



Mise en place d'une cartographie numérique des sols selon les spécifications "GlobalSoilMap".

L'exemple du Languedoc Roussillon.

Kévin Vaysse^{1,2}, Clara Lévêque¹, Laurent Pigache¹ et Philippe Lagacherie²

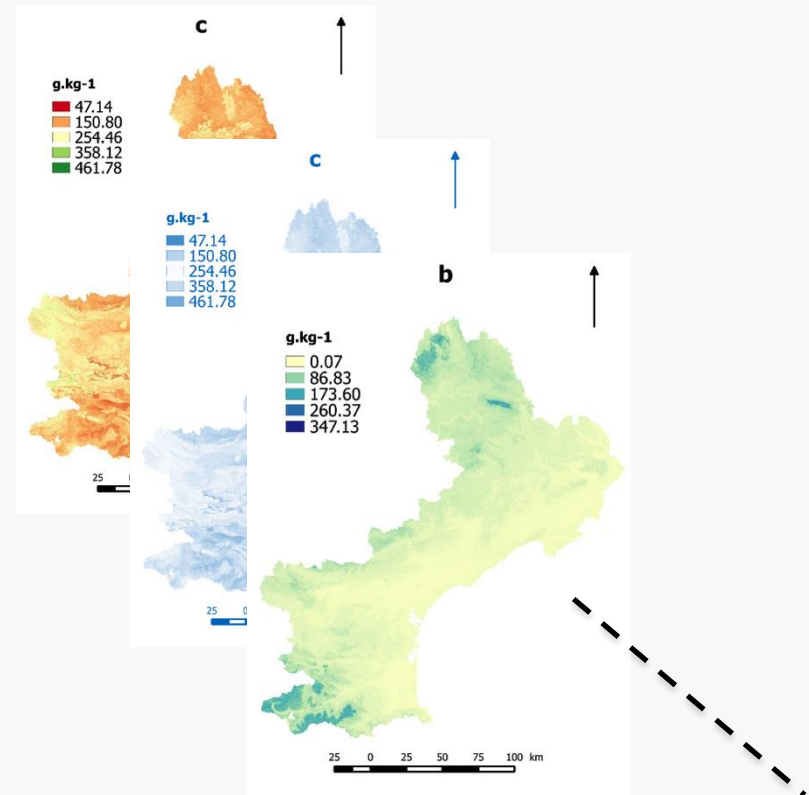
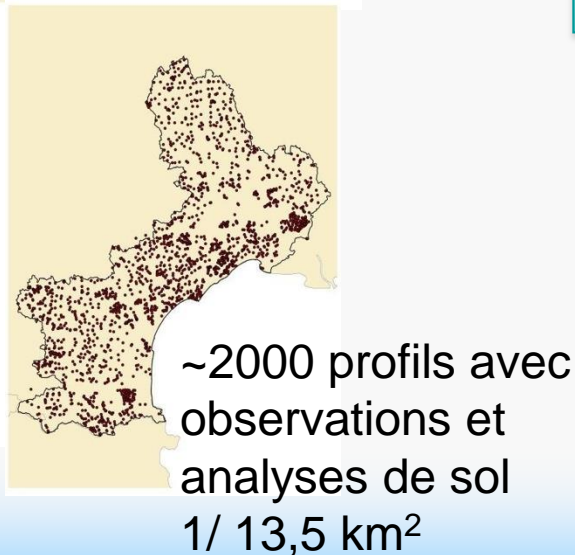
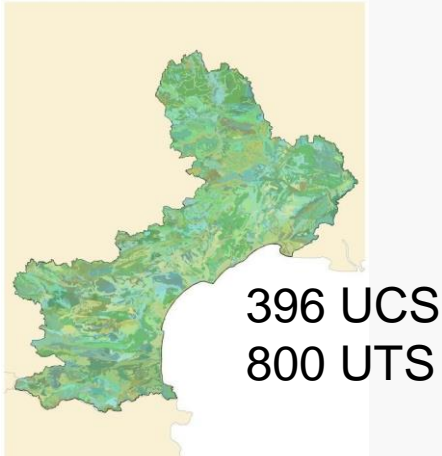


Contexte

- En Languedoc-Roussillon, Le Référentiel Régional Pédologique (Bdsol LR) est accessible aux utilisateurs depuis 2001
 - Forte utilisation mais limites identifiées :
 - résolution spatiale limitée (carte 1:250,000)
 - Structure de BD complexe (UCS/UTS/strates) rendant difficile son interrogation
 - Pas de communication sur l'incertitude liée à l'information délivrée
 - Difficilement révisable
 - GlobalSoilMap: objectif de cartographie systématique (grille 100mx100m, 6 intervalles de profondeur) de propriétés majeures des sols (Sanchez, 2009, Arrouays et al, 2014).
 - Essai de GlobalsoilMap sur le Languedoc Roussillon en valorisant, en première approche, les données sol disponibles dans ce RRP
- thèse CIFRE de Kévin Vaysse (SIG-LR – LISAH) avec l'association SIG-LR

Objectif

Produire des estimations spatiales de propriétés des sols selon les spécifications GlobalSoilmap



