

# Résultats des travaux du Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) sur les sites forestiers (RMQS BioSoil) méditerranéens

Claudy Jolivet (pédologue et coordinateur du RMQS, unité Info&Sols INRAE Orléans)  
Jean-Claude Lacassin (pédologue, administrateur de Forêt Méditerranéenne et de  
l'Association Française d'Etude du Sol)

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

# Sommaire

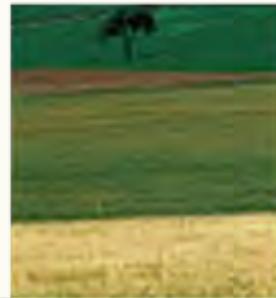
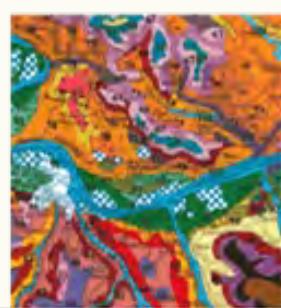
- > Le Réseau de mesures de la qualité des sols et les spécificités des sites forestiers RMQS-BioSoil
- > Bilan des sites RMQS-BioSoil dans le pourtour méditerranéen
- > Quelques résultats

# Le RMQS : un programme du Groupement d'intérêt scientifique Sol (Gis Sol)

depuis 2001



pour une gestion patrimoniale et durable des sols



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

[www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)

MINISTÈRES  
TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
TRANSPORTS  
VILLE ET LOGEMENT  
Liberté  
Égalité  
Fraternité



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE,  
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE  
Liberté  
Égalité  
Fraternité



INRAe iRD

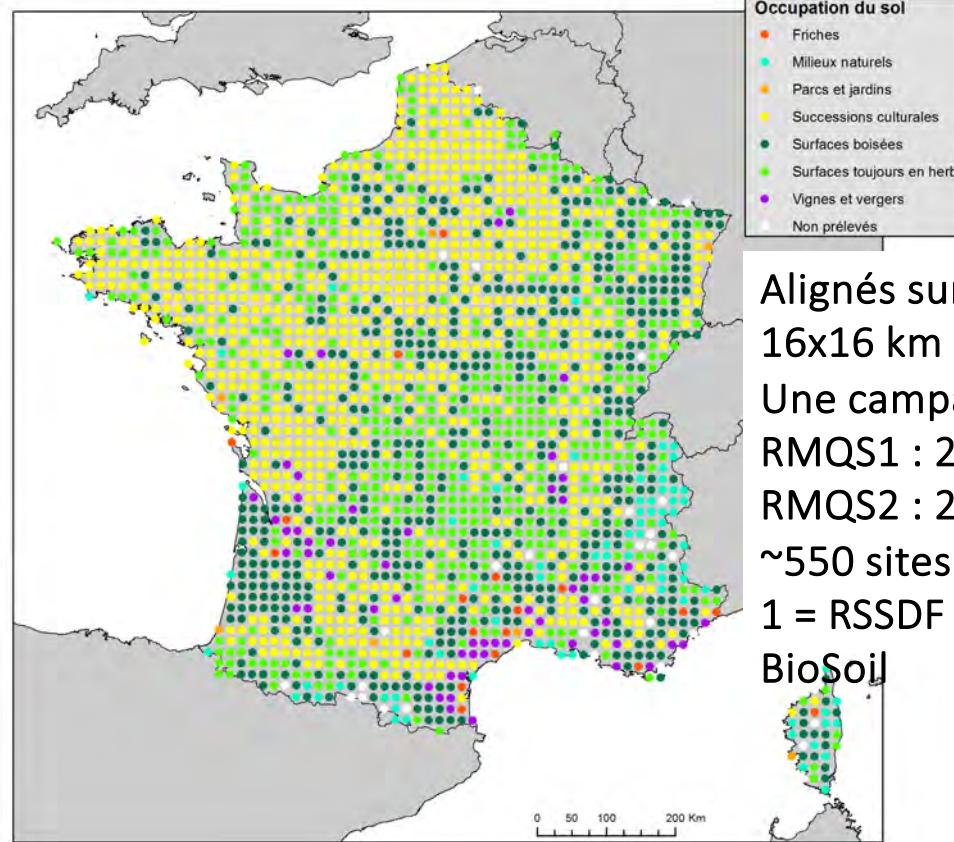
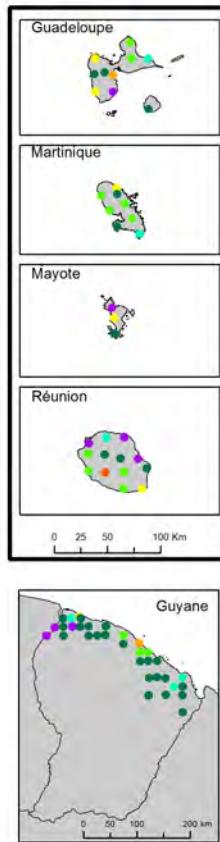
IGN  Géosciences pour une Terre durable



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)

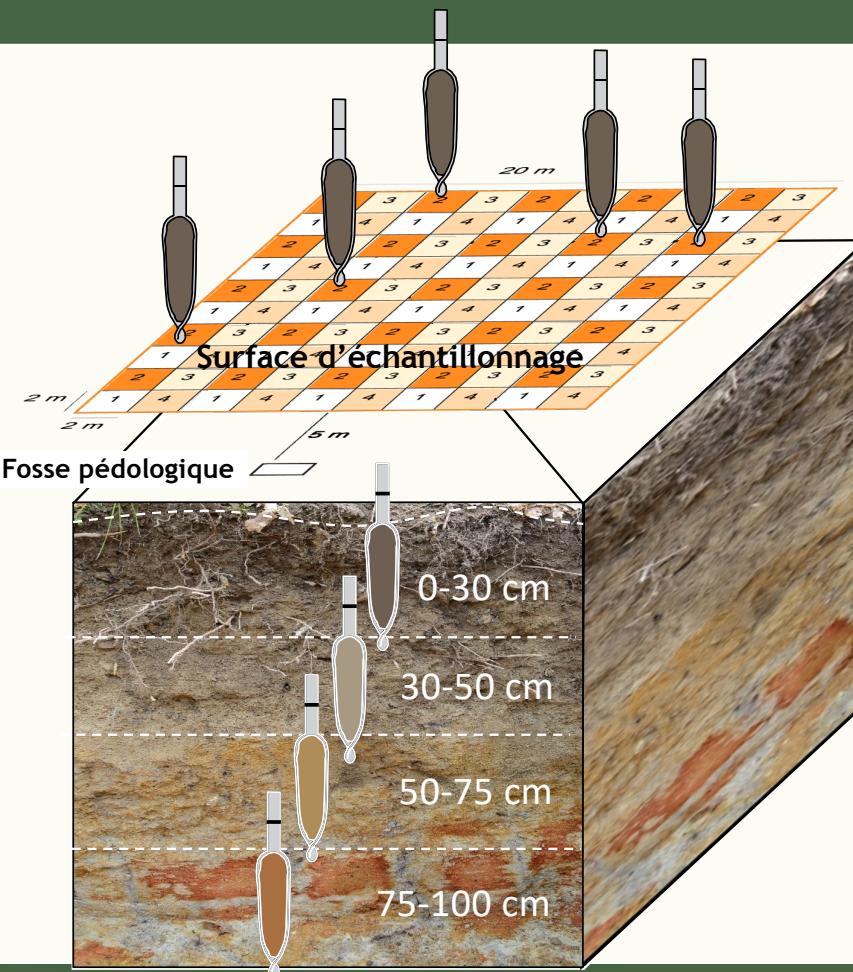
## 2240 sites couvrant le territoire français pour surveiller les sols à long terme



Occupation du sol
● Fiches
● Milieux naturels
● Parcs et jardins
● Successions culturelles
● Surfaces boisées
● Surfaces toujours en herbe
● Vignes et vergers
● Non prélevés

Alignés sur une grille  
16x16 km  
Une campagne / 15 ans  
RMQS1 : 2000-2015  
RMQS2 : 2016-2030  
~550 sites ICP forest level  
1 = RSSDF = RMQS-  
●  
BioSoil

# Un dispositif d'échantillonnage optimisé pour la surveillance



<https://www.gissol.fr/le-gis/programmes/rmqs-34>

# Le Conservatoire européen des échantillons de sols : la mémoire des sols de France



# Un menu analytique complet et évolutif

## • Paramètres pédologiques et fertilité des sols

- Granulométrie, pH, C, N, P assimilable, CEC, cations échangeables, éléments majeurs, etc.
- Masses volumiques, stabilité structurale

## • Contaminants et santé

- Éléments traces : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl, Zn
- Micropolluants organiques : HAP, PCB, dioxines, furanes, pesticides organo-chlorés, herbicides
- Résidus de pesticides actuels
- Contaminants émergeants (PFAS, microplastiques, ...)
- Microorganismes pathogènes

RMQS1

RMQS2

RMQS1 et 2

## • Carbone, eau et changement climatique

- Stocks de carbone profond ≤1m
- Matières organiques particulières (1 site sur 2)
- Qualité des matières organiques par spectrométrie NIRS, MIRS, Black carbon, Glomalin
- Réservoir en eau utilisable (1 site sur 4)

