

De la nécessité d'une connaissance de la distribution des sols et de leurs propriétés dans l'espace

Evolutions thématiques et scientifiques majeures des dernières décennies

Dominique Arrouays - INRA InfoSol, Orléans

Christian Walter – UMR SAS, Agrocampus-Ouest, Rennes

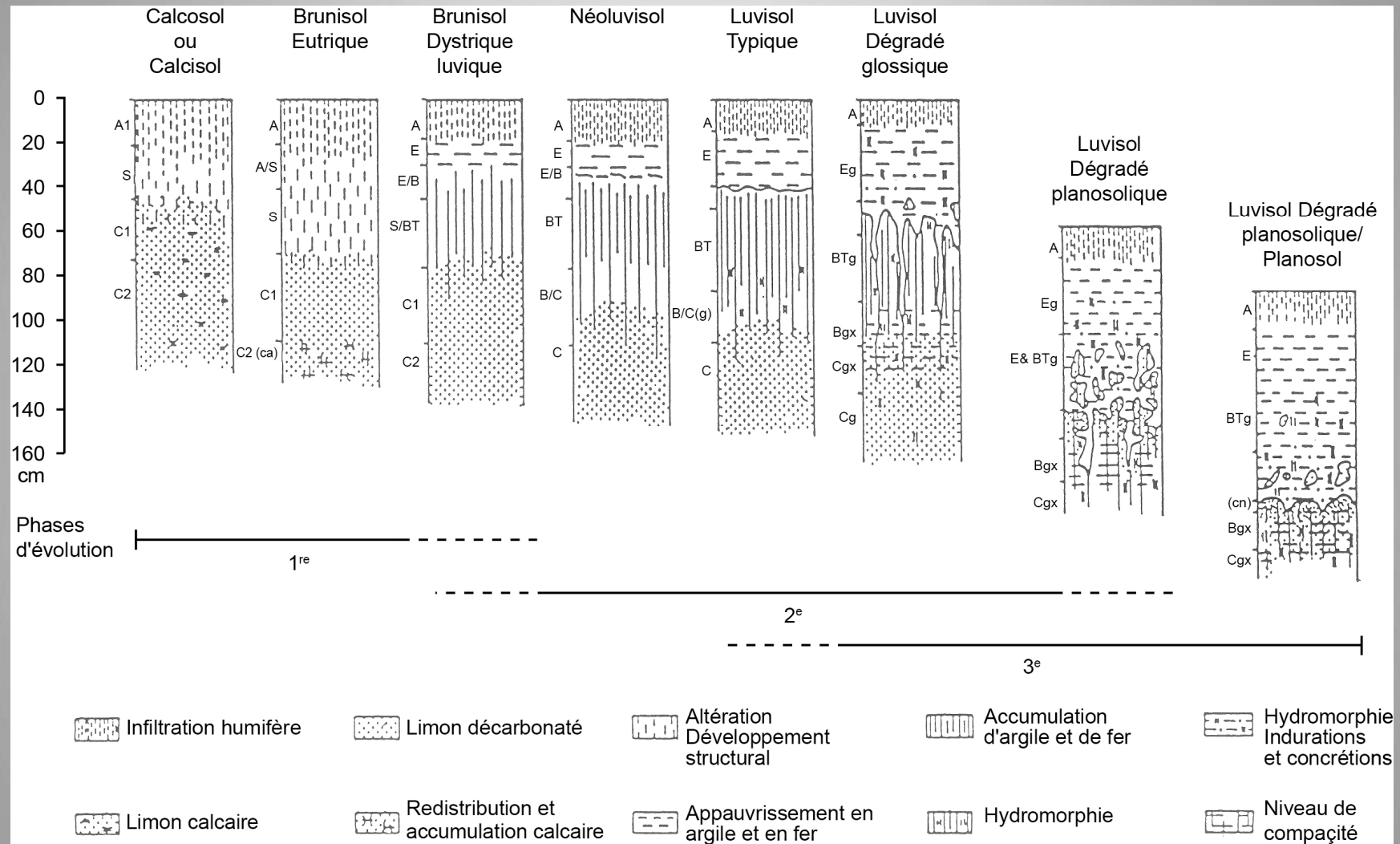


La naissance de la pédologie est spatiale (Dokuchaev, 1900)



(Dokuchaev, 1900)

C'est en parcourant l'espace que l'on comprend le temps



Jamagne, 1973

Enjeux

Politique

1960

Nourrir/produire

PAC

1980

Gérer l'espace

Plans d'aménagement

Garantir les prix

Quotas/gel des terres

1990

Changement climatique

Protocole de Kyoto, conventions de Rio

Environnement

Mesures agro-environnementales
Eco-conditionnalité

2000

Protéger la biodiversité et les
Services éco-systémiques

Millenum Ecosystem Assessment

2010

Nourrir la planète durablement

RIO+20

Vers une politique mondiale
pour les sols

Global Soil Partnership (ONU-FAO)

2016...



Cartographie

Sauts technologiques

1960

**Cartographie conventionnelle
peu harmonisée**

**Normes/manuels
Classification**

1970

Carte pédologique de France

**Harmonisation
Télédétection**

1980

Bases de données ponctuelles

**Informatisation
Classification supervisée
Géostatistique**

1990

**Des cartes aux bases de données
multi-échelle - IGCS
BD Européenne**

**SIG
DoneSol
MNT
BDGSE**

2000

**Cartographie numérique
Prédictions spatio-temporelles**

**Données numériques en masse
Puissance de calcul
Modèle SCORPAN**

2010

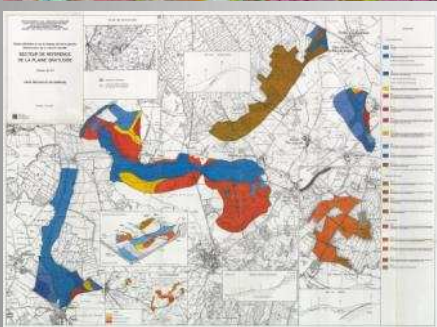
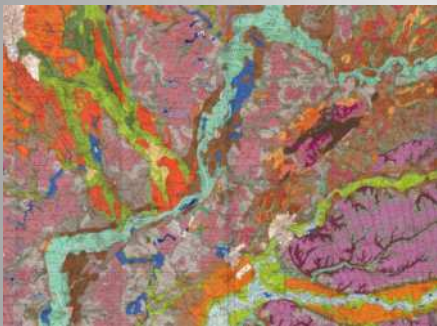
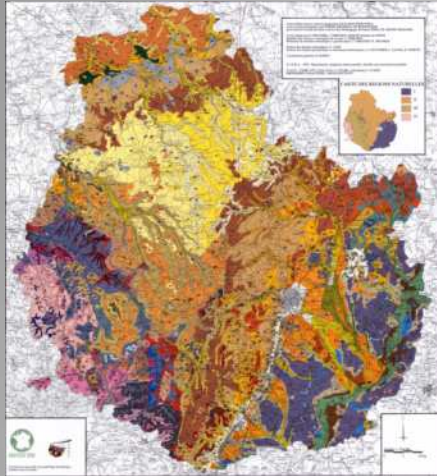
GlobalSoilMap

**Développements de modèles
partagés – modèles « ensemble »**

2016...



IGCS - un programme multi-échelle



D
O
N
E
S
O
L

Référentiel
Régional
Pédologique
RRP

1/250 000

Aide à la décision au niveau national,
régional et départemental (zonage des
zones défavorisées simples...)

