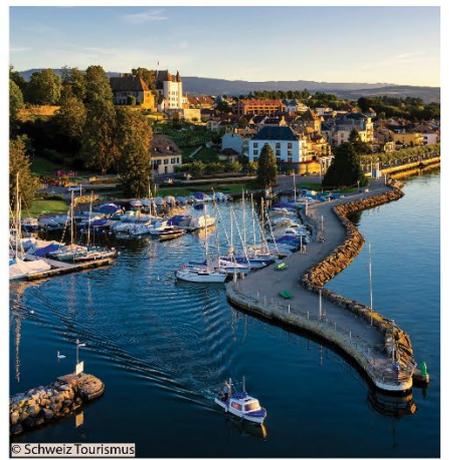


EXCURSION ANNUELLE 2024 JAHRESEXKURSION 2024

4 et 5 octobre 2024 | 4. bis 5. Oktober 2024
Changings



bgs Société
ssp Suisse de Pédologie

● ● ●



Sol en recherche, enseignement et relations publiques

Organisation:

Klaus Jarosch, Agroscope

Thea Schönenberger, SSP bureau de gestion

contact d'urgence

Bea Kulli (+41 79 259 93 81)

Collaborateurs

Alice Johannes, Mario Fontana, Luca Bragazza, Frédéric Lamy, Dorothea Noll, Beatrice Kulli, Ophélie Sauzet, Konrad Metzger, Nathalie Dakhel, Christine Eggert, Roman Berger, Tobias Sprafke, Stéphanie Grand, Amandine Fontaine, Pascal Sigg, Katrine Gondret, Xavier Dupla, Lissa Viffray, Noémie Morel, Giulia Martini, Simon Heiniger



UNIL | Université de Lausanne



Agroscope  **CHANGINS**

haute école de
viticulture et œnologie

école supérieure de
technicien/ne vitivinicole

école du vin



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève



Contexte

La transmission efficace des connaissances sur l'évolution, les propriétés et les fonctions des sols est indispensable à la conservation et à la gestion durable de cette précieuse ressource. La création de connaissances est une tâche complexe, tout comme leur transmission et leur appropriation. Cette année, l'excursion de la BGS/SSP parcourt, à l'aide d'exemples pratiques, les différentes phases de l'acquisition et de la transmission des connaissances dans le domaine du sol. Nous en apprendrons plus sur les différentes approches d'un transfert efficace des connaissances, que ce soit en cours, dans le cadre de classe, devant un profil de sol ou dans l'échange avec des personnes étrangères au domaine. Ces contenus seront reliés et démontrés par des approches pratiques de profils sur le terrain. Les étapes sont ici les suivantes :

- Questions scientifiques actuelles et leur applicabilité dans la pratique : visite d'Agroscope Changins avec entre autres, la présentation de différents essais à long terme (p. ex. : compactage du sol, constitution de la matière organique du sol).
- Différents scénarios et besoins de transmission des connaissances en sciences du sol : Exposés d'impulsion sur différentes initiatives et discussion en plénière.
- Approche du profil de sol - quelles informations sont utiles pour qui ? Exemples tirés de la pratique à l'aide de trois profils pédologiques dans et autour de l'Arboretum d'Aubonne avec la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA).
- Les sentiers pédologiques comme moyen de communication à bas seuil : visite de SWISSOIL, le sentier pédologique près de l'Université de Lausanne.

Les participantes et participants à cette excursion auront un aperçu des projets de recherche actuels sur le thème du sol. Ils se pencheront sur de nouvelles approches pour transmettre efficacement leurs connaissances aux jeunes pédologues. Enfin, ils découvriront différents exemples de la manière dont un travail de relations publiques efficace peut être organisé sur le thème du sol.

Programme

Vendredi, 4 octobre 2024

Horaire	Contenu
10:30	Accueil à l'Agroscope Changins
10:45	Bienvenue et introduction
11:00	Présentation des projets de recherches > ROCSUB > Soil Spectroscopy > INTRANT-BRF > VigneSol
11:45	Repas de midi
13:15	Visite des projets > Réhabilitation de couches inférieures de sols compactés > Augmentation de la matière organique du sol grâce à l'apport de biomasse ligneuse > Présentation de la nouvelle méthode suisse du test à la bêche (SolDoc) > Le sol dans les vignes
16:00	Pause-café
16:45	Input et discussion – Partager efficacement les connaissances sur les sols. Comment ? Où ? Et pourquoi ?
17:45	Fin du programme, Changins
19:00	Souper à Nyon

Samedi, 5 octobre 2024

Horaire	Contenu
	Petit-déjeuner
7:40	Départ de l'hôtel/hostel, Trajet en bus vers l'Arboretum à Aubonne
8:30	Bienvenue et introduction
09:15	Visite de deux profils de sol en contexte forestier
10:00	Visite de deux profils de sol en contexte agricole
12:00	Repas de midi pique-nique
12:45	Transfert à l'université de Lausanne en bus
13:30	Présentation du projet SWISSOIL : un sentier pédologique public de l'Université de Lausanne
14:15	Visite de 7 profils de sol du projet SWISSOIL
16:10	Apéro de clôture
17:00	Fin de l'excursion, Uni Lausanne

Informations

Lieu de rencontre vendredi, 4 octobre 2024

Agroscope Changins, Route de Duillier 60, 1260
Nyon, Aula, arrivée bus 820 à 10h24 à Changins

Lieu de rencontre samedi, 5 octobre 2024

Départ de l'hôtel
B&B Hotel 7h50
Nyon Hostel 7h40
Ou directement à 8h30 à l'Arboretum d'Aubonne,
Chemin de Plan 92, 1170 Aubonne
(<https://www.arboretum.ch>)

Équipement

- bonnes chaussures
- protection contre pluie/soleil

Souper

Restaurant Pizza Leggera Nyon, Allée de la Petite
Prairie 8, 1260 Nyon
à 19h30

Hébergement

Nyon Hostel
<https://nyonhostel.ch/?lang=fr>
Code de réduction selon confirmation d'inscription

B&B Hotel
<https://www.hotel-bb.com/fr/hotel/nyon>

Pour plus d'informations, veuillez contacter le
bureau de la SSP :

Beatrice Kulli & Thea Schönenberger
c/o Zürcher Hochschule für angewandte
Wissenschaften
Postfach
8820 Wädenswil
E-Mail : bgs.gs@soil.ch
Téléphone : 058 934 5

Plans de la situation

Changins



Aubonne





Exposés

Vendredi

Agroscope	Luca Bragazza
ROCSUB	Alice Johannes
Soil spectroscopy (vis-NIR)	Konrad Metzger
INTRANT-BRF	Mario Fontana
VigneSol	Frédéric Lamy
Innovative teaching approaches at University level	Klaus Jarosch
Abstract Réseau du sol	Bea Kulli
CAS Cartographie des sols	Christine Eggert, Roman Berger

Samedi

Les sols de l'arboretum d'Aubonne : vers un sentier pédologique	Ophélie Sauzet
Présentation de deux profils culturaux à Montherod (Aubonne)	Ophélie Sauzet
Transmission de compétences en matière de sol grâce à des sentiers didactiques	Tobias Sprafke
Présentation des fosses de sol de la forêt de Dorigny	Stéphanie Grand

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

Agroscope est le centre de compétences de la Confédération pour la recherche et le développement dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.

Stratégie d'implantation des sites d'Agroscope (en cours de mise en oeuvre)



Sites Principaux

- Campus Posieux**
Recherche liée aux animaux y compris aliments pour animaux / Recherche alimentaire et nutritionnelle / Programmes de monitoring et évaluation de la durabilité / Centre pour les infrastructures de laboratoire & la technologie de recherche
- Changins**
Principes Protection des végétaux pour toutes les cultures / Systèmes culturaux Grandes cultures et œnologie
- Reckenholz**
Sélection végétale et amélioration des variétés / Agroécologie et ressources naturelles
- Stations d'essais**
Centre viticole, Wädenswil
Chevaux, Avenches
Cultures de fruits et de petits fruits, Réseau national
Cultures maraichères, Ins
Cultures spéciales arc alpin, Conthey
Économie alpestre et agriculture de montagne, Valais, Berne, Grisons, Uri, Tessin
Flux de substances azote et phosphore, Sursée
- Néobiotes, Cadenazzo**
Numérisation, Tänikon
- Œnologie, Changins**
Produits au lait cru, Grangeneuve
- Technologies intelligentes, Schaffhouse, Thurgovie**
Viticulture et œnologie, Leytron
Viticulture et sélection de la vigne, Pully

Chiffres clés 2023

947 postes à temps plein (ETP) avec **1115** employés dont **33** personnes en formation, **37** stagiaires, **62** doctorants, **43** postdocs
48% femmes

1444 publications dont **860** publications orientées vers la pratique dont **584** publications scientifiques

1625 présentations et posters

109 thèses encadrées

107 travaux de master, de bachelor et de semestre encadrés

1972 enseignements (universités, hautes écoles spécialisées, écoles professionnelles et cours)

Chiffres clés des finances 2023

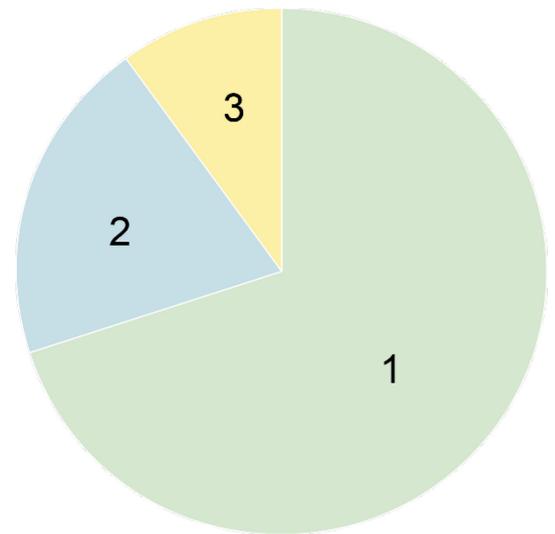
Revenus de fonctionnement 24,0 Mio CHF
dont fonds de tiers 18,4 Mio CHF

