

ATELIER PARTICIPATIF SUR LES SOLS

SYNTHESE DES ECHANGES ET DES REFLEXIONS AUTOUR DES NOUVELLES DONNEES SOLS EN OCCITANIE

20 JUIN 2025

9h00-12h30

MONTPELLIER

MAISON DE LA TELEDETECTION

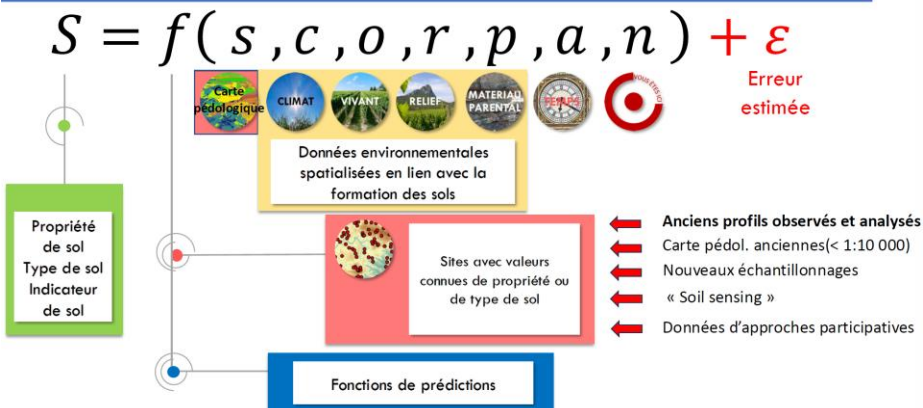


PREAMBULE : NOTIONS FONDAMENTALES

- ✓ Référentiel Régional Pédologique (**RRP**)* est une base de données régionale ou départementale sur les sols. Il représente une synthèse actualisable des connaissances sur la répartition et la nature des grands types de sols d'une région ou d'un département. Cette base de données sert à déterminer les caractéristiques principales des sols et du milieu pour leur gestion et leur conservation.
- ✓ Sa précision spatiale est de 1/250 000 et sa précision sémantique est déterminée par le nombre d'observations ponctuelles (sondages et profils).
- ✓ Sa représentation cartographique vise à caractériser des pédopaysages, qui sont définis par la combinaison des facteurs suivants :
 - nature et organisation de la couverture pédologique (système de sols),
 - nature (lithologie) et structure géologique,
 - forme du relief dominant ou types de relief associés (morphologie),
 - végétation naturelle et/ou systèmes cultureux existants.

*INRAE INFOSOL, 2014 - De la réalisation à la labellisation des bases de données sols au 1/250 000, Cahier des Clauses Techniques Générales

Cartographie des Sols Par Modélisation Statistique : Principe général



La **CSMS** est la production d'estimations spatialisées de types de sol ou de valeurs de propriétés des sols en tout point de l'espace par des modèles statistiques alimentés par des données spatiales environnementales et calibrés avec les données de sol disponibles sur la zone d'étude. (Voltz et al, 2018)



INTRODUCTION

La Maison de la Télédétection de Montpellier a accueilli un atelier participatif dédié à la présentation, aux échanges et à la réflexion autour des nouvelles données pédologiques issues des travaux de recherche de Léa Courteille (INRAE). Ce document synthétise les conclusions et les pistes de réflexion émanant de ces travaux.

Cet atelier avait pour objectifs de :

- ✓ Recueillir et consolider les besoins des utilisateurs concernant la production et l'exploitation de l'information pédologique et des produits de la CSMS dans le cadre des politiques publiques.
- ✓ Identifier les besoins d'accompagnement des utilisateurs pour une meilleure appropriation des données sols.
- ✓ Initier une réflexion sur le déploiement, via l'infrastructure de données géographiques (IDG) d'OPenIG, d'un outil de génération automatisée de cartes des fonctionnalités des sols dans les zones géographiques disposant des données sols.
- ✓ Définir les priorités en matière de propriétés et de fonctionnalités des sols à cartographier.

LES PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Organisation
BASCOU	Muriel	DDTM30
BAUMEL	Aurelie	Association du bassin versant Tarn Aveyron
BOISRAMÉ	Morgane	SMBVR
BORET	Florian	Lunel Agglo
CAGBAYIR	Irem	Atlas EnCo
CAMPARDON	Myriam	INRAE
CAPARROS	Nicolas	TENERGIE
CESMAT	Ludovic	SMBT
CHASTAGNOL	Claire	CD34
COLOMBIER	Constance	Chambre d'agriculture 11
CORNILLON	Damien	CC SUD HERAULT
DAUDIN	Kevin	geau
FEVRE	Robin	Tenergie
FOUVET	Gilles	Informaticien / Géomaticien
FROMAGE-MARIETTE	Anne	OPenIG
GALLION	Jérémy	Sète Agglopôle Méditerranée
GENDRON	Lucie	TerrOïko
GIBERT	Hugo	EPTB Vistre Vistrenque
GOUIN	Jerome	GEOSOLeau
IBANES	Olivier	Véolia
JUMEAU-MOUSSET	Lucas	OPenIG
JUMEL	Hubert	CA11
LABBE	Amélie	Ville de Montpellier



Nom	Prénom	Organisation
LAVIE	Ruth	OpenIG
LEBRINI	Youssef	Cassia
LEFRANCOIS	Gilles	Safer Occitanie
MABIRE	Luc	Crige PACA
MARTINAGE	Frédéric	Carcassonne Agglo
MORALES	Yasmine	Syndicat mixte du bassin de thau
MORIN	Antoine	Celesta Lab
OLHAITZ	Clara	Chambre d'Agriculture de l'Hérault
PARADIS	Laure	Université Montpellier - CNRS
PERON	Pedro	Futur étudiant AgroParisTech
PERRAUD	Clémentine	DDTM30
SOULA	Delphine	Agence d'urbanisme Nîmes-Alès

DEROULEMENT ET TEMPS FORTS DE LA JOURNÉE

Présentation du contexte : l'offre actuelle de données pédologiques en Occitanie

Nouveaux produits CSMS en Occitanie et perspectives

Retour d'expérience de la DDTM 30 : étude inter-départementale sur la multifonctionnalité des sols

Expression de besoins autour de l'enrichissement des données sols en Occitanie l'OCS GE

Echange sur les perspectives de la CSMS en Occitanie : suite du projet Terra OccitanIA

Séance de présentations en plénière avec échanges et questions des participants

- Formation de groupes hétérogènes (utilisateurs, producteurs des données sols, ingénierie géomatique...)
- Réflexions individuelles
- Réflexions et échanges en sous-groupe
- Mise en commun en plénière et échange en grand groupe



CONTEXTE: L'OFFRE ACTUELLE EN DONNÉES PÉDOLOGIQUES EN OCCITANIE

Contexte: l'INRAE et OPenIG collaborent depuis 2010 à l'enrichissement de l'information pédologique ainsi qu'à la diffusion des données sols en Occitanie. Ils coaniment un GT Sols qui réunit les producteurs et les utilisateurs de données sols, qui collaborent à l'amélioration de l'offre de données pédologiques en Occitanie.

Objectifs du GT SOLS: réaliser un état des lieux de l'existant en région. Articuler les actions régionales avec les initiatives nationales. Construire une stratégie collective sur l'enrichissement des données sols en Occitanie et leur valorisation.

Actions réalisées:

- ✓ 2010 : Production et diffusion de la **BDSol** (ex L-R) /**RRP** ainsi que leurs produits dérivés (**cartes de réservoir utile, d'indice de qualité des sols, de la multifonctionnalité des sols...**)
- ✓ Thèse CIFRE (INRAE–OPenIG) de Kévin Vaysse 2012-2015 : Production des cartes numériques de propriétés des sols en L-R : fractions granulométriques (**taux d'argile, de limon et de sable**), **pH et taux de carbone organique du sol**.
- ✓ Thèse CIFRE (INRAE–BRL) de Quentin Styc 2020 sur la cartographie numérique du Réservoir Utile à partir de données pédologiques anciennes de BRLE pour améliorer la précision des cartes de **réservoir utile du sol**.
- ✓ Projet Terra OccitanIA : **Valorisation de données pédologiques anciennes** via le **développement d'une chaîne de traitement des données pédologiques anciennes** pour élaborer des cartes de sol à vocation d'appui à la décision en Occitanie.
- ✓ Projet ARTISOL : **Harmonisation des RRP** ex L-R et ex Midi-Pyrénées et développement d'un indice de **multifonctionnalité potentielle des sols**.
- ✓ Valorisation des données sols en Occitanie : **visionneuse cartographique des sols en région Occitanie**.
- ✓ Thèse de Léa Courteille : Impact de la représentation de l'incertitude cartographique pour la prise de décision : le cas de la prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire (2022-2025): **Réservoir Utile sur 100 cm de sol et indice de multifonctionnalité potentielle de sol (1/25000 à 1/50000)**.

NOUVEAUX PRODUITS DE CSMS EN OCCITANIE ET PERSPECTIVES

Contexte : la stratégie d'enrichissement des données sols en Occitanie s'appuie sur la CSMS (Cartographie des Sols par Modélisation Statistique).

Objectif: développer une approche multivariée pour cartographier des indicateurs des sols répondant aux besoins spécifiques des utilisateurs.

Principe:

- ✓ L'utilisation de l'algorithme Random Forest pour cartographier les propriétés pédologiques constitutives des indicateurs
- ✓ L'application de modèles linéaires de corégionalisation sur 14 propriétés prédites, permettant de générer jusqu'à 300 variantes d'indicateurs de sol.
- ✓ La synthèse de ces données complexes sous forme de cartes d'indicateurs prédits, accompagnée de l'incertitude associée.

Résultats:

- ✓ Cartes du Réservoir Utile du sol (0-100 cm) et de l'Indice de multifonctionnalité des sols de la zone côtière d'Occitanie
- ✓ Enrichissement de la base régionale de données de profils pédologiques
- ✓ Agrégation spatiale pour une visualisation de l'incertitude des cartes adaptée à la prise de décision (thèse Léa Courteille)
- ✓ Mise à disposition d'un ensemble de scripts R communicables sur demande

Perspectives : développement d'un service à plusieurs niveaux de complexité adaptés aux compétences des utilisateurs, pour valoriser ces scripts et reproduire la méthode pour produire à façon les cartes sols suivant les besoins :

- ✓ Cartes de nouveaux indicateurs de sol à partir des propriétés primaires déjà cartographiées => par utilisateur novice
- ✓ Cartes de nouveaux indicateurs de sol à partir des propriétés primaires déjà cartographiées + incertitudes calculées et agrégations spatiales => service porté par OPenIG
- ✓ Cartes de nouveaux indicateurs de sol à partir d'autres propriétés primaires non encore cartographiées => service + OPenIG
- ✓ Cartes utilisant de nouvelles informations ponctuelles (= plus précises) → service++ OPenIG, implications utilisateurs .

RETOUR D'EXPÉRIENCE DDTM 30 : ÉTUDE INTERDÉPARTEMENTALE SUR LA MULTIFONCTIONNALITÉ DES SOLS

Contexte: la DDTM30 a initié l'étude interdépartementale sur la multifonctionnalité des sols. Cette étude avait pour objectif de cartographier les fonctionnalités des sols à une échelle intercommunale et de renforcer la prise en compte des sols dans l'aménagement du territoire.

Territoires : communauté des communes Rhône-Vistre-Vidourle et communauté d'agglomération de Lunel.

Les enjeux ciblés :

Territoires	Enjeux	Données sols utilisées
CC Lunel Agglo	Qualité des sols pour le projet ZAE Mas de Baguai	✓ Carte de multifonctionnalité des sols ARTISOL (qualité des sols)
	Projet d'un nouveau point de captage : infiltrabilité des sols et risques de pollution	✓ Cartes numériques de propriétés des sols (capacité d'infiltration d'eau) ✓ Réserve utile en eau ✓ Aléa érosif (risque d'érosion)
	Salinisation des sols et impact sur les cultures	✓ BD Sols Terra OccitanIA ✓ RRP (typologie des sols)
CC Rhône Vistre Vidourle	Désimperméabilisation des sols	✓ RRP (texture et perméabilité de sols) ✓ Cartes numériques de propriétés des sols
	Réhabilitation des sols post-incendie	✓ Carte de multifonctionnalité des sols ARTISOL (qualité des sols) ✓ Cartes numériques des propriétés de sols

Résultats attendus : base de données spatialisée des sols, cartographies des fonctionnalités des sols et un guide méthodologique et pédagogique pour accompagner les collectivités dans la prise en compte des sols dans leurs enjeux de gestion des territoires.



