



HAL
open science

Les webservices cartographiques : un outil de diffusion des données du GISSOL

Jean-Baptiste J.-B. Paroissien, Florent Millet, Nicolas N. Saby, Benoit B.
Toutain, Marion Bardy, Thomas Eglin

► To cite this version:

Jean-Baptiste J.-B. Paroissien, Florent Millet, Nicolas N. Saby, Benoit B. Toutain, Marion Bardy, et al.. Les webservices cartographiques : un outil de diffusion des données du GISSOL. 12. Journées d'Etude des Sols, Jun 2014, Le Bourget du Lac, France. , pp.67-68, 2014, 12. Journées d'Etude des Sols : Le sol en héritage. hal-02739641

HAL Id: hal-02739641

<https://hal.inrae.fr/hal-02739641>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers une cartographie numérique des propriétés des sols du monde : Le programme *GlobalSoilMap*

Arrouays Dominique¹, Hempel John², McBratney Alex³, McKenzie Neil⁴, Hartemink Alfred⁵, McMillan Roger⁶, Lagacherie Philippe⁷*

¹INRA, InfoSol unit, US 1106, CS 40001 Ardon, Orléans cedex 2, France

²United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE 68508, USA

³Faculty of Agriculture, Food & Natural Resources. The University of Sydney, NSW, AU 2006.

⁴The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Canberra, AU

⁵University of Wisconsin - Madison, Department of Soil Science, FD Hole Soils Lab, 1525 Observatory Drive, 53706 Madison, USA

⁶Retired- ISRIC, World Soil Information Centre, NL

⁷INRA, UMR LISAH, Montpellier France

A l'heure où il est reconnu que la connaissance et la protection des sols sont des piliers majeurs pour répondre à de grands enjeux planétaires (sécurité alimentaire, changement climatique, accaparement des terres, urbanisation et artificialisation, gestion de l'eau...), il paraît plus que jamais indispensable de se doter d'outils permettant de prendre en compte les propriétés des sols à l'échelle mondiale. Face à ces constats, les initiatives internationales se multiplient. L'une d'elle, le projet *GlobalSoilmap*, vise à produire à terme une base de données digitale harmonisée et mondiale de quelques propriétés des sols. Il a été lancé en 2006 à l'initiative du Groupe de Travail « Digital Soil Mapping » de l'Union Internationale de Science du Sol (IUSS).

Il est porté par un consortium qui réunit des organismes leaders dans le domaine de la cartographie des sols. L'objectif du programme est de produire une base de données librement accessible de quelques propriétés des sols d'intérêt majeur, sous forme d'une grille raster au pas de 100 mètres, et ce, sur la totalité du Monde, surfaces artificialisées exclues. Il est prévu de délivrer ces propriétés sous la forme de valeurs moyennes assorties d'intervalles de confiance (ou fourchettes de valeurs les plus probables) de façon à rendre compte en même temps de l'incertitude associée. La prédiction de ces propriétés à des profondeurs standard est faite en utilisant la fonction « Spline » pour transformer des données recueillies par horizons ou par couches de profondeurs connues en un profil

continu modélisant la distribution de la propriété en fonction de la profondeur. Une attention particulière est portée à l'estimation des incertitudes. Bien qu'aucun pays n'ait actuellement produit une couverture exhaustive de toutes les propriétés, un certain nombre de pays se sont lancés dans l'aventure, et disposent déjà, pour tout ou partie de leur territoire, de quelques produits conformes aux spécifications de *GlobalSoilMap*.

Etat d'avancement du programme de cartographie des sols à moyennes échelles : Connaissance Pédologique de la France (CPF)

RICHER de FORGES Anne C.¹, BAFFET Michel², BERGER Cédric³, COSTE Silvan⁴, COURBE Christian⁵, JALABERT Stéphanie⁶, LACASSIN Jean-Claude⁷, MAILLANT Sophie⁸, MICHEL Francis⁹, MOULIN Joël¹⁰, PARTY Jean-Paul¹¹, RENOARD Chantal¹², SAUTER Joëlle¹³, SCHEURER Olivier¹⁴, VERBEQUE Bernard¹⁵, DESBOURDES Sacha¹, HELIES Florence¹, LEHMANN Sébastien¹, SABY Nicolas P.A.¹, TIENTCHEU Eugénie¹, JAMAGNE Marcel¹, LAROCHE Bertrand¹, BARDY Marion¹ et VOLTZ Marc¹⁶

¹ Unité InfoSol, US 1106, INRA, CS 40001 Ardon, Orléans cedex 2, France, anne.richer-de-forges@orleans.inra.fr

² Chambre d'Agriculture de la Corrèze, immeuble consulaire, le Puy Pinçon, BP 30, 19001 Tulle cedex

³ Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher, CS 1808 - 11-13-15 rue Louis Joseph Philippe, 41018 Blois

⁴ SIG L-R : Association Système d'Informations Géographiques en Languedoc-Roussillon, Maison de la télédétection, 500 rue Jean-François Breton, 34093 Montpellier Cedex 5

⁵ Chambre d'Agriculture de la Haute-Vienne, 2 avenue Georges Guingouin, CS 80912 Panazol, 87017 Limoges cedex 1

⁶ Bordeaux Sciences Agro, Département "Sciences et Gestion du Végétal", Bâtiment Médoc, 1 cours du Général de Gaulle, CS 40201, 33175 Gradignan cedex

⁷ Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la région provençale, le Tholonet CS 70064, 13182 Aix-en-Provence cedex 5

⁸ Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, 9 rue de la Vologne, Batiment i, 54520 Laxou

⁹ SOLEST, 16 rue Emile Simon, 52000 Chaumont

¹⁰ Chambre d'Agriculture de l'Indre, 24 rue des Ingrains 36000 Châteauroux

¹¹ Sol-Conseil, 251 route de la Wantzenau, 67000 Strasbourg

¹² Chambre d'Agriculture de la Vienne, BP 50001, 86550 Mignaloux-Beauvoir

¹³ ARAA, Association pour la Relance Agronomique en Alsace, 2 rue de Rome, BP 30022 Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex

¹⁴ Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, 19, rue Pierre Wagnet, BP 30313, 60026 Beauvais cedex

¹⁵ Chambre d'Agriculture du Loiret, avenue des droits de l'Homme, 45000 Orléans

¹⁶ Laboratoire sur les Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème UMR INRA-IRD-SupAgro 2 place Viala 34060 Montpellier Cedex, France

Le programme Connaissance Pédologique de la France (CPF) du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol) est un volet du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols. Il concerne la cartographie des sols à moyennes échelles (de 1/50 000 à 1/100 000). Il a débuté en 1968. Ce programme permet de collecter des connaissances scientifiques sur la diversité et la distribution des sols en France. Il est coordonné par l'unité InfoSol de l'INRA qui en est le garant scientifique. Mais il engage de nombreux autres partenaires (CNRS, Universités, entités régionales, Chambres d'Agriculture, sociétés d'aménagement...).

Actuellement environ 24 % du territoire est couvert par une cartographie des sols au 1/100 000 et environ 18 % au 1/50 000.

Sur le plan national, la priorité financière a toutefois été donnée au programme de cartographie de la France au 1/250 000, en voie d'achèvement (King *et al.*, 1999) afin d'aboutir le plus rapidement possible à une connaissance nationale des sols de France à une échelle inférieure au 1/1 000 000. Toutefois, le besoin de cartographie des sols à moyennes échelles est toujours présent et de nouvelles cartes sont publiées chaque année dans le cadre de ce volet du programme IGCS. De même, la capitalisation des informations se poursuit par la numérisation progressive des cartes déjà publiées (couche graphique et base de données).

Cette cartographie joue un rôle essentiel dans l'enrichissement de nos connaissances sur les sols et notamment de leurs lois de répartition dans le paysage. L'informatisation de ces données permet de disposer d'un outil puissant qui constitue un atout précieux pour mieux prendre en compte la nature des sols au niveau local dans différents domaines (agronomie, environnement, aménagement des territoires...) et ainsi mieux répondre à des enjeux de durabilité des activités agricoles, de gestion et d'aménagement des territoires, ou encore de préservation des ressources et des écosystèmes. Ce programme permet de répondre aux nombreuses demandes en données sur les sols qui se font à des échelles de plus en plus précises. Elle apporte également une aide non négligeable à la cartographie au 1/250 000 avec notamment une utilisation de ces cartes pour décrypter l'organisation des sols et comme zone d'apprentissage pour de la cartographie numérique.

Bibliographie :

Richer de Forges A.C., Baffet M., Berger C., Coste S., Courbe C., Jalabert S., Lacassin J.-C., Maillant S., Michel F., Moulin J., Party J.-P., Renouard C., Sauter J., Scheurer O., Verbègue B., Desbourdes S., Héliès F., Lehmann S., Saby N.P.A., Tientcheu E., Jamagne M., Laroche B., Bardy M. et Voltz M. (soumis). La cartographie des sols à moyennes échelles en France métropolitaine. *Etude et Gestion des Sols*.

King D., Jamagne M., Arrouays D., Bornand M., Favrot J.-C., Hardy R., Le Bas C. et Stengel P. (1999). Inventaire cartographique et surveillance des sols en France. Etat d'avancement et exemples d'utilisation. *Etude et Gestion des Sols*. Vol. 6, 4. 215-228 pp.

La connaissance des sols sur le territoire français : la BDGSF et le programme IGCS

LAROCHE Bertrand ¹, BARDY Marion ¹, RICHER de FORGES Anne ¹, LEMENAGER Sandrine ², ARROUAYS Dominique ¹, LE BAS Christine ¹, EIMBERCK Micheline ¹, SCHNEBELEN Nathalie ¹, LEHMANN Sébastien ¹, TIENTCHEU Eugénie ¹, VOLTZ Marc ³

(1) Unité InfoSol, US 1106, INRA, CS 40001 Ardon, Orléans cedex 2, France, bertrand.laroche@orleans.inra.fr

(2) DGPAAT/SSADD/SDBE/BSE Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 3, rue Barbet de Jouy, 75 349 Paris

(3) Laboratoire sur les Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème UMR INRA-IRD-SupAgro 2 place Viala 34060 Montpellier Cedex, France

Les données sur les sols sont sollicitées dans de nombreux champs thématiques : agronomie, environnement, aménagement du territoire, etc. Une couverture exhaustive du territoire métropolitain au millionième est disponible depuis la fin des années 1980 suite aux travaux réalisés à l'échelle européenne. La version la plus à jour, datant de 1998, correspond à la partie française de la Base de Données Géographique des Sols d'Europe à 1/1 000 000 (King *et al.*, 1994) et forme la Base de Données Géographique des Sols de France (BDGSF) (Jamagne *et al.*, 1995). Cette base de données a d'ores et déjà été valorisée pour un certain nombre d'applications concrètes : estimation de l'aléa érosion des sols agricoles (Le Bissonnais *et al.*, 2002), suivi de la production prairiale (Donet *et al.*, 2001), impact du changement climatique sur la production forestière (Lousteau *et al.*, 2005), étude de la pollution en nitrates du Bassin de la Seine (Ledoux *et al.*, 2007), etc. Mais l'échelle de représentation ne permet pas une traduction fine de ces thématiques.

Depuis la fin des années 1980, le ministère en charge de l'agriculture et l'INRA ont mis en place le programme Inventaire, Gestion et Conservation des sols (IGCS) qui a regroupé des programmes préexistants de cartographie des sols et a créé un programme de cartographie et d'inventaire des sols à l'échelle nationale. Le programme IGCS est ainsi décliné en 3 volets complémentaires : i) le volet Référentiel Régional Pédologique au 1/250 000^e (RRP), ii) le volet Connaissance Pédologique de la France pour les moyennes échelles (1/50 000^e à 1/100 000^e) (Richer de Forges *et al.*, 2014) et iii) le volet secteurs de référence (SR) pour les travaux à grandes échelles (Favrot *et al.*, 1989).

Il a quatre objectifs principaux :

- identifier, définir et localiser les principaux types de sols d'une région ou d'un territoire, caractériser leurs propriétés présentant un intérêt pour l'agriculture, l'environnement ou tout autre domaine ;
- élaborer des documents cartographiques de l'échelle parcellaire à l'échelle régionale ;
- constituer des bases de données de qualité répondant aux besoins des utilisateurs ;

- évaluer les aptitudes des sols à différents usages en précisant les risques pour aider aux décisions.

Le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) fait partie des programmes conduits par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol) depuis sa création en 2001 (Arrouays *et al.*, 2004). Ce groupement regroupe le Ministère en charge de l'Agriculture, le Ministère en charge de l'Ecologie, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Ademe), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN). Ces différents acteurs ont souhaité mutualiser leurs moyens dans l'objectif de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France, par rapport à leur distribution spatiale, leurs propriétés et l'évolution de leurs qualités (www.gissol.fr).

