

# Valorisation des données de SOLS pour la gestion des territoires

**Développement et spatialisation d'un indice de multifonctionnalité des sols pour la caractérisation des espaces potentiellement perdus par l'artificialisation en région Occitanie (projet ArtiSols)**

M. Guiresse<sup>1</sup>, E. Rabot<sup>1,2</sup>, M. Angelini<sup>3</sup>, L. Laffond<sup>1</sup>, Y. Pittatore<sup>1</sup>, P. Lagacherie<sup>3</sup>, E. Barbe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France

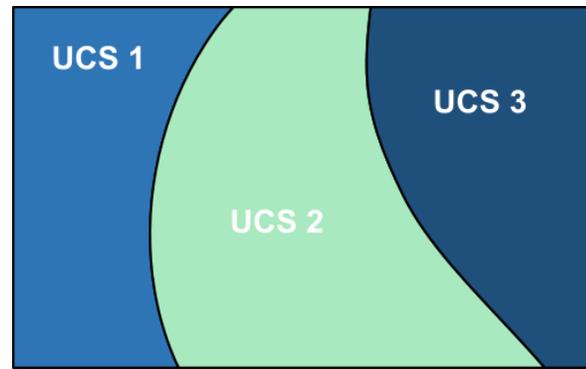
<sup>2</sup> INRAE, Info&Sols, 45075, Orléans, France

<sup>3</sup> LISAH, Univ Montpellier, INRAE, IRD, Institut Agro, Montpellier, France

<sup>4</sup> TETIS, Univ Montpellier, AgroParisTech, CIRAD, CNRS, INRAE, Montpellier, France

# Le Référentiel Régional Pédologique (RRP)

Le RRP est une carte des sols associée à une base de données



Consultable sous SIG

UCS	UTS	...
UCS 1	UTS 1	...
UCS 1	UTS 2	...
UCS 2	UTS 3	...

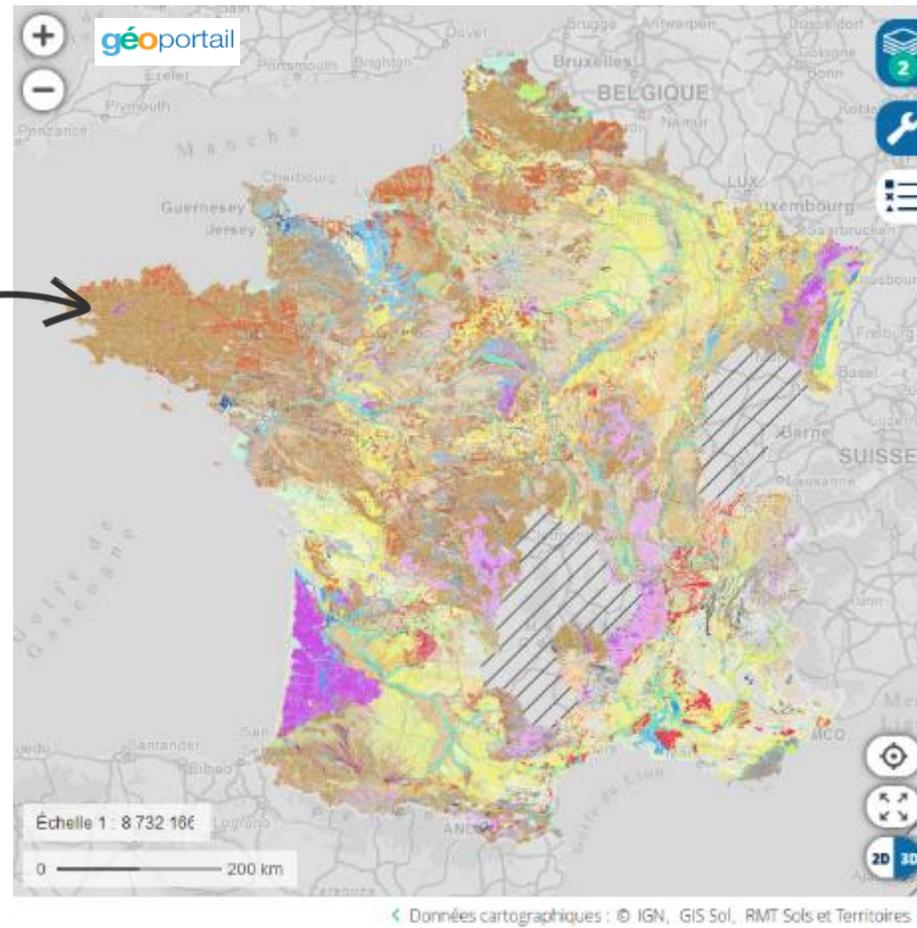
Livrée sous format Access



Échelle : 1/250 000

# À ce jour, c'est la seule information sur les sols disponible sur la quasi-totalité de la France

Les RRP sur le  
Géoportail  
(carte des types de  
sols majoritaires)



<https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/carte-des-sols>

# Les RRP sont issus du programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

- Programme national coordonné par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (Gissol)

Créé dans le but de capitaliser des données sur les sols



<https://www.gissol.fr/>



- Les RRP ont été acquis par différents acteurs régionaux



INRAE/LISAH de Montpellier  
Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement  
Chambre d'Agriculture du Tarn  
Chambre Régionale d'Agriculture Midi Pyrénées



# Assure le respect de certaines règles de cartographie

**RRP**

Sondages à la tarière :  
1 pour 200 à 600 ha



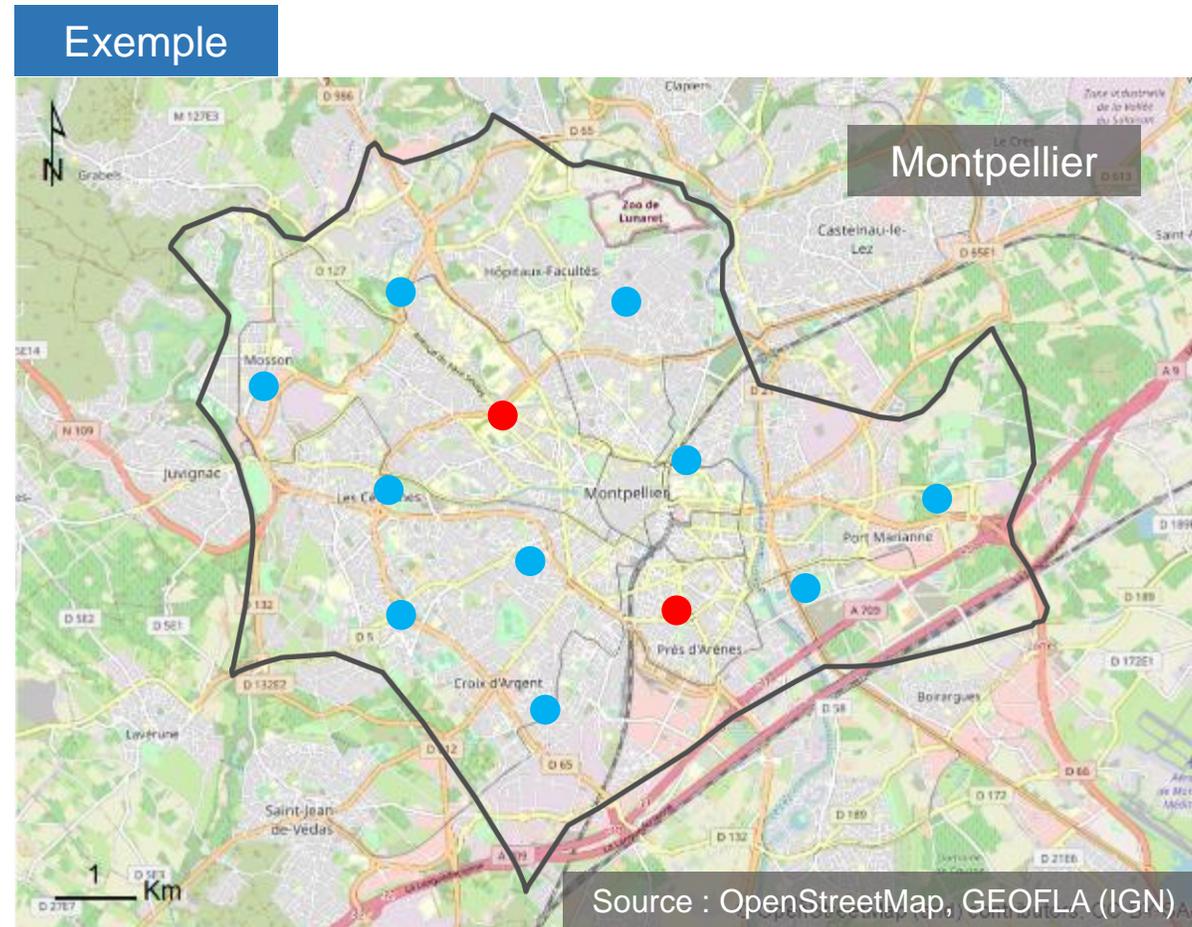
Fosses pédologiques :  
1 pour 2 000 à 6 000 ha



