS  $^{13}\text{C}$  CPMAS NMR après traitement HF



### RMN SOLIDE DU $^{13}\text{C}$ ( $^{13}\text{C}$ SS CPMAS NMR)



C Alkyles  
(0-45 ppm)

C Métoxyles  
(50-60 ppm)

C O-Alkyles  
(45-110 ppm)

C Aromatiques  
(110-140 ppm)

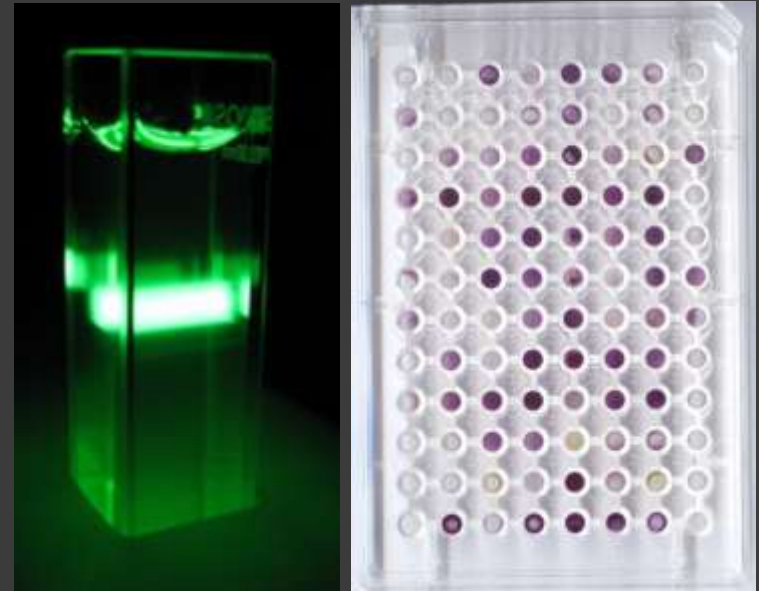
C Phénoliques  
(140-160 ppm)

C Carboxyles  
(160-220 ppm)

## ❖ Fonctions microbiennes

### ↳ Enzymes de recyclage CNPS

- $\beta$ -glu:  $\beta$ -glucosidase (C)
- ArylS: Arylsulfatase (S)
- PhoA: Phosphatase acide (P)
- ArylN: Arylamidase (C, N)
- FDL: Lipase (C)
- FDA: Estérase (C)



