

Aperçu du développement de la cartographie 2024, CCSols

Cartographie des sols: échange sur les nouvelles méthodes

Bienvenue sur le site de la BFH-HAFL



Berner
Fachhochschule



Böden kartieren: Austausch zu neuen Methoden

KOBO-Querschnitt 2024

Prof. Dr. Peter Spring
Leiter Agronomie, Stv. Dir. BFH-HAFL

Vierfacher Leistungsauftrag



► Lehre



► Angewandte
Forschung &
Entwicklung



► Dienstleistung
► Weiterbildung

Die BFH-HAFL ist eine Fachhochschule, die **wissenschaftlich fundiert** und **praxisorientiert** lehrt und forscht.

La BFH-HAFL est une haute école spécialisée privilégiant un enseignement et une recherche **scientifiques** et **pratiques**.

Centre de compétences sur les sols

Engagé en Suisse
pour une précieuse ressource



La ressource sol

Bases, services fournis par les sols, intérêts liés à l'utilisation

+ EN SAVOIR PLUS

Cartographier les sols

Méthodes, références, cartographie des sols

+ EN SAVOIR PLUS

Gestion des données

Données pédologiques, système d'information pédologique

+ EN SAVOIR PLUS

Utilisation durable et protection

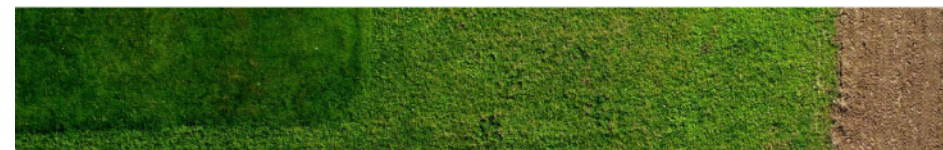
Méthodes d'estimation, instruments, cartes d'application, indicateurs

+ EN SAVOIR PLUS

Bodennutzung und Bodenschutz

Wir erforschen und entwickeln neue Methoden und Referenzen, um Bodeneigenschaften zu evaluieren und zu kartieren – mit dem Ziel, die Böden besser nützen und **effektiver** schützen zu können.

Unsere Kompetenzen liegen in der Methodenentwicklung zur Erhebung, Auswertung, Verwaltung und Bereitstellung von Bodeninformationen. Gezielt nutzen wir neue Technologien als Ergänzung zu aktuellen Methoden. Bei der Revision der Klassifikation und Kartieranleitung der Böden der Schweiz bündeln wir unser Wissen für zukunftsfähigere Lösungen. Weiter zeichnen wir uns durch die intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen der BFH-HAFL aus, denn der Boden ist in vielen Fragestellungen mitbetroffen.

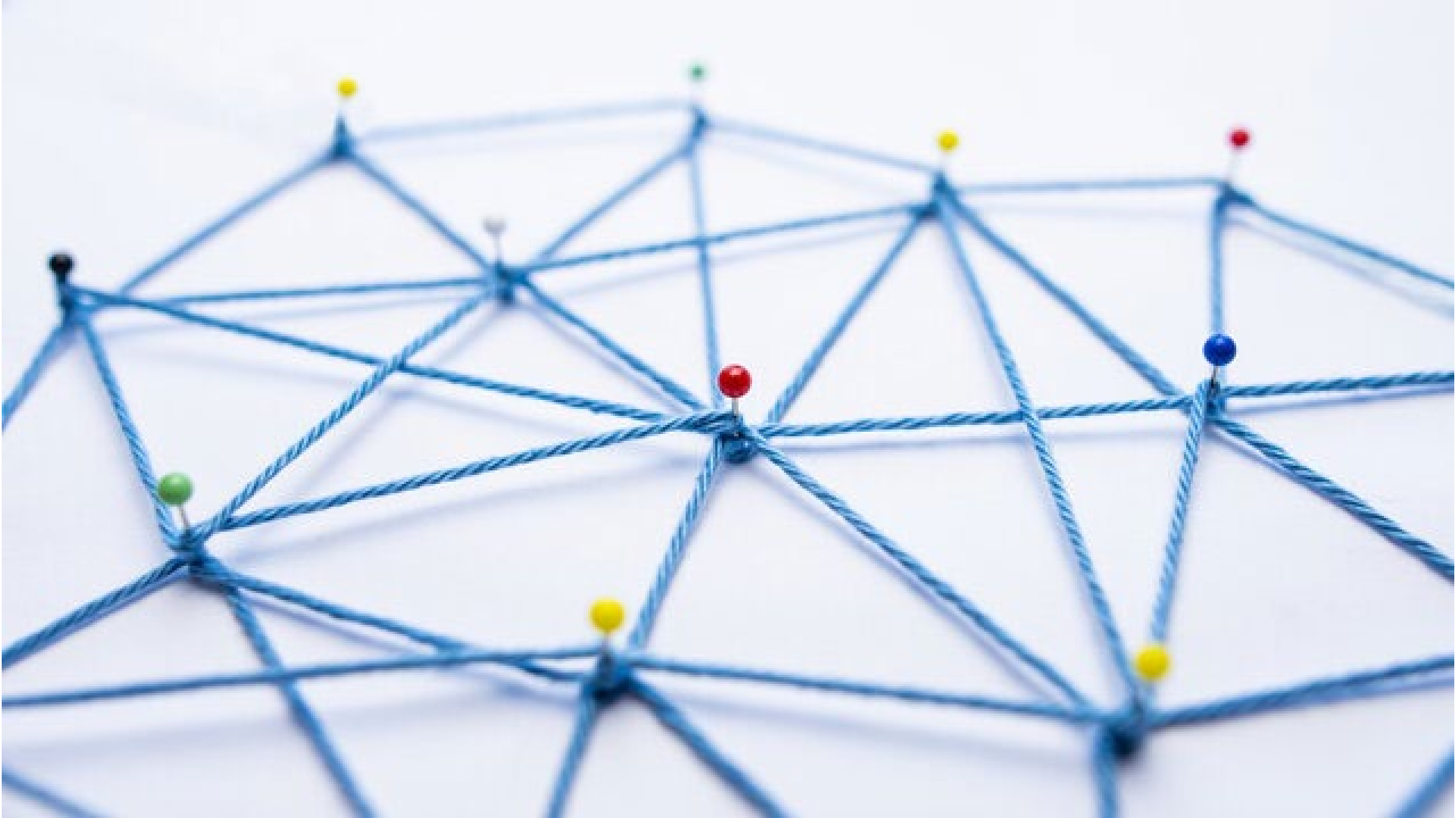


Gebirgswald und Naturgefahren

Wir entwickeln Lösungen für ein wirkungsvolles und nachhaltiges Management von Gebirgswäldern sowie alle Typen von Wäldern, die vor Sturz-, Rutsch- und Wassergefahren schützen.

Wir beschäftigen uns mit der risikobasierten Bewertung der Schutzwirkung des Waldes gegen Sturz-, Rutsch- und Wassergefahren. Weiter setzen wir uns mit dem faktenbasierten, nachhaltigen Gebirgs- und Schutzwaldmanagement auseinander. Der Schwerpunkt liegt dabei stets bei der Verbesserung des Schutzwaldmanagements, sowie bei der natürlichen Verjüngung im Gebirgswald.







A digital scale with a stainless steel weighing pan and a blue and white body, resting on a red square mat on the table.

A black ThinkPad laptop with a white label on the lid, positioned on the table.

Two glass beakers containing a brown liquid, one taller than the other, with a black cap on top of the taller one.

A white cabinet with a glass door, containing various supplies like paper towels and gloves. A small white box with handwritten text "Café/Snack" is on top.

A white sink area with a chrome faucet, a blue container, and various cleaning supplies on the counter.

A white and grey water dispenser mounted on the brick wall.

A metal shelving unit with several shelves, holding various items including yellow and black rolls.

A clear plastic bag containing a brown substance, placed on the table.

Two metal containers, one with a lid, placed on the table.

A white container or piece of equipment on the table.

A large metal duct system with a motor and electrical components mounted on a metal rack above the wooden cabinet.

A large wooden cabinet with a door and a handle, featuring blue safety signs on the door.

A white cabinet with a door and a handle, located next to the wooden cabinet.

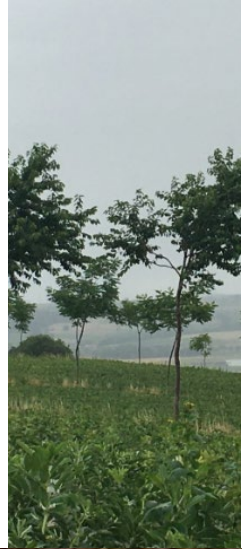


LABORANTIN

VERBODEN TOEGANG
BIJ HET
LABORANTIN

PARAFILM

LABORANTIN





Berner
Fachhochschule

www.bewaesserungsnetz.ch

www.reseaudirrigation.ch

sehr nass
nass
feucht
leicht trocken
trocken
Wertung/Störung

Station XYZ
Mehre Daten...

Stationsname oder ID

Stationsname 1	321156
Stationsname 2	321156
Stationsname 3	321156
Stationsname 4	321156
Stationsname 5	321156
Stationsname 6	321156
Stationsname 7	321156
Stationsname 8	321156

Blog Eintrag 1
Das ist etwas Leadtext um den Website Besuchern den Eintrag Schmackhaft zu machen. von Author
Di, 12. Mai [Zum Eintrag...](#)

Blog Eintrag 2
Das ist etwas Leadtext um den Website Besuchern den Eintrag Schmackhaft zu machen. von Author
Di, 12. Mai [Zum Eintrag...](#)







Andreas Rüschi, Rathgeb Bio

"Ich habe an der HAFL gelernt,
eine Fragestellung ganzheitlich zu analysieren
und
fundierte Lösungsalternativen zu erarbeiten."

"À la HAFL, j'ai appris à
analyser une question dans son ensemble
et à
élaborer des alternatives scientifiquement fondées."

Alla HAFL ho imparato
ad analizzare un problema in modo olistico
e
a sviluppare soluzioni alternative ben fondate".

"At HAFL, I learned how
to analyze an issue holistically
and
develop sound alternative solutions."



Introduction et contexte

Gudrun Schwilch

Section Sol

OFEV

Aperçu du développement de la cartographie
2024, CCSols 28 février 2024



Décisions du Conseil fédéral du 8 mai 2020

- **Stratégie Sol Suisse**

- [Stratégie nationale sur les sols \(admin.ch\)](https://www.admin.ch)



- Mesures visant à assurer durablement la ressource sol :

- Plan sectoriel des surfaces d'assolement (SDA)

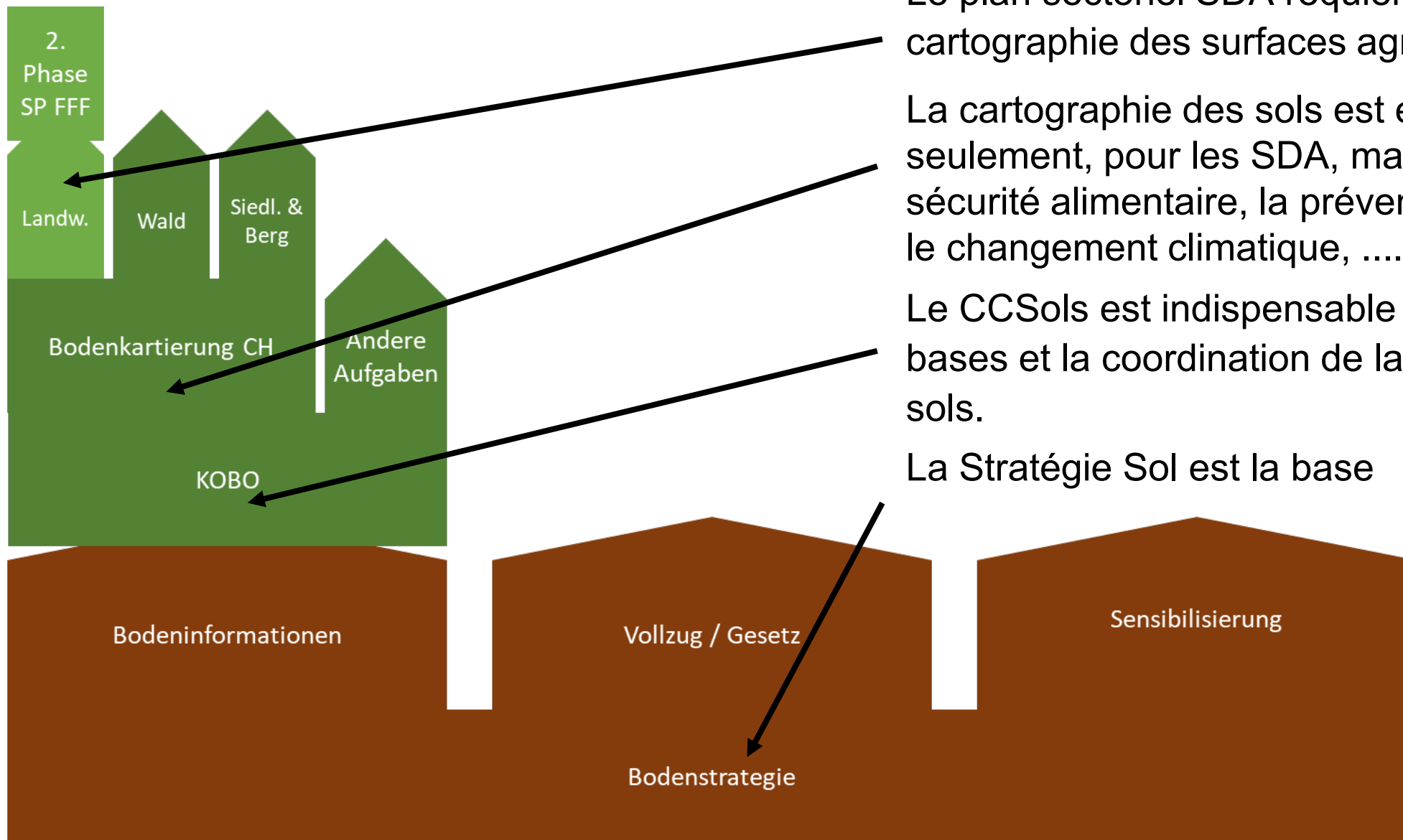
- **Financement à long terme du Centre de compétences sur les sols (CCSols)**

- **Plan de cartographie des sols à l'échelle de la Suisse**





Domaine d'activité «Informations sur les sols»



Le plan sectoriel SDA requiert une cartographie des surfaces agricoles

La cartographie des sols est essentielle, non seulement, pour les SDA, mais aussi pour la sécurité alimentaire, la prévention des risques, le changement climatique,

Le CCSols est indispensable pour établir les bases et la coordination de la cartographie des sols.

La Stratégie Sol est la base

Domaine d'activité «Informations sur les sols»

Révision de la KLABS/KA prévue jusqu'en 2025

- Actualisation de la classification des sols
 - Ajout des sols manquants
- Actualisation du manuel de cartographie des sols

Centre de compétences sur les sols

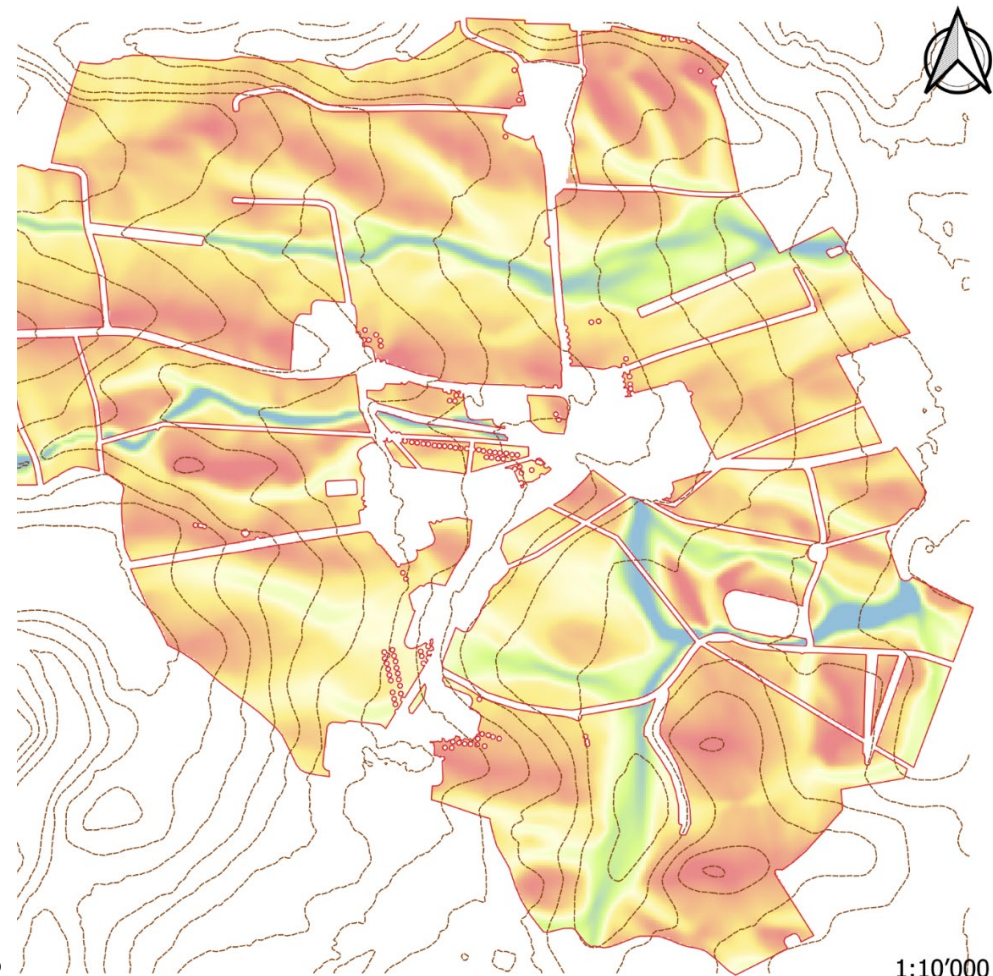
- En développement entre 2019 et 2021, en service depuis le printemps 2021

NABODAT

- NABODAT 2.0

Cartographie des sols

- Développement du concept de cartographie des sols (Mandat BR 8.5.2020)

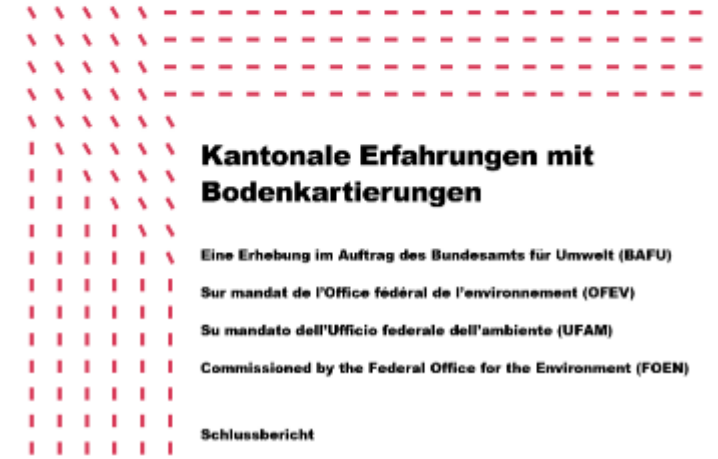




Développement du concept de cartographie des sols à l'échelle de la Suisse

- Rapports spécialisés organisés en trois modules :
 - Module 1 : aspects technico-opérationnels (méthode)
 - Module 2 : aspects organisationnels et financiers
 - Module 3 : analyse d'impact et expériences des cantons

(<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/sol/publications-etudes/etudes.html>)



- Consultation des cantons entre octobre 2021 et janvier 2022
- Finalisation du plan, négociations relatives au financement de la phase préparatoire



Décision du Conseil fédéral du 29 mars 2023

- Approbation du plan de cartographie des sols à l'échelle de la Suisse avec la variante « **joint venture** »
- Mandat d'élaboration du projet mis en consultation pour les indispensables **révisions de la loi** et les **décisions de financement** des coûts totaux de la cartographie des sols à l'échelle de la Suisse
- **Préparation** de la cartographie des sols coordonnée à l'échelle de la Suisse par la Confédération et les cantons, y c. le contrôle et le perfectionnement de la méthode de cartographie à l'échelle de la Suisse à l'aide des **projets pilotes des cantons**
- Site internet [Cartographie des sols \(admin.ch\)](https://www.admin.ch)

Le Conseil fédéral donne son feu vert au plan de cartographie des sols en Suisse

Berne, 29.03.2023 - À ce jour, il n'existe pas de relevé cartographique systématique des sols suisses et de leurs propriétés. Lors de sa séance du 29 mars 2023, le Conseil fédéral a approuvé le plan pour une cartographie des sols à l'échelle nationale.

[Le Conseil fédéral donne son feu vert au plan de cartographie des sols en Suisse \(admin.ch\)\)](https://www.admin.ch)



Travaux menés dans le cadre de la phase préparatoire

a) Travaux préliminaires menés par la Confédération et les cantons

- Clarification de la collaboration, mise en place de l'organisation du projet et conventions
- Adaptation de la loi, y c. décision de financement des coûts totaux
- Garantie du financement par la Confédération et les cantons

b) Travaux préliminaires techniques et méthodologiques

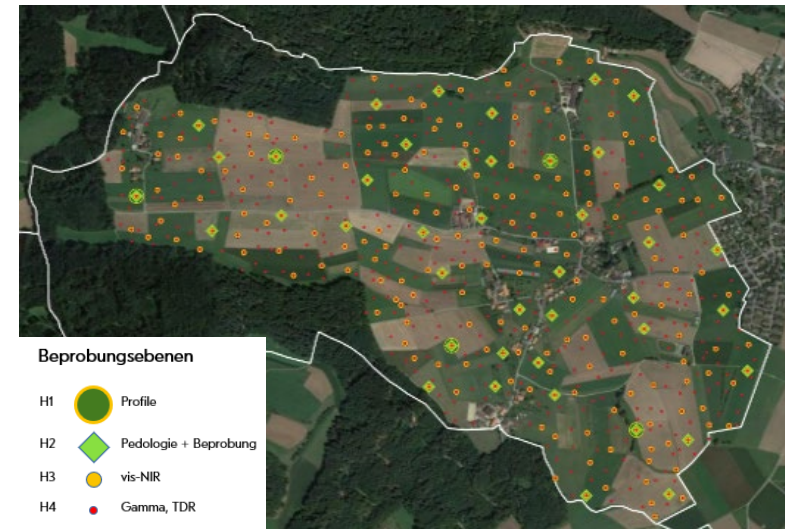
- Développement et optimisation de la méthode de cartographie
- Préparation de la gestion des données, des interfaces de données et de leur interprétation
- Conception du contrôle qualité
- Mise en place successive des infrastructures techniques (suite à l'adaptation de la loi)

c) Cartographies pilotes des cantons

- Test de la méthode (opérationnalisation de la technique sur le terrain)
- Estimation plus précise des coûts



Préparation technique et méthodologique



Source: CCSols



Cartographies pilotes des cantons 2024-2028

- Vérification et adaptation des nouvelles méthodes pour le travail pratique par les cantons sur mandat de la Confédération
- Procédure de sélection à deux niveaux : ébauche de projet puis dépôt de l'offre à l'attention de l'OFEV
- Objectifs/critères :
 - Utilité pour la cartographie à l'échelle de la Suisse
 - Questions méthodologiques portant sur les innovations à tester (p. ex. sols forestiers, sols alpins, mise à jour des cartographies classiques existantes, etc.)
 - Intégration des aspects liés à la formation
 - Disponibilité budgétaire au niveau fédéral
 - Etc.

Jusqu'à présent, 12 esquisses de projets ont été soumises et les premiers contrats sont en cours d'élaboration.



Collaboration pendant la phase préparatoire

Groupe de consultation :

- Représentation des cantons dans KVU, KBNL, KOK, KOLAS, KPK, KGK
- Représentation du secteur privé et de la recherche (**SSP/BGS**, Agroscope, etc.)
- 1-2 séances par année
- Conseils et soutien la direction du projet dans ses tâches
- Faire les demandes de façon anticipée
- Participation à l'élaboration de solutions aux problèmes

Sous-projet méthode & numérisation

- Développement méthodologique
- Gestion des données
- Contrôle qualité
- Projets pilotes cantonaux
- Collaboration ou consultation selon les besoins

*Une participation active
est souhaitée !*

Programme

Où en est le développement de la cartographie des sols? 13:40 - 15:20

Les collaborateurs, -trices du CCSols et de la HAFL présentent

A. Boîte à outils – méthodes

B. Création de cartes grâce à des méthodes numérique

Pause-café

15:20 – 15:50

Dans quelle direction doit s'orienter la cartographie des sols? 15:50 – 17:00

Table ronde, modération Silvia Tobias (WSL)

Apéro dinatoire (dans la Mensa de la HAFL)

ab 17:00

Les présentations seront mises à disposition après la séance sur le site internet ccsols.ch sous « Actualités »

Où en est le développement de la cartographie des sols?

A. Boîte à outils – méthodes

Introduction, Armin Keller

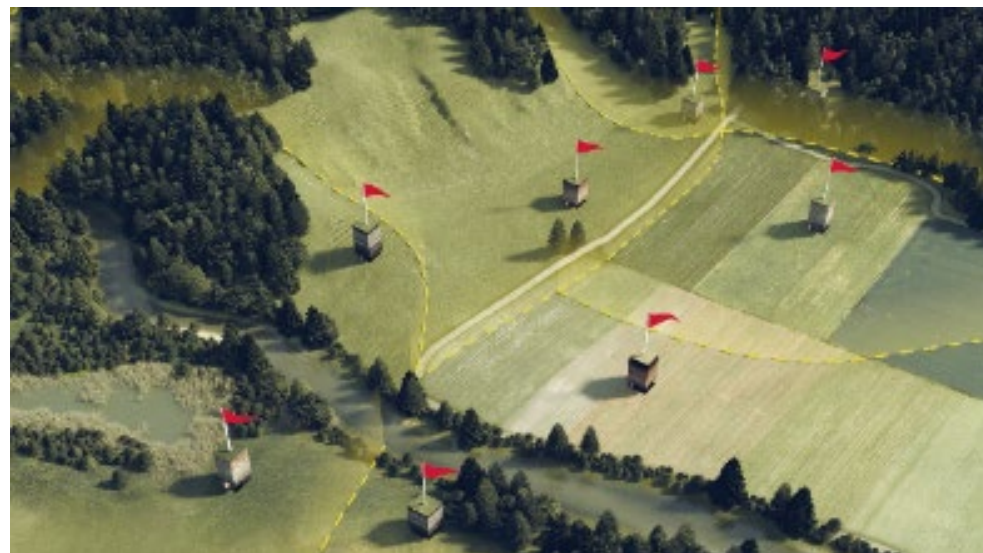
«Boîte à outils – méthodes» destiné aux projets cantonaux

(Liste non exhaustive)



Visualisation du déroulement de base d'une cartographie de sols (vidéo)

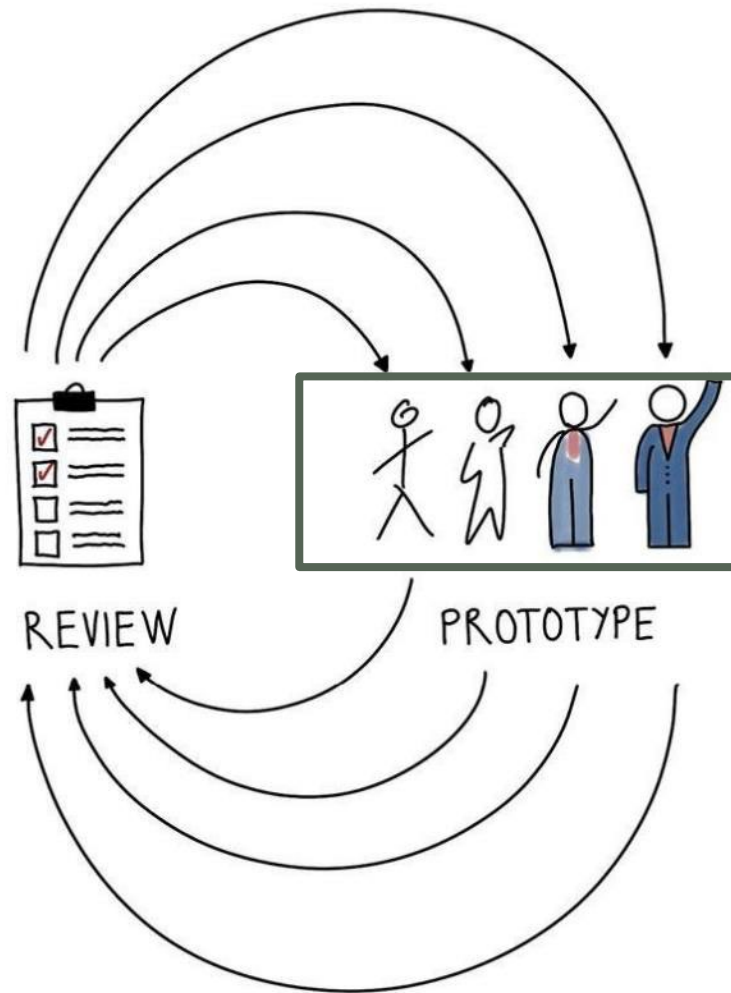
ccsols.ch → Cartographier les sols



Procédure pour le développement des méthodes

Procédure partiellement itérative

1. Concept, idées sur la méthode x
2. Développement du prototype
3. Tests
4. Développement de la version 1
5. Tests
6. Autres optimisations
7. Gestion des différentes versions de la méthode x
8. ...



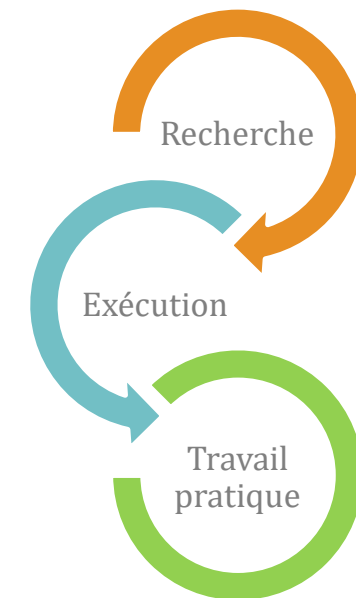
Conditions préalables

- Communication
- Transferts de connaissances
- Formation continue
- Documentation des résultats
- Transparence et annonce des erreurs
- Feedback – boucle de rétroaction

Source: Krogerus, Mikael, and Roman Tschäppeler.
Machen. S. 21 Kein & Aber AG, 2022.

Tâches centrales et objectifs du CCSols

- L'uniformisation et le développement des méthodes de relevé et d'analyses des propriétés des sols
- Le développement technique de la cartographie des sols
- La mise en place et l'exploitation d'une plate-forme nationale d'information et de services sur les sols pour la Confédération, les cantons et les organismes privés
- La mise à disposition des méthodes d'évaluation des informations pédologiques orientées vers les utilisateurs et des bases de décision auprès des différentes disciplines spécialisées, groupes d'utilisateurs et autorités.



Où en est le développement de la cartographie des sols?

A. Boîte à outils – méthodes

Outils pour la phase conceptuelle de la cartographie des sols,

Felix Stumpf

Services proposés par le CCSols

Mise à disposition des cartes de base pour soutenir la phase conceptuelle et les travaux de terrain des projets de cartographie des sols. Commandes possibles sur CCSols. Ces cartes continueront à être développées dans le futur.

KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo



Vegetation und Landnutzung
Karten zur Vegetation und Landnutzung in Raum und Zeit aus der Fernerkundung -- zur Unterstützung der Konzeptphase und Feldarbeiten in Bodenkartierungen
KOBO-Service für Kantone

Version 1.0, Juli 2023
Dr. Felix Stumpf, Dr. Thorsten Behrens, Dr. Karsten Schmidt, Dr. Armin Keller

Kompetenzzentrum Boden
BFH-HAFL
Länggasse 85 _ 3052 Zollikofen
info@ccsols.ch _ ccsols.ch

Schweizweit engagiert
für eine wertvolle Ressource

KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo




TerraPoly
Karten zu multiskaligen Reliefableitungen zur Unterstützung der Konzeptphase und Feldarbeiten in Bodenkartierungen
KOBO-Service für Kantone

Version 1.0, Juli 2023
Dr. Thorsten Behrens, Marie Hertzog, Dr. Karsten Schmidt, Dr. Armin Keller

Kompetenzzentrum Boden
BFH-HAFL
Länggasse 85 _ 3052 Zollikofen
info@ccsols.ch _ ccsols.ch

Schweizweit engagiert
für eine wertvolle Ressource

KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo



Hinweiskarten für Bodeneigenschaften
Landesweit modellierte Karten für Bodeneigenschaften für drei Tiefenstufen
KOBO-Service für Kantone

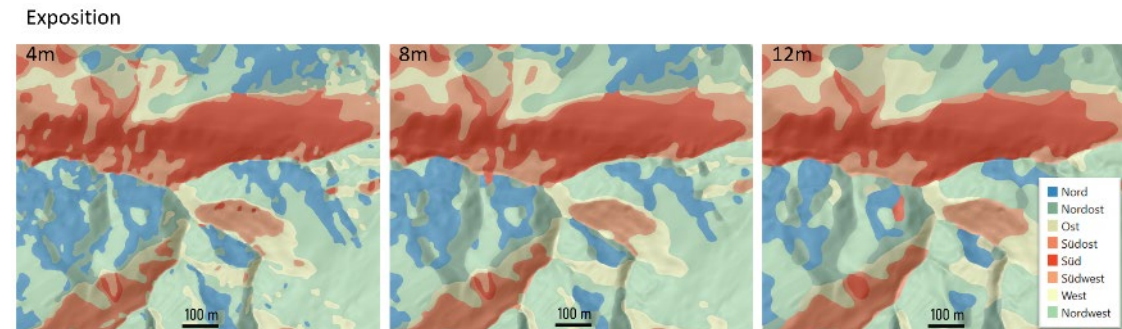
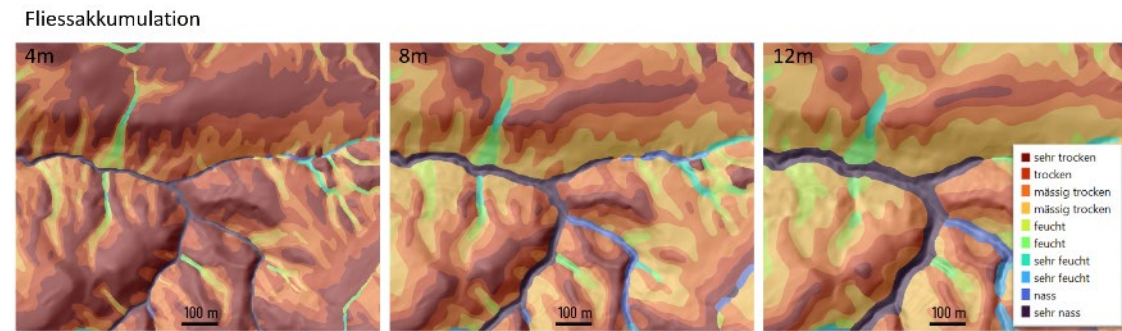
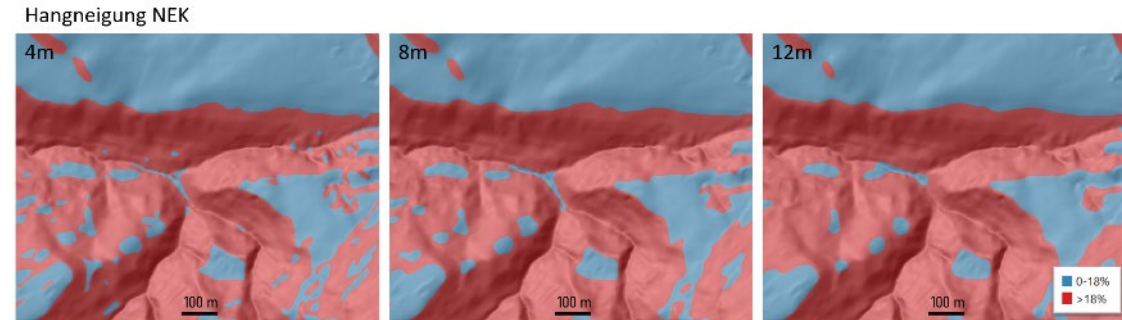
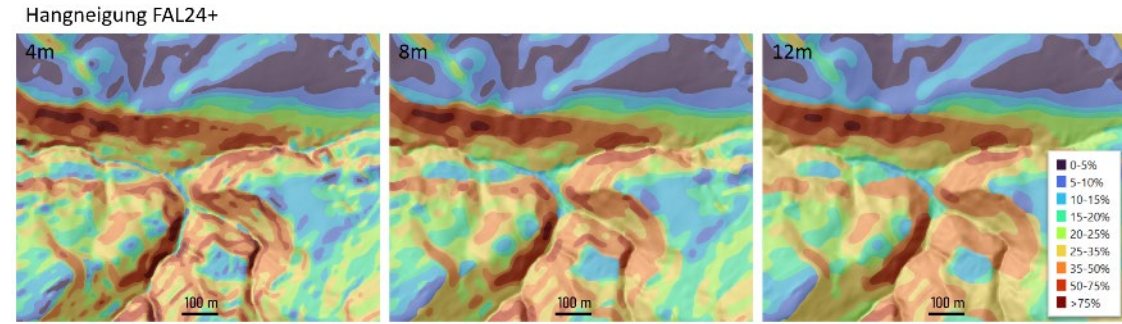
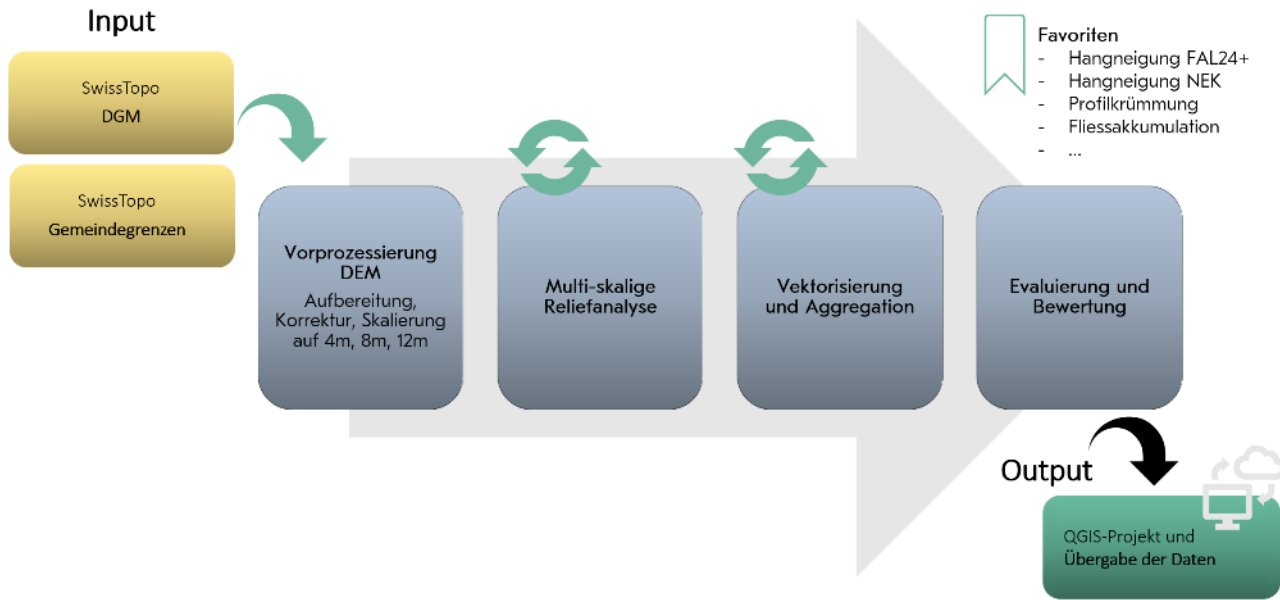
Version 2.0, August 2023
Dr. Felix Stumpf, Dr. Thorsten Behrens, Dr. Karsten Schmidt, Dr. Armin Keller

Kompetenzzentrum Boden
BFH-HAFL
Länggasse 85 _ 3052 Zollikofen
info@ccsols.ch _ ccsols.ch

Schweizweit engagiert
für eine wertvolle Ressource

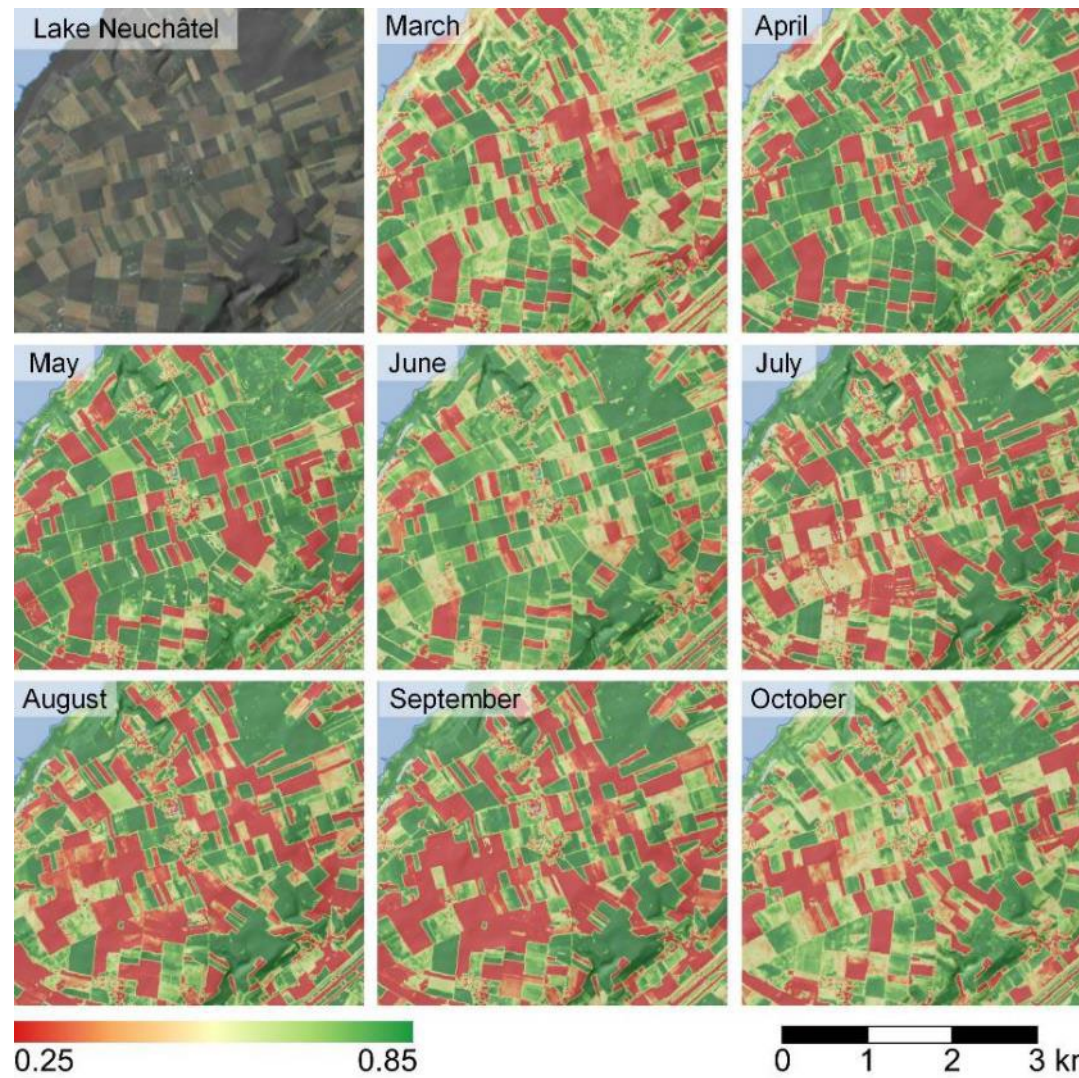
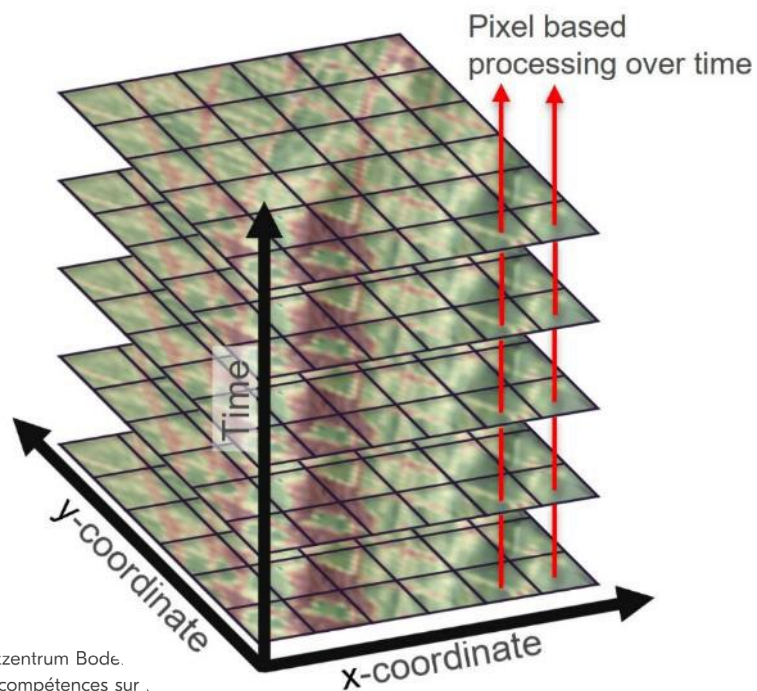
Service | TerraPoly

Cartes de dérivation multiscalaire du relief pouvant être utilisées pendant la phase conceptuelle et les travaux sur le terrain



Service | utilisation du sol/végétation (télédétection)

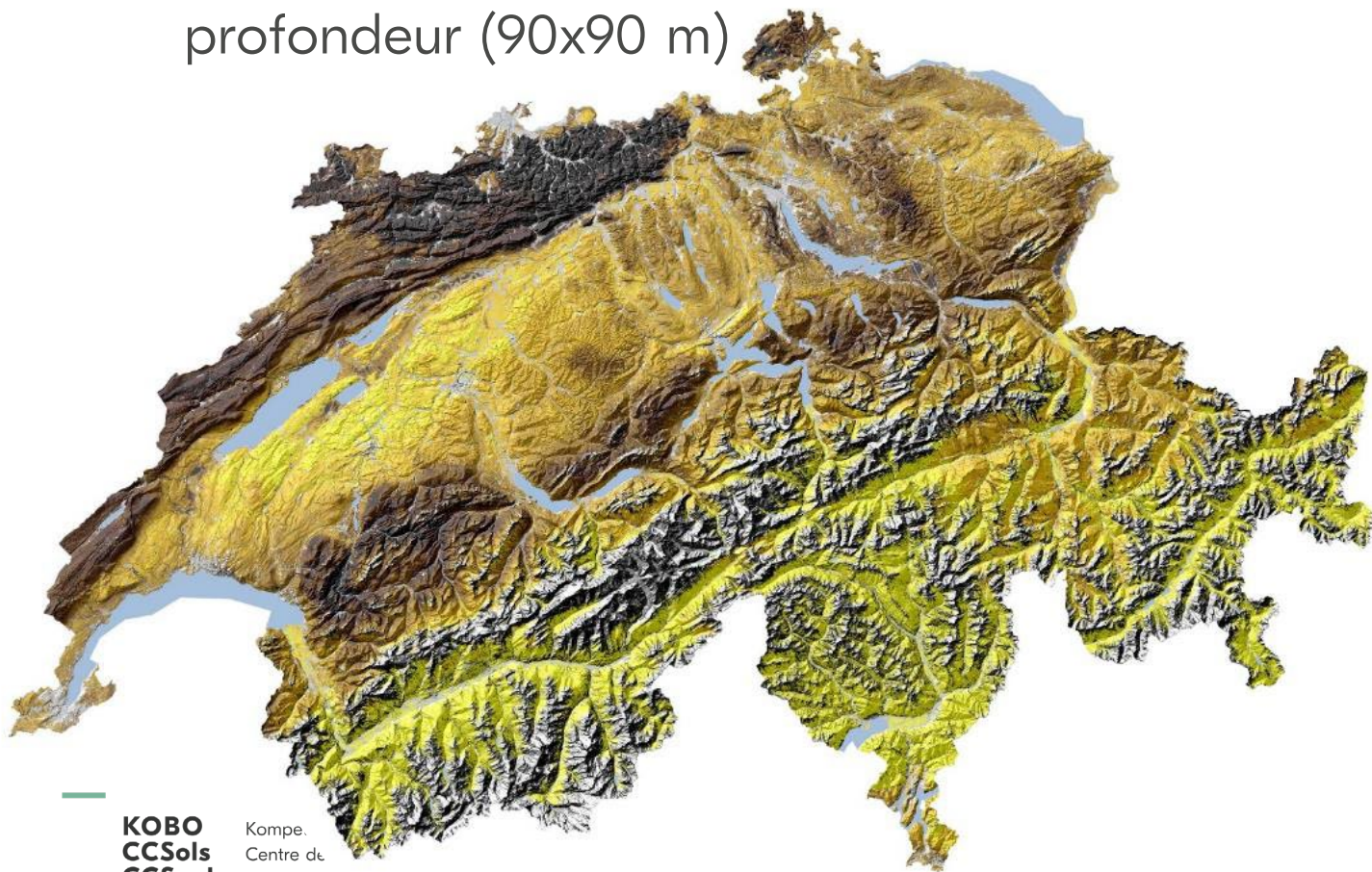
Cartes sur l'utilisation du sol et la végétation à travers le temps issues de la télédétection – pouvant être utilisées pendant la phase conceptuelle et les travaux sur le terrain



Exemple: cartes raster NDVI retraçant mensuellement l'année 2021 de la rive sud du lac de Neuchâtel. Outre les différences entre les parcelles (en fonction des cultures), les cartes fournissent également des indications sur les variations spatio-temporelles au sein des parcelles.

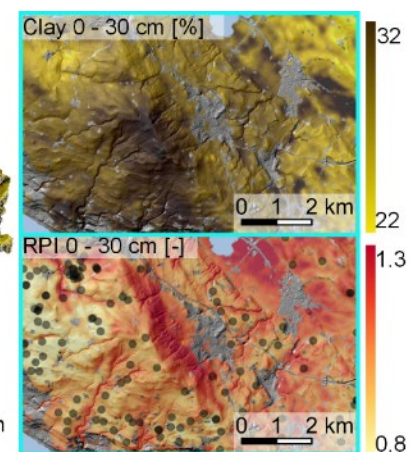
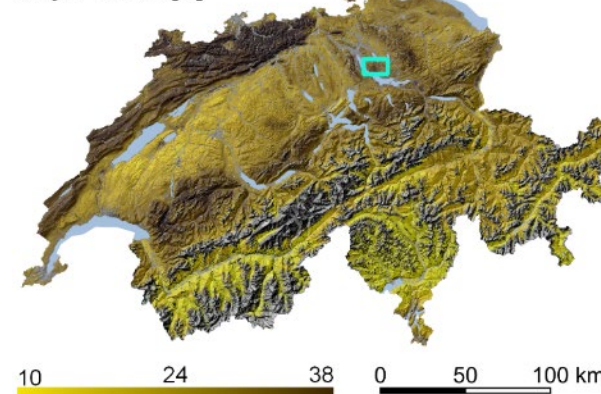
Service | Cartes indicatives des propriétés des sols (NABODAT)

Cartes des propriétés des sols modélisées à l'échelle nationale à trois niveaux de profondeur (90x90 m)

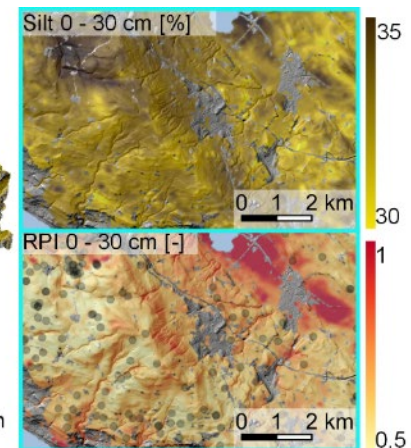
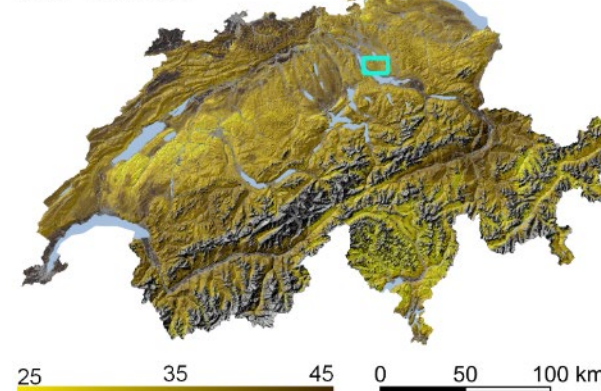


KOBO Kompe.
CCSols Centre de
CCSuolo Centro di cc

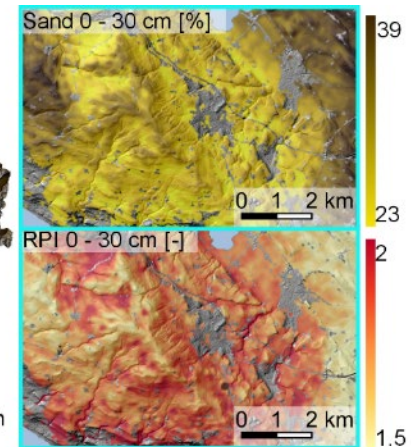
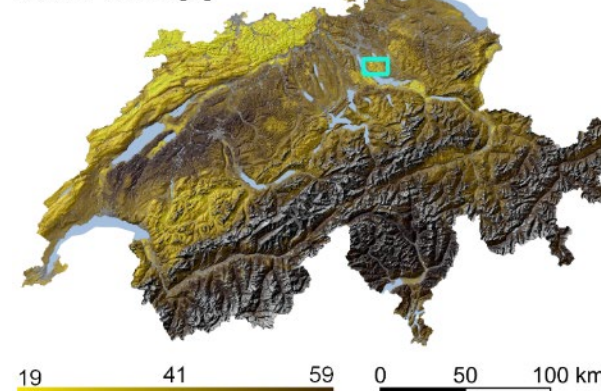
Clay 0 - 30 cm [%]



Silt 0 - 30 cm [%]



Sand 0 - 30 cm [%]

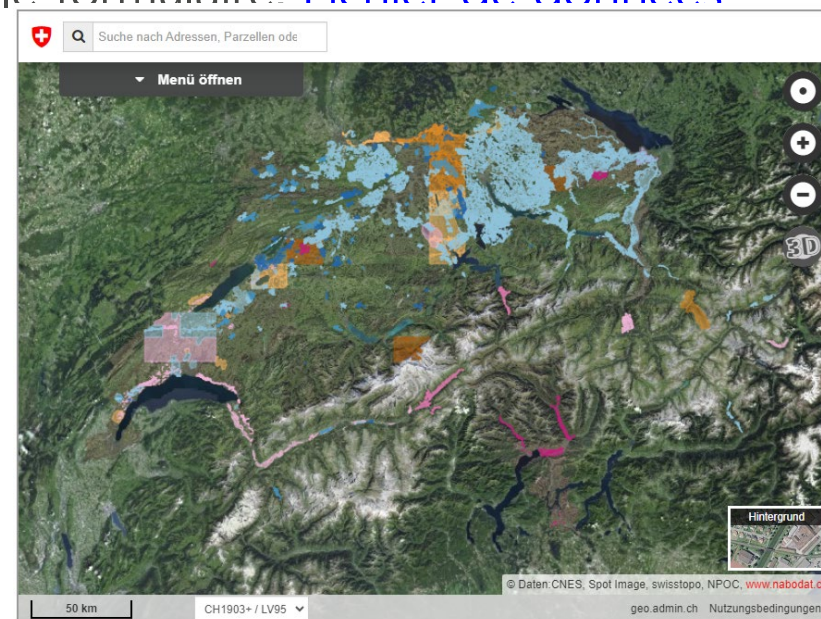


RPI: «Relative Prediction Interval»

— Système d'information NABODAT

Fichier de données pédologiques & catalogue des cartographies des sols

- Fichier de données pédologiques de Suisse (version 6, avril 2022)
 - Données pédologiques ponctuelles validées extraites de NABODAT pour les professionnels intéressés
 - Informations pédologiques issues de la cartographie des sols, du domaine exécutif et du monitoring des sols d'environ 33 000 sites
 - Commande du fichier de données pédologiques de Suisse via le formulaire: [Fichier de données pédologiques de Suisse](#)
- Catalogue des cartographies des sols de Suisse (version 3.2, Fév. 2022)
 - Aperçu des projets de cartographie des sols en Suisse
 - Lien avec les référents cantonaux
 - Accessible sur www.nabodat.ch:
[Catalogue des cartographies des sols](#)



Mises à jour prévues en 2024 !

(Pour les questions: nabodat@ccsols.ch)

Catalogue des cartographies des sols de Suisse, février 2022



Berner Fachhochschule

► Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften HAFL



A. Boîte à outils – méthodes

Révision de la classification des sols et du manuel de cartographie des
sols de Suisse (KA23) actuels

Anina Schmidhauser (Projet RevKLABS, HAFL)

► Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Aperçu Rev. KLABS / KA

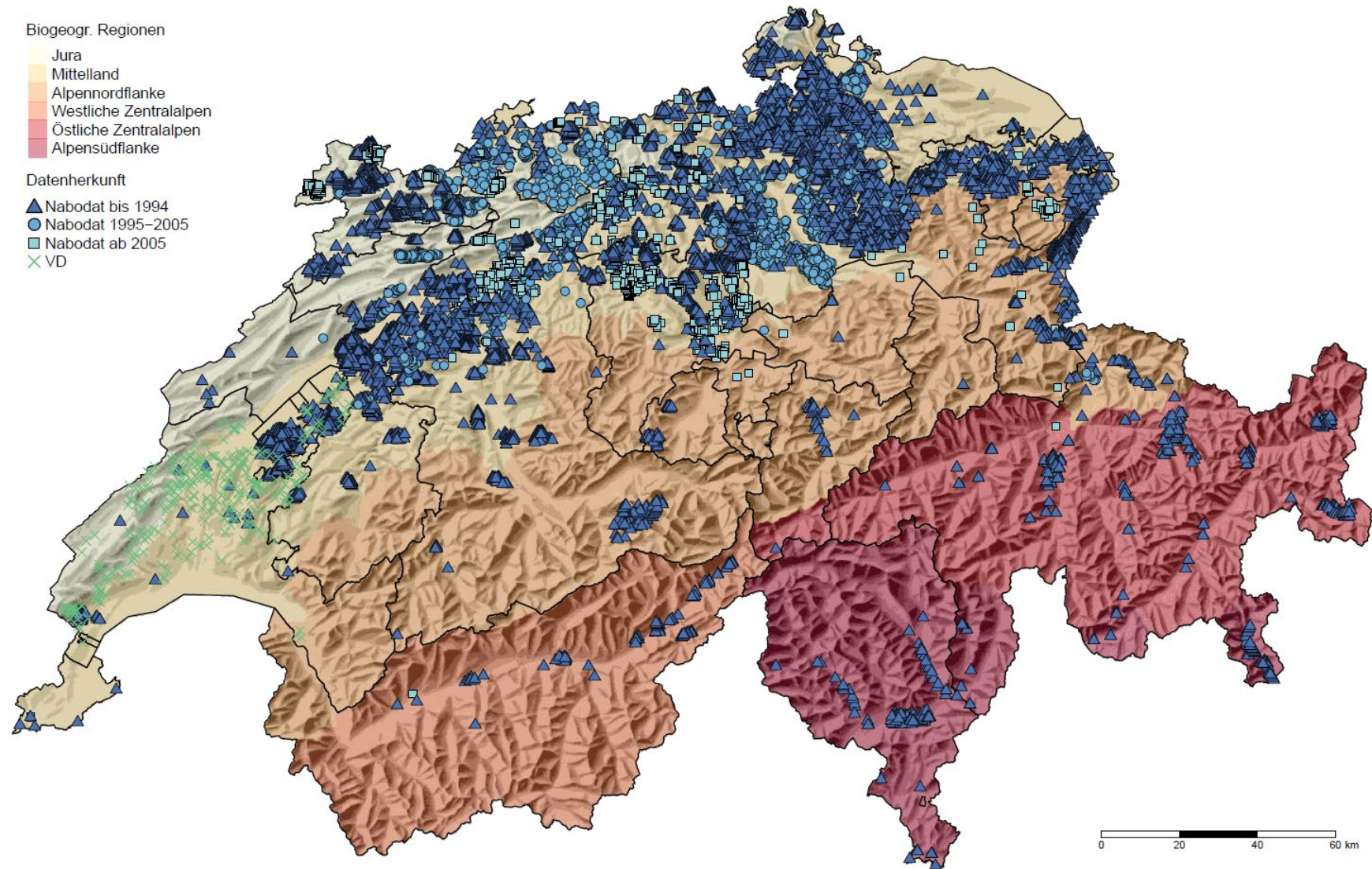
→ www.boden-methoden.ch

KLABS / KA Team: A. Schmidhauser, D. Marugg, S. Oechslin, D. Tatti, R. Tuchschnid, V. Kern

Ouvrage complet Description, classification et cartographie des sols de Suisse (KLABS / KA)	Partie I	Guide pour la description des sols sur le terrain y inclu PU, régime hydrique	Version test DE 2024 disponible sur demande	
	Partie II	Classification	Ila Classification des sols	Version test DE 2024 au cours du Q2/3 disponible sur demande
			Ilb Classification des formes d'humus	Version test FR 2024 au cours du Q2 disponible sur demande
	Partie III	Manuel de cartographie	disponible sur le site internet en DE	
	Partie IV	Interprétations et valeurs indicatives	Version test classes d'aptitude disponible sur le site internet (KOBO, Rev. KLABS/KA) en DE	

- ▶ Version test (incomplète) 2024
- ▶ Version finale (traduite) 2025
- ▶ Phase d'introduction 2026-2028

but du projet



Exemple de la classification, approche

relevé détaillé de terrain



traits pédologiques comme base pour les symboles des horizons



séquence d'horizons caractéristiques et critères diagnostiques (par ex. profondeur et épaisseur) pour les types de sol de référence



clé et fiches descriptives

Horizontnummer	Tiefe	Horizontsymbol	Horizonte und Schichten		Feinfraktion	Feinfraktion	Sklett	Verweh	Artefakte	Beimengungen	Kont.	Bodenanhangsgrad	Durchwurzelung	Horizontnummer																																													
			Komponenten	Horizontgrenze																																																							
1																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">Projektangaben</th> <th colspan="7">Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme</th> </tr> <tr> <th>Projektbezeichnung</th> <th>Identifikation</th> <th>Datum</th> <th>Pedologinnen</th> <th>Koordinaten (Ostwert)</th> <th>Koordinaten (Nordwert)</th> <th>Lagegenauigkeit [m]</th> <th>Höhe [m ü.M.]</th> <th>Aufschlussart</th> <th>Tiefe Aufschlussart [cm]</th> <th>Breite Aufschlussart [cm]</th> <th>Limitierung Aufschlussart</th> <th>Eichung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															Projektangaben								Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme							Projektbezeichnung	Identifikation	Datum	Pedologinnen	Koordinaten (Ostwert)	Koordinaten (Nordwert)	Lagegenauigkeit [m]	Höhe [m ü.M.]	Aufschlussart	Tiefe Aufschlussart [cm]	Breite Aufschlussart [cm]	Limitierung Aufschlussart	Eichung																	
Projektangaben								Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme																																																			
Projektbezeichnung	Identifikation	Datum	Pedologinnen	Koordinaten (Ostwert)	Koordinaten (Nordwert)	Lagegenauigkeit [m]	Höhe [m ü.M.]	Aufschlussart	Tiefe Aufschlussart [cm]	Breite Aufschlussart [cm]	Limitierung Aufschlussart	Eichung																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme</th> <th colspan="4">Klima, Witterung</th> <th colspan="4">Beobachtete Wasserstände unter Bodenoberfläche</th> <th colspan="3">Relief</th> </tr> <tr> <th>Einstufung</th> <th>Erfahrungsgrad</th> <th>On-Site/Off-Site</th> <th></th> <th>Datum freier</th> <th>Uhrzeit freier</th> <th>Tiefe freier</th> <th>Neigung Nordbereich</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme				Klima, Witterung				Beobachtete Wasserstände unter Bodenoberfläche				Relief			Einstufung	Erfahrungsgrad	On-Site/Off-Site		Datum freier	Uhrzeit freier	Tiefe freier	Neigung Nordbereich																						
Einordnung der bodenkundlichen Aufnahme				Klima, Witterung				Beobachtete Wasserstände unter Bodenoberfläche				Relief																																															
Einstufung	Erfahrungsgrad	On-Site/Off-Site		Datum freier	Uhrzeit freier	Tiefe freier	Neigung Nordbereich																																																				