Connaissance
Pédologique
de la France
CPF

1/100 000 au 1/50 000

Utilisation sur des communes, sur des
bassins-versants, délimitations de
terroirs

Secteurs de
Référence
SR

1/10 000

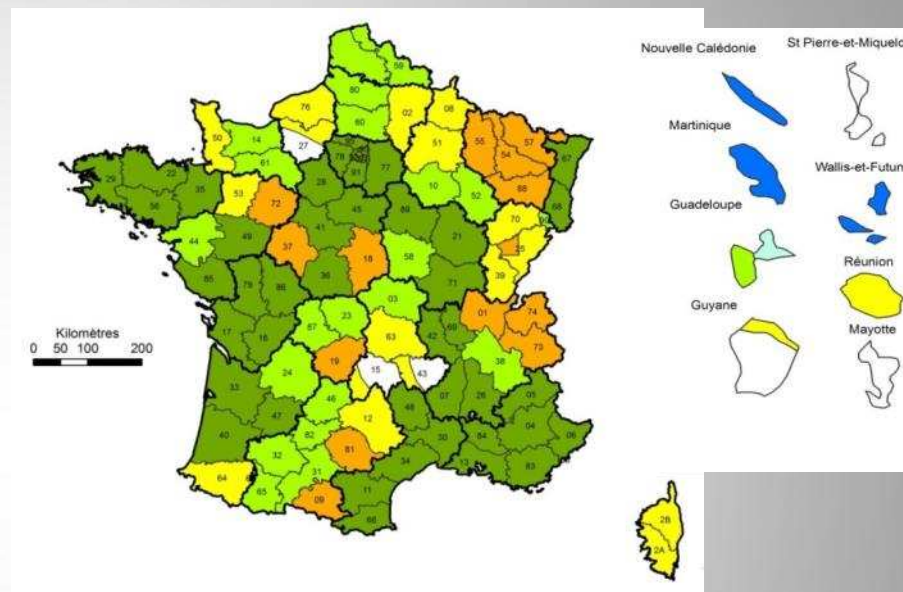
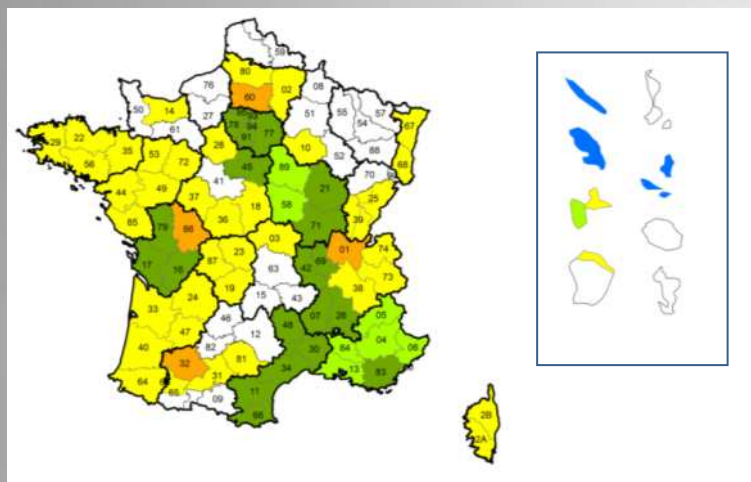
Acquisition de références
transférables aux échelles de
l'exploitation et de la parcelle

Référentiel régional pédologique (1/250 000^e)

2010



2015

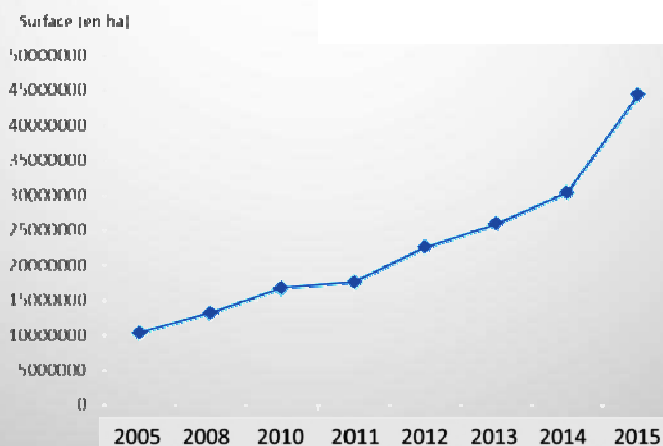


Informations au format DONESOL

- Pas de programme 1/250 000
- RRP en cours de constitution
- Levés et informatisation DoneSol terminés
- RRP corrigés et vérifiés
- RRP labellisés

Informations au format VALSOL

- Informatisation en cours
- Informatisation terminée

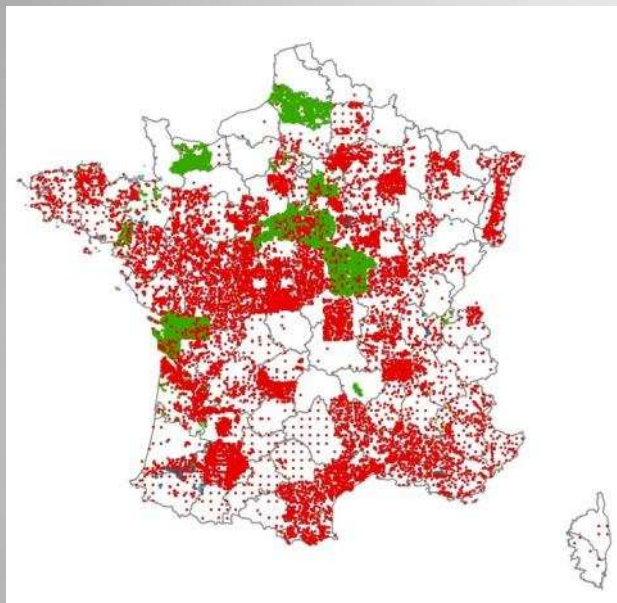


- Forte accélération
- 80% du territoire métropolitain couvert
- Finalisation prochaine

InfoSol. 2015.

Capitaliser les données nouvelles et anciennes

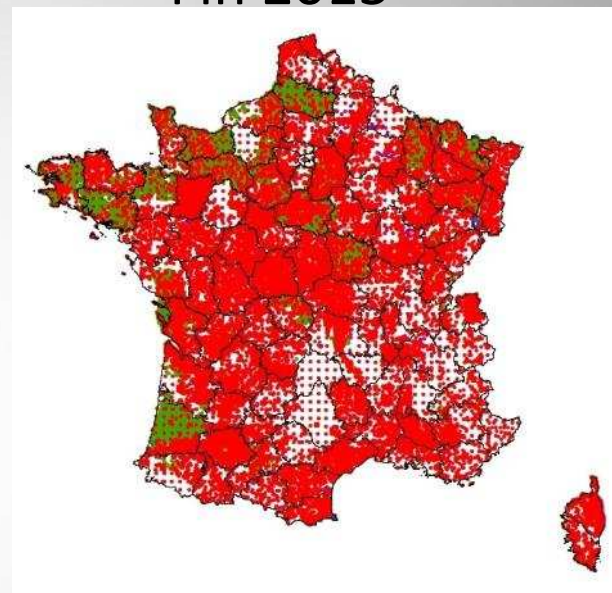
Fin 2009



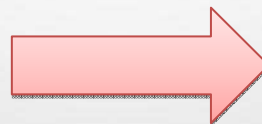
76 400 données dont :
23 048 profils (rouge)
43 753 sondages (vert)



