



L'Observatoire spatio-temporel  
de la biodiversité  
et du fonctionnement  
des socio-écosystèmes  
de montagne

---

# **PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE EN LABORATOIRE DES SOLS ISSUS DES FOSSES PEDOLOGIQUES**

**Version août 2019**

---

La description initiale des profils de sols nécessite la réalisation d'une fosse pédologique comprenant la description de chaque horizon en termes de densité (porosité...), de granulométrie, de pH et des propriétés physico-chimiques du sol par prélèvement de chaque horizon pour des analyses ultérieures. Idéalement cette description est réalisée à T0, il est toutefois possible de décaler cette analyse dans le temps.

Le protocole mise en place est proche du protocole RMQS (Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de l'INRA) (Jolivet & al. 2006), et comprend certains allègements (en termes de quantité de matériel à conserver notamment).

A. **Echantillonnage**  
✓ **Sélection du site de prélèvements**

La réalisation de la fosse pédologique impacte la zone observée, il est donc important de réaliser ces prélèvements en dehors de la placette permanente de 30m\*30m. Dans la mesure du possible, les prélèvements sont réalisés sous la placette permanente, en veillant à se trouver dans un milieu similaire tout en s'adaptant aux contraintes du terrain (accessibilité, etc...)

✓ **Déroulement de l'échantillonnage**

La réalisation des fosses se fait en suivant les étapes de l'API DescPédo, disponible sur tablette (en demande auprès de EDYTEM). Les dimensions souhaitables pour la fosse sont de 120\*90 cm, si possible jusqu'au matériau parental du sol ; le rebouchage à la fin de l'analyse est réalisé systématiquement.

Matériel de terrain nécessaire :

- des bâches pour disposer les matériaux excavés et faciliter le rebouchage des fosses
- une mire d'archéologue pour l'échelle
- de quoi excaver la terre (bêche, pelle pliable type US army)
- de quoi nettoyer le profil (truelle, couteau)
- de quoi casser des blocs (marteau de géologue)
- un cylindre volumétrique de 100cm<sup>3</sup> (pour les prélèvements de densité)
- une cale en bois et un marteau pour mettre en place le cylindre
- des contenants pour les prélèvements (pour 6 placettes) :
  - o 35-40 sachets Minigrip de 230x320mm
  - o 50 sachets Minigrip de 120x180mm pour les prélèvements de densité apparente et les prélèvement exceptionnels
- de quoi écrire et annoter les sachets
- la tablette avec API DescPédo fourni par EDYTEM
- un clinomètre pour noter la pente
- une boussole pour noter l'orientation de la pente

- un nuancier de Munsell pour la couleur des sols
- de l'acide chlorhydrique pour tester la présence de carbonates

### *1/ Fonctionnement et prise en main de la tablette*

La tablette s'utilise comme un smartphone (en plus gros bien entendu). Elle dispose d'un stylet pour faciliter la navigation dans les applications.



*Figure 1 : Photos d'une type de tablette utilisée sur le terrain*

Une fois la tablette allumée, déverrouillez l'appareil (un simple glissement de doigt sur l'écran suffit, aucun mot de passe n'est requis). Le logiciel nécessaire pour l'échantillonnage est directement affiché sur la page d'accueil (entouré en rouge - figure 2) sous le nom de DescPedo.

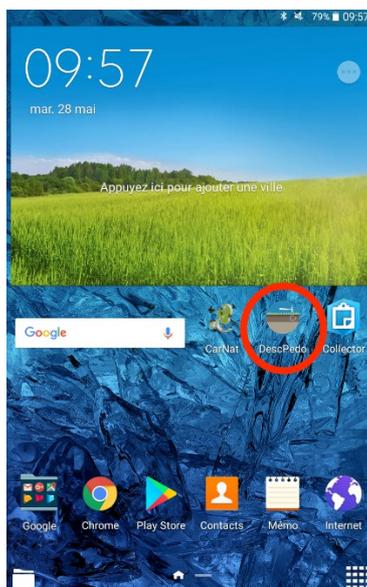


Figure 2 : Page d'accueil de la tablette avec l'application utilisée entourée en rouge

