



# Séminaire "Inventaire, Gestion et Conservation des Sols" (IGCS)

" La connaissance des sols  
au service des projets de territoires"

## Synthèse des interventions et des ateliers

**23 au 25 avril 2024**

**Institut Agro Montpellier**  
2 place Pierre Viala

**OPenIG - LISAH**

## Table des matières

<b>I.</b>	<b>Contexte</b> .....	4
<b>II.</b>	<b>Synthèses des interventions</b> .....	5
<b>1.</b>	<b>Présentation des programmes du GIS Sol</b> .....	5
1.1.	L'harmonisation des Référentiels Régionaux Pédologiques .....	5
1.2.	Traductions des Unités Typologiques de Sols en World Reference Base for Soil Resources pour les Référentiels Régionaux Pédologiques .....	6
1.3.	Autres programmes du GIS Sol : RMQS ( Réseau de mesures de la qualité des sol).....	6
1.4.	Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires : .....	7
<b>2.</b>	<b>Connaissance des sols en Occitanie</b> .....	8
2.1.	Les Référentiels Régionaux Pédologiques d'Occitanie et leurs produits dérivés .....	8
2.2.	Cartographie des sols par Modélisation Statistique (CSMS) en Occitanie .....	10
2.3.	Valorisation de l'information pédologique en Occitanie .....	11
<b>3.</b>	<b>Connaissance sur les sols : collecte, mise en réseau</b> .....	12
3.1.	Mise en place d'un réseau français de référents fosses pédologiques .....	12
3.2.	Création d'une application smartphone et tablette pour la caractérisation des zones humides 13	
3.3.	Clés de sol : un projet de sciences et recherches participatives .....	13
3.4.	Le réseau des porteurs de projet en Sciences et Recherches Participatives sur les sols .....	14
<b>4.</b>	<b>Aménagement des sols urbains</b> .....	15
4.1.	Le projet SOLZAN : éléments méthodologiques de pédologie urbaine et péri-urbaine nécessaires à l'atteinte de l'objectif « Zéro Artificialisation Nette » : Elaboration d'une carte des sols prototype au 1 :10 000e de la ville de Ris-Orangis (91) .....	15
4.2.	Connaissances des sols dans les projets d'aménagements .....	16
4.3.	Généralisation de la méthode MUSE à l'échelle nationale : quelles incertitudes associées aux données des référentiels régionaux pédologiques ? .....	17
4.4.	La prise en compte du potentiel agronomique des sols dans les démarches de planification et d'aménagement de Montpellier Méditerranée Métropole.....	18
<b>5.</b>	<b>Cartographie des Sols à Modélisation Statistique (CSMS)</b> .....	19
5.1.	Cartographie des sols par modélisation statistique à partir du Référentiel Régional Pédologique Alsace. Utilisation dans des OAD et transfert méthodologique .....	19
5.2.	Un projet de formation francophone en télédétection et cartographie des sols par modélisation statistique .....	20
5.3.	Exploration des préférences des utilisateurs en matière de visualisation des produits de CSMS pour la prise de décision en contexte incertain .....	21
5.4.	Un couplage humain-machine pour cartographier les sols de l'aire urbaine de Dijon Métropole : une association entre cartographie experte, géomorphologie et Digital Soil Mapping ...	21
5.5.	Données, produits et services pour le système Terre : l'Infrastructure de Recherche Data Terra et le pôle de données et de services pour les surfaces continentales (THEIA).....	22
<b>6.</b>	<b>Ateliers thématiques</b> .....	23

6.1.	Accès et communication des données .....	23
6.2.	Aménagement urbain .....	24
6.3.	Atelier cartographie des sols par modélisation statistique (CSMS) .....	25
<b>7.</b>	<b>Diffusion et valorisation des données sols</b> .....	<b>25</b>
7.1.	IDTypTerres : des solutions pour valoriser les typologies agronomiques TypTerres.....	25
7.2.	L'API sols : des services informatiques open source d'identification d'unités de sols.....	26
7.3.	Evolution des propriétés agronomiques des sols agricoles entre 2003-2011 et 2012-2019 à partir de la Base de Données des Analyses de Terre .....	27
7.4.	SOLID'R un projet pour harmoniser la diffusion et la valorisation des Référentiels Régionaux Pédologiques – Présentation d'un script en langage Python® pour estimer le Réservoir Utilisable Maximal en eau des sols .....	28
7.5.	Un guide des sols pour le Grand Est : vademecum du petit pédologue .....	29
7.6.	Publication de registres de vocabulaires standardisés issus de Donesol, selon un format interopérable.....	30
<b>III.</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>31</b>
	<b>Annexes</b> .....	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>Programme</b> .....	<b>33</b>
<b>2.</b>	<b>Liste des participants</b> .....	<b>37</b>
<b>3.</b>	<b>Notice de la sortie terrain du 25 avril 2024 pour observer les sols anthropisés méditerranéens</b>	<b>39</b>

## I. Contexte

L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) coordonne, avec les partenaires du [GIS Sol](#), le programme "Inventaire, Gestion et Conservation des Sols" (IGCS). Les objectifs de ce programme d'inventaire multi-échelles sont d'améliorer la connaissance des sols de France en constituant des bases de données spatialisées, gérées au sein du Système d'Information nationale DoneSol, et de répondre ainsi aux besoins de données sur les sols aux niveaux régional et national.

Le séminaire national bisannuel IGCS, organisé en 2024 par OPenIG (plateforme régionale d'information géographique en Occitanie) et le LISAH (Unité Mixte de recherche AgroParisTech-INRAE-Institut Agro-IRD), a été l'occasion de faire un état des lieux du programme IGCS. Il a été un lieu d'échanges pour promouvoir la connaissance des sols auprès de tous les acteurs de la société afin de répondre avec davantage de discernement aux enjeux contemporains des territoires. Ce séminaire a aussi permis de valoriser les travaux réalisés dans le cadre du programme IGCS.

Comment la connaissance des sols peut-elle se mettre au service des projets de territoires ? La 13<sup>e</sup> édition du séminaire de l'IGCS a apporté des réponses à cette question par des retours d'expérience, des présentations techniques et des échanges. Ce séminaire a rassemblé du 23 au 25 avril 2024 à l'institut Agro de Montpellier **89 participants** d'horizons divers et variés : chercheurs, bureaux d'études spécialisés ou non en cartographie pédologique, agents d'EPCI, du monde agricole, services déconcentrés de l'état, services techniques de collectivités territoriales, etc.



Six thématiques ont découlé du thème général du séminaire centré sur ***l'utilisation et la création des bases de données sol pour les projets de territoire*** :

- **La connaissance des sols** : allant de la collecte des données à la mise en réseau des producteurs et des utilisateurs avec **un focus sur la région hôte, l'Occitanie**.
- **L'aménagement des sols urbains** : avec la création et l'utilisation des bases de données sol pour les projets de territoires incluant des finalités diverses : protection des sols face à l'urbanisation, la prise en compte du potentiel agronomique dans la planification urbaine, la connaissance des sols dans les projets d'aménagement...

- **La Cartographie des Sols à Modélisation Statistique (CSMS)** avec des interventions sur les avancées méthodologiques en cartographie des sols : cartographies des sols par modélisation statistique (CSMS), utilisation de capteurs pour déterminer des propriétés de sol, cartographies de sol participatives, nouvelles démarches d'inventaires des types de sol à différentes échelles.
- **L'accès et la communication des données** qui a fait l'objet d'un atelier dont l'objectif était d'identifier les voies et moyens de communication adéquats entre les producteurs et utilisateurs des données pédologiques.
- **La diffusion et la valorisation des données** avec des retours d'expérience de diffusion et valorisation des données du programme IGCS vers de nouveaux utilisateurs : enseignements (général, supérieur, agricole), secteur industriel, grand public...

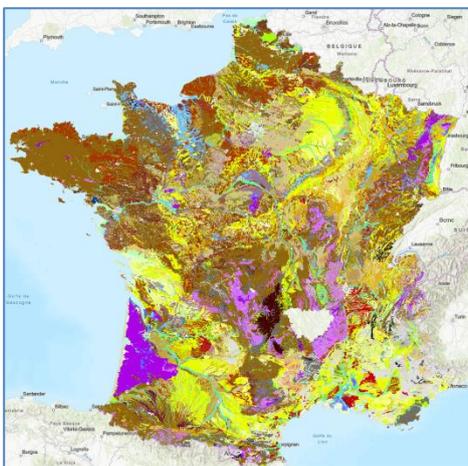
La troisième journée du séminaire a été consacrée à une sortie sur terrain, dans les départements de l'Hérault et de l'Aude où des observations in situ sur les sols ont été réalisées sur trois sites différents. L'objectif de cette sortie terrain était double : le premier était d'illustrer une application du thème général du séminaire et le second de montrer des sols et des paysages typiques du milieu méditerranéen.

## II. Synthèses des interventions

### 1. Présentation des programmes du GIS Sol

#### 1.1. L'harmonisation des Référentiels Régionaux Pédologiques

Par : Bertrand LAROCHE : INRAE Info&Sols, Sébastien LEHMANN : INRAE Info&Sols, Samir LAOUALI-ABDOU : INRAE Info&Sols et Ghislain Girot : INRAE Info&Sols

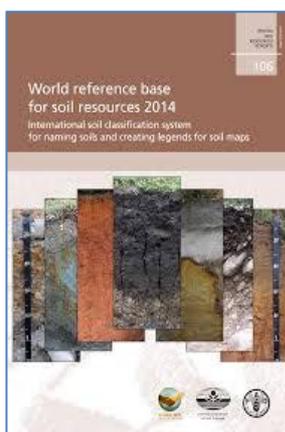
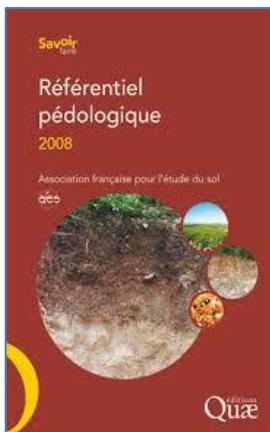


Le Référentiel Régional Pédologique (RRP, bases de données sols au 1/250 000) est un des volets du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS), piloté par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol). L'acquisition de cette connaissance des sols à 1/250 000 est réalisée sur une base régionale ou départementale en s'appuyant sur un réseau de partenaires variés. De plus, le programme s'est également étalé sur plus de 25 ans, ce qui conduit à des discontinuités de la représentation de l'information sol entre certains départements ou régions contigües. Une méthode générique a été définie pour pallier ces hétérogénéités lorsqu'elles ne sont pas justifiées par une limite naturelle,

dans l'objectif de construire un RRP national (cartographie à 1/250 000 de la France métropolitaine). Elle s'appuie sur i) des méthodes de cartographie numérique, et de géostatistiques ii) l'expertise des pédologues auteurs des différents RRP et des coordinateurs nationaux du programme. Enrichis des derniers territoires couverts par un RRP, Info&Sols dispose aujourd'hui d'une cartographie quasi-complète à 1/250 000 des sols de France métropolitaine.

### 1.2. Traductions des Unités Typologiques de Sols en World Reference Base for Soil Resources pour les Référentiels Régionaux Pédologiques

Par : Samir LAOUALI-ABDOU, Bertrand LAROCHE et Ghislain GIROT: INRAE Info&Sols

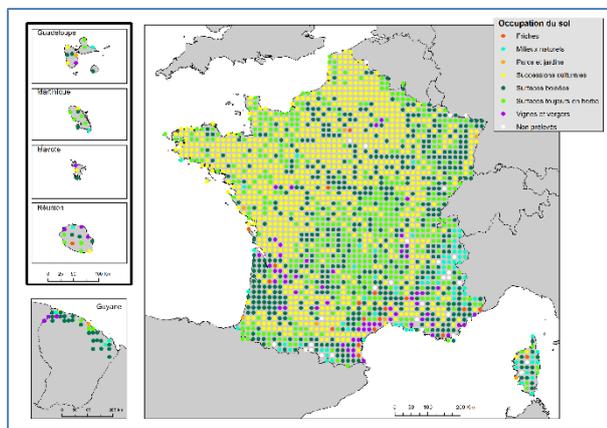


La demande de partage des données du programme IGCS au niveau européen nécessite de disposer d'une classification internationale. Les bases de données du GIS Sol s'appuient sur une classification française peu accessible à nos partenaires européens. La traduction des Unités Typologiques de Sols (UTS) des référentiels régionaux pédologiques (RRP) sous la classification internationale World Reference Base for Soil Resources (WRB) permet ainsi d'homogénéiser l'identification des types de sol entre la France et les sols du monde. Une méthode de traduction a été mise en place par l'unité Info&Sols d'Orléans. Elle se base

sur i) la détermination du Reference Soil Group (RSG) à partir du nom de l'UTS (Référentiel Pédologique 2008), ii) l'ajout des qualificatifs en se basant sur les observations de l'auteur et les données d'analyses tout en respectant la clé de classification fournie par le manuel (WRB version 2014). Cette dernière étant restrictive, elle implique une expertise importante pour traduire le RP en WRB. Nous présenterons l'état d'avancement de cette traduction sur les différents RRP.

### 1.3. Autres programmes du GIS Sol : RMQS ( Réseau de mesures de la qualité des sol)

Par : Claudy Jolivet et Nicolas Saby, INRAE Info&Sols Orléans



Face au constat global de dégradation des sols, au déclin de la biodiversité, et aux enjeux liés à la lutte contre les changements climatiques, des politiques ambitieuses de préservation des sols sont développées à l'échelle mondiale (FAO, ODD) et européenne (EU Soil strategy).

La France a développé plusieurs stratégies pour la biodiversité, la lutte contre les changements climatiques. Malgré ces initiatives, il n'existe pas de législation nationale ou européenne sur les sols. Pour pallier ce manque, le groupement d'intérêt

scientifique Sol (Gis Sol) constitue et gère le système d'information sur les sols de France depuis 2001. Le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), repose sur le suivi de 2240 sites répartis uniformément sur le territoire français (métropole et outre-mer), selon une maille carrée de 16 km de côté. Des prélèvements d'échantillons de sols, des mesures et des observations sont effectués tous les quinze ans au centre de chaque maille. C'est un dispositif d'échantillonnage optimisé pour la surveillance, fondé sur la collecte d'échantillons à plusieurs profondeurs et encadré par des protocoles robustes et harmonisés.

La première campagne a permis de dresser un bilan de l'état des sols français et d'acquérir des données pour répondre aux enjeux actuels et futurs. Trois thèmes principaux, contaminants et santé, carbone et changement climatique, biodiversité des sols. La deuxième campagne en cours depuis 2016 va permettre d'acquérir des données sur l'évolution des propriétés du sol et de combler

les lacunes de connaissance sur certains paramètres qui n'étaient pas suivis jusqu'alors (pesticides, biodiversité non microbienne).

Le RMQS qui est un programme reconnu pour sa robustesse et sa fiabilité et sa capacité à croiser de nombreuses données entre elles, a permis de formidables avancées de connaissances dans la connaissance de la répartition et des déterminants des microorganismes des sols. Régulièrement de nouveaux paramètres sont ajoutés au menu analytique.

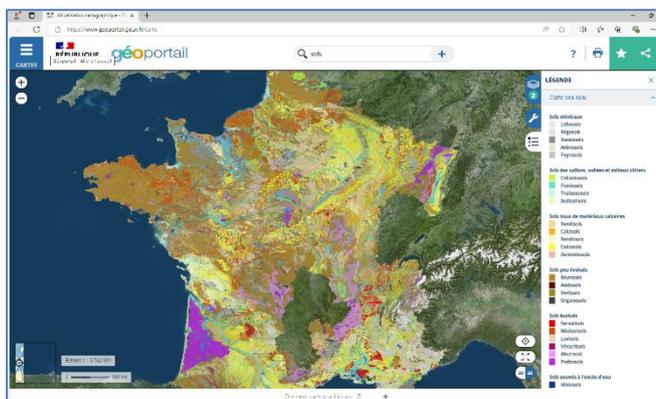
La surveillance de la biodiversité du sol (tous compartiments, les microorganismes étant déjà suivis depuis la 1<sup>re</sup> campagne) a été testée à la demande de l'OFB dans le cadre de sa stratégie de surveillance de la biodiversité terrestre. Un premier test a permis de développer des protocoles de suivi harmonisés des différents groupes biologiques. Un deuxième test a démarré cette année pour évaluer la faisabilité des échantillonnages par des équipes dédiées (3) et en ciblant la période la plus favorable pour l'échantillonnage (printemps)

Le RMQS couvre cinq départements d'outre-mer depuis la 1<sup>re</sup> campagne. Mais avec un faible nombre de sites qui ne répond pas à la diversité pédoclimatique et aux enjeux liés aux sols dans ces territoires. La 2<sup>e</sup> campagne démarre cette année en Guadeloupe avec une forte densification des points de suivi (x6) et une nouvelle stratégie d'échantillonnage.

Les enquêtes sont l'un des atouts majeurs du RMQS. Des données essentielles sur l'historique et les pratiques de gestion des parcelles sont collectées depuis la 1<sup>re</sup> campagne mais avec une fréquence insuffisante. Plusieurs axes d'amélioration sont envisagés pour améliorer la stratégie d'acquisition, de gestion et de valorisation des données. Notamment l'augmentation de la fréquence des enquêtes en sol agricole (tous les 4 ans) et le démarrage des enquêtes forestières.

#### 1.4. Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires :

Par : Joëlle Sauter, Chambre d'Agriculture Grand-Est



Le RMT Sols et territoires est un réseau axé sur la collecte et l'utilisation des données sur les sols pour les politiques publiques locales. Créé en 2010 avec les soutiens du Ministère en charge de l'agriculture dans la continuité de groupes de travail « valorisation » du programme IGCS qui nécessitait plus de moyens pour un travail d'animation.

