



**HAL**  
open science

## Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) : évaluer et suivre l'état des sols français à long terme

Claudy Jolivet

► **To cite this version:**

Claudy Jolivet. Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) : évaluer et suivre l'état des sols français à long terme. Le RMQS a 20 ans!, INRAE-InfoSol, Feb 2020, Orléans, France. hal-03537664

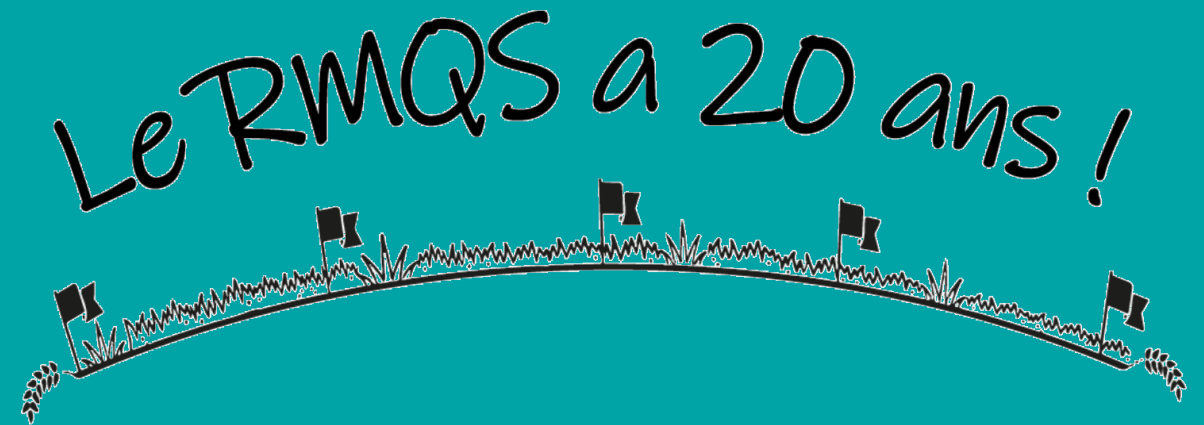
**HAL Id: hal-03537664**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03537664v1>**

Submitted on 20 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## ➤ Le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)

évaluer et suivre l'état des sols français à long terme



06 février 2020 / Le RMQS a 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet *et al.*

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

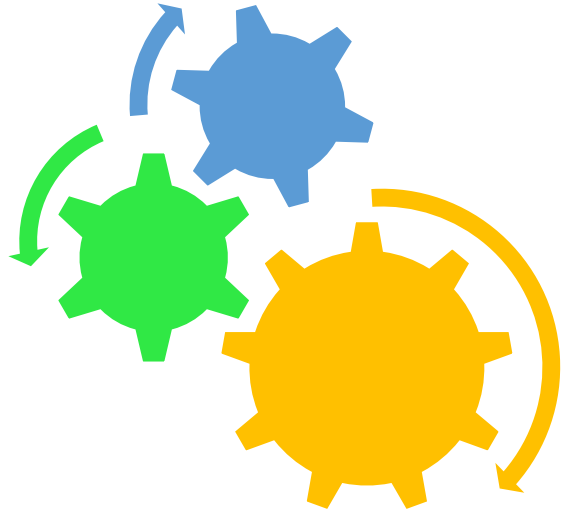


# ➤ Il était une fois le RMQS, dans le Loiret, il y a 20 ans...

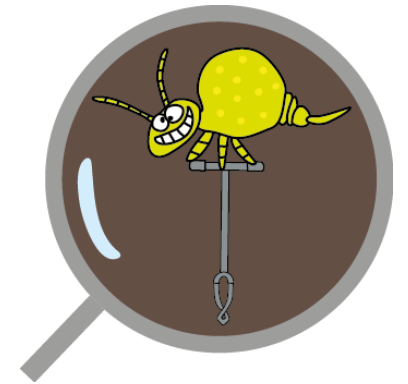




Le RMQS a 20 ans !



# Le RMQS, c'est quoi ?





# ➤ RMQS : un programme du Gis Sol

LE GROUPEMENT D'INTERET SCIENTIFIQUE SOL  
(MTES, MAA, ADEME, AFB, INRAE, IRD, IGN)



pour une gestion patrimoniale et durable des sols



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



# ➤ Évaluer et suivre l'évolution à long terme de la qualité des sols français

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

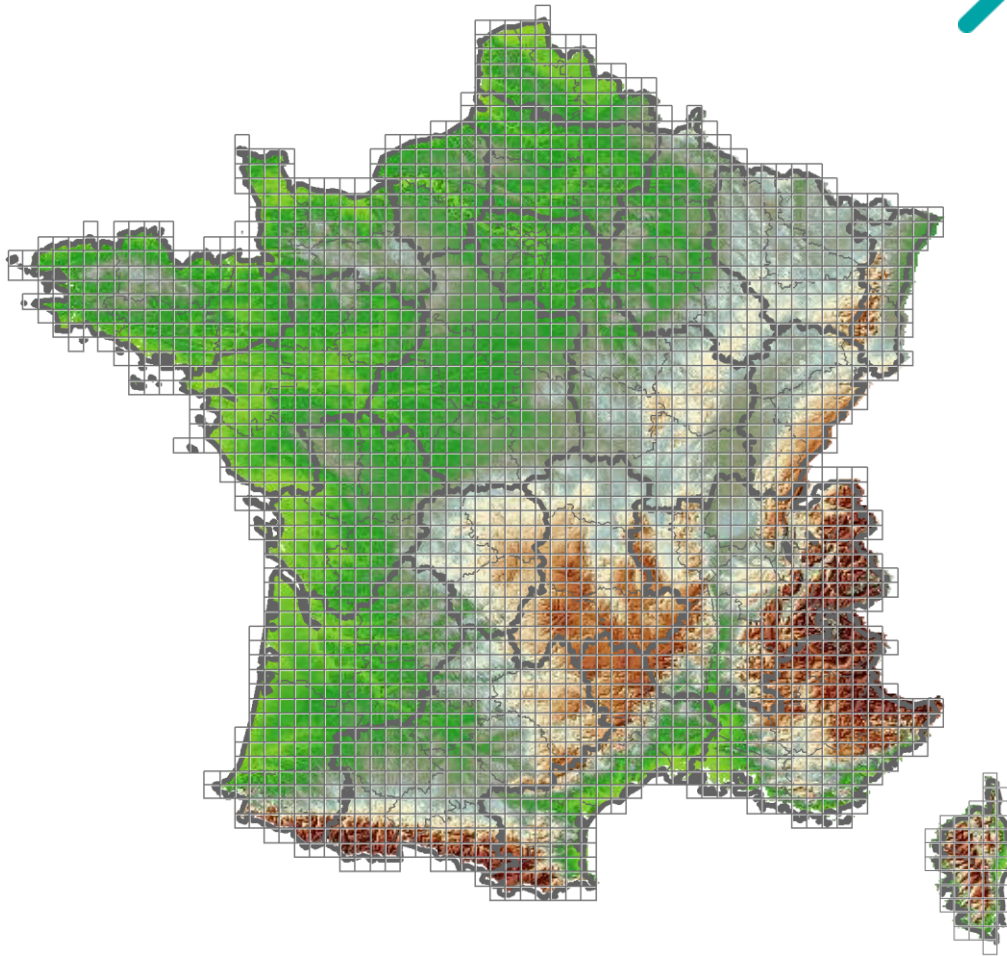
Voir aussi :

Arrouays D., Jolivet C., Boulonne L., Bodineau G., Saby N. et Grolleau E., 2002 - Une initiative nouvelle en France : la mise en place d'un réseau multi-institutionnel de la mesure de la qualité des sols (RMQS). Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de Paris, 88, n° 5, pp. 93-103

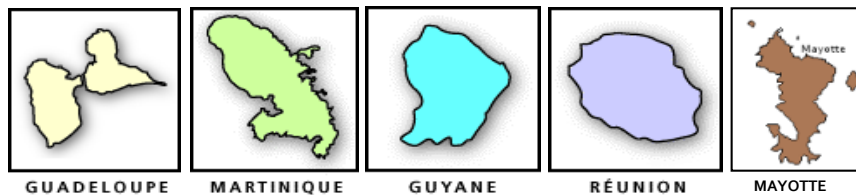




## ➤ Un réseau national systématique



- 2240 sites
- répartis selon une grille de 16 km x 16 km
- en métropole et départements d'outre-mer
- représentatifs des sols français et de leurs occupations
- rééchantillonnés tous les quinze ans



