



# La science du sol à l'ère du Big Data

*David Paré<sup>1,3</sup>, Kara Webster<sup>1</sup>, Charlotte Norris<sup>1</sup>, Xiaoyuan Geng<sup>2</sup>, Osvaldo Valeria<sup>3</sup>*

1 Service canadien des forêts; 2 Agriculture et agroalimentaire canada; 3 UQAT

La cartographie numérique des sols (DSM): une révolution pour l'écologie, autant que le télescope Webb pour l'astronomie (?)



# Plan

- La cartographie numérique des sols (DSM)
- Potentiel du DSM en écologie forestière
- Comment faire pour que vos données soient utiles au delà de votre projet



# Pourquoi les données de sols sont importantes!

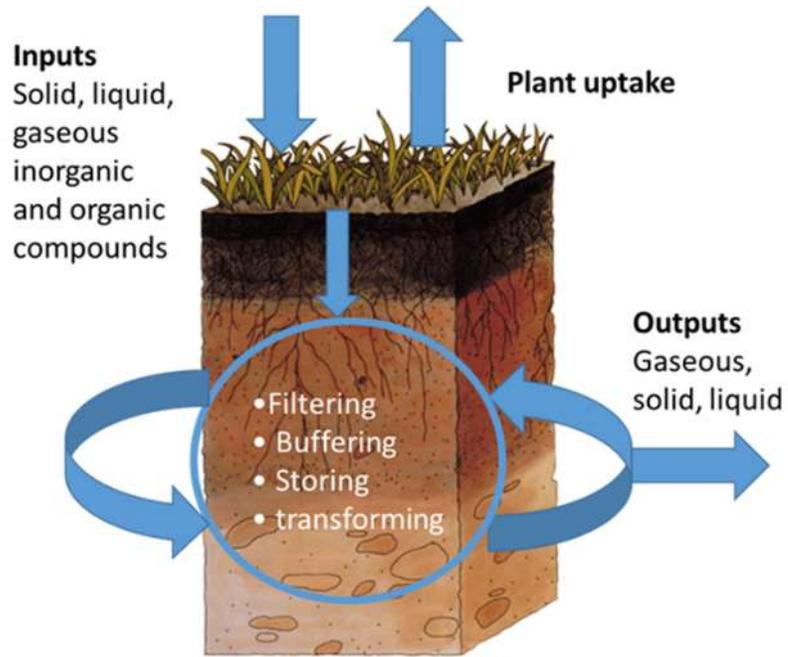
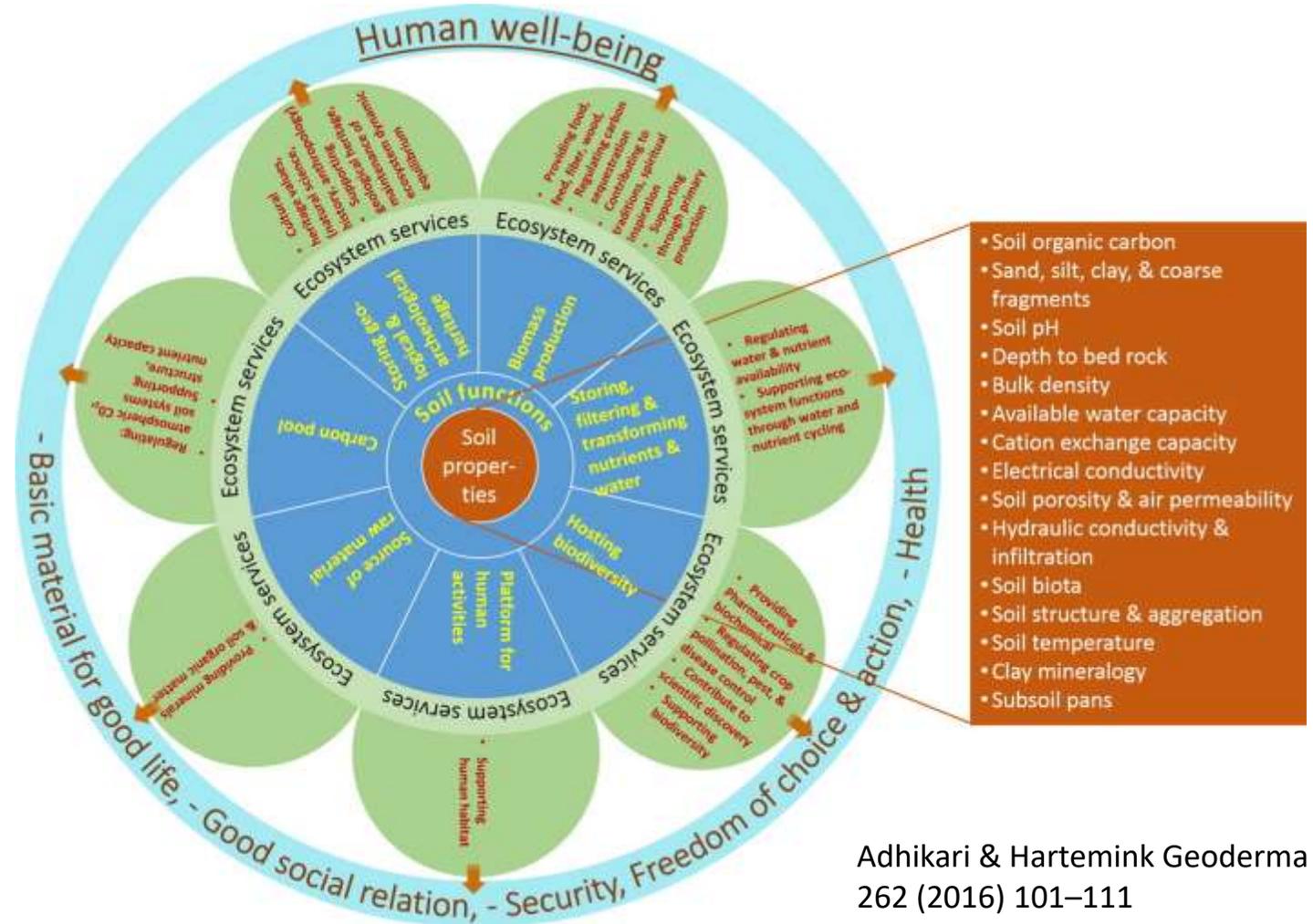
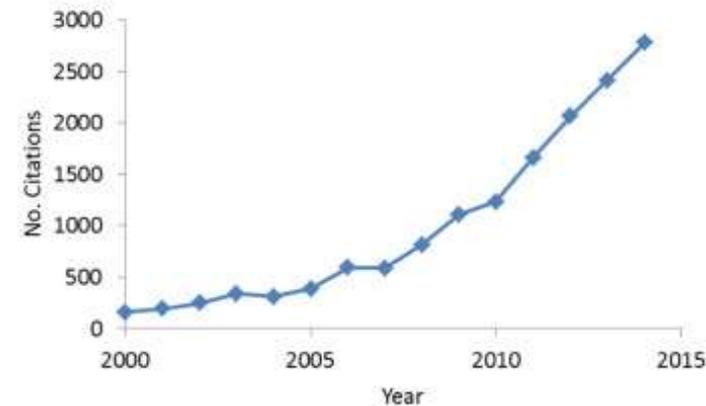
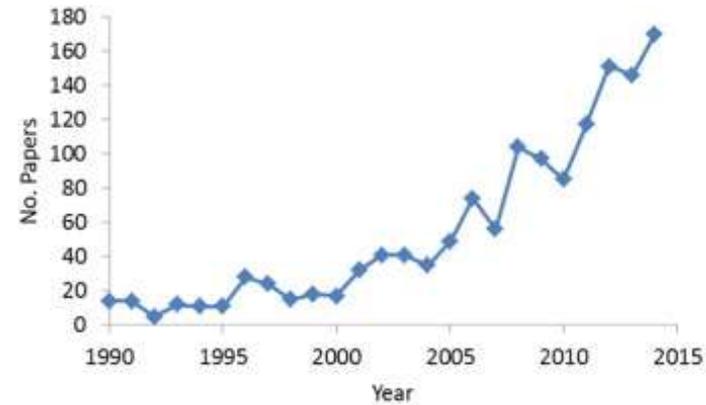


