

Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols : bilan de la campagne 1 (2000-2009) et perspectives pour la campagne 2 (2015-2026)

Claudy Jolivet¹, Line Boulonne¹, Céline Ratié¹, Nicolas Saby¹, Benoit Toutain¹, Dominique Arrouays¹ et Marion Bardy¹

¹: INRA, US 1106 Infosol, F-45075 Orléans, France,

claudy.jolivet@orleans.inra.fr, line.boulonne@orleans.inra.fr, celine.ratie@orleans.inra.fr, nicolas.saby@orleans.inra.fr, benoit.toutain@orleans.inra.fr, dominique.arrouays@orleans.inra.fr, marion.bardy@orleans.inra.fr

Dans quel état sont les sols de France ? Comment évoluent-ils ? Les activités humaines sont-elles préjudiciables au maintien de la qualité des sols ? Pouvons-nous mesurer les impacts des politiques publiques agricoles, forestières et environnementales ? Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) a été conçu pour répondre à ces questions. Ce programme qui a démarré en 2000 avec la création du Groupement d'intérêt scientifique Sol (Gis Sol) et de l'unité InfoSol est l'un des programmes principaux coordonnés par InfoSol et financés par le Gis Sol. Il a pour objectifs d'évaluer l'état des sols français, de détecter précocément l'apparition d'évolutions et de suivre la qualité des sols français à long terme.

Un réseau de 2200 sites échantillonnés tous les quinze ans

Le RMQS est constitué de plus de 2200 sites répartis sur le territoire métropolitain et ultramarin selon une maille de 16 km de côté. Des prélèvements d'échantillons de sols, des mesures et des observations sont réalisés tous les quinze ans sur chaque site. En métropole, la première campagne s'est étalée sur dix ans (2000-2009); la deuxième campagne est prévue sur douze ans (2015-2026). Outre-mer, la première campagne RMQS a démarré aux Antilles avec la Guadeloupe en 2006 et la Martinique en 2007. L'île de la Réunion et Mayotte ont été échantillonnées en 2012 et la Guyane le sera en 2014-2015. Chaque site du réseau fait l'objet de prélèvements d'échantillons de sol, d'une description du sol, d'observations environnementales et d'une enquête sur l'historique et les pratiques de gestion de la parcelle. Ces opérations sont encadrées par des protocoles précis (Jolivet *et al.*, 2006).

Une première campagne ciblée sur la contamination des sols

La première campagne a permis de mesurer, de cartographier, de rechercher l'origine et les déterminants d'un grand nombre de paramètres du sol :

- contamination des sols en éléments traces (As, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl, Zn) (Saby *et al.*, 2009) et en contaminants organiques (HAP, PCB, dioxines, furanes, OCP, pesticides) (Villanneau *et al.*, 2013, Orton *et al.*, 2013),
- fertilité des sols : carbone organique (Martin *et al.*, 2012), azote total, phosphore assimilable et total, pH, éléments majeurs et échangeables (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na) (Arrouays *et al.*, 2011),
- biodiversité des sols, abordée par l'analyse de la biomasse microbienne moléculaire des sols et de sa diversité (Dequiedt *et al.* 2012).

Les résultats de cette campagne ont permis, pour la première fois en France, de publier en 2011 un état des lieux de la qualité des sols (Gis Sol, 2011). Un grand nombre de projets de recherche associés au RMQS depuis son démarrage ont permis d'acquérir ou de tester d'autres mesures sur l'ensemble ou sur un échantillon de sites du réseau, notamment grâce aux échantillons archivés par le Conservatoire européen d'échantillons de sols (Ratié *et al.*,

2010) : microorganismes pathogènes opportunistes (Locatelli *et al.*, 2013), faune du sol (Cluzeau *et al.*, 2012), mesures spectrales NIRS et MIRS (Grinand *et al.*, 2012), stabilité structurale, susceptibilité magnétique, glomaline, chlore, etc. Toutes ces données sont capitalisées dans le système d'information géré par l'unité dont fait partie la base de données DONESOL. Ce jeu de données a été enfin le support à de nombreux développements méthodologiques en analyse spatiale (voir références ci-dessous).