“Images” de valeurs estimées de 7 propriétés de sol “primaires” à sur une grille 90mx90m + intervalles de confiance à P=90%

Etapes de la démarche



■ Etudes préliminaires

- Enquête vers les utilisateurs potentiels
- Audit de la Bdsol LR

■ Elaboration d'une démarche de Carto Numérique des Sols

- Constitution d'une base de données spatiales de données d'entrées
- Choix et calibration des fonctions d'estimation spatiales
- Estimation des performances et des incertitudes d'estimation

■ Mise en œuvre opérationnelle

- Elaboration de la chaîne de traitement
- Diffusion Web

Réalisation d'un audit sur les données de la Bdsol LR



■ Complétude des données

Valeurs modales (UTS):

Classe Profondeur	Profondeur	Prof effective	Carbone	pH	Argile	Limon	Sable	EG	Densité apparente	RU	CEC	Cond. Elec.
[0-5]	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[5-15]	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[15-30]	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[30-60]	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[60-100]	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[100-200]	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red

Valeurs min-mod-max (UTS) :

Classe Profondeur	Profondeur	Prof effective	Carbone	pH	Argile	Limon	Sable	EG	Densité apparente	RU	CEC	Cond. Elec.
[0-5]	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[5-15]	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[15-30]	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[30-60]	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[60-100]	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[100-200]	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red

Profils de sols :

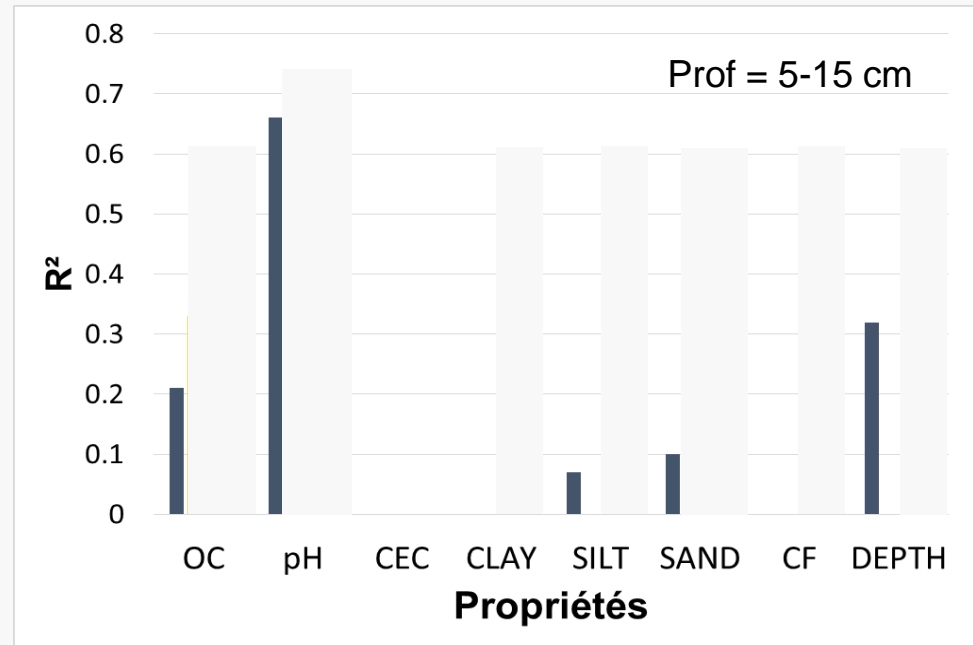
Classe Profondeur	Profondeur	Prof effective	Carbone	pH	Argile	Limon	Sable	EG	Densité apparente	RU	CEC	Cond. Elec.
[0-5]	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[5-15]	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[15-30]	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[30-60]	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red
[60-100]	Green	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
[100-200]	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Red

oui	Green	Si taux de complétude > 70 %
non	Red	Si taux de complétude < 20 %
Oui (zone agricole)	Yellow	Si taux de complétude > 70 % dans les zones agricoles