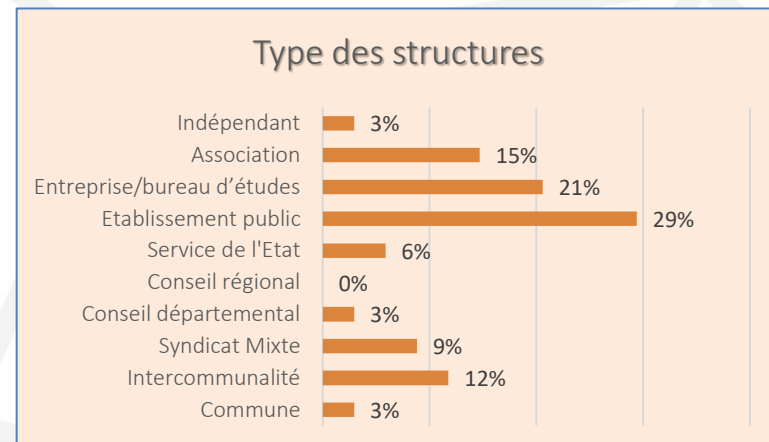
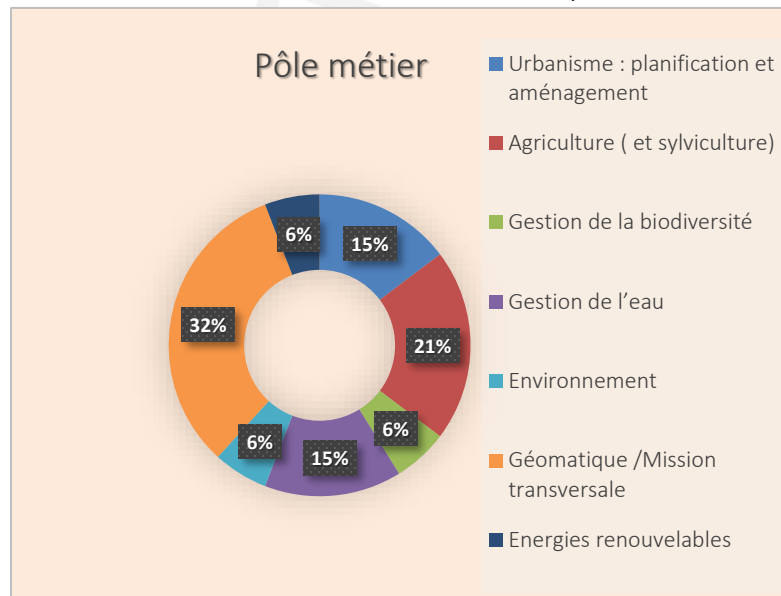
L'ATELIER PARTICIPATIF



ATELIER - PHASE 1 : IDENTIFICATION DES ACTEURS ET DE LEURS BESOINS

Les participants ont été répartis en 4 groupes de 6 à 8 personnes. Les éléments suivants ont permis de les identifier ainsi que leurs besoins :

- ✓ type de structure représenté;
- ✓ thématique de prédilection;
- ✓ statut de producteur ou utilisateur des données sols;
- ✓ la présence de données sols spécifiques dans les territoires ou des projets d'acquisition;
- ✓ niveau de connaissance technique sur la CSMS.



Il est ressorti que :

- ✓ La majorité des participants provient des établissements publics ainsi que des bureaux d'études et qu'ils travaillent, pour la plupart, dans le secteur de la géomatique et de l'agriculture.
 - ✓ 80 % des participants sont plutôt utilisateurs des données. Notons que les producteurs de données en sont généralement aussi des utilisateurs.
 - ✓ L'essentiel des participants a une faible connaissance technique de la CSMS.
- ✓ Carcassonne Agglo, Sète agglo et la ville de Montpellier possèdent des données sur la perméabilité des sols via leurs services SPANC. Tandis que la chambre d'agriculture de l'Aude détient des cartes sols sur papier allant de 1/2500 à 1/50 000. Geosoleau a produit des données sols sur 80% des territoires du Gard. Le reste des participants utilise les données diffusées par OPenIG.

Atelier - Phase 1 : identification des acteurs et de leurs besoins

Projet d'acquisition des données sols :

Organisme	Types de données	Emprise territoriale
DTM30	Etude interdépartementale sur la multifonctionnalité des sols	Lunel Agglo, CCRVV
Terroïko	Observations des sols pour l'élaboration de la trame brune	
INRAE UMR Innovation	Cartographie du potentiel agronomique des sols pour le diagnostic et pour l'aide à la décision auprès des acteurs du terrain.	Groupes des parcelles
Chambre d'agriculture de l'Hérault	Capitalisation sur les données d'observation des sols pour enrichir la base de données interne	Hérault
Chambre d'agriculture de l'Aude	Cartographie de la salinité des sols et données sur les potentiels agronomiques des sols	Aude
Tennergie	Acquisition via des études agro-pédologiques sur les sites des projets photovoltaïques	France entière
Carcassonne Agglo	Perméabilité du sol via les services SPANC	Carcassonne
Sète Agglo	Etude sur les Indicateurs de Qualité des Sols pour soulager les réseaux d'eaux pluviales, gérer les espaces verts et le développement agricole en zone urbaine	Sète
Montpellier	Desimperméabilisation des sols	Montpellier
EPTB Vistre Vistrenque	Observation des sols pour améliorer la connaissance sur les zones de captage d'eau	BV Vistre



Atelier - Phase 2 : identification des usages des données sols dans la gestion du territoire

Exemples de production d'utilisation des données sols	Indicateurs générés	Méthodologie utilisée	Représentation des résultats	Freins majeurs à l'usage des données sols	Propositions d'amélioration
Utilisation des données sols dans l'aménagement du territoire (méthode MUSE)	RU Multifonctionnalité des sols Salinité des sols		Cartes et rapports	Vulgarisation des données Compétences pédagogiques	Portail facilitant l'exploitation des données sols sans compétences poussées en pédologie
Production des données sols via le SPANC	Cartographie de la perméabilité des sols		Cartes	Faible connaissance en pédologie	
Gestion des vignobles (qualité, appellation)	Cartographie des sols viticoles	Observations terrains : sondages et profils pédologiques	Cartes et rapports à l'échelle communale	Cartes papier ou partiellement numérisées Interprétation pour un usage	
Elaboration de la trame brune	Fonctionnalité du territoire pour la biodiversité des sols	Croisement des données et leur intégration dans la modélisation des territoires	Cartes, rapports statistiques	Faible connaissance en pédologie Reproductibilité de méthode à l'échelle d'une métropole	Avoir des données uniformes à des grandes échelles
Desimperméabilisation Captage d'eau		Données BRGM	Cartes et rapports	Faible connaissance en pédologie	
Risque d'inondation (ruissellement et perméabilité des sols)	Cartes des zones à risque, Zones potentielles des bassins de rétention				
Diagnostic du foncier agricole et accompagnement dans la planification	Potentialité des sols		Cartes et rapports de diagnostic	Echelle trop petite	

Atelier - Phase 2 : identification des usages des données sols dans la gestion du territoire

Exemples de production d'utilisation des données sols	Indicateurs générés	Méthodologie utilisée	Représentation des résultats	Freins majeurs à l'usage des données sols	Propositions d'amélioration
Zonage du territoire pour l'infiltration des eaux	Capacité d'infiltration, pente, perméabilité, texture, structure, matières organiques et usages des parcelles	Fonction de pédotransfert Sondage et observation terrain Indicateur de confiance	Îlot de chaleur et fraîcheur Schémas Directeurs Cartes des zones de recharge de nappes	Données manquantes sur les sols urbains Faible connaissance en pédologie Mise à jour des données	Créer un réseau de surveillance pour contrôler et suivre les activités impactant les sols
Production des cartes de fonctionnalité de l'espace	Aide à la décision pour l'aménagement du territoire et la revalorisation des friches agricoles	Croisement de plusieurs bases des données : agricole, forêt, gestion des risques, environnementale,	Carte de spatialisation des fonctionnalités de l'espace	Echelle de données Manque des données à l'échelle de l'Occitanie	Meilleure connaissance des fonctionnalités des sols
Prospection des sites pour l'agro-photovoltaïque	Visualisation cartographique			Données complexes à prendre en main, Disponibilité et précision	
Captage d' eau potable Desimperméabilisation Salinisation des sols	Multifonctionnalité des sols	Echelle d'utilisation : 1/5000 et 1/2500 Croisement des plusieurs bases des données	Cartes, livret pédagogique et guide méthodologique	Incertitude liée à la méthode Faible connaissance pédologique	
Production des données pour diagnostic et préconisation aux agriculteurs	Diagnostic des parcelles	Analyse des sols Profil pédologique Prélèvement à la tarière		Trop d'hétérogénéité spatiale à la parcelle Pas de prise en compte des pratiques agricoles	Amélioration de l'échelle spatiale
Conseil agronomique Cartographie des terroirs	Analyses agronomiques Analyses territoriales	Analyse des sols au laboratoire Echelle parcellaire	Cartes, rapports, conseils	Données non vectorisées Qualité des données	

Atelier - Phase 3 : actions pour améliorer l'utilisation des données sols (groupe 1)

Recruter des pédologues
au niveau régional

Développer une
plateforme d'échange
mutuelle autour de la
pédologie

Développer un portail de
vulgarisation

Proposer des outils d'aide
à la décision prêts à
l'emploi

Identifier les archives
pédologiques papiers et
monter un projet de
numérisation collaborative

Proposer une interface
utilisateur facile
d'utilisation

Former et sensibiliser les
acteurs des territoires à
l'utilisation des données
sols

Amélioration de l'échelle à
1/2000

Sondage simplifié



Atelier - Phase 3 : actions pour améliorer l'utilisation des données sols (groupe 2)

Produire les cartes d'activité biologique et de la caractérisation des matières organiques

Développer un outil de visualisation en temps réel

Proposer une application pour capitaliser les données sols produites par les propriétaires privés

Production de données à l'échelle parcellaire

Visualisation cartographique interactive avec possibilité d'extraction des données sols sur des emprises spécifiques

Diffusion des données avec et formation des acteurs

Outil de numérisation simplifiée des données de sol, les intégrer dans une interface cartographique régionale et permettre le calcul des incertitudes

Proposer une plate forme pour remonter les données et les archiver

Etablir un lien entre les niveaux local, régional et national

Produire des cartes de caractérisation de la matière organique labile et liée ainsi que leur cinétique

Mettre en place une infrastructure centralisée

Elaborer les méthodes et les normes accessibles aux non pédologues



Atelier - Phase 3 : actions pour améliorer l'utilisation des données sols (groupe 3)

Amélioration de l'échelle

Script national accessible et personnalisable suivant le secteur et les indicateurs souhaités

Approche plus fine (à la parcelle) et généralisée au niveau national

Elaborer les cartes évolutives sur un thème pour aider aux analyses des données sols

Développer un indicateur avec projection dans le temps de l'évolution des sols avec le changement climatique

Développer des indicateurs personnalisables et accessibles produisant des cartes et des analyses. Utiliser l'IA pour proposer plusieurs scénarios

Harmonisation des documentations nouvelles et anciennes

Recruter un pédologue pour accompagner les acteurs

Elaborer des cartes sur les enjeux fonciers

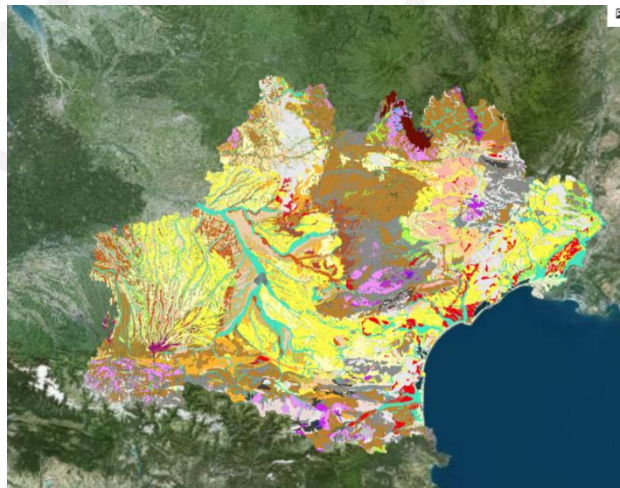
Mettre en place un centre de ressources des outils et données disponibles et Financer les études sols



PERSPECTIVES

- ❑ Les participants ont remonté les limites rencontrées actuellement dans l'utilisation des données sols :
 - ✓ Insuffisance de compétences techniques en pédologie
 - ✓ Méconnaissance des référentiels de données disponibles
 - ✓ Inadéquation des échelles d'utilisation
 - ✓ Complexité inhérente aux données et difficulté d'interprétation
 - ✓ Défaut d'harmonisation des jeux de données à l'échelle locale.
- ❑ Afin de lever ces verrous, les préconisations suivantes ont été formulées :
 - ✓ La création d'un centre de ressources régional en pédologie, porté par OPenIG autour des missions suivantes:
 - Expertise et accompagnement : Recrutement d'un pédologue dédié à la formation, à la sensibilisation et à l'accompagnement technique des acteurs.
 - Ingénierie d'outils : Développement de solutions « clés en main » permettant la visualisation des données, la génération automatisée de cartographies thématiques (ex: indicateurs de qualité des sols) et le croisement de bases de données multi-thématiques, sans nécessiter d'expertise pédologique préalable.
 - Produire des cartes thématiques et spécifiques sur demande, pour répondre aux besoins des acteurs.
 - Etablir le lien entre le niveau local, régional et national
 - ✓ Mise à disposition d'outils d'aide à la décision opérationnels
 - ✓ Optimisation de la précision cartographique en améliorant les échelles d'utilisation
 - ✓ Capitalisation et valorisation des données pédologiques anciennes, y compris les cartes sols sur support papier
 - ✓ Création d'une plateforme collaborative dédiée au partage des connaissances en pédologie,
- ❑ OPenIG collaborera avec l'INRAE afin de valoriser les scripts produits lors de la thèse de Léa Courteille et industrialiser la production de cartes des sols sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques des différents acteurs.
- ❑ Les participants seront sollicités pour contribuer à l'identification des territoires pilotes, au développement de l'outil et le cas échéant, aux phases de test et de recette des solutions développées.