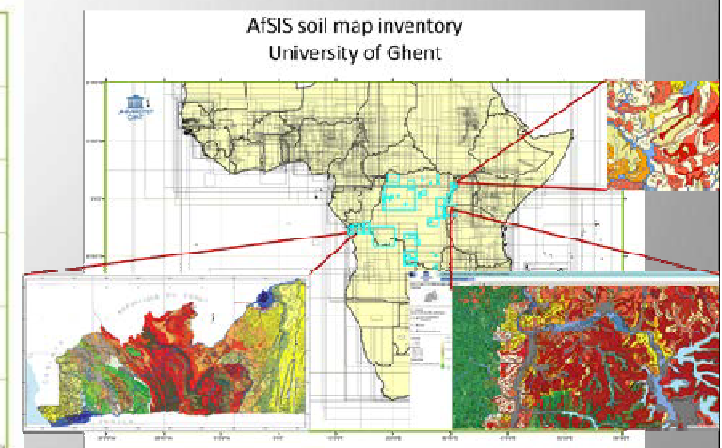
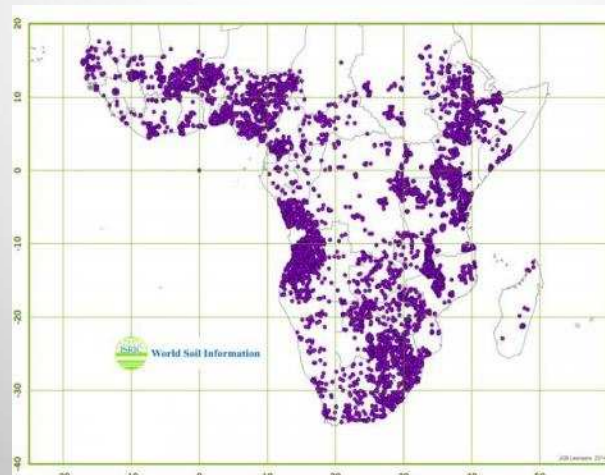
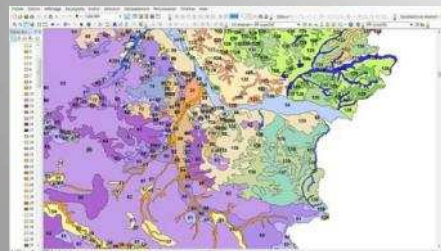
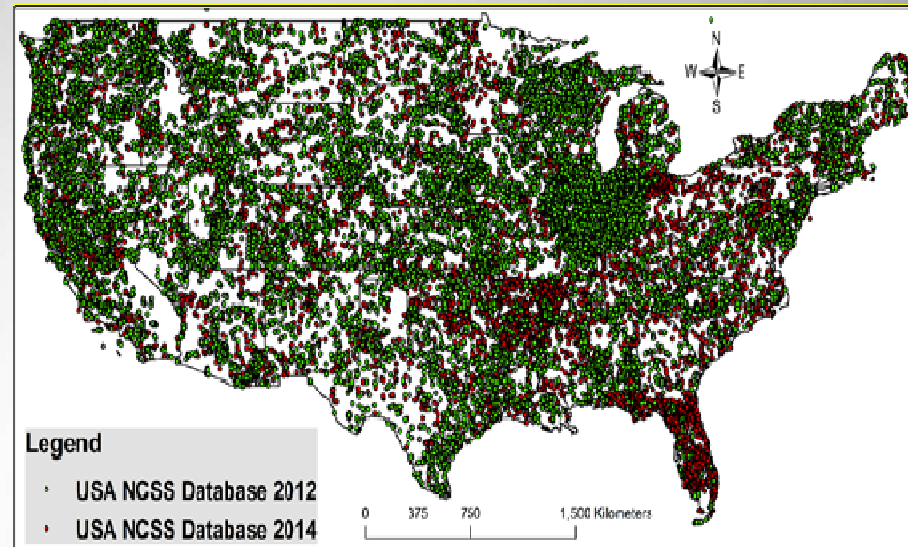
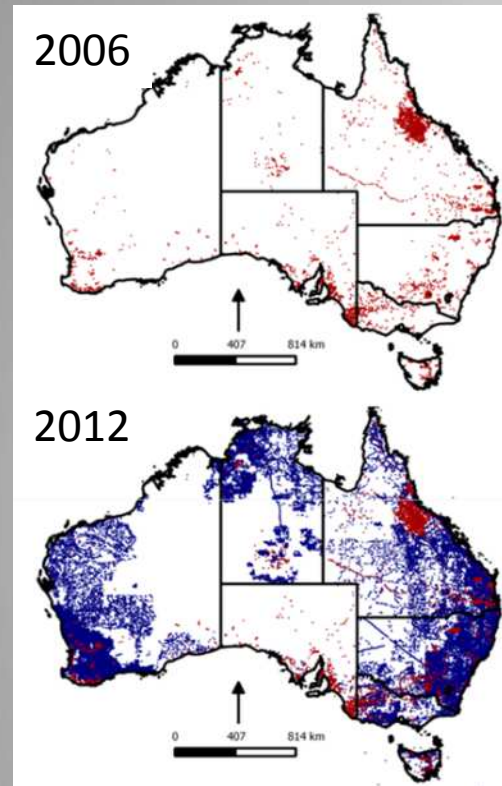
Fin 2015



160 103 données dont :
61 758 profils (rouge)
87 583 sondages (vert)