Fig. 1. Soil functions inspired from Blum (2005)



# Digital Soil Mapping (DSM) ou la cartographie numérique des sols c'est:

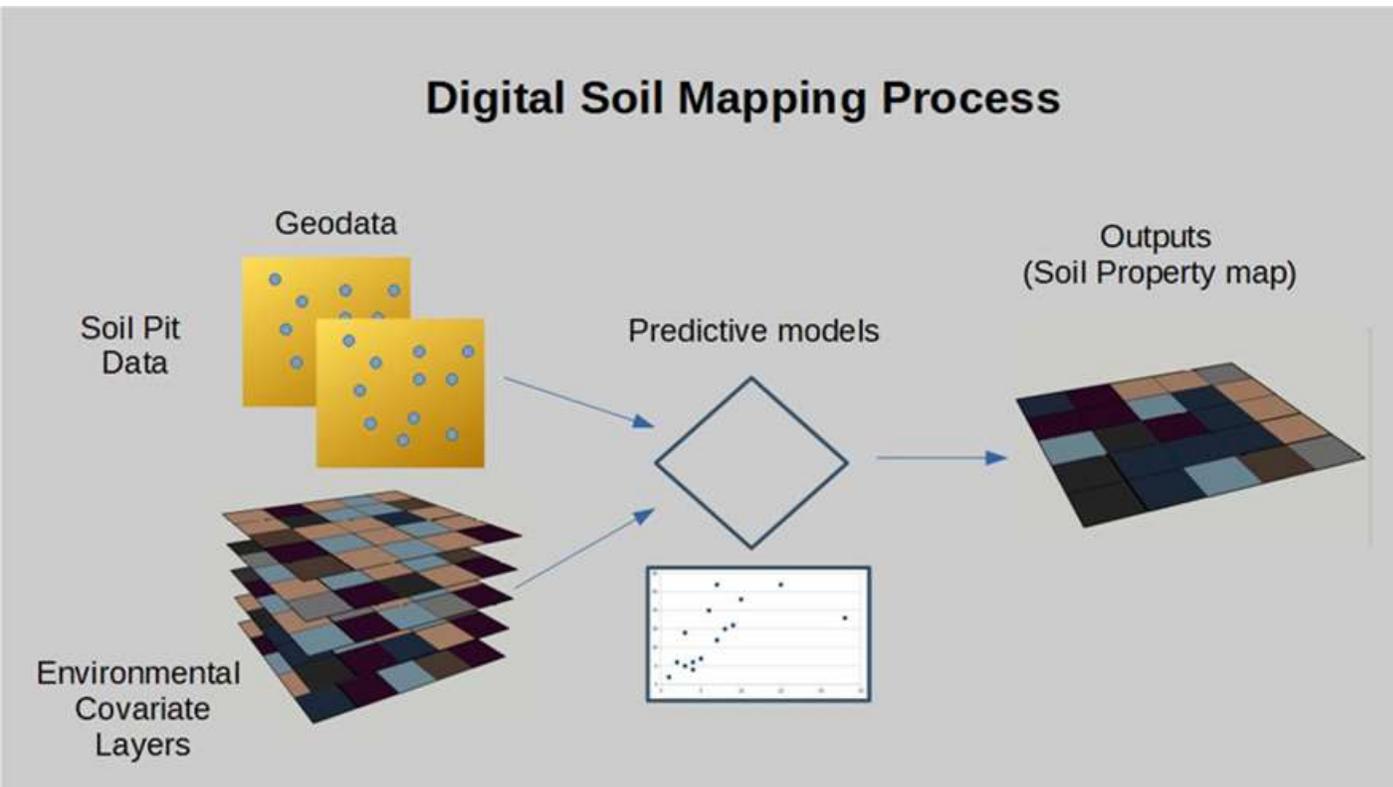
...la production de cartes numériques des types de sols et de leurs propriétés en utilisant des méthodes d'observation sur le terrain et en laboratoire couplées à des données environnementales par le biais de relations quantitatives.



