



forêt méditerranéenne



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

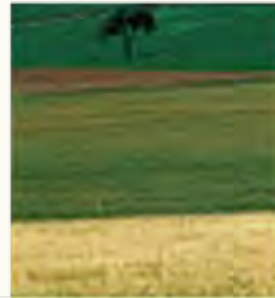
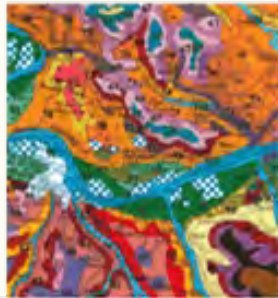
Sommaire

- > 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

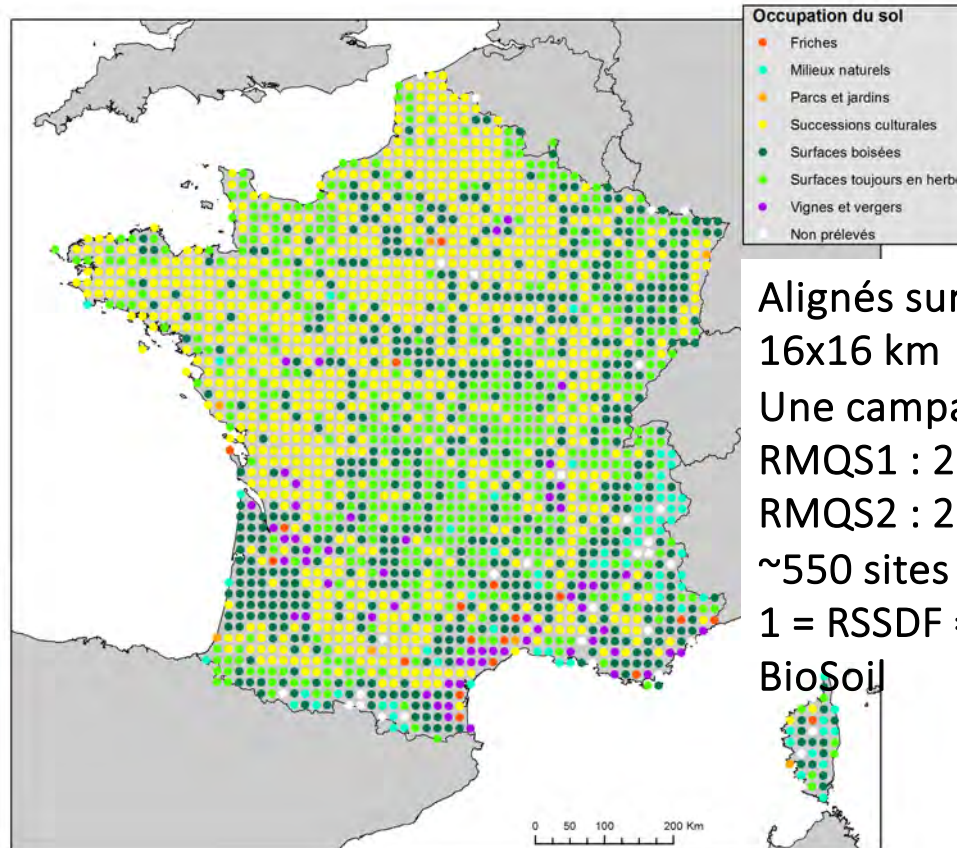
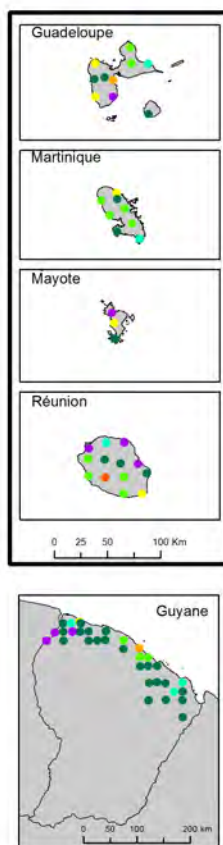


*« constituer et gérer le système d'information
sur les sols de France »*

www.gissol.fr



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



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

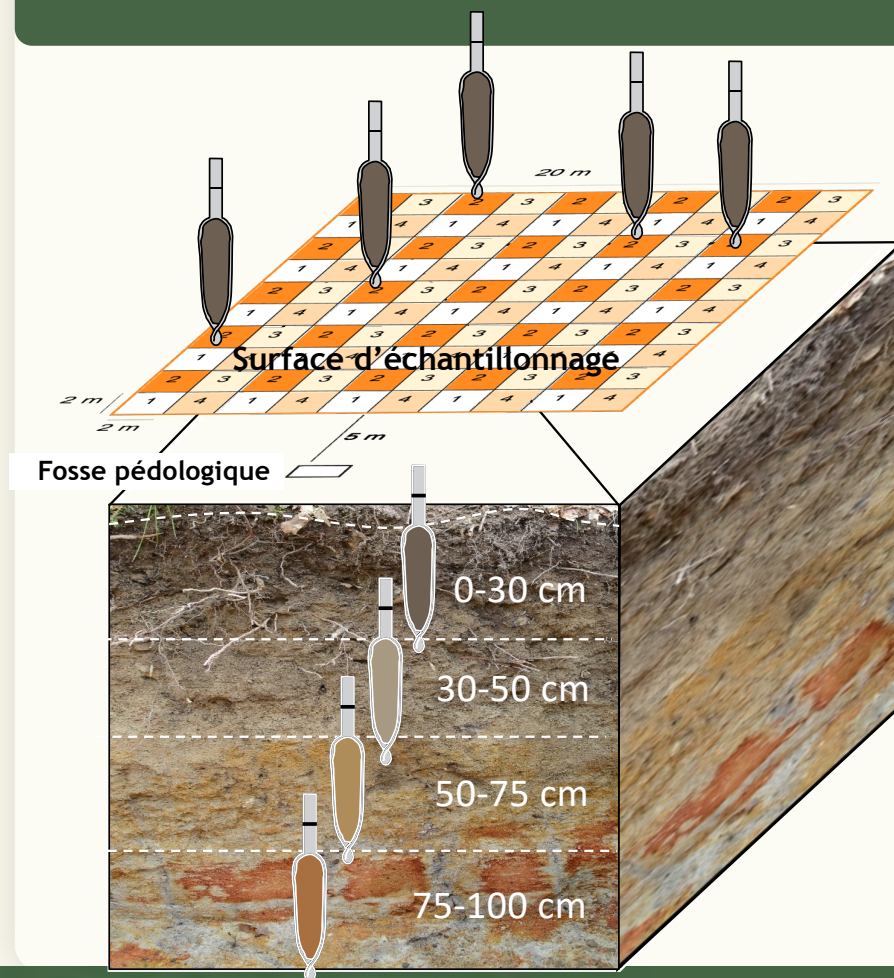


forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterranee.org

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



INRAE Orléans



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

www.foret-mediterranee.org

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 émergents (PFAS, microplastiques, ...)
- Microorganismes pathogènes

• Carbone, eau 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
- 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)