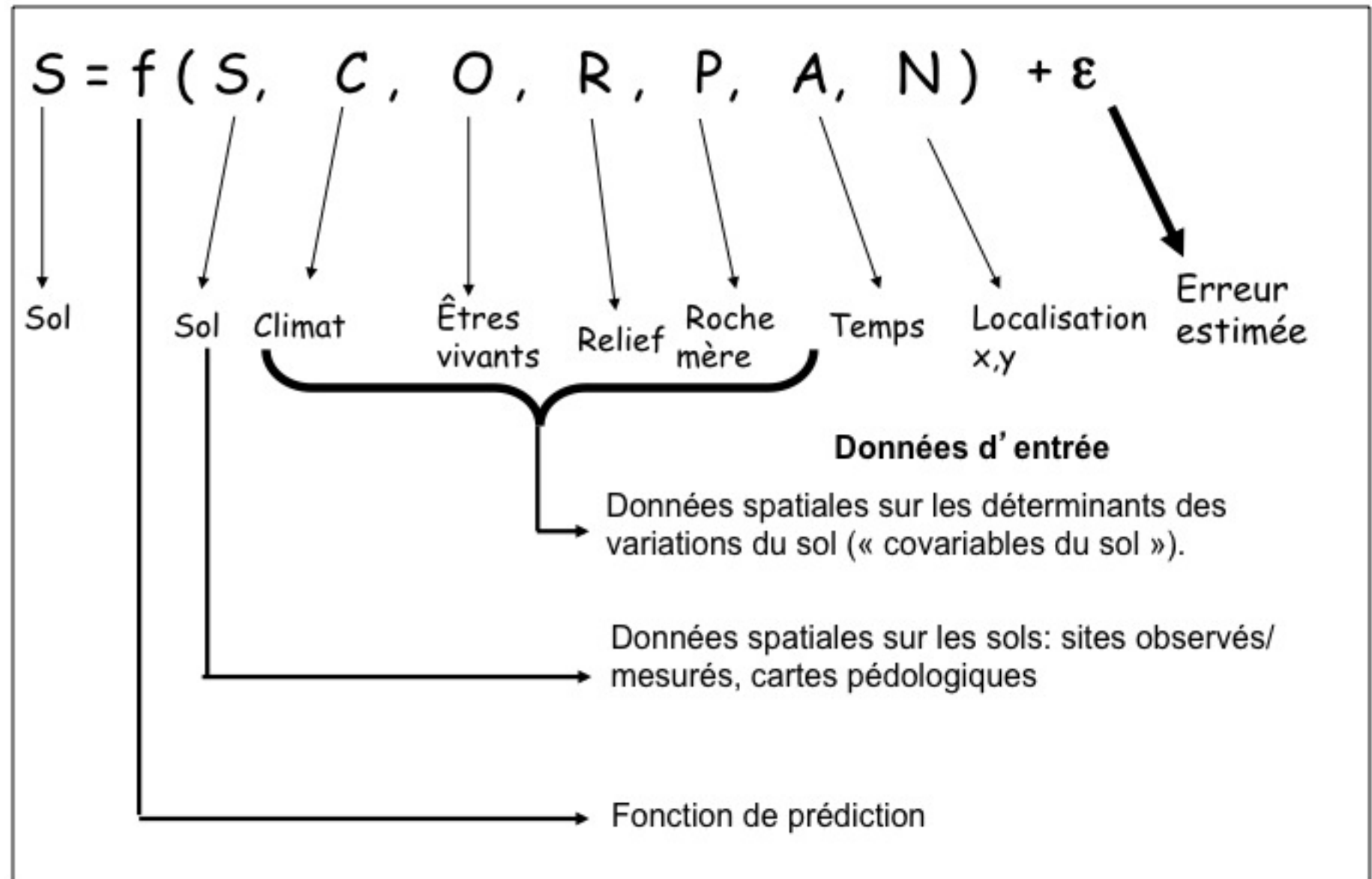


Un effort mondial de sauvetage des données



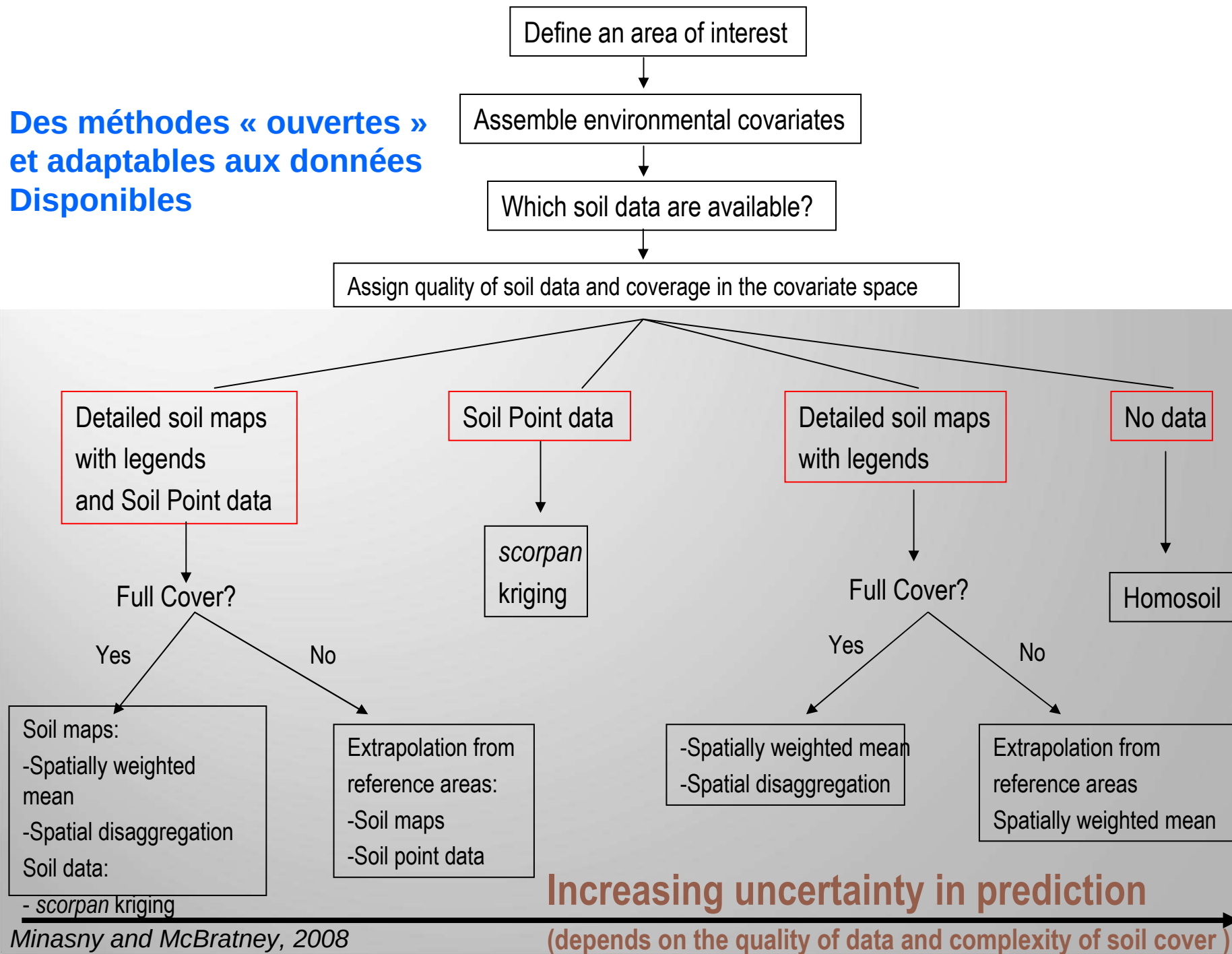
Arrouays & Leenaars. 2015. Data rescue in geosciences award honorable mention

Vers la cartographie numérique, le modèle SCORPAN



In Lagacherie et al. Etude et Gestion des Sols 2013, d'après McBratney et al, 2003, Geoderma

**Des méthodes « ouvertes »
et adaptables aux données
Disponibles**



- scorpan kriging

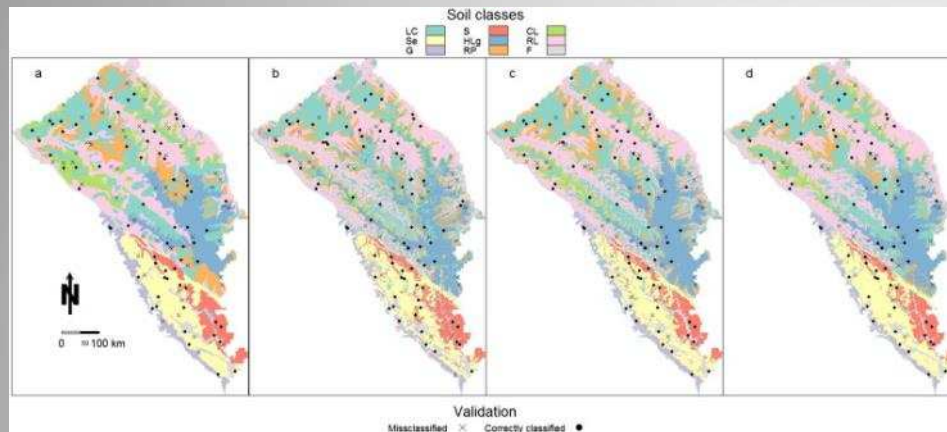
Minasny and McBratney, 2008

Increasing uncertainty in prediction

(depends on the quality of data and complexity of soil cover)

La cartographie numérique pour...

Prédire des unités de sol ou des paysages pédologiques



Nord de la Seine Maritime

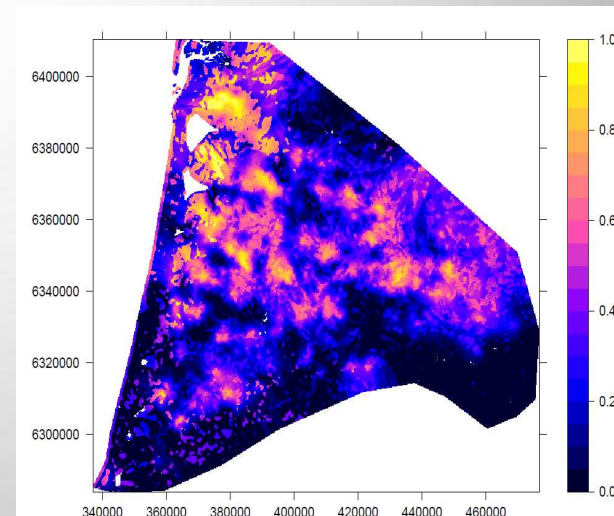
Collard et al. 2014. Geoderma Regional

Prédire des horizons diagnostiques

Sud des Landes de Gascogne

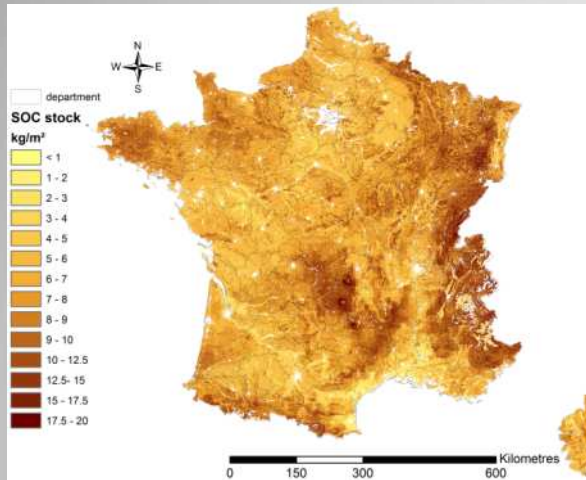
Probabilité d'occurrence de l'aliol

Richer de Forges et al. 2014. Soumis



La cartographie numérique pour...

