

# **Cahier des charges**

**Cartographie des sols au 1/50 000**





# **Cahier des charges pour la cartographie des sols au 1/50 000**



## Sommaire

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>II. LES ACTEURS</b> .....	<b>5</b>
II.1. LE CONSEIL SCIENTIFIQUE .....	5
II.2. LE PORTEUR DU PROJET .....	6
II.3. LES FINANCEURS .....	6
II.4. LE COMITE DE SUIVI LOCAL .....	7
<b>III. CONDUITE DES ETUDES</b> .....	<b>7</b>
III.1. PRINCIPES GENERAUX .....	7
III.1.1. <i>Les travaux de synthèse et de levés pédologiques</i> .....	7
III.1.2. <i>La carte</i> .....	7
III.2. REALISATION .....	7
III.1.2.1. <i>Pour les zones déjà cartographiées en pédologie</i> .....	8
III.1.2.2. <i>Pour les zones sans aucun levé pédologique</i> .....	8
III.1.2.3. <i>Les critères de description du sol sur sites ponctuels (sondages et/ou fosses)</i> .....	9
III.1.2.4. <i>La saisie et numérisation de l'information</i> .....	9
III.3. DENSITE DES OBSERVATIONS .....	10
III.4. LA SAISIE INFORMATIQUE DES DONNEES .....	10
III.5. LE MODELE DE BASE DE DONNEES DONE SOL .....	10
<b>IV. LES DONNEES A RENSEIGNER</b> .....	<b>11</b>
IV.1. LISTE DES TABLES DONE SOL UTILES POUR LA SAISIE DES DONNEES DU PROGRAMME IGCS .....	11
IV.1.1. <i>Données générales</i> .....	11
IV.1.2. <i>Données surfaciques</i> .....	11
IV.1.3. <i>Données ponctuelles</i> .....	11
IV.2. LES UNITES CARTOGRAPHIQUES (UCS) ET LEURS DONNEES ASSOCIEES .....	12
IV.2.1. <i>Données graphiques (contours des UCS)</i> .....	13
IV.2.2. <i>Données sémantiques</i> .....	13
IV.3. LES OBSERVATIONS PONCTUELLES .....	15
IV.4. PRESENTATION DES RESULTATS .....	16
IV.4.1. <i>Les données numérisées</i> .....	16
IV.4.2. <i>Les documents sur supports papier</i> .....	16
<b>V. PROCEDURES D'ATTRIBUTION DES NIVEAUX DE QUALITE</b> .....	<b>18</b>
V.1. INTERET ET ORGANISATION DE L'ATTRIBUTION DES NIVEAUX DE QUALITE .....	18
V.1.1. <i>Procédures de vérification</i> .....	18
V.1.2. <i>Le protocole d'attribution d'une certification IGCS</i> .....	19
V.2. MISE A DISPOSITION DES DONNEES .....	19
V.2.1. <i>Au plan local</i> .....	19
V.2.2. <i>Au plan national</i> .....	20
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>21</b>
<b>ANNEXE 1</b> .....	<b>22</b>
<b>ANNEXE 2</b> .....	<b>24</b>

## I. Introduction

Le programme national "Inventaire, Gestion et Conservation des Sols" désigné sous le sigle IGCS a été créé au début des années 90 et est conduit conjointement par le Ministère chargé de l'Agriculture et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), détenteurs de la propriété intellectuelle de la méthodologie mise en œuvre pour sa réalisation.

Une des composantes de ce programme est le programme Connaissance Pédologique de la France (CPF) qui est un programme de cartographie des sols à moyennes échelles, soit du 1/50 000 au 1/100 000. Ce programme donne une connaissance assez précise des sols et de leur répartition (Richer-de-Forges *et al.*, 2014).

La cartographie des sols au 1/50 000 fait partie intégrante de ce programme CPF. Cette cartographie est structurée afin de permettre une manipulation aisée des informations par des logiciels d'analyses cartographiques (Système d'Information Géographique (SIG)). Il constitue l'une des bases de l'information géographique au niveau d'un territoire et peut être utilisé à des fins appliquées sur des thématiques environnementales, agricoles, d'aménagement du territoire... (Moulin et Eimberck, 2011).

## II. Les acteurs

Différents acteurs interviennent dans l'élaboration d'une cartographie des sols au 1/50 000.

L'Unité InfoSol de l'INRA assure l'animation scientifique et technique du programme national IGCS. Elle gère, avec le Ministère chargé de l'Agriculture, l'établissement des différentes conventions.

Sur le périmètre concerné, l'INRA met à la disposition du maître d'œuvre les documents ou fichiers pédologiques à usage public en sa possession, ainsi que les informations dont il dispose sur d'autres études existantes.

L'unité InfoSol, en tant que coordinateur national et en tant que garant de la méthodologie, apporte un appui méthodologique au porteur du projet. Elle s'assure que les données sont saisies dans le format national DoneSol. Elle est en charge de la validation des cartographies des sols au 1/50 000 qui lui sont soumises. Elle valide les données, en vérifie la conformité avec les clauses du présent cahier des charges. Elle vérifie la mise en forme et la qualité des travaux réalisés par le chargé d'étude. Elle communique le résultat de ces contrôles au Conseil Scientifique national qui pourrait alors certifier la base conforme au cahier des charges.

L'Unité InfoSol est chargée de la mise en cohérence au niveau national des résultats du programme départemental ou régional avec les travaux pédologiques de même nature provenant d'autres départements et régions et de leur intégration dans la base de données nationale DoneSol.

L'Unité InfoSol met à disposition des partenaires régionaux une interface web de consultation et de saisie des informations pédologiques : DoneSol-web. Elle offre un hébergement (avec sauvegarde sécurisée) et une centralisation des données Sol.

### II.1. Le Conseil scientifique

Le Conseil scientifique coordonne et pilote le programme IGCS. Les membres sont des membres de l'INRA, du Ministère en charge de l'Agriculture, des enseignants-chercheurs de l'Enseignement Supérieur et d'autres spécialistes, compétents en science du sol, en manipulation de bases de données sur les sols et en analyse spatiale.

Le Conseil Scientifique national est chargé de la coordination du programme au plan national et de son pilotage scientifique. Il prend toutes les mesures utiles au bon déroulement des différentes études et propose notamment les méthodes et les outils les plus appropriés. Il contribue en particulier au développement et à la diffusion des méthodes et outils finalisés de valorisation des données pédologiques. Il participe à l'évaluation technique des demandes de soutien et à la

validation des travaux. Il joue également le rôle de conseiller auprès des comités de gestion départementaux ou régionaux, constitués par les maîtres d'œuvre.

