

**Atelier « Vers une Stratégie de Cartographie Numérique des Sols en France »
18 juin 2015-08-19**

Compte-rendu de l'atelier

Marc Voltz, Marion Bardy, Bertrand Laroche, Joëlle Sauter

Contexte de l'atelier

Ce contexte est celui de l'état d'avancement du programme Inventaire, gestion et conservation des sols (IGCS) au plan national et du programme Global Soil Mapping (GSM) au plan international.

Rappelons que le programme ICGS du GIS Sol a pour ambition de contribuer à une approche spatialisée de gestion et de conservation des sols, en développant la connaissance des sols aux échelles régionales et nationales.

Pour cela IGCS développe plusieurs actions :

- i) L'établissement de Référentiels Pédologiques Régionaux (RRP) qui s'appuient sur l'analyse de l'organisation des sols au 1/250 000 ème et le concept de pédopaysage. Ceci est complété par les approches cartographiques à moyennes échelles (1/50 000-1/100.000) qui contribuent à la Carte pédologique de France.
- ii) La mise en oeuvre d'études détaillées sur des secteurs de référence avec des visées applicatives bien identifiées
- iii) l'enregistrement des données pédologiques dans un format commun national dans la base de données DONESOL
- iv) des études méthodologiques, notamment celles qui récemment développent des méthodes de cartographie numérique des sols.

Les réalisations d'IGCS sont importantes. Pour n'en citer que deux majeures

- la constitution d'une base de données nationales DONESOL qui recueille les résultats des prospections pédologiques et intègre actuellement 88000 profils pédologiques et 5581 études pédologiques
- l'achèvement dans un avenir proche des RRP puisque ceux-ci couvrent d'ors et déjà 90% du territoire national

Notons toutefois que le volet « Cartographie pédologique de France » ne couvre par contre que 30-35% du territoire national et que les approches plus détaillées (<500000^{ème}) ne couvrent quant à elles que 18%.

Descriptif succinct de GSM

Le programme GlobalSoilMap (GSM) vise à produire à terme une base de données digitale harmonisée et mondiale de plusieurs propriétés des sols à des profondeurs fixes (0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 et 100-200 cm). Les estimations des propriétés seront fournies aux nœuds d'une maille spatiale de 90 m de coté avec une estimation de l'incertitude associée (Hempel et al, 2013) (Lagacherie et al, 2013). Le programme GSM fait appel à des techniques de cartographie numérique des sols dont l'apprentissage se fonde sur des données ponctuelles observées ou des cartes existantes et sur des données externes numériques (cartes

géologiques, modèles numériques de terrain, cartes d'occupation, données satellitales ou aéroportées, etc.). Son principe de diffusion est un accès libre et gratuit aux produits raster tandis que les données source (profils, cartes) restent gérées par leur propriétaire initial.

Les objectifs de l'atelier

L'achèvement prochain des RRP ainsi que les développements méthodologiques récents en matière de cartographie numérique des sols aux plans national et international font que le Conseil scientifique d'IGCS a considéré qu'il était important de rediscuter et éventuellement redéfinir une stratégie nationale en matière de cartographie des sols.

En fait il ne s'agit pas de définir 'une stratégie unique mais plusieurs stratégies à articuler aux plans régional, national et international.

L'achèvement prochain des RRP, bien qu'étant une étape très importante et le résultat d'un effort soutenu d'un ensemble d'acteurs régionaux et nationaux, ne doit pas faire perdre de vue que les besoins en connaissance des sols vont au-delà des acquis actuels pour de nombreuses applications. C'est le cas en termes de résolution spatiale¹, qui est souvent trop faible par rapport aux utilisations de données envisagées. C'est aussi le cas en ce qui concerne le passage de la connaissance typologique des sols à la connaissance de leurs propriétés fonctionnelles, passage qui reste un enjeu cognitif essentiel.

Enfin, nous sommes à un tournant méthodologique car les essais de cartographie numérique des sols montrent le potentiel de cette approche pour compléter les approches de cartographie pédologique traditionnelles et pour aider à passer à la cartographie des propriétés des sols.