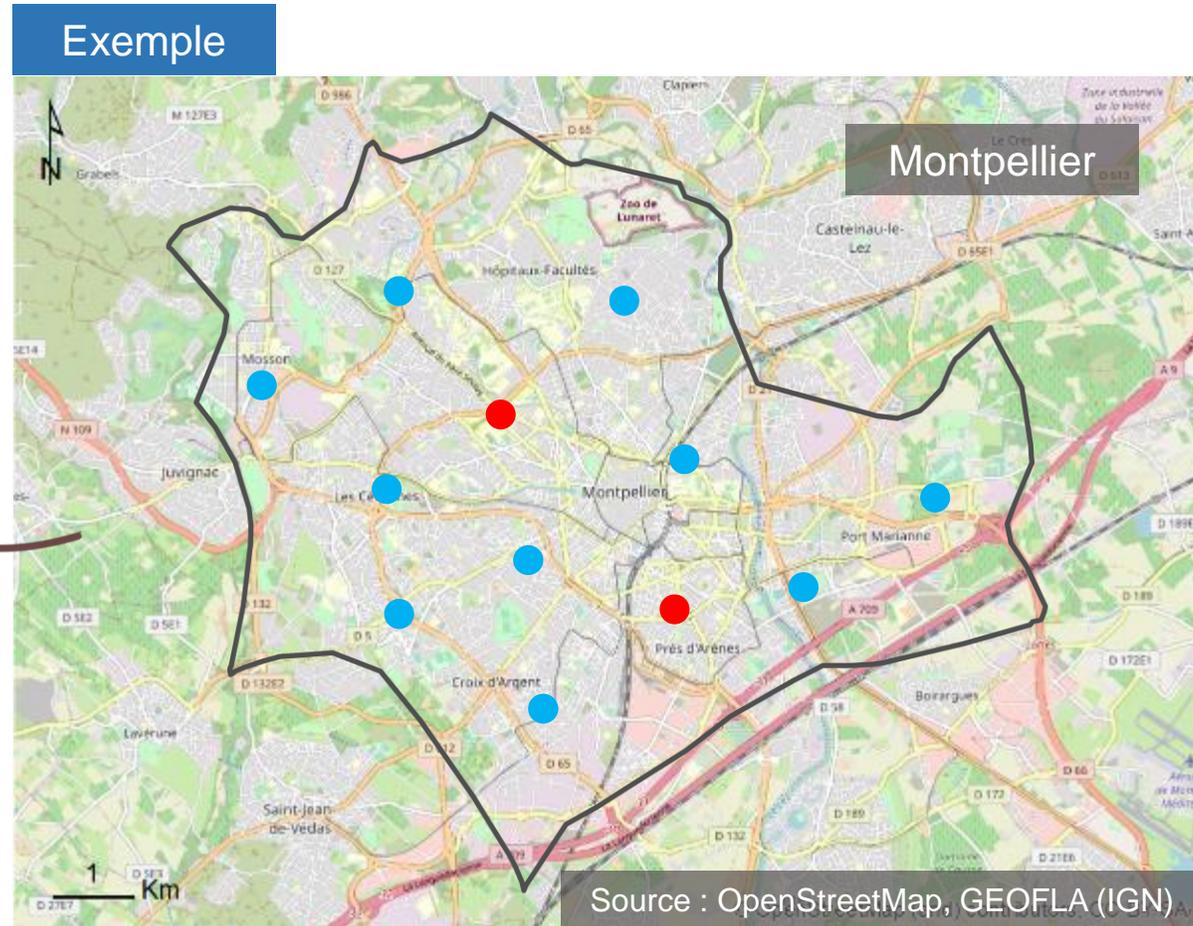
# Assure le respect de certaines règles de cartographie

Si la ville devait être cartographiée avec les standards des RRP, il faudrait réaliser :

- 10 à 30 sondages à la tarière
- 1 à 3 fosses pédologiques



# Assure le respect de certaines règles de cartographie



Saisie dans la base de données nationale structurant et regroupant les données des études pédologiques :

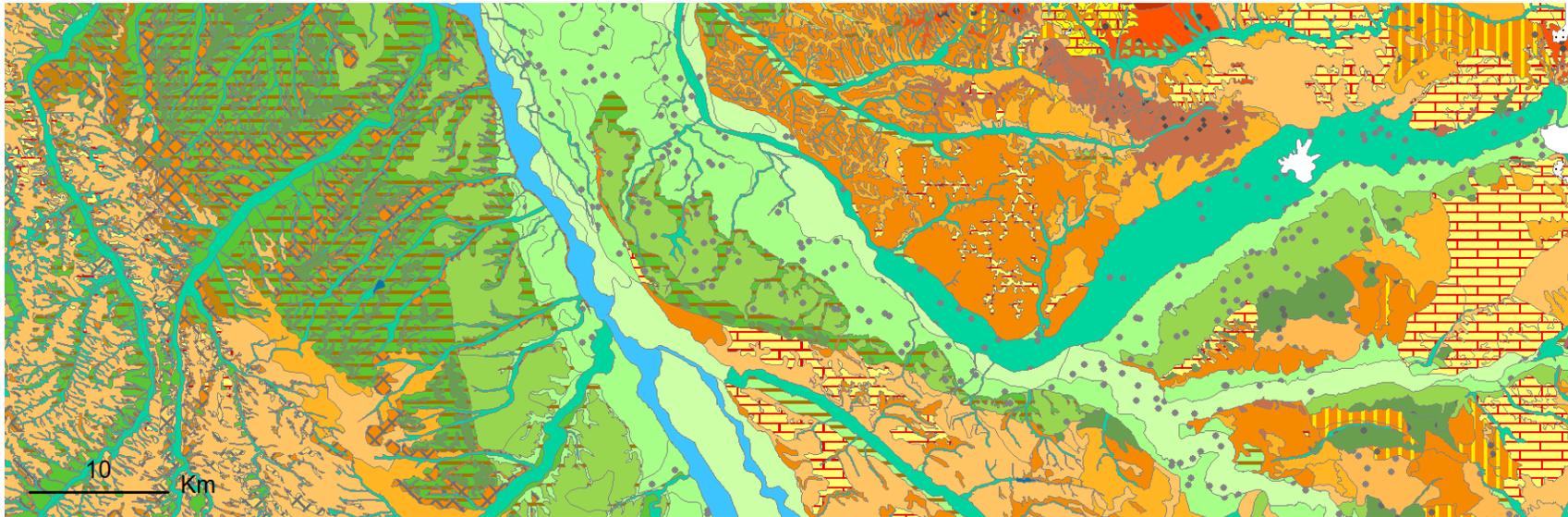
DoneSol

# Échelle 1/250 000

La densité de données recueillies sur le terrain contraint l'échelle de représentation