☑ RMQS1
☑ RMQS2
☑ RMQS1 et 2



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterranneenne.org

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

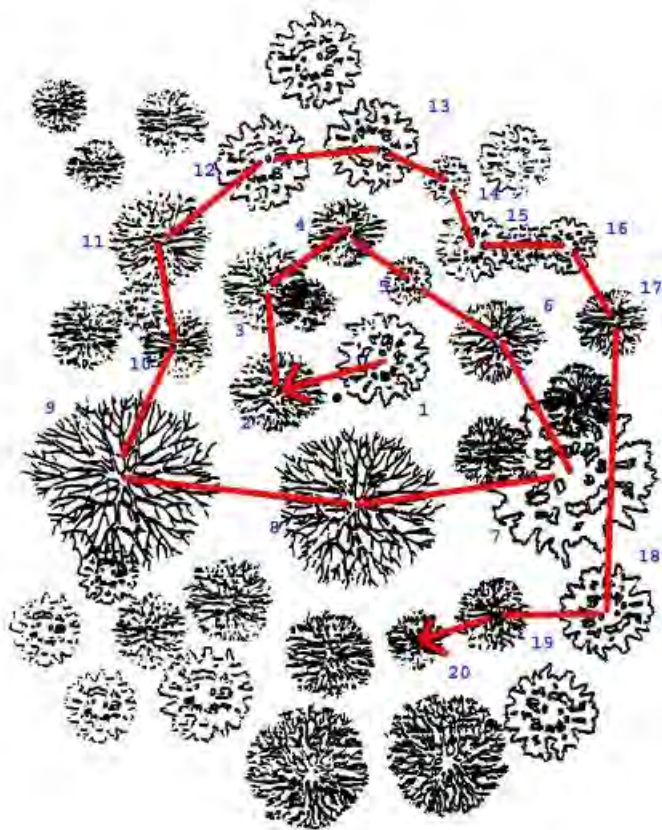
RMQS2	Coût € par site	Coût € par an
Hexagone		
Campagne RMQS2 (180 sites par an)	9 500	1 700 000
Surveillance des résidus de pesticides (180 sites par an)	3 000	500 000
Surveillance de la biodiversité du sol (72 sites par an)	7 000	500 000
Territoires ultramarins		
Campagne RMQS2 (~50 sites par an)	10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

Eau : 30,5 M€ /an (2007 – 2010)

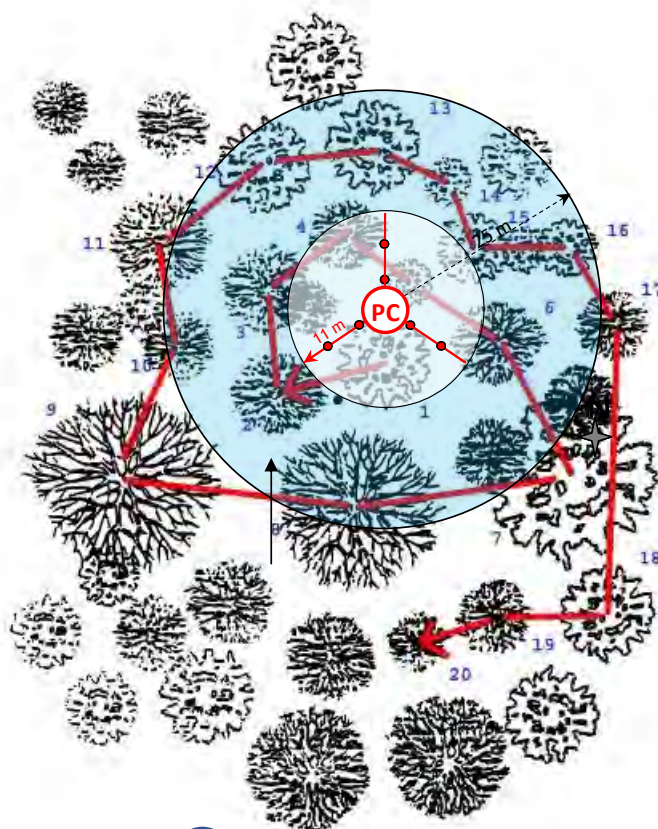
Air : 73,8 M€ /an (2015 – 2019)


Sols : 3,3 M€ /an (2016 – 2025)

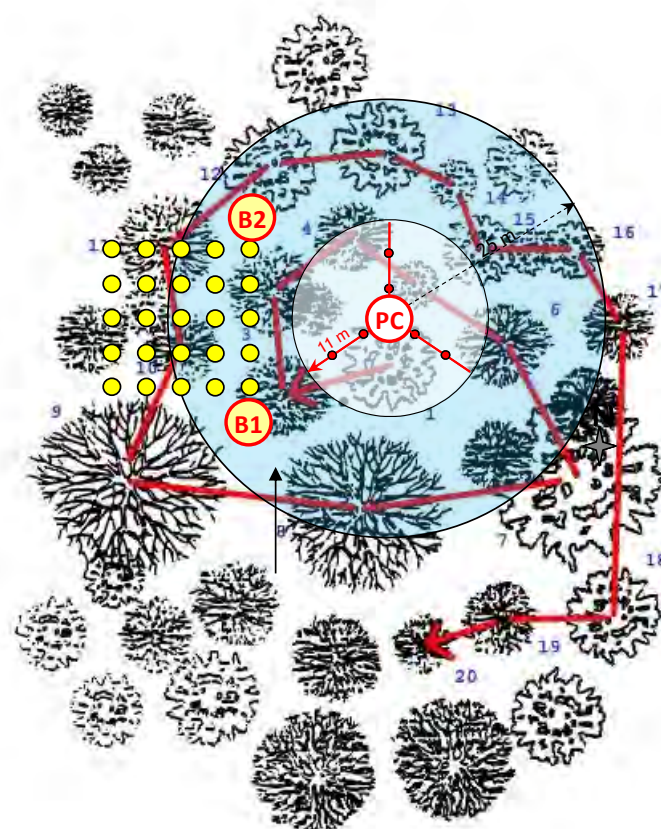
Santé des forêts, placette BioSoil, site RMQS-BioSoil : des dispositifs emboîtés