Réalisation d'un audit sur les données de la Bdsol LR



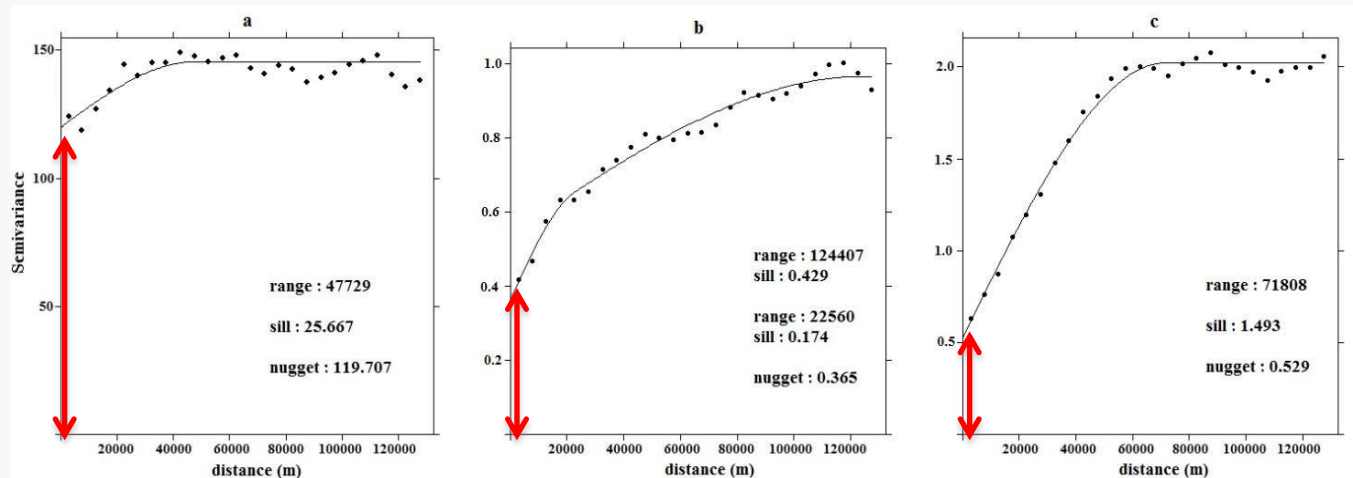
- Complétude des données
- Proportion de variabilité des propriétés de sol "capturé" par les UTS



Réalisation d'un audit sur les données de la Bdsol LR



- Complétude des données
- Proportion de variabilité des propriétés de sol “capturé” par les UTS
- Structures spatiales révélées par l'ensemble des profils avec analyses de sol



Variogrammes de propriétés de sol (Argile, Carbone, pH à 5-15 cm)

Etapes de la démarche



■ Etudes préliminaires

- Enquête vers les utilisateurs potentiels
- Audit de la Bdsol LR

■ Elaboration d'une démarche de Carto Numérique des Sols

- Constitution d'une base de données spatiales de données d'entrées
- Choix et calibration des fonctions d'estimation spatiales
- Estimation des performances et des incertitudes d'estimation

■ Mise en œuvre opérationnelle

- Elaboration de la chaîne de traitement
- Diffusion Web

Principe général

$$S = f(S, C, O, R, P, A, N) + \varepsilon \text{ (erreur)}$$

(McBratney et al, 2003)

Sol

Sol

Climat

Organismes

Relief

Matériau
Parental

Age

Position(x,y)

Données spatiales en lien avec formation des sols (« covariables de sol »)