Le programme 2020-2024 du RMT Sols et Territoires répond à 4 objectifs stratégiques :

- Garantir nationalement un accès rapide aux données disponibles régionalement dans les RRP, pour les différents acteurs des territoires, tout en accompagnant leur prise en main et en assurant leur maintenance ;
- Favoriser la production des données et faciliter le développement des méthodes et les transférer pour acquérir une connaissance des sols à des niveaux de résolution fins, adaptés aux besoins des utilisateurs ;
- Produire et transférer des références et des méthodes pour faciliter et fiabiliser l'usage des données d'entrée « sol » dans les modèles biophysiques, OAD (Outils d'Aide à la Décision) ou OEAE (Outil d'évaluation Agro-Environnementale) ;

- Assurer et/ou renforcer la permanence d'une expertise pédologique locale et régionale sur les sols et les bases de données associées, mobilisables pour accompagner les acteurs des territoires.

Pour répondre à ces objectifs ambitieux ce RMT s'est structurée en axes transversaux (portant sur les questions d'accès, de collecte de données et de formations) et en axes thématiques (où les données sont mobilisées pour répondre aux besoins de divers acteurs).

Un comité de pilotage a été monté pour prioriser l'ensemble des actions proposées dans le projet et initier les montages de projets. Quatre organisations françaises complémentaires au service de la préservation de nos sols travaillent ensemble, elles ont néanmoins des périmètres d'action complémentaires que l'on peut schématiser ainsi :

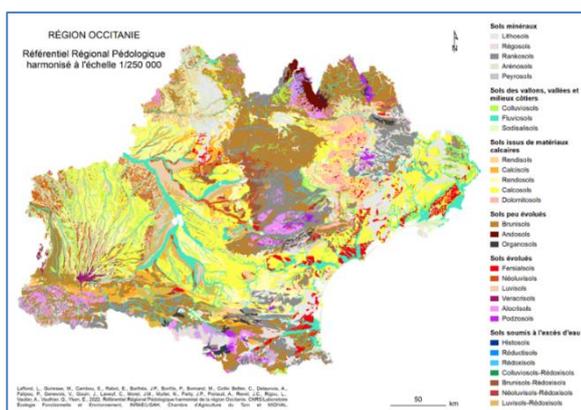
- Le GIS Sol pilote, organise et finance la collecte, l'organisation, la validation et la diffusion des données sur les sols et leur qualité à l'échelle nationale. Sur le terrain les acteurs du RMT Sols et Territoire participent à l'acquisition et la description des sols. Ils produisent également des guides techniques pour divers acteurs.
- L'AFES et le Rnest quant à eux facilitent les rencontres et échanges entre tous les acteurs : ils font circuler la connaissance et facilitent les interactions entre acteurs. Ils organisent la sensibilisation des divers acteurs notamment en organisant des journées techniques, "traduisant" les informations produites, mobilisant des experts sur des sujets, en recueillant et en analysant les besoins.
- L'AFES œuvre également pour renforcer l'attractivité et la reconnaissance des métiers des sciences du sol en mettant en relation acteurs organisés et experts sur les territoires. Ce travail permet de faciliter l'accès de chacun à une expertise et ainsi intégrer au mieux les enjeux de connaissance et de préservation des sols dans les projets des acteurs organisés (collectivités, agriculteurs, associations, enseignants, ...).
- Le RNEST cherche lui à renforcer la cohésion de l'expertise et des initiatives scientifiques et techniques sur les sols afin d'éclairer les politiques publiques et d'apporter des réponses aux besoins des acteurs concernés par la gestion des sols, à travers la valorisation des ressources existantes ou en contribuant à faire émerger de nouvelles initiatives pertinentes.

Une concertation régulière entre les différents réseaux permet un partage des tâches et des synergies.

## 2. Connaissance des sols en Occitanie

### 2.1. Les Référentiels Régionaux Pédologiques d'Occitanie et leurs produits dérivés

Par Philippe Lagacherie (INRAE-LISAH) et Maritxu Guiresse (CNRS-CRBE)

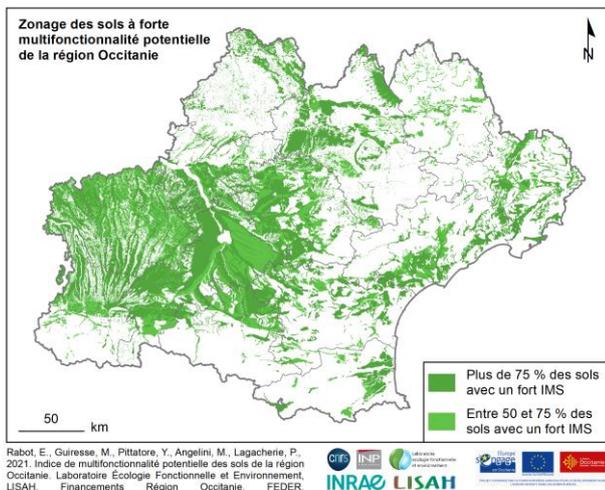


Le Référentiel Régional Pédologique (RRP) vise à produire une information sur la connaissance des sols restituée à l'échelle 1/250 000. Les informations recueillies permettent de constituer une représentation cartographique de la répartition spatiale des sols, sous forme d'Unités Cartographiques de Sols (UCS), associée à une base de données sous un format unique national DoneSol. Le Référentiel Régional Pédologique harmonisé de la région Occitanie est issu du programme national

Inventaire, Gestion et Conservation des sols (IGCS), mis en œuvre en Occitanie par le Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, le LISAH, la Chambre d'Agriculture du Tarn et MIDIVAL.

L'élaboration du RRP de la région Occitanie est issue d'un travail d'harmonisation graphique et sémantique entre les RRP des anciennes régions Midi-Pyrénées et de Languedoc-Roussillon. Ce travail d'harmonisation a donc conduit à des modifications de l'information originale, essentiellement aux frontières départementales. L'échelle de la carte est le 1/250 000. Les données sémantiques sont stockées dans le format de base de données DoneSol3. Chaque UCS y est décrite de même que les Unités Typologiques de Sols (UTS) qu'elle contient. Ainsi, le RRP harmonisé de la région Occitanie est composé d'une couche graphique (format .shp) et d'une base sémantique (formats .mdb et .csv).

➤ Indice de multifonctionnalité potentielle des sols de la région Occitanie



Dans le cadre du projet ARTISOLS, un projet régional pour mieux prendre en compte les sols dans le processus d'artificialisation en Occitanie le Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement et le LISAH ont développé une méthode permettant d'aider à répondre à la question suivante : quels sont les sols à protéger de l'artificialisation pour assurer la sécurité alimentaire de la région Occitanie dans 100 ans, tout en minimisant l'impact des activités agricoles sur l'environnement ? Un indice de multifonctionnalité potentielle des sols a ainsi été développé. Il se décline en deux couches cartographiques :

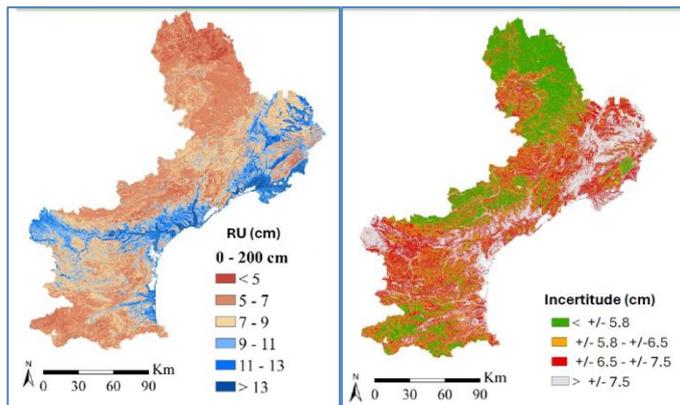
- ✓ une carte de zonage des sols à fort indice de multifonctionnalité potentielle
- ✓ une carte intermédiaire du service de production d'aliments, de biomasse et de fibres

Sa production s'appuie sur les données du Référentiel Régional Pédologique harmonisé de la région Occitanie, à l'échelle 1/250 000. La méthode de calcul a été développée par le Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement et le LISAH, grâce à des financements de la Région Occitanie, du FEDER et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

L'évaluation est basée sur un point de vue particulier sur la multifonctionnalité des sols : elle ne prend pas en compte tous les services rendus par les sols, elle suppose une préférence égale des utilisateurs vis-à-vis des services pris en compte et elle ne prend pas en compte les valorisations actuelles des sols (ex. : SIQO). Nous recommandons ainsi de ne pas utiliser ces données au-delà de la question spécifique posée. De plus, tous les sols réalisant des fonctions utiles à la société, il convient d'étudier les sols hors zonage avec des méthodes adaptées. Ces données sur les sols ne constituent par ailleurs qu'une information parmi d'autres, qui doivent être mises en contexte avec d'autres données (ex. : zonages environnementaux, zonages agricoles, aménagements, etc.). Enfin, la fiabilité attendue des données doit être en adéquation avec l'échelle d'utilisation annoncée (1/250 000) : ces données n'ont pas la précision requise pour une expertise à l'échelle infra-communale.

## 2.2. Cartographie des sols par Modélisation Statistique (CSMS) en Occitanie

Par Philippe Lagacherie (INRAE-LISAH) et Amine Chemchem ATOS



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). Ce principe est connu sous le terme de "modèle SCORPAN".

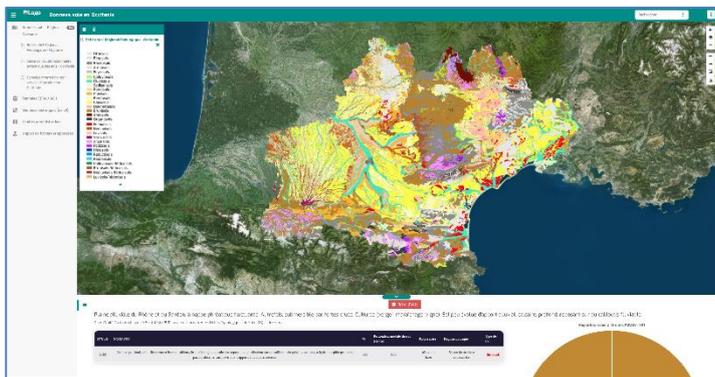
La CSMS en Occitanie a connu trois grandes étapes :

- Cartographies de propriétés de sol selon les spécifications GlobalSoilMap avec la thèse Kévin Vaysse de 2012 à 2015 en collaboration avec OPenIG (SIG-LR à l'époque). Ces travaux ont permis la production des cartes des propriétés de sol suivantes : les fractions granulométriques (taux d'argile, de limon et de sable), le pH et le 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).
- Cartographies d'indicateurs de sol pour l'aide à la décision (V1) avec deux indicateurs demandés par les utilisateurs en Occitanie :
  - i. Réservoir Utile du sol (pour la gestion de la ressource en eau) : les Cartes Numériques du réservoir Utile des sols en Languedoc-Roussillon. La production de cartes numériques du Réservoir Utile (RU) des sols en Languedoc Roussillon est le fruit d'une collaboration entre BRL et l'UMR LISAH (INRAE Montpellier) dans le cadre de la thèse CIFRE de Quentin Styc (2017-2020). La carte représente le réservoir utile du sol jusqu'à une profondeur de 2 m. Les données de RU fournies aux nœuds d'une grille 90mx90m sont de deux ordres : une valeur prédite et une largeur d'intervalle de confiance (P=90%) autour de cette valeur estimant l'incertitude de prédiction.
  - ii. Indice de qualité des sols (pour la planification urbaine) : ces travaux ont été menés dans le cadre du PostDoc de Marcos Angelini (2019-2020) en collaboration avec le projet ArtiSols. L'objectif était de cartographier un indice de multifonctionnalité du potentiel des sols pour l'agriculture (Agri-SPMI) sur la côte méditerranéenne française pour aider les urbanistes à préserver des sols de la plus haute qualité. L'indice examine la capacité des sols à remplir quatre fonctions : (1) fourniture d'un habitat physique pour la croissance des plantes (PHYS) ; (2) fourniture d'un habitat chimique pour la croissance des plantes (CHEM) ; (3) Rétention et transfert d'eau et de polluants (EAU) ; et (4) stockage du carbone (CARB).
- Enrichissement de la base régionale de données pédologiques. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet Terra Occitania. Ce projet porté par ATOS, INRAE, BRL et OPenIG, et cofinancé par le FEDER visait à développer une chaîne de traitement des données pédologiques anciennes (profils, sondages) pour élaborer des cartes de sol à vocation d'appui à la décision en Occitanie. Une des actions principales de ce projet était de passer de la fiche de sols ancienne à la données stockée dans DONESOL. Ainsi, 6752 fiches profils scannées ont été numérisées via l'intelligence artificielle ensuite corrigées, validées et harmonisées au format données sol. Des

algorithmes de cartographie des sols par modélisation statistique ont été développés lors de ce projet et par les travaux de thèse de Léa Courteille (LISAH /INRA) pour la production de deux cartes pédologiques sur la zone côtière d'Occitanie : la carte de Réservoir Utile en eau des sol (RU) (0-100 cm) et la carte Indice de multifonctionnalité des sols. Les cartes d'incertitude accompagnent ces cartes thématiques.

### 2.3. Valorisation de l'information pédologique en Occitanie

Par : Ruth Lavie, OPenIG



Pour valoriser l'information pédologique en Occitanie OPenIG (le Centre Régionale de l'Information Géographique en Occitanie) dispose des deux outils : une infrastructure de données géographiques (IDG) et l'animation territoriale d'un groupe de travail sol.

Une convention a été signée entre INRAE et OPenIG pour la diffusion du Référentiel Régional Pédologique, de la Base de

Données Sols de l'ex-Languedoc-Roussillon et leurs produits dérivés. Pour réaliser cette diffusion OPenIG met à disposition de l'INRAE (comme à tous ses adhérents) son IDG. Cette dernière :

- le stockage et la diffusion des données pédologiques : suivant les modalités définies par la convention INRAE-OPenIG
- le catalogue des données sols recensant offre actuelle de l'information géographique sur les sols en Occitanie
- le développement des services autour des données sols : téléchargement, extraction, visionneuse, création des cartes, API et flux...

OPenIG et l'INRAE co-anime un groupe de travail régional sur les données sols. Les enjeux pour cette animation territoriale sont de :

- mettre à disposition des acteurs des territoires les données pédologiques facilement utilisables comme outil d'aide à la décision
- promouvoir l'utilisation de l'information pédologique dans la gestion des territoires
- faciliter la prise en main des données pédologiques

Ce groupe de travail, réunissant producteurs et utilisateurs de données sols provenant d'organisations diverses (chambres d'agriculture, conseils départementaux, INRAE, Région Occitanie, métropole, SAFER, bureau d'études, association de défense de territoire...) a trois objectifs :

- réaliser un état des lieux connaissance des sols en Occitanie (données, échelles d'utilisation, modalités de diffusion, usages...) ;
- articuler les dynamiques nationales avec la situation en région Occitanie : promotion des outils nationaux: DONESOL, REFERSOL, lien avec RMT Sols et Territoire & l'IGCS, remontée des besoins locaux au niveau national, veille technique et scientifique.
- construire une gouvernance collective sur l'enrichissement des données sols en Occitanie et leur valorisation : recensement des usages autour des données pédologiques, recueil des besoins en données sols pour les suivis de territoires, priorisation des actions, enrichissement des données existantes, productions de nouvelles cartes répondant aux besoins des territoires.

### 3. Connaissance sur les sols : collecte, mise en réseau

#### 3.1. Mise en place d'un réseau français de référents fosses pédologiques

Par Baptiste ALGAYER <sup>(1)</sup>, Clément DESCARPENTRIES <sup>(1)</sup>, Sophie RAOUS <sup>(1)</sup>, Bertrand LAROCHE <sup>(2)</sup>, Claudy JOLIVET <sup>(2)</sup>, Antonio BISPO <sup>(2)</sup>, Denis BAIZE <sup>(1)</sup>, Jacques THOMAS <sup>(1)</sup> et Xavier MARIE <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Association Française pour l'Etude du – AFES <sup>(2)</sup> GIS Sol Sol



Les prospections et échantillonnages réalisés régulièrement dans le cadre des programmes du GIS Sol (IGCS et RMQS) reposent sur l'implication de pédologues. A chaque nouvelle campagne de mesure, des fosses pédologiques sont ouvertes, et des profils de sol sont décrits et prélevés. Parallèlement, les acteurs des sciences du sol soulignent le besoin et la demande croissante de formation en pédologie à l'échelle nationale. Grâce au soutien du Conseil Scientifique IGCS et de l'ADEME, l'AFES a initié la mise en place d'un réseau français de référents fosses pédologiques. La démarche proposée est de mettre en relation les référents pédologues impliqués dans les programmes du Gis Sol avec des groupes d'apprenants volontaires pour se former sur le terrain, afin de monter en compétences sur la description de sols sur le terrain. Le but de cette démarche est d'une part, de développer les connaissances et compétences d'acteurs variés (étudiants,

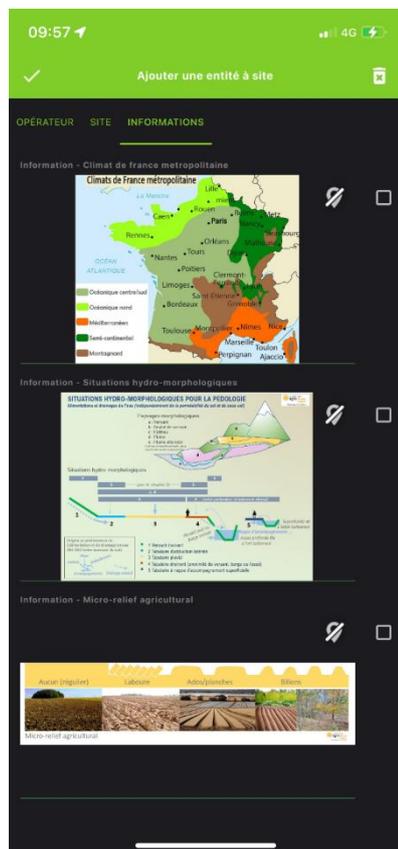
enseignants, élus, professionnels, etc.), et d'autre part de développer et formaliser la mise en réseau de pédologues à l'échelle locale et nationale. La structuration du réseau a été initiée lors des Journées d'Etude des Sols 2023 à Dijon avec le lancement d'un sondage auprès des apprenants et des référents. Les 86 apprenants ayant répondu sont en majorité des professionnels, souhaitant consolider et approfondir des connaissances théoriques par des expériences de terrain sur leurs territoires. Les 49 référents ayant répondu sont des acteurs du privé comme du public qui réalisent régulièrement des descriptions de profils de sol. Deux tiers d'entre eux organisent déjà des formations en parallèle de leurs activités d'expertise. L'émergence du présent projet permettra la formalisation d'un réseau de référents / apprenants pédologues et l'identification de fosses pédologiques d'intérêt, dédiées à des formations.