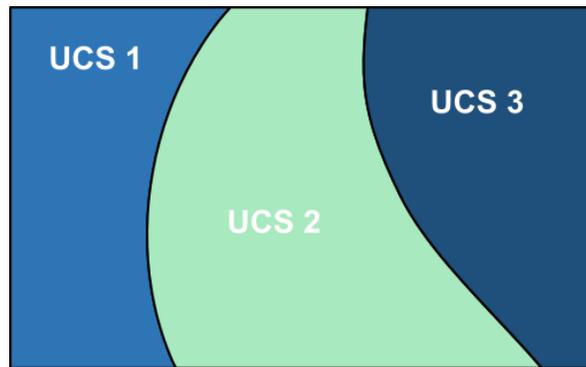


1 mm sur la carte correspond à 250 m sur le terrain  
La plus petite surface représentée est de 50 ha



Cette échelle permet de travailler au niveau régional ou départemental,  
mais pas au niveau infra-communal

# Dans les Référentiels Régionaux Pédologiques, ce sont les pédopaysages qui sont cartographiés



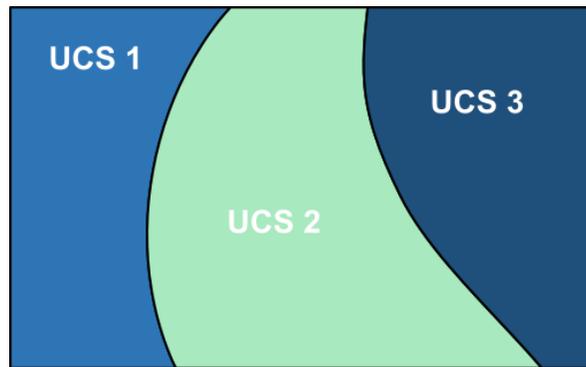
Un pédopaysage

= Une Unité Cartographique de Sol (UCS)

= Portion de l'espace où les facteurs de la formation des sols, comme la géologie, le relief, la végétation ou le climat sont homogènes



# Les UCS sont composées d'un ou plusieurs types de sols



+

UCS	UTS	...
UCS 1	UTS 1	...
UCS 1	UTS 2	...
UCS 2	UTS 3	...

Unité Typologique de Sol (UTS)

Les informations sur les UTS ne sont pas spatialisées, mais apparaissent dans la base de données DoneSo1

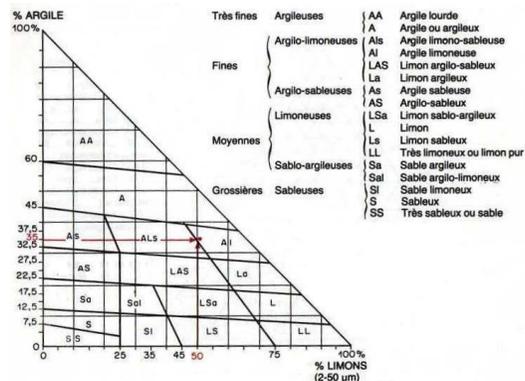
# Les UTS sont décrites dans la base de données

UCS	UTS	...
UCS 1	UTS 1	...
UCS 1	UTS 2	...
UCS 2	UTS 3	...



Propriétés qualitatives : observations de terrain

Texture, couleur, abondance des taches d'oxydo-réduction, nature des éléments grossiers, effervescence à l'acide chlorhydrique...



# Les UTS sont décrites dans la base de données

UCS	UTS	...
UCS 1	UTS 1	...
UCS 1	UTS 2	...
UCS 2	UTS 3	...



Propriétés qualitatives : observations de terrain

Texture, couleur, abondance des taches d'oxydo-réduction, nature des éléments grossiers, effervescence à l'acide chlorhydrique...



Propriétés quantitatives : analyses de laboratoire sur des échantillons de sols

Teneur en éléments grossiers, granulométrie, teneur en matière organique, teneur en calcaire, pH...



UCS 1

UCS 1

Falaises de calcaire dur et sols colluviaux hétérogènes en pied de falaise du Causse du Larzac



Unités Typologiques de Sols (UTS) :

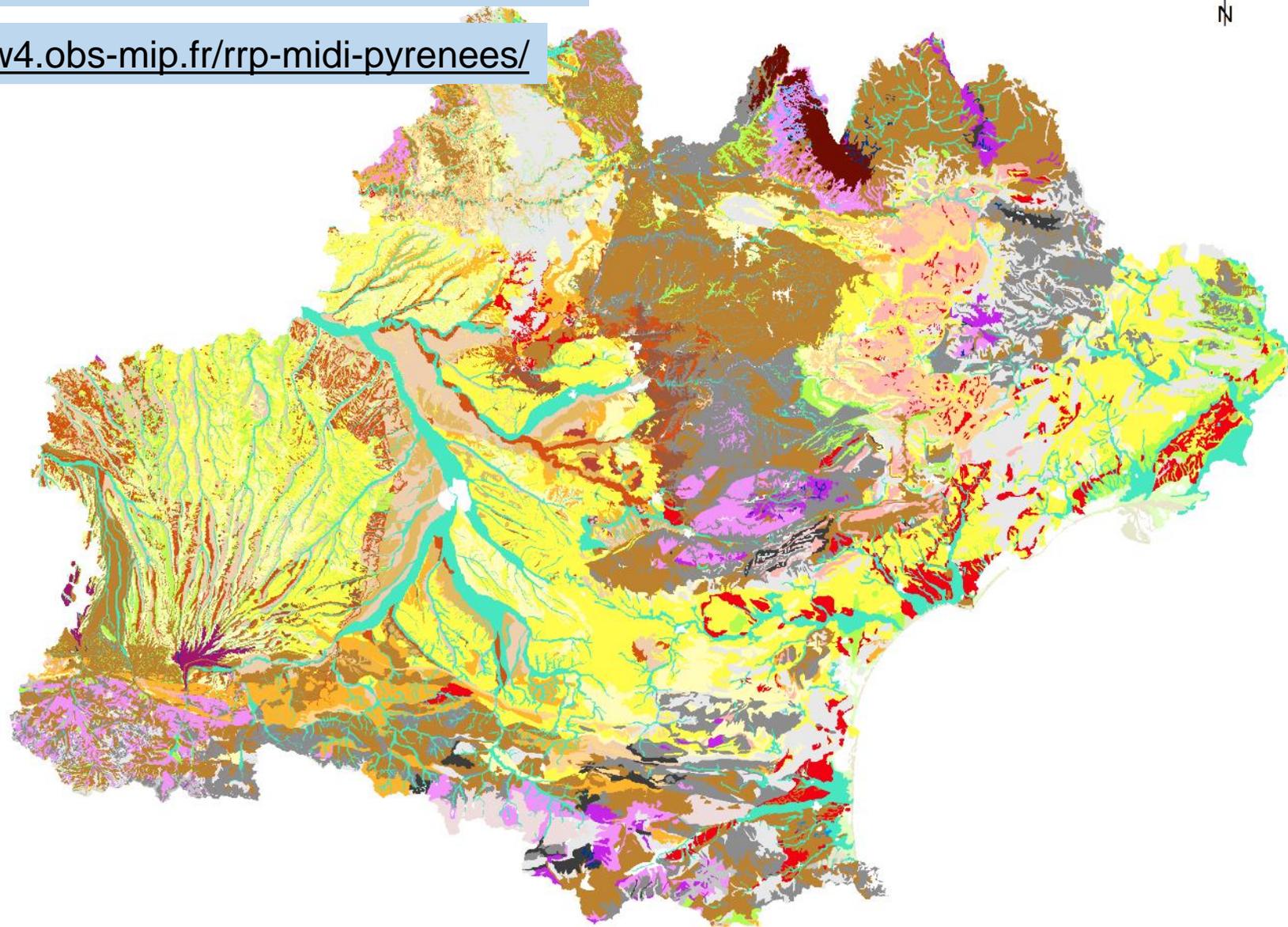
- LITHOSOLS stricts
- RENDOSOLS
- PEYROSOLS calcaires, cailloutiques



