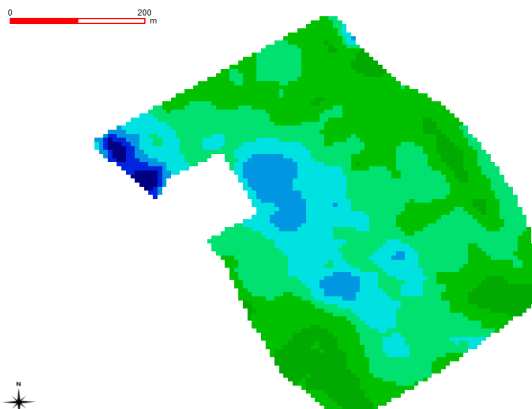




# Spectroscopie Proche Infra-Rouge (NIRS) et caractérisation des propriétés des sols

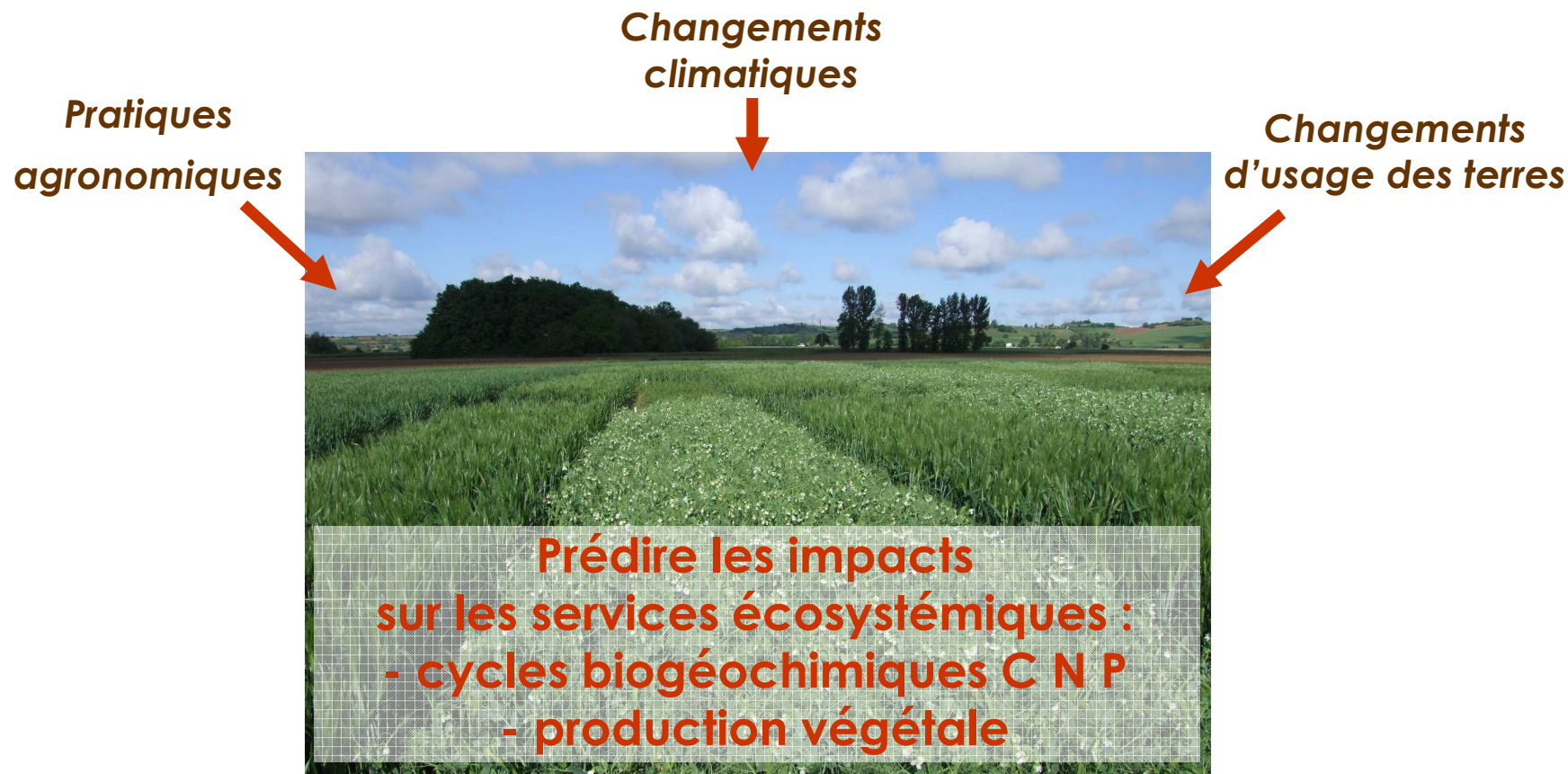


**Philippe Hinsinger**

**Hervé Aholoupké, Bernard Barthès, Michaël Clairotte,  
Gérard Souche & Didier Blavet**



## • Objectifs finalisés – agro-écosystèmes bas intrants



Quels sont les leviers permettant une **intensification écologique** des agro-écosystèmes ?

**génotypes performants, peuplements complexes, intrants innovants, AB, agriculture de conservation, SCV...**



## • Plateau OC: test efficience N & P céréales / légumineuses

- blé dur / légumineuses à graines
- performances agro. et bio / disponibilité N et P
- rôle des légumineuses / séquestration du carbone

