

# Plan

---

- La diversité des sols
- Les fonctions des sols et les services rendus par les sols
- Les programmes nationaux d'acquisition de données sur les sols

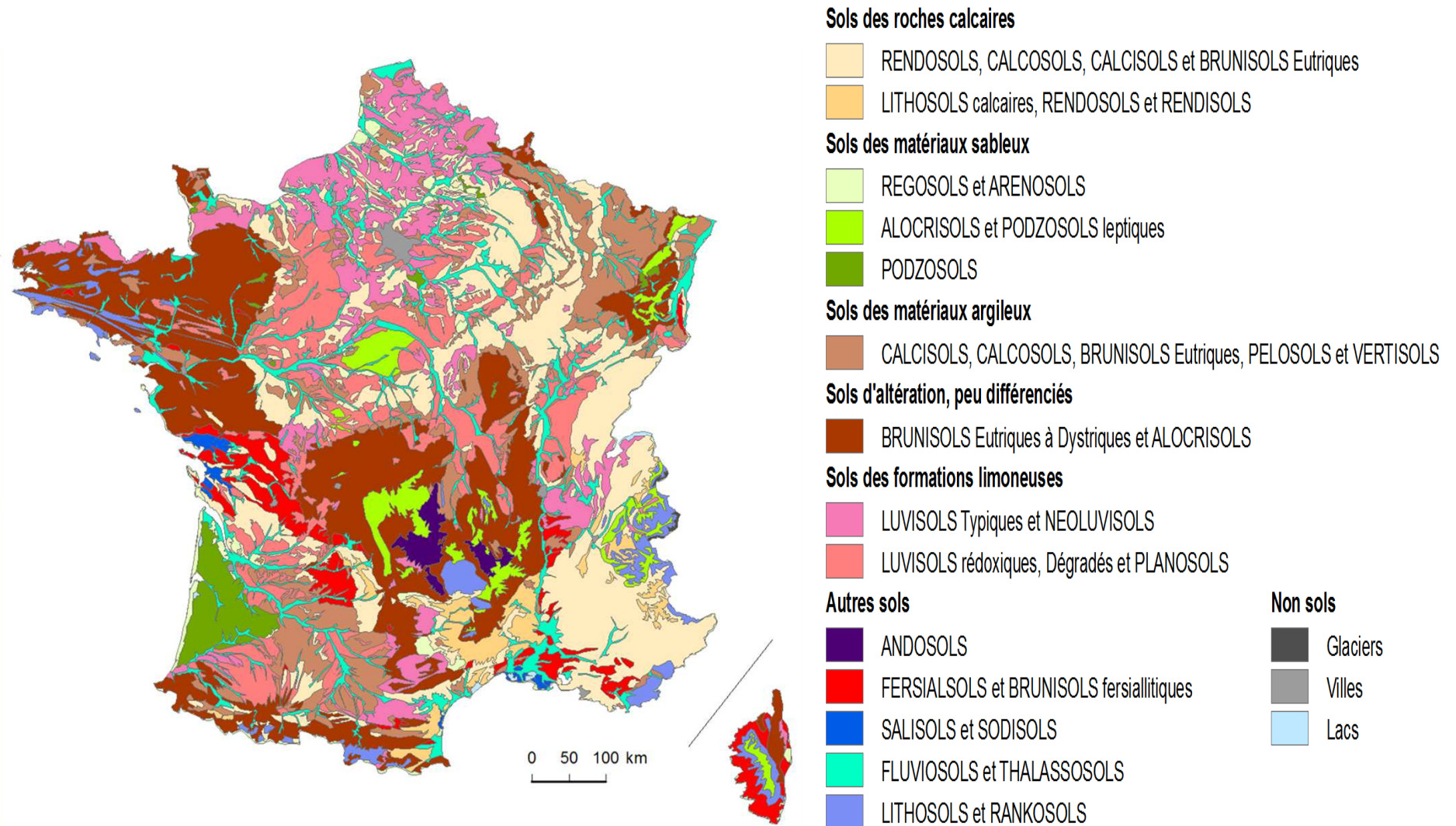


# La diversité des sols





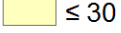
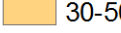



# La diversité des sols de France

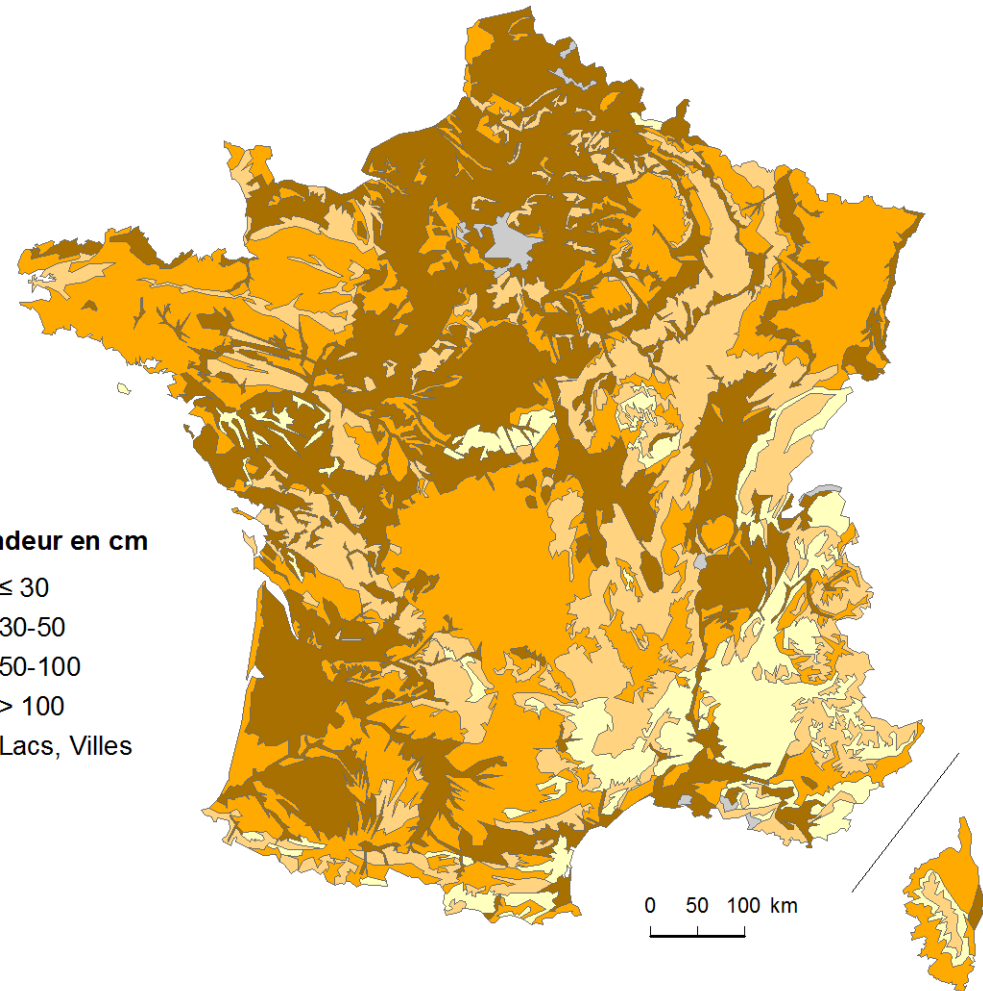


# Principales caractéristiques des sols : la profondeur



Profondeur en cm

-  ≤ 30
-  30-50
-  50-100
-  > 100
-  Lacs, Villes





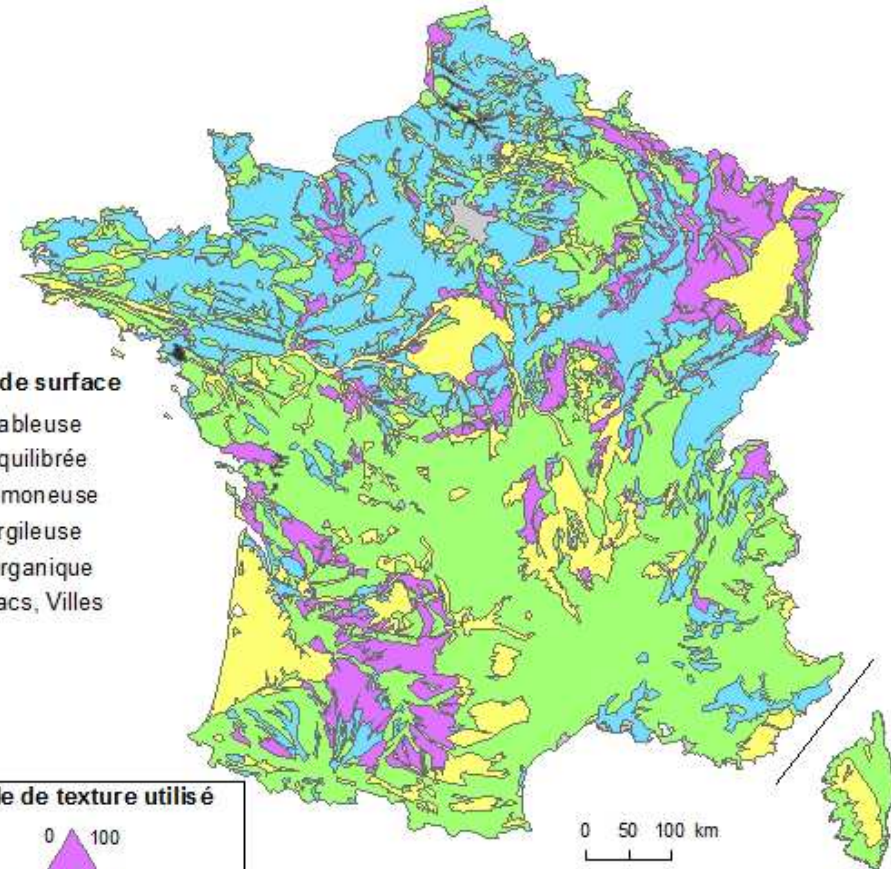
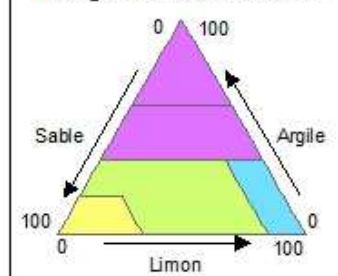
# Principales caractéristiques des sols : la texture



Texture de surface

- Sableuse
- Equilibrée
- Limoneuse
- Argileuse
- Organique
- Lacs, Villes

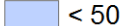
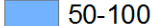
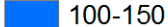
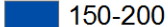
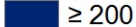