## II.2. Le porteur du projet

Le porteur du projet est chargé de la constitution et de la gestion de la base de données numérisée sur les sols. Il propose un projet technique, un calendrier et un tableau prévisionnel des financements. Il peut constituer un dossier de demande pour mobiliser un concours financier de l'État et/ou d'autres financeurs. Il peut réaliser la constitution de la carte des sols au 1/50 000 soit en régie, sur la base de ses propres compétences, soit en faisant appel à de la prestation.

Le chargé d'étude responsable du projet, doit présenter des compétences suffisantes en pédologie, en cartographie, en connaissance de DoneSol, et sur l'usage la base de données. La certification du métier de pédologue proposée par l'AFES (<https://www.afes.fr/reconnaissance-des-competences-en-pedologie/>) peut être un point supplémentaire dans le choix de la personne.

Il est responsable, d'une part, de la collecte et de la synthèse des études pédologiques préexistantes à différentes échelles, et d'autre part, de la conduite des travaux nécessaires à l'obtention des données manquantes : prospection de terrain, traitement et interprétation de données à référence spatiale (photographies, modèle numérique de terrain, images satellitaires), déterminations analytiques, recherches bibliographiques, etc. Il est responsable également de la saisie et du traitement informatique des données pour la production du document cartographique et de la base de données au format DoneSol. Enfin, il assure la rédaction et l'édition des diverses composantes (rapport, carte, fichiers...) du dossier final prévu dans le présent cahier des charges.

Si des études inédites sont mobilisées dans le cadre de cette étude, leurs références devront être transmises à InfoSol en vue de leur référencement dans l'outil Refersols.

Le porteur du projet a la charge de l'administration de la base de données qu'il a constituée mais l'hébergement est à la charge de l'Unité InfoSol. La cohérence et l'intégrité de la base de données doit se faire en liaison avec l'unité InfoSol (INRA Orléans) et l'enrichissement ne peut se faire que par DoneSol-web.

Il contribue à la mise à disposition des données brutes ou agrégées, en lien avec l'INRA notamment.

Il donne des exemples de questionnements auxquels la cartographie des sols au 1/50 000 doit permettre de répondre, au moins en partie, par des cartes factorielles ou thématiques.

Il choisit les chargés d'étude, avec l'aide des pilotes scientifiques, mais il reste en dernier ressort le seul responsable de ses choix.

A la fin de la réalisation de la cartographie des sols au 1/50 000, le porteur du projet doit fournir, conformément au paragraphe IV.4., la base de données sous format DoneSol ainsi que la couche géographique correspondante. Une validation finale du travail a alors lieu, par l'intermédiaire de l'INRA, avec l'attribution d'un certificat de conformité au présent cahier des charges. Pour cela, il devra en faire la demande auprès du Conseil scientifique IGCS, et fournir une série de documents (cf paragraphe IV.4.2.) en vue de l'évaluation de la base de données produite.

## II.3. Les financeurs

Les financements mobilisés pour réaliser d'une cartographie des sols au 1/50 000 ont diverses origines. Le ministère en charge de l'agriculture peut être un des contributeurs. Son financement est complété par des financements européens ou locaux (Conseil Régional, Conseil général, agence de l'eau...). Le porteur du projet apporte pour sa part une partie du budget sous la forme d'autofinancements.

#### II.4. Le comité de suivi local

Au niveau local, un comité de suivi peut être mis en place, afin de créer et maintenir un lieu d'échanges entre le maître d'œuvre, les financeurs et le chargé d'étude. Le comité de suivi local peut être mobilisé tant pour la programmation et le suivi des travaux que pour la valorisation des données acquises. Le comité de suivi peut être élargi avec des membres venant des territoires voisins afin de faciliter les échanges d'expériences et favoriser les connexions entre bases de données géographiques et sémantiques de départements contigus.

### III. Conduite des études

#### III.1. Principes généraux

##### III.1.1. Les travaux de synthèse et de levés pédologiques

Les travaux de synthèses et de levés pédologiques doivent aboutir à la délimitation sur le fond topographique, d'Unités Cartographiques de Sol (UCS) constituées d'un ou plusieurs types de sols ou Unités Typologiques de Sol (UTS). Une UTS est une portion de la couverture pédologique qui présente les caractères diagnostics d'une pédogenèse identique. Les UTS sont définies grâce à des observations ponctuelles que sont les sondages et les fosses pédologiques (ou profils). La localisation des observations ponctuelles est connue de par leurs coordonnées géographiques (X, Y). L'ensemble des informations descriptives de ces observations est saisi et stocké dans la base de données DoneSol.

A l'échelle du 1/50 000, les UCS peuvent être pures, c'est-à-dire contenir qu'une seule UTS. Ces UCS sont les plus petites entités géographiques délimitables à l'échelle. L'identifiant de l'UCS permet de faire le lien entre la base sémantique (les données descriptives sur les sols) et la représentation cartographique des sols (les contours des UCS sous forme de polygones géoréférencés).

##### III.1.2. La carte

La carte résulte nécessairement d'une approche de terrain tenant compte de la réalité des paysages. **Elle ne peut pas résulter uniquement** d'une compilation de documents préexistants ou de traitements d'images (photographies aériennes ou images satellitaires) sans vérification de terrain. La caractérisation des unités sera faite à partir de données pédologiques (morphologiques et analytiques), précisées dans ce cahier des charges et mentionnées dans la norme NF X31-560.

Les règles de représentation sont définies de la manière suivante : les délimitations des UCS devront atteindre des précisions en accord avec le volume de données pédologiques (profils, sondages, cartes pédologiques locales, expertises) ayant été réunies et produites par le chargé d'étude. La proposition cartographique qui sera faite doit cependant rester cohérente sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les règles d'une représentation papier de la carte restent les règles énoncées par Boulaine en 1980 : la plus petite surface représentable et repérable sur une carte est de  $\frac{1}{4}$  cm<sup>2</sup> (carré de 5 mm de côté et/ou un cercle de 2,8 mm de rayon). En outre, deux arcs parallèles ne peuvent avoir un écartement inférieur à 1 mm sur la carte. Par contre, si l'auteur fait le choix d'une représentation graphique de sa cartographie des sols au 1/50 000 au-delà des principes de cartographie « papier » à 1/50 000, il devra transmettre lors de la restitution des travaux une proposition d'agrégation d'UCS permettant de respecter ces principes, au cas où une impression papier serait envisagée ou dans le cadre d'une harmonisation nationale des tracés.