Charges de fonctionnement 195,1 Mio CHF
dont dépenses d'investissement 5,5 Mio CHF



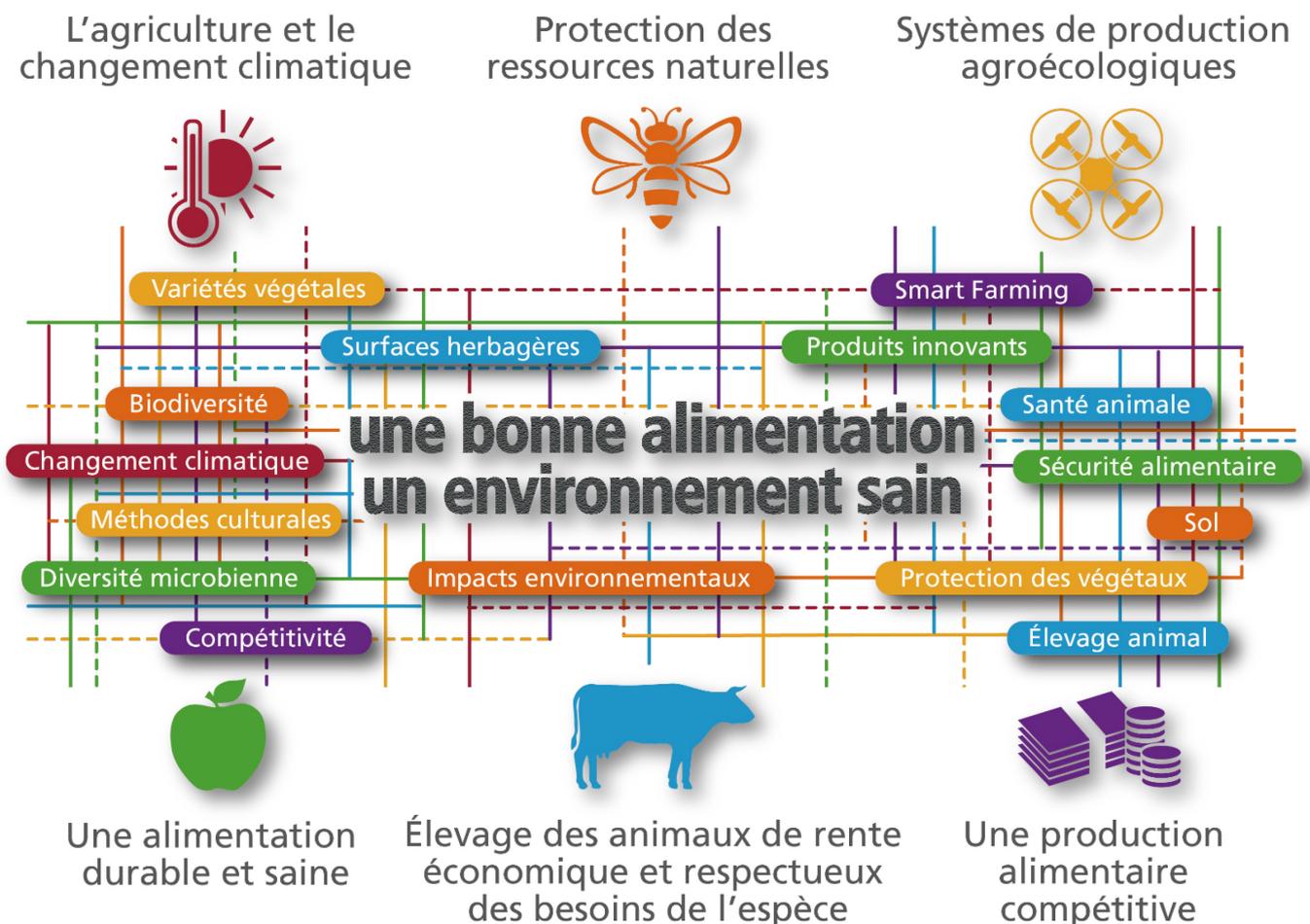
A qui nos recherches sont-elles destinées?

- **A l'agriculture et la filière alimentaire**
- 1 **Recherche et développement** tout au long de la chaîne de création de valeur, selon la devise: from farm to fork, from fork to farm.
- **A la législation**
- 2 **Tâches et aides à l'exécution** dans le cadre des prescriptions légales.
- **A la politique**
- 3 **Soutien scientifique à la politique agricole:** conseil aux décideurs, aux autorités et aux services de vulgarisation cantonaux.

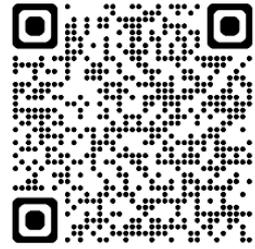


Programme d'activité 2022 à 2025

Agroscope relève les multiples défis de l'agriculture et de la filière alimentaire et fixe six grands axes dans son programme d'activité 2022-2025, pour un total de plus de 100 projets.



ROCSUB (Restoration of Compacted SUBsoil)



Lors de travaux de construction, une compaction importante du sous-sol peut se produire en raison de la présence d'engins de construction lourds ou du stockage des matériaux d'excavation. Cette compaction a des conséquences sur de nombreuses fonctions du sol telles que la capacité de stockage et d'épuration de l'eau, l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs par les plantes, etc. Les conséquences de la compaction du sous-sol sont connues, mais les moyens et le temps de récupération ne sont pas bien documentés. La récupération du sous-sol est parfois même considérée comme inaccessible à l'échelle humaine. Une vidéo explique la problématique des sous-sols compactés et présente le projet ROCSUB qui a pour but d'étudier différentes façons de régénérer un sous-sol gravement compacté.

Les essais effectués dans le cadre du projet ROCSUB ont commencé en 2020 et ils se dérouleront pendant au moins 6 ans dans un champ situé à Changins qui a une texture limoneuse. Le sous-sol a été sévèrement compacté par de lourds matériaux d'excavation. La compaction a affecté directement le sous-sol, après l'enlèvement de la terre végétale. Des signes visibles de compaction ont été détectés jusqu'à 70 cm de profondeur. Les essais sont conçus selon trois axes mécaniques (compacté, décompactation mécanique, référence) et trois axes de végétation (prairie permanente, culture, saules) avec quatre répétitions de chaque combinaison, ce qui donne 36 parcelles. L'ameublissement mécanique a été effectué avec une pelleteuse. Les saules ont été sélectionnés selon la méthode de bio-ingénierie la plus prometteuse pour restaurer la structure du sous-sol. Chaque année, les propriétés suivantes sont surveillées ou font l'objet d'un échantillonnage: humidité du sol à l'aide d'une sonde TDR, rendement, biomasse et physiologie des plantes, propriétés de la structure du sol, notamment la densité apparente, la capacité d'air, la capacité de rétention de l'eau, la perméabilité à l'air. L'évolution de la structure du sol est également évaluée par tomographie à rayons X. Nous nous attendons à ce que les plantes des parcelles compactées souffrent le plus lors de conditions climatiques extrêmes (temps sec ou forte pluie). L'ameublissement mécaniquement devrait permettre de récupérer rapidement la fonction de drainage du sol, tandis que le rétablissement de la capacité de rétention de l'eau devrait prendre plus de temps. La combinaison de l'ameublissement mécanique et des saules devrait permettre de récupérer la plupart des fonctions du sous-sol rapidement. Grâce au projet ROCSUB, de nouvelles connaissances seront acquises sur les techniques de bio-ingénierie pour la récupération des sous-sols compactés et sur le temps nécessaire à cette récupération.



VESS₂₀₂₀ Evaluation visuelle de la structure du sol (v.10.06.2020)

Méthodologie sur le terrain

Équipement? Bêche, mètre, appareil photo, papier, crayon, bâche.

A quel moment? Éviter le sol trop sec (dur) ou trop humide (déformable)

Éviter un travail du sol récent. Privilégier un moment où les racines sont bien visibles.

Où et combien? 5 prélèvements sont nécessaires pour évaluer une parcelle homogène.

Comment procéder?

- Extraire un bloc de sol avec la bêche de 25 à 35 cm de profondeur
 - **Ne pas piétiner ou compresser la zone qui va être évaluée avec la bêche.**
 - Il peut être utile d'effectuer un «pré-trou», afin de faciliter l'extraction d'un bloc.
 - Pour les sols labourés, **le bloc doit comprendre la semelle de labour.**
- Ouvrir le bloc et manipuler avec précaution pour révéler des possibles couches compactes
 - Soit ouvrir comme un livre pour révéler la structure.
 - Soit en enlevant les traces de tassement causées par la bêche.
- Identifier les couches
 - Observer s'il y a des changements dans la structure du sol (compacité, taille et forme des agrégats ou des mottes, comportement des racines) et identifier le nombre de couches avec des structures différentes.
 - Mesurer l'épaisseur de chaque couche.
 - Noter chaque couche individuellement à l'aide de la grille d'évaluation.
 - Si le bloc contient le sous-sol, **évaluer le sous-sol séparément avec la fiche SubVESS₂₀₂₀.**
- Observer et noter les agrégats et les mottes
 - Commencer par observer les agrégats/mottes entiers pour évaluer leurs tailles et leurs formes générales (arrondis? anguleux?). Identifier à quelle note cela correspond dans la grille.
 - Puis ouvrir (briser) ces agrégats/mottes pour révéler leurs structures internes (sont-ils composés de plus petits agrégats? Sont-ils poreux? Les racines passent-elles partout?). Confirmer (ou pas) la note choisie.