Triangle de texture utilisé

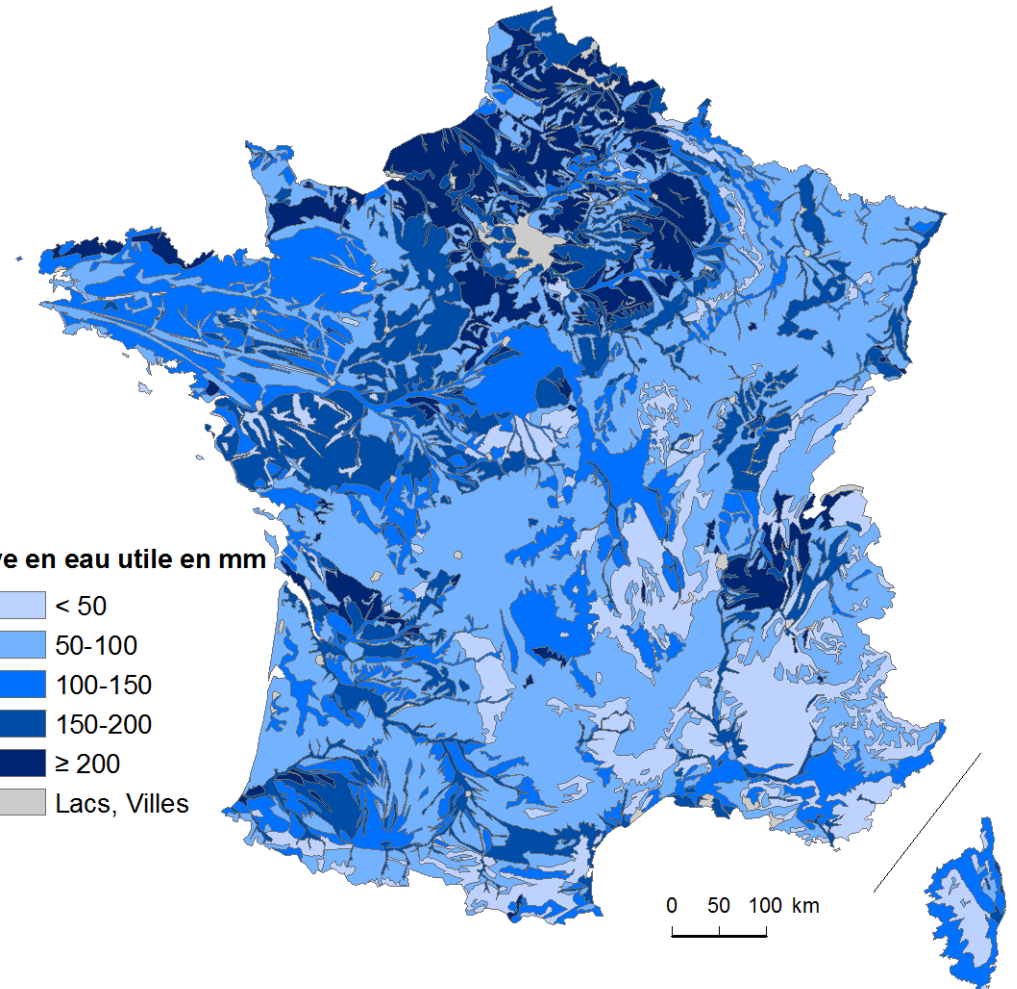


# Principales caractéristiques des sols : l'eau dans les sols



Réserve en eau utile en mm

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  ≥ 200
-  Lacs, Villes









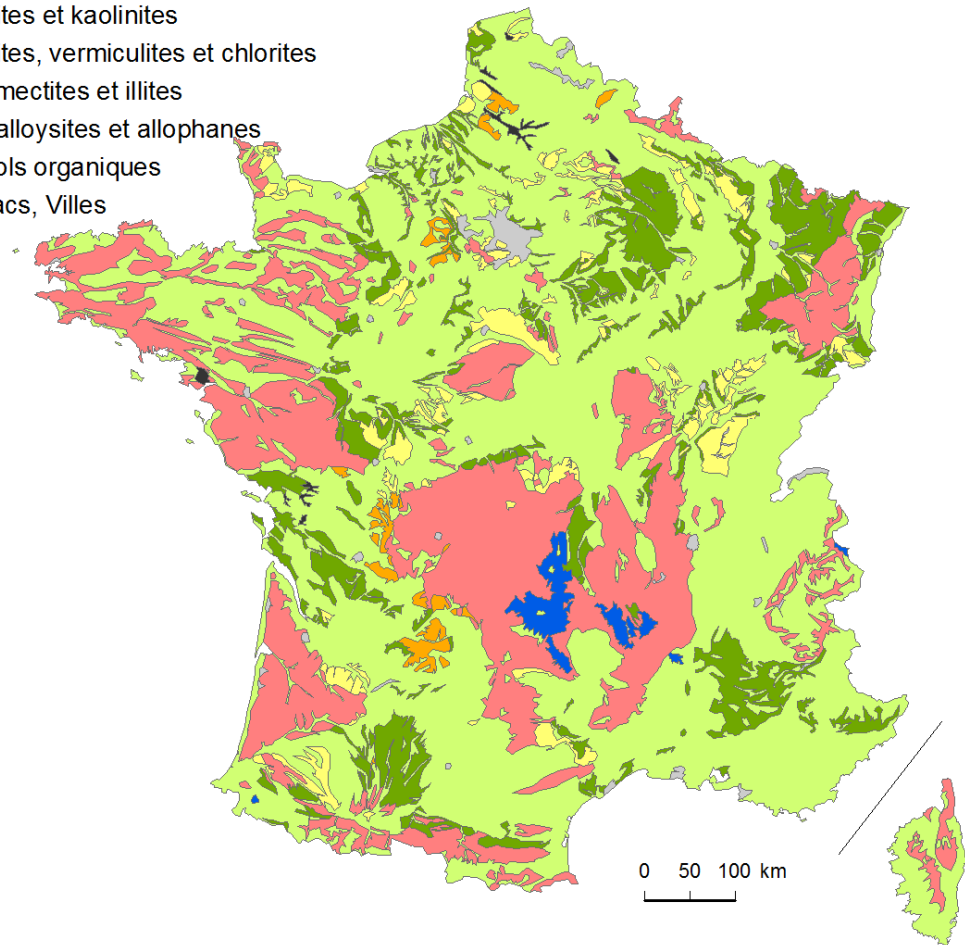


# Principales caractéristiques des sols : la minéralogie



## Types dominants de minéraux

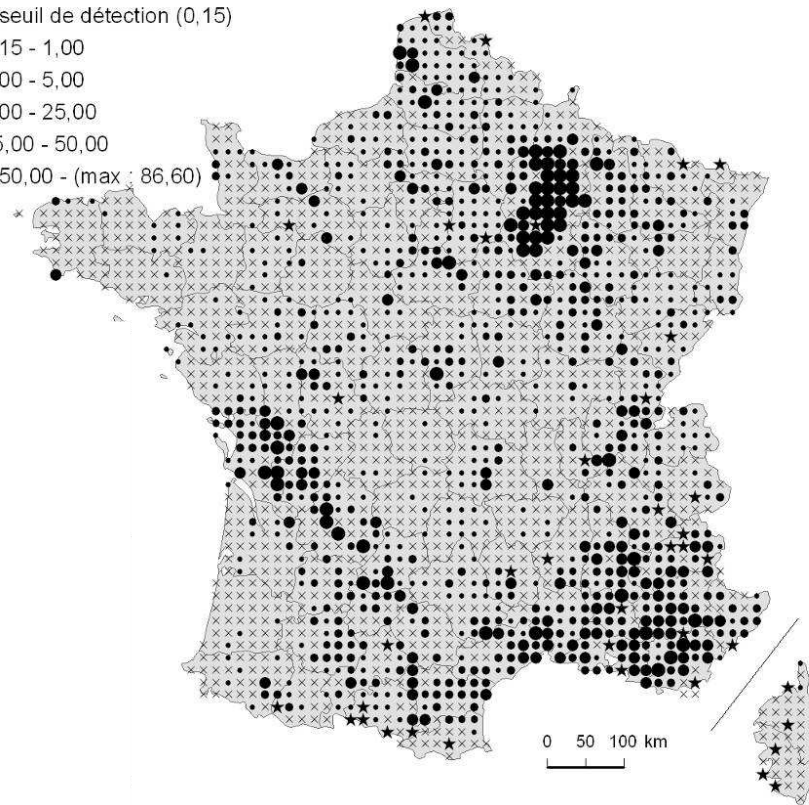
-  Kaolinites et illites + quartz
-  Kaolinites et illites + oxydes et hydroxydes
-  Illites et kaolinites
-  Illites, vermiculites et chlorites
-  Smectites et illites
-  Halloysites et allophanes
-  Sols organiques
-  Lacs, Villes



# Principales caractéristiques des sols : calcaire et aluminium échangeable

## Teneur en calcaire total en %

- ★ prélèvement impossible
- × < seuil de détection (0,15)
- 0,15 - 1,00
- 1,00 - 5,00
- 5,00 - 25,00
- 25,00 - 50,00
- > 50,00 - (max : 86,60)

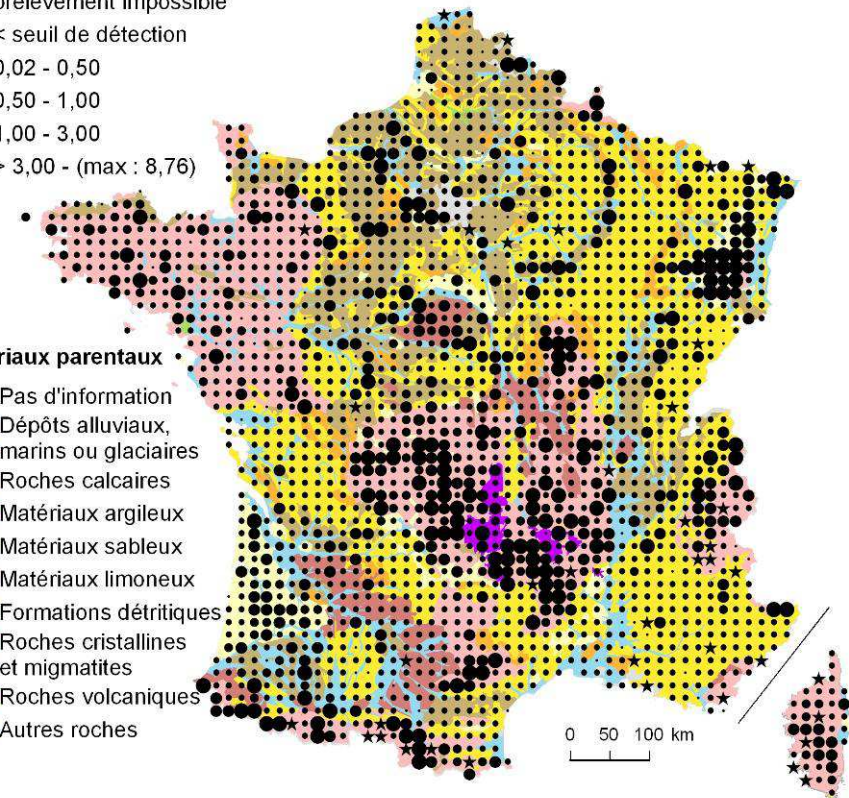


## Teneur en Al échangeable en $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$

- ★ prélèvement impossible
- < seuil de détection
- 0,02 - 0,50
- 0,50 - 1,00
- 1,00 - 3,00
- > 3,00 - (max : 8,76)

## Matériaux parentaux

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches

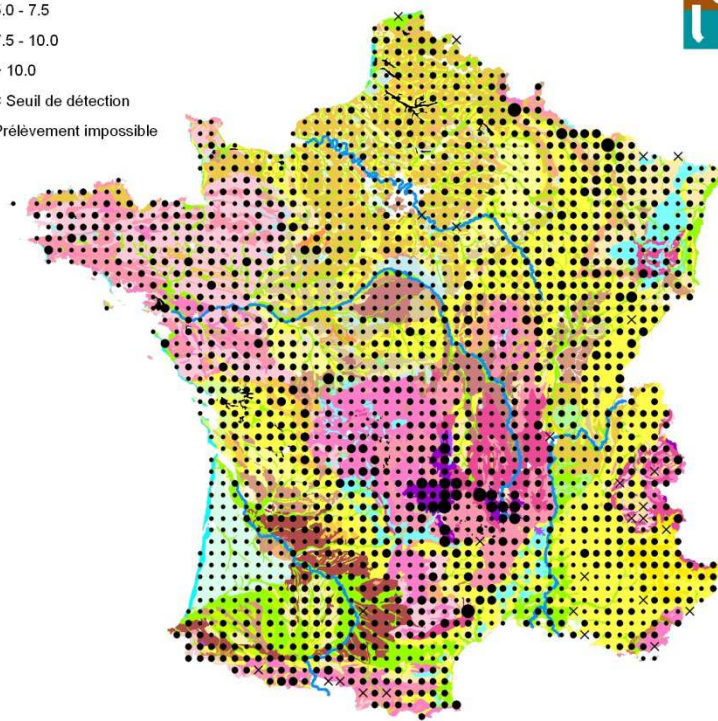




# Principales caractéristiques des sols : fer et potassium total

## Couche de surface Fer total (g/kg)

- < 2.5
- 2.5 - 5.0
- 5.0 - 7.5
- 7.5 - 10.0
- > 10.0
- \* < Seuil de détection
- × Prélèvement impossible

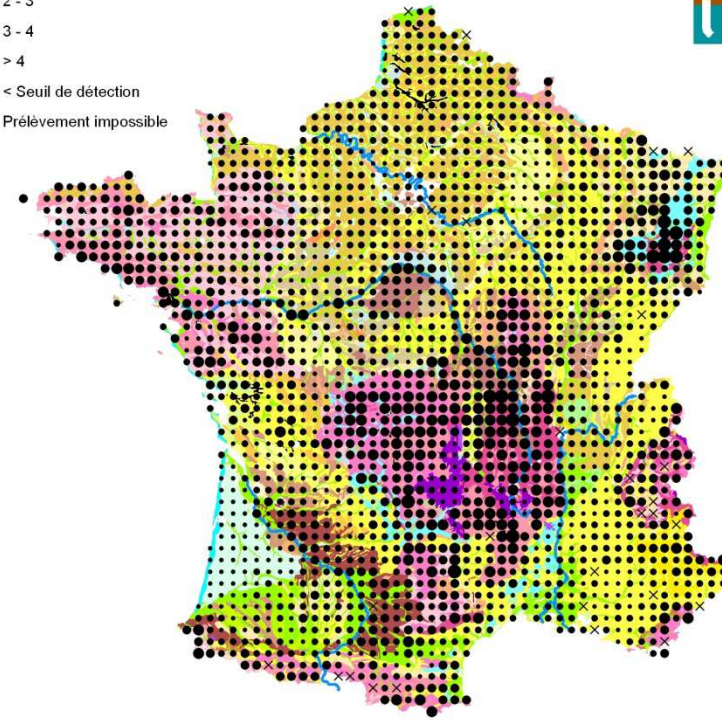


Réseau  
de mesures  
de la qualité des sols



## Couche de surface K total (g/100g)

- < 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > 4
- \* < Seuil de détection
- × Prélèvement impossible