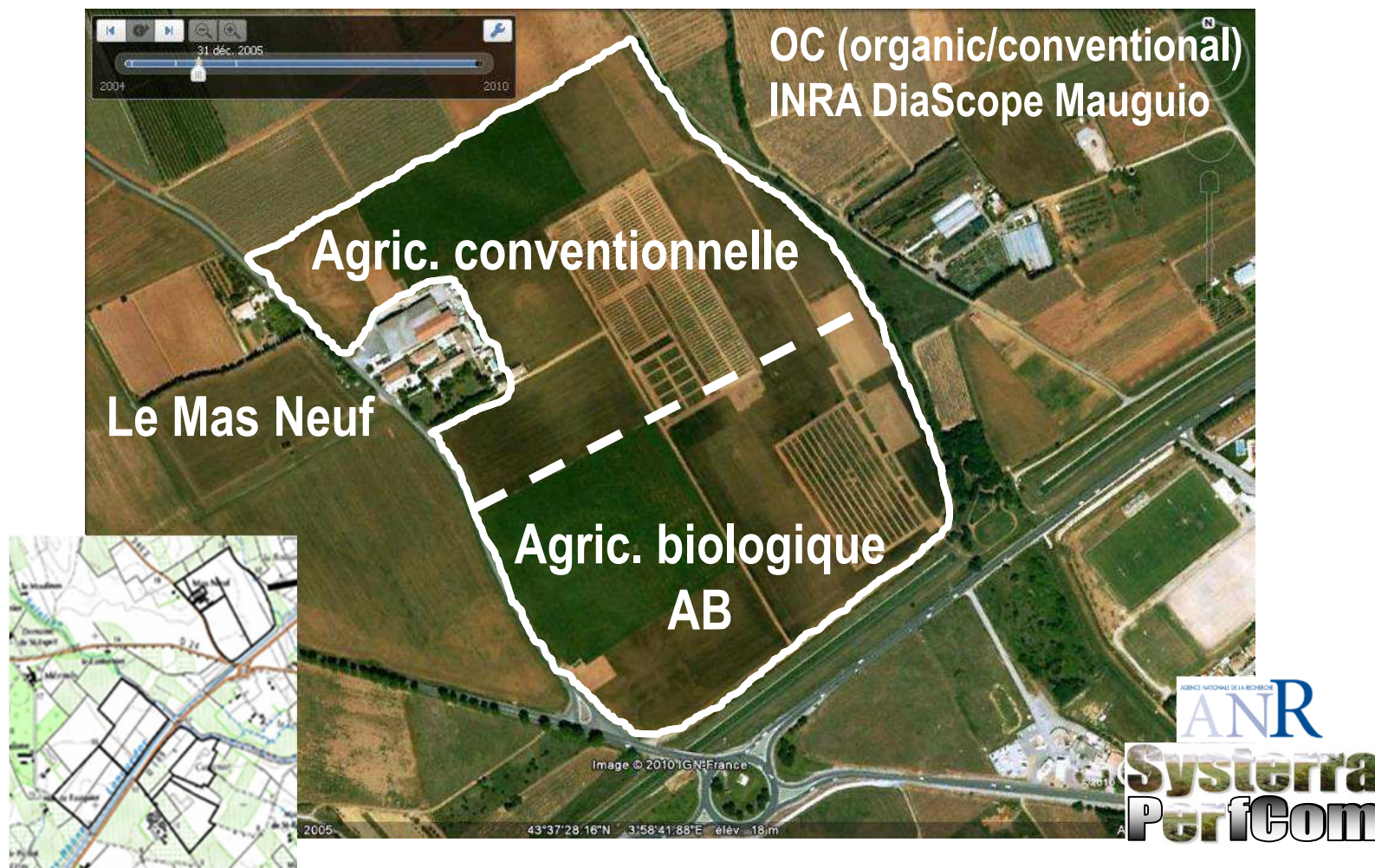


AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
ANR

Systema  
PerfCOM



- Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

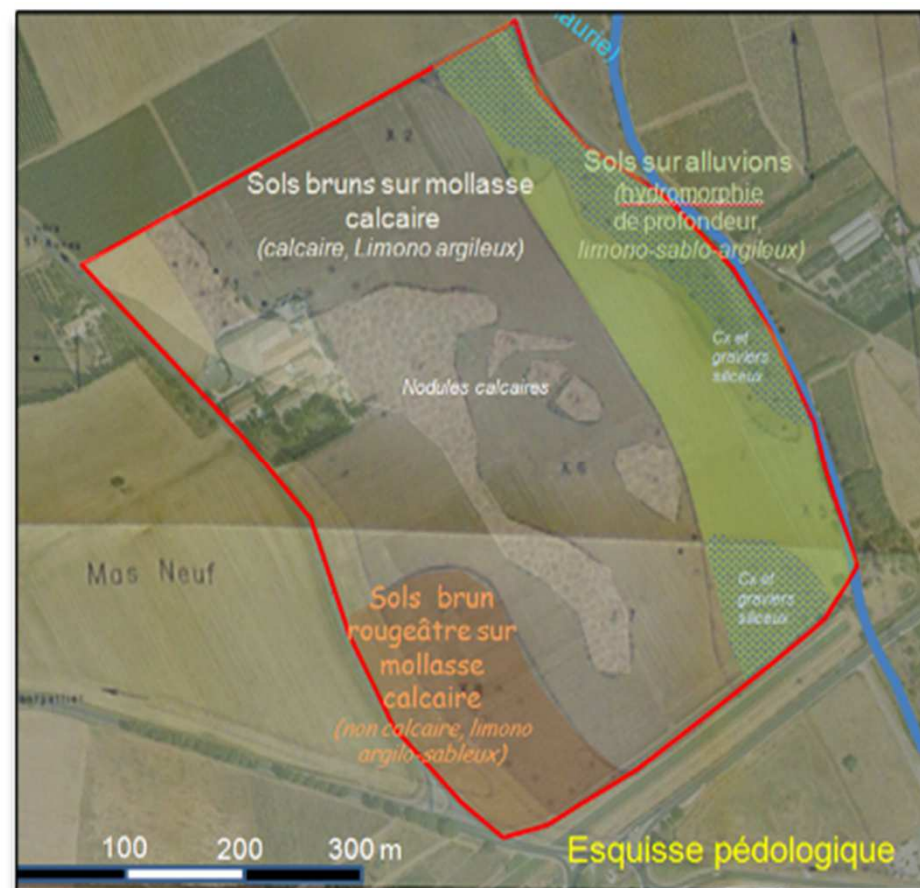




## • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

- méconnaissance des sols y compris dans les stations expérimentales (domaines, essais longue durée)
- sous-estimation de la variabilité spatiale à courte distance (métrique)

### • Augé (1982)



## • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

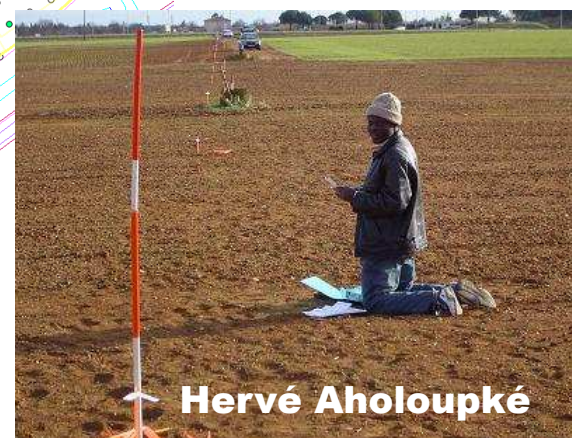
- Quantification variabilité spatiale (échelle décamétrique) des sols sur 23 ha
- Maillage 20 x 20 m = 669 points échantillonnés
- Mesures NIRS + Analyses 148 sols (pour calibration NIRS)



