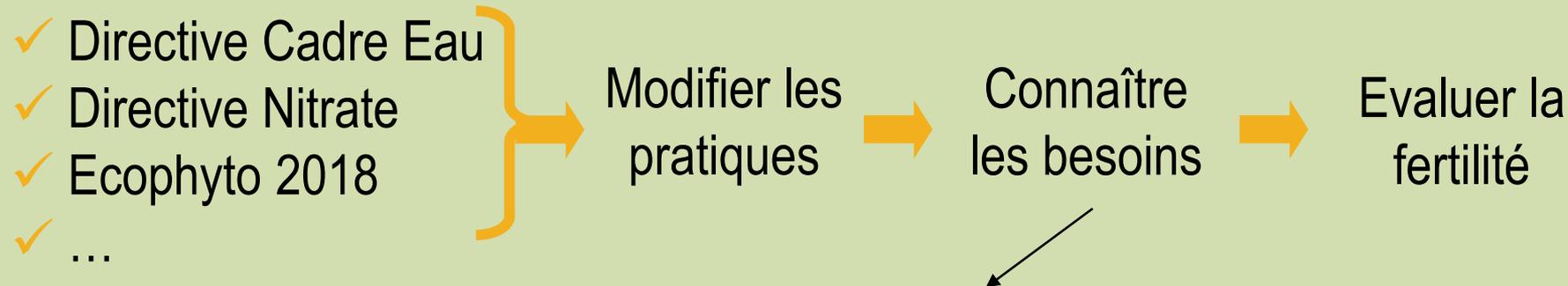


L'apport des méthodes géophysiques au service de la caractérisation de la fertilité des sols

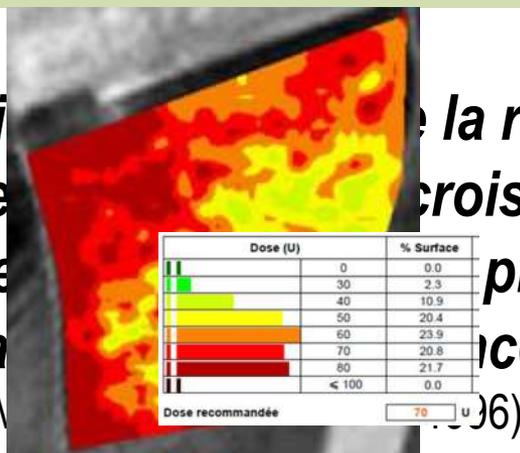
I. Cousin^a, A. Besson^{a,b}, M. Seger^a, G. Giot^a,
G. Richard^{a,c}, D. King^a

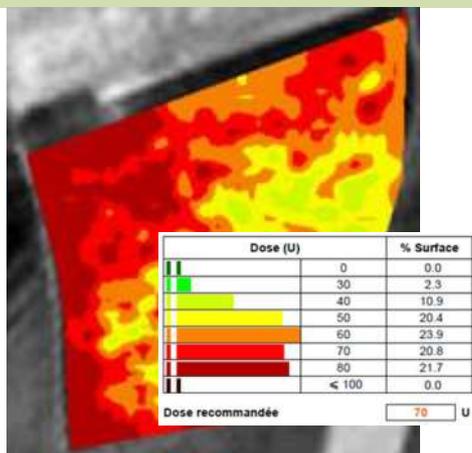
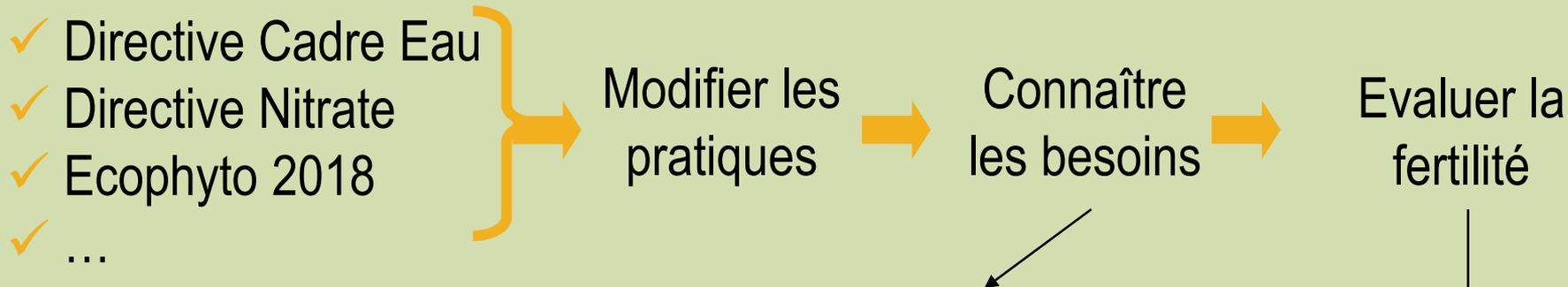
^aINRA UR Sols Orléans, ^bINRA US Infosol Orléans
^cINRA Dépt Environnement et Agronomie Orléans



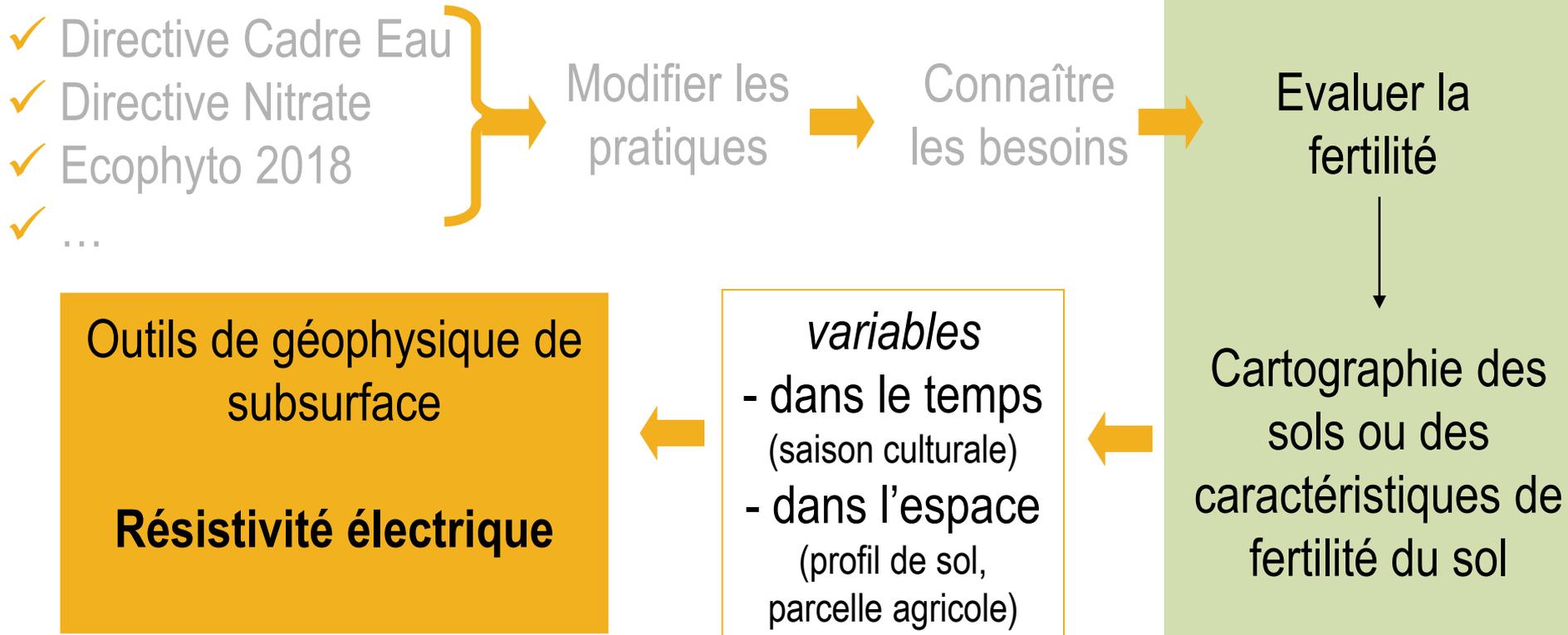


« La fertilité est la façon dont la racine peut bénéficier dans le sol des différents éléments chimiques pour la croissance : chaleur, eau, éléments chimiques, substances organiques... »





Cartographie des
sols ou des
caractéristiques de
fertilité du sol

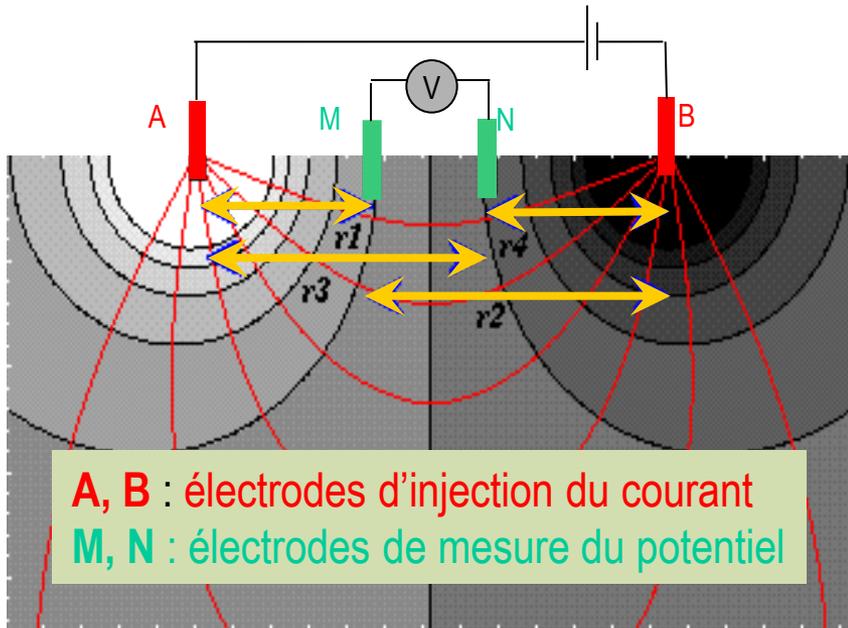


1. Principe et mesure de la résistivité électrique



Définition de la résistivité électrique

La résistivité électrique ρ d'un sol est sa capacité à limiter le passage d'un courant électrique. Elle s'exprime en ohm.mètre ($\Omega.m$).



