

La connaissance des sols - Quelles sont les données «sol » disponibles ?

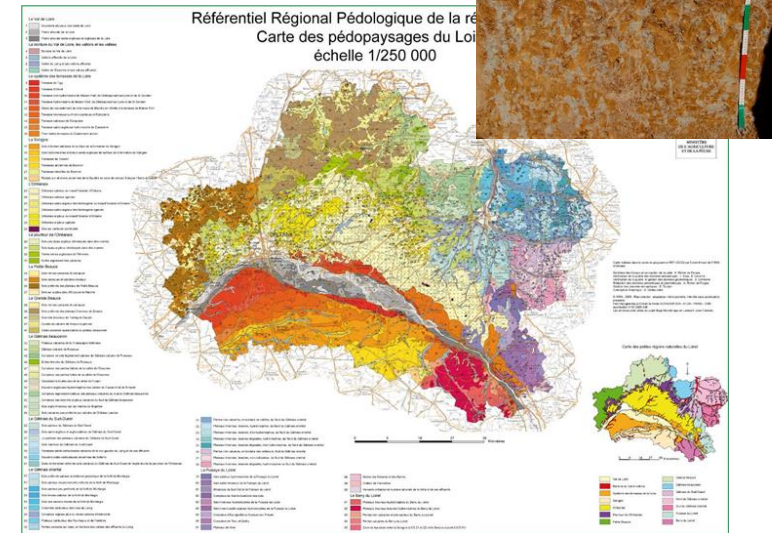
Antonio Bispo et Bertrand Laroche
Info&Sols
INRAE, Orléans

12 janvier 2023

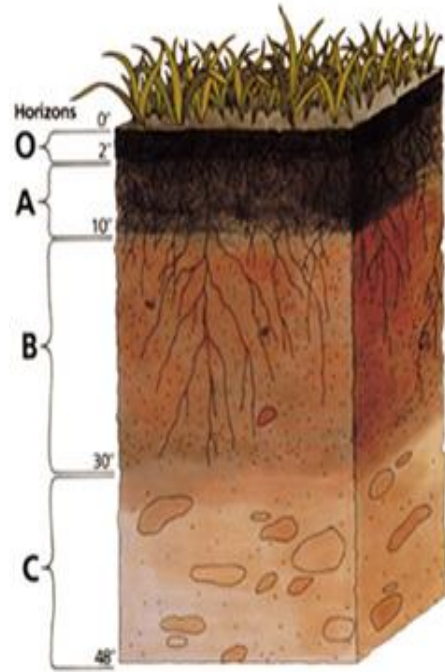


Déroulé

- Contexte et organisation nationale
- Description des programmes nationaux
 - IGCS
 - RMQS
 - BDAT
- Quelques exemples d'utilisation des données "sol" ?
- Conclusions



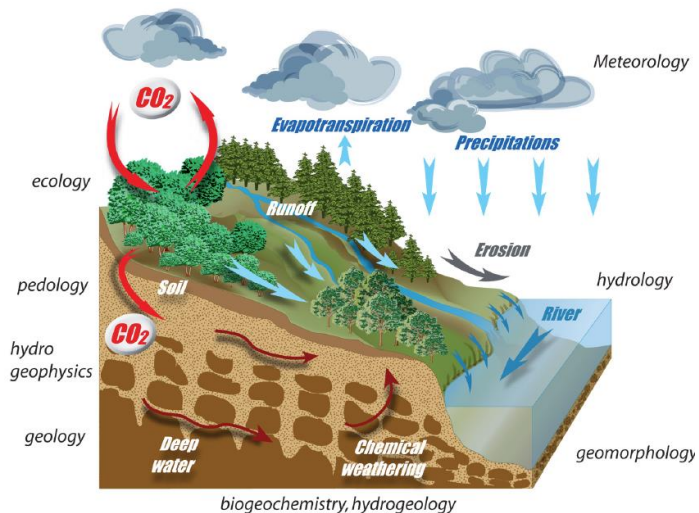
Le sol



= la pellicule la plus superficielle de la croûte terrestre

= le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation de la partie la plus superficielle de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges de masse et d'énergie qui s'y manifestent

Epiderme vivant de notre planète, qui a permis l'expansion de la vie sur les continents



- Un milieu variable spatialement, associant minéral et organique (99 et 1% en masse), milieu poreux et rempli d'eau et d'air (50% en volume)
- Un milieu vivant avec une forte biodiversité : 260 millions d'individus par m². 1 million de géotypes bactériens par g de sol.
- Un milieu évolutif : déformable, chimiquement et biologiquement réactif.
- Un milieu fragile, non renouvelable à l'échelle humaine, limité, soumis à de fortes contraintes naturelles et anthropiques

INKAO

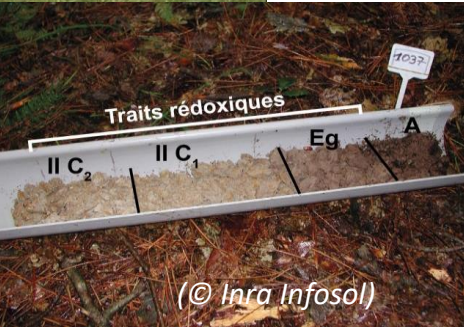
Interface fragile et au cœur de la zone critique

La connaissance et la collecte des informations sur les sols ne peuvent se faire que par une observation directe sur le terrain

Sondages à la tarière à main



(© Laroche B, Inra Infosol))



(© Inra Infosol)

fosses pédologiques



(© Desbourdes Inra Infosol))

coupes préexistantes



Grande diversité des sols

Le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol : organisation actuelle

- Création en 2001 du Groupement d'intérêt scientifique Sol
- Objectifs:
 - Acquisition et capitalisation des données sur les sols de France et l'évolution de leurs qualités
 - Inventaire cartographique et surveillance des sols de France
 - Calcul d'indicateurs, restitutions nationales
 - Mise à disposition des données et contribuer à l'expertise nationale/internationale
- En parallèle, création de l'unité de Service InfoSol (INRAE Val-de-Loire) pour la coordination des programmes du Gis Sol

-> INFO&SOLS (au 1^{er} janvier 2023)



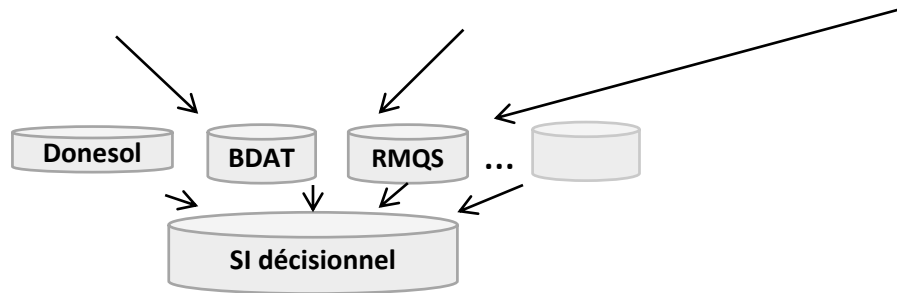
A screenshot of the GisSol website. The header includes the 'GisSol' logo and the tagline 'Partageons la connaissance des sols'. Below the header is a navigation menu with tabs for 'PRÉSENTATION', 'THÉMATIQUES', 'DONNÉES', 'OUTILS', 'PUBLICATIONS', and 'ÉVÈNEMENTS'. A search bar with a 'Rechercher' button is located on the right. The main content area features several tiles: a large map of France titled 'Estimation des stocks de carbone organique de 0 à 30 cm de profondeur en France métropolitaine hors Corse' with a legend for 'Stocks de C Tonnes/ha' (0-2, 2-5, 5-10); a tile for 'Carbonne et matières organiques des sols'; a tile for 'Erosion des sols'; a tile for 'Propriétés des sols de France' with a legend for soil properties (40-50 to 175-200); a tile for 'Thématiques'; a 'Présentation du Gis Sol' tile with a photo of soil sampling; a 'Geosol' tile with a photo of soil analysis equipment; and a 'Refsols' tile with a photo of a book and a magnifying glass.

Un système d'information sur les sols

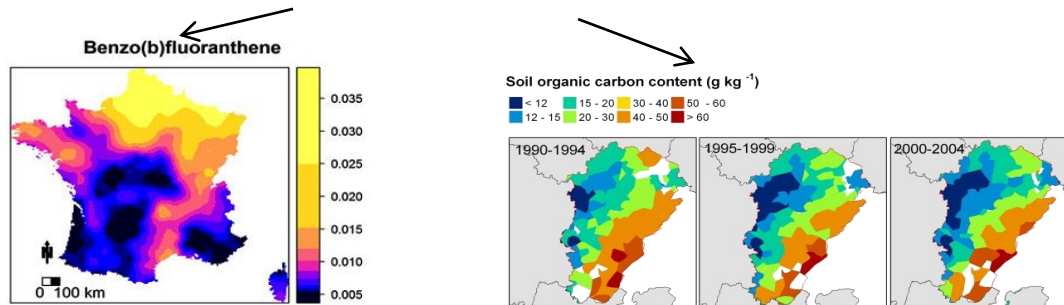
ACQUISITION DE DONNEES



CAPITALISATION DE DONNEES



EXPLOITATION DE DONNEES



Une archive des données

DoneSol, une base de données sur les sols, enrichie des données forestières (IGN)