Dans le cadre du programme IGCS, le volet RRP constitue aujourd'hui la priorité nationale en vue de disposer d'une couverture plus précise et plus riche que celle au millionième. L'objectif est la réalisation d'une base de données géographique à l'échelle du 1/250 000^{ème} sur chaque région (Bornand *et al.*, 1989 ;). De façon à capitaliser les données dans un format harmonisé quelle que soit l'échelle de restitution, une base de données nationale multi-échelle a été développée : DoneSol (Gaultier *et al.*, 1993 ; Grolleau *et al.*, 2004). Les données du programme IGCS ont déjà fait l'objet de diverses utilisations (Le Bas *et al.*, 2004 ; Le Bas et Schnebelen, 2006)..

Cette communication a pour objectif de présenter le contenu et les possibilités d'utilisation de la BDGSF et du programme IGCS, en faisant un focus sur le volet RRP.

Arrouays D., Hardy R., Schnebelen N., Le Bas C., Eimberck M., Roque J., Grolleau E., Pelletier A., Doux J., Lehmann S., Saby N., King D., Jamagne M., Rat D. et Stengel P., 2004 - Le programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols de France. *Étude et Gestion des Sols*, 11(3), pp. 187-19

Bornand M., Arrouays D., Jamagne M., et Baize D., 1989 – Cadre méthodologique d'une cartographie régionale des sols à l'échelle du 1/250 000. *Science du Sol*. 27(1) : pp.17-20.

Donet I., Le Bas C., Ruget F., Rabaud V., 2001. Informations et Suivi Objectif des Prairies. Guide d'utilisation. *AGRESTE, Chiffres et Données*, 134, 55 p.

Favrot J.C., 1989 - Une stratégie d'inventaire cartographique à grande échelle : la méthode des secteurs de référence. *Science du sol*, 27 (4) : 351-36

Gaultier J.P., Legros J.P., Bornand M., King D., Favrot J.C. et Hardy R., 1993 - L'organisation et la gestion des données pédologiques spatialisées : le projet Donesol. *Revue de Géomatique*, 3, pp. 235-253 – France

Grolleau, E. Bargeot, L. Chafchafi, A. Hardy R. Doux, J. Beaudou, A. Le Martret, H. Lacassin J.-C. Fort, J.-L. Falipou, P. Arrouays, D. 2004. Le système d'information national sur les données pédologiques spatialisées : DONESOL et les outils associés. *Étude et Gestion des Sols*, Volume 11, 3, 2004, pages 255-269

Jamagne, M., Hardy, R., King, D., Bornand, M., 1995. La base de données géographique des sols de France. *Étude et Gestion des Sols*, 2, 153-172.

King, D., Daroussin, J., Tavernier, R., 1994. Development of a soil geographic database from the Soil Map of the European Communities. *CATENA*, 21, 37-56.

Le Bas, C., Barthès, S., Boutefoy, I., Fort, J.-L., Scheurer, O., Darracq, S., Lacassin, J.-C., Sauter, J., Schvartz, C., 2004. Utilisation des données sols d'I.G.C.S. en France : Un état des lieux. *Étude et Gestion des Sols*, 11, 299-305.

Le Bas, C., Schnebelen, N., 2006. Utilisation des données sols d'I.G.C.S. en France. Etat des lieux en 2006. *Étude et Gestion des Sols*, 13, 237-246.

Le Bissonnais, Y., Montier, C., Jamagne, M., Daroussin, J., King, D., 2002. Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *CATENA*, 46, 207-220.

Ledoux, E., Gomez, E., Monget, J.M., Viavattene, C., Viennot, P., Ducharme, A., Benoit, M., Mignolet, C., Schott, C., Mary, B., 2007. Agriculture and groundwater nitrate contamination in the Seine basin. The STICS-MODCOU modelling chain. *Science of the Total Environment*, 375, 33-47.

Loustau, D., Bosc, A., Colin, A., Ogée, J., Davi, H., François, C., Dufrêne, E., Déqué, M., Cloppet, E., Arrouays, D., Le Bas, C., Saby, N., Pignard, G., Hamza, N., Granier, A., Bréda, N., Ciais, P., Viovy, N., Delage, F., 2005. Modeling climate change effects on the potential production of French plains forests at the sub-regional level. *Tree Physiology*, 25, 813-823.

Richer de forges A.C., Baffet M., Berger C., Coste S., Courbe C., Jalabert S., Lacassin J.-C., Maillant S., Michel F., Moulin J., Party J.-P., Renouard C., Sauter J., Scheurer O., Verbèqbe B., Desbourdes S., Héliès F., Lehmann S., Saby N.P.A., Tientcheu E., Jamagne M., Laroche B., Bardy M. et Voltz M. (soumis). Etat d'avancement du programme de cartographie des sols à moyennes échelles : Connaissance Pédologique de la France (CPF). Présentation orale. JES 2014.

La Carte des Sols de la Belgique : un héritage à se réapproprier

LEGRAIN Xavier, MICHEL Briec, COLINET Gilles

Systemes Sol – Eau, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège (Belgique),
Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique), xavier.legrain@ulg.ac.be

Une cartographie systématique à grande échelle des sols de Belgique a été conduite entre 1947 et 1991. Les observations étaient effectuées au moyen de sondages à la tarière jusqu'à une profondeur standard de 125 cm dans la mesure du possible, avec une densité moyenne de 2 sondages à l'hectare. Des plans cadastraux au 1/5 000 ont servi à noter les observations et à tracer les limites des plages cartographiques, généralisées par la suite par transcription sur fond de carte topographique au 1/10 000. La carte finale a été publiée par planchettes à l'échelle du 1/20 000, associées à des livrets explicatifs. La carte s'appuie sur une légende originale, basée majoritairement sur des critères morphologiques du sol, aisément identifiables sur le terrain, objectifs (sans a priori d'interprétation) et les plus permanents possibles. La combinaison de ces critères, transcrits en symboles alphanumériques, est à l'origine de la très grande richesse sémantique de la légende, forte de plus de 10 000 unités cartographiques de sols.

La numérisation de la Carte des Sols de la Belgique et la structuration de l'information délivrée par la légende ont ouvert de nombreuses perspectives en terme d'applications. Mais au-delà du produit final qu'est la carte, le véritable héritage légué est l'extraordinaire connaissance experte accumulée par les cartographes durant la durée du projet. Si une part inestimable de ce savoir s'en est allée en même temps qu'eux, une part tangible est accessible à travers de nombreuses publications (livrets explicatifs, monographies, thèses, articles) ou parsème divers documents d'archive (notes de terrain, PV de réunion, rapports d'excursions). Ces derniers sont également une invitation à se replonger dans le contexte historique, scientifique et philosophique de l'époque des levés. Ils permettent de ce fait de mieux cerner la manière dont la légende a été pensée, élaborée, adaptée, remaniée.

L'éclairage que ces publications et documents d'archive donnent sur la carte et sa légende laisse entrevoir une richesse d'information insoupçonnée. Se la réapproprier par une interprétation avertie de la carte est essentiel préalablement à toute valorisation. Cette communication se propose de justifier l'intérêt de cette démarche au travers de multiples exemples. Ils ont été choisis de manière (i) à présenter la diversité des cas rencontrés et (ii) à illustrer l'impact d'une telle interprétation sur la qualité des produits issus de 2 projets menés actuellement : la corrélation de la légende de la Carte des Sols de la Belgique avec le système de classification international World Reference Base et la contribution belge au projet mondial GlobalSoilMap.

Les inventaires de sols en milieu agricole du Québec : historique, accessibilité et perspectives

GAGNÉ Gilles¹

¹ : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700, rue Einstein, Québec (Québec), Canada, G1P 3W8. gilles.gagne@irda.qc.ca

Les inventaires de sols en milieu agricole du Québec : historique, accessibilité et perspectives

Entre 1934 et 1938, les premiers travaux d'inventaire des sols du Québec en milieu agricole étaient associés à la production d'aliments (Baril, 1986). Ainsi, il y a eu des études (rapports et cartes) sur "les sols organiques du sud-ouest de Montréal" (sols maraîchers), "les sols à vergers de la province de Québec" et "les sols à pommes de terre". On cherchait alors à *découvrir* les propriétés des sols qui les rendaient propices à la croissance de ces plantes. À partir de 1937, les travaux ont été entrepris par circonscription électorale (les comtés) par les ministères de l'Agriculture du Canada et du Québec. La guerre 39-45 a suscité une mobilisation de pédologues-cartographes, principalement des agronomes, afin de produire des cartes de sols localisant ceux propices à la culture de la betterave sucrière et à celle du lin dans la plaine de Montréal des basses terres du Saint-Laurent, la région physiographique la plus favorable du Québec en ce qui concerne le potentiel agricole des sols et le climat. Dès cette époque, le concept des séries de sols en provenance des États-Unis a été adopté, ce qui a permis d'assurer une continuité en regard des différents systèmes de classification nationaux puisque ce sont surtout les niveaux supérieurs de classification qui ont subséquemment fait l'objet de débats et modifications. Les premières cartes de sols étaient parfois imprécises puisque les contours des polygones des unités cartographiques étaient tracés directement sur des cartes topographiques à l'échelle du 1 : 63 360 (1 mille au pouce) et que l'utilisation de photos aériennes en stéréoscopie afin de délimiter des polygones n'est survenue que durant les années 1960. Cinquante-deux études pédologiques (rapports et cartes) ont ainsi été publiées entre 1943 et 2014 et elles couvrent 52 comtés ou regroupements de comtés du Québec méridional (en incluant souvent des zones forestières), sauf ceux des comtés de Matane et Matapédia où les travaux ont débuté en 2009 et la région de la Côte-Nord. C'est ainsi que 689 noms de sols, soit 665 séries (650 minérales et 15 organiques), 19 types de terrain et 5 complexes; ont été décrits, caractérisés et cartographiés au Québec sur une superficie de 12,6 millions d'hectares. Les cartes ayant été produites à différentes échelles (1 : 20 000, 1 : 40 000, 1 : 50 000, 1 : 63 360 et 1 : 126 720) et à différentes périodes technologiques et scientifiques, il faut porter attention à la précision et à la fiabilité de l'étude pédologique consultée.

Dans les années 1980 et 1990, Agriculture Canada a procédé à la numérisation des cartes et des rapports pédologiques en format matriciel (bitmap) afin de conserver et de diffuser ces données. À partir de 1997, le ministère de l'Agriculture du Québec (MAPAQ), et par la suite en continuité l'IRDA, ont procédé à la numérisation et à la structuration des données pédologiques cartographiques en format vectoriel, arrimées à la carte de base numérique 1 : 20 000 du Québec divisée par feuillet. Des cartes uniformisées ont ensuite été générées avec ArcView afin d'obtenir des feuillets en format PDF selon les mêmes standards pour l'ensemble du Québec (légendes, mise en page, couleurs selon le matériau parental et la classe de drainage, proportion des différents noms de sols ou non-sols, etc.) avec comme fond de carte des informations sur l'occupation du territoire et le milieu naturel (réseaux de transport, cadastre, hydrographie, villes et villages, topographie, etc.). Ainsi, 659 feuillets cartographiques pédologiques en format PDF sont disponibles gratuitement sur le site Web de l'IRDA. Actuellement, la mise en disponibilité de ces feuillets en format .kmz a été entreprise afin que

les utilisateurs puissent les consulter dans Google Earth avec la fonction de transparence (carte de sols – imagerie satellitaire).

Les feuillets 1 : 20 000 en format vectoriel sont en Arc/Info .e00 et ils peuvent être facilement utilisés dans différents systèmes d'information géographique (SIG). Le format vectoriel contient des fichiers de lignes, de polygones et des annotations. Les fichiers des polygones contiennent une description de leur contenu selon les unités cartographiques d'origine (4301 unités cartographiques sont retrouvées dans les 52 études pédologiques officielles). Une base de données descriptives (classification taxonomique, modelé, classe de drainage, origine ou mode de dépôt du matériau parental, granulométrie, contact lithique, etc.) est associée au premier code de l'unité cartographique, mais des traitements utilisant l'ensemble des composantes d'unités cartographiques composées sont possibles. Les formats vectoriels sont disponibles au MAPAQ et à ses partenaires via son outil géomatique SIGMA ou disponibles à peu de frais à l'IRDA pour ceux qui ne sont pas partenaires du MAPAQ. Il faut consulter également les études pédologiques d'origine (rapports et cartes) puisqu'une généralisation a été effectuée et que celle-ci peut être une source de biais. Aussi, plusieurs limites de cartes entre différentes études n'ont pas été uniformisées (failles de cartes). Il serait nécessaire d'entreprendre un projet synthèse d'unification, de corrélation et de structuration informatique et géomatique des données pédologiques (séries, cartes, etc.) retrouvées dans les 52 études officielles du Québec, incluant des travaux sur le terrain et l'utilisation des techniques de cartographie numériques des sols (CNS-GSM) et d'outils informatiques cartographiques performants (par ex. : écran Planar 3D avec logiciel PurView et carnet de notes terrain avec GPS).