Symbol (Code)	Grund-, stau- oder überflutungswassergeprägte Böden	h-dunkler) Farbe- (lett-, Hohlräume)
1	<p>GRUPPE DER GRUNDWASSERBÖDEN (G-Böden)</p> <p>Böden, die in geringer Tiefe zeitweise oder ganzjährig von permanentem unterirdischem Wasser (meist Grundwasser, deshalb im folgenden als Grundwasser bezeichnet) geprägt sind oder zumindest durch den höherstehenden Grundwassereinfluss entstanden sind. Oberhalb der G-Horizonte können entwickelte Bodenhorizonte (A, B, E etc.) oder Lockergesteine liegen.</p> <p>Böden mit folgenden Merkmalen:</p> <ol style="list-style-type: none"> R-Horizont ≥ 10 cm u. BOF beginnend, und Mindestens eines der folgenden Kriterien: <ol style="list-style-type: none"> Gr- o. Gor- o. gGr-Horizont < 60 cm u. GOF beginnend, oder Go o. Cro o. gGo-Horizonte < 40 cm u. GOF beginnend, oder A- + T-Horizont ≥ 40 cm u. GOF reichend und G-Horizonte direkt unterhalb davon beginnend, und Kein T-Horizont < 40 cm u. GOF beginnend und Summe der T-Horizonte $< 50\%$ bis 120 cm u. GOF oder bis zu einem oberflächlicher anstehenden R-Horizont <p>Hinweis: Darüberliegende S-Horizonte haben keine klassifikatorische Relevanz auf Niveau des Bodentyps (wird mit Untertypen klassiert).</p>	<p>h-dunkler) Farbe- (lett-, Hohlräume)</p>
2	<p>Oxi-Gleysol</p> <p>Typische Horizontfolge: A-./Go/Gr- o. Gor- o. gGr ≥ 60 cm u. GOF</p> <p>Der Grundwassereinfluss reicht im Jahresverlauf bis oberhalb 40 cm u. GOF, die ständig reduzierenden Bedingungen kommen nur unterhalb 60 cm u. GOF oder nicht vor (z.B. bei sauerstoffreichem Grundwasser). Bei stark schwankendem Grundwasserspiegel (z.B. in Auen) kann der Go-Horizont (bis zu mehrere Meter) mächtig ausgebildet sein.</p> <p>Böden mit folgenden Merkmalen:</p> <ol style="list-style-type: none"> R-Horizont ≥ 10 und < 60 cm u. BOF beginnend, und Gr- o. Gor- o. gGr-Horizont ≥ 60 cm u. GOF beginnend, und Mindestens eines der folgenden Merkmale: <ol style="list-style-type: none"> Go o. Cro o. gGo-Horizonte < 40 cm u. GOF beginnend, oder A- + T-Horizont ≥ 40 cm u. GOF reichend und Go o. Cro o. gGo-Horizonte direkt unterhalb davon beginnend 	<p>ringmächtigen</p> <p>o. R-...</p> <p>o. E...etc./C... o. D...</p>
3	<p>Redukti-Gleysol</p> <p>Typische Horizontfolge: A-./Go/ Gr- o. Gor- o. gGr < 60 cm u. GOF</p> <p>Der anhaltende bis permanente Grundwassereinfluss mit reduzierenden Bedingungen reicht im Jahresverlauf bis oberhalb 60 cm u. GOF.</p> <p>Böden mit folgenden Merkmalen:</p> <ol style="list-style-type: none"> R-Horizont ≥ 10 und < 60 cm u. BOF beginnend, und Gr- o. Gor- o. gGr-Horizont < 60 cm u. GOF beginnend, oder A- + T-Horizont ≥ 60 cm u. GOF reichend und Gr- o. Gor- o. gGr-Horizont direkt unterhalb davon beginnend 	<p>asser-(meist-)</p> <p>40 cm u. GOF</p> <p>< 60 cm u. GOF</p> <p>auwasserleiter-über-</p> <p>uf- ≥ 5 Flächen-%</p> <p>te-Tonbeläge-auf-</p>

Exemple du guide de description

- A Grundlegendes und Durchführung einer Bodenansprache
- B Titeldaten
- C Aufnahmesituation**
- D Horizontmerkmale
- E Profilkennzeichnung
- F Weitere Kennwerte
- G Standortbewertung
- H Literaturverzeichnis
- I Anhang

chapitre sur le paramètre

C.3.2.3 Kleinrelief

champ correspondant au formulaire de description

Standort-FeldNr. 24

Das Kleinrelief beschreibt die Form und Richtung der Neigung. Die Bezugsfläche umfasst den Bereich, der für die Neigung im Nahbereich aufgenommen wurde. Es wird jeweils die Vertikal- wie auch die Horizontalwölbung betrachtet.

description du paramètre

Tabelle 10: Übersicht Codes für Kleinreliefformen:

Code	Kleinrelief
0	ausgeglichen
1	konvex
2	konkav
3	unregelmässig

code pour le paramètre

explication et illustration supplémentaires

Ausgeglichen (0)	Konvex (1)	Konkav (2)	Unregelmässig (3)

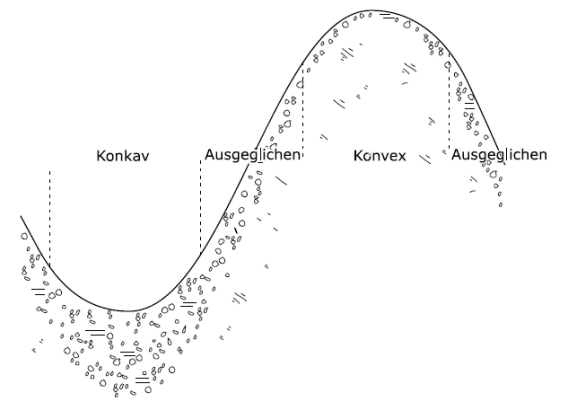
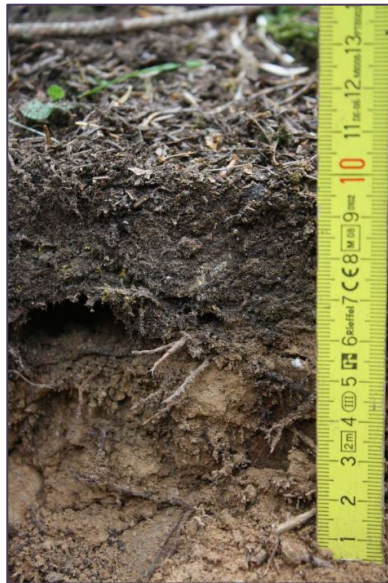


Abbildung 7: Übersicht möglicher Kleinreliefformen. Links komplexe Oberflächenformen mit verschiedenen Horizontal- und Vertikalwölbungen, die Pfeile zeigen die Stärke und Richtung des Gefälles. Rechts vereinfachter Querschnitt nur mit Horizontalwölbung. Verändert nach Ad-hoc Arbeitsgruppe Boden 2005 und Schoeneberger et al. 2012.

Exemple - clé des formes d'humus



Exemple - clé des formes d'humus



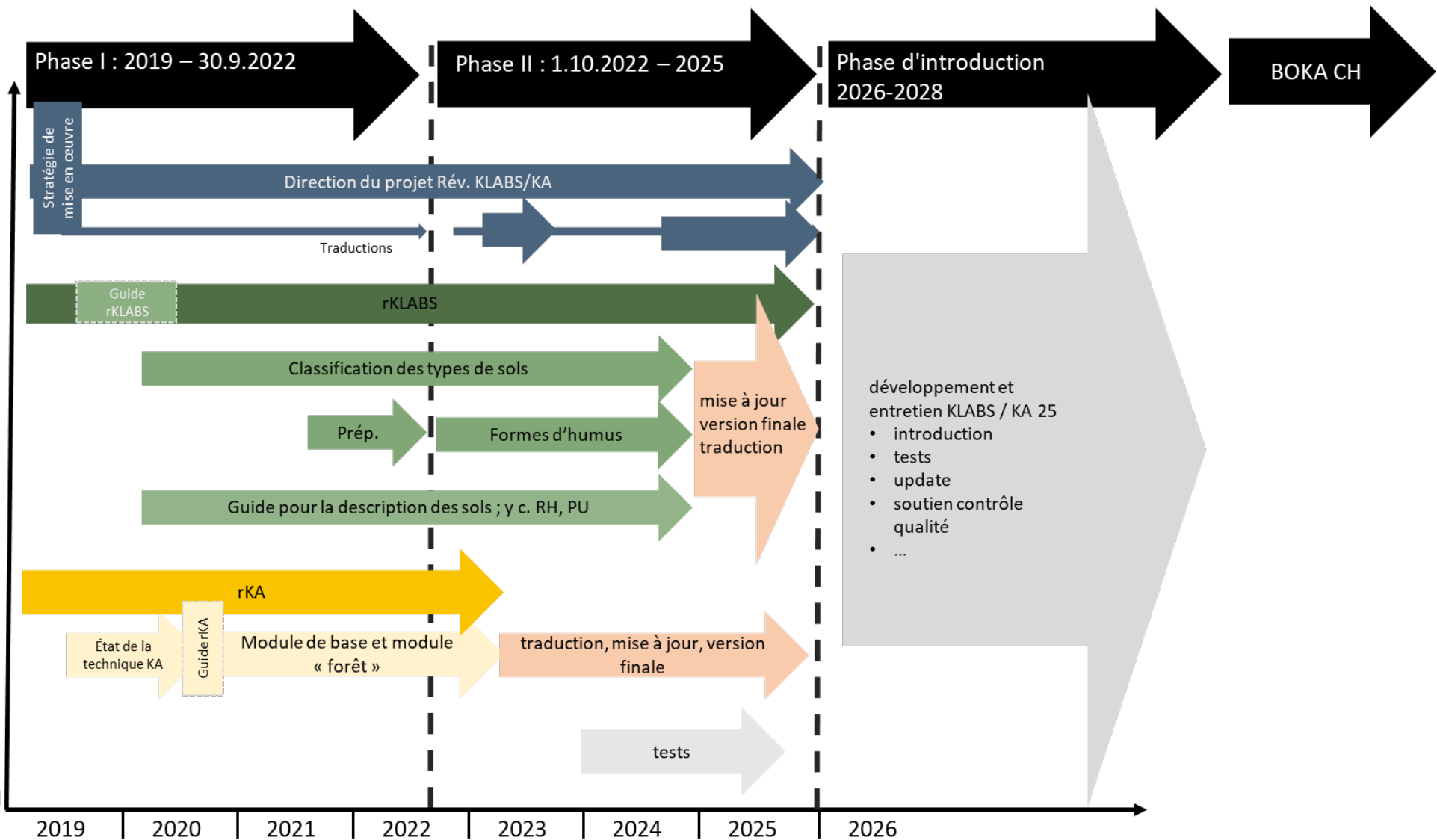
1.1 Terroformes	1.1.1 Mull
	1.1.2 Moder
	1.1.3 Mor

2.1 Hydroformes	2.1 Hydromull
	2.2 Hydromoder
	2.3 Hydromor

2.2 Epihistoformes	2.2.2 Anmoor
--------------------	--------------

2.3 Histoformes

aperçu



Où en est le développement de la cartographie des sols?

A. Boîte à outils – méthodes

Travail sur le terrain - Saisie numérique des données

pédologiques dans Soildat et contrôle qualité, Marie Hertzog

Soildat – saisie numérique sur le terrain

Offline Online

ERFASSUNG

Beobachtungen

Labordaten

PROFIL

Mein Profil

Ansichten

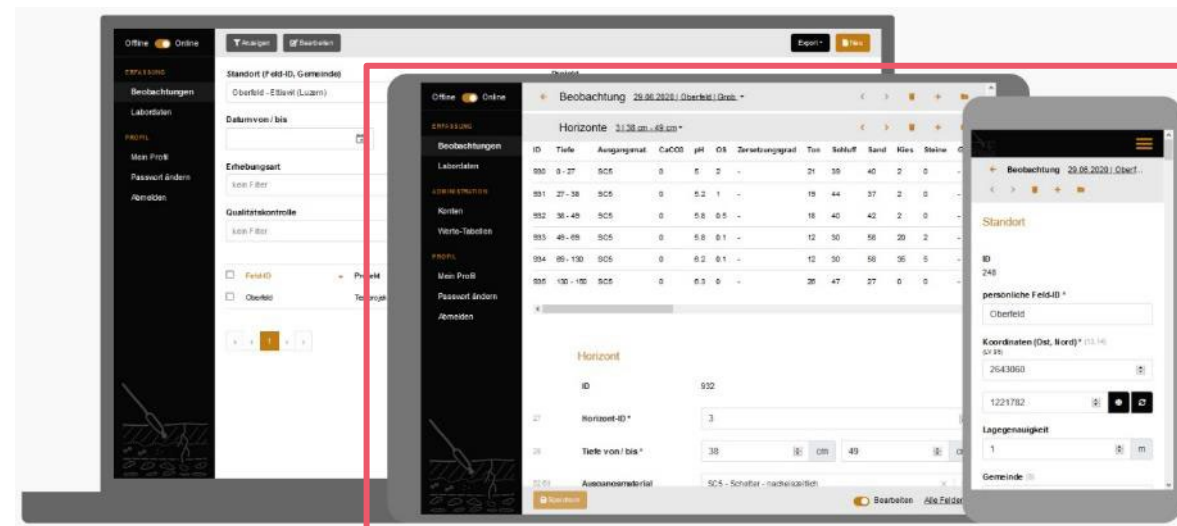
Passwort ändern

Abmelden

ANLEITUNG

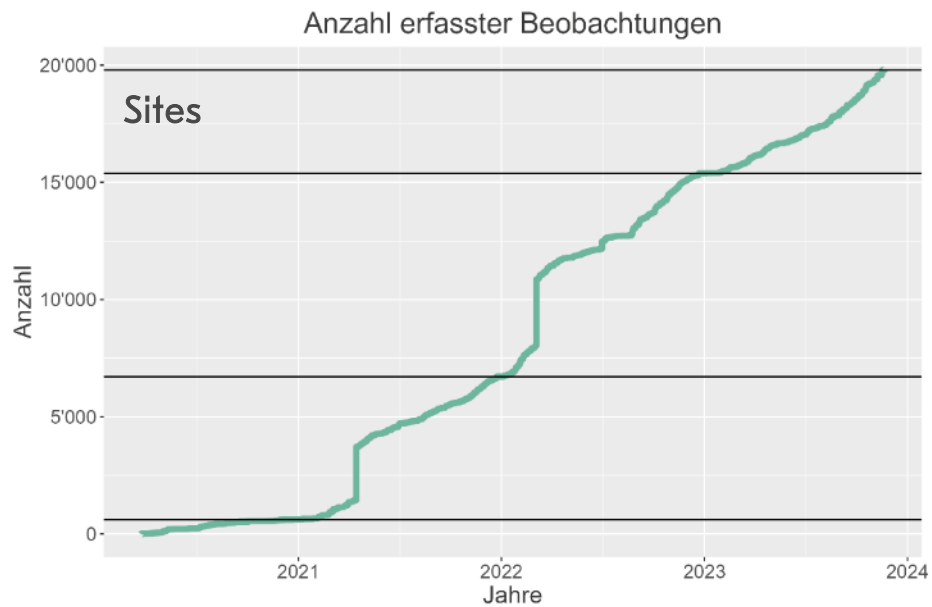
SOILDAT v2.7 (21.12.2023 - #300)
© 2023 KOBO CCSols CCSuolo

<https://www.soildat.ch/>

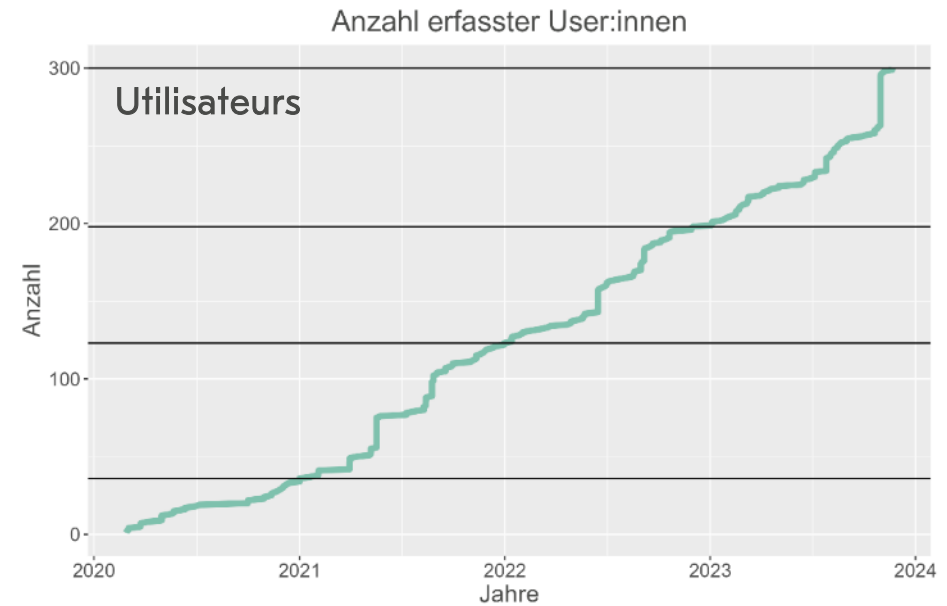


HORIZONTE															
Horizont-Nr.	Tiefe [cm]	Horiz.übergang unten	Bezeichnung	Bodenbereich	Ausgangsmaterial	Gefüge	organ. Substanz %	Ton % (Schätzung)	Schluff % (Schätzung)	Sand % (Schätzung)	Kies (0.2-5cm)	Steine (>5cm)	Vol.%	Kalk (CaCO3 %)	pH Hellir
1	0 - 22		Ah	OB	MO4/		3.5	18	35	47	4	0	0		
2	22 - 69	de	Bw	UB	MO4/		0.7	24	35	41	7	0	0		
3	69 - 118	pr	C(g)	UG	MO4/		0	24	35	41	28	2	4		

Soildat 2021-23: nombre de sites & d'utilisateurs



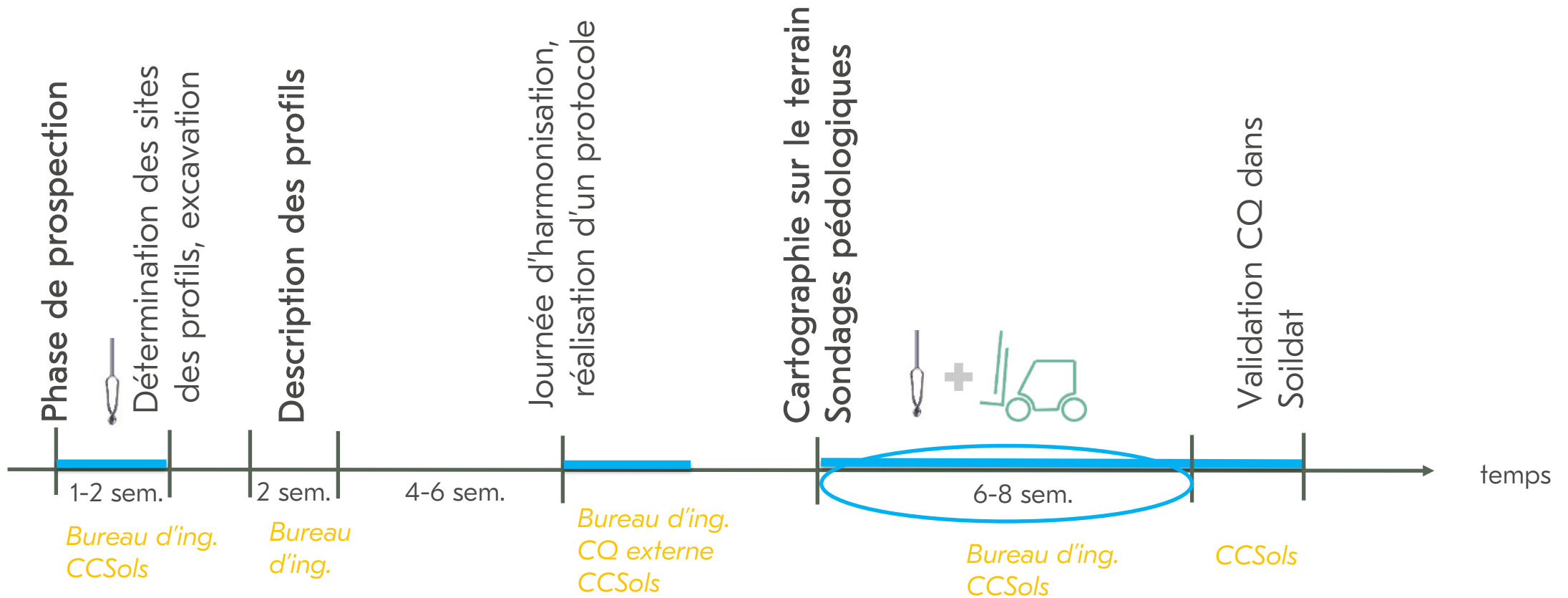
Jahr	Zuwachs
2020	613
2021	6096
2022	8677
2023	4407



Jahr	Zuwachs
2020	36
2021	87
2022	75
2023	102

Contrôle qualité (CQ) des relevés pédologiques

Exemple: projet pilote du CCSols (environ 300 ha)



 Contrôle qualité des données

Pour les projets cantonaux, le CQ est confié à un autre bureau d'ingénieurs

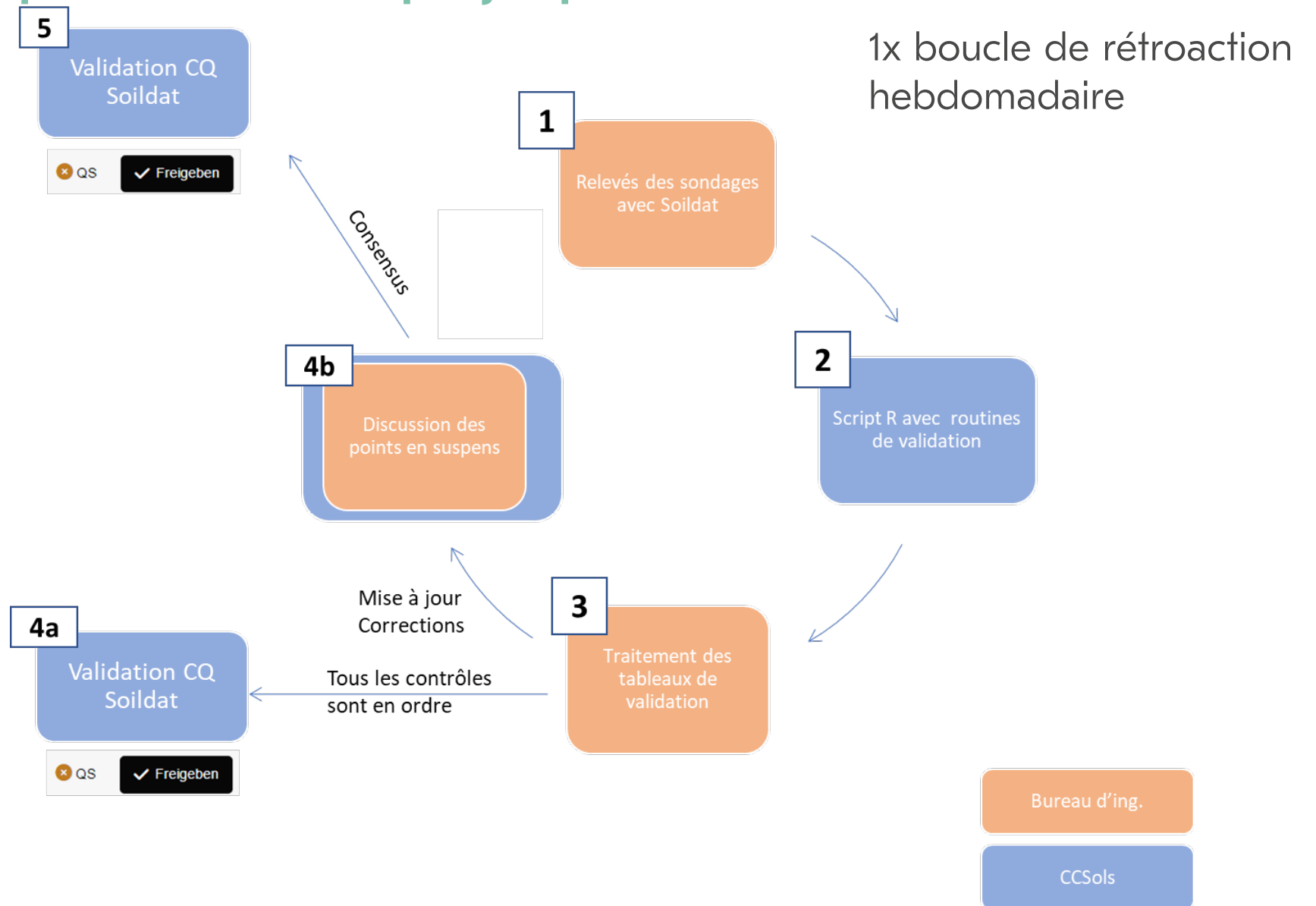
Contrôle qualité des données pédologiques (CQ ponctuel)

- Contrôle qualité ponctuel (profils et sondages):
 - L'ensemble de données est complet=> **contrôle d'exhaustivités**
 - Le contenu de l'ensemble de données est cohérent et correct => **examen logique**
- Vérification continue des règles à l'aide des exportations de données depuis Soildat & d'un script R (App ?) possible à l'avenir
- Un tableau des erreurs probables est généré (PDF avec lien vers le jeu de données Soildat)
- L'évaluation est à la charge du cartographe

STANDORT			
2	Projekte *		
		<ul style="list-style-type: none"> • Referenzböden Schweiz - RefBodCH • Projekt Lommis - LOMM_E1 	
	Persönliche Feld-ID	P04	
13,14	Koordinaten (Ost, Nord) (LV 95)	2717716	1263852
	Lagegenauigkeit	1 m	
8	Gemeinde	Lommis - Thurgau	

ID Feld (Soildat-Link)	Kartierperson	1. Fehler Koordinaten	2. Fehler Koordinaten	3. Bodentyp fehlt	4. PNG geschätzt fehlt	6. Fehler Horizonttiefen	7. Kalkklasse fehlt	8. OS fehlt	11. Bodenbereich fehlt	12. Kiesgehalt fehlt
P04		X								
P08				X						
P02										
P10										
P15										
P20								1,2	1,2	7

— Déroulement d'un CQ sur des données d'horizons pédologiques dans Soildat - Exemple provenant d'un projet pilote du CCSols



Pour les projets cantonaux, le CQ est confié à un autre bureau d'ingénieurs

Où en est le développement de la cartographie des sols?

A. Boîte à outils – méthodes

Travail sur le terrain - Mise en place du réseau de mesure des sols de référence, Urs Grob

Objectifs du réseau de mesure des sols de référence

Profils de référence: pour une région, un sol typique du point de vue des facteurs pédologiques, comprenant une documentation pédologique complète et la détermination des propriétés chimiques et physiques du sol

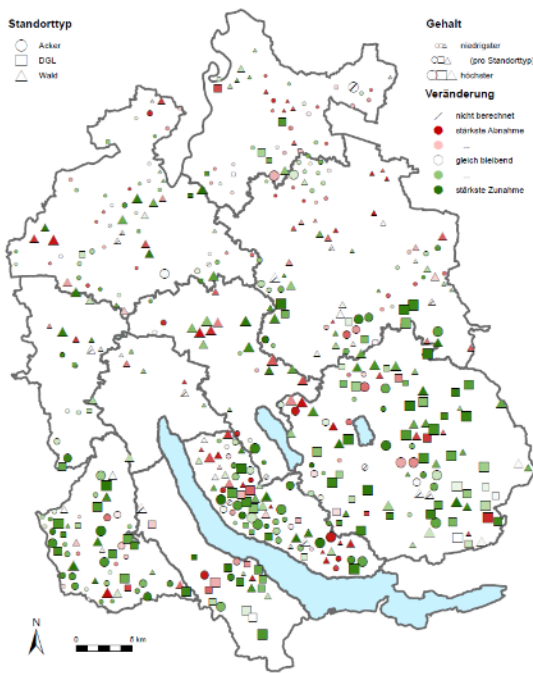
- **Normes uniformes**
Uniformisation de la description des sols (aKLABS – rKLABS)
rKLABS: classification et tests des critères, aptitude pratique pour la description sur le terrain, contrôle de l'applicabilité de la classification, types de sols, zones limites et profils qui n'apparaissent pas jusqu'à présent dans l'aKLABS.
- **Formation (continue), transferts de connaissances et communication**
- **Développement des fonctions de pédotransferts nationales**
par exemple, pour la masse volumique apparente, la capacité d'échange cationique (CEC), la réserve utile (RU), la conductivité hydraulique (ksat) et l'intégration dans une stratégie nationale de spectroscopie
- **Référence pour l'évaluation des fonctions des sols**
- **Documentation, interprétation et mise à disposition des données (portail Internet) et des archives (pédothèque)**
- **Interfaces avec d'autres réseaux de mesure**

Exploiter les synergies avec les réseaux de mesure existants

Waldböden der Schweiz (WSL)



Surveillance cantonale des sols



Observatoire national des sols (NABO)

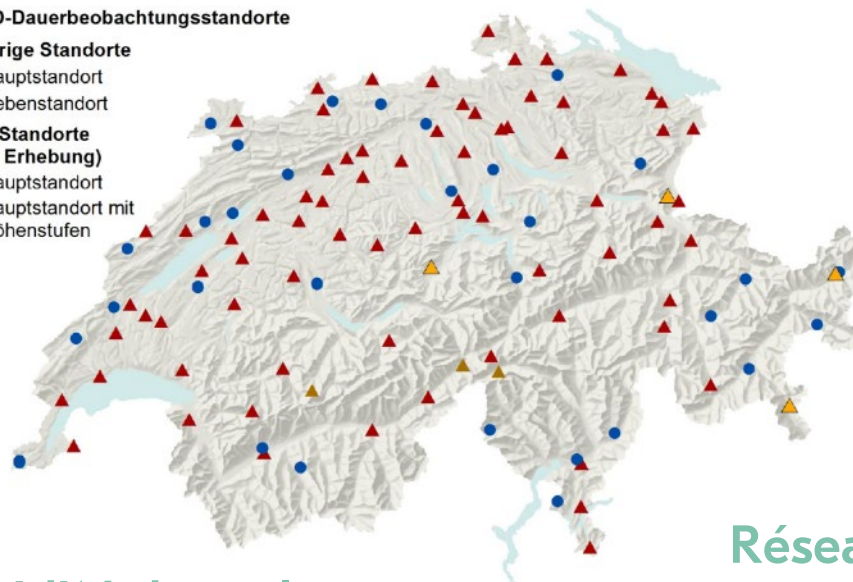
NABO-Dauerbeobachtungsstandorte

bisherige Standorte

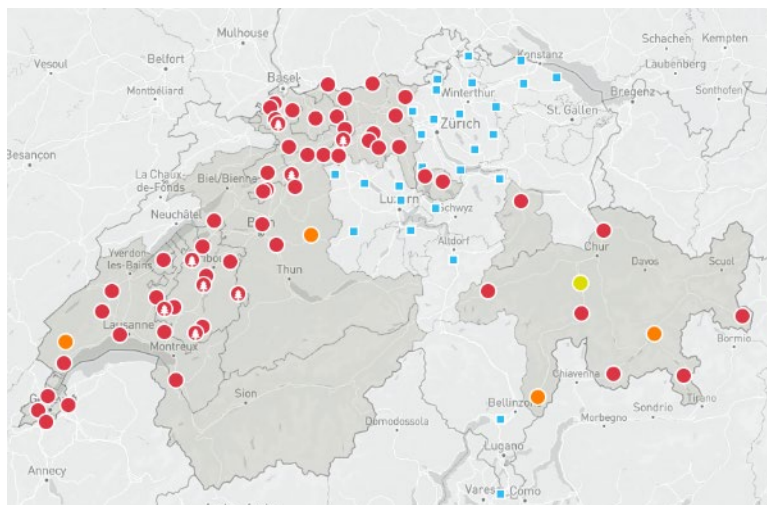
- ▲ Hauptstandort
- Nebenstandort

neue Standorte (ab 7. Erhebung)

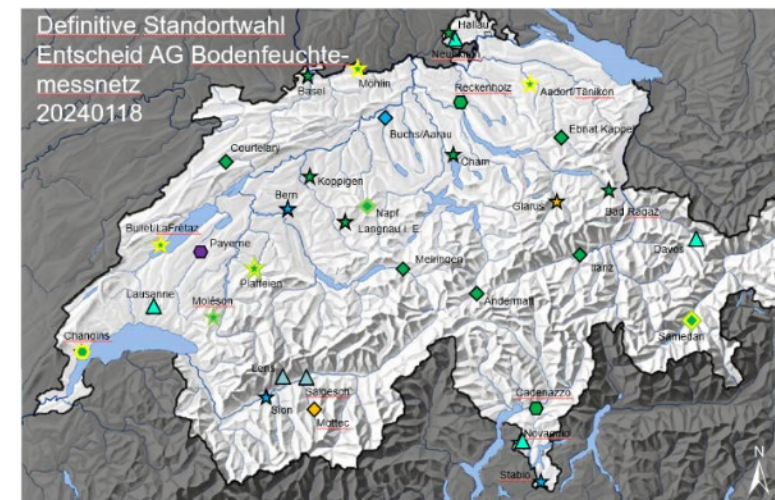
- ▲ Hauptstandort
- ▲ Hauptstandort mit Höhenstufen



Réseau d'humidité des sols



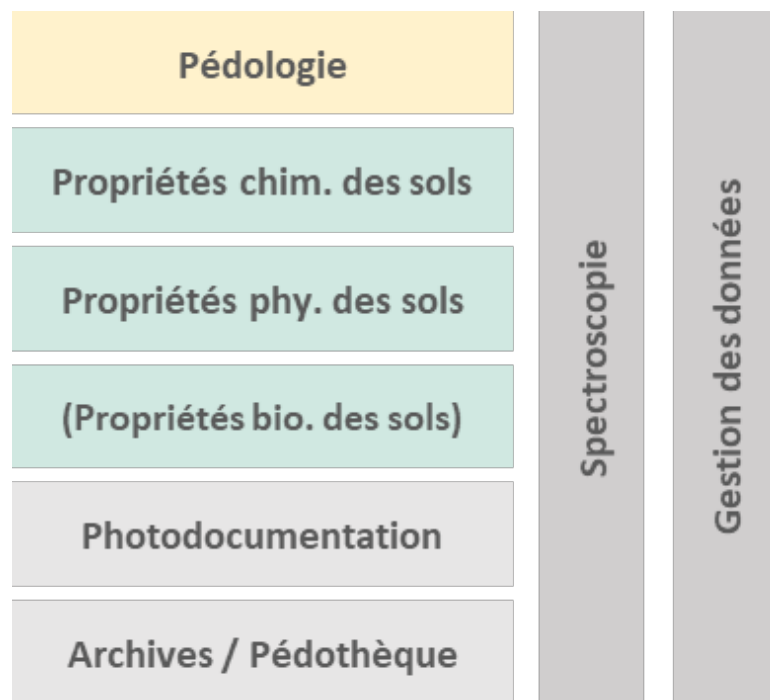
Réseau national de mesure de l'humidité des sols



KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

Structure et contenu du réseau de mesure des sols de référence

Définir des normes pour les relevés
(«jeu de données minimales» pour les sols de référence)



Les sols de référence peuvent avoir différents "niveaux"

Sols de référence niveau 2

Relevés standards + x (par ex.: activité biologique, humidité du sol, ...)