Données pédologiques anciennes

- UCS et UTS carte 1:250 000

- Profils de sol mesurés

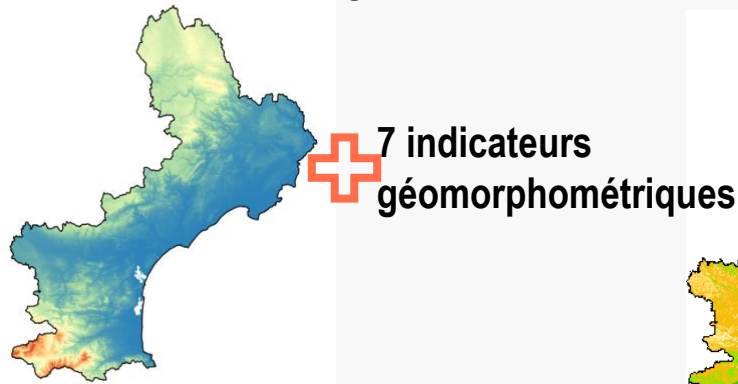
Fonctions d'estimation spatiale

Collecte des covariables de sol disponibles sur le LR



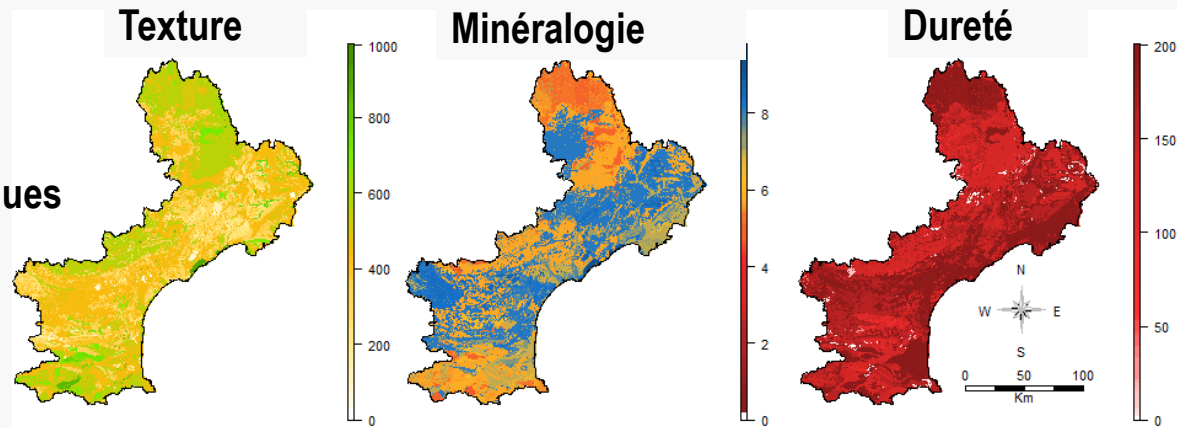
Relief

MNT SRTM



Géologie

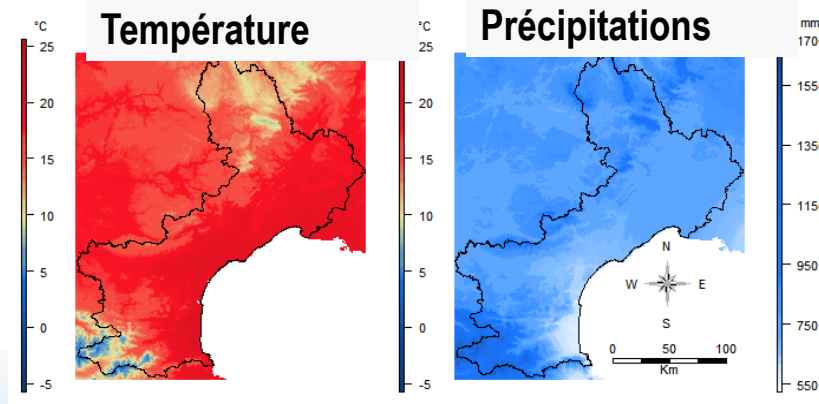
Carte BRGM 1:50 000 interprétée



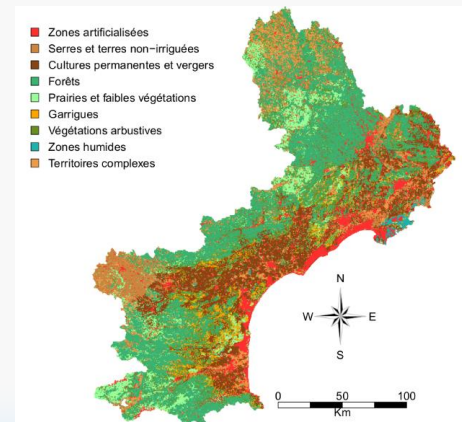
Climat

BD World Clim

Occupation des sols



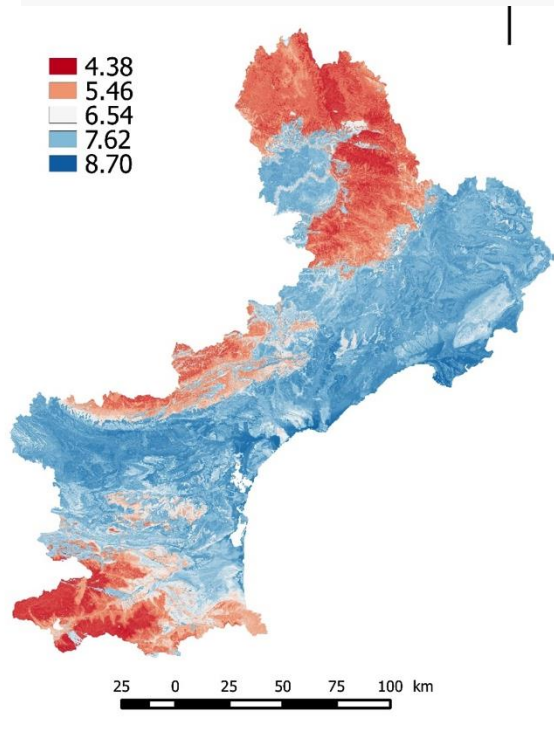
+ 4 indicateurs climatiques



Fonction d'estimation spatiale

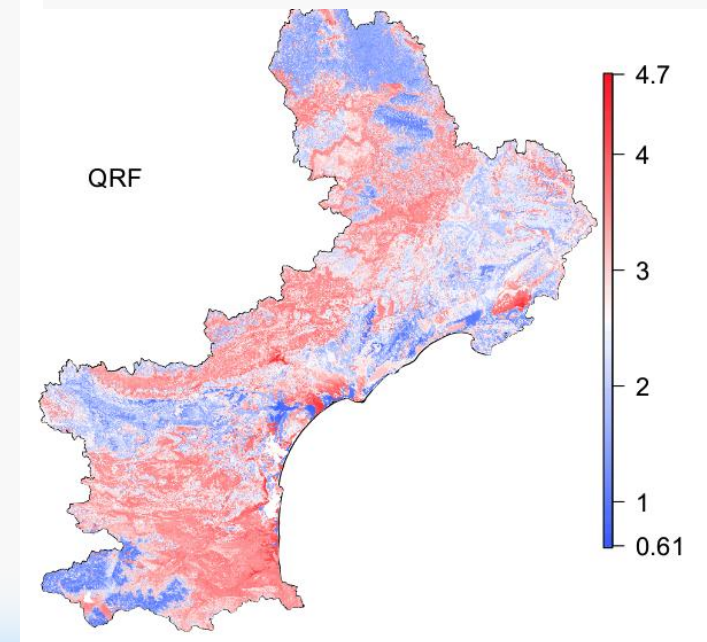
- Basé sur l'algorithme de fouille de données "Quantile Random Forest" (Meinshauzen, 2006)
- Utilise en entrée les covariables de sol + la carte au 1:250 000 des pédopaysages
- Apprentissage (calibration) sur un ensemble de 2000 sites où la variable à expliquer (propriétés de sol) **et** les covariables de sol et UCS sont connues
- Extension à l'ensemble de la région (covariables de sol seules connues)