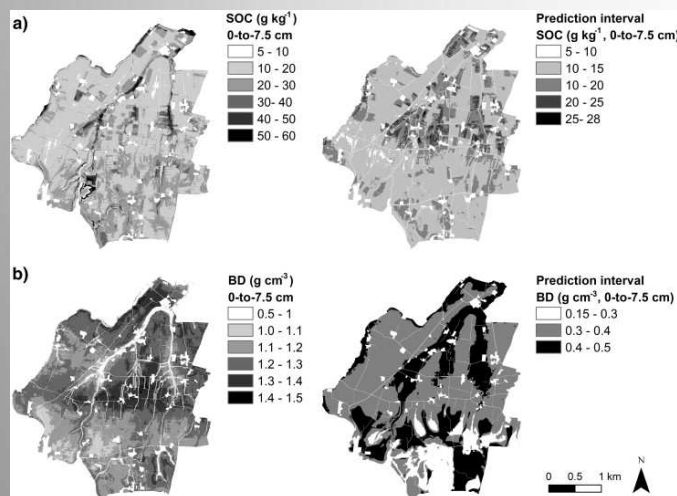
Prédire des propriétés



Stock de carbone organique

Meersmans et al. 2012. Agronomy for Sustainable Development

Prédire des propriétés et leurs incertitudes



Stock de carbone organique et masse volumique apparente assortis de leurs incertitudes

Lacoste et al. 2014. Geoderma

Vers une base de données mondiale des propriétés des sols ?

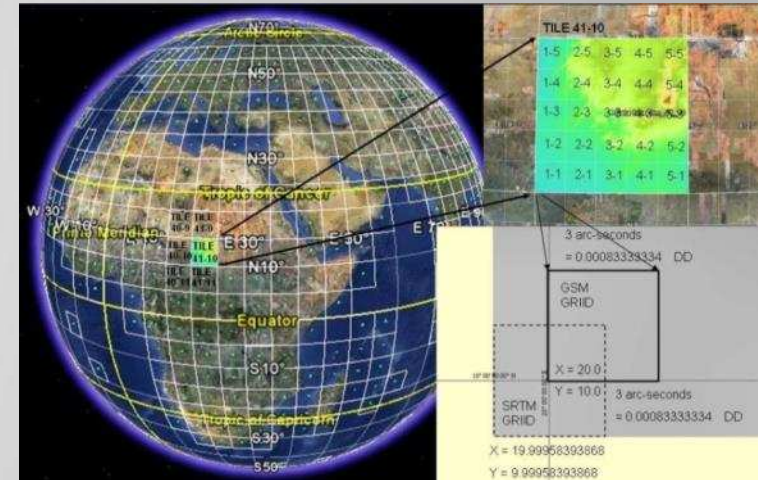


Quel est le projet ?

- ▣ **Délivrer une base de données numériques de propriétés des sols du monde au pas de 90x90-m, assorties de leurs incertitudes, librement téléchargeable.**

Le “produit”

- ▣ Calé sur la grille SRTM -90-m
- ▣ Monde entier
- ▣ 18 milliards de points et de blocs
- ▣ (66,5 M en France)
- ▣ Prédiction ponctuelle et par cellule
- ▣ Des propriétés quantifiées
- ▣ Essentielles à la modélisation dans l'espace et le temps
- ▣ Evolutif avec l'intégration de nouvelles données ou de nouvelles méthodes
- ▣ Plus facile à harmoniser que les cartes conventionnelles
- ▣ Facile à croiser avec d'autres sources d'information spatiale



Les données obligatoires

- ▣ Argile, Limons, Sables, Eléments grossiers
- ▣ Carbone organique (teneur)
- ▣ pH
- ▣ CEC
- ▣ Profondeur totale
- ▣ Profondeur effective (d'enracinement)
- ▣ Masse volumique de la terre fine
- ▣ Masse volumique totale
- ▣ Réservoir en eau utilisable

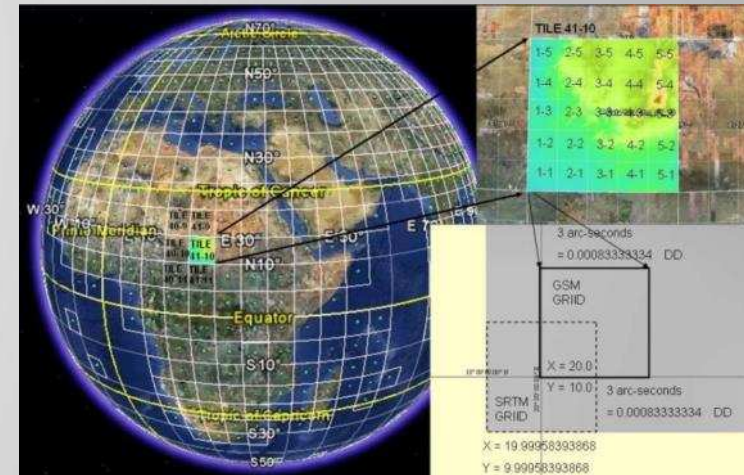
- ▣ Liste non limitative

- ▣ Autres candidats fréquemment cités : conductivité électrique, phosphore, type d'horizon diagnostique ou type de sol WRB ou ST.