Video explicative de la méthode sur la chaîne Youtube Agroscopevideo

Extraction d'un bloc de sol avec «pré-trou»

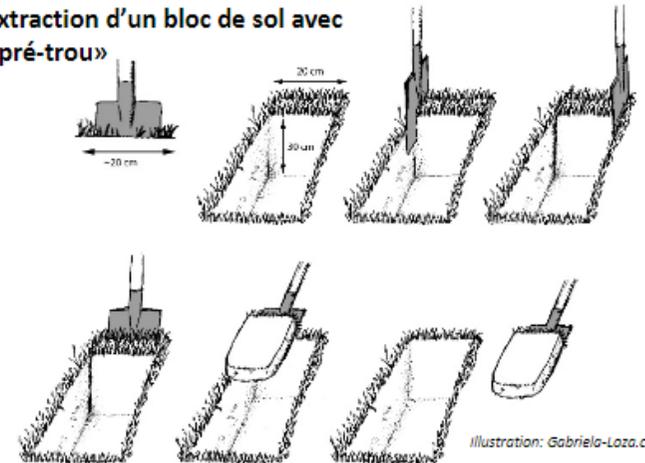


Illustration: Gabriela-Loza.com



Calcul de la note globale du bloc

Note du bloc = $[(\text{épaisseur couche}_1 \times \text{note couche}_1) + (\text{épaisseur couche}_2 \times \text{note couche}_2) + (\text{épaisseur couche}_n \times \text{note couche}_n)] / \text{épaisseur totale du bloc}$

Exemple de calcul: Bloc de 27 cm qui comprend une couche de 9 cm d'épaisseur ayant une note de Sq2 et une couche de 18 cm d'épaisseur ayant une note de Sq3.

Score du bloc = $[(9 \times 2) + (18 \times 3)] / 27 = 2.7$



Application VESS

Une application pour smartphone et iPhone est disponible gratuitement



Adaptation aux sols remaniés. Ces sols sont plus hétérogènes que des sols naturels. Les différentes qualités structurales ne sont pas distribuées uniquement verticalement en couches, mais également latéralement au sein d'une couche. Il faut donc noter pour chaque couche la proportion de chaque type de qualité structurale et faire une moyenne pondérée de ces notes pour la couche. La moyenne pondérée de la couche sera ensuite utilisée pour calculer la moyenne pondérée du block. Cette façon de faire permet également de garder une trace de l'hétérogénéité observée.



VESS ₂₀₂₀ Version 10.06.2020	Couche entière: taille des agrégats/mottes	Agrégat/motte intact		Résistance <small>[observable seulement en conditions d'humidité optimales, sinon se référer à "aspect après ouverture"]</small>	Ouvrir (briser) la motte	Taille et forme des agrégats/fragements ouverts	Aspect après "ouverture"		Racines et couleurs <small>[racines observables uniquement quand les cultures sont bien établies]</small>
		Taille	Forme	Forme			Porosité		
Sq1 Très bien (friable)		La plupart font moins de 6 mm <small>[critère à exclure si travail du sol récent -- > se référer uniquement à la forme]</small>	Grumeleux. Agrégats petits et arrondis	Agrégats se désagrègent très facilement avec les doigts	Motte poreuse (ouverte): motte colonisable par des racines. Lorsqu'on ouvre la motte, elle se brise de façon irrégulière, pas exactement où on veut. Pour Sq1-2 la motte semble être composée de plus petits agrégats.		Les agrégats sont composés de plus petits agrégats, maintenus ensemble par des racines	Très poreux	Racines à l'intérieur des agrégats
Sq2 Bien (intact)		De 2 mm à 7 cm <small>[critère à exclure si travail du sol récent -- > se référer uniquement à la forme]</small>	Agrégats arrondis. Pas de mottes fermées	Agrégats se désagrègent facilement avec les doigts			L'ouverture des agrégats révèle quelques agrégats plus petits et des faces irrégulières	Poreux	Racines à l'intérieur des agrégats
Sq3 Moyen (ferme)		De 2 mm à 10 cm. 2/3 font plus de 2cm	Mélange d'agrégats arrondis de différentes tailles. Mottes anguleuses fermées aussi possible	La plupart des agrégats se désagrègent facilement entre les doigts			L'ouverture révèle des faces plus ou moins rugueuses. Possibilité de faces planes	Peu poreux. Présence possible de quelques macropores et fissures.	Racines en général dans les agrégats
Sq4 Mauvais (compact)		Environ 2/3 des mottes font plus de 10 cm. 1/3 des mottes peuvent faire moins de 7 cm	Motte fermée sub- angulaire. Possibilité de bords anguleux. Structure lamellaire ou fissurée	Assez difficile de briser les mottes avec une seule main			L'ouverture des mottes révèle des faces plutôt planes	Peu ou pas de porosité visivable sauf macropores biologiques	Racines généralement regroupées dans les macropores et fissures ou autour des mottes fermées
Sq5 Très mauvais (très compact)		La plupart font plus de 10 cm	Motte fermée anguleuse	Très difficile de briser les mottes avec la main			Révèle des faces planes avec des bords anguleux. Possible de faire des cubes à bords nets	Non poreux. Porosité restreinte à quelques macropores et fissures	Zones anoxiques avec couleur gris- bleu possible . S'il y a des racines, elles sont uniquement dans les fissures ou autour des mottes



Mesure des propriétés des sols par spectroscopie vis-NIR

Konrad Metzger & Luca Bragazza

Agroscope, Systèmes de grandes cultures et nutrition des plantes, Nyon

La collecte de données sur les sols à l'aide de la spectroscopie dans le domaine du visible et du proche infrarouge (vis-NIR, 350-2500 nm) s'est développée au cours des dernières décennies comme une méthode fiable, rapide et bon marché en plus des analyses chimiques par voie humide en laboratoire. Dans ce contexte, l'interaction du rayonnement infrarouge avec les groupes fonctionnels actifs du sol (liaisons covalentes avec le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote ainsi que les oxydes de fer) donne lieu à des spectres d'absorption caractéristiques (fig. 1). Grâce à des analyses chimométriques reliant les spectres aux résultats de laboratoire correspondants, il est possible de créer des modèles d'étalonnage qui permettent de prédire les paramètres du sol sans les analyses de laboratoire correspondantes. Les études initiales sur la spectroscopie du sol étaient principalement basées sur des spectres d'échantillons de sol séchés et tamisés, enregistrés avec des instruments de laboratoire (= appareils Benchtop), ce qui signifiait que les échantillons devaient toujours être amenés du champ au laboratoire, où ils devaient être prétraités (séchés, tamisés et éventuellement finement broyés) avant la mesure spectrale.

Grâce aux progrès techniques, de nombreux spectromètres portables sont désormais disponibles et peuvent être utilisés directement sur le terrain (*in situ*). Une application réussie de la spectroscopie de sol *in situ* permettrait d'obtenir des informations sur les paramètres du sol en temps quasi-réel (selon l'instrument). Cependant, plusieurs obstacles doivent encore être surmontés, principalement liés à l'humidité et à la structure du sol. Comme l'eau liée au sol absorbe aussi fortement dans le domaine infrarouge (environ 1400 et 1900 et 2100 nm), les spectres mesurés sur les échantillons de sol humides sont déformés. En outre, le protocole avec lequel l'échantillon de sol est mesuré sur le terrain doit être défini et uniformisé.

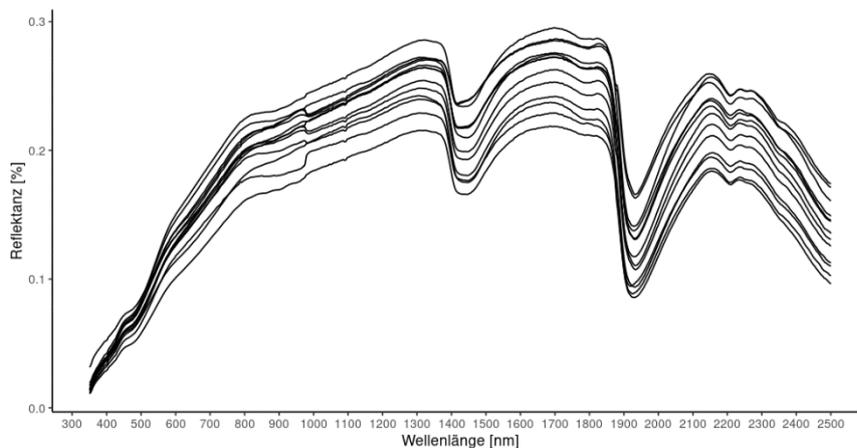


Fig. 1 Exemples de spectres de sol enregistrés in situ

Afin de proposer un protocole de mesure fiable (= protocole de "meilleure pratique") pour les mesures spectrales *in situ*, 134 échantillons de sol ont été scannés dans 9 champs en Suisse, à différentes positions de scan :

1. A la surface du sol non traité
2. à la surface du sol, après avoir enlevé les gros matériaux et lissé la surface
3. Le long du côté d'un bâton de forage de 20 cm de profondeur, après avoir coupé le fond qui dépasse.

Pour les études suivantes, deux types de spectromètres différents ont été testés : un spectromètre de recherche très coûteux avec une résolution élevée et un scanner proche infrarouge portable moins cher avec une résolution et une largeur de bande spectrale réduites.

Afin d'évaluer les méthodes de mesure, des modèles de calibration ont été créés pour une sélection de paramètres du sol (carbone C du sol, pH, teneur en argile et en sable, azote total, capacité d'échange cationique, teneur en nutriments) et la position du scan a été choisie en fonction de la meilleure performance du modèle (R^2 , erreur de modèle RMSE et RPIQ (*ratio of performance to interquartile range* = $Q3-Q1$ du paramètre de sol mesuré/RMSE)). En se basant sur les résultats du modèle, la méthode qui consiste à scanner le long du côté fraîchement coupé d'un bâton de forage en cinq mesures répétées est la plus précise (RPIQ le plus élevé, R^2 et RMSE le plus bas, Fig.2 (Metzger et al., 2023)).