Les connaissances acquises sur la répartition et les caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques des sols naturels du Québec ainsi que leurs potentiels et leurs limitations ont nécessité de grands efforts de collecte de données sur le terrain et d'analyses de laboratoire. Connaître les sols : un préalable avant tous diagnostics, interventions ou aménagements de ceux-ci; une évidence dans d'autres domaines, mais un message continu à diffuser dans le cas des sols. Par ailleurs, débutés il y a plusieurs années, des travaux se poursuivent afin d'établir des liens entre les caractéristiques des sols, les cultures et le climat à des fins de fertilisation, d'amendements et de gestion des sols et bien sûr afin notamment de maintenir et d'améliorer la qualité de nos ressources en eau. Pour raffiner l'interprétation des essais de fertilisation, la connaissance du sol est nécessaire à l'échelle locale. Il faut continuer de conserver, mettre à niveau et à jour, d'acquérir, géoréférencer et modéliser les données sur les sols afin de mettre à la disposition de la collectivité un service d'information et d'aide à la décision accessible et compréhensible pour les nombreux utilisateurs et contribuer à maintenir et préserver les nombreux biens et services écologiques associés aux sols.

Baril, R.W. 1986. Historique de la pédologie, de la classification et de la cartographie des sols au Québec. Pages 3-24 dans "Rétrospective de la recherche sur les sols au Québec". M. C. Nolin (éd.). Cahiers de l'ACFAS no 37. 157 pages.

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.

L'orientation du droit vers une définition fonctionnelle de la qualité des sols

DESROUSSEAUX Maylis¹

1 : Institut de droit de l'environnement, Université Lyon III, 18 rue Chevreul, 69007, Lyon, maylis.desrousseau@univ-lyon3.fr

Un nombre important de pays d'Europe sont dotés soit d'une législation soit d'une réglementation relative à la protection des sols. Parfois un cadre spécifique a été créé, comme c'est le cas par exemple de l'Allemagne, la Suisse, la Belgique dans une certaine mesure ou les Pays-Bas. D'autres fois les dispositions relatives aux sols s'inscrivent dans une loi générale de protection de l'environnement. Mais peu disposent d'une loi générale de protection des sols, beaucoup se limitant à la gestion des sols pollués et ce pour des raisons plus sanitaires qu'écologique. En 1993, date à laquelle a été publié l'ouvrage traitant de *la protection juridique des sols dans les Etats membre de la communauté européenne*, Gérard Monédiaire tirait la conclusion suivante : il existe un nombre importants de textes ayant pour objet la protection des sols, mais ils ont pour la plupart été adoptés suite à la survenance d'une catastrophe et « des doutes ont pu être émis sur l'effectivité de certains dispositifs juridiques »¹. Depuis, force est de constater que certains de ces dispositifs en question ont été améliorés et une lecture croisée nous offre une conception renouvelée de la notion de qualité des sols, fondée sur leurs caractéristiques pédologiques. Le fait est que la multifonctionnalité des sols est une idée largement diffusée et que l'idée selon laquelle les services écosystémiques des sols sont primordiaux précède les évaluations monétaires de leur destruction.

Des similitudes peuvent être observées à partir des différents textes de protection du sol, qu'il s'agisse de la législation relative aux sites et sols pollués ou d'une loi-cadre régissant tous les types de sols et leurs atteintes. Usuellement, elles s'expliquent par une transposition de directives européennes, ce qui ne s'applique pas au cas des sols, la Directive-cadre préparée en 2006 n'ayant toujours pas été adoptée. Nul doute que les textes aujourd'hui en vigueur dans certains Etats d'Europe soient le résultat de travaux communs qui ont mobilisé une pluralité de groupes de recherche et qui ont fortement orienté l'approche fonctionnelle proposée par l'Union européenne. En 1972, le Conseil de l'Europe donnait une première définition juridique du sol dans la Charte européenne des sols. Il plaidait en faveur de la reconnaissance du sol comme un « milieu vivant et dynamique ». Le sol devait alors être reconnu comme « une entité en lui-même »², mais cette charte sera restée lettre morte. Elle aura pour le moins trouvé un écho dans les travaux de l'UICN. Aussi, a été mise sur pied une définition de la qualité des sols qui se fonde sur la notion « d'intégrité écologique du sol » dont les détails figurent dans le guide de l'UICN pour une législation sur la durabilité des sols³. Reconnaisant le rôle central des sols dans l'environnement, elle privilégie une approche intégrée en revendiquant « la préservation des écosystèmes, comprenant la

¹ M. PRIEUR (dir.), *La protection juridique des sols dans les états membres de la Communauté européenne*, PULIM, 1993, p. 189.

² Art. Premier de la Charte européenne des sols du 30 mai 1972.

³ Traduit par nous, B. BOER, I HANNAM, *Drafting legislation for sustainable soils : a guide*, IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK, 2004, 112p.

prévention de la perte de l'intégrité, qui est le commencement de la dégradation du sol, le contrôle des dégradations existantes du sol et la protection et la gestion du sol pour garantir son utilisation durable »⁴.

Le protocole « Protection des sols » de la Convention alpine du 7 novembre 1991 est éloquent. Seul instrument juridique supra-étatique de protection de l'ensemble des sols d'un territoire, il offre une définition fonctionnelle des sols, en faisant référence à la conservation du sol « durablement dans toutes ses composantes. En particulier les fonctions écologiques du sol doivent être garanties et préservées à long terme qualitativement et quantitativement en tant qu'élément essentiel des écosystèmes (...)»⁵. L'adoption d'un tel protocole questionne d'un point de vue juridique sur la pertinence de l'idée de définir un champ d'action fondé sur des critères écologiques ou géographiques dans le cadre de la protection des sols. En effet, contrairement aux exemples usuellement avancés à l'encontre d'une entente internationale (notamment le principe de subsidiarité, dans le cadre de l'Union européenne), voire même nationale en ce domaine, les Etats frontaliers du massif alpins ont su s'entendre sur les objectifs de protection des sols. Leur démarche est révélatrice de la prise de conscience des menaces réelles qui pèsent sur les sols alpins et du rôle écologique qu'ils jouent dans le maintien de la qualité environnementale globale du massif. La réflexion tendant à la délimitation de zones révélant une cohérence pédologique ou bien une communauté d'intérêts liés à une menace particulière permettrait peut-être de dépasser les blocages actuels, qui laissent penser qu'une harmonisation de la notion de qualité des sols au sein de l'Union européenne est fortement compromise.

⁴ B. BOER, I. HANNAM, *Legal and Institutional Frameworks for Sustainable Soils: A Preliminary Report*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2002, p. 38.

⁵ Art. 2, *ibid.*

La diversité de perceptions de sols par les gestionnaires

Auteurs : Camille Guellier (ADEME - camille.guellier@ademe.fr), Antonio Bispo (ADEME), Claire Chenu (AgroParisTech), Jurgis Sapijanskas (MEDDE)

Nous présenterons la trajectoire du programme de recherche GESSOL¹ qui, réalisant que les résultats bio-physiques accumulés depuis sa création en 1998 ne suffisaient pas pour faire émerger une véritable gestion durable des sols, s'est ouvert en 2008 aux sciences humaines et sociales afin d'identifier les verrous juridiques, sociologiques et économiques à une utilisation durable de cette ressource. A partir de résultats issus du programme, nous illustrerons en particulier dans quelle mesure promouvoir ou accompagner des pratiques durables nécessite de comprendre comment cette ressource est perçue et caractérisée par les gestionnaires. Nous mettrons en regard la diversité des conceptions et perceptions du sol au sein et entre les milieux agricoles, péri-urbains et urbains en apportant des éclairages spécifiques sur:

- la conception **des sols agricoles et de leurs usages par des groupes d'agriculteurs**, selon qu'ils pratiquent une agriculture conventionnelle avec ou sans labour, ou encore une agriculture biologique (projet QueSacteS, coordonné par Claude Compagnone) ;
- l'appréhension des sols par les utilisateurs de **jardins familiaux collectifs en milieu urbain** qui apparaît très liée à l'histoire même de ces groupes (projet Jardins Familiaux, coordonné par Louiza Boukharaeva) ;
- la représentation culturelle et sociale du sol des **parcs et jardins**, portée par trois catégories d'acteurs (décisionnaires, agents en charge de la production et de l'entretien, usagers ; projet CESAT, coordonné par Didier Boutet) ;
- l'opinion et les connaissances des **sols urbains et péri-urbains** portées par des acteurs locaux (élus, techniciens et agriculteurs de deux municipalités) dans le cadre de projets **d'aménagement du territoire** (projet UQualisol-ZU, coordonné par Samuel Robert)

Pour une majorité d'usagers et des décideurs, le sol n'apparaît qu'au travers des usages qu'il rend possibles, éventuellement d'une valeur foncière, économique ou patrimoniale. Les services rendus à la société par les sols sont alors définis, non pas à partir du sol lui-même qui reste une abstraction, mais à partir de ce que les sols et leurs qualités naturelles ou artificielles rendent possible comme activités économiques, sociales et culturelles (valeur d'usage).

Nous discuterons des pistes d'améliorations pour la gestion apportées par ces projets particuliers et, plus généralement, des perspectives de thèmes et de modalités de recherches en appui aux politiques publiques ouvertes par la nouvelle orientation du programme dans son ensemble.

Mots-clés : Perceptions, sociologie, acteurs, usagers des sols

1 Programme de recherche GESSOL « fonctions environnementales et gestion du patrimoine sol » du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'énergie; www.gessol.fr

Exemples d'utilisation de bases de données sur les sols au service des politiques publiques

Bertrand LAROCHE(1), Marion BARDY (1), Christine LE BAS (1), Catherine LE BARH (1), Sybille SLATTERY-OETTINGER (3), Emmanuel THIRY (2), Sandrine LEMENAGER (3)

(1) INRA, US1106, InfoSol, F-45075 Orléans, France

(2) MEDDE, Direction de l'eau et de la biodiversité

(3) MAAF, Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires

Les sols sont de plus en plus intégrés dans les politiques publiques agricoles ou environnementales. Des textes réglementaires ayant une base pédologique ont été développés récemment au niveau européen ou français. Leur application nécessite l'utilisation de données pédologiques spatialisées couvrant l'ensemble du territoire national.

Depuis sa création en 2001, le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol) coordonne le programme national de cartographie des sols français, Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) dont un des volets concerne la cartographie régionale à 1/250 000 (Référentiels Régionaux Pédologiques). Actuellement, seule la Base de Données Géographique des Sols de France (BDGSF) à 1/1 000 000 couvre l'ensemble du territoire national métropolitain mais sa faible résolution tant sémantique que spatiale ne permet de répondre que partiellement aux besoins des politiques publiques. Les Référentiels Régionaux Pédologiques d'une qualité supérieure sont de plus en plus mobilisés par les politiques publiques au niveau national même si elles ne couvrent pas encore tout le territoire métropolitain. Nous présenterons deux exemples montrant comment les données du GIS Sol ont pu être mobilisées dans un cadre réglementaire : la délimitation des zones humides et la délimitation des zones défavorisées simples.

- Les zones humides

Les zones humides interviennent dans la régulation des crues, la limitation de l'érosion, l'épuration des eaux ou le stockage du carbone. Les zones humides naturelles ou semi-naturelles présentent une grande richesse d'habitats et d'espèces, souvent rares ou menacées. Compte-tenu de la richesse des services qu'elles rendent la préservation des zones humides constitue aujourd'hui un enjeu fort à l'échelle internationale (ce sont ainsi les premiers et seuls milieux à avoir bénéficié d'une convention internationale, la Convention de Ramsar), considéré comme « d'intérêt général » par la loi française (code env., art. L. 211-1-1). Deux

plans nationaux d'action en faveur des zones humides ont été mis en place successivement en 1995 et en 2010 par le ministère chargé de l'écologie, et de nombreux outils contribuent à la préservation des zones humides : SDAGE, SAGE, etc.

L'ensemble de ces politiques et outils nécessite de localiser, et donc de cartographier les zones humides. L'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009, applicable en France métropolitaine et en Corse, précise les différents critères de définition et de délimitation des zones humides : à partir du sol, de la végétation ou des habitats. Des zones peuvent être humides sans présenter de végétation ou d'habitats spécifiques de zones humides. L'identification des zones humides à partir des sols est donc de première importance.

