



RÉSEAU CPIE

INRAE



TOUS  
CHERCHEURS



# Clés de sol : un projet de sciences et recherches participatives

Blandine Lemerancier, Anne Blanchart, Pascale Frey-Klett, Chantal Gascuel, Catherine Jondreville, Sophie Maillant, Joëlle Sauter, Ludovic Serin

Journées d'Étude des Sols – 2025 – Genève, Suisse  
Session 7



# Contexte



- Intérêt grandissant pour les Sciences et Recherches participatives (SRP) sur les sols
  - Une dynamique récente et grandissante (Ranjard et al., 2022)
  - Potentiel très important de nouvelles données pour répondre aux objectifs de connaissance des sols et évaluation de leur santé
  - Nécessaire diffusion dans la société de connaissances sur les sols (Katicas et al., 2024)
  - Soutien institutionnel affirmé
- Le sol reste difficile à appréhender pour les non-spécialistes
  - Moins d'initiatives que pour d'autres éléments de l'environnement (plantes, oiseaux...)
  - 2/3 des projets SRP sur les sols génèrent des données sur la biodiversité (étude portant sur 23 projets SRP sols et sols agricoles européens ; Mason et al., 2023)

# Le projet Clés de Sol (2019–2021 ; 2023–2025)

- **Préfiguration 2015–2018** : groupe de travail mixte (acteurs de la recherche et de la société) mis en place par INRAE pour identifier et développer des projets
- **Clés de Sol phase 1 : 2019–2021** – lauréat CO3 2018, financement Fondation de France
- **Clés de Sol phase 2 : 2023–2025** – financement ADEME, coordination UNCPIE / INRAE Tous Chercheurs, Nancy

Contribuer à une **montée en compétence de la société** vers une meilleure connaissance des sols et des enjeux dont ils sont porteurs

OBJECTIFS  
GENERAUX

Améliorer la **connaissance des sols** aux sein de territoires en démultipliant les observations des sols

**Périmètre** : propriétés physico-chimiques et hydriques des sols

- Consortium :



+ 2 structures relais (CPIE)

# Objectifs opérationnels



## **Proposer des protocoles adaptés d'observation des sols**

- Élaborer une liste d'indicateurs
- Rédaction itérative des protocoles
- Tests la qualité des mesures réalisées par des non-experts

## **Donner du sens aux protocoles et aux indicateurs**

- Faire le lien entre les observations et l'« Évaluation » de quelques fonctions des sols
- Préparer les moyens nécessaires au déploiement
- Éléments de réflexion pour un déploiement territorial

## **Enrichir le projet en créant des liens avec d'autres projets de sciences participatives sur les sols**

- Articulation avec d'autres projets sur les sols (notamment biodiversité)
- Contribution au réseau SRP AFES

## RESTITUTION DES RÉSULTATS



Projet de recherche participatif pour caractériser les sols et leurs fonctions

Ce formulaire est destiné à recueillir vos observations et résultats. Remplissez-le au fur et à mesure de la réalisation des protocoles (sur site et en salle), puis le CPIE le déposera sur la plateforme d'échange suivante :  
 Lien : « Clés de sol – utilisateurs » : <https://aobox.agro-campus-ouest.fr/s/jW0rn|Onliffanp>  
 Code d'accès : [clesdesol](#)

Le CPIE le déposera également le dossier « Photographies » regroupant les photographies que vous aurez prises sur le terrain. (repérez l'icône )

### INFORMATIONS GÉNÉRALES

#### Observateurs

Structure relais .....

Animateur Nom.....Prénom.....

Groupe Nombre de personnes .....

Composition du groupe (réponses multiples possibles) :

Agriculteurs  Jardiniers amateurs  Scolaires

Autres (Précisez) : .....

#### Conditions de l'étude

Commune.....

Code postal.....

Lieu-dit.....