Valeurs de pH estimées



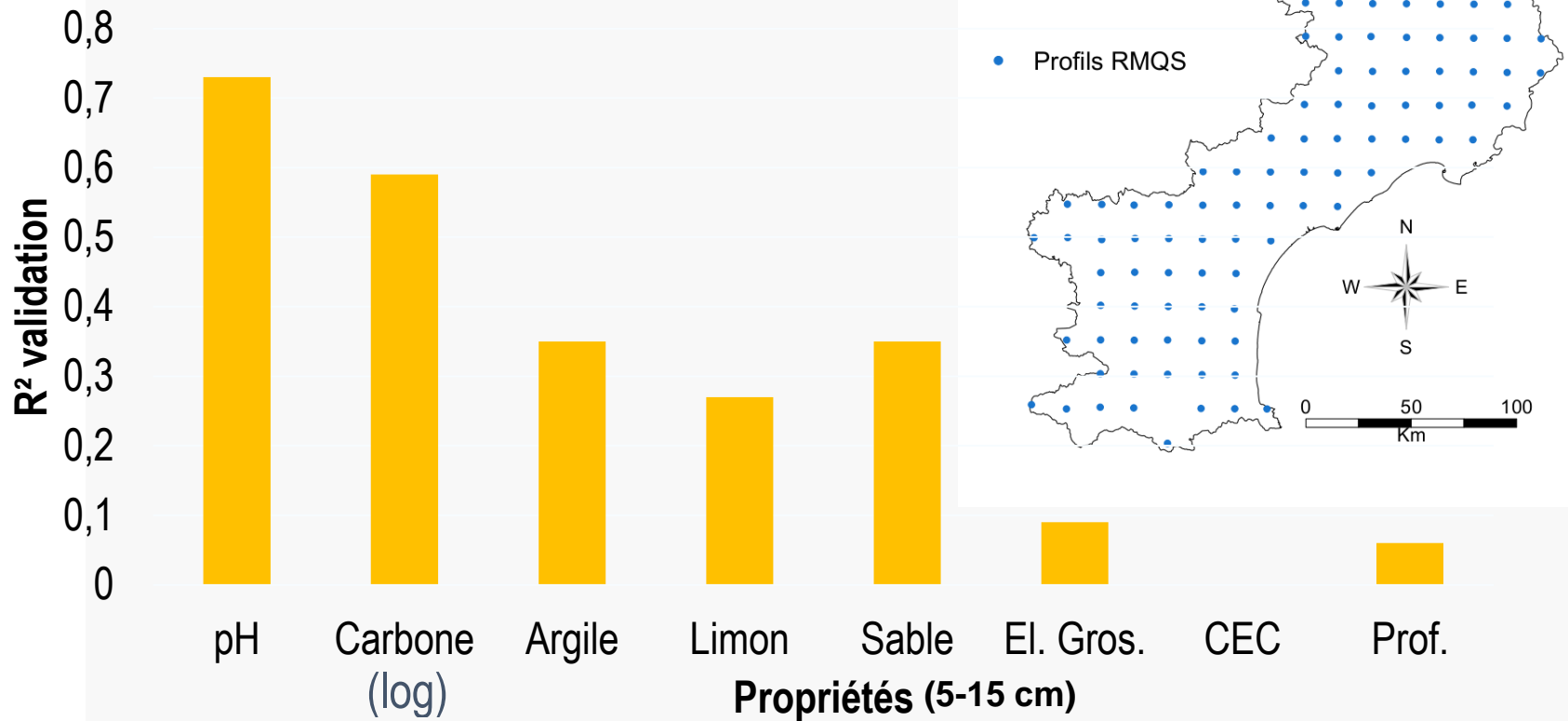
Incertitudes

(largeur intervalle de confiance)



Validation des résultats

- Utilisation du RMQS : Données indépendantes et distribuées régulièrement dans l'espace (105 sites s
- Validation sur les valeurs prédites