- Répartition en % de surface des types de sols au sein des UCS
- Propriétés de sol issues des observations de terrain et des analyses de laboratoire

<https://ckan.openig.org/dataset?tags=artisans>

<https://www4.obs-mip.fr/rrp-midi-pyrenees/>



#### Sols minéraux

- Lithosols
- Régosols
- Rankosols
- Arénosols
- Peyrosols

#### Sols des vallons, vallées et milieux côtiers

- Colluviosols
- Fluviosols
- Sodisols

#### Sols issus de matériaux calcaires

- Rendisols
- Calcisols
- Rendosols
- Calcosols
- Dolomitosols

#### Sols peu évolués

- Brunisols
- Andosols
- Organosols

#### Sols évolués

- Fersialsols
- Néoluviosols
- Luviosols
- Veracrisols
- Alocrisols
- Podzosols

#### Sols soumis à l'excès d'eau

- Histosols
- Réductisols
- Rédoxisols
- Colluviosols-Rédoxisols
- Brunisols-Rédoxisols
- Néoluviosols-Rédoxisols
- Luviosols-Rédoxisols

Laffond, L., Guiesse, M., Cambou, E., Rabot, E., Barthès, J.P., Bonfils, P., Bomand, M., Collin Bellier, C., Delaunoy, A., Falipou, P., Genevois, V., Gouin, J., Laveuf, C., Morel, J.M., Muller, N., Party, J.P., Poiraud, A., Revel, J.C., Rigou, L., Vautier, A., Vauthier, Q., Yken, E., 2022. Référentiel Régional Pédologique harmonisé de la région Occitanie. CNRS/Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, INRAE/LISAH, Chambre d'Agriculture du Tarn et MIDIVAL.

50

km

# Développement d'un indice de multifonctionnalité potentielle des sols

Quels sont les sols à protéger de l'artificialisation pour assurer la sécurité alimentaire de la région Occitanie dans 100 ans, tout en minimisant l'impact des activités agricoles sur l'environnement ?



On s'intéresse aux sols capables de produire de la biomasse



Produire de la biomasse, avec peu d'impact sur l'environnement



Les propriétés de sol utilisées doivent être disponibles à l'échelle régionale



On utilise les propriétés intrinsèques des sols

# Services écosystémiques

Production d'aliments, de biomasse et de fibres

Régulation des crues et de la qualité des eaux de surface et souterraines

Régulation du climat



# Fonctions du sol

Habitat physique pour la croissance végétale

Habitat chimique pour la croissance végétale

Rétention et transfert d'eau et de polluants

Stockage du carbone

×

# Usages du sol

Cultures annuelles et prairies temporaires 

Cultures pérennes 

Prairies permanentes 

# 4 fonctions du sol

<b>Fonctions du sol</b>
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>
<b>Stockage du carbone</b>

# Caractérisées par des propriétés de sol qui décrivent les UTS

Fonctions et propriétés de sol
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b> Réservoir utilisable maximal Engorgement en eau Texture Pente Teneur en éléments grossiers de surface
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b> Capacité d'échange cationique Teneur en éléments grossiers pH Salinité
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b> Réservoir utilisable maximal Ruissellement Infiltration de l'eau
<b>Stockage du carbone</b> Saturation potentielle en carbone



# Croisées avec 3 usages

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b> Réservoir utilisable maximal Engorgement en eau Texture Pente Teneur en éléments grossiers de surface			
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b> Capacité d'échange cationique Teneur en éléments grossiers pH Salinité			
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b> Réservoir utilisable maximal Ruissellement Infiltration de l'eau			
<b>Stockage du carbone</b> Saturation potentielle en carbone			

## Comparées avec des seuils à ne pas dépasser

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
Réservoir utilisable maximal	✓		
Engorgement en eau	✓		
Texture	✓		
Pente	✓		
Teneur en éléments grossiers de surface	✓		
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
Capacité d'échange cationique	✓		
Teneur en éléments grossiers	✓		
pH	✓		
Salinité	✓		
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal	✓		
Ruissellement	✓		
Infiltration de l'eau	✓		
<b>Stockage du carbone</b>			
Saturation potentielle en carbone	✓		

## Si aucun seuil n'est dépassé, la fonction est satisfaite

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
Réservoir utilisable maximal	✓		
Engorgement en eau	✓		
Texture	✓		
Pente	✓		
Teneur en éléments grossiers de surface	✓		
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
Capacité d'échange cationique	✓		
Teneur en éléments grossiers	✓		
pH	✓		
Salinité	✓		
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal	✓		
Ruissellement	✓		
Infiltration de l'eau	✓		
<b>Stockage du carbone</b>			
Saturation potentielle en carbone	✓		

# Sinon, la fonction n'est pas satisfaite

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Engorgement en eau			
Texture			
Pente			
Teneur en éléments grossiers de surface			
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
Capacité d'échange cationique			
Teneur en éléments grossiers			
pH			
Salinité			
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Ruissellement			
Infiltration de l'eau			
<b>Stockage du carbone</b>			
Saturation potentielle en carbone			

Un facteur limitant peut compromettre la réalisation de l'usage

## L'évaluation est faite pour les 3 usages

Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Engorgement en eau			
Texture			
Pente			
Teneur en éléments grossiers de surface			
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
Capacité d'échange cationique			
Teneur en éléments grossiers			
pH			
Salinité			
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Ruissellement			
Infiltration de l'eau			
<b>Stockage du carbone</b>			
Saturation potentielle en carbone			