Date.....  Matin  Après-midi

Météo des jours précédant l'échantillonnage : plusieurs réponses possibles

Pluvieuse  Neigeuse  Humide  Ensoleillée  
 Sèche  Sécheresse  Gel  Venteux  Variable



# Démarche



Fiche n° 1



Projet de recherche participatif pour caractériser les sols et leurs fonctions

### CHOIX DE LA STATION D'OBSERVATION

territoire homogène qui sert de cadre à (etc.).  
 et les observations et le prélèvement des



Fiche n° 5



Projet de recherche participatif pour caractériser les sols et leurs fonctions

### TEXT

**- Définition**  
 La texture du sol est l'abondance relative tailles : sable (2 mm – 20 µm), limon (20 µm – dans un sol dans des proportions variables l'autre.

**- Questions**  
 Le sol est-il sableux, limoneux, argileux ?

### Le pro

**- Principe**  
 Il s'agit de réaliser le **test du boudin** : avec une petite motte de terre, on essaie de façonner une boule puis un boudin puis de l'arrondir jusqu'à



Fiche n° 6



Projet de recherche participatif pour caractériser les sols et leurs fonctions

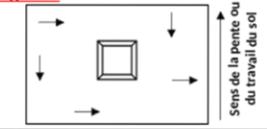
### RUGOSITÉ

**Définition**  
 Caractéristique de surface du sol, la rugosité dépend des éléments présents à la surface du sol (cailloux, végétaux, etc) et du microrelief dû au travail du sol ou à l'activité des organismes du sol (vers de terre, taupes...), qui constituent des obstacles à l'écoulement de l'eau. Une rugosité de surface élevée limite le ruissellement et le risque d'érosion.

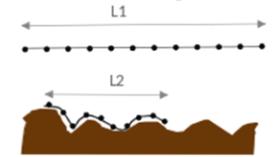
**Questions**  
 La surface du sol est-elle rugueuse ? Comporte-t-elle des obstacles de nature à modérer ou modifier l'écoulement de l'eau ?

### Le protocole

**Principe**  
 La mesure est faite à cinq reprises parallèlement et perpendiculairement à une pente ou au sens du travail du sol. Une chaînette de longueur connue est posée au sol puis sa longueur sur le terrain est mesurée. Plus la longueur de la chaînette diminue quand elle est au sol, plus le sol est rugueux.



**Mode opératoire**  
 Choisissez les endroits où ferez la mesure : 5 points aux alentours du quadra, orientés perpendiculairement ou parallèlement au sens de la pente ou du travail du sol  
 2. Mesurez la longueur de la chaînette et enregistrez-la (L1, en cm) (figure ci-dessous)  
 3. Posez la chaînette au sol  
 4. Mesurez sa longueur « sur le terrain » et enregistrez-la (L2, en cm) (figure ci-dessous)



**Matériel**

# 1. Liste des indicateurs

		Indicateur	Numéro de la fiche du protocole associé
Sur le terrain	En surface	Recouvrement par végétation	Fiche 2
		Pierrosité	Fiche 2
		Couleur sol en surface	Fiche 2
		Battance	Fiche 2
		Fentes	Fiche 2
		Rugosité	Fiche 6
	$E_n$	Profondeur sol	Fiche 3
	Sur les deux profondeurs	Hydromorphie	Fiche 4
		Texture H1	Fiche 5
		Texture H2	Fiche 5
Continuité de la texture entre H1 et H2		Fiche 5	
En salle	Sur les deux profondeurs	Porosité	Fiche 9
		Réservoir utile	Fiche 11
		CAC	Fiche 10
		pH et calcaire	Fiche 7
		Stabilité structurale	Fiche 8
Protocoles complémentaires		<i>Macrofaune épigée</i>	<a href="https://ephytia.inra.fr/fr/P/1">https://ephytia.inra.fr/fr/P/1</a>
		<i>Lombrics</i>	<a href="https://projets.ecobio.univ-reims.fr/protocoles-et-observations">https://projets.ecobio.univ-reims.fr/protocoles-et-observations</a>
		<i>Litter Bag</i>	<a href="https://cnotlab/protocoles-et-observations">cnotlab/protocoles-et-observations</a>
		<i>Bait Lamina</i>	<a href="https://cnotlab/protocoles-et-observations">cnotlab/protocoles-et-observations</a>

