



**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

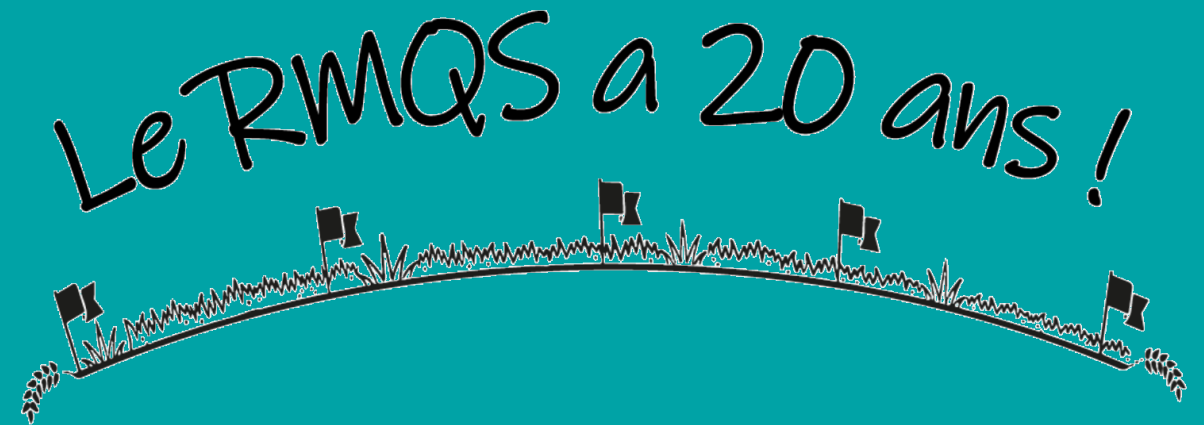
**HAL Id: hal-03537664**

**<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)

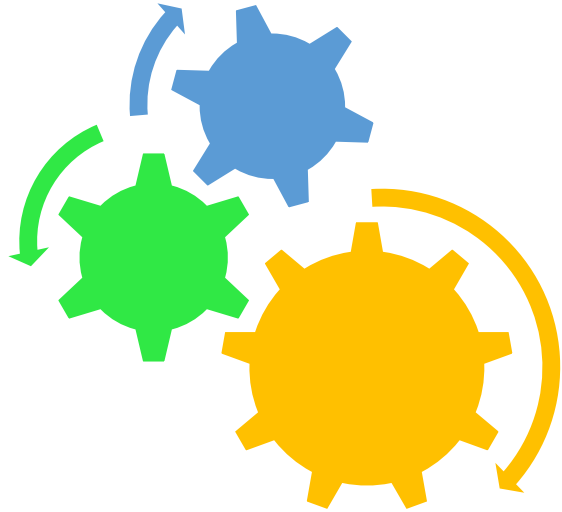
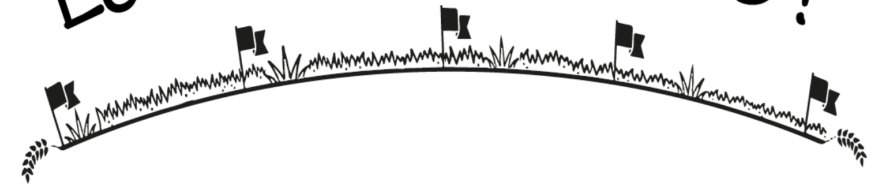
évaluer et suivre l'état des sols français à long terme



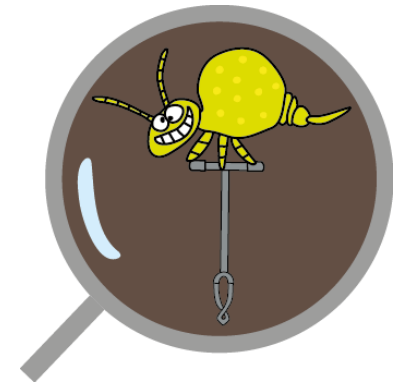
# ➤ Il était une fois le RMQS, dans le Loiret, il y a 20 ans...



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

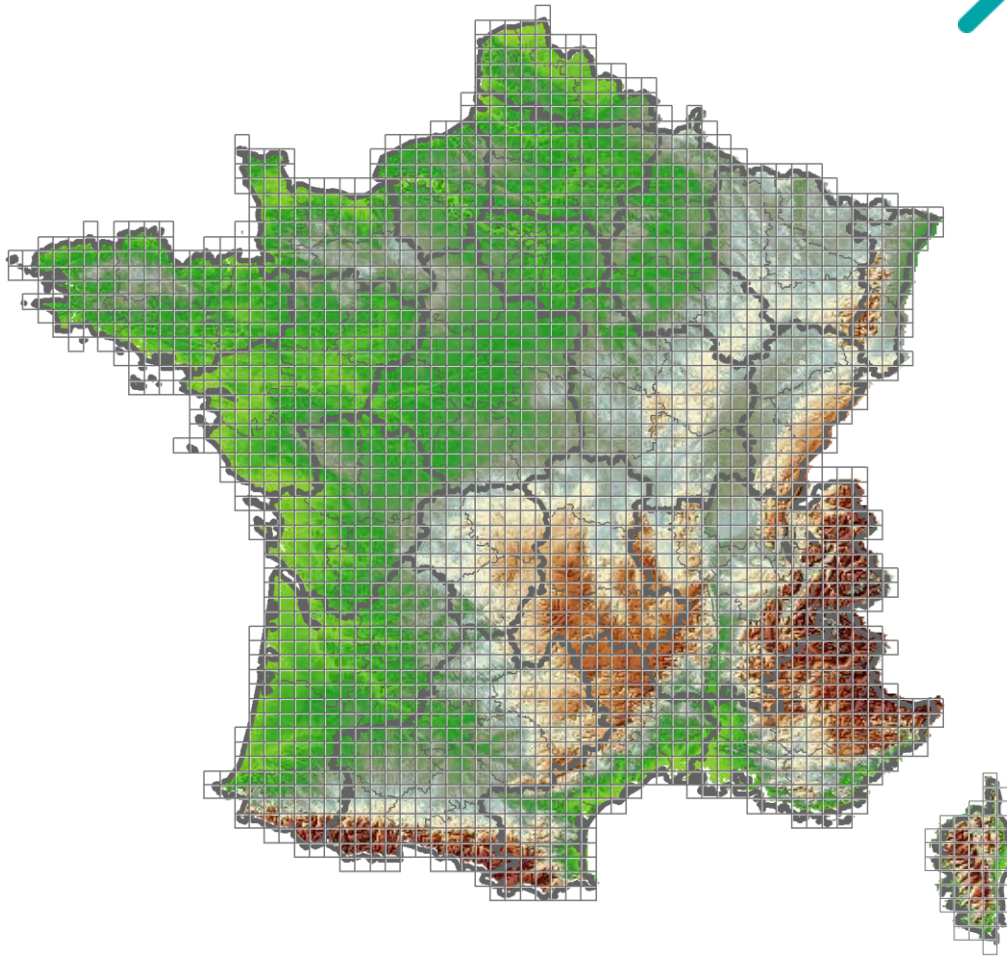
- Établir un **tableau de bord** de la qualité des sols (bilan et référence)
- **Cartographier** les propriétés des sols
- Détecter des **évolutions** (réseau d'alerte)
- Constituer une **banque d'échantillons** de sols