### ↳ Respiration basale

- Oxitop®

### ↳ Diversité des fonctions cataboliques bactériennes

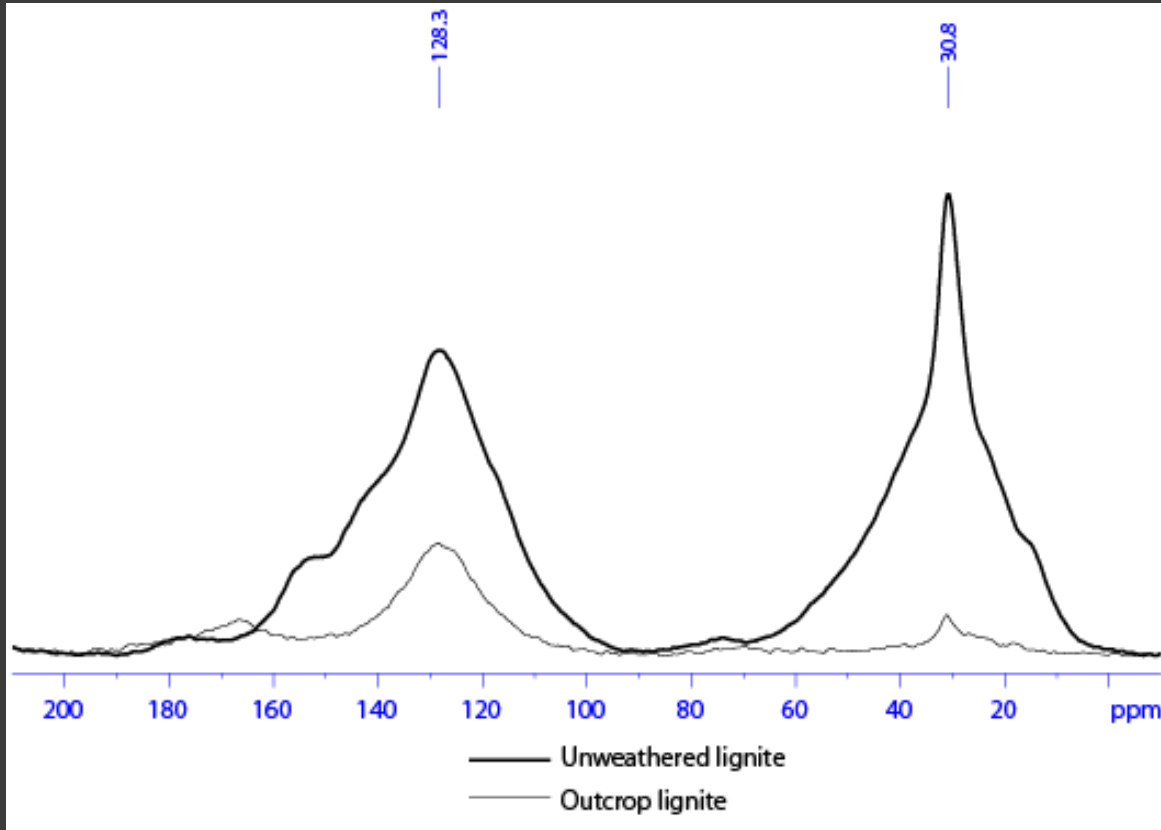
- BioLog®





## ❖ Caractérisation spectrale du lignite :

↪ Mine (unweathered) vs affleurement (outcrop)



### ❖ 2 pics principaux:

↪ Aromatic C (128 ppm)

↪ Alkyl C (31 ppm)

### ❖ Lignite de l'affleurement:

↪ Altération importante du pool des alkyl C

## ❖ Qualité de la MO des sols: KIRBON

### ❖ Sol (-) lignite

↳ Diminution « classique » des intensités des différents signaux le long du solum

### ❖ Sol (+) lignite

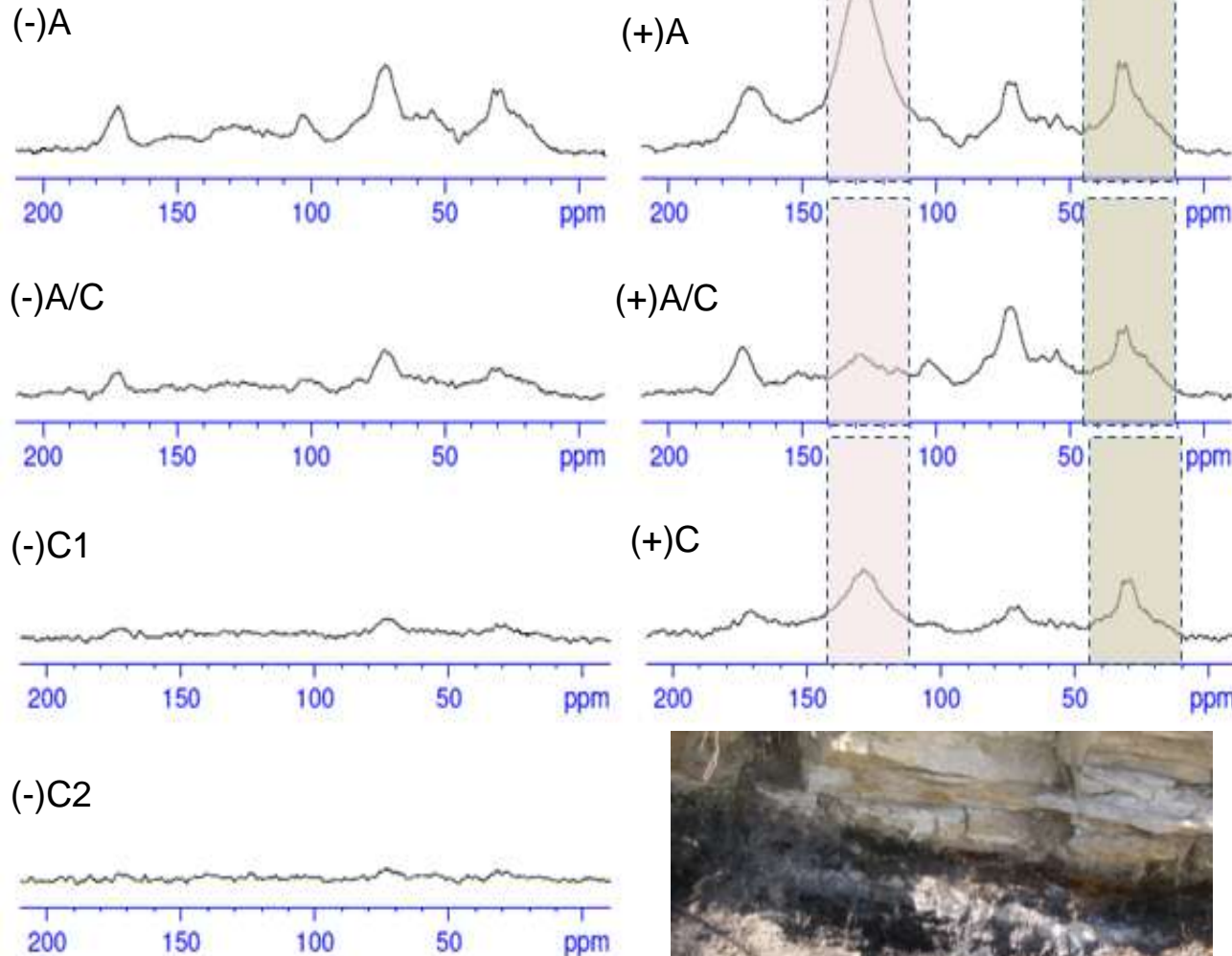
↳ Enrichissement important de certains horizons en Aro-C et en Alk-C