En parallèle, le projet « Sols vivants » porté par 7 partenaires associatifs dont l'AFES vise à renforcer la connaissance qu'ont les acteurs locaux et le grand public des sols à l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les partenaires du projet « sols vivants » souhaitent structurer un réseau d'acteurs du sol composé notamment « d'ambassadeurs des sols » et développer des « parcours » illustrant la diversité des sols, leur richesse biologique et leurs fonctionnalités, des expérimentations pour démontrer la faisabilité d'actions relativement simples et des documents de vulgarisation plus techniques pour ancrer les messages. L'expérience acquise dans la structuration du réseau en PACA, appuyée par des retours d'expérience d'autres territoires permettront de préfigurer une approche nationale du réseau de référents fosses pédologiques (cartographie dynamique en ligne, animation du réseau...). Cette présentation a permis de présenter les résultats du sondage national et les grandes étapes de structuration du réseau qui seront menées en 2024 sur la base des travaux initiés en Région PACA.

### 3.2. Création d'une application smartphone et tablette pour la caractérisation des zones humides

Par : Christophe DUCOMMUN <sup>(1)</sup>, Jacques THOMAS <sup>(2)</sup>, Céline COLLIN BELLIER <sup>(3)</sup>, Lionel BARGEOT <sup>(4)</sup>, Sophie RAOUS <sup>(5)</sup>, Éric MATAGNE <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Institut Agro <sup>(2)</sup> SCOP Sagne <sup>(3)</sup> Solenvie <sup>(4)</sup> AGARIC IG <sup>(5)</sup> AFES



Le projet Donesol-ZH\_Mobile vise à développer une application smartphone et tablette permettant de décrire et d'identifier aisément les sols de zones humides sur le terrain en mode déconnecté (hors-ligne). Cette application paramétrable s'adresse aux pédologues mais également aux non-pédologues de métier du secteur public et privé. Elle permettra notamment aux techniciens de terrain (DREAL, OFB, DDT, PNR, Conservatoires, bureaux d'études...) de déterminer plus facilement et plus rigoureusement les sols de zones humides de leurs territoires. Les données recueillies par l'application seront au format standardisé de la base de données DoneSol. Ce projet se déroule en 4 étapes, la première a permis de concevoir l'application en analysant les besoins des utilisateurs (fonctionnalités à intégrer dans l'application) grâce à l'appui des membres de la commission "Zones Humides" de l'AFES. La première version de l'application a ainsi pu être développée par l'entreprise AGARIC IG et sera testée au premier semestre 2024 par un groupe de testeurs. Cette phase de test constitue la seconde étape du projet et permettra de déterminer les corrections à apporter à l'application pour finaliser sa structure et s'assurer qu'elle correspond aux attentes des différentes catégories d'utilisateurs. Enfin, la troisième étape du projet sera réalisée à partir du second semestre 2024 et permettra d'élaborer et de

mettre en œuvre le plan de communication, de valorisation et de formation à l'utilisation de l'application. Cette présentation a permis de présenter un point d'étape sur la création de cette application Donesol-mobile ZH.

### 3.3. Clés de sol : un projet de sciences et recherches participatives

Par : Anne Blanchart<sup>1</sup>, Pascale Frey-Klett<sup>2</sup>, Chantal Gascuel<sup>3</sup>, Blandine Lemerrier<sup>\*4</sup>, Sophie Maillant<sup>5</sup>, Joëlle Sauter<sup>5</sup>, Ludovic Serin<sup>6</sup>

<sup>(1)</sup>Sol &co, Nancy <sup>(2)</sup> INRAE, Tous Chercheurs, Nancy <sup>(3)</sup> INRAE, Institut Agro, UMR SAS, Rennes, <sup>(4)</sup> Institut Agro, INRAE, UMR SAS, Rennes <sup>(5)</sup> Chambre d'Agriculture Grand-Est, Chalons-en-champagne <sup>(6)</sup> Union Nationale des Centres Permanents d'Initiative pour l'Environnement, Paris



Le projet Clés de Sol est un projet de sciences et recherches participatives (SRP) sur la connaissance des sols, en particulier des propriétés intrinsèques des sols (propriétés pédologiques relativement stables dans le temps). Il vise à enrichir les bases de données sur les sols, à développer les méthodes de cartographie des sols aux échelles territoriales à partir d'informations hétérogènes, tout en contribuant à propager dans la société une meilleure connaissance des sols et des enjeux dont ils sont porteurs.

La première phase du projet, financée dans le cadre de l'appel à projet CO3 (2019-2022), avait pour objectifs de : i) stabiliser les protocoles participatifs par des tests sur 8 sites divers se distinguant par les structures d'animation et le contexte pédologique ; ii) tester la qualité des informations collectées par des non experts et créer les supports pédagogiques nécessaires pour l'accompagnement, la mise en œuvre ; iii) préparer la phase de déploiement du projet.

A l'issue de la première phase du projet, des perspectives ont été dressées à trois niveaux : 1) celui de tirer les enseignements sur les travaux réalisés (passer des propriétés des sols à des enseignements qui font sens pour les bénévoles ; simplifier plus encore les protocoles, ou en proposer deux niveaux...) ; 2) celui de poursuivre le projet par le déploiement sur deux territoires de démonstration, avec des partenaires locaux plus impliqués et en lien avec des enjeux locaux ; 3) celui de tirer parti des dynamiques actuelles sur les approches de sciences participatives sur le sol issues d'autres projets (repandre certains protocoles, certains outils...). Le projet Clés de Sols 2 (2023-2025) financé par l'ADEME propose de répondre à ces perspectives.

Pour ce faire, notre démarche s'appuie sur le déploiement d'une recherche participative sur les sols sur deux démonstrateurs territoriaux, mettant en œuvre une offre enrichie et concertée de caractérisation des sols faisant sens pour les animateurs et bénévoles de ces territoires.

#### 3.4. Le réseau des porteurs de projet en Sciences et Recherches Participatives sur les sols

Par : Sophie Raous, Mégane Roncier, Alain Brauman, Clément Descarpentries (Association Française pour l'Étude du Sol – AFES)



Siège de multiples fonctions vitales pour la planète et pour ses habitants, aujourd'hui plus que jamais, le sol et sa gestion sont l'objet de multiples enjeux (alimentaire, climatique, sociologique, biodiversité, artificialisation, santé...). Ces enjeux nécessitent un dialogue et des échanges entre différents types d'acteurs de la société (grand public, scientifiques, enseignant-e-s, technicien-ne-s, élu-e-s...). Dans cet environnement, les scientifiques peuvent avoir accès à des approches et des données nouvelles, ce qui impulse une multiplication des projets des Sciences et

Recherches Participatives (SRP), où des acteurs « non-académiques » participent au processus de production de connaissances scientifiques.

Dans ce contexte, l'Association Française pour l'Etude du Sol (AFES), société savante créée en 1934, a été mandatée par l'INRAE, l'OFB et l'ADEME pour animer un réseau de programmes en Sciences et Recherches Participatives sur les Sols : le « réseau SRP Sols ». Ce réseau, initié en 2021, vise à rassembler les porteurs de projets francophones (actuellement, une trentaine de programmes identifiés), mais aussi les acteurs relais et professionnels de la médiation impliqués dans ces démarches. Il a pour objectifs, de mieux faire connaître les SRP sur les sols, de développer la mutualisation des méthodes et des outils que les porteurs de projet mobilisent, et de susciter le déploiement et la co-construction de nouveaux projets.

Cette présentation permettra de faire connaître ce réseau et échanger sur les questionnements que se posent les porteurs de programmes, tels que :

- Comment consolider une base de données des résultats des programmes en SRP ?
- Comment travailler sur la capitalisation scientifique avec les usagers et entre les démarches ?
- Comment valoriser les données obtenues en dehors du cadre du programme SRP qui les a initiées ?

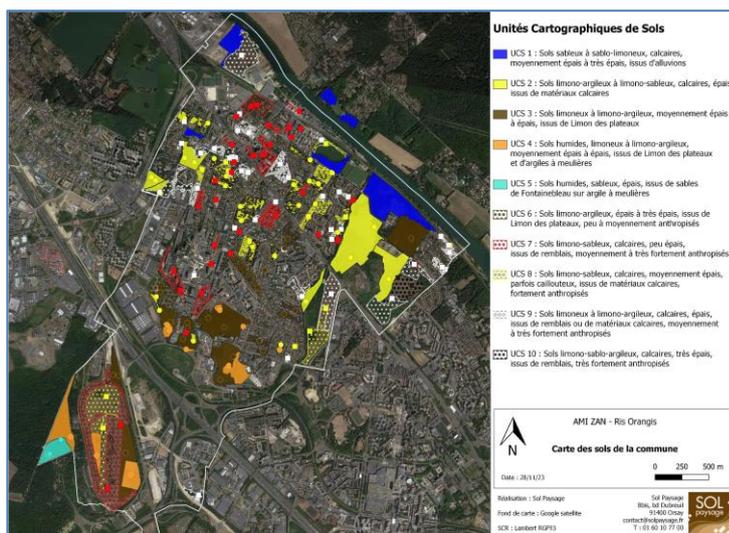
Ou bien encore : Comment faire le lien entre les données du programme IGCS vers de nouveaux utilisateurs ?

Site internet : <https://www.afes.fr/nos-missions/reconnaitre-et-federer/recherches-participatives/>

#### 4. Aménagement des sols urbains

##### 4.1. Le projet SOLZAN : éléments méthodologiques de pédologie urbaine et péri-urbaine nécessaires à l'atteinte de l'objectif « Zéro Artificialisation Nette » : Elaboration d'une carte des sols prototype au 1 :10 000e de la ville de Ris-Orangis (91)

Par : Jeanne Maréchal, cheffe de projets R&D, Sol Paysage



La loi Climat et Résilience du 22 août 2021 s'engage à travers l'article 191 à atteindre l'objectif « Zéro Artificialisation Nette » en 2050. La traduction opérationnelle du ZAN à différentes échelles du territoire, dans le temps de la planification et de l'aménagement, va nécessiter de compléter rapidement les cartes des sols du territoire français autour des agglomérations. Or, la cartographie des sols urbains présente aujourd'hui de nombreux freins méthodologiques ainsi qu'un manque de consensus

scientifique pour aboutir à la représentation de leur diversité (unique UCS blanche « zone urbanisée » dans les RRP). Pour répondre à ces enjeux, le projet SOLZAN (2023-2024) vise à l'élaboration d'un guide méthodologique généralisant des règles d'acquisition et de représentations cartographiques de données pédologiques urbaines. Ces règles permettront aux (1) prestataires pédologues d'homogénéiser leurs pratiques ; (2) d'alimenter la BD DoneSol vers des échelles opérantes

variables ; (3) de permettre aux collectivités et à leurs aménageurs de produire des cahiers des charges d'études agropédologiques. Pour y parvenir, la ville de Ris-Orangis, territoire démonstrateur de 870 ha engagé dans la préservation des sols dans leur projet de territoire, fait l'objet d'une carte pédologique prototype au 1 : 10 000e.

La première phase d'acquisition de données de terrain a abouti à 166 observations de sols (21 profils et 145 sondages) réparties sur les 522 ha de surfaces non bâties de la commune (60% du territoire), associées à des analyses physico-chimiques. Parmi ces observations, 73 correspondent à des sondages réalisés dans des jardins de particuliers suite à une sollicitation inédite de la ville à la participation citoyenne pour permettre l'accès aux parcelles privées. Les sols ont été nommés selon la nomenclature et les adjectifs définis par le Référentiel Pédologique, en portant une attention particulière à la qualification de l'anthropisation des sols par la description et la compréhension des processus anthropo-pédogénétiques (décapage, compactage, mélanges de matériaux, apports de déchets...) sur la base des observations de terrain croisées aux données urbanistiques et historiques disponibles (âge d'urbanisation, successions d'occupations de sols, formes urbaines, modes de construction...).

Cette première phase du projet a permis un retour d'expérience des leviers d'acculturation et de mobilisation des acteurs du territoire pour assurer la réussite des investigations, mais aussi de l'adaptabilité des outils de pédologie aux spécificités du milieu urbain. Ces éléments seront renforcés au cours de la deuxième année du projet par plus de 200 observations pédologiques complémentaires sur des secteurs encore non explorés ou nécessitant une densification de sondages pour atteindre l'échelle du 1 :10 000e. Grâce à une meilleure compréhension des processus anthropo-pédogénétiques et de la diversité des sols urbains plus ou moins anthropisés en découlant, il s'agira d'aboutir à une méthode répliquable en 3 étapes : (1) cartographie préalable d'Unités Cartographiques Urbaines issues du croisement de données de la géographie naturelle, de l'historique d'urbanisation et des formes urbaines - UCU ; (2) définition d'Unités Typologiques de Sols Urbains – UTSU intégrant la notion d'anthropisation ; (3) définition et représentation d'Unités Cartographiques de Sols Urbains – UCSU simples ou complexes intégrant un degré d'incertitude de l'extrapolation surfacique (approche par modélisation statistique).

#### 4.2. Connaissances des sols dans les projets d'aménagements

Par : Thomas BEILVERT, SCE Aménagement et Environnement



L'objectif de cette communication était de montrer comment un bureau d'études prend en compte la préservation des sols dans le cadre de projets d'aménagement.

Plutôt que de cibler un seul projet, nous proposons d'illustrer comment la connaissance des sols nous permet de travailler, en soulignant les limites de ces travaux, la multiplicité des

enjeux à prendre en compte, l'incohérence de certains arbitrages.

Dans un souci d'amélioration continue de nos connaissances et de nos expertises mais aussi avec une forte volonté de créer des passerelles entre la R&D et le terrain (i.e. « opérationnaliser »), nous travaillons depuis plus de 10 ans avec des partenaires du monde de la recherche sur plusieurs projets (SOILSERV, DESTISOL, DESSERT).

Un des aspects de notre expertise concerne la préservation des zones humides sur le critère pédologique : inventaire et évaluation de leurs fonctionnalités. Cet apport de la pédologie permet de travailler sur la séquence Eviter Réduire Compenser dès l'amont des projets : éviter la destruction de ces secteurs à protéger (fonctions hydrologiques et écosystémiques), sinon la réduire au maximum en termes de surface et d'ampleur de dégradation de son fonctionnement, ou prévoir, en dernier lieu, la compensation de ces fonctionnalités, notamment en restaurant à minima le double de la surface dégradée sur un site à proximité.

Le second aspect concerne la préservation d'espaces agricoles ou l'orientation d'un usage agricole en fonction de l'évaluation du potentiel agronomique des terres. Cette démarche est notamment mobilisée dans le cadre des études règlementaires portant sur la compensation collective agricole (décret du 31 août 2016). L'objectif affiché est d'éviter de consommer des espaces « productifs » pour les maintenir à leur vocation agricole et de réserver les sols à plus faible potentiel à l'aménagement. Dans les faits, ce critère à lui seul est rarement un facteur limitant à l'aménagement. L'utilisation de cette donnée permet aussi d'orienter la mise en place des types de production agricole : ferme périurbaine, projet d'agrivoltaïsme...

La plupart de nos exemples et missions concernent les projets photovoltaïques sur terres agricoles : centrales au sol et/ou projets d'agrivoltaïsme ou des recommandations sur les productions agricoles à planter.

En matière d'aménagement, nous pouvons également introduire deux démarches R&D :

- **DESTISOL** est un outil d'aide à la décision financé par l'ADEME et développé par SCE, le LSE (Laboratoire Sols et Environnement UMR 1120 Université de Lorraine/INRAE) et le CEREMA. Cet outil vise la promotion de la préservation des sols urbains et de leur multifonctionnalité. L'objectif est de permettre aux aménageurs de mieux prendre en compte, dans leur réflexion amont d'aménagement, les caractéristiques techniques des sols (contraintes, opportunités) et les services qu'ils rendent dans le but d'atteindre une adéquation optimale entre potentialités, couverture et usages des sols en place. Une expérimentation va être menée en 2024 sur Nantes
- **DESSERT** : « L'objectif scientifique principal du projet DESSERT est d'éclairer, par une approche transdisciplinaire, la connaissance sur les sols urbains descellés pour le développement durable des villes. Il vise à proposer des solutions pour désimpermeabiliser les sols, favoriser leur multi-fonctionnalité et ainsi renaturer la ville avec des solutions basées sur la nature (choix, maillage, trame) qui pourront se traduire en services écosystémiques rendus. » (extrait de l'annexe technique du projet financé par l'ADEME, partenaires : université de Lorraine, Institut Agro Rennes Angers Université Aix-Marseille, Wagon Landscaping, D&L Enromat, Plante & Cité et SCE).

#### 4.3. Généralisation de la méthode MUSE à l'échelle nationale : quelles incertitudes associées aux données des référentiels régionaux pédologiques ?