- ▣ Prédictions moyennes + incertitudes

- ▣ Profondeurs standards

- ▣ Méthodes renseignées et reproductibles

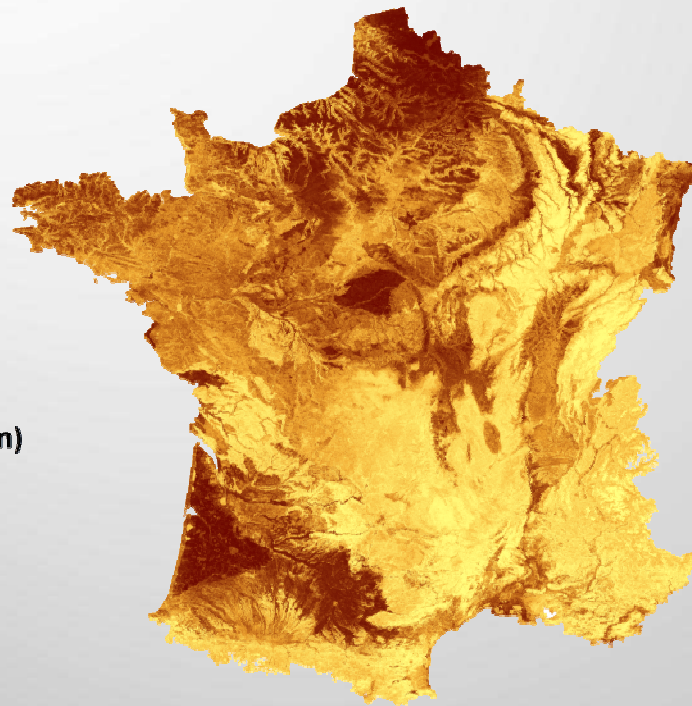


*Quelques exemples de produits
GlobalSoilMap-France*

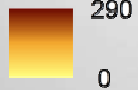


Plusieurs façons de faire... La profondeur du sol

GBM prediction

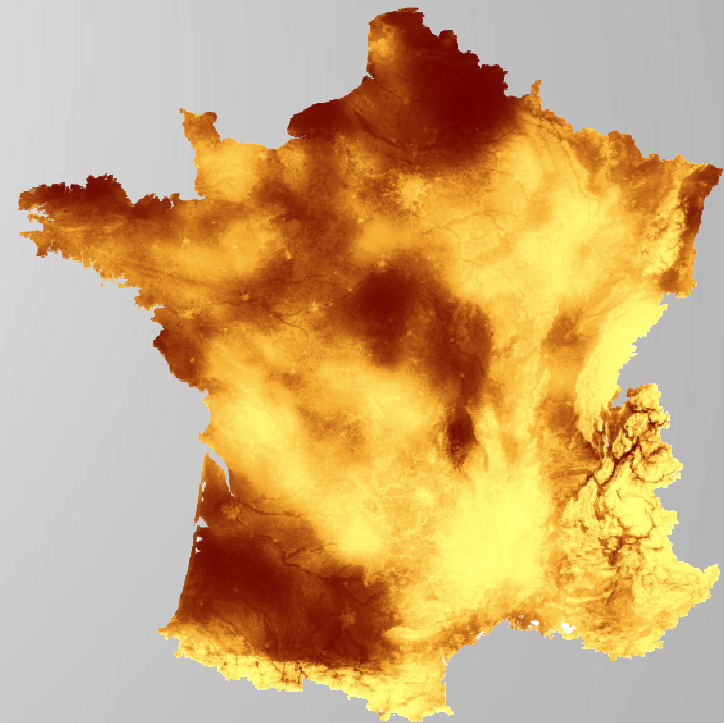


Soil depth (cm)



0 100 200 300 400 500 km

Multi-resolution kriging

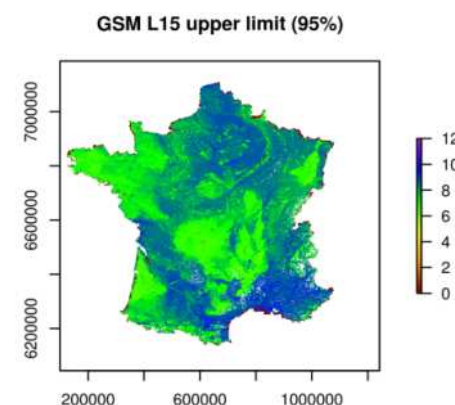
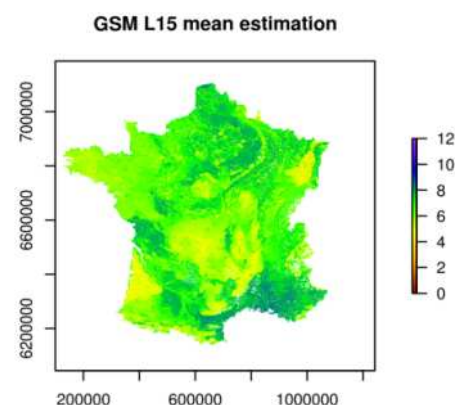
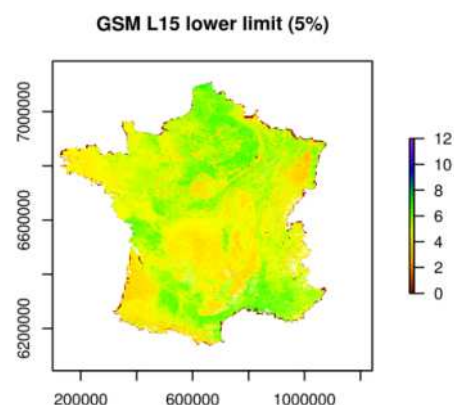
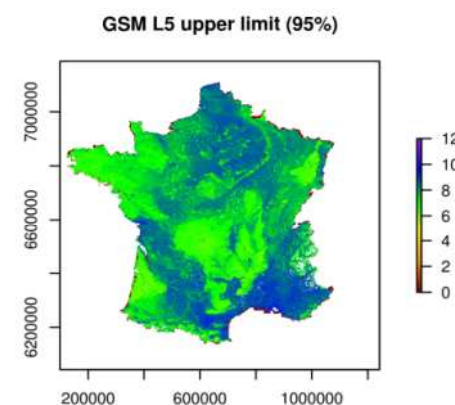
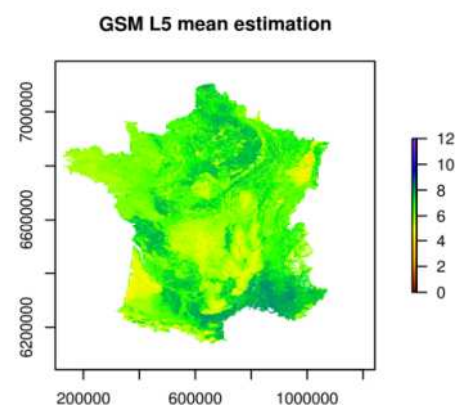
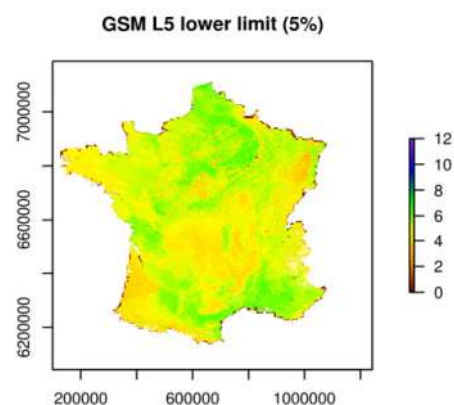
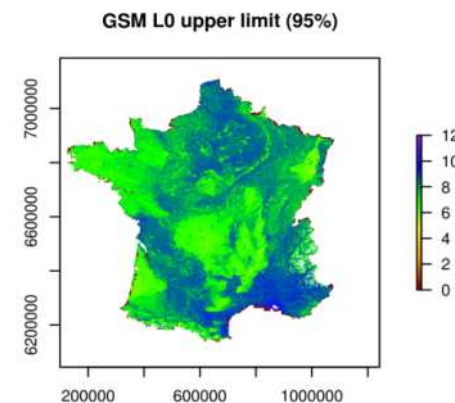
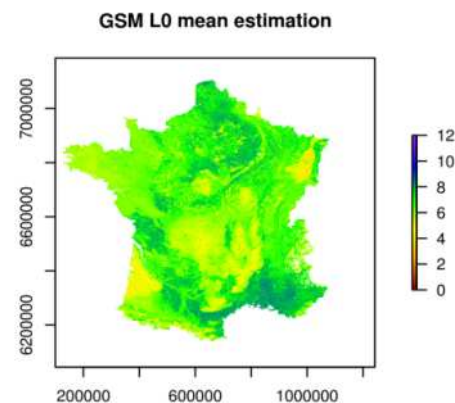
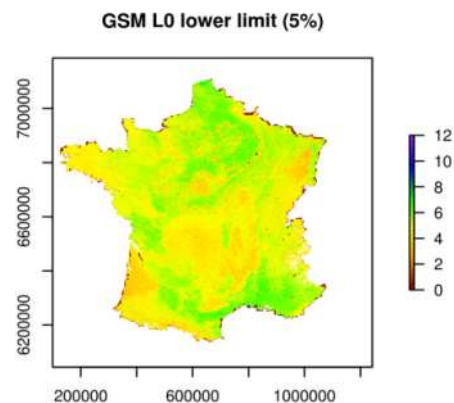


*Lacoste M, Mulder VL, Richer de Forges A, Martin MP, Arrouays D.
2016. Geoderma Regional.*