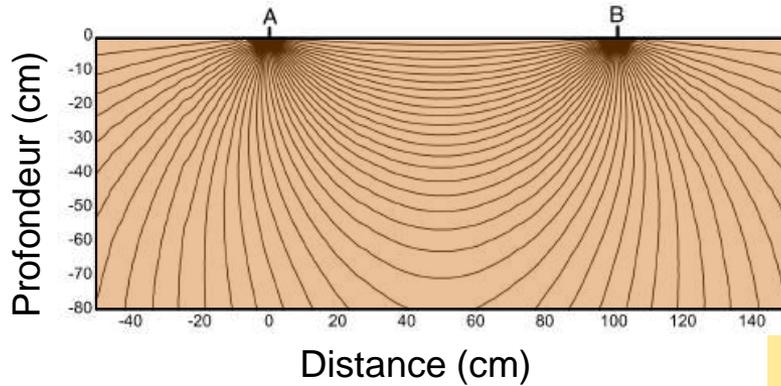
Loi d'ohm :

$$\Delta U = K \cdot \rho \cdot I_{AB}$$

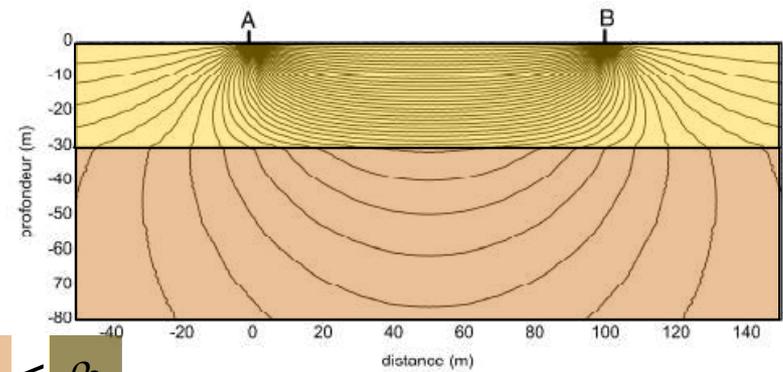
K: coefficient géométrique
⇒ dépend de la disposition
respective des électrodes à la
surface du sol

Variation de la résistivité électrique en fonction du milieu

Milieu homogène

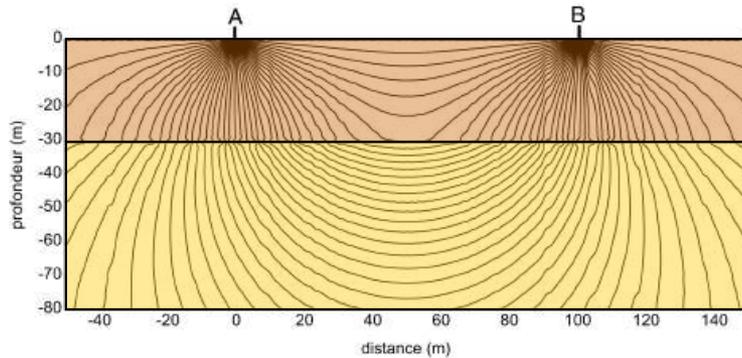


Horizon supérieur moins résistant

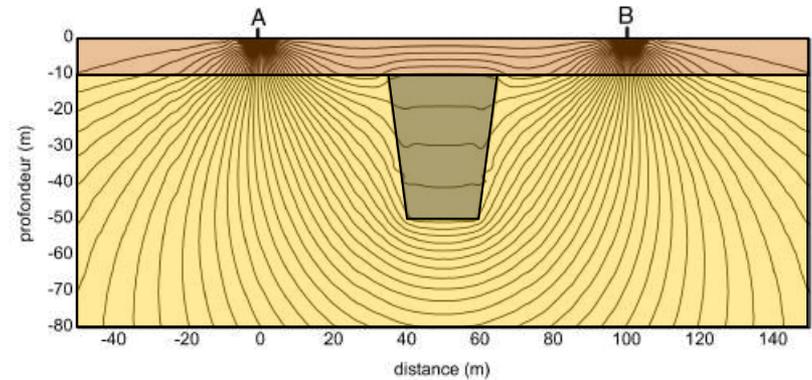


$$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$$

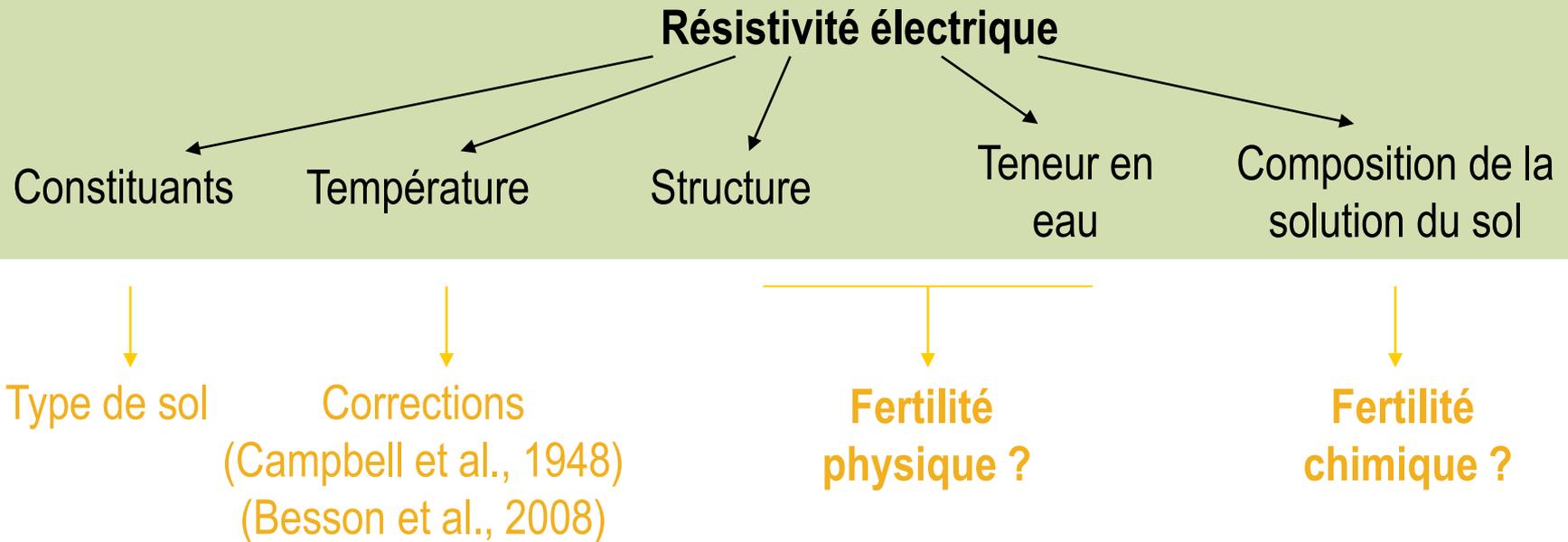
Horizon supérieur plus résistant



Hétérogénéité enfouie locale

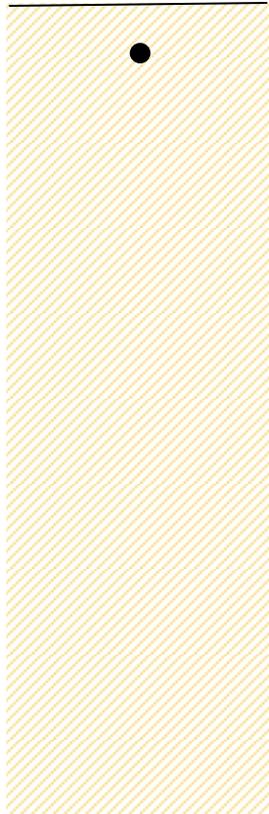


Caractéristiques du sol influant le signal de résistivité électrique

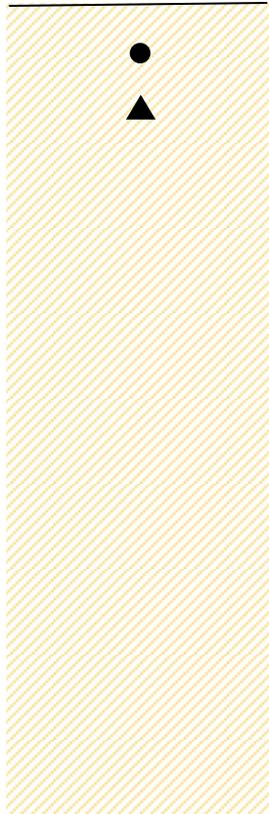


Méthodes de prospection (1/4)