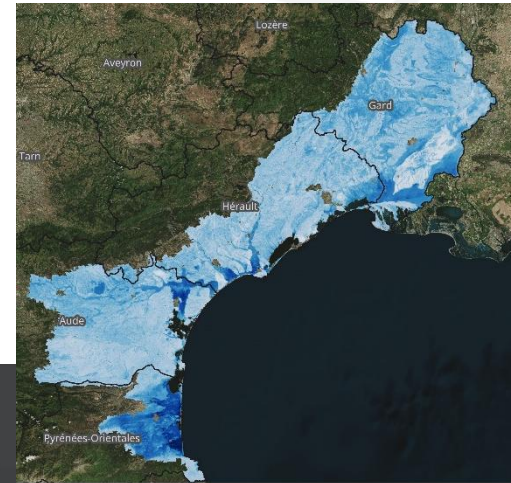
Présentation des nouvelles données pédologiques en Occitanie



Atelier technique sur les sols
20 juin 2025
Maison de la Télédétection

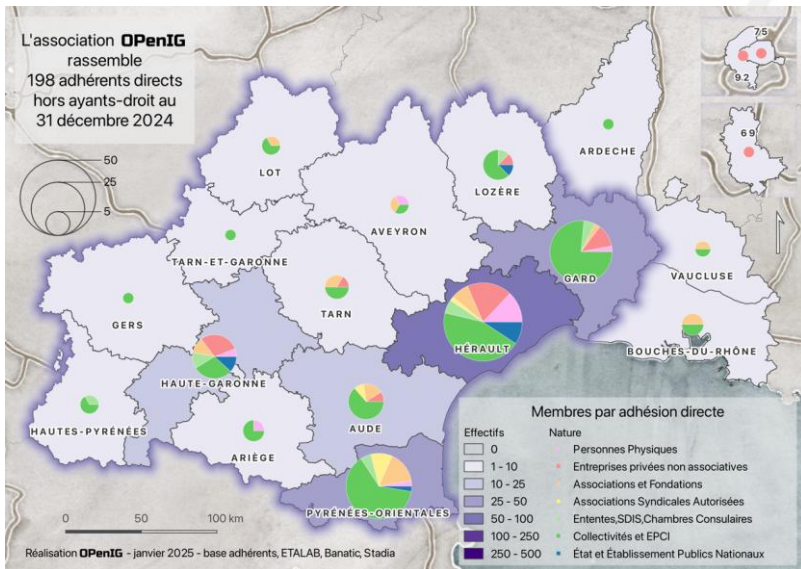
Pourquoi cet atelier

- Présenter les deux nouvelles cartes sols :
 - ✓ Réserve Utile sur les 100 premiers cm de sol
 - ✓ Indice de multifonctionnalité potentielle de sol
- Communiquer sur les incertitudes associées à ces deux cartes des sols
- Présenter le produit intermédiaire issu de la cartographie des sols par modélisations statistiques (CSMS): script R
- Echanger sur les perspectives de la CSMS en Occitanie : suite du projet Terra OccitanIA,...



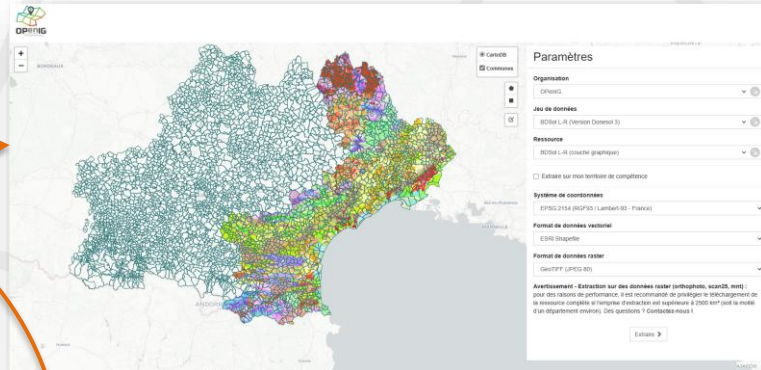
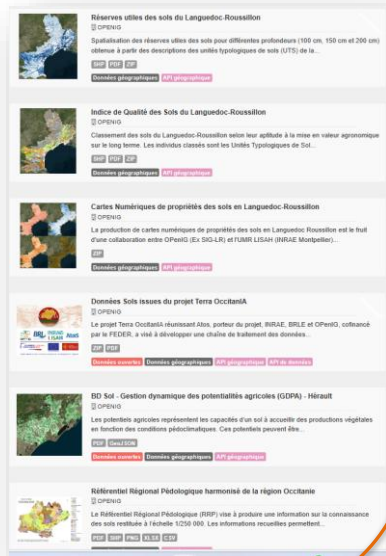
OPenIG, quesaco ?

- Centre de ressources en information géographique en Occitanie
- Association loi 1901, depuis 1994 en LR (SIG L-R), 2017 en Occitanie
- Président : Bertrand Monthubert
- Équipe : 11 salariés (*Maison Télédétection*)
- Territoire : 13 départements d'Occitanie
- Missions : mutualiser l'information géographique (IG) pour nos adhérents

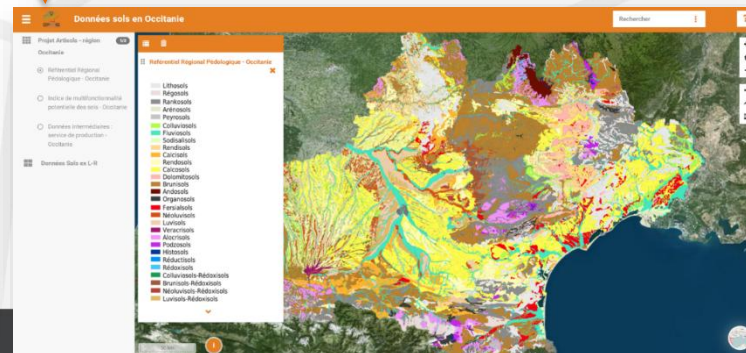


Catalogues de données

Extracteur de données



The screenshot shows the 'Créer sa carte' (Create your map) page on the opening.org website. The page has a green header with the opening.org logo and navigation links: Accueil, Partenaires, Projets, Rapports, and Aide. Below the header, there are links for 'Association', 'Groupes de travail', and 'Ressour'. The main content area is titled 'Créer sa carte' and includes a sub-header 'L'agenda - mviewer studio'. Below this, there is a row of icons for 'Commenter un lien que', 'Charger', 'Sauvegarder', 'Télécharger', 'Publier/actualiser', and 'Déconnecter'. The form itself has a 'Titre' field with the value 'Carte'. Below this is a 'Recherche' field. The 'URL du logo' field contains 'https://img.opening.org/organisation/opening.png'. The 'Page d'aide (html)' field contains 'help_fir.html'. The 'Style' dropdown menu is set to 'default'. The 'Options' section includes several checkboxes: 'Ouvrir des mesures' (checked), 'Export de la carte au format png', 'Afficher l'aide au démarrage', 'Affichage des coordonnées au click', and 'Afficher/masquer toutes les données d'une thématique en un clic'. On the right side of the form, there is a map of France with a red location pin on the island of Corsica.



Animation Territoriale : GT Sols en Occitanie

➤ Co-piloté par



➤ Réunit producteurs et utilisateurs de données sols



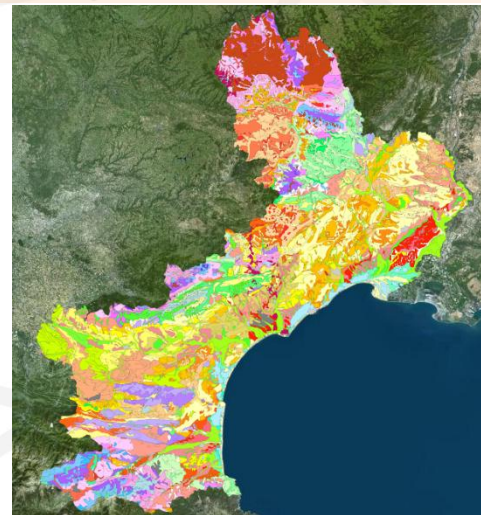
Réaliser un état des lieux de l'existant en région (données, échelles, modalités de diffusion, usages...)

Articuler les **dynamiques nationales** avec la situation en région

Construire une **gouvernance collective** sur l'enrichissement des données sols en Occitanie et leur valorisation

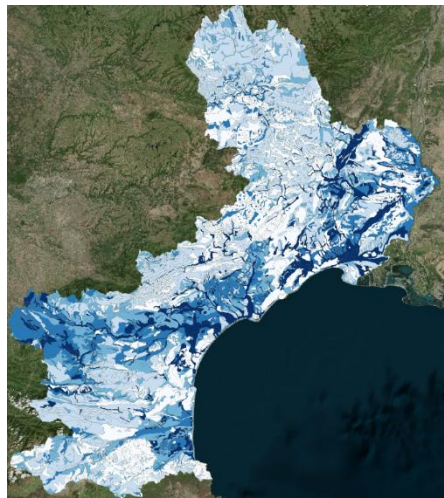
Action 1 : Production et diffusion de la BDSol (ex L-R) /RRP

- Produit entre 1992 – 1998 par l'INRAE
- Labellisée par le programme I.G.C.S. novembre 2008
- Convention signée le 1/7/2010 entre INRA - Montpellier SupAgro et SIG L-R pour la diffusion de la BDSol LR et ses produits dérivés.
- Caractéristiques : 1/250 000
 - ✓ 2 780 000 ha découpés en plus de 4000 plages cartographiques
 - ✓ 400 unités cartographiques
 - ✓ + 30 informations : caractéristiques de l'environnement, description des unités de sols avec leur stratification, profondeur, texture, pierrosité, hydromorphie, teneur en carbonates, pH...

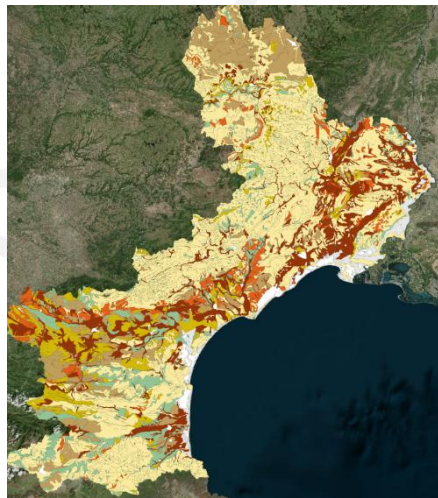


Action 1 : Production et diffusion (ex L-R) /RRP & produits dérivés

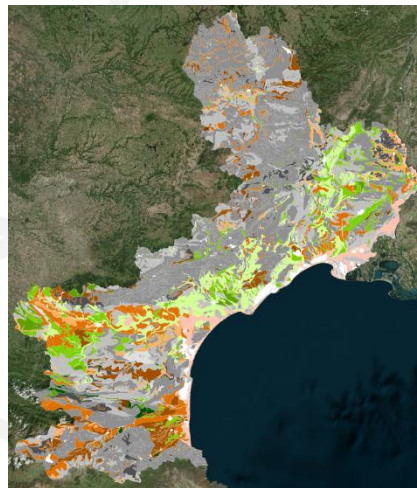
➤ 4 Cartes thématiques sont dérivées de la BDSol LR



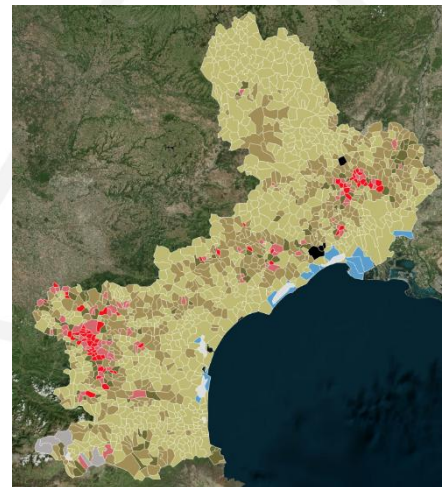
Réserve utile



Classe de potentiel
agronomique des sols



Indice de qualité
des sols dominants

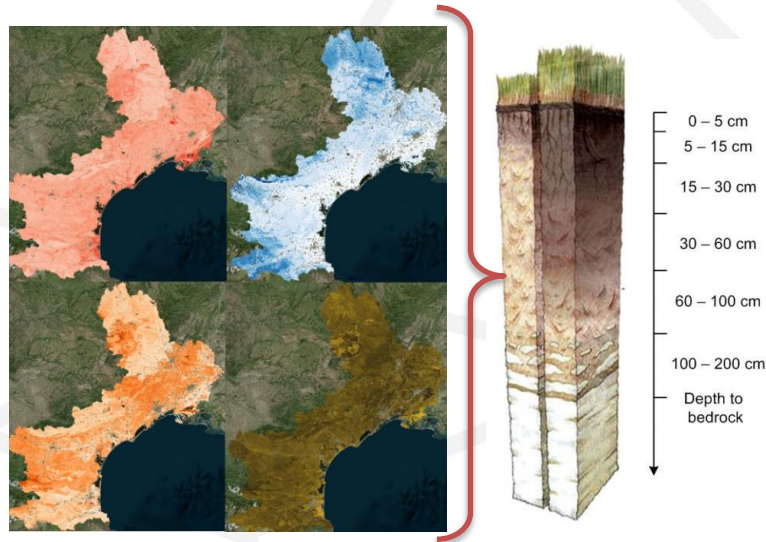


Aléa érosif

➤ L'ensemble des notices qui expliquent pour chacune des cartes la méthodologie utilisée est disponible sur l'IDG

Action 2 : Thèse CIFRE de Kévin Vaysse 2012-2015 : *Cartes Numériques de propriétés des sols en L-R*