# 2. Fonctions associées

		Indicateur	Numéro de la fiche du protocole associé	Potentiel d'infiltration de l'eau	Potentiel de rétention de l'eau	Potentiel de production de biomasse	Potentiel d'habitat pour la biodiversité
Sur le terrain	En surface	Recouvrement par végétation	Fiche 2	x	x		x
		Pierrosité	Fiche 2	x	x	x	x
		Couleur sol en surface	Fiche 2			x	x
		Battance	Fiche 2	x		x	x
		Fentes	Fiche 2	x			x
		Rugosité	Fiche 6	x			
	Sur les deux profondeurs	Profondeur sol	Fiche 3		x	x	x
		Hydromorphie	Fiche 4	x		x	x
		Texture H1	Fiche 5		x	x	x
		Texture H2	Fiche 5	x	x		x
	Continuité de la texture entre H1 et H2	Fiche 5	x	x	x	x	
En salle	Sur les deux profondeurs	Porosité	Fiche 9	x	x	x	x
		Réservoir utile	Fiche 11		x	x	x
		CAC	Fiche 10		x	x	x
		pH et calcaire	Fiche 7			x	x
		Stabilité structurale	Fiche 8	x		x	x
Protocoles complémentaires		Macrofaune épigée	<a href="https://ephytia.inra.fr/fr/P/1">https://ephytia.inra.fr/fr/P/1</a>	x		x	x
		Lombrics	<a href="https://projets.ecobio.univ-reims.fr/protocoles-et-observations/">https://projets.ecobio.univ-reims.fr/protocoles-et-observations/</a>	x	x	x	x
		Litter Bag	<a href="https://cnotlab/protocoles-et-observations/">cnotlab/protocoles-et-observations/</a>	x	x	x	x
		Bait Lamina	<a href="https://cnotlab/protocoles-et-observations/">cnotlab/protocoles-et-observations/</a>	x	x	x	x

# 3. Valeurs seuils par indicateur

		Indicateur	Classe	Interprétation		
Sur le terrain	En surface	Recouvrement par végétation	< 20 % > 20 %	Peu ou pas de végétation Présence de végétation		
		Pierrosité	0 - 1 % 1 - 20 % > 20 %	Nulle Faible Forte		
		Couleur sol en surface (Valeur de la valeur)	1 - 4 4 - 7 > 7	Sombre Brun Clair		
		Battance	non oui	Sol non battu Sol battu		
		Fentes	non oui	Absence Présence		
		Rugosité	15 - 35 % 0 - 15 %	Rugueux Non rugueux		
		En profondeur	Profondeur sol (cm)	> 60 30 - 30 < 30	Profond Moyenne Peu profond	
			Sur les deux profondeurs	Hydromorphie	Pas d'hydromorphie Hydromorphie dans H2 Hydromorphie dans H1 et H2	Bon drainage naturel Drainage naturel ralenti en profondeur Drainage naturel faible
				Texture H1	Limoneux/limono-argileux/limono-sableux Argileux/argilo-limoneux Sableux/sablo-limoneux	Tendance limoneuse Tendance argileuse Tendance sableuse
		Texture H2		Limoneux/limono-argileux/limono-sableux Argileux/argilo-limoneux Sableux/sablo-limoneux	Tendance limoneuse Tendance argileuse Tendance sableuse	
Sur le terrain ou à la maison	Sur les deux profondeurs	continuité de la texture entre H1 et H2	Texture identique Enrichissement en argile Enrichissement en limon Enrichissement en sable	Pas de différenciation texturale Argile + Limon + Sable +		
		A la maison	Sur les deux profondeurs	Porosité	40 - 70 % 15 - 40 % 1 - 15 %	Forte Moyenne Faible
				Réservoir utile	∑M : valeurs à récupérer du RMQS via infosol	Elevée Moyenne Faible
				CAC	∑M : valeurs à récupérer du RMQS via infosol	Elevée Moyenne Faible
A la maison	Sur les deux profondeurs	pH et calcaire	3,5 - 6 6 - 7,5 7,5 - 9	Acide et pas de calcaire Neutre et calcaire absent / présent Basique et calcaire présent		
		Stabilité structurale	Désagregation lente et/ou en agrégats Désagregation rapide et/ou en poussière	Forte Faible		
Protocoles complémentaires	Macrofaune épigée	< 90	Faible			
		90 - 130	Moyen			
		> 130	Fort			
	Lombrics (nombre d'individus / m2)	< 175	Faible			
		175 - 300	Moyen			
		> 300	Fort			
	Litter Bag (% de décomposition)	< 15	Faible			
		15 - 40	Moyen			
		> 40	Fort			
	Bait Lamina (% du nombre de trous)	< 30	Faible			
30 - 60		Moyen				
> 60		Fort				