Sondage électrique



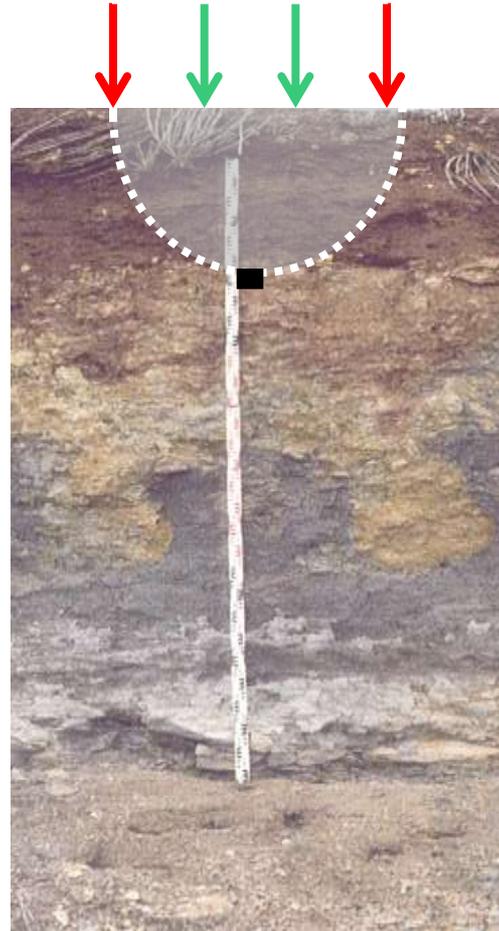
Sondage électrique



Sondage électrique

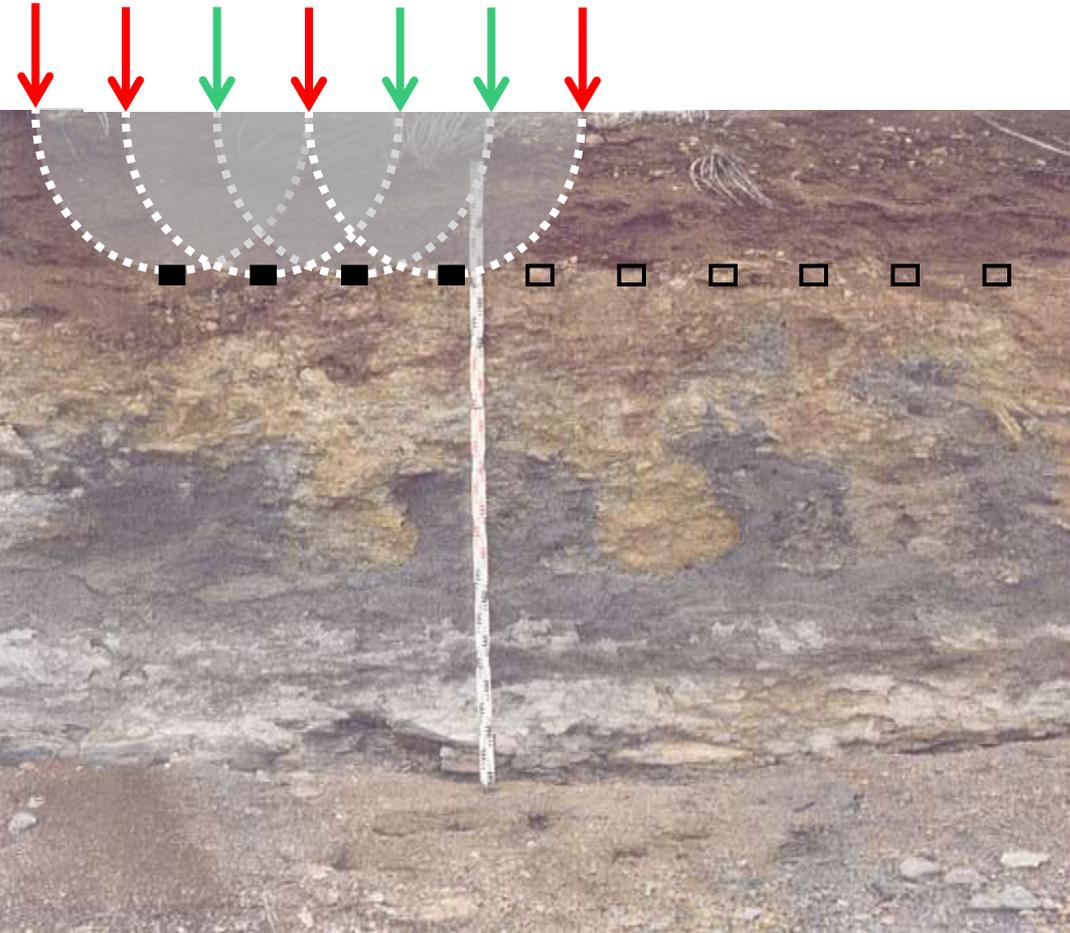


Variations **verticales** de la résistivité apparente **en un point** de l'espace



- **Epaisseur** des horizons
- **Profondeur** d'apparition de la roche-mère

Traîné électrique



Variations *latérales* de la
résistivité apparente *en*
plusieurs points de
l'espace

👉 Variabilité spatiale à
une pseudo-profondeur
donnée

Panneau électrique

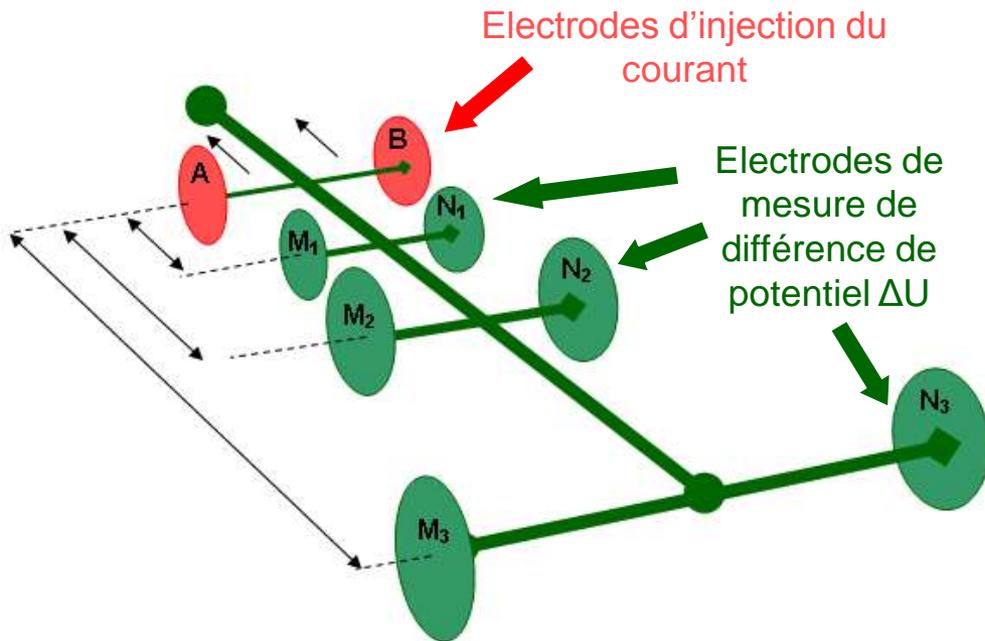
Variations *latérales* et
verticales de la
résistivité apparente

- Description d'un **profil de sol à forte variabilité latérale**
- Description de la variabilité de la **structure de la couche cultivée**

...

MuCEP

Multi-continuous Electrical Profiling

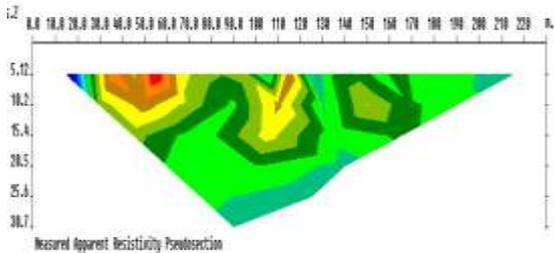
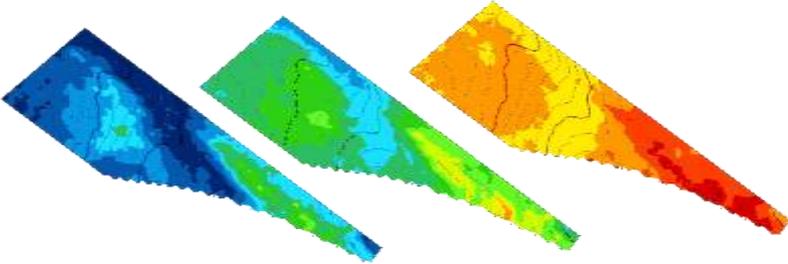
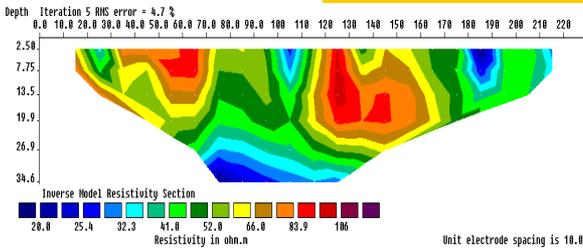
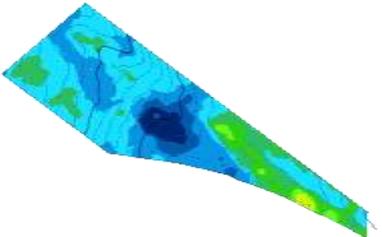