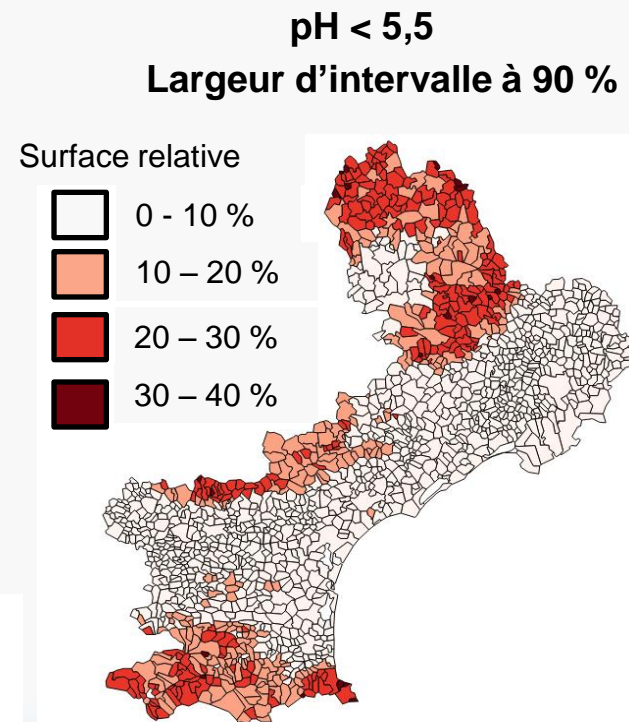
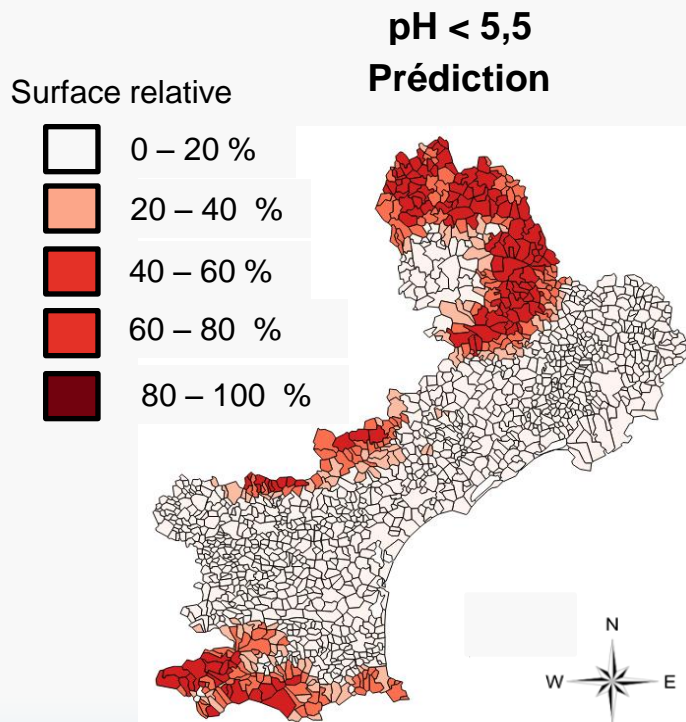


- Validation sur incertitudes prédites (accuracy plots)

Production d'indicateurs pédologiques sur surface d'intérêt (ex: communes)



- Aggrégation spatiale de la grille GSM (90mx90m) au maillage communal
- De la propriété (ex taux d'argile) à l'indicateur (ex pourcentage de surface communale avec taux d'argile supérieur à 35%)
- Gestion de la propagation d'incertitude



0 50 100
Km

Etapes de la démarche



■ Etudes préliminaires

- Enquête vers les utilisateurs potentiels
- Audit de la Bdsol LR

■ Elaboration d'une démarche de Carto Numérique des Sols

- Constitution d'une base de données spatiales de données d'entrées
- Choix et calibration des fonctions d'estimation spatiales
- Estimation des performances et des incertitudes d'estimation

■ Mise en œuvre opérationnelle

- Elaboration de la chaîne de traitement
- Diffusion Web

Mise en oeuvre opérationnelle

$$S = f(S, C, O, R, P, A, N)$$

(McBratney et al, 2003)

Sol

Sol

Climat

Organismes

Relief

Matériau
Parental

Age

Position(x,y)

Données spatiales en lien avec formation des sols (« covariables de sol »)