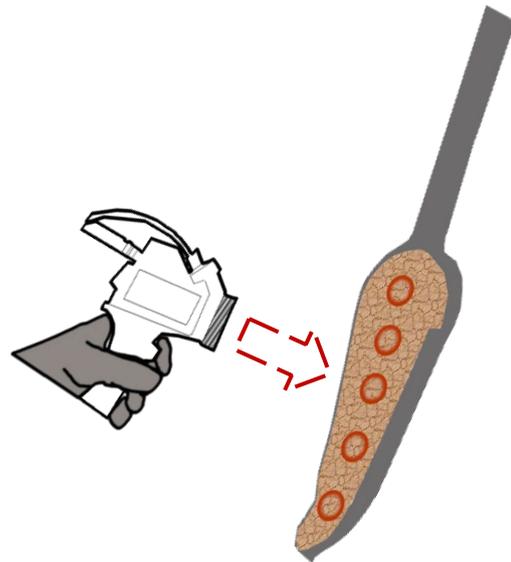


Fig. 2 Meilleure position de scan le long du côté d'un bâton de forage de 20 cm

Sur la base de ce résultat, des modèles ont ensuite été calibrés pour de nouveaux indicateurs de qualité du sol moins étudiés. Ainsi, de bons résultats ont été obtenus pour le carbone facilement oxydable (carbone oxydable au permanganate, POXC), qui est considéré comme une propriété du sol importante pour les micro-organismes du sol et comme un indicateur sensible des modifications du sol dues à un changement de pratique. De plus, les modèles montrent de bons résultats dans la prédiction du rapport carbone organique/argile (SOC/clay ratio), un indicateur de la structure du sol (Metzger and Bragazza, 2024). Les modèles précédents ont tous été calibrés sur la base de spectres enregistrés *in situ* sur des échantillons de sol humides et non traités. Cependant, avec le développement de la spectroscopie du sol, de grandes bibliothèques spectrales basées sur des échantillons séchés et tamisés ont été créées, contenant à la fois les spectres et les analyses de laboratoire correspondantes. Afin d'utiliser ces précieuses informations et de prédire les propriétés du sol à partir des spectres *in situ* sans avoir à collecter les données nécessaires à la calibration du modèle, les distorsions causées par l'humidité et la structure du sol doivent être éliminées des spectres *in situ* afin de réduire l'erreur du modèle. Une technique particulièrement adaptée à ce problème est l'*orthogonalisation des paramètres externes* (EPO), une technique mathématique dans laquelle les spectres d'échantillons de sol séchés et tamisés et d'échantillons de sol humides sur le terrain sont analysés simultanément et séparés en composantes contenant des informations utiles et en composantes contenant la variabilité non désirée.

En appliquant la transformation EPO à notre jeu de données, nous avons pu comparer la précision de prédiction des modèles basés uniquement sur des spectres de laboratoire à celle des modèles basés uniquement sur des spectres *in situ*. En outre, les modèles de laboratoire ont permis de prédire certains paramètres du sol (teneur en carbone, teneur en argile et teneur totale en azote) en utilisant des spectres *in situ* (Metzger et al., 2024). Les résultats de nos modèles (Fig. 3) montrent que :

- les échantillons de sol finement broyés n'améliorent pas sensiblement la prédiction, et que cette étape n'est donc pas nécessaire pour la spectroscopie de sol vis-NIR.
- Lorsque seuls des spectres de laboratoire sont disponibles pour la calibration, mais que des spectres de terrain doivent être modélisés, la transformation EPO (même basée sur seulement 10 échantillons) améliore considérablement la performance du modèle.
- Les résultats des modèles calibrés à l'aide de spectres de terrain sont presque aussi précis que les performances des modèles de laboratoire, ce qui signifie que la création de nouveaux modèles exclusivement basés sur des spectres de terrain est également une alternative valable.

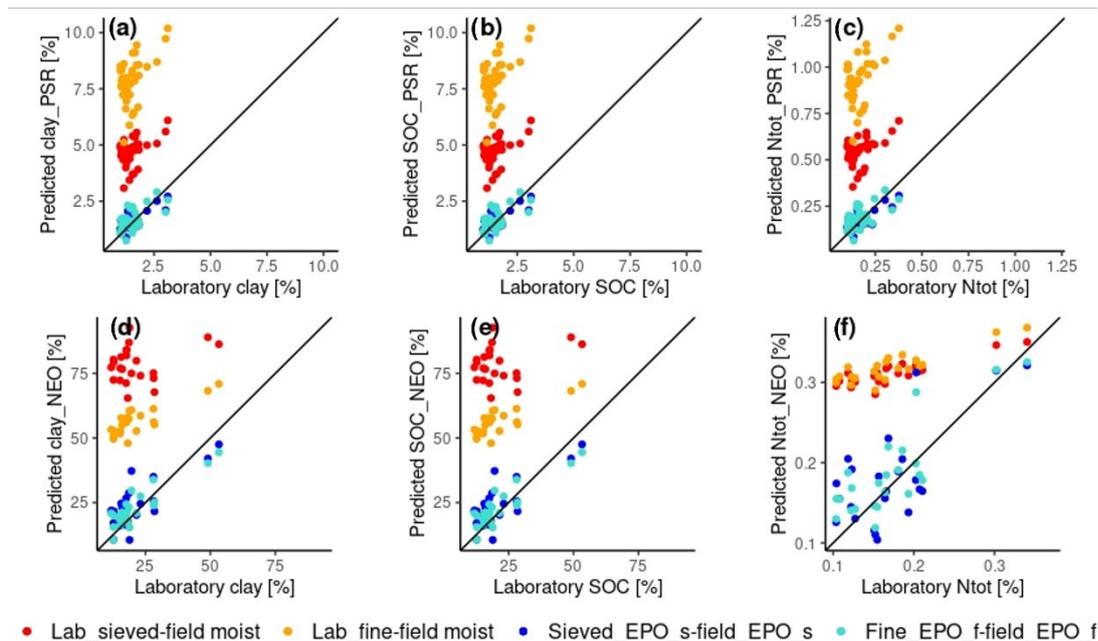


Fig. 3 Laboratoire vs. valeurs prédites des modèles cross-domain (modèle avec spectres de laboratoire, set de prédiction avec spectres de terrain) pour la teneur en argile (a et d), le carbone du sol (b et e) et l'azote total (c et f) pour le spectromètre de recherche (PSR, a-c) et le scanner (NEO, d-f). Les points de données en rouge et orange représentent les spectres non transformés, les points de données dans les tons bleus représentent les prédictions après la transformation EPO.

Dans toutes les études que nous avons menées, les modèles basés sur les spectres du spectromètre de recherche ont donné de meilleurs résultats dans la plupart des cas, mais le scanner bon marché a également fourni de bons spectres qui ont permis d'obtenir des modèles fiables.

Projets de recherche

Projet de recherche Agroscope INDICATE - Proximal sensing



EJP Soil ProbeField



Publications scientifiques

- Metzger, K., Bragazza, L., 2024. Prediction of nitrogen, active carbon, and organic carbon-to-clay ratio in agricultural soils by in-situ spectroscopy. *European Journal of Soil Science* 75(3).
<https://doi.org/10.1111/ejss.13508>
- Metzger, K., Liebisch, F., Herrera, J.M., Guillaume, T., Bragazza, L., 2024. Prediction Accuracy of Soil Chemical Parameters by Field- and Laboratory-Obtained vis-NIR Spectra after External Parameter Orthogonalization. *Sensors* 24(11).
<https://doi.org/10.3390/s24113556>
- Metzger, K., Liebisch, F., Herrera, J.M., Guillaume, T., Walder, F., Bragazza, L., 2023. The use of visible and near-infrared spectroscopy for in situ characterization of agricultural soil fertility: a proposition of best practice by comparing scanning positions and spectrometers. *Soil Use and Management*.
<https://doi.org/10.1111/sum.12952>

INTRANT

Mario Fontana¹, Ophélie Sauzet², Pascal Boivin², Luca Bragazza¹

¹Agroscope, Systèmes de grande culture et nutrition des plantes

²HEPIA, Sols et substrats

Contexte

- Besoin d'augmenter la teneur en matière organique des sols (p.ex. voir 4 pour 1000)
- Bois raméal fragmenté (BRF) = résultats encourageants (Agroscope, Fontana et al. 2023) mais...
 - Peu de connaissances (dose, fréquence, interaction avec le type de sol/culture)
 - Difficulté d'approvisionnement en BRF
 - Résidus ligneux (sous-produits locaux): écorce de conifères et résidus de compostage
 - Recyclage de résidus ligneux de « mauvaise qualité »: allélopathie et immobilisation de l'N
- Diminution de l'utilisation:
 - d'engrais minéraux (énergivores et/ou ressources fossiles)
 - les produits phytosanitaires

But

Tester une méthode de restauration du sol (augmentation du carbone et de la fertilité à long terme) et de lutte contre les adventices afin de développer une pratique agricole durable et résiliente basée sur une synergie entre les secteurs agricole et forestier.

- Quantifier:
 - l'effet d'un amendement en mulch et/ou en incorporation
 - avec deux types de résidus ligneux contrastés
 - le stockage du C dans le sol (transfert des résidus ligneux jusqu'à la phase solide du sol)
 - la fertilité (biologique, chimique et physique) du sol, le rendement et la nutrition des cultures
 - le contrôle des plantes adventices

Essai

- 300 m³ ha⁻¹
- 5 traitements: 1) contrôle 2) refus de compostage incorporé 3) refus de compostage mulch 4) écorces de conifères incorporé 5) écorces de conifères mulch
- 4 répliques
- Rotation: colza, engrais vert et blé
- Strip-tiller (colza): écarte les résidus du rang (ne pas gêner la culture) et concentre les résidus dans l'entre rang (lutte contre les adventices) & semis direct (sur l'engrais vert après glyphosate) du blé d'automne

Analyses

- Sol : Fertilité biologique (vers de terre, C microbien et mycorhizes), chimique (N et P) et physique (porosité: analyses de la courbe de retrait → réserves en eau) et qualité du C (Rock-Eval, liens avec la porosité), sac de litière
- Plantes : biomasse, nutrition (N et P), chlorophylle, surface et masse foliaire, NDVI, conductance stomatique, rendement et composantes du rendement (PMG et grains par m²).