# Indice de multifonctionnalité potentielle = nombre de fonctions satisfaites

10/12

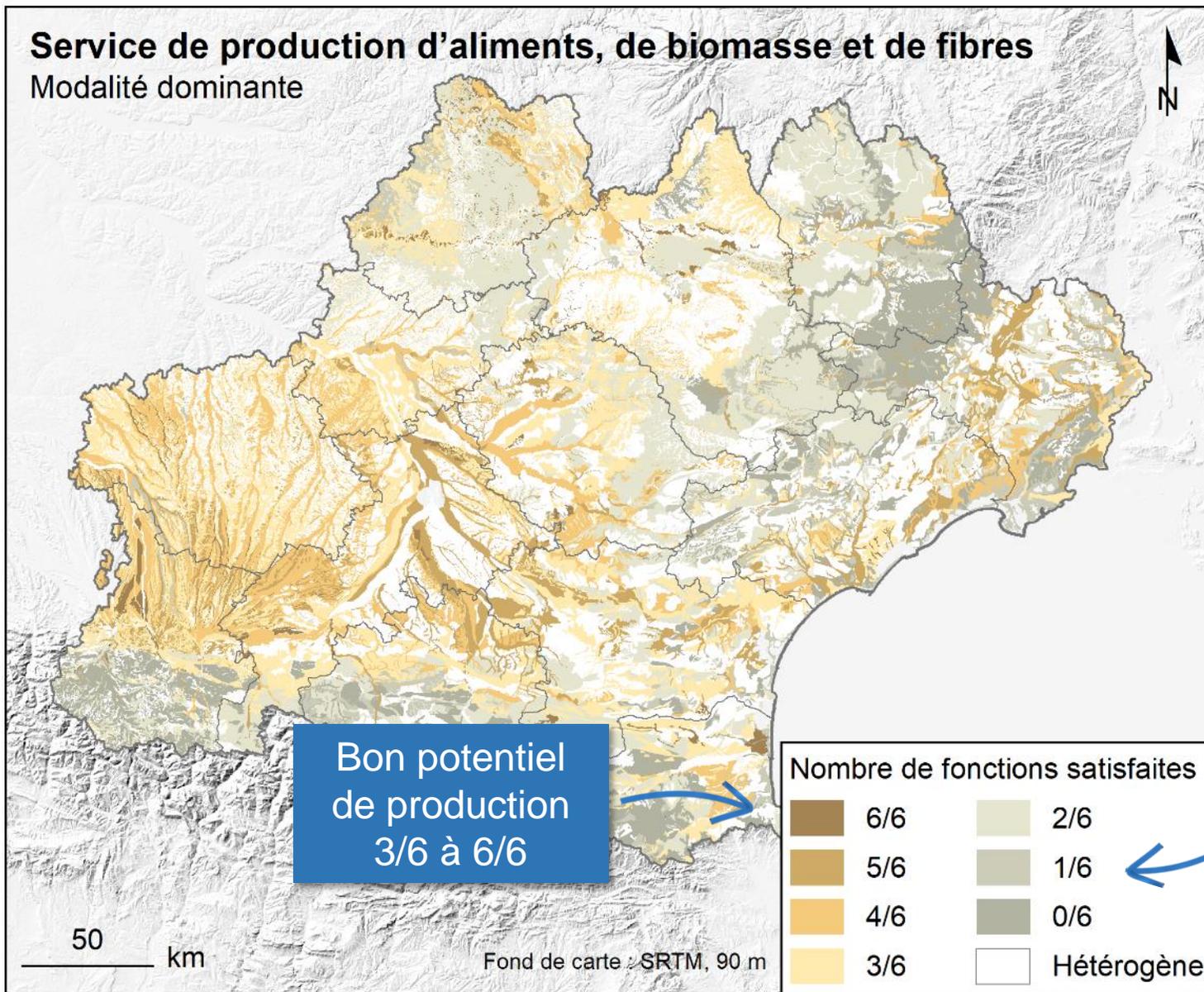
Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
			
<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Engorgement en eau			
Texture			
Pente			
Teneur en éléments grossiers de surface			
<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
Capacité d'échange cationique			
Teneur en éléments grossiers			
pH			
Salinité			
<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal			
Ruissellement			
Infiltration de l'eau			
<b>Stockage du carbone</b>			
Saturation potentielle en carbone			

# Quelles cartes sont distribuées ?

<https://ckan.openig.org/dataset?tags=artisols>

## La carte du service de production d'aliments, de biomasse et de fibres

		Usages du sol		
				
Nombre de fonctions satisfaites	Fonctions et propriétés de sol			
	<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b> Réservoir utilisable maximal Engorgement en eau Texture Pente Teneur en EG de surface			
Total /6 (2 fonctions × 3 usages)	<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b> Capacité d'échange cationique Teneur en EG pH Salinité			
	<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b> Réservoir utilisable maximal Ruissellement Infiltration de l'eau			
	<b>Stockage du carbone</b> Saturation potentielle en carbone			



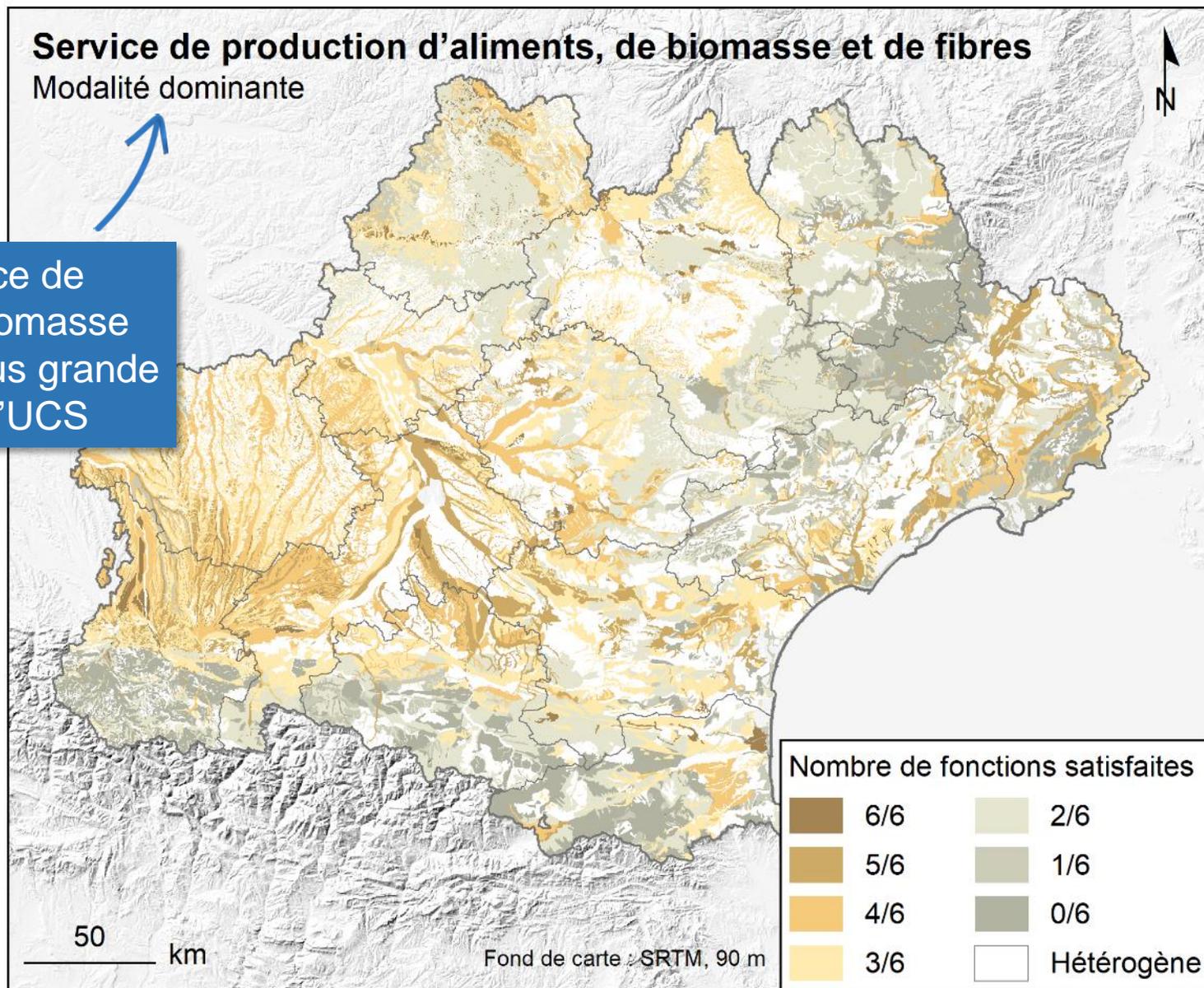
Bon potentiel  
de production  
3/6 à 6/6

