

Prélèvement en vue du calcul d'un stock de carbone

Groupe FORBS

Les analyses de terre, des objectifs variés

- Qualifier le type de sol (texture,...)
- Raisonner la fertilisation
- Evaluer le statut biologique du sol
- Evaluer le statut acido-basique
- Evaluer les risques agronomiques (battance,...)
- Evaluer les risques environnementaux (pollution,...)
- **Suivre les stocks**
- Etc...

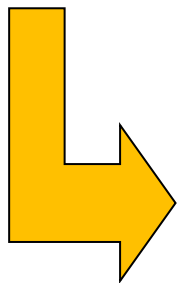
Les analyses de terre, des déterminations variées

- Physique des sols
 - Stabilité structurale ...
 - Capacité de rétention en eau
 - Etc ...
- Chimie des sols
 - Teneurs en éléments fertilisants
 - Teneurs en éléments traces
 - Etc ...
- Biologie des sols
 - Biomasse microbienne
 - Parasites des cultures
 - Etc ...



Prélèvements et analyses de terre, des contextes variés

- Grandes cultures
 - Labour
 - Travail simplifié
 - Semis direct
- Cultures pérennes
 - Pâtures
 - Vignes
 - Vergers



Des pratiques de prélèvement spécifiques variées pas toujours basées sur des travaux scientifiques, **rarement adaptées à la mesure d'un stock de carbone**

Le sol un milieu hétérogène



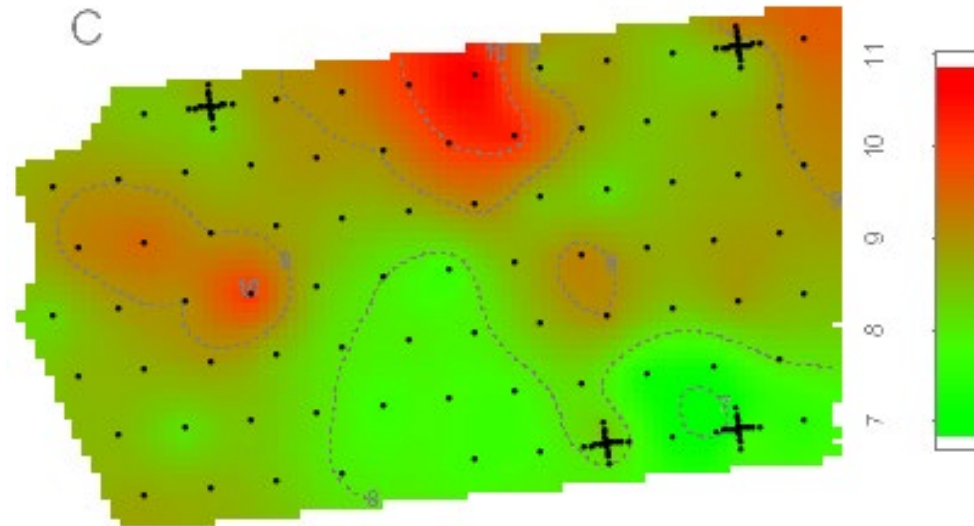
Photo INRA Laon - Reims - Mons

Boizard H., Richard G., Roger-Estrade J., Dürr C., Boiffin J., 2002.

Cumulative effects of cropping systems on the structure of the tilled layer in northern France. Soil & Tillage Research, 64, 149 -164.

Le sol un milieu hétérogène

- Hétérogénéité spatiale



Mary B, Bruchou C, Ariès F, Beaudoin N, Machet JM, 2001. *Characterization and analysis of soil variability within two agricultural fields: the case of water and mineral N profiles.* 3rd European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, Grenier & Blackmore eds, 431-436

Que faire ?

Utiliser des méthodes de prélèvement

- **Adaptées aux contextes et aux objectifs**
- **Convenablement décrite afin d'assurer des pratiques reproductibles**
- **Qui permettent de réaliser des comparaisons et de suivre les évolutions dans le temps**

Que faire ?