ARP

Automatic Resistivity Profiler



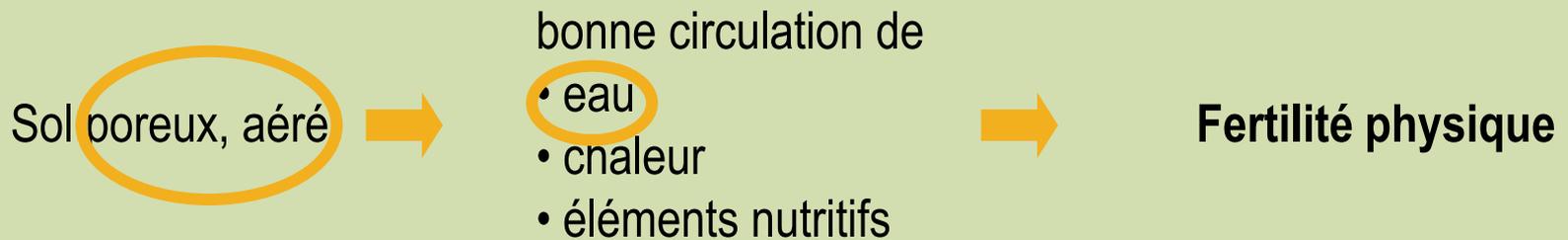
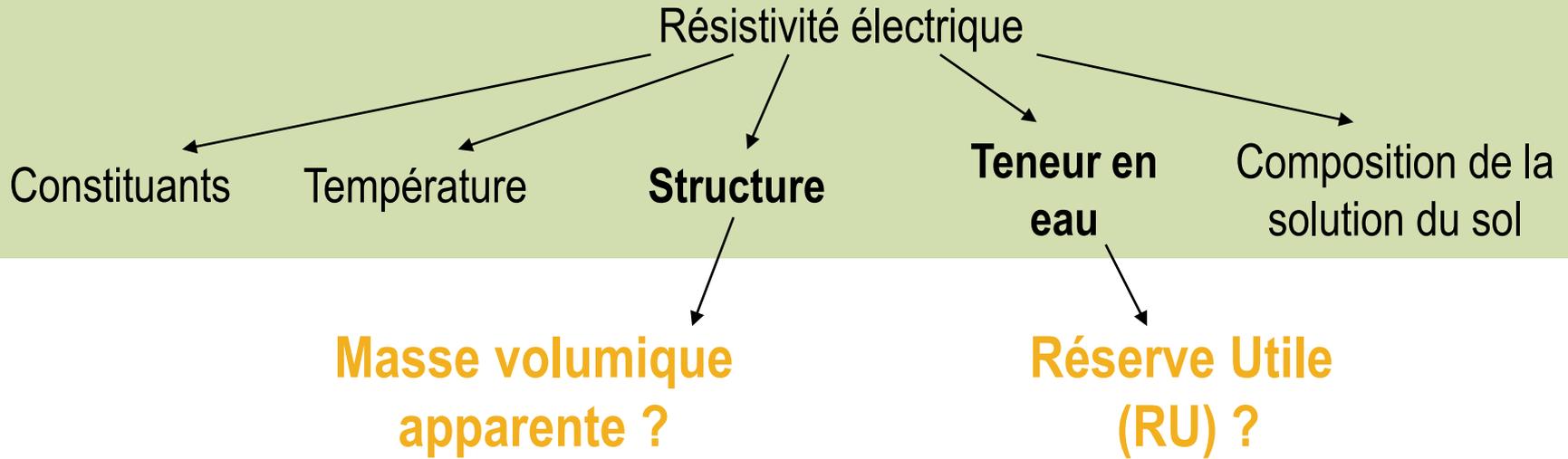
www.geocarta.net

	Panneau électrique	MuCEP
Méthode de mesure		
Résistivité apparente		
Résistivité « inversée » « vraie »		

Modèle / inversion

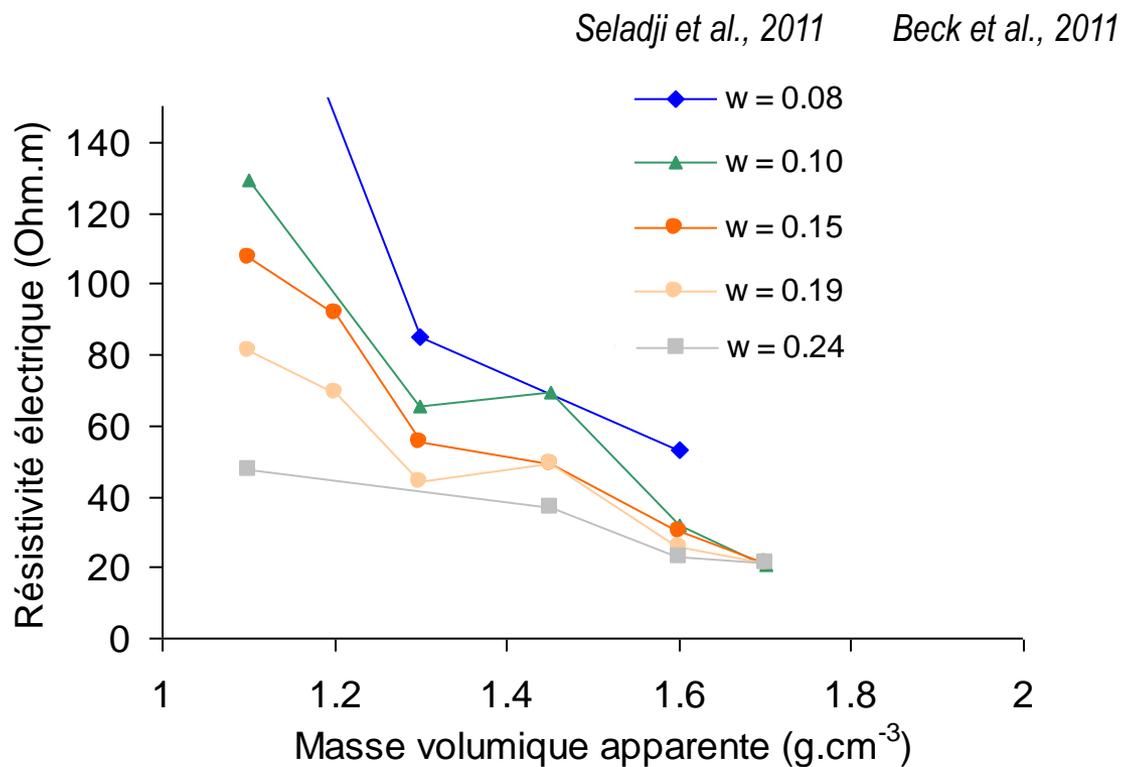
2. Résistivité électrique et fertilité physique