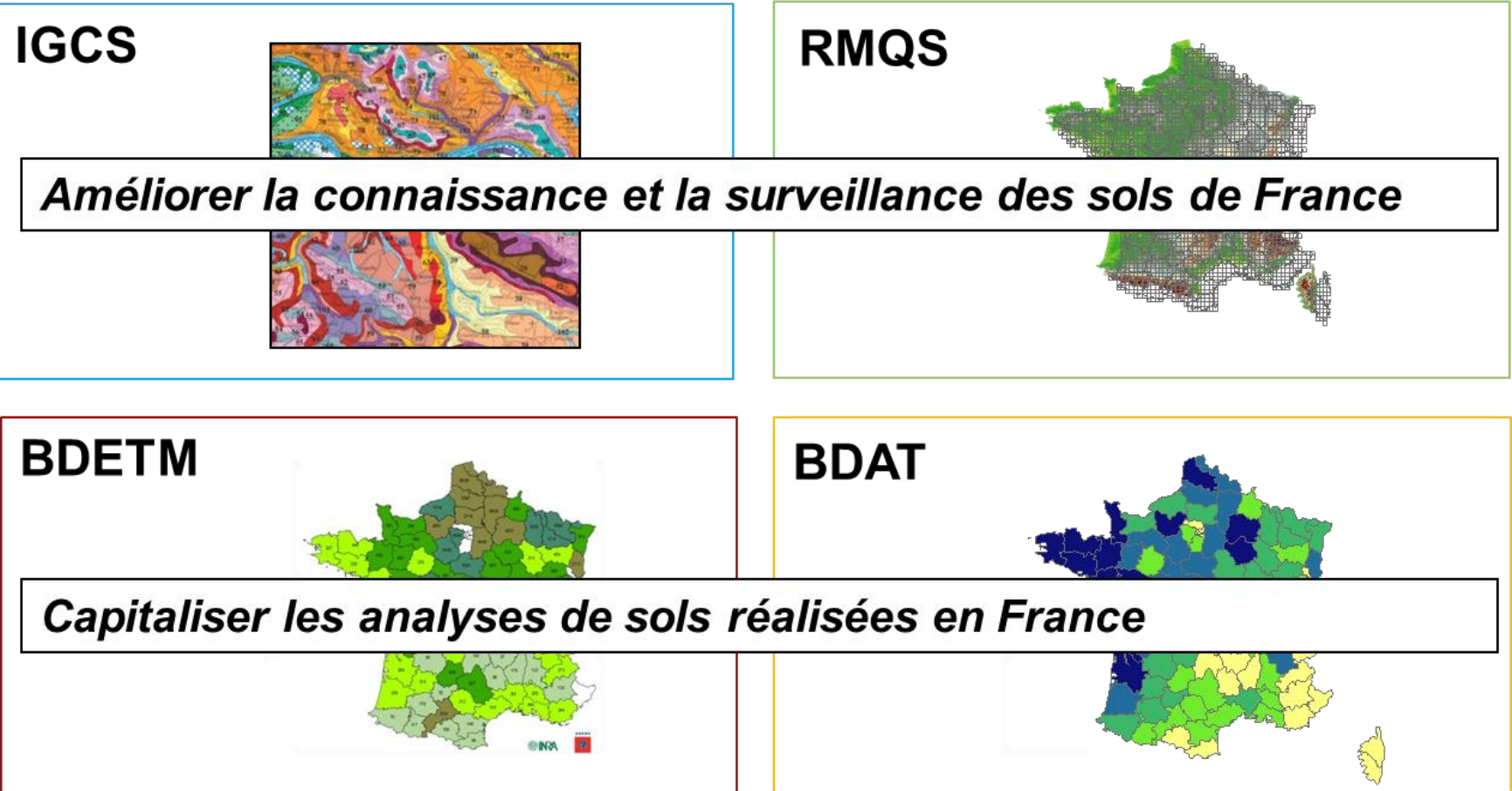
Un portail d'extraction d'informations

Un renouvellement permanent des outils informatiques (data.inrae, serveur, communauté...)

INRAE Villaneau et al. 2013, Environ.Chem.Lett

Saby et al. 2008, Soil Use and Management

Cinq grands programmes



BDSoIU
Sols urbains



INRAE

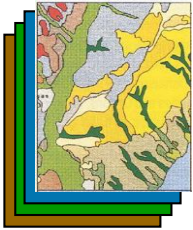
- Le programme IGCS en bref
Inventaire, Gestion et Conservation des Sols

Origine des données

Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

1

Données et cartes existantes



Géologie, topographie etc.



Etudes pédologiques existantes

INRAE

2

Nouvelles données
Terrain et labo

Echantillons

Fosses

GPS

Description des sols

Analyses

Source : A. Richer de Forges

3

Synthèse

SIG

Synthèse des données et des informations

4

Base de données et cartes

Carte

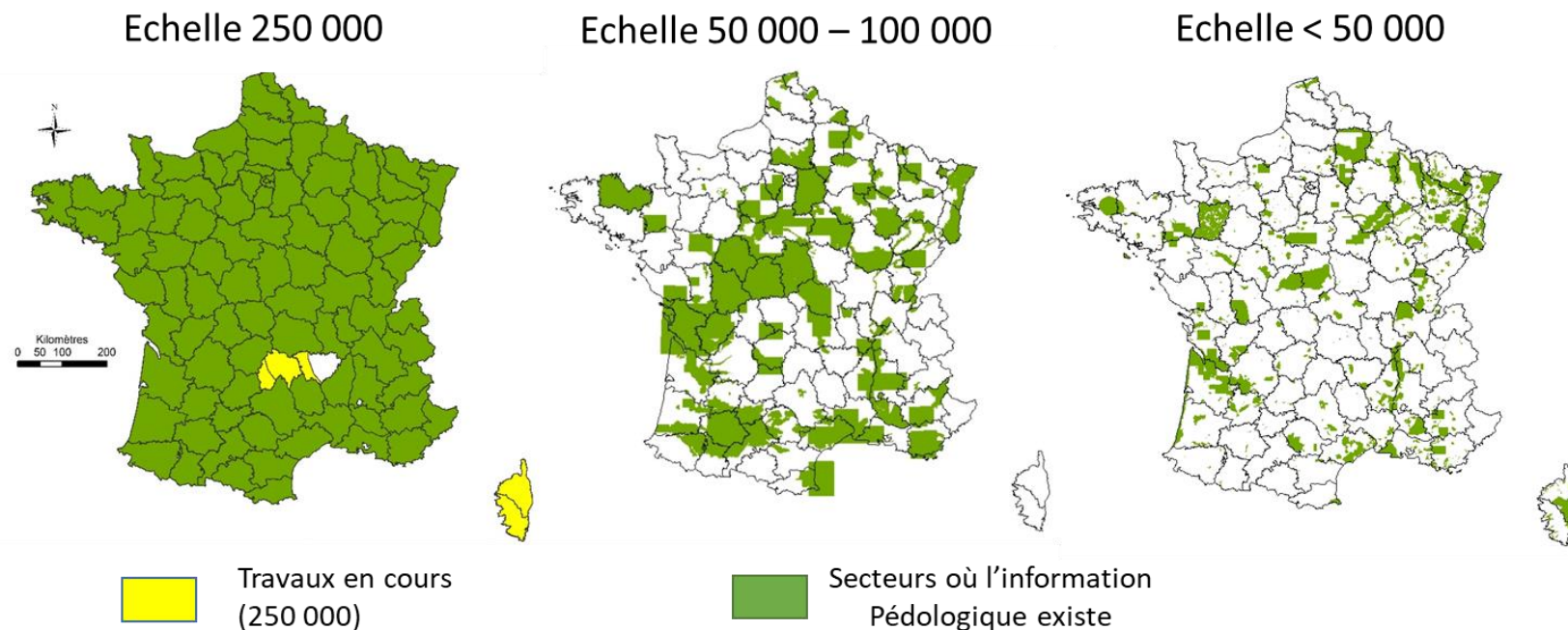
+

Base de données

Format national DoneSol

Etat des lieux de la couverture cartographique des sols en France

- Couverture nationale **quasi-complète** au 1/250 000
- Echelle :
 - **pertinente** pour des études régionales et départementales...
 - ... mais **manque de précision** pour des études locales, territoriales, à la parcelle...
- Il existe des parties du territoire avec des cartes plus détaillées au 100 000 ou 50 000^{ème} (voir Refersols)



<https://webapps.gissol.fr/georefersols/>

Les « outils » dédiés

Un appel d'offre annuel (environ 12 projets cofinancés annuellement)

REFERSOLS : outil de recherche d'études pédologiques



<https://webapps.gissol.fr/georefersols/>

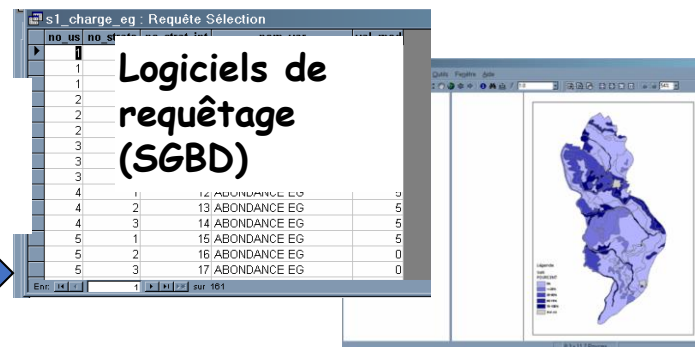
- Identification d'une étude existante
- Envoi d'un message à infosol@inrae.fr avec le n° de l'étude
- Indication des modalités de mise à disposition :
 - Envoi des données
 - Renvoi vers le propriétaire de l'étude

Un logiciel de saisie sous Internet: DoneSolWeb



- Ouverture d'un compte sur simple demande
- Données sauvegardées
- Une gestion des droits
- Un format unique
- Des vérifications de cohérence

Possibilité d'exports Saisie et manipulation des données



Où trouver des données existantes ?

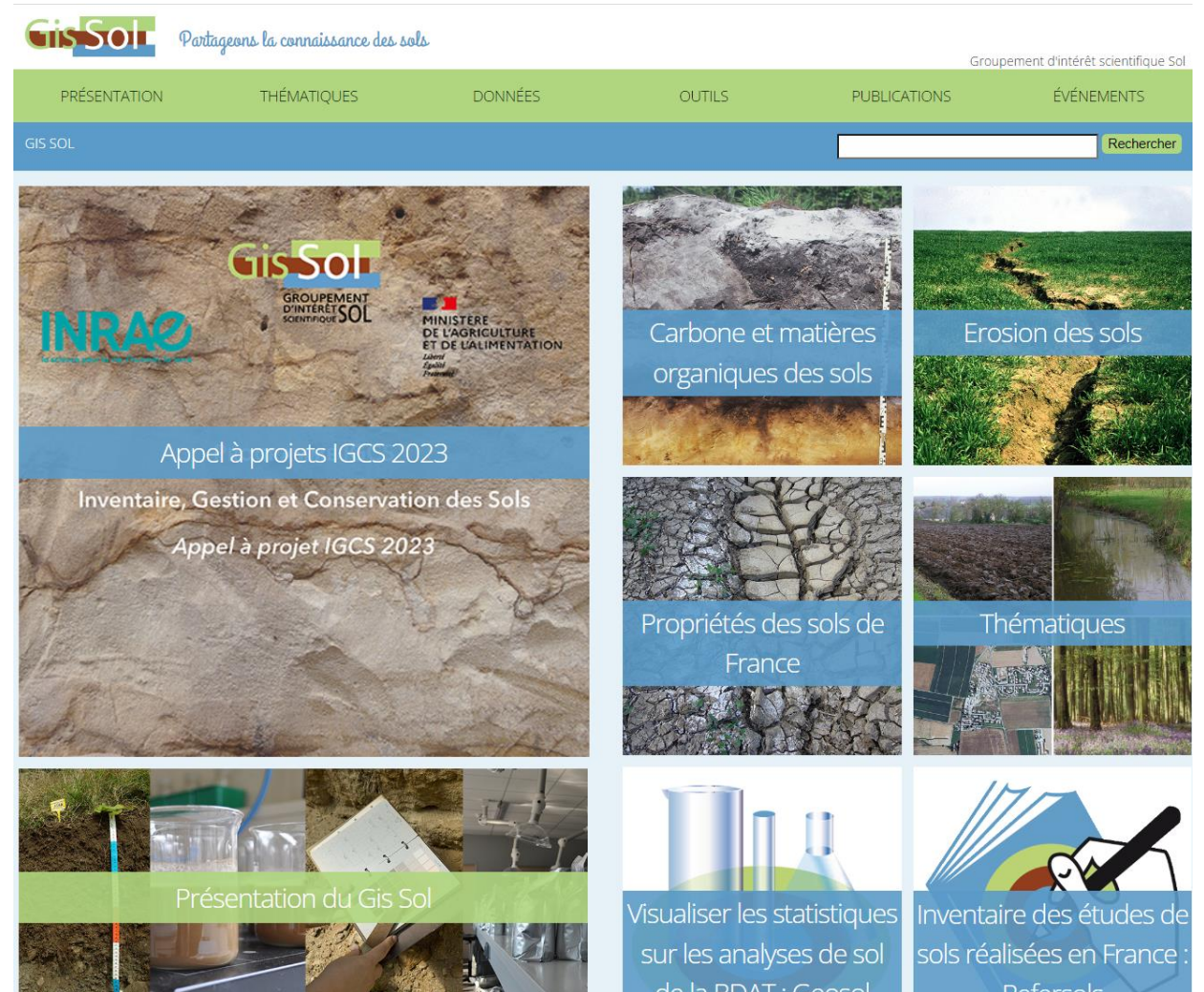
- Un portail national d'accès qui oriente