 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

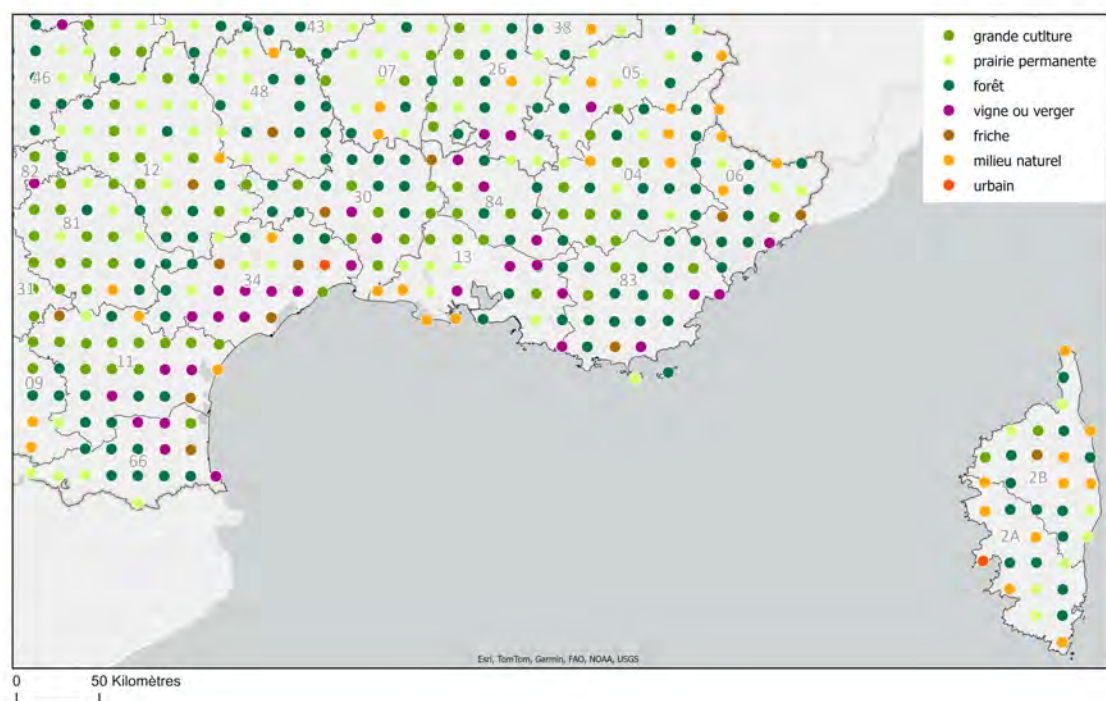
66	11	34	30	48
7	6	7	10	10 dont 3 en zone méditer.

11

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

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

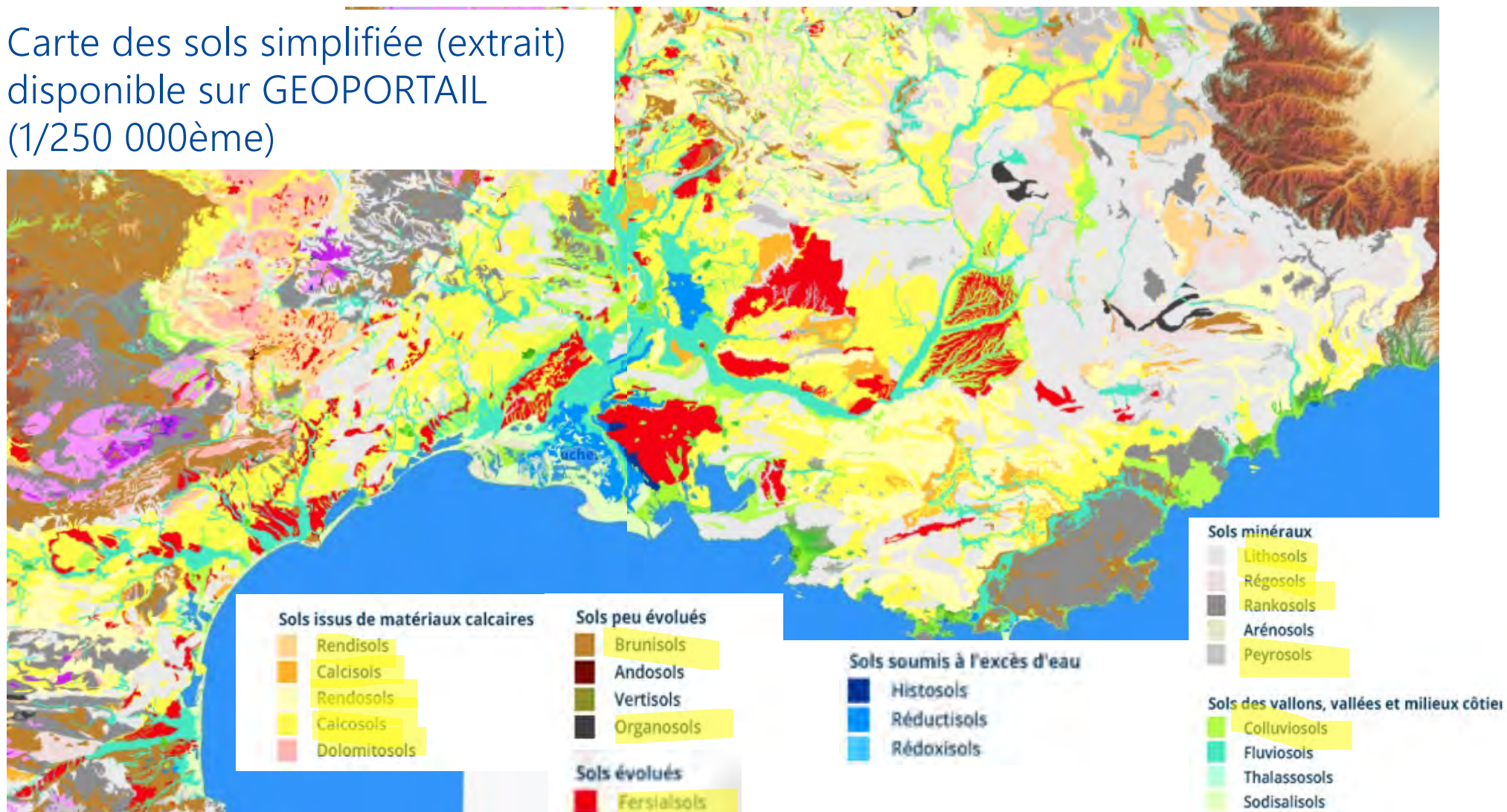
LITHOSOL	RANKOSOL	BRUNISOL	RENDISOL	RENDOSOL	CALCOSOL	CALCISOL	FERSIALSOL	COLLUVIOSOL	FLUVIOSOL / CALCARISOL / LUVISOL/ DOLOMITOSOL/ PODZOSOL
2	4	8	7	5	4	4	5	3	1 pour chaque type de sol

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)



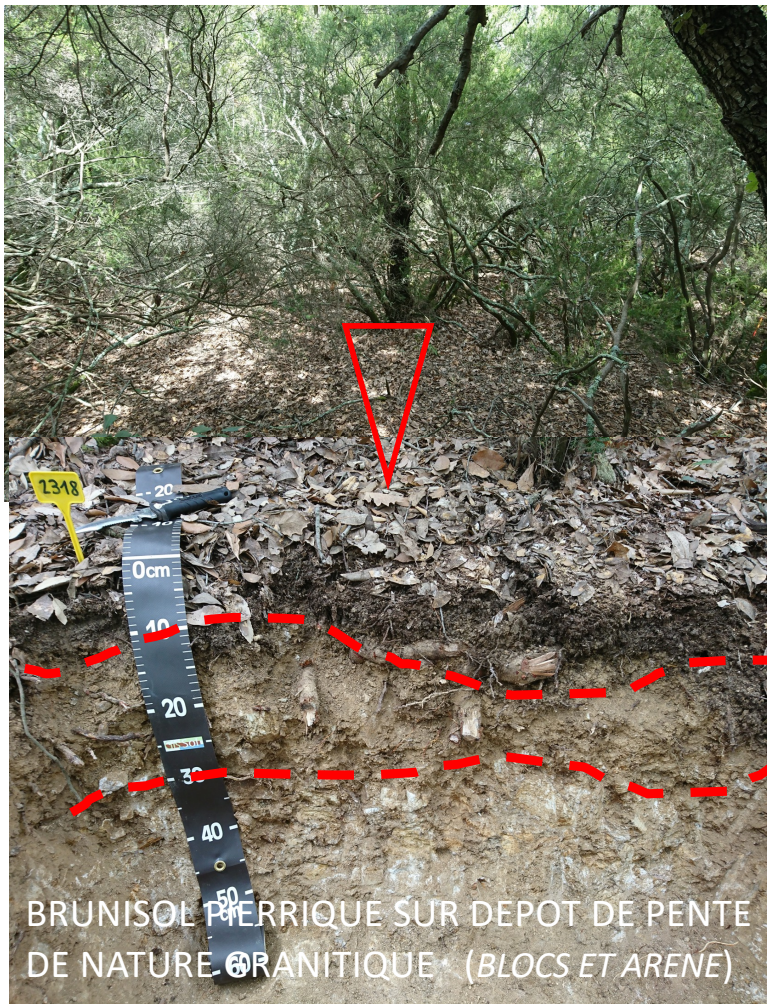
forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