Par : Mathilde Basuyau (Cerema); Philippe Branchu (Cerema); Bertrand Laroche(InfoSol/INRAE)

Afin de prendre en compte la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme, le projet de recherche MUSE (2018-2021) a développé des indices spatialisés pour estimer certaines fonctions du sol : source de biomasse, régulation de l'eau, réservoir de carbone et réservoir de biodiversité. La mise en œuvre opérationnelle de la méthode à l'échelle nationale fait l'objet du projet CartoMUSE (2023-2025) et pose la question de la qualité interne 1 des données en entrée, notamment celle des données sémantiques des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) qui

couvrent au 1:250000 l'ensemble du territoire métropolitain et sont contenues dans la base de données DoneSol.



Lors de la finalisation d'un RRP, une vérification et une expertise des données sont réalisées, puis validées par le conseil scientifique IGCS qui lui attribue un niveau de qualité (opérationnel, avancé ou optimum). Ce dernier prend en compte la densité d'observation et le taux de remplissage des attributs décrivant les divers objets pédologiques (strates, unités typologiques de sol, profils, etc.). Ces procédures d'évaluation des RRP (règles d'intégrité, automatisation des vérifications, etc.) ont évolué depuis la mise en place du programme dans les années 90, entraînant des variabilités de qualité des données. Quelles disparités, en termes de cohérence logique et d'exhaustivité, peuvent être observées entre les différentes générations de RRP ? Quelles incertitudes génèrent-elles sur le résultat des indices MUSE ?

Dans un premier temps, des scripts automatisés sur R seront appliqués à l'ensemble des RRP de France métropolitaine afin de calculer le taux de remplissage et le taux de conformité aux règles d'intégrité du dictionnaire de données DoneSol des paramètres utilisés dans la méthode MUSE. Nous chercherons ensuite à savoir si les éventuelles disparités spatiales sont corrélées à l'ancienneté du RRP ou au niveau de qualité définie au moment de sa création. Enfin, sur un territoire pour lequel le RRP a été complété et corrigé par un pédologue expert, nous conduirons une analyse de sensibilité, basée sur le calcul d'indices de Sobol, afin de caractériser les effets individuels et joints des paramètres incertains sur la valeur des indices MUSE.

Références : Cerema. 2018. Fiche n°02 : Généralités sur la qualité des données géographiques.

Disponible sur :

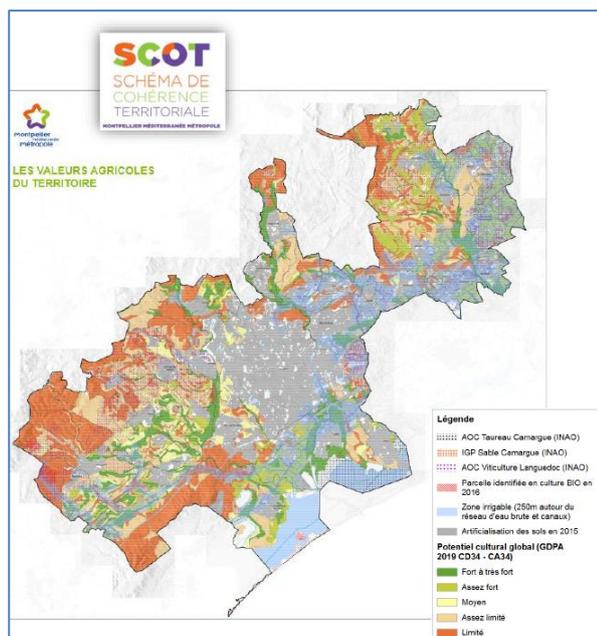
<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/qualifier-donnees-geographiques>

#### 4.4. La prise en compte du potentiel agronomique des sols dans les démarches de planification et d'aménagement de Montpellier Méditerranée Métropole

Par : Laure DELBERGHE (Montpellier Méditerranée Métropole 3M) et Claire CHASTAGNOL (Conseil Départemental de l'Hérault)

En 2015 Montpellier Méditerranée Métropole (3M) a entrepris une démarche de coopération territoriale pour l'élaboration de sa politique agroécologique et alimentaire, qui s'engage à mettre en place un système alimentaire plus durable au sein de son territoire. Cette démarche a alimenté les documents de planification en 2015, lors de la révision du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) et de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi). L'enjeu pour la métropole était d'améliorer la connaissance des sols, notamment le potentiel agronomique des sols.

Il existait des bases de données, sur le territoire de la métropole qui, permettaient d'avoir des informations sur les sols notamment : l'indicateur de qualité des sols (DRAAF) au



1/250000ème et la Gestion Dynamique des Potentiels Agricoles au 1/10000ème. Cependant, ces bases de données restaient insuffisantes car 13000 ha du territoire n'étaient pas couverts.

Pour caractériser le potentiel agricole sur son territoire, la métropole a utilisé le GDPA (Gestion Dynamique des Potentialités Agricoles), donnée cartographique qui caractérise les potentialités agricoles des sols. Il compile et synthétise plusieurs types de données pour informer de la potentialité agricole d'un sol selon 5 classes, de très faible à très élevée. Ont participé à construire cette cartographie des sols : le Département de l'Hérault, la Chambre d'agriculture de l'Hérault, l'INRAE, et l'Association Climatique de l'Hérault (qui n'existe plus). Cette cartographie des sols informe de la

potentialité agricole selon 5 classes : très faible, faible, moyenne, forte, très forte. Ainsi, les sols les plus propices à la diversification (potentiel global fort) permettent le développement d'un grand nombre de cultures.

Ce programme a permis la réalisation d'un premier outil spatialisé d'aide à la décision à une échelle fine adaptée aux nouveaux besoins locaux. La métropole a intégré cet outil lors de l'élaboration de son SCOT et son PLUi ainsi que dans diverses autres études : études préalables agricoles, diagnostics agricoles communaux, stratégie de reconquête des friches agricoles, études des filières agricoles de production (FIBANI) et des projets d'aménagement / Agriparks.

## 5. Cartographie des Sols à Modélisation Statistique (CSMS)

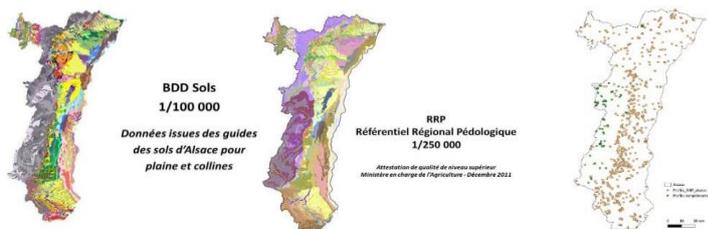
### 5.1. Cartographie des sols par modélisation statistique à partir du Référentiel Régional Pédologique Alsace. Utilisation dans des OAD et transfert méthodologique

Par : Mawuclo Hounkpatin-Totin (INRAE /CRAGE) , Paul Van Dijk (CRAGE), Philippe Lagacherie (INRAE LISAH), Blandine Lemerrier (Institut Agro Rennes-Angers), Thiebaut Simon ( CRAGE), Anne Richer-de-Forges (INRAE Info &Sols), Frédéric Pierlot (CRAGE), Joëlle SAUTER (CRAGE)

La cartographie des sols par modélisation statistiques (CSMS) vise à prédire, en tout point d'un territoire, et de façon reproductible, un type de sol ou des propriétés des sols, à partir de modèles calibrés sur des observations et permet d'estimer les incertitudes de ces prédictions. Les produits et les techniques de CSMS restent très mal connus ce qui freine pour l'instant leur appropriation effective par les opérateurs en région.

Les objectifs principaux du projet « CSMS-transfert » sont :

- de réaliser et diffuser de nouveaux jeux de données complémentaires aux RRP proposant des informations sur les sols adaptées aux besoins des utilisateurs pédologues ou non, avec un degré de fiabilité connu et le plus élevé possible, et issu de techniques de CSMS,
- d'accompagner le transfert des compétences à des structures non académiques telles que des organismes de conseil agricole ou technique, ou des bureaux d'études.



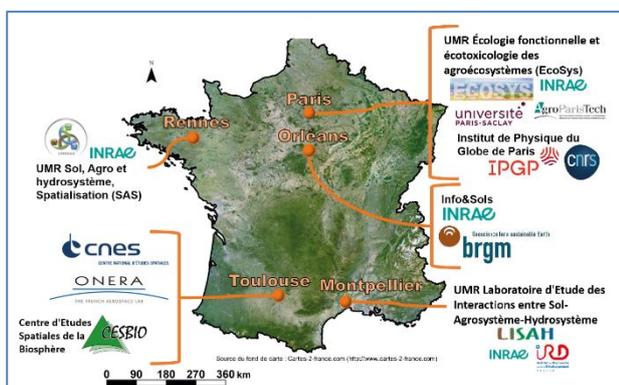
Un premier test réalisé sur le territoire de l'Alsace est l'occasion d'évaluer l'apport des données issues de la CSMS dans des OAD érosion d'intérêt pour les acteurs de ce territoire, d'identifier les besoins d'accompagnement et de transferts

de compétences, de préciser les protocoles et outils qui alimenteront une boîte à outils CSMS utilisable par d'autres sur d'autres territoires ultérieurement.

Le projet ayant démarré en novembre 2023, un retour d'expérience de toutes premières étapes de transfert pourra être présenté à l'occasion du séminaire.

## 5.2. Un projet de formation francophone en télédétection et cartographie des sols par modélisation statistique

Par : Anne Richer-de-Forges A.C. (INRAE, Info&Sols) et al



Le Centre d'Expertise Scientifique « Cartographie Numérique des Sols » du pôle de données et de services pour les surfaces continentales THEIA envisage le montage d'une formation francophone en télédétection et cartographie des sols par modélisation statistique.

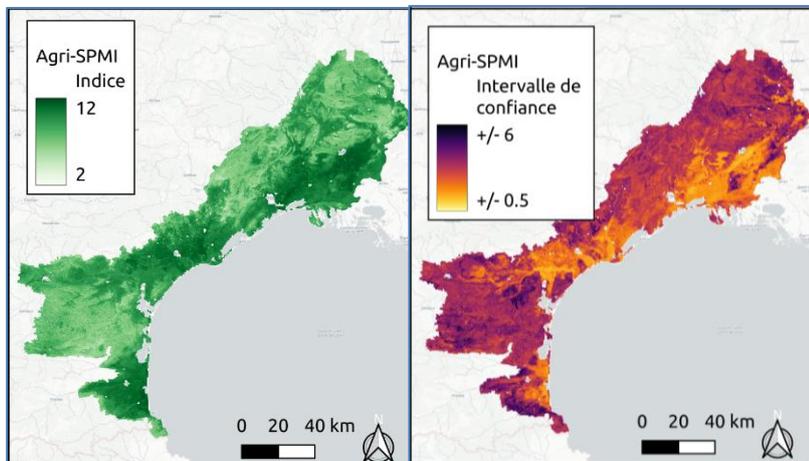
Cette formation souhaite combler le manque d'une formation francophone en cartographie numérique des sols à l'échelle nationale et internationale. Elle permettra de diffuser les

progrès en cartographie des sols par modélisation statistique réalisés en particulier par les instituts et laboratoires de recherche impliqués dans le Centre d'Expertise Scientifique « Cartographie Numérique des Sols » Theia. Ce transfert de connaissances se fera en lien avec les progrès réalisés au niveau international via les interactions du Centre d'Expertise Scientifique « Cartographie Numérique des Sols » avec le *working group* « Digital Soil Mapping » de l'Union Internationale de Science du Sol (IUSS). Un focus particulier sera mis sur l'introduction de la télédétection des sols dans la cartographie numérique des sols avec la présentation des données disponibles, leurs utilisations possibles et leurs limites. Un zoom sera également effectué sur la gestion des incertitudes.

Cette formation devrait être élaborée en 2024 pour une première session proposée en 2025. Les sessions de cette formation devraient durer une semaine en débutant par une phase de terrain. L'idée serait de balayer l'ensemble de la chaîne de traitement : acquisition des données sur le terrain, préparation des données, choix des méthodes et des covariables, préparation des covariables, réalisation des cartes de prédiction et d'incertitudes jusqu'aux méthodes de validation.

### 5.3. Exploration des préférences des utilisateurs en matière de visualisation des produits de CSMS pour la prise de décision en contexte incertain

Par : Léa Courteille (INRAE, LISAH), Philippe Lagacherie (INRAE, LISAH), Nadia Boukhelifa (MIA-Paris-Saclay), Evelyne Lutton (MIA-Paris-Saclay), Léa Tardieu (MIA-Paris-Saclay)



Un des grands intérêts des produits de CSMS (Cartographie des Sols par Modélisation Statistique) est qu'ils sont accompagnés d'estimations spatialisées des incertitudes les affectant : cela permet en théorie aux utilisateurs d'apprécier la capacité de ces cartes à éclairer leurs décisions sur un territoire. Cependant, cette incertitude reste difficile à communiquer aux décideurs, si bien que le risque est

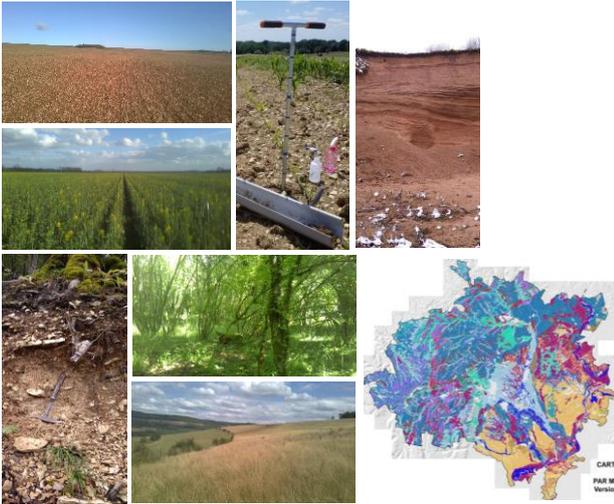
grand de voir cette incertitude négligée, induisant des décisions risquées ou erronées.

Prenant pour exemple une carte d'indice de multifonctionnalité des sols de la plaine côtière de l'Occitanie, destinée à orienter les décisions de préservation des sols dans les aménagements urbains, nous avons testé par une enquête auprès des utilisateurs, différentes modalités de représentation de l'incertitude calculée pour cette carte. Ces modalités diffèrent par 1) leur résolution spatiale – des résolutions spatiales plus grossières permettant de diminuer l'incertitude – 2) leur mode de représentation de l'incertitude, soit par des cartes séparées, soit via un motif de points superposé à la carte produite. La première étape cette enquête en ligne, qui met l'utilisateur dans la peau d'un élu local, nous a permis d'évaluer la qualité des cartes produites en tant que supports pour la décision et de déterminer dans quelle mesure les utilisateurs tiennent compte des valeurs d'incertitude. Dans la deuxième étape, plusieurs paires de cartes sont soumises à l'utilisateur, et à chaque fois, il lui est demandé de choisir celle qu'il perçoit comme plus intelligible.

Les résultats de cette enquête seront présentés en utilisant des indicateurs quantitatifs permettant d'évaluer la perception de l'incertitude par les utilisateurs, et de préciser leurs préférences quant aux modalités de sa représentation. Les conclusions permettront d'aider les producteurs de données sol à fournir des cartes plus facilement mobilisables par les décideurs.

### 5.4. Un couplage humain-machine pour cartographier les sols de l'aire urbaine de Dijon Métropole : une association entre cartographie experte, géomorphologie et Digital Soil Mapping

Par : Nicolas Chemidlin Prévost-Bouré ( UMR Agroécologie, Institut Agro Dijon) & al



Le projet ProDij' porté par Dijon Métropole (Programme d'Investissement d'Avenir) a comme objectif une agriculture performante et durable à horizon 2030. L'action « Sols Experts » du projet ProDij' vise à acquérir une connaissance fine des sols à l'échelle de l'aire urbaine\* de Dijon Métropole (330 000 ha, 38% de la Côte d'Or) et à établir un diagnostic de la qualité des sols dans toutes ses composantes physique, chimique et biologique (micro- à macro-biologiques) associé à ses usages, agronomiques ou urbains.

Dans ce cadre, un objectif était d'affiner la cartographie des sols de l'aire urbaine de Dijon

Métropole pour améliorer les connaissances pédologiques de la zone et appuyer le diagnostic de qualité des sols. Pour cela, une stratégie d'échantillonnage comprenant 1000 sondages a été définie. Elle mobilise une carte géomorphologique, offrant une donnée intégrée et synthétique par rapport informations morphométriques extraites des modèles numériques de terrain ; et valorise les données existantes sur les sols : sondages et fosses pédologiques issues des RRP Bourgogne (154 points), des cartes de J Chrétien (1/100000e, 700 points) et du RMQS (10 points). De plus, elle a été couplée aux caractérisations physique, chimique et biologique des sols sur 30% des sites pour que les cartes produites puissent pleinement contribuer au diagnostic de qualité des sols. Ceci a permis d'aboutir à un jeu de données pédologiques unique et inédit à l'échelle d'un territoire, bancarisé au format DoneSol Web 3 grâce à l'application DoneSol Mobile. La mise en œuvre d'une approche de cartographie couplant cartographie experte et Cartographie des Sols par Modélisation Statistique (CSMS) a abouti à des cartes à l'échelle du 1/65000e présentant à la fois les types de sols, mais aussi des paramètres physico-chimiques des sols cartographiés par Machine Learning et d'estimer les incertitudes. Ces productions cartographiques ont permis d'évaluer l'intérêt du couplage entre cartographie experte et Cartographie des Sols par Modélisation Statistique (CSMS) et l'importance du couplage Humain-Machine. Elles ont aussi permis d'évaluer l'intérêt d'intégrer des cartes géomorphologiques pour augmenter le pouvoir prédictif de la CSMS par le biais de comparaisons avec et sans cette variable. Enfin, les méthodes mises en œuvre peuvent être transposées à d'autres territoires pour contribuer à une gestion durable et opérationnelle de leurs sols.