## 2/ Prise en main du logiciel

Le logiciel est facile d'utilisation. L'échantillonnage suit chaque étape décrite ci-dessous et nécessite de remplir les champs indiqués

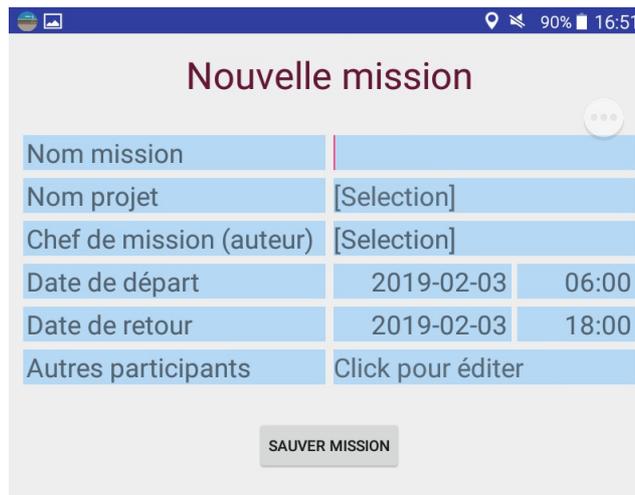


Figure 3 : Page d'accueil de l'application DescPedo

### - Nouvelle mission (ou Ouvrir une mission)

Pour commencer une nouvelle mission, il suffit au préalable remplir tous les champs indiqués en figure 4. Si le nom d'auteur ne figure pas dans la liste proposée, il faut créer le profil utilisateur. Pour cela il suffit de rentrer le nom de la personne (dans le champ « Chef de mission (auteur) ») et de valider. Une fenêtre s'affiche alors, elle demande de rentrer les champs suivant : nom, prénom et adresse mail.

Lorsque tous les champs sont dûment remplis, la mission peut être sauvegardée. Une fois cette étape réalisée, il suffit d'aller sur l'onglet gestion de profil et créer un nouveau profil de sol.



Nouvelle mission		
Nom mission		
Nom projet	[Selection]	
Chef de mission (auteur)	[Selection]	
Date de départ	2019-02-03	06:00
Date de retour	2019-02-03	18:00
Autres participants	Click pour éditer	

SAUVER MISSION

Figure 4 : Présentation des champs à remplir lors de la création d'une nouvelle mission

Il est possible d'ouvrir une mission précédemment créée (dans ouvrir une mission) et de rajouter ou modifier des profils de sol, et éventuellement apporter des modifications sur la mission (participants, dates...).

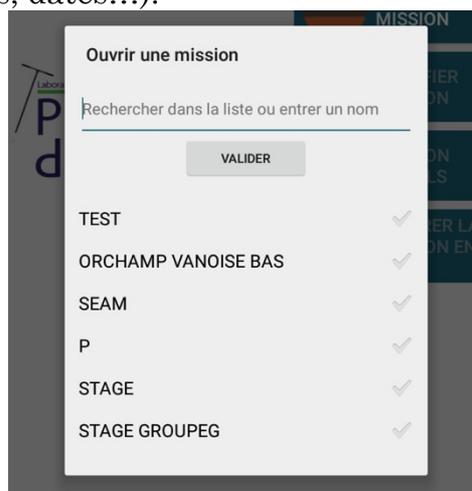


Figure 5 : Liste des missions présentes sur la tablette lors de l'ouverture d'une mission déjà existante

A noter qu'il est possible de modifier une mission n'importe quand. Tous les champs sont modifiables.