Gérard Souche & D. Arnal



Didier



Hervé Aholoupké



## • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

### • Paramètres physiques et chimiques plus ou moins bien prédits

Paramètres	Etalonnage	Validation
	RPD	R <sup>2</sup> val
<b>Ctot (g. kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>5,70</b>	<b>0,93</b>
<b>CaCO3 (g/100g)</b>	<b>6,00</b>	<b>0,94</b>
<b>Corg (g. kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>1,50</b>	<b>0,57</b>
<b>Ntot (g. kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>1,80</b>	<b>0,73</b>
<b>Polsen (mg. kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>1,80</b>	<b>0,75</b>
Ptot (mg. kg <sup>-1</sup> )	1,50	0,62
Lt (g/100g)	2,00	0,65
St (g/100g)	<b>2,40</b>	<b>0,28</b>

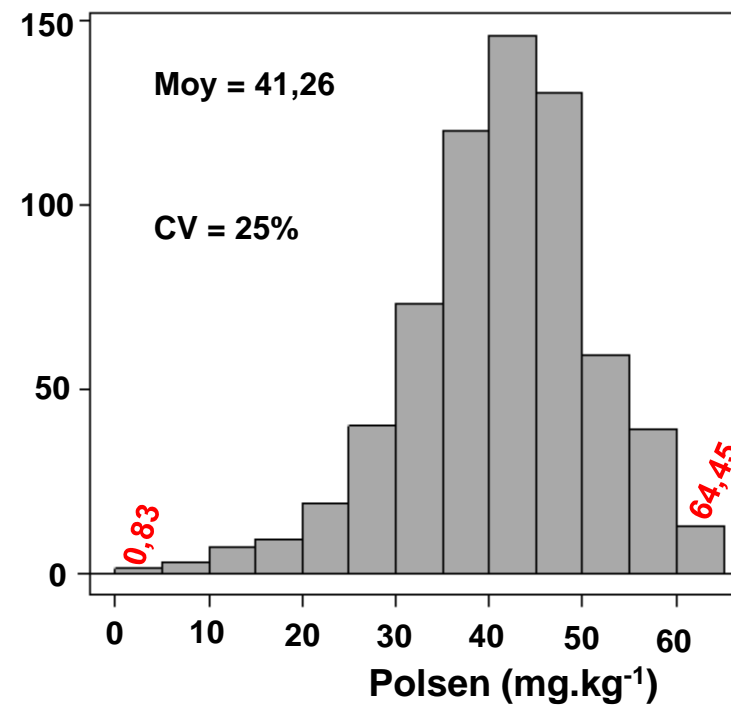
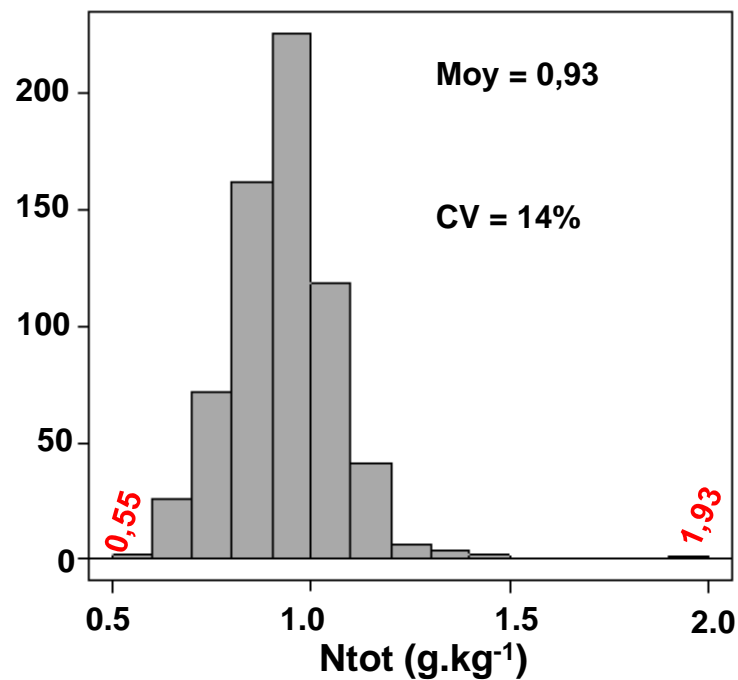
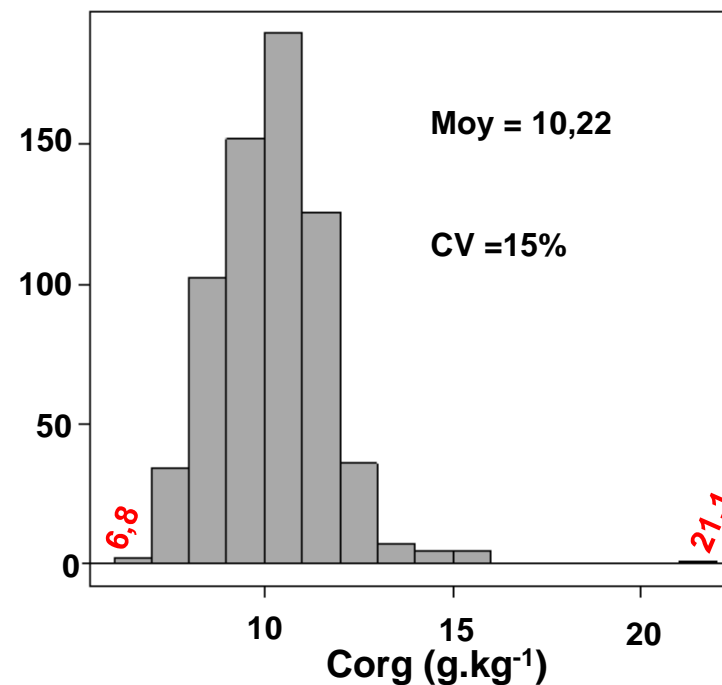
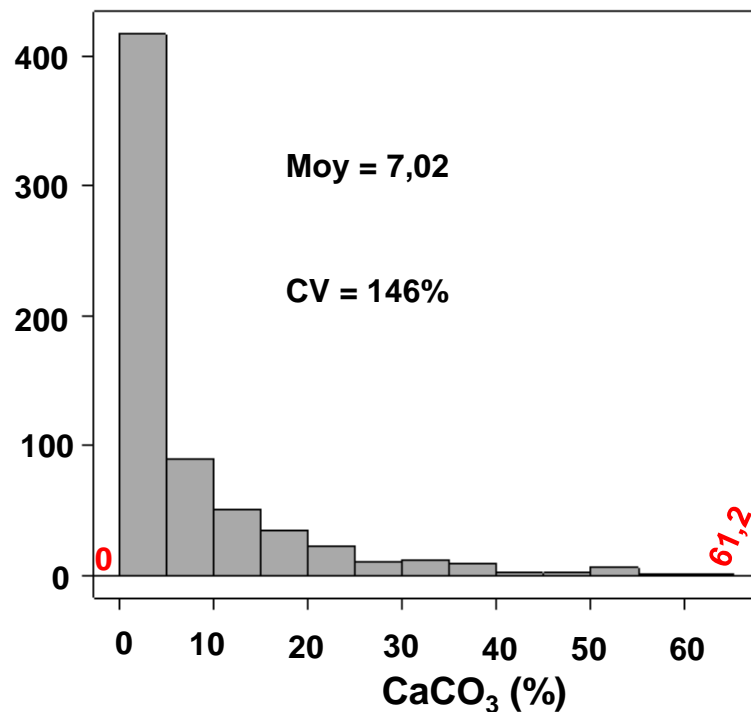
**Bonne prédiction: CaCO<sub>3</sub> et Ctot (RPD > 2 et R<sup>2</sup>val proche de 1)**