La cartographie des zones humides selon le critère sol de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié se déroule en plusieurs étapes, dont la première consiste généralement à examiner les cartes pédologiques existantes. Compte-tenu de la présence dans les bases de données au format DoneSol des informations utilisées dans l'arrêté pour définir les sols de zones humides, il est possible de développer des requêtes pour identifier au sein des cartes pédologiques les sols de zones humides. A partir de l'extraction des bases de données, il est possible d'identifier les sols de zones humides et de les spatialiser par la représentation des Unités Cartographiques de Sols.

- Les Zones Défavorisées Simples

Les Zones Défavorisées Simples sont issues d'un zonage européen lié à la Politique Agricole Commune. Elles concernent des zones délimitées sur la base de critères socio-économiques et bénéficient d'aides spécifiques pour favoriser le maintien de l'agriculture dans ces zones. Suite à un rapport de la Cour des Comptes critiquant la disparité des méthodes utilisées par chaque Etat-membre pour définir ces zones et parfois leur non pertinence, la Commission européenne a souhaité redéfinir ce zonage sur des critères biophysiques objectifs de différentes natures : climatique, pédologique et topographique. Cette réforme des critères utilisés pour définir les zones désormais appelées zones soumises à des contraintes naturelles est inscrite dans le règlement relatif au développement rural 1305/2013 du 17 décembre 2013. Chaque Etat-membre doit définir ces zones en s'appuyant sur les critères biophysiques figurant à l'annexe III de ce règlement. Aux communes classées par les critères biophysiques,, est ensuite appliqué un critère de "réglage fin" (critères socio-économique) pour vérifier que la commune n'a pas surmonté son handicap. La réalisation du zonage est laissée à l'initiative de chaque état membre. Dans ce cadre, les données du GIS Sol ont été largement mobilisées. L'utilisation de la BDGSF a permis d'apporter un premier éclairage national en appui aux négociations avec la Commission Européenne. Puis des tests sur certaines régions avec des Référentiels Régionaux Pédologiques ont montré l'intérêt majeur de ces RRP dans la réalisation du zonage ce qui a permis une accélération de ces inventaires pédologiques par la mobilisation de crédits supplémentaires. Le zonage définitif s'appuiera donc sur les RRP en combinaison avec des données climatiques, topographiques et agricoles.

Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et péri-urbaine – application du bassin minier de Provence

KELLER Catherine¹, ROBERT Samuel², LAMBERT Marie-Laure³, AJMONE-MARSAN Franco⁴, AMBROSI Jean-Paul¹, BIASIOLI Mattia⁴, CRIQUET Stéven⁵, RABOT Eva^{1,6}

¹Aix-Marseille Université, CNRS, Collège de France, IRD, CEREGE, UMR 7330, Technopôle de l'Environnement Arbois-Méditerranée, BP 80, 13545 Aix-en-Pce, Cedex 4 ; keller@cerege.fr, ambrosi@cerege.fr

³Aix-Marseille Université, CEJU-LIEU, 2 av. Henri Poncet, 13100 Aix-en-Provence ; ml.lambert@wanadoo.fr

²Aix-Marseille Université, CNRS, ESPACE, UMR 6012, Technopôle de l'Environnement Arbois-Méditerranée, BP 80, 13545 Aix-en-Pce, Cedex 4 ; samuel.robert@univ-amu.fr

⁴Università di Torino, DI.VA.PRA, via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco, I ; franco.ajmonemarsan@unito.it, mattia.biasioli@unito.it

⁵Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, IMBE, UMR 7263, case 452, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, UPCAM, 13397 Marseille, Cedex 20 ; steven.criquet@imbe.fr

⁶INRA, UR Sols 0272, 2163 av. de la pomme de pin, CS 40001 Ardon, 45075 Orléans, Cedex 2 ; Eva.Rabot@orleans.inra.fr

Dans la plus grande partie du monde, le rôle tenu par les sols dans le développement économique et social des territoires est tout à fait majeur. Support des activités humaines, les sols sont d'abord un substrat, une surface sur laquelle se déploient et s'organisent les sociétés (sol-espace). Ils sont aussi et surtout une ressource pourvue de qualités et de propriétés qui permettent à certaines activités, en premier lieu l'agriculture, de prospérer (sol-épaisseur). Simultanément, les sols remplissent des fonctions qui ne servent pas directement la société, mais qui n'en sont pas moins essentielles, comme par exemple la conservation d'une partie de la biodiversité ou encore l'épuration ou la filtration de certaines substances contenues dans l'environnement. Les différentes dimensions des sols font qu'ils sont une composante fragile et indispensable des anthropo-systèmes, notamment dans les zones urbaine et périurbaine où la pression exercée sur les sols est intense. Du fait de l'étalement urbain, des contaminations diverses liées aux activités urbaines, et des friches créées par l'évolution des villes, la gestion et la conservation des sols apparaissent comme un enjeu de premier ordre. Ces objectifs posent tout particulièrement la question de la planification des usages des sols, c'est-à-dire les choix et les réglementations en matière d'occupation et d'usage possible dans les documents d'urbanisme, et celle de la prise en compte de la qualité des sols dans l'élaboration de ces choix et règlements.

Le projet avait pour ambition de mettre en perspective le droit de l'urbanisme avec la connaissance scientifique de la qualité des sols. L'objectif était triple : évaluer comment le droit permet d'intégrer une connaissance de la qualité des sols dans le processus de planification de l'usage des sols (1), évaluer quelle connaissance de la qualité des sols peut être produite pour être utilisée par le planificateur (2), et produire une application dans le contexte périurbain du bassin minier de Provence, aux portes d'Aix-en-Provence et de Marseille (3).

L'étude a été menée sur deux communes péri-urbaines de la région de Marseille / Aix-en-Provence, (cartographie de l'évolution de l'occupation des sols sur plusieurs décennies et à plusieurs échelles ; études de documents d'urbanisme réglementaire ; entretiens avec les acteurs locaux). Un indice de polyvalence d'usage des sols a été développé à partir d'un

constat portant sur le besoin de connaissance sur les sols afin de mener à bien une politique d'urbanisme respectueuse des fonctions des sols. Cet indice, dont les résultats sont spatialisés et peuvent être intégrés dans un SIG, constitue un résultat inédit dont la mise à l'épreuve future sur d'autres terrains est souhaitée et met en évidence la nécessité d'évaluer la qualité des sols dans les espaces intra-urbains.

Aptitude d'un territoire à l'assainissement non collectif (ANC) : indicateurs SPU (sol – parcelle – usager)

FOUCHÉ Olivier^{1 et 2}, NASRI B. ^{1 et 2}, VIDAL N.³, SAILLÉ Ch. ², SEIDL M.¹

¹ : Université Paris-Est – Ecole des Ponts ParisTech – AgroParisTech, LEESU, Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains, 6 et 8, avenue Blaise Pascal - Cité Descartes, F 77455 Marne-la-Vallée Cedex 2, olivier.fouche@leesu.enpc.fr

² : Conservatoire national des Arts et Métiers, ICENER, 2 rue Conté, 75003 Paris.

³ : IRSTEA, EPNAC, 5 rue de la Doua - CS 70077 - 69626 Villeurbanne cedex.

Introduction et objectif

L'assainissement non collectif (ANC) fait appel au sol pour ses fonctions épuration, rétention et évacuation à l'égard des eaux usées. La prise en compte de la structure des sols et de leurs propriétés texturales et hydrauliques contrôlant ces trois fonctions en ANC est indispensable à la compréhension et à la gestion des flux participant à la qualité des eaux souterraines et superficielles. Des indicateurs de l'aptitude du sol à l'ANC sont nécessaires, tout spécialement pour l'évacuation des eaux traitées, mal prise en compte à ce jour.

Du point de vue de l'utilisateur du dispositif et usager de l'ANC, les trois fonctions définies envers les eaux usées peuvent entrer en conflit d'usage avec des fonctions de la parcelle : récréation, plantation, occupation, circulation... Tenter de les concilier n'est pas l'affaire de l'usager seul : le service public de l'ANC (SPANC) partage avec lui la charge du pilotage des fonctions du sol pour l'ANC et intervient sur la parcelle pour définir son aptitude.

Réduire l'impact sanitaire et environnemental est l'objectif affiché dans la mise en œuvre de la réglementation. De la mésentente entre l'habitant et le législateur sur la justification de l'ANC, peut naître une certaine conflictualité entre l'habitant et le SPANC. La compréhension du point de vue et de la perception de l'usager est donc nécessaire pour la mise en œuvre des missions des SPANC. L'aptitude de l'usager à piloter l'ANC est aussi importante que celle des sols dans l'évaluation de la faisabilité et de la durabilité de l'ANC.

Pour chacune des deux aptitudes étudiées, sol et usager, une série d'indicateurs est proposée et un système de notation a été élaboré, ce qui débouche sur deux classifications d'aptitude indépendantes. La classification d'aptitude du sol a été conçue de façon à intégrer des indicateurs d'aptitude de la parcelle.

L'objectif est de proposer une méthode pour croiser des indicateurs physiques et sociotechniques et en déduire un indicateur intégratif de l'aptitude à l'ANC sur un territoire. On appelle cette problématique « l'aptitude SPU » (sol – parcelle – usager).

Méthodologie d'évaluation de l'aptitude du sol

C'est la double-fonction du sol « évacuation et affinage par infiltration des eaux usées traitées » qui permet, si elle est suffisante, d'envisager le sol comme un milieu récepteur d'ANC. Choisir des indicateurs d'aptitude pour cette double fonction est l'objectif que l'on s'est fixé. Parmi une batterie de paramètres et de protocoles, on en a sélectionné certains comme indicateurs. Cette sélection se veut généralisable au-delà du territoire d'étude. Ainsi, on propose : la teneur en eau résiduelle (par étuvage), la texture des particules fines (par densimétrie : Argile, < 2 microns ; Limon, 2-50 microns ; Sable, > 50 microns ; figure 10), la teneur en carbonate de calcium (par calcimétrie), la teneur en matière organique (par calcination), les limites de consistance (essai d'Atterberg), la surface spécifique du sol (par adsorption du bleu de méthylène, méthode de la tâche), et la conductivité hydraulique du sol (par l'appareil Guelph). Ils sont au nombre de 7. On établit d'abord une notation pour chaque

indicateur. Puis, est proposé un système de notation de chaque fonction du sol par combinaison d'indicateurs. Enfin, on fait une classification de l'aptitude du sol, propre à chaque service : 3 à 6 classes par service rendu par le sol (affinage, évacuation profonde...).

Méthodologie d'évaluation de l'aptitude de l'utilisateur

C'est au moyen d'enquêtes en vis-à-vis ou par voie postale, et d'entretiens semi-directifs, que nous avons abordé l'aptitude de l'utilisateur. Deux questionnaires ont été élaborés pour évaluer d'une part la perception des fonctions et des usages du sol par le particulier, d'autre part le rapport entre l'utilisateur et son système d'ANC. Ces questionnaires ont été testés sur deux territoires dans l'Yonne et en Seine-et-Marne. Suite à une première interprétation (Fouché et al. 2011, 11^{èmes} JES), les questionnaires ont été revus de façon à ce que les items contribuent à former des indicateurs sociotechniques de l'aptitude de l'utilisateur à piloter les fonctions du sol. La typologie des questions distingue 4 champs : Connaissance, Opinion, Perception, Comportement. Chaque utilisateur aura une note par champ. Illustrons la méthode par la note de perception de l'utilisateur, qui pour être pertinente à l'égard de la gestion du sol et de l'ANC, devra contenir deux composantes : la note (PE) de perception de l'environnement et du sol, et la note (PA) de perception du dispositif d'ANC.

La note de perception PE est construite avec 9 questions notées de 0 à 3 pt chacune, avec cependant parmi elles, des questions plus radicales (O / N / NSP) où la note 2pt n'existe pas et qui a tendance à séparer des groupes d'utilisateurs plus nettement. Au total, un répondant peut atteindre $9 \times 3 = 27$ pts et 5 classes sont formées par intervalles entre 0 et 27.

Cette note contient : l'impression d'éloignement ou de proximité de l'environnement, la définition de l'environnement (lieu de vie ou la nature ?) ; la sensibilité aux problèmes de l'environnement sur une échelle ; la demande d'information sur les étiquettes des produits achetés, qui exprime l'attention accordée à leur impact sur l'environnement et en même temps la confiance en la parole publique ; le besoin d'espace et de sol pour vivre et le sentiment de sa valeur ; la crainte de l'usure du sol, de sa détérioration dans le temps, et la responsabilité individuelle dans la transmission ; la conscience du risque de polluer le sol.