Modify Mission		
Nom mission	ORCHAMP VANOISE BAS	
Nom projet	orchamp	
Chef de mission (auteur)	Jérôme Poulenard	
Date de départ	2018-10-05	06:00
Date de retour	2018-10-05	18:00
Autres participants	Click pour éditer	
<input type="button" value="SAUVER MISSION"/>		

Figure 6 : Présentation des champs à remplir lors de la modification d'une mission

#### - Gestion des profils

Certains champs comportent un menu déroulant indiqué par une flèche verte et les différents choix s'affichent au moment de remplir le champ en question.

Au moment de la création d'un nouveau profil, il est possible de rentrer les coordonnées GPS qui nécessite alors l'activation de la position sur la tablette.

Au niveau de la gestion des profils, et selon le choix indiqué dans le dernier champ (Description de l'environnement du profil), la suite du protocole est différente. Pour ORCHAMP, la description de l'environnement est toujours complète.

78% 09:05

## Gestion des profils de la mission ORCHAMP VANOISE BAS

### Liste des Profils

SOL-	VANOISE	EDITER / MODIFIER	GO TO
SOL-	VANOISE	EDITER / MODIFIER	GO TO
SOL-	VANOISE	EDITER / MODIFIER	GO TO
SOL-	VANOISE	EDITER / MODIFIER	GO TO

### Créer une nouvelle observation de sol

Zone	VANOISE
Code zone (8 digits max)	VAN1400
Numéro de profil	
Localisation	au dessus de la route
Coordonnées	Non acquises [Click pour acquisition]
Nature de l'observation	↓ Description surface
Élément observé	↓ Obs. et/ou prélèv. de
Description de l'environnement du profil	<input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Simple <input checked="" type="radio"/> Complète

CRÉER UN NOUVEAU PROFIL

Figure 7 : Champs à remplir lors de l'ouverture de la gestion des profils

**Description environnement profil – complète** : la fiche terrain finale comporte une introduction et une description du profil du sol, ainsi que les généralités d'échantillonnage du profil du sol et une description complète de l'environnement. Cette dernière est la plus détaillée possible et comporte 3 pages d'informations (cf. figures 8 à 11).

The image shows a mobile application interface with two panels. The left panel is titled 'Introduction profil SOL-VAN1400-2018-1' and contains the following fields:

- Zone: VANOISE
- Code zone (8 digits max): VAN1400
- Numéro de profil: 1
- Localisation: au dessus de la route
- Coordonnées: 45,26.. / 6,80.. [05/10/2018 @ 16:02]
- Nature de l'observation:  Description complète -
- Élément observé:  Profil creusé pour la
- Description de l'environnement du profil:  Non  Simple  Complète

The right panel is titled 'Description du profil SOL-VAN1400-2018-1' and contains the following fields:

- Surface du sol
- Éléments grossiers en surface (%):  0 %
- Sol nu en surface (%):  20 %
- Erosion:  Ni érosion ni battance
- Source potentielle de sédiments:  Oui  Non
- Description complémentaire surface (fentes, sels, sables blanchis...): Click pour éditer
- Type d'humus:  Dysmull
- Épaisseur OL (cm): 1
- Épaisseur OF (cm): 1
- Épaisseur OH (cm):
- Description complémentaire humus: Click pour éditer
- Echantillonnage humus:  Oui  Non

Figure 8 : Présentation des champs à remplir pour la description du profil pédologique

## Généralités, échantillonnage du profil SOL-VAN1400-2018-1

⋮

### Description du profil

Profondeur totale du sol (cm) depuis surface - humus compris	60
Nombre d'horizons	3
Cause d'arrêt de la description	⬇️ Horizon C atteint.
Différenciation des horizons	⬇️ Différencié par la
Typologie-classification du profil	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non

### Echantillonnage

Prélèvement d'échantillons	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Nature de l'échantillonnage	⬇️
Outils d'échantillonnage	⬇️
Description complémentaire de l'échantillonnage	Click pour éditer
Prélèvement roche mère	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non

Figure 9 : Présentation des champs à remplir pour la description du profil pédologique

The image shows two side-by-side screenshots of a mobile application interface for recording soil profile data. Both screens are titled 'Environnement du profil SOL-VAN1400-2018-1'. The left screen is labeled '(1)' and the right is labeled '(2)'. The interface is organized into several sections with dropdown menus and radio buttons.