SCOPUS search for keywords "digital" "soil" "mapping"

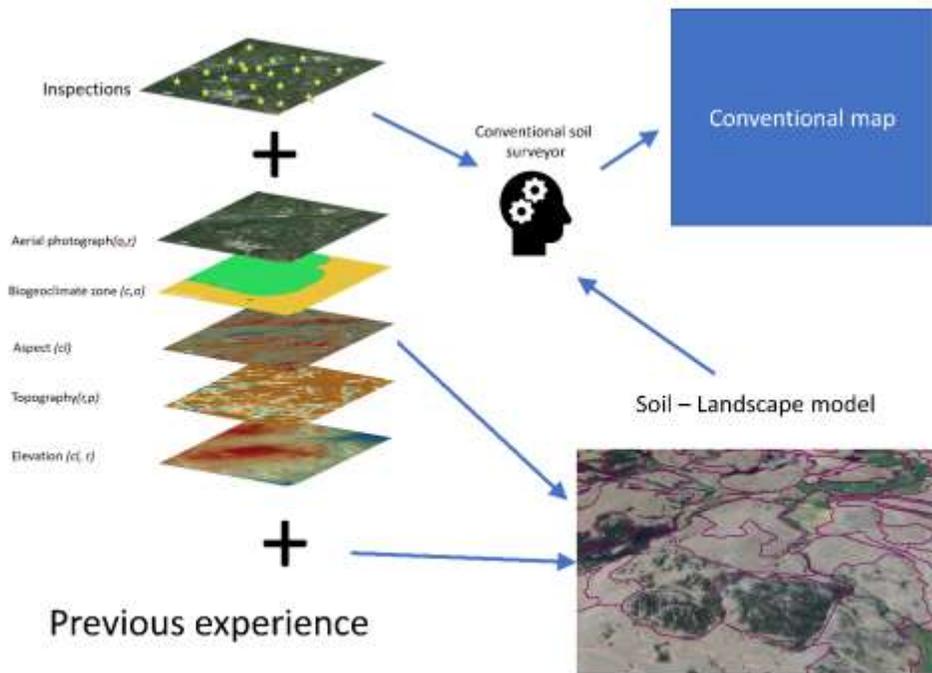
Résolution: km, 250m, 90m, 30m,...

# Les étoiles s'alignent pour d'immenses progrès en DSM

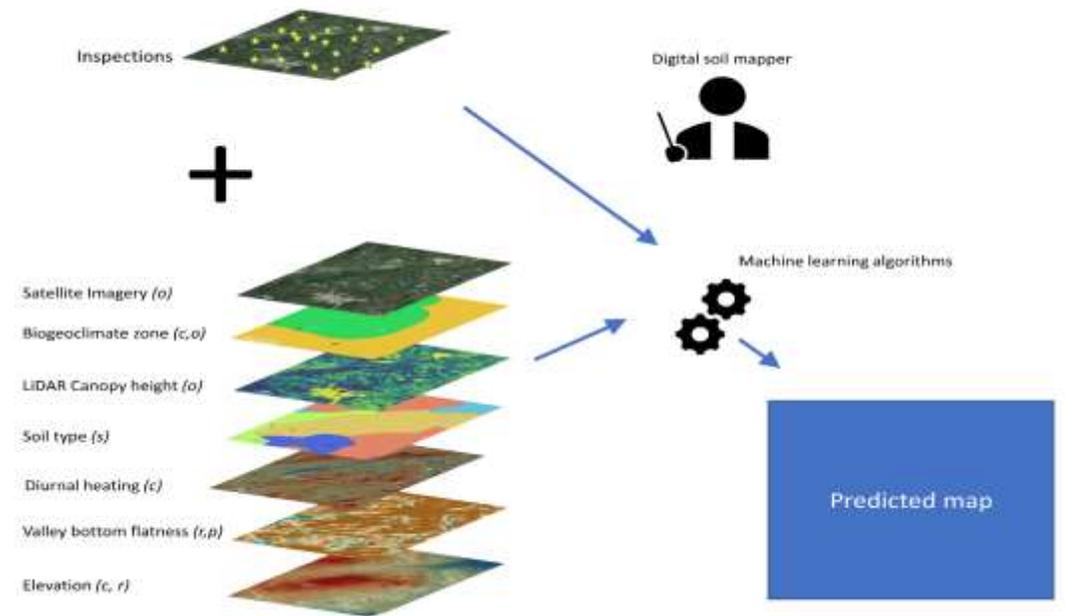


- Meilleure disponibilité et qualité des données pédologiques (GPS, meilleure compréhension des avantages de la mise à disposition des données,...) ;
- Disponibilité et précision des covariables (cartes).
- Capacité à utiliser le Big Data (meilleur stockage, protocoles, outils...).