Vitesse de décomposition



Perte de résidus ligneux en sac de nylon

Quelques résultats préliminaires

a) Carbone du sol

- Résidus ligneux = forte augmentation du C_{Org}
- Ecorce mulch > écorce incorporée > refus mulch \approx refus incorporé > contrôle
- Résidus ligneux = augmentation du C_{mic} après 3 mois puis diminution (lié au C soluble)

b) Fertilité

- Chimique du sol: résidus ligneux =
 - Augmentation de réserves (N_{tot}), effets variables sur la disponibilité (NO_3^-)
 - Augmentation de la disponibilité de P
- Plante:
 - diminution de la chlorophylle (colza) pour écorce incorporée = blocage de N
 - Pas d'effet des résidus ligneux (vs contrôle) sur le rendement du colza

c) Allélopathie et lutte contre les plantes adventices

- Prétests en serre:



Contrôle

Ecorce fraiche

→ « soupe de résidus » empêche la germination

- En champ :



Refus de compostage en mulch.



Refus de compostage incorporé.



Contrôle.

- Forte pression d'adventice
- Inefficace sur la plupart des adventices excepté les repousses de blé = insuffisant pour remplacer les herbicides
- Chute du rendement similaire au contrôle

Communication : Agroscope :



Youtube :



VigneSol



Titre du projet : CV-VigneSol : conception d'itinéraires innovants de couverture du sol sans herbicide en viticulture

Requérants : FIBL – Changins – hepia – Agroscope

Financement : OFAG

Un nombre croissant de viticulteurs implante différentes couvertures végétales et limite le travail du sol tout en renonçant aux herbicides. Toutefois les contraintes sont multiples : rendement et qualité du raisin, parcelles difficilement mécanisables, régulation de la végétation, stress hydrique et azoté, conservation des sols, promotion de la biodiversité, changements climatiques.

Le présent projet a l'ambition de soutenir ces développements par une meilleure compréhension des processus en jeu. Une cohérence est recherchée entre problèmes effectifs, contextes de production et solutions envisageables. La recherche s'articule autour de trois parties.

La première consiste à réaliser un diagnostic des pratiques sans herbicide et de leurs conséquences sur le sol, la biodiversité, la vigne et le raisin. Cela permettra la mise en œuvre de nouveaux itinéraires.

La seconde partie a pour but de mieux comprendre des pratiques innovantes développées par des praticiens au sein d'un réseau on-farm. Cette partie sert également de plate-forme pour le transfert des connaissances et pour un regard croisé avec l'agriculture de conservation et les autres cultures pérennes.

Le troisième pilier du projet se déroule « on-station » avec la mise en place d'un dispositif expérimental hautement instrumentalisé pour approfondir les réponses de la vigne et du sol à différents itinéraires techniques combinant couvertures végétales et modes d'entretien du sol.

Innovative teaching approaches at University level

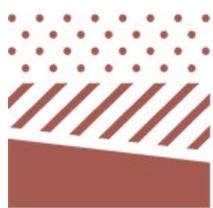
avec Klaus Jarosch (Agroscope)

Les concepts actuels d'enseignement passent de plus en plus d'un « paradigme d'instructeurs » avec des conférences classiques à un « paradigme d'apprentissage », fournissant aux étudiants suffisamment d'outils et de soutien pour qu'ils acquièrent eux-mêmes les connaissances. L'applicabilité de cette approche pour l'enseignement des bases de la science du sol a été analysée en utilisant une approche de classe inversée dans un cours obligatoire de ~140 étudiants en géographie en première année. Les sujets du cours comprenaient i) les facteurs de formation des sols et leur constitution, ii) les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, iii) la classification des sols, et iv) les fonctions des sols, les menaces et la protection. Une semaine avant chaque cours, les étudiants ont reçu a) une vidéo préenregistrée par le conférencier où le contenu de la leçon était présenté, b) des vidéos de soutien (youtube, auto-fabriquées) pour la démonstration ou la visualisation des différents principes (par exemple, la texture du sol, l'échange cationique, etc.) et c) un outil d'auto-évaluation en ligne. Pendant le cours en classe, les étudiants ont d'abord été interrogés sur les questions soulevées pendant la préparation, auxquelles l'enseignant a ensuite répondu. Ensuite, les étudiants recevaient une feuille d'exercices couvrant l'unité de cours concernée. Les exercices comprenaient des vérifications des connaissances actuelles, l'application des concepts dans de nouvelles situations, mais aussi des exercices pratiques et une discussion commune à la fin de chaque unité de cours. Lors du dernier cours, nous avons mené une enquête anonyme auprès de tous les étudiants participants, afin de connaître leur perception de la méthode d'enseignement qui répondait le mieux à leurs besoins. L'enquête a été combinée avec un examen d'essai, où les étudiants ont pu tester l'état actuel de leurs connaissances, reflétant également les différentes méthodes d'enseignement utilisées dans la classe. En combinant la perception de l'utilité des différentes approches d'enseignement avec les connaissances actuelles obtenues par les différentes méthodes d'enseignement, nous visons à identifier les approches les plus utiles pour l'enseignement de la science du sol dans un format de classe inversée.

Le sol entre dans les écoles avec le réseau de sol

Avec Beatrice Kulli (ZHAW)

Le réseau du sol est une plateforme éducative sur le thème du sol. Celle-ci s'adresse aux enseignants de tous les niveaux scolaires ainsi qu'à toutes les autres personnes intéressées par le thème du sol. Nous répondons ainsi à l'intérêt croissant des écoles de différents niveaux qui souhaitent aborder ce sujet en classe en fonction de l'âge des élèves. La page d'accueil du réseau sol est en ligne depuis un certain temps déjà. Cette année, le groupe de travail a été complété par des membres d'autres langues nationales et le bureau du réseau sol a été pourvu. Les outils pédagogiques en allemand ont été complétés par des outils en français. Dès que l'ossature du site sera terminée, le remplissage des contenus commencera.



bodennetz.ch
reseaudusol.ch
suoloinrete.ch



Nouvelles idées pour le CAS Cartographie des sols et l'acquisition d'expérience en matière de cartographie

Avec Christine Eggert (myx GmbH) und Roman Berger (ZHAW)

En Suisse, comme chacun sait, il n'existe pas de cursus de bachelor ou de master en pédologie ou même en cartographie des sols. Les futurs cartographes de la relève suivent donc soit le CAS en cartographie des sols, qui a lieu tous les deux ans, soit sont formés « sur le tas » par des entreprises privées.

Dans cet exposé, les possibilités actuelles seront présentées ainsi que les nouvelles connaissances et idées pour une meilleure formation des jeunes cartographes. D'une part, une adaptation du CAS en cartographie des sols avec une séparation simultanée de la partie pratique sera discutée. Ainsi, les jeunes cartographes pourraient cartographier les sols dans différentes régions et acquérir de premières expériences dans un cadre plus large et plus diversifié. D'autre part, un modèle est présenté dans lequel des entreprises privées pourraient coacher et former les jeunes cartographes d'autres entreprises.

Les sols de l'arboretum d'Aubonne : vers un sentier pédologique

Amandine Fontaine, Karine Gondret, Cédric Deluz, Noémie Morel, Giulia Martini, Etienne Jacquemet, Tobias Sprafke (HAFL), Bela Glavitsch, Ophélie Sauzet – HEPIA

Historique

L'Arboretum du Vallon de l'Aubonne, unique en Suisse, est un vaste parc présentant des collections d'espèces et de variétés d'arbres et d'arbustes provenant de tous les continents pouvant être acclimatées dans notre région. Créé en 1968, cet Arboretum s'étend sur une superficie de quelque 130 ha comprise à l'intérieur d'un périmètre agricole et forestier de 200 ha environ. Il compte près de 4'000 plantes ligneuses¹.

Il est traversé du nord au sud par l'Aubonne, rivière torrentueuse naissant au pied du Jura, au sud-est de Bière. Elle y reçoit deux affluents, le Toleure et la Sandoleyre. Sa partie la plus basse est située à 500m d'altitude tandis que la plus élevée atteint 670m. L'orientation de l'Arboretum, du Jura au Léman, est très favorable à la végétation. Le sillon creusé par l'Aubonne constitue une zone d'instabilité avec de nombreux mamelons et effondrements latéraux. De ce fait, les expositions sont diversifiées et favorables à l'introduction d'un grand nombre d'espèces végétales ligneuses¹.

En collaboration avec HEPIA (Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève), l'Arboretum souhaite développer un sentier pédologique ouvert à tout public. Actuellement en construction, il est d'ores et déjà utile aux étudiants HEPIA se rendant régulièrement sur ce site à d'autres fins telles que la découverte d'essences ligneuses ornementales, forestières et fruitières.

Fosse pédologique

Cette fosse pédologique forestière a été ouverte en 2012 à la suite d'une collaboration entre EPFL, ECOS et WSL. Un descriptif accessible et compréhensible pour le grand public a été proposé par les différents partenaires à l'initiative de cette fosse (Fig.1). Dans le cadre d'un enseignement spécialisé en pédologie intégré dans certaines filières de bachelor à HEPIA (notamment la filière Agronomie), ce support est discuté et complété sur la base des observations des étudiants et des analyses physico-chimiques à disposition (Fig.2 et Tab.1). Le nom du sol selon le Référentiel pédologique français (2008), le WRB (IUSS, 2022) et la KLABS (2010) est alors proposé.

¹ L'Arboretum du Vallon de l'Aubonne. <https://www.arboretum.ch/>.

1. Observation

Litière (L) :

Feuilles en décomposition

Horizon (1) :

Brun foncé, matière organique en décomposition (54%)

Acide (pH = 4.2)

Beaucoup de racines

Horizon (2) :

Brun gris, 5.6% de matière organique

Très sableux (52% sable)

Acide (pH = 4.6)

Quelques racines

Horizon (3) :

Brun jaune, 1.4 % de matière organique

Très sableux (50% sable)

Acide (pH = 4.6)

Beaucoup de grosses racines

Horizon (4) :

Brun jaune, compact

Beaucoup de cailloux

Peu de racines



2. Interprétation

Litière (L) + Horizon (1) :

Forte teneur en matière organique qui retient les éléments minéraux.