Sols de référence niveau 1

Relevés standards

Formation/Transferts de
connaissance
profils ouverts & fermés ?

rKLABS
Sols de référence

Démarche planifiée

Phase 1 :: 2023-24 établissement des standards

- Etablissement des standards et de l'organisation: terrain – laboratoire – photodocumentation – Archives – gestion des données – évaluation/interprétation
- Optimisation des nouvelles méthodes de détermination de la physique des sols
- Sélection des sites selon "l'opportunité spatio-temporelle" des cartographies des sols en cours ou dans des projets cantonaux (en collaboration avec des bureaux d'ingénieurs)
- Elaboration d'une structure et d'un contenu uniforme pour la documentation et l'interprétation
- Mise à disposition de toutes les informations pédologiques

Phase 2 :: dès 2025: développer le réseau de mesure "représentatif »

- Évaluation nationale et concept de "pédorégions" ou d'espaces paysagers
- Analyse de la représentativité et élaboration d'un concept d'échantillonnage à l'échelle nationale
- Renforcer le réseau de mesure avec les normes établies
- Mise à disposition en continu de toutes les informations sur un portail internet du CCSols
- Établissement des premières fonctions de pédotransfert pour les sols suisses

Standards et organisation

Manuel interne, déroulement & SOP¹

Gestion des données et interprétation

Documentation et mise à disposition

Nouveau manuel rKLABS

Phase 1: établissement des standards et premiers sols de référence



BOKA SO

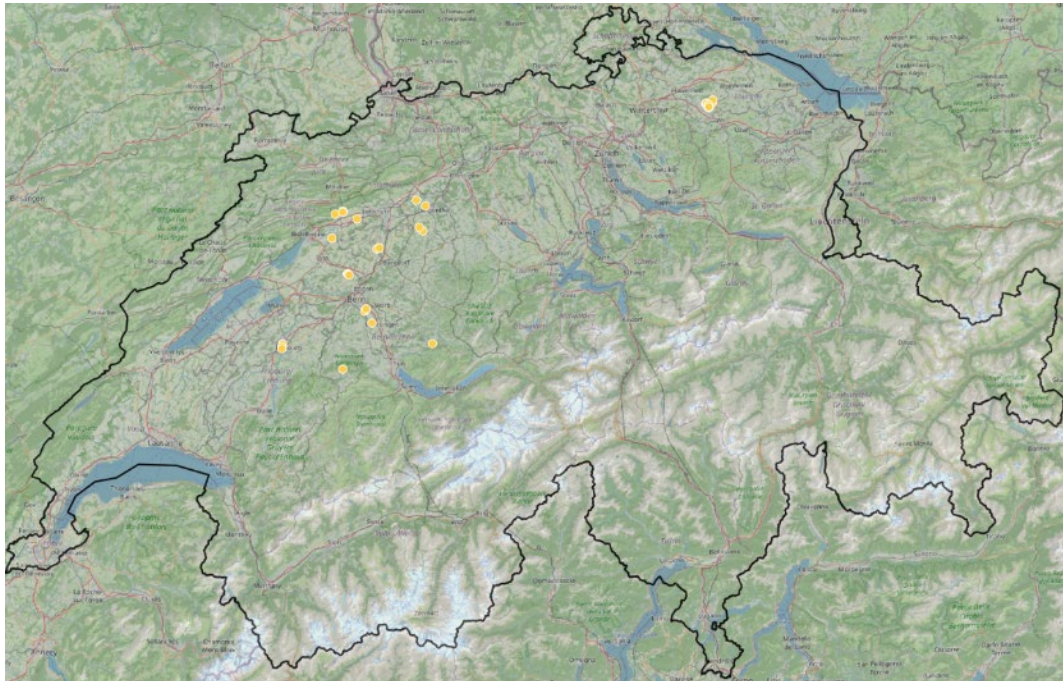


Projet Wyss BE



WSL

Beprobungsmaterial / -methode	Apparat / Technik / Analysen	Ergebnisse / Messwert
Mischproben (nass-chemisch)	Referenzanalysen	pH-Wert (CaCl ₂) Tongehalt Schluffgehalt Sandgehalt Korngrößenverteilung TOC / ROC / TIC' Kalkgehalt KAKeff & Basensättigung
	Lab-MIR & Lab NIR Spektroskopie	Textur (Ton, Schluff, Sand) TOC / ROC / TIC KAK pH-Wert (CaCl ₂) Carbonates (Kalkgehalt)
Grosse Zylinder (physikalisch)	WP4C - Hyprop - ksaf	Raumgewicht (Gesamtprobe) Wasser-Retentionskurve von Sättigung (pF < 1) bis trockener Bereich (pF > 4.2), hierdurch können folgende Parameter bestimmt werden: - Gesamtporenvolumen, sowie Grob-, Mittel- und Feinporenvolumen - nutzbare Feldkapazität (pF4.2 – pF 1.8) - gesamte Feldkapazität (pF < 4.2) - Ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit (k _{unsat}) - Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit (k _{sat})
Kleine Zylinder & Humax-Hülsen (physikalisch)	Kleine Zylinder (optional), Bohrhülsen	Raumgewicht (Gesamtprobe) Kiesgehalt Steingehalt
	SATURO (Feldmethode)	Wasserinfiltration an Bodenoberfläche (k _{unsat})



ksaf

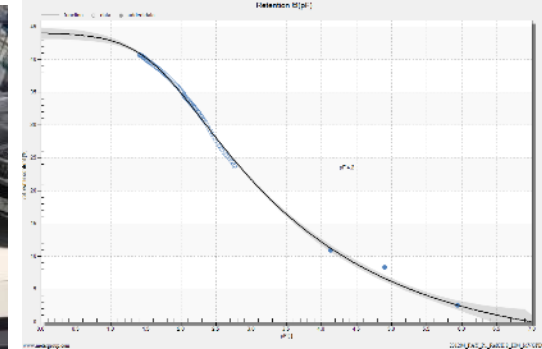
Hyprop (rétention en eau)



WP4C



Courbe de rétention d'eau

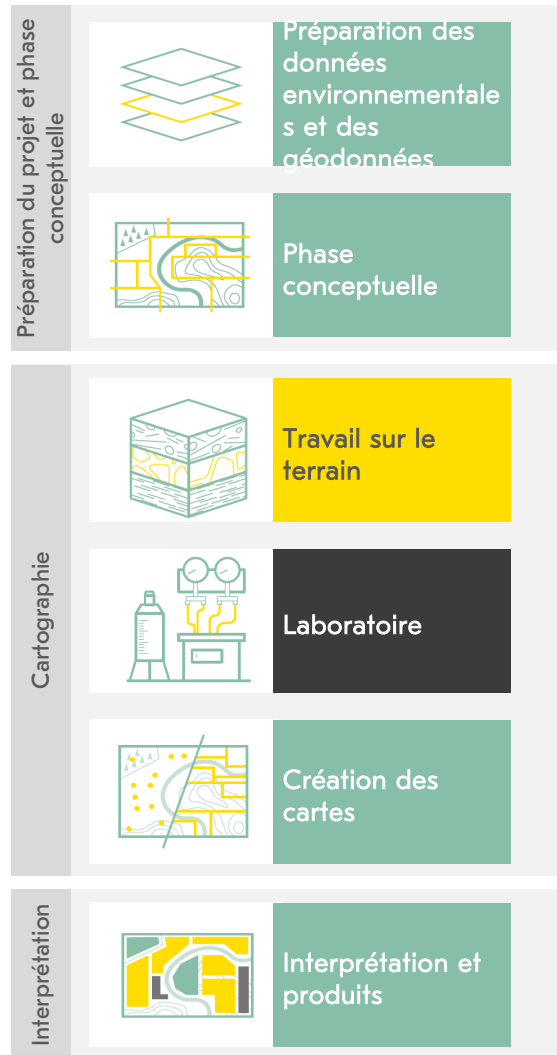


Où en est le développement de la cartographie des sols ?

A. Boîte à outils – méthodes

Travaux sur le terrain - Outils destinés à la communication dans le cadre de la cartographie des sols, Emilie Carrera

Communication: un outil pour soutenir les projets de cartographie



Préparation du projet et informations pour les services cantonaux, les communes, les mandataires, les exploitants, etc.

- Fiche d'informations sur la cartographie des sols (en général)
- Moyens de communication pour les séances d'informations: poster, flyer, Handouts
- Articles sur les projets dans les médias régionaux



Coordination sur le terrain:

- Coordination hebdomadaire avec les exploitants par rapport aux étapes de terrain en cours
- FAQ pour les exploitants et les propriétaires
- Fiches descriptives des profils et panneaux d'informations sur les profils

Produits:

- Séance d'informations pour les communes, les exploitants et les propriétaires
- Visites avec les exploitants
- Rapport technique & cartes pédologiques et thématiques pour les SIG cantonaux & NABODAT
- Handouts, sites internet, contributions dans les régions



Outils de communication pour la séance d'informations avant les travaux sur le terrain

KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

ETAT DE FRIBOURG
 SOLO FRIEBURGO
 STAT FRIEBURG

Qu'apporte une cartographie des sols ?

Nos sols sont très diversifiés et vivants



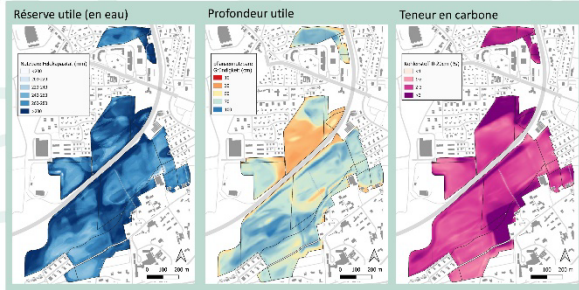
Cartographie des sols:
 Inventaire de la constitution et des propriétés des sols à la surface et jusqu'à une profondeur d'environ 1 à 1,5 m

Les avantages pratiques d'une carte des sols

Les cartes des sols apportent des réponses dans de nombreux domaines, tels que:

- Régime hydrique: quelle quantité d'eau mes sols peuvent-ils stocker pour les plantes ? Quelle est la résilience de mes sols à la sécheresse ?
- Exploitation agricole: a quel endroit de la parcelle faut-il chauler? Peut-on optimiser la fertilisation de ces parcelles? A quel endroit la profondeur utile est-elle limitée?
- Travail du sol: A quel endroit les sols sont-ils particulièrement sensibles au compactage ou à l'érosion ? Dans quelles zones faut-il faire particulièrement attention?
- Teneur en matière organique: quelle quantité de matière organique peut être stockée dans mon sol? Quelle quantité de matière organique pourrait encore venir enrichir celui-ci?

Exemple de cartes réalisées dans le cadre du projet Chambloux-Bertigny (FR):



Engagé en Suisse
 pour une précieuse ressource



KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

ETAT DE FRIBOURG
 SOLO FRIEBURGO
 STAT FRIEBURG

Böden kartieren, nachhaltig nutzen und schützen

Pilotprojekte mit Kantonen und Ingenieurbüros

Unsere Böden sind eine wichtige Lebensgrundlage. Sie erfüllen zahlreiche Leistungen für unsere Gesellschaft, sei es im Zusammenhang mit Klimawandel, Raumplanung (FFF-Inventare), Land- und Forstwirtschaft, Biodiversität oder Naturerfahrung. Die Bodenqualität bestimmt, wie gut Böden Leistungen für Mensch und Umwelt erbringen können. Zu diesen gehören unter anderem die Eignung für die Nahrungsmittelproduktion, das Speichern, Filtern und Transformieren von Nährstoffen, das Wasserspeichervermögen für Pflanzen oder das Speichern von Kohlenstoff. Standort-spezifische Aussagen über die Qualität von Böden sind aber nur möglich, wenn Bodeninformationen flächendeckend verfügbar sind. Dies ist bis anhin in der Schweiz nur für wenige Gebiete der Fall.



KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

ETAT DE FRIBOURG
 SOLO FRIEBURG

Böden kartieren, nachhaltig nutzen und schützen

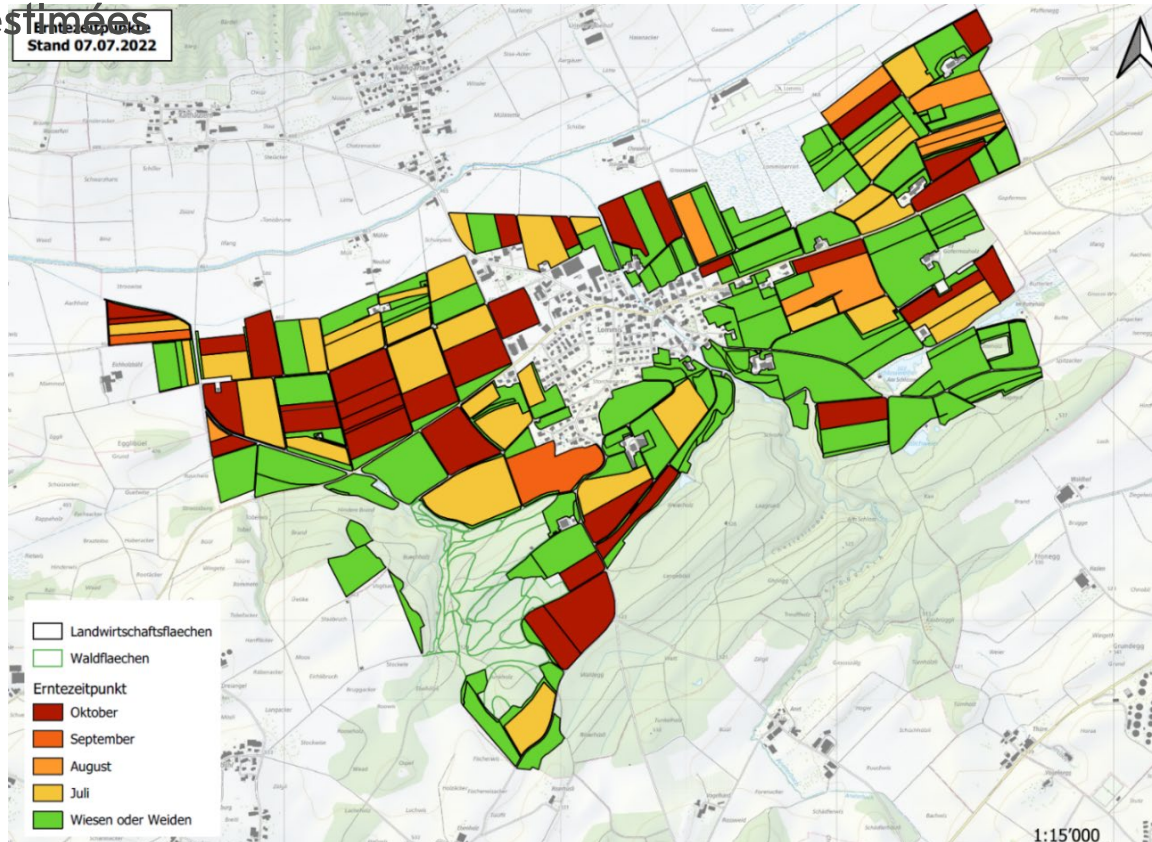
Projekt Prez-vers-Noréaz



Communication pendant le travail sur le terrain

Exemple issu d'un projet pilote

Cultures dans le périmètre du projet et dates des récoltes estimées



Planification & informations hebdomadaires pendant le travail sur le terrain



Panneaux d'informations sur les profils

Fiches descriptives des profils





KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

Thurgau
 Amt für Umwelt
 Landwirtschaftsamt

Braunerde

Bodenbezeichnung*: neutral, schwach pseudogleyig, anthropogen
 menschlich beeinflusster brauner Moränenboden mit Stauwassermerkmalen

Was kennzeichnet den Boden?
 Der über 1.4 m tief reichende Boden hat bis 90 cm Tiefe eine graubraune Farbe und Holzkohleinschlüsse. Der kalkfreie Lehm mit wechselnden Anteilen von Grobmaterial hat neutrale bis basische pH Werte.

Woraus ist der Boden entstanden?
 Die Farbverteilung, der hohe pH-Wert und das Vorkommen von Holzkohle bis 90 cm Tiefe weist auf einen tiefgründigen menschlichen Einfluss auf den braunen Moränenboden hin. Er zeigt Hinweise auf Staunässe und ist im oberen Bereich kompakt.

Wofür eignet sich den Boden?
 Der Boden wird momentan für den Gemüseanbau genutzt. Es gibt nur wenig Staunässeinfluss auf diesen tiefgründigen Lehm Boden, daher scheint er gut hierfür geeignet. Kalkbeteiligungen sind momentan nicht nötig, einer potenziellen Verdichtung wäre entgegenzuwirken.

Kennzeichnung und Koordinaten des Bodenprofilstandortes:
 PO2: 2716233 / 1263693

*Bezeichnung gemäss Klassifikation der Böden der Schweiz (KLABS)



Schweizweit engagiert
 für eine wertvolle Ressource



KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

Thurgau
 Amt für Umwelt
 Landwirtschaftsamt

Parabraunerde

Bodenbezeichnung*: neutral, tonhällig, ausgeprägt
 geringmächtiger Moränenboden mit deutlich tonangereichertem Unterboden

Was kennzeichnet den Boden?
 Der 55 cm mächtige grobmaterialhaltige Lehm mit guter Struktur hat einen neutralen pH-Wert und zeigt ab 30 cm Tiefe einen Rotstich und eine deutliche Tonanreicherung. Ab ca. 60 cm folgt der Fels.

Woraus ist der Boden entstanden?
 Der Boden hat sich aus geringmächtiger Moräne über angewittertem Konglomeratgestein gebildet. Die Tonverlagerung ist typisch für gut entwickelte Böden. Durch Kalkung und Regenwurmtätigkeit bleibt der pH-Wert neutral.

Wofür eignet sich den Boden?
 Der voll entwickelte Boden ist für Ackerbau geeignet: er ist relativ geringmächtig weshalb Erosion zu vermeiden wäre. Die Pflugscholle liegt noch im Tonverarmungshorizont, was zeigt, dass hier bisher kaum Boden verloren ging.

Kennzeichnung und Koordinaten des Bodenprofilstandortes:
 PO6: 2716855 / 1262468

*Bezeichnung gemäss Klassifikation der Böden der Schweiz (KLABS)



Schweizweit engagiert
 für eine wertvolle Ressource

Communication des résultats

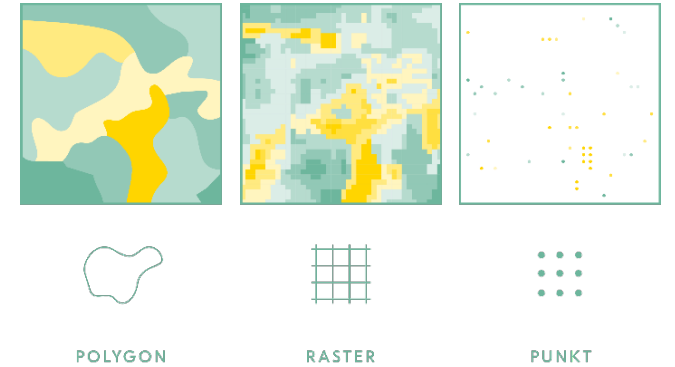
Séances d'informations & visites avec les exploitants



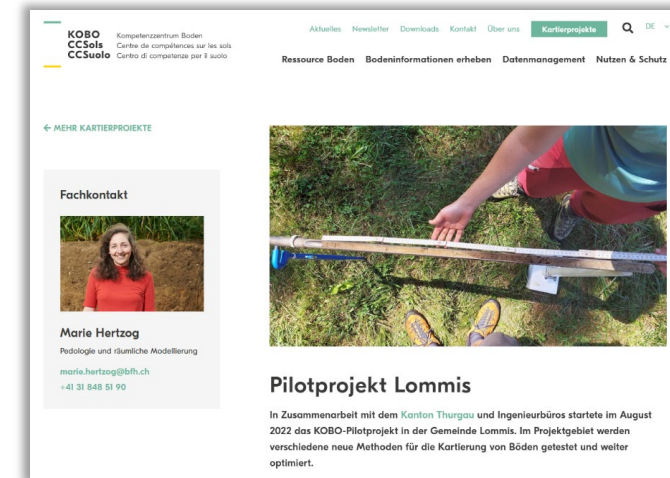
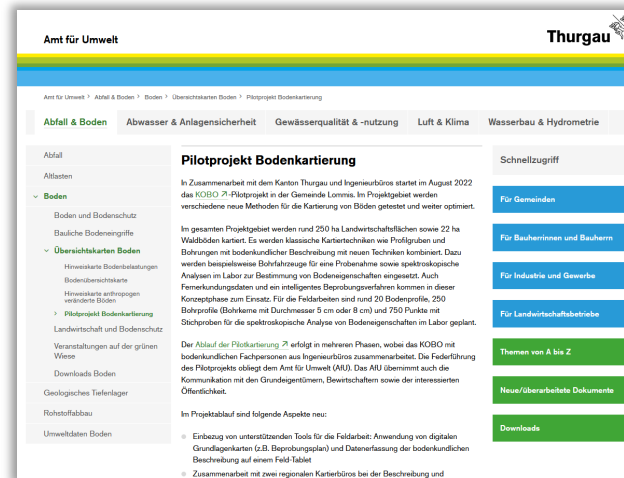
Rapport technique



Cartes pédologiques et thématiques pour les SIG cantonaux & NABODAT



Handouts, sites internet, contributions dans les régions



Où en est le développement de la cartographie des sols ?

A. Boîte à outils – méthodes

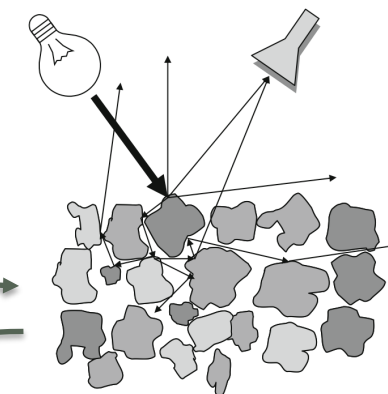
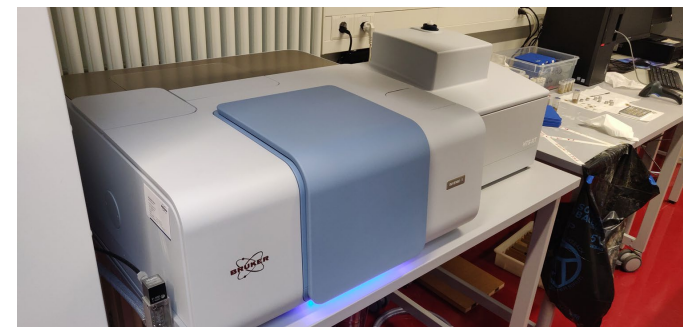
Interface terrain - laboratoire : détermination des propriétés
des sols à l'aide de la spectroscopie en laboratoire, Urs Grob

Spectroscopie et propriétés des sols

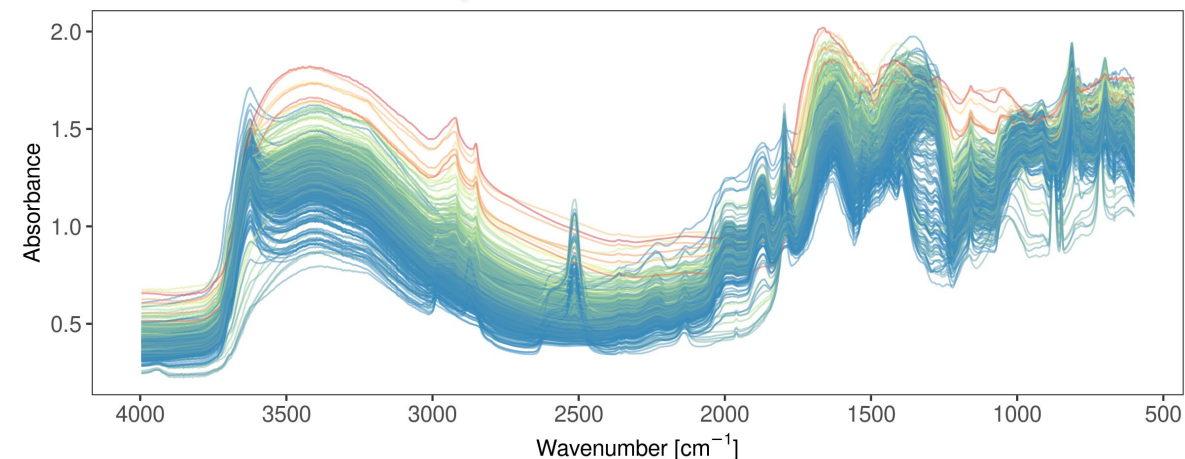
Adapté au/à

- Carbone organique (SOC)
- Carbone total (TOC)
- Texture (argile, limon, sable)
- Capacité d'échange cationique (CEC)
- pH
- Fractions de la matière organique (labile, stable)
- Azote total
- Minéralogie
- ...

Objectif : analyses abordables des propriétés des sols pour la cartographie des sols



Stenberg und Viscarra Rossel, 2010

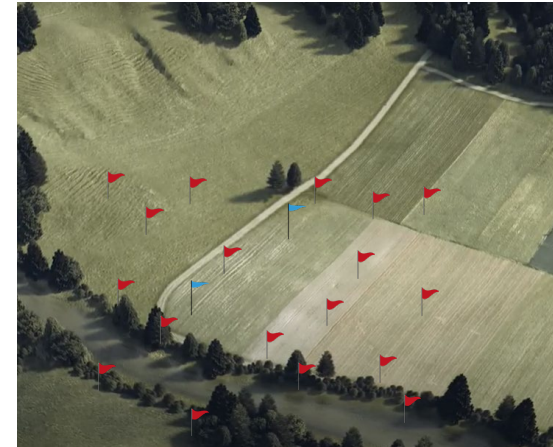


Intégration de la spectroscopie dans la cartographie des sols : Idée de base

.... emplacements dans lesquels des échantillons pédologiques sont prélevés pour des mesures spectrales et des analyses de référence en laboratoire



Echantillons pédologiques issus de la cartographie (échantillons de référence)



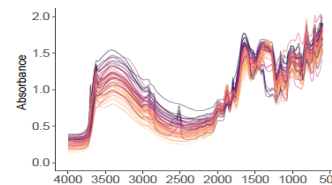
Emplacements dans lesquels des échantillons pédologiques sont prélevés pour des mesures spectrales en laboratoire (sans analyse de référence)

Autres échantillons pédologiques de la même région



Calibrage du modèle

Prévision des propriétés des sols

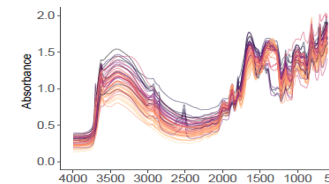


Mesure spectrale

+



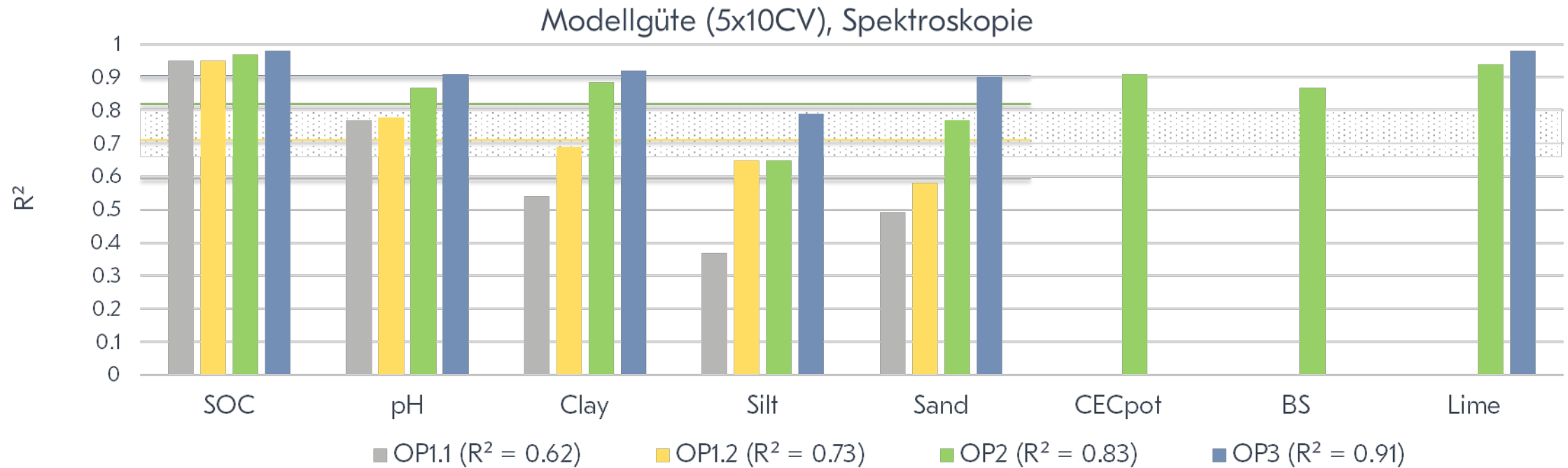
Analyses de référence



Mesure spectrale seulement

Résultats de la spectroscopie en laboratoire

Développement de la qualité du modèle



OP = Projet d'opérationnalisation (projet pilote)

OP1 : Diemerswil (BE)
OP2 : Lommis (TG)
OP3 : Prez-vers-Noréaz (FR)

1^e démarche : tester la spectroscopie sur le terrain

Testé pour n >300 sites dans le projet pilote Diemerswil (BE) du CCSols



Chariot pour le transport de tous les accessoires servant aux mesures NIR.



Spectromètre infrarouge de terrain NeoSpectra (en bas) avec son embout pour mesurer une pastille (en haut).



Gamma Vario VB6 mesure directement sur le sol sans couverture végétale (gamma).

Les résultats pour les cartes de propriétés des sols étaient-ils concluants ?