GUADELOUPE

MARTINIQUE

GUYANE

RÉUNION

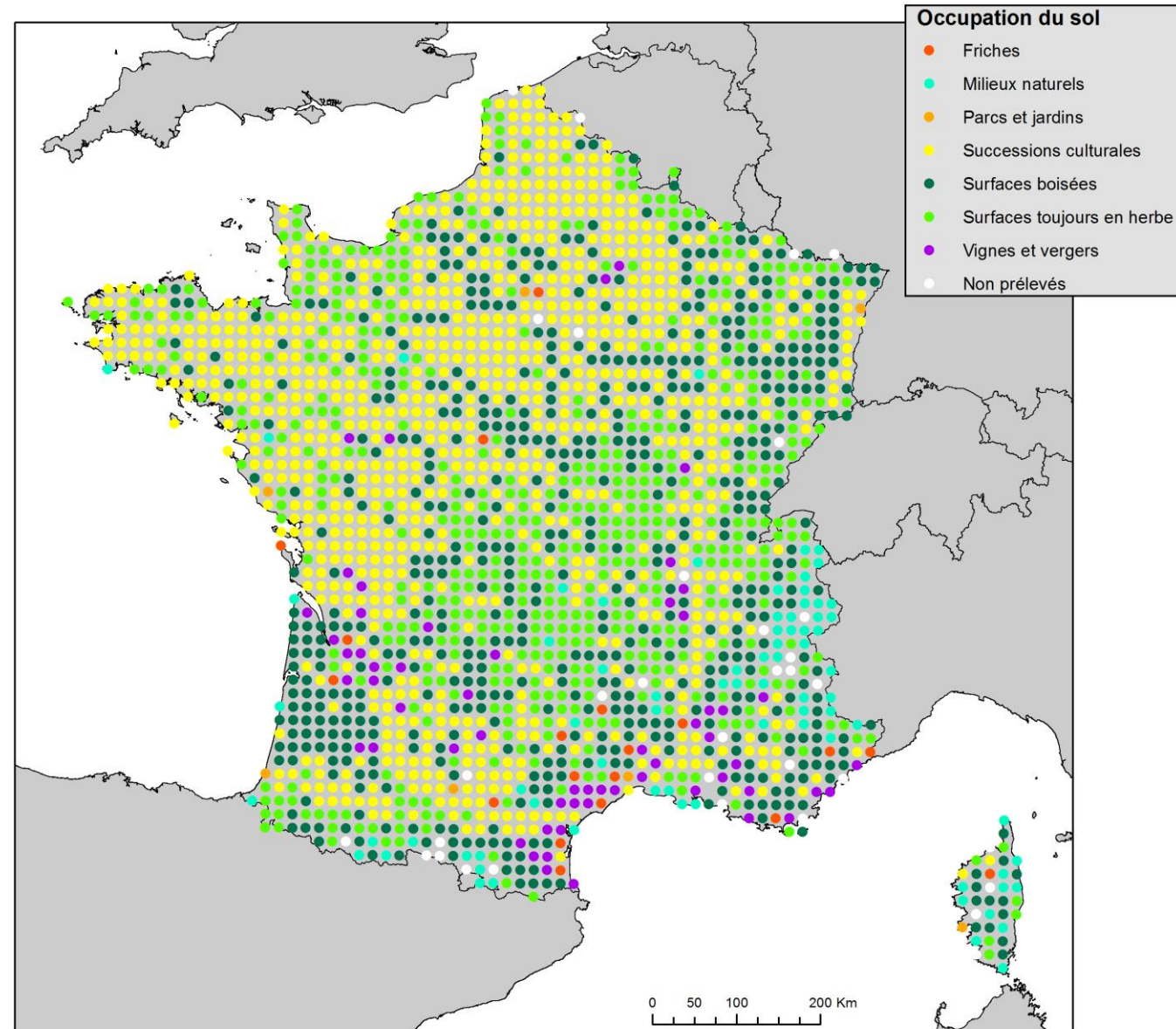
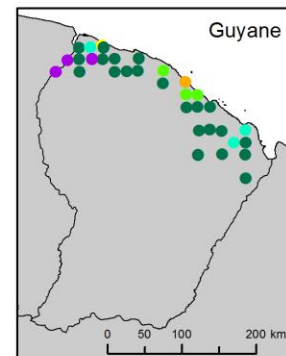
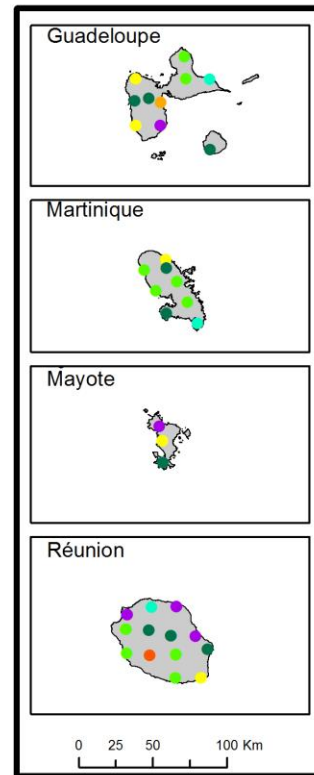
MAYOTTE

INRAE **GisSOL**

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

06 février 2020 / Le RMQS à 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet *et al.*

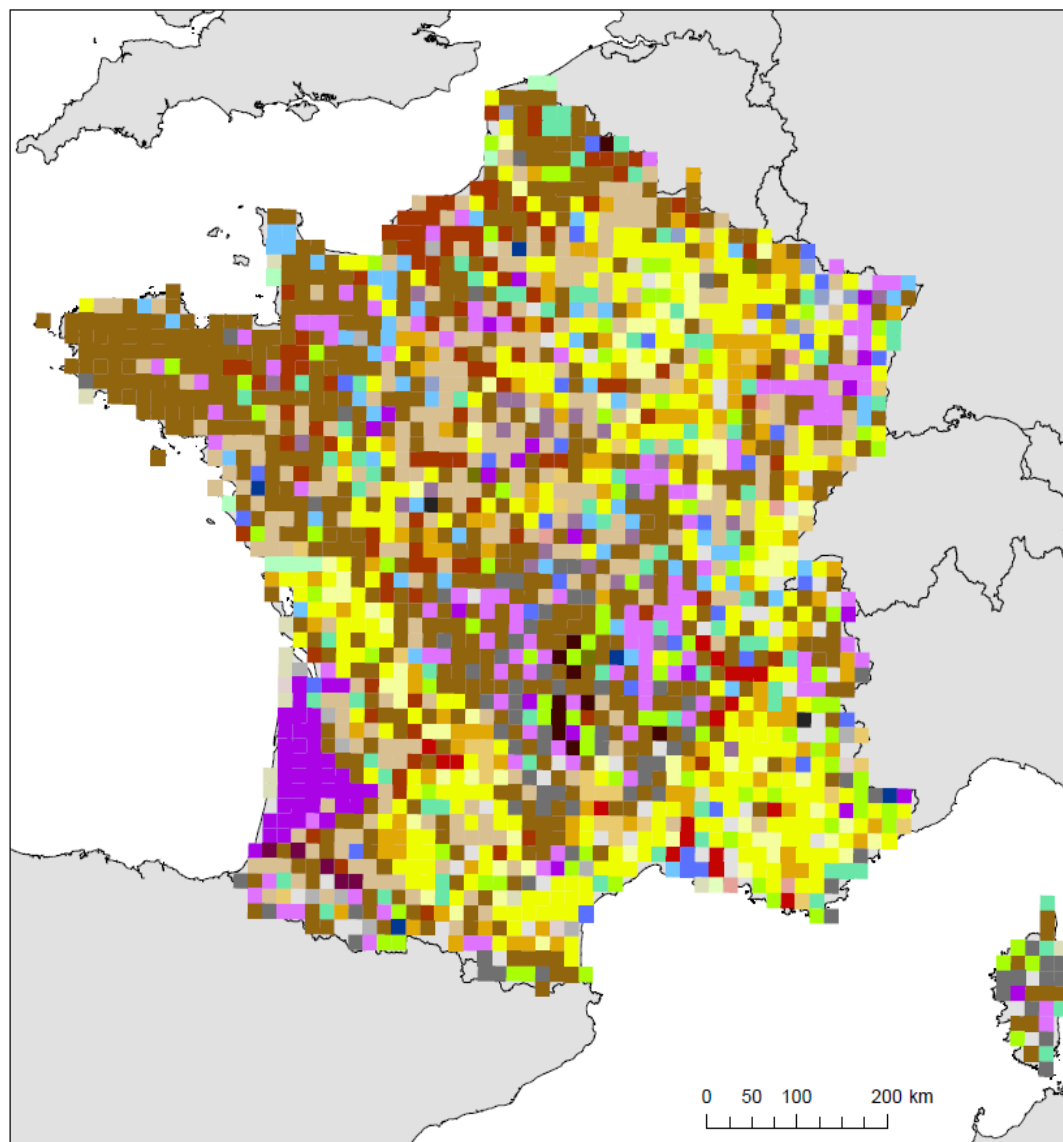
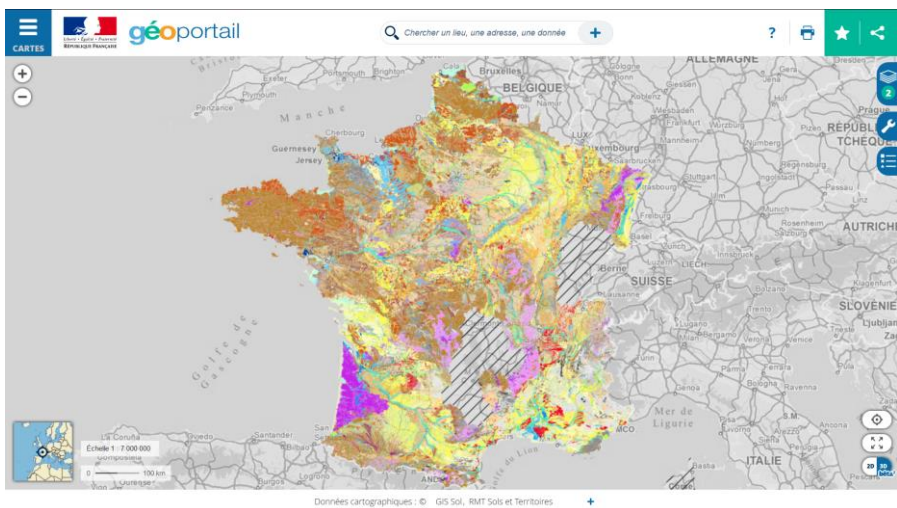
# ➤ Un réseau représentatif de l'occupation des sols français



Voir aussi :  
Voisin E., Boulonne L., Jolivet C., Ratié C., Arrouays D. – 2012. Analysis of the representativeness of land use in France by the French soil monitoring network, Poster, Eurosoil congress, Bari, Italy



# ➤ Un réseau représentatif des principaux types de sols français



- Principaux types de sols du RMQS**
- Sols minéraux**
    - Lithosols
    - Régosols
    - Rankosols
    - Arénosols
    - Peyrosols
  - Sols des vallons, vallées et milieux côtiers**
    - Colluviosols
    - Fluviosols
    - Thalassosols
    - Sodisolsols
  - Sols issus de matériaux calcaires**
    - Rendisols
    - Calcisols
    - Rendosols
    - Calcosols
    - Dolomitosols
  - Sols peu évolués**
    - Brunisols
    - Andosols
    - Vertisols
    - Organosols
  - Sols évolués**
    - Fersialsols
    - Néoluvisols
    - Luvissols
    - Véracrisols
    - Alacrisols
    - Podzolsols
  - Sols soumis à l'excès d'eau**
    - Histosols
    - Réductisols
    - Rédoxisols
    - Colluviosols-Rédoxisols
    - Brunisols-Rédoxisols
    - Néoluvisols-Rédoxisols
    - Luvissols-Rédoxisols
    - Planosols
    - Pélosols

Voir aussi :

Arrouays D., Thorette J., Daroussin J. et King D., 2001 - Analyse de représentativité de différentes configurations d'un réseau de sites de surveillance des sols. *Étude et Gestion des Sols*, 8 (1), pp. 7-17

# ➤ Une nouvelle campagne de mesure tous les quinze ans



Site n° 1402 Chamonix-Mont-Blanc (73)



Site n° 3030 St Philippe, Réunion

## RMQS1 : 2000-2015

- Métropole : 2000-2009
- Outre-mer : 2006-2015
  - 2006 Guadeloupe
  - 2007 Martinique
  - 2012 Réunion & Mayotte
  - 2014-2015 Guyane (bande côtière)

Ils creusent, ils creusent depuis 20 ans... Depuis le temps, ça en ferait de beaux terriers. Mais les imbéciles, ils rebouchent tout !!