- Vidéo disponible sur l'accès aux données

<https://www.gissol.fr/donnees/webservices/comment-acceder-aux-donnees-du-gis-sol-5097>



<https://www.gissol.fr>

A screenshot of the GISSOL website homepage. The header features the GISSOL logo and the tagline "Partageons la connaissance des sols". Below the header is a navigation menu with tabs for "PRÉSENTATION", "THÉMATIQUES", "DONNÉES", "OUTILS", "PUBLICATIONS", and "ÉVÉNEMENTS". A search bar is located on the right side of the header. The main content area is a grid of featured articles and images. The first large article is titled "Appel à projets IGCS 2023" and features logos for INRAE, GROUPEMENT D'INTERET SOL, and the MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. Other smaller articles include "Carbone et matières organiques des sols", "Erosion des sols", "Propriétés des sols de France", "Thématiques", "Présentation du Gis Sol", "Visualiser les statistiques sur les analyses de sol de la BDAT : Geosol", and "Inventaire des études de sols réalisées en France : Refersols".

Où chercher les métadonnées des études pédologiques ?

<https://webapps.gissol.fr/georefersols/>

Refersols Répertoire national des études cartographiques de sol.

LOIRET (45)

Aide

Résultats

Afficher 10 éléments

N° étude	Titre	Echelle	Année
145	ETUDE DES PARCELLES 493, 425 ET 365 EN FORET D'ORLEANS (LOIRET)		1979
345	INFLUENCE DES VARIATIONS DE VEGETATION SPONTANEEES OU PROVOQUEES SUR L'ECONOMIE EN EAU DES PODZOLS DE LA SOLOGNE DES SAULDRES ; CONSEQUENCES PHYSIOLOGIQUES ET FORESTIERES		2002
445	Profil racinaire		1992
1092	FEUILLE LERE : CARTE DES SOLS DE LA REGION CENTRE COUPURE 2422	50000	1982
1095	ETUDE PEDOLOGIQUE DU PERIMETRE ISDES, SOUVIGNY-EN-SOLOGNE ET CHAON DELIMITE PAR PHOTO-INTERPRETATION (BDPA).	10000	1978
1121	LE ROLE DE LA PEDOLOGIE DANS L'ELABORATION PLURIDISCIPLINAIRE DES P.O.S. ET DES AMENAGEMENTS COMMUNAUX +CONTRIBUTION DE LA PEDOLOGIE A L'AMENAGEMENT D'UNE COMMUNE RURALE A PROXIMITE D'UNE VILLE EN EXPANSION / LA COMMUNE DE LOURY.	20000	1974
1123	CONTRIBUTION A L'ETUDE DES SOLS DU GATINAIS	200000	1952
1124	ETUDE PEDOLOGIQUE PREALABLE A L'IRRIGATION, COMMUNES DE JARGEAU, FEROLLES, DARVOY ET SANDILLON. VAL DE LOIRE	25000	1963
1125	ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA REGION D'ORLEANS - BOURGES : DOMAINE DE MELLERAY, COMMUNE DE ST DENIS EN VAL	5000	1962
1245	PLAN D'EPANDAGE DU LOIRET	12500	

1 - 10 / 282 éléments

Précédent 1 2 3 4 5 ... 29 Suivant

Carte

INRA SCIENCE & IMPACT

Georefersols v3.1 © 2018 Tous droits réservés: INRA - GIS Sol
Mentions légales - Crédits

GisSol

Contact : Infosol@inrae.fr

Où visualiser les données existantes ?

<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>



- Un portail national de **visualisation** (pas de téléchargement)
- Représentation des **sols dominants** en France métropole
- Informations extraites des Référentiels Régionaux Pédologiques au 1/250 000 ième

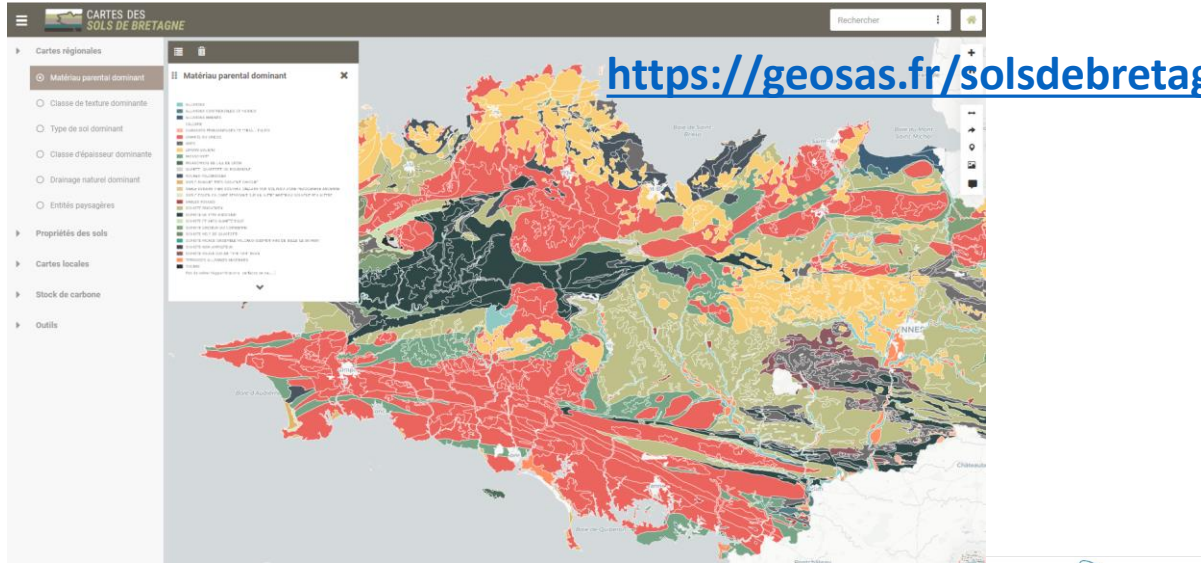
The screenshot shows the website <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/carte-des-sols>. The main map displays soil data across France. A popup window titled "UNITÉ CARTOGRAPHIQUE DE SOL (UCS) N°4" provides the following information:

- Nom de l'UCS : Sols de plateaux sur limons anciens de Costière Est de Dombes, lessivés dégradés hydromorphes
- Accès à la fiche de l'UCS : [cliquez ici](#)
- Type de sol dominant : Luvisols (50 %)
- Pour plus d'informations sur ce type de sol : [cliquez ici](#)
- Référence de l'étude : J. M. VINATIER, 2015. Référentiel Régional Pédologique de l'Ain (Etude n°25101)
- État de l'étude : Corrigée et vérifiée
- Responsable technique pour l'étude : Jean-Marie VINATIER
- Structure(s) propriétaire(s) de l'étude : **Chambre Régionale d'Agriculture Auvergne-Rhône-Alpes - AGRAPOLE**
- Pour plus d'informations : [cliquez ici](#)

A red box highlights the "Chambre Régionale d'Agriculture Auvergne-Rhône-Alpes - AGRAPOLE" information, with an arrow pointing to a text box that says "Contact pour récupérer toute la BD".

Où trouver les données ?

Des **sites régionaux** présentant les Référentiels Régionaux Pédologiques au 1/250 000 ième



<https://geosas.fr/solsdebretagne/>



<https://www.openig.org/>

ACCUEIL TROUVER DES DONNÉES PUBLIER DES DONNÉES

Organisations / OpenIG / BDSol L-R (Version Donesol 3)

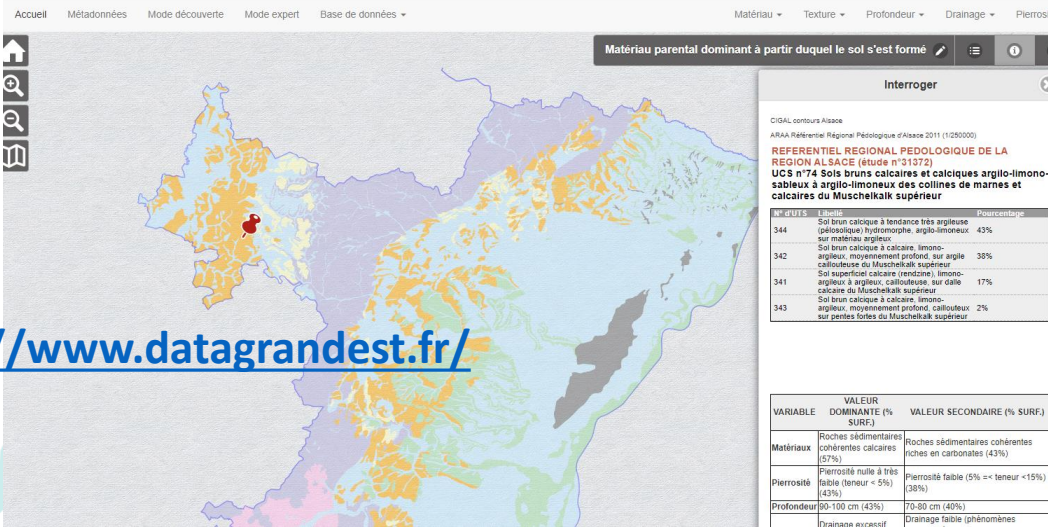
Jeu de données Thématiques Flux d'activité Réutilisations

BDSol L-R (Version Donesol 3)

Base de données sur les sols du Languedoc-Roussillon à l'échelle du 1/250 000ième. La structure de la base de données relationnelle adopte le format DONESOL Version 3. Cette base de données est utilisée comme données sémantiques avec le Référentiel Régional Pédologique. Cette base de données comporte toutes les informations relatives aux Unités Cartographiques des Sols, des Unités Typologiques des Sols, des strates ainsi que des profils de sols et des horizons. Pour plus d'information concernant la structure de la base de données, se référer au dictionnaire de la base de donnée DONESOL Version 3.