#### 5.5. Données, produits et services pour le système Terre : l'Infrastructure de Recherche Data Terra et le pôle de données et de services pour les surfaces continentales (THEIA)

Par : Isabelle Biagiotti & Anne Puissant (THEIA de l'IR Data Terra )

\* Aire urbaine : ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain (unité urbaine) de plus de 10 000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne périurbaine) dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci. Source INSEE [www.insee.fr](http://www.insee.fr)



L'infrastructure de Recherche DATA TERRA a pour mission principale de développer un dispositif global d'accès et de traitement de données, produits et services dédiés à l'observation de la Terre. L'IR est constituée de plusieurs pôles de données, représentant chacun un compartiment du système Terre : THEIA (surfaces continentales), AERIS (atmosphère), ODATIS (océans), FormaTer (terre solide) et le PNDP (biodiversité), depuis 2024. Un dispositif transversal vient compléter les services de DATA TERRA : DINAMIS, dédié à l'imagerie spatiale très haute résolution.

L'objectif de DATA TERRA et du pôle THEIA est de fédérer et accompagner les acteurs scientifiques du domaine des SIC (Surfaces et Interfaces continentales) dans le partage, l'ouverture des données et leurs (ré)utilisations, par la mise en place de services interopérables et interdisciplinaires autour des données d'observation du système Terre.

Le pôle THEIA pilote par ailleurs un réseau d'Animation Régionale Thématique, au travers de l'animation d'ateliers d'échanges entre les scientifiques et les gestionnaires des territoires, en partenariat avec des correspondants régionaux. L'objectif de ces ateliers est d'instaurer un débat entre scientifiques et utilisateurs autour de la diffusion des données, de retours d'expérience des limites et freins à l'utilisation des données de recherche.

## 6. Ateliers thématiques

### 6.1. Accès et communication des données



Cet atelier avait réuni 19 participants et l'objectif était d'échanger sur les modalités de diffusion des données des sols par les producteurs et des modalités d'accès aux données par les utilisateurs.

- Modalités de diffusion : plusieurs modalités de diffusion des données ont été identifiées : opendata, données ouvertes sous licence ETALAB, convention de mise à disposition, mise à disposition gratuite des données à la demande et la diffusion moyennant des frais de mise à disposition.
- Format de diffusion : les producteurs des données ont indiqué diffuser les données sous divers formats : vecteurs (shp, json,...), raster (geotiff), tabulaire (BD Accès, CSV), flux (WFX, WMS) ou encore au format cartographique. Certains producteurs passent par les plateformes de diffusion des données géographiques IDG.
- Norme de métadonnées : les métadonnées, qui accompagnent les données sols, sont recensées et diffusées sous différentes normes : donesol, inspire, sensor-things, SKOS, RDF, DataCite, pdf...

- Communication sur l'incertitude : 81 % des producteurs des données sols, participants à cet atelier, ont indiqués communiquer l'incertitude en prendre en compte lors de l'utilisation des données. Ces incertitudes sont exprimées en : carte d'incertitude, niveau de qualité, coefficient d'incertitude, intervalle de confiance, indice de confiance, indicateur de densité d'information, pourcentage de pureté cartographique, carte de pureté... Et elles sont associées aux cartes et aux données thématiques.
- L'accès aux données par les utilisateurs : les moyens de communication jugés pertinents pour faire connaître les données sol auprès des utilisateurs sont : la formation, l'animation territoriale, le site web du Gis Sol, les réseaux sociaux, les sites internet des producteurs des données, la Géoplateforme de l'IGN... Pour faciliter l'accès aux données sols, les utilisateurs préconisent un portail d'accès unique, bien identifié qui renverra les différents producteurs et experts pour accompagner les utilisateurs. Ces derniers ont par ailleurs, émis le besoin d'un appui pour comprendre les limites des données (incertitude, échelle d'utilisation,...) et comment utiliser ces données pédologiques.

## 6.2. Aménagement urbain



26 participants d'horizon divers ont participé à cet atelier. Après une présentation de l'application de la méthode MUSE les échanges ont tourné autour de deux points :

### - L'appropriation des méthodes d'intégration des sols dans les documents d'urbanisme.

Pour y parvenir plusieurs propositions ont émané de ces discussions :

- une co-construction de données sols (en amont du document d'urbanisme),
- la mise en place d'un cahier des charges pour intégrer les diagnostics des sols dans les projets d'aménagement,
- l'évaluation du coût d'une telle démarche,
- la nécessité d'un accord du propriétaire pour intégrer et utiliser les données dans les bases de données nationales
- le besoin de méthodes reconnues, définies par des

référentiels pour interpréter les indicateurs

### - Intégrer le sol avec d'autres enjeux

Plusieurs points et questionnements ont été abordés lors de ces échanges :

- discussions pas toujours faciles avec les élus (temps réduits/ pas toujours des services dédiés)
- temporalité des enjeux (actualité..)
- Vision à court terme, comment intégrer le changement des usages sur 50 ans ?
- raréfaction des terres végétales dans les projets d'aménagement
- cohérence dans les méthodes d'évaluation des sols à différentes échelles (planification au projet d'aménagement).

### 6.3. Atelier cartographie des sols par modélisation statistique (CSMS)



L'objectif de cet atelier était de réfléchir aux conditions du déploiement des approches de CSMS dans des structures non académiques (hors recherche).

Plusieurs facteurs sont à tenir compte avant la production des cartes des sols :

Le type d'information produire : données brutes : (type de sols, propriétés physiques, chimiques, biologiques...) ou données secondaires (RU, potentialités, séquestration carbone, services écosystémiques...)

Le contexte d'utilisation de la carte : aménagement, politiques publiques, conseil agricole et forestier, AOC/AOP, photovoltaïque...

La résolution spatiale et les entités d'agrégation

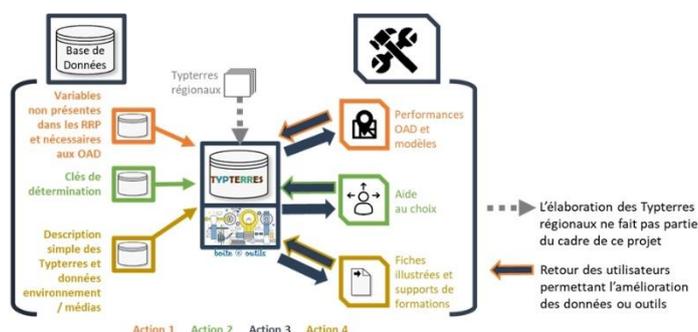
L'information à fournir sur l'incertitude : pas de représentation si l'incertitude est trop élevée, la sémiologie pour représenter sur une carte unique la valeur et incertitude, si l'information est agrégée il faudrait communiquer une information sur la variabilité au sein des entités, produire un indice de confiance.

Les modalités de représentation : interfaces web de consultation, téléchargement, laisser aux utilisateurs le soin de faire des classes à partir des résultats, ne pas se limiter aux cartes d'indicateurs agrégés, fournir les cartes brutes pour que les utilisateurs puissent faire eux-mêmes leurs traitements, fournir les cartes d'évolution.

## 7. Diffusion et valorisation des données sols

### 7.1. IDTypTerres : des solutions pour valoriser les typologies agronomiques TypTerres

Par : Laure Soucémariadin (ACTA) & al



Au travers d'outils d'aide à la décision (OAD) ou de diagnostics sol-dépendants, la qualité et la pertinence du conseil en agronomie ou de l'évaluation environnementale des pratiques agricoles sont directement liées à la connaissance des sols et de leurs propriétés. Les typologies TypTerres, co-construites par les agronomes et les pédologues, regroupent les types de sols selon des propriétés

d'intérêt agronomique. Elles sont produites à partir des bases de données des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP), selon une méthodologie développée au sein du Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires qui permet d'agrégier les Unités Typologiques de Sol (UTS) des RRP. Parce qu'elles sont en nombre plus réduit que les UTS, et qu'elles sont décrites par des caractéristiques agronomiques simples, les Unités TypTerres (UTT) sont facilement appréhendables

par les non-pédologues, tels que les conseillers agronomiques ou les agriculteurs. Ces typologies TypTerres sont déjà disponibles dans plus de 30 départements et constituent aussi une alternative standardisée à diverses typologies locales, souvent partielles et sans correspondance entre territoires et/ou OAD.

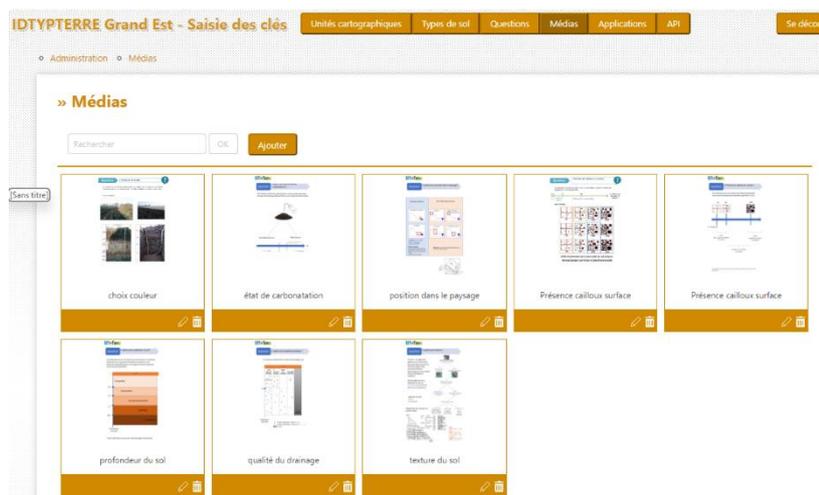
Le fait que les TypTerres soient des typologies exhaustives et robustes est un premier pas vers une meilleure performance des OAD et modèles agronomiques sol-dépendants, cependant un des principaux obstacles reste pour l'utilisateur de choisir la bonne UTT parmi toutes celles disponibles. Pour aider l'utilisateur à choisir les UTT correspondant à leurs parcelles, l'idée est de s'appuyer sur un arbre de décision constitué de questions simples et mobilisant des critères d'observation facilement accessibles : ce sont les clés de détermination. Dans le cadre du projet, des éléments méthodologiques pour la co-construction des clés de détermination ont été élaborés pour accompagner les futurs producteurs de typologies TypTerres dans leur mise en œuvre.

Par ailleurs, le projet a abouti au développement d'outils informatiques, permettant la saisie des clés de détermination par les producteurs des TypTerres, pour consulter ces dernières avec des outils nomades utilisables sur le terrain et permettre à l'utilisateur d'identifier l'unité TypTerres appropriée à une parcelle (ou portion de).

Le projet IDTypTerres vise ainsi à améliorer l'utilisation et les sorties des outils de conseil agronomique en fournissant, via les TypTerres, un accompagnement des utilisateurs dans leur choix du type de sol ainsi que des données d'entrée plus détaillées portant sur différents horizons du sol. La prise en compte du sol n'est ainsi plus limitée à vision juste superficielle. Ceci devrait permettre d'améliorer la qualité du conseil fourni aux agriculteurs. Les typologies TypTerres pourront aussi être utilisées pour la qualification de sites expérimentaux, la synthèse et la diffusion de références agronomiques.

## 7.2. L'API sols : des services informatiques open source d'identification d'unités de sols

Par : Lionel Bargeot (Agaric-IG), Cédric Darbon (Agaric-IG), Joelle Sauter (CRA Grand Est), Laure Soucémariadin (Acta)



La finalité du projet CASDAR IDTypTerres est d'améliorer l'intégration des données sols dans le conseil en agronomie, en favorisant l'accès à des données sol adaptées et harmonisées pour répondre aux besoins des outils et de leurs utilisateurs et ainsi permettre d'améliorer la qualité du conseil fourni aux agriculteurs. Ces données sol sont fournies par les typologies agronomiques TypTerres.

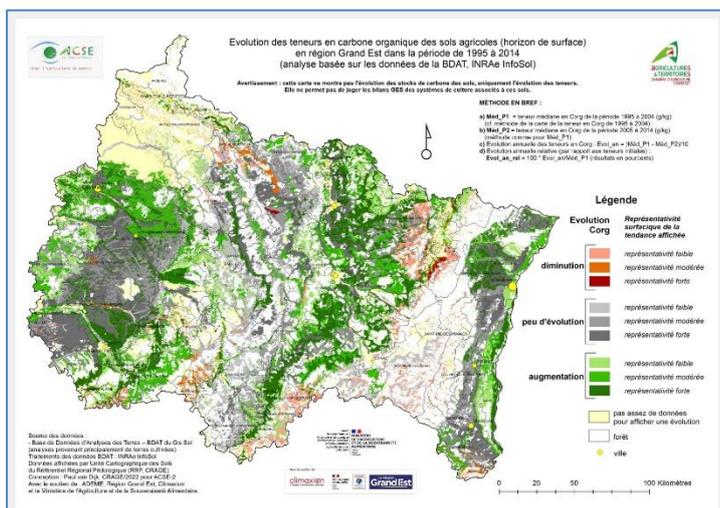
Ces typologies sont co-construites par les agronomes et les pédologues, à partir des bases de données des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) et selon une méthodologie développée au sein du Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires. Par différentes étapes d'agrégation, les Unités Typologiques de Sols (UTS) des RRP sont regroupées en unités TypTerres (UTT) aux propriétés agronomiques homogènes, et dont le nombre est plus restreint.

Un des objectifs du projet IDTypTerres a été de développer des outils informatiques open source qui permettent de saisir des arbres de décision, appelés des clés de détermination, favorisant le choix d'une UTT à associer aux caractéristiques de sol d'une parcelle, par un opérateur sur le terrain. En répondant à une série de questions simples, pour lesquelles il peut mobiliser des aides sous forme de différents médias, l'utilisateur (non-expert pédologue) va ainsi pouvoir déterminer l'UTT correspondant à sa parcelle ou zone de sol homogène.

L'outil (API) développé a été présenté, il permet : de saisir les clés de détermination, de saisir les médias associés (interface « producteur de données ») et l'organisation nécessaire des données en amont ainsi que son volet de consultation (interface « utilisateur ») au moyen d'un exemple sur les TypTerres de Grand Est. Les fonctionnalités de l'API ainsi que son interopérabilité avec des outils d'aide à la décision ou modèles agronomiques sol-dépendants seront explicitées.

### 7.3. Evolution des propriétés agronomiques des sols agricoles entre 2003-2011 et 2012-2019 à partir de la Base de Données des Analyses de Terre

Par : Saby Nicolas (INRAE, Info&Sols) & al



Les contraintes économiques, dont l'augmentation continue des prix de l'énergie, affectent le prix des fertilisants, et on constate une réduction générale de la fertilisation phospho-potassique des parcelles agricoles au niveau national, mise en évidence par les statistiques des ventes produites par l'UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation). Cette diminution peut conduire à des bilans minéraux localement négatifs, pouvant a priori avoir des répercussions sur la disponibilité des éléments dans le sol, et aller jusqu'à la diminution de la fertilité

des sols.

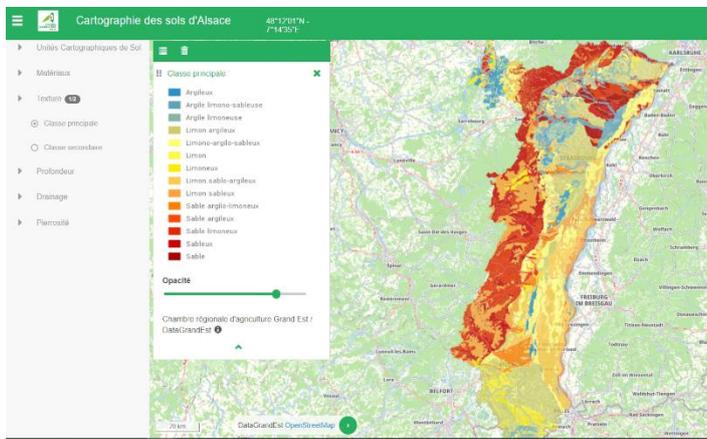
En France, la Base de Données des Analyses de Terre (BDAT Info&Sols, INRAE Orléans) regroupe depuis 1990 les résultats d'analyses agronomiques d'horizons de surface de sols cultivés, effectuées à la demande d'agriculteurs sur l'ensemble du territoire hexagonal, par des laboratoires agréés par le Ministère en charge de l'agriculture. Cette base rassemble ainsi, sur la période 1990-2020, plus de 3,6 millions de déterminations de pH (eau), 3,5 millions de déterminations de phosphore (P) extractible issues des trois méthodes d'analyses principales pratiquées en France (Joret-Hébert, Dyer et Olsen) et un nombre équivalent de déterminations de potassium (K) et magnésium (Mg) échangeables.

Ces données ont été mobilisées pour cette étude afin d'établir des tendances spatio-temporelles de répartition et d'évolution de ces paramètres de fertilité des sols agricoles français. Les données P, K et Mg ont également fait l'objet d'interprétations agronomiques pour évaluer la disponibilité de ces éléments pour les cultures.

Cette présentation a été l'occasion de discuter des résultats obtenus pour cette nouvelle période de collecte de la BDAT et des liens possibles avec les informations collectées dans le cadre du programme IGCS.

#### 7.4. SOLID'R un projet pour harmoniser la diffusion et la valorisation des Référentiels Régionaux Pédologiques – Présentation d'un script en langage Python® pour estimer le Réservoir Utilisable Maximal en eau des sols

Par : Stéphanie JALABERT / Bordeaux Sciences Agro



Coordonné par le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols (GIS Sol), le programme national de cartographie Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) permet de disposer de 71 Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) à l'échelle du 1/250 000 couvrant la quasi-totalité du territoire français. Ces bases de données spatialisées constituent des outils d'aide à la gestion des territoires sur des usages tels que l'évaluation des potentiels agronomiques des sols, leur

capacité de rétention hydrique, leur multifonctionnalité, etc. Le projet SOLID'R (AAP IGCS 2022-2023), coordonné par Bordeaux Sciences Agro et soutenu par le Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires, a œuvré pour dynamiser la diffusion des données sur les sols en promouvant l'OpenData et en mobilisant les Infrastructures de Données Géographiques (IDG) régionales. Tout d'abord, un état des lieux de la diffusion des RRP (existence de métadonnées, modalités d'accès, supports de visualisation) sur Internet (catalogues des IDG, moteurs de recherche) et auprès des gestionnaires des RRP à l'aide d'un questionnaire a été réalisé. Ce recensement a permis de mettre en relation producteurs et diffuseurs pour augmenter la visibilité des RRP.