**Prédiction moyenne: Ntot, Polsen et Corg (1,4 < RPD < 2 et R<sup>2</sup> val moyen)**

**Mauvaise prédiction: Sable total (RPD > 2 R<sup>2</sup> val faible)**

Fréquence

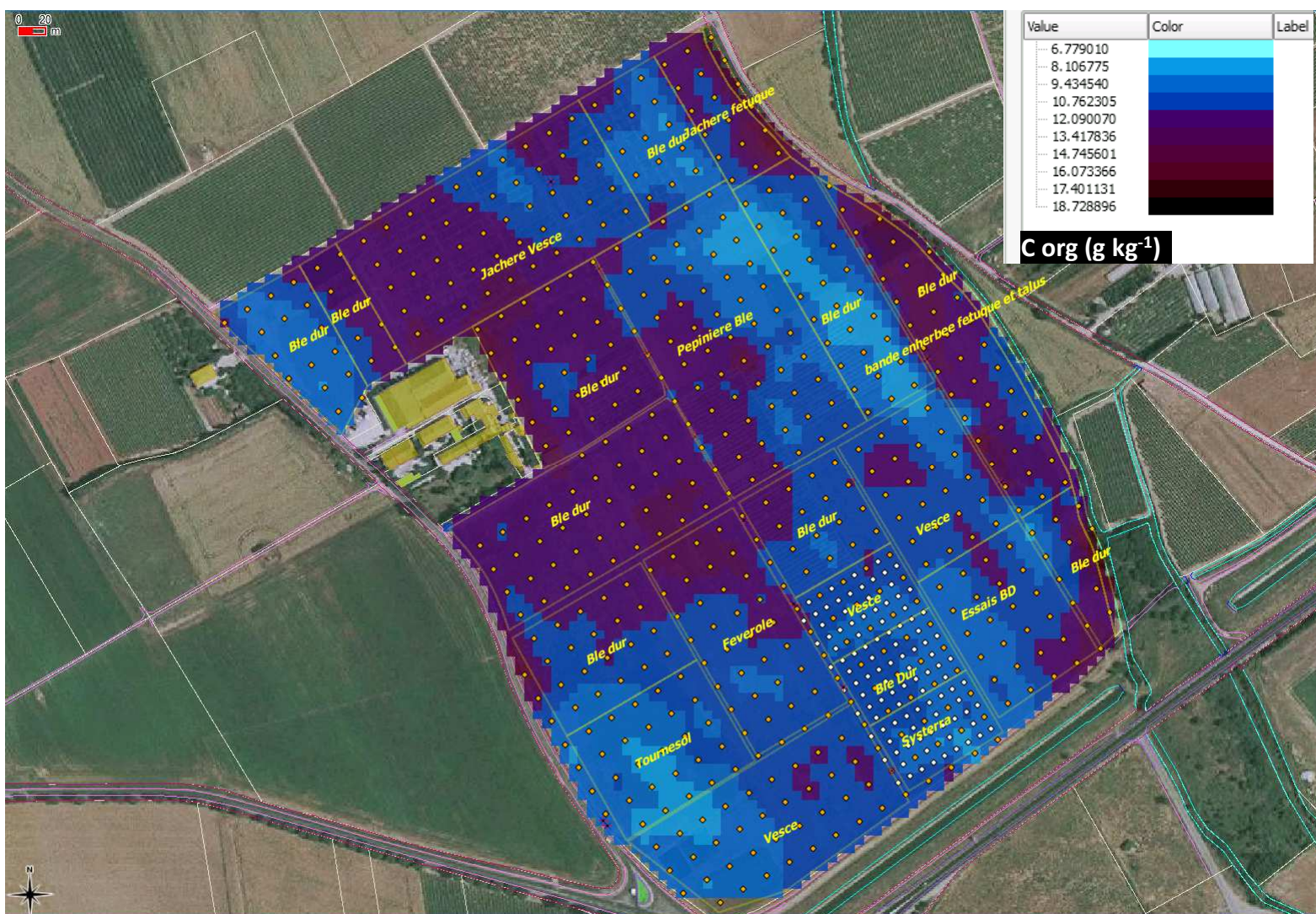
- variabilité  
+ importante  
qu'attendue  
!!!(station  
expé.)





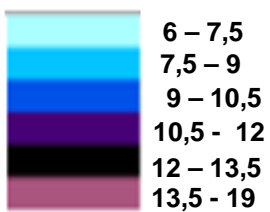
# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Carte des teneurs en matières organiques (01.2009 – krigeage 669 mesures NIRS)