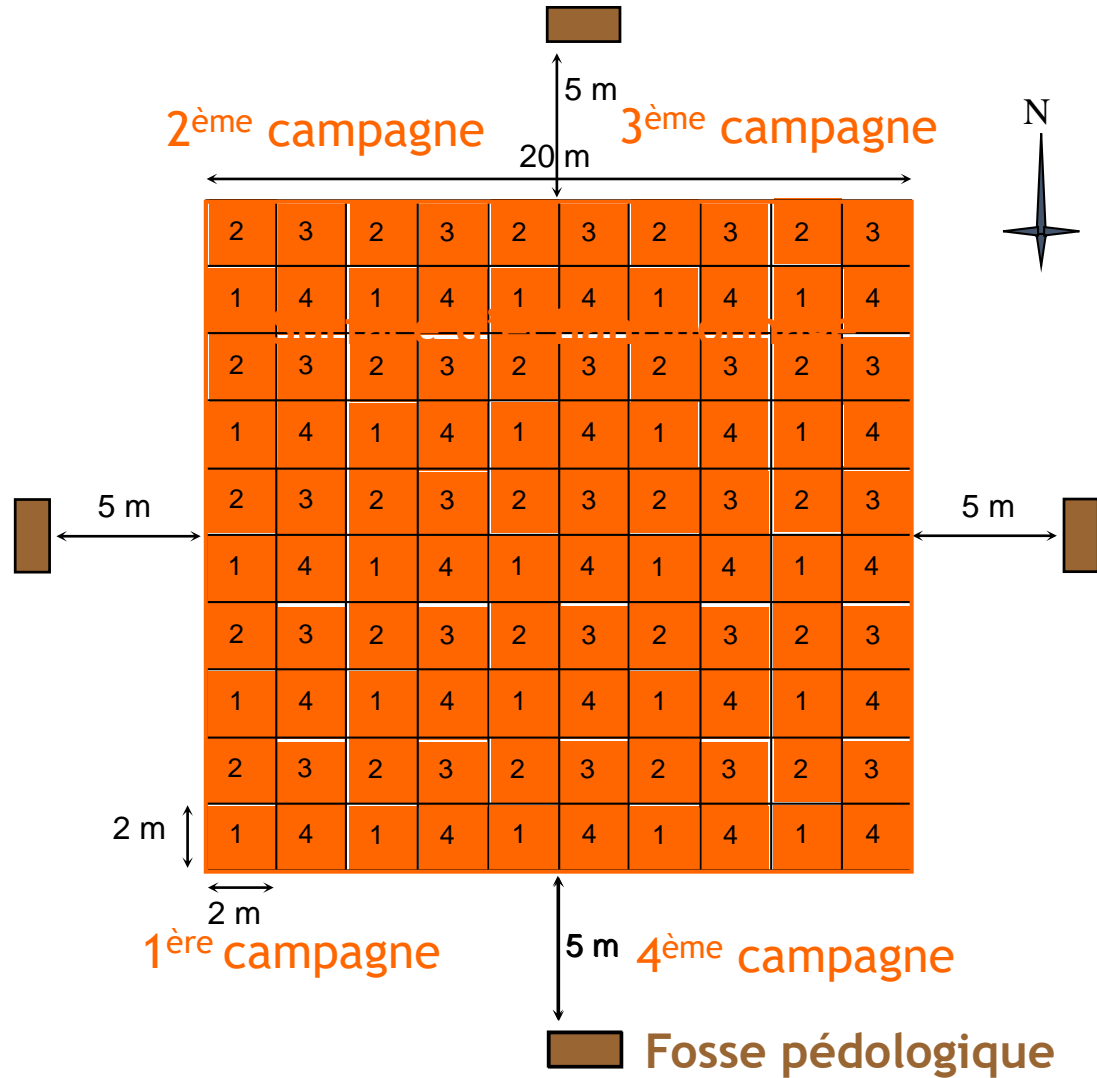


## RMQS2 : 2016-2030

- Métropole : 2016-2027
- Outre-mer : préparation en 2020, démarrage potentiel en 2021



# ➤ Un dispositif d'échantillonnage optimisé pour la surveillance des sols



Voir aussi : Jolivet C., Almeida-Falcon J-L., Berché P., Boulonne L., Fontaine M., Gouny L., Lehmann S., Maître B., Ratié C., Schellenberger E. & Soler-Dominguez N., 2018, Manuel du Réseau de mesures de la qualité des sols. RMQS2 : deuxième campagne métropolitaine, 2016 – 2027, Version 3, INRA, US 1106 InfoSol, Orléans, France



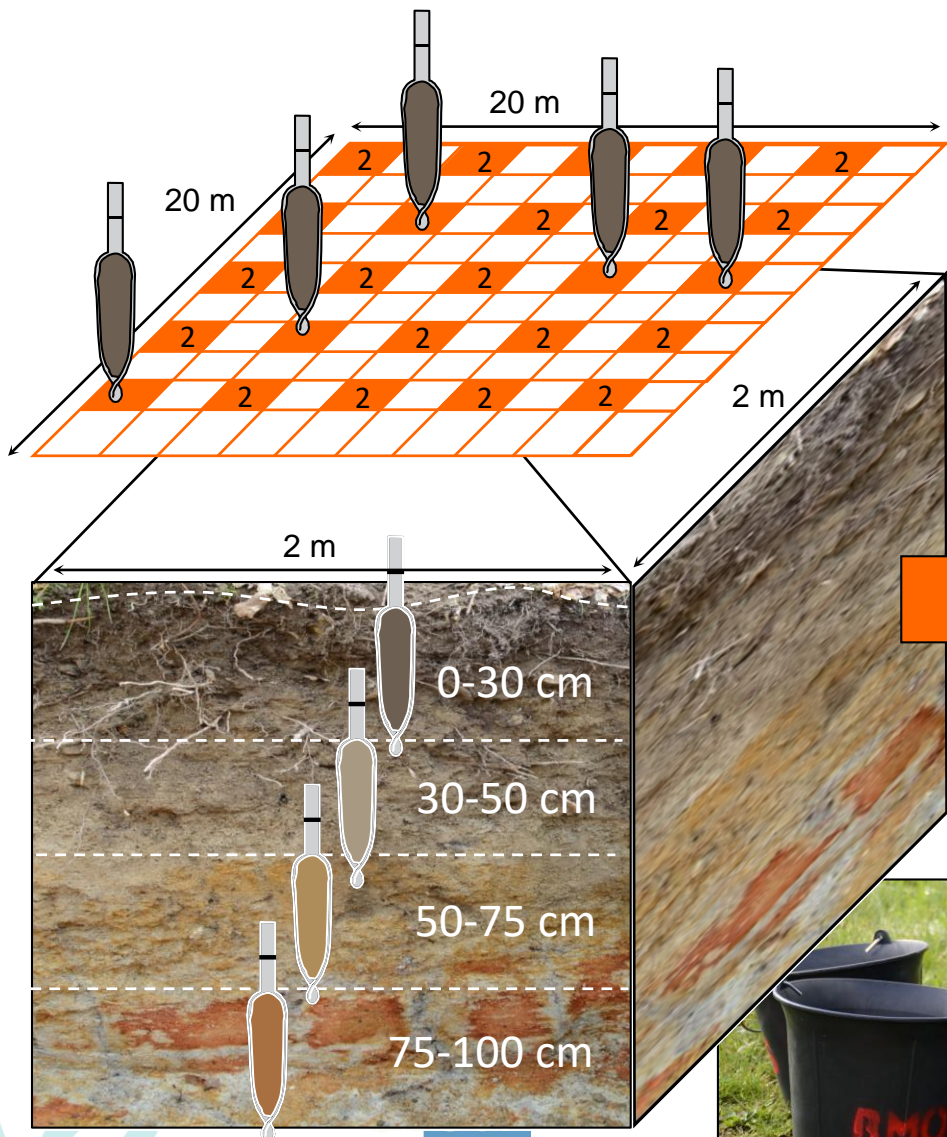
INRAE **GisSOL**

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

06 février 2020 / Le RMQS à 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet *et al.*



## ➤ La surface d'échantillonnage : collecter des échantillons composites pour le suivi spatio-temporel



Échantillonnage aléatoire non aligné



Plusieurs séries d'échantillons composites issus du mélange de 25 prélèvements élémentaires à la tarière :

- horizons O (forêts, prairies)
- couche de surface (labour ou 0-30 cm)
- couche de subsurface (~30-50 cm)
- deux couches de profondeur (50-75 et 75-100 cm)