↳ Enrichissements correspondent à l'affleurement des 2 sous-strates de lignite

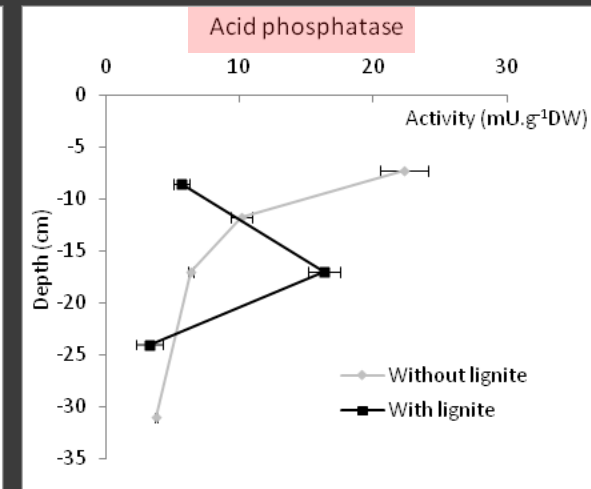
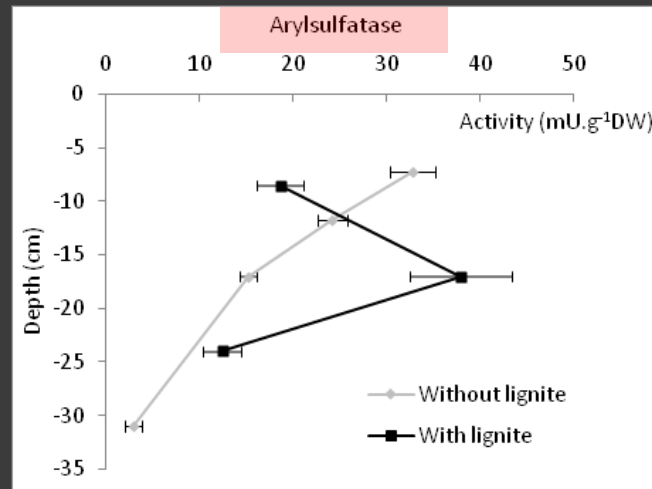
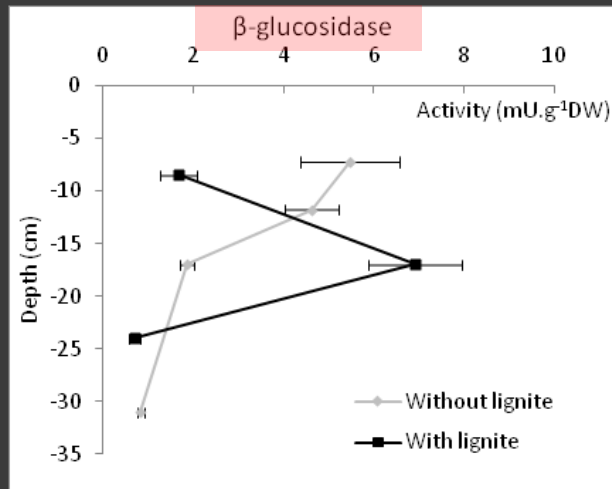
$$\text{Ratio A: } \frac{\text{Alk C} + \text{Aro C}}{\text{O\_Alk C} + \text{carboxyl C}}$$