Réseau  
de mesures  
de la qualité des sols





# Conclusion : Les sols possèdent des caractéristiques variées à l'échelle du territoire





# Les fonctions et les services rendus par les sols

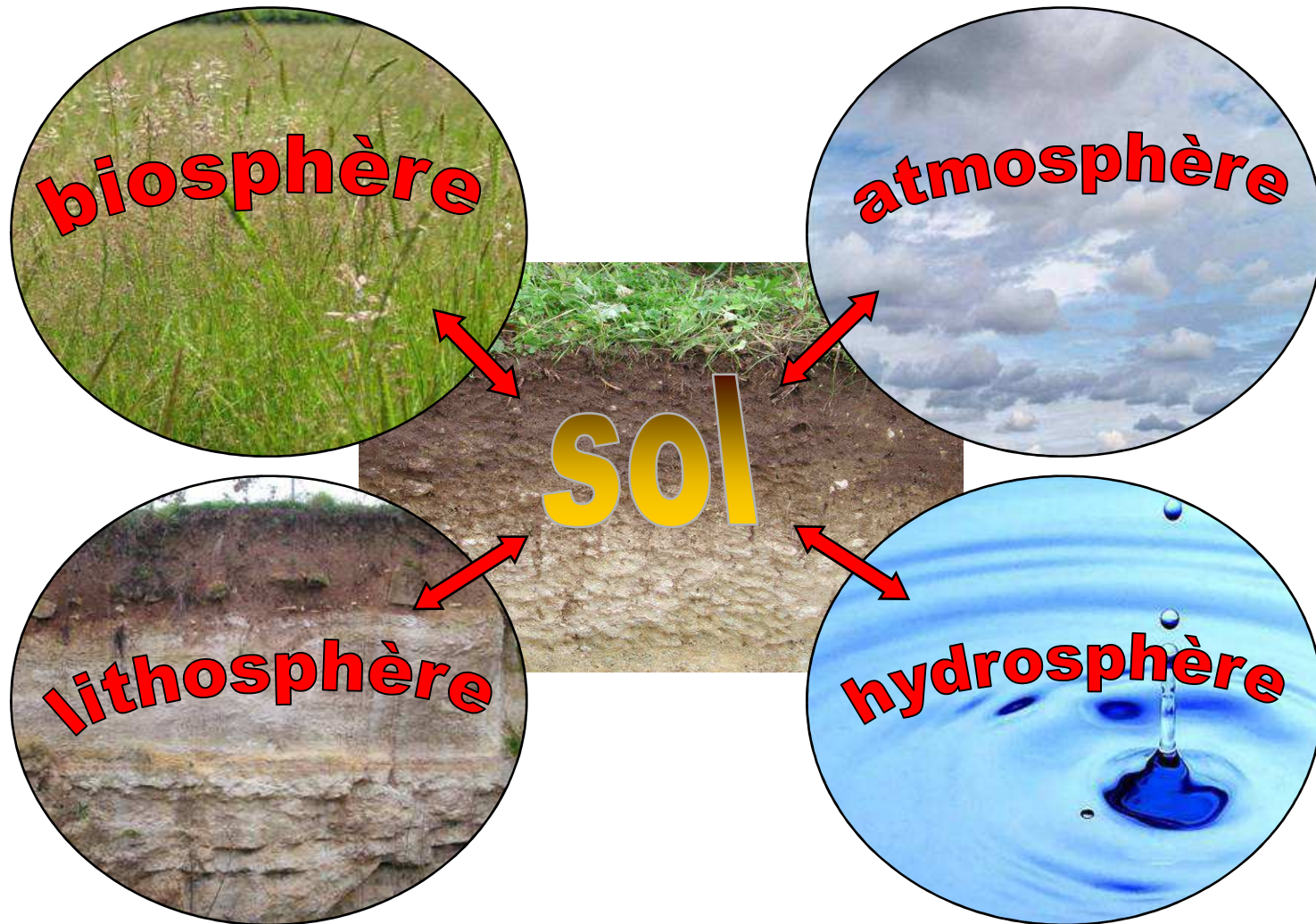
---





# Le sol : interface dans l'environnement

---





# Qu'est ce que la qualité d'un sol ?

---

**C'est sa capacité à fonctionner  
(caractère vivant et dynamique du sol),  
à remplir un certain nombre de fonctions  
=> à rendre des services**

- **Mais la qualité en soi n'existe pas**
- **Elle se définit par rapport à des fonctions et des services rendus et à leur durabilité**

# Les principales fonctions des sols

## Production d'aliments et de biomasse



Source : A. Richer de Forges (CA 45)

Source : Infosol (INRA Orléans)

## Habitat et patrimoine génétique



Source : Infosol (INRA Orléans)

Source : J. Moulin (CA 36)

## Stockage, filtration Transformation des mat.org, régulation des flux hydriques

(minéraux, matière organique, eau,  
énergie, substances chimiques, gaz)



Source : A. Richer de Forges (CA 45)



## Source de matières premières



Source : J. Moulin (CA 36)

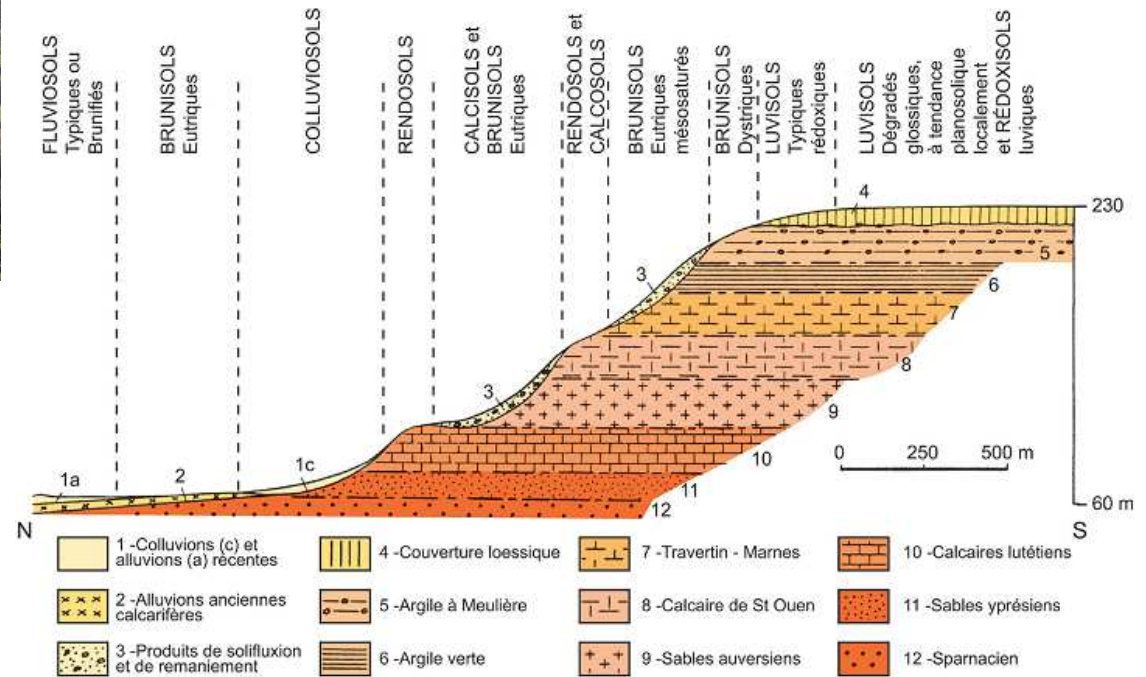
## Environnement physique et culturel pour l'homme



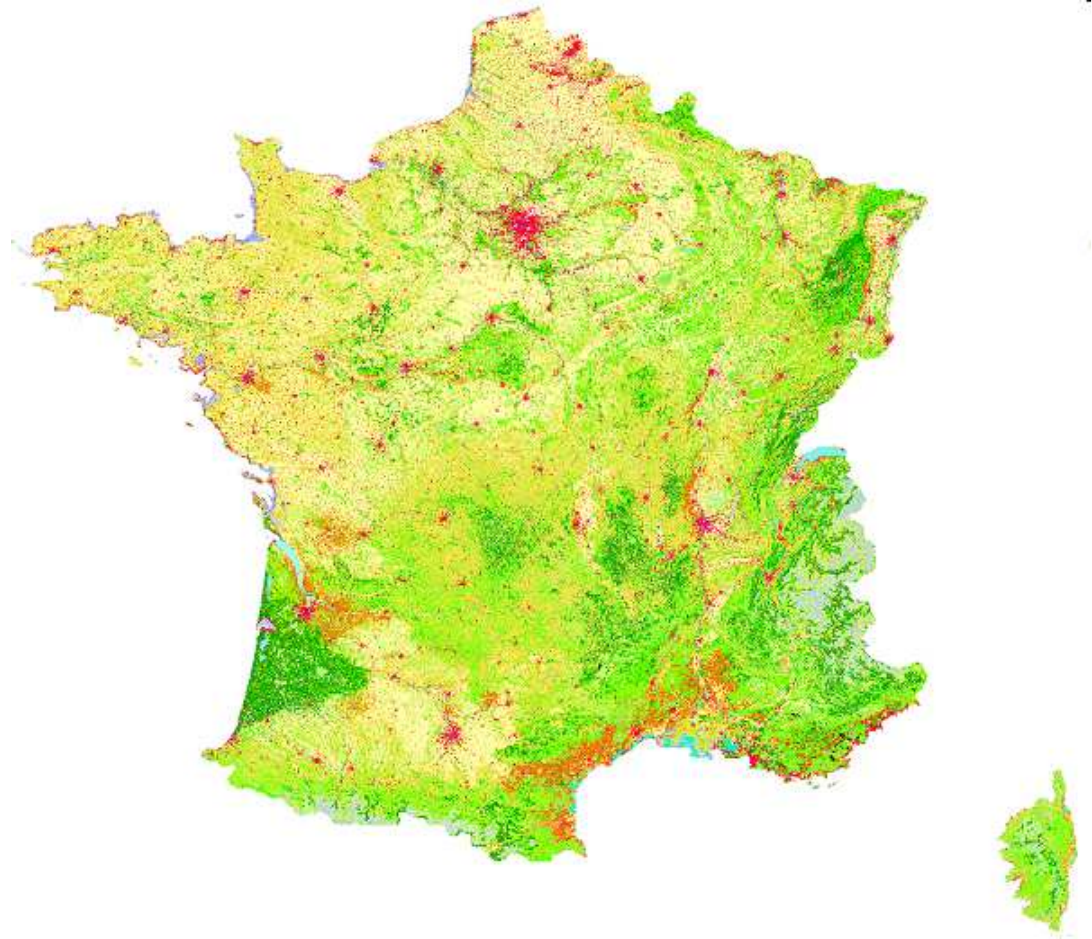
Source : C. Schwartz (ISAL)