Voir aussi :

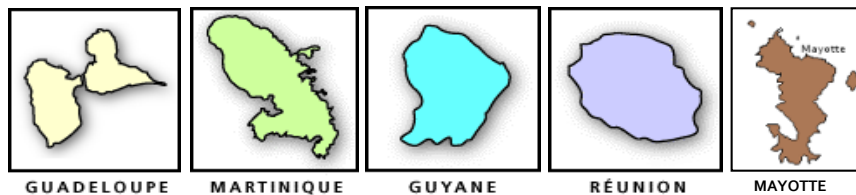
Arrouays D., Jolivet C., Boulonne L., Bodineau G., Saby N. et Grolleau E., 2002 - Une initiative nouvelle en France : la mise en place d'un réseau multi-institutionnel de la mesure de la qualité des sols (RMQS). Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de Paris, 88, n° 5, pp. 93-103



## ➤ 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

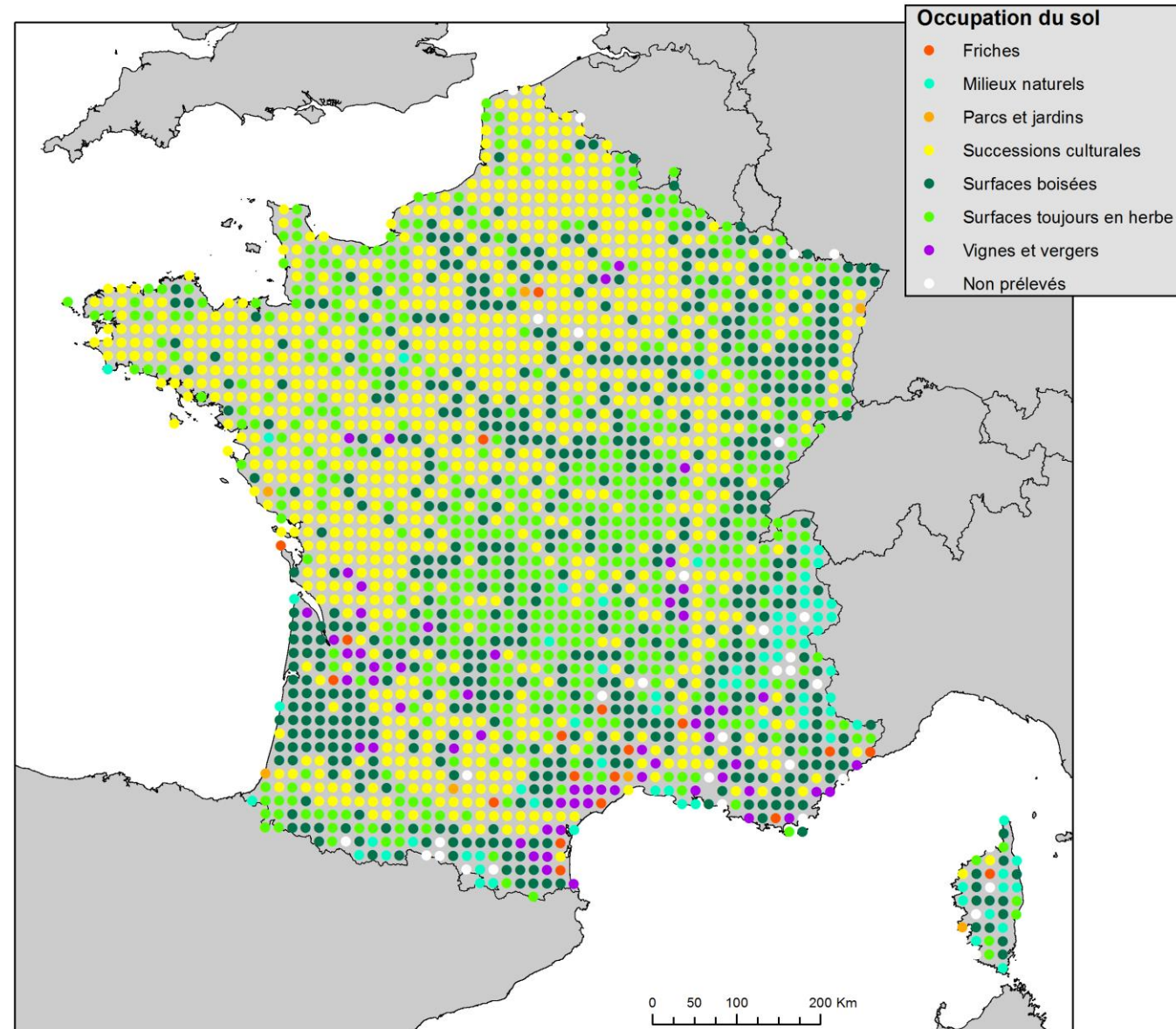
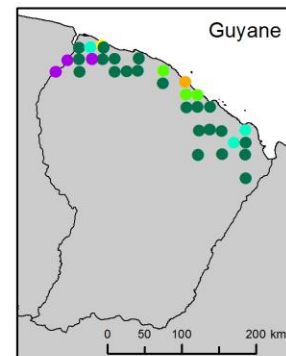
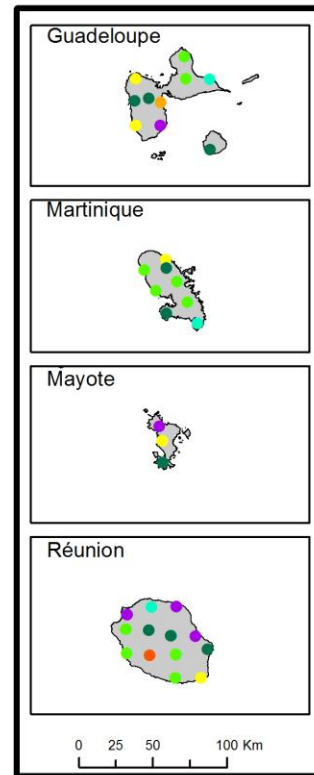
MAYOTTE