La note de perception PA est construite avec 14 questions notées de 0 à 3 pt chacune, avec parmi elles, des questions plus radicales. Là aussi, il est aisé de distinguer 5 classes d'utilisateurs sur ce critère, depuis « utilisateur très favorable » à « pas du tout favorable » au pilotage des fonctions du sol en ANC.

Cette note contient : la satisfaction de son dispositif actuel et d'avoir réhabilité son ANC ; la conscience de l'utilité des éléments qui sont maintenant installés ; la confiance dans les acteurs de l'ANC pour que le traitement des eaux usées fonctionne bien à long terme sans risque pour l'environnement ; la conscience de l'impact de la négligence de l'entretien comparée à d'autres comportements négligents ; l'impression globale d'incompatibilité avec les autres usages du sol sur la parcelle ; la réticence au pilotage (le pire étant le refus de la contrainte d'entretien) ; la conscience de l'impact environnemental de l'ANC et son échelle ; la confiance dans la technologie pour éliminer les polluants domestiques émergents ; l'importance du dispositif de traitement dans la maison par rapport à d'autres éléments.

Résultats

L'intégration entre la classification d'aptitude orientée utilisateur et celle orientée sol sera effectuée à travers un SIG accessible à tous dans une démarche participative, dont le prototype a été créé et qui aidera les collectivités et les organes de financement à planifier et à territorialiser la gestion de l'ANC. On peut aussi utiliser les deux familles d'indicateurs, physiques et sociotechniques, comme des paramètres d'état et les croiser pour obtenir une note d'aptitude. Pour effectuer ce croisement des notes, les règles ne sont pas évidentes à fixer : elles doivent être discutées au cours du séminaire du projet qui réunira les acteurs du 13 au 15 juin 2014 à Auxerre. Les résultats seront communiqués lors des JES 2014 à Chambéry.

Mots clés : épuration, rétention, évacuation, eaux usées, texture, perception, SPANC.

Comment s'assurer de la qualité d'une base de données géochimique collectée dans le cadre de l'application d'une réglementation concernant la protection des sols ?

Benoît PEREIRA¹, Aubry VANDEUREN¹, et Philippe SONNET¹

¹ : Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute - Environmental sciences
Croix du Sud 2/10, 1348 Louvain-la-Neuve, BELGIUM, benoit.pereira@uclouvain.be,
aubry.vandeuren@uclouvain.be, philippe.sonnet@uclouvain.be

En Wallonie (Belgique), la mise en application de réglementations environnementales impliquant la réalisation d'analyse de sols a conduit l'administration régionale à la mise en place de base de données d'analyses de sols à des fins de gestion. Ainsi, la base de données CAPASOL est constituée par les analyses de sol des parcelles qui ont fait l'objet d'une demande d'autorisation d'épandage de boues de station d'épuration à l'administration. La réglementation sur la valorisation agricole des boues impose en effet de réaliser une analyse de sol préalablement à l'épandage, afin de vérifier si la parcelle répond à la norme de qualité pour les sept éléments traces métalliques (ETM). L'administration régionale a souhaité valoriser la base de données CAPASOL pour le développement d'outils de gestion, comme des cartes de concentrations de fond, ou des cartes anticipant la nécessité d'imposer une analyse de sol avant l'épandage de boues étant donné les concentrations de fond et le niveau des normes de la réglementation.

Cependant, exploiter une base de données du type de CAPASOL pour le développement d'outils de gestion peut s'avérer une tâche délicate, car l'on ne dispose généralement pas d'information sur la qualité des données. En effet, les analyses de la base de données peuvent avoir été réalisées non seulement par différents laboratoires mais également à différents moments sur des périodes de temps s'étendant sur plusieurs années à plusieurs dizaine d'années. Bien que ces laboratoires possèdent souvent différentes accréditations attestant le suivi de normes de qualité (ISO, etc.), l'expérience montre que la précision et l'exactitude des mesures varient souvent dans le temps. Ce constat s'explique parfois par des changements d'analyste, dans le matériel analytique, ou dans des détails du protocole d'analyse.

Dans ce travail, nous présentons des méthodes que nous avons développées pour s'assurer de la qualité des données lorsqu'on est en présence de ce type de situation. Ces méthodes permettent d'écarter les éventuelles données non fiables de la base de données et de corriger les éventuels biais inter-laboratoires. Ces méthodes seront illustrées pour le cas de la valorisation de la base de données CAPASOL pour l'établissement de cartes de concentrations de fond en Wallonie. Les méthodes ont été développées pour les analyses de sol de type « éléments traces métalliques » en Région wallonne, mais elles pourraient être adaptées pour d'autres régions ou d'autres types d'analyse de sol.

Vers une méthodologie d'harmonisation des Référentiels Régionaux Pédologiques par cartographie numérique : l'exemple de l'Eure-et-Loir et du Loiret

FOURVEL Gaëtan¹, LAROCHE Bertrand¹, SABY Nicolas P.A.¹, MARTIN Manuel¹, RICHER de FORGES Anne C.¹, GIROT Ghislain¹, ARROUAYS Dominique¹, LEHMANN Sébastien¹, BARDY Marion¹

¹ : Unité InfoSol, US 1106, INRA, CS 40001 Ardon, Orléans cedex 2, France, gaetan.fourvel@orleans.inra.fr

Le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) conduit par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol) depuis sa création en 2001 (Arrouays *et al.*, 2004) comporte trois volets dont celui des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) qui constitue aujourd'hui la priorité nationale. Ce volet vise à produire une couverture pédologique harmonisée au format DoneSol au 1/250 000^{ème} disponible sur la France entière.

La constitution des Référentiels Régionaux Pédologiques a été confiée à différents partenaires régionaux (Chambres d'agriculture, associations, conservatoires d'espaces naturels, Ecoles Nationales supérieures d'Agronomie...). La durée du programme, plus de 25 ans, et la pluralité des auteurs a entraîné des incohérences d'ordre graphique et sémantique entre les RRP contigus. Or l'objectif final est de disposer d'une couche harmonisée sur la France entière pour une utilisation dans de nombreux domaines d'application impliquant des données pédologiques à l'échelle du territoire comme, par exemple, la délimitation des Zones Soumises à des Contraintes Naturelles (CCE, 2006) ou encore celle des zones humides potentielles.

Il a donc été choisi de construire une méthodologie générale d'harmonisation applicable à bon nombre de RRP. Cette dernière est soumise à différentes contraintes. Tout d'abord elle doit permettre de corriger toutes les incohérences graphiques (couche SIG) et sémantiques (base de données DoneSol) observables entre deux RRP contigus. Elle doit également être applicable à l'ensemble du territoire et conserver un maximum d'objectivité, c'est-à-dire ne pas privilégier les UCS d'un RRP par rapport à un autre. Enfin, il faut qu'elle minimise les coûts en étant rapide et en minimisant l'intervention dans la base de données par des experts pédologues et les retours sur le terrain.

Au vu de la problématique d'harmonisation, deux choix méthodologiques sont possibles. Le premier est dit de manière « experte », il consiste à demander aux pédologues ayant réalisé les RRP (ou à des experts connaissant bien la zone) d'harmoniser les cartes en se penchant sur chaque incohérence pour rétablir une continuité pédologique au-delà des limites administratives. Mais cette méthode répond assez mal aux contraintes imposées à savoir la généralité et la rapidité de la méthode. C'est pourquoi nous nous sommes concentrés sur la seconde possibilité qui s'appuie sur le concept de cartographie numérique ou Digital Soil Mapping (DSM). Cette méthode repose sur des algorithmes statistiques permettant de décoder les lois de distribution de sols utilisées implicitement par les pédologues cartographes. Ces lois sont établies par des modèles de classification (arbres de classification...) qui utilisent une zone de référence pédologique couplée à différents facteurs pédogénétiques descripteurs du milieu naturel et aisément appréhendables (Laroche *et al.*, 2011). Ces facteurs de différenciation des sols, ou covariables, peuvent être regroupés en sept catégories présentées par la fonction générique de McBratney *et al.* (2003) : $S_c = f(s, c, o, r, p, a, n)$ où S_c est la classe de sol ou le type de sol, s les informations pédologiques en certains points, c le climat, o l'influence des activités biologiques (flore, faune, humain), r la topographie, p les matériaux parents, a l'âge des formations pédologiques et n la position spatiale. Une fois les lois de distribution des sols connues, il est possible de les appliquer à

de nouvelles zones sans connaissance pédologique à condition que l'ensemble des covariables employées pour définir ces lois soient disponibles sur cette zone et que ces lois soient valides sur ces nouvelles zones.

Dans le but de mettre en pratique le potentiel de la cartographie numérique pour l'harmonisation des RRP, nous avons testé différentes méthodes et modèles de cartographie numérique sur une zone test composée de deux RRP contigus : le Loiret (Richer de Forges, 2008) et l'Eure-et-Loir (Giro, 2012).

Deux hypothèses de départ ont été formulées :

- Seules les Petites Région Naturelles (PRN) communes aux deux RRP tests ont été considérées (Grande Beauce et Petite Beauce), les autres étant considérées comme indépendantes. Cette hypothèse permet également de minimiser l'impact des modifications occasionnées par le processus d'harmonisation sur les RRP.
- Les deux RRP sont de qualité égale, ce qui exclut de privilégier un RRP plutôt qu'un autre *a priori*.

Plusieurs stratégies sont envisagées pour répondre à l'objectif de cette étude. Parmi celles-ci, il semble intéressant d'utiliser les techniques de DSM pour formaliser un compromis graphique entre les deux découpages cartographiques sur la PRN sélectionnée. Cette méthode consiste à faire apprendre le modèle statistique sur les deux cartes en même temps afin de prédire des UCS sur la frontière. Un autre point important consiste à produire plusieurs indicateurs quantitatifs permettant de rapprocher des UCS de part et d'autre de la frontière. Ainsi il est possible d'identifier des couples d'UCS statistiquement similaires mais provenant initialement de RRP différents. Ces indicateurs peuvent être extraits de la matrice de confusion issue de l'étape d'apprentissage du modèle statistique.

Cette communication a deux objectifs : (1) présenter les principes et les résultats des différentes méthodes d'harmonisation par cartographie numérique envisagées pour répondre à la problématique en prenant pour exemple deux RRP tests (Eure-et-Loir et Loiret) et (2) définir la méthodologie d'harmonisation complète la plus adaptée.

Arrouays D., Hardy R., Schnebelen N., Le Bas C., Eimberck M., Roque J., Grolleau E., Pelletier A., Doux J., Lehmann S., Saby N., King D., Jamagne M., Rat D. et P. Stengel P., 2004 - Le programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols de France - Vol.11(3) – p 187 à 198

CCE, 2006 - Proposition de directive européenne et du conseil définissant un cadre pour la protection des sols et modifiant la directive 2004/35/CE. COM, 232 final, 31 p

Giro G., 2012 - Référentiel régional pédologique de la région centre, Carte des pédopaysages de l'Eure-et-Loir échelle 1/250 000. INRA

Laroche B, Arrouays D., Olivier et Lecerf N., 2011, essais de cartographie numérique des pédopaysages à 1/ 250 000 dans les départements de l'Aube et de la Marne, enseignements, limites et perspectives – étude et Gestion des sols, Volume 18, 1, p17 à 31.

McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B., 2003 - On digital Soil mapping. Geoderma, 117, p 3 à 52

Richer de Forges A.C., 2008 - Référentiel régional pédologique de la région centre, Carte des pédopaysages du Loiret échelle 1/250 000 (base de données en format DoneSol2 et notice explicative : 278 pages). INRA InfoSol.

Le Système d'Information Décisionnel Sol : une architecture informatique décisionnelle au service de la diffusion des données du GISSOL.

Toutain B.F.P.¹, Saby N.P.A.¹, Chenu J.P.¹, Martin M.P.¹, Millet F.¹, Paroissien J.B.¹, Bardy M.¹

¹ : INRA, Unité Infosol, US1106, Orléans, France

Le cadre réglementaire de la directive INSPIRE et la montée en puissance des données libres conduisent les producteurs de données à réfléchir à des politiques de diffusion. Avec la prise de conscience de l'importance des services éco systémiques rendus par les sols, les données produites par le GIS Sol sont au cœur de cet enjeu. Pourtant, la diffusion de la donnée sur les sols se heurte à deux obstacles de nature informatique et thématique. Premièrement, les utilisateurs sont en effet généralement à la recherche de données faciles à appréhender, directement extractibles et aisément exploitables. Hors, les bases de données sont structurées de manière à assurer l'intégrité et l'unicité des données. L'utilisation généralisée des formes normales, qui sont des techniques de modélisation destinées à optimiser le stockage des informations, a pour conséquence de complexifier fortement les opérations d'extraction et contraint les utilisateurs des différentes communautés scientifiques à un apprentissage long pour la mise en forme des données. Deuxièmement, le sol étant à l'interface entre la lithosphère, la biosphère et l'atmosphère, l'interprétation des données sur les sols implique l'utilisation conjointe des données émanant de ces trois domaines. L'expérience montre que la préparation des données en vue de traitements statistiques ou de l'utilisation de modèles prend un temps non négligeable.