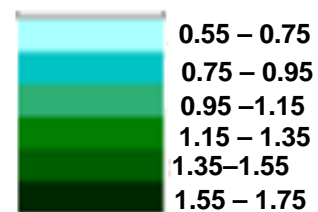
0 200 m

**Corg (g.kg<sup>-1</sup>)**



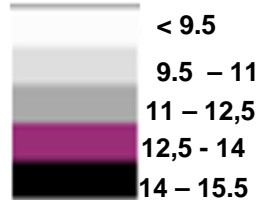
0 200 m

**Ntot (g.kg<sup>-1</sup>)**

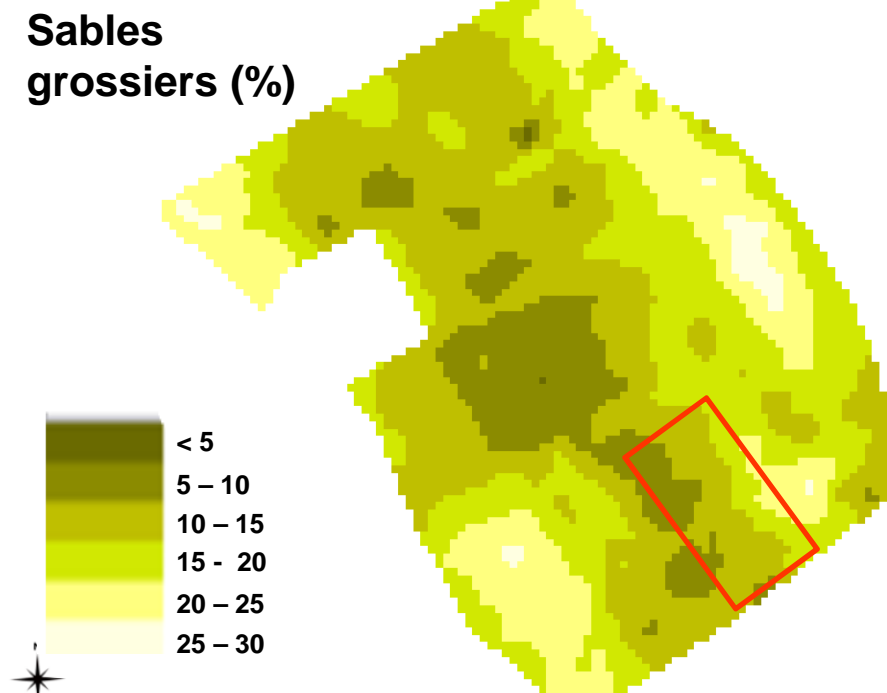
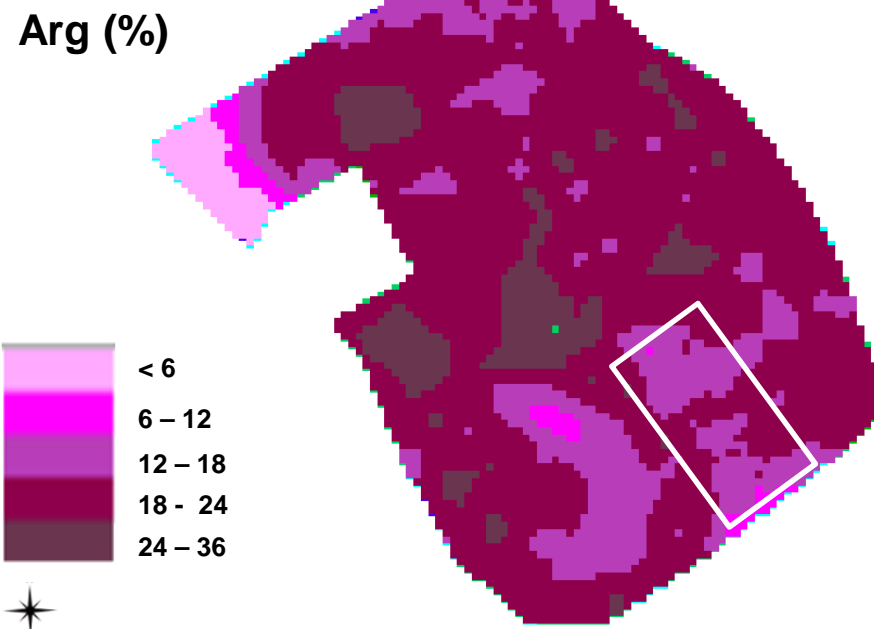
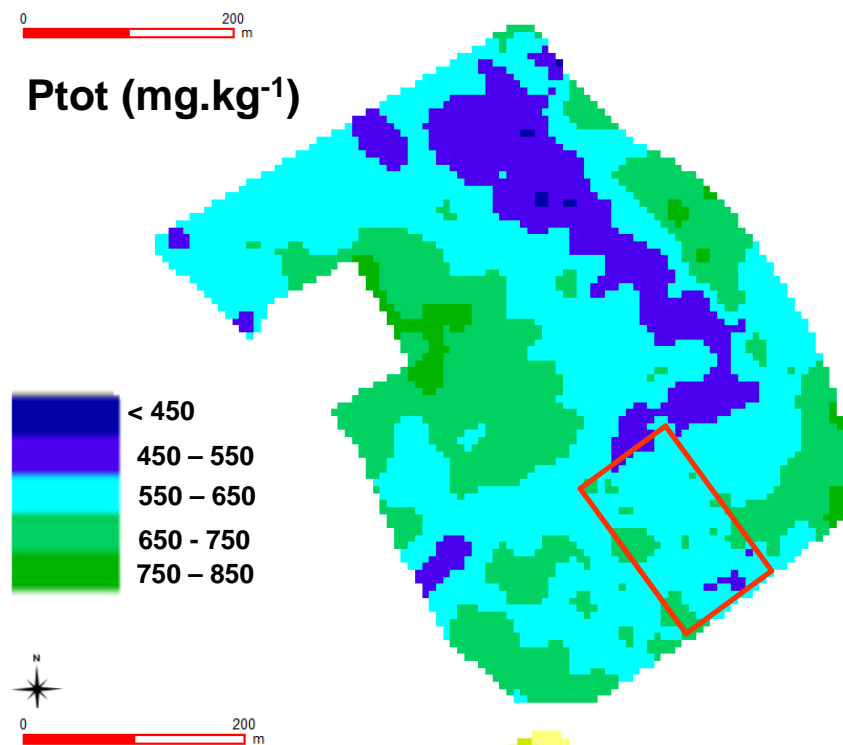
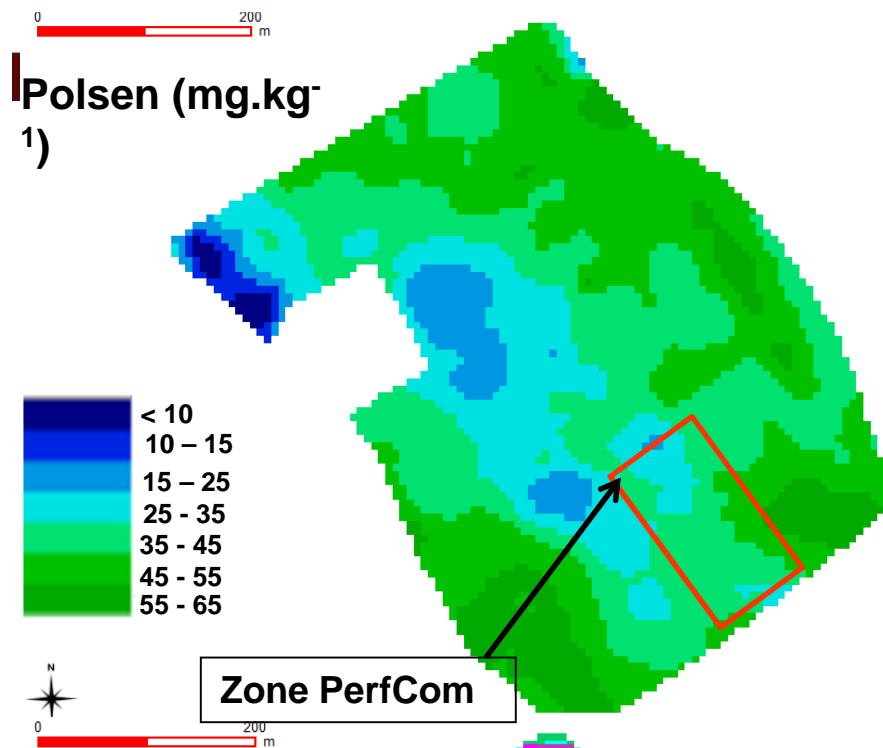