INRAE **GisSOL**

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

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

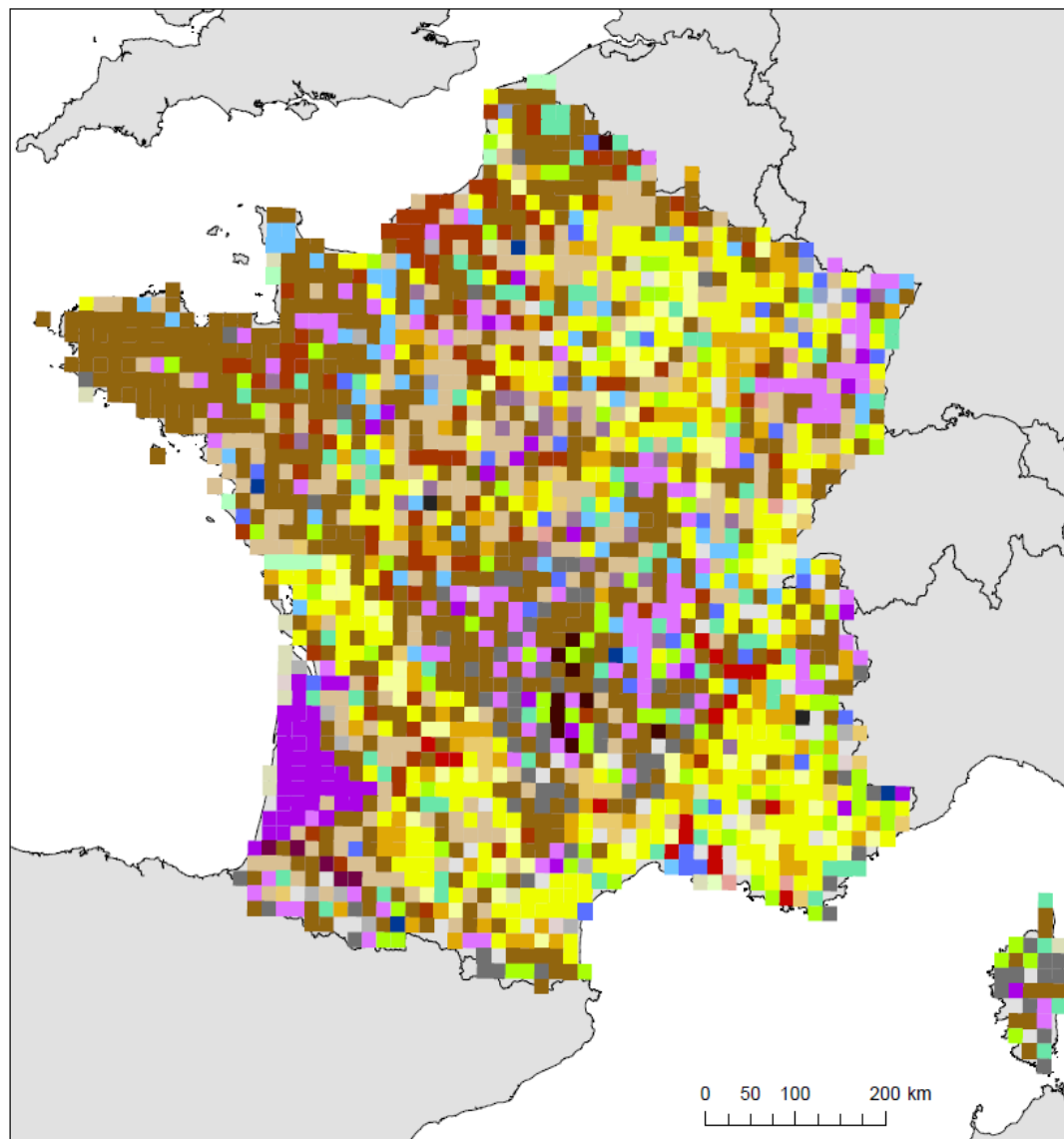
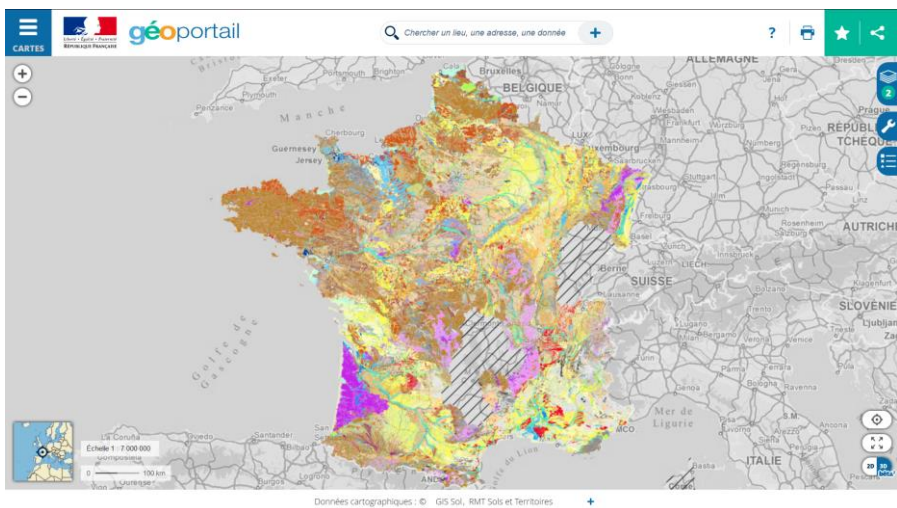
# ➤ Un réseau représentatif de l'occupation des sols français



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
- Alocrisols
- 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)

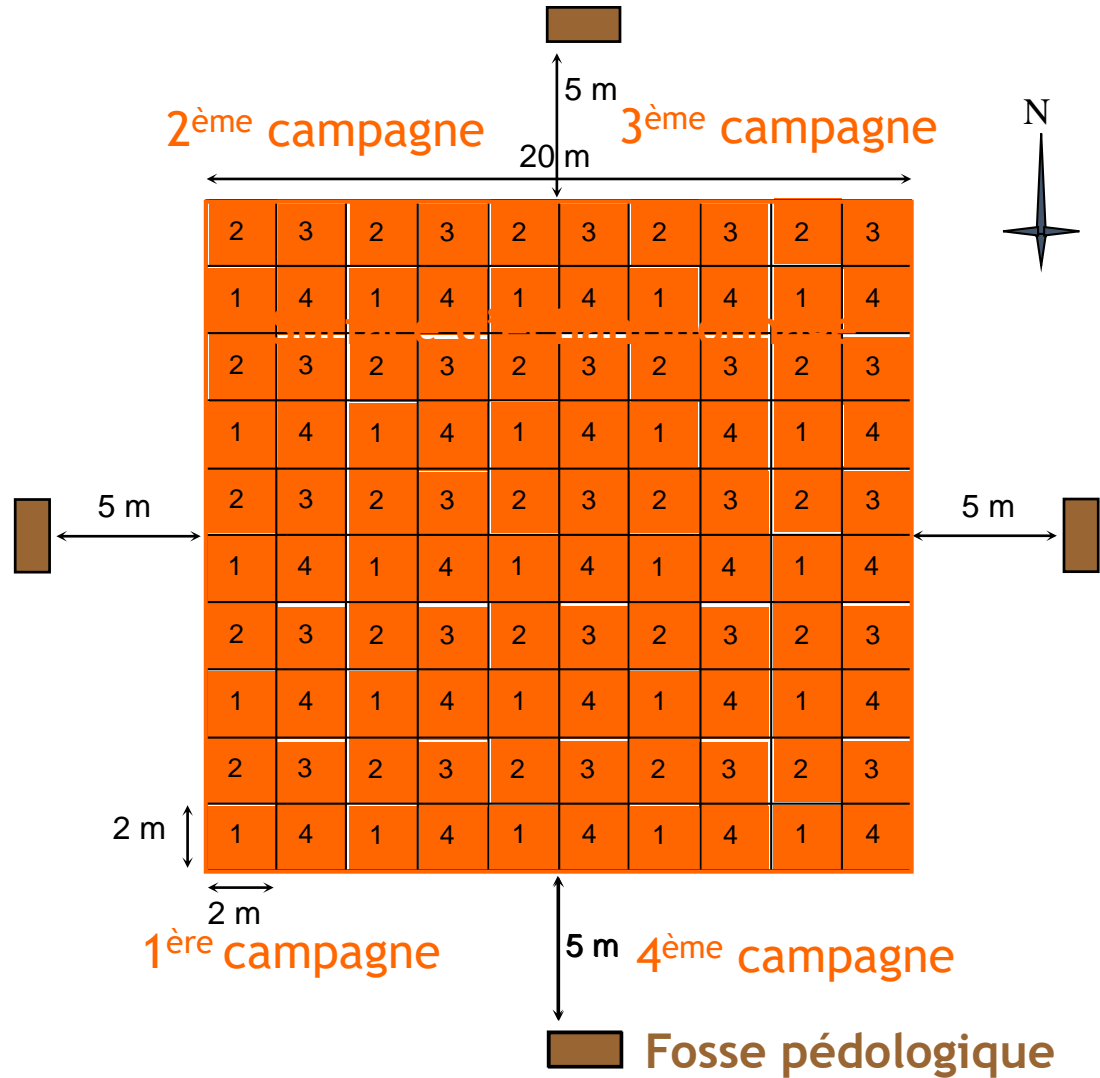
Ils creusent, ils creusent depuis 20 ans... Depuis le temps, ça en ferait de beaux terriers. Mais les imbéciles, ils rebouchent tout !!