Diversité des sols forestiers méditerranéens

Site 2318 – Villelongue dels Monts (66)
Chênaie à chênes verts



Litière : Oln-Olv-OF discontinu
Oligomull

Horizon A

Horizon S

Horizon C

Litière : Oln-Olv-OF discontinu
Oligomull

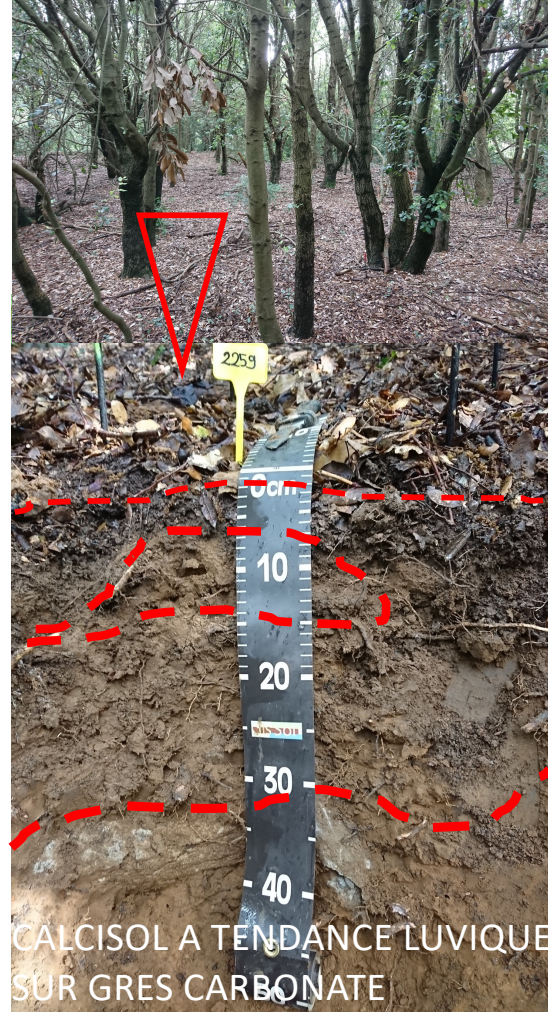
Horizon ACi

Horizon E Sci

Horizon S Bt

Horizon C altération du grès

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

Horizon Aci en poche

Horizon Aci
en poche

Horizon C / R

Site RMQS biosoil n°2034 Lauris (84)
garrigue à chênes verts



Litière discontinue



RENDISOL rubéfié, alcalin (pH 7.9),
argileux(47%), organique (10,8 %d e 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 ¹⁰ g/cm ³ Prélevée le 29/01/2007		1.50	1.34	1.42
Teneur en graviers, cailloux et pierres ¹¹ (% 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 ¹⁰ g/cm ³ Prélevée le 13/04/2016		1.41	1.64	1.45
Teneur en graviers, cailloux et pierres ¹¹ (% 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)

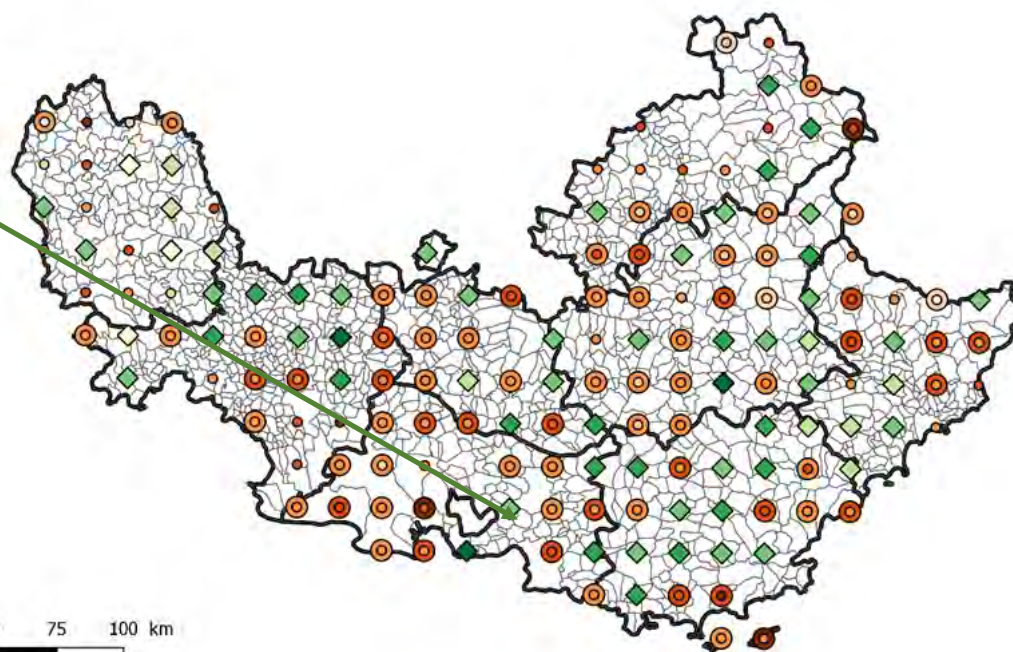
Agricole - Compo2 (73)