Humus à décomposition lente.

Fertilité importante

Horizon (2) : organo-minéral discontinu

Filtrant avec peu de rétention d'éléments nutritifs

Horizon (3) : minéral issu de l'altération de la roche mère

Filtrant avec peu de rétention d'éléments nutritifs

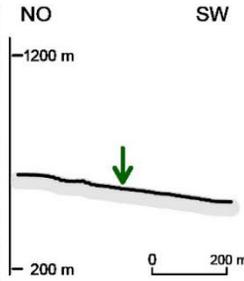
Horizon (4) : minéral d'altération

Moins filtrant

Tassement, compaction

Figure 1 : Description simplifiée de la fosse pédologique proposée en 2012 par EPFL, ECOS et WSL

Bodenprofil AA-1_BGS2024 (24655), Aubonne



Standort ID 24631
 ID Standort AA-1_BGS2024
 persönliche ID 2517998
 X-Koordinate 1151220
 Y-Koordinate 5
 Genauigkeit Koord. 5422
 Gemeinde-Nr. Aubonne
 Gemeinde VD
 Beschreibung WA
 Vegetation -1
 Flurabstand [cm] -1
 Kalkgrenze [cm] b
 Wasserh.gruppe E
 Bodentyp E3,ZT
 Untertypen

Lage 575.4
 Höhe 0
 Kleinrelief HH
 Landschaftselement 21
 Neigung [%] 34
 Exposition k
 Geländeform B2
 Klimaeignungszone
 Nutzungsgebiet
 Skelett OB
 Skelett UB
 Textur OB
 Textur UB
 PNG geschätzt [cm] 80
 PNG berechnet [cm] 73
 Eignungsklasse

Stammdaten 24655
 ID Beobachtung P
 Profilart Diverses
 Projekt 2024-09-09
 Datum stf3
 Kartiert durch stf3
 Erfasst durch QS Labor nein
 QS Feld nein
 Anzahl Proben 0
 Dokumente 3
 Kommentar
 Public profile, totally dried out under roof, structure and colour hard to estimate. O-Horizons largely removed and not replenished. PNG Estimate higher as profile was not exposed until C-Horizon

Feldbeobachtung

Nr. (27)	Tiefe von [cm] (28)	Tiefe bis [cm] (28)	Horizont (29)	Horizontüberg. unten	Bodenbereich (ff)	Ausgangsmat. Geologie (62)	Kalkklasse (44)	pH Heilige (46)	OS-Feld [%] (33)	Zersetzungsgrad (cc)	Ton (35/36)	Schluff (37/38)	Sand (39/40)	Kies (41)	Steine (42)	Gesteinstyp (ee)	Technogenes Substrat (hh)	Feuchtigkeit (dd)	Gefügeform/-größe (31/32)	Porosität (kk)	Bewurzelung (bb)	Wurmlängigkeit (gg)	Ernterückstände (mm)	PNG-Faktor Boden	Farbe Matrix	Farbe Flecken	
1	-3	0	Oh ₁ (q)	AU					75.0					0	0			tr							1		
2	0	10	EA(h)	OB	HL/MO4	0	4.5	4.0		14	35	51	6	0				tr							1		
3	10	45	Bw1	UB	HL/MO4	0	4.5	2.0		14	38	48	8	0				tr							1		
4	45	60	Bw2	UB	HL/MO4	0	4.5	0.4		9	40	51	14	2				tr							1		
5	60	95	II CB(t)	UB	MO4/SC4	0	4.8	0.1		9	25	66	35	18				tr							1		



Kommentare Horizonte:

-3 - 0 cm: appears similar to Ahh,q but with higher amount of OS

60 - 95 cm: reddish brown, no clear clay coatings due to sandy matrix. Mix of angular and rounded coarse material (up to 30 cm diameter)

Auflagemächtigkeit [cm]: 3; Profiltiefe [cm]: 95

Figure 2 : Description de la fosse pédologique AA-1_BGS2024 dans Soildat (Auteur : Tobias Sprafke, 2024)

Présentation de deux profils culturaux à Montherod (Aubonne)

Contexte

Bien que les deux parcelles faisant l'objet d'un profil cultural soient distantes d'environ 30 mètres seulement (Fig.3 et 4) et qu'elles aient des caractéristiques physico-chimiques de surface comparables (Tab.2), les faces d'observation des deux profils culturaux de Montherod présentent une succession d'horizons différents révélant une pédogénèse distincte (Fig. 5 et 6).

Dans le cadre de l'enseignement en pédologie de la filière agronomie HEPIA, la méthode du profil cultural est utilisée i) pour évaluer les potentialités agronomiques de différents types de sols (en complément à la fosse pédologique) et, ii) comme outil de diagnostic et de dialogue avec l'agriculteur visant à éclairer les prises de décision de ce dernier et à améliorer ses pratiques. Les conclusions du diagnostic peuvent être davantage étayées en comparant des zones de végétation contrastées.



Figure 3 : Localisation du profil cultural intitulé *Steiner* (ID-relevé : MLP-1_BGS2024 ; Auteur : Tobias Sprafke, 2024)



Figure 4 : Localisation du profil cultural intitulé *Hofstetter* (ID-relevé : MLV-1_BGS2024 ; Auteur : Tobias Sprafke, 2024)



Figure 6 : Photographie du profil cultural intitulé *Steiner*
(ID-relevé : MLP-1_BGS2024 ; Auteur : Tobias Sprafke, 2024)



Figure 7 : Photographie du profil cultural intitulé *Hofstetter*
(ID-relevé : MLV-1_BGS2024 ; Auteur : Tobias Sprafke, 2024)

Tableau 2 : Analyses physico-chimiques des horizons pédologiques de la parcelle *Steiner* et de la parcelle *Hofstetter* (nature des méthodes d'analyses à disposition auprès du bodenlabor HAFL)

	sample ID	cm	-cm	Horizon	CaCO3 w%	OS w%	pH	< 0.002 mm w%	0.05- 0.002 mm w%	2-0.05 mm w%	mg K / kg soil	mg P / kg soil	KAK pot cmol+/k g	BS w%
Steiner (MLP-1_BGS2024)														
1	HAFL_3	0	10	Ah,(p)	0	4.7	6.1	22	33	41	8.3	3.0	21.8	60.2
2	HAFL_4	10	30	BA(h),(x)	0	2.4	6.7	23	33	41	3.0	2.4	19.9	71.4
3	HAFL_5	30	58	Bw,x	0.1	1.1	7.2	20	30	49	1.1	0.1	16.1	73.9
4	HAFL_6	58	75	II CBx	0	0.1	7.1	10	16	74	1.4	0.8	8.6	71.9
5	HAFL_7	75	92	II BC(g)	0.1	1.1	7.6	12	25	63	0.7	0.5	10.6	80.2
6	HAFL_8	92	110	II C(g)	9.3	1.0	8.4	9	21	69	0.9	0.0	11.0	97.3
7	---	110	125	II Ck,g										
4 (gravel)	HAFL_9	50	70		0.5	0.5	7.7	12	13	75	3.9	0.5	8.6	82.5
Hofstetter (MLV-1_BGS2024)														
1	HAFL_10	0	10	Ah,p	0.1	3.8	6.2	23	44	29	17.3	0.5	24.7	68.4
2	HAFL_11	10	32	Ah,(p),(g)	0.1	4.0	6.4	23	43	30	3.6	0.5	22.6	66.0
3	HAFL_12	32	65	II CBg	0	2.1	6.8	28	52	18	1.0	0.0	22.6	77.4
4	HAFL_13	65	98	III bAh,g	0.1	3.8	7.0	26	38	32	0.3	0.0	34.0	80.0
5	HAFL_14	98	110	IV Cg,(r)	0.5	1.2	7.8	15	32	52	0.9	0.0	13.1	85.5
6	HAFL_15	110	120	V Cg,(r)	26.1	0.2	8.8	8	28	64	4.8	0.0	10.1	83.2

Méthode du profil culturel

La méthode du profil culturel est une méthode d'observation et de diagnostic conçue en sciences agronomiques². Il s'agit d'une coupe de terrain pratiquée au champ, afin d'observer :

- les effets des opérations de travail du sol et du passage des roues des engins sur la structure du sol;
- l'enracinement des plantes cultivées et les obstacles qui s'y opposent (caractéristiques pédologiques des horizons, pierres, zones tassées, semelle de labour, etc.) ;
- la dynamique de l'eau dans le sol (hydromorphie, etc.) ;
- la faune du sol et la répartition de la matière organique.

Cette méthode accorde une grande importance à la prise en compte de la variabilité spatiale de la structure (qui résulte de l'effet des outils et des pneumatiques sur le sol) en réalisant une partition latérale et verticale de la face d'observation, aboutissant à la délimitation de compartiments³ (Fig. 7).

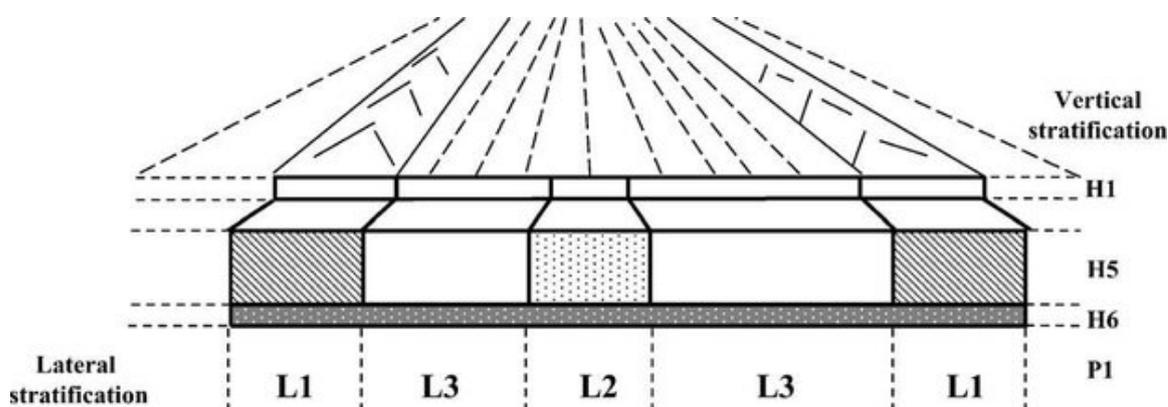


Figure 7 : Principe de la stratification de la face d'observation d'un profil de sol.