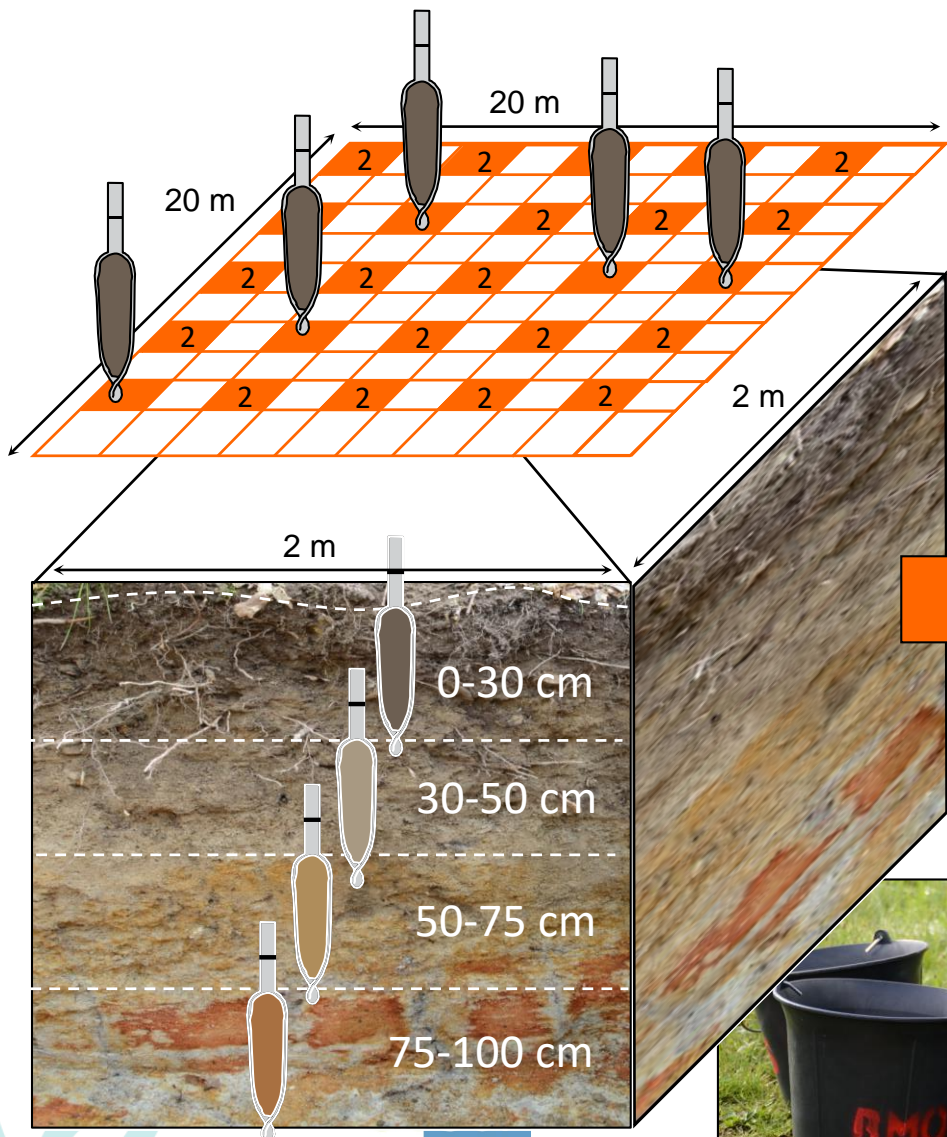
## RMQS2 : 2016-2030

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

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



# ➤ 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

| N° étude | Nom profil | No_prof_base | Commune         | N° dép. | Auteur                     | Organisme    | Date     | Altitude (m) |
|----------|------------|--------------|-----------------|---------|----------------------------|--------------|----------|--------------|
| R7052    | 2126       |              | Aix en Provence |         | J.C. LACASIN<br>C. JOLIVET | SCP<br>INRAE | 13.04.16 |              |

DONESOL3

| Coordonnées |   | Systèmes de coordonnées  | Erosion   | Surface            | Usage   | Occupation du sol  |
|-------------|---|--|---|--------------------|---|--|
| x           | y |  |   | état de la surface |   |  |
|             |   | 4316-WGS84<br>2975-RG093/UTM zone 40S<br>27582-NTF (Paris)/France II<br>2154-RG093/Lambert-93<br>2970-Guadalupe<br>2973-Martinique<br><input checked="" type="checkbox"/> 0-Ni érosion ni battance | 1-Battance<br>2-Erosion en nappe<br>3-Erosion éolienne<br>4-Erosion en rigoles<br>5-Erosion en ravins<br>6-Dépôts de matériaux grossiers<br>7-Dépôts de matériaux fins<br>8-Erosion ravinatoire<br>% éléments grossiers |                    | Zone naturelle<br>2000:<br>Nigels de Bonnelle | Forêt méditerranéenne<br>Plantation de Pin d'Alep<br><br>Stade de la culture |

| Climat   |                                  |  |  |               |  |   |
|--|----------------------------------|--|--|---------------|--|---|
| Durée  | Intensité                        | Nature   | Domaine climatique   |               |  | Climat local  |
| 1-Les jours précédents<br>2-Les semaines précédentes | 1-faible<br>2-moyenne<br>3-forte | 1-pluvieux<br>2-nuageux<br>3-humide<br>4-ensoleillé<br>5-sec<br>6-de sécheresse<br>7-de gel<br>8-venteux<br>9-variable | 1-tropical humide<br>2-tropical semi-humide<br>3-subtropical humide<br>4-subtropical à été sec<br>5-stépique ou semi-aride<br>6-désertique ou aride<br>7-tempéré océanique<br>8-tempéré continental<br>9-boréal<br>10-polaire de toundra<br>11-polaire des zones glacées<br>12-de montagne | Méditerranéen |  |   |
|  |                                  |  |  |               |  | Etage bioclimatique   |
|  |                                  |  |  |               |  | 1-collinien<br>2-montagnard<br>3-subalpin<br>4-alpin<br>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 culturelles, 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                                   | //              | hèse rotative et semoir  | travail réduit du sol        |
| Roulage                                 | //              | 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      |                              |
|                                 |               |                        |                              |
|                                 |               |                        |                              |



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 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