# ➤ Des centaines de milliers de coups de tarière !





# ➤ La fosse pédologique : creuser, décrire, échantillonner les horizons du sol...



**TABLE PROFIL** **DONESOL3**

N° étude	Nom profil	No_prof_base	Commune	N° dép.	Auteur	Organisme	Date	Altitude (m)
R7052	2126		Aix en Provence		JC. LACASIN C. JOLIVET	SCP INRAE	13.04.16	

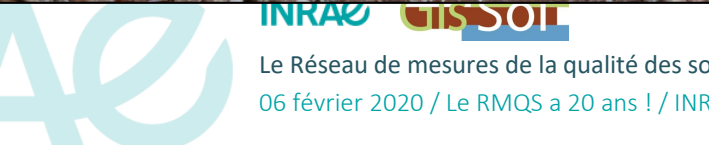
Coordonnées		Systèmes de coordonnées	Erosion	Surface	Usage	Occupation du sol
x	y			état de la surface		
		4316-WGS84 2975-RG093/UTM zone 40S 27582-NTF (Paris)/France II 2154-RG093/Lambert-93 2970-Guadalupe 2973-Martinique <input checked="" type="checkbox"/> N-Erosion ni battante	1-Battance 2-Erosion en nappe 3-Erosion éolienne 4-Erosion en rigoles 5-Erosion en ravins 6-Dépôts de matériaux grossiers 7-Dépôts de matériaux fins 8-Erosion ravinatoire % éléments grossiers		Zone naturelle 2000: Nigels de Bonnelle	Forêt méditerranéenne Plantation de Pin d'Alep  Stade de la culture

Climat						
Durée	Intensité	Nature	Domaine climatique			Climat local
1-Les jours précédents 2-Les semaines précédentes	1-faible 2-moyenne 3-forte	1-pluvieux 2-nuageux 3-humide 4-ensoleillé 5-sec 6-de sécheresse 7-de gel 8-venteux 9-variable	1-tropical humide 2-tropical semi-humide 3-subtropical humide 4-subtropical à été sec 5-stépennique ou semi-aride 6-désertique ou aride 7-tempéré océanique 8-tempéré continental 9-boréal 10-polaire de toundra 11-polaire des zones glacées 12-de montagne			méditerranéen
						Etage bioclimatique
						1-collinien 2-montagnard 3-subalpin 4-alpin 5-nival



Site n° 2126 Aix-en-Provence (13)





# ➤ 2 240 fosses pédologiques décrites, échantillonnées et analysées





# ➤ RMQS : 40 000 échantillons frais par campagne = 200 000 après préparation !





# ➤ Des centaines d'interventions en appui aux équipes de terrain





# ➤ Une collecte de données sur l'environnement et les pratiques

## Environnement et sources de contamination



## Historique et pratiques de gestion = enquêtes



INRA Unité Infosol - RMQS

RMQS F 01B version 3 1105

### 5.4. Façons culturales, itinéraires techniques

1. Lister la succession des opérations pour les principales cultures de la succession culturale en cours : sous-solage, déchaumage, semis, hersage ou semis combiné, labour, (préciser la profondeur de travail du sol), passages pour fertilisation et traitements...
2. Préciser pour chaque opération l'outil utilisé, notamment pour les travaux du sol.
3. Préciser également la période ou date d'intervention.

1<sup>ère</sup> culture : *blé*.....année : *2005*..... précédent : *blé*.....

Opérations	Date	Outil-méthode	Profondeur du travail du sol
Déchaumage (2 passages)	août	outil à dents et disques	
Fertilisation PK	septembre	épandeur centrifuge	
Semis	11	hèse rotative et semoir	travail réduit du sol
Roulage	11	rouleau ondulé	
6 traitements (herbicide, fongicide...)	sept. à octobre	pulvérisateur	
Fertilisation N, S	janvier	épandeur centrifuge	
3 traitements fongicide	mars	pulvérisateur	
Récolte	juillet	moiss. - batteuse	
Broyage des tiges	août		

2<sup>ème</sup> culture : *blé*.....année : *2004 et 2000*..... précédent : *betterave*.....

Opérations	Date	Outil-méthode	Profondeur du travail du sol
Déchaumage (2 passages)	oct ou nov	outil à dents + disque	
Semis	oct ou nov	hèse rotative + semoir	
6 traitements	déc à juin	pulvérisateur	
4 passages fertilisation (N, S)	janv. à avril	"	
Récolte	juillet	moiss. batteuse	
Récolte fèves	août	hèse - roundbaler	





# ➤ Un menu analytique complet pour caractériser les sites

## • Paramètres pédologiques

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

## • Propriétés hydriques

- Réservoir en eau utilisable (1 site sur 4)

## • Contaminants et santé

- Éléments traces : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl, Zn
- Micropolluants organiques : HAP, PCB, dioxines, furanes, OCP, herbicides (sélection de sites)
- Microorganismes pathogènes

## • Carbone et changement climatique

- Stocks de carbone profond  $\leq 1\text{m}$
- Matières organiques particulières (1 site sur 2)
- Qualité des matières organique par spectrométrie NIRS, MIRS, Black carbon, Glomaline

## • Biodiversité

- Richesse et diversité microbienne par extraction d'ADN bactérien et fongique (Génosol)
- Activités enzymatiques (BioChemEnv)
- Faune du sol : vers de terre, nématodes, collemboles, etc. (Bretagne)



Le RMQS a 20 ans !

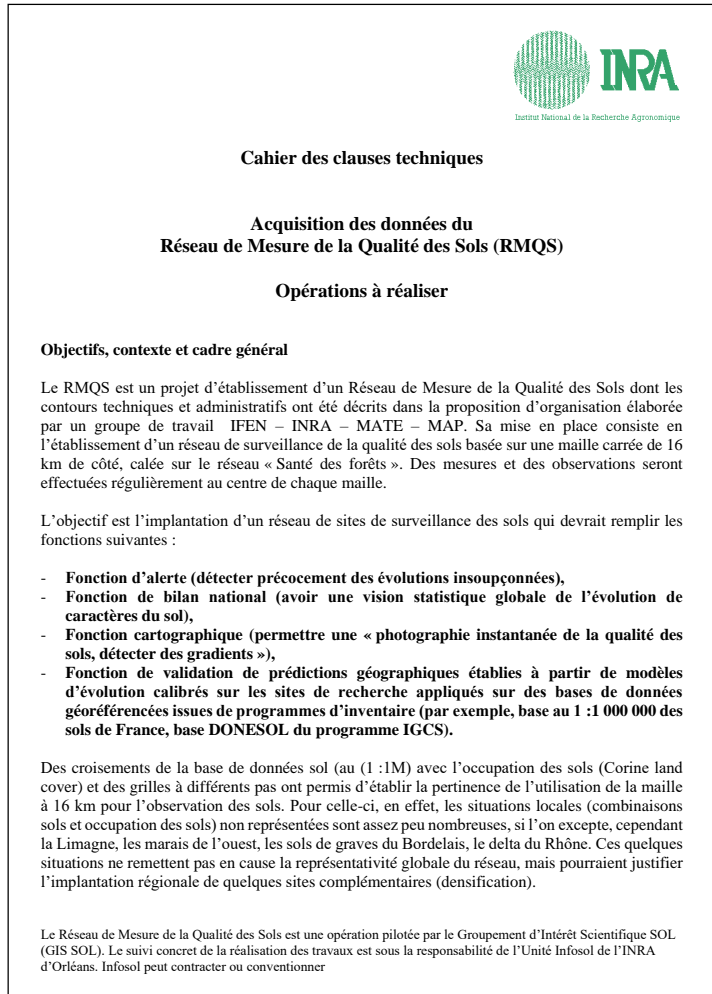
20 ans d'efforts soutenus !






# ➤ Du cahier des clauses techniques au manuel RMQS

Février 2001 : 5 pages



  
Institut National de la Recherche Agronomique

**Cahier des clauses techniques**

**Acquisition des données du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)**

**Opérations à réaliser**

**Objectifs, contexte et cadre général**

Le RMQS est un projet d'établissement d'un Réseau de Mesure de la Qualité des Sols dont les contours techniques et administratifs ont été décrits dans la proposition d'organisation élaborée par un groupe de travail IFEN – INRA – MATE – MAP. Sa mise en place consiste en l'établissement d'un réseau de surveillance de la qualité des sols basée sur une maille carrée de 16 km de côté, calée sur le réseau « Santé des forêts ». Des mesures et des observations seront effectuées régulièrement au centre de chaque maille.

L'objectif est l'implantation d'un réseau de sites de surveillance des sols qui devrait remplir les fonctions suivantes :

- **Fonction d'alerte** (détecter précocement des évolutions insoupçonnées),
- **Fonction de bilan national** (avoir une vision statistique globale de l'évolution de caractères du sol),
- **Fonction cartographique** (permettre une « photographie instantanée de la qualité des sols, détecter des gradients »),
- **Fonction de validation de prédictions géographiques** établies à partir de modèles d'évolution calibrés sur les sites de recherche appliqués sur des bases de données géoréférencées issues de programmes d'inventaire (par exemple, base au 1 :1 000 000 des sols de France, base DONESOL du programme IGCS).

Des croisements de la base de données sol (au 1 :1M) avec l'occupation des sols (Corine land cover) et des grilles à différents pas ont permis d'établir la pertinence de l'utilisation de la maille à 16 km pour l'observation des sols. Pour celle-ci, en effet, les situations locales (combinaisons sols et occupation des sols) non représentées sont assez peu nombreuses, si l'on excepte, cependant la Limagne, les marais de l'ouest, les sols de graves du Bordelais, le delta du Rhône. Ces quelques situations ne remettent pas en cause la représentativité globale du réseau, mais pourraient justifier l'implantation régionale de quelques sites complémentaires (densification).