Le RMT Sols et Territoires, qui rassemble un ensemble important d'acteurs et utilisateurs de la cartographie pédologique en France partage cette analyse. Ce réseau a notamment pour mission, en complémentarité du GIS Sol, le développement d'outils innovants de cartographie ou d'inventaire des propriétés des sols pour faciliter l'acquisition de données et permettre ainsi d'accroître la connaissance sur les sols. Le RMT s'inscrit également dans un rôle d'animation pour une meilleure valorisation des données sur les sols et un partage de savoir faire entre les différents acteurs.

Ainsi le CS IGCS et le RMT Sols et Territoires ont considéré important de rassembler un ensemble d'acteurs de la cartographie des sols en France ainsi que des représentants des utilisateurs potentiels de la connaissance des sols pour discuter des évolutions souhaitables d'une stratégie nationale de cartographie des sols.

La structuration et les résultats de l'atelier

L'atelier a rassemblé une cinquantaine de participants correspondant à 4 types principaux d'acteurs :

- les concepteurs de méthodes de cartographie numérique
- les producteurs de données sols
- les gestionnaires de bases de données
- les utilisateurs de données sur les sols

¹ Pour faire une comparaison osée, il est essentiel d'avoir une carte nationale des autoroutes, mais on a également besoin de cartes plus détaillées des chemins vicinaux et des routes départementales.

Il a été structuré en 4 séquences dont nous donnons ici les principales conclusions issues des présentations et débats.

- *Les démarches de cartographie numérique*

- Ces démarches peuvent être utilisées à la fois pour affiner les cartographies typologiques des sols et pour cartographier les propriétés des sols
- Elles incluent la possibilité d'évaluer l'incertitude des estimations cartographiques réalisées et doivent permettre ainsi à l'utilisateur de mesurer la qualité des données disponibles et donc des utilisations qu'il en fait.
- Du fait de leur caractère numérique, elles sont aisément explicitables et donc en principe reproductibles par des opérateurs différents
- Les méthodes disponibles tant pour l'estimation cartographique en elle-même que l'estimation de l'incertitude associée sont très variées. Leur choix est donc complexe et à effectuer en fonction des situations pédologiques et données disponibles au plan local. Il n'y a probablement pas de démarche unique optimale à l'échelle nationale.
- Les résultats de mise en œuvre de ces démarches au plan français sont encourageants mais diversifiés. On peut noter que l'utilisation des bases de données françaises permet d'ores et déjà d'obtenir de bien meilleures cartographies du carbone dans les sols français que celle élaborée par une démarche générique au plan mondial en utilisant la carte des sols au millionième.
- La mise en place d'une validation standardisée des cartographies numériques produites et des méthodologies associées est souhaitable afin de pouvoir communiquer un niveau de qualité aux utilisateurs comme cela est fait dans le cadre de la labellisation des RRP. Rien n'existe actuellement.
- Les travaux sont conduits de manière dispersée au sein d'organismes de recherche sans coordination et sans la définition d'une réelle stratégie de cartographie nationale

- *Les besoins en connaissance des sols*

- Les besoins en connaissance des sols sont très nettement confirmés par l'ensemble des utilisateurs contactés et présents. Ils sont très diversifiés et concernent:
 - tant la connaissance typologique des sols que celle de leurs propriétés fonctionnelles,
 - une variété de résolutions spatiales et notamment les résolutions d'ordre parcellaire, souvent évoquées par les utilisateurs,
 - l'élaboration de référentiels d'interprétation (indicateurs de fonctionnement, indicateurs de biodiversité, fonctions de pédotransfert) des propriétés de base des sols au plan fonctionnel.
- Les méthodologies actuelles de traitement des données sol (notamment pour la spatialisation des données, leur utilisation dans des applications (modèles, OAD...) sont très hétérogènes entre utilisateurs et nécessiteraient donc d'être mieux partagées et mieux fondées au plan scientifique.
- Il est souhaité que les données sols soient rendues accessibles selon des modalités harmonisées et efficaces, de préférence en Open Access sur un portail

national, car les utilisateurs déclarent ne pas avoir les moyens pour rétribuer leur acquisition et leur mise à disposition².