Lancée en 1992, cette opération s'est achevée dans les années 1997-1998 et s'est déroulée selon le schéma d'organisation général du programme I.G.C.S et selon les spécifications techniques des Cahiers des Clauses Techniques Générales (CCTG) des référentiels pédologiques. C'est dans ce contexte que l'INRAE (ex INRA) et l'Institut Agro Montpellier (ex SupAgro) ont élaboré au sein de l'Inté Mixte de Recherche "Sol et Environnement" une base de données sur les sols de

Cartographie des sols d'Alsace



<https://www.datagrandest.fr/>



<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/>



IGCS Dataverse (INRAE)

Lien vers le programme IGCS

Recherche Data Gov > Data INRAE > Experimental - Observation - Simulation Dataverse > Infosol Dataverse > GisSol Dataverse > IGCS Dataverse >

Données surfaciques du Référentiel Régional Pédologique de la carte des pédopaysages du Loiret en format DoneSol. (2008-11-01)

Version 1.0



Richer De Forges, Anne, 2020, "Données surfaciques du Référentiel Régional Pédologique de la carte des pédopaysages du Loiret en format DoneSol. (2008-11-01)", <https://doi.org/10.15454/1U255W>, Recherche Data Gov, V1

Citer le dataset

Pour en apprendre davantage sur le sujet, consulter le document Data Citation Standards [en].

Modalités d'accès au dataset

Contact Partager

Description

Données surfaciques du Référentiel Régional Pédologique de la carte des pédopaysages du Loiret en format DoneSol. (2008-11-01)

Subject

Earth and Environmental Sciences

Mot-clé

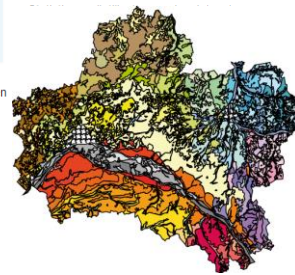
sol, distribution spatiale, Carte pédologique

Related Publication

Richer-de-Forges A. (2008) Base de données du Référentiel Régional Pédologique de la région Centre : carte des pédopaysages du Loiret à 1/250 000, en format DoneSol2.0. INRA InfoSol. Label de qualité supérieure.

Link to data

https://agroenvgeo.data.inra.fr/geonetwork/srv/fr/catalog_search?uuid=7822d80d-8df9-4000-b2e0-aa1d63087629#/metadata/c9008138-f56a-5b19-9cd4-25398dcb4d62

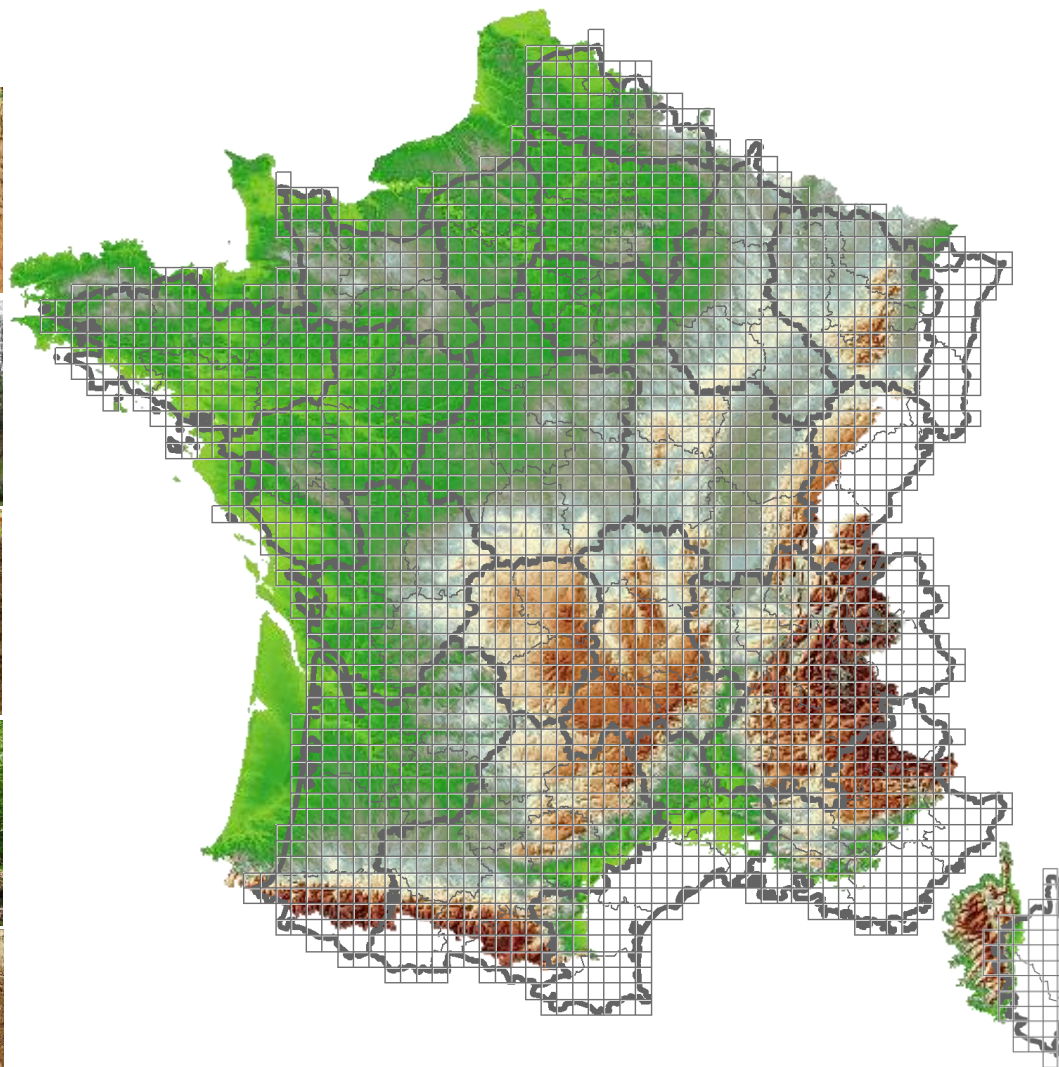


INRAE

➤ Le programme RMQS en bref

Réseau de Mesures de la Qualité des sols

Le programme Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)



- ❖ 2200 sites de surveillance
- ❖ Répartis selon une grille de 16 km x 16 km
- ❖ Représentatifs des sols français et de leurs usages
- ❖ Échantillonnés entre 2000 et 2009
- ❖ Ré-échantillonnés tous les 15 ans (2nd campagne en cours)

Un menu analytique complet pour caractériser les sites

• Paramètres pédologiques

- Granulométrie, pH, C, N, P assimilable, CEC, cations échangeables, éléments majeurs, etc.

• Carbone, eau et changement climatique

- Stocks de carbone de surface et profonds (RMQS2), qualité des matières organiques
- Réservoir en eau utilisable (RMQS2)

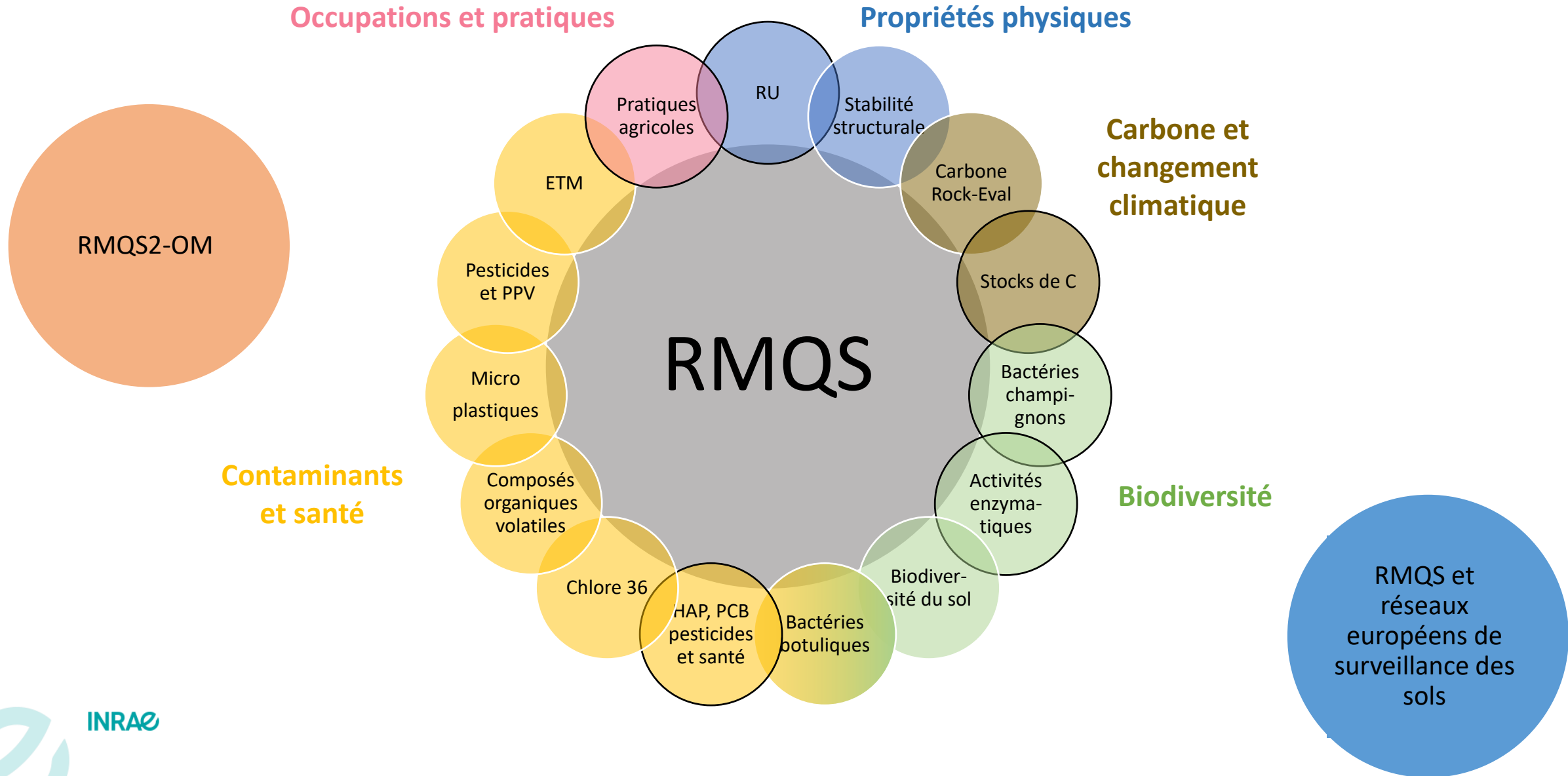
• Contaminants et santé

- Éléments traces : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl, Zn . Radionucléides (*IRSN*)
- Micropolluants organiques : HAP, PCB, dioxines, furanes, OCP, herbicides
- *En test : phytopharmacovigilance (ANSES)*

• Biodiversité

- Richesse et diversité microbienne
- Activités enzymatiques (RMQS2)
- *En test : faune du sol et fonge (OFB)*