# Le sol, élément structurant du paysage



# Le sol et la production végétale



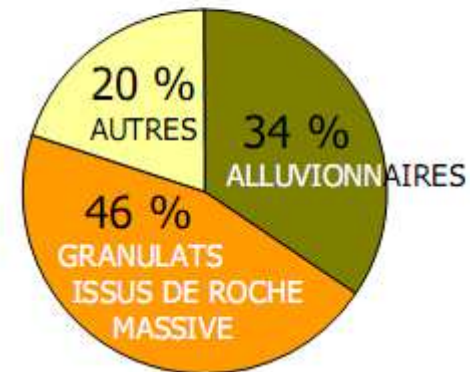
SOeS, CORINE Land Cover, 2006



# Le sol, source de matériaux



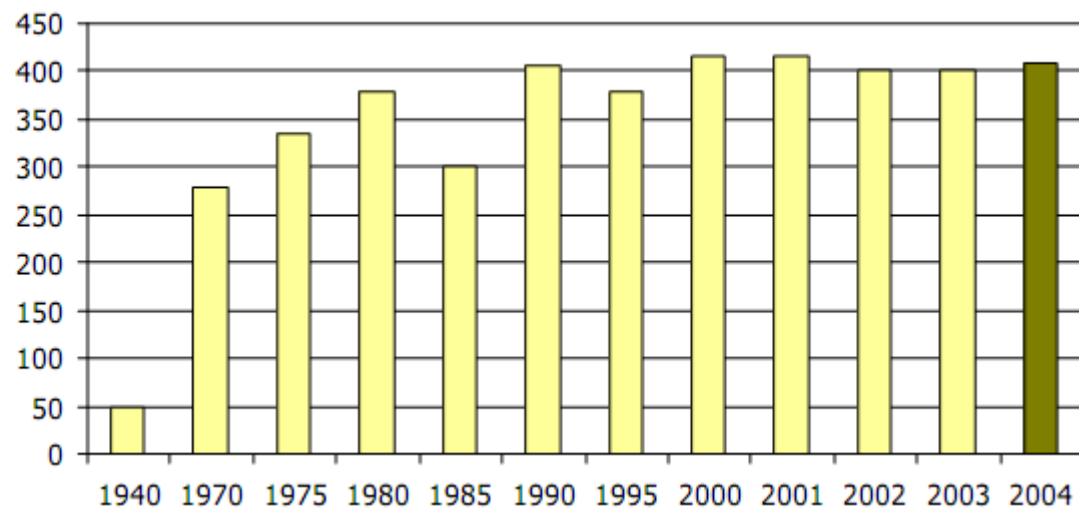
Répartition des matériaux de carrières



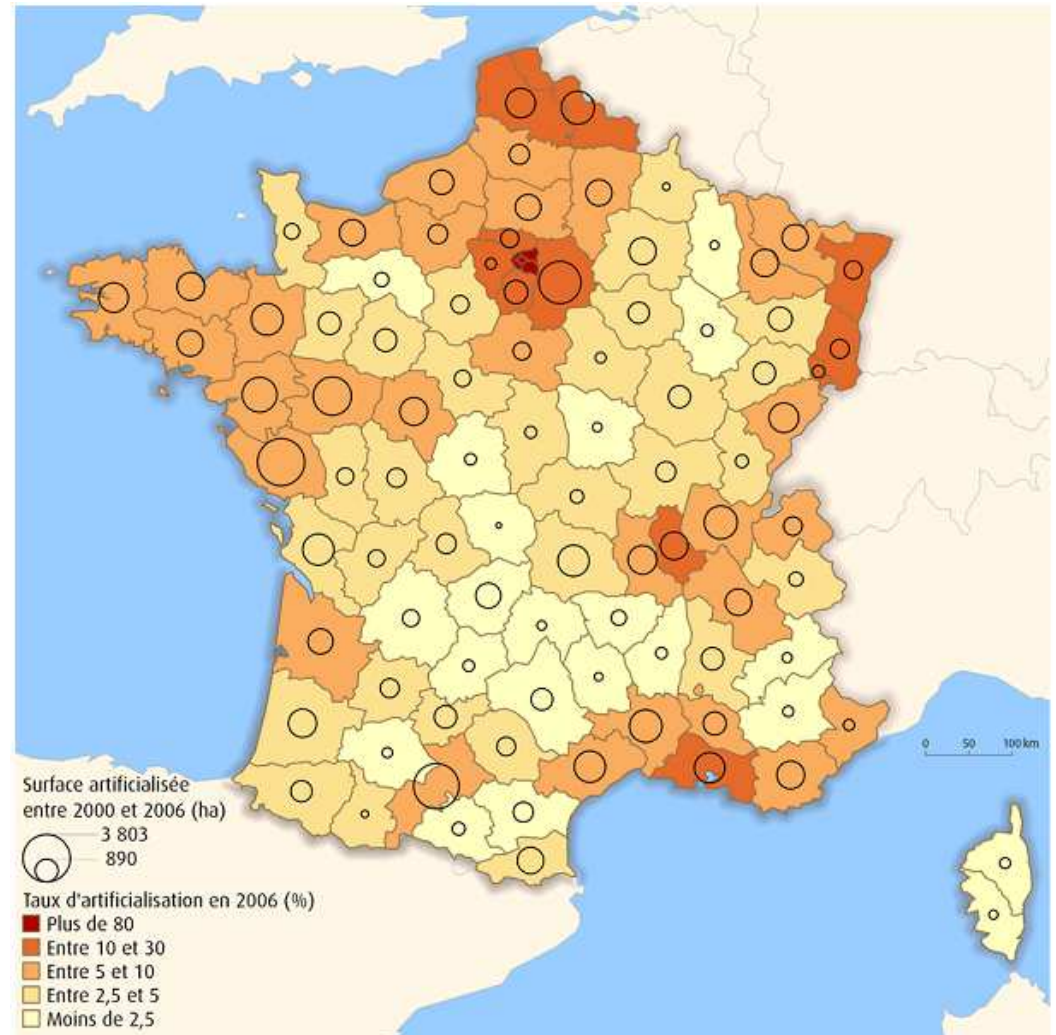
Évolution des quantités de granulats exploités

(en millions de tonnes)

**7 tonnes / an / hab.**



# Le sol, support des infrastructures





# Le sol et la conservation du patrimoine géologique et archéologique

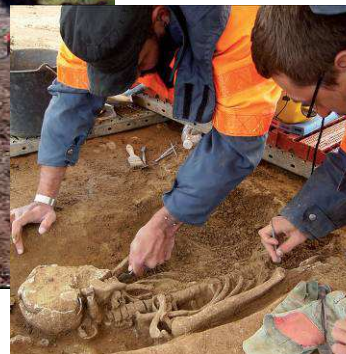
---



En France, chaque année, 700 km<sup>2</sup> sont touchés par des travaux d'aménagement du territoire entraînant la destruction des vestiges que recèle le sous-sol.

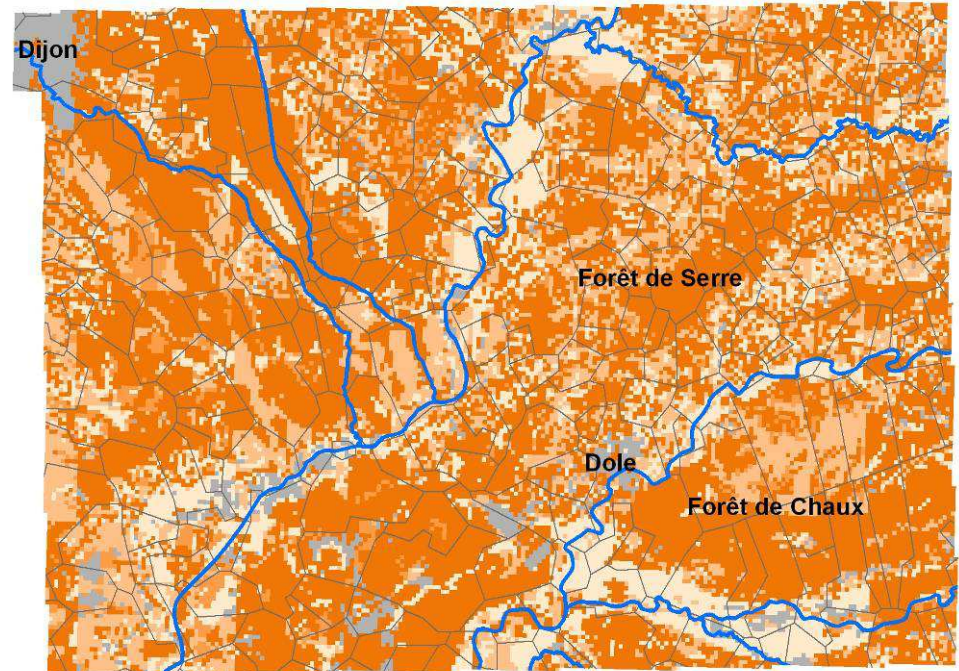
L'archéologie préventive, en étudiant environ 20 % de ces surfaces, permet de « sauvegarder par l'étude » les archives du sol.

Source INRAP, 2011



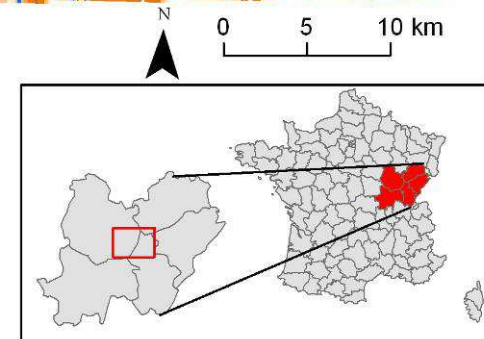


# Le pouvoir épurateur et filtrant du sol



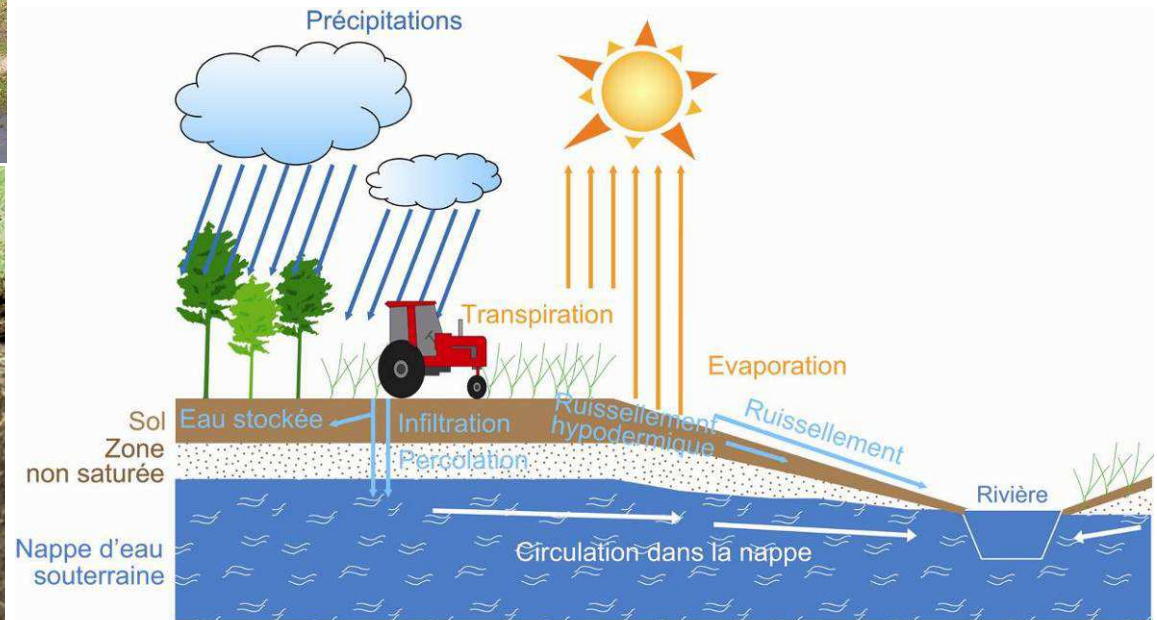
## Contraintes pour l'épandage

- aucune contrainte
- 1 à 3 contrainte(s) mineure(s)
- 4 ou 5 contraintes mineures
- contraintes majeures
- pas de données
- limites communales
- réseau hydrographique