- 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



Auteur : WAJDA Erwan
Source : INRA, SCP

Stocks de carbone organique dans la partie superficielle des sols métropolitains

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

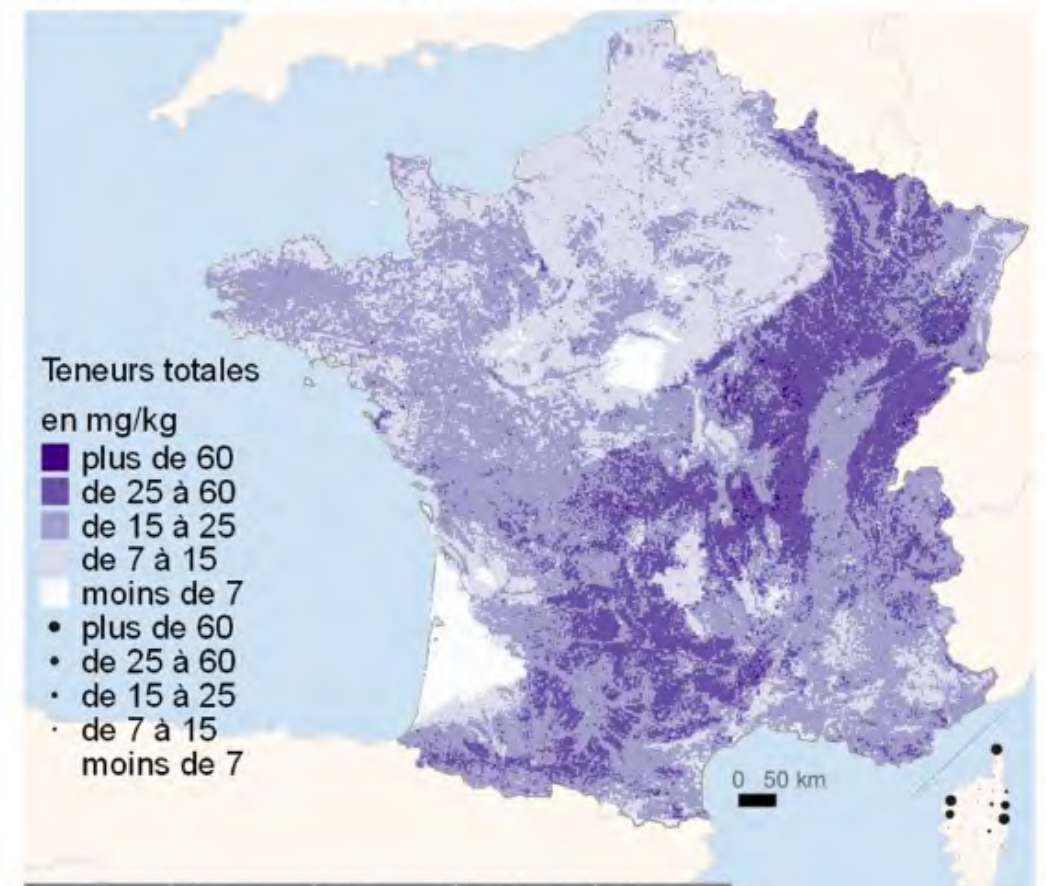
- stocks les plus faibles dans **les vignobles (34 t/ha) et cultures très intensives,**
- moyens dans **les grandes plaines cultivées (environ 60 t/ha),**
- élevés (**entre 80 et 90 t/ha**) sous **prairies, forêts et pelouses ou pâturages naturels.**

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.

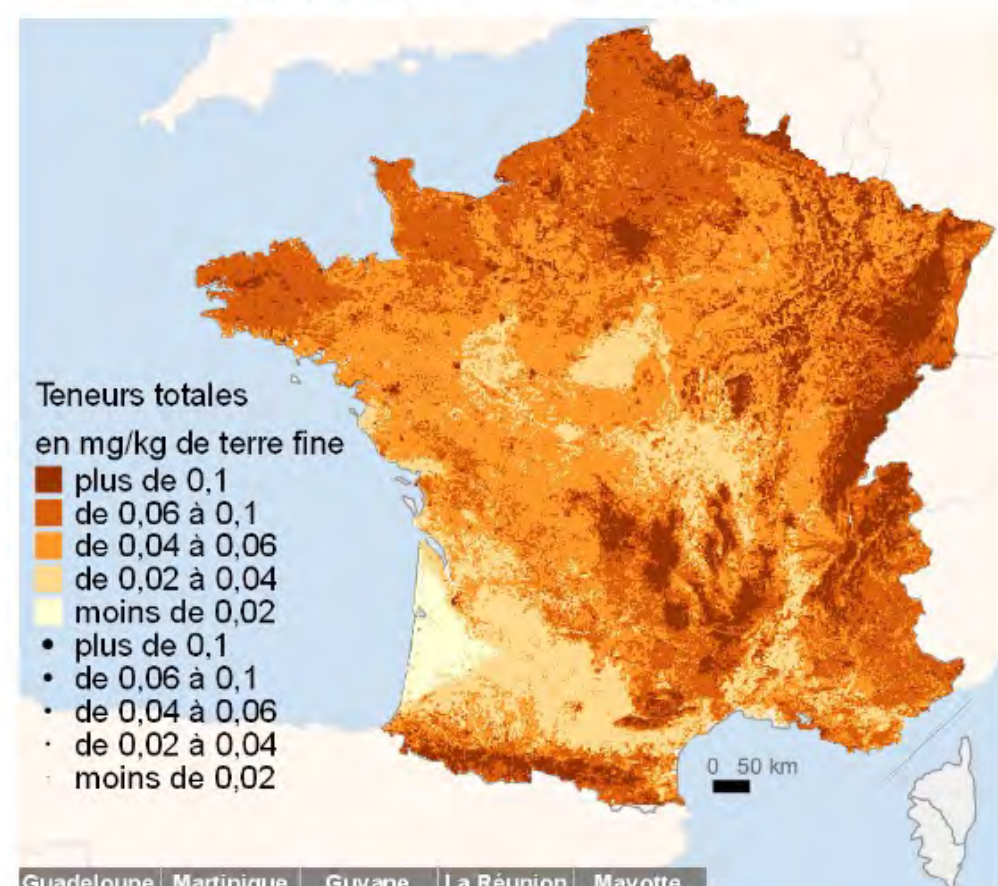


Contaminants : les éléments traces (ET)

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



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



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

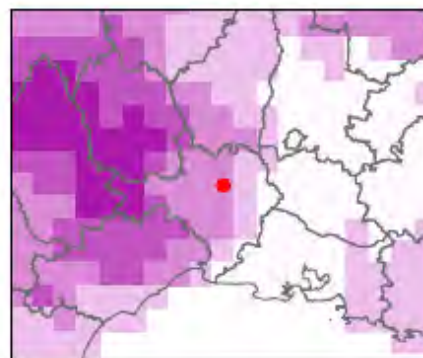
Contaminants : les éléments traces (ET)

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



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.