#### III.2. Réalisation

La réalisation de l'étude implique l'utilisation de méthodes et de techniques assez différentes selon que l'on dispose ou non de documents pédologiques préexistants.

### III.1.2.1. Pour les zones déjà cartographiées en pédologie

L'essentiel du travail consiste à réaliser une synthèse des informations existantes, compatible avec les objectifs de la cartographie des sols au 1/50 000 et l'échelle de représentation cartographique (1/50 000).

Les Référentiels régionaux Pédologiques existent sur la quasi-totalité du territoire métropolitain. Ils sont une première approche dans l'identification des grands types de sols et doivent être mobilisés pour construire cette cartographie 1/50 000. Les UTS ainsi décrites dans le 1/250 000 peuvent être directement exploitées dans le 1/50 000. Des passerelles ou des tables de liaisons sont à construire pour répondre aux différentes demandes quelle que soit l'échelle. De même les observations ponctuelles rattachées aux types de sols 1/250 000 viendront alimenter la base de données 1/50 000.

Les études à grande échelle sont utilisées comme des secteurs de références qui permettent d'extrapoler les lois de répartition des sols à des zones plus vastes (petite région naturelle ou sur une portion de la couverture pédologique). Cette extrapolation peut s'envisager manuellement ou avec des outils de cartographie numérique et elle s'accompagne d'une validation terrain.

Il faut donc s'assurer que les caractéristiques prises en compte pour ces études à finalités diverses ont encore un sens à l'échelle de 1/50 000. Si ce n'est pas le cas, il faudra envisager d'acquérir des compléments d'information sur le terrain.

L'identification des études à mobiliser peut se faire via l'outil de recherche des études pédologiques : Refersols.

### III.1.2.2. Pour les zones sans aucun levé pédologique

La conduite des études s'organise classiquement en plusieurs phases :

- Une phase préparatoire de consultation des documents de base tels que :
  - Les cartes topographiques au 1/25 000 pour transposition ultérieure des points d'observation du sol (sondages, fosses)
  - Les cartes géologiques (1/50 000)
  - Les cartes forestières : BD Forêt V1 et V2 (échelles d'utilisation possibles du 1/10 000 au 1/25 000), des cartes d'occupation du sol (CORINE land Cover ou des informations locales à des échelles plus précises) et les cartes de végétation.
  - Les photographies aériennes
  - Les images satellitales
  - Le modèle numérique de terrain
  - Les autres données du GIS Sol (RMQS, BDAT...)
  - Toutes sources d'informations géoréférencées (radiométrie gamma, résistivité...)

Ces documents permettent une prise de connaissance d'un certain nombre de composantes du milieu. En particulier, le traitement et l'interprétation des images satellitales associées aux données topographiques (altitudes), géomorphologiques (pentes, modelés), botaniques (végétation naturelle) et lithographiques (nature des matériaux qui constituent le substrat) permettent d'établir un prédécoupage de la zone d'étude en grands ensembles. Des traitements de cartographie numériques peuvent être conduits en vue de déterminer de manière automatique une première esquisse de la répartition des sols sur le terrain. Ces travaux pourront orienter la phase de terrain et définir la densité des sondages en fonction de la complexité du milieu.

Cette première phase experte ou numérique est préalable à la phase de prospection, elle permet d'orienter le chargé d'étude dans la conduite de son travail de terrain.

- Suite à l'évaluation des différentes informations disponibles, un plan d'échantillonnage est défini et une phase de prospection systématique du terrain est ensuite réalisée, faisant appel à des



observations de surface et à toutes techniques d'investigation en profondeur, (tarière, fosse, tranchée...) pour délimiter les Unités Cartographiques de Sol et définir leur contenu.

L'ensemble de ces données est soit consigné sur papier soit intégré dans la base de données DoneSol. Dans ce dernier cas, leur sauvegarde sera alors assurée et leur utilisation pour un traitement statistique sera aisée.

### III.1.2.3. Les critères de description du sol sur sites ponctuels (sondages et/ou fosses)

Les observations décrites lors des phases de terrain se feront prioritairement suivant la classification du Référentiel Pédologique V2008. Les principaux critères décrits sur le terrain sont les suivants :

- Sur sondages (sites décrits)
  - Description de l'environnement immédiat du sondage (végétation, pente, morphologie, etc.)
  - Séquence des horizons avec leur profondeur d'apparition et de disparition
  - Texture des horizons
  - Effervescence à l'acide HCl (dilution au 1/5ème) à froid
  - Couleur (charte Munsell de préférence)
  - Éléments grossiers : nature, abondance, taille, profondeur d'apparition
  - Taches d'oxydo-réduction : abondance et profondeur d'apparition
  - Éléments secondaires (pseudomycélium, concrétions, etc.)
  - Origine de l'excès d'eau
  - Profondeur du sommet de la nappe
  - Matériaux géologiques (roche-mère, substrat) : nature, (compacité, litage, degré de désagrégation, fissuration...)
  - teneur en MO (si observable)
  - trace d'activité (anthropisation, ..)
- Sur fosses (= profils pédologiques) (sites décrits et analysés)

Ils seront précisés au paragraphe IV.3.

Une phase essentielle de la collecte d'information consiste en l'examen des **solums** (ensemble des horizons qui constituent le sol et qui traduisent son degré d'évolution, communément appelé : « profil du sol » dans des fosses ou tranchées creusées sur une profondeur minimum de 1,20 m sauf en cas d'impénétrabilité). La description morphologique ainsi que les résultats analytiques obtenus sur les échantillons prélevés dans les différents horizons, doivent permettre de définir les caractéristiques intrinsèques des sols.

### III.1.2.4. La saisie et numérisation de l'information

Cette phase est obligatoire quel que soit l'état initial de la cartographie (avec ou sans levés pédologiques antérieurs). La phase de saisie et de numérisation de l'information consiste en la digitalisation des contours des Unités Cartographiques de Sols (UCS) sur une table à digitaliser ou à l'écran, à partir d'un scan, et en la saisie des informations ponctuelles (profils et sondages), et des informations élaborées issues de la synthèse (UCS et UTS).