- Pour mesurer une teneur
 - Ne pas mélanger des horizons de natures différentes
 - Prélever sur une zone restreinte et homogène
- Pour mesurer un stock
 - Prélever sur une profondeur supérieure à la profondeur maximale travaillée
 - Prélever sur une zone restreinte et homogène
 - Mesurer ou estimer correctement la densité apparente et la « pierrosité » pour estimer la masse de terre
- Dans tous les cas, pour assurer un suivi
 - Choisir une zone restreinte
 - Géo-référencer les points de prélèvement
 - Prélever dans des conditions comparables (profondeur, date, culture, pratiques culturelles, ...)

Mesure du stock de carbone dans les sols, pas si simple !

- Il n'existe pas à l'heure actuelle de mesure indirecte fiable des stocks de C des sols. **Toute estimation doit reposer sur des mesures ponctuelles, réalisées sur des prélèvements de sol.**
- Les changements de stocks de matière organique dans les sols sont difficiles à mesurer à cause de leur forte variabilité de répartition dans les trois directions du volume « sol », ainsi qu'à cause de l'ordre de grandeur des stocks, qui est en règle générale nettement supérieur à celui des variations mesurables sur un pas de temps court.
- La forte variabilité des stocks de carbone et les incertitudes qu'elle génère rendent difficile la mesure de variations de ces stocks dans le temps.
- **Des estimations précises nécessitent des plans d'échantillonnages rigoureux et restent cependant entachées d'erreurs non négligeables.**

Estimation de stocks de carbone organique des sols à différentes échelles d'espace et de temps

D. Arrouays⁽¹⁾, C. Feller⁽²⁾, C. Jolivet⁽¹⁾, N. Saby⁽¹⁾, F. Andreux⁽³⁾, M. Bernoux⁽⁴⁾ et C. Cerri⁽⁵⁾

(1) INRA Orléans, Unité Infosol, 45160, Ardon, France

(2) IRD Montpellier, Laboratoire MOST, BP 64501, 34394, Montpellier cédex, France

(3) Université de Bourgogne, UMR 111, Centre des Sciences de la terre, 6 boulevard Gabriel, 21000, Dijon, France

(4) IRD-UR041, CENA-USP, CP96, 13400 Piracicaba, SP, Brésil,

(5) Lab. Biogeoquímica Ambiental, CENA-USP, CP96, 13400 Piracicaba, SP, Brésil

Prélèvements : les textes normatifs

- **Norme NF ISO 23400**, 2021. Lignes directrices pour la détermination des stocks de carbone organique et d'azote et de leurs variations dans les sols minéraux à l'échelle d'une parcelle.
- **Norme NF X 31-100**, décembre 2020. Qualité des sols. Échantillonnage. Méthode de prélèvement d'échantillons de sol. AFNOR.
- **Suite des normes NF ISO 18400 (100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 301)**, Qualité des sols. Échantillonnage.
- **Norme NF X 31-115**, 2001. Qualité des sols. Prélèvement et conservation des échantillons de sol en vue de la détermination de l'azote minéral sur sol frais. AFNOR.
- **Norme NF ISO 10381-6**, 1994. Qualité du sol. Échantillonnage. Partie 6 : Lignes directrices pour la collecte, la manipulation et la conservation de sols destinés à une étude en laboratoire des processus microbiens aérobies.
- ...

Prélèvements : les textes normatifs

Comme son titre l'indique, la norme NF ISO 23400 est peu précise.

Elle regroupe des **lignes directrices** pour la détermination d'un stock de carbone sans fournir de consignes strictes adaptées à la pratique d'un prélèvement **représentatif** et **reproductible** propres à assurer une qualité suffisante de la chaîne de mesure pour assurer un suivi dans le temps.