UCS carte 1:250 000

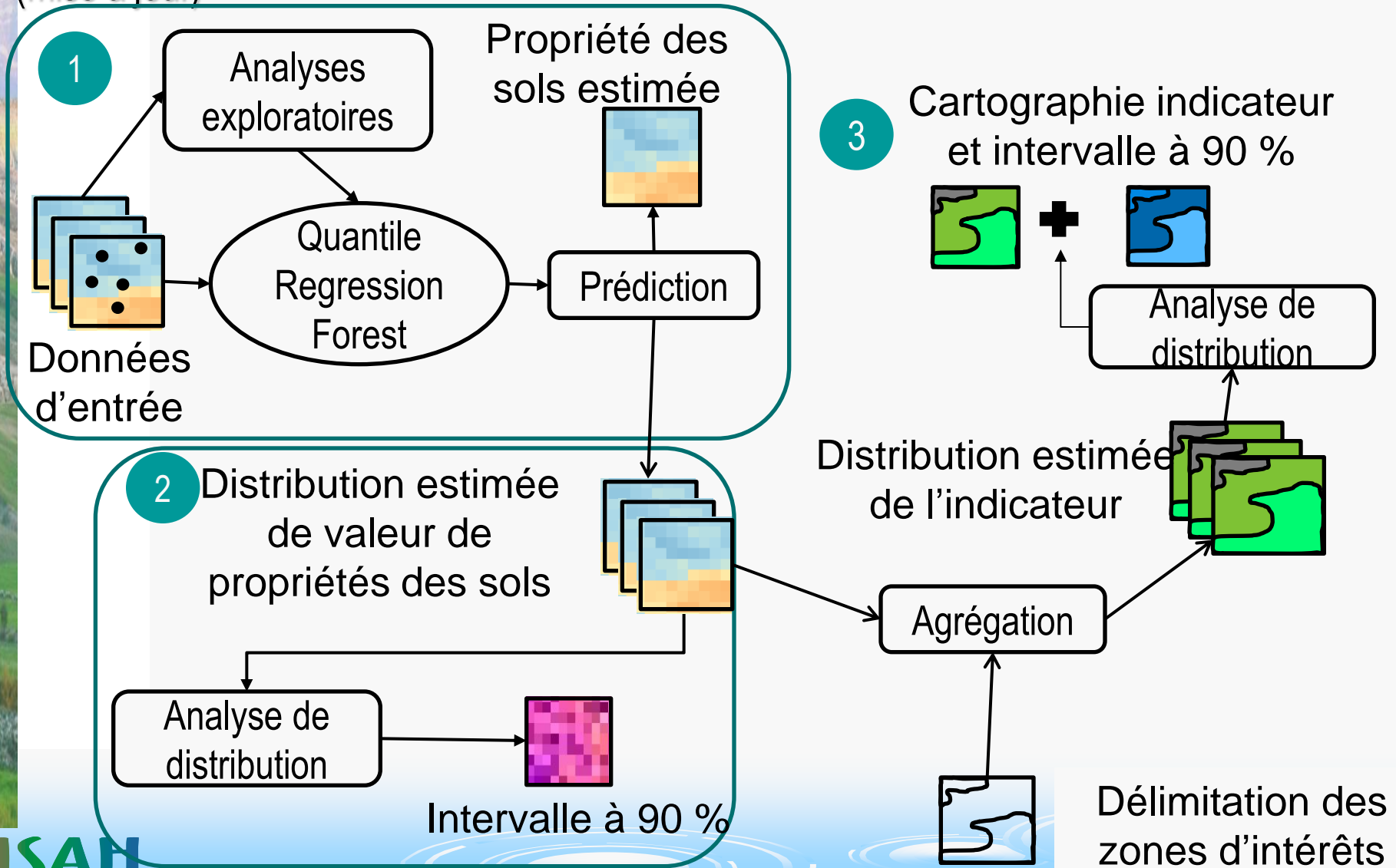
• Profils de sol mesurés (RRP + **RMQS** + autres)

Quantile Regression Forest

Chaîne de traitement (en cours)



- Ensembles de scripts pour réutilisations futures avec des données d'entrées améliorées (mise à jour)



Diffusion sur le Web



- Utilisation du service internet à références spatiales de l'IDG de SIG LR (technologie Mapserver)
- Trois accès possibles (abonnés uniquement)
 - Visualisation directe sur le site de SIG LR
 - Accès à distance depuis un logiciel SIG (flux WMS, WFS)
 - Téléchargement
- Communication des métadonnées



SIG L-R
Systèmes d'Information Géographique
en Languedoc-Roussillon

Systèmes d'Informations Géographiques en Languedoc-Roussillon

Causse de Sauveterre 44.406562 N, 3.342934 E

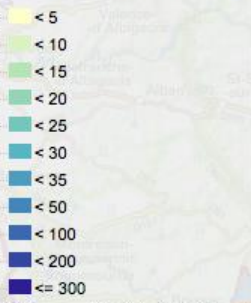
Contexte par défaut *



AFFICHAGE DES THEMES

Données vectorielles

- Base de données sol en LR
- Limites administratives
- Argile
- Limon
- Sable
- Carbone
 - Carbone prédit (g/kg) 0-5cm
 - Carbone prédit (g/kg) 5-15cm
- Carbone prédit (g/kg) 15-30cm
- Carbone prédit (g/kg) 30-60cm
- Carbone prédit (g/kg) 60-100cm



Fond raster

- Orthophoto IGN-Géoportail (70%)
- Orthophoto SIG L-R (100%)
- Cartes IGN-Géoportail (70%)
- Hydrographie IGN-Géoportail