Le Réseau de Mesure de la Qualité des Sols est une opération pilotée par le Groupement d'Intérêt Scientifique SOL (GIS SOL). Le suivi concret de la réalisation des travaux est sous la responsabilité de l'Unité Infosol de l'INRA d'Orléans. Infosol peut contracter ou conventionner

Juin 2006 : 92 pages + annexes



  
Réseau de mesures de la qualité des sols

  
Groupement d'intérêt scientifique SOL

**Manuel**

du

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



Edition 2006

Janvier 2018 : 110 pages + annexes





**Manuel du Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)**

**Deuxième campagne métropolitaine 2016 - 2027**



  
SCIENCE & IMPACT



# ➤ De la salle des terres au Conservatoire européen des échantillons de sol



Entre 2000 et 2002 : La salle des terres de la carto  
Une salle de préparation en sous-sol de 25 m<sup>2</sup> + quelques étagères de stockage



2003-2013 : Le conservatoire national d'échantillons de sols  
Un hangar avec 50 m<sup>2</sup> de laboratoire + 100 m<sup>2</sup> de stockage

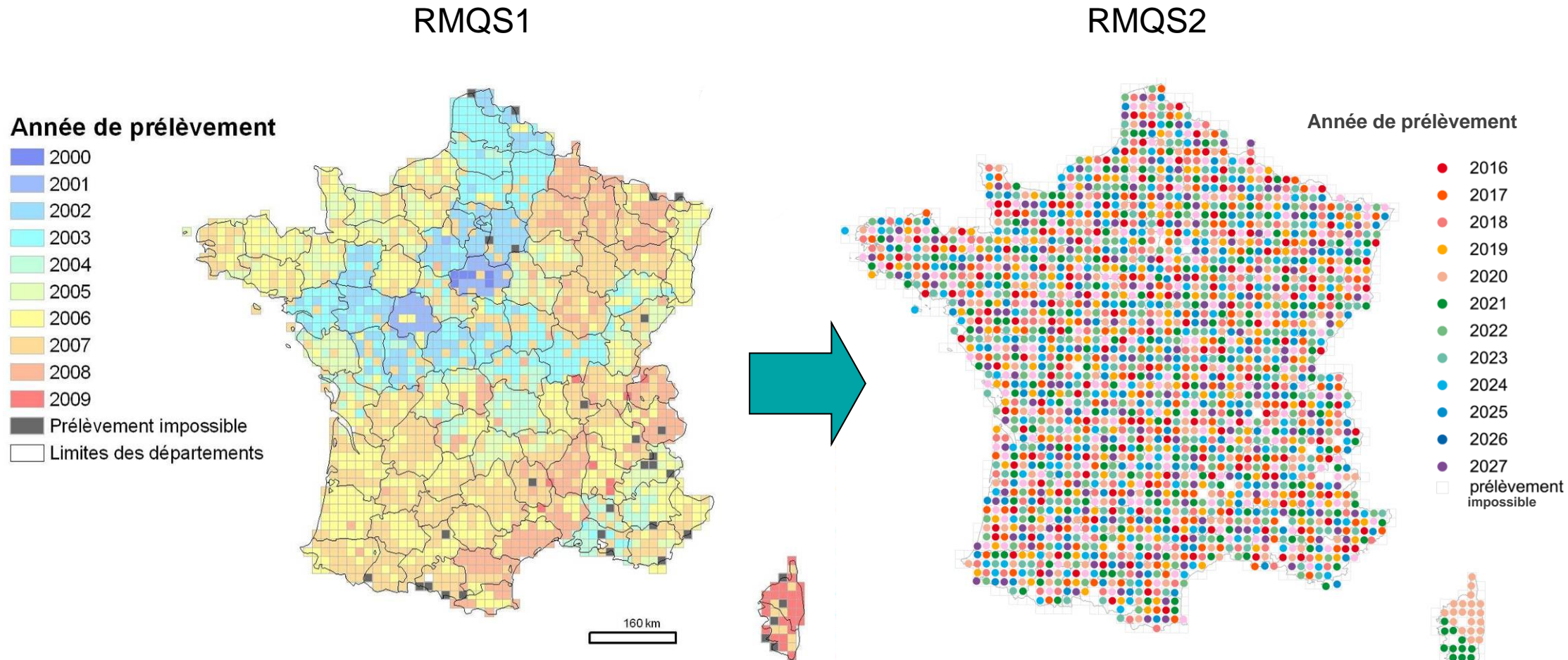


Depuis 2014 : Le conservatoire européen des échantillons de sols  
Un bâtiment en pisé avec 150 m<sup>2</sup> de laboratoire + 400 m<sup>2</sup> de stockage





# ➤ D'une stratégie d'échantillonnage régionalisée à l'annualisation optimisée



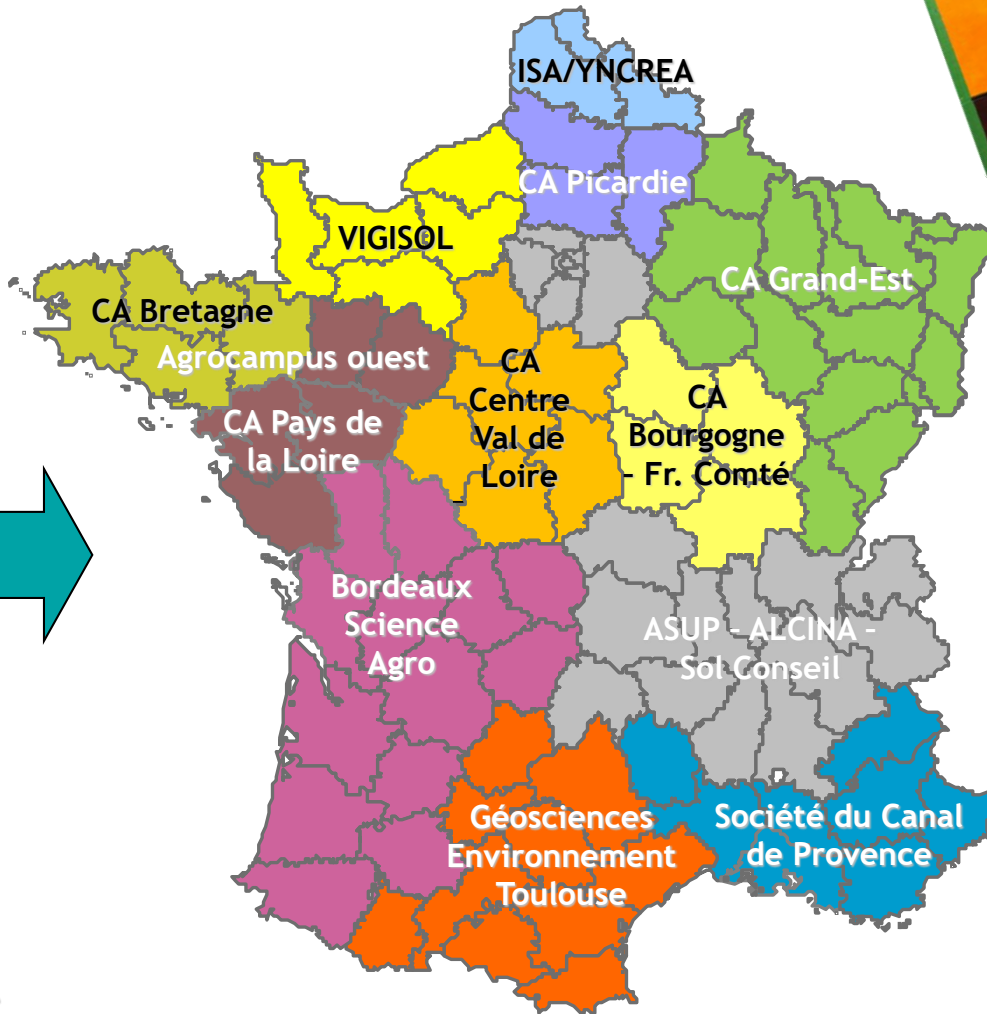
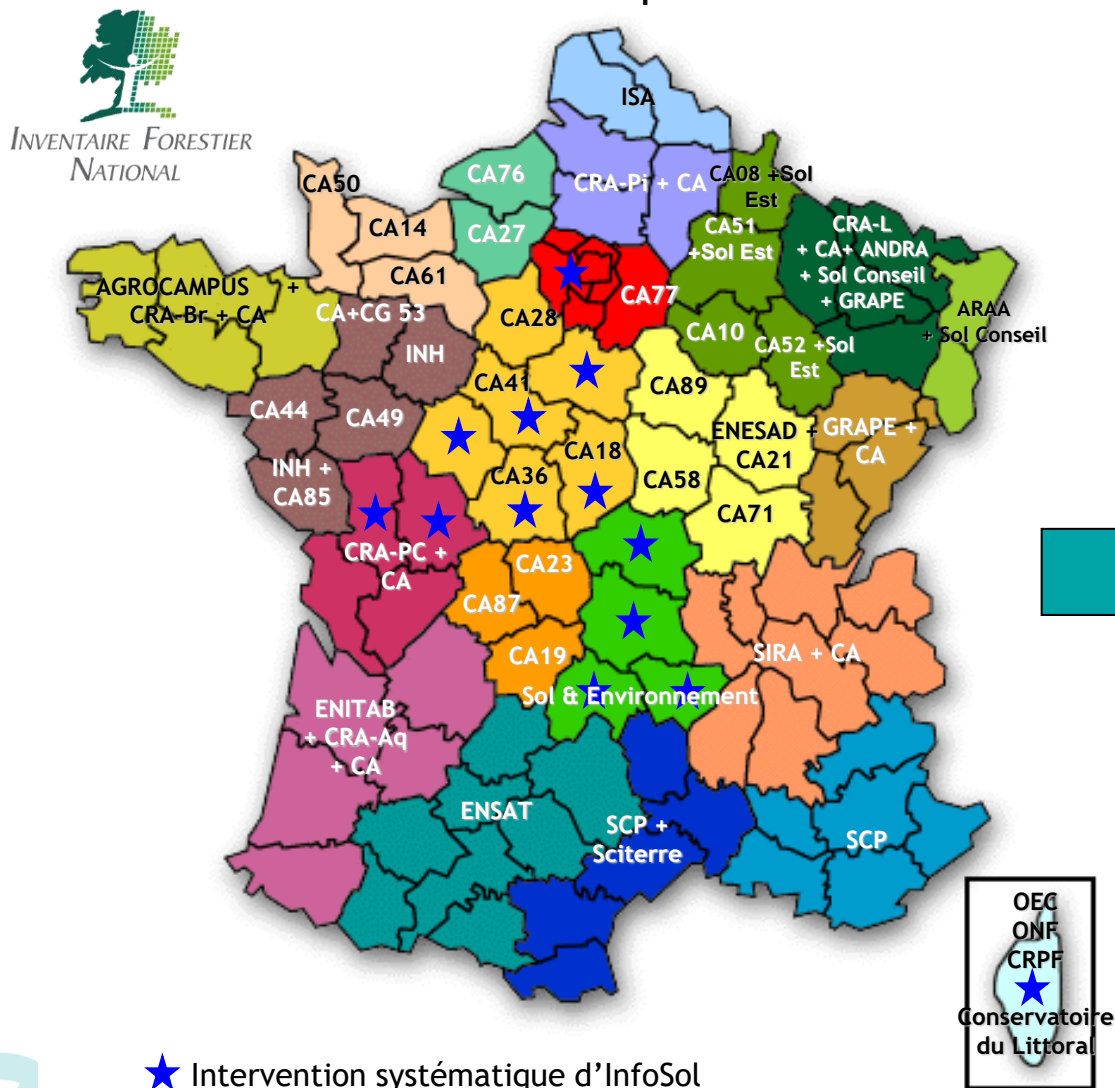
- Améliorer la capacité du RMQS à détecter des évolutions
- Cartographier plus rapidement des variables à l'échelle de la France
- Intégrer les contraintes techniques et logistiques de nouvelles déterminations (RU)