## • Biodiversité des sols

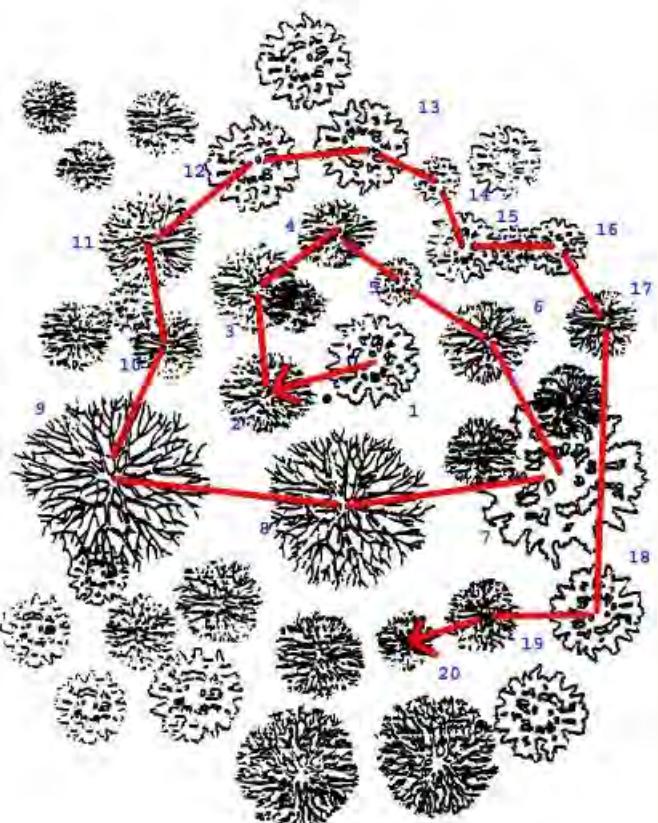
- Richesse et diversité microbienne par extraction d'ADN bactérien et fongique
- Activités enzymatiques
- Faune du sol (72 sites / an)

## Un budget annuel de 3,3 M € pour la campagne RMQS2

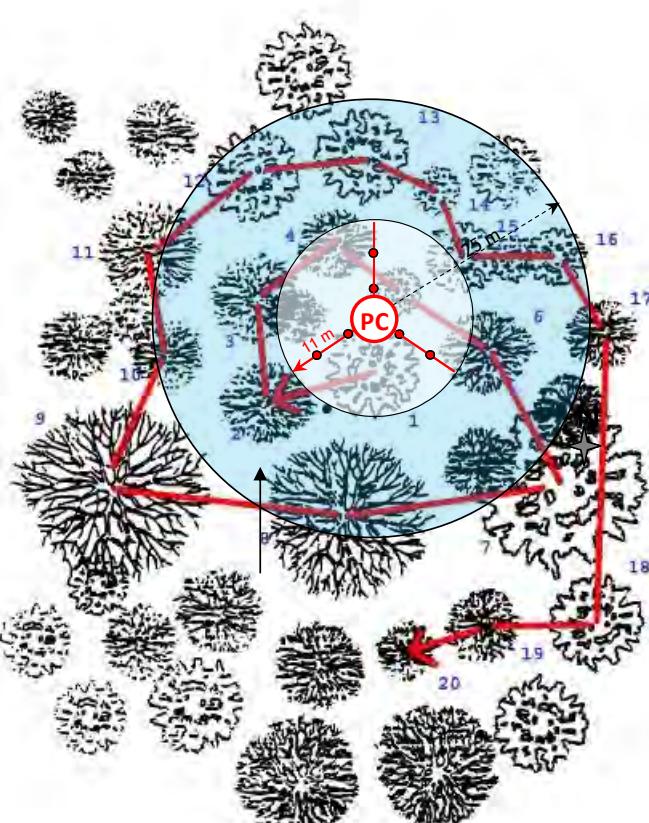
RMQS2	Coût € par site	Coût € par an
<b>Hexagone</b>		
Campagne RMQS2 (180 sites par an)	9 500	1 700 000
Surveillance des résidus de pesticides (180 sites par an)	3 000	500 000
Surveillance de la biodiversité du sol (72 sites par an)	7 000	500 000
<b>Territoires ultramarins</b>		
Campagne RMQS2 (~50 sites par an)	10 000	500 000
Surveillance des résidus de pesticides (~50 sites par an)	2 000	100 000

Eau : 30,5 M€ /an (2007 – 2010)  
Air : 73,8 M€ /an (2015 – 2019)  
Sols : 3,3 M€ /an (2016 – 2025)

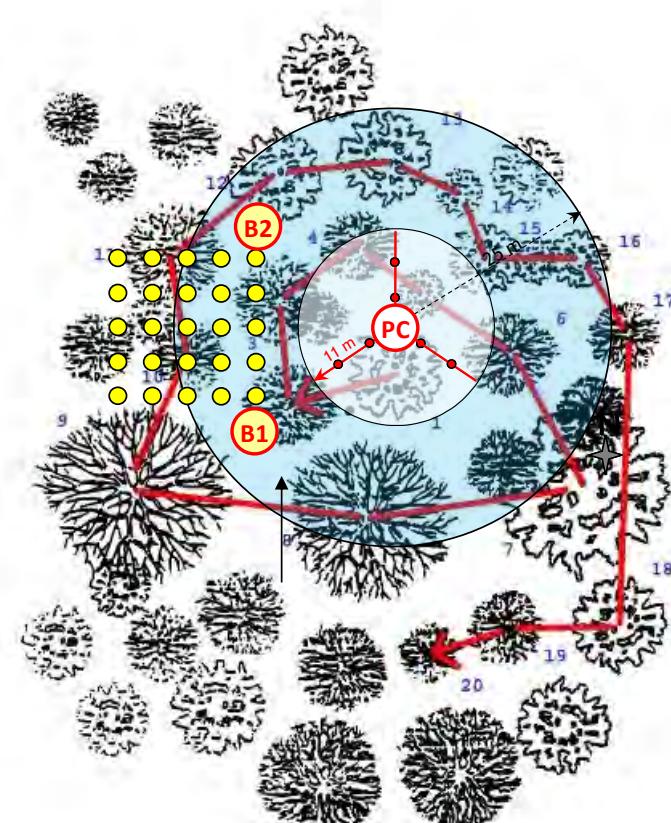
# Santé des forêts, placette BioSoil, site RMQS-BioSoil : des dispositifs emboîtés



 Point RSSDF (DSF)



 Placette BioSoil



 Site RMQS - BioSoil

# Sommaire

- > Le Réseau de mesures de la qualité des sols et les spécificités des sites forestiers RMQS-BioSoil
- > **Bilan des sites RMQS-BioSoil dans le pourtour méditerranéen**
- > Quelques résultats

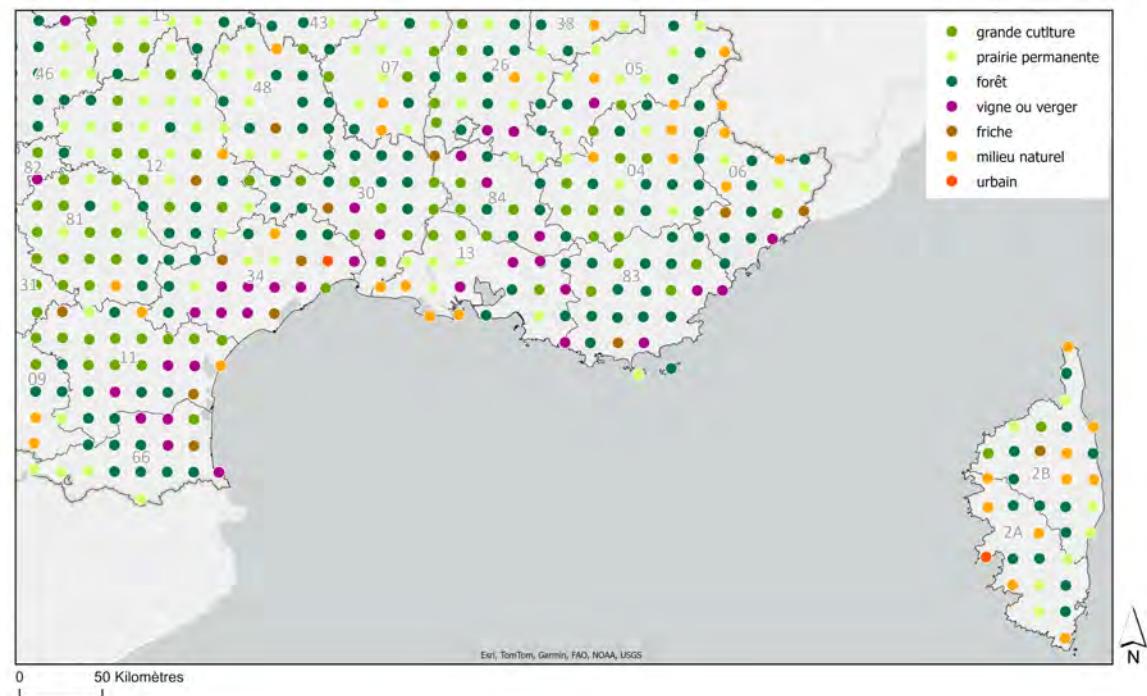
## Bilan des sites RMQS-BioSoil en LR, PACA et Corse