- Certains utilisateurs développent également de la connaissance des sols au travers d'études de terrain qu'ils commanditent, mais ces études ne sont pas diffusées et ne sont pas capitalisées dans les systèmes d'information sur les sols.
- Les besoins exprimés n'ont pas évoqué directement le problème de l'estimation de l'incertitude des données sols, mais après discussion les utilisateurs ont confirmé leur intérêt fort de connaître cette incertitude.

- *L'état des lieux des données mobilisables*

- Il est reconnu que le premier facteur de progression de la connaissance des sols est l'augmentation du volume de données disponibles sur les sols.
- De nombreuses données surfaciques et ponctuelles sont déjà disponibles au travers des systèmes d'information sol du GIS Sol. Toutefois, elles ne sont pas toutes au format DONESOL.
- La question du statut juridique des données, et donc les droits et devoirs en termes de diffusion sont en cours d'étude au niveau du GIS Sol, et devrait permettre d'avancer vers une harmonisation des pratiques de mise à disposition
- Il existe de nombreuses données pédologiques anciennes, dont il faudrait évaluer le potentiel d'utilisation sachant qu'en première analyse leur coût de récupération est d'environ 10 fois inférieur au coût d'acquisition de nouvelles données.
- Il serait aussi pertinent de favoriser l'acquisition de nouveaux types de données comme celles pouvant être obtenues par l'application des techniques géophysiques, du fait de leur potentiel d'information au plan pédologique.

- *Le positionnement des partenaires IGCS et du RMT Sols et territoires*

Une enquête a été effectuée avant le séminaire au plan français auprès de 39 gestionnaires des BDD sol. Elle avait pour objet de sonder l'intérêt des producteurs et gestionnaires de données pédologiques pour une implication dans des démarches de cartographie numérique des sols. Le taux de réponse a été très positif, de l'ordre de 66%, avec une bonne représentativité géographique et institutionnelle. Les réponses à l'enquête, mais également les discussions lors du séminaire ont fait apparaître les points suivants :

- Une nette majorité des sondés³ exprime un intérêt fort pour ces démarches de cartographie numérique du fait de leur caractère innovant mais reconnaissent une insuffisante connaissance de leurs principes.
- La maille standard de cartographie numérique des sols adoptée à l'échelle internationale (90m) apparaît adaptée pour les usages aux échelles communales et de petites régions naturelles, mais semblent encore insuffisant pour les utilisations parcellaires

² Commentaire : Cette affirmation de certains utilisateurs est certainement fondée s'il s'agissait de faire peser l'ensemble des coûts à chaque utilisateur, mais serait sans doute à nuancer si les coûts d'acquisition, de traitement et de mise à disposition des données étaient partagés entre les utilisateurs potentiels.

³ Il est à noter toutefois que les sondés n'ont pas toujours, au sein de leur organisme, pouvoir de décision

- Une incompréhension est apparue quant aux modalités de mise en oeuvre de ces démarches, notamment en termes d'articulation avec les approches de cartographie traditionnelle (opposition parfois ressentie avec CNS) et entre les stratégies au plan régional, national et international.
- 77% des sondés sont prêts à mettre à disposition de manière libre leurs données, mais posent des conditions à cela, portant naturellement sur la mention de l'origine des données mais aussi sur l'utilisation qui peut en être faite. Ils souhaitent aussi très majoritairement pouvoir contribuer à un avis d'expert sur les résultats obtenus par la CNS sur leur territoire.
- Toutes les réponses considèrent que la connaissance des incertitudes d'estimation des propriétés sol est essentielle. Pour 77% elle permettra de mettre en évidence les zones où il manque des données sur les sols et où de nouvelles campagnes d'acquisition de données pourraient être conduites mais peu font confiance aux décideurs pour tenir compte de ces incertitudes. Ceci explique le souhait exprimé de suivi des utilisations.
- Le modèle économique soutenant la gestion des données actuelles, l'accompagnement à leur utilisation, mais aussi l'acquisition de nouvelles connaissances cartographiques sur les sols est entièrement à construire.
- Un besoin de relais, de formation pour s'appropriier ces méthodes a été exprimé.