# ➤ une collaboration renouvelée avec nos partenaires régionaux

RMQS1 : 52 partenaires

RMQS2 : 12 partenaires



★ Intervention systématique d'InfoSol

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

06 février 2020 / Le RMQS a 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet et al.

Un réseau optimisé pour une meilleure efficacité

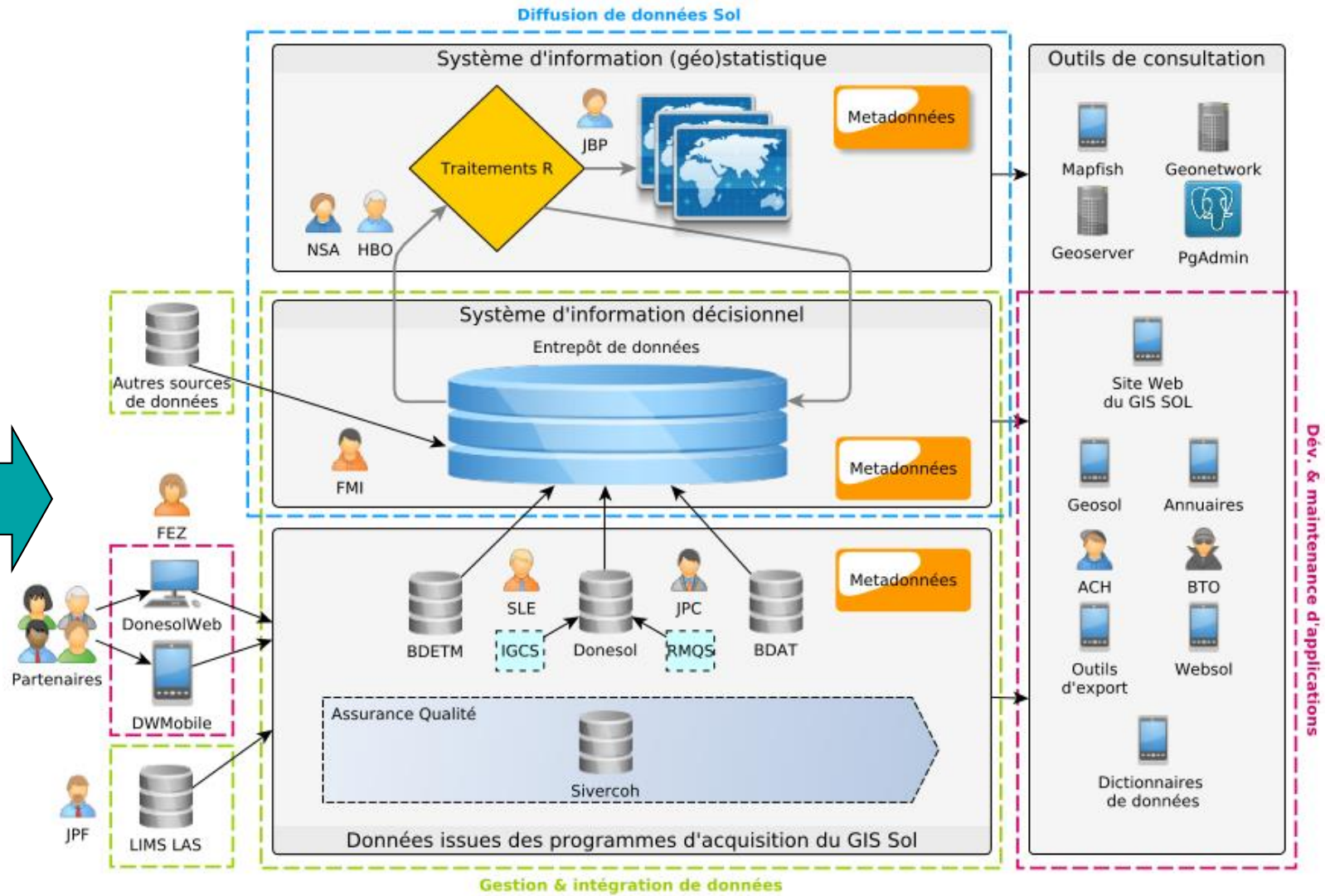
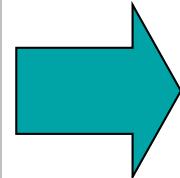
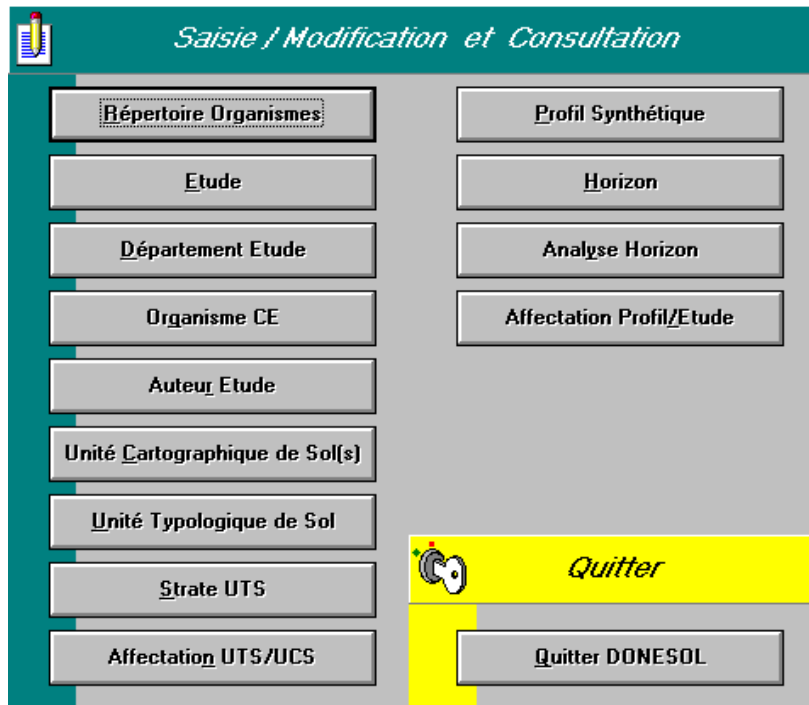




**Merci à tous!**



# ➤ De DONESOL PC au Système d'information SOL





## ➤ Un programme à 1M d'euros par an

Dépenses (M€)	RMQS 1	RMQS 1bis	RMQS 2	RMQS 1-OM	Recettes (M€)	RMQS 1	RMQS 1bis	RMQS 2	RMQS 1-OM
Mise en place sites	3,2		4,8	0,04	Gis Sol	4,8	1,2	8,8	0,4
Pers. permanent	2,4	0,8	3,7	0,2	INRA salaires perm.	2,4	0,8	3,7	0,15
Projet BIOSOIL	1,1				IRD salaires perm.				0,05
Pers. contractuel	1,0	0,1	2,1	0,04	BIOSOIL EUROPE	1,0			
Analyses	0,8	1,1	0,9	0,1	BIOSOIL DSF	0,3			
Fonctionnement	0,6	0,03	0,8	0,02	INRA (contrats, SE, EA)	0,3			
Déplacements	0,4		0,6	0,15	Partenaires RMQS	0,9		0,6	
Frais gestion INRA	0,1	0,04	0,2	0,01					
<b>Total</b>	<b>9,6</b>	<b>2,0</b>	<b>13,1</b>	<b>0,6</b>	<b>Total</b>	<b>9,6</b>	<b>2,0</b>	<b>13,1</b>	<b>0,6</b>