Accroissement des collaborations autour du RMQS

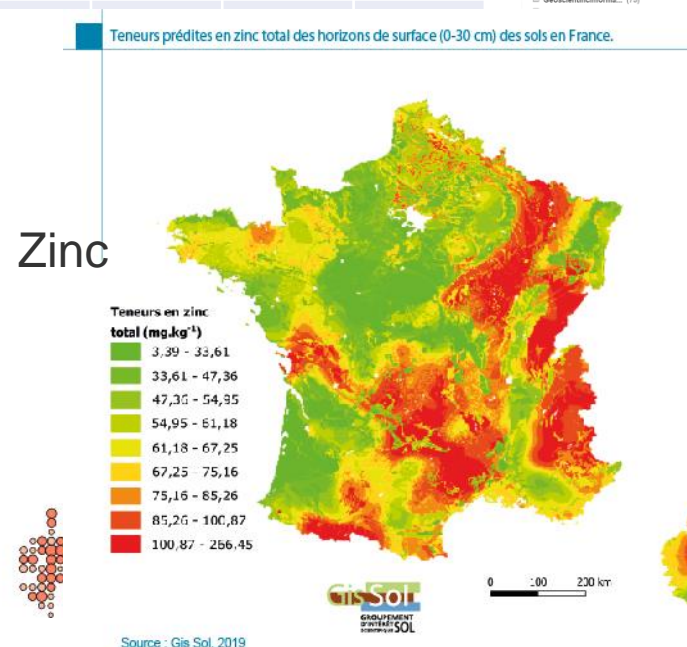
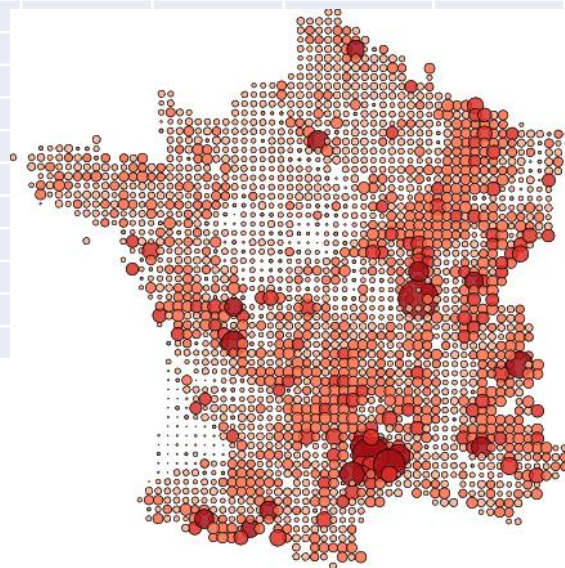
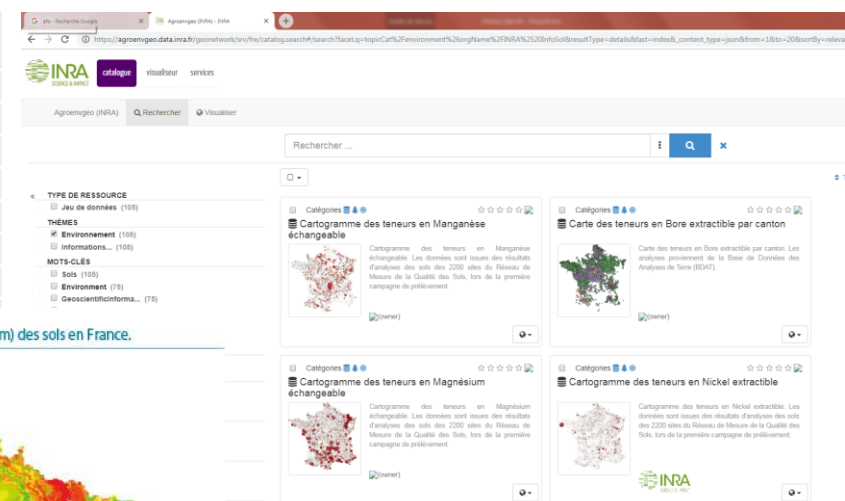


Où trouver les données du RMQS ?

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/gissol/?q=RMQS>

<https://agroenvgeo.data.inra.fr/>

Nom de la propriété	Effectif	Minimum	1er Quartile	Médiane	Moyenne	3ème Quartile	Maximum	1er Décile	9ème Décile	Variance	Erreur standard
Aluminium total	2144	0,12	3,38	4,71	4,86	6,4	11,59	2,25	7,66	4,37	0,03
Arsenic total	2130	0,39	8,05	12	17,74	19,5	412	5,2	33	454,41	0,42
Cadmium total	2144	0,01	0,12	0,2	0,3	0,33	5,53	0,07	0,61	0,13	0,01
Cobalt total	2144	0,5	5,47	9,01	10,59	13,5	112	2,86	18,57	76,15	0,17
Chrome total	2144	-2	33,79	50,4	58,22	67,7	3030	18,93	88,3	10580,39	2,15
Césium total	170	1,08	4,44	6,52	8,2	8,67	55,7	3,06	13,04	53,08	0,5
Cuivre total	2144	0,5	8,67	13,9	20,15	22,3	508	5,02	35,07	779,15	0,53
Fer total	2144	0,03	1,56								
Mercuré total	2130	0	0,03								
Magnésium total	2144	0,01	0,21								
Manganèse total	2144	5	343,75								
Molybdène total	2144	0,02	0,41								
Nickel total	2144	0,5	11,2								
Plomb total	2144	3,06	21,21								
Etain	170	0,59	2,57								
Titane	176	0,09	0,33								
Thalium total	2144	0,01	0,4								
Zinc total	2144	2,5	43,1								



Le CEES : laboratoire et pédothèque



« Construire la mémoire de nos sols »

Un bâtiment de 950 m² pour :

- Constituer une **banque de sols**
- Pouvoir «**remonter le temps**»
- Contrôler la « **dérive analytique** »
- Une collection à dédoubler
- Extension du bâtiment actuel



Un modèle visité régulièrement ...



	En stock	En prévision
RMQS	RMQS 1 : 24 000 éch., 60 T RMQS 2 : 15 000 éch., 55 T	RMQS 2 : 15 000 éch.,
IGCS	9 000 éch., 3 T	?
Santé des Forêts	Biosoil 2006-07 : 2 000 éch., 3 T	Biosoil 1994-95 : 3 000 éch., 2 T
Autres études	2 000 éch., 4 T	Echantillons Versailles D'autres ?
ICOS Europe	800 échantillons, 1,2 T	4 000 éch., 6 T

INRAE

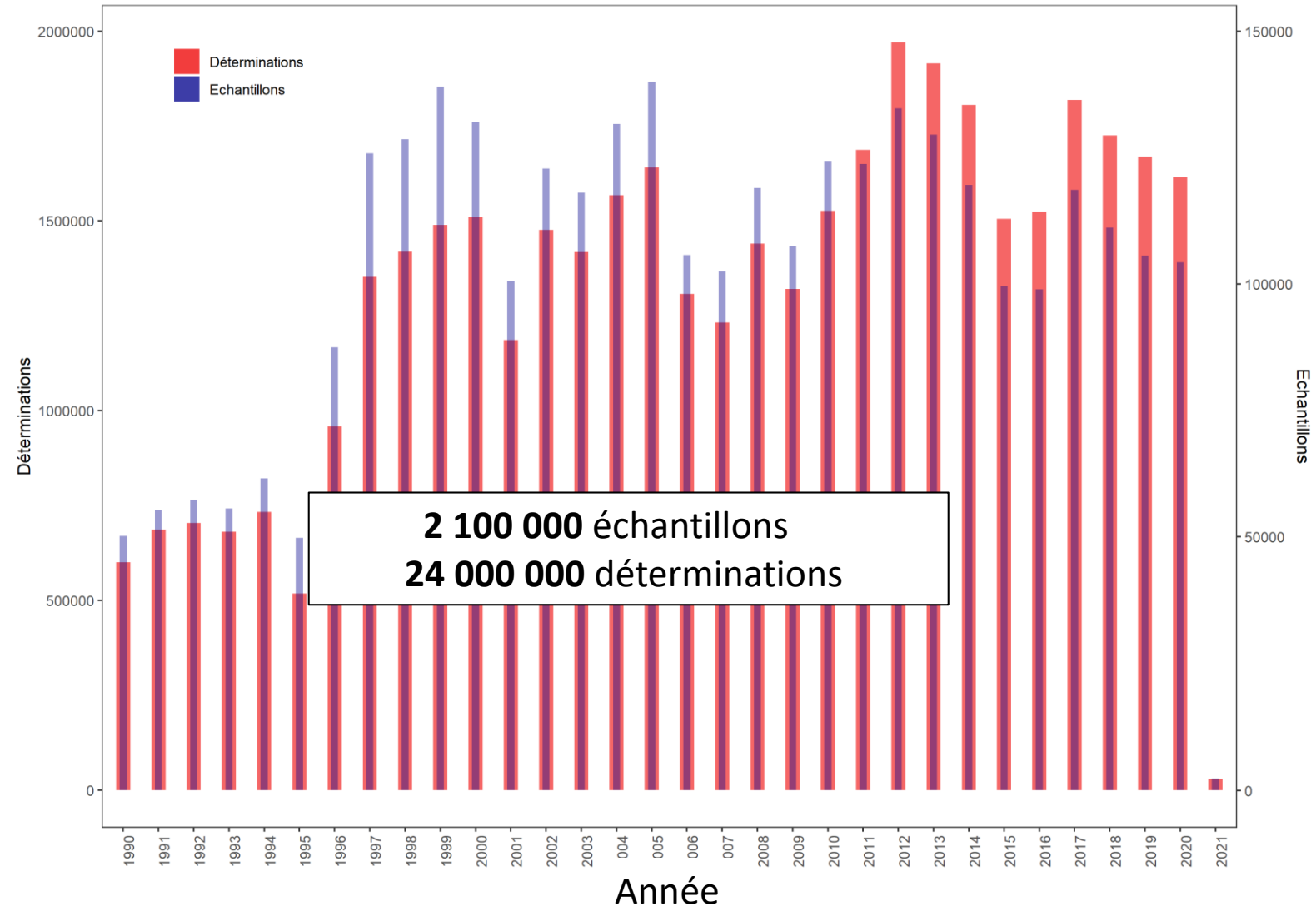
➤ Le programme BDAT en bref

Base de Données des Analyses de Terres

Capitaliser les données existantes pour la production de connaissances sur les évolutions (spatiales et temporelles) des propriétés des sols agricoles

- Résultats d'analyses de terre générés par l'activité agricole
- Laboratoires d'analyses de terre du GEMAS et accrédités par le ministère
- Conventionnement pour encadrer les transferts et l'utilisation des données dans le cadre RGPD
- 9/~15 laboratoires participent
- Données plus riches