0 200 m

**C/N**







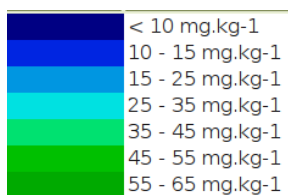
## • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

- Carte des teneurs en phosphore disponible (01.2009 – krigeage 669 mesures NIRS)
- Carte des rendements du blé dur (moissonneuse de précision géoréférencée)

Durum wheat yield  
(t.ha<sup>-1</sup> grain)



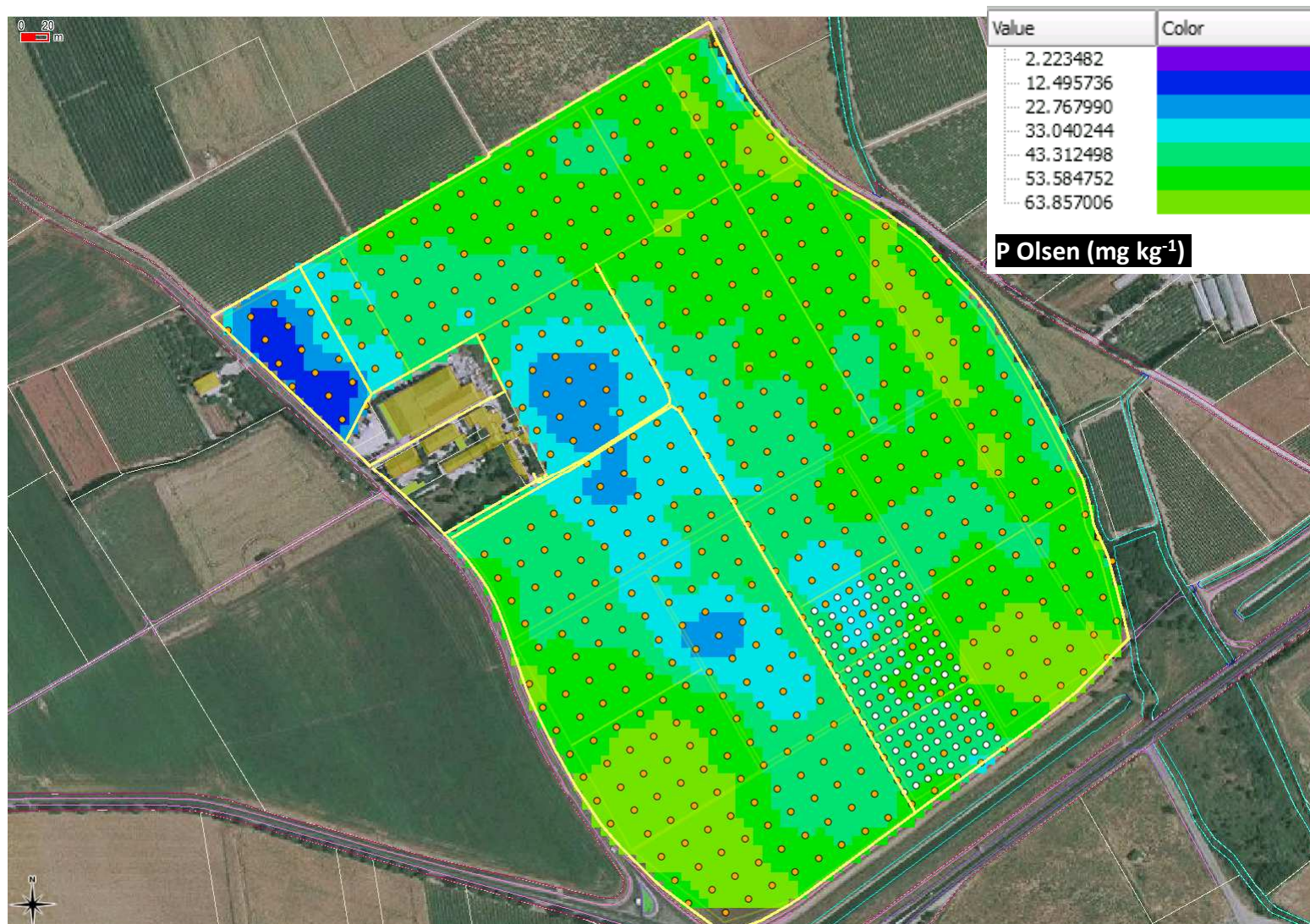
Olsen P (mg.kg<sup>-1</sup>)  
calculated from  
NIRS measurements  
669 points  
100 calibration points





# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Carte des teneurs en phosphore disponible (01.2009 – krigeage 669 mesures NIRS)





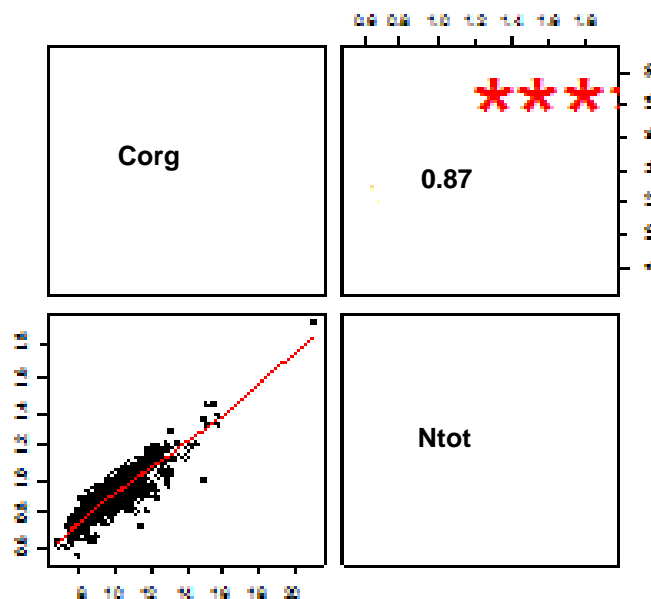
# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Carte des teneurs en calcaire total (01.2009 – krigeage 669 mesures NIRS)