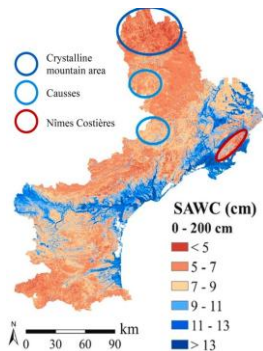
- Thèse CIFRE portée par OPenIG et l'INRAE/ UMR LISAH
- **Cartes de propriétés de sol** : fractions granulométriques (taux d'argile, de limon et de sable), pH et taux de carbone organique du sol
- Pour chacune de ces 5 propriétés, sont fournies, aux nœuds d'une grille 90mx90m, et pour 6 intervalles de profondeur du sol (0-5 cm, 5-15cm, 15-30cm, 30-60cm, 60-100 cm, 100-200 cm)
- Lien vers le document méthodologique : [document](#)



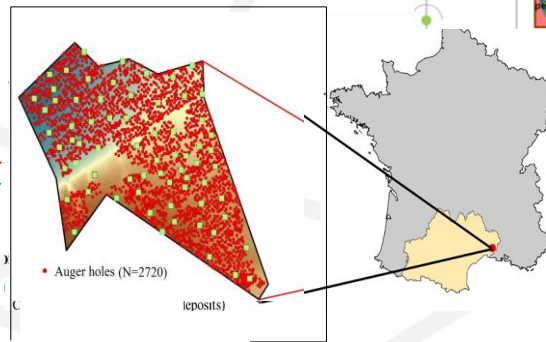
Source GlobalSoilMap

Action 3 : Thèse CIFRE de Quentin Styc 2020 : Cartographie numérique du Réservoir Utile à partir de données pédologiques anciennes BRLE

INRAE
LISAH
BRL
Exploitation
Carte RU régionale

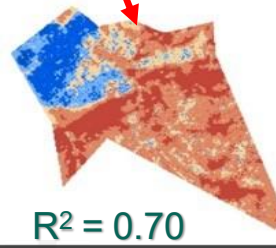
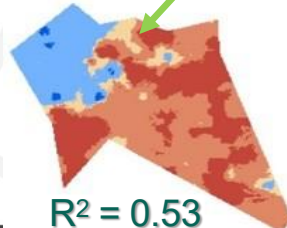
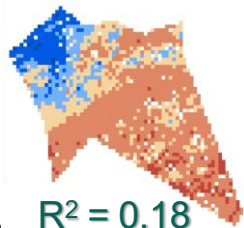


Données pédologiques
anciennes CNABRL (1955-80)



• Sondages (N = 2992)

■ Profils (N = 89)

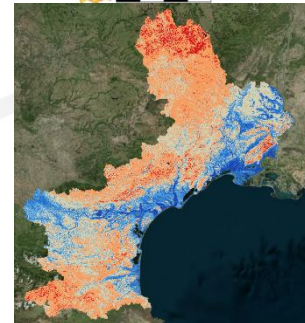
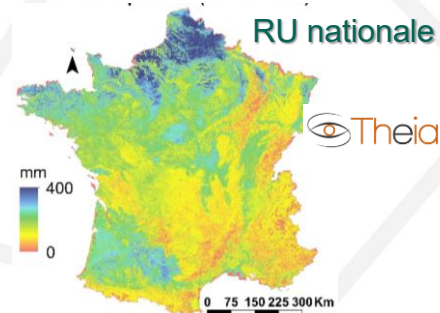


SAWC (cm)
• < 5
• 5 - 10
• 10 - 15
• 15 - 20
• 20 - 25
• > 25

N 0 1 2 3 Km

$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + \varepsilon$$

Erreur estimée



Action 4 : Projet Terra OccitanIA : Valorisation de données sols anciennes



ACTION 1

Numérisation automatique des données pédologiques anciennes via l'IA

Atos



ACTION 2

Harmonisation et qualification des données pédologiques pour l'interopérabilité (DONESOL)

INRAE



ACTION 3

Développement d'algorithmes de cartographie numérique de sol

Atos INRAE

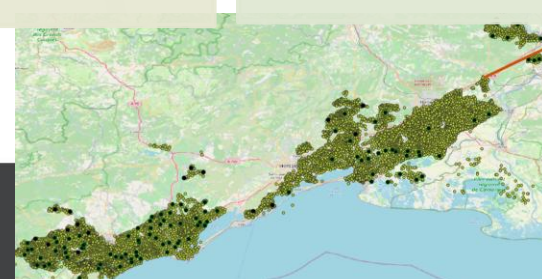
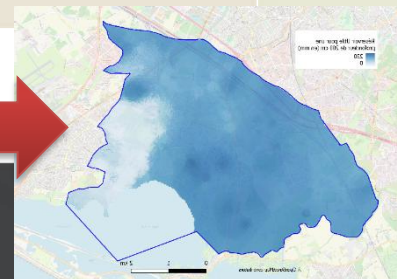
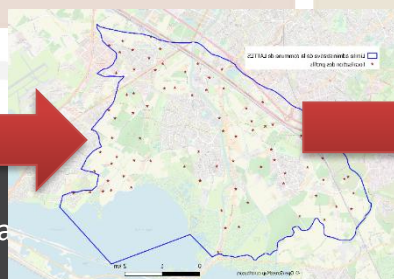
ACTION 4

Développement d'exemples d'utilisation des cartes de propriétés fonctionnelles de sol

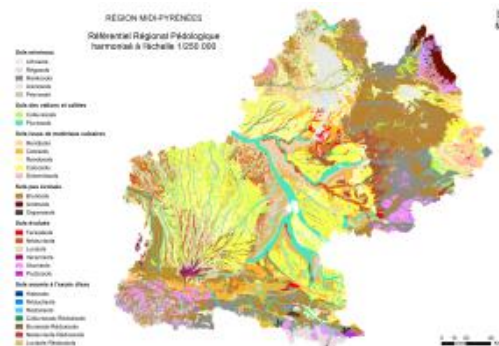


ACTION 5

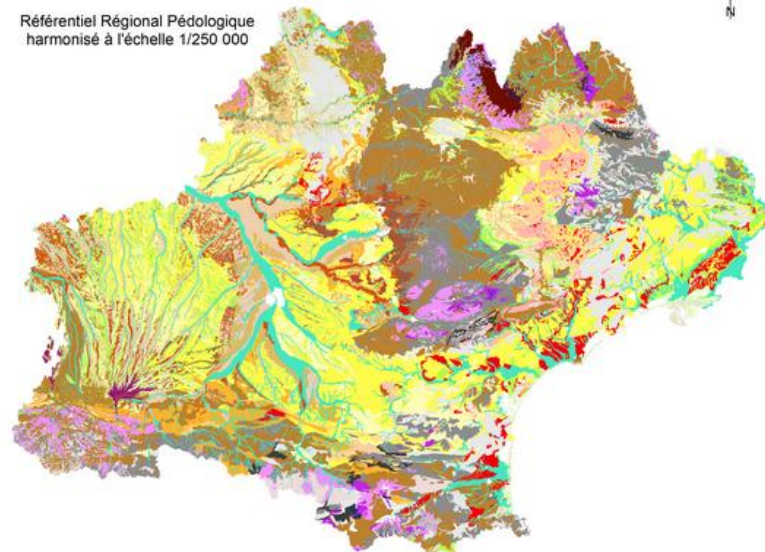
Proposition d'un modèle de partage et de diffusion des données produites



Action 5 : Projet ARTISOL : Harmonisation des RRP ex L-R et ex Midi-Pyrénées



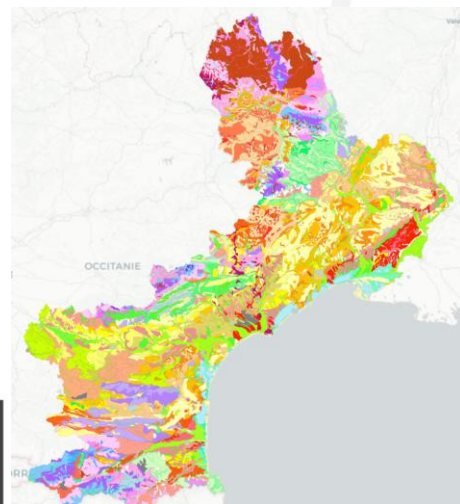
RÉGION OCCITANIE
Référentiel Régional Pédologique harmonisé à l'échelle 1/250 000



- SOUS-ENSEMBLES**
- 1 Litosols
 - 2 Régiosols
 - 3 Rankosols
 - 4 Anénosols
 - 5 Peyrosols
- Sols des vallées, vallées et milieux côtiers**
- 6 Colluviosols
 - 7 Fluvisols
 - 8 Sodosols
- Sols issus de matériaux calcaires**
- 9 Rendisols
 - 10 Calcisols
 - 11 Rendosols
 - 12 Calcosols
 - 13 Dolomitosols
- Sols peu évolués**
- 14 Brunisols
 - 15 Andosols
 - 16 Organosols
- Sols évolués**
- 17 Fersialisols
 - 18 Nétolusols
 - 19 Luvisols
 - 20 Veracrisols
 - 21 Alotrisols
 - 22 Podzols
- Sols soumis à l'excès d'eau**
- 23 Histosols
 - 24 Réductisols
 - 25 Rédoxisols
 - 26 Colluviosols-Rédoxisols
 - 27 Brunisols-Rédoxisols
 - 28 Nétolusols-Rédoxisols
 - 29 Luvisols-Rédoxisols

Laffont, L., Guisneau, M., Cambou, E., Rabot, E., Barthes, J.P., Bortin, P., Bonnard, M., Collin Bellet, C., Delaunoy, A., Fajon, P., Genesio, V., Guich, J., Lemer, C., Morel, J.M., Muller, N., Parry, J.P., Puzos, A., Ravet, J.C., Rigou, L., Vauclair, A., Vauclair, Q., Yven, E., 2022. Référentiel Régional Pédologique harmonisé de la région Occitanie. CNRS Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement, INRAE/LISA, Chambre d'Agriculture du Tarn et MOYAL.

50 km



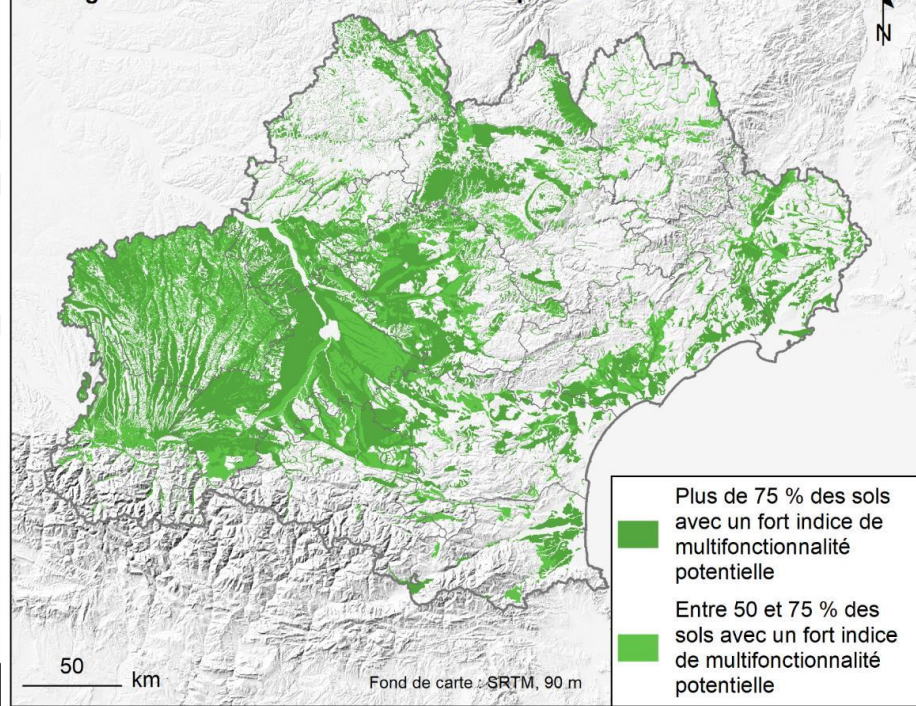
Action 5 : Projet ARTISOL : Développement d'un indice de multifonctionnalité potentielle des sols

Quels sont les sols à protéger de l'artificialisation pour assurer la **sécurité alimentaire** en Occitanie dans **100 ans**, tout en minimisant? **l'impact des activités agricoles sur l'environnement ?**

10/12

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
Habitat physique pour la croissance végétale			
Réservoir utilisable maximal			
Engorgement en eau			
Texture			
Pente			
Teneur en éléments grossiers de surface			
Habitat chimique pour la croissance végétale			
Capacité d'échange cationique			
Teneur en éléments grossiers			
pH			
Salinité			
Rétention et transferts d'eau et de polluants			
Réservoir utilisable maximal			
Ruissellement			
Infiltration de l'eau			
Stockage du carbone			
Saturation potentielle en carbone			

Zonage des sols à forte multifonctionnalité potentielle



Action 5 : Projet ARTISOL : Développement d'un indice de multifonctionnalité potentielle des sols

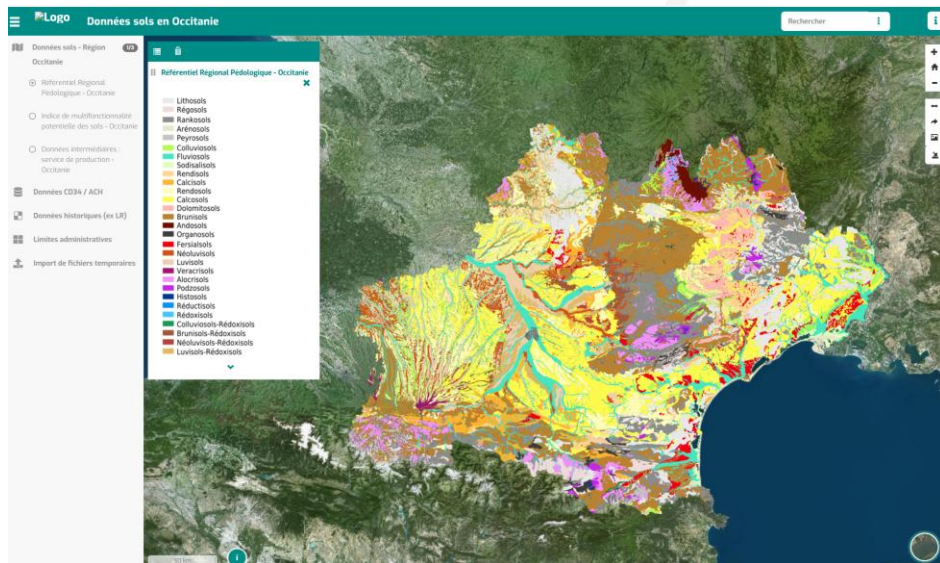
Limites:

- Échelle : 1/250 000 => 1 mm sur la carte correspond à 250 m sur le terrain. La plus petite surface représentée est de 50 ha. Pas adapté au niveau infra-communal.
- Evaluation basée sur un point de vue particulier de la multifonctionnalité des sols:
 - ✓ pas tous les services rendus par les sols,
 - ✓ pondération égale vis-à-vis des services pris en compte
- Information à contextualiser avec d'autres données (zonages agricoles, environnementaux, aménagements, etc.)