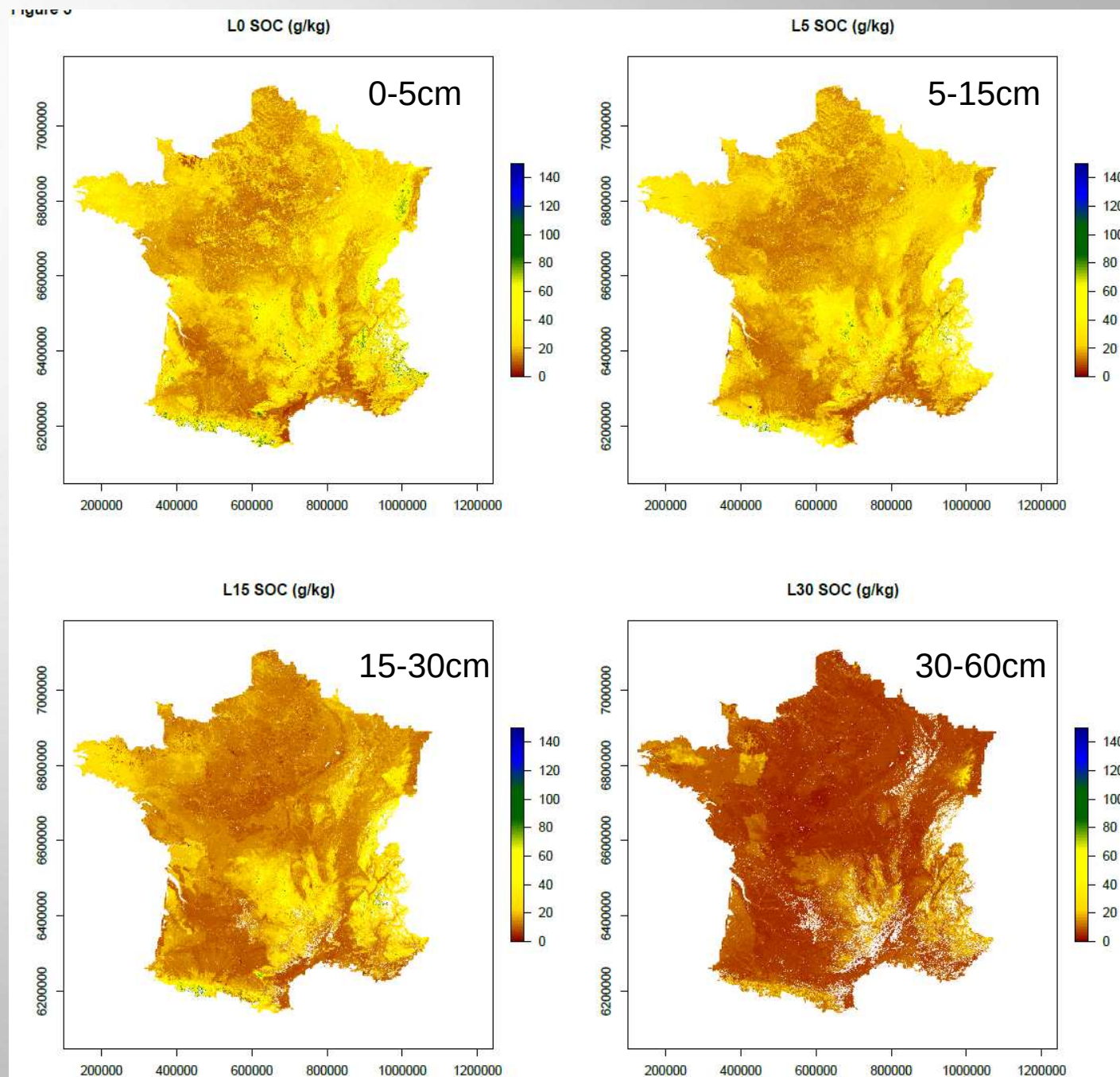
pH 0-5cm

*Mulder VL, et al.
Soumis.*

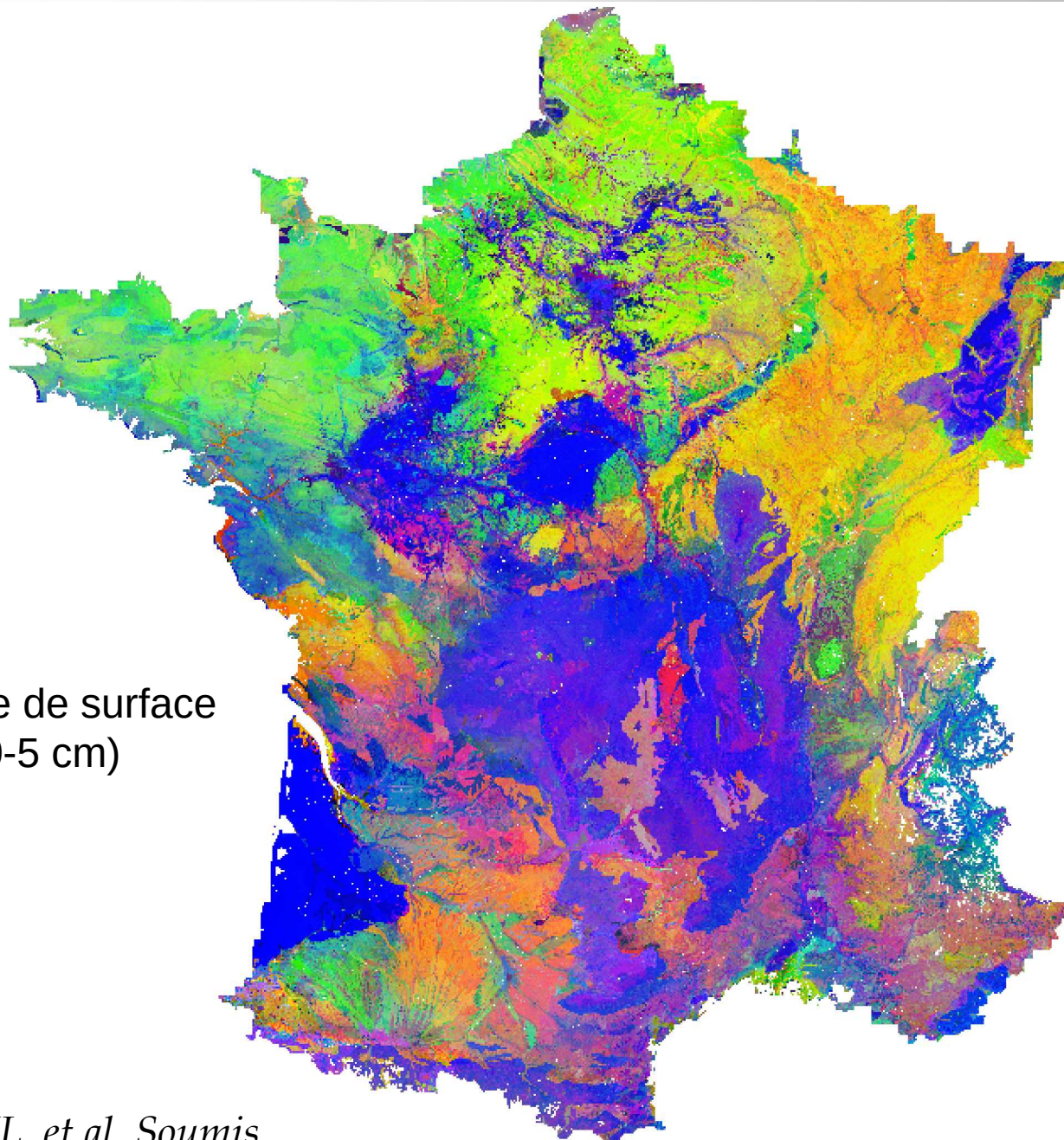


Carbone Org.
g.kg-1

*Mulder VL, et al.
2016. Geoderma*



Texture de surface
(0-5 cm)