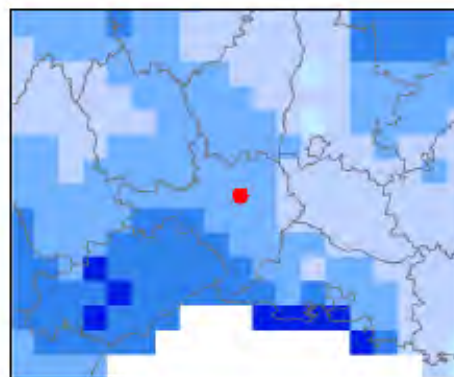


Teneurs habituelles maximales en mg/kg

0 - 34
34 - 55
55 - 82
83 - 126
126 - 284

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

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



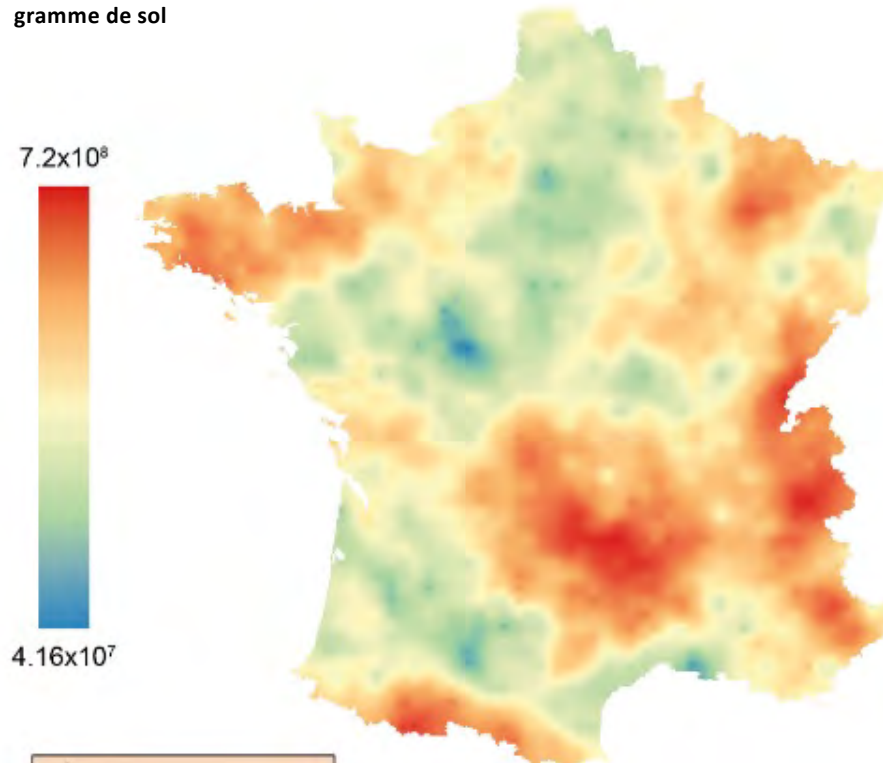
Teneurs habituelles maximales en mg/kg

0 - 0,11
0,11 - 0,15
0,15 - 0,20
0,20 - 0,28
0,28 - 0,54

Biodiversité du sol : densité fongique



Carte de la densité fongique exprimée en nbr de copie d ADN ribosomique 18s par gramme de sol



La distribution de la densité de champignons dans les sols est due 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 !

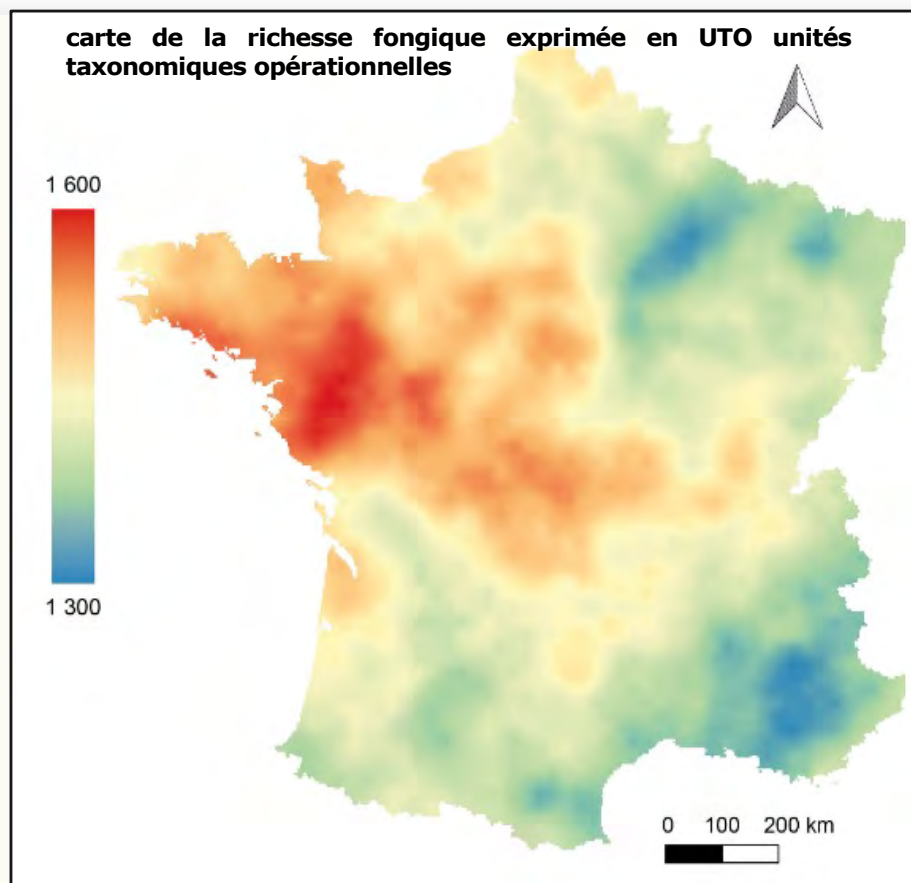


forêt méditerranéenne

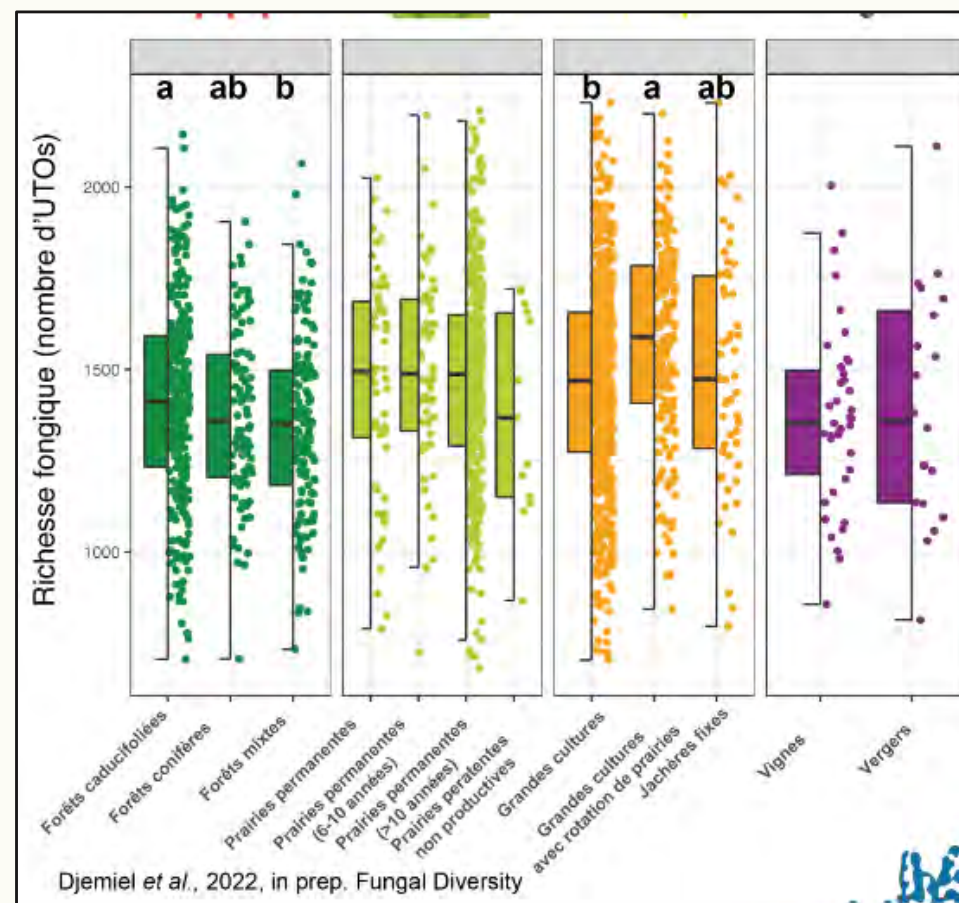
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterranneenne.org