  
Groupement d'intérêt scientifique

**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



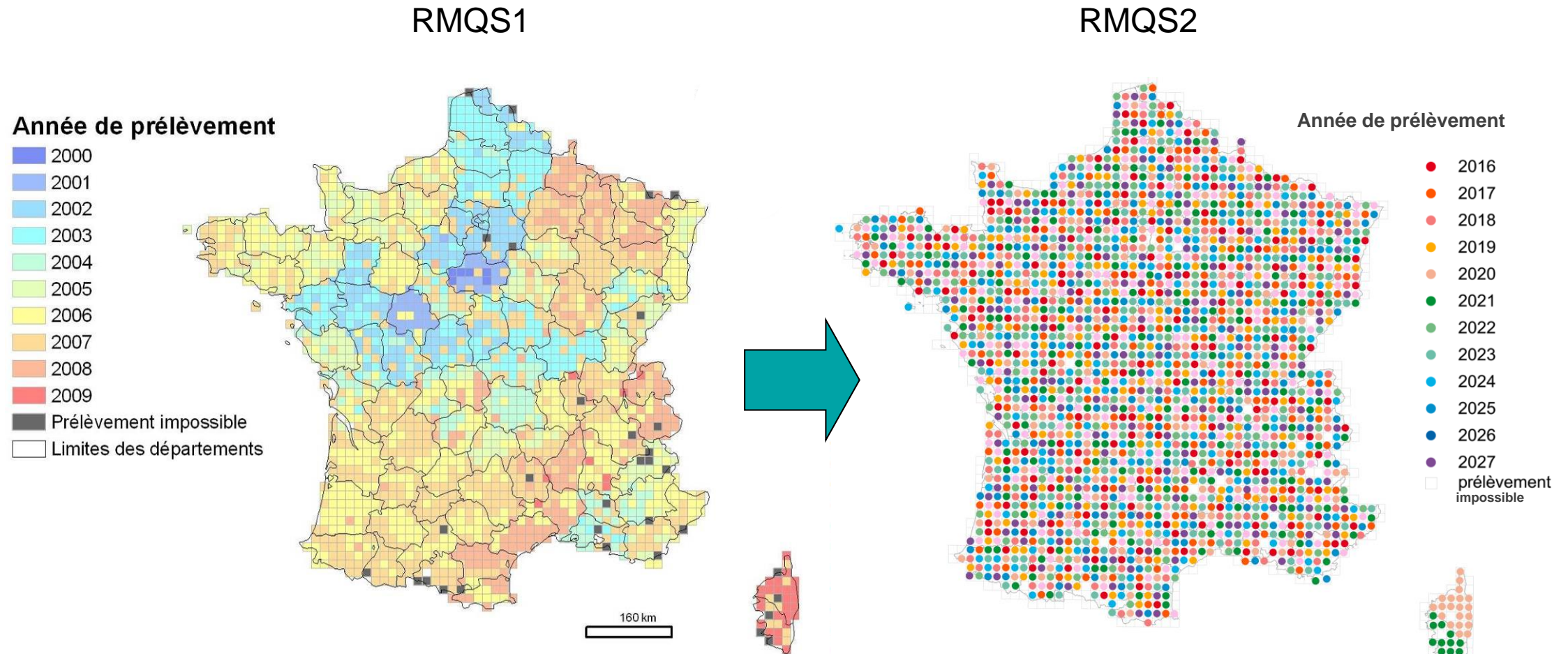
2003-2013 : Le conservatoire national d'échantillons de sols  
Un hangar avec 50 m<sup>2</sup> de laboratoire + 100 m<sup>2</sup> de stockage



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

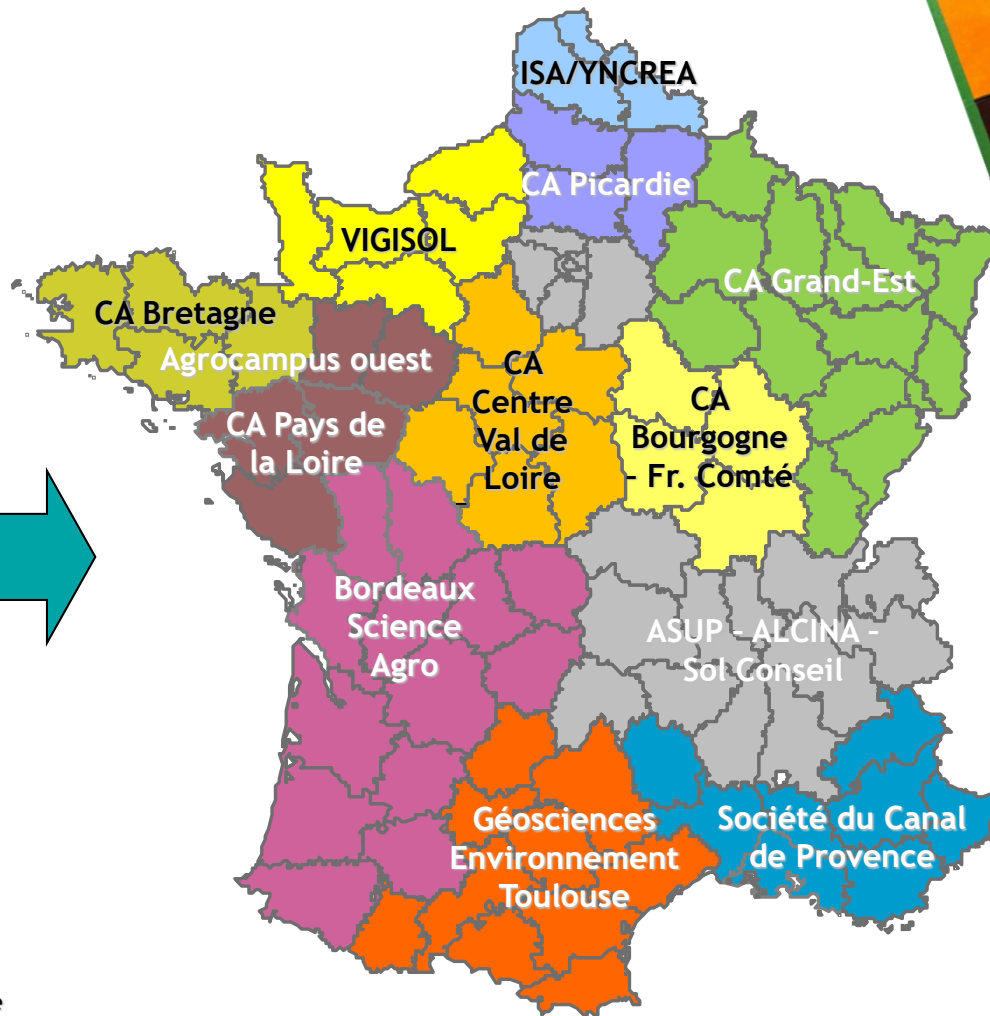
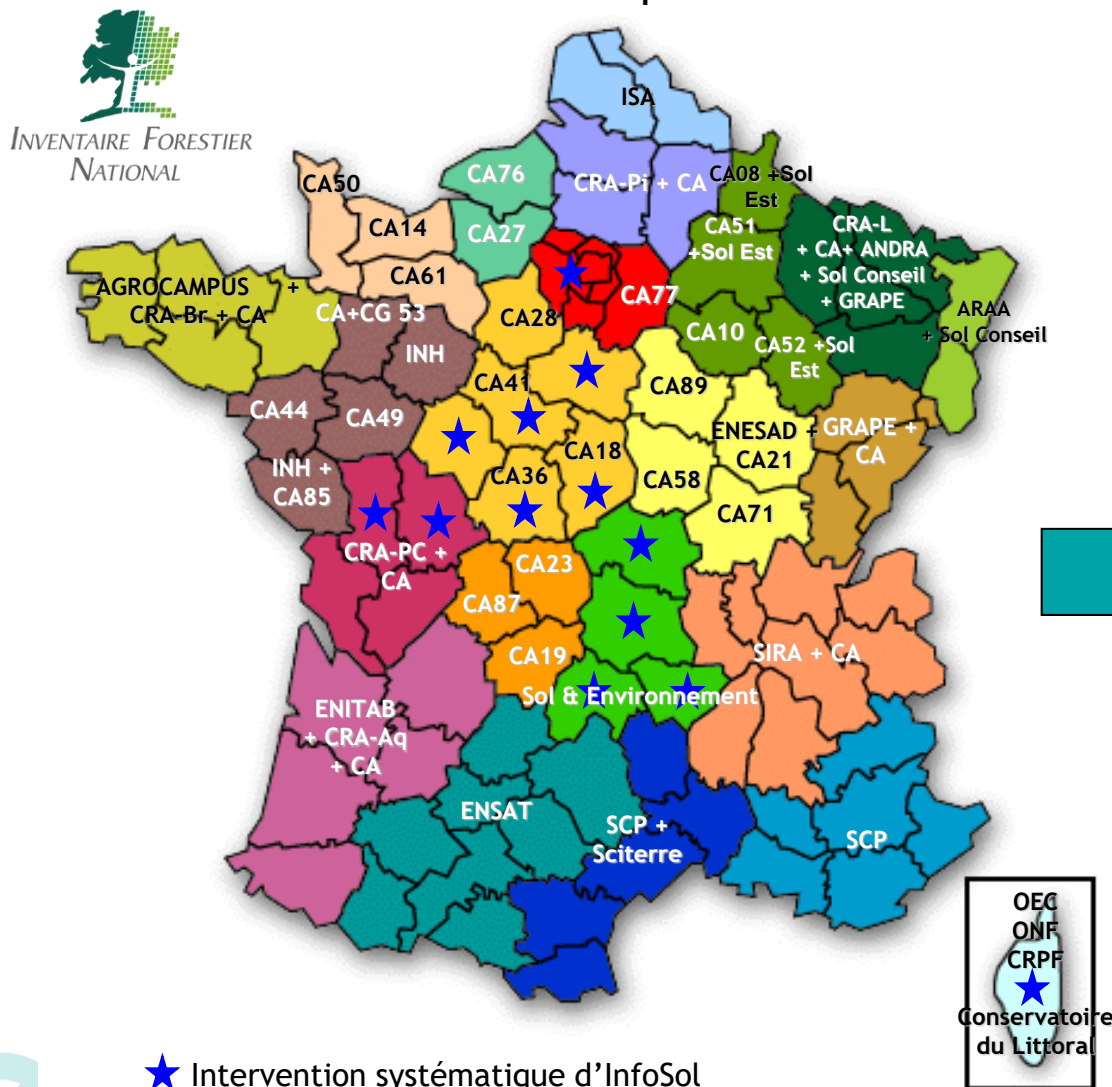