Le contenu et les étapes d'une stratégie nationale de Cartographie numérique

La démarche de cartographie numérique

- Elle doit s'appuyer sur les spécifications déjà définies au plan international, mais peut aller plus loin en termes de propriétés de sol visées (par exemple propriétés biologiques) et de résolution suivant les besoins exprimés.
- L'estimation de l'incertitude des cartographies est une composante essentielle de la démarche de cartographie numérique d'autant que la notion de résolution spatiale n'y a plus la même signification qu'en cartographie pédologique traditionnelle⁴. L'estimation de l'incertitude doit faire l'objet d'une validation indépendante attestant de sa pertinence.
- La ou les démarches de cartographies numériques ne sont pas uniques et universelles. Elles doivent être adaptées aux conditions du milieu cartographié et à la disponibilité des données. Elles présentent l'avantage de pouvoir être aisément traçables, reproductibles et datées. Elles supposent un constant effort d'amélioration.
- Les produits de cartographie numérique ne sont pas figés. Ils sont susceptibles d'évoluer en continu sous l'évolution des méthodes et de nouvelles données acquises.
- Cartographie numérique des sols et cartographie typologique des sols sont complémentaires, chacune alimentant l'autre.
- Un produit national peut co-exister avec des produits régionaux, intégrant des données complémentaires.

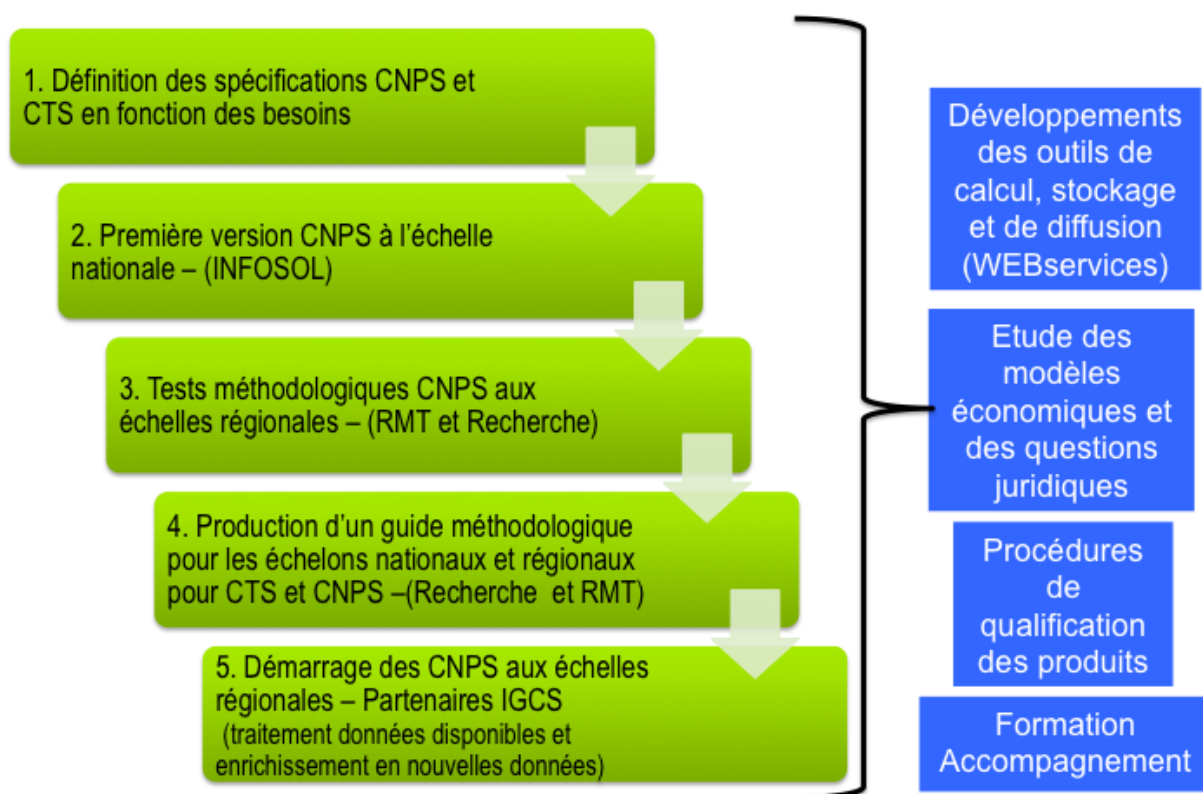
⁴ La notion de résolution en cartographie numérique ne fait référence qu'à la résolution de restitution des estimations cartographiques et n'a plus aucun lien avec la précision de l'estimation.