66	11	34	30	48
7	6	7	10	10 dont 3 en zone méditerranéenne

13	84	04	83	05	06
3	6	9 dont 3 en zone méditerranéenne	14	4 dont 1 en zone méditerranéenne	7 dont 4 en zone méditerranéenne

### CORSE

13 dont un en zone de haute montagne



## Bilan des sites RMQS-BioSoil en LR, PACA et Corse (à Octobre 2025)

### GEOLOGIE DU MATERIAU PARENTAL

FLUVIO GLACIAIRE	ALLUVIONS	COLLUVIONS	CALCAIRE ET MARNE	GRANITE	GRES	SCHISTES	GNEISS	ARGILE A SILEX	DOLOMIE
1	2	4	30	9	6	3	2	1	1

### Types de végétation

CADUCIFOLIEE	MIXTE	CONIFERES
25	18	14

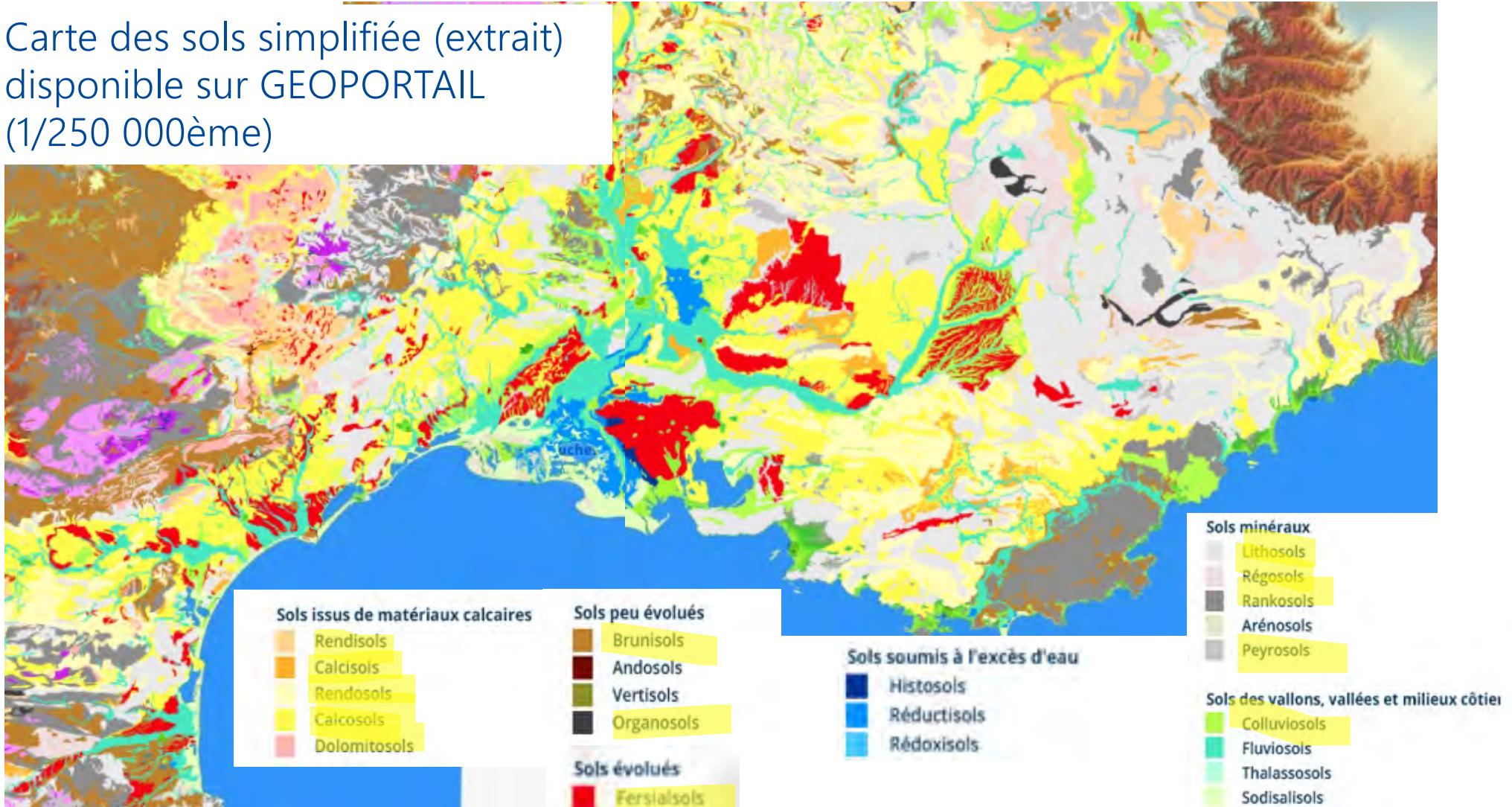
### Types de SOLS

LITHOSOL	RANKOSOL	BRUNISOL	RENDISOL	RENDOSOL	CALCOSOL	CALCISOL	FERSIALSOL	COLLUVIOSOL	FLUVIOSOL / CALCARISOL / LUVISOL / DOLOMITOSOL / PODZOSOL
2	4	8	7	5	4	4	5	3	1 pour chaque type de sol

# Sommaire

- > Le Réseau de mesures de la qualité des sols et les spécificités des sites forestiers RMQS-BioSoil
- > Bilan des sites RMQS-BioSoil dans le pourtour méditerranéen
- > **Quelques résultats**

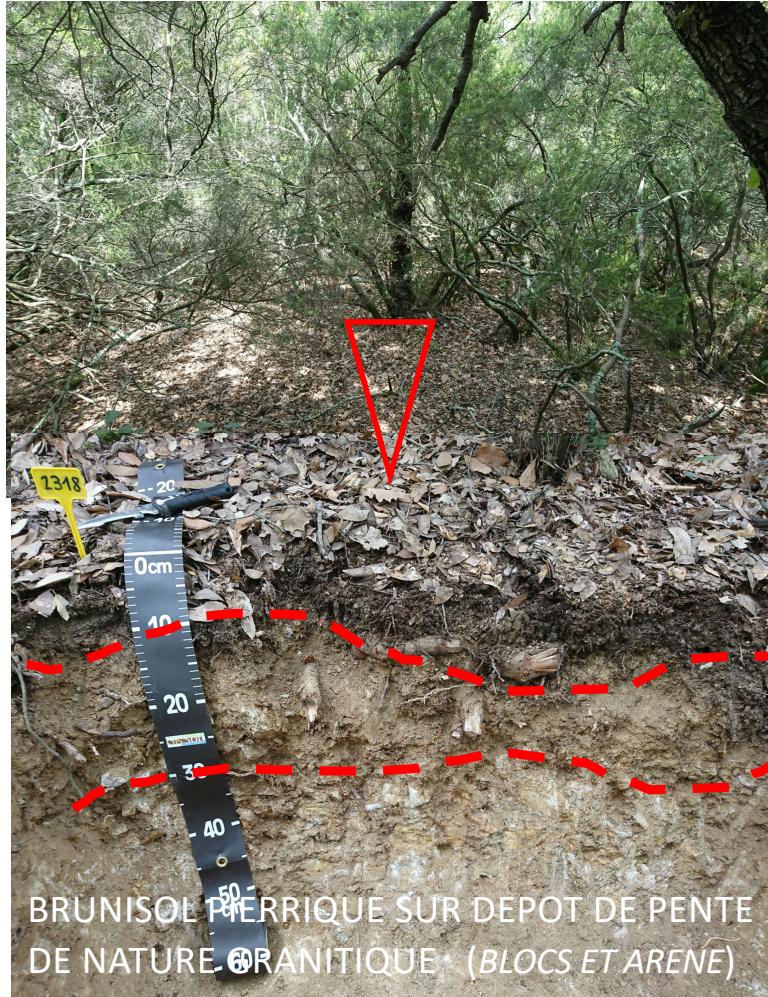
Carte des sols simplifiée (extrait)  
disponible sur GEOPORTAIL  
(1/250 000ème)



# Diversité des sols forestiers méditerranéens

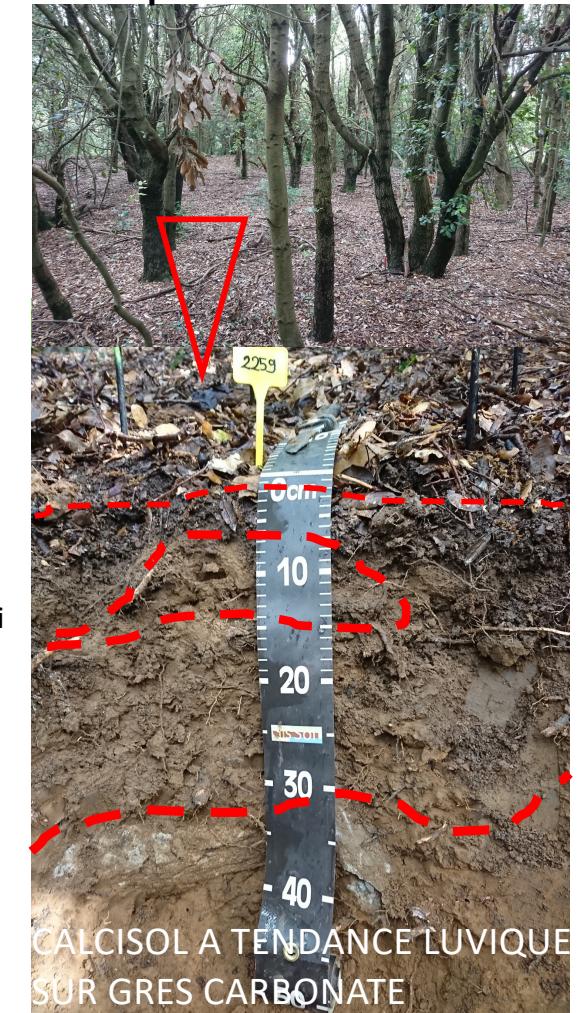
## Site 2318 – Villelongue dels Monts (66)