Section	Field	Value / Option
Antécédents climatiques	Jours précédents	↓ Pas de pluie dans la
	Conditions du jour	↓ Temps ensoleillé
Climat du profil	Régime de température du sol	↓ Frigid (MAT<8°C - Fort sol)
	Régime hydrique	↓ Sec de manière
Hydrologie	Régime hydrique	↓ Sec de manière
	Étage Bioclimatique	↓ Montagnard inférieur
Végétation	Occupation du sol (code corine land cover)	↓
	Cultivé	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non
Végétation	Prairie Paturé	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non
	Prairie Fauché	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non
Végétation	Forêt	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
	Description Forêt (essence, traitement forestier, ...)	pin sylvestre et épicéa
Matériaux parentaux	Organisation du profil	<input checked="" type="radio"/> Monolithique <input type="radio"/> bilithique
	Classe lithologique	↓ Roche sédimentaire
Matériaux parentaux	Sous-classe lithologique (S)	↓ Sédiments carbonatés
	Type de Roche	↓ Calcaire-marneux
Matériaux parentaux	Nature du substrat code RP	↓ Non identifiée
	Age estimé de la mise en place du sol	↓ Holocene (100-12000)
Matériaux parentaux	Commentaires additionnels sur les matériaux parentaux	Click pour éditer

Figure 10 : Présentation des champs à remplir pour la description complète de l'environnement du profil pédologique

Environnement du profil SOL-VAN1400-2018-1 (3)

**Géomorphologie**

Pente (%) ↓ 15 %

Orientation de la pente ↓ Sud

Position par rapport au versant ↓ Au bas du versant

Forme morphologique ↓

Situations géomorphologiques particulières ↓ Non.

Compléments à la description géomorphologique Click pour éditer

**Activités humaines**

Activités humaines fortement impactantes sur le sol  Oui  Non

Figure 11 : Présentation des champs à remplir pour la description complète de l'environnement du profil pédologique

- Générer la mission en pdf

Lors de cette étape, un seul profil comme plusieurs peuvent être sélectionnés et exporté au format PDF. Viennent ensuite deux possibilités :

- Soit le/les fichier(s) est/sont directement enregistré(s) sur la carte SD de la tablette
- Soit le/les fichier(s) est/sont envoyé(s) par mail

Au final, pour chaque profil généré, deux fichiers .pdf sont produits (un en français et un en anglais) ainsi qu'un dossier .zip qui regroupe les deux .pdf et deux fichiers .xml.

### 3/ Réalisation des prélèvements

Cette partie-là suit le protocole sol (cf. Annexe). Pour rappel, les dimensions de la fosse sont 120\*90 cm. Chaque prélèvement doit être annotés de la manière qui suit :

- le type d'échantillon « SOL »
- le site avec un code à 3-4 lettres
- la station avec l'altitude
- l'année avec 4 chiffres
- le numéro de profil « 1 »

Exemple : SOL-ANT1400-2016-1

Dans l'idéal, la fosse nécessaire à la réalisation du profil pédologique est réalisée dans une zone représentative de la placette. Si la placette est située dans un éboulis, la fosse pédologique sera effectuée préférentiellement dans une zone avec peu de blocs. Lors de l'échantillonnage, seuls les éléments les plus gros (>5cm) sont supprimés. Ils sont néanmoins pris en compte par estimation visuelle de la pierrosité au moment de la description du sol.

✓ **Échantillonnage des horizons – Humus H0 et horizons Hn jusqu'à la roche mère (RM)**

Un prélèvement par horizon est à réaliser et à mettre dans un sachet Minigrip de 230x320mm (de 1 à n sachets). Ils sont ensuite annotés en reprenant le modèle décrit plus haut en rajoutant H0 si le prélèvement est humifère et H suivi du numéro d'horizon si le prélèvement est de type horizon. Pour le prélèvement de la roche mère, le code est remplacé par RM.

*Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H0*

*Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1*

*Exemple 3 : SOL-ANT1400-2016-1-RM*

✓ **Échantillonnage volumétrique - Densité apparente (DA)**

Pour chaque horizon (humus et horizon), prévoir la réalisation de 3 échantillons volumétriques quand cela est possible, grâce à un cylindre volumétrique. Les prélèvements sont ensuite transférés dans des sachets Minigrip de 120x180mm (1 sachet par échantillon), et sont annotés selon le modèle décrit plus haut avec le code horizon en rajoutant DA.

*Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-DA1*

*Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-DA2*

*Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H2-DA*

✓ **Échantillonnage exceptionnel (X)**

Différents types d'échantillonnages peuvent être ajoutés si nécessaires :

- XM : minéral (charbon, bois...)
- XA : anthropique (pièces, tessons...)
- X : indéterminé

Sur la tablette, des commentaires peuvent être rajoutés pour ces prélèvements. Les sachets sont ensuite annotés en reprenant le modèle décrit plus haut avec le code horizon en rajoutant le code indiqué ci-dessus à la suite.

*Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-XA*

*Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-X*

Quelques photos permettent de compléter l'échantillonnage :

- une photo du contexte (environnement de l'échantillonnage)

- une photo du profil avec une échelle



*Figure 12 : Photo d'un profil pédologique*

## B. Analyses de laboratoire

### ✓ Protocole 1 : Échantillon type HUMUS et HORIZON

Les échantillons de type humus et de type horizon subissent le même traitement. Ils sont d'abord séchés à l'air libre puis tamisés à 2mm. Les refus de tamis sont pesés puis éliminés. Une partie des échantillons tamisés est broyée à 20µm.

Les traitements suivant diffèrent selon si les échantillons sont broyés ou non.

Dans le cas d'un broyage, des analyses RockEval (caractérisation géochimique du carbone) et une pyrolyse GCMS (caractérisation moléculaire du carbone) sont effectuées.

Dans le cas d'un tamisage simple (sans broyage), des analyses pédologiques (pH, Capacité d'Échange Cationique CEC, carbone, azote, granulométrie.), spectrométrie infrarouge IR (caractérisation géochimiques du carbone) et fluorescence à rayons X XRF (quantification des éléments du sol) sont réalisées.

### ✓ Protocole 2 : Échantillon « DENSITE APPARENTE »

Les échantillons sont séchés dans une étuve à 105°C pendant 24H avant d'être pesés puis tamisés à 2mm. Les deux « phase » obtenues, refus de tamis (EG) et échantillons < 2mm (TF), sont ensuite pesés. Cette étape permet d'obtenir la densité  $D_a$  des sols sachant le volume du cylindre et la pierrosité des sols :  $D_a = TF / (100 - ((EG*100)/2,65))$ . Ces échantillons ne sont pas conservés.

✓ Protocole 3 : Échantillons exceptionnel

Aucune analyse n'est actuellement effectuée sur les échantillons exceptionnels.

C. Stockage des échantillons à long terme

Détail sur l'étiquetage des contenants ?

Cette partie-là est également détaillée sur le protocole en Annexe.

✓ Échantillon type HUMUS et HORIZON

Les échantillons tamisés et les échantillons broyés sont conservés, et sont stockés dans des piluliers de 150mL. Étiquetage particulier ?