<https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100034>

Action 6 : Valorisation des données sols en Occitanie

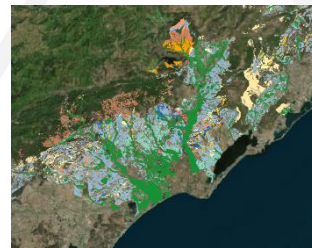
Visionneuse cartographique des sols en région Occitanie



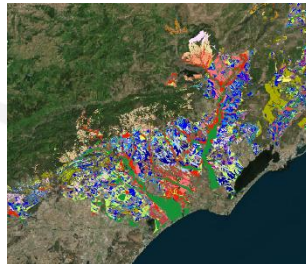
Valorisation de la BD SOL de l'Hérault



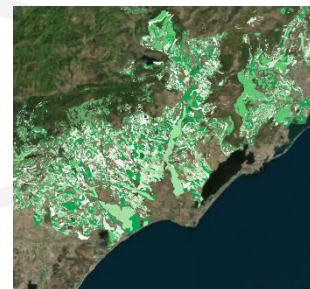
BD Sol - Propriétés



BD Sol - Géologie



BD Sol - Terroirs



BD Sol - Gestion dynamique
des potentialités agricoles
(GDPA) - Hérault

Action 7 : Thèse de Léa Courteille : Impact de la représentation de l'incertitude cartographique pour la prise de décision : le cas de la prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire (2022-2025)

- Enrichissement de la BD SOL en Occitanie par 2 nouvelles cartes sols issues de la **thèse de Léa Courteille (UMR LISAH)**.
- Production de ces cartes appuyée sur des travaux antérieurs : **projet Artisol & projet TerraOccitanIA**
 - ⇒ Carte numérique du **Réservoir Utile** sur 100 cm de sol
 - ⇒ Carte numérique d'**indice de multifonctionnalité potentielle de sol**
 - ✓ Echelle entre **1:25 000** et **1:50 000**
 - ✓ **12 135 km** : la plaine côtière méditerranéenne d'Occitanie
 - ✓ Sur 4 départements ex L-R (**11, 30, 34 et 66**)
 - ✓ Cartes livrées avec leurs cartes d'incertitudes



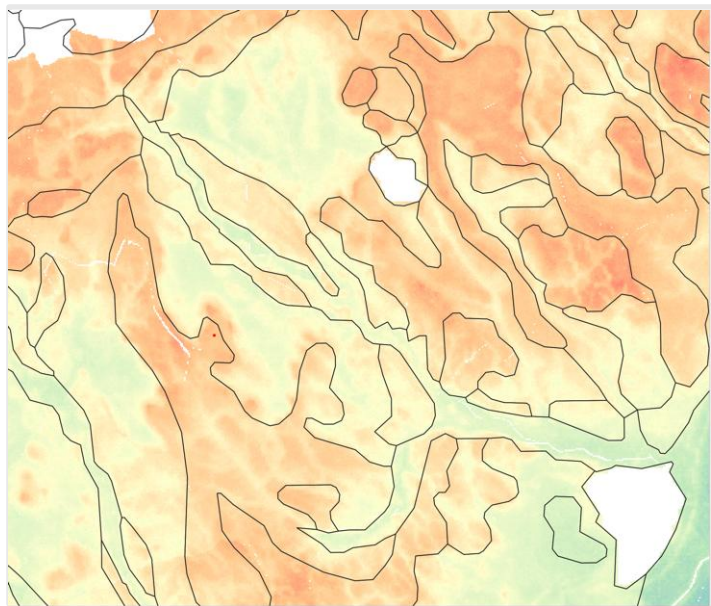
Action 7 : Thèse de Léa Courteille : Impact de la représentation de l'incertitude cartographique pour la prise de décision : le cas de la prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire (2022-2025)

- D'autres cartes sols en cours de production : **fractions texturales, Capacité d'Echange Cationique, profondeur, pierrosité...**
- **Atelier technique 20 juin 2025:** présentation de ces cartes et produits dérivés (script permettant de générer des cartes sols à façon)
- L'UMR LISAH a produit un script qui pourrait permettre aux collectivités d'utiliser les propriétés primaires des sols pour générer des cartes d'indices de qualité des sols à façon
- OPenIG : porte une réflexion pour développer un outil / service via l'IDG pour valoriser ce produit.



Programme

Quoi	Qui
Accueil & café	
Introduction de la journée et présentation du contexte et des objectifs de l'atelier Rappel de l'offre actuelle en informations pédologiques en Occitanie	Ruth Lavie
Nouveaux produits de DSMS en Occitanie et perspectives	Philippe Lagacherie
Retour d'expérience DDTM 30 : étude interdépartementale sur la multifonctionnalité des sols	Muriel Bascou
Atelier collaboratif pour identifier les besoins des acteurs sur les usages de l'information pédologique dans la gestion du territoire (Phases 1 & 2)	Ruth Lavie, Philippe Lagacherie
10h35 - 10h45 : PAUSE	
Atelier collaboratif pour définir le contour du développement d'un outil ou d'un service permettant de générer les cartes sols à la demande (Phases 3 & 4)	Ruth Lavie, Philippe Lagacherie
Restitution et mise en commun des travaux des groupes	1 participant par groupe
Echange sur les perspectives de la CSMS en Occitanie : suite du projet Terra Occitania Conclusion	Ruth Lavie, Philippe Lagacherie



Nouveaux produits CSMS en Occitanie et perspectives

Philippe Lagacherie

LISAH, Univ Montpellier, INRAE, IRD, Institut Agro, Montpellier,

LISAH



INRAE



Cartographie Par Modélisation Statistique : Définition et historique

CSMS : la production d'estimations spatialisées de types de sol ou de valeurs de propriétés des sols en tout point de l'espace par des modèles statistiques alimentés par des données spatiales environnementales et calibrés avec les données de sol disponibles sur la zone d'étude. (Voltz et al, 2018)

1985-95 : Travaux pionniers en Australie, France et USA



Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE @ DIRECT®
Geoderma 117 (2003) 3–52

GEODERMA

www.elsevier.com/locate/geoderma

On digital soil mapping

A.B. McBratney^{a,*}, M.L. Mendonça Santos^b, B. Minasny^a

^aAustralian Centre for Precision Agriculture, Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, MacMillan Building A05,
The University of Sydney, Sydney, New South Wales 2006, Australia

^bEMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22.460-000, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

Received 19 November 2002; received in revised form 14 May 2003; accepted 5 June 2003



2003 : La CSMS est reconnue comme discipline scientifique



2009: projet GlobalSoilMap : vers l'opérationnalité

Cartographie Par Modélisation Statistique : Principe général

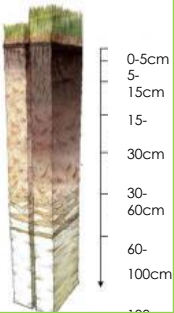
$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + \varepsilon$$

Erreur
estimée

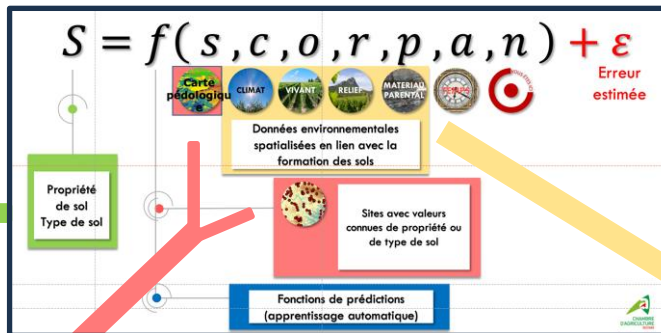


Cartographies de propriétés de sol selon les spécifications GlobalSoilMap (Thèse Kévin Vaysse, 2012-2015)

Argile%, Limon%, Sable%,
Eléments grossiers%,
pH
Carbone organique%,
CEC

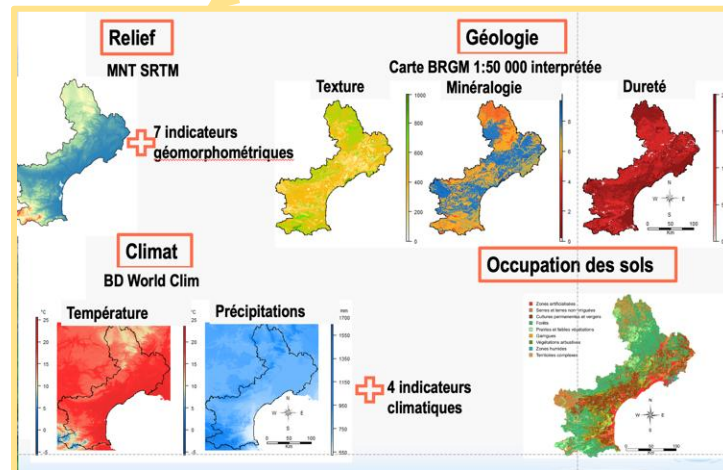
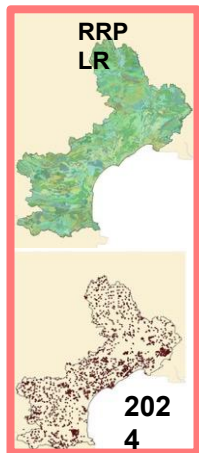


+ profondeur du sol

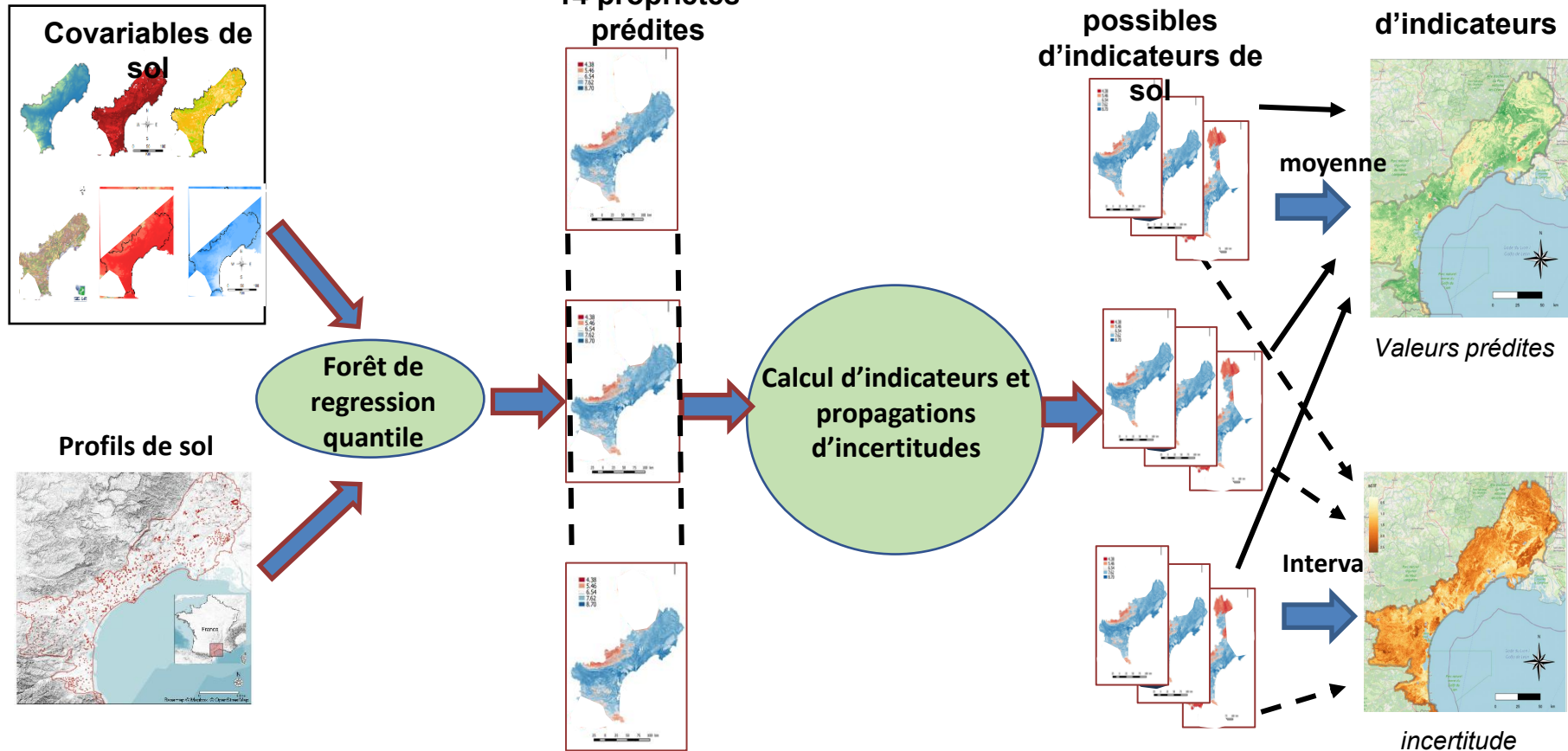


Algorithme:

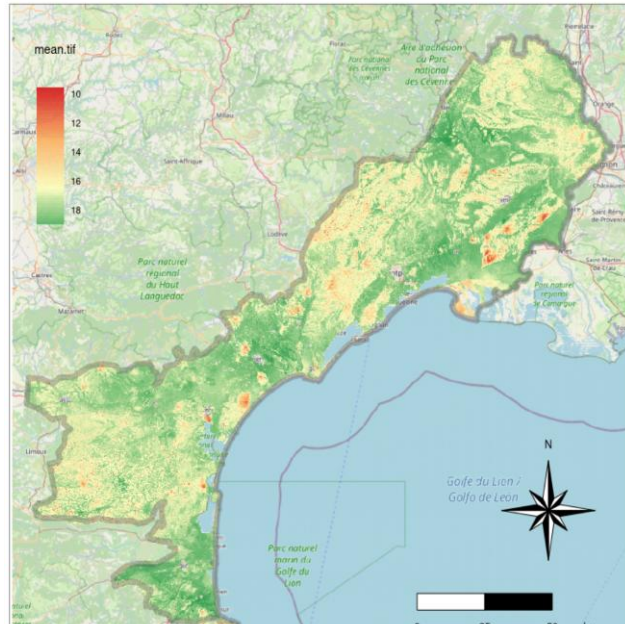
Forêt de régression
quantile



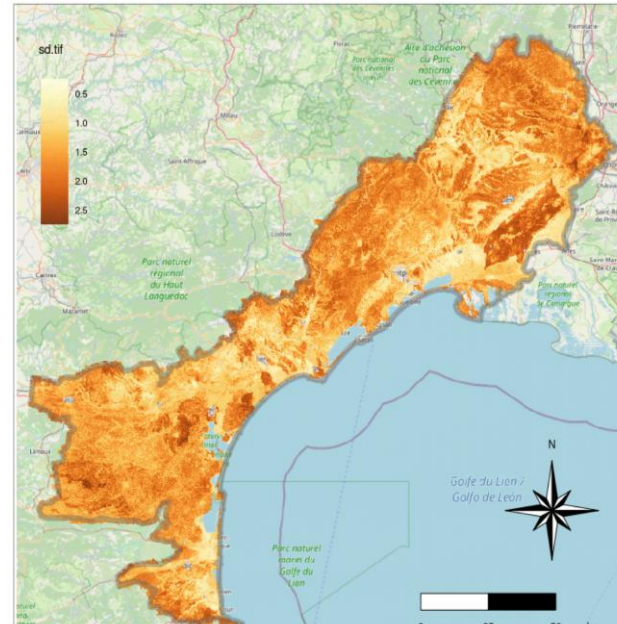
Extension de la CSMS à la cartographie d'indicateurs de sol (Angelini et al, 2023)



Indice de multifonctionnalité (qualité) des sols sur la zone côtière d'Occitanie



Valeurs prédites



Incertainitudes



- Variabilités de IQS représentées conformes aux connaissances
- Gain de résolution spatiale / RRP



- Forte incertitude prédite
- Uniquement 7 % de variabilité représentée

DOI: 10.1111/qs.13345

ORIGINAL ARTICLE

Soil Science WILEY

A multivariate approach for mapping a soil quality index and its uncertainty in southern France

M. E. Angelini^{1,2} | G. B. M. Heuvelink^{3,4} | P. Lagacherie²

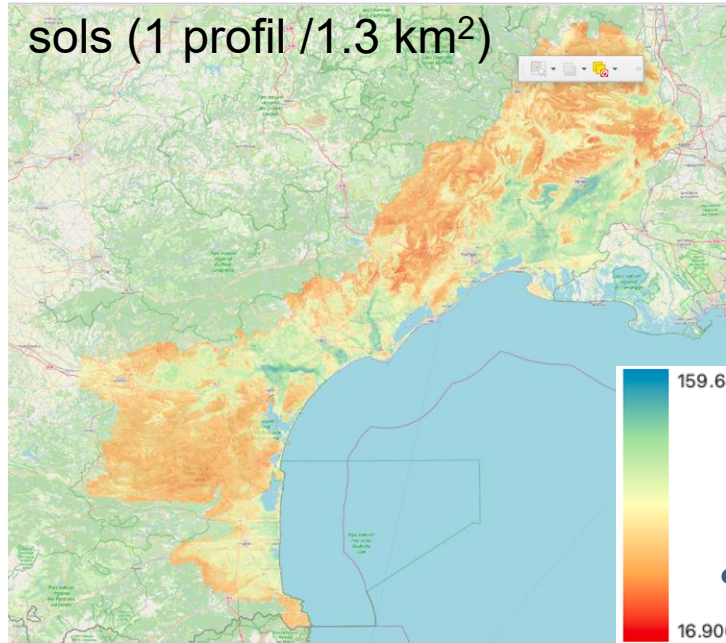
Enrichissement de la Base régionale de données de profils pédologiques

Etudes - projets	Nombre de profils	Auteurs	dates profils
Carte 1/100 000 Argelès	72	INRA, CNABRL	1960-65
Carte 1/100 000 Lodève	327	INRA-IFN	1969-85
Carte 1/25 000 BV Peyne	20	INRA	2000-10
Projet IGCS CAPVAL	71	GeoSOLEAU, ACH	1992-98
Projet IGCS 2021	1 192	SIGALES, GeoSOLEAU	1985-2006
Projet TerraOccitania	6 752	CNABRL	1955-92

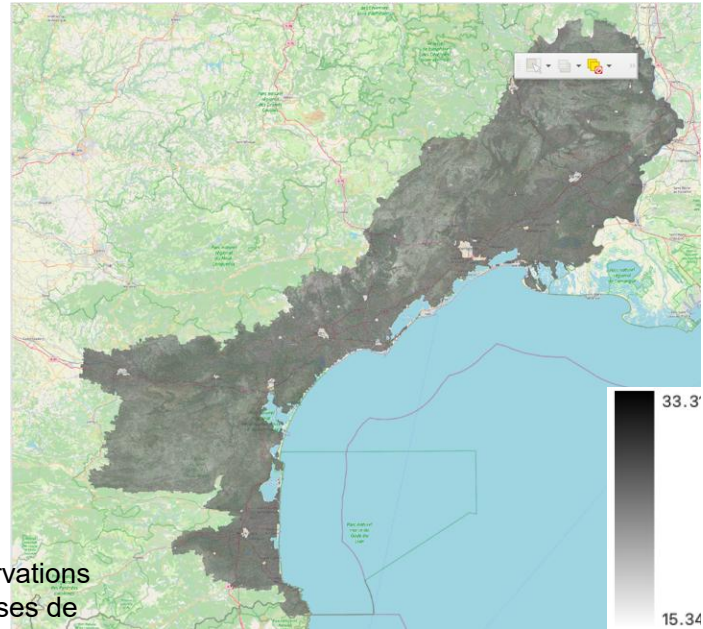


Réservoir Utile du sol (0-100 cm) de la zone côtière d'Occitanie

Modèle CSMS construit avec 9135 profils de sols (1 profil /1.3 km²)



Valeurs prédites

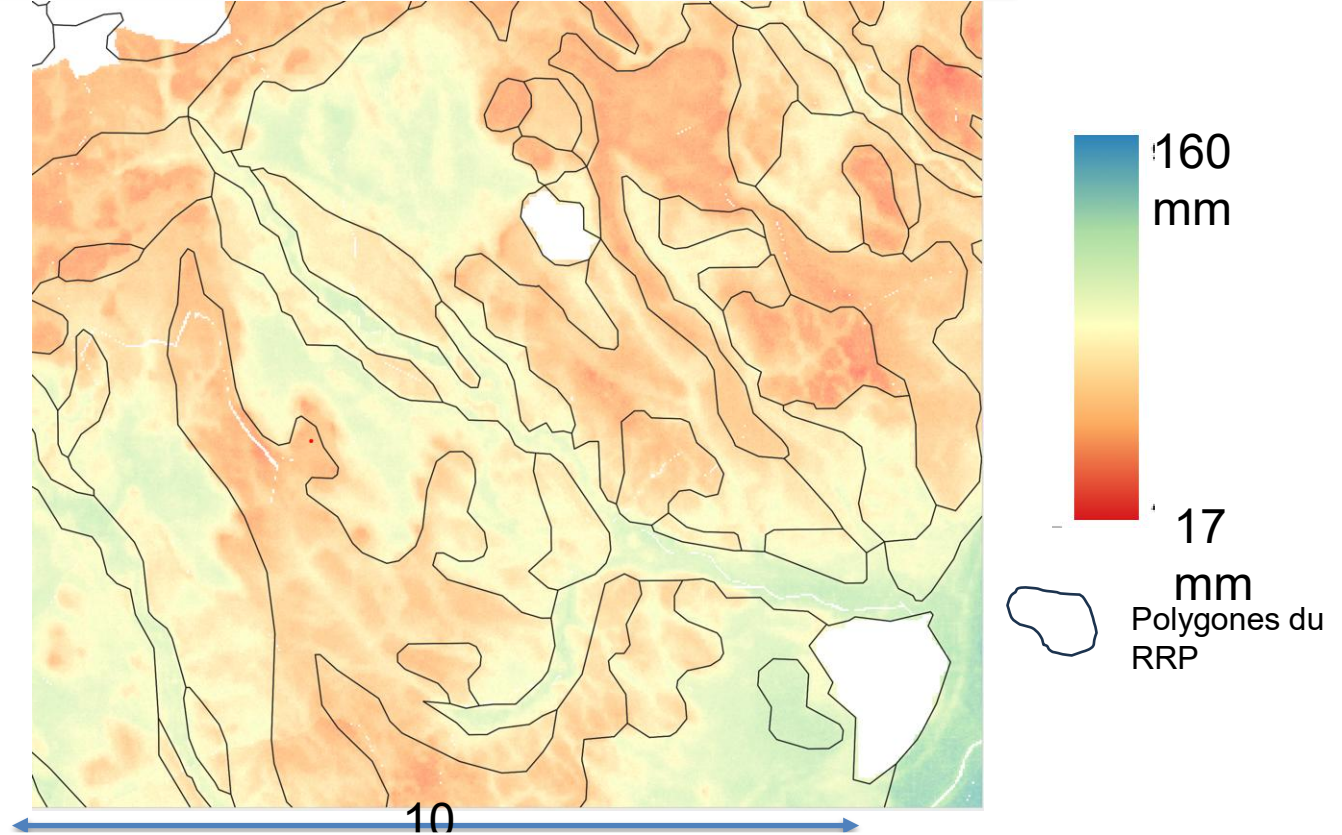


Incertitudes

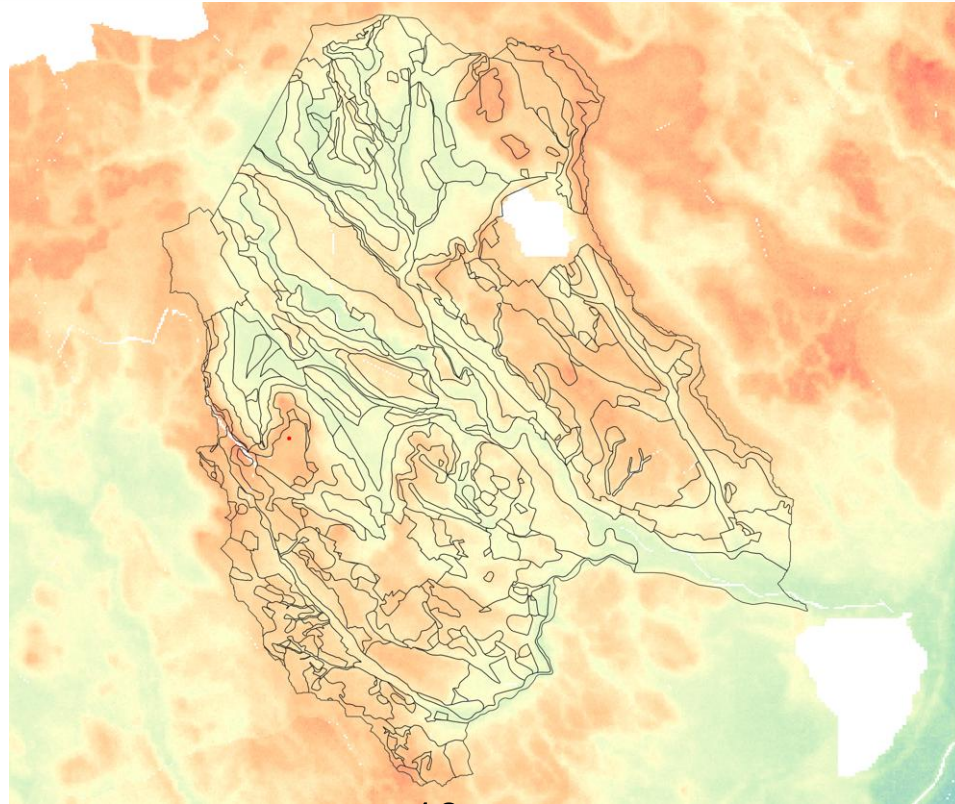
1229 observations
avec analyses de
sol

~30 % de variabilité de RU

Cartes de Réservoir Utile du sol (0-100 cm) et RRP



Cartes de Réservoir Utile du sol (0-100 cm) et carte 1/25 000 BV Payne (Coulouma et al, 2004)