Il est à noter qu'à cette échelle du 1/50 000, le maître d'œuvre ou le comité de pilotage local a le choix de renseigner les strates ou de caractériser chaque UTS par un profil type, représentatif du sol. Dans le cas où, il choisirait de ne pas réaliser et saisir les strates dans DoneSol, les sondages doivent impérativement être renseignés dans DoneSol. Ce choix doit être identique pour toutes les UTS de la carte. Il est également possible de renseigner les strates et de saisir également les sondages. Par la

suite, les cartes thématiques seront effectuées soit à partir des strates renseignées, soit à partir des données ponctuelles (profils et sondages) présentes dans la base de données.

### III.3. Densité des observations

La densité des levés doit rester conforme aux recommandations précisées dans la norme NF X31-560 pour la réalisation d'une carte au 1/50 000. C'est-à-dire 1 sondage pour 10 à 30 ha et une fosse décrite et analysée pour 200 à 300 ha. Cette moyenne est à pondérer ou ajuster en fonction de la complexité du terrain.

Il est **impératif d'intégrer dans DoneSol les données ponctuelles** (fosses pédologiques et sondages), c'est-à-dire toutes les observations décrites et analysées. Il est rappelé que ces données pourront être mobilisées dans le cadre d'autres études et à des échelles différentes.

Les données d'anciennes études peuvent être capitalisées mais doivent conserver leur affectation à l'étude d'origine.

### III.4. La saisie informatique des données

La numérisation des données graphiques et sémantiques de la cartographie des sols au 1/50 000 est indispensable et doit intégrer l'ensemble des données disponibles. La base de données ainsi complétée permettra d'établir des cartes factorielles par simple traitement des données saisies, ou des cartes thématiques par combinaison des données pédologiques avec des données extrinsèques telles que celles issues de la climatologie, de l'occupation des sols, des systèmes agraires, de la végétation (forêts, landes, friches...), de la géologie, de l'environnement, etc.

### III.5. Le modèle de base de données DoneSol

L'information pédologique récoltée se structure, à l'aide du formalisme entités-associations, dans un socle commun qui porte le nom de DoneSol. Cet outil s'appuie sur un SGBDR (système de gestion de base de données relationnelle) et un SIG (Système d'Information Géographique), pour gérer et stocker toutes les informations liées aux cartes par un modèle commun de données pédologiques

Dans cette optique, l'acquisition et la saisie des données pédologiques doit se faire sous ce format national unique. Il a été mis au point une codification unique de l'information pédologique structurée dans une base de données (DoneSol). Elle structure et regroupe les données de base des profils pédologiques et des informations spatiales des Unités Cartographiques de Sol (UCS) et des Unités Typologiques de Sol (UTS). Elle est constituée de différentes tables où toutes les informations sont codifiées et ainsi normalisées. Un dictionnaire de données existe, il renseigne sur la nature de chaque table, des champs qui les constituent ainsi que des codes utilisés. Il est accessible sur le site web dédié au programme IGCS à l'adresse suivante :

<http://www.gissol.fr/outils/donesol-web-336>

L'Unité InfoSol a développé depuis quelques années des interfaces de saisie des données sous DoneSol. Une solution d'accès et de saisie par Internet est proposée à toute personne désireuse de saisir les informations pédologiques. Cette application s'appelle DoneSol-web.

De même, l'unité InfoSol a mis en place des formations à la saisie des données et à leur interrogation (<http://www.gissol.fr/outils/formation>) accessibles à tous et fortement recommandée pour les auteurs et les gestionnaires de la base de données. Elle est indispensable pour une bonne maîtrise de DoneSol.

## IV. Les données à renseigner

### IV.1. Liste des tables DoneSol utiles pour la saisie des données du programme IGCS

L'ensemble de ces informations est disponible dans le dictionnaire de DoneSol (<https://dw3.gissol.fr/login>).

#### IV.1.1. Données générales

La table **ETUDE** définit le cadre dans lequel s'est fait la carte au 1/50 000.

La table **ETUDE\_DEPARTEMENT** décrit les départements concernés par l'étude.

La table **ORGANISME** répertorie tous les organismes intervenant dans une étude et donne leurs principales caractéristiques (sigle, type, nom, service, adresses, contact, etc.).

La table **L\_ETUDE\_COLLABORATEUR** permet d'indiquer les auteurs d'une étude. Une étude peut être réalisée par un ou plusieurs auteurs. Cette table fait le lien entre la table ETUDE et la table COLLABORATEUR qui décrit les personnes pouvant intervenir (nom, prénom, organisme d'appartenance).

#### IV.1.2. Données surfaciques

La table **UCS** décrit l'environnement morphologique et typologique du pédopaysage ou de l'Unité Cartographique de Sol (U.C.S.).

La table **L\_UCS\_UTS** décrit le mode d'organisation spatiale (chaîne, séquence, juxtaposition de sols...) ainsi que le pourcentage de surface relative de chaque U.T.S. au sein de l'U.C.S. Elle reprend aussi toutes les caractéristiques de l'U.T.S. autres que celles purement pédologiques.

La table **L\_UTS** décrit l'organisation des UTS les unes par rapport aux autres au sein d'une UCS ou entre UCS d'une même étude. Cette table ne sera renseignée que pour les UCS complexes.

La table **UTS** décrit le type de sol (U.T.S.), principalement ses caractéristiques pédologiques (texture, différenciation, profondeur d'apparition du matériau...).

La table **STRATE** décrit, pour chaque Unité Typologique de Sol (UTS), l'organisation spatiale des strates (numéro, nom, profondeur d'apparition, épaisseur, forme, etc.) qui lui sont affectées. La table STRATE\_QUANT permet de décrire les variables quantitatives et la table STRATE\_QUAL les variables qualitatives.

#### IV.1.3. Données ponctuelles

La table **PROFIL** définit l'environnement du point d'observation fait sur le terrain (sondage ou fosses pédologiques) ainsi que la succession des horizons.

La table **L\_COLLABORATEUR\_PROFIL** est une table de liaison entre la table COLLABORATEUR et la table PROFIL. Le profil est décrit par un ou plusieurs collaborateurs.

La table **L\_PROFIL\_ETUDE** relie un profil existant dans la base de données à une ou plusieurs études. Elle donne le numéro du profil dans la base de données et dans chacune des études.

La table **HORIZON** décrit les horizons du profil. Chaque horizon doit être rattaché à un profil.

La table **ANALYSE** contient les généralités sur les résultats des analyses réalisées sur les horizons.