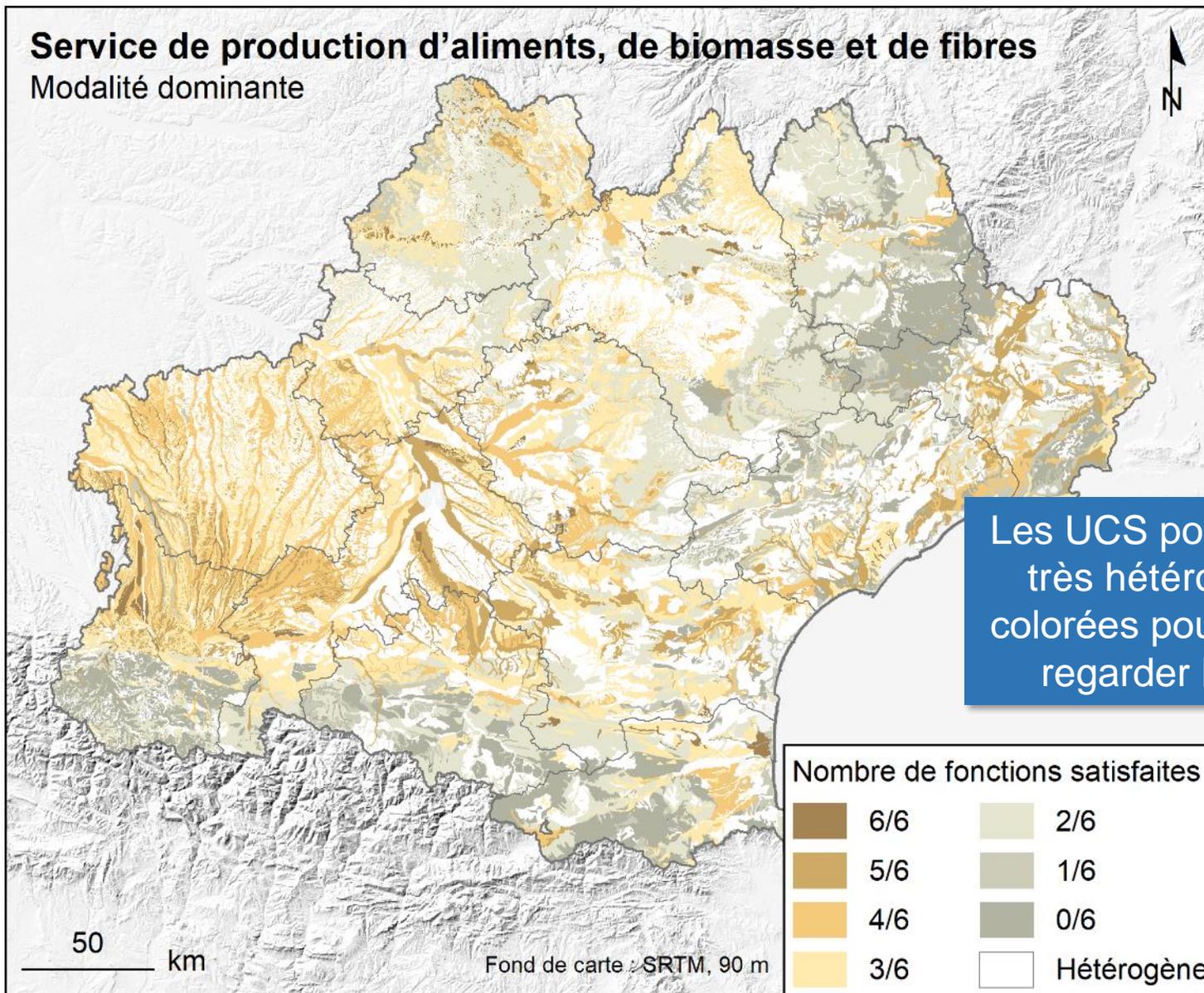
Faible potentiel  
de production  
0/6 à 2/6

## Service de production d'aliments, de biomasse et de fibres

Modalité dominante

Note du service de production de biomasse représentant la plus grande surface dans l'UCS





Les UCS possédant des résultats très hétérogènes ne sont pas colorées pour inciter l'utilisateur à regarder la table attributaire