160
mm

17
mm

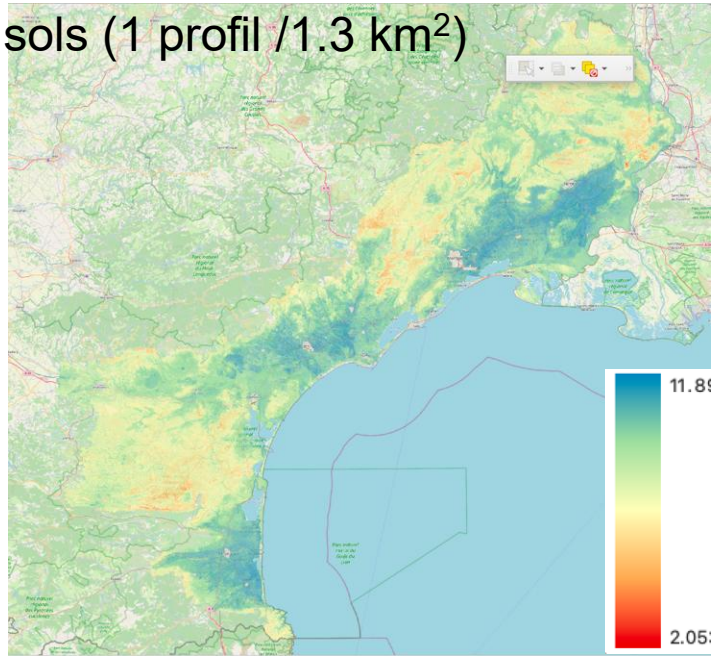


Polygones carte
1/25 000

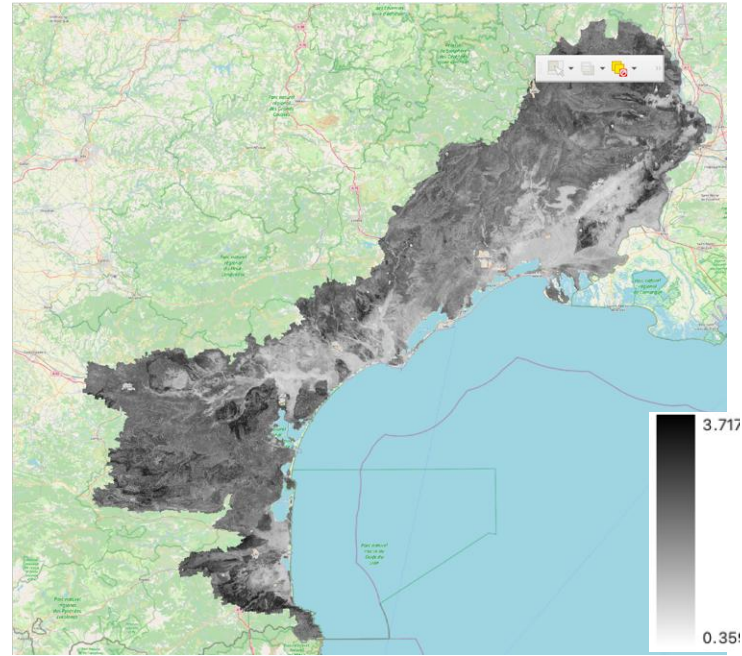
10

Indice de multifonctionnalité des sols de la zone côtière d'Occitanie

Modèle CSMS construit avec 9135 profils de
sols (1 profil /1.3 km²)



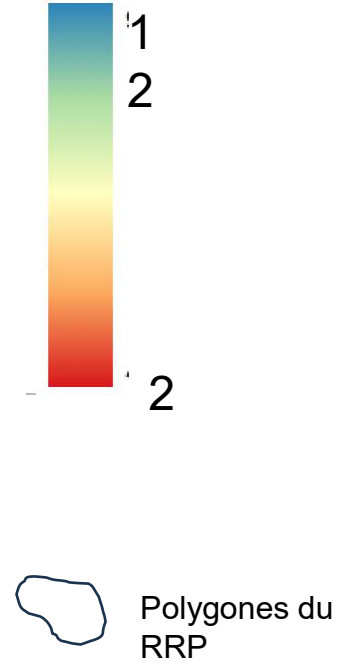
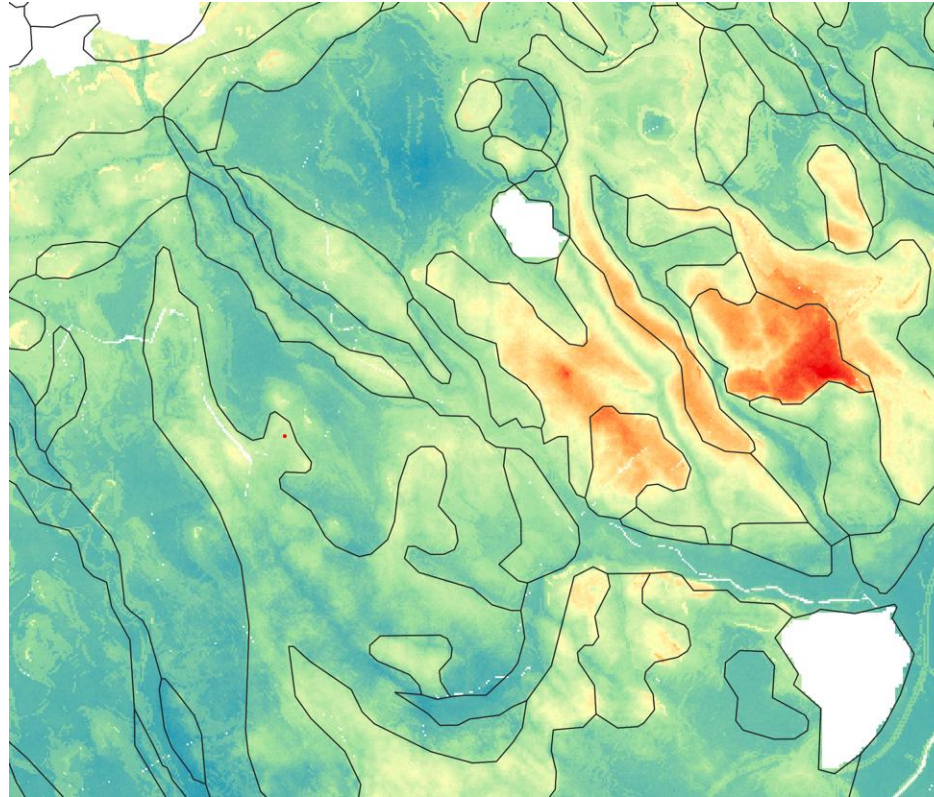
Valeurs prédites



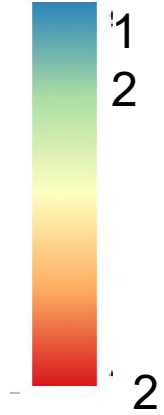
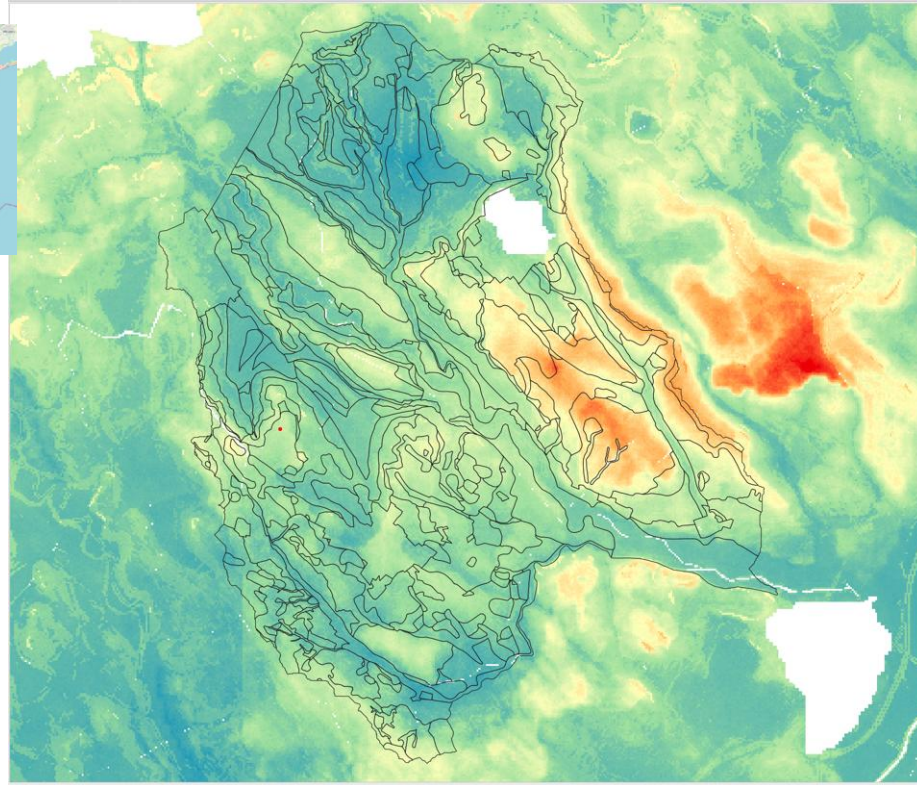
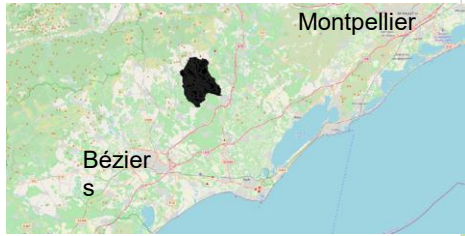
Incertitudes

% de variabilité de l'indice de multifonctionnalité des sols

Cartes d'Indice de Multifonctionnalité et RRP



Cartes d'indice de multifonctionnalité et carte 1/25 000 BV Payne (Coulouma et al, 2004)

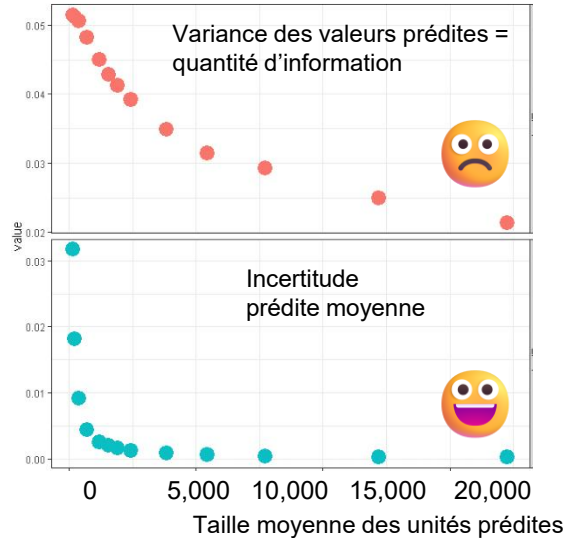


Polygones carte
1/25 000

10

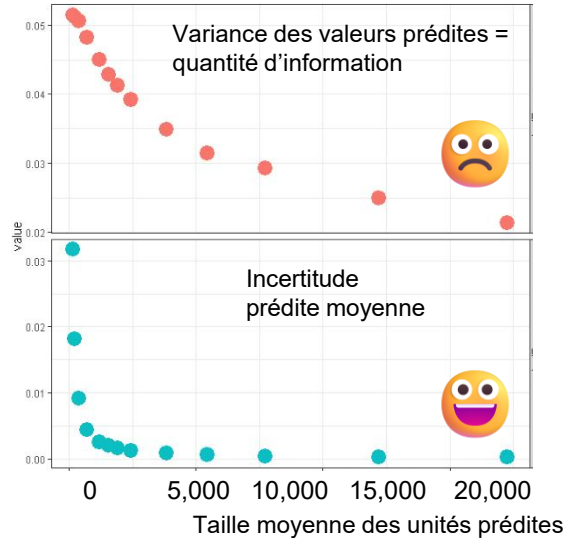
Aggrégation spatiale pour une visualisation de l'incertitude des cartes adaptée à la prise de décision (thèse Léa Courteille)

- Principe : Réduire l'incertitude en agrégeant spatialement les cartes prédites
- Valeurs fournies : proportion de surface au dessus d'un certain seuil de RU ou de qualité de sol



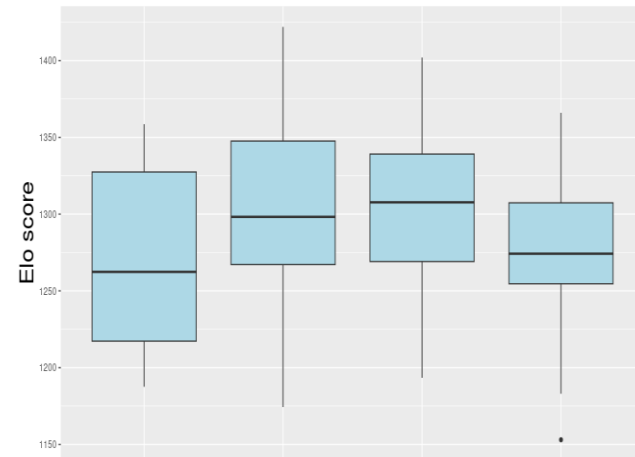
Aggrégation spatiale pour une visualisation de l'incertitude des cartes adaptée à la prise de décision (thèse Léa Courteille)

- Principe : Réduire l'incertitude en agrégeant spatialement les cartes prédites
- Valeurs fournies : proportion de surface au dessus d'un certain seuil de RU ou de qualité de sol



Quel est le meilleur compromis??