Biodiversité du sol : diversité fongique



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



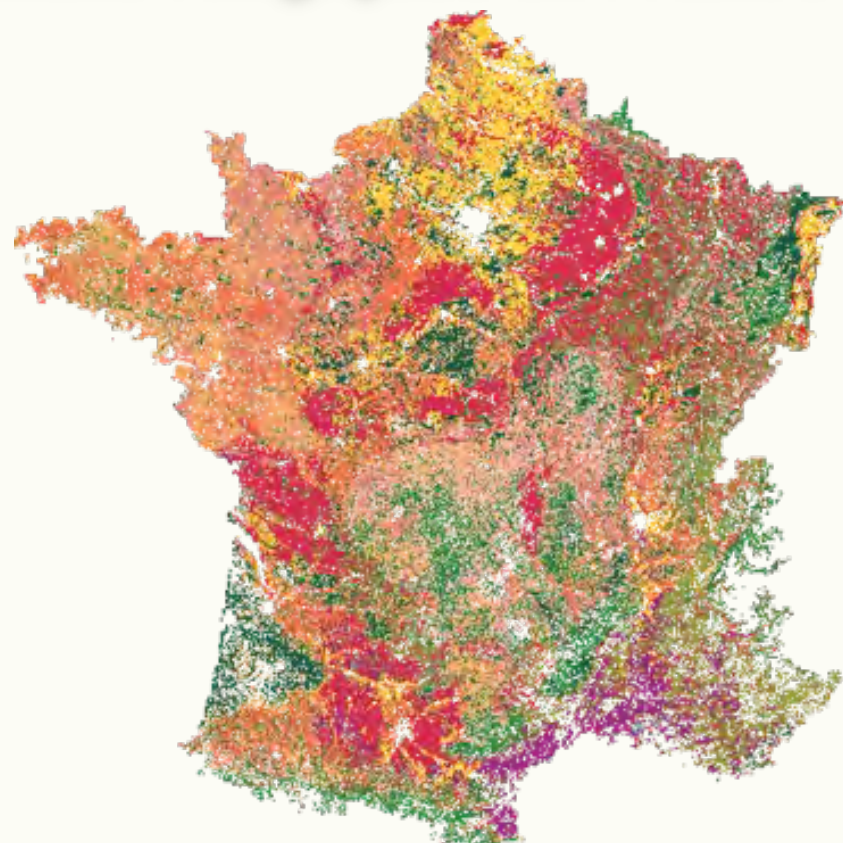
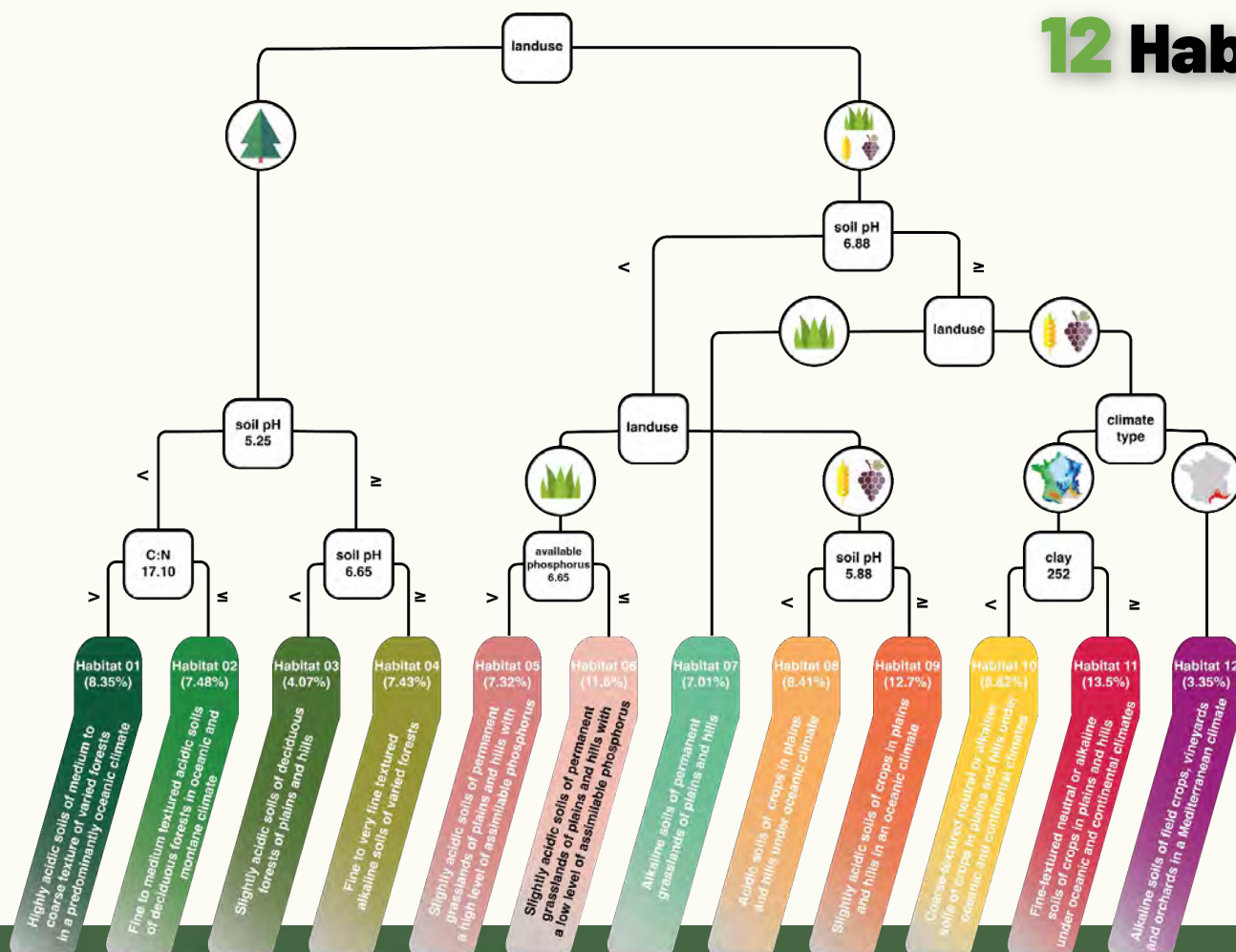
forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org