Nombre de données

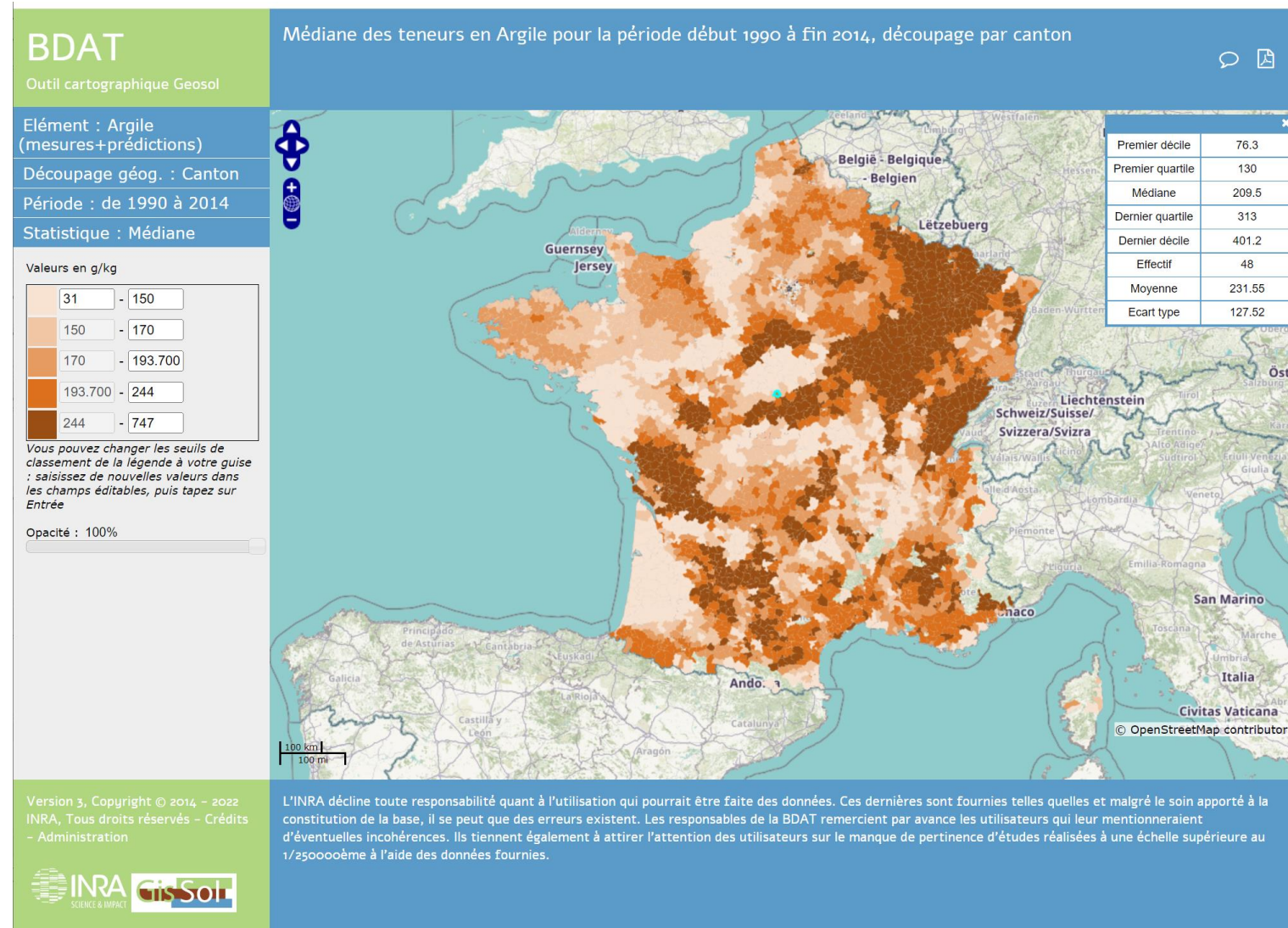


Geosol : consultation des données BDAT

<https://webapps.gissol.fr/geosol/>

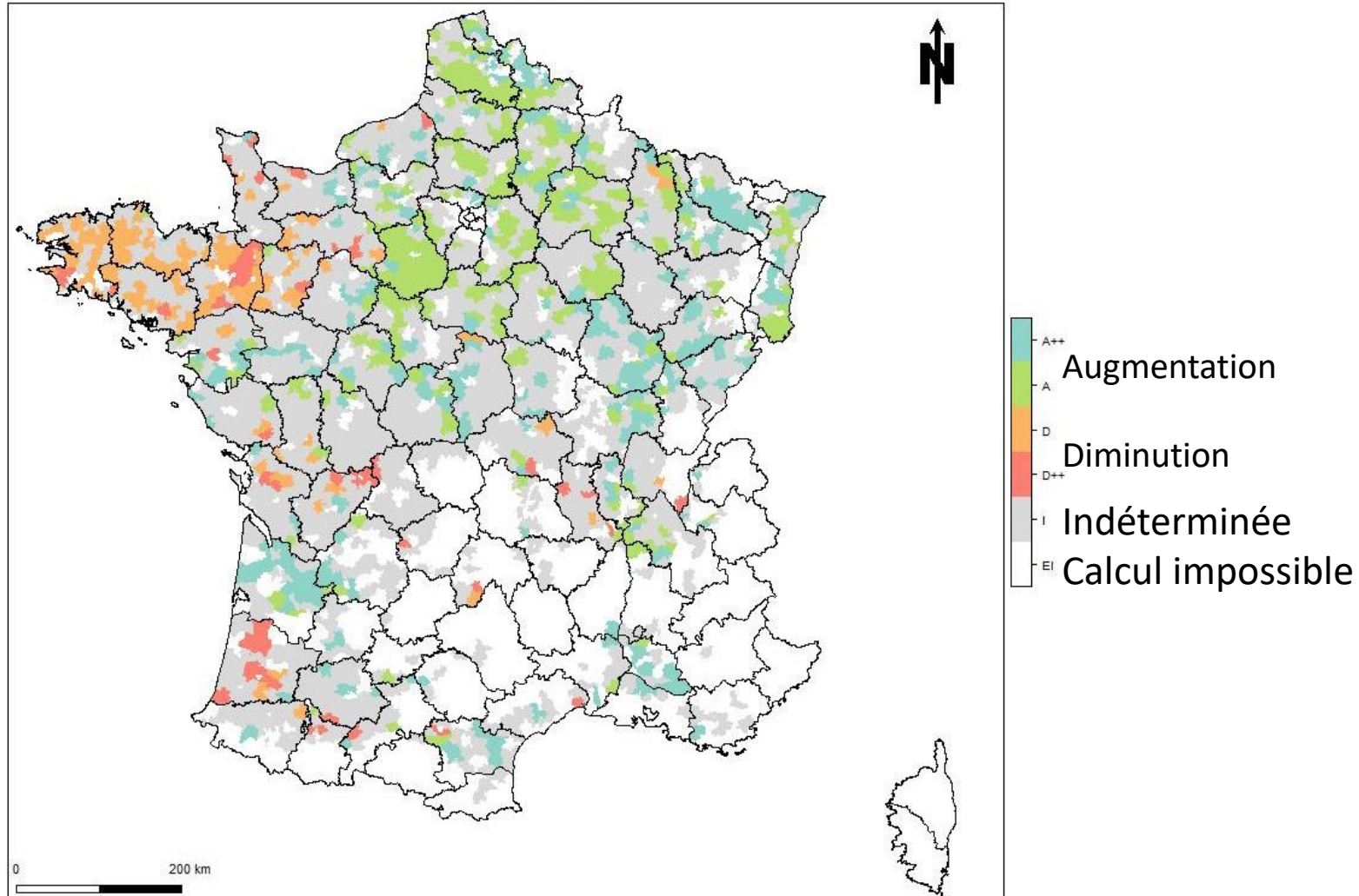
BDAT

- Analyses agronomiques
 - Localisation à la commune
 - Collecte continue depuis 1990
 - Granulométrie
 - C organique et N, pH, CEC,
 - Eléments biodisponibles (P K Ca Mg)
 - Oligo-éléments
 - Occupation du sol
-
- Carte de propriétés estimées (Argile, CEC, évaluation des paramètres P, K, Mg)
 - Exemple de l'argile



Analyse spatio-temporelle

Carte du diagnostic d'évolution des teneurs en carbone organique
2003-2011 et 2012-2019.

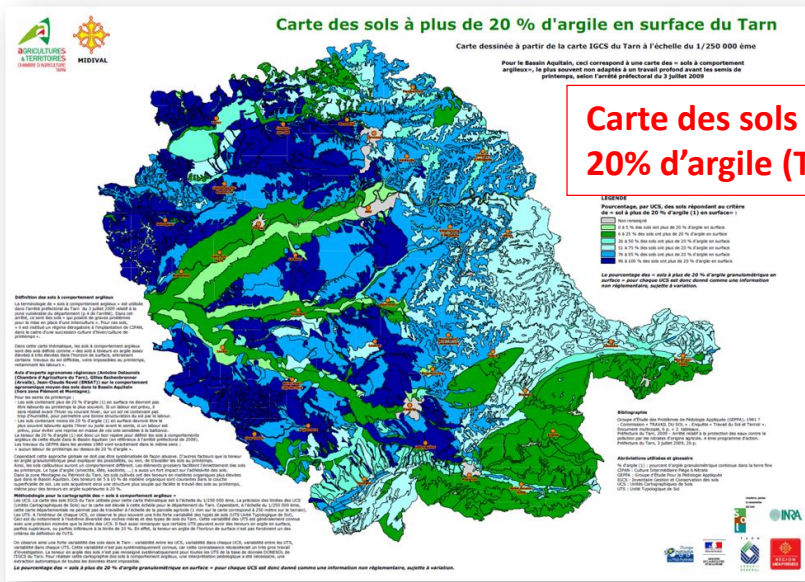


INRAE

➤ Utilisation des données



Utilisations des données sols :

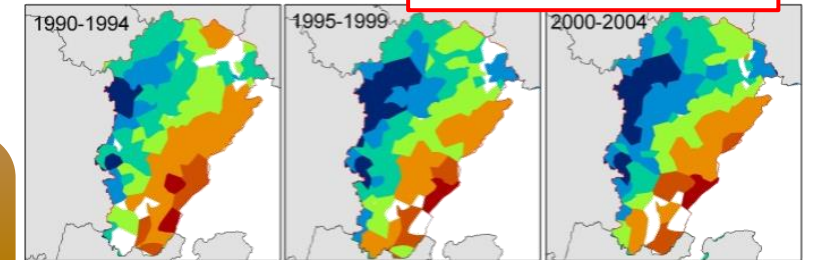


Carte des sols à plus de 20% d'argile (Tarn)

Soil organic carbon content (g kg⁻¹)