- Améliorer la capacité du RMQS à détecter des évolutions
- Cartographier plus rapidement des variables à l'échelle de la France
- Intégrer les contraintes techniques et logistiques de nouvelles déterminations (RU)

# ➤ 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





Bretagne

Normandie

Nord – Pas de Calais

Grand-Est Fr. Comté

Pays de Loire



Centre VdL



Auvergne RA, IDF

Nouvelle Aquitaine



Occitanie



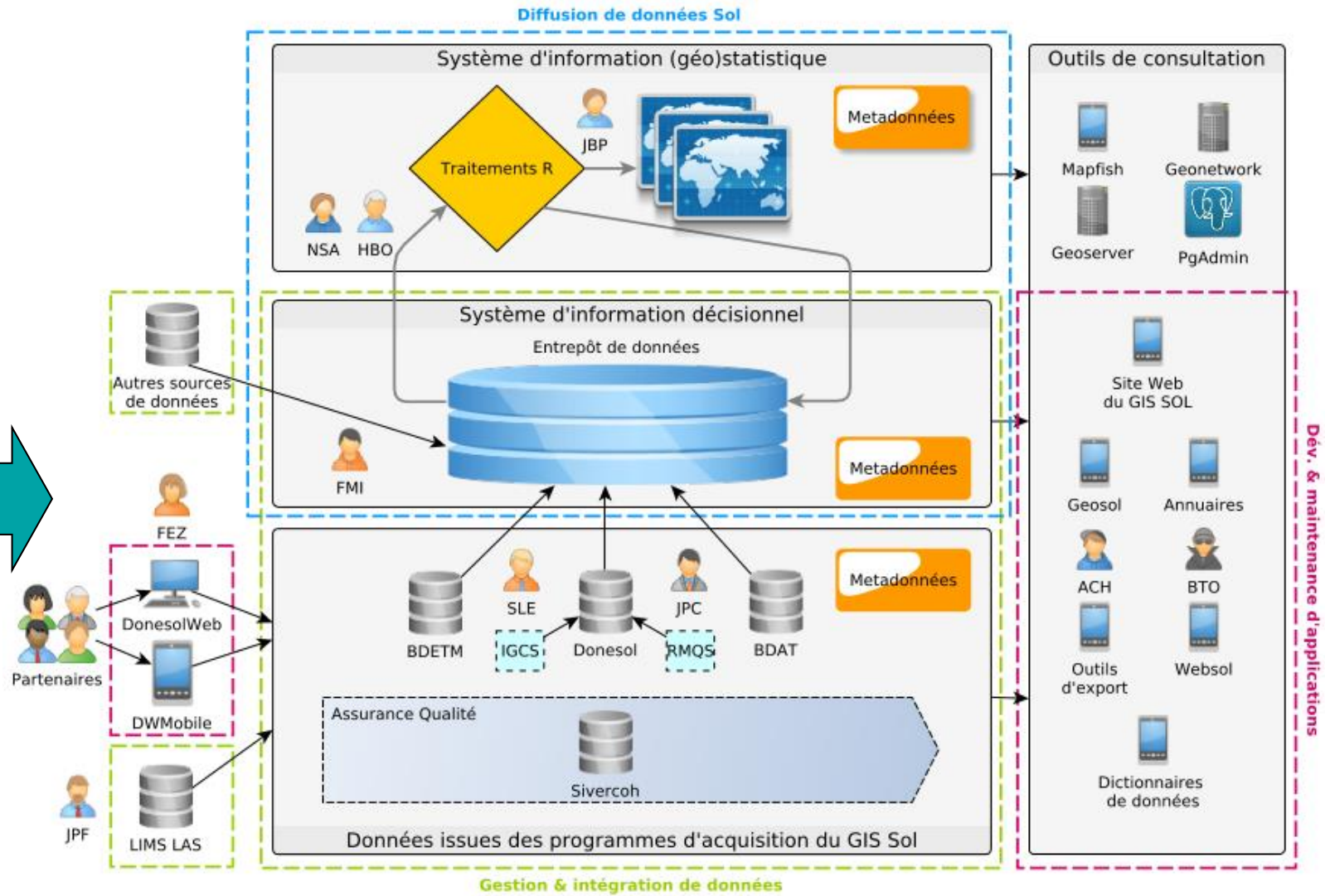
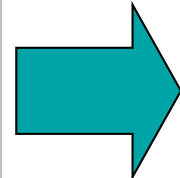
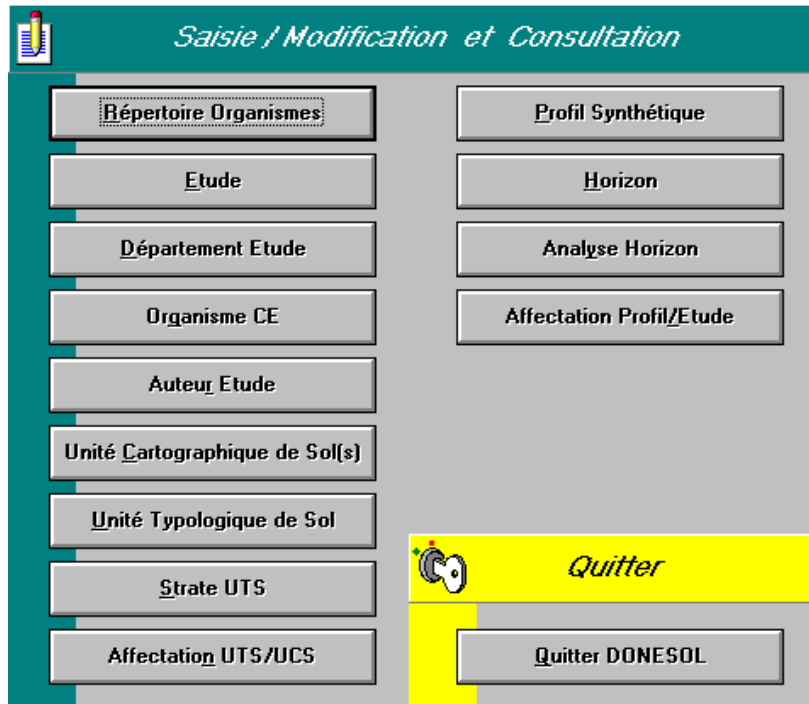
Bourgogne