Pour améliorer la visibilité et l'utilisation des RRP, le projet a également eu comme objectif d'élargir l'offre de diffusion des données sur les sols au-delà de la forme initiale des RRP. Pour cela, deux outils informatiques qui à terme seront complémentaires ont été développés :

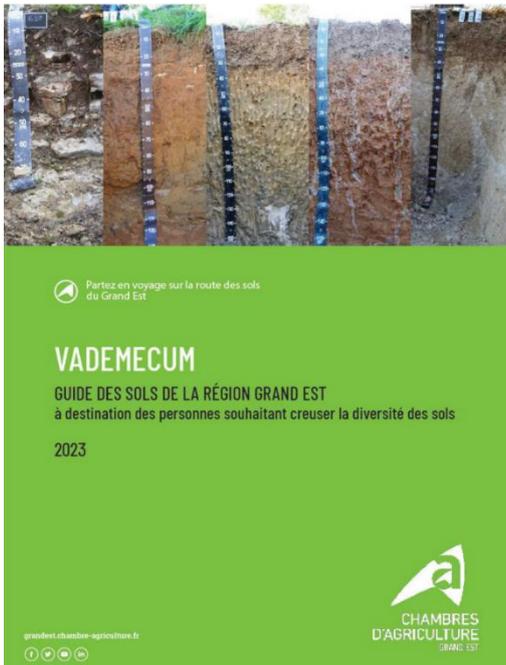
(1) un script en langage Python d'estimation du Réservoir Utilisable en eau Maximal des sols (RUM) à partir des bases de données RRP ; en un clic, on passe de l'intégration de la base de données RRP à l'obtention d'un jeu de données élaborées et la possibilité d'extraire une mise en page cartographique de la variable d'intérêt ;

(2) le développement d'une application web cartographique pour visualiser les données sols, brutes et élaborées, de la région Nouvelle-Aquitaine. Ce second outil fait écho à la dynamique entreprise par l'UMR SAS avec la visionneuse « Sols de Bretagne » sous la technologie Mviewer.

Notre objectif est à présent d'accompagner producteurs et utilisateurs dans l'usage de la donnée sols, en proposant des retours d'expériences sur l'appropriation de ces 2 outils informatiques.

### 7.5. Un guide des sols pour le Grand Est : vademecum du petit pédologue

Par : Maillant, S. Chambre régionale d'agriculture Grand Est ; Sauter, J., Chambre régionale d'agriculture Grand Est ; Pouzenc, S. ex-Chambre régionale d'agriculture Grand Est



Le territoire Grand Est est couvert par 6 Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) depuis décembre 2017. Une visualisation simplifiée des RRP a été mise en ligne sur Geoportail en 2020 par INFOSOL. Cette visualisation est accompagnée de fiches décrivant succinctement chaque GER (Grand Ensemble de Référence). Ces fiches sont nationales, i.e. il existe une fiche par type de sol, identique pour tout le territoire. Par ailleurs, les anciens territoires Alsace, Lorraine et Champagne Ardenne disposaient d'ouvrages très différents sur les sols.

Le « Vademecum du petit pédologue du Grand Est » a été rédigé pour présenter en un seul ouvrage les principaux sols de la nouvelle région à partir des données locales, récapituler et mettre à jour la liste des ressources à disposition des utilisateurs. La structure de ce guide et son contenu ont été élaborés avec l'appui d'un groupe de travail constitué des membres du RMT S&T. Le

Vademecum est constitué de 5 chapitres : facteurs pédogénétiques du territoire, petites régions naturelles, toposéquences, 84 fiches de sol, ressources et données.

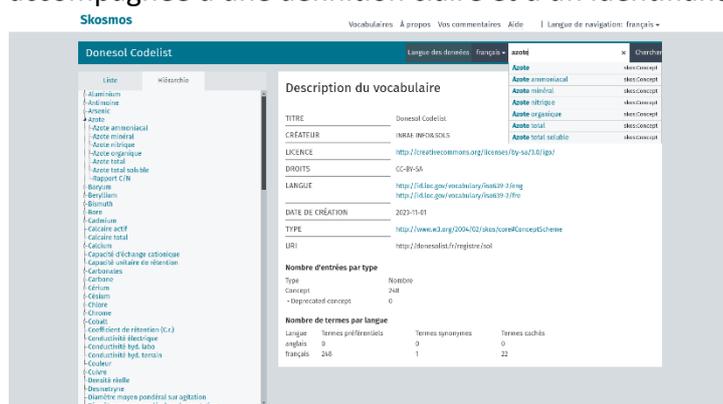
La transposabilité de la méthode à d'autres territoires a été un fil conducteur de sa construction, d'où le choix de s'appuyer sur les RRP plutôt que sur les typterras pour sélectionner les sols à présenter, alors que les typterras sont disponibles en Grand Est. Ce choix a impliqué de définir d'abord des petites régions naturelles (PRN) de dimensions assez grandes et en nombre limité (26 au lieu de 48 « petites régions agricoles ») ; puis pour chacune de ces PRN de lister les principaux types de sol en limitant les redondances entre les PRN pour montrer un maximum de diversité (limité à 84 fiches). Les types de sol ont ensuite été recherchés parmi les UTS de chaque PRN pour présenter des informations issues des RRP. En plus des informations contenues dans les bases de données, les fiches présentent une « roue d'enjeux agronomiques » et une « roue de services », sur une idée de l'ONF. Ces roues donnent une vue synthétique de quelques enjeux : roue agronomique : disponibilité du Phosphore, réservoir utilisable maximal, risque de battance, risque de tassement ; roue des services : potentiel agronomique, potentiel d'infiltration, stockage de C, abondance microbienne

Le document est libre d'accès sur le site internet de la [CRAGE](#).

## 7.6. Publication de registres de vocabulaires standardisés issus de Donesol, selon un format interopérable.

Par : Lattelais Clément (INRAE, Info&Sols), Le Bas Christine (INRAE, Info&Sols), Yahiaoui Rachid (INRAE, Info&Sols), Boukir Hakima (INRAE, Info&Sols)

Les données IGCS qui peuvent être publiées en open-data doivent l'être dans le respect des principes FAIR et de la directive INSPIRE. Dans ce contexte et pour permettre l'interopérabilité des données, il est nécessaire que des métadonnées explicites soient publiées pour décrire les jeux de données. Ces métadonnées doivent pouvoir s'appuyer sur des registres donnant la liste des propriétés observées et leurs informations associées (unités, méthodes d'analyse, etc.), accompagnée d'une définition claire et d'un identifiant unique.



Nous travaillons actuellement sur la publication de tels registres à partir de la base DoneSol en utilisant les technologies du web sémantique. Ces registres seront publiés selon le standard SKOS, ou "Simple Knowledge Organization System" (système simple d'organisation des connaissances), recommandé par le W3C pour représenter des thésaurus documentaires, des classifications ou

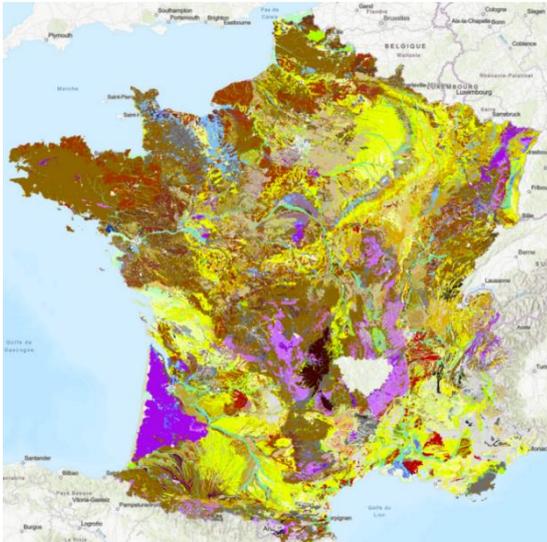
d'autres types de vocabulaires contrôlés ou de langages documentaires. SKOS s'appuie sur le modèle de données RDF, avec pour objectif principal de permettre la publication facile de vocabulaires structurés pour leur utilisation dans le cadre du Web sémantique.

Afin de garantir une mise à jour des registres suivant les évolutions de la base DoneSol, la procédure de création des registres s'appuie sur l'extraction des métadonnées directement depuis DoneSol, limitant ainsi les saisies manuelles. Pour cela, on modélise les métadonnées sous forme de triplets RDF dans un graphe d'annotation sémantique, suivant l'ontologie SKOS. Les concepts et leurs propriétés sont principalement issus de la base de données, mais certaines informations ne sont pas disponibles dans les métadonnées de DoneSol, et peuvent par conséquent être complétées manuellement. Une fois le graphe créé et enregistré, celui-ci est traité par Coby, une application permettant de générer l'ensemble des triplets RDF. Ceux-ci peuvent alors être importés dans une instance Skosmos (API permettant de visualiser des vocabulaires et des thésaurus sur un navigateur web).

Le workflow permettant la publication des registres depuis DoneSol est en cours de réalisation. Cependant, un certain nombre d'informations descriptives doivent être complétées et clarifiées avec l'aide des partenaires du programme IGCS, l'objectif final étant que ces registres soient largement utilisés pour décrire des données sol.

### III. Conclusion et perspectives

Par Marc Voltz pour le Comité Scientifique de l'IGCS



Le programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols a quatre objectifs :

- Améliorer la connaissance de la variabilité des sols de France ;
- Développer la méthodologie de cartographie des sols : acquisition et traitement des données
- Favoriser la diffusion des données pédologiques, brutes et traitées
- Soutenir l'utilisation des données pédologiques

La recommandation issue de l'évaluation du GIS Sol d'avril 2023 est de mettre en œuvre les préconisations du rapport de 2018 sur la cartographie des sols en France : État des lieux et perspectives. L'une de préconisation mise en exergue concerne le choix du niveau d'intervention publique, permettant d'accompagner la cartographie aux échelles locales, de financer un système d'information national plus homogène et précis et de capitaliser les données de nouveaux acteurs.

Pour la convention 2024-2029 , l'IGCS s'est fixé quatre priorités:

#### 1. Poursuivre l'enrichissement du Système d'information sur les sols

##### ➤ Les constats :

Les RRP sont quasiment finalisés sauf dans trois départements. La précision actuelle insuffisante du Système d'Information (SI) de Sol pour toutes les applications visées. L'Hétérogénéité spatiale du SI de sol en termes de densité de données.

##### ➤ Les actions envisagées :

- Finalisation du Référentiel Régionale Pédologique (RRP) de la Corse
- Production pour la France entière de grilles spatiale de référence des propriétés de base de sols
- Diffusion d'une cartographie pédologique harmonisée à l'échelle française au 1/250000ème
- Soutien à la production de notices et/ou d'atlas des RRP
- Soutien aux études à moyennes échelles (zones à peu de données, capitalisation, zones à enjeu)
- Soutien aux études type Secteur de référence (originalité méthodo, soutien local)

#### 2. Développer des prototypes métiers à vocation nationale pour l'acquisition, le traitement et l'utilisation des données sol

##### ➤ Les constats :

Des nombreux travaux sont déjà menés, par exemple : les algorithmes de récupération des données anciennes, le projet Donesol mobile, la cartographie de la multifonctionnalité des sols, Typologie Typterres.

##### ➤ Les actions envisagées :

- Développement des interfaces d'aide à la récupération de données
- Développement d'outils de visualisation ou de traitement générique pour l'utilisation de

Donesol

- Soutien à l'élaboration de guides méthodologiques à intérêt national
- Soutien au développement d'approches participatives
- Etude préalable sur l'évaluation de la cohérence pédologique de « soil districts »

3. Diffuser et former à la cartographie des sols à base de modélisation statistique

➤ Les constats :

- Quelques actions sont déjà en cours :
  - Diffusion amorcée depuis plusieurs années
  - Centre d'expertise Theia regroupant l'expertise en « Cartographie numérique des sols »
  - Deux zones tests opérées par partenaires IGCS non académiques
- Besoin de créer des noyaux de compétence CSMS à l'échelle régionale
- Besoin de mettre à disposition de données nationales relatives aux co-variables utilisables pour la CSMS

➤ Les actions envisagées :

- Soutien au transfert de la technologie CSMS sur cas concrets en région
- Soutien à la fourniture de co-variables utilisables dans les approches CSMS
- Soutien au développement de produits pédagogiques sur la CSMS

4. Favoriser la diffusion des données sol et la formation à leur utilisation

➤ Les constats :

Les objectifs permanents d'IGCS sont d'étendre la communauté des producteurs et des utilisateurs des données sol et de porter à connaissance l'intérêt de ces données sols.

➤ Les actions envisagées :

- Soutien à l'alimentation d'une future plateforme nationale e-Sol par du contenu issu d'IGCS
- Soutien à toutes initiatives d'intérêt national (cad à l'échelle nationale ou à portée méthodologique transposable)
- Soutien aux séminaires bisannuels IGCS

L'ensemble des ressources de ces journées sont disponibles sur cette [page](#).

## Annexes

- Programme
- Liste des participants
- Notice de la sortie terrain du 25 avril 2024 pour observer les sols anthropisés méditerranéens

ProgrammeProgramme de la 1<sup>ère</sup> journée

	23 avril	Présentateur Modérateur
9h30 - 10h	<b>Accueil des participants</b>	
10h	<b>Introduction au séminaire :</b>	
	<b>Mot de bienvenue par les organisateurs (OPenIG / INRAE)</b>	Anne FROMAGE-MARIETTE
	Enjeux de la connaissance des sols pour le Ministère en charge de l'agriculture	Patricia LAVILLE
	Soutien de l'ADEME à la connaissance des sols	Miriam BUITRAGO et Cécile GRAND
	Implication d'INRAE au service des sols	Pierre RENAULT
	<i>Présentation du programme par les organisateurs : OPenIG</i>	Anne FROMAGE-MARIETTE
10h30	<b>Présentation des programmes du GIS Sol</b>	<b>Sophie RAOUS</b>
	IGCS – avancement – harmonisation – WRB	Bertrand LAROCHE et Samir LAOUALI
	Autres programmes du GIS Sol : RMQS	Nicolas SABY
	RMT Sols et Territoires	Joëlle SAUTER
	Temps d'échange	
11h40	<b>Connaissance des sols Occitanie</b>	<b>Marc VOLTZ</b>
	<i>Les référentiels régionaux pédologiques d'Occitanie et leurs produits dérivés</i>	Philippe LAGACHERIE Maritxu GUIRESSE
12h15	<b>Buffet déjeunatoire</b>	
13h45	<b>Connaissance des sols Occitanie (suite)</b>	
	<i>Cartographie des sols par modélisation statistique (CSMS) en Occitanie</i>	Philippe LAGACHERIE
	<i>Valorisation de l'information pédologique en Occitanie</i>	Ruth LAVIE
	Temps d'échange	
14h50	<b>Connaissance sur les sols : collecte, mise en réseau</b>	<b>Ghislain GIROT</b>
	<i>Mise en place d'un réseau français de référents fosses pédologiques.</i>	Baptiste ALGAYER
	<i>Création d'une application smartphone et tablette pour la caractérisation des zones humides</i>	Christophe DUCOMMUN

	<i>Clés de sol : un projet de sciences et recherches participatives</i>	Blandine LEMERCIER
	<i>Le réseau des porteurs de projet en Sciences et Recherches Participatives sur les sols</i>	Clément DESCARPENTRIES
	Temps d'échange	
<b>16h05</b>	<b>Pause</b>	
<b>16h25</b>	<b>Aménagement – sols urbains</b>	<b>Bertrand LAROCHE</b>
	<i>Le projet SOLZAN : éléments méthodologiques de pédologie urbaine et péri-urbaine nécessaires à l'atteinte de l'objectif « Zéro Artificialisation Nette ».</i>	Jeanne MARECHAL
	<i>Connaissances des sols dans les projets d'aménagements</i>	Christelle BESSE
	<i>Généralisation de la méthode MUSE à l'échelle nationale : quelles incertitudes associées aux données des référentiels régionaux pédologiques ?</i>	Mathilde BASUYAU
	<i>La prise en compte du potentiel agronomique des sols dans les démarches de planification et d'aménagement de Montpellier Méditerranée Métropole</i>	Laure DELBERGHE et Claire CHASTAGNOL
	Temps d'échange	
<b>18h00</b>	<b>Fin de la première journée</b>	

18h30 : Visite de la ville de Montpellier

20 h : Cocktail d'înatoire à la Brasserie du Corum (allée du Saint-Esprit ; tramway Corum) avec Bonbon Kalou (musique réunionnaise)



Programme de la 2<sup>ème</sup> journée

	24 avril	Présentateur Modérateur
8h30 – 8h45	<b>Accueil des participants</b>	
8h45	<b>Introduction</b>	
8h50	<b>Cartographie des Sols à Modélisation Statistique (CSMS)</b>	Blandine LEMERCIER
	<i>Cartographie des sols par modélisation statistique à partir du Référentiel Régional Pédologique Alsace. Utilisation dans des OAD et transfert méthodologique</i>	Mawuclo HOUNKPATIN-TOTIN
	<i>Un projet de formation francophone en télédétection et cartographie des sols par modélisation statistique</i>	Anne RICHER-DE-FORGES
	<i>Exploration des préférences des utilisateurs en matière de visualisation des produits de CSMS pour la prise de décision en contexte incertain</i>	Léa COURTEILLE
	<i>Un couplage humain-machine pour cartographier les sols de l'aire urbaine de Dijon Métropole : une association entre cartographie experte, géomorphologie et Digital Soil Mapping</i>	Nicolas CHEMIDLIN
	<i>IR Data Terra ainsi que Theia, en termes de structuration nationale, données, produits et services</i>	Isabelle BIAGIOTTI
	Temps d'échanges	
10h25	<b>Pause</b>	
10h50	<b>3 ateliers en parallèle :</b>	
	Accès et communication des données	Laure SOUCEMARIANADIN et Sébastien LEHMANN
	Aménagement urbain	Bertrand LAROCHE et Cécile GRAND
	Cartographie des sols par modélisation statistique	Blandine LEMERCIER et Anne RICHER DE FORGES
12h20	<b>Buffet déjeunatoire</b>	
13h45	<b>DIFFUSION - VALORISATION DES DONNEES</b>	Anne FROMAGE-MARIETTE
	<i>IDTypTerres : des solutions pour valoriser les typologies agronomiques TypTerres</i>	Laure SOUCEMARIANADIN
	<i>L'API sols : des services informatiques open source d'identification d'unités de sols</i>	Joëlle SAUTER

	<i>Evolution des propriétés agronomiques des sols agricoles entre 2003-2011 et 2012-2019 à partir de la Base de Données des Analyses de Terre</i>	Nicolas SABY
	<i>SOLID'R un projet pour harmoniser la diffusion et la valorisation des Référentiels Régionaux Pédologiques – Présentation d'un script en langage Python® pour estimer le Réservoir Utilisable Maximal en eau des sols</i>	Stéphanie JALABERT
	<i>Un guide des sols pour le Grand Est : vademecum du petit pédologue</i>	Sophie MAILLANT
	<i>Publication de registres de vocabulaires standardisés issus de Donesol, selon un format interopérable.</i>	Christine LE BAS
	Temps d'échanges	
<b>15h25</b>	<b>Restitutions des ateliers</b>	Marc VOLTZ
15h50	<b>Conclusions</b>	Marc VOLTZ
16h15-16h30	Clôture : restitutions badges, attestations de présence, etc.	