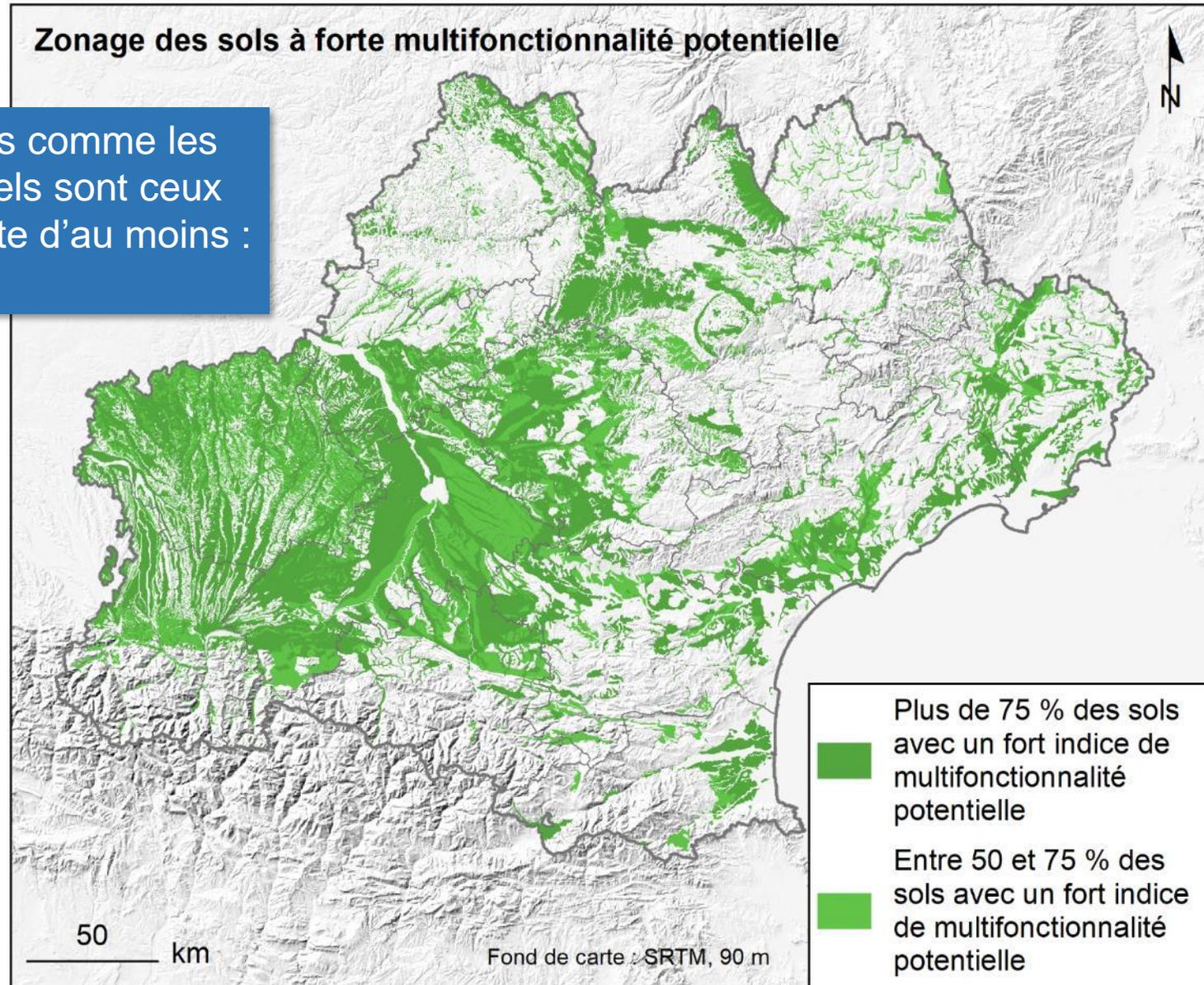


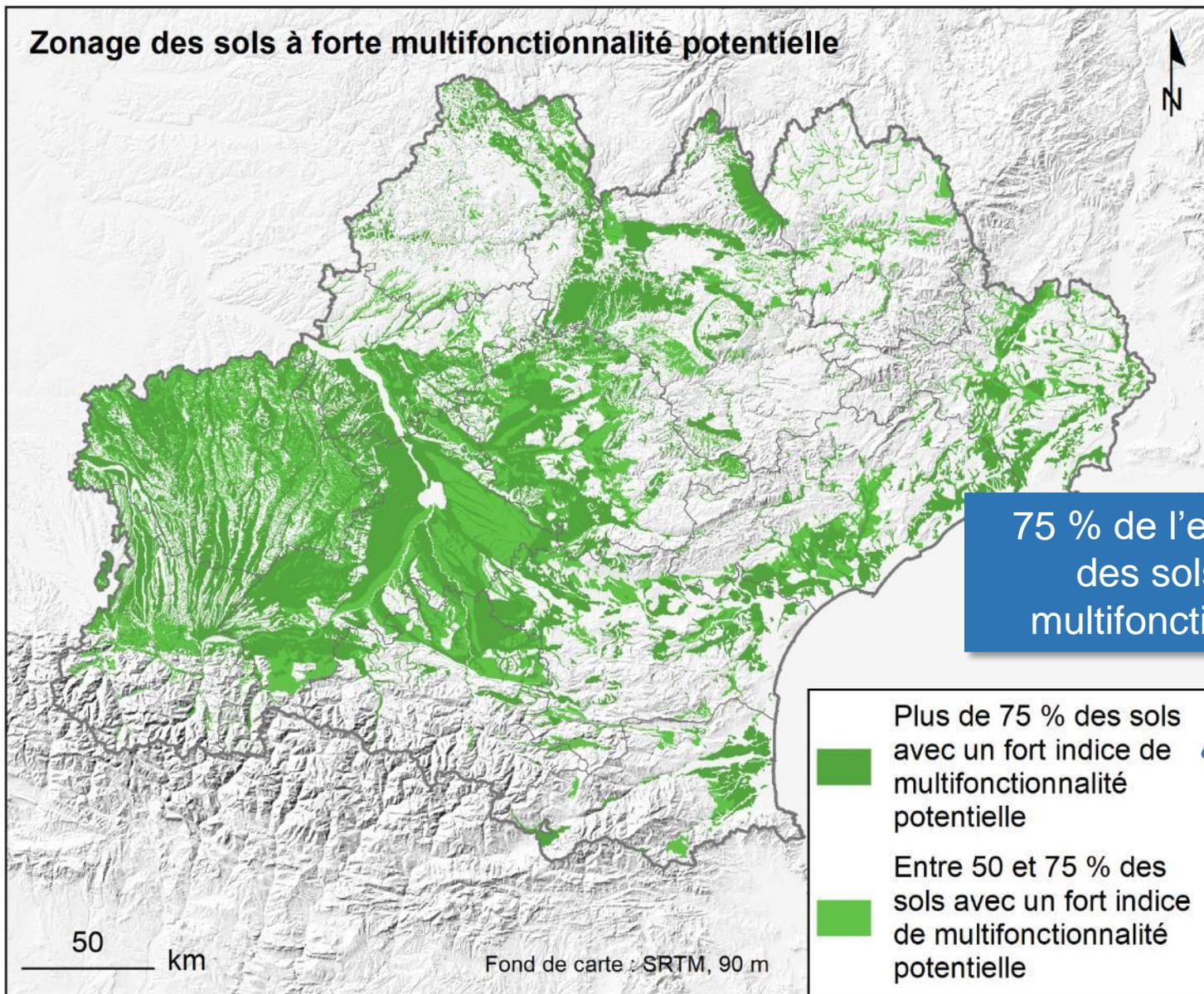
# La carte de zonage des sols à forte multifonctionnalité potentielle

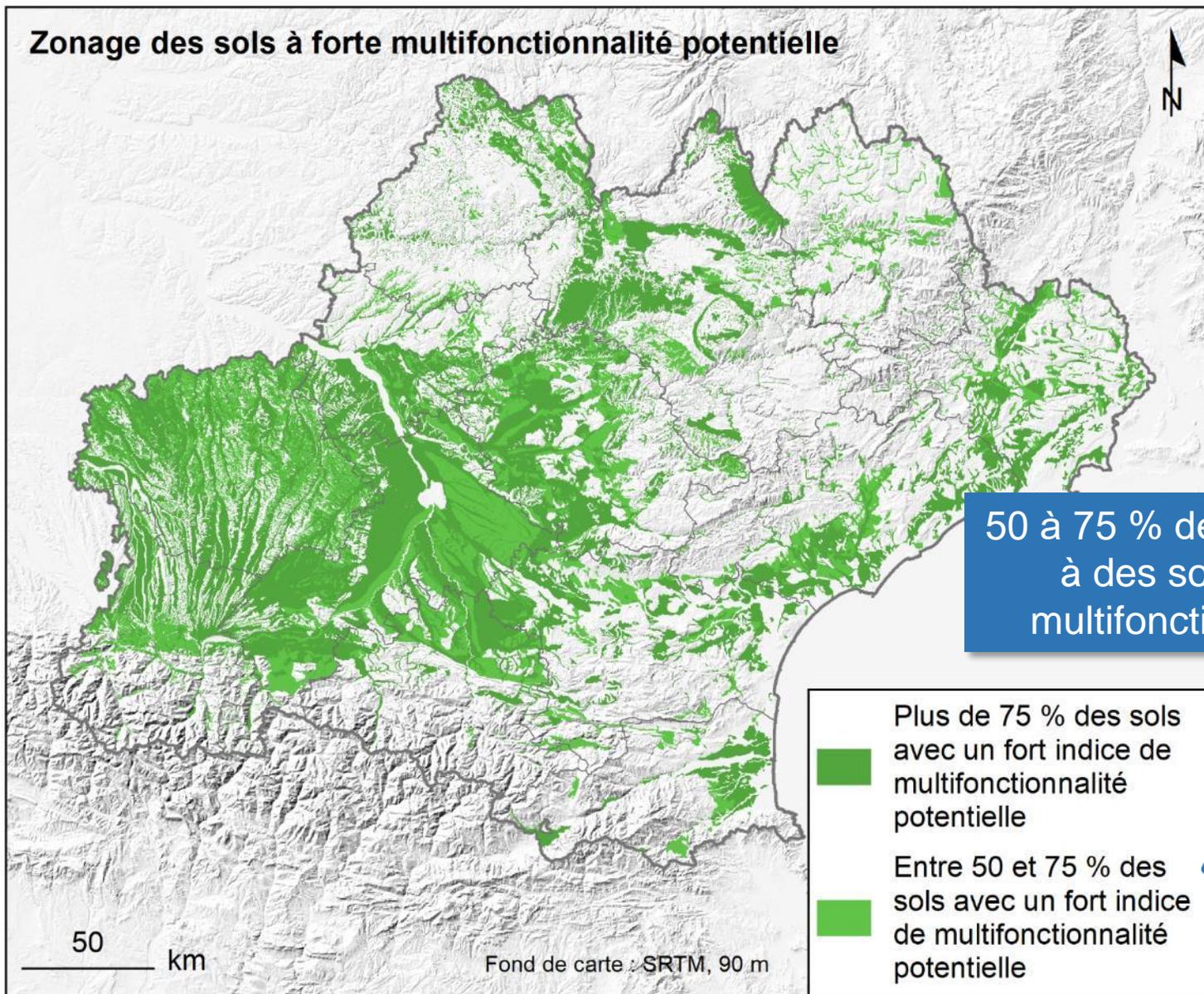
Nombre de fonctions satisfaites	Fonctions et propriétés de sol	Usages du sol		
				