Préférences des utilisateurs pour le niveau d'aggrégation spatiale

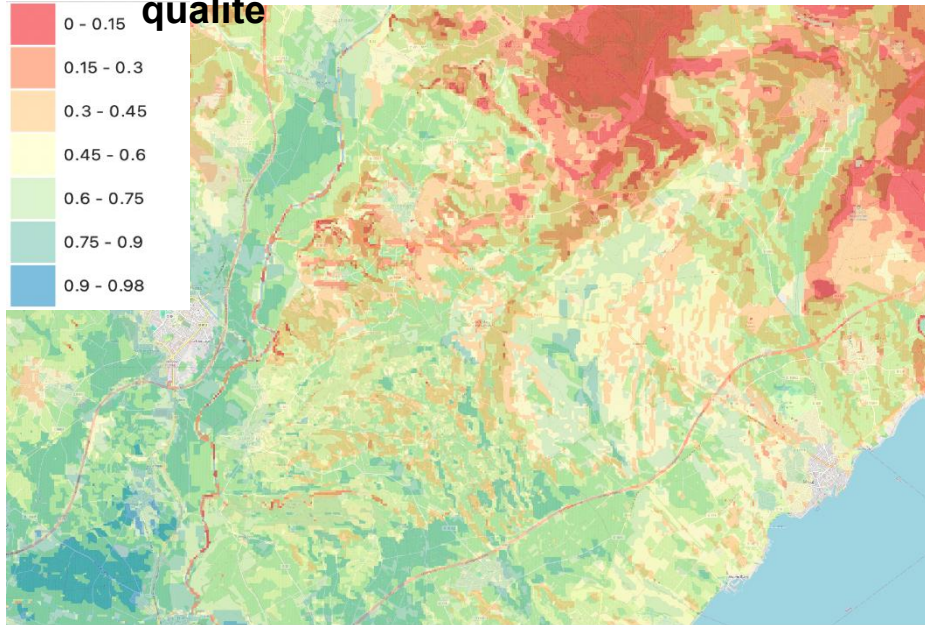


Aggrégation: aucune légère modérée forte

Aggrégation spatiale pour une visualisation de l'incertitude des cartes adaptée à la prise de décision: exemple de « bon » compromis

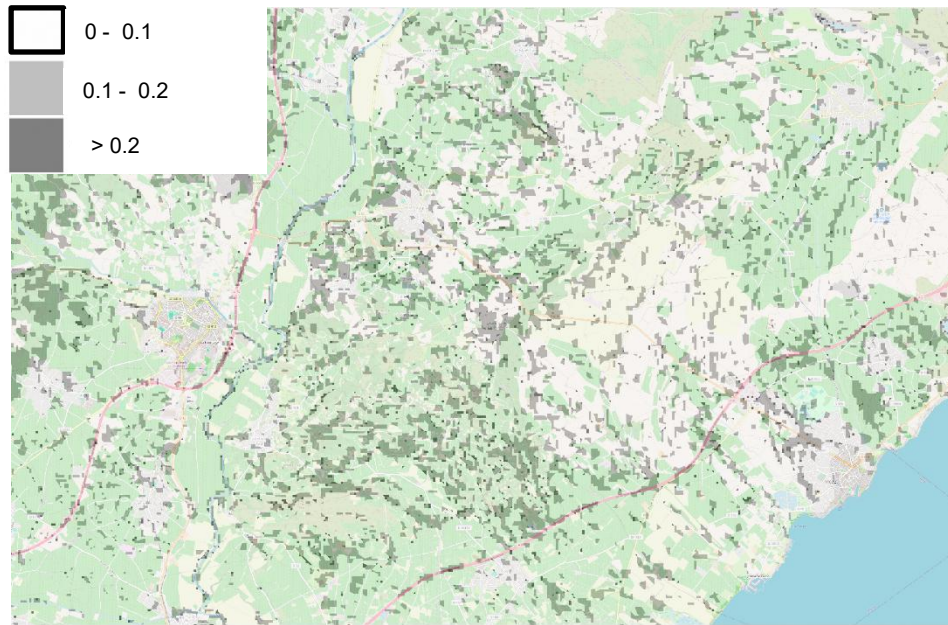
% de surface avec des sols de bonne
qualité

0 - 0.15
0.15 - 0.3
0.3 - 0.45
0.45 - 0.6
0.6 - 0.75
0.75 - 0.9
0.9 - 0.98



Incertainitude

0 - 0.1
0.1 - 0.2
> 0.2



5 km

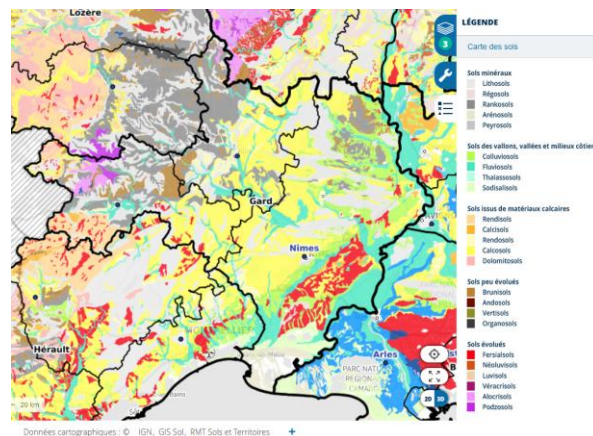
Nouvelles données sol distribuées par OpenIG (2025)

- **Zône côtière méditerranéenne de l'Occitanie**
 - Cartes du Réservoir Utile (+ incertitudes niveau pixel)
 - Carte d'un indicateur de qualité des sols (+ incertitudes niveau pixel)
 - Cartes de 7 propriétés primaires du sol sur 2 couches (0-30 cm et 30-100 cm) (+ incertitudes niveau pixel) *avant septembre 2025*
- **Occitanie (avant fin 2025)**
 - Idem ZCMO mais moins précis car moins de profils de sols disponibles pour construire les modèles

Perspectives : Productions de cartes d'indicateurs de sol à la demande

- **Un ensemble de scripts R est disponible et communicable**
- **Plusieurs niveaux de complexité en développement et compétences**
 - Cartes de nouveaux indicateurs de sol à partir des propriétés primaires déjà cartographiées → direct par utilisateur
 - Idem + incertitudes calculées et agrégations spatiales → service OpenIG
 - Cartes de nouveaux indicateurs de sol à partir d'autres propriétés primaires non encore cartographiée → service+ OpenIG
 - Cartes utilisant de nouvelles informations ponctuelles (= plus précises) → service++ OpenIG, implications utilisateurs .

ETUDE INTERDEPARTEMENTALE SUR LA MULTIFONCTIONNALITE DES SOLS



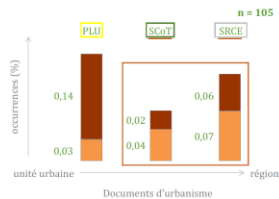
Pédologie - Les sols dominants en France Métropolitaine (GISSOL 2019)

Présentation du 19/06/25

CONSTATS SUR LA CONNAISSANCES DES SOLS

- **Analyse lexicale** sur les sols dans les documents d'urbanisme (Sol&Co – 2018) → EODD ingénieurs conseils (2025)

« sol-surface » et « sol-ressource »



- **Méthode MUSE** (CEREMA - 2018) : Cartographie de la qualité des sols :
- 4 fonctions du sol et 1 indicateur global du potentiel de multifonctionnalité des sols
- **Séminaire IGCS - avril 2024** : retours d'expériences nationaux des collectivités
- Echelle MUSE à 1/250.000e difficilement exploitable par les EPCI
- **Objectifs principaux de l'étude :**
 - Adapter la méthode MUSE à une échelle plus réduite
 - Etablir des stratégies de planification pour la préservation des sols
 - Bénéficier de la connaissance des sols pour réaliser un aménagement urbain durable

ELABORATION DE L'ETUDE

- **Financements** : DREAL Occitanie/Aménagement pour une étude interdépartementale (Hérault/Gard)
- **Maîtrise d'ouvrage** : DDTM 30
- **Prestataires** :
 - CEREMA → formations sur la connaissance des sols et les bases de données sols (décembre 2024 à février 2025)
 - EODD ingénieurs conseils → production d'une base de données sol inférieure à 1/250.000e (mars à décembre 2025)
 - + présentation des résultats aux acteurs du territoire

Comité Technique :

- Hérault : DDTM34, Montpellier 3M, CD34, CC Lunel Agglo, INRAE de Montpellier (UMR LISAH)
- Gard : CC Rhône Vistre Vidourle, SCOT Sud Gard
- Interdépartementaux : BRL, Open IG, BRGM, Agence d'Urbanisme

Comité de Pilotage :

Chambres d'Agriculture (Gard/Hérault), CD30,
EPTB Vidourle, EPTB Vistre Vistrenque, EPTB SYMBO,
CPIE du Gard, SPL Agate, Université Paul Valéry Montpellier 3, SCOT CC Pays de Lunel, OFB,
ARS (Gard/Hérault)

Invités : CPIE, ONF, IGN, Nîmes Métropole

DEROULE DE L ETUDE

* Novembre 2024 : Marché public : Appel à candidature



PHASE 1 : FORMATIONS DU CEREMA

- 02/12/24 : 1^{er} COTECH (14 participants)
- 03/12/24 (7 participants) : Méthode MUSE expérimentée

- Déc - Janvier 2025 : Création de **5 cartes MUSE**

- 05/02/25 : COTECH (20 participants)
Présentation des données sol et des cartes MUSE produites
+ Analyse des données en fonction des enjeux des EPCI

- 27/02/25 : 1^{er} COPIL (24 participants)
Résultats de la 1e phase d'étude par le CEREMA
Retours d'expérience d'EODD ingénieurs conseils
Réflexion collective pour déterminer des zones à enjeux pour chaque EPCI



DEROULE DE L ETUDE

PHASE 2 : ANALYSE DES ENJEUX ET PRODUCTION DE LIVRABLES

- Mars à décembre 2025 : Assistance à la maîtrise d’ouvrage assurée par EODD ingénieurs conseils
- 07/05/25 : COTECH (13 participants)
- Confirmation des zones d’emprise des enjeux et point sur les données manquantes

Enjeux de la CC Lunel Agglo :

- Qualité des sols pour le projet ZAE Mas de Baguai
- Projet d'un nouveau point de captage : infiltrabilité des sols et risques de pollution
- Salinisation des sols et impact sur les cultures (Marsillargues et Saint-Nazaire-de-Pézan)

Enjeux de la CC Rhône Vistre Vidourle :

- Désimperméabilisation des sols (Vergèze/Codognan)
- Réhabilitation des sols post-incendie (zone forestière au nord de l'EPCI)

- 19 juin 2025 : 2^e COPIL (25 participants)
- Présentation des cartographies réalisées en rapport avec les enjeux des 2 EPCI

SUITE DE L'ETUDE : VALORISATION

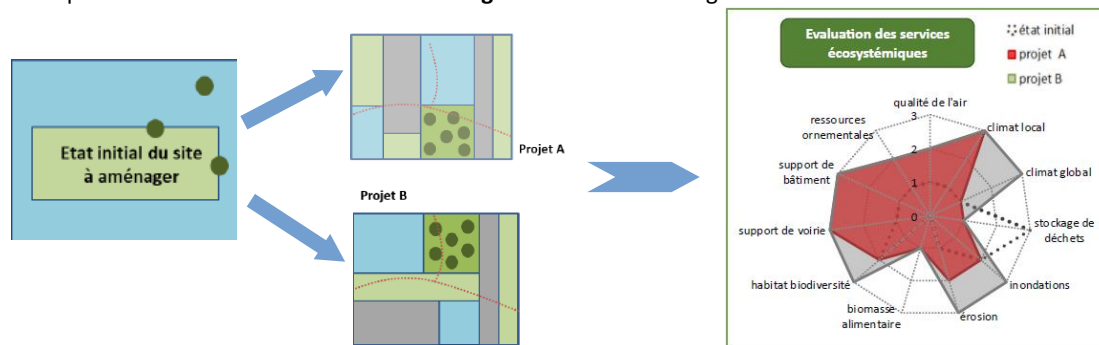
Septembre à décembre 2025 : 2 objectifs :

→ **Campagne de prospection pédologique** pour compléter les sols non inventoriés de la carte produite



→ **Sensibilisation sur la multifonctionnalité des sols** auprès des acteurs du territoire

Exemple : Présentation de **scénarios d'aménagement** existants intégrant la multifonctionnalité des sols



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contacts pour le pilotage de l'étude à la DDTM30 :

Responsable d'unité « Observation Territoriale » :
clementine.perraud@gard.gouv.fr / Tel : 04 66 62 65 13

Chargée d'études :
muriel.bascou@gard.gouv.fr / Tel : 04 66 62 64 71