### Chênaie à chênes verts



## Site 2259 Mouthoumet (11)

### cépée de chênes verts



# Diversité des sols forestiers méditerranéens

Site RMQS biosoil n° 1936 Aigaliers(30)

Taillis de chênes verts



Litière continue Oln+Olv+OF mésomull



LITHOSOL alcalin (pH 8.2), argileux(42%), organique (6,2 % de MO ) issu d'un calcaire dur fissuré

Site RMQS biosoil n°2034 Lauris (84)

garrigue à chênes verts



Litière discontinue

Horizon Aci en poche

Horizon Aci  
en poche

Horizon C / R



RENDISOL rubéfié, alcalin (pH 7.9), argileux(47%), organique (10,8 % de MO ) issu d'un calcaire dur fissuré (karstique)

# Densité apparente (DA) des sols forestiers méditerranéens



RMQS1	Profondeurs cm	0 à 10	0 à 10	0 à 10
Volume prélevé/calculé par la méthode avec		Eau	Eau	Eau
Densité apparente <sup>10</sup> g/cm <sup>3</sup>	1.50	1.34	1.42	
Prélevée le 29/01/2007				
Teneur en graviers, cailloux et pierres <sup>11</sup> (% en poids)	17%	33%	28%	

RMQS2	Profondeurs cm	0 à 10	10 à 17	0 à 10
Volume prélevé/calculé par la méthode avec		Eau	Eau	Eau
Densité apparente <sup>10</sup> g/cm <sup>3</sup>	1.41	1.64	1.45	
Prélevée le 13/04/2016				
Teneur en graviers, cailloux et pierres <sup>11</sup> (% en poids)	15%	36%	29%	

Agricole - Compo1 (103)

- 0.37 - 0.74 (2)
- 0.74 - 1.11 (13)
- 1.11 - 1.48 (61)
- 1.48 - 1.84 (24)
- 1.84 - 2.21 (3)

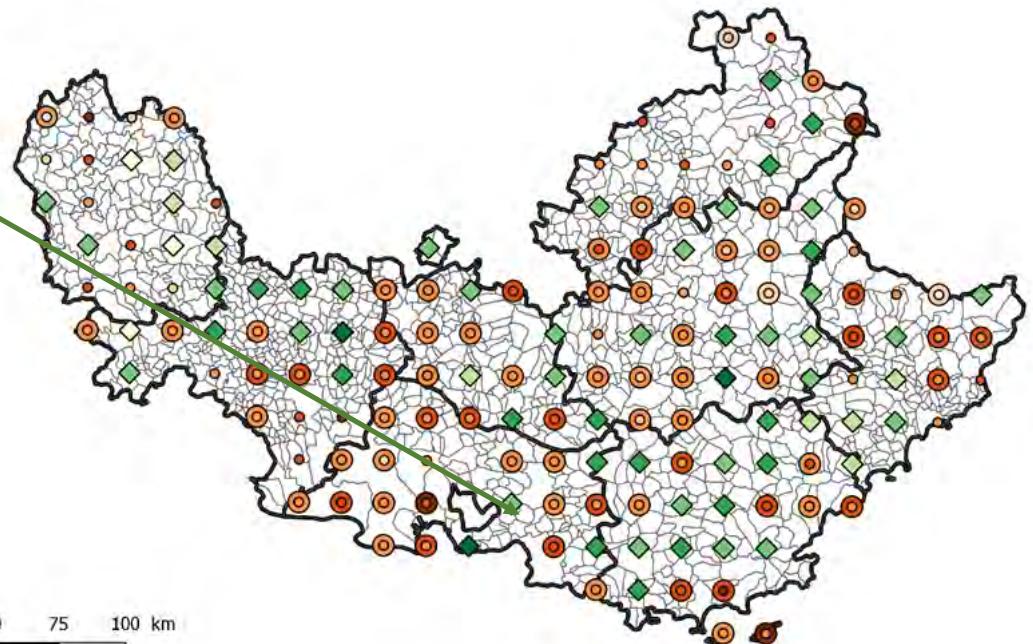
Agricole - Compo2 (73)

- 0.37 - 0.74 (0)
- 0.74 - 1.11 (3)
- 1.11 - 1.48 (43)
- 1.48 - 1.84 (24)
- 1.84 - 2.21 (3)

BioSoil - Compo1 (62)

- ◇ 0.90 - 1.11 (3)
- ◇ 1.11 - 1.32 (9)
- ◇ 1.32 - 1.52 (28)
- ◇ 1.52 - 1.73 (18)
- ◇ 1.73 - 1.94 (4)

## Répartition des densités apparentes des sites RMQS1 sur la région PACA et les départements Gard et Lozère



# Stocks de carbone organique dans la partie superficielle des sols métropolitains

Ce stock dépend essentiellement du type de sol et de son occupation :

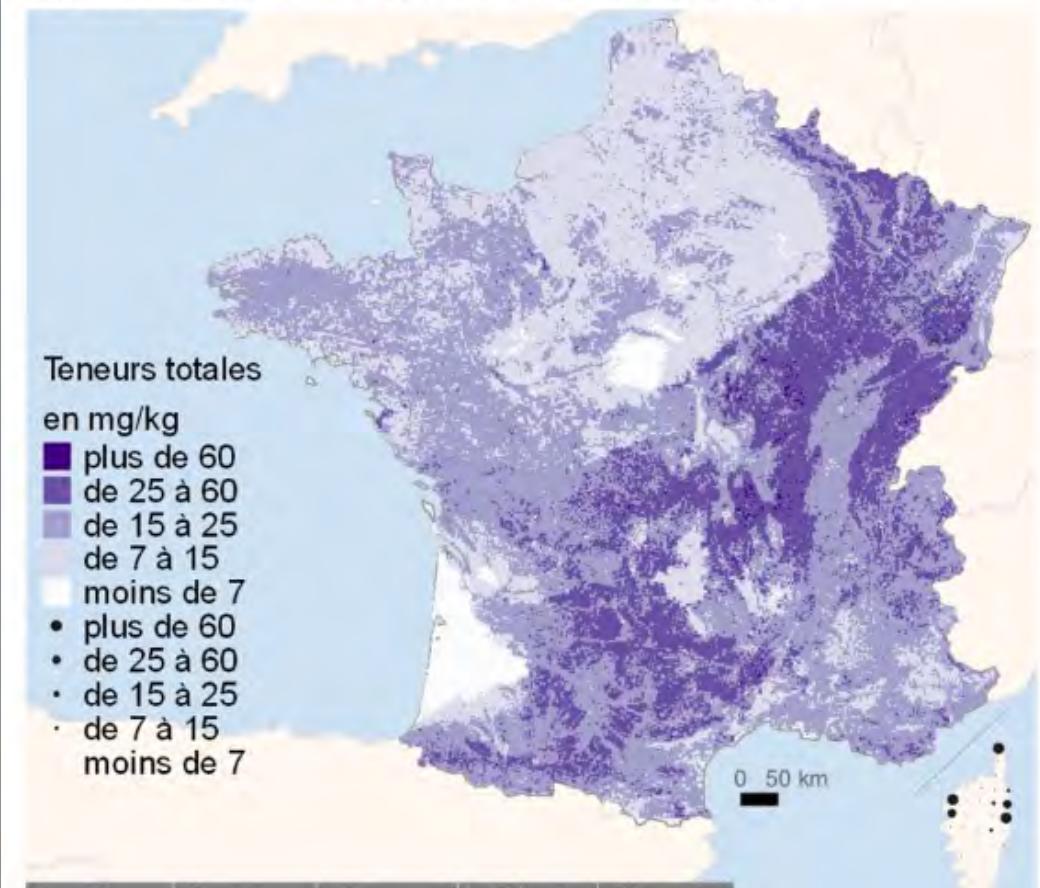
- stocks les plus faibles dans **les vignobles (34 t/ha) et cultures très intensives,**
- moyens dans **les grandes plaines cultivées (environ 60 t/ha),**
- élevés (**entre 80 et 90 t/ha**) **sous prairies, forêts et pelouses ou pâturages naturels.**

Les sols de montagne renferment les stocks de carbone les plus importants (plus de 130 t/ha), en raison des conditions climatiques défavorables à l'activité des microorganismes.