Evolution du carbone organique

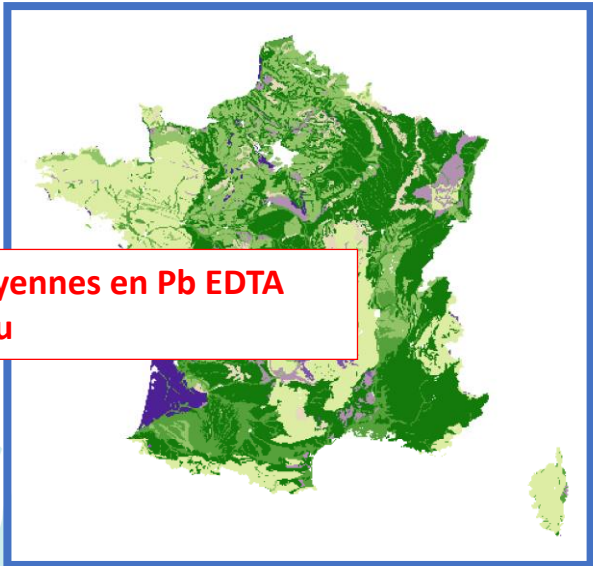


Zonage

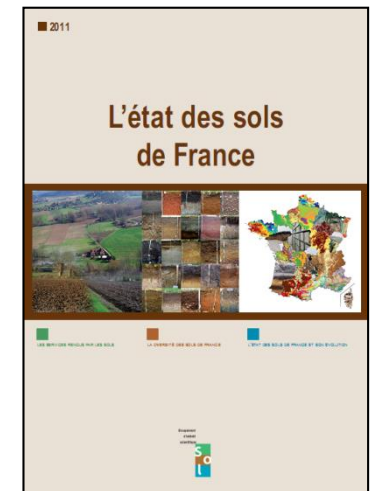
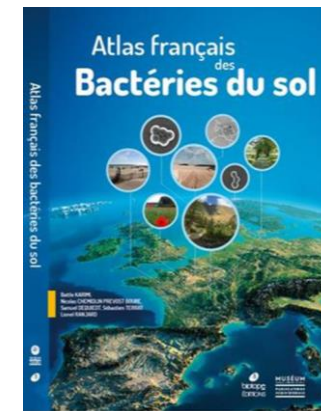
distribution spatiale et temporelle

Indicateurs

Diffusion

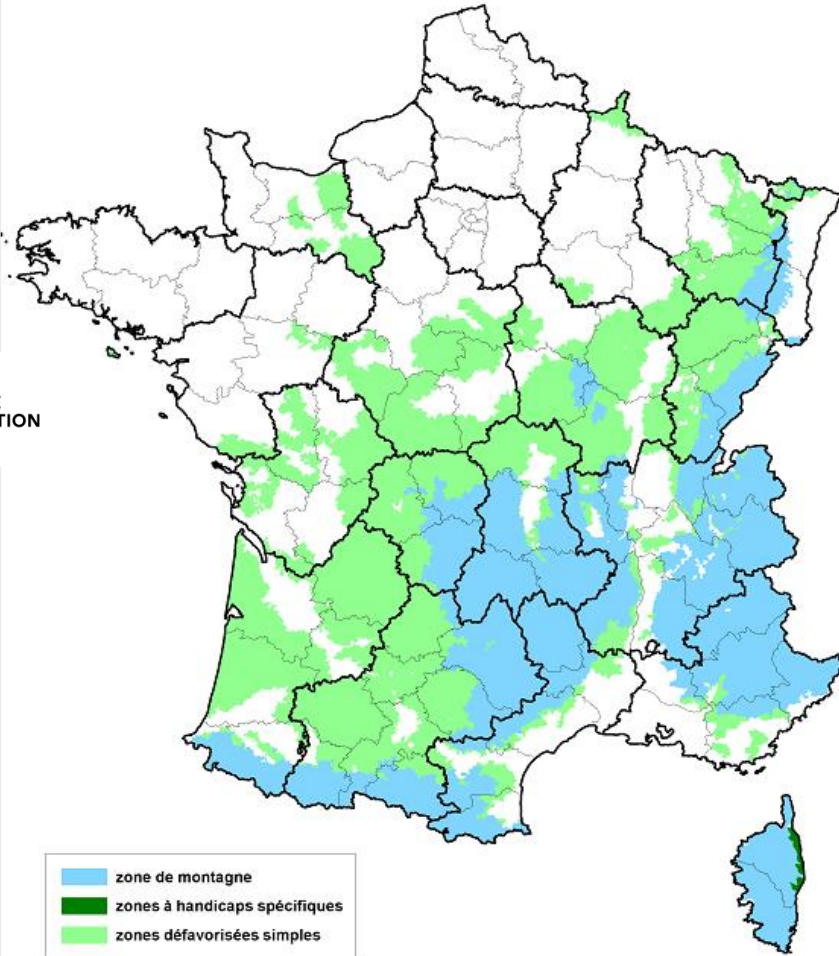


Teneurs moyennes en Pb EDTA par matériau



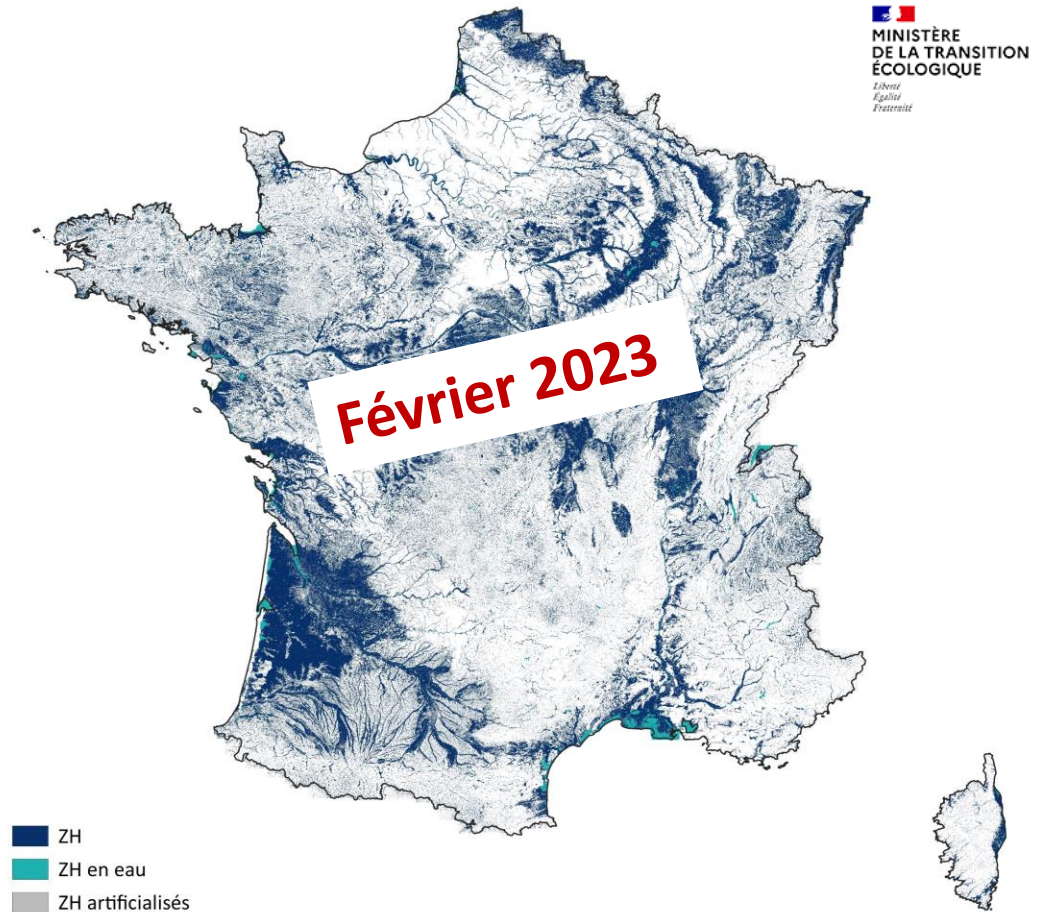
Exemples d'appui aux politiques publiques nationales

Carte des zones défavorisées



Carte des zones Défavorisées Simples
(Réactualisation 2019)