↳ Kögel-Knabner (1997) "The ratio A is the best predictor of lignite presence in soils"

Soil horizon	Ratio A	COT	C/N
<b>Without lignite</b>			
(-) A	0,67	7,2	19,2
(-) A/C1	0,68	6	21,2
(-) C1	0,68	5	
(-) C2	0,68	4,8	
<b>With lignite</b>			
(+) A	1,75	8,9	28,1
(+) A/C1	0,78	8,4	26,1
(+) C	2,5	7,3	27,4



## ❖ Fonctions microbiennes : KIRBON



⇒ Patrons de distribution identiques pour toutes les enzymes

### Sol (-) lignite

Distribution « classique » fonction de la qualité et de la disponibilité du C org

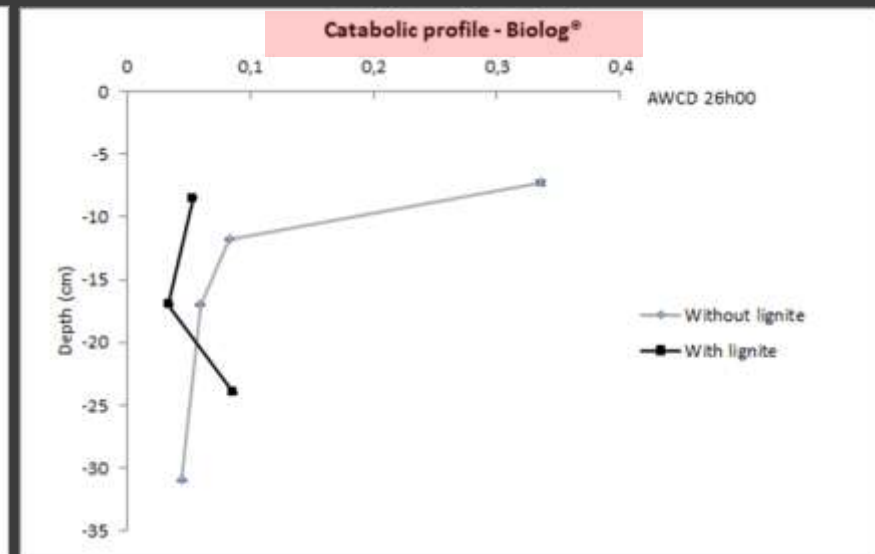
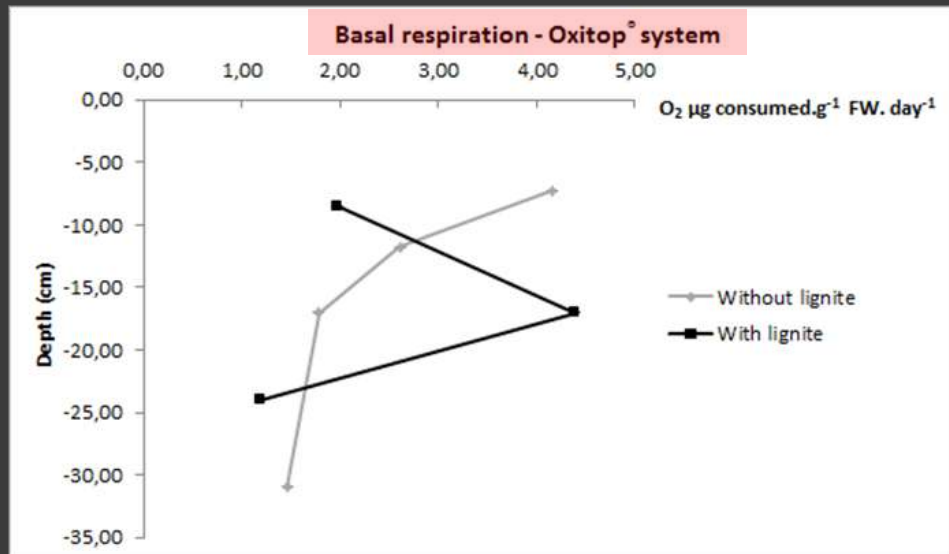
### Sol (+) lignite

Distribution « pas classique » fonction de la présence du lignite

⇒ Effet négatif du lignite

- Enrichissement en C récalcitrant plus difficilement métabolisable
- Inhibition des enzymes microbiennes?