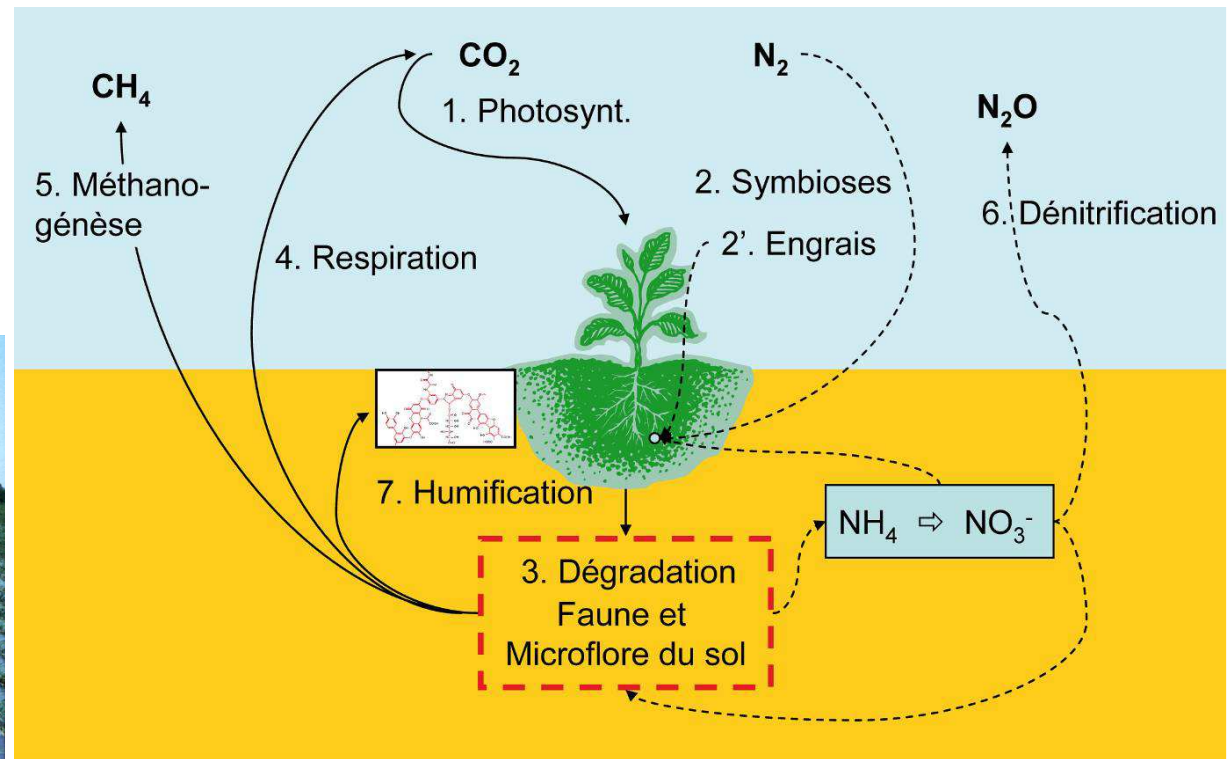




# Le sol et la réserve en eau : le rôle des zones tampons

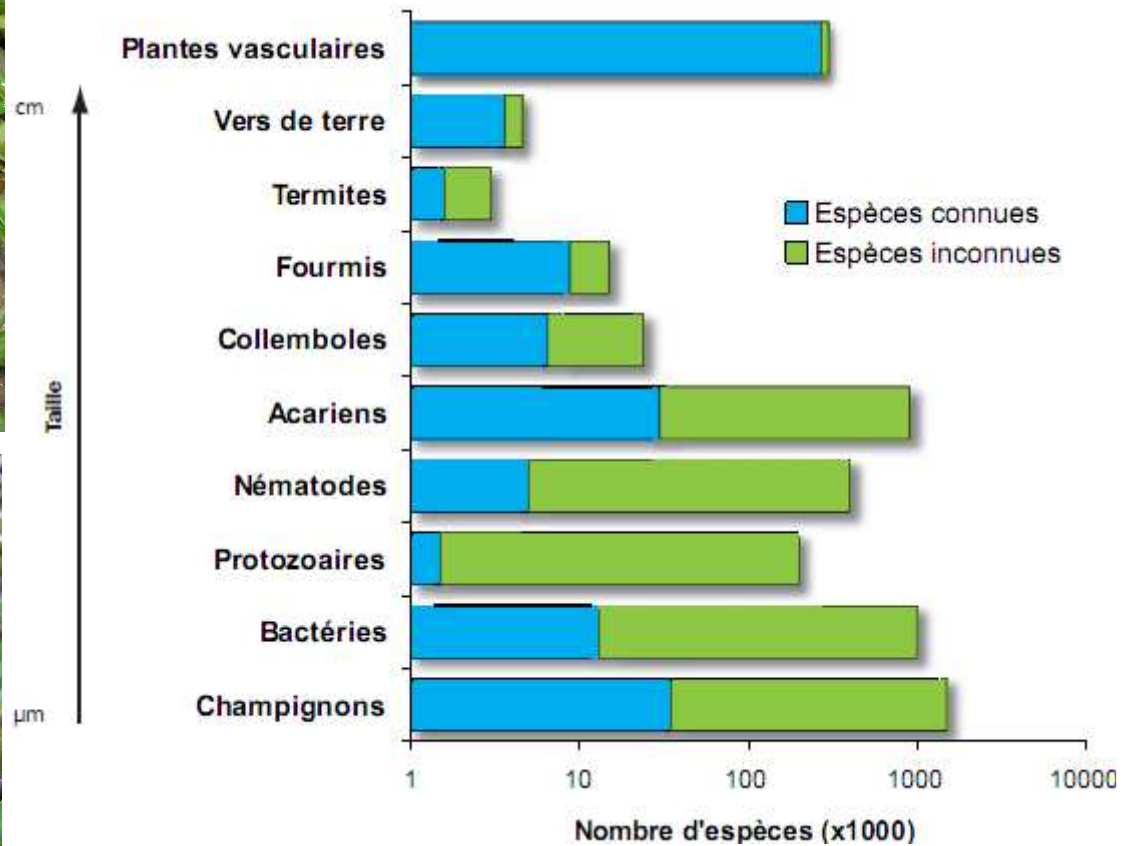


# La régulation des flux de gaz à effet de serre par le sol





# Le sol, réservoir de biodiversité

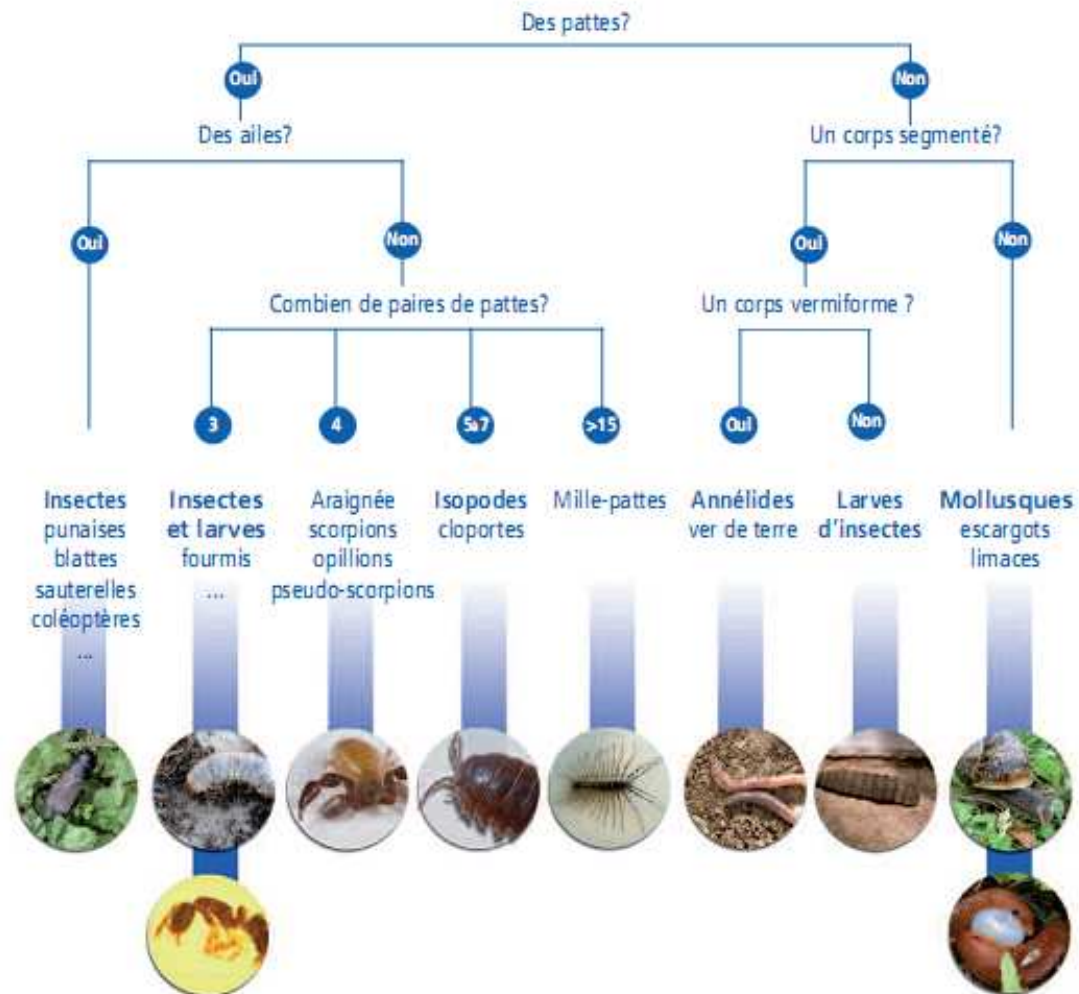


Source ADEME, 2010

# Le sol, réservoir de biodiversité

## Clé simplifiée de la macrofaune du sol

*inspirée de Ruiz et al. 2008*

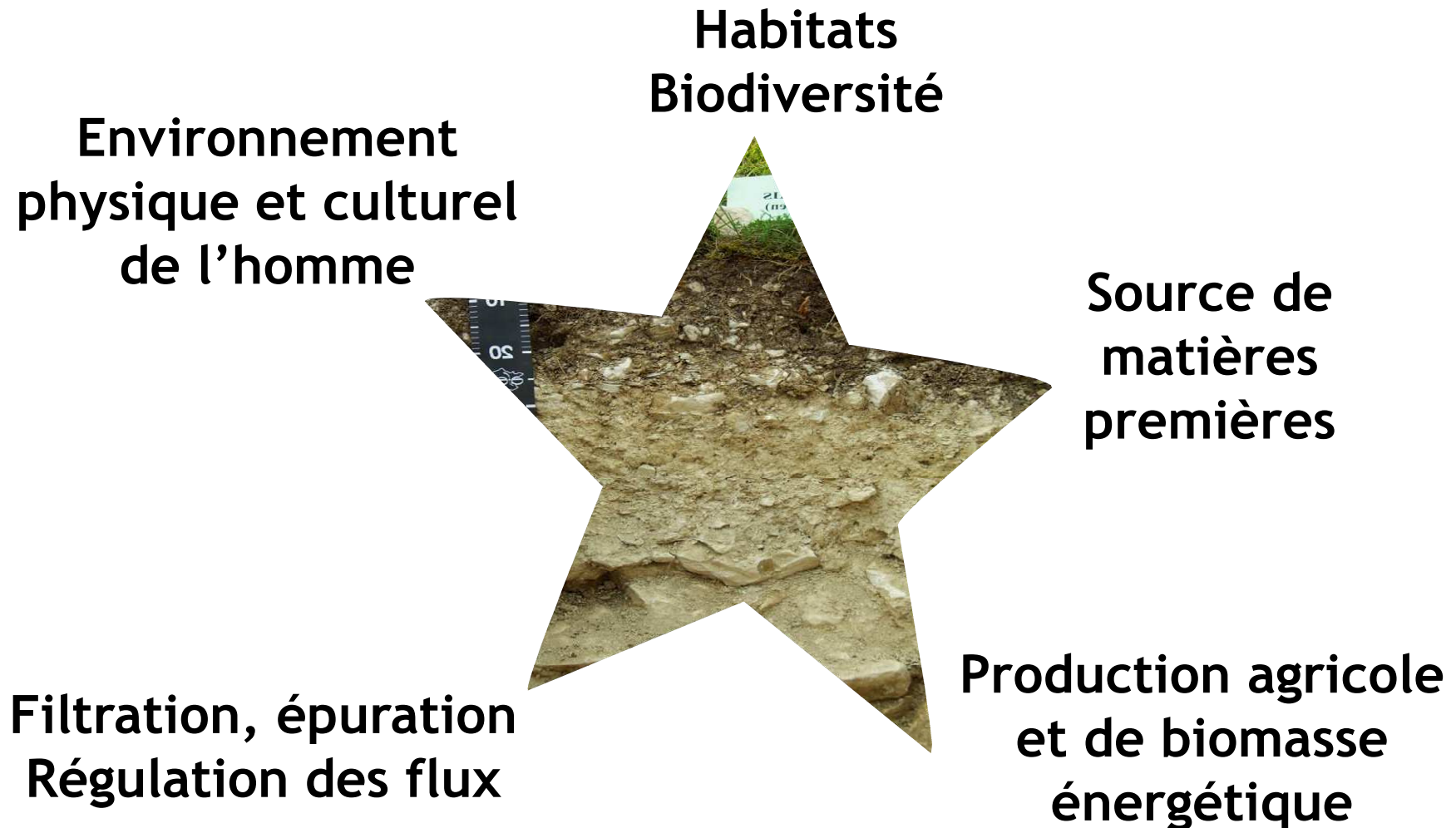


Source ADEME, 2010



# Des fonctions antagonistes : conflits d'usage du sol

---



# Les sols assurent des fonctions et des services nombreux et essentiels

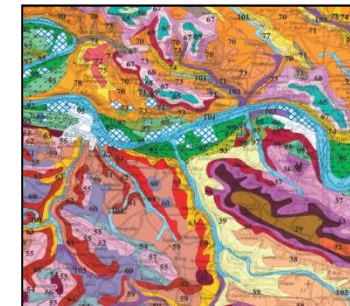
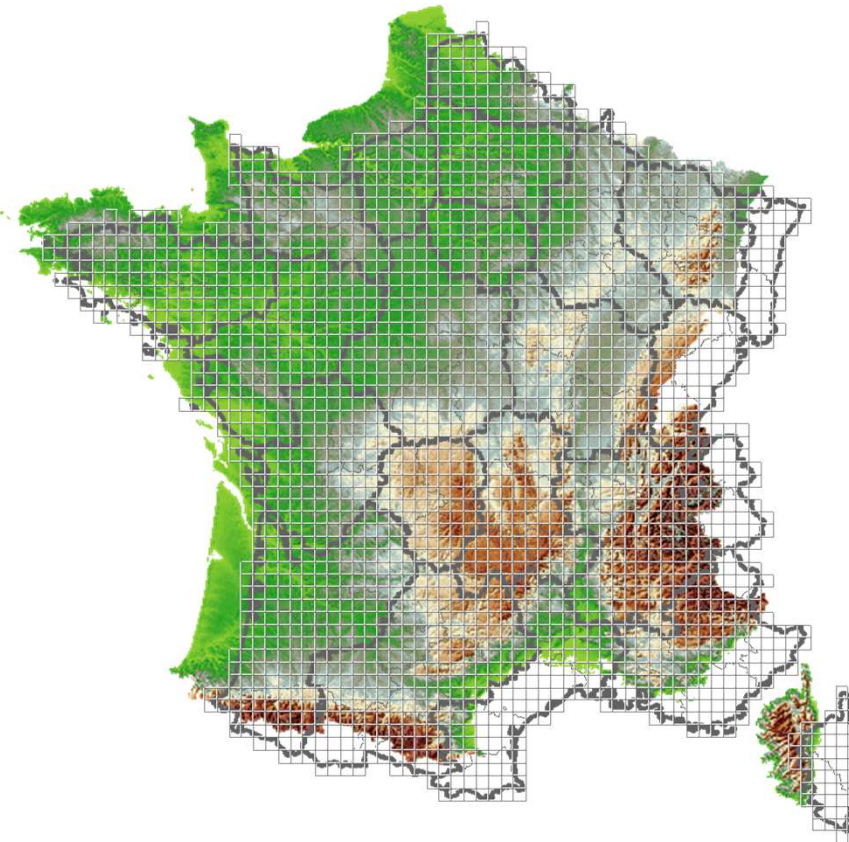
---



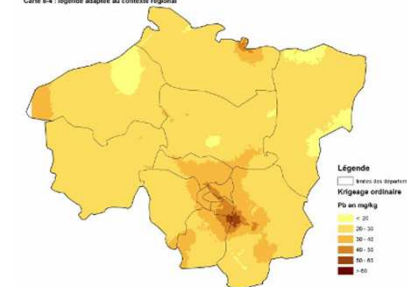
**Comment les données sur sols et leurs fonctions sont-elles acquises ?**