# Cartographie conventionnelle vs Cartographie numérique



VS

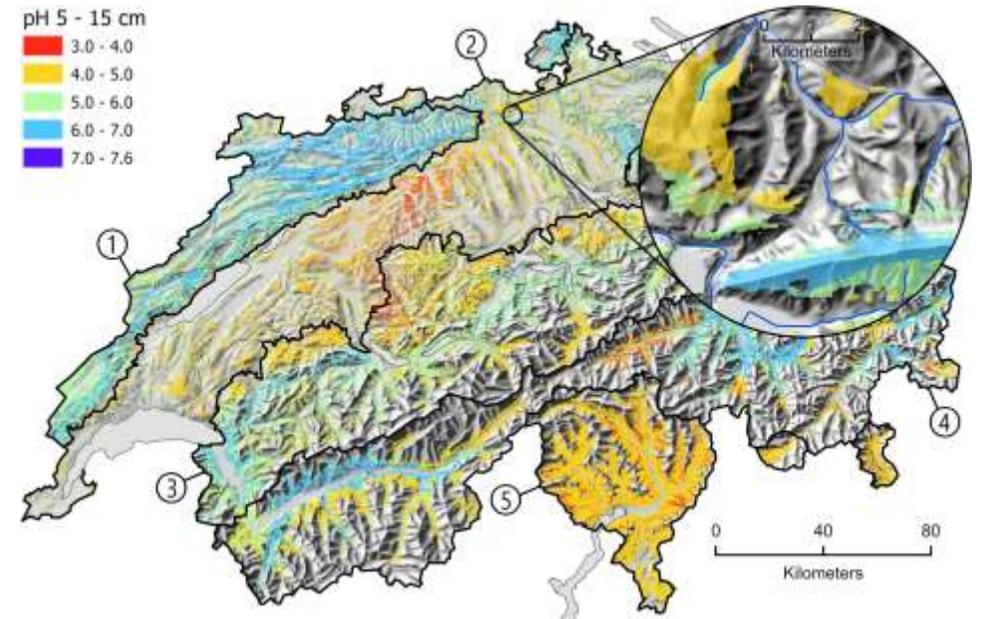


Source: Digging into Canadian Soils Cp.17 DSM; Heung, Saurette, Bulmer

# Polygones vs rasters

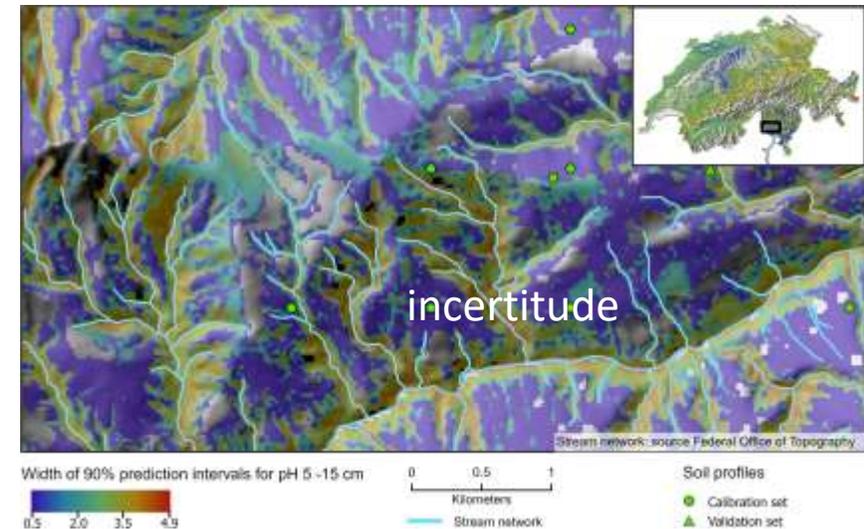


VS

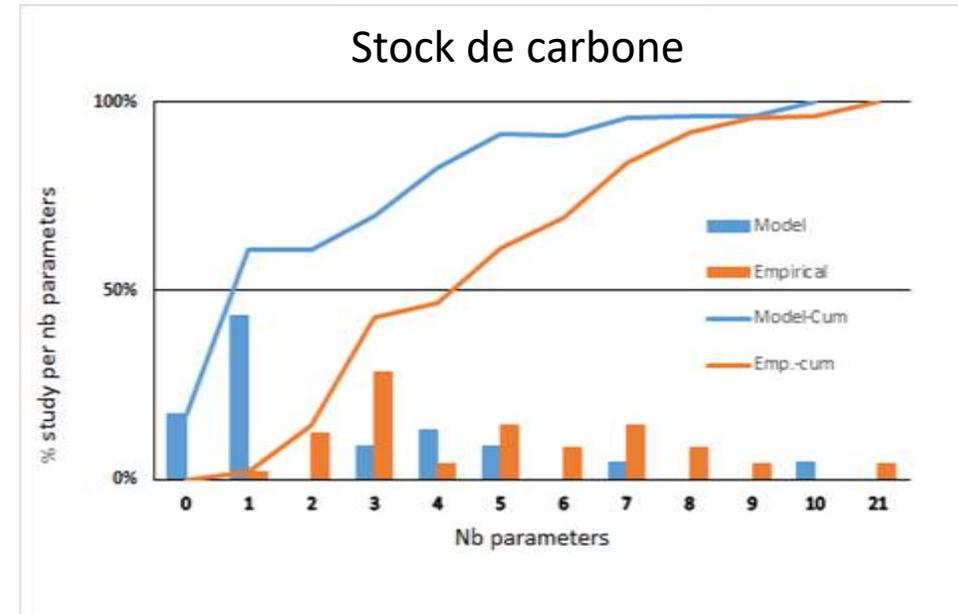
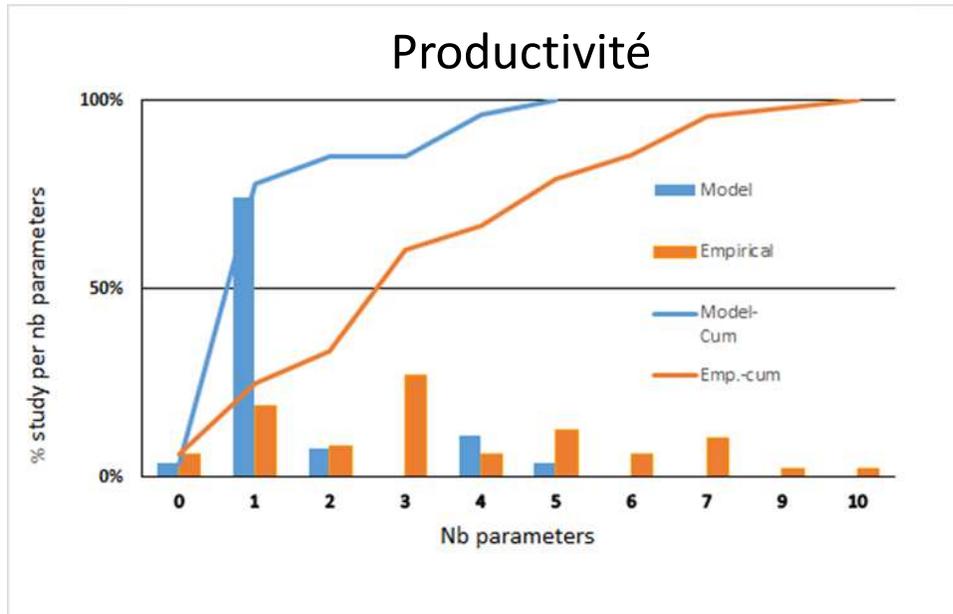


cartes numériques fournissent:

- appréciation de l'**incertitude**;
- Représentation plus réaliste des **relations** entre les propriétés;
- des cartes des **propriétés** des sols (vs types de sols);
- une plus grande **cohérence** (moins de jugement);
- de **meilleurs produits** pour les utilisateurs : cartes sur mesure, cartes à la demande, facilement mises à jour et améliorées;
- Elle **facilite l'utilisation** des informations sur les sols par d'autres disciplines. E.g. Changements de végétation (Kuhn et al., 2016).