## ❖ Fonctions microbiennes : KIRBON

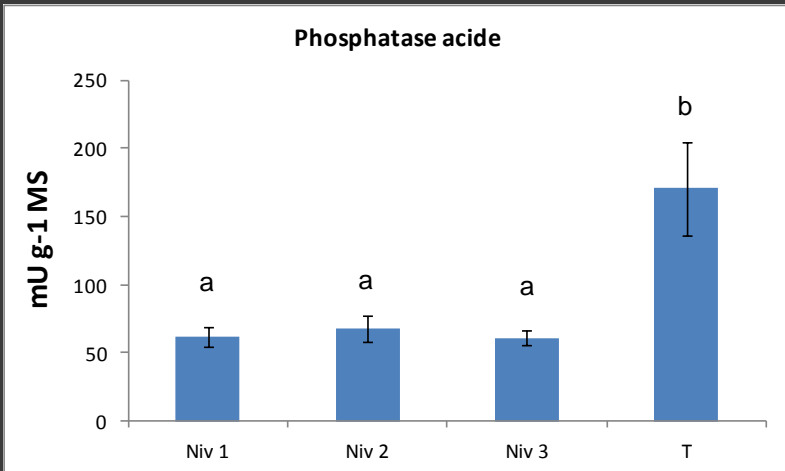
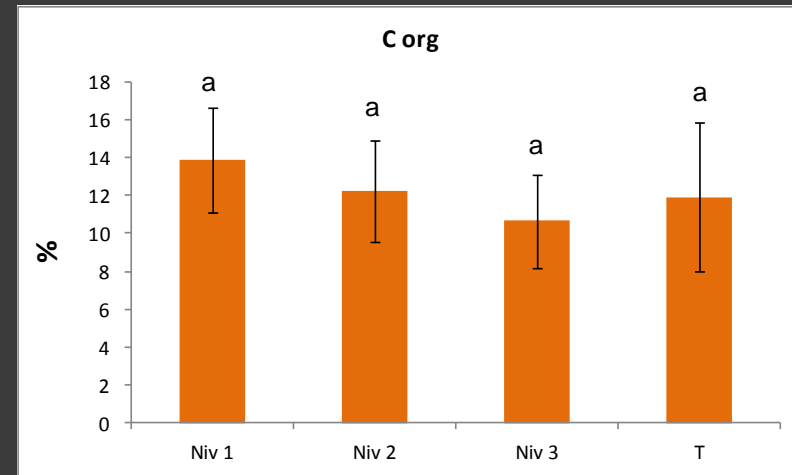
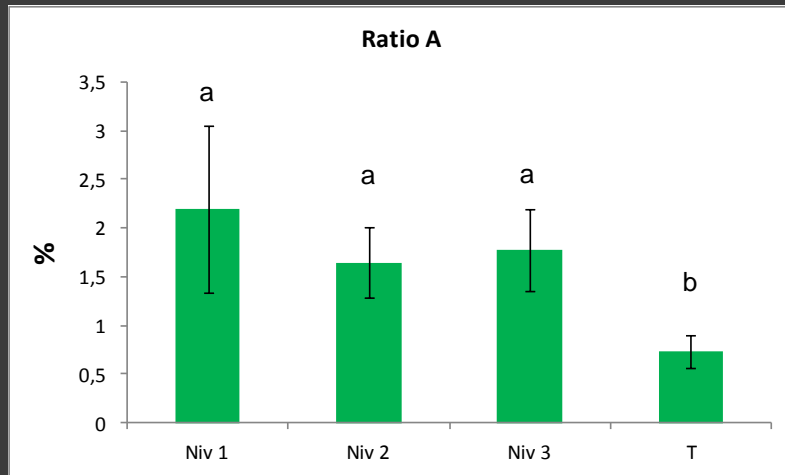


⇒ Patrons fonctionnels identiques pour la respiration basale

⇒ Observations divergentes pour les Biologs des horizons (+) lignite

## ❖ 2° cas de figure: le terril ARMAND

❖ Retrouve-t-on les mêmes signatures spectrales et les mêmes patrons fonctionnels microbiens ?