LR PACA Corse

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

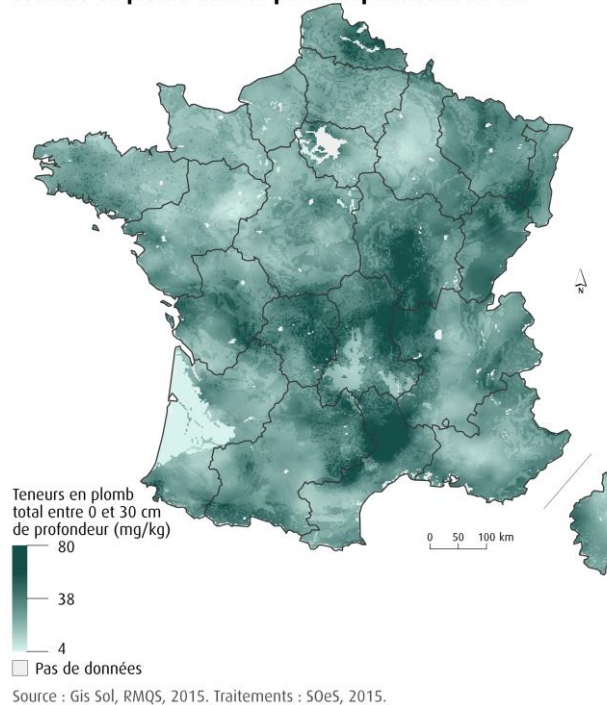


# ➤ Des données pour répondre aux enjeux actuels et futurs concernant les sols



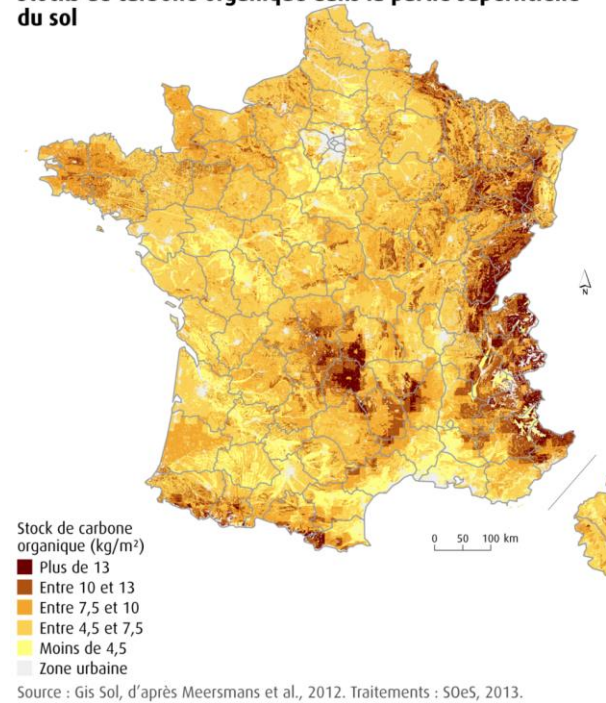
## Contaminants et santé

Teneurs en plomb dans la partie superficielle du sol



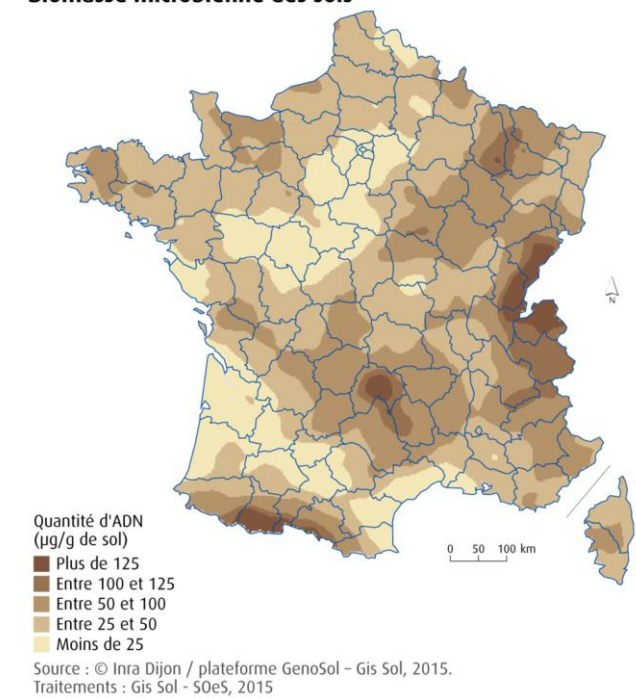
## Carbone et changement climatique

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



Le RMQS a 20 ans !



Et demain ?