# Les données de sol sont utilisée dans les approches empiriques mais peu dans les modèles spatiaux



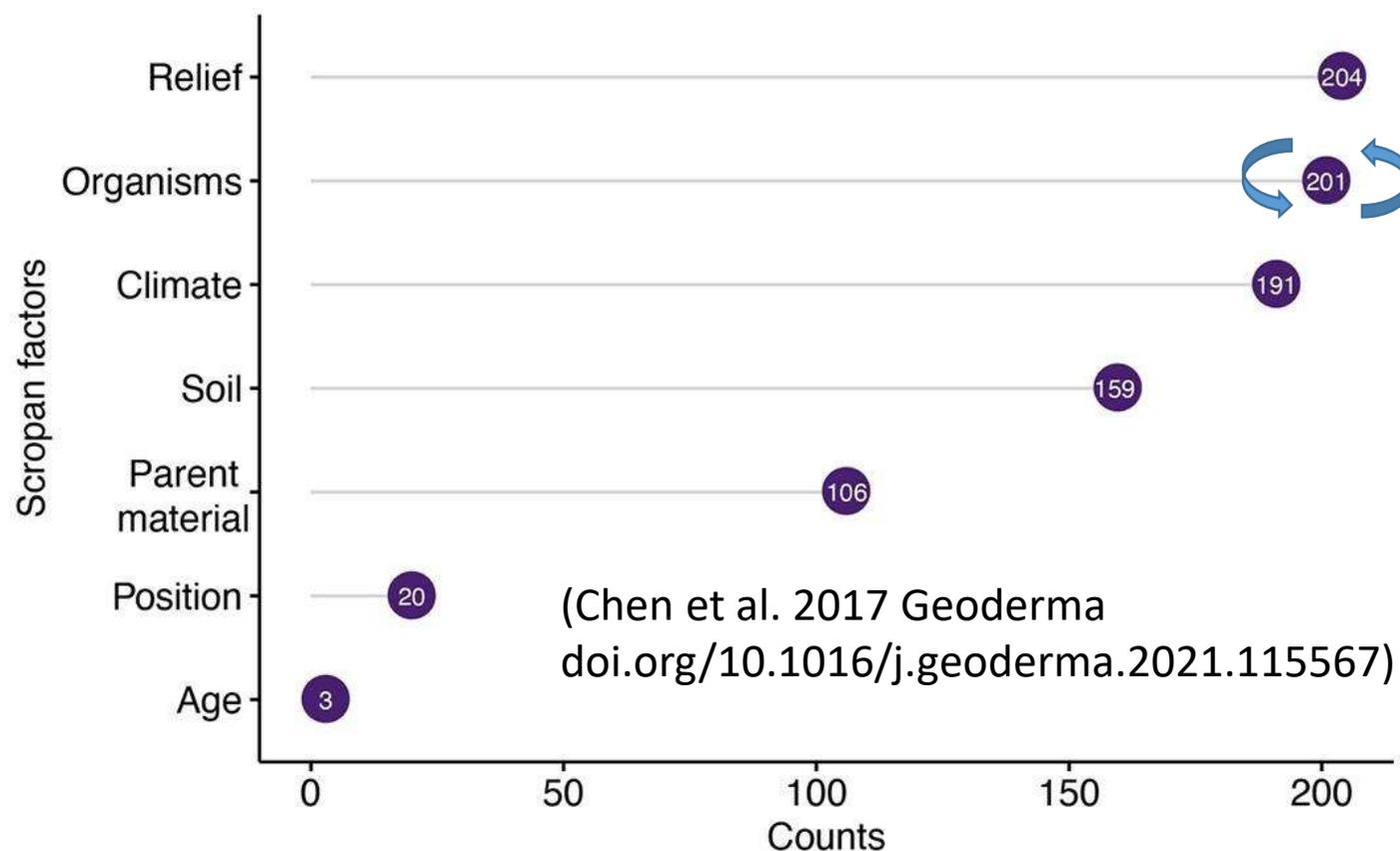
Paré et al. En préparation

# Les propriétés qui comptent pour prédire les propriétés du sol!

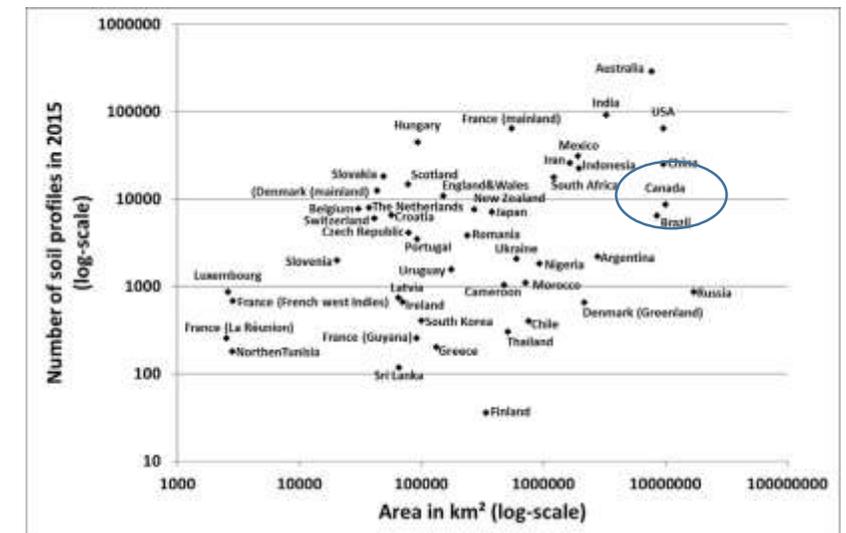
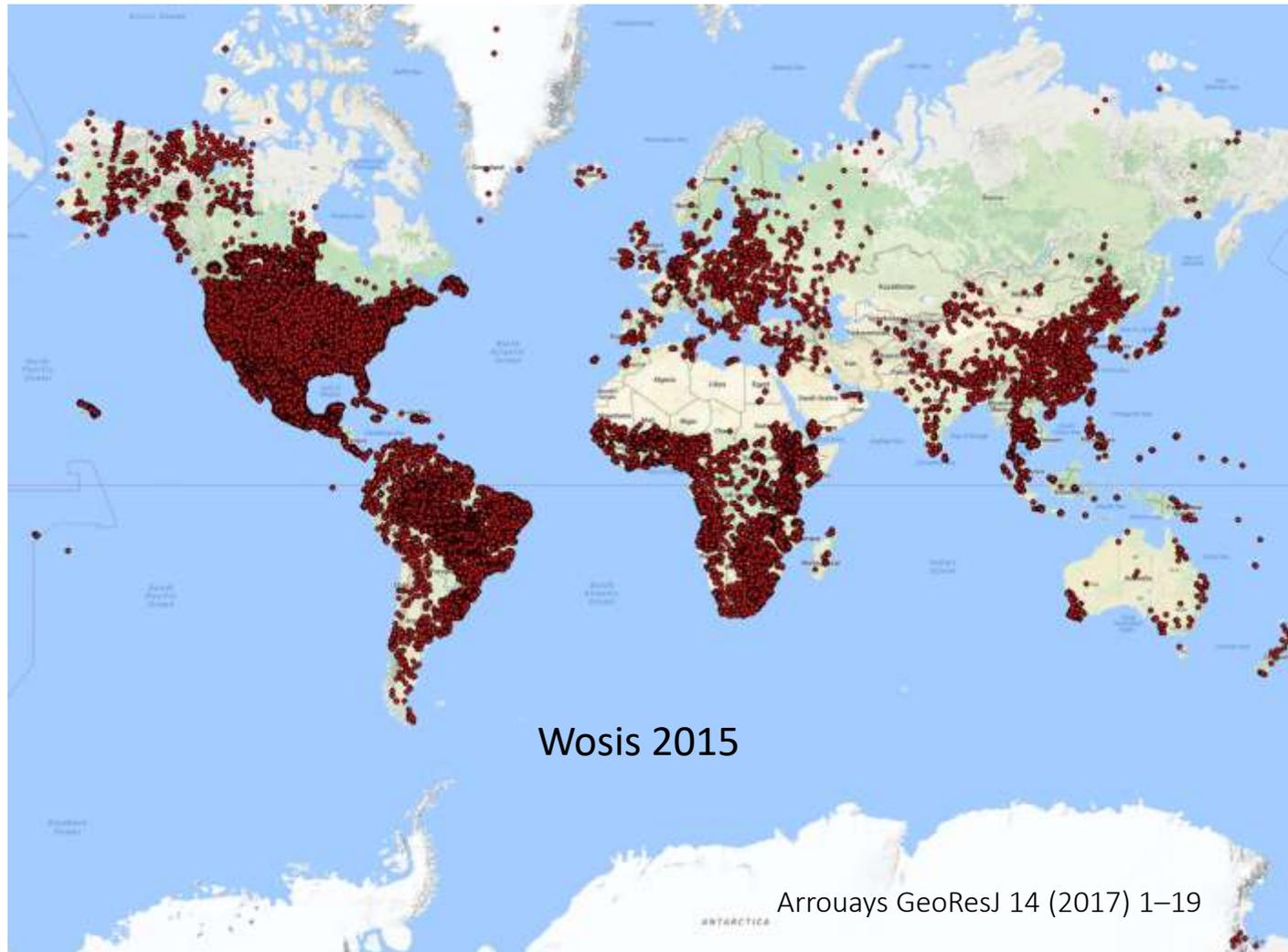
## SCORPAN

<b>S</b>	<b>S</b> oil information