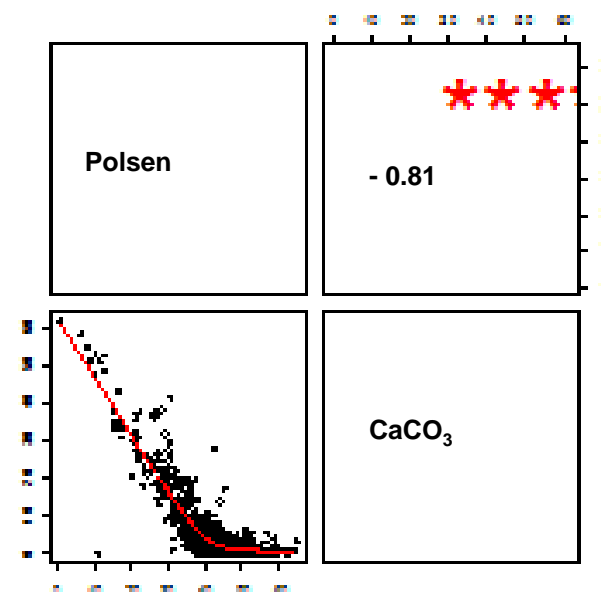


# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Corrélations entre propriétés du sol (prédiction directe / indirecte)



Bonne corrélation positive  
entre C org. et N tot.



Bonne corrélation négative  
entre CaCO<sub>3</sub> et P Olsen



# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Identification de zones aux propriétés homogènes (C org. / N tot. / P Olsen)



## • Travaux en cours et perspectives

### • Mesures in situ (Vis-NIR portable)





## • Travaux en cours et perspectives

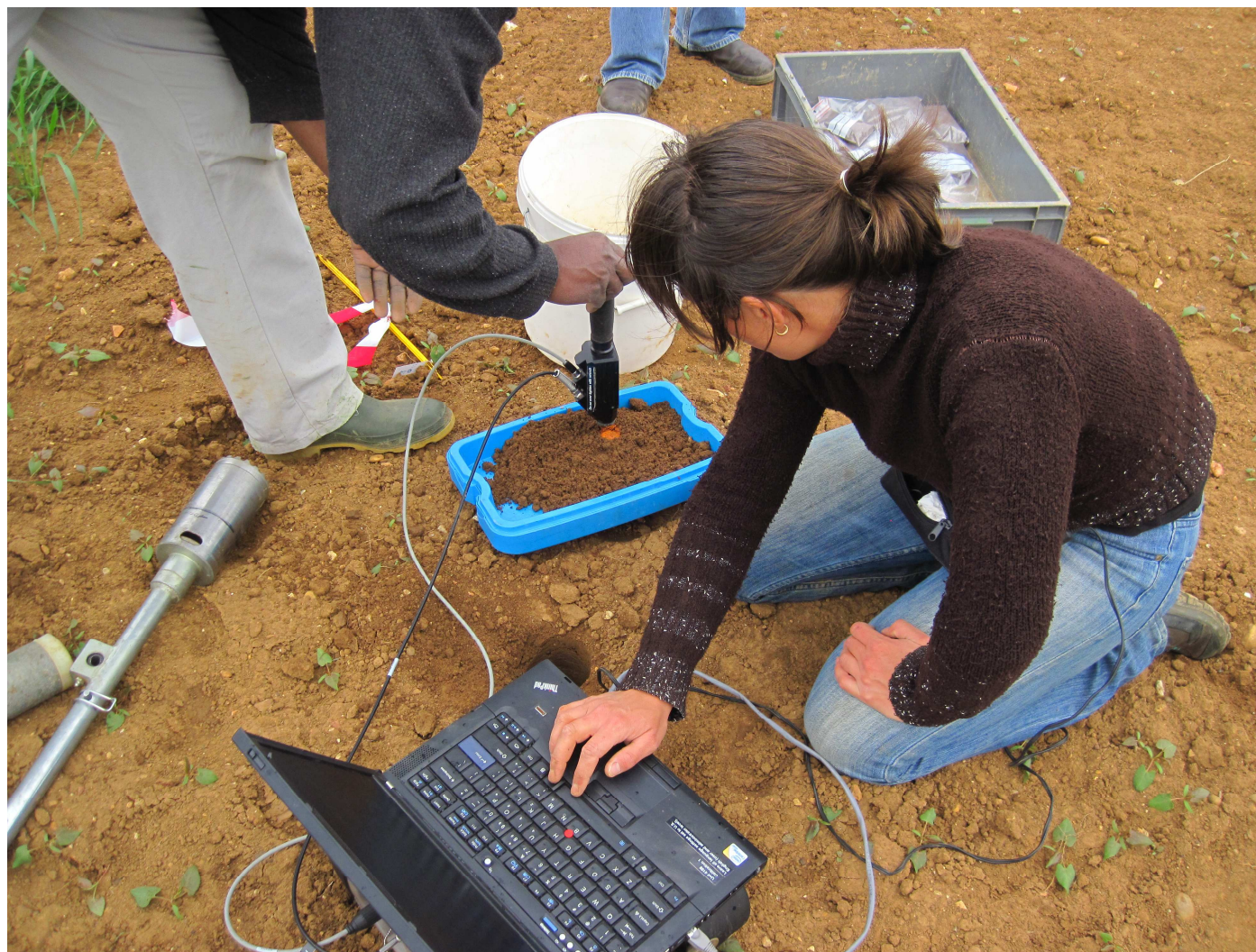
### • Mesures in situ (Vis-NIR portable)