### Programme de la 3<sup>ème</sup> journée

25 avril		
<b>8h – 17h (départ et retour de Montpellier)</b>	<p><b>Sortie terrain</b> : Sols, paysages, vignes et vins de la plaine côtière du Languedoc</p> <p>Sur le domaine INRAE de Pech Rouge : observations de profils et dégustation de vins</p> <p>Site archéologique de l'Oppidum d'Ensérune : Lectures de paysage et histoire</p>	Guillaume COULOUMA Philippe LAGACHERIE

**Liste des participants**

	Nom participant	Prénom participant	Organisme
1	ALGAYER	Baptiste	AFES
2	ATANASOVA	Maraya	Sol Paysage
3	BARBE	Eric	INRAE
4	BARBIER	Louise	Institut de la Transition Foncière
5	BASCOU	Muriel	DDTM30
6	BASUYAU	Mathilde	CEREMA DTER IDF
7	BESSE	Christelle	SCE
8	BIAGIOTTI	Isabelle	Data Terra Theia
9	BLANCHETEAU	Jean	Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire
10	BLANDIN	Camille	OPenIG
11	BORNAND	Michel	LISAH
12	BUITRAGO	Miriam	ADEME
13	CALVARUSO	Christophe	Genesis et EcoSustain
14	CAMPMAS	Lucie	CEREMA
15	CANDELA	Ines	VALORHIZ
16	CHASTAGNOL	Claire	Département de l'Hérault
17	CHEMCHAM	Amine	ATOS
18	CHEMIDLIN PRÉVOST-BOURÉ	Nicolas	UMR Agroécologie
19	CHEVALIER	Anne-Sophie	Métropole de Montpellier
20	CLEMENCE	Valentin	Paris Est Marne&Bois
21	COLLIN BELLIER	Céline	SOLENVIE
22	COLOMBIER	Constance	CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'AUDE
23	COULOUMA	Guillaume	IRD
24	COURTEILLE	Léa	INRAE
25	CURIEN	Morgan	Chambre d'agriculture régionale Bourgogne-Franche-Comté
26	DELAGE	Pierre	Chambre d'Agriculture des Landes
27	DELAUNAY	Dominique	chambre agriculture eure et loir
28	DEL COURT	Ninon	Université Paul-Valéry Montpellier 3
29	DESCARPENTRIES	Clément	AFES
30	DIOUF	Ousmane	ESGT - CNAM
31	DRAGON-DARMUZEY	Sophie	Société du Canal de Provence
32	DURAND	Helene	Alise géomatique
33	EDYNAK	Elsa	UniLaSalle
34	EUDES	Isabelle	AGENCE DE L'EAU RMC
35	FROGER	David	CHAMBRE D'AGRICULTURE D'INDRE ET LOIRE
36	FROMAGE-MARIETTE	Anne	OPenIG
37	GALLAIS	Maëla	SOLER IDE
38	GIROT	Ghilain	INRAE
39	GOSSARD	Sylvain	SOLER IDE
40	GOUIN	Jerome	GEOSOLEau - ITG

41	GRAND	Cécile	ADEME
42	GRINAND	Clovis	Nitidae
43	GROLLEAU	Lise	AUDRNA
44	GUIRESSE	Maritxu	ENSAT-CRBE
45	HOUNKPATIN TOTIN	Mawuclo Marie Merveille	Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est
46	JALABERT	Stéphanie	BORDEAUX SCIENCES AGRO
47	JAUSSEME	Esther	BNIC
48	JOLIVET	Claudy	INRAE
49	KERR	Alexandre	EID MED
50	KOLLER	Rémi	INRAE
51	LABBÉ	Amélie	Ville de Montpellier
52	LAGACHERIE	Philippe	INRAE
53	LAOUALI ABDOU	Samir	INRAE
54	LAROCHE	Bertrand	INRAE
55	LATTELAIS	Clément	INRAE
56	LAVIE	Ruth	OPenIG
57	LAVILLE	Patricia	MASA
58	LE BAS	Christine	INRAE
59	LE GUILLOU	Cédric	EODD Ingénieurs Conseils
60	LE ROUX	Olivier	Roche aux Fées Communauté
61	LEENHARDT	Agrippa	ANMA
62	LEFRANCOIS	Gilles	Safer Occitanie
63	LEGRAS	Marc	Institut Polytechnique UniLaSalle
64	LEHMANN	Sebastien	INRAE
65	LEMAL	Laure	Ginger Burgeap
66	LEMERCIER	Blandine	institut Agro rennes-Angers
67	MAILLANT	Sophie	Chambre Agriculture Grand Est
68	MALIE	Pierre	Chambre Régionale Agriculture Occitanie
69	MARCOU	Lorette	OPenIG   THEIA - Data Terra
70	MARÉCHAL	Jeanne	SOL PAYSAGE
71	MURE	Jean-Pascal	Chambre d'agriculture de l'Isère
72	PELLISSIER	Rémi	OPenIG
73	PITTATORE	Yannis	VALORHIZ
74	POINÇOT	Flavien	Acta
75	RAOUS	Sophie	AFES
76	REYGROBELLET	Jean-Philippe	EPTB Gardons
77	RICHER DE FORGES	Anne	INRAE
78	SABY	Nicolas	INRAE
79	SAUTER	Joelle	Chambre Agriculture Grand Est
80	SAVIGNAN	Lionel	ENVOLIS
81	SOUCEMARIANADIN	Laure	ACTA
82	SOULA	Delphine	AUDRNA

83	SUC	Olivier	Chambre d'agriculture de la Somme
84	SUDRE	Xavier	CCACVI
85	THOORIS	Emmanuelle	Office français de la biodiversité
86	TIENTCHEU	Eugenie	INRAE
87	VOLTZ	Marc	INRAE
88	YARD	Anthony	Syndicat mixte du parc naturel régional des Pyrénées catalanes

# Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

## Notice

G.Coulouma, P.Lagacherie, L.Courteille, H.Sosnowski

arrêt tram 3 Tonnelles.  
descendre l'escalier pour RDV parking en contrebas  
départ 8h30

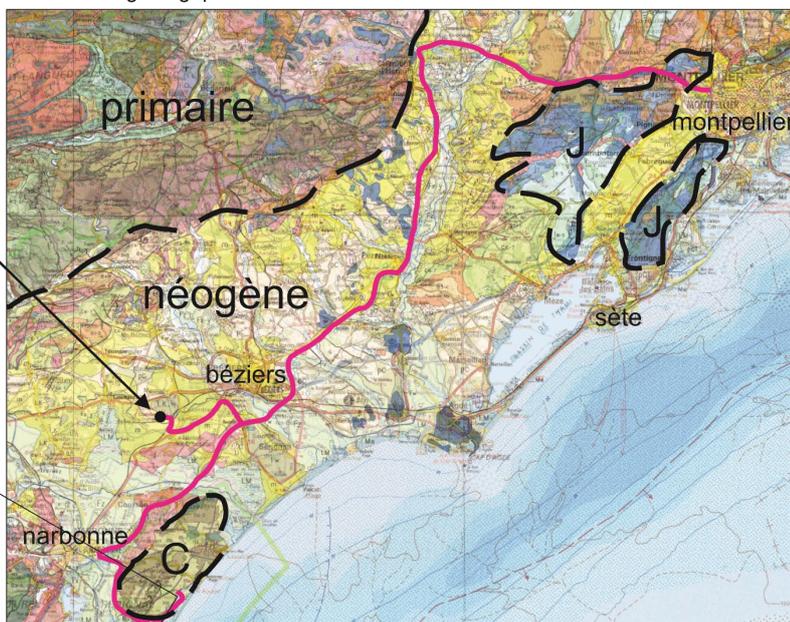


# Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

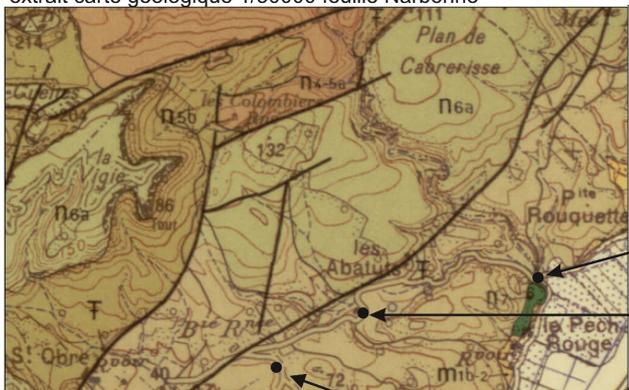
## Programme de la journée

Oppidum d'Ensérune  
Introduction géologique  
Cartographie régionale des sol  
Anthropisation et profil de sol

extrait carte géologique 1/250000



extrait carte géologique 1/50000 feuille Narbonne



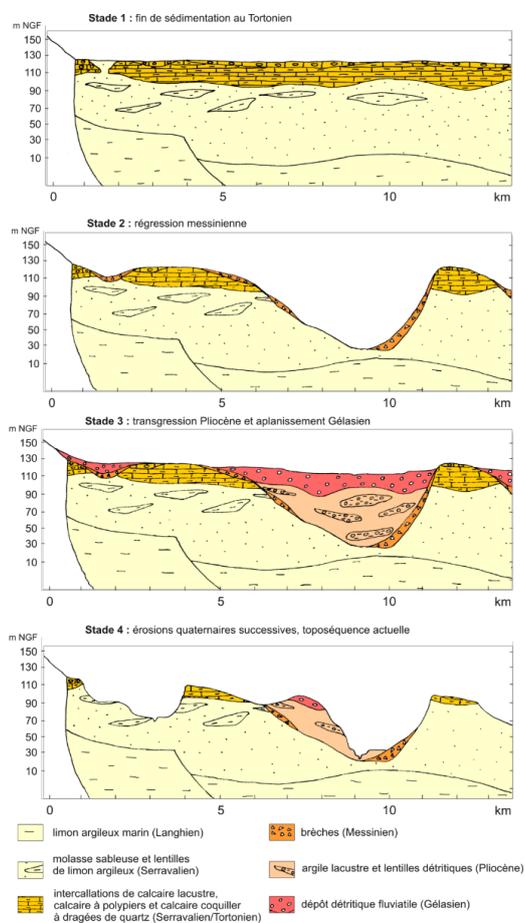
unité expérimentale INRAE

repas aux « Abatuts »

profils de sol sur la parcelle  
de la future collection  
ampélographique

## Premier arrêt à l'oppidum d'Ensérune

### 1-Lecture du paysage, étapes de mise en place des matériaux géologiques, sols associés



D'après « Modèle d'organisation des sols en contexte Méditerranéen à forte composante morphogénétique. Exemple du bassin versant de la Peyne (Hérault) » – Coulouma et al., JES 2009 strasbourg

### 2-forte anthropisation et impact important sur les sols : l'exemple de la dépression endoréique de Montady

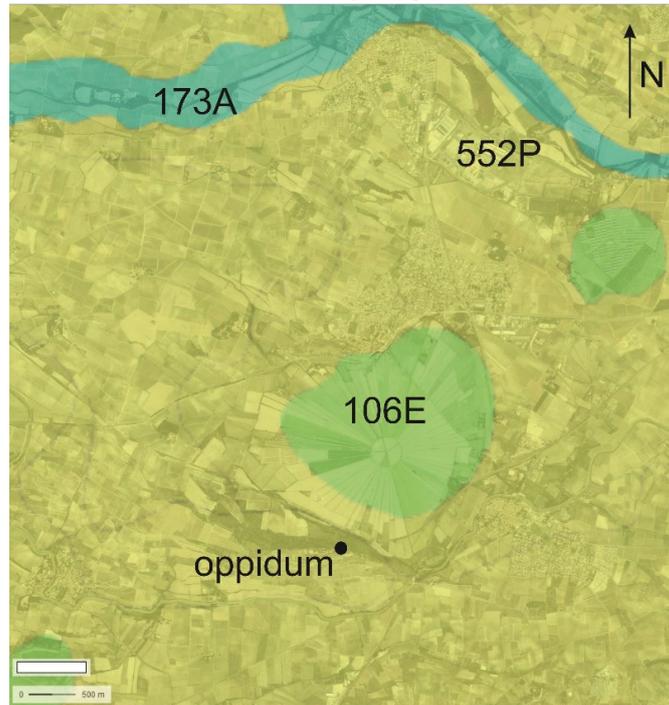


Etang de Montady (photo M.Collin <https://www.matthieucolin.com/>)

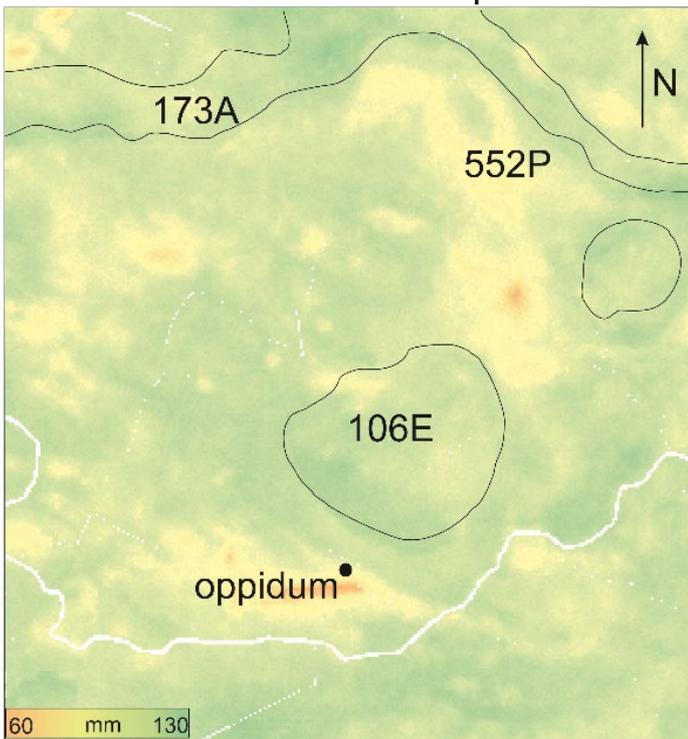
# Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

## 3-Cartographie des sols et du réservoir utile en eau des environs de l'Oppidum

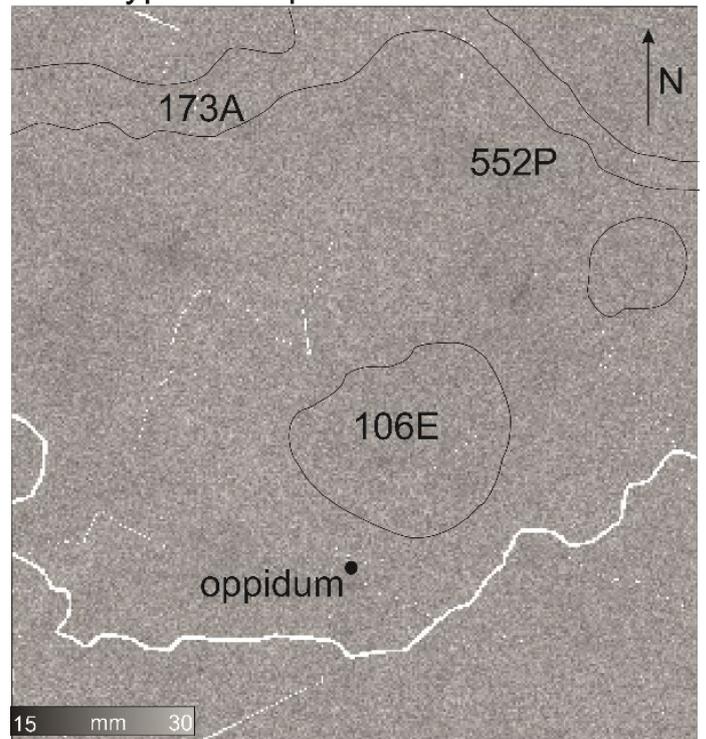
extrait carte pédopaysage au 1/250000



Réservoir utile en eau sur le premier mètre



Ecart type de la prédiction



# Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

## Légende des unités concernées du RPP, feuille Hérault

### 106E

Dépressions endoréiques recréusées dans les molasses miocènes de la vallée de l'Aude et du bassin de l'Hérault. Vignes, prairies, céréales. Sol alluvio-colluvial, généralement drainé et cultivé, mais présentant des traces d'hydromorphie en profondeur. Ces dépressions correspondent à d'anciennes cuvettes de déflations, édifiées lors des épisodes glaciaires du quaternaire

Surface de l'UCS : 5782 (3129) Nbre de pages : 9 (5)

Profils de l'unité cartographique(U.C.) ou rattachés à l'U.C.:

142 : 173831

119 : 173818,173819

131 : 166130,173086,173087,173088,173810,173817,173820,173822,173938

UTS représentées :

142 recouvrant 40 % de l'UCS profil de réf. :166130

119 recouvrant 30 % de l'UCS profil de réf. :173818

131 recouvrant 30 % de l'UCS profil de réf. :173088

UTS

119 : Sol colluvial emplissant les dépressions endoréiques creusées dans les molasses miocènes. Ces cuvettes de déflation ont été assainies parfois dès le moyen-âge et portent vignes et cultures.