# 3. Valeurs seuils par indicateur

		Indicateur	Classe	interprétation
Sur le terrain	En surface	Recouvrement par végétation	< 20 %	Peu ou pas de végétation
			> 20 %	Présence de végétation
		Pierrosité	0 - 1 %	Nulle
			1 - 20 %	Faible
			> 20 %	Forte
		Couleur sol en surface (Valeur de la value)	1 - 4	Sombre
			4 - 7	Brun
			> 7	Clair
		Battance	non	Sol non battu
			oui	Sol battu
	Fentes	non	Absence	
		oui	Présence	
	Rugosité	15 - 35 %	Rugueux	
		0 - 15 %	Non rugueux	
En profondeur	Profondeur sol (cm)	> 60	Profond	
		30 - 60	Moyenne	
		< 30	Peu profond	

Valeurs seuil fixées par expertise, selon la littérature ou grâce aux BDD du Gis Sol.

# 4. Interprétation générale

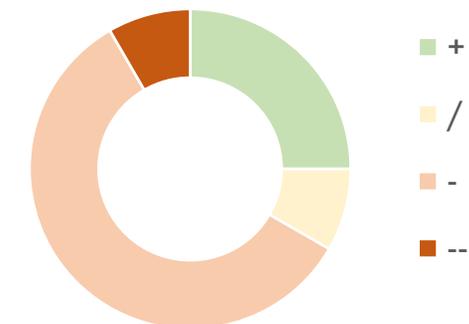
		Indicateur	Interprétation	Potentiel d'infiltration de l'eau	Potentiel de rétention de l'eau	Potentiel de production de biomasse	Potentiel d'habitat pour la biodiversité
Sur le terrain	En surface	Recouvrement par végétation	Présence de végétation	+	+		+
			Peu ou pas de végétation	-	-		/
		Pierrosité	Forte	+	-	-	-
			Faible	-	/	/	/
			Nulle	-	+	+	/
		Couleur sol en surface (Valeur de la valeur)	Sombre			+	+
			Brun			/	/
			Clair			-	-
		Battance	Battu	-		-	-
			Non battu	+		+	+
Fentes	Présence	+			+		
	Absence	-			/		
Rugosité	Rugueux	+					
	Non rugueux	-					
En profondeur	Profondeur sol (cm)	Profond		+	+	+	
		Moyenne		/	/	/	
		Peu profond		-	-	-	
Sur le terrain ou à la maison	Sur les deux profondeurs	Hydromorphie	Hydromorphie dans H1 et H2	-		-	-
			Hydromorphie dans H2	-		-	/
			Pas d'hydromorphie	+		/	+
		Texture H1	Argileux / argilo-limoneux		/	-	/
			Limoneux / limono-argileux / limono-sableux		+	+	+
			Sableux / sablo-limoneux		-	-	-
		Texture H2	Argileux / argilo-limoneux	-	/		/
			Limoneux / limono-argileux / limono-sableux	/	+		+
			Sableux / sablo-limoneux	+	-		-
		Continuité de la texture entre H1 et H2	Texture identique	/	/	/	/
Enrichissement en argile	-		+	-	/		
Enrichissement en limon	+		+	+	+		
Enrichissement en sable	+		-	-	-		
A la maison	Sur les deux profondeurs	Porosité	Forte	+	+	+	+
			Moyenne	+	+	+	+
			Faible	-	-	-	-
		Réservoir utile	Elevé		+	+	/
			Moyen		/	/	/
			Faible		-	-	-
		CAC	Elevée		+	+	/
			Moyenne		/	/	/
			Faible		-	-	-
		pH et calcaire	Acide et absent			-	-
Neutre et absent / présent				+	+		
Basique et présent				/	+		
Stabilité structurale	Désagregation lente et/ou en agrégats	-		-	-		
	Désagregation rapide et/ou en poussière	+		+	+		
Protocoles complémentaires	Macrofaune épigée	Faible	-		-	-	
		Moyen	/		/	/	
		Fort	+		+	+	
	Lombrics (nombre d'individus / m2)	Faible	-	-	-	-	
		Moyen	/	/	/	/	
		Fort	+	+	+	+	
	Litter Bag (% de décomposition)	Faible	-	-	-	-	
		Moyen	/	/	/	/	
		Fort	+	+	+	+	
	Bait Lamina (% du nombre de trous)	Faible	-	-	-	-	
		Moyen	/	/	/	/	
		Fort	+	+	+	+	