Les modalités

- Il y a une attente forte de l'ensemble des acteurs régionaux et nationaux pour une mise en commun des méthodologies de production, de validation et de communication des produits cartographiques. Cela suppose le développement d'outils de formation et d'appui.
- Un modèle économique, permettant i) la gestion et l'enrichissement des bases de données sol, principal facteur de qualité des produits cartographiques, et ii) la diffusion libre des données, est à concevoir.
- L'implication des acteurs peut être organisée selon différents niveaux d'approche : à l'échelle nationale en appui à Infosol, à l'échelle régionale en production autonome.

Les étapes envisagées

Elles sont détaillées dans la figure ci-dessous :



Les encadrés verts indiquent les étapes successives envisagées. On y précise entre parenthèses les acteurs principaux pressentis des étapes.

- La première étape correspond à un besoin largement exprimé par différents intervenants d'une définition approfondie du cahier des charges en matière de cartographie numérique. En effet au cours de l'atelier les demandes en connaissances des sols et de leurs propriétés sont apparues très fortes, mais aussi assez hétérogènes. La mise en place d'un cahier des

charges doit s'appuyer sur une enquête précise et aussi exhaustive que possible des besoins auprès des différents utilisateurs et producteurs de données pédologiques afin de pouvoir identifier et hiérarchiser les objectifs assignés à une cartographie numérique des sols au plan national.

- Les étapes 2 et 3 sont de facto déjà en cours de réalisation. Mais en l'absence de cahier des charges national elles s'appuient sur celui défini au plan international par le projet GSM.
- Les étapes 4 et 5 correspondent à la mise en œuvre opérationnelle des démarches de cartographie numérique. Elles ne pourront démarrer qu'à la suite de la réalisation des étapes précédentes.

Les encadrés en bleu indiquent des tâches de fond qui doivent accompagner la mise en place d'une stratégie de cartographie numérique des sols. Il est difficile de prioriser ces tâches, on notera toutefois que la recherche d'un modèle économique viable et la résolution des questions juridiques relatives à l'utilisation et à la diffusion des données sont centrales et doivent être instruites suffisamment en amont.

Conclusion

L'atelier a clairement montré l'opportunité de la réflexion et du besoin d'une stratégie nationale en matière de cartographie numérique des sols. Elle répondrait au mouvement international en cours dans le cadre du projet GSM, au besoin de renouvellement des objectifs du programme IGCS du fait de l'achèvement prochain des RRP au plan national et aux besoins croissants exprimés par un nombre très diversifié d'utilisateurs actuels et potentiels des données sols. L'initiation et la mise en œuvre d'une telle stratégie pourrait être un objectif du GIS Sol dans la continuité du programme IGCS.

Deux actions initiales seraient utiles :

- la désignation d'un pilote pour l'élaboration et le suivi de cette stratégie. Le conseil scientifique IGCS pourrait assumer ce rôle.
- La réalisation de l'étude du cahier des charges de la stratégie dont la maîtrise d'œuvre pourrait être confiée à l'unité Infosol et/ou à des représentants du RMT Sols et Territoires sous réserves d'obtention de crédits dédiés