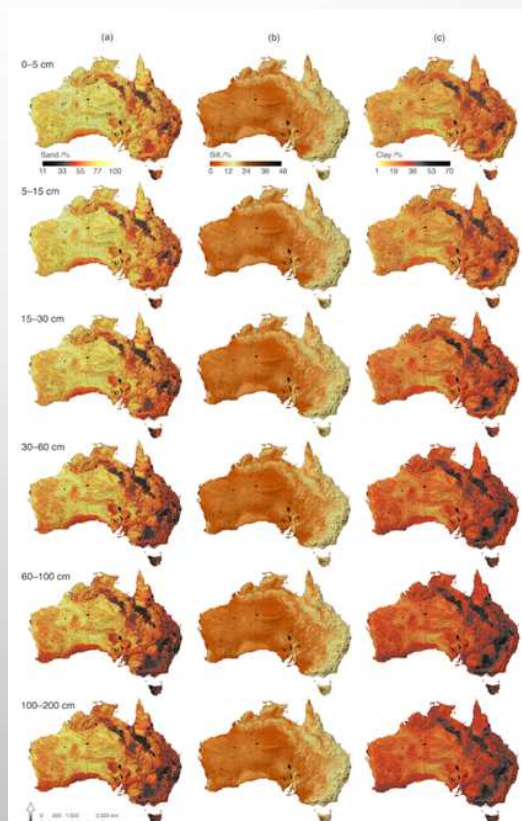


Texture class

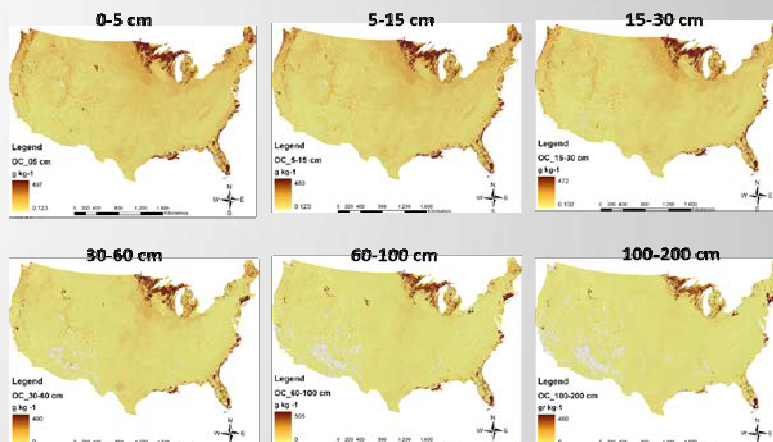
- clay
- silt
- sand

Mulder VL, et al. Soumis.

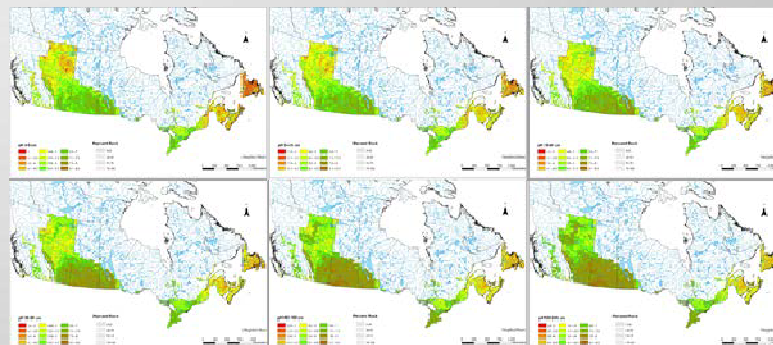
Des produits qui se multiplient...



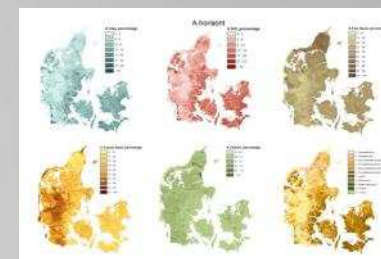
Carbone Australie



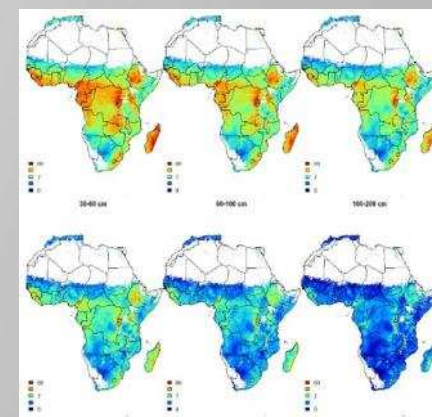
Carbone USA



pH Canada



Carbone et texture Danemark



Carbone Afrique sub-Sahara

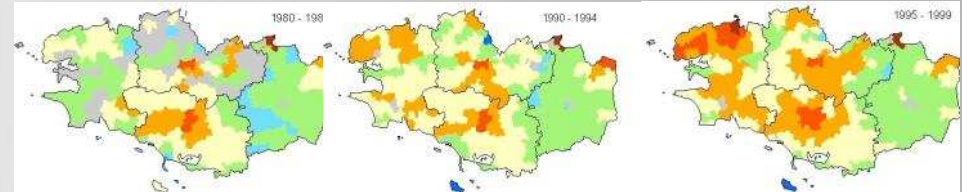
Reproductibles, évolutifs et faciles à mettre à jour...

L'espace et le temps aussi pour...

Comprendre et modéliser *a posteriori*



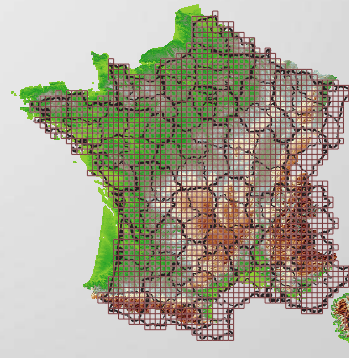
Le conservatoire des échantillons de sol



Evolution des teneurs en P en Bretagne

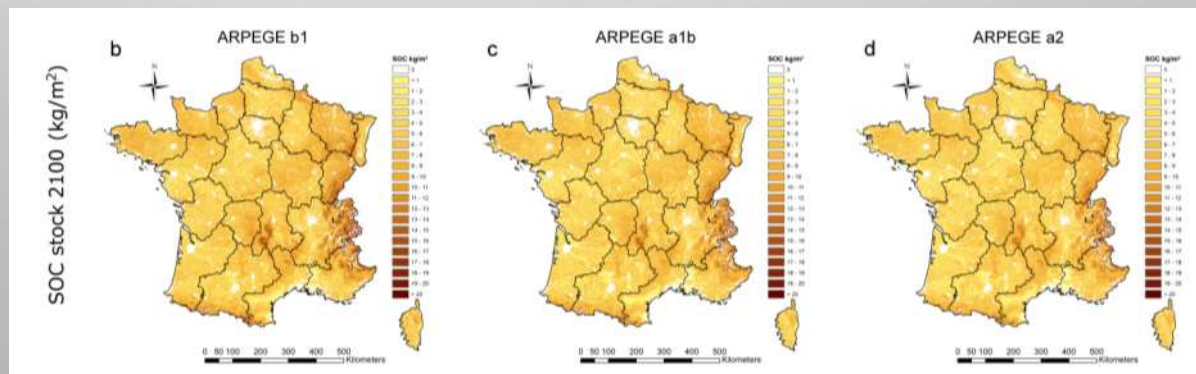
Lemercier et al. 2008. Soil Use Manag.

Surveiller les évolutions



Le Réseau de mesures de la qualité des sols

Prédire selon divers scénarios



Stocks de C en 2100
selon différents
scénarios climatiques

Meersmans, et al. Soumis.

En résumé...

- ⇒ Les programmes historiques français IGCS se poursuivent et sont pour certains en voie d'achèvement**
- ⇒ Un effort gigantesque est accordé à la sauvegarde des données anciennes**
- ⇒ La surveillance de la qualité des sols atteint un stade opérationnel**
- ⇒ La cartographie numérique permet de passer de l'expression d'une connaissance tacite à des lois formalisées et quantifiées...**
- ⇒ ...de cartes « figées » vers des cartes évolutives...**
- ⇒ ...de la notion d'échelle vers celles de résolution et d'incertitude**
- ⇒ Des grands programmes mondiaux émergent enfin !**

**Marcel Jamagne aurait certainement aimé continuer à
suivre cette évolution...**



Merci de votre attention