Stratification verticale : H1, lit de semences ; H5, horizon labouré non repris ; H6, ancien labour ; P1, premier horizon pédologique. *Stratification latérale* : L1, partie du profil située sous les traces de roue des opérations effectuées après la préparation superficielle du sol (visible à la surface du sol) ; L2, partie du profil située sous les traces de roues lors de la préparation superficielle du sol (non visible à la surface) ; L3, la partie du profil non affectée par les passages de roues depuis le dernier labour (d'après Gautronneau et Manichon, 1987 ; In Boizard et al., 2019)

Dans chacun de ces compartiments, la structure est observée selon i) le calibre et le mode d'assemblage des mottes et de la terre fine et, ii) l'importance et le type de porosité au sein des mottes. Ces critères permettent de porter un diagnostic sur les conséquences de la structure sur le fonctionnement du champ cultivé, l'analyse de l'origine des états observés ainsi que des pronostics sur son évolution³.

Bien que moins rapide que le test à la bêche, le profil culturel est assurément le seul moyen de représenter l'ensemble de la verticalité du sol et d'obtenir une compréhension globale du système en milieu cultivé.

² Gautronneau, Y., Manichon H. 1987. Guide méthodique du profil culturel. CERF-ISARA/GEARA-INAPG. Gorbung, J. 1947. Die grundlagen der gare im praktischen ackerbau, Band II. Landbuch-Verlang G.M.B.H, Hannover. <http://profilcultural.isara.fr>

³ Boizard H., Peigné J., Vian J.F., Duparque A., Tomis V., Johannes A., Métails P., Sasal M.C., Boivin P., Roger-Estrade J., 2019. Les méthodes visuelles d'évaluation de la structure du sol au service d'une démarche clinique en agronomie. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 9 (2) : 55-76.

Le projet SOILSCAPE et un nouveau sentier pédologique pour la Suisse

Tobias Sprafke (HESA-HAFL)

Le projet Horizon Europe SOILSCAPE, cofinancé par le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI), utilise la force des industries culturelles et créatives, des artistes et des organisations de la société civile pour promouvoir la protection des sols dans toute l'Europe et au-delà. En collaboration avec des experts dans les domaines de la pédologie, de l'art, de la prise de décision et des sciences humaines, le projet coordonné par l'Association française de pédologie (AFES) vise à promouvoir les compétences en matière de sols et à rendre hommage aux sols par des approches créatives, en impliquant les citoyens* et les professionnels dans cette démarche. Outre la mise en place d'un réseau, de nombreux projets concrets entre le sol et l'art seront encouragés. La HESA-HAFL est l'une des 19 institutions partenaires entre la Finlande et le Portugal. Sa contribution centrale sera la mise en place d'un sentier pédologique modèle en Suisse, afin de rendre le sol visible pour le grand public. La forme exacte et le lieu ne sont pas encore définis, c'est pourquoi nous nous réjouissons de recevoir des idées intéressantes et des contacts passionnants.

Présentation des fosses de sol de la forêt de Dorigny

Le projet Swissoil

Le projet SWISSOIL est un projet didactique et pédagogique en sciences du sol créé en 2016. Il a pour but de proposer un support *in situ* sur le campus de l'Université de Lausanne mais également sous forme de site web. À cette fin, sept fosses pédologiques ont été creusées sur le campus. Elles permettent de voir des profils pédologiques avec des contextes géologiques, de pédogenèse, de végétation ainsi que des formes d'humus différents.

Site 1 – FLUVIOSOL TYPIQUE

Nom complet : FLUVIOSOL TYPIQUE multifluvique rédoxique

Qu'est-ce qu'un fluviosol ?



Un fluviosol est un sol peu évolué, formé par des alluvions fluviales ou lacustres récents, déposés en bordure d'un milieu aquatique. Le moteur de notre FLUVIOSOL TYPIQUE est la rivière de la Sorge qui passe à quelques mètres du profil de sol. Lors de crues, des sédiments sont emportés hors du lit habituel, et se déposent aux alentours.

Chaque crue dépose donc une nouvelle couche, recouvrant aussitôt la jeune végétation et la couche d'humus : le processus pédologique repart à zéro, et ce, à chacune des crues. Ceci donne alors le préfixe **multi-** en référence à plusieurs événements de même nature formant le sol.

On observe des taches brunes/rousses en bas du profil. Ces taches nous indiquent la présence de fer, entraîné par lixiviation dans les horizons profonds de ce sol. La couleur rousse est due à l'oxydation du fer, qui a lieu grâce à la présence d'oxygène lorsque la nappe phréatique sous-jacente se retire (battement de nappe). Le fer oxydé se lie facilement aux argiles, mais ces derniers sont très peu présents dans ce sol. Le fer va donc être emporté de plus en plus profond au

gré des battements de nappe et de son changement d'état chimique. Lorsque le fer est oxydé, il tend à être immobile alors que lorsqu'il est réduit il devient très mobile et est emporté avec les eaux. Seul le fer dit « libre » migre et change d'état au gré des conditions **oxiques/anoxiques**. Le fer piégé au sein des réseaux cristallins de silicates primaires ne va ni changer d'état, ni migrer.

Vidéo de présentation du site par Claire Guénat, Dr. es Science du sol et collaboratrice scientifique à l'EPFL



Figure 1 Beispiel für einen der 7 Böden des Dorigny-Waldes, der auf der Website präsentiert wird (screenshot von <https://wp.unil.ch/swissoil/les-profiles-de-sol-de-dorigny/site-1/>).

Le projet s'adresse aux étudiants en sciences du sol, à la communauté scientifique et sert de support à des activités de médiation scientifique pour le grand public.

Le site web propose un guide d'observation des sols et de la biodiversité environnante. Il fournit des informations et des données spécifiques à chaque site, fiche pédologique, forme d'humus, relevé de végétation ainsi que des données physico-chimiques. Il

les profils de sol

Les sols de Dorigny

Site 1 – FLUVIOSOL TYPIQUE

Site 2 – BRUNISOL DYSTRIQUE

Site 3 – CALCISOL

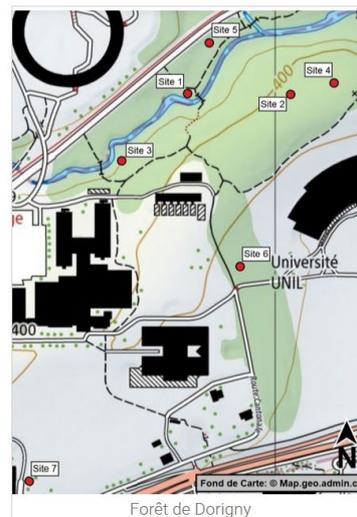
Site 4 – BRUNISOL DYSTRIQUE

Site 5 – ANTHROPOSOL ARTIFICIEL

Site 6 – BRUNISOL EUTRIQUE

Site 7 – ANTHROPOSOL RECONSTITUÉ

Localisation des sites



Recherche

Recherche

permet également au public de se familiariser avec les différentes analyses s'effectuant en sciences du sol.

Les sols sont classés selon le Référentiel Pédologique. Une traduction dans la classification suisse des sols est en cours. La classification des deux profils présentés est en discussion aujourd'hui



Figure 2 QR-Code SWISSOIL webpage

Présentation générale de la forêt de Dorigny

D'un point de vue géologique et lithologique, la forêt de Dorigny correspond à une ancienne moraine déposée par le glacier du Rhône lors de son retrait à la fin de la dernière période glaciaire du Würm, il y a environ 15'000 ans. Des dépôts éoliens (loess), sont également présents sur cette colline.

La colline est contournée par la rivière La Sorge, qui devient La Chambronne à la confluence avec La Mèbre. L'écoulement de cette rivière a modelé le paysage du bas de la colline à travers les siècles. Le paysage a également été fortement influencé par l'homme, que ce soit par les modifications anthropiques du cours de la rivière ou par la construction du campus. Lors de cette dernière, de nombreux creusages, transports de terre et remblais ont été effectués, modifiant profondément les sols à certains endroits.

La végétation arborescente de la forêt de Dorigny présente une dominance de hêtre (*Fagus sylvatica*) et de frêne (*Fraxinus excelsior*). On y trouve aussi différentes espèces d'érables, tilleuls et cerisiers sauvages. On retrouve les mêmes espèces pour la strate arbustive et herbacée avec, en sus, des ronces, du lierre mais aussi de la prêle et des laïches en zone de bas de colline proche de la rivière (zone humide).