- Oui!
- Mais la préparation des échantillons sur le terrain pour les mesures NIR est trop coûteuse (en temps)
- La différence d'humidité du sol est un problème pour l'évaluation des spectres



Préparation des échantillons

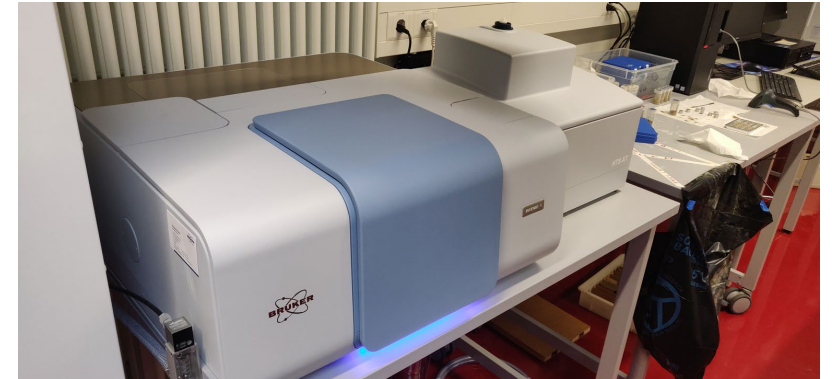


Pastille (cookies pédologiques)



Humidité du sol

2^e démarche: spectroscopie en laboratoire dans des conditions contrôlées



...hmm, quel est le rapport avec une cuisine ?



— Gamechanger: l'idée qui vient de la cuisine

Méthode conventionnelle :
beaucoup d'étapes de travail à la
main



Déroulement actuel

De nombreuses étapes
manuelles indépendantes
sont nécessaires

Ce n'est qu'au moment du
broyage qu'une
automatisation est possible



Méthode développée :
automatisation (si possible)

Nouvelle démarche

Les échantillons sont **prélevés
et remplis automatiquement**
à 3-4 niveaux de profondeur
(petites quantités
d'échantillons)

Les échantillons arrivent
**directement du terrain dans
le four** (sans traitement
manuel)

La préparation se fait à partir
d'échantillons séchés

Entièrement automatisé,
traitement des échantillons :
- terre fine (< 2mm)
- échantillon broyé (~100 µm)



— Concept d'échantillonnage hiérarchique intégrant le prélèvement d'échantillons pour la spectroscopie en laboratoire



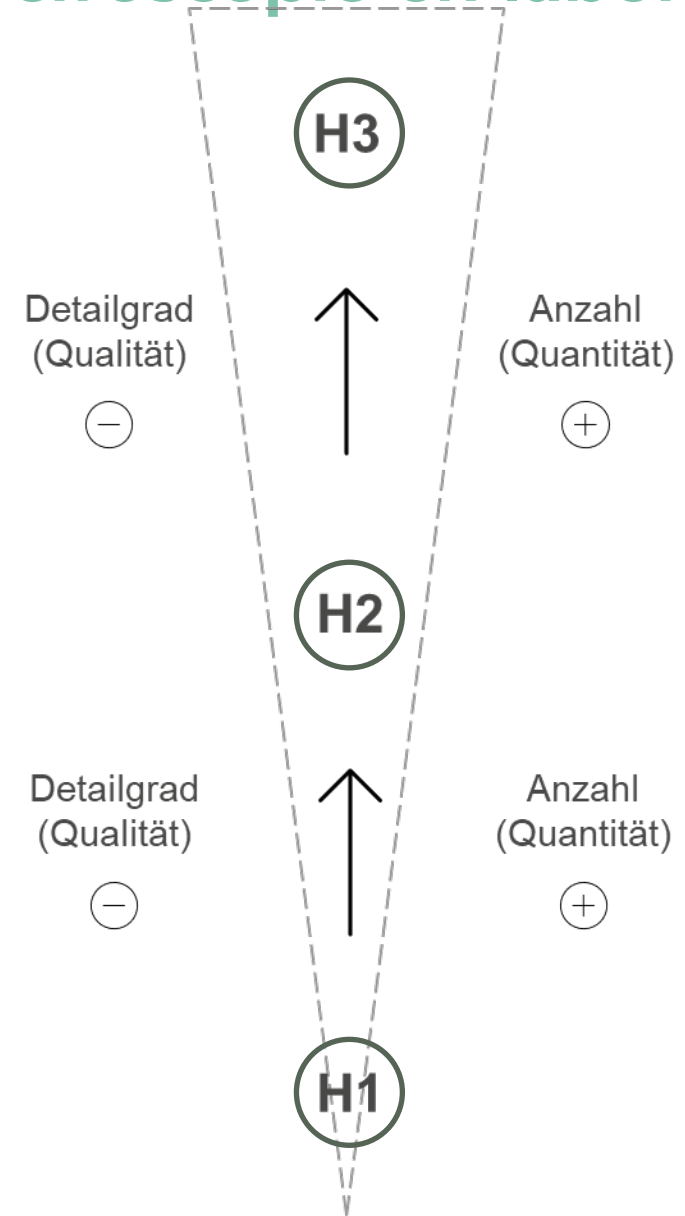
Prélèvements d'échantillons pédologiques destinés à la spectroscopie en laboratoire (cartes des propriétés des sols)



Sondages destinés à la description pédologique (Soildat)



Profils (Soildat)



H = niveaux hiérarchiques

Prélèvements automatisés d'échantillons destinés à la spectroscopie en laboratoire

Premiers tests à la HAFL



Prélèvements automatisés d'échantillons destinés à la spectroscopie en laboratoire

Profondeur: max. 1 m.

Echantillons: max. 4



L'épaisseur des échantillons peut être définie et sauvegardée en tant que réglage de base, par ex :

- Nr. 1: 0-20 / 20-40 / 40-70 / 70-100 cm
- Nr. 2: 0-15 / 15-30 / 30-60 / 60-90 cm
- Nr. 3: ...

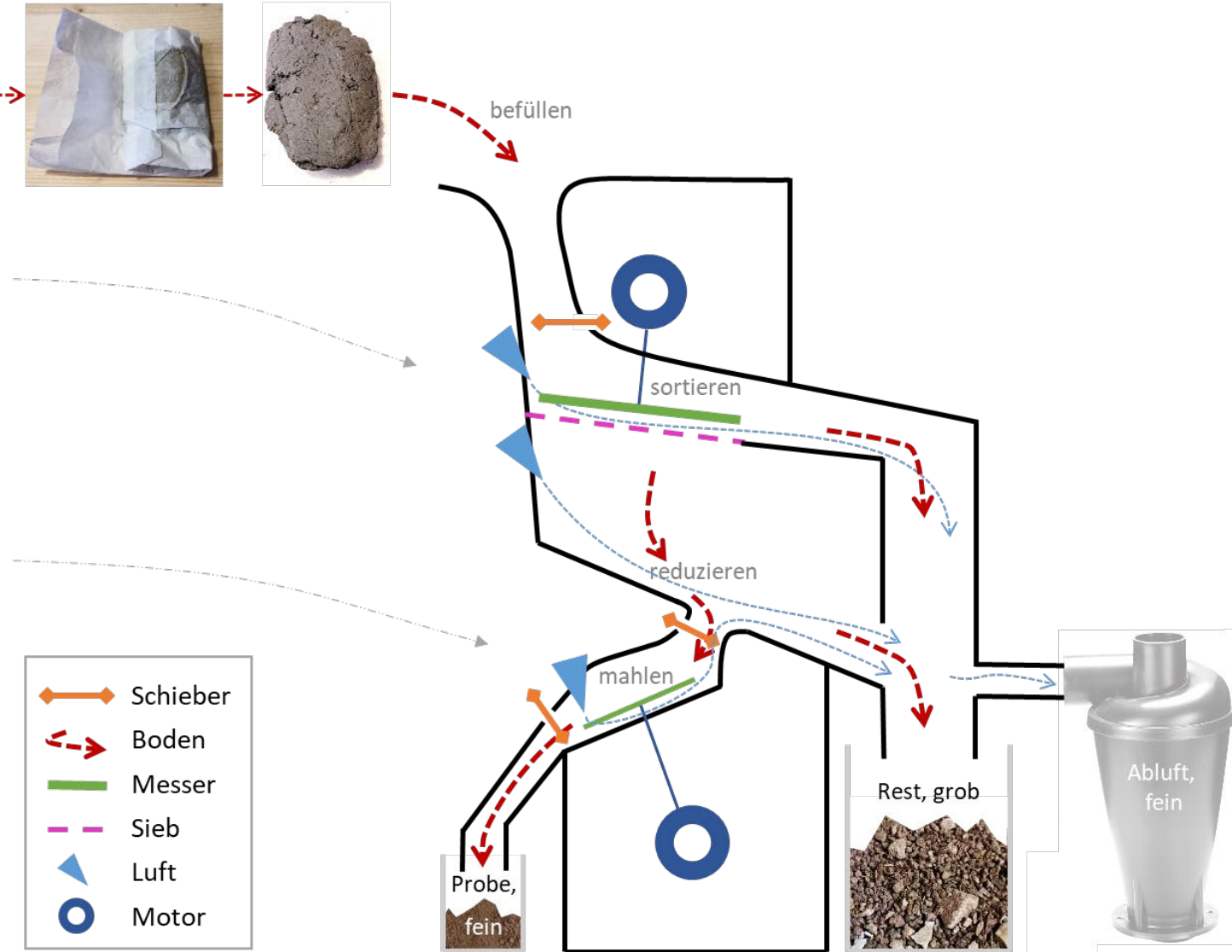


De nouvelles méthodes pour une préparation rapide des échantillons (sécher - tamiser - broyer)

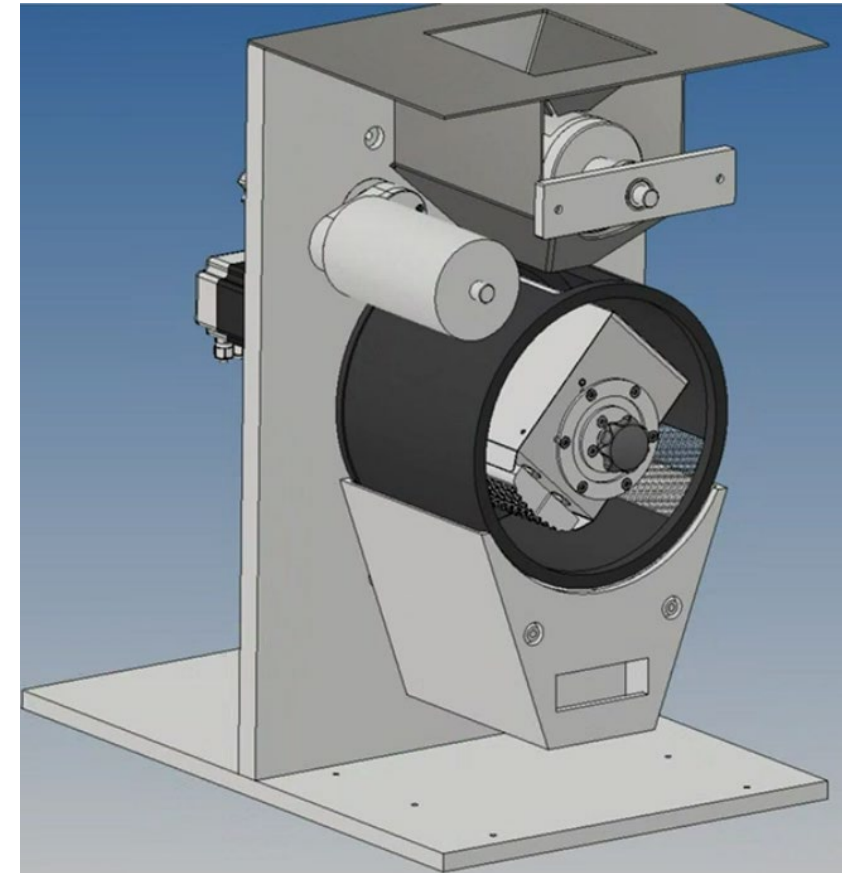
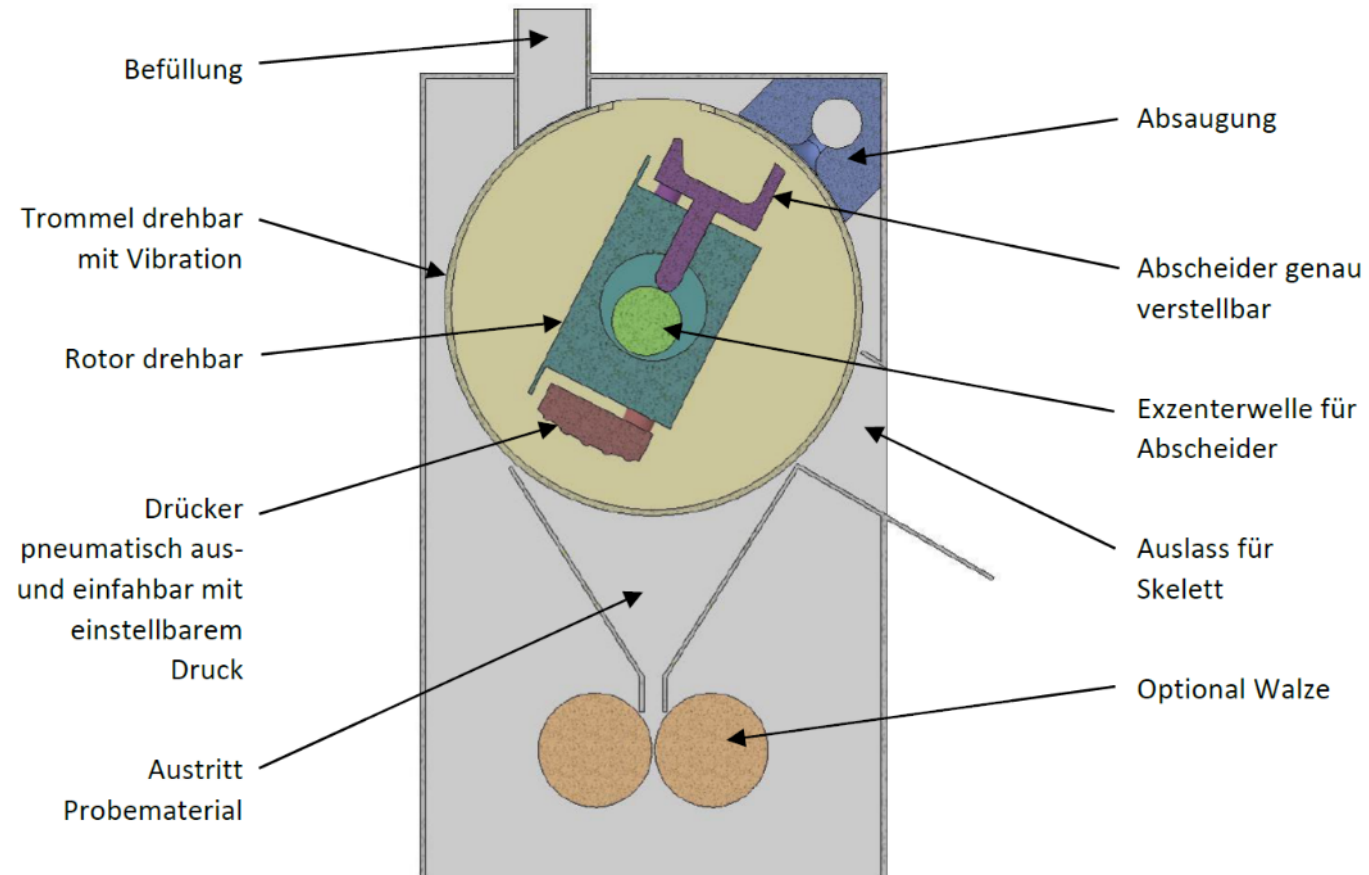


De la cuisine à la conception : premiers tests pour la préparation automatisée des échantillons

Premier prototype

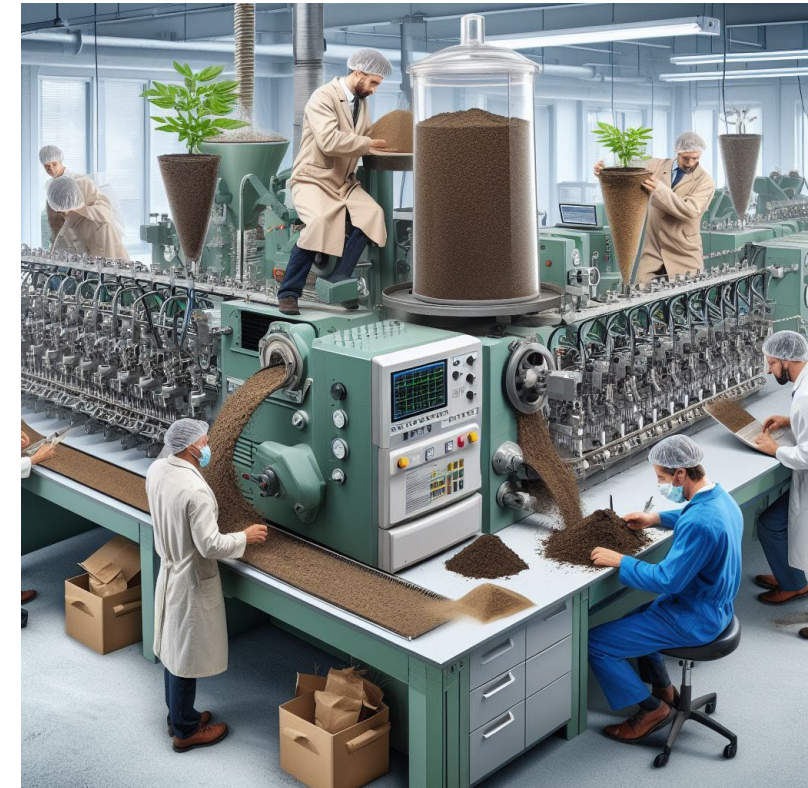


Concept - modèle fonctionnel - plans de construction réalisés en collaboration avec le constructeur de la machine



Situation & perspectives concernant l'utilisation des mesures spectroscopiques

- La spectroscopie a un grand potentiel d'avenir pour mesurer les principales propriétés des sols à un prix abordable pour les profils et les sondages
- La **chaîne de processus**, allant du prélèvement d'échantillons à la mesure, doit toutefois être fortement optimisée afin de réduire les coûts.
- Un système **automatisé de prélèvements d'échantillon** a été utilisé pour la première fois dans le cadre du 3^e projet pilote du CCSols à Prez-vers-Noréaz (FR).
- ...est-ce à cela que ressemblera le traitement des échantillons dans le futur?



Préparation automatisée des échantillons dans le futur ?

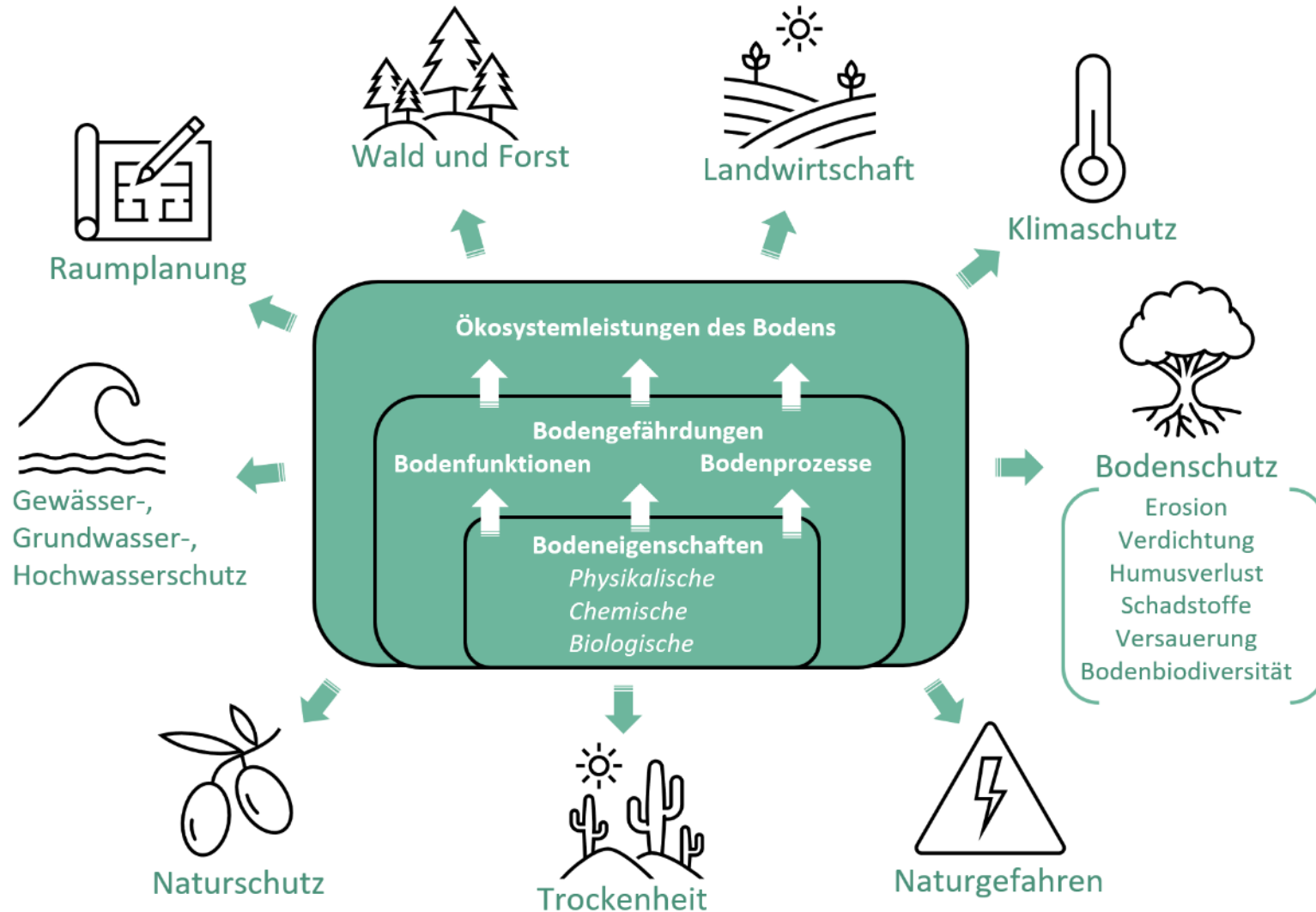
(créé avec l'IA de Microsoft copilot designer)

Où en est le développement de la cartographie des sols ?

B. Création de cartes à l'aide de méthodes
numériques

Conditions-cadres, Armin Keller

Plus-value des informations pédologiques pour de nombreux domaines thématiques



Exigences multiples vis-à-vis des produits d'une cartographie des sols

Des données pédologiques plus différenciées sur toute la profondeur du sol

Profondeur en cm
(exemple)

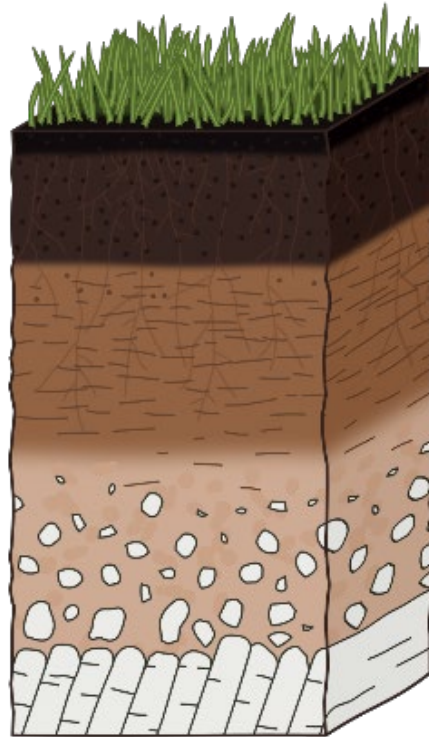
0

20

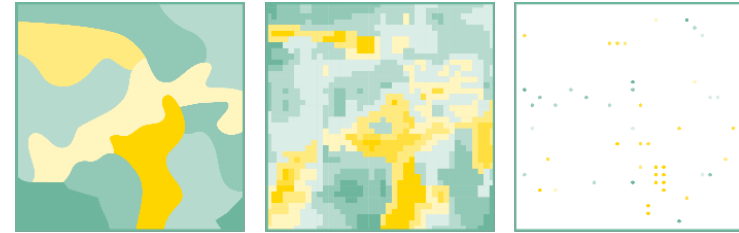
40

70

100



Produits & résolution spatiale



POLYGON

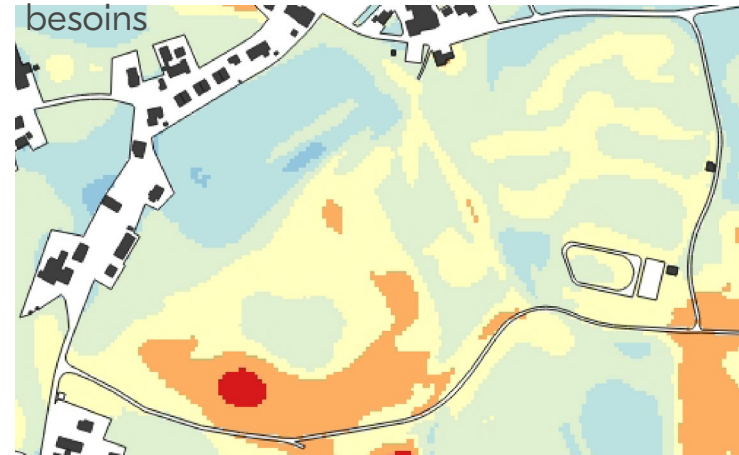


RASTER



PUNKT

Cartes raster dont la résolution spatiale et les propriétés des sols peuvent varier indépendamment selon les besoins

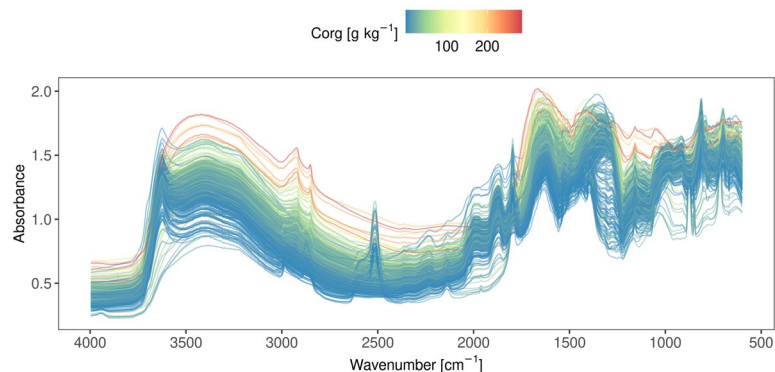


Exigences multiples vis-à-vis des produits d'une cartographie des sols

Volume & qualité des données pédologiques

Valeurs mesurées en laboratoire (profils et sondages)
(spectroscopie : pH, argile, limon, taux de matière organique, CEC, etc.)

Analyses de la physique des sols sur des échantillons de profils sélectionnés



Possibilité d'actualisation

Les données ponctuelles, les covariables (environnementales et géographiques) et le modèle spatial sont documentés.

Les mises à jour sont rapides lorsque de nouvelles données pédologiques sont relevées.



Développement de méthodes dans les projets pilotes du CCSoils: priorisation sur leur capacité à être utilisées dans la cartographie des sols à grande échelle

Exemples:

Cartes de base nationales utilisées pour la phase conceptuelle
Concept d'échantillonnage

Automatisation :
logistique des échantillons du terrain au laboratoire

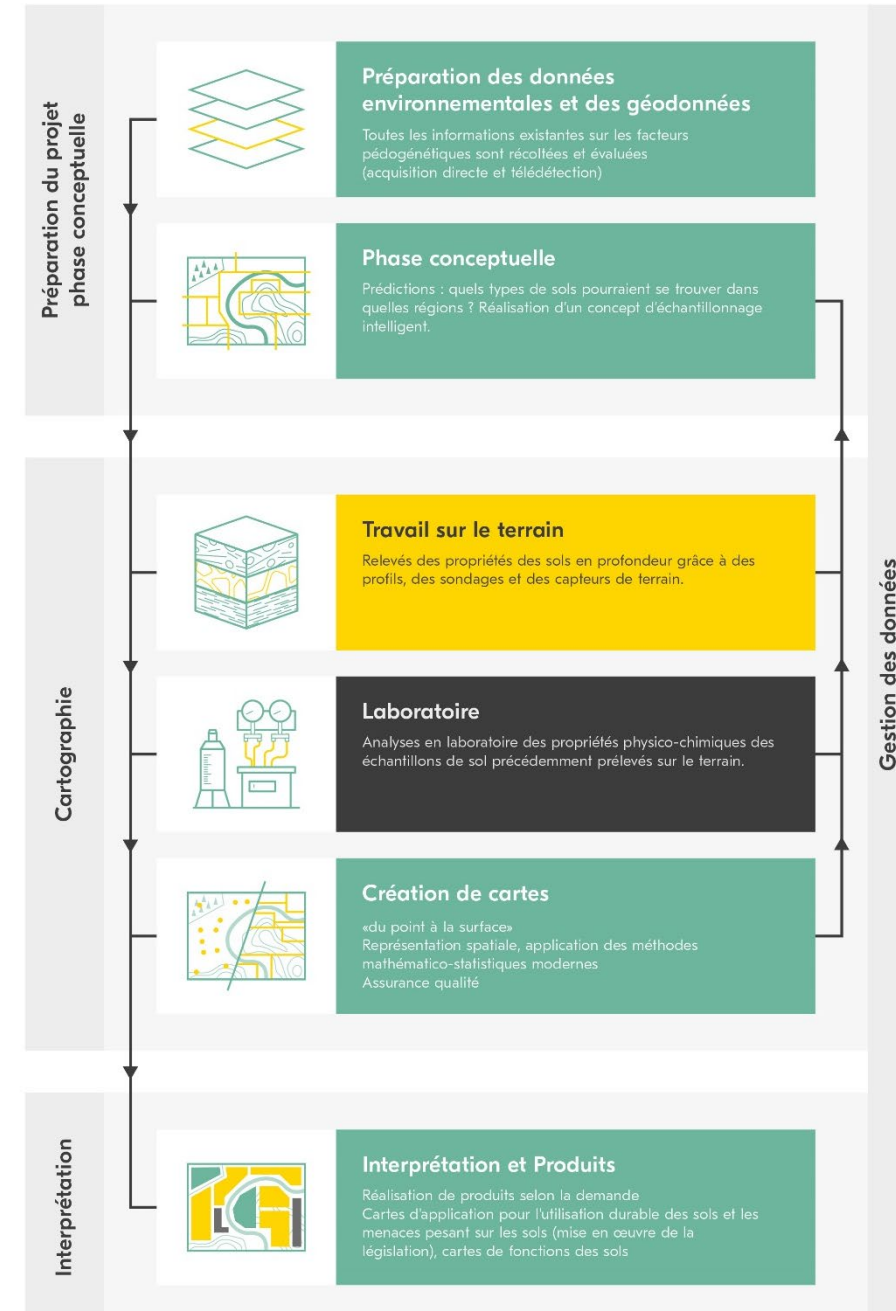
Pédologie standardisée
Description des sols & Soildat

Automatisation:
des mesures efficaces grâce à la spectroscopie en laboratoire

Modélisation spatiale

Gestion des données:
Contrôle qualité sur l'ensemble des processus

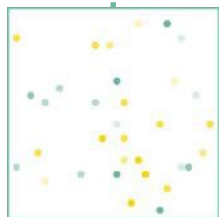
Cartes thématiques standardisées



Où en est le développement de la cartographie des sols ?