<b>C</b>	<b>C</b> limat
<b>O</b>	<b>O</b> rganismes
<b>R</b>	<b>R</b> elief
<b>P</b>	Matériel <b>P</b> arental
<b>A</b>	<b>Â</b> ge
<b>N</b>	Position géographique

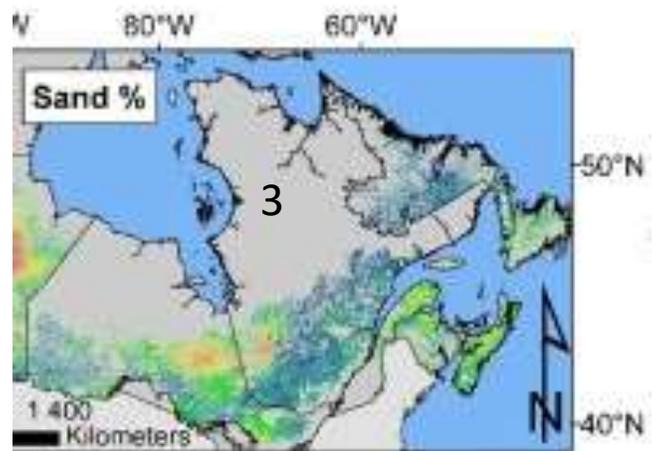
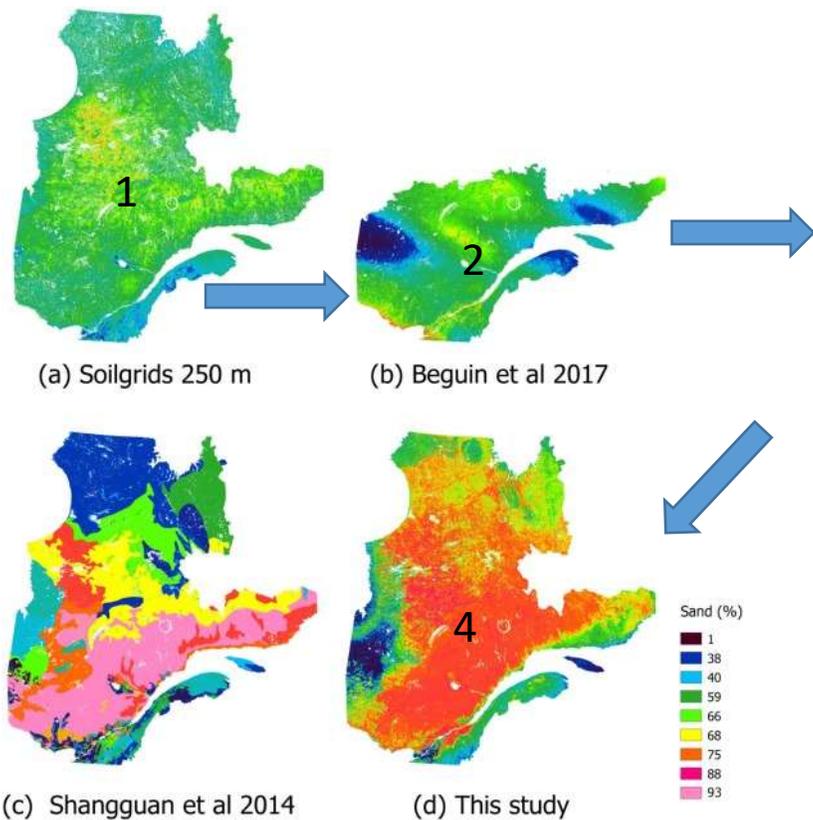
Fréquence des covariables environnementales utilisées dans la cartographie numérique des sols à grande échelle