Prélèvements : les textes normatifs

Norme NF X31-100 de décembre 2020

Domaine d'application :

« Le présent document a pour objet de définir une méthode générale d'échantillonnage des sols en vue d'analyses destinées à une **interprétation agronomique** afin d'évaluer certains paramètres de la fertilité. Cette méthode s'applique également en vue de l'analyse des sols sur lesquels peut être appliqué tout substrat susceptible d'augmenter la teneur en éléments, tel que les matières fertilisantes ou les boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines ou industrielles. Ces analyses peuvent comprendre par exemple des déterminations de granulométrie, humidité, capacité d'échange, pH, carbonates, carbone organique, azote total, phosphore, cations échangeables, oligo-éléments et éléments traces.

Il ne s'applique pas aux prélèvements pour études pédologiques, étude de drainage, détermination de l'azote minéral du sol frais, caractérisation physique des sols (cette norme s'applique néanmoins aux prélèvements destinés aux analyses de la granulométrie de la terre fine) etc., pour lesquels des méthodes appropriées sont à utiliser, ni aux prélèvements de sol pour diagnostic ou expertise de sites pollués ou susceptibles de l'être.»

Prélèvements : les textes normatifs

Les grandes lignes de la Norme NF X 31-100 :

Réalisation d'un échantillon représentatif du niveau moyen d'un ou plusieurs paramètres

- sur une zone homogène (10 mètres autour d'un point identifié par ses coordonnées qui devra être retenu pour les analyses ultérieures)
- 1 à 2 mois après apport d'engrais et 3 mois après apport d'amendement
- 14 à 16 prélèvements minimum
- Profondeur de 20 cm pour les sols cultivés et sous prairie

Prélèvements : les textes normatifs

La norme NF X31-100 de décembre 2020, n'est pas complètement adaptée aux mesures de stock.

Elle précise :

NOTE : Cet échantillonnage dans les premiers 20 cm du sol n'est pas adapté pour l'évaluation des stocks de carbone organique dans le cadre des reportages nationaux ou dans le cadre de projets de compensation carbone, pour lesquels un échantillonnage à au moins 30 cm est souvent requis.

Néanmoins, on peut imaginer que quelques compléments pourraient conduire à

- un texte relativement clair,
- adapté à la mesure d'un stock de carbone
- et proche des habitudes de la majorité des prestataires qui réalisent des prélèvements.

Prélèvements : les textes normatifs

- Les habitudes et préjugés conduisent parfois à des pratiques très variées qui vont
du respect strict de la norme NF X 31-100
Jusqu'à des comportements dictés par des considérations économiques
- **De plus en plus, les prélèvements sont mécanisés et réalisés par les laboratoires ou des sous-traitants convenablement formés qui disposent de modes opératoires adaptés**

Calcul du stock de carbone organique dans les sols

Calculer un stock (une quantité) de carbone organique par hectare

≠ d'une analyse agronomique

Prendre en compte une profondeur suffisante et constante dans le temps pour limiter les biais dus à l'accumulation de la matière organique sur la profondeur travaillée,

30 centimètres par exemple

≠ d'une teneur, c'est le résultat d'un calcul

Calcul du stock de carbone organique dans les sols

Le calcul repose sur deux données

La teneur en carbone organique mesurée sur la « terre fine » au laboratoire, exprimée le plus souvent en g C / kg terre fine

La quantité de terre fine à l'hectare, calculée sur la base de trois paramètres :

- Profondeur de prélèvement
- Densité Apparente
- Pierrosité

Calcul du stock de carbone organique dans les sols

Profondeur de prélèvement : **informer, former les préleveurs**

Densité Apparente :

- **La mesurer (NF X 31-501)**
- **Prélever un volume connu de terre et l'envoyer au laboratoire (après séchage l'intégralité de l'échantillon sera pesée)**

Pierrosité :

- **Mesurer le refus à 2 mm au laboratoire (NF ISO 11464)**
- **L'estimer**

Merci de votre attention