# Les programmes nationaux d'acquisition de données sur les sols



Carte S-4 : légende adaptée au contexte régional





# Des programmes financés par le Gis Sol

## LE GROUPEMENT D'INTERET SCIENTIFIQUE SOL (MEDDE, MAAF, ADEME, INRA, IRD, IGN)



pour une gestion patrimoniale et durable des sols

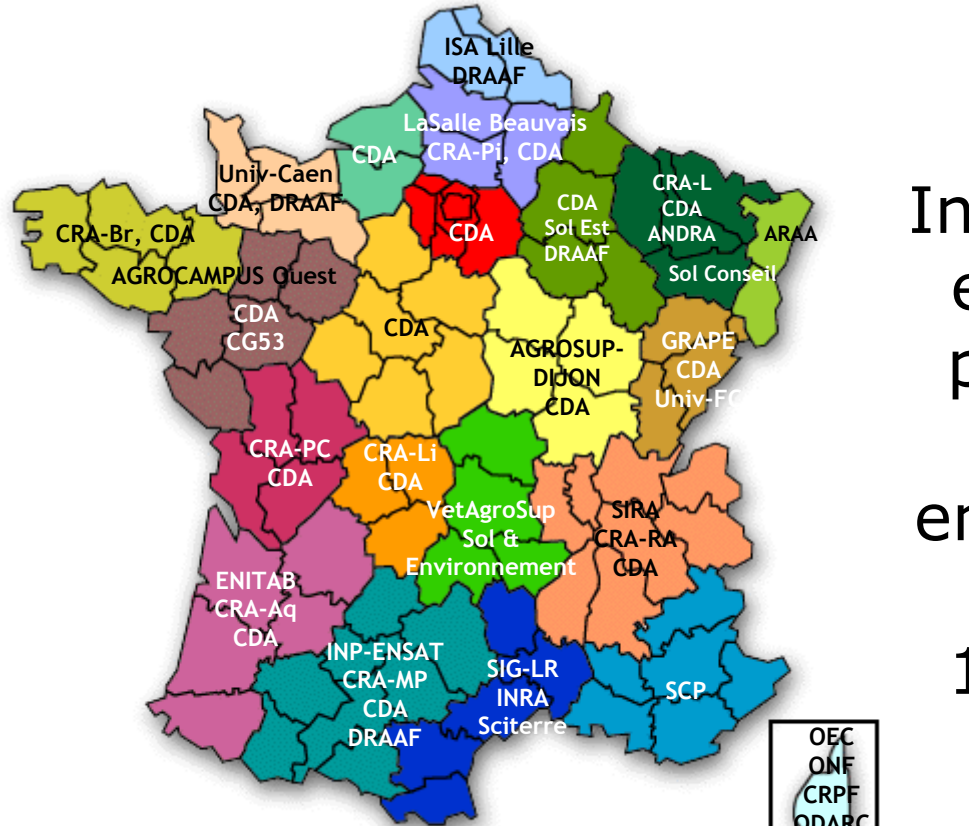


« constituer et gérer le système d'information sur les sols de France »

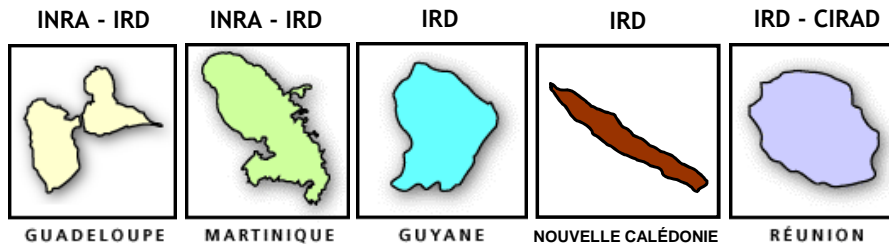
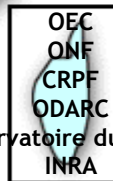




# Des programmes mis en œuvre par InfoSol et ses partenaires



InfoSol coordonne  
et participe aux  
programmes du  
Gis Sol  
en s'appuyant sur  
un réseau de  
180 partenaires  
régionaux



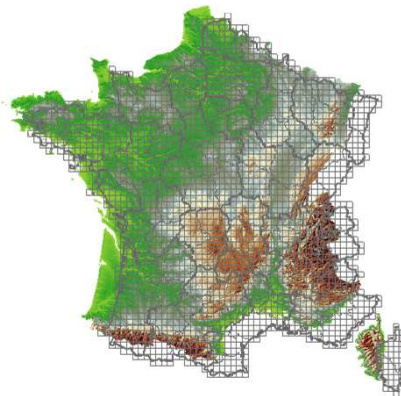


# Les programmes du Gis Sol

Des programmes nationaux pour améliorer la connaissance et la surveillance des sols de France



Inventaire Gestion et  
Conservation des Sols (IGCS)



Réseau de Mesures de la  
Qualité des Sols (RMQS)

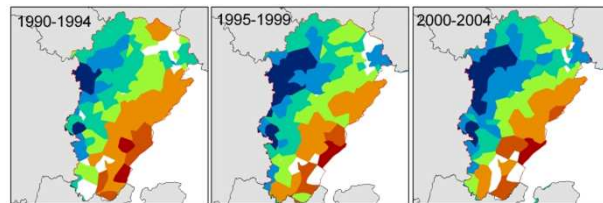




# Les programmes du Gis Sol

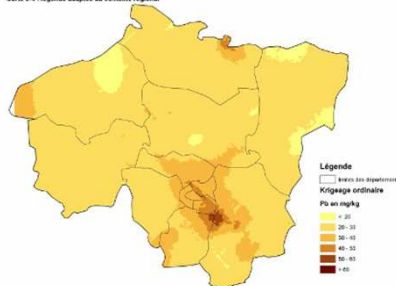
Des bases de données nationales pour capitaliser  
les analyses de sols réalisées en France

Soil organic carbon content ( $\text{g kg}^{-1}$ )



Base de Données  
d'Analyses de Terre (BDAT)

Carte B-4 : légende adaptée au contexte régional



Base de Données Éléments  
Traces Métalliques (BDETM)



# Les programmes du Gis Sol

---

Un conservatoire national pour archiver et valoriser  
les échantillons de sols collectés en France

© Claudy Joivet (INRA Orléans)



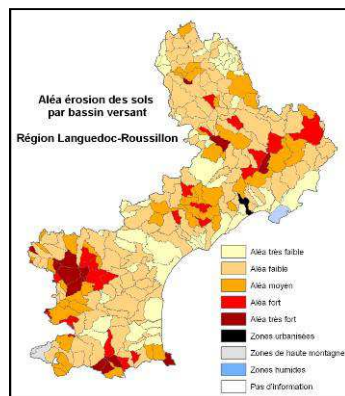
Le Conservatoire des Sols





# Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

## « Inventorier les sols pour mieux les gérer »



- identifier, définir et localiser les **principaux types de sols** d'une région ou d'un territoire et caractériser leurs propriétés
- constituer des **bases de données** de qualité répondant aux besoins des utilisateurs
- évaluer les **aptitudes des sols et les risques pour différents usages** (agriculture, environnement, aménagement des territoires)

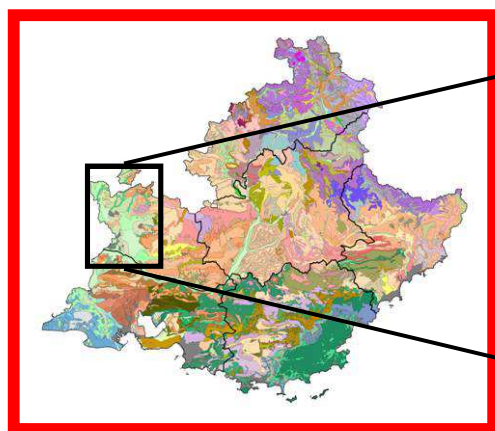


# IGCS : un programme multi-échelle

Référentiels Régionaux  
Pédologiques (RRP)

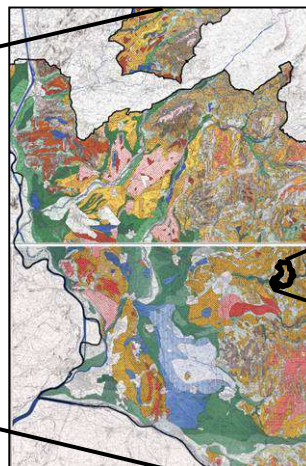
Connaissance Pédologique  
de la France (CPF)

Secteurs de  
référence (SR)



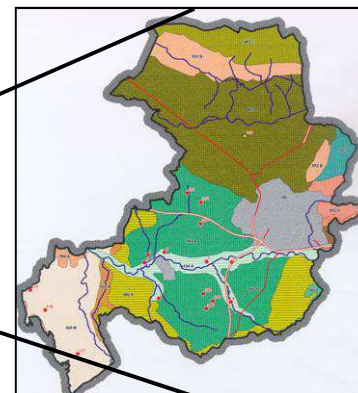
1/250 000

Régions, Départements



1/50 000 à 1/100 000

Petites Régions



1/10 000

Parcelles





← Un enrichissement progressif →



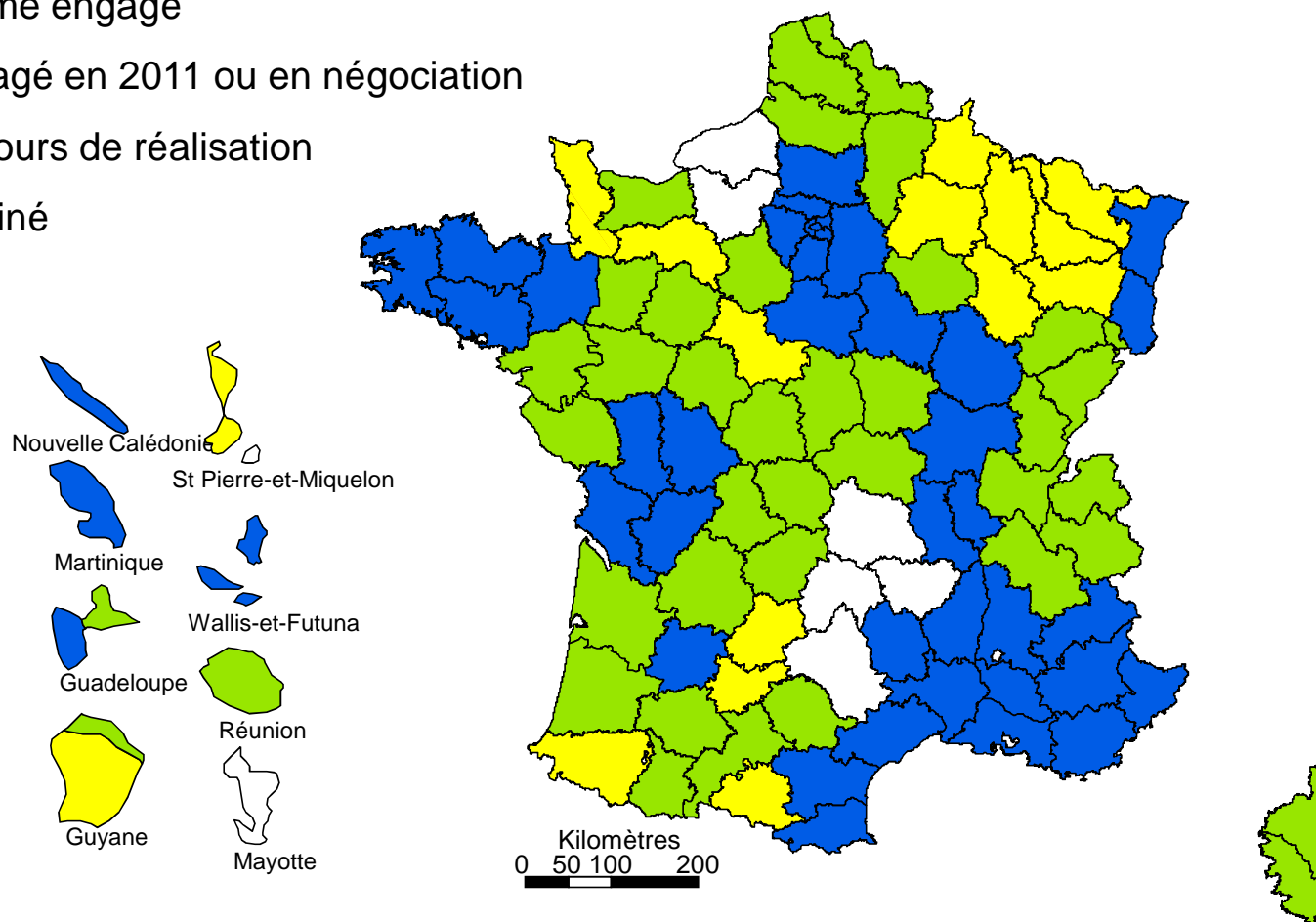


# Référentiels régionaux pédologiques : état d'avancement

## Légende

-  Pas de programme engagé
-  Programme engagé en 2011 ou en négociation
-  programme en cours de réalisation
-  programme terminé