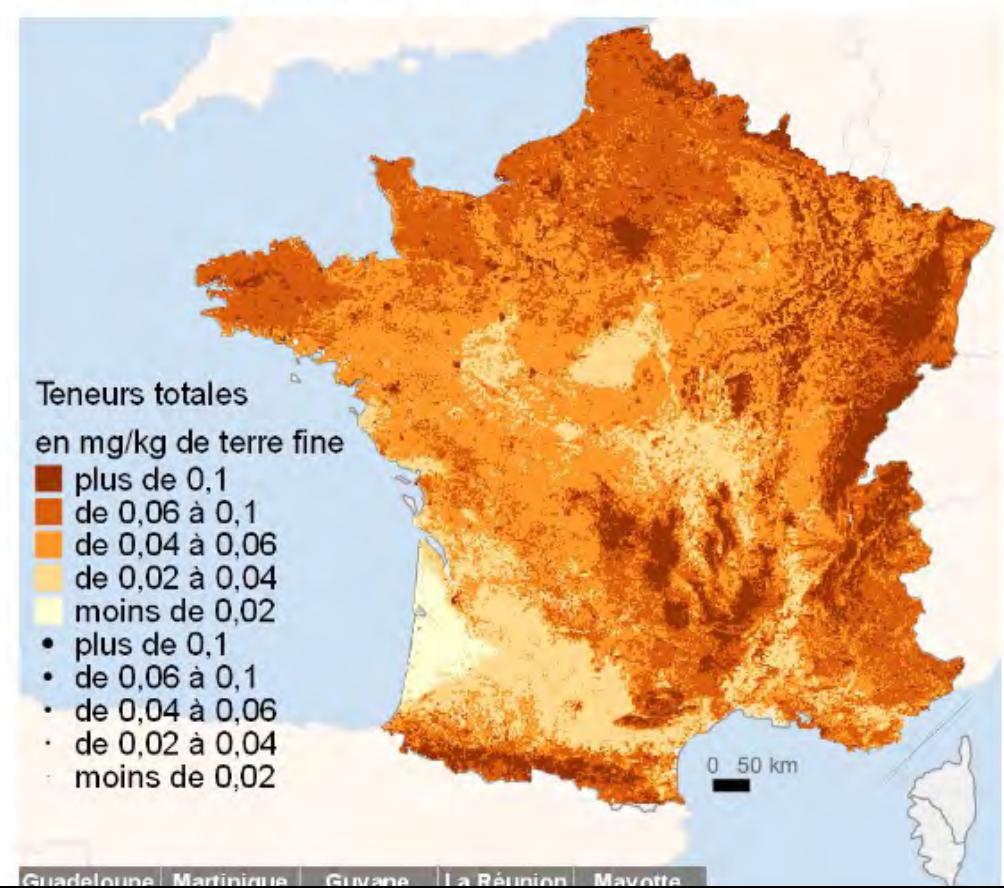


# Contaminants : les éléments traces (ET)

Carte 4 : teneurs en arsenic dans la partie superficielle des sols

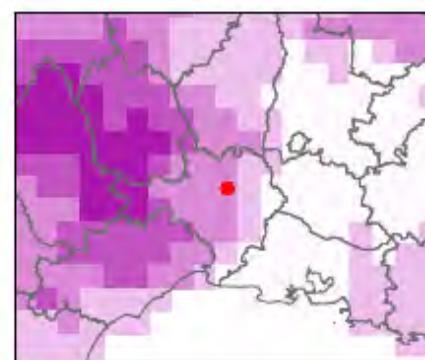


Carte 5 : teneurs en mercure dans la partie superficielle des sols



## Contaminants : les éléments traces (ET)

### Site RMQS BIOSOIL n°1936 AIGALIERS (30) cépée de chênes verts

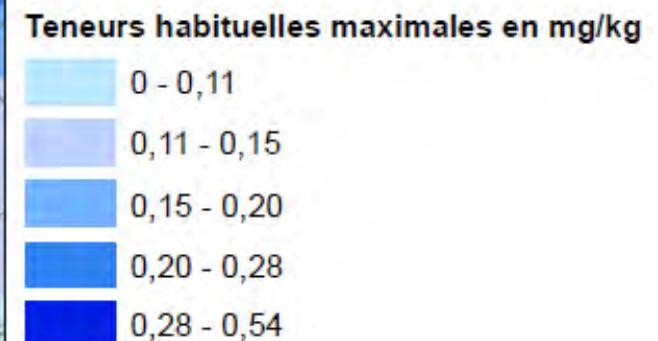
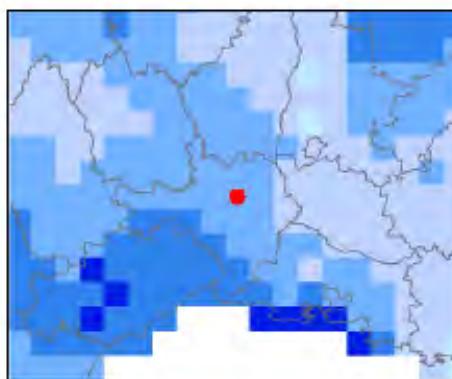


**Arsenic (mg/kg) : 12,8 valeur mesurée sur site ( composite de surface ) valeur habituelle maximale : 67,48**

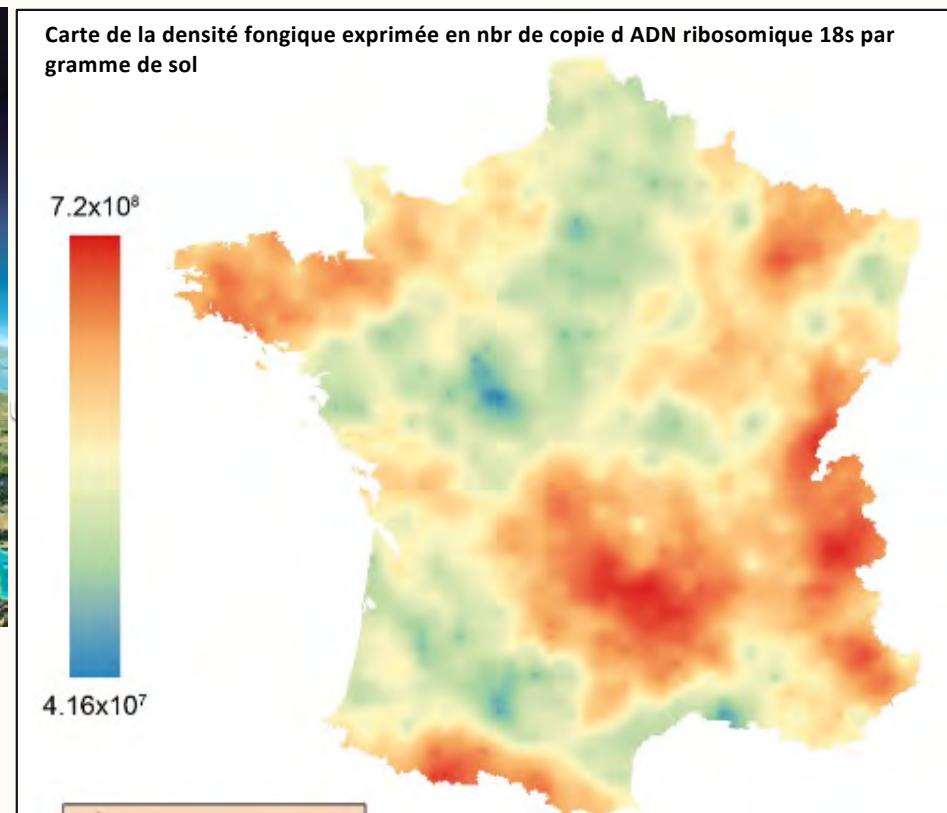
*En France métropolitaine hors Corse, les valeurs d'arsenic issues de ces mesures s'étendent entre 0,39 et 412 mg/kg de terre fine, avec une moyenne à 17,93 mg/kg et une médiane à 12,20 mg/kg.*

*Les valeurs en mercure (Hg) Hg issues de ces mesures s'étendent entre 0,005 et 1,37 mg/kg de terre fine avec une moyenne à 0,052 g/kg et une médiane à 0,041 mg/kg.*

**Mercure (mg/kg) : 0,035 valeur mesurée sur site ( composite de surface) valeur habituelle maximale : 0,17**



# Biodiversité du sol : densité fongique



La distribution de la densité de champignons dans les sols est principalement :