B. Création de cartes à l'aide de méthodes numériques

Cartes thématiques, Gunnar Petter



Données ponctuelles

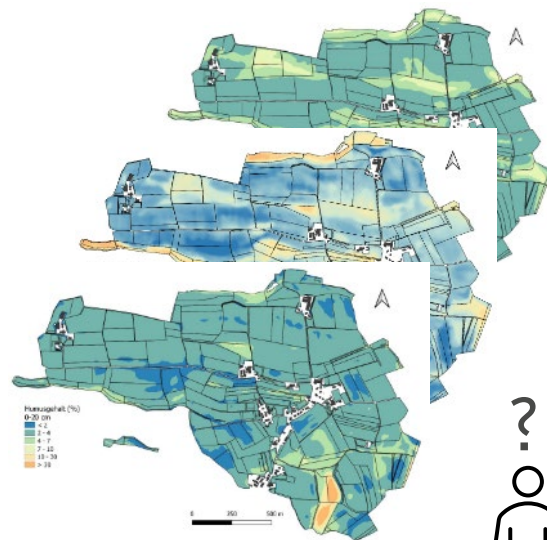
- Profils
- Sondages
- Spectroscopie



Modélisation



Cartes raster et polygonales
des propriétés des sols et des
paramètres pédologiques
pour différents niveaux de
profondeur

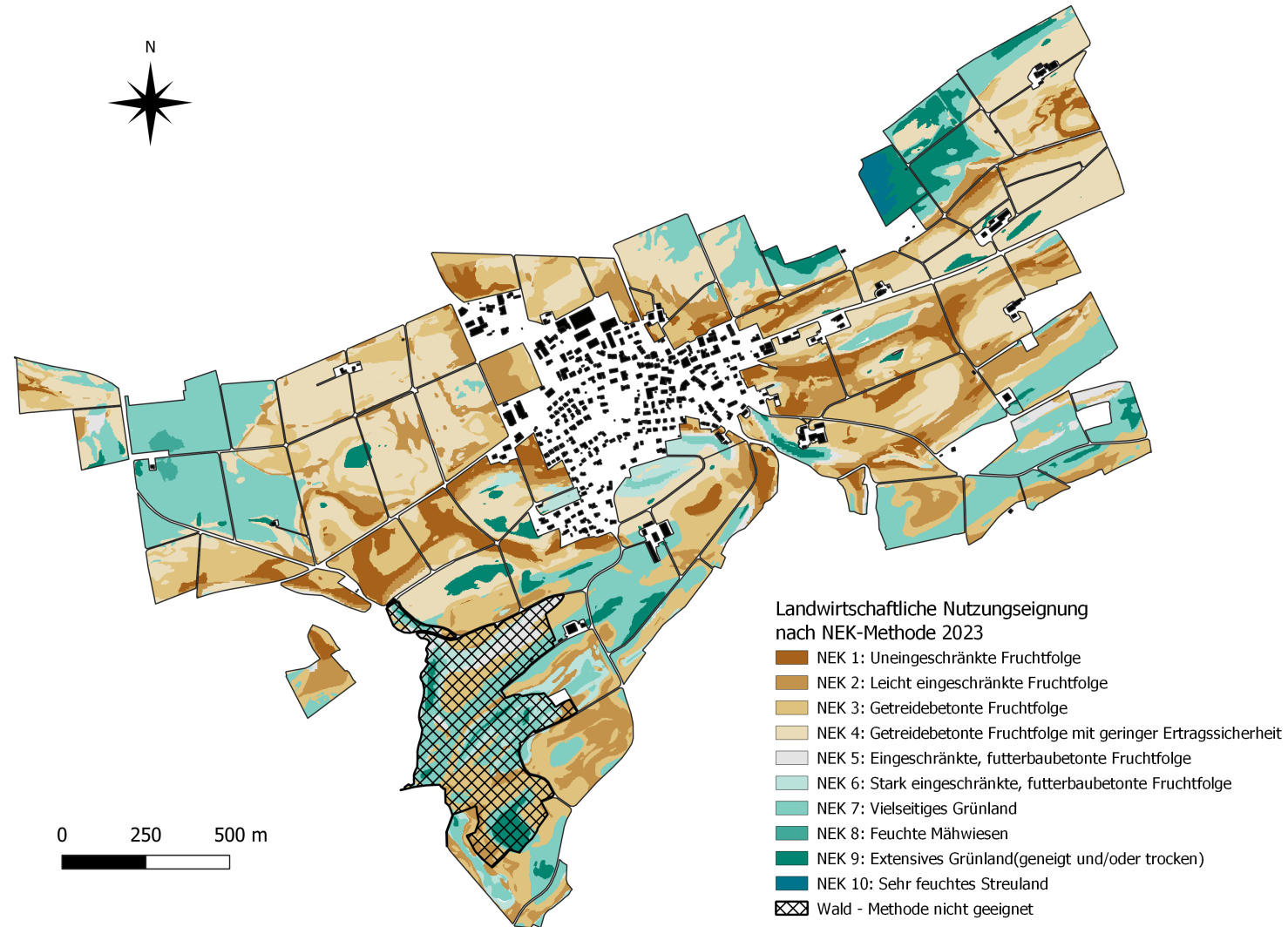


Évaluations et
interprétations
spécifiques par
rapport à des
thèmes (cartes
thématiques)

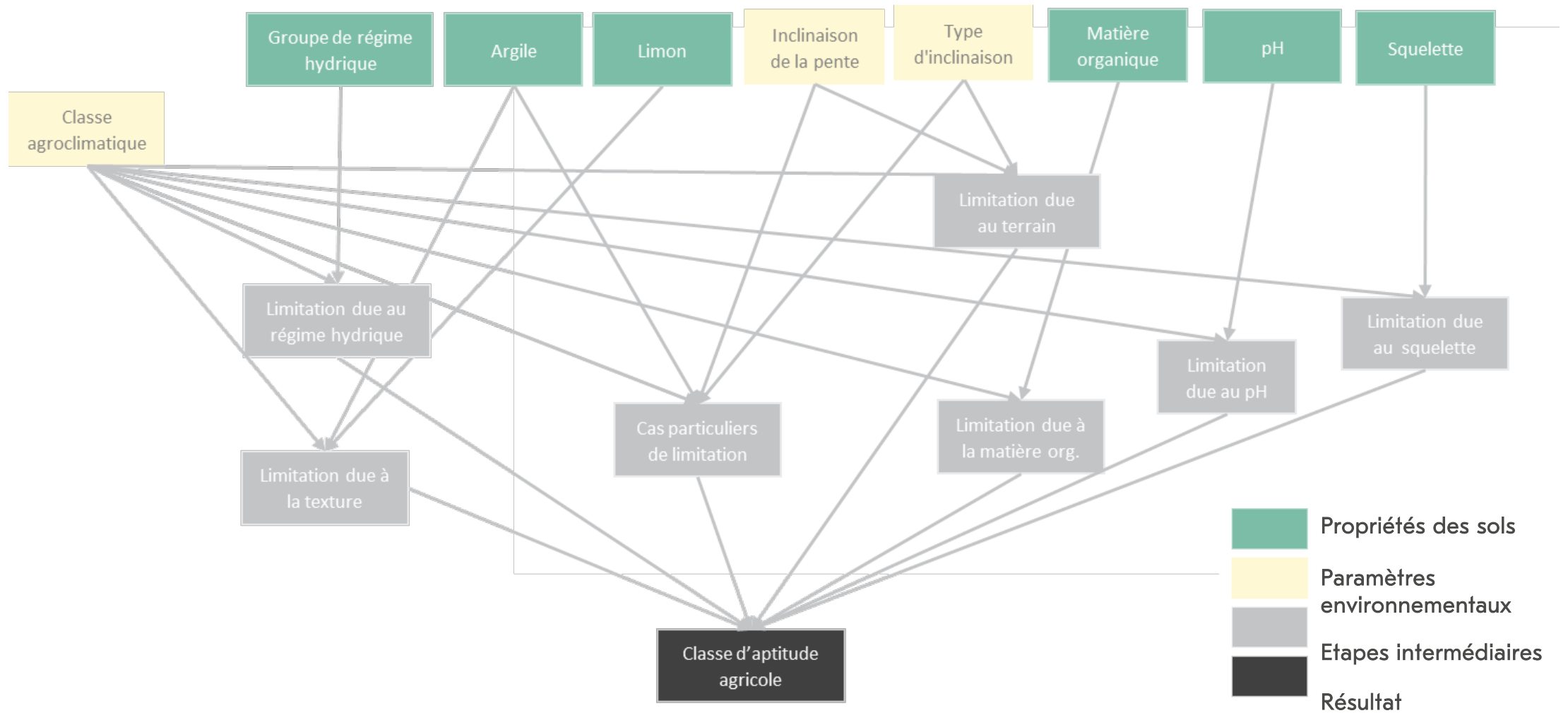


Classe d'aptitude agricole (CA)

Lommis (250 ha de sols agricoles ; 22 ha de sols forestiers)

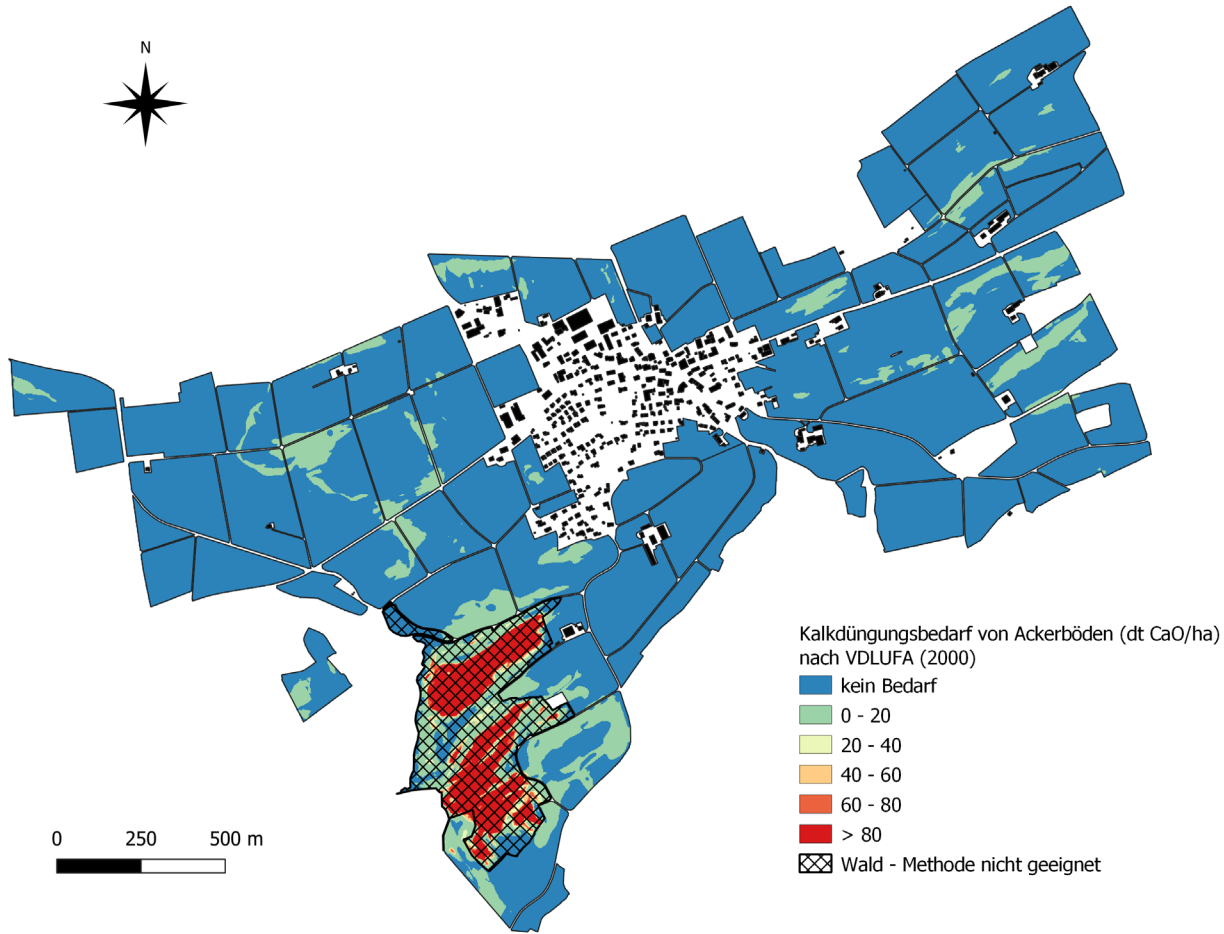


Classe d'aptitude agricole (CA)

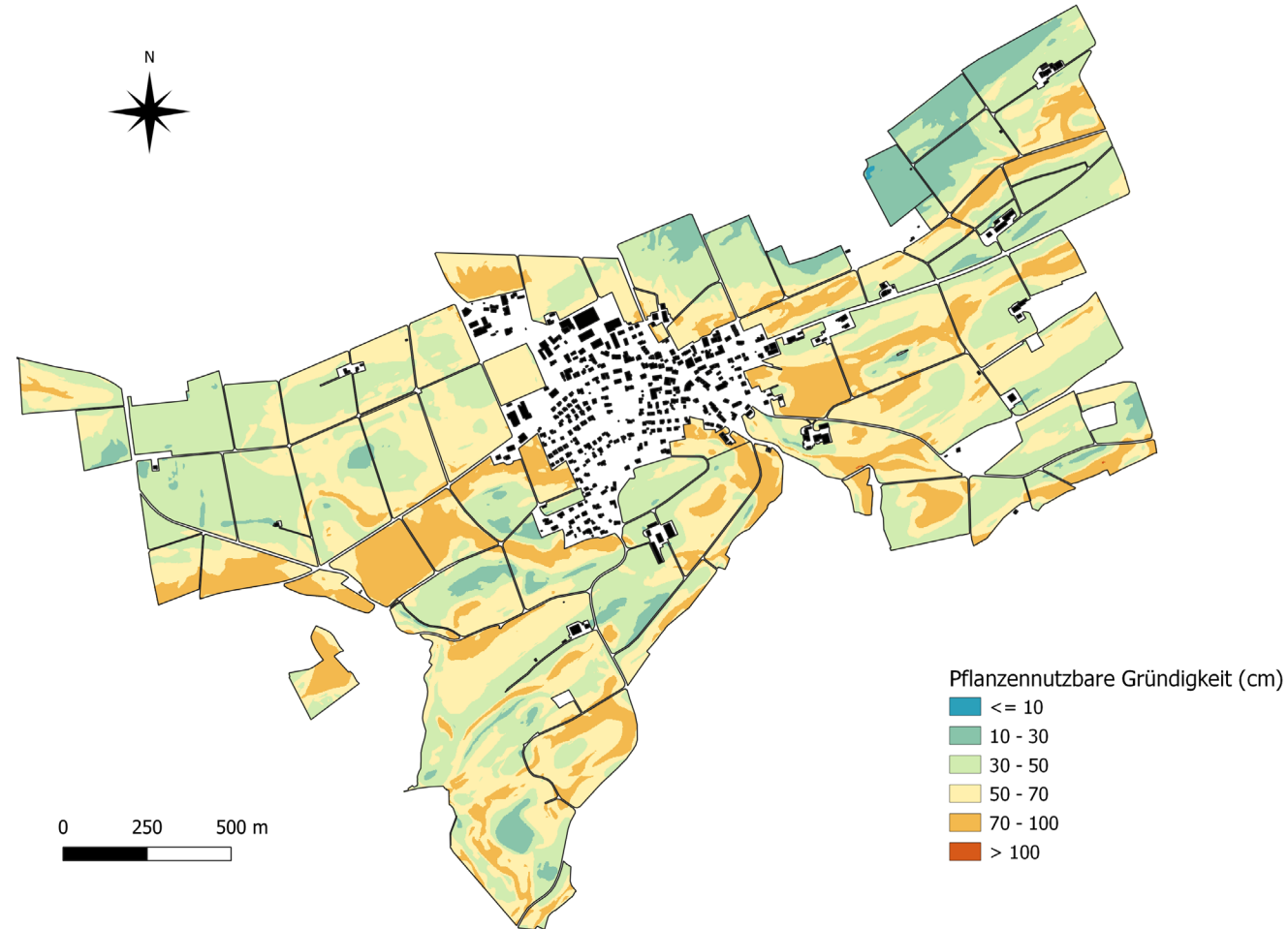


Agriculture (OP2 Lommis)

Besoin en chaulage

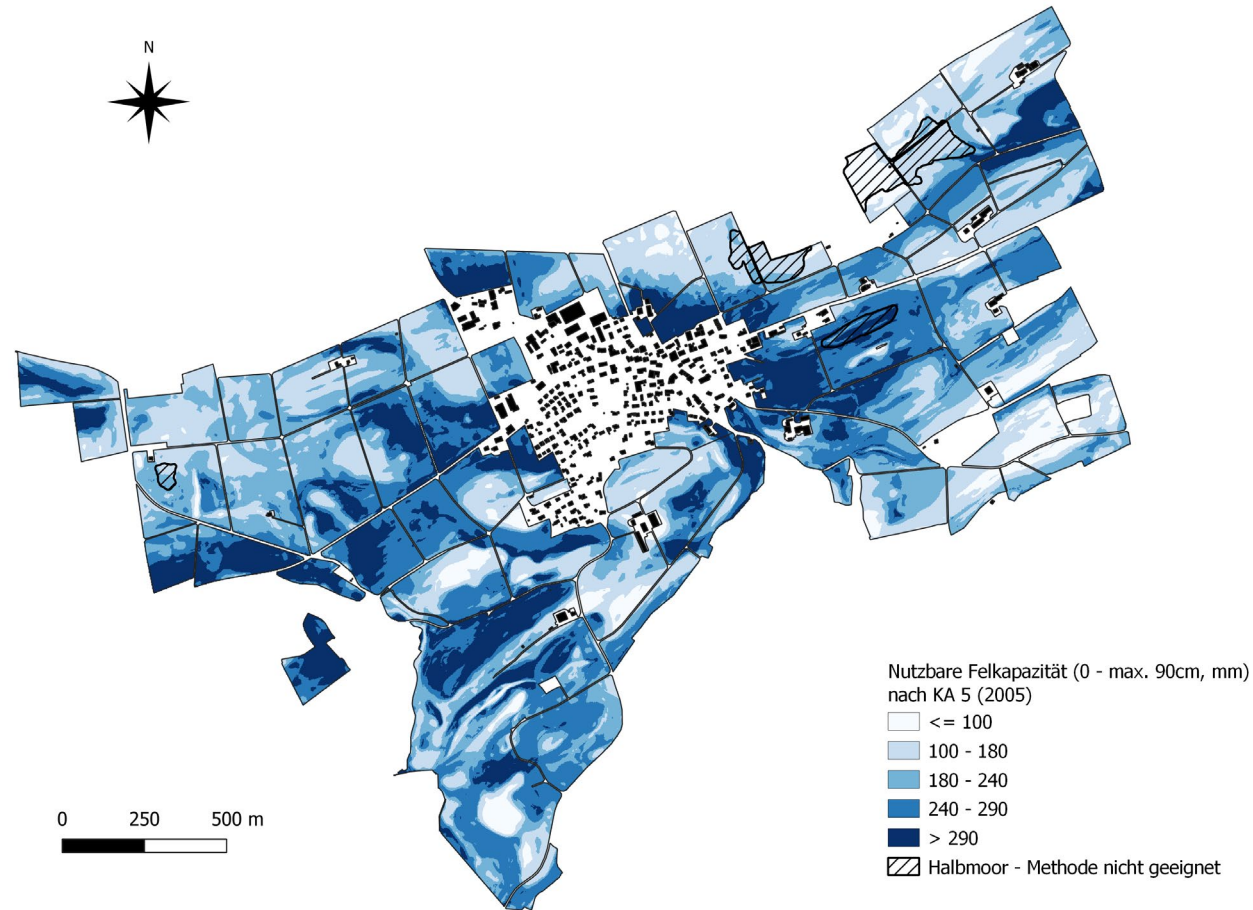


Profondeur utile (PU)

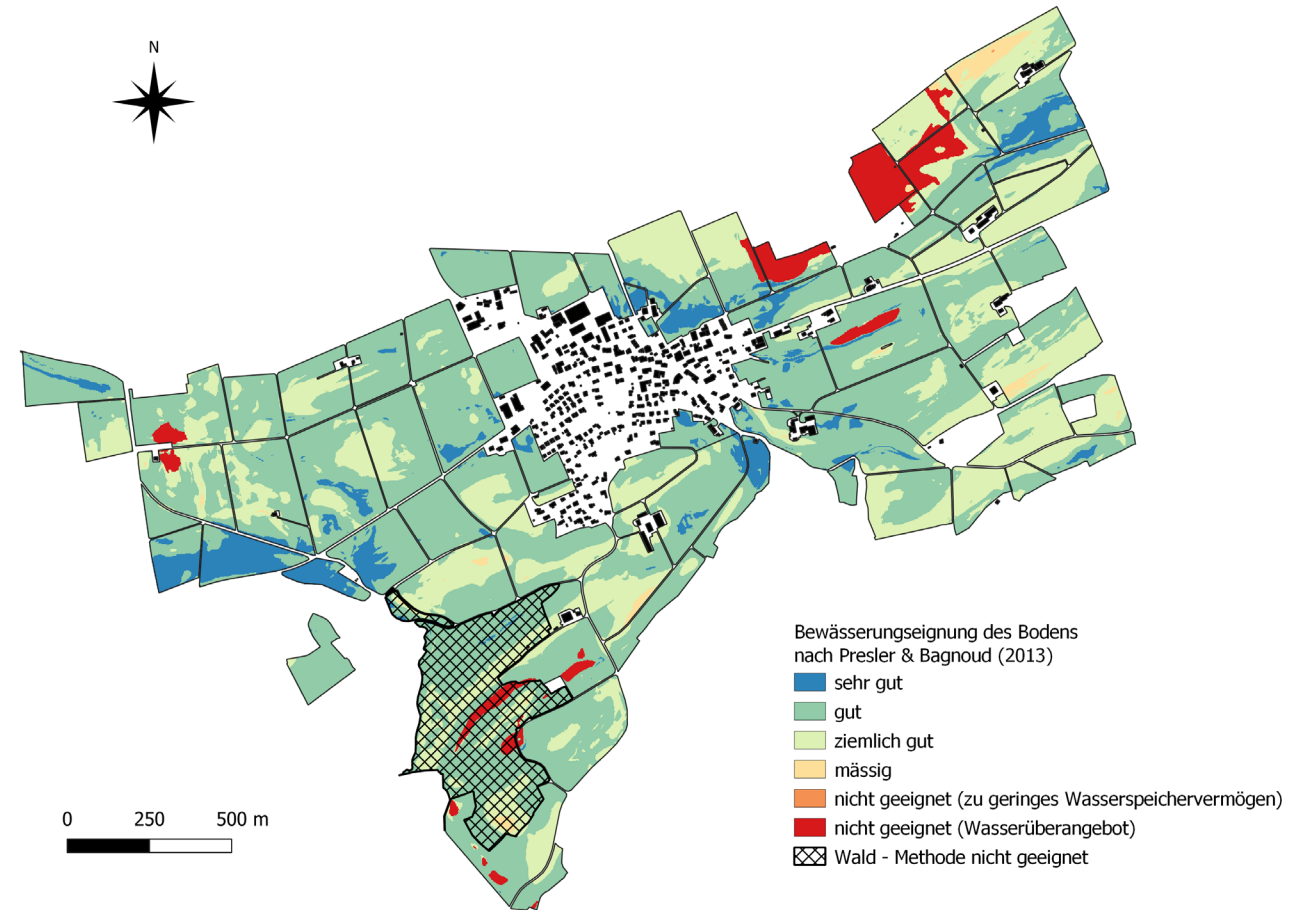


Sécheresse et irrigation (OP2 Lommis)

Réserve utile (RU)

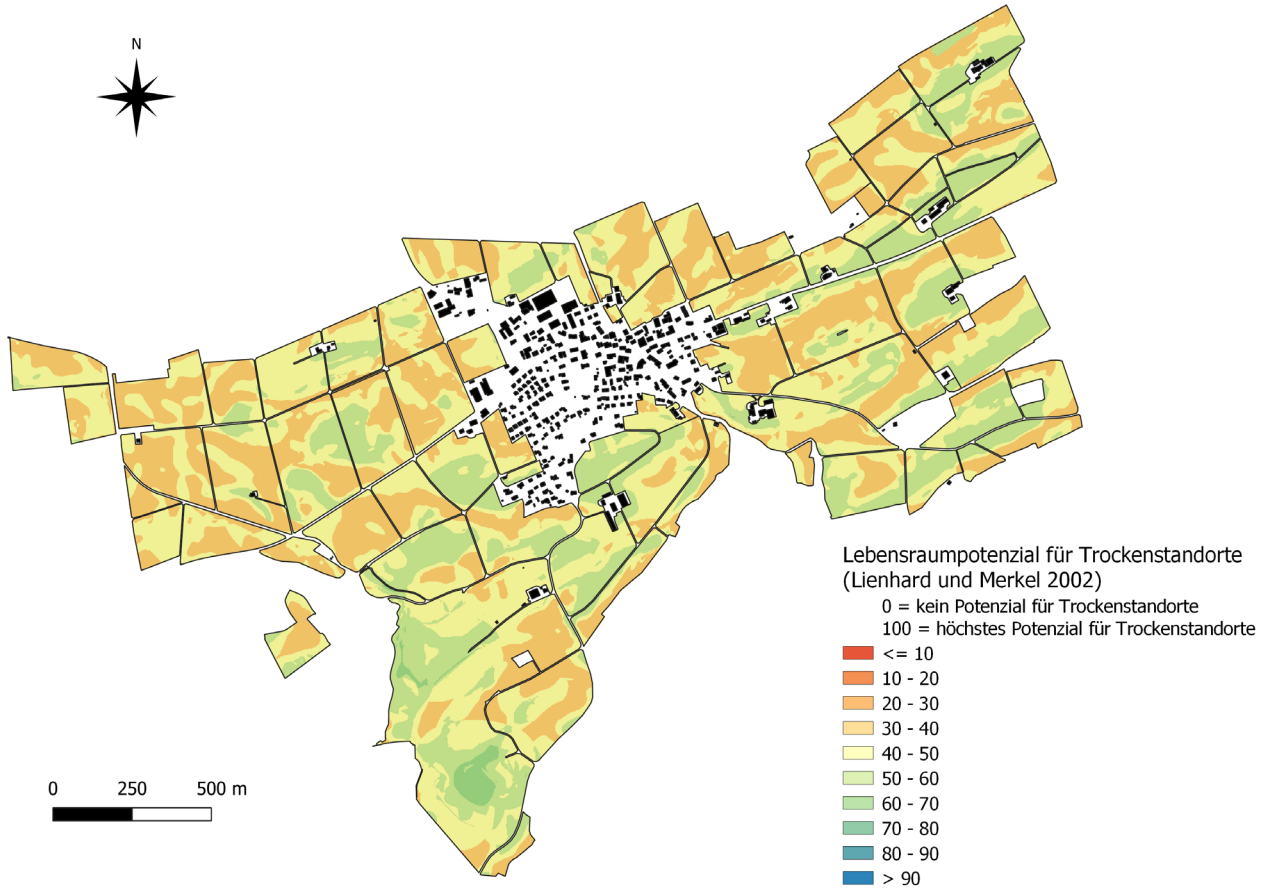


Aptitude à l'irrigation

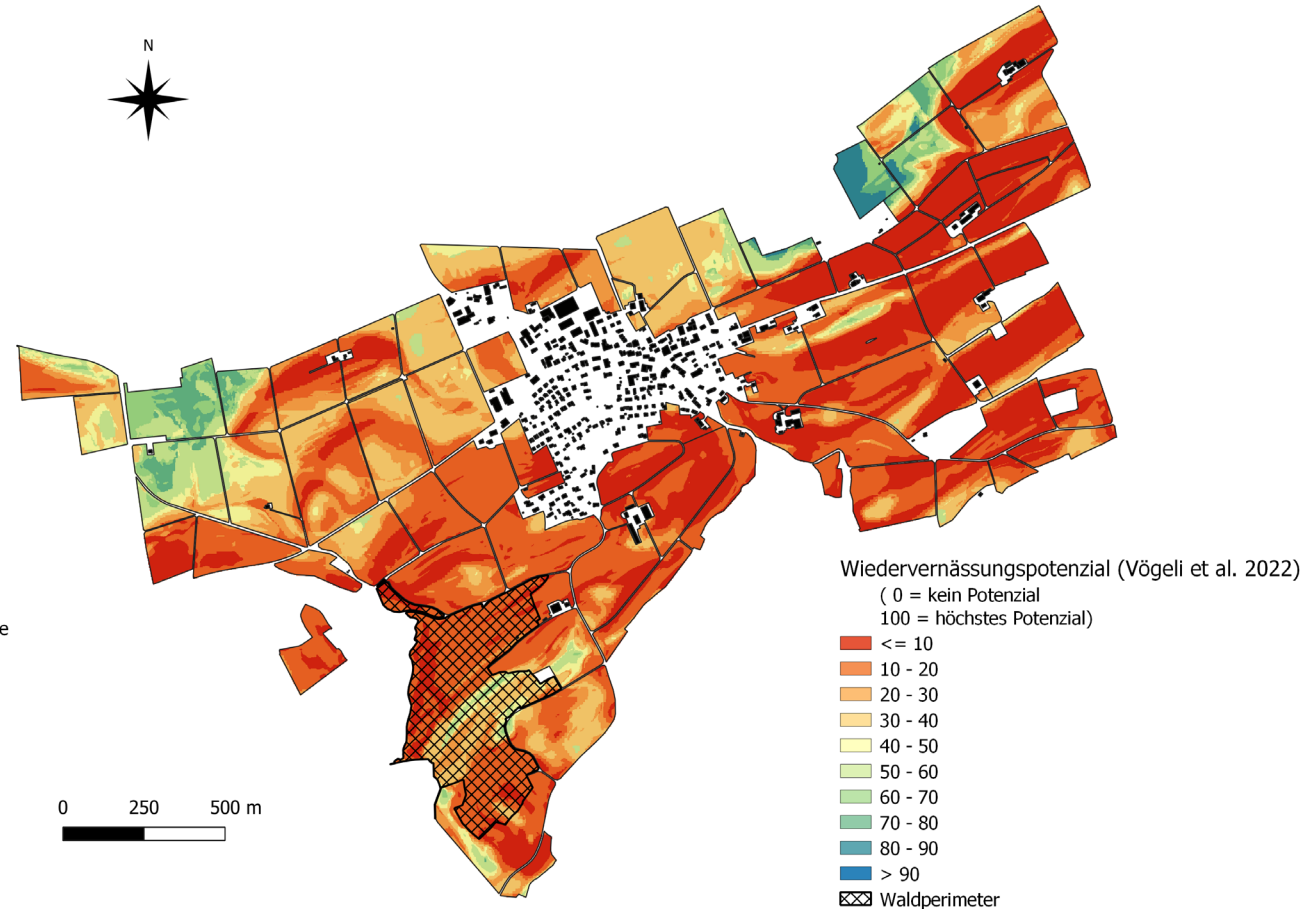


Protection de la nature (OP2 Lommis)

Potentiel d'habitat dans les milieux secs

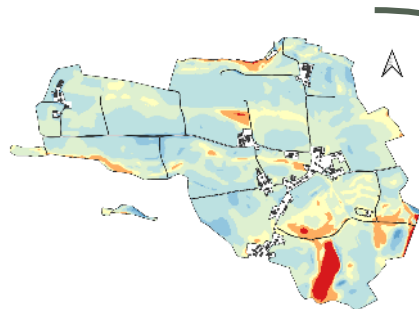


Potentiel de remise en eau

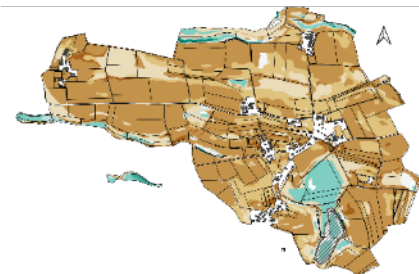


— Aménagement du territoire : indice de qualité des sols (= agrégation de plusieurs fonctions des sols)