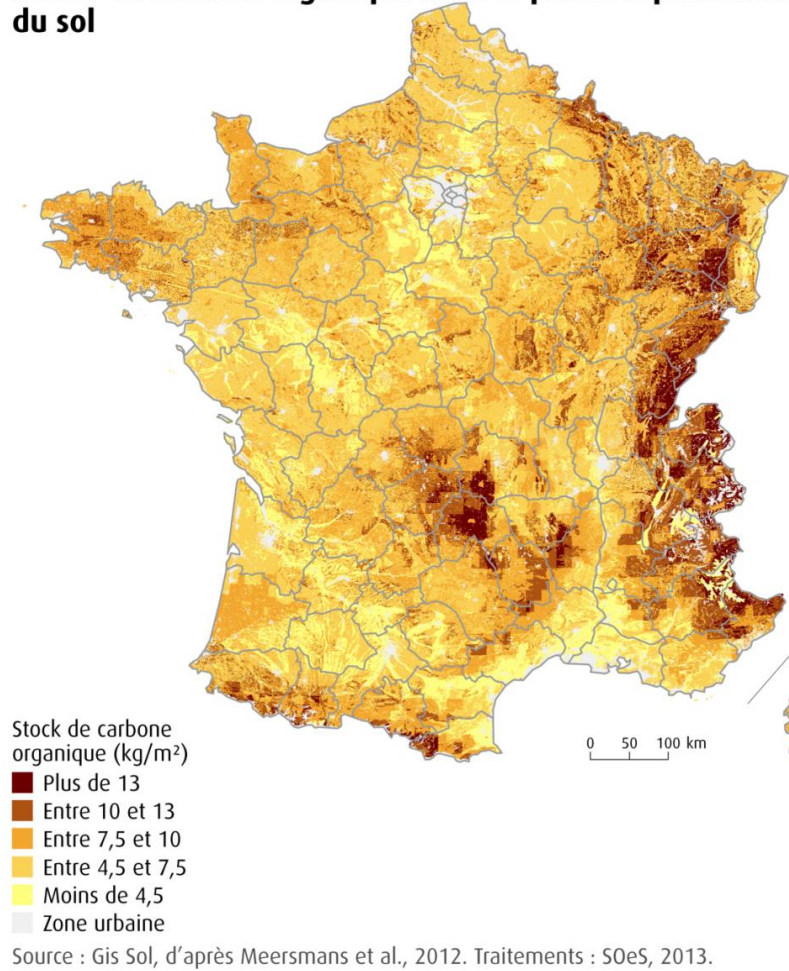
Cartographie ZH



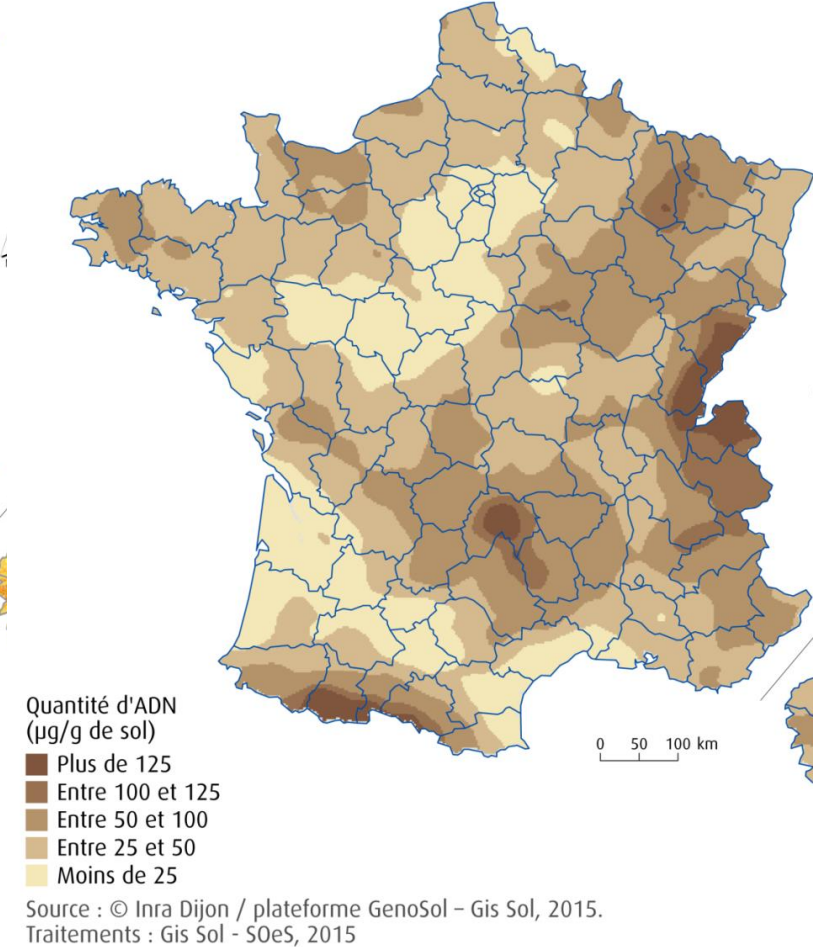
Prédiction des zones humides

Exemples d'appui aux politiques publiques nationales

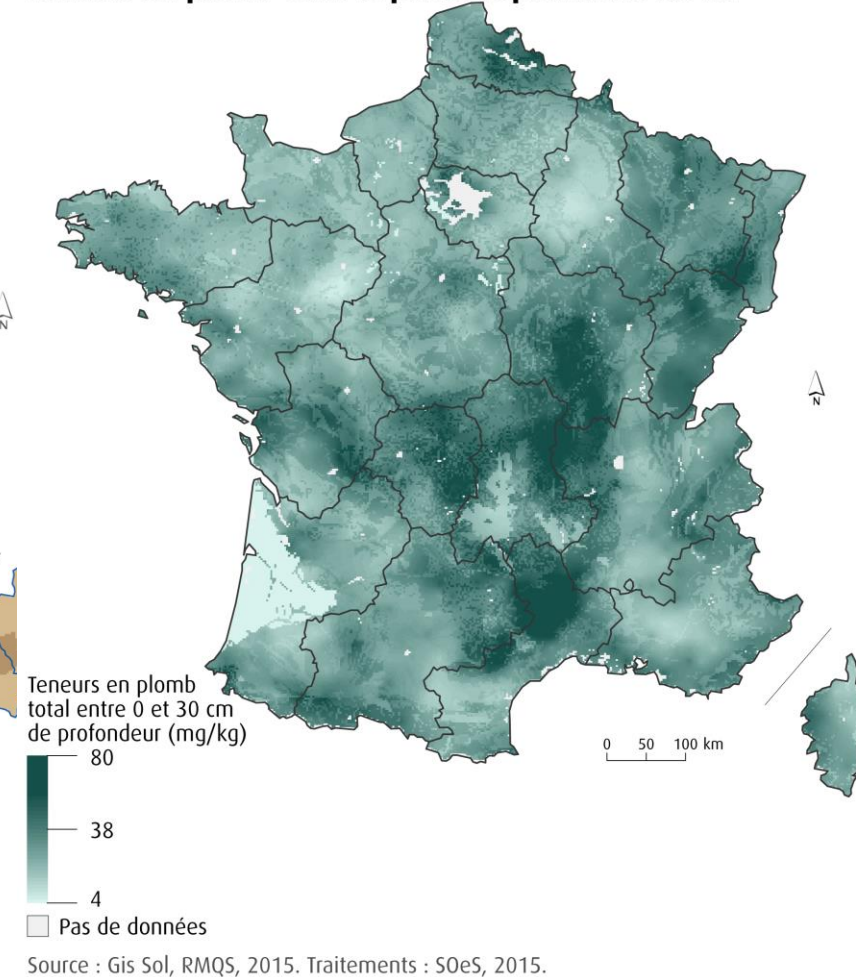
Stocks de carbone organique dans la partie superficielle du sol



Biomasse microbienne des sols



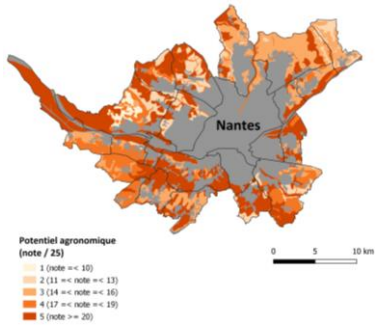
Teneurs en plomb dans la partie superficielle du sol



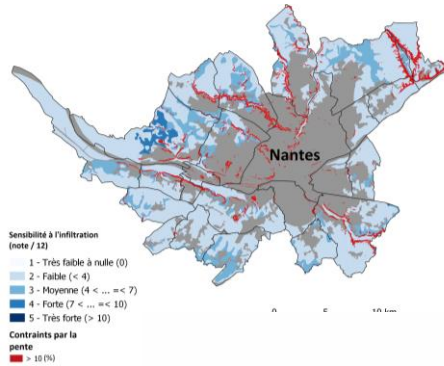
Elaboration et partage avec les collectivités des méthodes et/ou d'outils pour prendre en compte la qualité des sols et leur multifonctionnalité



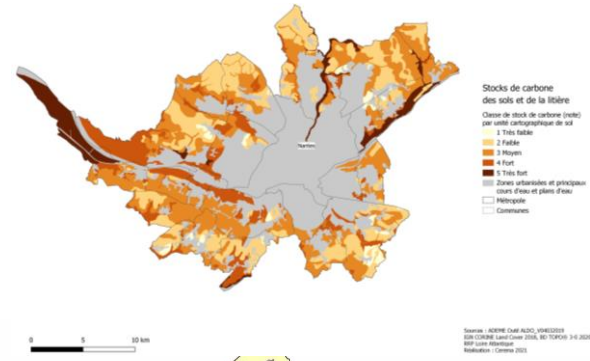
Potentiel agronomique



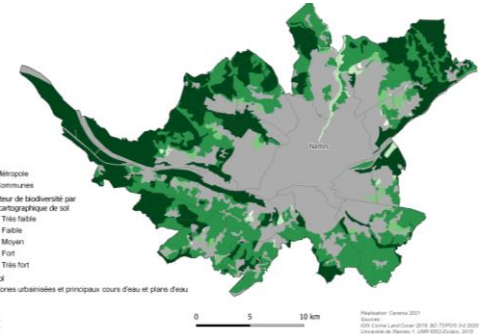
Potentiel d'infiltration



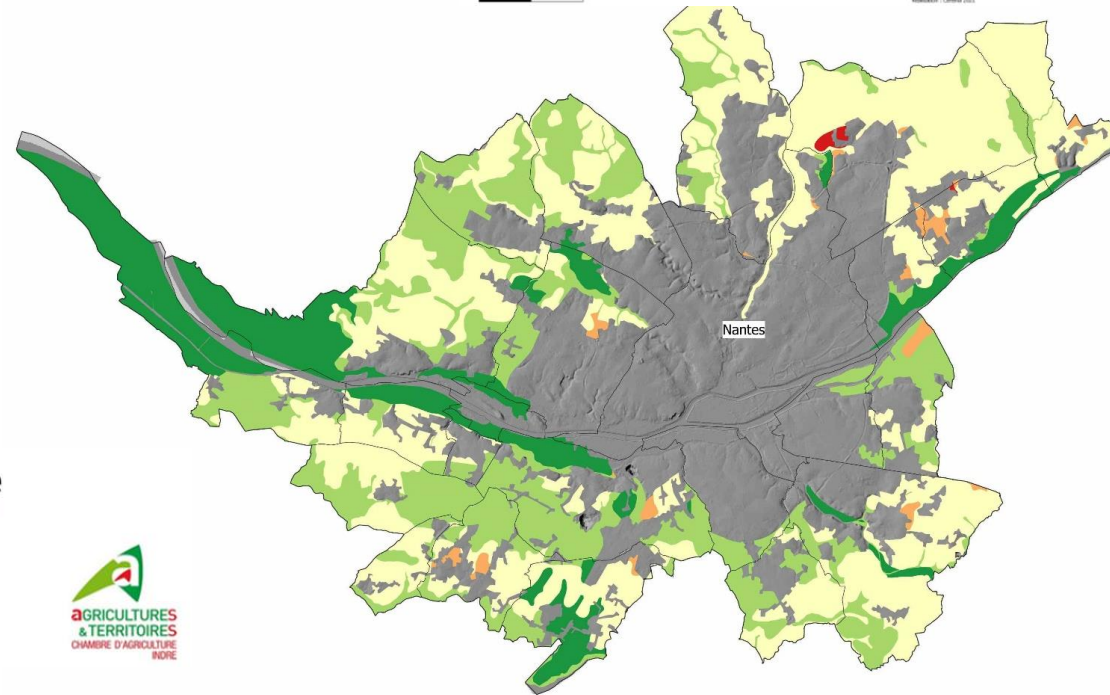
Stock potentiel de carbone



Abondance et diversité spécifique des vers de terre



Multifonctionnalité des sols
= somme des notes attribuées aux 4 indicateurs représentatifs des 4 fonctions



Multifonctionnalité des sols :
Potentiel agronomique, Infiltrabilité,
Stock de carbone, Biodiversité

Classe de multifonctionnalité (note)
par unité cartographique de sol

- 4 - 8, Classe 1 : Très faible
- 8 - 10, Classe 2 : Faible
- 10 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 15, Classe 4 : Forte
- 15 - 20, Classe 5 : Très forte
- zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes



INRAE



Conclusions



Conclusions

- L'intérêt pour les sols et leur état est croissant : différentes politiques (ex : agricoles, environnementales, aménagement du territoire, sanitaires, climatiques) nécessitent de l'information sur les sols.
- Le système national de connaissance sur les sols mis en place 2001 est efficace. Il a permis de capitaliser des informations et de rapporter sur l'état des sols de France. C'est une référence mondiale.
- Une diversité de données (ex: cartographique, jeux de données...) est accessible et utilisable (contact si question : infosol@inrae.fr)



Perspectives

- **L'échelle nationale a souvent été privilégiée même si des applications plus locales ont été développées.**
- **Pour des applications plus locales (ex : ZAN, collectivités)**
 - Une première approche est possible avec l'existant, mais l'échelle est peu adaptée
 - Souvent il faut acquérir de nouvelles données sur les zones d'intérêt
 - S'adresser à des spécialistes pour ces études de terrain (certification AFES)
 - Utiliser des cahiers des charges / AFNOR NF X31-560 (Cartographie des sols appliquée à toutes les échelles - Acquisition et gestion informatique de données pédologiques en vue de leur utilisation en cartographie des sols)
 - Capitaliser les données acquises et l'étude dans le système national
 - Se faire accompagner

INRAE

➤ **Merci de votre attention**