La table **PRELEVEMENT** décrit comment le prélèvement de l'échantillon a été réalisé.

La table **PREPARATION\_ECH** permet de décrire les différentes préparations de l'échantillon avant l'analyse granulométrique.

La table **METHODE\_ANALYSE** contient la description des méthodes d'analyses chimiques.

La table **PREPARATION\_GRANULO** permet de décrire les différentes préparations de l'échantillon avant l'analyse granulométrique.

La table **METHODE\_ANALYSE\_GRANULO** contient la description des méthodes d'analyses granulométriques.

La table **METHODE\_ANALYSE\_PHYSIQUE** contient la description des méthodes d'analyses physiques.

La table **RESULTAT\_ANALYSE** contient l'ensemble des résultats des analyses réalisées sur les échantillons de sols.

La table **RESULTAT\_ANALYSE\_GRANULO** contient l'ensemble des résultats des analyses granulométriques réalisées sur les échantillons de sols.

La table **RESULTAT\_DENSITE\_APPARENTE** contient l'ensemble des résultats des analyses de densité apparente réalisées sur les échantillons de sols.

La table **RESULTAT\_EG** contient l'ensemble des résultats de mesure de la quantité d'éléments grossiers réalisée sur les échantillons de sols. On appelle éléments grossiers toute fraction granulométrique supérieure à 2 mm.

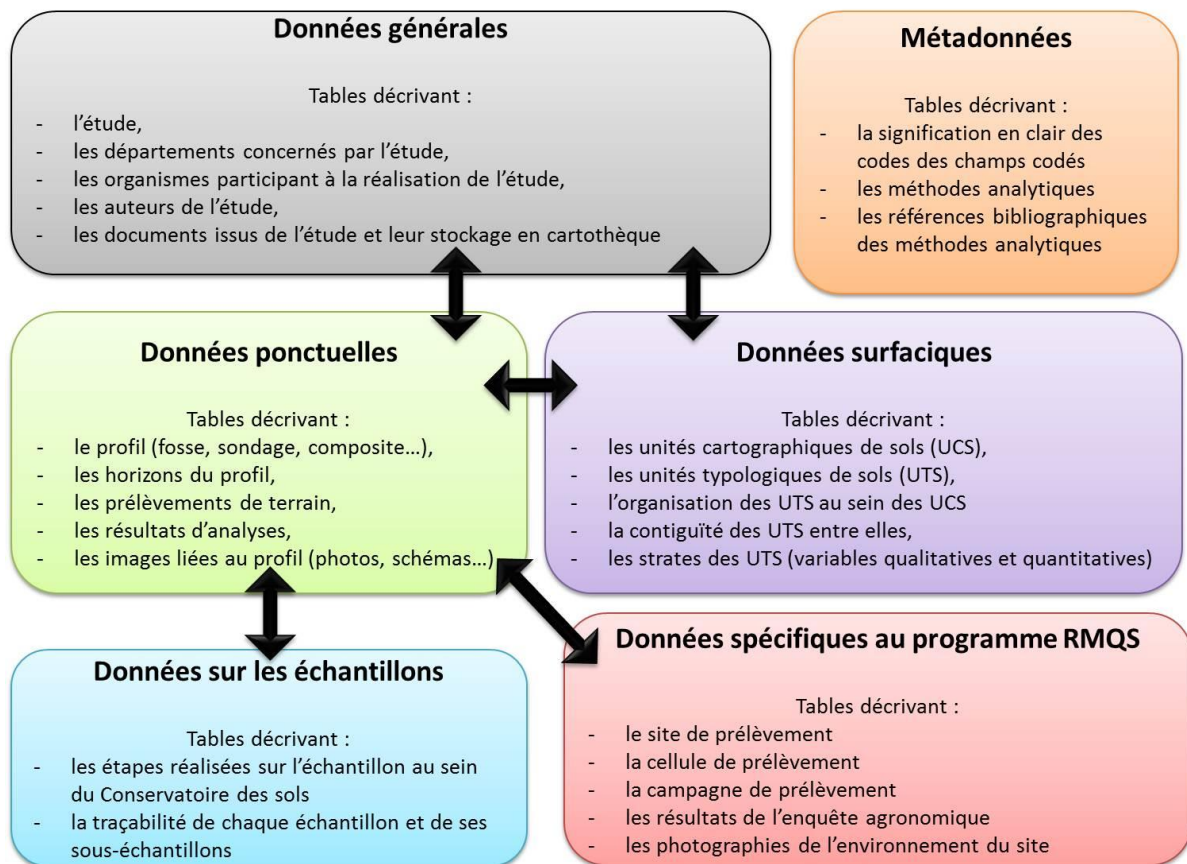


Schéma simplifié de la structure de DoneSol

#### IV.2. Les unités cartographiques (UCS) et leurs données associées

La base géographique est composée de polygones qui sont renseignés par leur numéro d'UCS. Ce dernier est le lien entre les polygones et les informations contenues dans la base de données relationnelle composée de plusieurs tables DoneSol. Ces données sémantiques contiennent des informations différentes et concernent principalement les données spatialisées : description des

plages cartographiques (UCS, UTS et strates), issues de l'expertise et de l'interprétation des données de terrain.

#### IV.2.1. Données graphiques (contours des UCS)

Il s'agit de la limite des plages cartographiques, identifiées par un numéro d'UCS : NO\_UCS (affectation d'un numéro d'UCS par polygone). Chaque polygone de la couche est identifié par ce numéro d'UCS. Plusieurs polygones peuvent appartenir à la même UCS. Afin de respecter les objectifs d'harmonisation à l'échelle nationale, le tracé des limites doit impérativement être calé par rapport au système de projection de référence (**Lambert 93**). Le tracé doit être homogène sur toute la carte et le nombre d'UCS limité.

La mise à disposition des données Sols doit s'accompagner de la fourniture des métadonnées conformément aux spécifications énoncées par la directive Inspire. Elles permettent de donner les informations sur les données, sur les services disponibles ainsi que sur leurs utilisations possibles.

#### IV.2.2. Données sémantiques

Pour toute intégration d'informations, il est indispensable de consulter le dictionnaire DoneSol. Il contient la description des champs, une définition de ceux-ci, des aides à la saisie et des contraintes de saisie à connaître. Cette intégration de données se fera **exclusivement** via l'interface DoneSol-web.