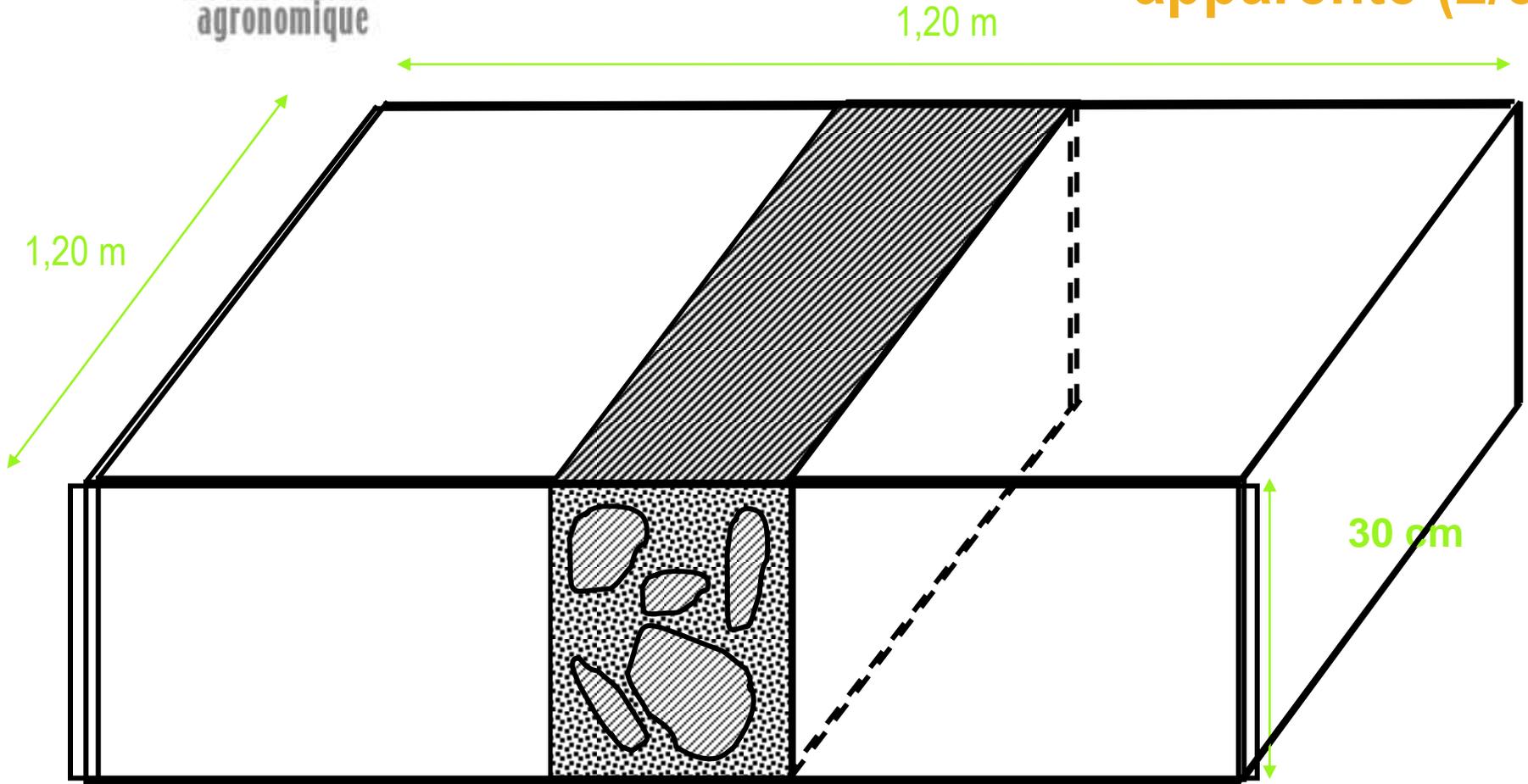


Estimation de la masse volumique apparente (1/3)

Au laboratoire



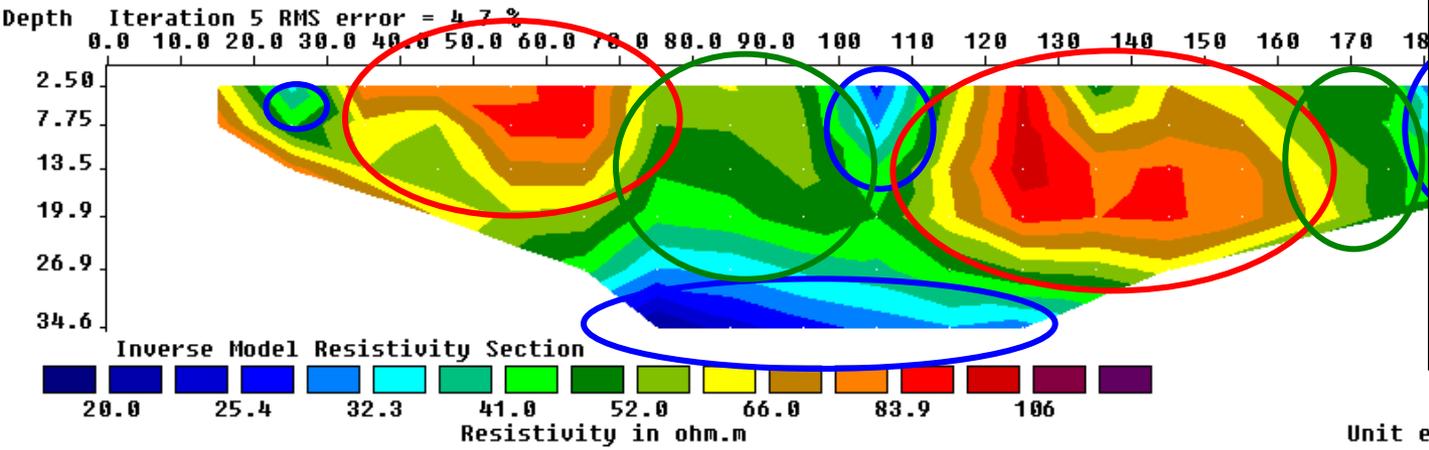
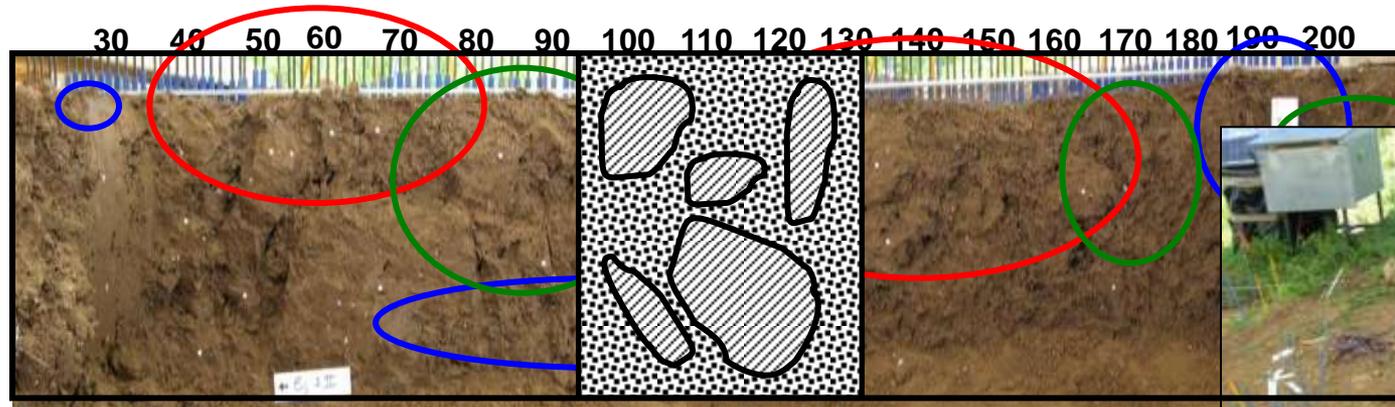
Estimation de la masse volumique apparente (2/3)



Sur le terrain en
conditions contrôlées

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

Estimation de la masse volumique apparente (2/3)