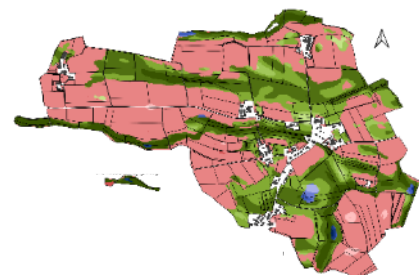
Fonction de stockage
du carbone



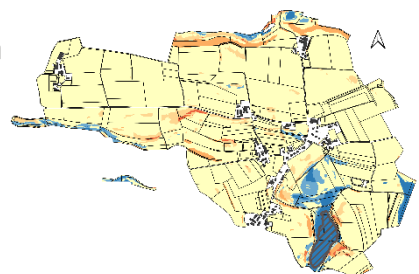
Fonction de
production



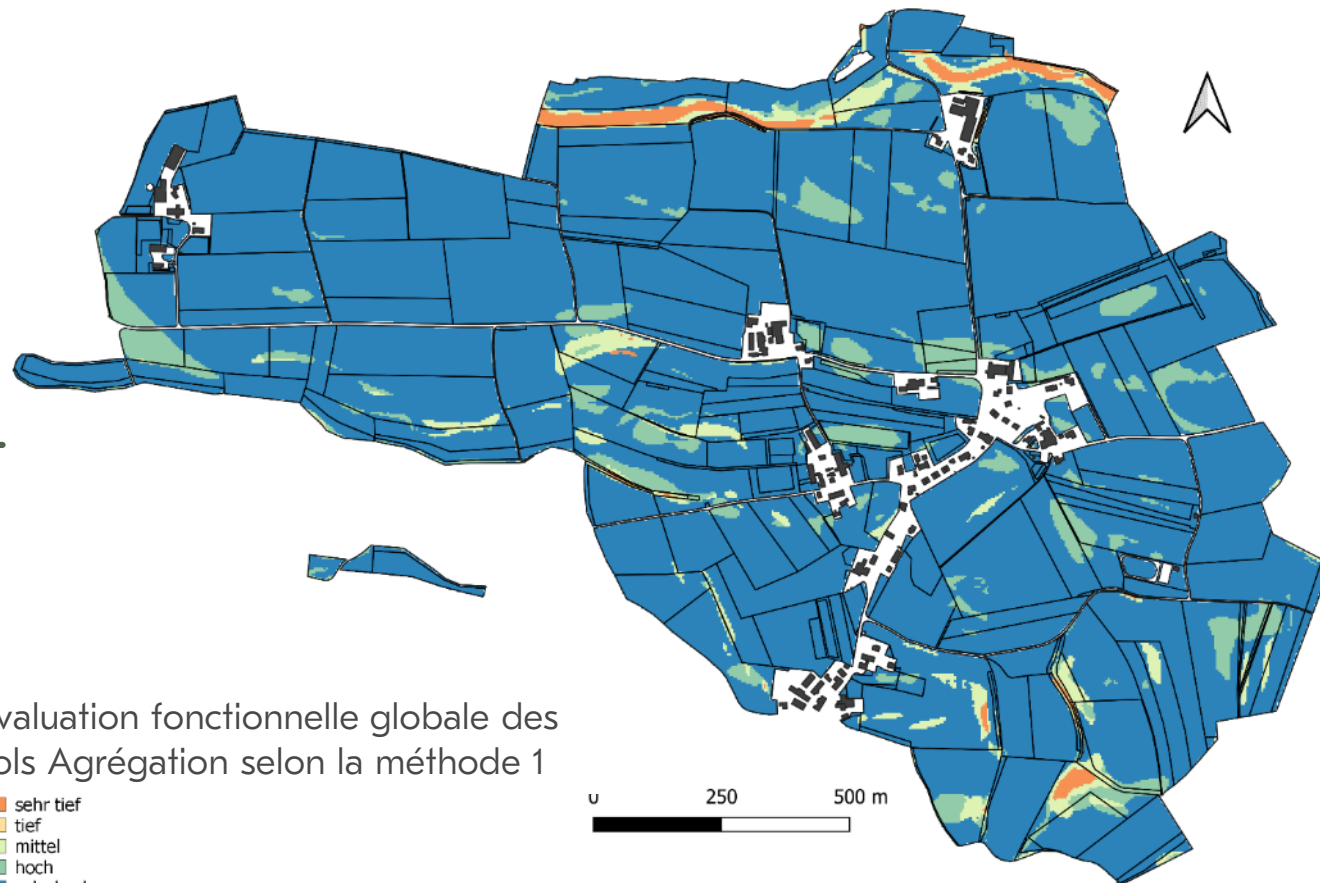
Fonction d'habitat



Fonction de régulation
de l'eau



Diemerswil (185 ha de sols agricoles)



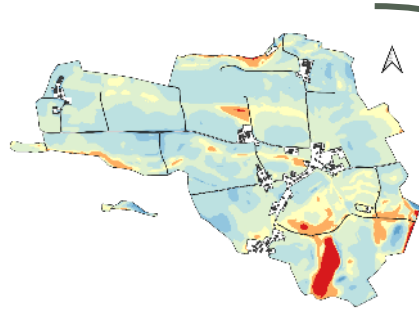
Évaluation fonctionnelle globale des
sols Agrégation selon la méthode 1

sehr tief
tief
mittel
hoch
sehr hoch

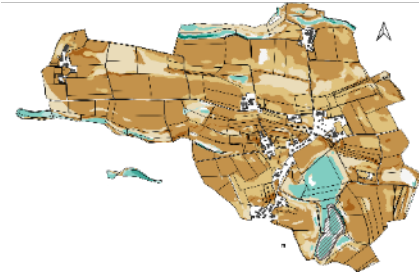
u 250 500 m

— Aménagement du territoire : indice de qualité des sols (= agrégation de plusieurs fonctions des sols)

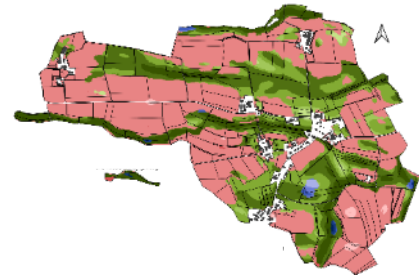
Fonction de stockage
du carbone



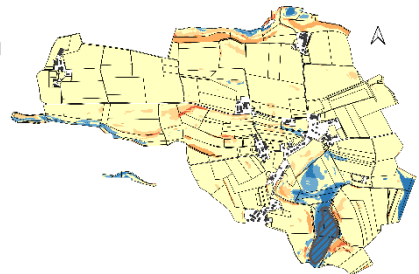
Fonction de
production



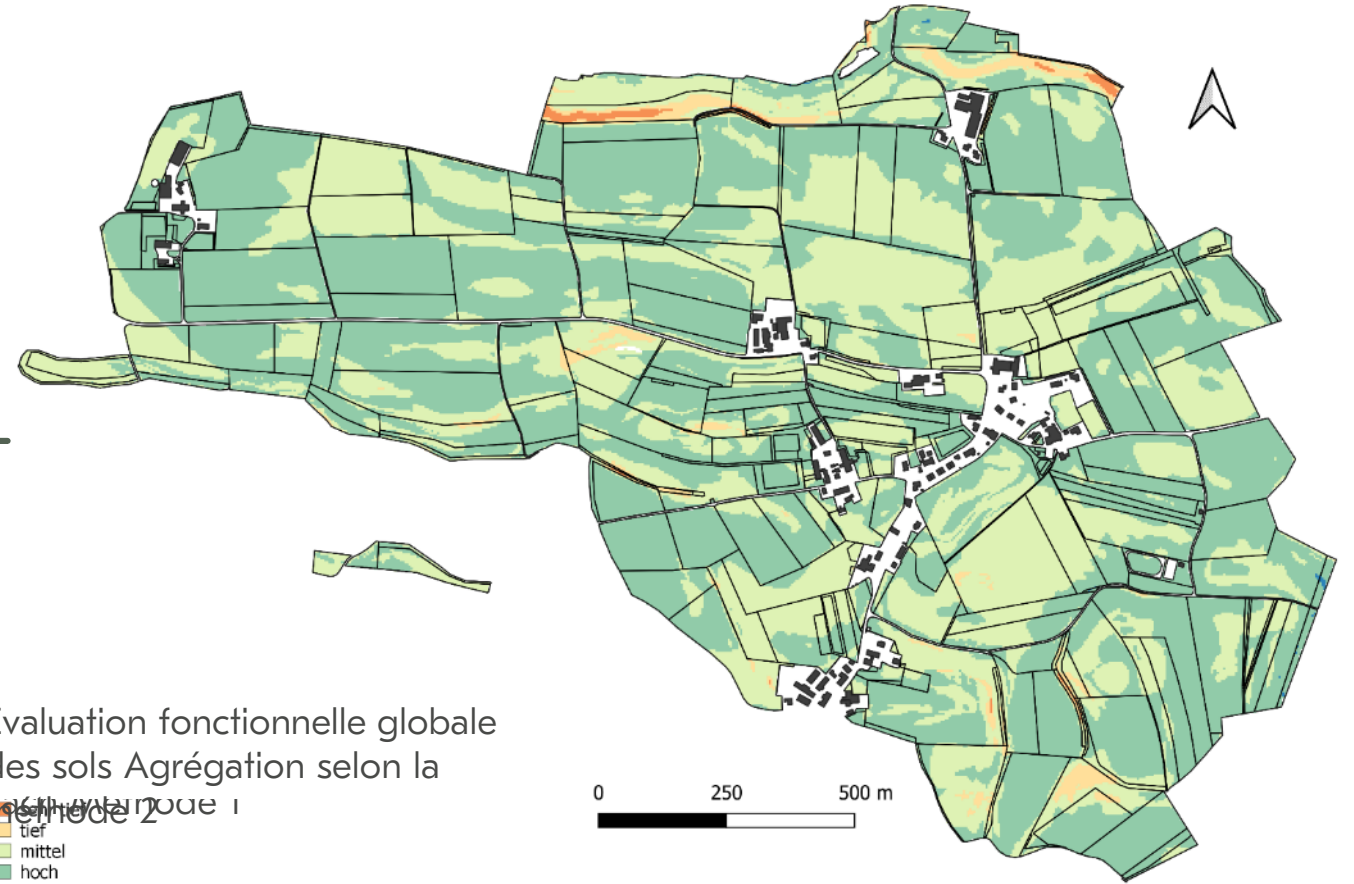
Fonction d'habitat



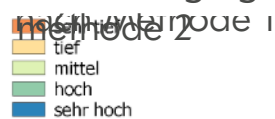
Fonction de régulation
de l'eau



Diemerswil (185 ha de sols agricoles)



Évaluation fonctionnelle globale
des sols Agrégation selon la
méthode 2



Développer les cartes thématiques issues de la cartographie des sols

	Sources	Domaine thématique principal
Sensibilité à la compaction (dynamique)	Kuhwald et al. 2018	Protection des sols
Risque d'érosion	Bircher et al. 2019	Protection des sols
Capacité à lier et à dégrader les polluants	Bechler und Thot 2010	Protection des eaux et eaux souterraines
Capacité à fixer les métaux lourds	DVWK 1988	Protection des eaux et eaux souterraines
Rétention des nutriments face aux pertes par infiltration et par ruissellement	Jäggli 1998	Protection des eaux et eaux souterraines
Capacité de liaison, de dégradation et de rétention de polluants organiques spécifiques	Litz 1998	Protection des eaux et eaux souterraines
Fonction de régulation du régime hydrique	Danner et al. 2003	Protection contre les inondations
Potentiel d'enrichissement en matière organique	Johannes et al. 2017	Protection du climat
Réserve en carbone	Keller et al. 2023	Protection du climat
Fonction de régulation du climat	Hessen 2021	Protection du climat
Potentiel de libération de l'azote	Flisch 2017	Agriculture
Besoin de chaulage	Flisch et al. 2017	Agriculture
Optimisation de la fertilisation (P et K)	Flisch et al. 2017	Agriculture
Facteur de correction pédologique pour la fertilisation azotée normalisée	GRUD	Agriculture
Disponibilité des nutriments	Lehmann et al. 2010	Agriculture
Recommandation de chaulage VDLUFA	VDLUFA 2000	Agriculture
Potentiel de fourniture ultérieure d'azote pour une année climatique moyenne	GRUD	Agriculture
Münchenberg Soil Quality Rating	Müller 2007	Agriculture
Fonction d'habitat pour les microbes	Oberholzer 2007	Protection de la nature
Potentiel du site pour les communautés de plantes vivantes aux conditions extrêmes	Siemer 2014	Protection de la nature
Potentiel des surfaces humides	Szerencsits 2018	Protection de la nature
Potentiel de remise en eau	Vögeli et al. 2022	Protection de la nature
Estimation de l'activité biologique des sol	Bug et al. 2020	Protection de la nature
Habitats potentiels pour les biocénoses du sol	Bug et al. 2020	Protection de la nature
Aptitude agricole CA 2023	Greiner et al. 2023	Aménagement du territoire
Indice de qualité des sols	Hessen 2021	Aménagement du territoire
Potentiel du besoin en irrigation (LBEG)	Müller et al. 2012	Sécheresse
Capacité tampon	Zimmermann 2011	Forêts et sylviculture

Où en est le développement de la cartographie des sols ?

B. Création de cartes à l'aide de méthodes numériques

Numérisation et travail intégratif , Thorsten Behrens

Voyage dans un avenir proche

3^e projet pilote du CCSols (OP3) à Prez-vers-Noréaz (FR)

- du point de vue de la modélisation
- focus sur les nouveaux outils destinés à la pédologie
- état actuel du développement des cartographies à grande échelle

Contenu

- Phase conceptuelle
 - Relevé et traitement des données
- Travail sur le terrain
 - (prospection, profils), sondages pédologiques
- Création des cartes





Phase conceptuelle

Création des cartes des propriétés des sols

- avant le travail pédologique sur le terrain
- Aspect central pour le projet pilote du CCSols dans la commune de Prez (OP3)

FAL24+/KA23/OP1&2 du
CCSols

Projet pilote OP3 du CCSols
dans la commune de Prez

La pédologie et les propriétés
des sols sont relevées
simultanément

Etape 1 / phase conceptuelle :

- établissement des cartes des propriétés des sols

Etape 2 / travail sur le terrain:

- prospection
- profils
- Sondages pédologiques

Phase conceptuelle

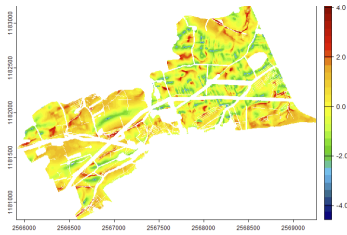
Concept d'échantillonnage pour l'établissement des cartes des propriétés des sols (H3)

- Equation d'une fonction pédologique

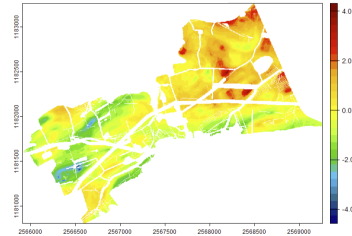
Sélection de cartes de base SIG pertinentes en ce qui concerne les facteurs de formation des sols

- Relief (analyses de terrain)
- Produits issus de la télédétection

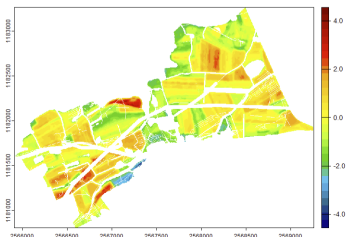
Accumulation locale de l'écoulement



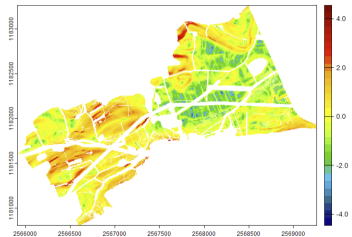
BareSoil SWR2



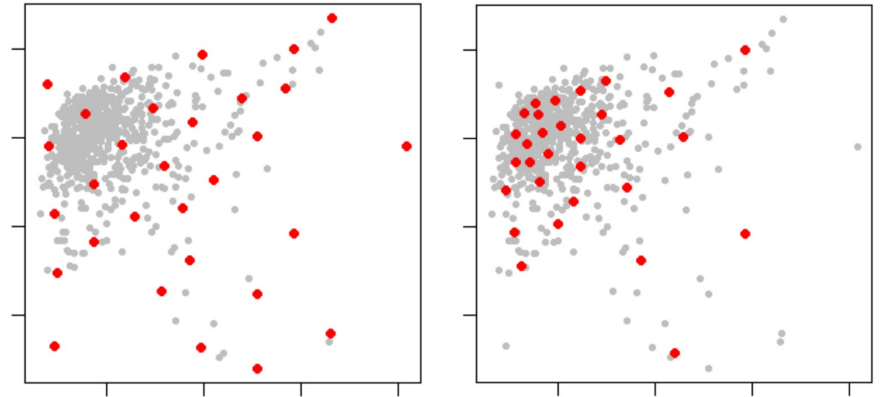
NDVI Sentinel



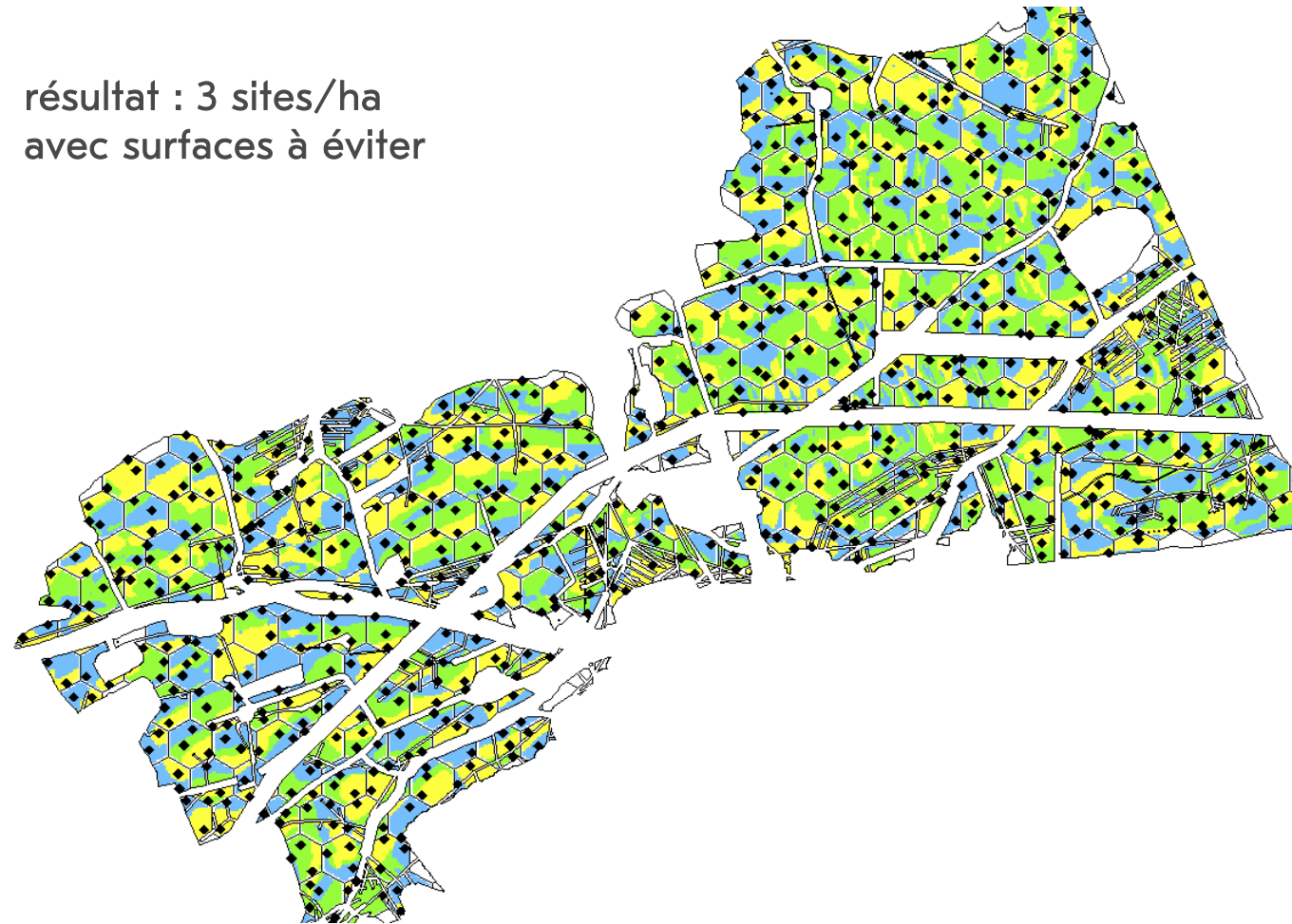
Rugosité de la surface



Méthodes pour le concept d'échantillonnage



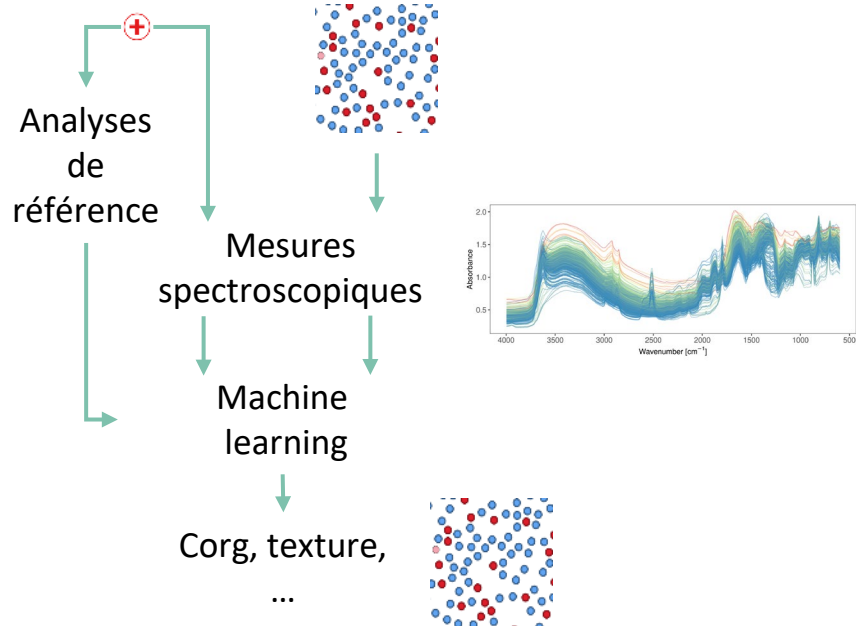
résultat : 3 sites/ha avec surfaces à éviter



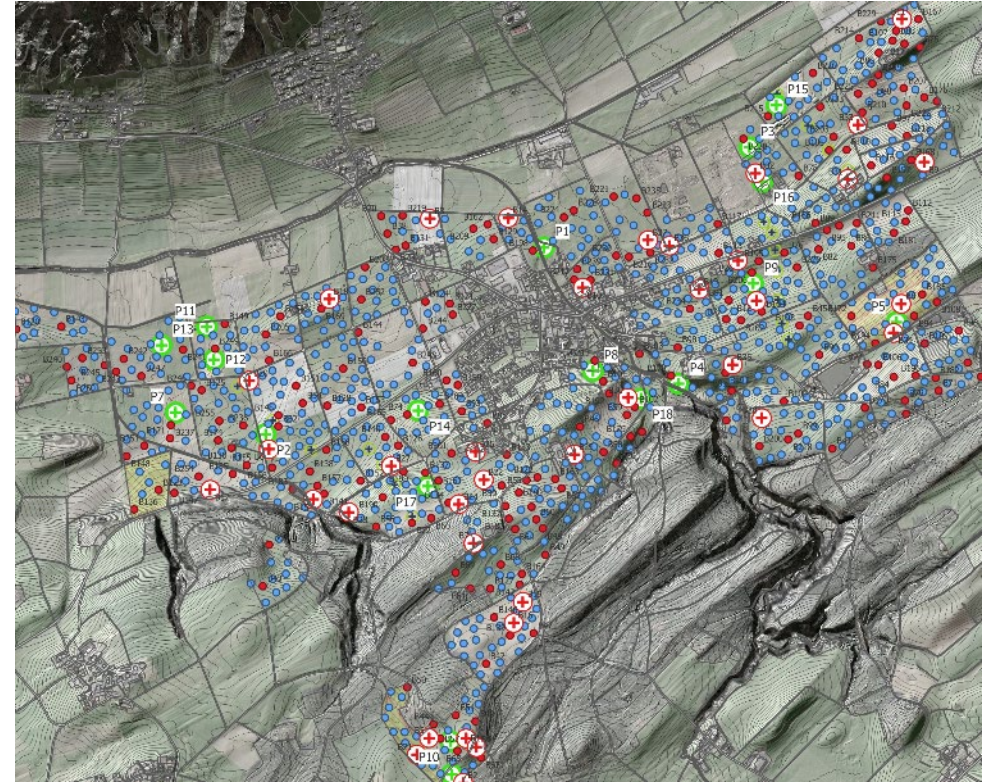
Phase conceptuelle

Création des cartes des propriétés des sols

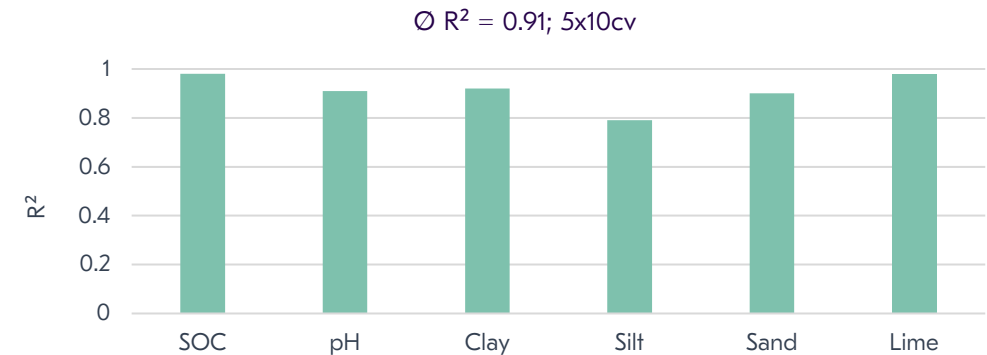
- Échantillonnage et spectroscopie en



Plan d'échantillonnage (3 sondages/ha, OP2)



Validation des modèles spectraux (OP3)



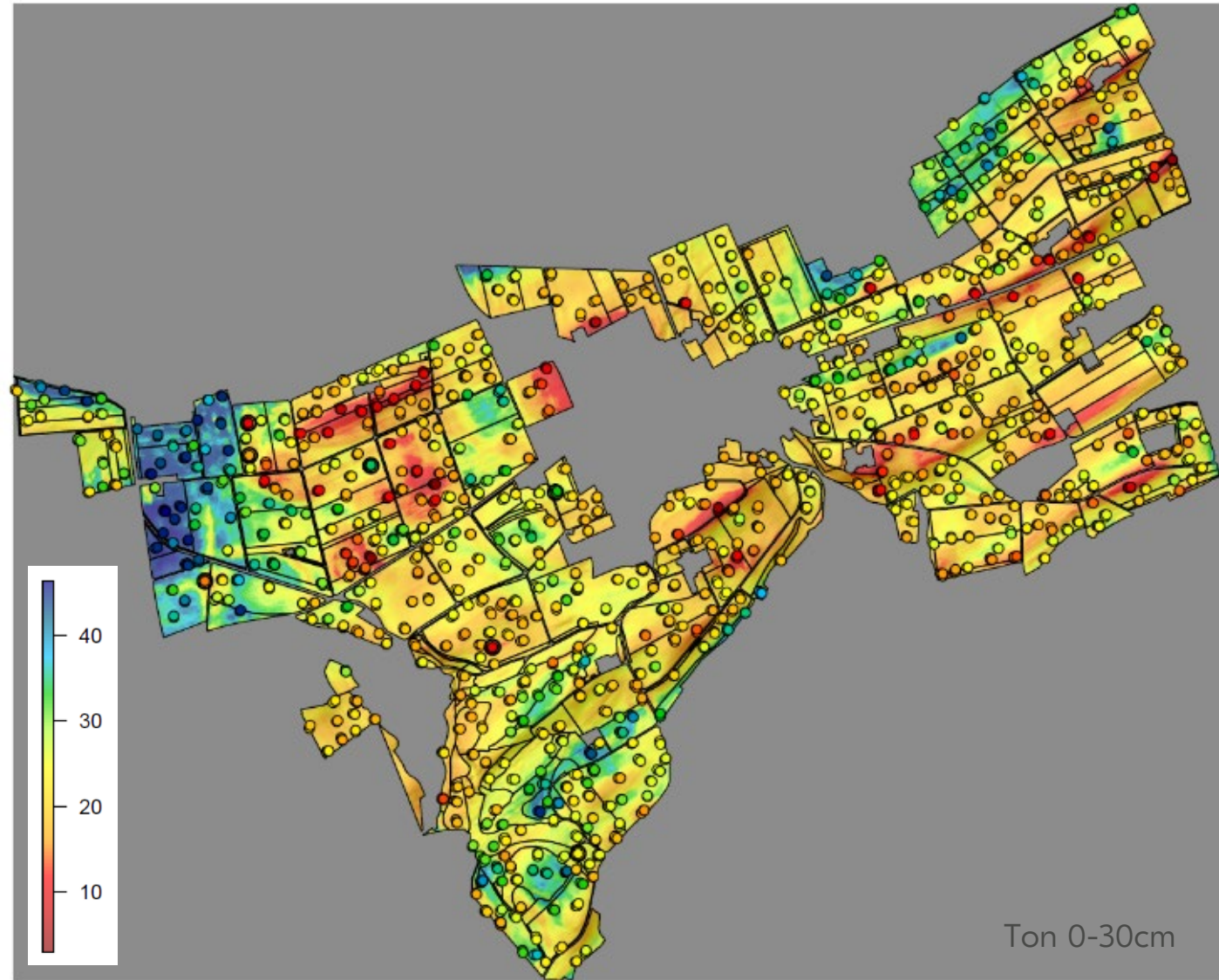
Phase conceptuelle

Création des cartes des propriétés des sols

- Du point à la surface
 - Modélisation spatiale
 - env. 400 covariables
 - $s = f(cl, o, r, p, t)$

Cartes de propriétés des sols à trois niveaux de profondeur

- Argile, limon, sable
- pH
- Teneur en C_{org}
- Teneur en carbonates



Phase conceptuelle

Concept d'échantillonnage II

- Pour les sondages pédologiques
 - A) Fixe
 - Sur la base des cartes des propriétés des sols et des covariables pertinentes issues de la modélisation des propriétés du sol
 - B) Choix libre



Choix de l'emplacement en général

- Profils: choix du pédologue
- Cartes des propriétés des sols : concept d'échantillonnage
- Sondages pédologiques : mixtes

Travail sur le terrain

- Outils numériques pour le travail pédologique sur le terrain
- Intégration et processus de travail
 - Sélection des sites pédologiques
 - Réalisation des polygones



Support et numérisation

Outils numériques pour le travail pédologique sur le terrain

- Utilisation d'une tablette/d'un ordinateur
 - Soildat et QGIS/QField
- Nouveaux outils et nouvelles données de base
 - Données de base
 - Nouvelle classification du relief selon la revKLABS
 - Nouvelles cartes des propriétés des sols à haute résolution
 - Support pour le travail pédologique
 - Nouvelle présentation « live » des données relevées dans Soildat
 - Nouvelle réalisation simplifiée des polygones
 - Amélioration de la qualité des données
 - QS supplémentaire de «proximité»

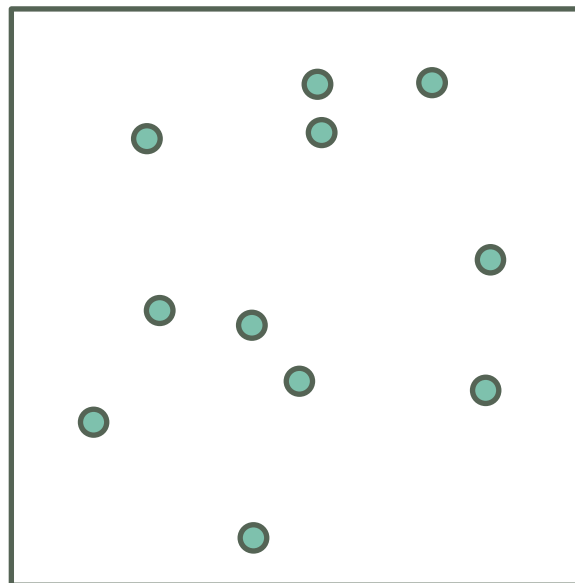


Travail sur le terrain et processus de travail

Choix du site

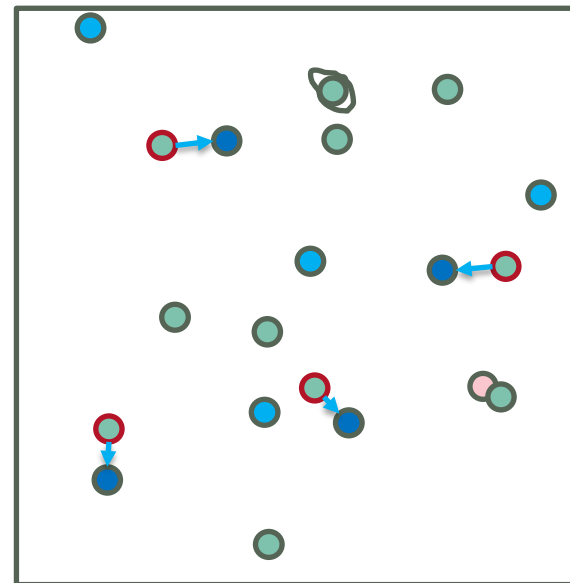
- Pour les sondages pédologiques

Modélisation



● Concept d'échantillonnage avec points définis

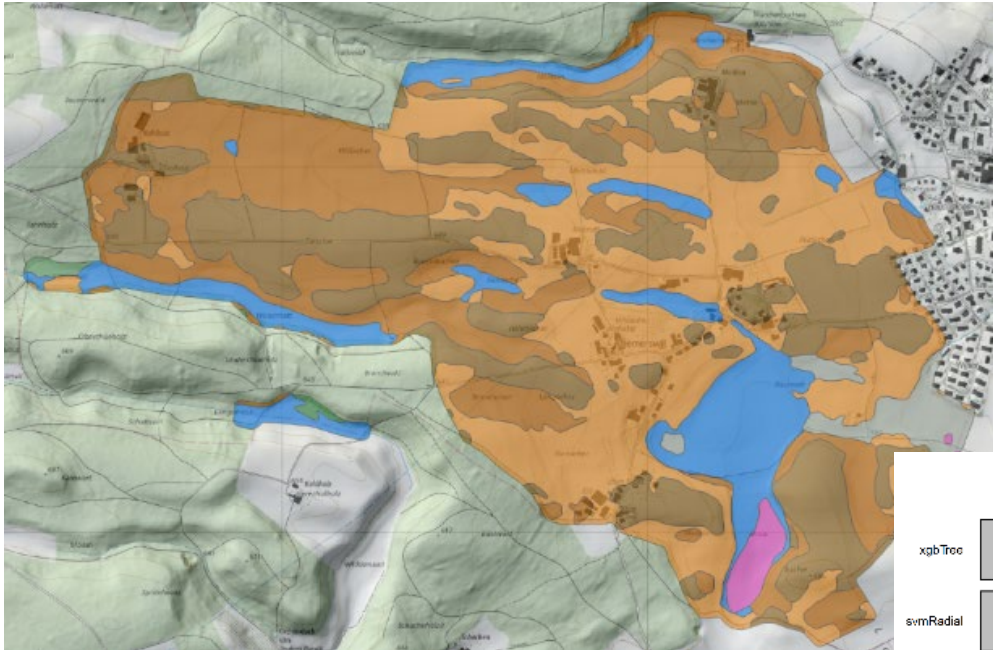
Pédologie



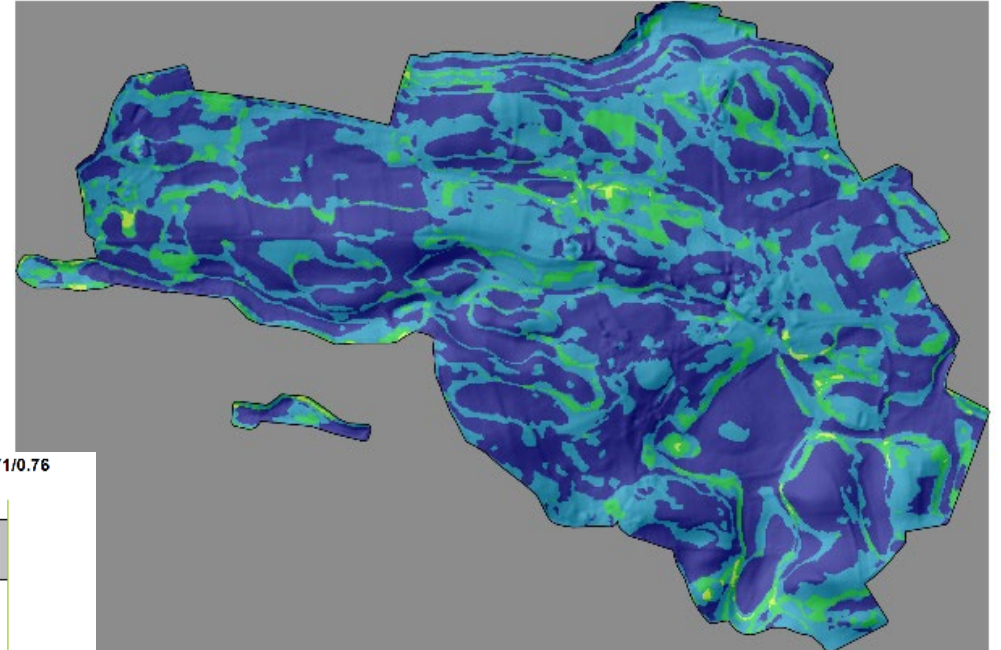
- Points éliminés
- Points de substitution
- Points supplémentaires
- Relevés supplémentaires d'unité complexe