Total /12 (4 fonctions × 3 usages)	<b>Habitat physique pour la croissance végétale</b>			
	Réservoir utilisable maximal			
	Engorgement en eau			
	Texture			
	Pente			
	Teneur en EG de surface			
	<b>Habitat chimique pour la croissance végétale</b>			
	Capacité d'échange cationique			
	Teneur en EG			
	pH			
	Salinité			
	<b>Rétention et transferts d'eau et de polluants</b>			
Réservoir utilisable maximal				
Ruissellement				
Infiltration de l'eau				
<b>Stockage du carbone</b>				
Saturation potentielle en carbone				

## Zonage des sols à forte multifonctionnalité potentielle

Les sols considérés comme les plus multifonctionnels sont ceux ayant obtenu une note d'au moins :  
8/12

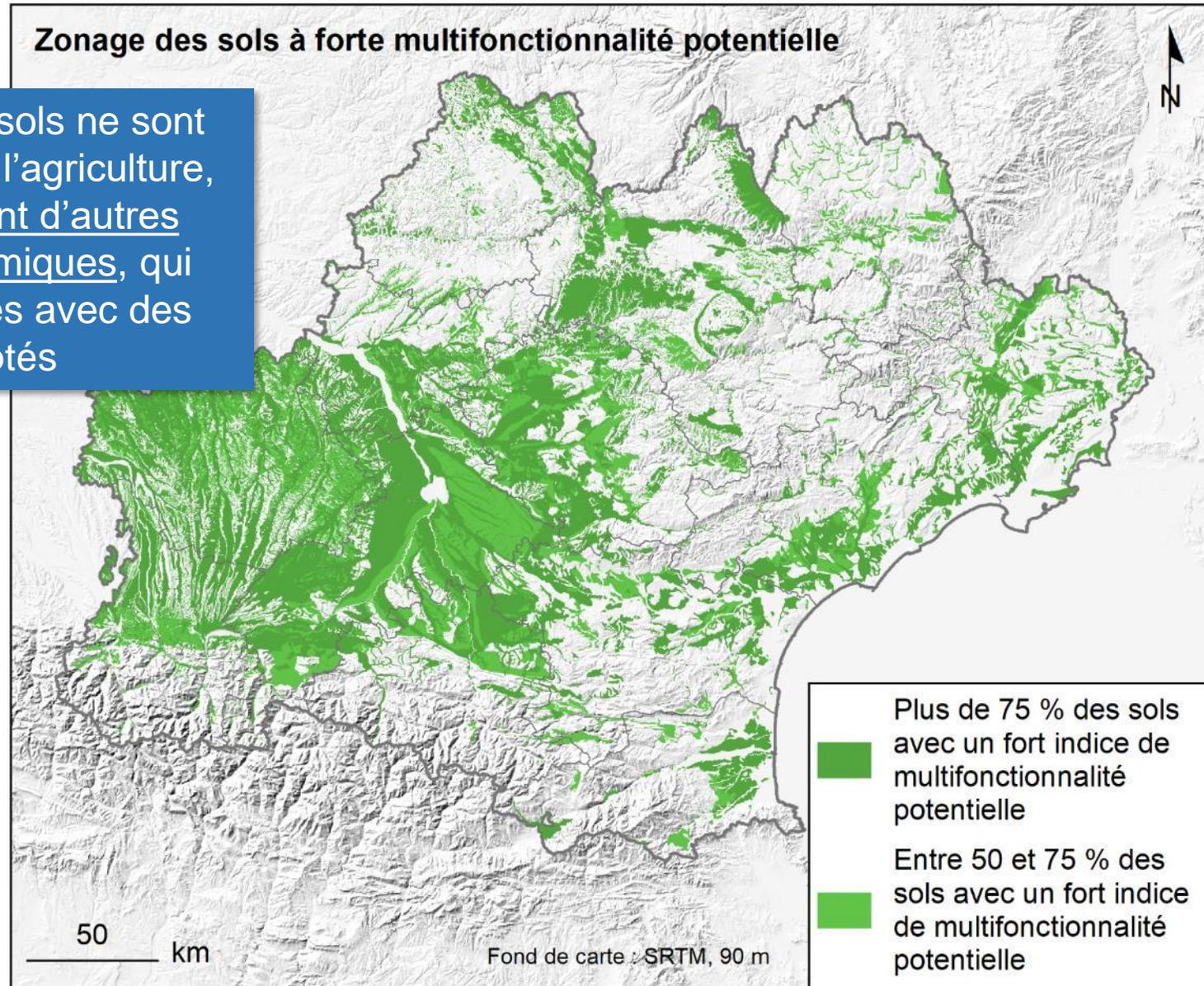






## Zonage des sols à forte multifonctionnalité potentielle

Hors zonage : ces sols ne sont pas optimaux pour l'agriculture, mais ils fournissent d'autres services écosystémiques, qui doivent être étudiés avec des outils adaptés



**Quelles sont les limites d'utilisation de ces données ?**

# L'évaluation est basée sur un point de vue particulier de la multifonctionnalité des sols

Elle ne prend pas en compte tous les services rendus par les sols

Elle suppose une préférence égale des utilisateurs vis-à-vis des services pris en compte

Elle ne prend pas en compte les valorisations actuelles des sols comme les SIQO (Signe d'Identification de Qualité et d'Origine)



Ne pas utiliser ces données au-delà de la question spécifique posée

# Ces données sur les sols ne sont qu'une information parmi d'autres



Elles doivent être mises en contexte avec d'autres données

Zonages environnementaux

Zonages agricoles

Aménagements : irrigation, drainage, *etc.*

Climat, accessibilité, *etc.*

# Les données d'entrée proviennent du Référentiel Régional Pédologique harmonisé de la région Occitanie



Ces données n'ont pas la précision requise pour une évaluation à l'échelle infra-communale

# Pour aller plus loin

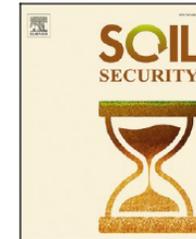
Soil Security 6 (2022) 100034



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil Security

journal homepage: [www.sciencedirect.com/journal/soil-security](http://www.sciencedirect.com/journal/soil-security)



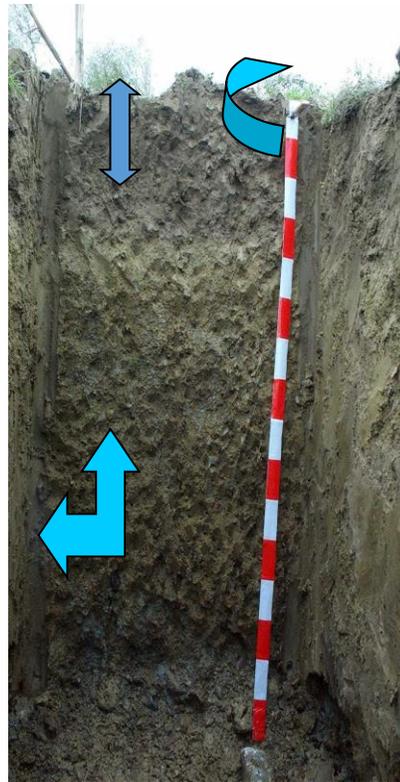
Development and spatialization of a soil potential multifunctionality index for agriculture (Agri-SPMI) at the regional scale. Case study in the Occitanie region (France)



Eva Rabot <sup>a</sup>, Maritxu Guiresse <sup>a,\*</sup>, Yannis Pittatore <sup>a</sup>, Marcos Angelini <sup>b</sup>, Catherine Keller <sup>c</sup>, Philippe Lagacherie <sup>b</sup>

<https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100034>

# Une grande diversité de sols à préserver d'urgence en Occitanie



Merci de votre attention !