NAVIGATION

Echelle 1 : 1 000 000

Contexte par défaut *



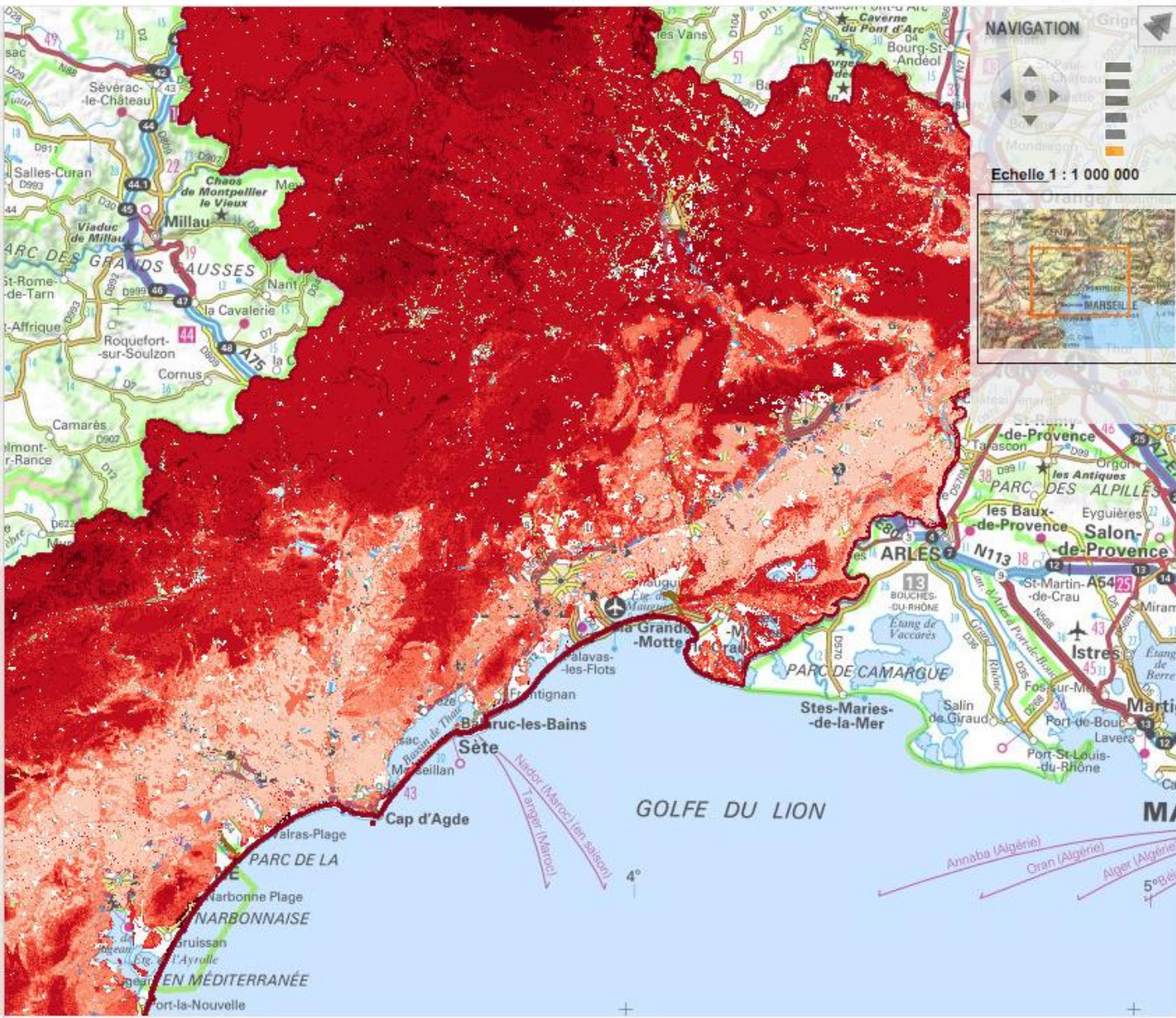
AFFICHAGE DES THEMES

Données vectorielles

- Sable**
 - Carbone**
 - Carbone prédit (g/kg) 0-5cm
 - Carbone prédit (g/kg) 5-15cm
 - Carbone prédit (g/kg) 15-30cm
 - Carbone prédit (g/kg) 30-60cm
 - Carbone prédit (g/kg) 60-100cm
 - Carbone prédit (g/kg) 100-200cm
 - Carbone incertitude (g/kg) 0-5cm
 - Carbone incertitude (g/kg) 5-15cm**
- < 5
 - < 10
 - < 15
 - < 20
 - < 25
 - < 30
 - < 35
 - < 50
 - < 100
 - < 200
 - <= 300

Fond raster

- Orthophoto IGN-Géoportail 70%
- Orthophoto SIG L-R 100%
- Cartes IGN-Géoportail 70%
- Hydrographie IGN-Géoportail 90%
- Réseau routier IGN-Géoportail



NAVIGATION



Echelle 1 : 1 000 000



Coordonnées en longitude et latitude : N: 44 23' 28" E: 03 00' 05" Coordonnées en Lambert 93 : X: 700127 Y: 6365803
 Source : inra, sig l-r, ach34, bdtopo2014, ign bd carto

Leçons de l'expérience "LR"



- Les données d'un RRP régional peuvent être ré-utilisées pour élaborer de nouvelles cartes de propriétés de sol demandées par les utilisateurs et compatibles avec normes internationales (GSM)
- Les résultats obtenus ont une précision inégale selon les propriétés de sol
- Les démarches de cartographie numérique de sol mises en place sont évaluables et évolutives
 - Localisation des zones d'incertitude maximum
 - Ré-utilisation des procédures de CNS (chaîne de traitement des données sol)
 - Ré-utilisations pour études locales
- Des avancées méthodologiques restent à réaliser
 - Cartographie des profondeurs de sol (données censurées)
 - Cartographies conjointes de propriétés (carto Numérique multivariée)
 - Stratégies de mises à jour régionale vs locale