# Peu de données disponibles et utilisables au Canada Encore pire hors des terres agricoles



# Effets de l'effectif de données sur les prédictions



Paré et al. 2021  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107516>

% sable

étude	source	commentaire
1	mondial	Agricole ou hors canada
2	IFN	Standardisé; peu de points
3	IFN+	+ de points
4	MFFP	Bcp points

Sylvain et al. 2021  
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115153>

# Contexte global: Statut des informations sur les données pédologiques selon la FAO



*“...dispersed and partial, not harmonized and not accessible to the broad range of stakeholders...”*

*“...mechanisms are needed to enhance the wide **sharing** of knowledge, data, methods, [and] technologies.”*

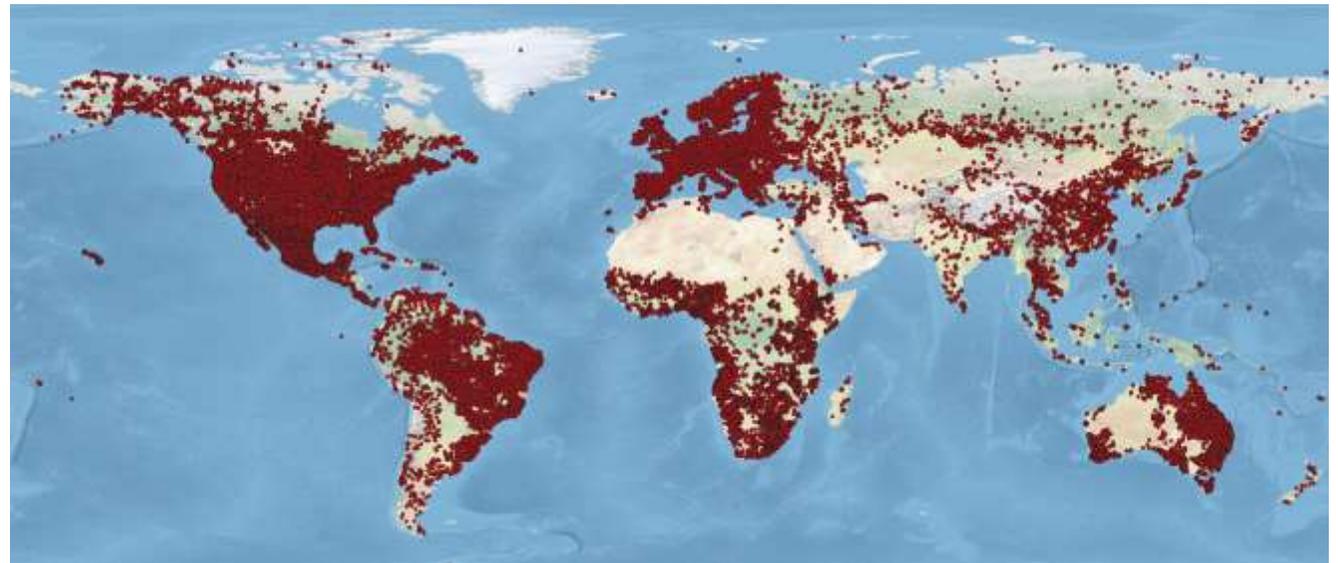
Global Soil Partnership  
Pillar 4 Implementation Plan

Towards a  
Global Soil Information System

29 February 2016

Developed by Pillar 4 Working Group and participants from the INSII  
Workshop (8-10 December 2015)

ISRIC (soil grid)  
FAO (Soil Global Partnership - <http://www.fao.org/global-soil-partnership/en/>)



# Quoi mesurer?



## Propriétés fonctionelles du GlobalSoilMap (minimum dataset)

<b>Profondeur de la roche</b>	cm
<b>Profondeur exploitable par les plante</b>	cm
Carbone organique	$\text{g kg}^{-1}$
pHx10	
argile	$\text{g kg}^{-1}$
limon	$\text{g kg}^{-1}$
Sable	$\text{g kg}^{-1}$
<b>Fragments grossiers</b>	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
Capacité d'échange cationique	$\text{mmol}_c \text{ kg}^{-1}$
Densité (totale)	$\text{Mg m}^{-3}$
<b>Densité (particules fines-2mm)</b>	$\text{Mg m}^{-3}$
Capacité $\text{H}_2\text{O}$ disponible	mm

-localisation

-profondeur (cm top, cm bottom)

GlobalSoilMap.net project  
specifications (0–5, 5–15, 15–30, 30–  
60, 60–100 and 100–200 cm)

-par horizon ou par profondeur

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115567> Chen et al. 2022 This geometry is necessary to ensure mass balance when stores and fluxes are computed. It also overcomes some limitations with existing systems for characterizing soil variation with depth.