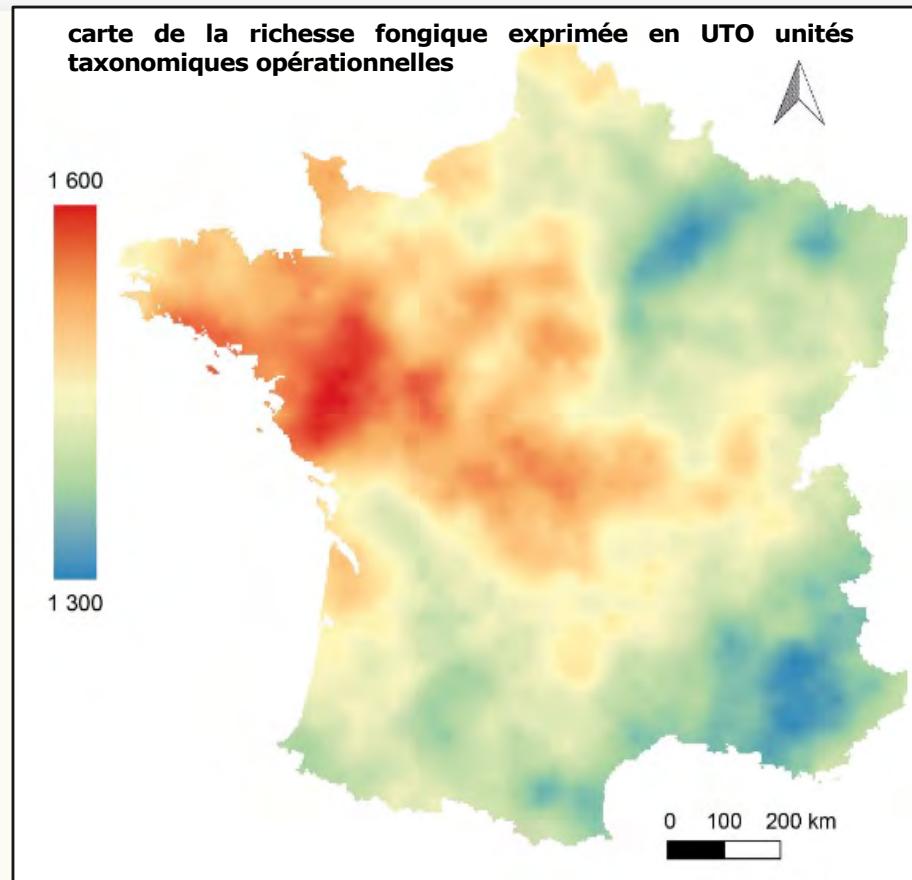
**aux paramètres physico-chimiques pour 11,2%**

**Les grands modes d'usage influencent pour 1,4 % ,**

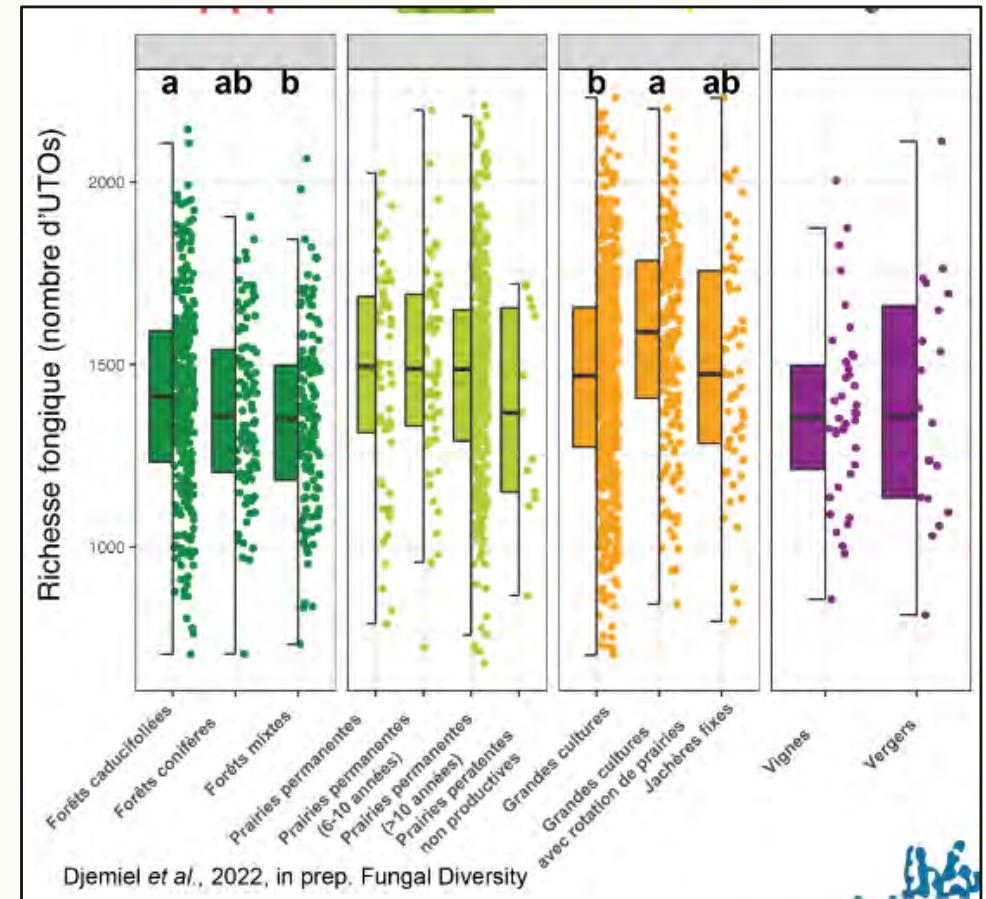
**Les interactions entre tous les paramètres représentent une part importante de la distribution nationale (20,9 % )**

**C'est un site forestier du RMQS dans le Gard qui a la densité la + élevée =1,5 milliard nb de copies d'ADNr 18s !**

# Biodiversité du sol : diversité fongique



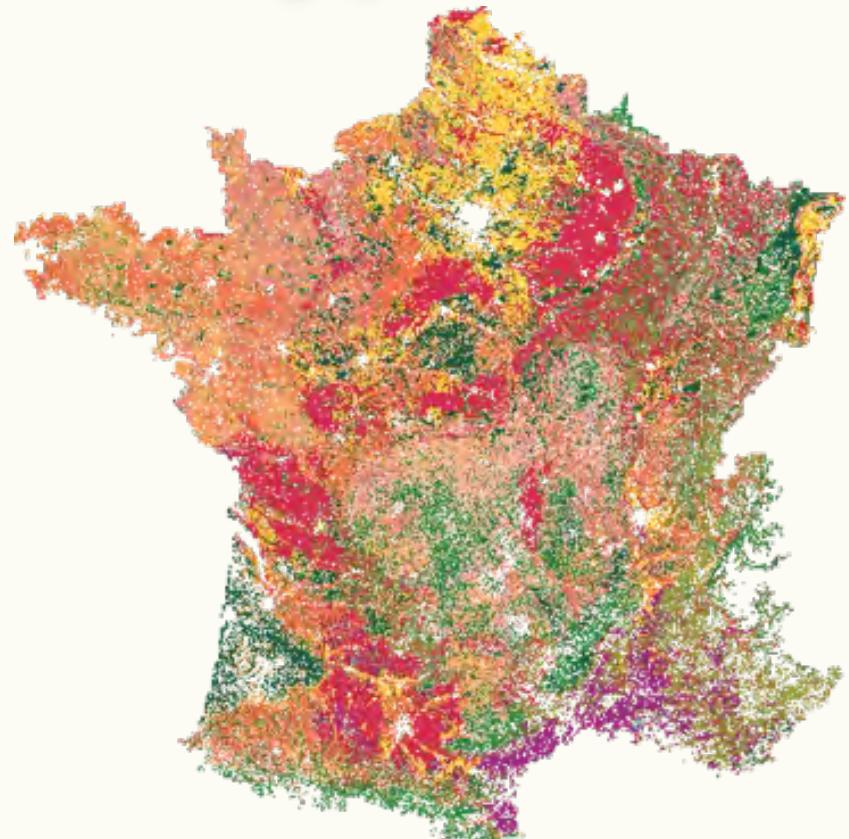
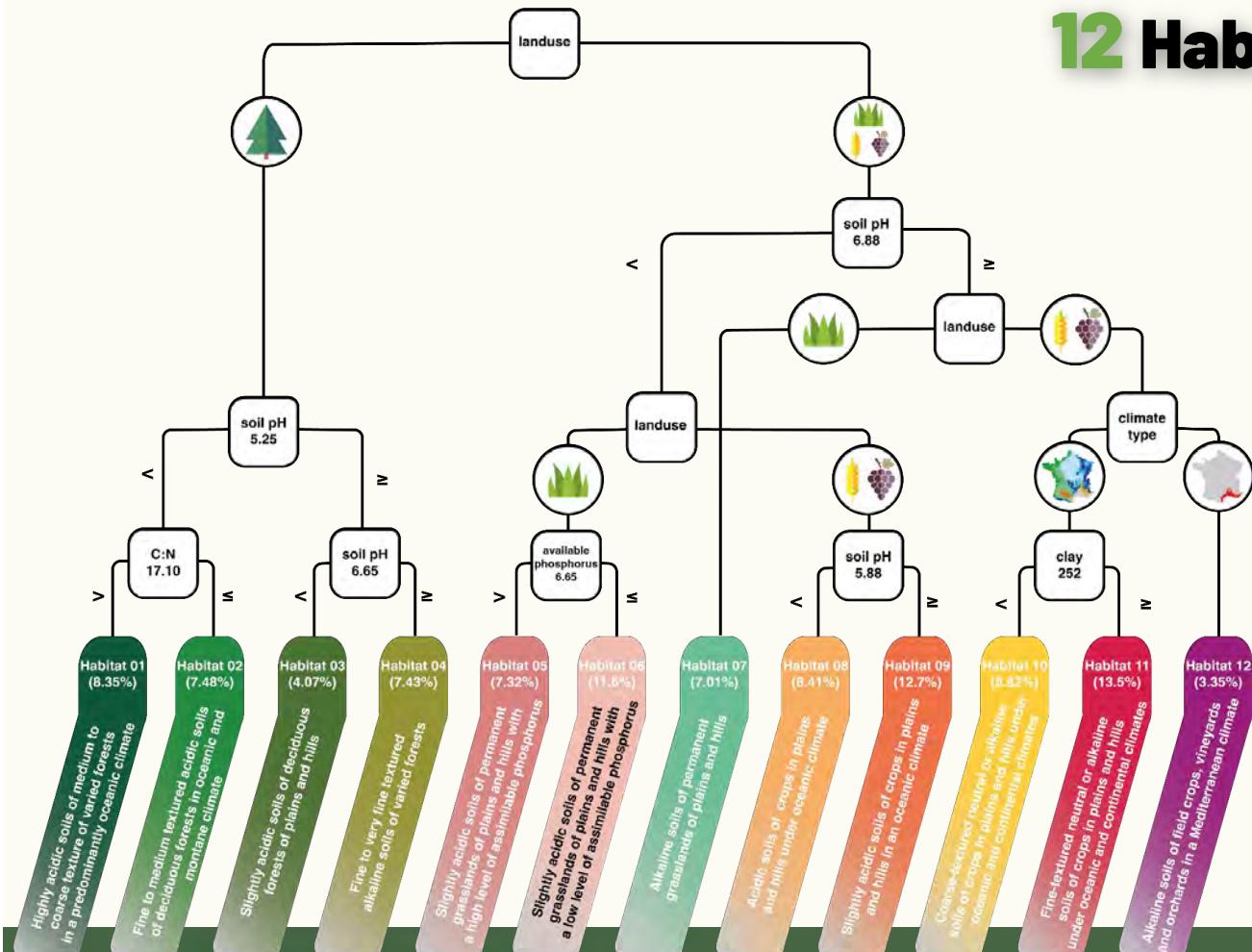
**L'arc méditerranéen a la plus faible richesse fongique (UTOs inférieure à la moyenne nationale de 1450 UTOs)**