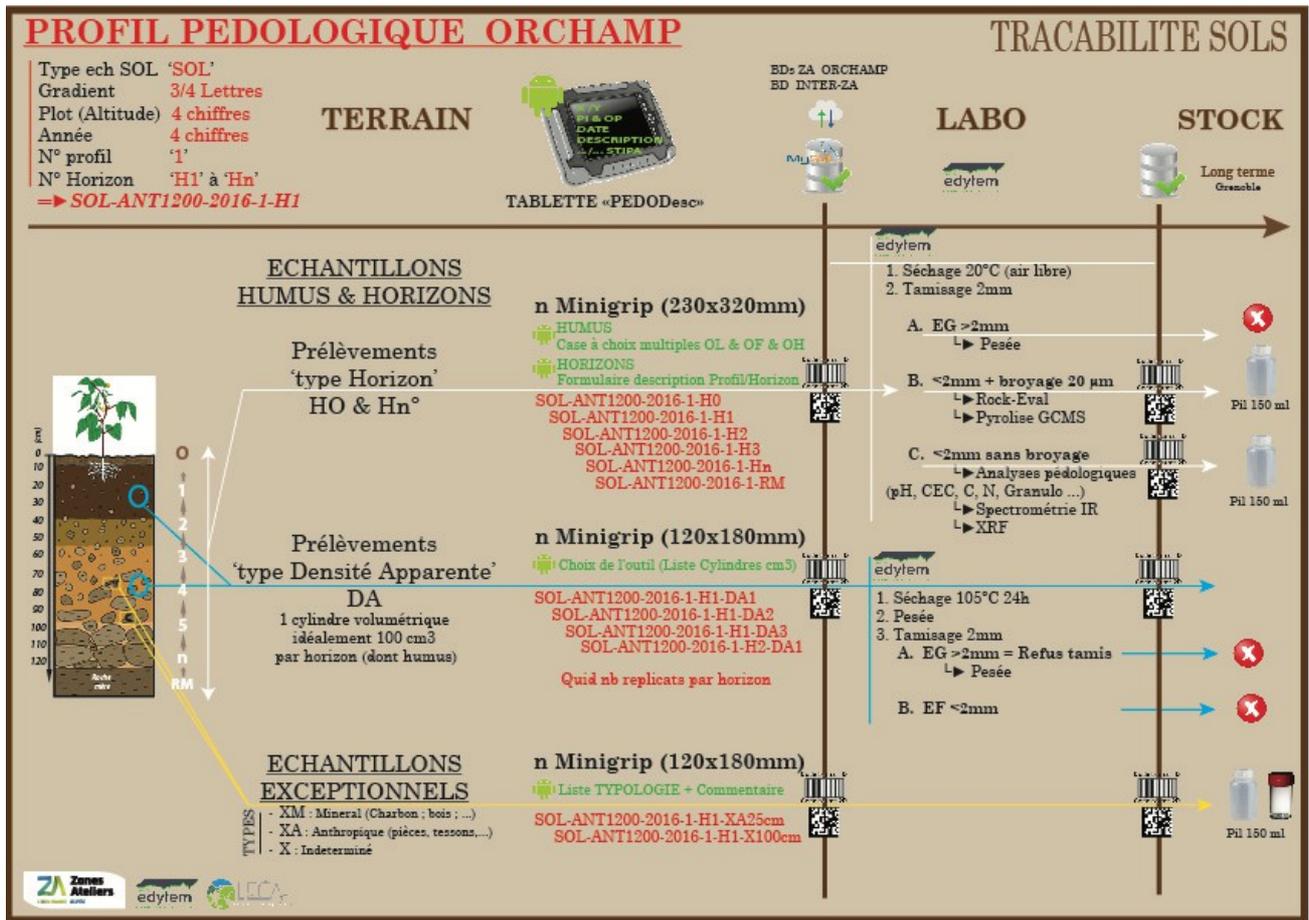
✓ Échantillon exceptionnel

Les échantillons exceptionnels sont stockés dans des piluliers de 150mL. Étiquetage particulier ?

D. Bibliographie

Jolivet C. ; Boulonne L. ; Ratié C. (2006) Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols, édition 2006, Unité Info Sol, INRA Orléans, France, 190 p.

# ANNEXE



Annexe 1 : Protocole sol détaillant les différentes étapes pour le terrain, le laboratoire et le stockage des échantillons.  
 Adapté par SAILLARD Amélie (LECA) depuis le document de PIGNOL Cécile (EDYTEM)