➔ RMQS1 : 4 000 € /site ; RMQS2 : 6 000 € /site ; RMQS-OM : 8 000 € /site





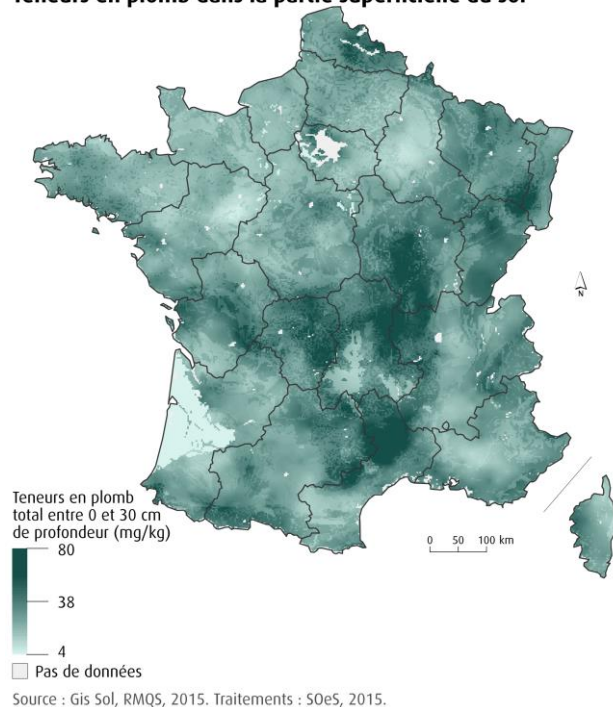


# ➤ Des données pour répondre aux enjeux actuels et futurs concernant les sols



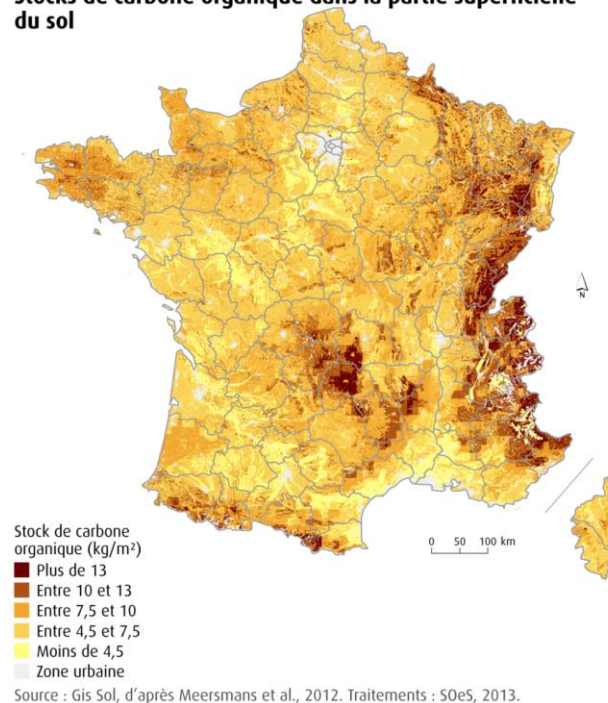
## Contaminants et santé

Teneurs en plomb dans la partie superficielle du sol



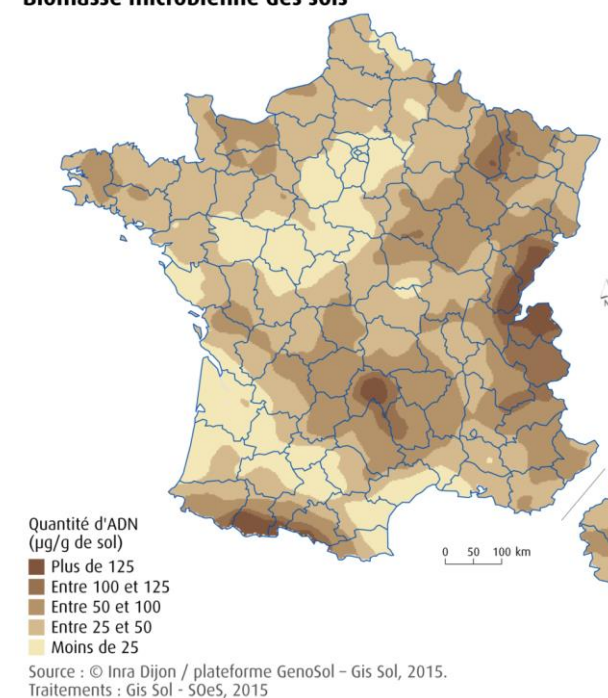
## Carbone et changement climatique

Stocks de carbone organique dans la partie superficielle du sol



## Biodiversité

Biomasse microbienne des sols



→ Contaminants - Nicolas SABY *et al.*

→ Carbone – Manuel MARTIN *et al.*

→ Biodiversité – Camille IMBERT *et al.*





# ➤ Recherche, expertise et appui aux politiques publiques

RMQS1 = 37 projets de recherche associés

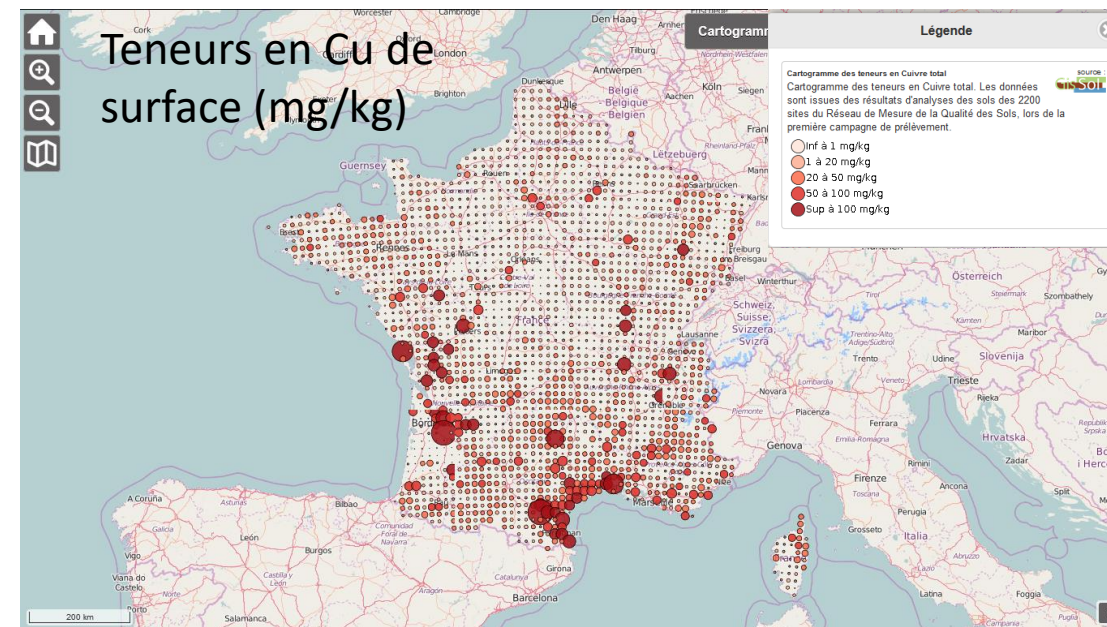
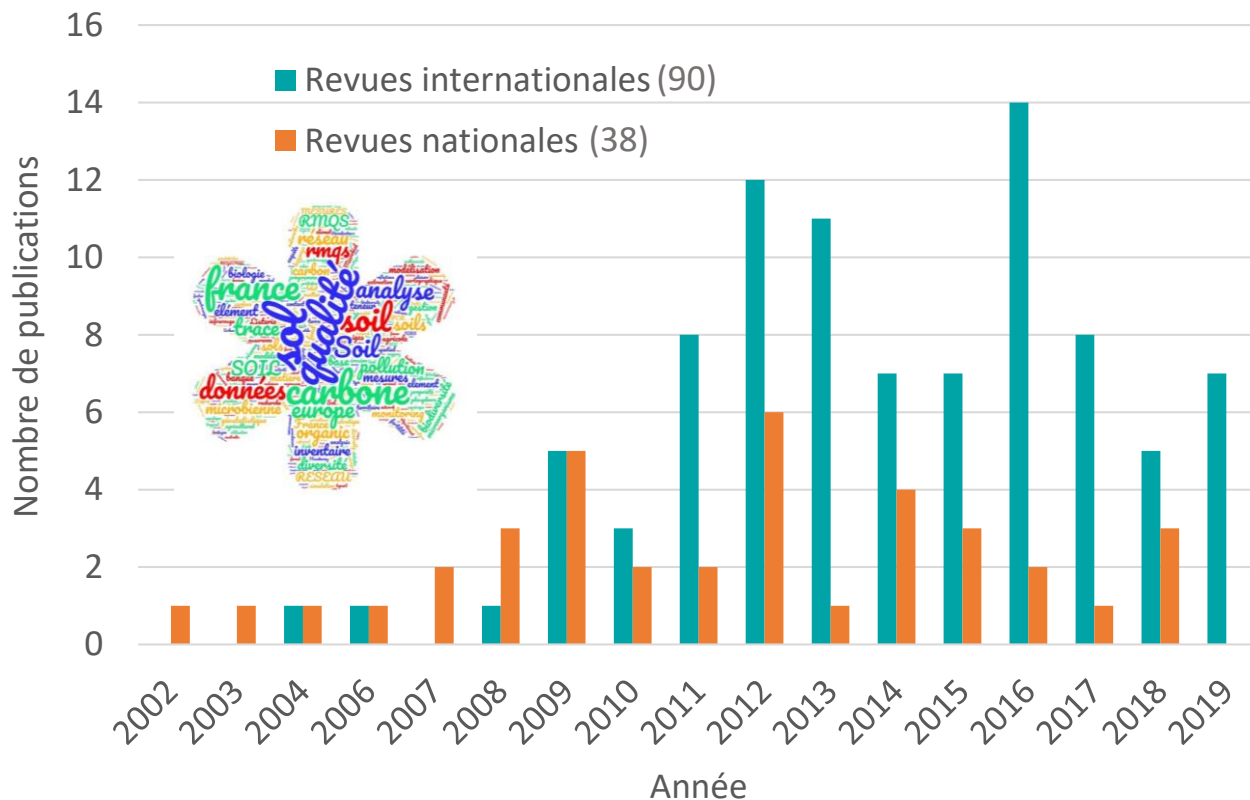
Thématique de recherche	Nombre de projets
Éléments traces métalliques	7
Analyses microbiennes	7
Carbone et matières organiques	6
Micropolluants organiques	5
Spectrométrie (NIRS et MIRS)	5
Phosphore total	2
Autres éléments	2
Mesures magnétiques	1
Mesures physiques	1
Gaz à Effet de Serre	1
<b>Total</b>	<b>37</b>

- **Contaminants et santé**
  - INERIS / PNSE : *évaluation de l'exposition et inégalités environnementales*
  - ANSES / PPV : *fonder la phytopharmacovigilance dans les sols français sur le RMQS ?*
- **Carbone**
  - CITEPA : *bilan des émissions et rapports européens*
  - FAO : *carte des stocks de carbone mondiaux*
  - COP21 : *initiative 4pour1000 Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat*
- **Biodiversité**
  - OFB : *fonder la surveillance de la biodiversité des sols sur le RMQS ?*

RMQS2 : déjà plus de 10 projets associés ou en préparation



# ➤ Une politique de publication et diffusion des données tournée vers l'open access



> 128 publications, 67 licences d'accès aux données

+ services web cartographiques <http://www.gissol.fr/donnees>

+ données <https://data.inra.fr/dataverse/gissol> p. 30

Le RMQS a 20 ans !

