

Enseignements tirés de la comparaison des résultats analytiques entre deux campagnes du RMQS, en Région Centre

BOULONNE Line¹, LOUIS Benjamin^{1,2}, SABY Nicolas¹, RATIE Céline¹, PROIX Nicolas³, RICHARD Antoine³, JOLIVET Claudy¹

¹: INFOSOL, INRA, 2163, avenue de la Pomme de Pin CS 40001 Ardon 45075 ORLÉANS cedex 2 - France,

line.boulonne@orleans.inra.fr, nicolas.saby@orleans.inra.fr,

celine.ratie@orleans.inra.fr, claudy.jolivet@orleans.inra.fr

²: AGROCAMPUS OUEST, Centre de Rennes, 65, rue de Saint-Brieuc CS 84215 35042 RENNES cedex –France, benjamin.louis@agrocampus-ouest.fr

³ : Laboratoire d'Analyses des Sols, INRA, 273, rue de Cambrai 62000 Arras – France, antoine.richard@arras.inra.fr, nicolas.proix@arras.inra.fr

Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) est l'un des programmes principaux mis en œuvre par le GIS Sol et coordonnés par l'Unité InfoSol. Ce programme a été conçu pour évaluer l'état des sols français de métropole et d'outre-mer, pour détecter de façon précoce l'apparition d'évolutions et pour pouvoir suivre l'état des sols à long terme. Le RMQS s'appuie sur un quadrillage du territoire français, d'une maille de 16 km par 16 km, définissant 2200 points de prélèvements et d'observations. Une première campagne de prélèvements de l'ensemble des points a été réalisée de 2001 à 2009, permettant d'établir un premier état des sols français¹.

Le lancement de la deuxième campagne du RMQS en 2015 nécessite une réflexion approfondie sur ses modalités de mise en œuvre. Pour répondre notamment à la question du choix des paramètres à analyser, un test a été mis en œuvre en 2010 sur une quarantaine de sites du RMQS en Région Centre, selon des modalités simulant une deuxième campagne.

Concernant les aspects analytiques, un des objectifs du test est de vérifier si un stockage à long terme des échantillons dans les conditions actuelles du Conservatoire³ est susceptible d'engendrer une évolution significative des paramètres du sol. Un second objectif est de vérifier notre capacité à détecter des évolutions des paramètres du sol, en tenant compte de l'évolution des méthodes analytiques et des incertitudes de mesure. Ces dernières peuvent varier notamment lorsque les modes opératoires ou les techniques d'extraction ou de dosages changent ou encore lorsque l'amélioration de ces techniques entraîne une diminution des seuils de détection ou de quantification.

Matériel

Pour mener cette simulation et pouvoir dissocier les effets du stockage des échantillons, l'évolution des méthodes d'analyse et l'évolution réelle des propriétés des sols, nous avons utilisé trois jeux de données :

- l'analyse physico-chimique initiale des échantillons de la première campagne, réalisée à partir de 2001.
- la nouvelle analyse physico-chimique des échantillons de la première campagne, stockés au Conservatoire des Sols d'Orléans, réalisée en 2010, avec le menu analytique testé en 2010,
- l'analyse physico-chimique des échantillons prélevés lors de la campagne test, réalisée en 2010.

Les agriculteurs ont été enquêtés quant à leurs pratiques durant l'intervalle entre les 2 campagnes pour connaître les changements de pratiques ou d'occupation pouvant avoir une incidence sur les propriétés des sols.

Méthode

Nous avons dans un premier temps confronté deux à deux ces trois jeux de données sous forme de diagrammes de dispersion simples afin de vérifier la concordance ou les écarts entre les séries. Dans un second temps, nous avons intégré à cette comparaison les incertitudes associées aux résultats analytiques fournis par le laboratoire d'analyse de sols lorsqu'elles étaient disponibles. Enfin nous avons utilisé un modèle de comparaison linéaire pour tester les séries entre elles. Dans ce modèle $y = \alpha + \beta x$, x prend les valeurs prises pour une détermination d'une campagne donnée et y les valeurs prises par la même détermination pour une autre campagne. La méthode utilisée pour estimer la pente β est celle présentée par McAssey and Hsieh (2010)². Ce modèle permet de prendre en compte les incertitudes de mesures que l'on connaît sur les deux variables comparées linéairement. De plus, il est également possible de prendre en compte l'hétéroscédasticité des incertitudes de mesures.

Principaux résultats

Evolution due au stockage et dérive analytique

La comparaison des résultats analytiques issus des échantillons de la première campagne aux deux dates d'analyse met en évidence 3 groupes de paramètres : invariants (teneurs en argiles, carbone et azote totaux, CEC, Ca, Mn, Na, Cd, Co, Ni, Zn totaux), variants sans structure (teneurs en sables fins, Na échangeable, TI total), variants avec un biais systématique positif (Cr, Cu, Fe, K, Al et Mg totaux, Ca, Mg, Mn et K échangeables, bore soluble), avec un biais systématique négatif pour Pb total et teneur en eau résiduelle. Pour le Mn et la teneur en eau résiduelle, l'origine du biais est l'évolution de l'échantillon au stockage, et pour le Cr, un changement dans la méthode de minéralisation.

Evolution in situ

La détection d'une évolution possible in situ a été réalisée par la comparaison des analyses réalisées sur les échantillons de la première campagne en 2010 et celles des prélèvements de 2010, ce qui permet de nous affranchir des biais liés aux changements de méthode.

Premier constat, les teneurs totales ont peu ou pas évolué dans l'intervalle de temps écoulé entre les deux campagnes. D'autres paramètres tels que le carbone organique, l'azote total, le phosphore assimilable et le pH sont plus sensibles aux changements de pratiques. Un travail reste à mener pour discriminer l'évolution réelle, des incertitudes analytiques et à la relier à des changements de pratiques.

Pour un certain nombre d'éléments analysés, on observe une variation plus importante des analyses des échantillons de sub-surface par rapport aux échantillons de surface, entre les 2 séries de mesures. C'est le cas par exemple pour la fraction « argile », les éléments majeurs totaux Fe, Al, Mg, et les éléments traces totaux Cd, Co, Ni, Zn. Ces écarts plus importants dans le composite de sub-surface pourraient être liés à une variabilité spatiale de ces éléments plus importante dans cette couche de sol non travaillée qu'en surface.

¹ Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (2011). L'état des sols de France. Paris, FRA

² McAssey M.P. and Hsieh F., 2010. Slope estimation in structural line-segment heteroscedastic measurement error models. *Statistics in Medicine*, 29, 2631-2642.

³ Ratié, C., Richer de Forges, A., Berché, P., Boulonne, L., Toutain, B., Saby, N., Chenu, J.-P., Laloua, D., Ortolland, B., Tientcheu Nguenkam, M.-E., Soler-Dominguez, N., Jolivet, C., Arrouays, D. (2010). Le Conservatoire des Sols : la mémoire des sols de France. *Etude et Gestion des Sols*, 17 (3), 263-273.