- Description des UCS (table UCS)

Dans le cas d'une cartographie des sols au 1/50 000, parmi les rubriques de cette table (conçue pour sauvegarder le maximum d'informations) nous avons :

- pour l'identification de l'UCS : le numéro de l'étude, l'identifiant de l'UCS, le nom de l'UCS. Le nom de l'UCS doit être compréhensible par tous et refléter la nature du sol dominant ;
- pour les caractéristiques générales de l'UCS : la surface en hectares dans l'étude, le type du relief dominant, le domaine morphologique, la forme de la surface (à échelle hectométrique), le type du versant, l'altitude minimum et maximum ;
- pour le contenu de l'UCS : le nombre et le mode d'organisation des UTS.

- Description de l'organisation des UTS dans l'UCS (table L UCS UTS)

- pour l'organisation générale : le numéro d'étude, le numéro d'UCS, l'extension, la forme, la localisation et la répétitivité de l'UTS dans l'UCS ;
- le pourcentage de surface des UTS dans l'UCS ;
- pour l'aménagement : les types d'aménagement ;
- les types de contraintes ;
- pour la géomorphologie : les pentes minimale, moyenne et maximale, l'orientation dominante, la forme morphologique, la description de la surface ;
- pour la végétation : l'occupation principale, les utilisations principales, l'étage phytosociologique, le type de formation végétale.

- Description de l'organisation des UTS intra et inter UCS dans l'étude (table L UTS) pour les UCS complexes uniquement

- les contiguïtés des UTS au sein de l'UCS et entre les UCS ;
- la netteté de transition entre UTS ;
- le facteur de la différenciation des UTS dans l'UCS;

- Description des UTS (table UTS)

Pour les UTS, on retiendra :

- pour la géologie : la classe du matériau parental, le nom du matériau parental, la profondeur d'apparition du ou des différents matériaux ;
- pour l'hydrologie : la forme et l'origine de l'excès d'eau, le régime de submersion, le régime hydrique, la profondeur d'apparition (minimale, modale et maximale) des horizons G, g, H, le niveau maximum probable de la nappe, le drainage naturel du sol, le degré de salinité et son origine ;
- pour les discontinuités : la profondeur d'apparition de la discontinuité majeure, le type et les conséquences de cette discontinuité ;
- pour l'humus : le type d'humus ;
- pour la différenciation : attributs discriminants de la différenciation en strate ;
- la salinité et son origine si elle est présente ;
- l'organisation des strates au sein de l'UTS si on a choisi de renseigner les strates ;
- pour la dénomination des sols : le Référentiel pédologique français, (la dénomination dans la classification CPC ou WRB pourra aussi être mentionnée).

• Description des horizons ou groupe d'horizons (strates) des UTS (tables STRATE, STRATE\_QUAL et STRATE\_QUANT )

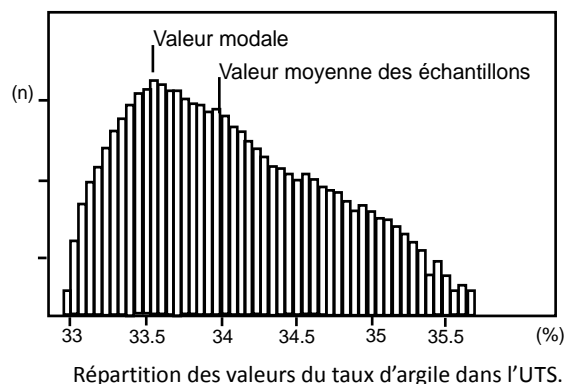
Les strates définissent la variabilité spatiale des paramètres pédologiques de l'Unité Typologique de Sol (UTS). Chaque UTS doit être définie par une ou plusieurs strates. Dans le cas contraire, l'exploitation de données synthétiques dans des applications thématiques ne sera pas possible ou incomplète. Ces strates correspondent ici à de la description d'un ou du regroupement de plusieurs horizons. Les variables associées (tables STRATE\_QUAL et STRATE\_QUANT) sont issues d'un profil modèle, d'un traitement statistique de plusieurs observations ou d'une interprétation à dire d'experts de tous les horizons affectés à l'UTS caractérisée.

Les informations suivantes sont à renseigner obligatoirement :

- identification de la strate (nom, numéro), numéros de l'UTS, profondeur d'apparition modale, minimale et maximale. Certaines règles sont à respecter dans le renseignement du nom des strates en fonction de la classification choisie.
- variables quantitatives (table STRATE\_QUANT) :
  - pierrosité (exprimée en %),
  - taux de chaque fraction granulométrique (en g/kg),
  - teneur en matière organique (en g/kg),
  - capacité d'échange cationique ( $\text{cmol}^+/\text{kg} = \text{mé}/100\text{g}$ ),
  - $\text{pH}_{\text{eau}}$ ,
  - teneur en calcaire (en g/kg)

Les teneurs sont exprimées en valeur minimale, modale et maximale. Les valeurs extrêmes donnent la fourchette de variation au sein de l'unité. La valeur modale est issue soit d'un calcul mathématique, soit de dires d'experts. Les valeurs modale et moyenne peuvent être identiques (courbe de Gauss) ou différentes, suivant la distribution des échantillons (voir exemple ci-contre).

C'est pourquoi c'est la valeur modale, c'est-à-dire la plus fréquente, qui doit être renseignée.



- variables qualitatives (table STRATE\_QUAL):

- texture (GEPPA ou Aisne),

- couleur,

- taille des sables,

- dimension, nom, nature et degré de transformation des éléments grossiers (si présents dans la strate),

- abondance des taches d'oxydo-réduction,

- effervescence,

- type de structure,

Les variables sont exprimées en mode principal, pour les valeurs les plus souvent rencontrées, en mode secondaire, pour celles observées de manière régulière mais pas systématique et en mode mineur, pour celles qui n'apparaissent que très rarement.

Trois points sont à noter lors du renseignement des variables des strates :

- L'enregistrement de la méthodologie utilisée pour caractériser la valeur renseignée dans le cas des valeurs qualitatives, est obligatoire (exemple : une méthode analytique) ;
- L'information sur le mode de renseignement de la valeur (à partir d'une valeur, de plusieurs, par expertise, ...) ce qui correspond au champ « information » ;
- Une remarque : le non renseignement d'une variable est différent d'une valeur 0 ou d'un code « non connu ».