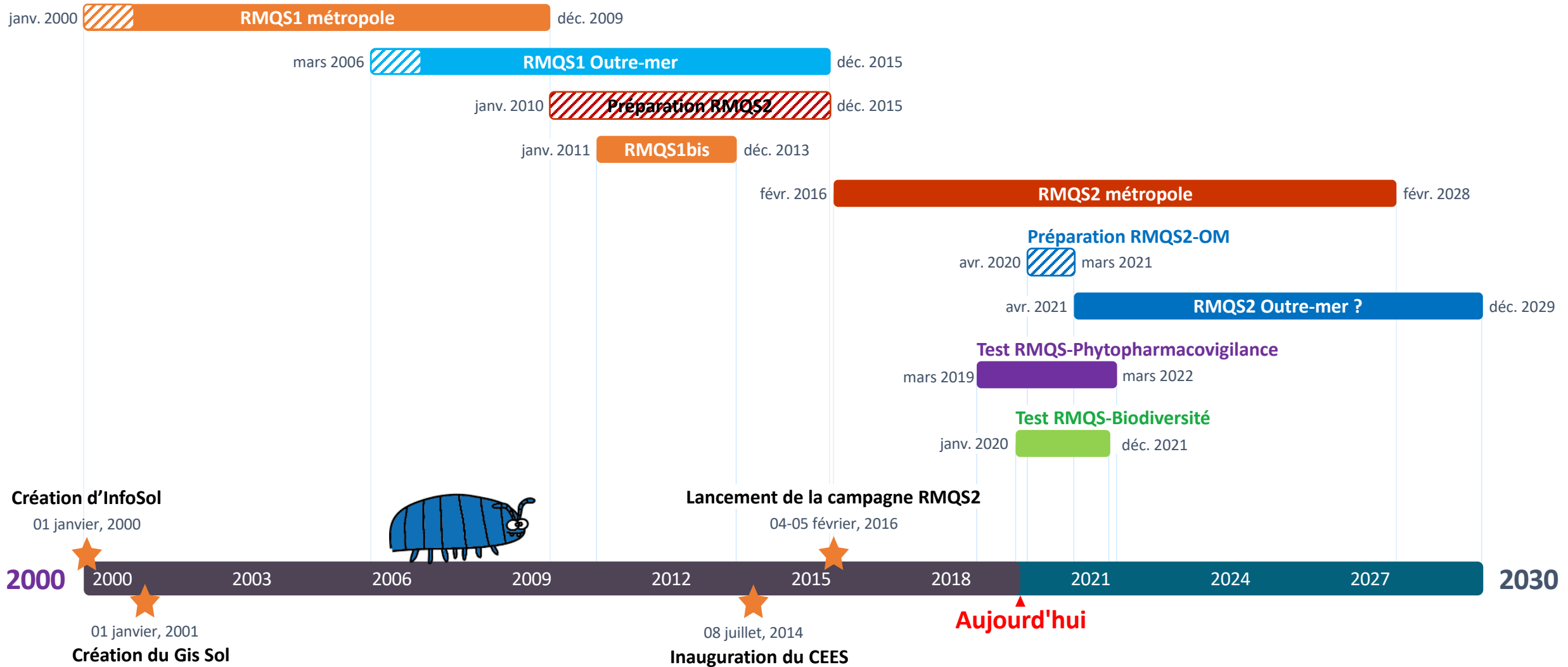


Et demain ?

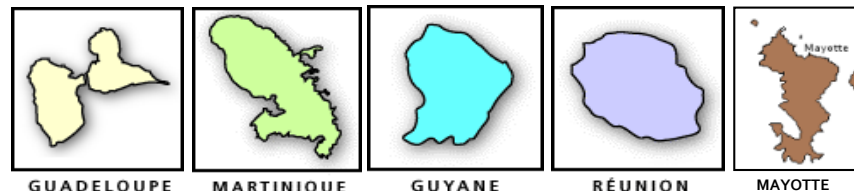
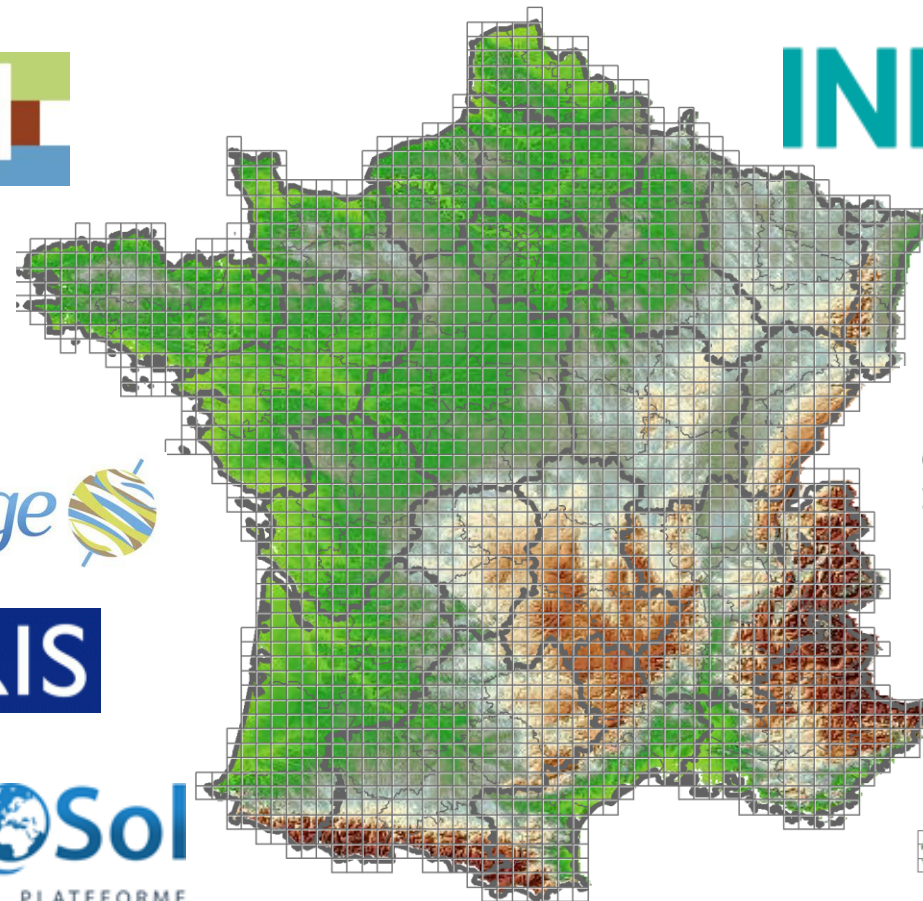




# ➤ La ligne de vie du RMQS : 2000 – 2030



# ➤ Demain, le RMQS sera au cœur des actions sur les sols



Le Réseau de mesures de la qualité des sols

06 février 2020 / Le RMQS a 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet *et al.*

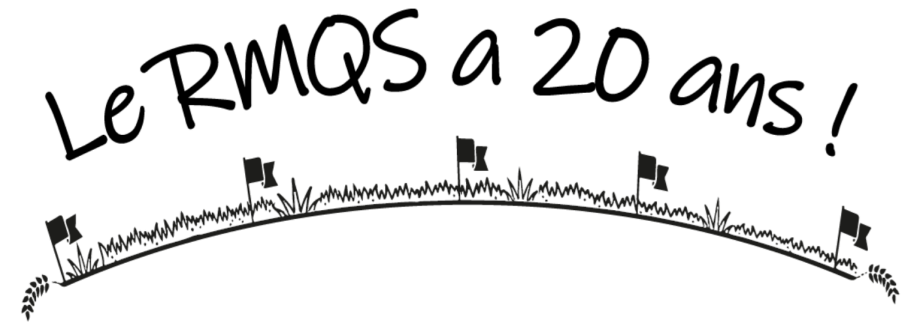


## ➤ Durant 20 ans, à quoi avons-nous résisté ?

- A l'épuisement professionnel : ceci est mon 175<sup>e</sup> diaporama powerpoint sur le RMQS !
- A l'incertitude récurrente sur les financements
- A la valse des CDD (87 personnes recrutées sur le RMQS en 20 ans !)

### Le secret ?

- Savoir se remettre en question et se renouveler
- Prendre du recul et de la hauteur pour sortir la tête du guidon
- Ténacité et détermination
- Exigence sur la qualité
- Collaborer et travailler en réseau
- Toujours se faire plaisir !



**Ensemble nous avons construit un dispositif pour aujourd'hui et pour les générations futures**

# Bon anniversaire !

## Et longue vie au RMQS !





*« On n'a pas tous les jours vingt ans,  
Ça nous arrive une fois seulement,  
C'est le jour le plus beau d'la vie,  
Alors on peut faire des folies ! »*



(Léon Raiter / Fernand Pothier)