L'architecture décisionnelle est de nature à lever ces verrous. Il s'agit d'une organisation de composants informatiques qui permet de mobiliser des données brutes de différentes sources, de leur appliquer des règles métiers de transformation et de les restituer sous une forme d'information exploitable. Elle permet ainsi de déporter la mise en forme des données du côté du producteur et d'obtenir directement des données multi-sources. Cette architecture s'inscrit pleinement dans une démarche qualité car les informations ont subi des contrôles et sont reproductibles, historisables et pleinement décrites par des métadonnées.

Au sein du GIS Sol, l'architecture décisionnelle est décrite dans l'illustration 1.

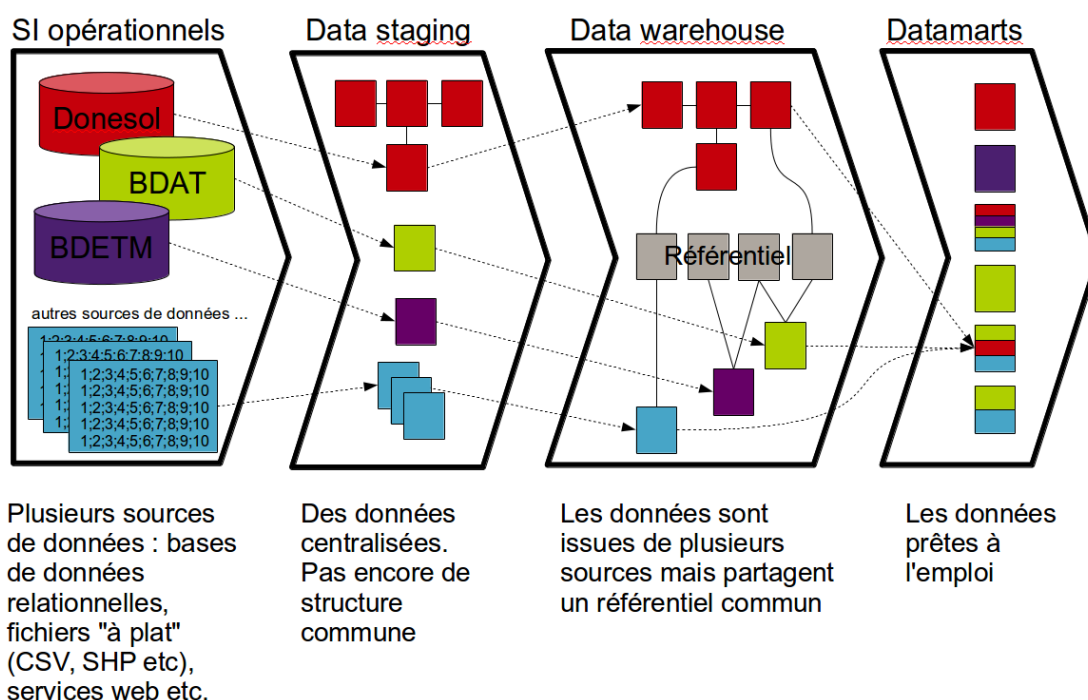


Illustration 1: l'architecture décisionnelle d'Infosol

Les systèmes d'information opérationnels contiennent à la fois les bases de données servant à collecter et stocker les données obtenues dans le cadre des programmes d'acquisition du GIS Sol (IGCS, RMQS, BDAT, BDETM) et d'autres sources de données telles que l'occupation du sol Corine Land Cover, des séries de données climatiques, des données administratives etc.

Ces données sont placées dans une structure intermédiaire appelée data staging qui permet de les centraliser et de ne pas travailler directement sur les bases de données en production.

L'entrepôt de données ou data warehouse relie à un référentiel commun les données transférées depuis le data staging. Il est structuré en faits correspondant aux observations sur les sols et en dimensions qui sont les axes d'analyse retenus. Pour les sols, les observations sont rattachées d'une part à un référentiel en quatre dimensions (un référentiel géographique x,y,z et le temps) et d'autre part à des données de référence de nature thématique (type de sol et d'horizon, entité administrative, occupation du sol).

Une fois mises en relation, les données sont filtrées, traitées et agrégées dans des magasins de données ou datamarts. Chacun de ces datamarts répond à un besoin exprimé par les utilisateurs. On trouve par exemple parmi ces besoins diffusion des résultats de la première campagne du RMQS, des statistiques issues de la base de données d'analyse de terre et également des estimations statistiques des teneurs habituelles en éléments trace métalliques. Les datamarts sont alors directement interrogeables à travers des services web (geoserver.gissol.fr), des logiciels client de base de données (e.g. pgAdmin3, ODBC), ou des applications web (e.g. bdat.gissol.fr). Ils peuvent également être publiés sur des portails de diffusion généralistes tels que pangaea.de.

Cette architecture a fait ses preuves au niveau local puisqu'elle permet le partage des données au sein de l'unité Infosol. Elle est amenée à se développer avec l'augmentation du nombre de datamarts disponibles et du nombre d'utilisateurs extérieurs venant consulter les

données. Elle sert de support à la production en masse de données statistiques et pourrait permettre l'interopérabilité des données Sol avec les plateformes de modélisation de l'INRA.

Appicasol, un outil de partage des applications thématiques à partir des données sol

GIROT Ghislain¹, MILLET Florent¹, SCHNEBELEN Nathalie¹, BARDY Marion¹, LAROCHE Bertrand¹, EZZAYANI Fatima¹, HELIES Florence¹, GUELLIER Camille¹

¹ : INRA US1106, InfoSol, F-45075 Orléans, France, ghislain.girot@orleans.inra.fr

Les bases de données géographiques sur les sols offrent un potentiel d'application très large, que le RMT « Sols et Territoires » souhaite capitaliser et diffuser au travers de l'outil Appicasol.

La majorité des régions françaises dispose actuellement de bases de données cartographiques sur les sols (Référentiels Régionaux Pédologiques notamment), gérées sous Système d'Information Géographique et Systèmes de Gestion de Base de Données. Les données géographiques sur les sols combinées à d'autres informations (climat, relief, occupation du sol, pratiques agricoles, etc.) offrent une gamme d'applications thématiques très étendue (Le Bas *et al.*, 2004 ; Le Bas et Schnebelen, 2006) : gestion et protection des sols, gestion du territoire, aménagement, zonages, préservation de la biodiversité, etc.

De nombreux maîtres d'ouvrages régionaux ont ainsi réalisé de telles applications, en réponse à des enjeux et des demandes exprimées localement. La complexité des méthodes de traitement mises en œuvre est variable, allant, entre autres, de la simple extraction et traitement de données sols en passant par l'élaboration de règles de pédotransfert jusqu'à la mise en place de modèles plus ou moins complexes intégrant des variables non-sol. De ce fait, l'investissement méthodologique est souvent lourd pour l'organisme chargé d'étude.

Dans ce contexte, le RMT « Sols et Territoires » s'est donné pour objectif de mettre en commun les expériences d'applications thématiques élaborées sur différents territoires français et de les rendre accessibles à tous les utilisateurs de bases de données sols. C'est dans ce sens qu'Appicasol, système d'information référençant et facilitant la mise en commun de l'ensemble des applications thématiques, a été créé.

Ce projet a plusieurs objectifs. Dans un premier temps, il a fallu effectuer l'inventaire des applications réalisées à partir des bases de données cartographiques sur les sols dans les régions en disposant. Cet inventaire a été réalisé en exploitant les informations disponibles à la suite de plusieurs enquêtes successives réalisées par l'Unité InfoSol de l'INRA d'Orléans en 2004, 2006 et 2008 ainsi qu'en réalisant une enquête auprès des futurs utilisateurs de cette base de données afin d'en définir clairement les spécifications.

Dans un second temps, une base de données associée à des interfaces web a été conçue (figure 1), facilitant la mise en commun des méthodes mises en œuvre et des applications développées. Cette base de données répond aux spécifications définies suite à l'enquête, tant en termes techniques (structure de la base, choix du système de gestion de base de données, modalités de saisie et

d'interrogation) que scientifiques (logique scientifique dans la structure et les relations de la base, validité scientifique du contenu de la base de données).

APPLICASOL ghislain.girot@orleans.inra.fr

Saisir une application Saisir une méthode

1. Données générales sur l'application

ID app.

Applications thématiques

Id	Titre	Année	Détail méthode
1	Classification des bassins versants alsaciens en fonction de leur sensibilité aux produits pl	2004	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Schéma de vocation des territoires agricoles et forestiers du Rhône	1994	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Cartographie du choix du porte-greffe adapté aux terroirs viticoles du Beaujolais	2001	<input type="checkbox"/>
4	Faisabilité de la réintroduction du lapin de garenne en fonction des sols	2001	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Aptitude des sols à l'épandage des effluents agricoles et domestiques sur le Parc Naturel	1998	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Carte des sols simplifiée et adaptée aux conseils agronomiques et grille de risque pour l'oz	1999	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Données sols spatialisées pour la modélisation du ruissellement et de l'érosion	2001	<input type="checkbox"/>

Enregistrements 1 - 10 sur 283 Page 1 sur 29 10

Valider la sélection

2. Localisation de l'application
 3. Personne(s) source d'information sur l'application
 4. Thématique(s) de l'application
 5. Organisme demandeur de l'application
 6. Organisme concepteur de l'application
 7. Références bibliographiques

Sols & Territoires
 INRA
 Groupement d'intérêt scientifique

Copyright © 2009-2012 INRA, Tous droits réservés

Figure 1 : Vue de l'outil de saisie Applicasol

Enfin, l'objectif final de ce travail est, d'une part, de diffuser cette base de données *via* le site internet du RMT « Sols et Territoires », afin que les utilisateurs puissent l'interroger de manière efficace et d'autre part d'organiser son alimentation.

A l'heure actuelle, 300 des 1200 applications thématiques recensées à ce stade ont été saisies par InfoSol au titre de test. Ces saisies sont actuellement en cours de validation par leurs auteurs. Dès que celle-ci sera effective, l'interface pourra être ouverte au public. La saisie d'applications se poursuivra, en particulier dans le cadre du RMT Sols et Territoire. Mais chacun peut également en devenir acteur et contribuer à son enrichissement.

Les webservice cartographiques : un outils de diffusion des données du GISSOL

PAROISSIEN Jean-Baptiste¹, MILLET Florent¹, SABY Nicolas PA¹, TOUTAIN Benoît F.P¹, BARDY Marion¹ et EGLIN Thomas²

¹: INRA, US1106, INFOSOL, F-45075 ORLEANS, France, jean-baptiste.paroissien@orleans.inra.fr

²: Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 20 avenue du Grésillé, BP 90406, 49004 Angers cedex 01, France

Les activités humaines peuvent affecter la qualité des sols et il est primordial de préserver leurs fonctions, dans la mesure où elles sont essentielles à la fourniture de nombreux services écosystémiques. Dans ce contexte, la diffusion d'informations fiables, actualisées et interopérables sur l'état des sols est un levier majeur pour sensibiliser les citoyens à la préservation des sols. Ce décloisonnement de l'information permet également de faciliter le travail des agents des autorités publiques et de favoriser la prise en compte des sols dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des actions publiques. Cette démarche de partage de l'information s'inscrit dans le cadre réglementaire de la directive INSPIRE qui, pour favoriser la protection de l'environnement, impose aux autorités publiques de publier sur Internet leurs données environnementales géographiques.

InfoSol est le gestionnaire du système d'information sur les sols de France qui rassemble les observations sur les sols de plusieurs programmes d'acquisition de données du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol) dont le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), la base de données des analyses de terre (BDAT) et la base de données des éléments traces métalliques (BDETM). Le RMQS a été mis en place pour détecter de façon précoce l'apparition et les tendances d'évolution de l'état des sols en France. Il est constitué d'un réseau systématique de mesures et de suivi des paramètres des sols sur une grille de 16x16KM, soit environ 2200 sites de mesure. La BDAT et la BDETM constituent des bases de données issues de la collecte des résultats d'analyses réalisées sur des échantillons de sols issus de parcelles agricoles par des laboratoires agréés par le ministère en charge de l'agriculture. Ces programmes ont permis la capitalisation de plus de 20 millions de déterminations pour la BDAT et plus de 500 000 pour la BDETM. Les résultats issus de ces programmes sont communiqués au sein de la communauté scientifique, et une interface permettant la réalisation de cartographies en ligne est d'ores et déjà accessible pour la BDAT. Cependant, la visibilité et l'accessibilité en ligne des données peut encore être améliorée de façon à favoriser leur appropriation par un large public.