+	La valeur de l'indicateur fait évoluer positivement la fonction
/	La valeur de l'indicateur n'a pas d'impact sur l'évolution de la fonction
-	La valeur de l'indicateur fait diminuer le niveau de la fonction
--	La valeur de l'indicateur fait diminuer fortement le niveau de la fonction

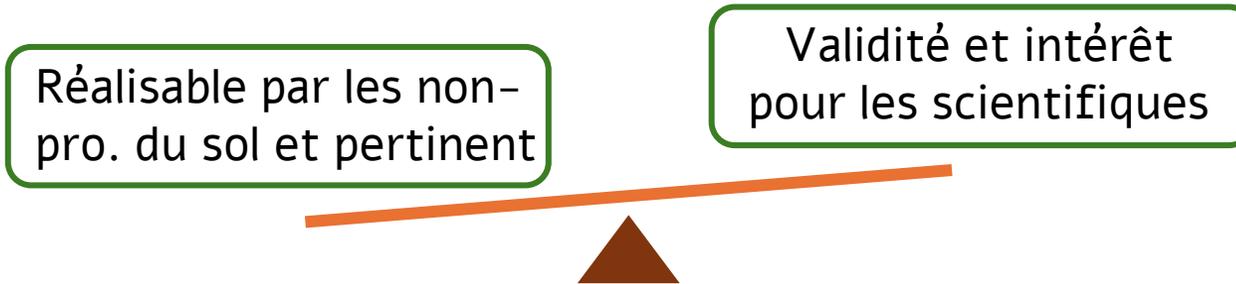
# 5. Interprétation par fonction

Indicateur	Interprétation	Potentiel de production de biomasse				+	/	-	--
Pierrosité	Forte	x	-	0	0	1	0		
	Faible		/	0	0	0	0		
	Nulle		+	0	0	0	0		
Couleur sol en surface	Sombre		+	0	0	0	0		
	Brun		/	0	0	0	0		
	Clair	x	-	0	0	1	0		
Battance	Battu	x	-	0	0	1	0		
	Non battu		+	0	0	0	0		
Profondeur sol	Profond		+	0	0	0	0		
	Moyenne		/	0	0	0	0		
	Peu profond	x	-	0	0	1	0		
Hydromorphie	Hydromorphie dans H1 et H2	x	--	0	0	0	1		
	Hydromorphie dans H2		-	0	0	0	0		
	Pas d'hydromorphie		/	0	0	0	0		
Texture H1	Argileux / agirlo-limoneux		-	0	0	0	0		
	Limoneux / limono-argileux / limono-sableux	x	+	1	0	0	0		
	Sableux / sablo-limoneux		-	0	0	0	0		
Continuité de la texture entre H1 et H2	Texture identique		/	0	0	0	0		
	Enrichissement en argile		-	0	0	0	0		
	Enrichissement en limon		+	0	0	0	0		
	Enrichissement en sable	x	-	0	0	1	0		
Porosité	Forte		+	0	0	0	0		
	Moyenne		+	0	0	0	0		
	Faible	x	-	0	0	1	0		
Réservoir utile	Elevé	x	+	1	0	0	0		
	Moyen		/	0	0	0	0		
	Faible		-	0	0	0	0		
CAC	Elevée		+	0	0	0	0		
	Moyenne	x	/	0	1	0	0		
	Faible		-	0	0	0	0		
pH et calcaire	Acide et absent		-	0	0	0	0		
	Neutre et absent / présent	x	+	1	0	0	0		
	Basique et présent		/	0	0	0	0		
Stabilité structurale	Désagregation lente et/ou en agrégats	x	-	0	0	1	0		
	Désagregation rapide et/ou en poussière		+	0	0	0	0		
<b>TOTAL</b>					3	1	7	1	somme
<b>TAUX</b>					25%	8%	58%	8%	<b>100%</b>

Potentiel de production de biomasse



# Challenges pour Clés de sol



- Technicité / référentiel
- Moyens disponibles (temps, matériel, locaux)
- Accompagnement à l'interprétation des résultats pour valoriser « l'effort » des tests
- Pertinence des indicateurs
- Justesse et précision des résultats
- Ne se substitue par à un diagnostic « sol » effectué par un professionnel