Modélisation spatiale

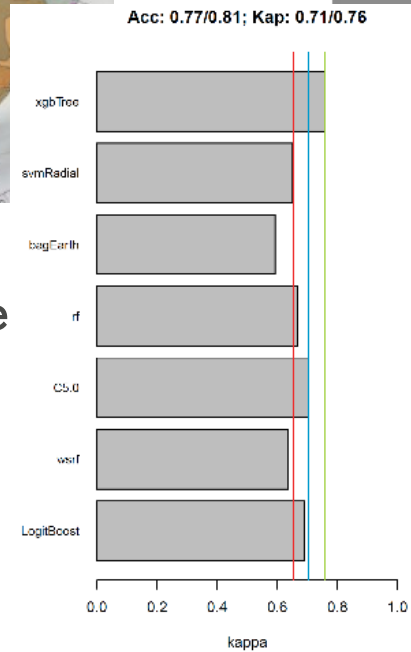
Carte matricielle (polygones) des types de sols



Carte des différences entre les modèles



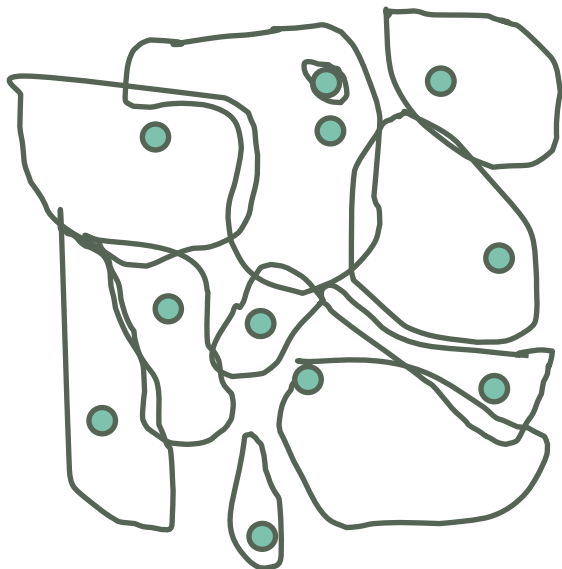
Qualité du modèle



Création des cartes

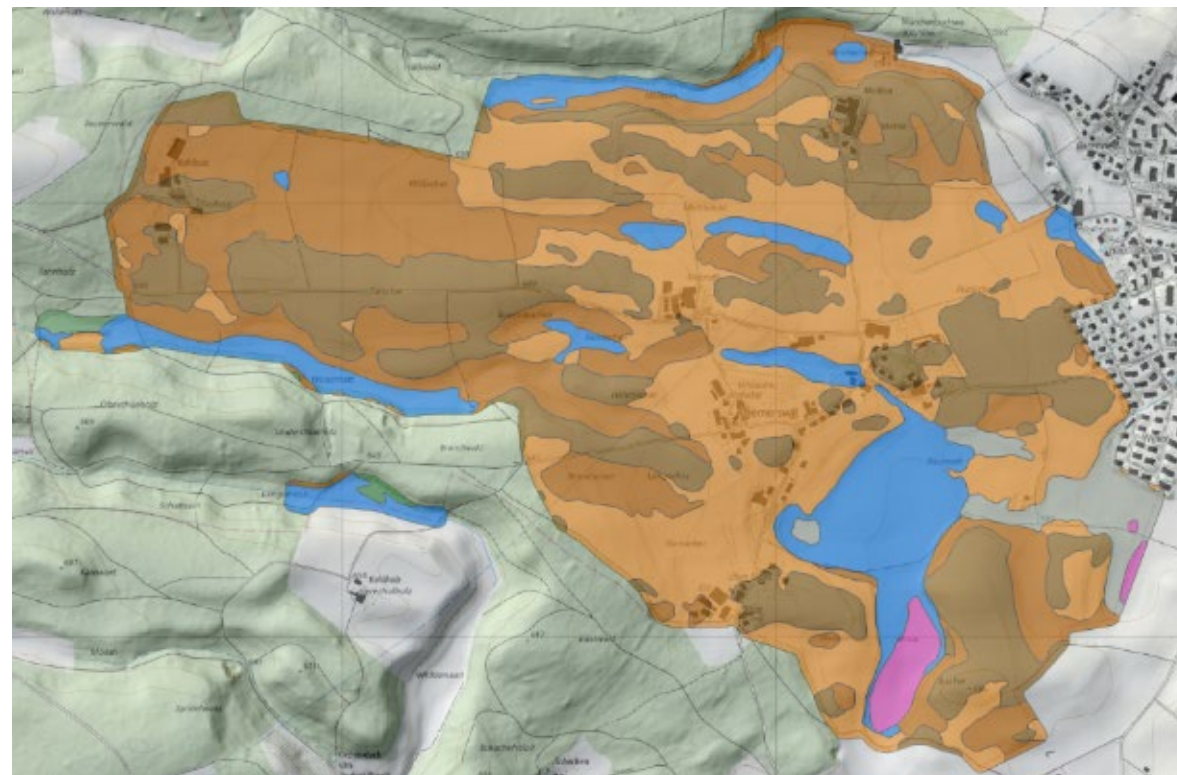
Réalisation simplifiée des polygones

- Esquisse du polygone dans un SIG (QField)
- Alignement sur la classification du relief et les cartes des propriétés des sols



Création des cartes et contrôle qualité (CQ)

- Évaluation scientifique des données
 - sur la base des données surfaciques
- **Nouveau** CQ des surfaces réalisé par les pédologues et à l'aide de la modélisation



Voyage dans un avenir proche: 3^e projet pilote (OP3) du CCSols à Prez-vers-Noréaz

- Etat actuel du développement, pas encore de produits finis, développement agile
- Nécessité d'une collaboration et d'un échange plus poussés entre les pédologues et les géomaticiens
- Méthodes et éléments sur lesquels travailler:
 - **Technique**: laboratoire & véhicule de sondage
 - **Numérisation**: outils et supports apportant de l'aide
 - Nouvelles **données de base** pour le travail sur le terrain:
 - Cartes des propriétés des sols
 - Classification du relief
 - Données issues de la télédétection
 - Mise en place de la **gestion des données**: sur l'ensemble du processus cartographie
 - Partage du travail & **collaboration**: intégration des processus de travail



Les éléments de ce qui n'a pas été abordé aujourd'hui et que nous présenterons lors de prochaines séances; renvoi à d'autres manifestations : BGS 4.0 online, excursion sur le terrain du projet pilote à Prez-vers-Noréaz du CCSols et éventuellement d'autres.



SSP/BGS - groupe de travail Boden 4.0

Méthodes numériques utilisées pour le travail pédologique sur le terrain

<https://www.soil.ch/fr/la-ssp/les-groupes-de-travail>

Série de séance en ligne à partir du 27.2. jusqu'au 18.6. environ toutes les 2 semaines, le mardi entre 16:00-17:30

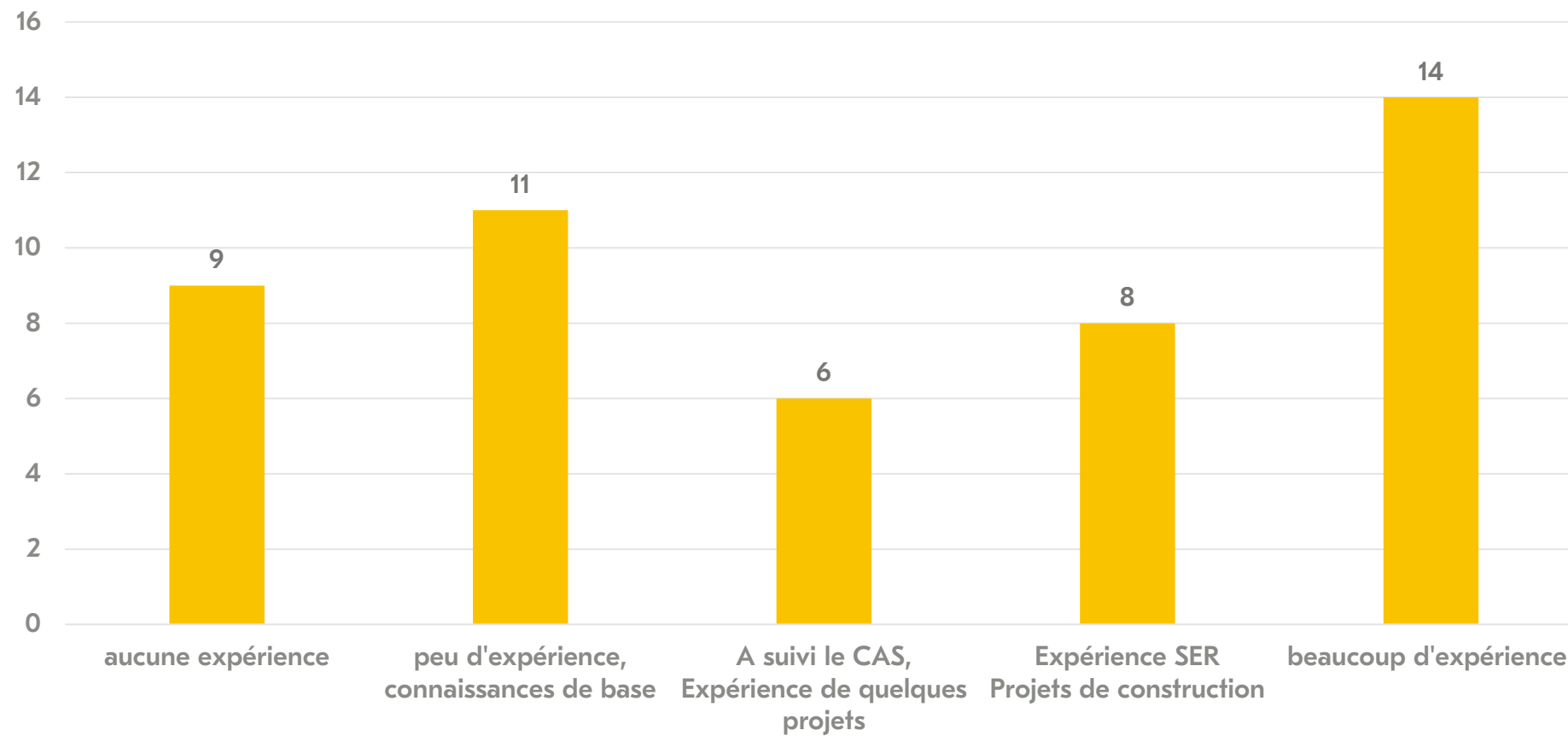


Partie 2: dans quelle direction doit s'orienter la cartographie?

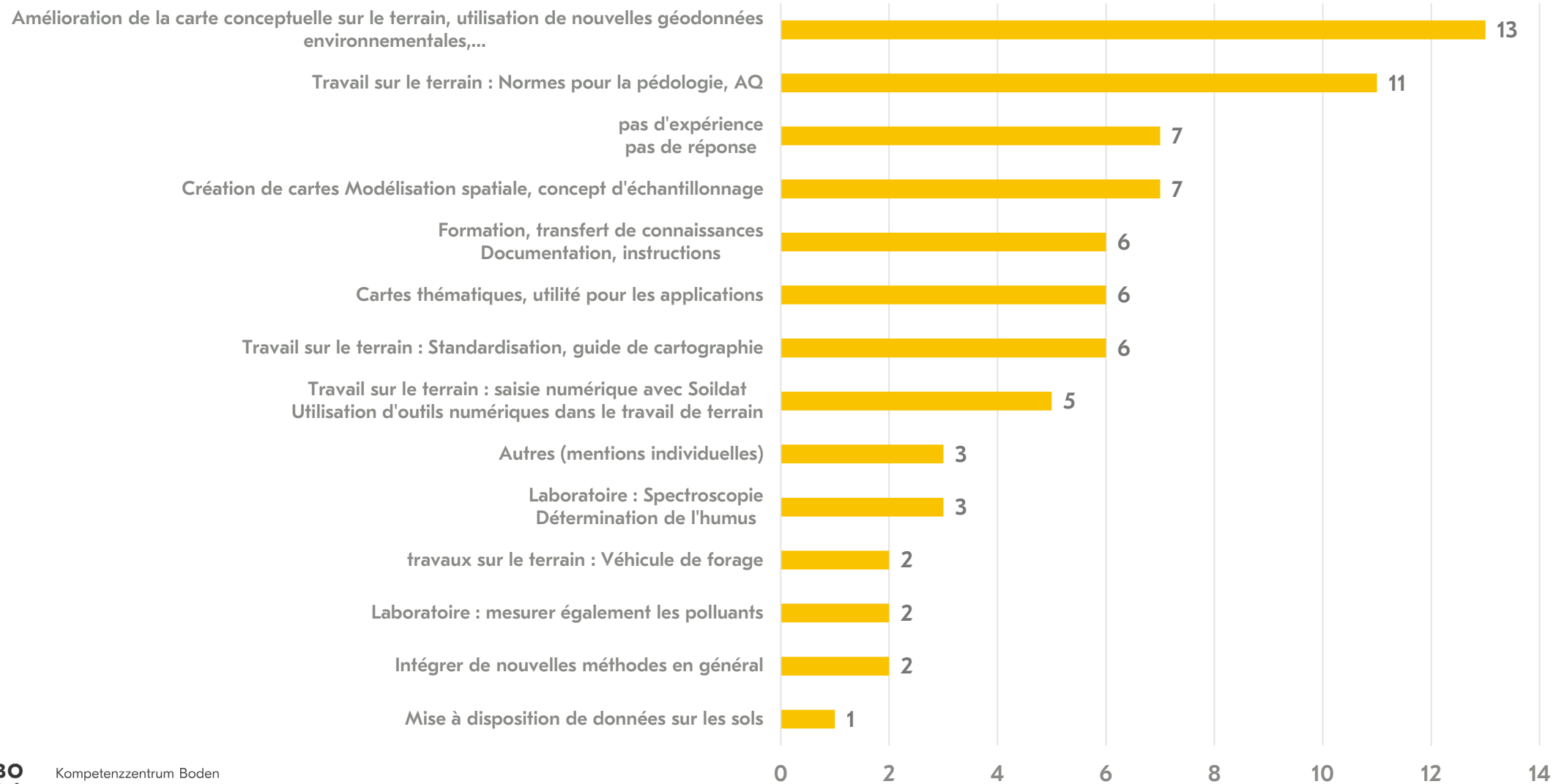
Table ronde

Modération: Silvia Tobias (WSL)

Evaluation du sondage de Mentimètre - «Quel est votre niveau d'expérience en matière de cartographie des sols ?»



Evaluation du sondage de Mentimètre – «Pour quelles étapes de travail et quelles méthodes existe-t-il le plus grand potentiel de développement?»



Synthèse de la table ronde, partie «Pour quelles étapes de travail et quelles méthodes existe-t-il le plus grand potentiel de développement?»

Bureaux d'ingénieurs

- Jusqu'à présent, la collaboration entre les différent-e-s protagonistes de la cartographie des sols a été bonne et constructive. Face à tous les nouveaux développements, il est possible de constater que la FAL24+ / KA23 apporte déjà une bonne méthode permettant un travail sur le terrain très efficace.
- La principale demande émise par les bureaux d'ingénieurs auprès du CCSols est que celui-ci leur fournisse le plus de données de base possible pour la phase conceptuelle.
- Le développement de nouvelles méthodes nécessite également un transfert de connaissances et la formation de plus de spécialistes.
- La cartographie des sols à l'échelle de la Suisse place les bureaux devant plusieurs défis :
 - Quel engagement envers la standardisation des méthodes et des procédures peuvent-ils attendre ?
 - Qui va décider de la priorisation de l'utilisation potentielle des sols ? (Par exemple pour les surfaces d'assolement (SDA) ou les mesures de protection contre les inondations ?)
 - Les exigences posées aux bureaux par la nouvelle méthodologie et la nouvelle répartition du travail en matière de cartographie des sols diminuent-elles ? Les bureaux perdront-ils, par conséquent, des revenus ?
 - Comment vont se dérouler les contacts avec les agriculteurs et les agricultrices dont les terres doivent être cartographiées ?
 - Le problème du fédéralisme : avec 26 cantons, il y a presque 26 façons différentes de procéder. Cela pose des problèmes aux bureaux d'études. Pourquoi n'est-il pas du ressort de la Confédération de fixer les lignes directrices pour la cartographie des sols à l'échelle de la Suisse ?

Synthèse de la table ronde, partie «Pour quelles étapes de travail et quelles méthodes existe-t-il le plus grand potentiel de développement?»

Cantons

- En raison de la collaboration entre différent-e-s protagonistes, il est important que les tâches de chacun-e soient définies. Dans de nombreux cantons, il n'existe actuellement aucune cartographie en raison du manque de ressources (humaines et financières). Lorsque les ressources seront disponibles, la première question qui se posera au sein du canton est de savoir quel est l'office cantonal responsable de la cartographie des sols. Plus un canton est grand, plus il peut mobiliser de ressources.
- La communication est un élément important des projets, elle se fait au sein du projet lui-même, mais aussi en dehors de celui-ci avec les agriculteurs et agricultrices.
- Pour un représentant cantonal, il est important de recourir à des experts locaux, car ce sont eux qui connaissent le mieux les spécificités du canton, contrairement aux experts externes.
- Afin d'éviter 26 solutions, les cantons de Vaud, de Genève, de Fribourg et de Berne se sont associés. Ensemble, ils vont lancer un projet pilote intercantonal. Les sols ne s'arrêtent pas aux frontières cantonales.

Synthèse de la table ronde, partie «Pour quelles étapes de travail et quelles méthodes existe-t-il le plus grand potentiel de développement?»

HAFL

- Dans de nombreux projets, la qualité des données est très importante. Les cartographes doivent connaître le terrain pour pouvoir réaliser des modélisations. Pour cela, il est important de disposer de spécialistes capables de reconnaître les différents types de terrain - l'ordinateur reste un outil de soutien.

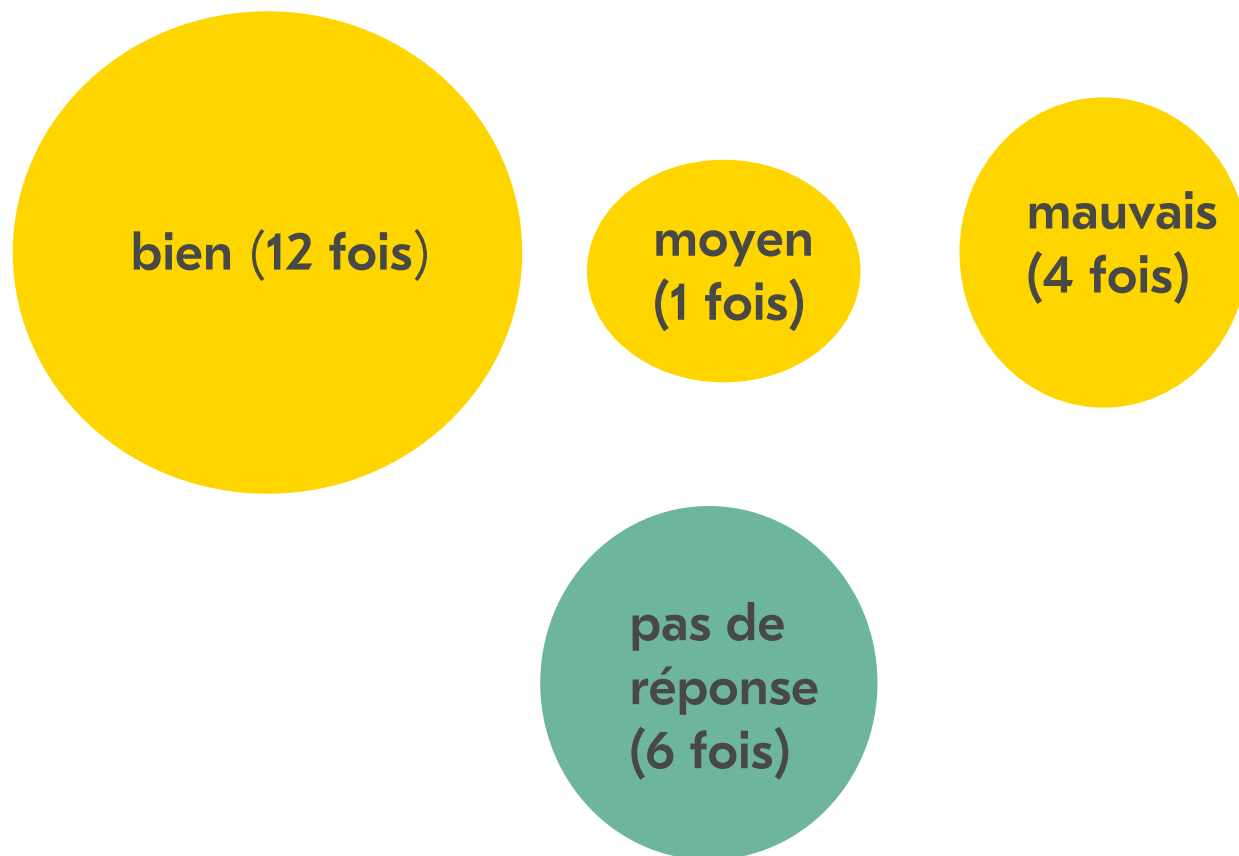
Confédération

- Une action isolée de la Confédération n'est pas une option pour la cartographie des sols à l'échelle nationale, car cela ne correspond pas à la coopération fédéraliste de la Suisse. Pour la Confédération, il est important que les cantons fassent appel à des spécialistes locaux.

CCSols

- A l'avenir, des outils numériques seront développés et utilisés de manière ciblée. Le CCSols développe également des outils pour faciliter le travail des personnes sur le terrain et le rendre plus efficace. Il est important de souligner que les spécialistes du travail sur le terrain ne seront pas remplacés par la numérisation, mais que ces outils les soutiendront. La quantité de travail sur le terrain sera plus importante et ne diminuera pas.

Evaluation du sondage de *Mentimètre* – «Quelle coopération entre les acteurs et actrices fonctionne le mieux ?»



Remarques fréquentes

- bon : collaboration entre les cantons et les bureaux d'ingénieurs
- mauvais : procédures différentes dans tous les cantons
- mauvais: ressources et disponibilité limitées du CCSols

Evaluation du sondage de Mentimètre – «Où faut-il agir?»

**Comparabilité,
standardisation,
approche
uniforme**

**Collaboration et
comparaison des
informations
entre cantons,
bureaux
d'ingénieurs,
CCSols**

la communication

**Transfert de
connaissances
nouvelles
méthodes**

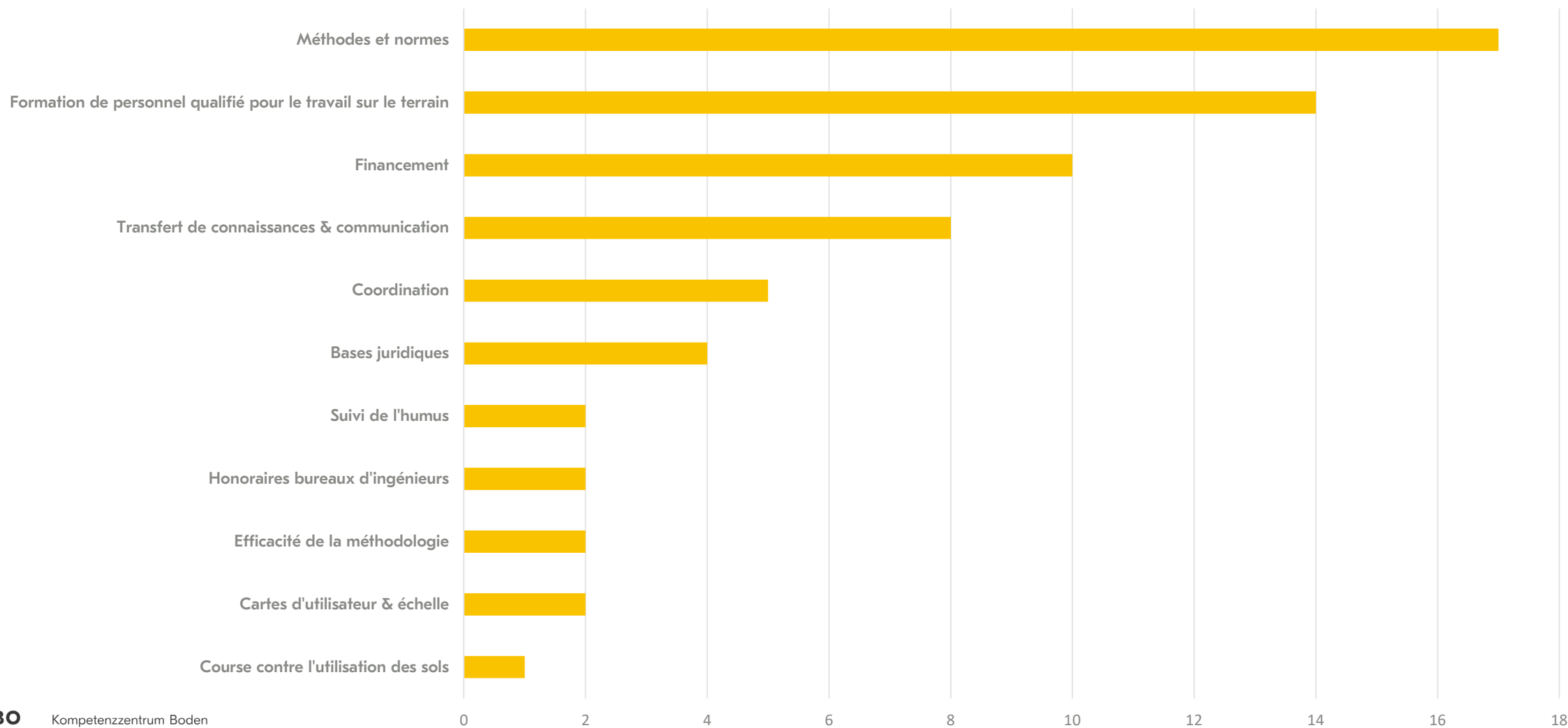
**Formation des
professionnels**

**Amélioration
de
l'organisation
des projets**

**Créer une
offre pour les
tests**

Evaluation du sondage de Mentimètre – «Quels seront les plus grands défis de la cartographie des sols dans les années à venir ?»

Nombre



Synthèse de la table ronde, partie «Quels sont les défis de la cartographie des sols dans les années à venir ? »

Bureaux d'ingénieurs

- La formation des spécialistes est complexe et coûteuse. Former suffisamment de professionnels est le plus grand défi.

Cantons

- Il est important de défendre les projets de cartographie. Nous avons pour mission de montrer que la cartographie est importante pour l'aménagement du territoire ou le domaine des dangers naturels, par exemple.
- Du point de vue des cantons, une standardisation est souhaitable. A cela s'ajoutent des ressources financières et humaines ainsi qu'un travail de sensibilisation. Les premiers jalons ont déjà été posés avec les SDA.

Confédération

- Du point de vue de la Confédération, une adaptation de la loi est nécessaire. La Confédération et les cantons doivent s'engager à prendre des mesures. Comme l'ont déjà mentionné plusieurs participants à la table ronde, le besoin d'informations pédologiques existe.

HAFL

- Les agriculteurs et agricultrices doivent être pris par la main. Nous devons leur montrer les avantages des données pédologiques.

CCSols

- La formation définit les conditions-cadres pour bien préparer les jeunes professionnels au travail de cartographe. De plus, la répartition des tâches dans une cartographie des sols et la collaboration entre différentes disciplines représentent un défi.

Synthèse de la table ronde, partie questions et commentaires du public

Question: «Quel est l'avenir des outils développés par le CCSols pour la cartographie des sols ? Ces outils sont-ils librement disponibles pour toutes les personnes intéressées ? Y aura-t-il des licences pour ces outils ?»

- Réponse: L'outil "Soildat", par exemple, est libre d'accès pour les personnes intéressées. D'autres outils en cours de développement et de nouvelles cartes de base SIG pour la phase conceptuelle sont également distribués gratuitement. Il n'y a aucune intention d'introduire un "modèle de licence" pour ces outils. Une bonne collaboration avec les bureaux d'ingénieurs et les offices cantonaux spécialisés est importante pour le CCSols. Les réactions et les propositions de compléments concernant les outils et les cartes de base sont les bienvenues. Il est important de cibler la standardisation.

Remarque: «L'archéologie pourrait également être très intéressée par les différentes cartes thématiques et indicatives»

- Les cartes historiques ont déjà une grande valeur pour les études sur l'histoire de l'aménagement du territoire. Ces cartes servent de base pour les analyses et les évaluations. Dans certains cantons, il existe de très bonnes cartes archéologiques avec des indications sur les fouilles. Ces informations peuvent aussi être partiellement utiles dans la phase conceptuelle. Les différentes personnes intéressées doivent être reliées entre elles et partager leurs besoins afin de développer et parler un langage commun.

Synthèse de la table ronde, Take-Home-Message – Où en sera la cartographie des sols dans 10 ans ?

- L'objectif est de cartographier tous les types de sols en Suisse.
- Dans 10 ans, la cartographie doit proposer des produits comparables entre eux.
- Il faut établir un processus qui soit le plus standardisé possible. Il faut définir clairement les tâches de chacun-e et fournir un produit uniforme.
- Tirer des enseignements des phases pilotes et des défis qu'elles représentent
- Dans 10 ans, la cartographie des sols battra son plein dans différentes régions de Suisse simultanément.
- Nous sommes une équipe bien rodée et nous travaillons bien ensemble. La cartographie offre un environnement de travail attrayant, aussi bien pour les pédologues que pour les spécialistes en géomatique.
- Nous sommes censés gagner la course contre l'utilisation des sols.

Merci beaucoup pour votre participation !

Nous vous souhaitons un bon retour chez vous - CCSols