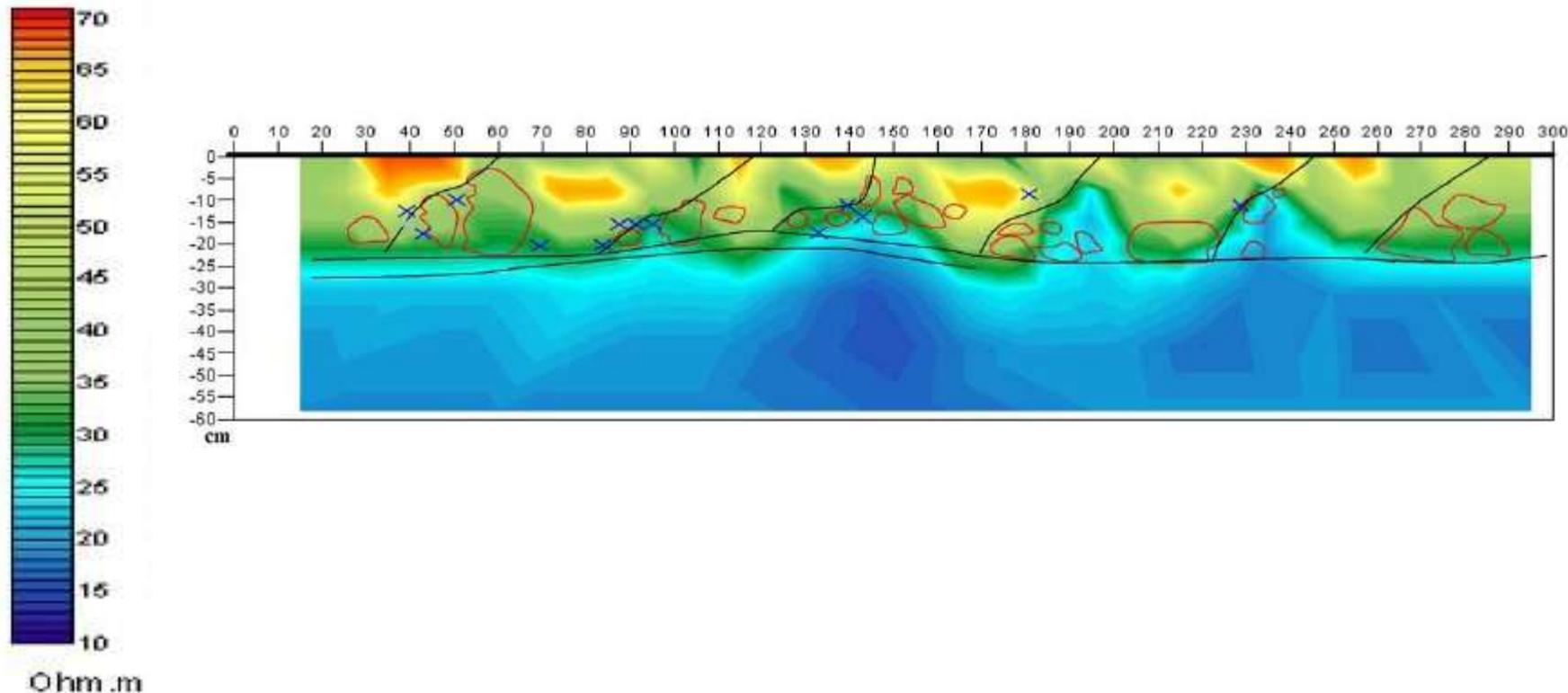


Unit electrode spacing is 10.0 cm

Sur le terrain en
conditions contrôlées

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



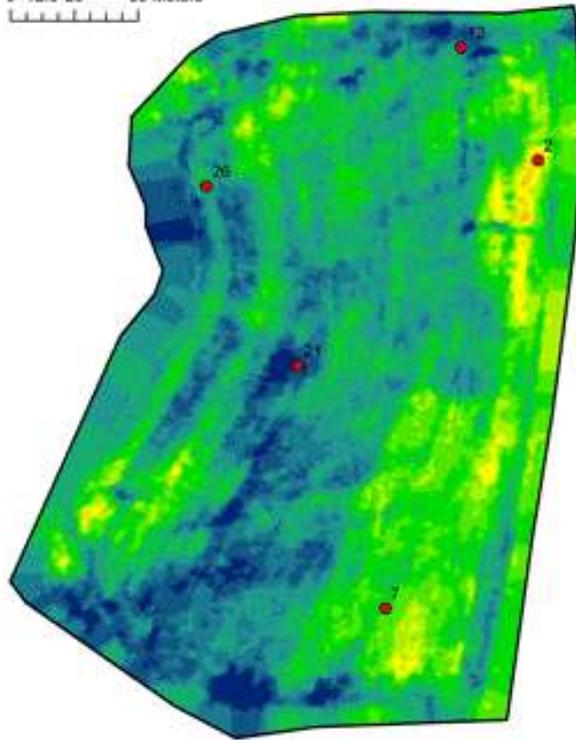


Sur le terrain en
conditions réelles

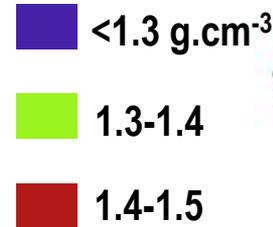
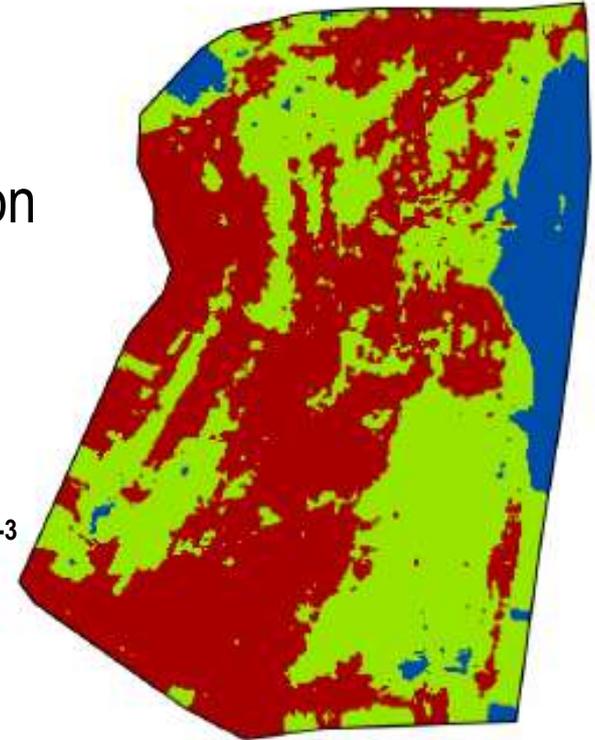
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



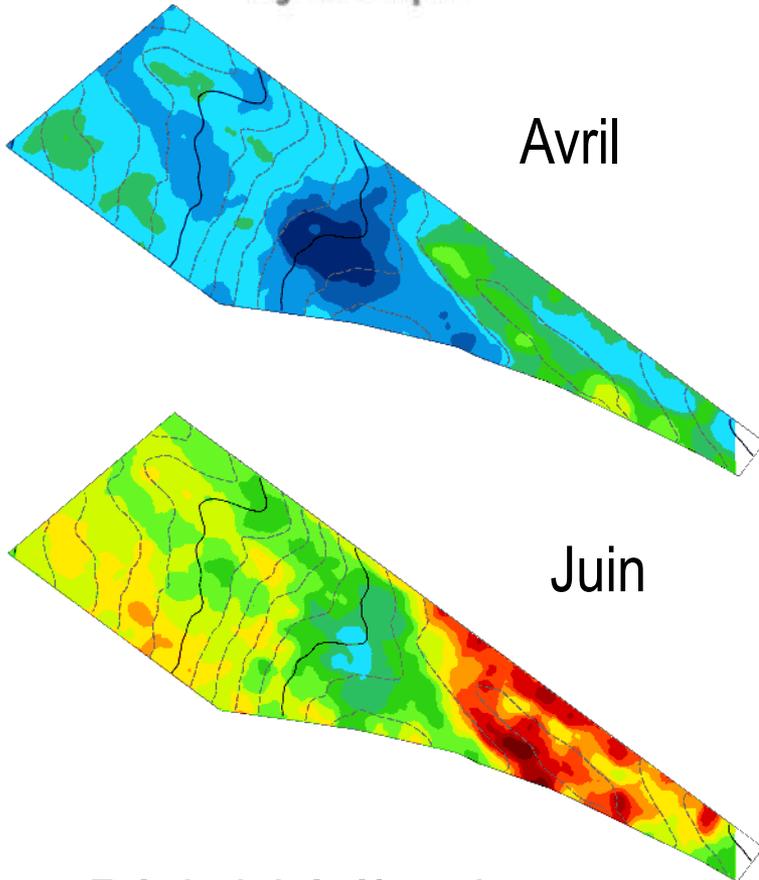
Estimation de la masse volumique apparente (1/3)



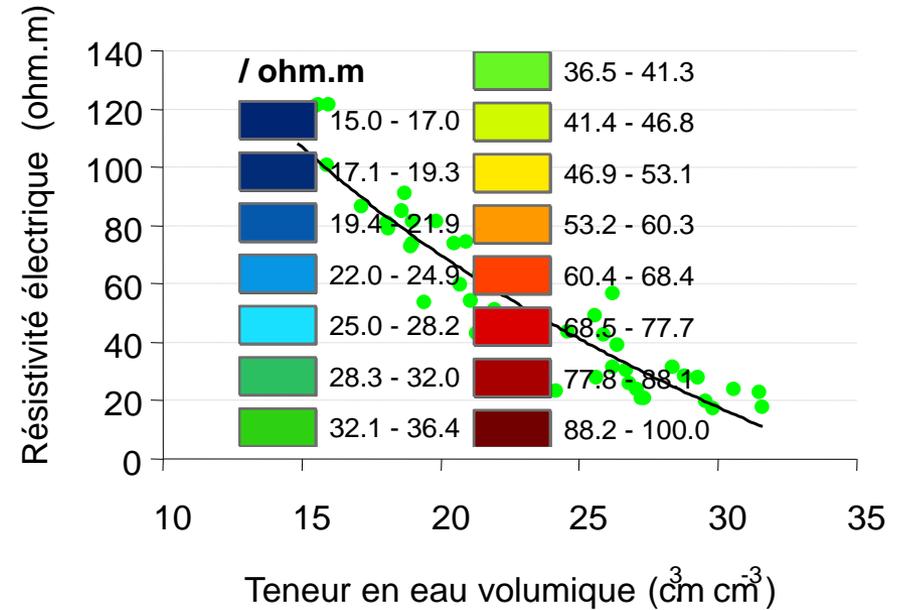
Calibration / modélisation



Electrical resistivity Ohm.m	223 - 245	400 - 440
 151 - 169	 246 - 270	 441 - 485
 170 - 185	 271 - 297	 486 - 535
 186 - 201	 298 - 328	 536 - 589
 202 - 222	 329 - 362	 590 - 650
	 363 - 399	