Pour diffuser ces données sous une forme directement exploitable par les utilisateurs, Infosol met en place progressivement une architecture informatique décisionnelle qui permet de mobiliser des données brutes de différentes sources, de leur appliquer des règles métiers de

transformation et de les restituer simplement.

Plusieurs formes de diffusion sont proposées, elles dépendent notamment du niveau d'agrégation initiale des données. Dans le cas du RMQS, la publication des résultats porte d'abord sur l'ensemble des résultats d'analyses effectués sur les échantillons composites. Les résultats sont tout d'abord extraits de la base de données nationale DoneSol et formatés pour faciliter leur exploitation ; ils sont ensuite diffusés graphiquement sous forme de cartogrammes (taille du point proportionnelle à la valeur de l'élément diffusé). Un deuxième niveau d'agrégation consiste à diffuser des données élaborées provenant de modèles statistiques qui prennent en compte l'effet des variables environnementales (par exemple l'occupation du sol) dans la modélisation, par exemple, de la distribution spatiale de teneurs habituelles en éléments traces métalliques. Il est prévu de diffuser ces données élaborées sous forme d'images raster. Pour la BDAT et la BDETM, les statistiques sur la distribution statistique des propriétés du sol sont calculées par entité géographique et diffusées ensuite sous la forme de cartes chloroplètes (cartes thématiques où les zones sont colorées ou remplies d'un motif en fonction d'une valeur associée).

Pour assurer la reproductibilité et la traçabilité de ces traitements, une démarche qualité a été spécifiquement mise en place. Elle assure le suivi complet de la construction du modèle, de la création de la carte et de sa diffusion.

L'architecture mise en place pour diffuser ces données se fonde sur le couplage des composants de l'architecture décisionnelle d'InfoSol avec un serveur cartographique. Il s'agit d'un logiciel conçu pour assurer le partage et la diffusion sur internet des données géographiques sous forme de webservices cartographiques respectant les protocoles d'échanges normalisés par l'OpenGeo Consortium, et permettant de la sorte d'assurer l'interopérabilité des données.

Des fiches de métadonnées au format INSPIRE viennent décrire les données ainsi publiées. Elles décrivent les données diffusées en précisant leur étendue géographique, et la manière dont elles ont été construites. Pour assurer le référencement des données à l'échelle nationale, les fiches de métadonnées sont moissonnées par le GéoCatalogue (www.geocatalogue.fr) qui est le serveur national chargé de centraliser l'ensemble des métadonnées INSPIRE.

A terme, toutes les données qui ont été citées, seront accessibles à travers des services web cartographiques (geoserver.gissol.fr, www.geoportail.gouv.fr) qui pourront être utilisés par des logiciels client de données géographiques (Quantum GIS, ArcGis), ou des applications web (bdat.gissol.fr). Elles seront diffusées au format vectoriel ou raster et pourront également être accessibles en téléchargement. Au total, plus de 2000 web-services seraient alors disponibles en ligne.

La formation "Utilisation de la base de données DoneSol"

**RICHER de FORGES Anne C.¹, CHENU Jean-Philippe¹, LAROCHE Bertrand¹,
CHAPUIS Aurélien¹ et LEHMANN Sébastien¹**

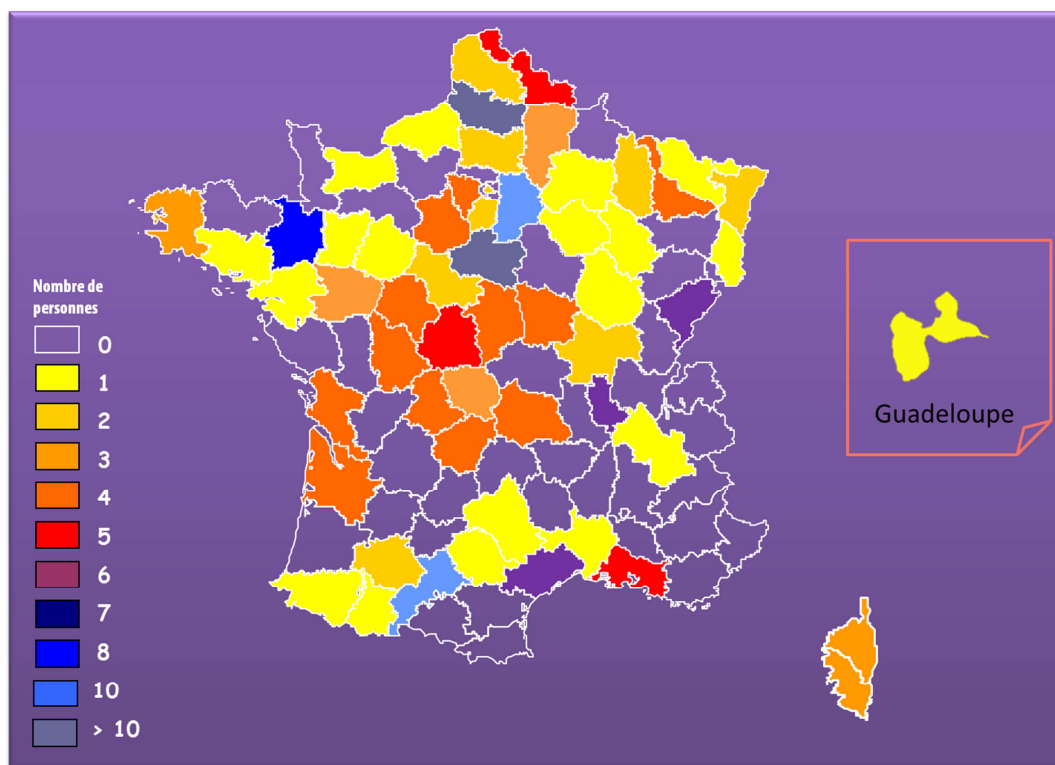
¹ Unité InfoSol, US 1106, INRA, CS 40001 Ardon, Orléans cedex 2, France,
anne.richer-de-forges@orleans.inra.fr

L'unité InfoSol de l'INRA propose une formation technique sur l'utilisation de la base de données DoneSol. DoneSol est la base de données structurant et regroupant les données des profils pédologiques et des informations spatiales des Unités Cartographiques de Sols (UCS) et des Unités Typologiques de Sols (UTS) de France.

	Rechercher	Saisir	Personnaliser
INFORMATIONS GÉNÉRALES			
ETUDES			
AUTEURS			
INFORMATIONS CARTOTHEQUE			
DOCUMENT			
INFORMATIONS PONCTUELLES			
PROFILS (AFFECTATION À UNE ÉTUDE)			
HORIZONS			
ANALYSES			
PRÉLÈVEMENTS			
PHOTOS			
INFORMATIONS SURFACIQUES			
UCS			
UTS			
AFFECTATION UCS-UTS			
LIAISON ENTRE UTS			
STRATES			

Page d'accueil de l'interface de DoneSol-web

Cette formation est destinée en priorité aux personnes qui utilisent ou qui seront amenées à utiliser DoneSol (saisie des données via DoneSol-web, interrogation d'une base sémantique en format DoneSol...). Le dictionnaire de données DoneSol, disponible en ligne au format pdf, est également offert aux participants sous sa forme papier (manuel de 466 pages).



Localisation des participants à la formation

Cette formation se déroule sur trois jours consécutifs :

- le premier jour est consacré à la présentation de la structure de DoneSol et à la saisie des données ponctuelles et surfaciques. Les différents outils d'exportation des données (access, csv, pdf, profil littéral au format pdf ou odt...) sont présentés ;
- le second jour est un TP d'interrogation de DoneSol *via* des requêtes SQL ou les outils de recherche de l'interface DoneSol-web ;
- le troisième jour est une prise en main du logiciel ArcGis® appliqué à DoneSol : représentation des UCS, des profils, du résultat d'une requête SQL, géoréférencement d'une carte scannée à l'aide du géoportail. Les différentes méthodes d'agrégation de l'information au niveau de l'UCS pour la réalisation d'une carte thématique sont présentées.

La formation se déroule à l'INRA d'Orléans et chaque session est limitée à 8 personnes. Les dates des sessions sont consultables sur <http://www.gissol.fr/actualite/formation.php>

Ces formations sont gratuites. L'inscription est obligatoire pour participer.

Analyse de la diversité pédologique et des micro-organismes telluriques à l'échelle du paysage de l'OPE : approche par cartographie numérique de l'horizon de surface des sols.

**SWIDERSKI C.¹, SABY N.P.A.¹, RATIE C.¹, JOLIVET C.¹, DEQUIEDT S.³,
PARTY J.P.⁴, RANJARD L.³, REDON P-O.²**

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

2 : Andra, (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs), direction Recherche et Développement, Centre de Meuse Haute Marne, Route départementale 960, F-54280 Bure.

3 : INRA, UMR 1347 Agroécologie – plateforme GenoSol, 17 rue de Sully, BP 86510, 21065 Dijon Cedex

4 : Sol Conseil, 251 route de La Wantzenau, 67000 Strasbourg

Résumé

L'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE) de l'Andra a mis en œuvre depuis 2007 un réseau d'inventaires et d'observations à long terme des différents milieux de l'environnement sur un territoire de 240 km² dans les départements de Meuse et de Haute-Marne. Un réseau de suivi et d'observation de la qualité des sols a ainsi été mis en place selon un maillage systématique en suivant le protocole d'échantillonnage et d'analyse de type « RMQS ». Alors que le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols collecte des échantillons sur tout le territoire national en se basant sur une grille de 16 km x 16 km, le suivi OPE est conduit à l'échelle du paysage sur une grille de 1,5 km x 1,5 km afin de décrire les caractéristiques pédologiques, physico-chimiques et biologiques des sols. Des prélèvements d'échantillons composites ont alors été effectués lors de 4 campagnes successives entre 2009 et 2012 sur un total de 117 sites, dont 57 disposaient en plus d'une fosse pédologique. Parmi les nombreux paramètres analysés pour établir un état de référence des sols de la zone d'observation, l'étude présentée se focalise sur les propriétés physico-chimiques (texture, carbone, pH, calcaire, azote, CEC, phosphore assimilable, cations échangeables et éléments majeurs totaux) et microbiologiques (abondance et structure des communautés microbiennes). Effectuées tous les 10 ans, ces campagnes de suivi de l'évolution de la qualité des sols ont également pour objectif de constituer une banque d'échantillons pour la conservation à long terme de la mémoire des propriétés physico-chimiques (stockage en sec, Écothèque Andra) et des ressources génétiques des communautés microbiennes (stockage à -40°C, plateforme GenoSol, INRA Dijon) des sols.

La compréhension des facteurs qui pilotent à l'échelle d'un paysage la distribution spatiale de la diversité pédologique et des micro-organismes telluriques sont des enjeux importants pour le maintien du fonctionnement de grands services écosystémiques que les sols offrent. Dans ce travail, nous avons étudié ces diversités par le recours à la cartographie numérique, à l'échelle d'un paysage, de la distribution multi-variée de propriétés pédologiques et biologiques. Pour cela nous avons couplé les analyses en composantes principales (ACP) sous contraintes spatiales avec des méthodes de fouille de données et de géostatistiques (krigeage universel). Les ACP multi-spatiales ont été réalisées sur trois matrices différentes regroupant respectivement les données des principales propriétés pédologiques (granulométrie, carbone, calcaire totale, cations échangeables, éléments majeurs totaux, azote total et phosphore assimilable), les communautés bactériennes et les

communautés fongiques toutes deux caractérisées par les empreintes moléculaires issues des analyses de type ARISA. Nous avons ensuite tenté d'expliquer les trois premiers axes de chacune des ACPs en les mettant en relation avec des covariables dont la couverture spatiale est exhaustive sur la zone d'étude. Trois modèles ont été utilisés : les arbres de régression implémentés dans la librairie « rpart » de R, les arbres de régressions boostés implémentés dans la librairie « gbm » et l'implémentation Cubist. Les covariables sélectionnées permettent ainsi de produire des cartographies exhaustives sur le territoire. Les variables retenues sont : (1) les dérivées morphométriques issues du MNA à la résolution de 25 mètres (15 variables), (2) l'occupation du sol, (3) le fond géologique (carte géologique au 1/50 000^{ème}) et (4) les unités pédologiques issues de la carte pédologique au 1/50 000^{ème}. Enfin, les résidus des modèles de régression ont été interpolés par des techniques géostatiques. L'ensemble de la procédure a été validée par validation croisée.