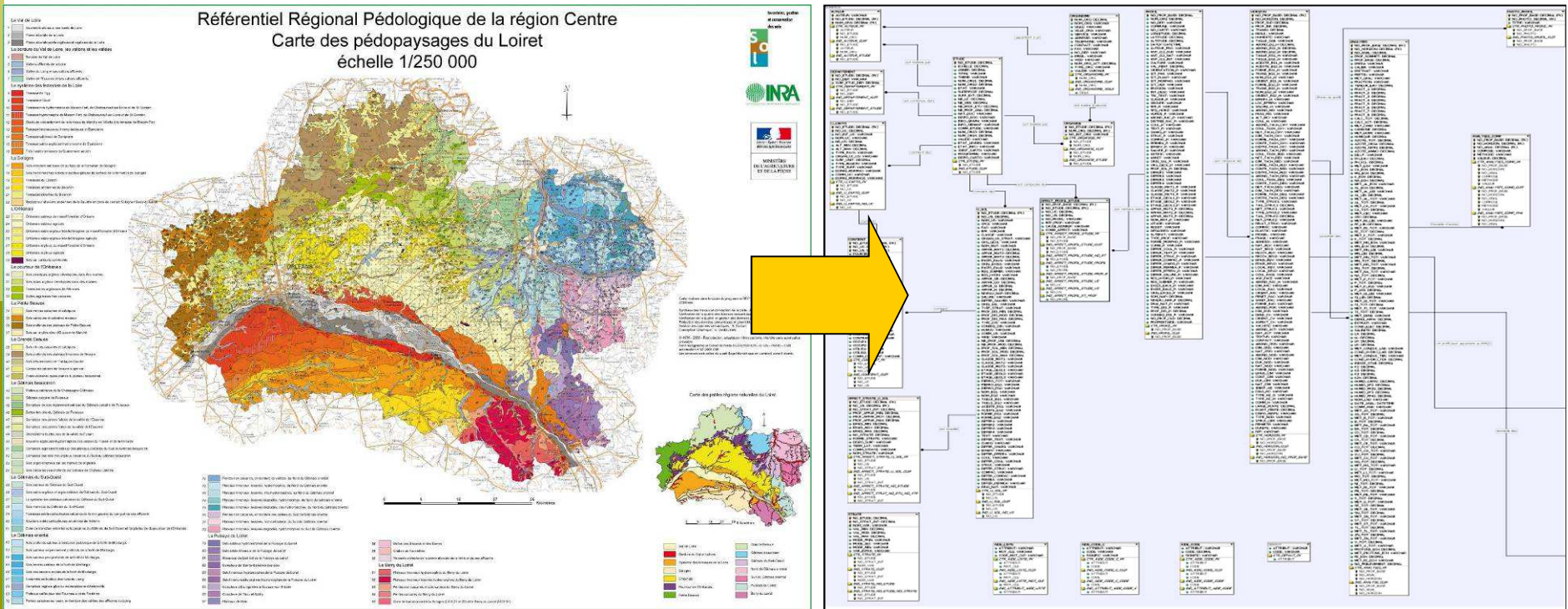
80% du territoire métropolitain est couvert





# Qu'est-ce qu'un référentiel régional pédologique ?

## une **carte de sols** et une **base de données**

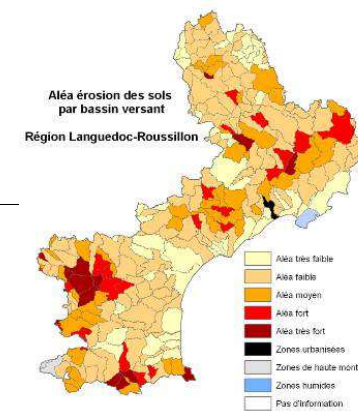
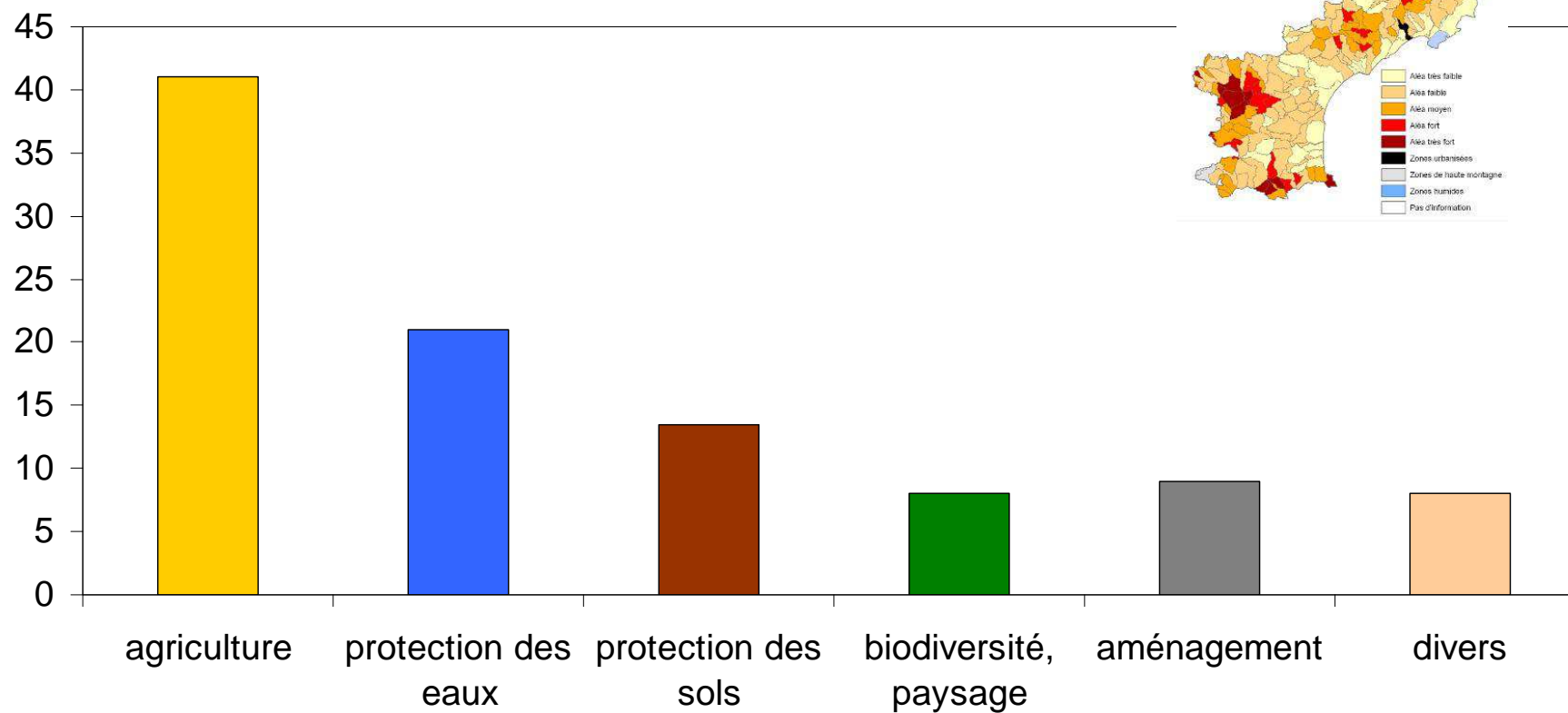






# Valorisation thématique des bases de données IGCS

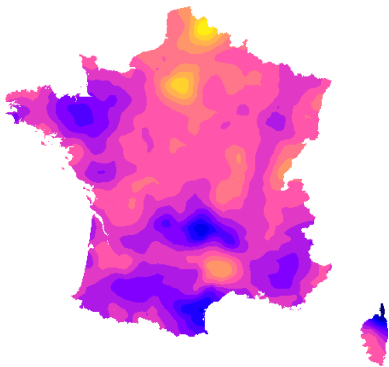
(%) Des centaines d'applications thématiques





# Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)

## « Suivre l'évolution de la qualité des sols français »



- Établir un **tableau de bord** de la qualité des sols (bilan et référence)
- **Cartographier** les propriétés des sols (contamination diffuse)
- Détecter des **évolutions** (réseau d'alerte)
- Constituer une **banque d'échantillons** de sols

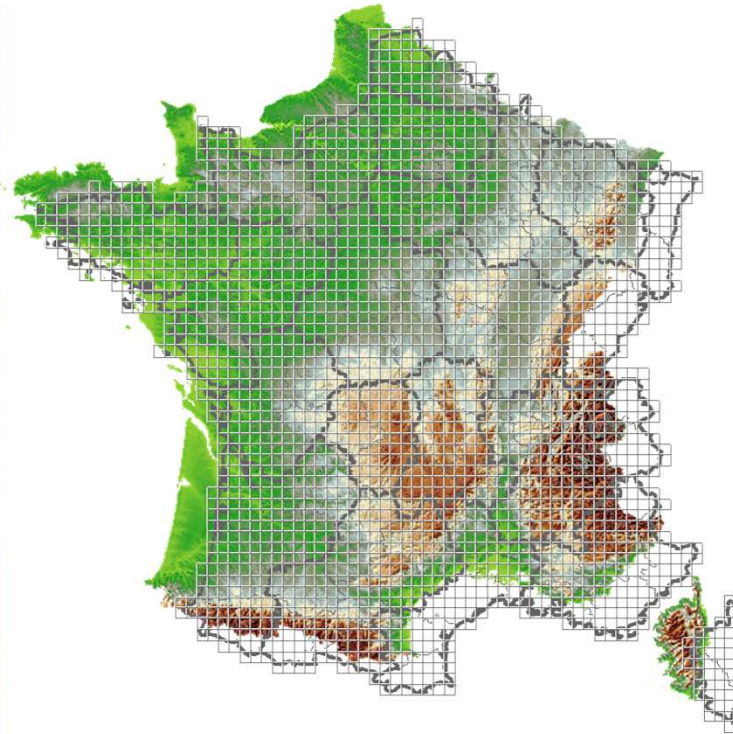




# Le RMQS : un réseau systématique



© Claudy Jolivet (INRA Orléans)



- 2200 sites
- répartis selon une grille de 16 km x 16 km
- représentatifs des sols français et de leurs usages
- rééchantillonnés régulièrement



# Que mesure-t-on sur le RMQS ?

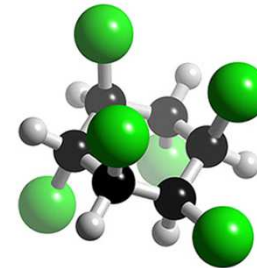
- **Paramètres agronomiques** : pH, carbone organique, azote, phosphore, granulométrie...



© Claudy Jolivet (INRA Orléans)

- **Contaminants** :

- éléments traces métalliques (Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Tl, Zn)
- polluants organiques persistants (HAP, OCP, Pesticides, dioxines)
- microorganismes pathogènes



- **Biodiversité** :

- microorganismes (ADN des bactéries et champignons)
- faune du sol (nématodes, collemboles, vers de terre...)



Source : Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH

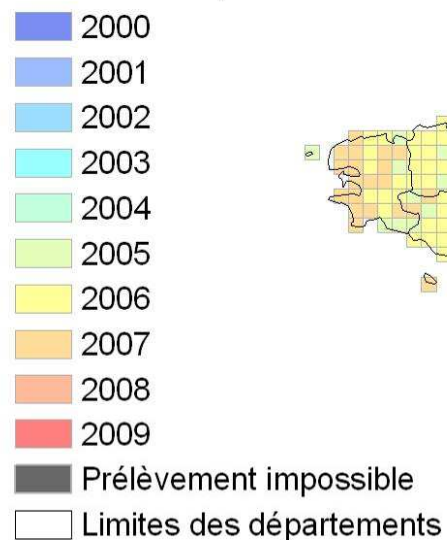




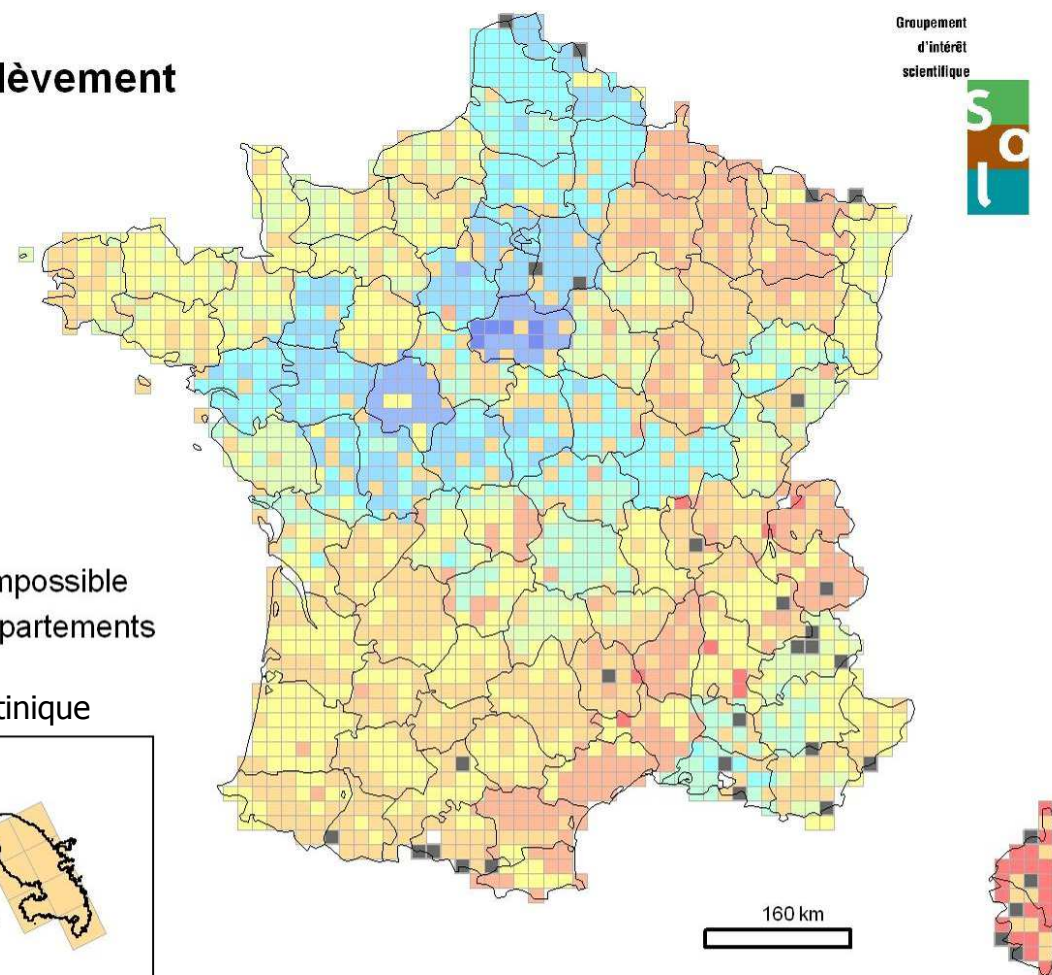
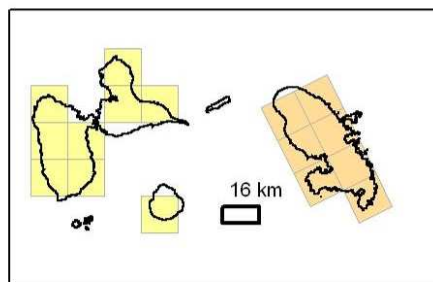
# Déroulement de la première campagne du RMQS : 2000-2009