→ **Besoin de formation, de communication, de financement**

# Conclusions pour Clés de Sol

- Un projet de SRP ciblé sur les **propriétés physico-chimiques et hydriques** des sols
- **Protocoles testés** par comparaison avec des experts et des résultats de laboratoire
- **Co-construction** des protocoles avec les structures relais pouvant être utiles à d'autres projets participatifs
- Préparation des **étapes suivantes** :
  - Rattacher à des enjeux de territoire comme l'artificialisation, l'alimentation...
  - Capitalisation des données recueillies (dans le SI Sol national ?)
  - Passer de prototypes de protocole et de grille d'interprétation à des solutions opérationnelles
  - Former un réseau de structures relais à l'utilisation des outils clés de sol, à l'encadrement de groupes de citoyens, à la démarche de recherche
  - Complémentarité et mutualisation avec d'autres projets SRP sols (notamment biodiversité des sols)
- **Partage d'expériences / mutualisation** au sein du réseau SRP AFES



SRP  
SOLS

Sciences  
et Recherches  
Participatives  
sur les Sols

# Enjeux pour les SRP Sol



- Une **diversité de profils derrière** « citoyens ». Des professionnels (agriculteurs, forestiers, parties prenantes), des passionnés (jardiniers), des intéressés (observateurs lambda, écoliers...) → besoins, moyens spécifiques
- **Collecte, gestion et diffusion des données**
  - Idéal d'ouverture et d'accessibilité des données SRP *versus* la protection des données personnelles des participants (Suman & Pierce, 2018)
  - Sauvegarde et qualification des données, mutualisation des développements
- **Fidéliser les structures relais**
  - Animation d'une communauté
  - Gain d'expertise pour améliorer la qualité des résultats
  - Effet d'entraînement : démultiplication des observations
- **Répondre à des problématiques territoriales et aux attentes des observateurs**
  - Identification de leviers territoriaux
  - Retour aux observateurs sur leurs observations
- **Moyens pérennes (financiers, humains, structures) pour**
  - faire perdurer les outils et les projets
  - Guider, accompagner les observateurs

# MERCI