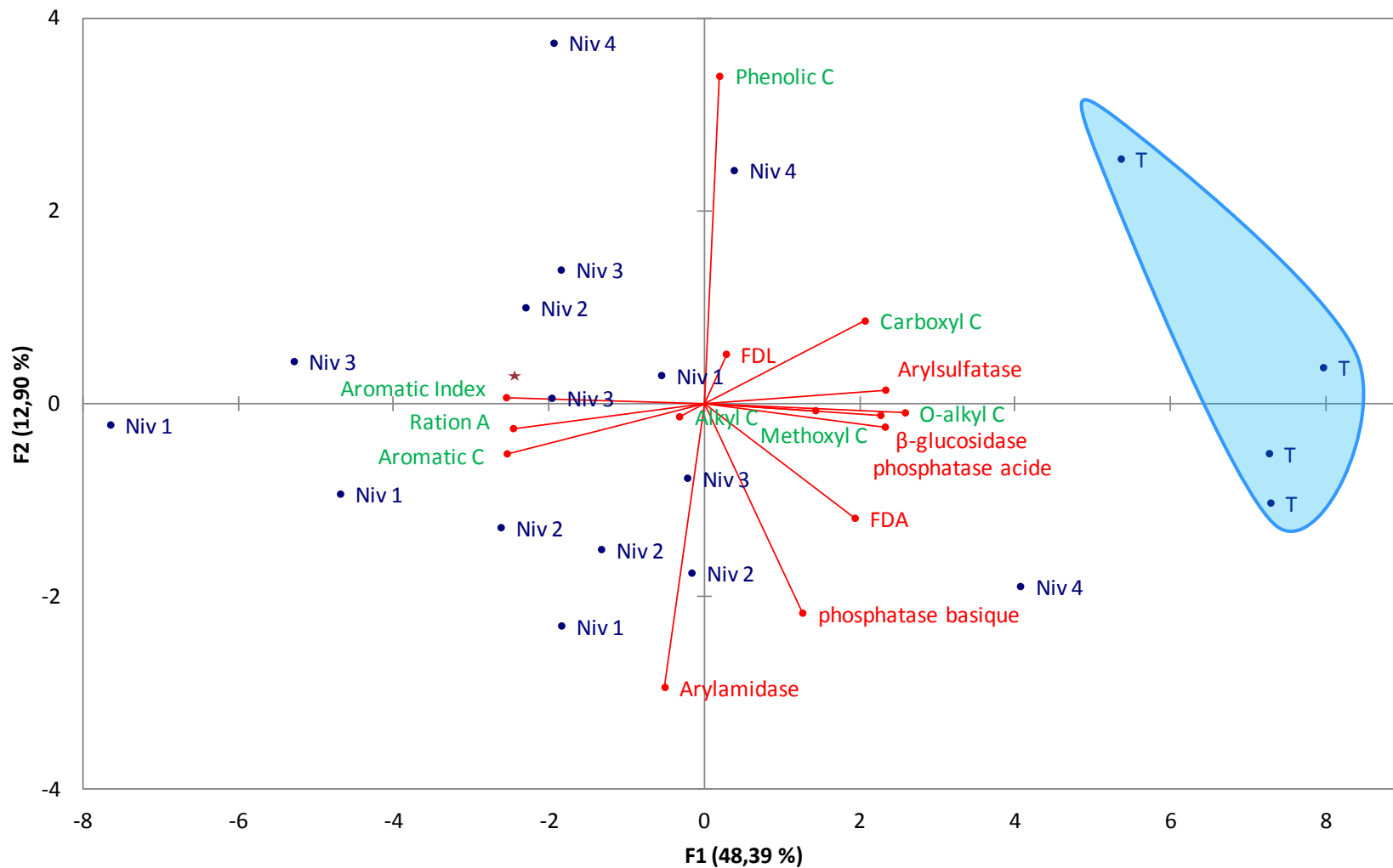
❖ A teneurs égales en COT, on retrouve la même signature spectrale due au lignite que dans l'affleurement de Kirbon

❖ Pas de structuration liée à la topographie du terril

❖ L'enrichissement en lignite induit les mêmes effets sur les activités microbiennes .... mais pas pour toutes les enzymes...

## ❖ Qualité de la MO des sols vs enzymes: ARMAND

Biplot (axes F1 et F2 : 61,29 %)



❖ RMN permet de mettre en évidence la présence de **lignite** dans les sols:

↳ **Signature spectrale** des Aro – C; Ratio A

❖ Sols des **terrils** hébergent une **vie microbienne**, mais.... **moins active** que dans sols naturels

❖ Effet **répresseur** du lignite sur l'expression des fonctions microbiennes?

- ❖ Déterminisme de l'influence du lignite sur la composante microbienne des sols des terrils
  
- ❖ Spatialisation des propriétés pédo-biologiques des terrils:
  - NIRS
  - PLS
  - Cartographie 3D

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Biplot (axes F1 et F2 : 56,22 %)