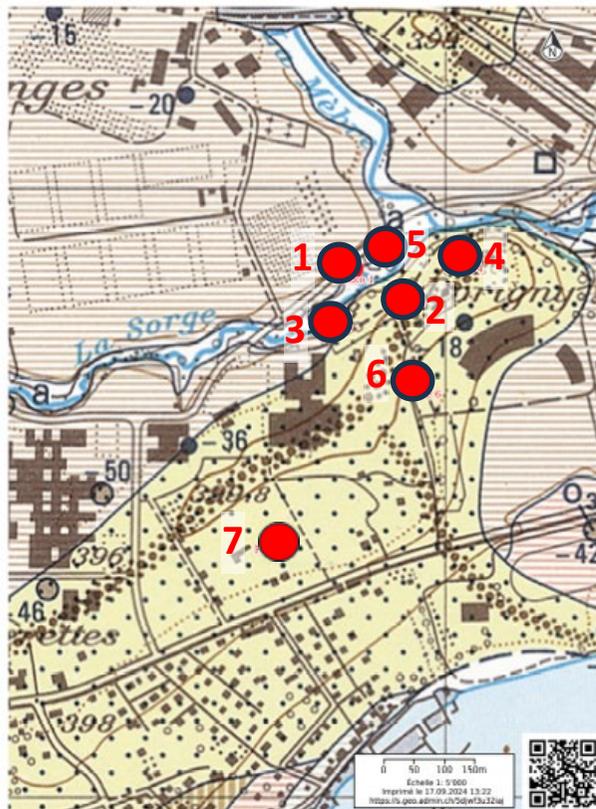
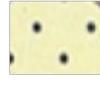


Figure 2 Carte géologique de Dorigny et les 7 fosses du parcours pédologique. Source: Swisstopo

Légende

-  Alluvions récents
-  Dépôt glaciolacustre
-  Moraine
-  N° de fosse

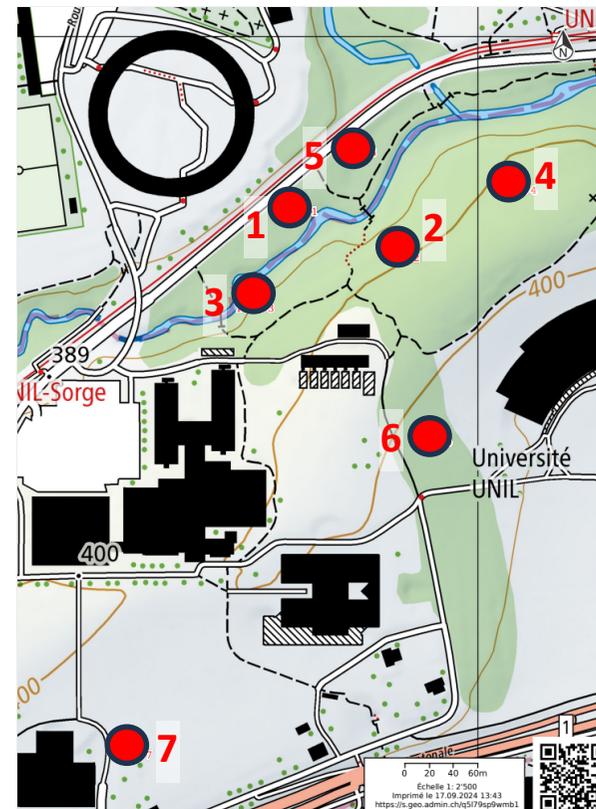


Figure 1 Les 7 fosses pédologiques SWISSOIL. Source: Swisstopo

Fosse 1: Fluvisol

Fosses 2 et 4: Sol brun acide

Fosses 3 et 7: Sol brun typique neutre

Fosse 5: Pseudogley calcaire

Fosse 6: Sol brun calcaire

Sols présentés lors de l'excursion (détails du profil de sol en pages suivantes)

Sols présentées lors de l'excursion

Fosse 5 : Pseudogley calcaire, anthropogène, polygénétique, compacté

Ce sol se divise en deux parties. Les premiers 70 cm depuis la surface sont constitués de remblais anthropiques, contenant des cailloux de tailles variées ainsi qu'un mélange de blocs angulaires et arrondis. Les racines diminuent avec la profondeur, par contre les blocs ainsi que les taches d'[oxydoréduction](#) augmentent. Le sol devient également de plus en plus compacté. Cette partie du sol est très probablement liée à la construction de la route nationale.

La deuxième partie du sol, au-delà de 70 cm constitue le [solum](#) originel, un Fluvisol comportant deux horizons de loam sableux, sans blocs ou cailloux, riches en racines, avec quelques traces d'oxydoréduction dans l'horizon le plus profond. Ces horizons se sont déposés dans un système fluvial, lors de crues. C'est le sol tel qu'il aurait été à cet endroit sans l'influence de l'homme. Ce Fluvisol a été recouvert et compacté.

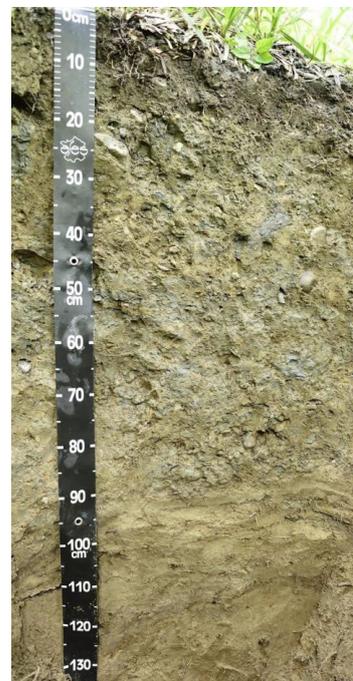


Figure 5 Profil de sol de la fosse 5

Fosse 6 : Sol brun (calcaire)

La grande particularité de ce site est la rupture lithique à 70 cm, avec au-delà, un dépôt fluvio-glaciaire datant probablement de la dernière période glaciaire du Würm. La rupture au centre du dépôt fluvio-glaciaire provient d'une intrusion de glace qui a poussé les sédiments en grandissant. Cette couche n'est pas la roche mère de notre sol mais un dépôt localisé ayant des effets sur la pédogenèse du sol, par exemple les carbonates qu'elle contient ont un effet tampon sur le pH, diminuant l'acidité.

Ce sol a une très faible teneur en argile, ce qui se voit notamment par une concentration en aluminium beaucoup plus faible que les autres. Les sites d'échanges sont également complètement saturés. Un début d'éluviation est observable au



Figure 6 Profil de sol de la fosse 6

Fosse 5 : Pseudogley calcaire, anthropogène, polygénétique, compacté

Situation		Topographie / Géologie		Données du profil										
Forêt : Frênaie de talus tendant vers une frênaie alluviale		Terrain plat dans une cuvette. Matériau terreux et technologique sur matériau issu d'alluvions Quaternaires		Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil				
				1		2	3	4	5	6	7			
				6.1		P	SG	19	10	2016				
				8	Commune Ecublens						Comm. N°		10	
				9	Canton Vaud (VD)									
				Localité Toponyme		Forêt de Dorigny								
2	N° feuille 1:25'000		Coordonnées	13	2'533	901.30	1'152	905.05	14					
Code cartographique												15		
Remarques		Désignation du sol												
		Pseudogley calcaire, anthropogène,					Type de sol	16	4373			17		
		polygénétique, compacté					Sous-type	PM, PP, L3			18			
							Pierrosité			19		20		
							Texture de la terre fine			21		22		
							Groupe du régime hydrique					23		
							Profondeur utile	cm				24		
		Pente	25	%	Forme du terrain					26				
Relevé du profil														
27	28	29/30		31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon		Description	Croquis du profil	Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques
N°	Profondeur													
		0												
		0-10 Ah		Gr	4,97	9,8	59,4	39,8			20,48	7,1	2,5Y 3/3	
		10-22 yBxgg1		Sp	1,02	8,8	54,6	36,6			18,86	7,3	2,5Y 4/2	
		22-45 yBxgg2		Po	0,97	9,2	55,5	35,3			22,65	7,3	2,5Y 4/2	
		45-68 yBxgg3		Sp	0,95	8,3	52,5	39,2			18,32	7,4	10YR 5/3	
		68-90 HBg1		Sp	2,09	4,2	37,9	57,9			18,44	7,1	2,5Y 5/2	
		>90 HBg2		Sp	2,39	4,9	36,9	58,2			15,38	7,2	10YR 5/3	
Profondeur du profil		57												
Site							Evaluation / Aptitude							
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage		Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation			
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76			
384 m		WA		AL										
Restrictions à l'utilisation / Aménagements														
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		Utilisation d'engrais liquides		
66		67		68		69		70		71		72		
Forêt														
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m mes. estim.		Réserves, m ³ /ha mes. estim.		Age (ans) mes. estim.		Associa-tion	Espèces d'arbres adaptées			Capacité production Classe Points		
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109			110	111	
Mt	a	b												

Fosse 6 : Sol brun calcaire

Situation		Topographie / Géologie		Données du profil										
Forêt : Hêtraie à aspérule. Climat tempéré humide, 11.2°C (de moyenne annuelle) et 1030.6 mm de précipitations		Faible pente (5%) orientée Nord-Ouest Dépôts fluvio-glaciaires du Würm		Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date			Désignation du profil			
				1		2	3	4	5	6	7			
				6.1		P	SG	20	12	2022				
				8	Commune Ecublens						Comm. N°		10	
				9	Canton Vaud (VD)									
				Localité Toponyme		Forêt de Dorigny				11				
2	N° feuille 1:25'000		Coordonnées	13	2'533	963.50	1'152	668.63	14					
				Code cartographique						15				
Remarques		Désignation du sol												
		Sol brun calcaire					Type de sol	16	1352			17		
							Sous-type					18		
							Pierrosité			19		20		
							Texture de la terre fine			21		22		
							Groupe du régime hydrique					23		
							Profondeur utile	cm				24		
				Pente	25	%	Forme du terrain			26				
Relevé du profil														
27	28	29/30		31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon			Croquis du profil	Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques
N°	Profondeur	Description												
	0													
	0-10	A		Gr	8,01	12,9	60,2	26,9			1,81	6,81	7,5YR 2/2	
	10-22	AB1		Po	2,74	9,9	45,1	45,0			0,30	6,88	7,5YR 3/2	
	22-40	B1		Po	2,12	13,0	55,4	31,7			0,11	6,55	7,5YR 4/2	
	40-70	B2		EK	1,12	10,1	50,9	39,0			0,10	4,20	7,5YR 4/4	
	>70	ICk		Ex	0,59	3,6	26,4	70,0			31,18	6,35	7,5YR 3/4	
Profondeur du profil														
57														
Site								Evaluation / Aptitude						
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage		Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe			
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76			
401 m	NO		WA	MO										
Restrictions à l'utilisation / Aménagements														
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation			Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		liquides	
66		67		68			69		70		71		72	
Forêt														
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m mes. estim.		Réserves, m ³ /ha mes. estim.		Age (ans) mes. estim.		Association	Espèces d'arbres adaptées			Capacité production Classe Points		
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109			110	111	
Me	a	b												