Biodiversité du sol : habitats des champignons du sol

12 Habitats fongiques en France



forêt méditerranéenne

www.foret-mediterrannee.org

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



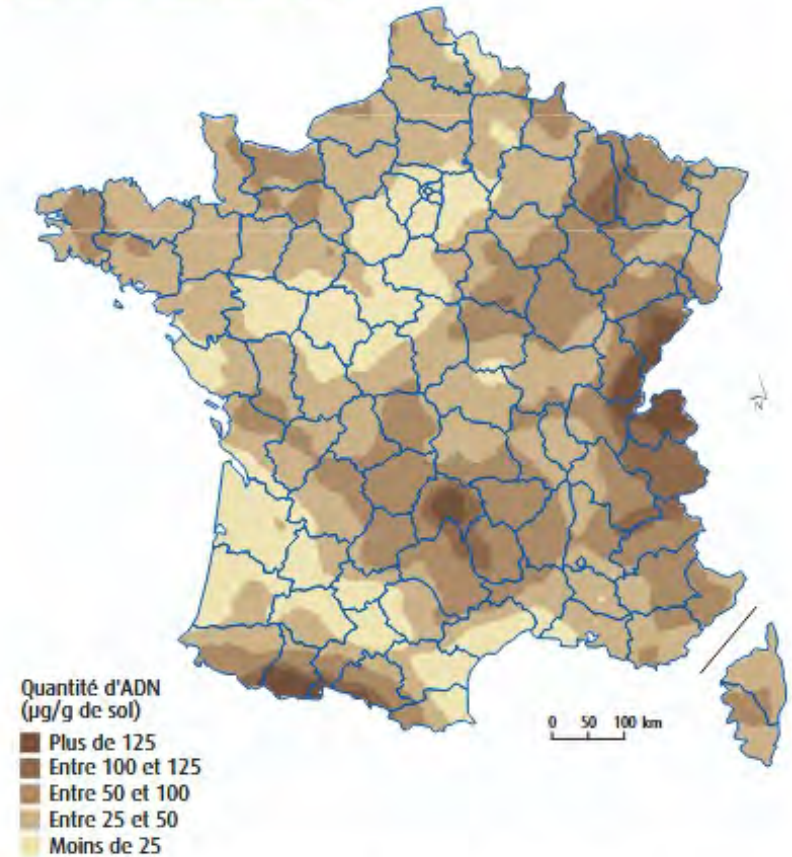
la biomasse moléculaire microbienne moyenne des sols français est 62Ug d'ADN.

Les sols du pourtour méditerranéen ont une abondance faible

La distribution de la biomasse microbienne dans les sols est du 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

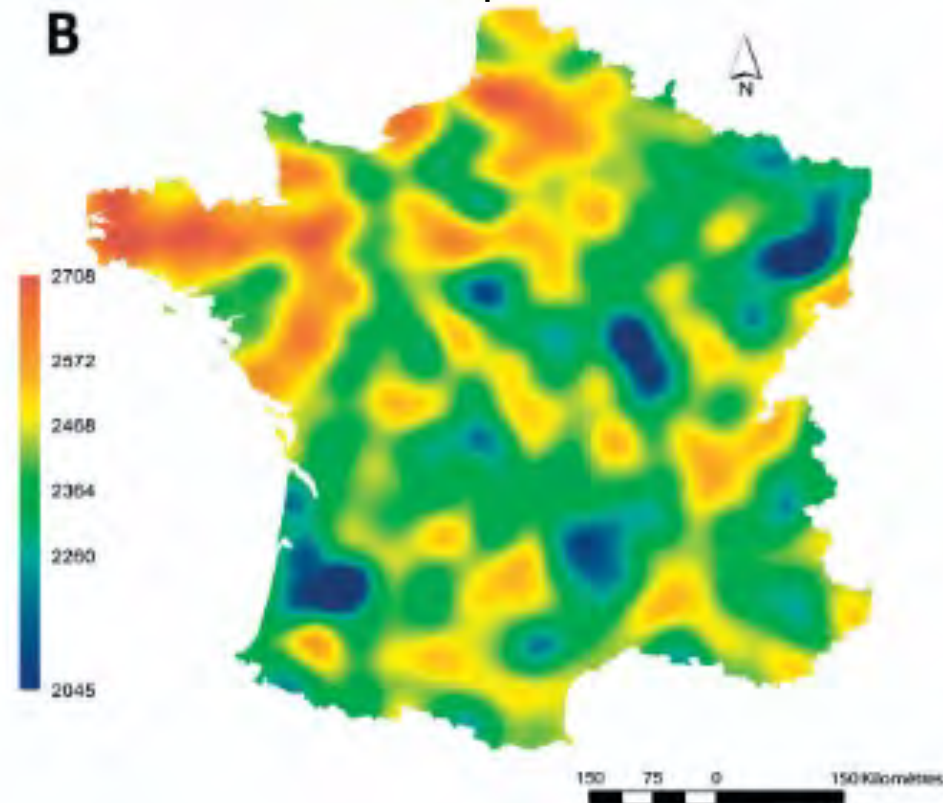
Biodiversité des sols : diversité bactérienne

**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 -**

Carte de la diversité bactérienne exprimée en nb de taxons

B



forêt méditerranéenne

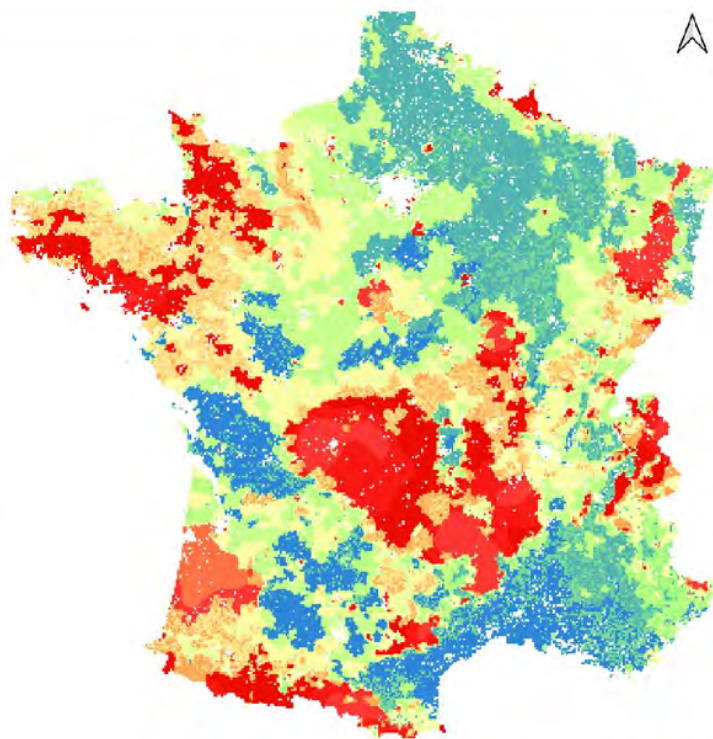
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterrannee.org

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

Habitats
microbiens

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16



0 100 200 300 400 km

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 forêts
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)



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterranneenne.org

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-spp2019.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
jean-claude.lacassin@laposte.net



forêt méditerranéenne

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

www.foret-mediterrannee.org



forêt méditerranéenne

Informier, Échanger, Rassembler, Proposer

Colloque organisé avec le soutien de

**RÉGION
SUD**



**PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR**



**DÉPARTEMENT
BOUCHES
DU RHÔNE**



**METROPOLE
AIX
MARSEILLE
PROVENCE**



**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