### IV.3. Les observations ponctuelles

Les tables de DoneSol concernées sont les suivantes : PROFIL, HORIZON et toutes les tables associées aux résultats analytiques

L'affectation des profils à une étude est obligatoire et il se fait par la table L\_PROFIL\_ETUDE. Cette table contient : le numéro d'étude, leur numéro, leur type, leur degré de représentativité, le nom de l'UTS à laquelle ils appartiennent. Des photos peuvent être ajoutées.

Les profils issus des études antérieures doivent être affectés à leur étude d'origine ainsi qu'à l'étude où ils sont réaffectés. L'objectif est de garder la filiation du profil et indirectement de conserver le « propriétaire » originel de la donnée.

Pour les sites décrits et analysés dans les études préexistantes ou issus de la prospection, la totalité de la description morphologique et des résultats analytiques doit être numérisée selon le format DoneSol dans les tables PROFIL, HORIZON et toutes les tables associées aux résultats analytiques. Les champs concernant la description du profil et des horizons doivent être renseignés au maximum.

Pour les profils nouvellement décrits, il est recommandé de renseigner le maximum de champs, pour la récupération de profils anciens, il est évident que le renseignement ne se fait qu'à partir des informations disponibles.

Pour les sites réalisés lors des levés au 1/50 000, les déterminations analytiques à réaliser sont déterminées par le ou les maître(s) d'œuvre et le chargé d'étude. **Mais une série d'analyses minimum doit être réalisée sur chaque horizon :**

- composition granulométrique (5 fractions avec ou sans décarbonatation, ou 8 fractions dans le cas de sols sableux),

- matière organique (carbone organique et azote total) (sauf horizons profonds),

- pH<sub>eau</sub>,

- teneur en calcaire total (si nécessaire, sol carbonaté),

- taux de calcaire actif (si nécessaire, sol carbonaté),
- CEC et cations échangeables (Ca, Mg, K, Na) et taux de saturation S/T,
- et pour les sols acides, teneur en aluminium échangeable.

Les analyses doivent être effectuées dans un laboratoire agréé par le ministère en charge de l'Agriculture. Le choix des méthodes d'analyses est laissé au chargé d'étude, mais elles doivent être renseignées dans DoneSol et associées aux résultats analytiques. Il est rappelé qu'une valeur sans méthode reste difficilement exploitable.

La saisie des sondages au format DoneSol doit être réalisée pour différentes raisons i) un archivage de ces informations (capitalisation des données), ii) une facilité de remobilisation dans d'autres études (synergie entre les différents programmes de cartographie des sols en France).

Si le choix a été fait de ne pas renseigner les strates, les sondages devront être saisis comme les profils. Ces données devront être affectées à une UTS, pour permettre leur exploitation.

#### IV.4. Présentation des résultats

Le dossier final remis à l'issue de l'étude est constitué des documents définitifs détaillés ci-après :

##### IV.4.1. Les données numérisées

S'il est fait appel à un prestataire, les rendus sont spécifiés dans l'appel d'offre, dans les missions qui lui sont confiées. Sauf stipulation inverse dans le contrat, le chargé d'étude doit remettre aux maîtres d'œuvre les données numérisées (par voie dématérialisée) correspondant aux limites des plages cartographiques identifiées par le numéro d'UCS auxquelles elles correspondent, les données descriptives des UCS et des UTS saisies selon le format DoneSol, les données descriptives et analytiques des sites d'observation saisies selon le format DoneSol. Éventuellement les photographies des profils ou des schémas pourront être jointes à ces données. Les informations ont été saisies via DoneSol-web dans la structure DoneSol. Un compte d'accès doit être demandé à l'unité InfoSol. Bien qu'il est fortement conseillé de saisir les sondages dans DoneSol-web. Dans le cas contraire, ils devront être fournis sous format papier et éventuellement sur support numérique.

Une copie sera adressée à l'INRA à l'adresse suivante :

INRA-Unité InfoSol  
Centre de recherche Val de Loire (site d'Orléans)  
2163 Avenue de la Pomme de Pin  
CS 40001 ARDON  
45075 ORLEANS Cedex 2  
France

Ces fichiers devront être fournis dans des modèles standard d'échange de données, pour la partie graphique (fichier shapefile, export ArcInfo (e.00)), dans un système de coordonnées **de référence (lambert 93)**. La table associée à cette couche graphique **doit obligatoirement comporter un champ no\_ucs**. Les **données sémantiques sont déjà sur le serveur des données puisque l'intégration des données s'est faite via l'interface DoneSol-web, unique moyen d'intégrer des données dans DoneSol**.

Toute modification des données graphiques doit faire l'objet d'une communication à l'unité InfoSol pour une mise à jour. Les données sémantiques sont directement mises à jour via l'interface DoneSol-web.

##### IV.4.2. Les documents sur supports papier

Le chargé d'étude pourra fournir les documents suivants :



- des levés de terrain (à 1/25 000) avec l'implantation des sites d'observation décrits (fosses et sondages) et avec les fiches de description des sondages et des fosses - des bordereaux d'analyses réalisées ;
- les cartes « minutes » qui ont servi à construire le document cartographique à 1/50 000 (ébauche de la carte des sols) ;
- la carte des cartes ;
- la carte des sols ;
- une notice détaillée ;
- les photos indexées des profils sous format papier, diapos ou numérique.

Les 3 derniers documents présentés ci-dessous seront également transmis à l'INRA, unité InfoSol :

- **La carte des cartes**

Une carte des cartes sera fournie pour faciliter l'évaluation des données disponibles lors de la procédure d'attribution du niveau de qualité. Une trame de couleur différente fonction des différentes échelles représentées est conseillée. Un parallèle avec Refersols devra être fait afin d'alimenter cette base de données des études pédologiques. Toute étude non référencée dans Refersols devra faire l'objet d'un retour vers InfoSol sous la forme d'informations suffisantes afin de renseigner la table ETUDE, sous la forme d'un scan ou d'une copie papier.

- **La carte des sols**

La carte

Le mode d'expression graphique des diverses unités cartographiques sera déterminé en concertation avec les conseils scientifiques.

La légende

La légende de la carte doit permettre une recherche facile des informations qu'elle fournit sur le milieu. Un découpage en petites régions naturelles et une présentation uniforme de la description des unités cartographiques sont recommandés en s'appuyant sur le nom de l'UCS tel qu'il a été défini dans le dictionnaire de données DoneSol.