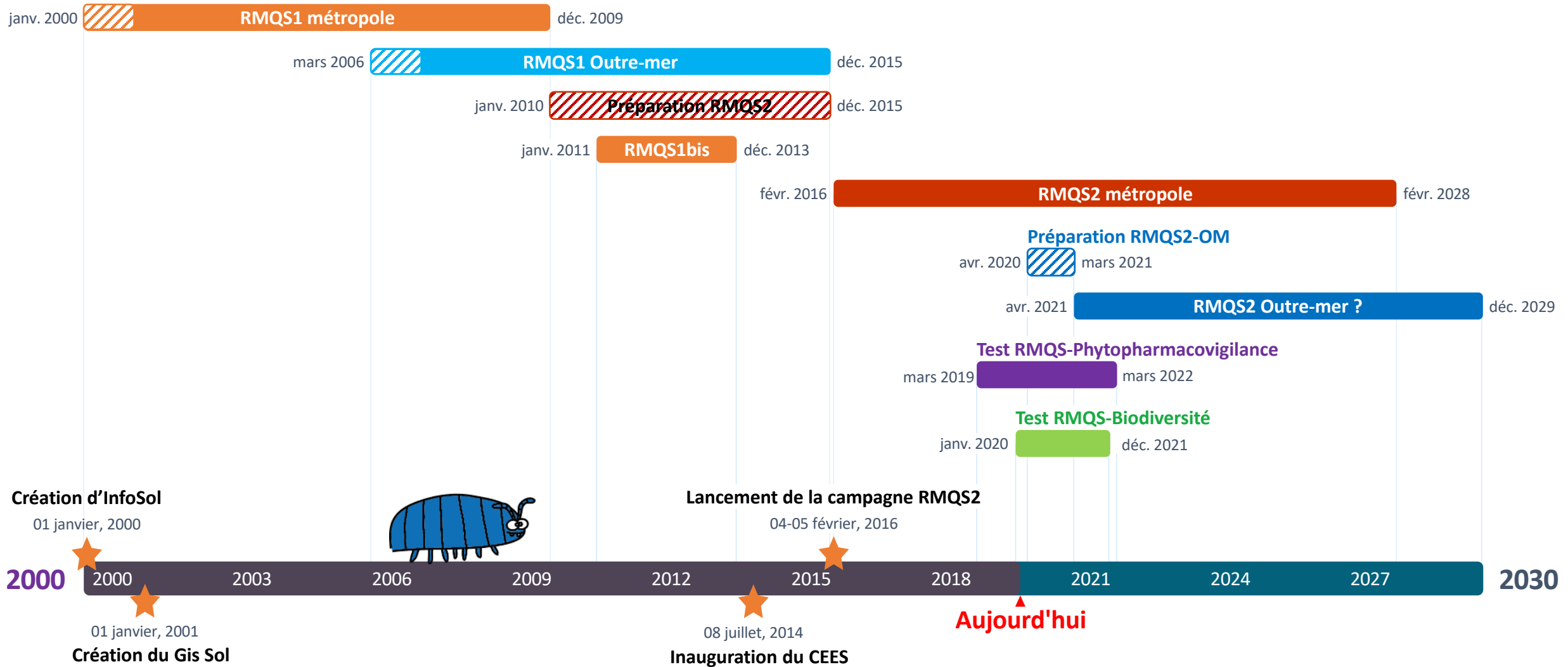
INRAE **GisSol**

Le Réseau de mesures de la qualité des sols

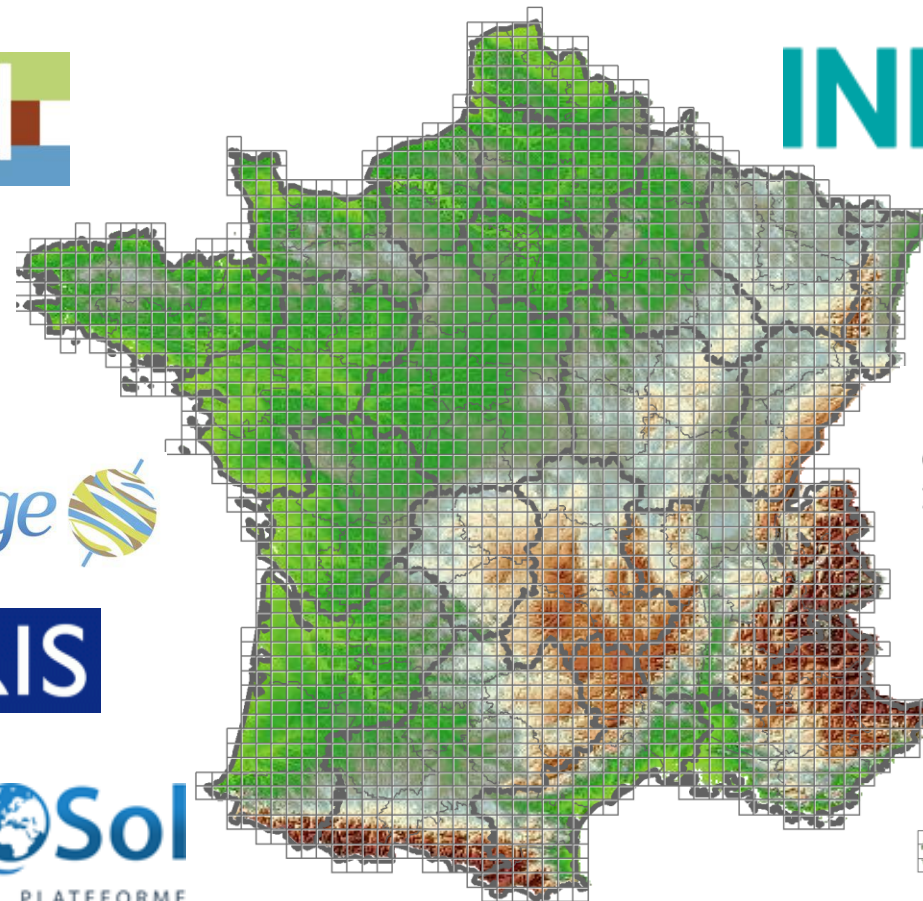
06 février 2020 / Le RMQS a 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet *et al.*



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



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



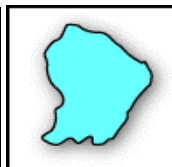
Géosciences pour une Terre durable



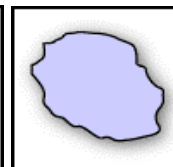
GUADELOUPE



MARTINIQUE



GUYANE



RÉUNION



MAYOTTE



Le Réseau de mesures de la qualité des sols

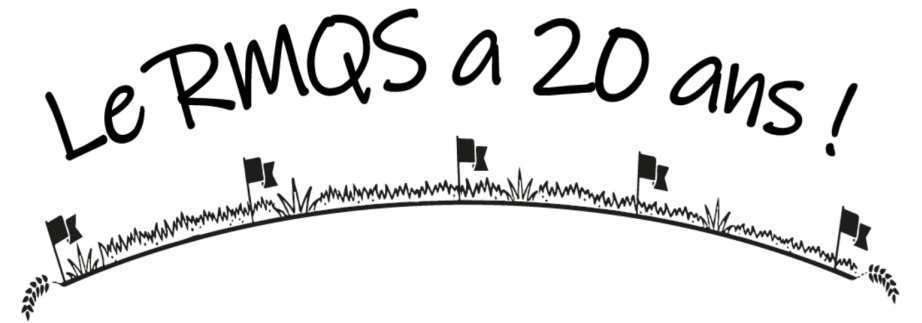
06 février 2020 / Le RMQS a 20 ans ! / INRAE Val-de-Loire, Orléans / Claudy Jolivet et al.

# ➤ 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)