Djemiel et al., 2022, in prep. Fungal Diversity

# Biodiversité du sol : habitats des champignons du sol

## 12 Habitats fongiques en France

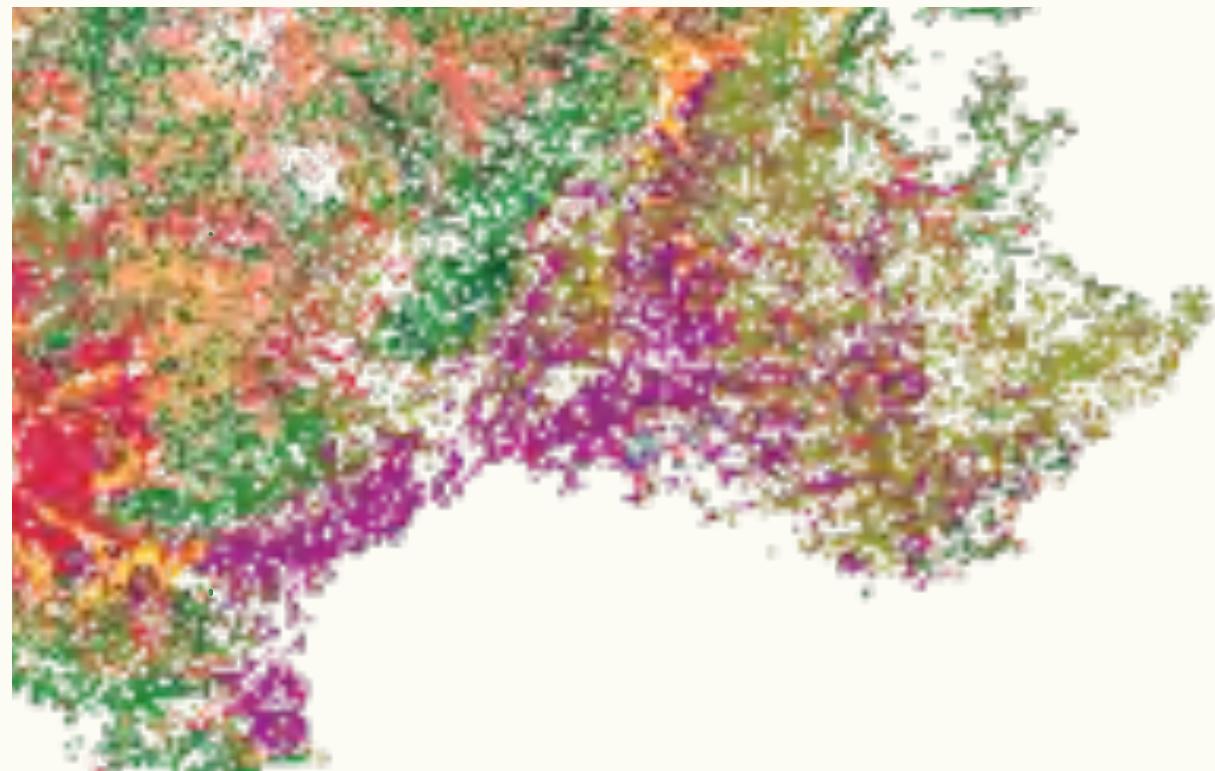


# Biodiversité des sols : 12 habitats fongiques à l'échelle du territoire français dont 3 habitats sous forêt présents en climat méditerranéen

**Habitat 02 : Sols acides à texture moyenne à fine des forêts caducifoliées de climat océanique et montagnard et 1,5% en climat méditerranéen, Cévennes, Haut Languedoc, Pyrénées orientales.**

**Habitat 03 : Sols légèrement acides à texture moyenne à fine des forêts caducifoliées des plaines et collines dont 9 % en climat méditerranéen : Maures, Minervois, basses Pyrénées Orientales.**

**Habitat 04 : Sols alcalins à texture fine à très fine, des forêts caducifoliées, mélangées ou de conifères, en climat océanique et montagnard dont 30% en climat méditerranéen : plaines et collines du Languedoc, Vallée du Rhône, moyennes montagnes de Provence et des Préalpes du sud (jusqu'à 2000 m d'alt).**



## Biodiversité des sols : caractérisation de l'habitat fongique N°04 sur les trois habitats forestiers présents en climat méditerranéen

Sols alcalins (pH compris entre 6,7 et 8,5) à texture fine 44 % à très fine 47 %

des forêts caducifoliées (56,5%), mélangées (28%), ou de conifères (15,5%)

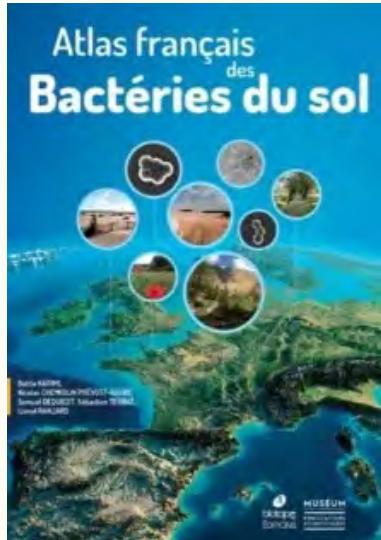
Habitat distribué majoritairement en climat méditerranéen (30%) par rapport aux 4 autres grands climats Plaines et collines du Languedoc, Vallée du Rhône, collines et moyennes montagnes de Provence et montagnes des Préalpes (jusqu'à 2000 m d'alt).

Densité fongique très forte : 567 MILLIONS de copies d'ADNr18s

Richesse fongique de 1334 UTOs légèrement plus faible que la richesse moyenne nationale de 1457 UTOs et dominée en abondance relative par les BASIDIOMYCETES (65%/national)

Héberge majoritairement des saprophytes (35% / Moyenne nationale de 21%); des symbiotiques (8% / Moyenne nationale de 3%) et proportion quasi identique des pathogènes / moyenne nationale de 10 %

## Biodiversité des sols : biomasse bactérienne



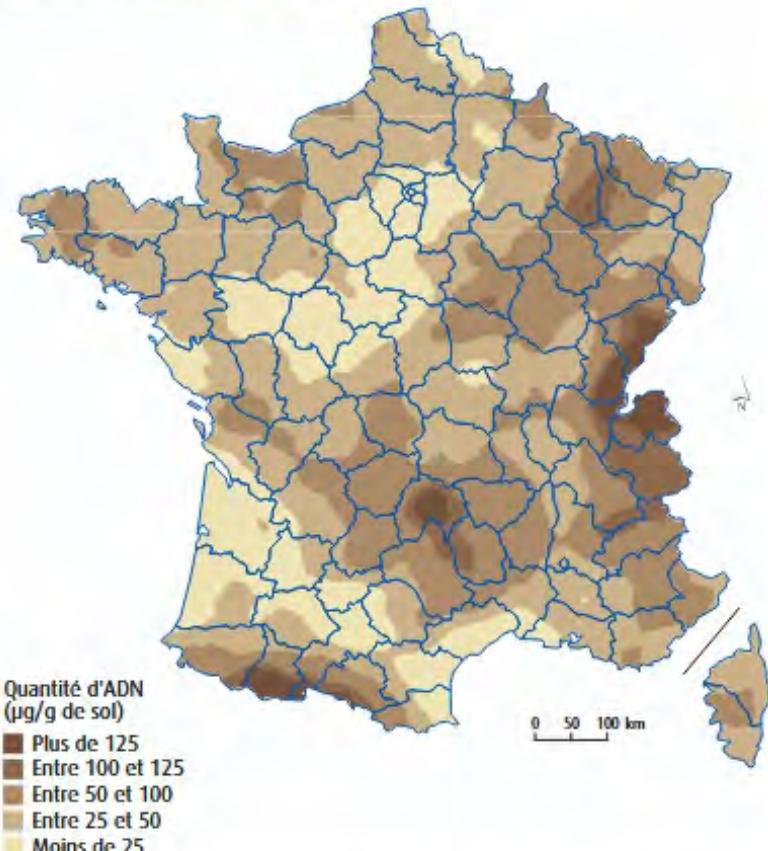
la biomasse moléculaire microbienne moyenne des sols français est 62Ug d'ADN.