2200 sites  
mis en place  
dont 18 en  
Outre-mer

## Année de prélèvement



## Guadeloupe et Martinique





# Bilan de la première campagne en quelques chiffres

- 10 ans de prélèvements
- 1 600 fosses pédologiques
- de 0 à 2500 mètres d'altitude
- 98 000 coups de tarière
- 24 000 échantillons (60 t de terre)
- 1 800 000 données collectées
- 300 participants (dont 6 mules et 3 ânes)



© David Sardin (ENITA Bordeaux)



© Claudy Jolivet (INRA Orléans)







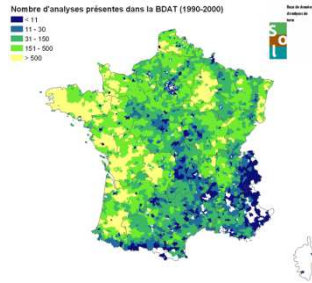
# DONESOL : une base de données nationale pour IGCS et RMQS

4 500 études  
88 000 profils de sols  
**12 300 000 données**

Une base de données :

**multi-échelle**  
**harmonisée**  
**contrôlée**  
**évolutive**  
**partagée**

# Les bases de données BDAT et BDETM

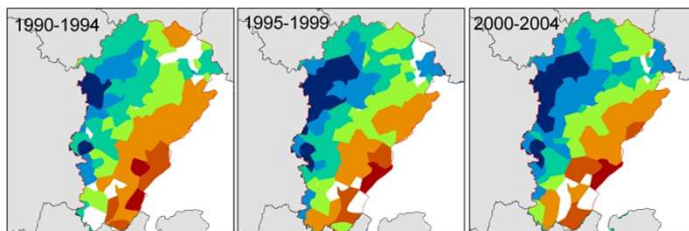


## «Capitaliser les analyses des sols agricoles français»

- **Collecter** les milliers d'analyses de sols agricoles réalisées chaque année
- Transformer des informations individuelles, isolées, dispersées et atemporelles en **bases de données** riches, géoréférencées et temporelles
- Développer des **outils de suivi** de l'évolution de la qualité des sols

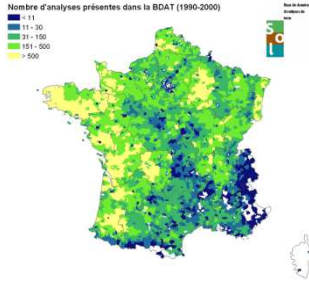


Soil organic carbon content (g kg<sup>-1</sup>)



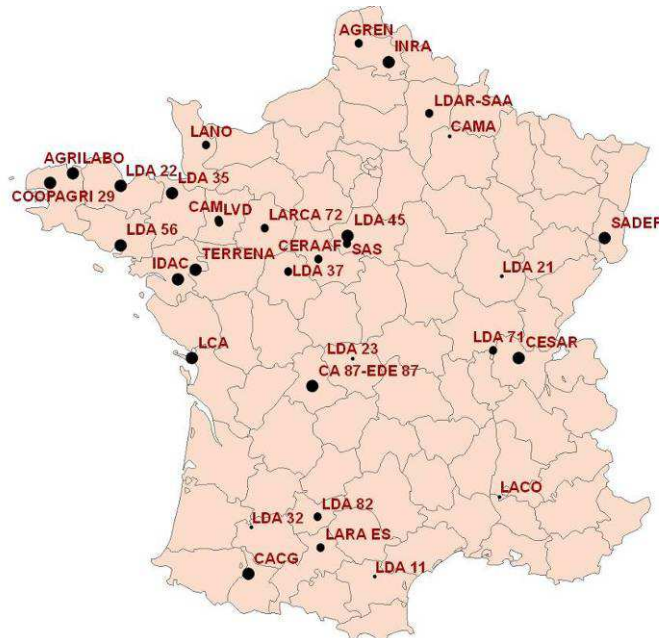


# BDAT et BDETM : sources de données



**BDAT :**  
40 laboratoires  
d'analyses de sols

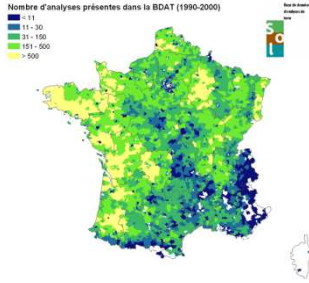
Analyses agronomiques  
pour gérer la fertilisation



**BDETM :**  
100 fournisseurs  
de données

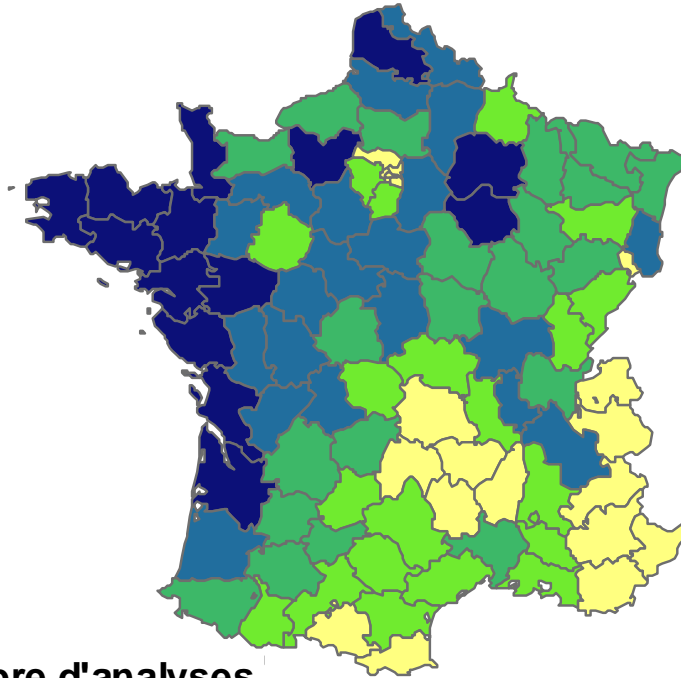
Analyses d'ETM réglementaires  
préalables aux autorisations  
d'épandage de boues

- Chambres d'agriculture
- Directions Départementales des Territoires (DDT)
- Services d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Epuration (SATESE)
- Bureaux d'études
- ...

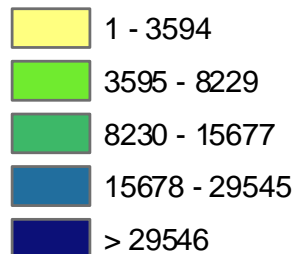


# Les bases de données BDAT et BDETM : contenu

**1 800 000** échantillons  
**19 000 000** déterminations

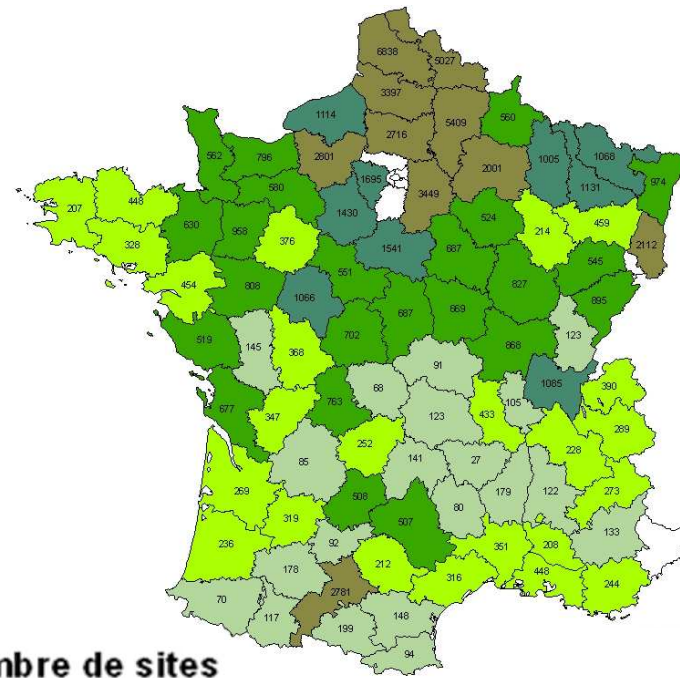


**Nombre d'analyses**

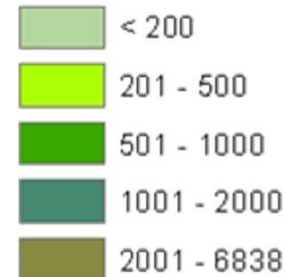


Collecte continue  
depuis 1990

**74 000** échantillons  
**520 000** déterminations



**Nombre de sites**



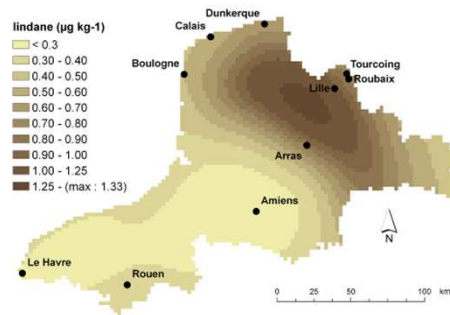
2 campagnes :  
1998 et 2008





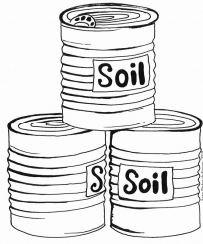
# Le Conservatoire des sols

© Claudy Jolivet (INRA Orléans)



« Construire la mémoire de nos sols »

- Constituer une **banque de sols**
- Pouvoir «**remonter le temps**»



# Le Conservatoire des sols : laboratoire et pédothèque





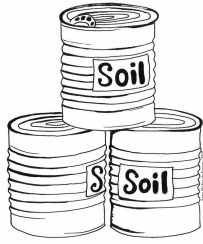


# Le trésor du Conservatoire : 35 000 échantillons

Près de 70 tonnes de terre !



RMQS (première campagne)	24 000 échantillons 60 tonnes
IGCS (SR, CPF, RRP)	7 000 échantillons 3 tonnes
Santé des Forêts (campagne européenne BIOSOIL 2006-2007)	2 000 échantillons 2,5 tonnes
Observatoires de l'environnement	500 échantillons 1 tonne
Etudes ponctuelles	1000 échantillons 2,5 tonnes



# L'avenir du Conservatoire des sols

Aujourd'hui



© Claudy Jolivet (INRA Orléans)

En 2014



© Architectes : « Design & Architecture » et « LeTiec + Misse »

Un quadruplement des surfaces de stockage





# Bilan et perspectives des programmes du Gis Sol

	<b>Bilan</b>	<b>Perspectives</b>
<b>IGCS</b>	Réseau, labels de qualité, normalisation, RMT Sols & Territoires	Terminer les RRP Valoriser les données
<b>RMQS</b>	1 <sup>ère</sup> campagne achevée Valorisation	Poursuivre la valorisation 2 <sup>ème</sup> campagne
<b>BDAT &amp; BDETM</b>	Couverture exhaustive 15 ans de recul	Une nouvelle campagne de collecte
<b>Conservatoire des sols</b>	35 000 échantillons Un modèle reconnu	Enrichir le conservatoire



# Conclusions (1/5) : les sols offrent une grande diversité de propriétés





# Conclusions (2/5) : Les sols assurent des fonctions et des services essentiels

## Production d'aliments et de biomasse



Source : A. Richer de Forges (CA 45)

Source : Infosol (INRA Orléans)

## Habitat et patrimoine génétique



Source : Infosol (INRA Orléans)

Source : J. Moulin (CA 36)

## Stockage, filtration Transformation des mat.org, régulation des flux hydriques

(minéraux, matière organique, eau,  
énergie, substances chimiques, gaz)



Source : A. Richer de Forges (CA 45)



## Source de matières premières



Source : J. Moulin (CA 36)

## Environnement physique et culturel pour l'homme



Source : C. Schwartz (ISAL)

# Conclusions (3/5) : les sols représentent un patrimoine soumis à de fortes pressions





# Conclusions <sup>(4/5)</sup> : les sols sont une ressource non renouvelable à notre échelle de temps

---

- formation (pédogénèse) très lente !
- dégradation naturelle à l'équilibre
- dégradation anthropique rapide (érosion, mise en culture, contamination, imperméabilisation)

→ **Systeme dynamique mais résilience limitée et irréversibilité des dégradations**



# Conclusions (5/5) : les programmes menés par le Gis Sol permettent une évaluation et un suivi indispensables

→ US 1106 InfoSol  
INRA Orléans

Groupement  
d'intérêt  
scientifique



pour une gestion patrimoniale et durable des sols







**INRA**

## Contacts & infos...

Claudy Jolivet

[claudy.jolivet@orleans.inra.fr](mailto:claudy.jolivet@orleans.inra.fr)

US 1106 InfoSol

INRA Centre de Recherche d'Orléans

2163, Avenue de la Pomme de Pin

CS 40001 ARDON

45075 Orléans cedex 2

Tél. 02 38 41 78 00 - Fax 02 38 41 78 69

<http://www.gissol.fr>