## • Travaux en cours et perspectives

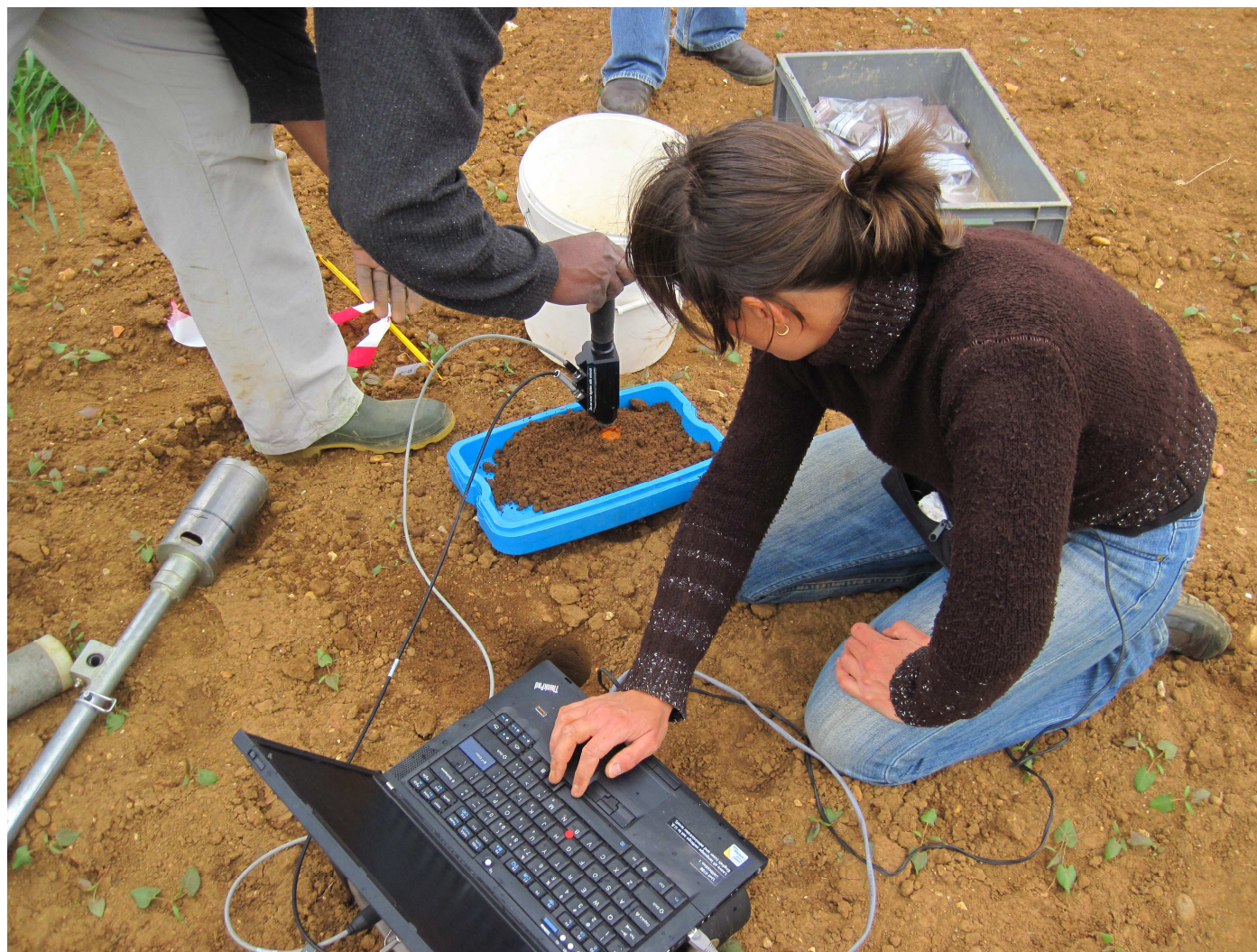
- Mesures in situ (Vis-NIR portable) sur échantillon composite/remanié





## • Travaux en cours et perspectives

- Mesures in situ (Vis-NIR portable) sur échantillon composite/remanié



## • Travaux en cours et perspectives

### • essai P longue durée INRA Auzeville



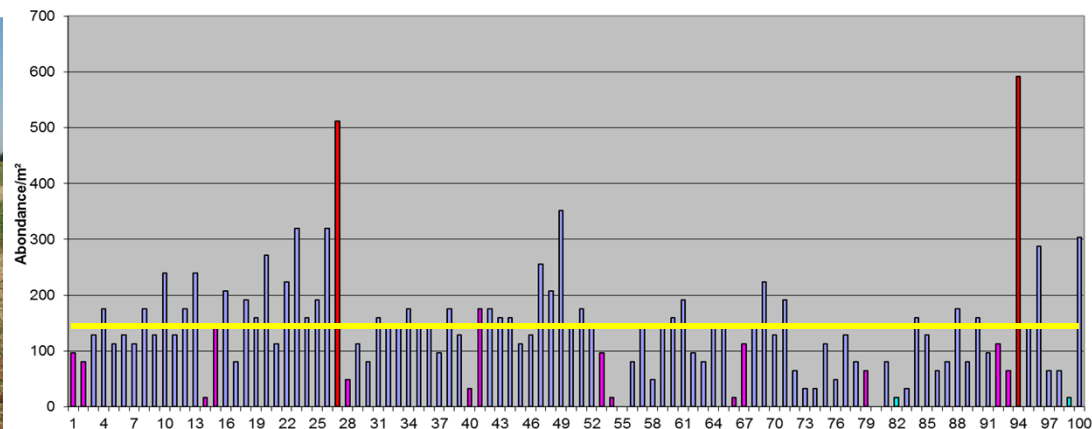
Soil properties	Units	Minimum	Mean	Maximum
Clay content	g/kg	204	258	302
Fine silt	g/kg	147	168	192
Coarse silt	g/kg	141	167	190
Fine sand	g/kg	170	198	220
Coarse sand	g/kg	84	164	278
CEC	cmol(+)/kg	10.4	15.6	18
CaCO <sub>3</sub>	g/kg	0	17.4	73
pH (1:10 soil/ water ratio)	–	6.6	7.79	8.4
Total carbon	g/100 g	0.82	0.9	0.97
Total nitrogen	g/100 g	0.101	0.119	0.134
C/N	g/g	6.9	7.6	8.1
Total P	mg/kg	402	546	690
Organic P	mg/kg	129	159	197
P Olsen	mg/kg	4.4	6.2	9.2

**Initial soil properties at the long-term P fertilizer trial of INRA Toulouse-Auzeville – Fall 1968, showing some short-scale heterogeneities**  
(Colomb et al. 2007 – Eur. J Agron. 26)



# • Plateau OC: suivi des indicateurs bio. de qualité des sols

- suivi des évolutions spatio-temporelles à long terme en agriculture bas intrants  
AB et Conventionnel
- un travail ambitieux, mobilisateur de ressources et de longue haleine
- soutien : Centre INRA, CS Montpellier SupAgro, ADEME, Département EA, ... ?





# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

• ne pas rater le train !!!

• tranchées INRAP / chantier TGV





# • Plateau OC: suivi des indicateurs de qualité des sols

## • Carte des teneurs en azote total (01.2009 – krigeage 669 mesures NIRS)