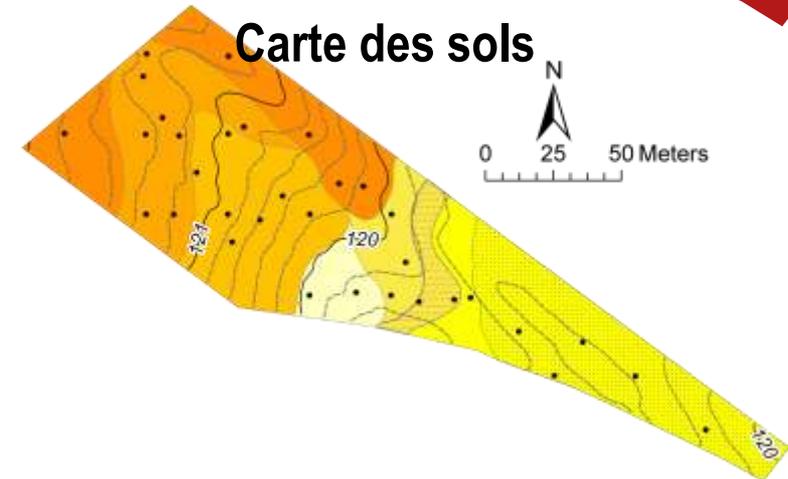
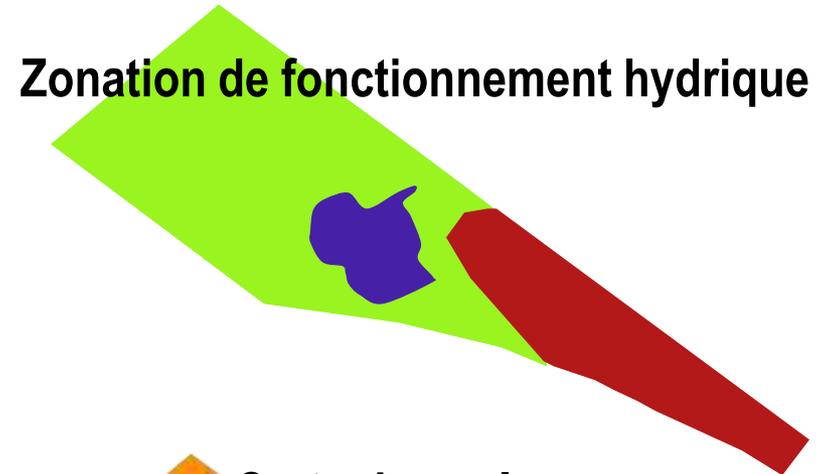
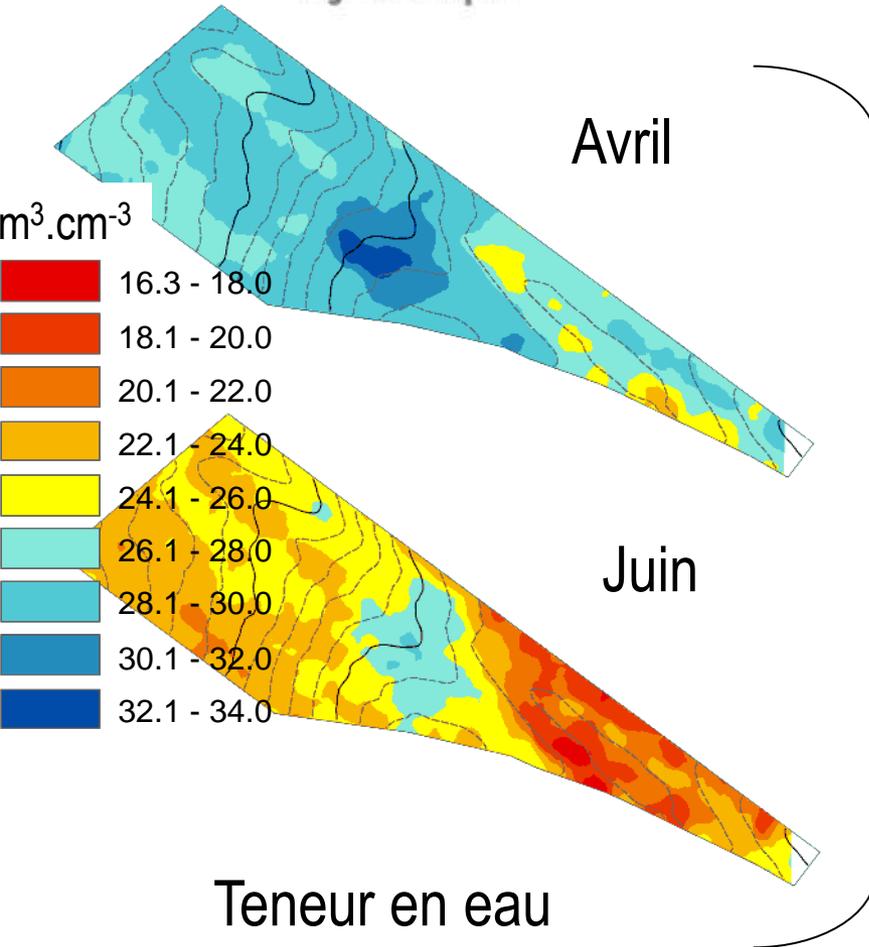


Résistivité électrique



50 m

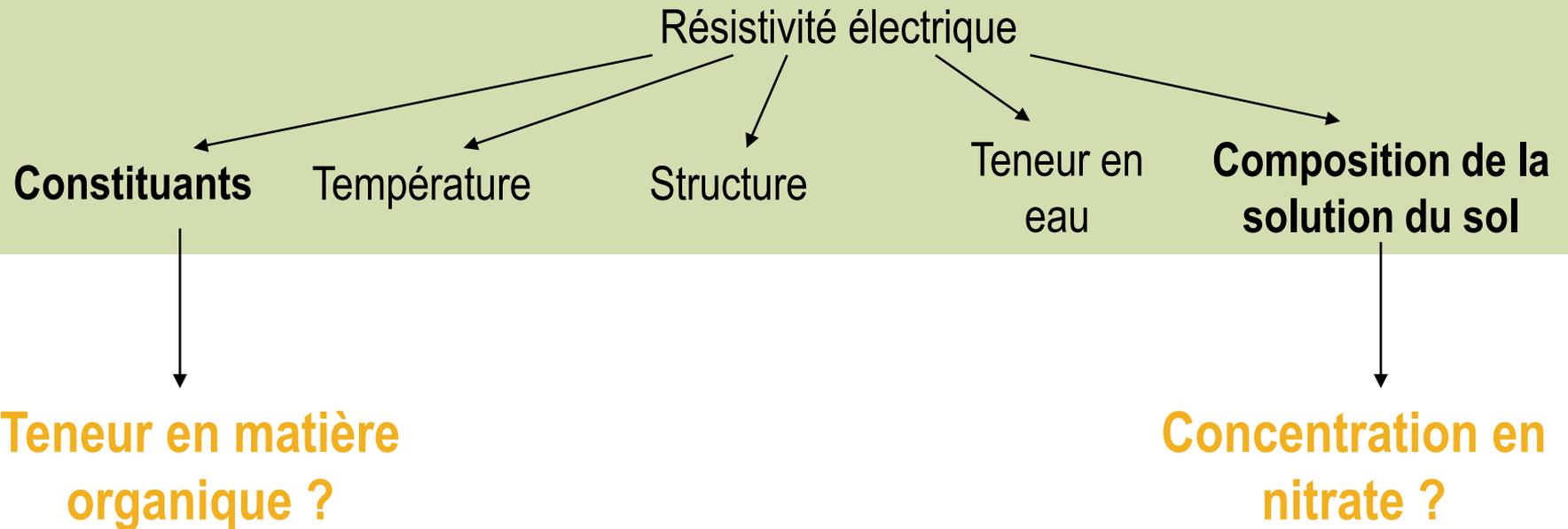
Estimation de la réserve utile ?