La zone d'étude se caractérise par une roche dominante calcaire, donc des types de sols homogènes et calcaires (Calcisols). Malgré cela, les propriétés physico-chimiques des sols se distribuent selon la nature géologique et pédologique de la zone ainsi que selon la géomorphologie du paysage (MNA et ses dérivées) et l'occupation du sol. La performance mesurée par le R^2 des 6 modèles construits varie de 0,13 à 0,94. La structure génétique des communautés bactériennes et fongiques présente des structures spatiales relativement bien marquées à l'échelle du paysage, notamment selon les structures hydrologiques (fond de vallon, distance au plus proche court d'eau), selon la morphologie du relief (rugosité des pentes) et l'occupation du sol.

Nos résultats confirment qu'il est possible d'identifier et de hiérarchiser les filtres environnementaux qui pilotent les diversités pédologique et biologique à l'échelle d'un paysage.

Pérennité des compétences pédologiques susceptibles d'être mobilisées en région pour la constitution et l'exploitation des bases de données sur les sols

MOREIRA Nathalie (1), TEINTCHEU Eugénie (1), LAROCHE Bertrand (1), MOULIN Joël (2), WALTER Christian (3, 4, 5), BARDY Marion (1), VOLTZ Marc (4)

1. INRA, US1106, InfoSol, F-45075 Orléans, France – Bertrand.laroche@orleans.inra.fr
2. CDA36
3. (3) AGROCAMPUS OUEST, UMR 1069, Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, F-35000 Rennes, France
4. (4) INRA, UMR 1069, Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, F-35000 Rennes, France
5. (5) Université Européenne de Bretagne, France
6. INRA, UMR1221, LISAH, F-34060 Montpellier, France

Le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS), conduit dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol), coordonne depuis de nombreuses années l'acquisition de données d'inventaire de sols à différentes échelles. Le volet Référentiels Pédologiques Régionaux de ce programme, en voie de finalisation, vise à produire une couverture nationale du territoire à l'échelle du 1/250 000. Ce volet est mis en œuvre de façon régionale par différents organismes ayant une compétence en pédologie. Suivant les régions, ces compétences sont mobilisées au sein de Chambres d'agriculture, d'établissements d'enseignement supérieur, d'associations, etc. L'intérêt de ce fonctionnement régional est de mobiliser des pédologues connaissant bien les contextes régionaux et de favoriser le lien avec les acteurs régionaux pendant et après la constitution des bases de données, dans le but de faciliter leur appropriation par les différents acteurs du territoire et leur utilisation future. Selon les situations, les bases de données sont constituées par des pédologues ayant des

emplois permanents au sein des structures, mais dont les compétences y sont souvent uniques, ou des emplois non permanents, dont il n'est pas toujours possible de pérenniser la situation au sein des structures. Ainsi, l'expérience montre que les compétences en pédologie sont susceptibles de faire défaut dans telle ou telle région suite à la mobilité d'un agent ou au non renouvellement de son contrat. Ces situations posent un certain nombre de difficultés pour mobiliser l'expertise nécessaire à la finalisation ou à l'exploitation des bases de données.

Fort de ce constat, le Conseil Scientifique national du programme IGCS a souhaité identifier en région les personnes-ressources en pédologie et dresser un diagnostic de la pérennité de ces compétences. Un questionnaire a été diffusé début 2014 de façon à dresser un bilan, région par région, des compétences pédologiques susceptibles d'être mobilisées autour des bases de données créées dans le cadre du programme IGCS : administration, connaissance des bases de données, capacité à en poursuivre l'alimentation, à les exploiter et à service de relai entre les bases de données pédologiques et leurs utilisateurs potentiels en région.

Sur la base des 261 réponses au questionnaire diffusé, cette communication a pour objectif d'identifier et de caractériser les différentes situations régionales et à discuter la pérennité des compétences dans ces différentes situations. Plus largement, cette étude pourra servir de base à une réflexion plus large sur le devenir des compétences en pédologie au niveau national.

Référentiel Régional Pédologique de la région Nord-Pas de Calais : Etat d'avancement

FOURRIER Hervé, DETRICHE Sébastien, DOUAY Francis

Groupe ISA, Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement Lille Nord de France (LGCgE), EA 4515, 48 boulevard Vauban, 59046 Lille Cedex, France

Contexte

D'une superficie de 1 248 260 ha, la région du Nord - Pas de Calais (Figure 1) comprend 17 Petites Régions Naturelles (PRN). L'étude de son relief permet d'opposer deux ensembles morphologiques que sont le **Haut-Pays** au sud et le **Bas-Pays** au nord (Gosselet, 1897). Le Haut-Pays correspond principalement au bombement anticlinal de l'Artois à substrat crayeux, édifié de la fin du Crétacé au début de l'ère tertiaire. Cet ensemble présente des altitudes souvent comprises entre 100 et 200 m, et se caractérise par une succession de plateaux cultivés plus ou moins vastes, entaillés par de profondes vallées aux versants pentus, ainsi que par des secteurs plus complexes où alternent des zones d'interfluves et de reliefs de côtes. A l'extrémité est du Haut-Pays, la Thiérache et la partie est du Hainaut se rattachent à la bordure sud-est du massif ardennais à substrat schisteux et calcaire de l'ère primaire. Ces deux PRN se différencient des autres par des altitudes plus élevées (200 à 250 m) et une occupation du sol où les prairies sont largement représentées. A l'extrémité ouest du Haut-Pays, la Boutonnière du Boulonnais constitue une singularité géomorphologique avec de vastes affleurements argileux, calcaires et sableux du Jurassique. Le Bas-Pays présente des altitudes le plus fréquemment comprises entre 0 et 50 m. Ceci se caractérise dans le paysage par une succession de plaines basses à surface horizontale et de plaines mollement ondulées à substrat argileux et sableux tertiaires.

Les formations géologiques qui affleurent dans le Haut et le Bas-Pays sont fréquemment recouvertes par des formations d'origine continentale mises en place au cours du Quaternaire. Ces dernières sont largement dominées par des limons loessiques dont les épaisseurs peuvent atteindre plusieurs mètres. D'autres formations présentes à l'affleurement sont d'origine marine, fluviale, colluviale ou issues de processus d'altération anciens.

La région Nord - Pas de Calais se caractérise également, au regard des données nationales d'occupation du sol, par une emprise urbaine élevée de 17,6 % et un taux de boisement assez faible de 8,6 % (DREAL, 2013). Dans la plupart des PRN, le pourcentage des terres arables dépasse largement celui des prairies.

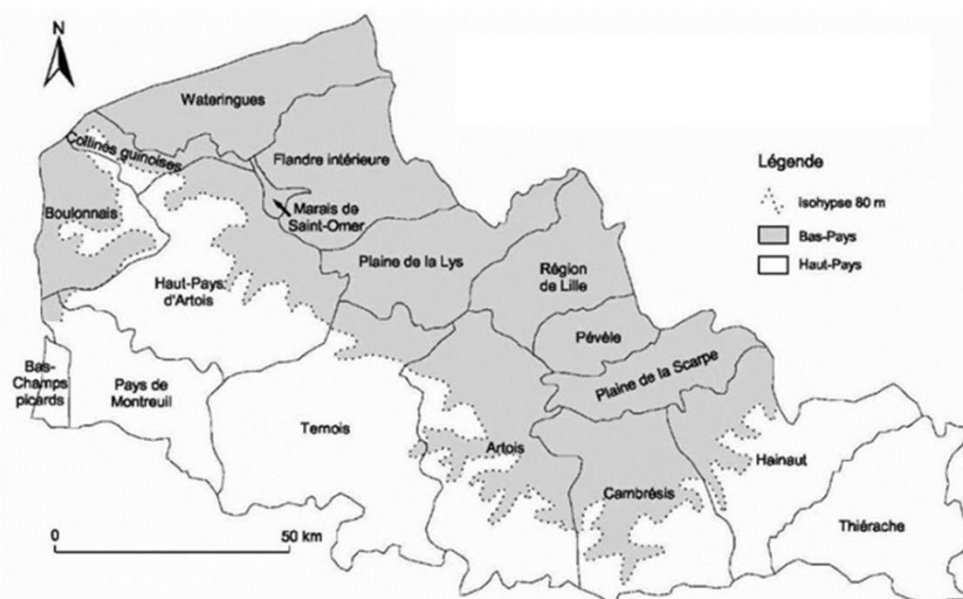


Figure 1 : Les grands ensembles géomorphologiques de la région Nord - Pas de Calais

Matériel et méthodes

A ce jour, l'ensemble des données pédologiques ont été synthétisées et saisies DoneSol. Elles correspondent à environ 45 000 sondages à la tarière et à 585 profils sur fosses réalisés sur terres agricoles et boisées. Ces observations, réalisées par le LGCgE entre 1980 et 2013 et complétées par plus de 600 sondages dans le cadre du programme IGCS, ont fait l'objet de 343 cartographies à différentes échelles (1/50 000, 1/25 000, 1/10 000), réparties de façon relativement homogène et couvrant 35 % de la surface de la région. Au regard du taux d'urbanisation, la densité moyenne des observations atteint une donnée pour 23 ha, mais varie selon les PRN entre 1/58 et 1/12 ha. En ce qui concerne les profils sur fosse la densité régionale est de 1/1800 ha.

Dans la plupart des PRN du Haut-Pays, la caractérisation des pédopaysages (Unités Cartographiques de Sols ou UCS), l'identification des Unités Typologiques de Sols (UTS) et la connaissance de leur distribution au sein des UCS se sont appuyées sur les informations fournies par 334 cartes à l'échelle 1/25 000 représentant 13 % de la surface des terres agricoles et boisées. Ces cartes constituent des secteurs de référence à part entière et ont permis de préciser l'existence et la robustesse de lois de répartition de type « sol-paysage » ou « sol-voisinage » (Lagacherie, 1992) dans les différents PRN.

Résultats

Malgré la part importante que représente les limons loessiques, la région Nord-Pas de Calais se caractérise par une diversité de matériaux parentaux (environ 24) qui se différencient par leur âge (de l'ère primaire au quaternaire), leur origine et leur composition. Environ 115 UTS ont été identifiées et plus de 120 UCS délimitées. De nombreuses UCS sont rattachées à une seule PRN en raison de l'origine spécifique des matériaux parentaux. C'est le cas dans le Bas-Pays, des alluvions marines holocènes de la Plaine maritime des Wateringues, des colluvions et alluvions des Plaines de la Lys et de la Scarpe et des limons sableux et sables limoneux loessiques de la Flandre intérieure, de la Région de Lille et de la Plaine de la Scarpe. C'est aussi le cas dans le Haut-Pays avec les formations jurassiques (argiles, calcaires, marnes, sables) du Boulonnais et dévono-carbonifères (schistes, calcaires) de la Thiérache. A l'inverse, dans le Haut-Pays, des UCS à dominante limoneuse peuvent être rattachées à plusieurs PRN, en raison de l'importance de la couverture limoneuse. Ces UCS se caractérisent généralement par un nombre limité d'UTS. Néanmoins, des variantes existent dans des secteurs où le recouvrement limoneux est discontinu et de moindre épaisseur, laissant apparaître des sols issus de matériaux parentaux plus anciens.

En liaison avec la nature des substrats géologiques, la répartition des UCS permet d'opposer les sols du Bas-Pays affectés par une hydromorphie à des degrés divers à ceux du Haut-Pays qui présentent le plus souvent un bon drainage naturel. D'une façon générale l'évolution pédogénétique des sols régionaux est peu marquée. C'est notamment le cas des limons loessiques qui sont faiblement argilluviés, donnant des BRUNISOLS, des BRUNISOLS luviques, voire des NEOLUVISOLS. Cette faible évolution s'explique vraisemblablement par l'âge récent de ces limons datés de la dernière période glaciaire, mais aussi par les pressions anthropiques qui ont marqué profondément l'histoire régionale.

Références

- DREAL, 2013. L'occupation du sol en Nord-Pas de Calais, Bilan et perspectives. 33pp.
Gosselet J., 1897. Cours de géographie physique du Nord de la France et de la Belgique. Ann. Soc. Géol. Nord., 26, 243-262.
Lagacherie P., 1992. Formalisation des lois de distribution des sols pour automatiser la cartographie pédologique à partir d'un secteur pris comme référence. Thèse de doctorat. Univ. Montpellier II. INRA Science du Sol. 175pp. + annexes.