A partir de 2015, une nouvelle campagne de mesures

Aujourd'hui, l'objectif du Gis Sol est de démarrer une nouvelle campagne pour mesurer l'évolution des sols français. Cette campagne sera basée sur un échantillonnage annualisé et sera menée dans le cadre d'un partenariat avec des pédologues régionaux. Elle permettra d'analyser l'évolution de la fertilité des sols et ses liens avec les modes de gestion qui seront à nouveau enregistrés. Axée sur la thématique du changement climatique, la campagne RMQS2 permettra de collecter des données nécessaires à la modélisation du fonctionnement des sols et leurs rôles dans les émissions de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O), grâce à l'analyse de nouveaux paramètres (matières organiques particulaires, black carbon, test de réduction du N₂O en N₂). Par ailleurs, comme cela a été le cas dans la première campagne, les prélèvements et les analyses pourront être enrichis dans le cadre de nouveaux partenariats.

Références bibliographiques

Arrouays, D., Saby, N., Thioulouse, J., Jolivet, C., Boulonne, L., Ratié, C. (2011). Large trends in French topsoil characteristics are revealed by spatially constrained multivariate analysis. *Geoderma*, 161, 107-114.

Cluzeau D., Guernion M., Chaussod R., Martin-Laurent F., Villenave C., Cortet J., Ruiz-Camacho N., Pernin C., Mateille T., Philippot L., Bellido A., Rougé L., Arrouays D., Bispo A., Pérès G. (2012) Integration of biodiversity in soil quality monitoring: Baselines for microbial and soil fauna parameters for different land-use types, *European Journal of Soil Biology*, 49, 63-72

Dequiedt, S., Saby, N., Lelievre, M., Jolivet, C., Thioulouse, J., Toutain, B., Arrouays, D., Bispo, A., Lemanceau, P., Ranjard, L. (2011). Biogeographical patterns of soil molecular microbial biomass as influenced by soil characteristics and management. *Global Ecology and Biogeography*, 20 (4), 641-652.

Gis Sol (2011). L'état des sols de France. Groupement d'Intérêt Scientifique Sol. <http://www.gissol.fr/RESF/>

Grinand, C., Barthès, B., Brunet, D., Kouakoua, E., Arrouays, D., Jolivet, C., Caria, G., Bernoux, M. (2012). Prediction of soil organic and inorganic carbon contents at a national scale (France) using mid-infrared reflectance spectroscopy (MIRS). *European Journal of Soil Science*, 63 (2), 141-151.

Jolivet, C., Boulonne, L., Ratié, C. (2006). *Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)*. INRA

Locatelli A., Depret G., Jolivet C., Henry S., Dequiedt S., Piveteau P., Hartmann A. (2013) Nation-wide study of the occurrence of *Listeria monocytogenes* in French soils using culture-based and molecular detection methods. *Journal of Microbiological Methods* 93 (2013) 242–250

Martin, M., Wattenbach, M., Smith, P., Meersmans, J., Jolivet, C., Boulonne, L., Arrouays, D. (2011). Spatial distribution of soil organic carbon stocks in France. *Biogeosciences* (8), 1053-1065.

Orton, T., Saby, N., Arrouays, D., Jolivet, C., Villanneau, E., Marchant, B., Caria, G., Barriuso E., Bispo, A., Briand, O. (2013). Spatial distribution of lindane concentration in topsoil across France. *Science of the Total Environment*, 443, 338-350.

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.

Saby, N., Thioulouse, J., Jolivet, C., Ratié, C., Boulonne, L., Bispo, A., Arrouays, D. (2009). Multivariate analysis of the spatial patterns of 8 trace elements using the French soil monitoring network data. *Science of the Total Environment*, 407, 5644–5652.

Villanneau, E., Saby, N., Orton, T., Jolivet, C., Boulonne, L., Caria, G., Barriuso, E., Bispo, A., Briand, O., Arrouays, D. (2013). First evidence of large-scale PAH trends in French soils. *Environmental Chemistry Letters*, 11 (1), 99-104.