- Sol très profond. Recouvrement de texture moyenne sur des horizons argilo-limoneux, calcaires (20 % environ) mais bien pourvue en calcaire actif (moitié du stock total). Couleur brune à brun grisâtre, avec tâches d'oxydo-réduction dès la surface. Nappe en charge, parfois faiblement salée.

CPCS :Sol brun calcaire hydromorphe à gley

RP :Colluviosol à horizon réductique

131 : Sol distribué dans d'anciennes cuvettes de déflation (l'endorémisme entraîne un afflux d'eau parfois fortement chargé en Na<sup>+</sup>, occasionnant une hydromorphie importante). Secteurs parfois drainés dès le moyen âge, à l'aide de tunnels.

- Sol argilo-limoneux à limono-argileux, avec un taux de calcaire actif très important (10-15 %). Ce sol très profond est affecté par une hydromorphie dès la surface (gley salé).

CPCS : Sol brun calcaire hydromorphe sodique

RP :Colluviosol à sol réductique salique

142 : Sol établi dans des cuvettes de déflation endoréiques. Ce sol correspond aux zones bien assainies, où ni l'eau, ni la salinité ne posent vraiment problème.

- Sol profond, limono-argileux à argilo-limoneux, calcaire dont une fraction non négligeable est actif (10 à 20 %), brun, bien structuré (grumeleuse à polyédrique).

CPCS :Sol brun calcaire colluvial à pseudo-gley

RP :Colluviosol calcaire à horizon rédoxique

### 552P

Bittérois, Lodévois et Corbières. Versants à pentes faibles. Sur molasses avec contamination alluvio-colluviale fréquente. Cultures et vignes. Sols calcaires généralement profonds. Engorgements apparaissant à profondeur irrégulière en certains sites.

Surface de l'UCS : 23887 (12907) Nbre de pages : 16 (8)

Profils de l'unité cartographique(U.C.) ou rattachés à l'U.C.:

505 : 71016,122072,122214,122216,173082,173830,173832,173836,173840,173842,203816,916019,916050,916061,916106,916108

506 : 122077,133046,173825,173837,970155

39 : 173839,173951,203905

974 : 122148,122152,122211,173841,173856

UTS représentées :

505 recouvrant 60 % de l'UCS profil de réf. :173832

506 recouvrant 30 % de l'UCS profil de réf. :173837

39 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :173839

974 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :122152

UTS

39 : Sol formé sur sable molassique, généralement daté de l'Helvétien. Pentes faibles à moyennes. Bittérois, Vigne.

- Sol généralement peu épais (40-60 cm), limono-sableux, brun, calcaire (20-30%), structure grumeleuse, horizons A et B confondus dans un Ap cultural englobant la totalité du sol. L'horizon d'altération est peu résistant mais à litage horizontal (difficilement exploitable par les racines).

CPCS :Sol brun calcaire

RP :Calcosol

505 : Sol formé sur molasses sableuses du Miocène. Bittérois, Uzègeois. Pentes faibles. Cultures, vignobles.

- Sol profond à très profond, limono-sableux à limono-sablo-argileux, calcaire (10 à 35%), peu pourvu en matière organique. Structure grumeleuse à polyédrique sub-anguleuse. Couleur brun à brun jaune.

CPCS : Sol brun calcaire

RP :Calcosol

506 : Sol établi dans les dépressions à fond plat, recréusées dans les molasses sableuses helvétiques. Hérault, Vigne.

- Sol profond, limono-argilo-sableux, brun devenant blanc à la base, très calcaire (35 à 73%) avec un fort taux de calcaire actif. En profondeur calcaires encroûtés avec nappes temporaires.

CPCS :Sol brun calcaire à pseudo-gley

RP :Calcosol rédoxique

974 : Sol développé sur molasse, grès et calcaire gréseux à passées de lumachelles de l'Eo-Oligo-Miocène. Pente faible. Vigne. Carcassés, Bittérois.

- Sol moyennement profond (40-60 cm), limono-sableux, très calcaire (30-50%), brun jaune, structure polyédrique sub-anguleuse dominante.

CPCS :Sol brun calcaire

RP :Calcosol

### 173A

Moyenne vallée et plaine alluviale des fleuves côtiers languedociens (Orb, Hérault), Vigne, cultures de diversification, ripisylve. Sol d'apport alluvial, profond, calcaire ou calcique, drainant, à nappe phréatique fluctuante, à submersion exceptionnelle. Très bonne réserve en eau. Texture à dominante limoneuse. Variante sableuse plus grossière sur les levées de débordement

Surface de l'UCS : 22875 (22875) Nbre de pages : 14 (13)

Profils de l'unité cartographique(U.C.) ou rattachés à l'U.C.:

101 : 122063,122075,122090,173948,916035,916043,916044,916048

102 : 173915,916038,916110

103 : 173947,916113

122 : 133044,133057,173089,173843,173849,173850,173851,173853,173925

133 : 122118,173914

139 : 122245

UTS représentées :

101 recouvrant 70 % de l'UCS profil de réf. :122090

102 recouvrant 10 % de l'UCS profil de réf. :122245

103 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :173947

122 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :173850

133 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :173914

139 recouvrant 5 % de l'UCS profil de réf. :0

UTS

101 : Sol développé dans la moyenne vallée alluviale des fleuves côtiers languedociens (Hérault - Orb).

- Sol profond à très profond, limoneux à limono-sablo-argileux, calcaire à très calcaire, structure polyédrique, brun jaune, reposant sur un cailloutis de galet roulé, exploité localement de façon industrielle (gravrières).

CPCS :Sol brun calcaire alluvial

RP :Fluviosol calcaire

102 : Sol formé dans les grands méandres et les berges de l'Orb et de l'Hérault. Ripisylve, vignes, aspergeraies. D'amont en aval, le pH des sols se modifie (les sables quartzeux cévenols s'enrichissent progressivement en éléments calcaires).

- Ce sol est très profond, à texture grossière (la fraction sableuse atteint 60 %), avec parfois, apparition à la base de galets de quartz. Sol brun, peu organique, faible capacité d'échange.

CPCS : Sol brun à brun calcique alluvial

RP :Fluviosol neutre à calcique

103 : Sol développé sur gouttières près des terrasses anciennes ou au contact avec les basses terrasses.

- Sol très profond, limono-argileux à argilo-limoneux, parfois caillouteux, localement hydromorphe. pH basique, teneur en carbonates très variable (faible à moyenne).

CPCS :Sol brun calcaire alluvial parfois à pseudo-gley

RP :Calcosol alluvial parfois rédoxique

122 : Sol se situant sur les terminaisons d'estuaires plus ou moins colmatés mais en milieu relativement sain. Vigne conduite en submersion en hiver.

- Sol très profond, sablo-limoneux à limono-sableux, non caillouteux, calcaire à très calcaire, brun à brun jaune devenant progressivement brun gris en profondeur, pseudo-gley en profondeur, à partir de 80 cm.

CPCS :Sol alluvial calcaire à pseudo-gley

RP :Fluviosol calcaire rédoxique

133 : Sol observé sur les formations alluviales récentes de l'Orb et de l'Hérault où se mêlent plusieurs types d'apport appartenant soit au domaine carbonaté, soit au domaine acide.

- Sol profond, limono-sableux dominant, à pH neutre à basique, teneur en carbonate faible de 1 à 5 %

CPCS :Sol brun calcique à calcaire

RP :Fluviosol calcique à calcaire

139 : Sol développé sur les alluvions récentes de l'Orb et de l'Hérault dans leur cours supérieur, lorsque ceux-ci traversent des formations rocheuses primaires (schistes, gneiss...).

- Sol généralement moyennement profond (40 à 80 cm) car reposant souvent sur un cailloutis de base (débris de schistes, gneiss) limitant la profondeur utile. Texture sablo-limoneuse, parfois gravelo-caillouteuse, à pH acide.

CPCS :Sol brun alluvial

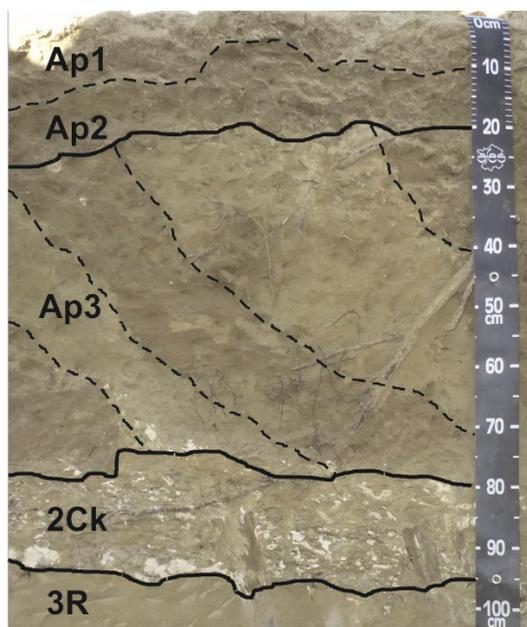
RP :Fluviosol

## Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

### 4-Un sol emblématique des plaines viticoles languedociennes : calcosol sur molasse miocène

Observation d'un profil sur les pentes de l'oppidum, discussions sur les caractéristiques particulières et l'anthropisation forte par les mises en culture successives au cours du temps.

#### Un exemple de profil typique (BV de la Peyne) – CALCOSOL (RP)



**Sol moyennement profond, peu évolué, sur molasse sableuse calcaire Miocène**

Horizons L/Ap: horizons cultivés récents (Ap1/Ap2, entretien actuel) et anciens (Ap3/L5, défoncement lors de la plantation ou plus ancien), à structure polyédrique sub-anguleuse, non dégradée par le travail du sol (excepté L1 avec présence de zones tassées), de texture limono-sableuse équilibrée, très peu caillouteux, brun jaune clair, très calcaire, peu de racines en surface et nombreuses dans L5, quelques rares accumulations de carbonate de calcium pulvérulentes remontées par le travail profond du sol.

Horizon IICk/Cca: horizon à structure lamellaire, de texture limoneuse, non caillouteux, brun jaune clair, très calcaire, nombreuses accumulations de carbonate de calcium pulvérulentes et encroutées, quelques racines en arêtes de poissons et quelques racines normales, horizon correspondant à l'altération de la molasse.

Horizon IIIR/M: horizon correspondant à la molasse sableuse Miocène, à structure continue, de texture sableuse, présence de taches d'hydromorphie, calcaire, pas de racines visibles sur le plan de la fosse.

Horizon	Prof_min (cm)	Prof_max (cm)	Texture			CO g/kg	N g/kg	C/N	MO %	pH	CEC Cmol+/kg	CaCO3 total g/kg	CaCO3 actif g/100g
			A(%)	L (%)	S (%)								
L1	0	20	10	27	63	11.6	0.5	23	2	8.6	4	288	3
L5	20	75	11	31	58	9.5	0.3	31	1.6	8.8	4	302	4
IICk	75	100	21	63	16	7.4	0.2	31	1.3	8.7	-	352	12
IIIM	100	135	7	24	69	5.7	0.1	-	0.9	9.0	-	278	3

Horizon	Prof_min (cm)	Prof_max (cm)	Densité apparente Terre fine		Humidités caractéristiques			RU
			moyenne	Écart type	0.33 bar (CC)	1 bar	15 bars (PF)	101/121 mm Estimation (mm)
L1	0	20	1.33	0.06	15		6	24
L5	20	75	1.34	0.08	12		6	44
IICk	75	100	1.45	0.06	24		15	33
IIIM	100	135	1.43	0.08	8		4	20

# Sortie IGCS sols anthropisés méditerranéens – 25 avril 2024

## Deuxième arrêt à l'Unité expérimentale INRAE de Pech Rouge

Visite d'une partie des installations de l'unité, notamment le laboratoire de micro-vinifications

<https://pechrouge.montpellier.hub.inrae.fr/>

## repas aux Abattuts, ancien centre de vacances ADAS-INRA

## Troisième arrêt sur les parcelles dédiées à la collection ampélographique

Introduction, lecture du paysage en lien avec l'histoire géologique du site et sols associés. Discussion autour des opérations successives de mise en culture du site

### 1.1 Fosse sous pinède – Sol peu profond sur calcaire du crétacé

Fosse creusée au moment de la sortie

### 1.2 Fosse sous pinède – Peyrosol mixte calcaire anthropique (RP) /Anthrosol skeletic (WRB)



**Sol cultivé moyennement profond, très caillouteux, sur calcaire micritique.**

Horizon L1: horizon superficiel de semis du sainfoin

Horizon L2 : horizon provenant du broyage des pierres, à structure polyédrique sub-anguleuse très peu nette, de texture équilibrée, très caillouteux, brun, calcaire, peu de racines.

Horizon L3: horizon provenant du passage d'un ripper croisé, irrégulier, à structure polyédrique sub-anguleuse très peu nette, accumulation de sables grossiers et graviers fins à proximité des passages de dent, de texture équilibrée à dominante sableuse, très caillouteux et présence de blocs calcaires, brun, peu de racines entre les pierres et cailloux.

Horizon R/C: calcaire dur compact en place, fissuré en réseau assez larges (>50cm), altération peu présente sur les surfaces structurales des bancs et dans les fissures.

### 3.1 Fosse sur calcaire dur avant travaux - Calcosol leptique (RP)/Leptosol (WRB)

Sol peu profond, d'altération du calcaire dur de l'aptien en place.



Horizon Oln : horizon de litière fraîche, d'origine anthropique par broyage des végétaux de défriche.

Horizon Of : litière existante avant la défriche, aiguilles de pins majoritaires et résidus de feuillus, en partie décomposés.

Horizon A : horizon à structure grumeleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante sableuse, peu caillouteux, brun foncé, peu calcaire, très nombreuses racines.

Horizon S : horizon structural, à structure polyédrique anguleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante sableuse, peu caillouteux, rouge orangé, calcaire, nombreuses racines.

Horizon C : horizon d'altération de calcaire en plaquette (voir fosse 1), à structure polyédrique anguleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante argileuse, très peu de matrice entre les fissures du calcaire gris clair à patine d'altération jaune, quelques racines.

Horizon R : banc de calcaire dur épais, gris clair altéré à patine jaune, pas de racines visibles.

### 3.2 Fosse sur calcaire dur après travaux – Calcosol pierrique/anthroposol transformé (RP) /Cambisol/Anthrosol (WRB)

Sol moyennement profond sous friche sur molasse miocène.



Horizon L0/L1 : horizon superficiel de semis du sainfoin puis horizon provenant du broyage des pierres, à structure polyédrique sub-anguleuse modérée, de texture équilibrée à dominante de sable, peu caillouteux, brun rouge, calcaire, peu de racines.

Horizon L2 : horizon perturbé par le passage de ripper, à structure polyédrique sub-anguleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante argileuse, peu caillouteux, rouge orangé, calcaire, peu de racines.

Horizon L3 : horizon provenant du passage d'un ripper croisé, irrégulier, à structure massive peu nette, accumulation de sables grossiers et graviers fins à proximité des passages de dent, de texture argileuse, très caillouteux et présence de blocs calcaires, rouge orangé, racines visibles entre les pierres et cailloux, matrice peu calcaire provenant pour partie des altérations intra-fissures de la roche en place.

Horizon R/C : calcaire dur compact en place, fissuré en réseau assez larges (>50cm), altération présente sur les surfaces structurales des bancs et dans les fissures, avec une matrice argileuse rouge orangé à tendance calcique.

### 4 Fosse sur marnes après travaux – Antroposol/Calcisol polyphasique/colluvial(RP) /Calcisol(WRB)



#### **Sol profond sur marnes à orbitolines de l'aptien.**

Horizons L0/L1 : horizon superficiel de semis du sainfoin puis horizon provenant du broyage des pierres sur un horizon qui n'était pas pierreux (homogénéisation type houe rotative), à structure polyédrique sub-anguleuse peu nette, très organique (nombreux résidus végétaux intacts et en début de décomposition), de texture équilibrée à dominante limoneuse, peu caillouteux, brun noir, calcaire, peu de racines.

Horizon L2 : horizon perturbé par le passage de ripper, à structure polyédrique sub-anguleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante sableuse, non caillouteux, brun, calcaire, peu de racines.

Horizon II ?S/L3? : horizon perturbé par le passage de ripper ?, à structure polyédrique sub-anguleuse peu nette, de texture équilibrée à dominante argileuse, très graveleux (orbitolines), brun olive clair, calcaire, peu de racines.

Horizon II ?Sca : horizon structural à structure modérée polyédrique anguleuse, de texture équilibrée, très graveleux (orbitolines), très poreux, aspect des faces sans particularités, quelques pseudomycéliums calcaires, quelques racines.

Horizon II ?Cca : horizon d'altération de la marne à structure polyédrique très nette et à sur-structure lamellaire héritée de la marne, de texture équilibrée, graveleux (orbitolines), taches d'oxydation fossiles, aspect des faces sans particularités, très nombreux pseudomycéliums calcaires, quelques racines.

Horizon II ?M : marne à orbitoline altérée à structure lamellaire nette, faces avec accumulation de carbonates et quelques racines en arête de poisson.