***Les sols du pourtour méditerranéen ont une abondance faible***

La distribution de la biomasse microbienne dans les sols est principalement :

**aux paramètres physico-chimiques (pour 20,5%)**  
**aux grands modes d'usage influencent pour 1,4 %**  
**aux interactions entre tous les paramètres de cette distribution pour 20,9 %**

Biomasse microbienne des sols

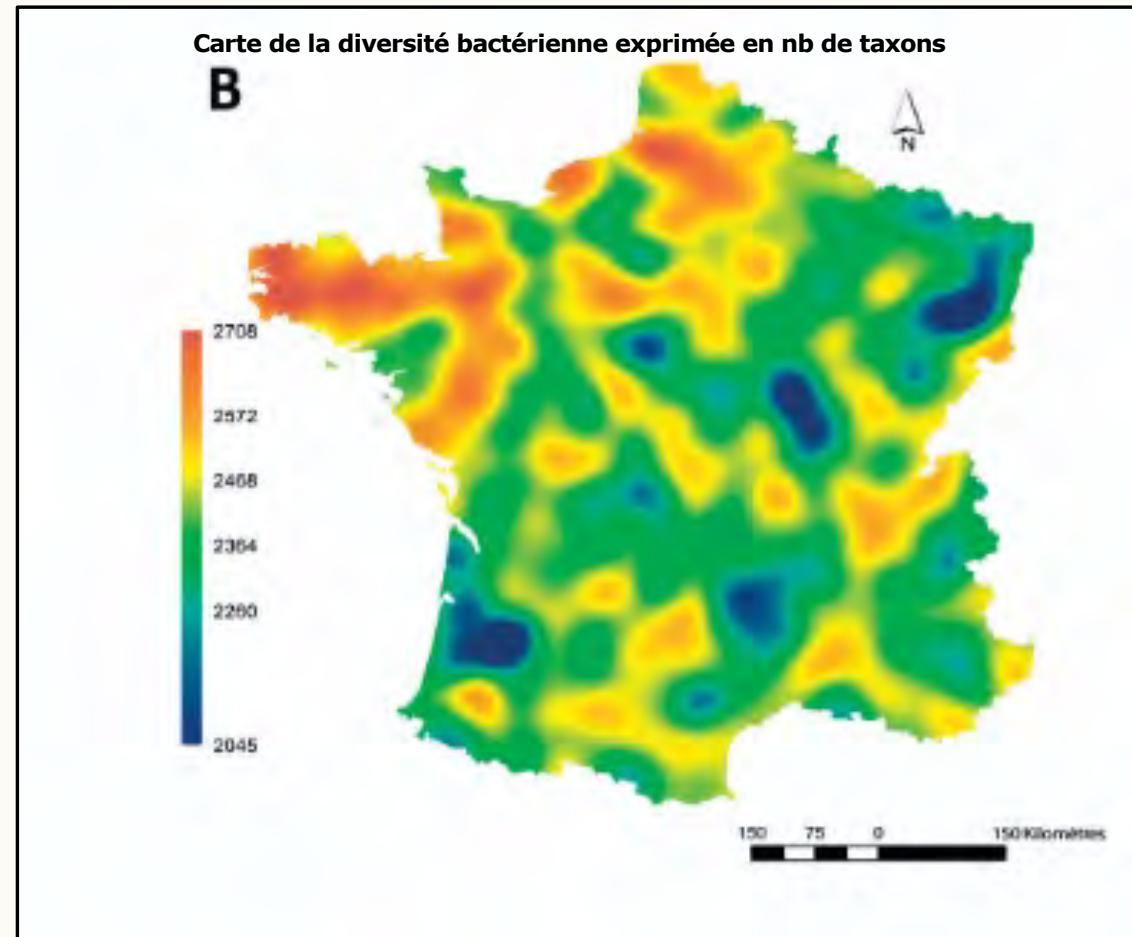


Sources : © Inra Dijon, plateforme Genosol ; Gis Sol, RMQS, 2015. Traitements : Gis Sol ; SoeS, 2015

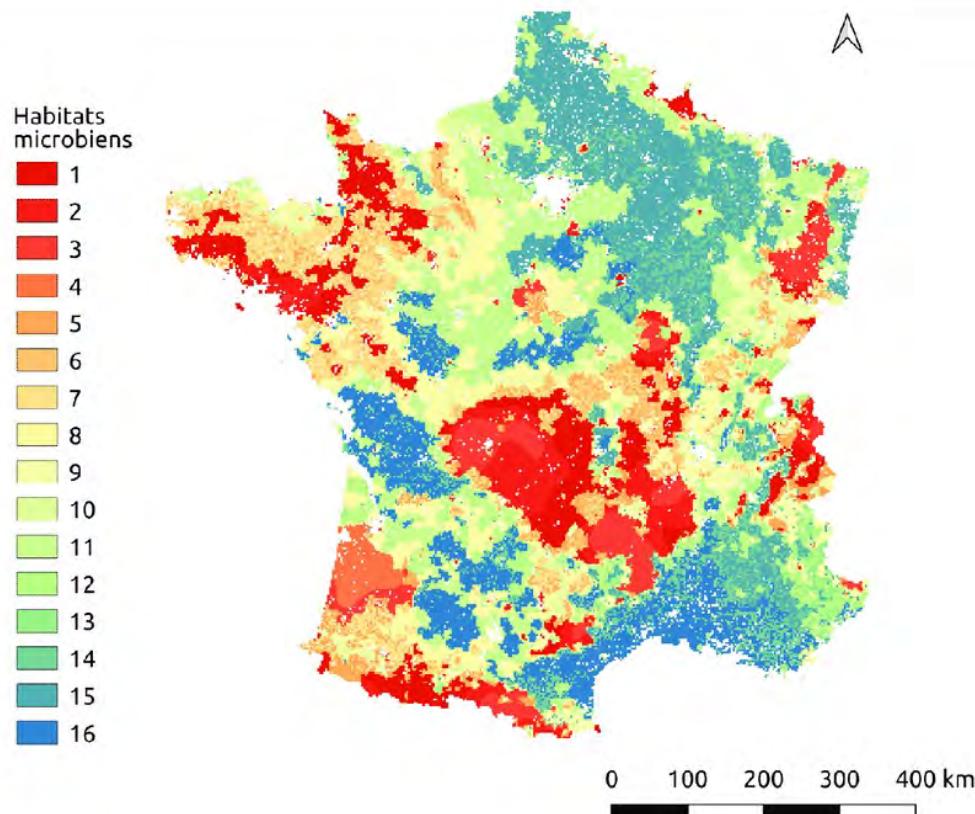
## Biodiversité des sols : diversité bactérienne

114 252 taxons différents ont été observés ,  
la moyenne nationale est de 2079 taxons.  
La diversité bactérienne est élevée sur le pourtour  
méditerranéen.

La richesse bactérienne est la plus basse dans les  
sols sous forêts avec une moyenne de 1897 taxons -



# Biodiversité des sols : 16 habitats microbiens à l'échelle du territoire dont 8 habitats sous forêts



## **HABITAT 14 : SOLS ALCALINS DES FORETS** présent dans tout le pourtour méditerranéen

Sols alcalins (pH compris entre 7,6 et 8,5) à texture limono argileuse, Teneur médiane en C organique de 3,9 % sous les 3 types de forets Collines et moyennes montagnes du Languedoc, Vallée du Rhône, collines et moyennes montagnes de Provence et des Préalpes Biomasse microbienne très élevée (114% de plus qu'au niveau national ) Richesse bactérienne médiane de 2070 taxons équivalent à la richesse médiane moyenne nationale (2079 taxons)

## Pour en savoir plus...



RMQS webpage



Interactive tool for summary  
RMQS data



INRAE Geodata



Gis Sol dataVERSE

### Quelques vidéos sur le CEES et les programme du Gis Sol

- Une banque pour les sols : <https://www.youtube.com/watch?v=DViD2-86jOg>
- Le CEES de l'INRA, un bâtiment en terre crue (pisé) : <https://vimeo.com/142489197>
- Le portail des données du Gis Sol : <https://www.rencontres-recherche-ssp2019.ademe.fr/Data/ElFinder/s71/PDF-ATELIERS/ATELIER-1/1-2-LEBAS-GISSOL.mp4>
- Le RMQS a 20 ans ! : <https://vimeo.com/416049027>

### Contacts & infos

[claudy.jolivet@inrae.fr](mailto:claudy.jolivet@inrae.fr)

[jean-claude.lacassin@laposte.net](mailto:jean-claude.lacassin@laposte.net)



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)



Informer, Échanger, Rassembler, Proposer

## Colloque organisé avec le soutien de



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE,  
DE LA BIODIVERSITÉ,  
DE LA FORêt, DE LA MER  
ET DE LA PÊCHE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)