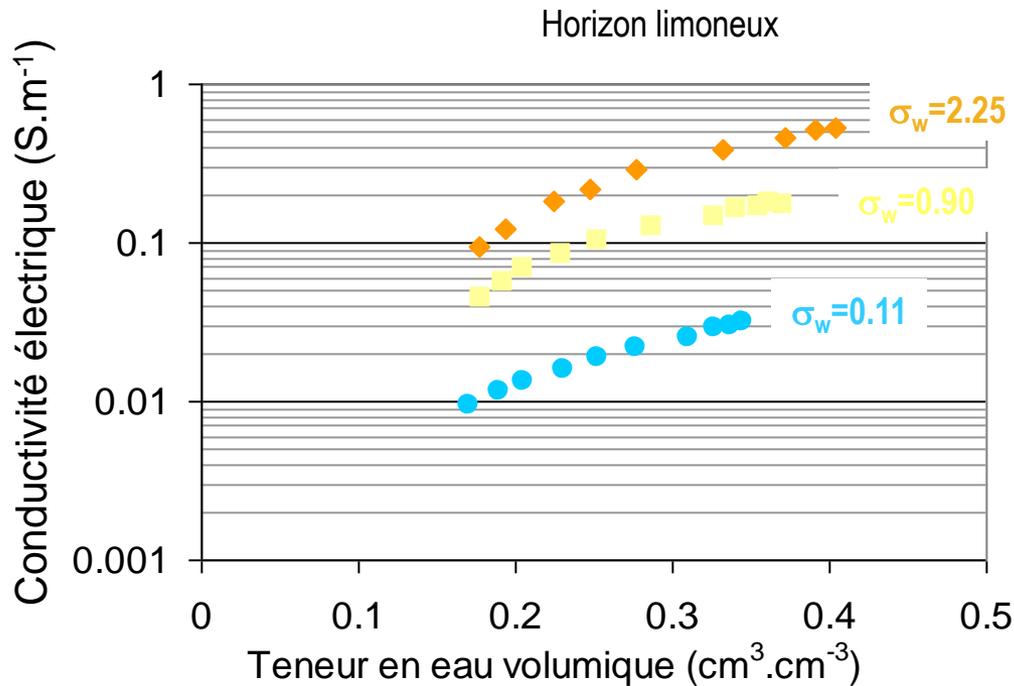


50 m

3. Résistivité électrique et fertilité chimique

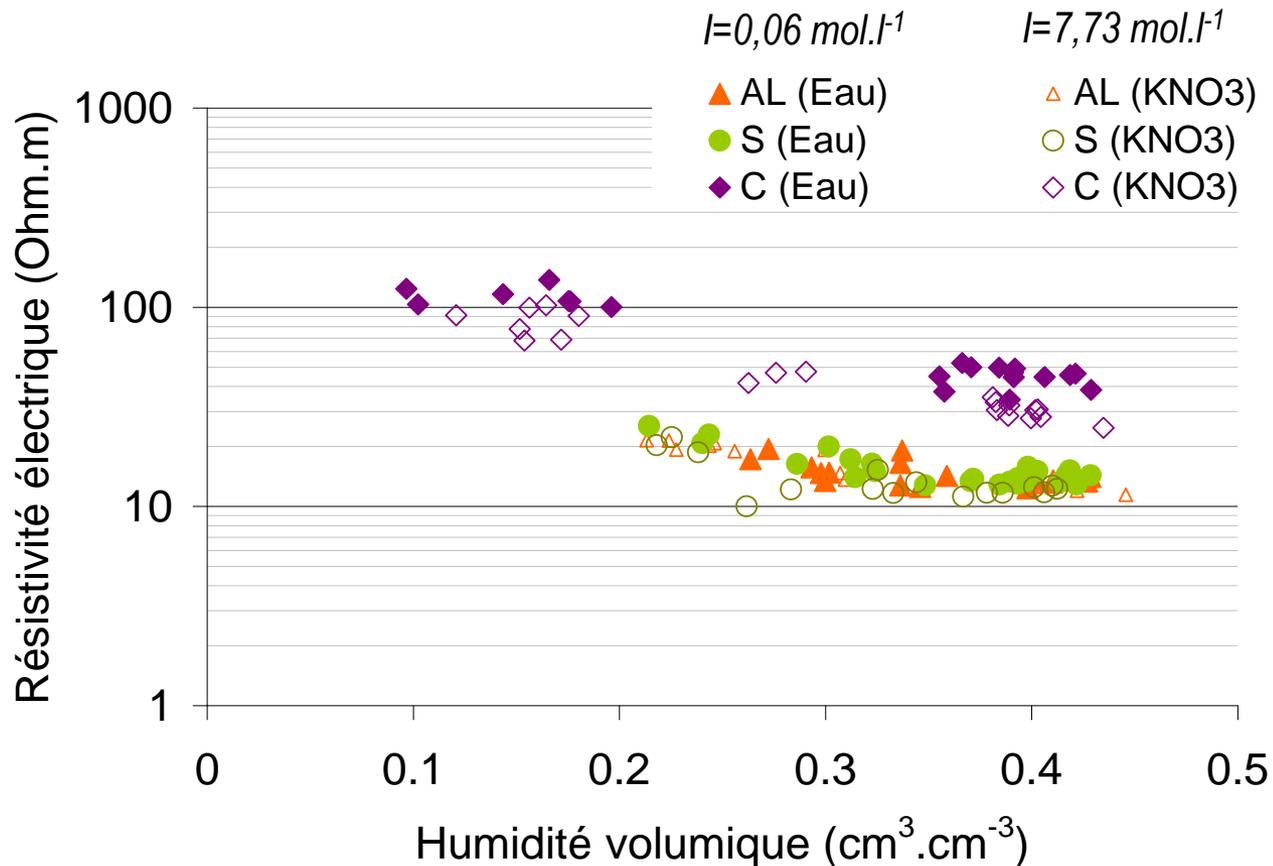




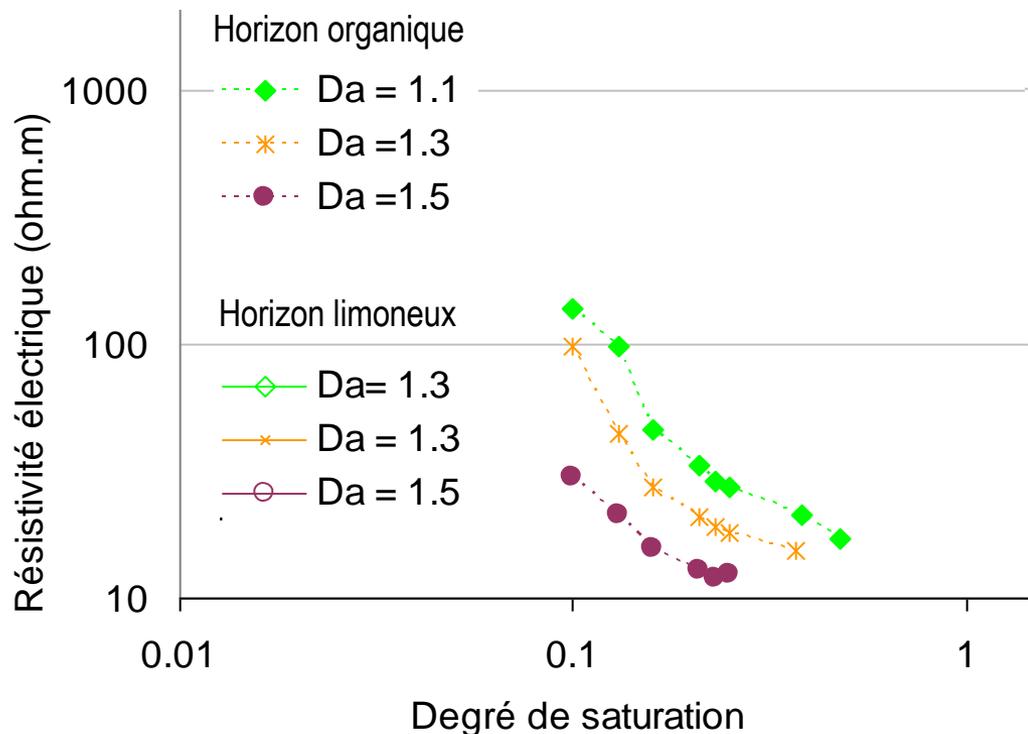


- Caractérisation des sols salés depuis... 1899 !
- Effet de la concentration sur la conductivité électrique

- Trois horizons non perturbés
- N : 100kg.ha⁻¹



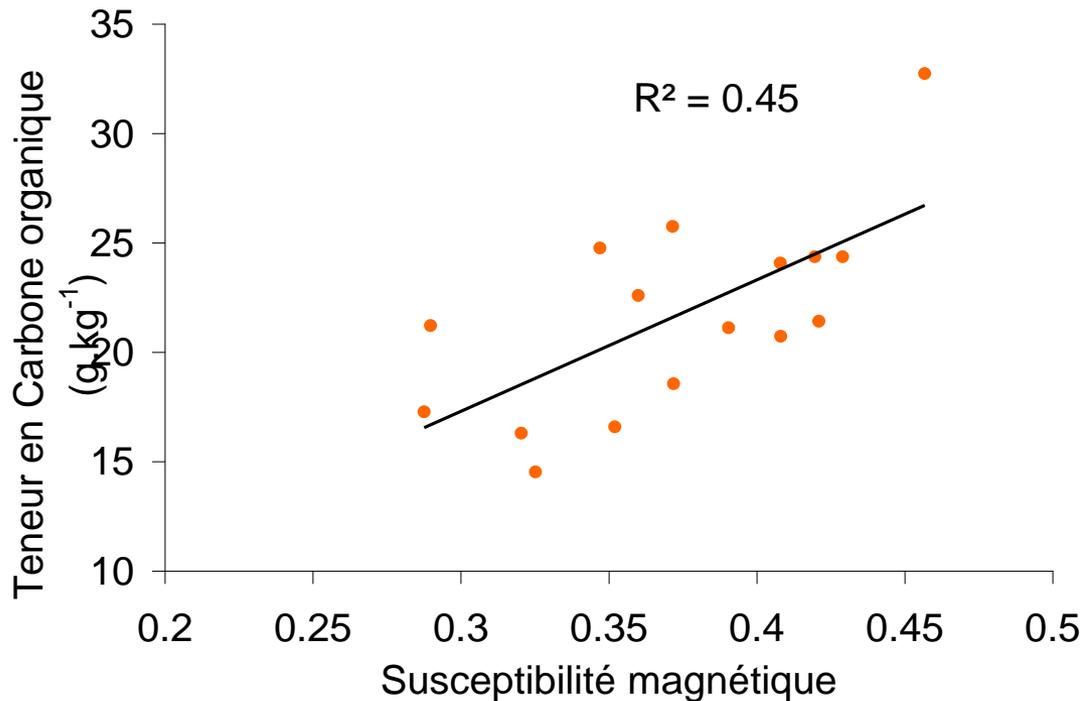
Teneur en matière organique et résistivité électrique



➤ Forte influence de la teneur en matière organique sur le signal de résistivité

➤ Des investigations supplémentaires nécessaires ...

Teneur en matière organique et propriétés magnétiques



de premiers résultats
encourageants

Des investigations
supplémentaires en cours sur
les échantillons du RMQS...

- Caractérisation de la masse volumique à l'échelle très locale (profil cultural) possible mais plus délicate à l'échelle parcellaire
- Identification de zones de fonctionnement homogènes, que l'on peut ensuite échantillonner pour caractériser la RU
- Méthodologie à parfaire pour la caractérisation de la fertilité chimique
- Aide à la cartographie des sols et de certaines de ses caractéristiques (éléments grossiers)



➤ Avantages de la méthode

- ✓ non destructive
- ✓ sans résolution spatiale
- ✓ imagerie 3D possible

➤ Les limites

- ✓ démêler structure et teneur en eau
- ✓ choix de la configuration et de l'outil d'inversion
- ✓ contact des électrodes avec le sol
- ✓ résolution diminue avec la profondeur

➤ Des données de terrain restent nécessaires !