# Statut des informations sur les données pédologiques

## Contexte canadien

- Gouvernement fédéral: **CANSIS (AAFC)**
- Provinces: différents niveaux de disponibilité et de données (variables, nombre, étendu)
- **Canadian Digital Soil Mapping Working Group** un groupe de la Société canadienne de science du sol depuis 2016.
- **The Canadian soil data portal** (Academia, govt, industry); Lead: Brandon Heung (Dalhousie)
- **Oswaldo Valeria (UQAT): post-doc, doc, MSc.**  
**Subvention Alliance:** Améliorer les prédictions de la croissance forestière grâce à une nouvelle génération de cartes numériques des sols issues de l'intelligence artificielle.



## Messages à retenir

- Pour comprendre l'écologie forestière il faut regarder sous le capot!
- De plus en plus de données de sols sont disponibles sous format raster: leur utilisation pourrait vous mener à des découvertes importantes!
- Prêtez attention aux éléments qui pourraient faire en sorte que vos données servent davantage que pour votre projet immédiat!



# Cartes, données, gabarit,...

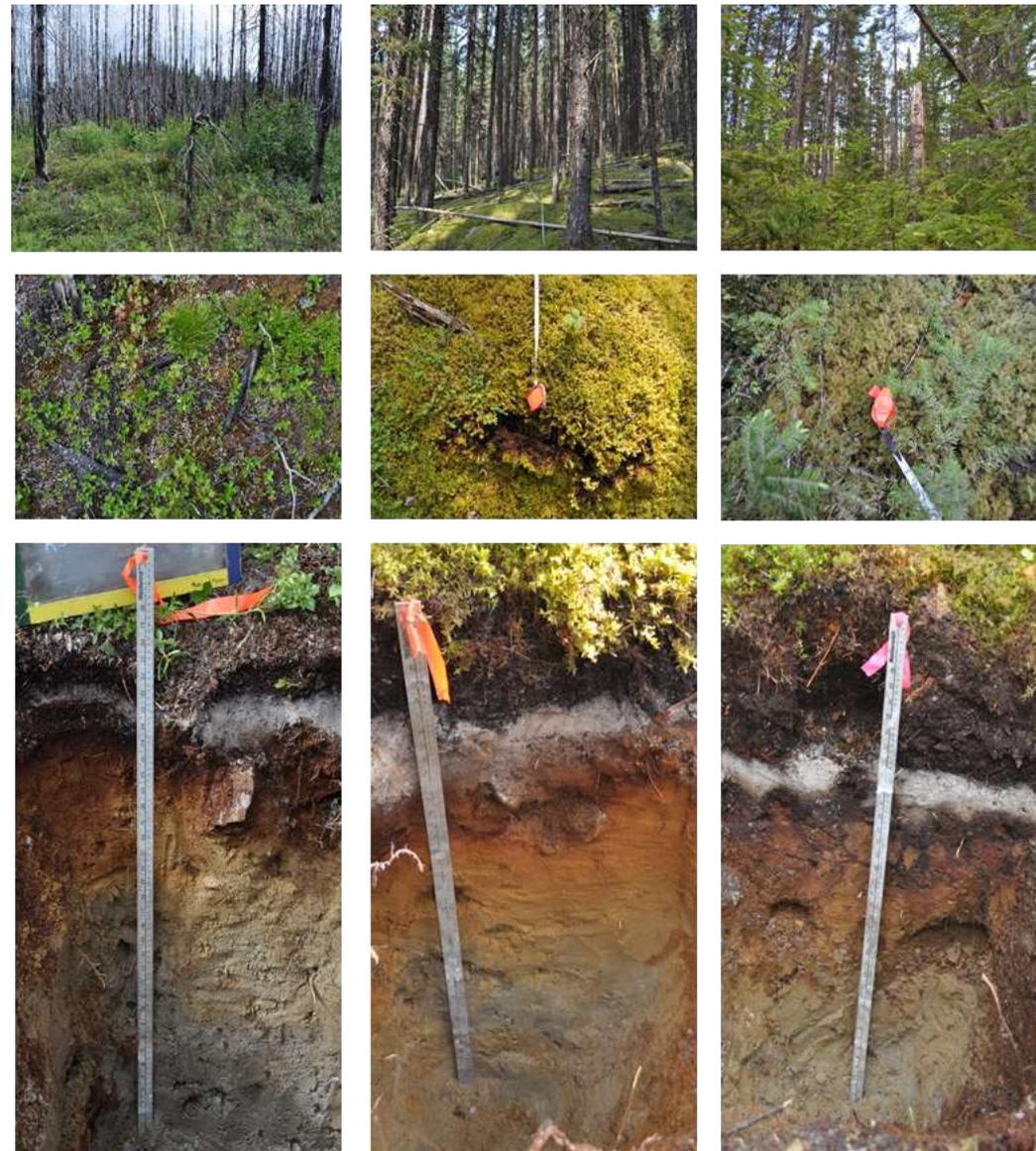
- **Quebec**

J-D Sylvain, Anctil, F., Thiffault, E. 2021: Using bias correction and ensemble modelling for predictive mapping and related uncertainty: A case study in digital soil mapping; données bientôt en ligne. (2021) *Geoderma*, 403 , art. no. 115153

- **Canada**

Paré, D., Manka, F., Barrette, J., Augustin, F., Bégin, J. [Indicators of site sensitivity to the removal of forest harvest residues at the sub-continental scale: Mapping, comparisons, and challenges](#) (Open Access) (2021) *Ecological Indicators*, 125, art. no. 107516. <http://www.elsevier.com/locate/ecolind>  
doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107516

**Gabarit, modèles:** [globalsoilmap.net](http://globalsoilmap.net); Todd-Brown et al. 2021. Reviews and syntheses: The promise of big soil data, moving current practices towards future potential <https://doi.org/10.5194/bg-2021-323>; à venir: Service canadien des forêts, Canadian soil data portal, CEF (?)



Photos: Benjamin Andrieux