- **Le rapport ou la notice**

Ce document doit expliquer les méthodes d'acquisition, de saisie et de traitement des données. Il doit aussi préciser la méthode d'élaboration des limites des plages cartographiques de la carte régionale. Il apportera les éléments sur le déroulement de l'étude :

- levés : superficies cartographiées, nombre d'observations;
- sites : nombre de sites décrits et échantillonnés pour analyses;
- synthèse de documents existants : Cet inventaire est à verser dans REFERSOLS si des études n'y sont pas référencées.

Il doit fournir une analyse synthétique des caractéristiques du milieu en regard des connaissances acquises, au cours de l'étude ou au travers des contacts avec les spécialistes d'autres disciplines, ou encore avec des intervenants appartenant à des organismes agricoles et professionnels. En particulier, il présentera une analyse quantifiée des diverses contraintes avec indication des intervalles de variations possibles découlant des informations dont on peut disposer après enquêtes.

Pour chaque unité cartographique il reprendra, en la développant davantage, la description faite en légende de la carte. Une présentation uniforme et sous forme de fiches est recommandée.

Des schémas complémentaires peuvent être proposés pour aider à la compréhension de l'organisation des sols :

- Réalisation de coupes topographiques ou de blocs diagrammes explicitant l'organisation de la couverture pédologique ;
- en association avec des représentations, si possible tridimensionnelles, des solums (profils de sols) des principales UTS.

#### Le texte

- présentation et description des régions naturelles ;
- expression en hectares de la superficie de l'UCS dans la région ;
- description synthétique de l'UCS figurant en légende de la carte ; en particulier définir les relations spatiales (ou chorologiques) entre les diverses UTS qui la composent, en précisant leur pourcentage de surface relative au sein de celle-ci ;
- définition des caractéristiques principales des sols et du milieu ayant valeur de contraintes vis à vis de la gestion et de la maîtrise de l'environnement et des milieux ruraux ;
- précision sur le matériau parental lorsqu'elle est connue.

## V. Procédures d'attribution des niveaux de qualité

### V.1. Intérêt et organisation de l'attribution des niveaux de qualité

Lorsque la cartographie des sols est terminée, elle doit être obligatoirement vérifiée par InfoSol et corrigée par le porteur du projet. Ce dernier pourra alors faire la **demande de certification IGCS** de son étude. De la sorte, les utilisateurs ultérieurs seront à même de connaître exactement les possibilités ou les limites d'utilisation des informations dans le cadre de croisements avec d'autres données : études climatique, géologique, environnementale, agricole, urbaine...

Dès le début de la saisie, une forme de tutorat peut être mis en place et l'INRA InfoSol pourrait alors vérifier en continu le renseignement des champs et d'alerter au plus tôt les dérives dans le renseignement des champs.

Après la finalisation de la cartographie des sols (base de données, carte des sols avec sa légende et sa notice) l'INRA mettra en œuvre des procédures de suivi et de vérification de la qualité des travaux et des bases de données. Ce point est d'autant plus important que la cartographie des sols reste une opération où « l'expertise » du pédologue est un poids particulièrement important, et que la notion de « précision » en cartographie recouvre de fait de multiples composantes : incertitude géographique du tracé et de son calage géographique, finesse de caractérisation des unités cartographiques et typologiques, densité d'informations ponctuelles et répartition de ces informations, degré de caractérisation de la variabilité intra-unité typologique, cohérence des informations contenues dans la base de données, etc.

Sans prétendre a priori couvrir tous les cas possibles, il est rapidement apparu nécessaire de se doter d'outils permettant un contrôle de la qualité des travaux réalisés.

#### V.1.1. Procédures de vérification

L'unité InfoSol de l'INRA a la charge de vérifier les bases de données produites dans le cadre du programme « Connaissance Pédologique de la France ». De ce fait, une série de procédures sont mises en place, elles sont de 2 natures :

- des vérifications sur la qualité géographique (Annexe 1)
- des vérifications sur la qualité sémantique (Annexe 2)

##### • Contrôle sur la structure de la base de données

L'expert de l'unité InfoSol en charge du contrôle et de la vérification des bases de données fournies par le maître d'œuvre, doit au terme de ces procédures de vérification identifier toutes les anomalies,

manques ou erreurs **défectés lors du contrôle par rapport au présent cahier des charges**. Un outil Sivercoh (système d'information développé pour vérifier la cohérence des données) a été mis en place en vue de vérifier de manière automatique les données contenues dans une base de données au format DoneSol. Il permet d'identifier les anomalies détectées dans la base de données et de les lister sous la forme d'un tableur. En complément, des vérifications manuelles sont effectuées et transcrites dans un fichier word associé aux résultats de Sivercoh. Ces documents sont remis au(x) maître(s) d'œuvre afin qu'ils apportent les modifications nécessaires.

Il vérifie également que la quantité d'observations ponctuelles est bien conforme à l'échelle du 1/50 000 et donc à la norme NF X31-560.

Les vérifications seront effectuées afin :

- de valider la présence de strates ou d'un profil décrit et analysé pour chaque type de sol ou UTS décrit dans la base de données.
- de valider la numérisation des sondages en format DoneSol.

### **V.1.2. Le protocole d'attribution d'une certification IGCS**

Le chargé d'étude ou le commanditaire devra fournir une demande de certification IGCS. Elle ne pourra être enclenchée qu'une fois les demandes de mises en conformité (issues de Sivercoh et d'InfoSol) ont auront été traitées ou justifiées.

2 niveaux de qualité sont proposés :

- Vérifications comptables ou statistiques (nombre d'observations cohérentes à l'échelle de restitution (norme NF X31-560), taux de renseignement des paramètres obligatoires.... La **certification « opérationnelle »** est attribuée.
- Vérification complète du type RRP avec mobilisation de 2 experts pour réaliser une expertise extérieure à la base de données, puis validation par le CS et attribution de la **certification « avancée »**.

Le compte-rendu se présente sous la forme d'un rapport de quelques pages décrivant toute la procédure de vérification de l'étude. La conclusion de ce document est une proposition d'attribution d'une certification IGCS au regard des éléments fournis à InfoSol. Cette proposition sera alors soumise au Conseil Scientifique.

Si l'avis du Conseil Scientifique IGCS est positif, l'attribution définitive du label IGCS est alors accordée par le ministère en charge de l'Agriculture. Ce dernier établit une attestation.

## **V.2. Mise à disposition des données**

### **V.2.1. Au plan local**

Le cadre général est le suivant : la propriété de la base de données pédologiques constituée lors de la réalisation d'une cartographie des sols au 1/50 000 reste celle des financeurs et maîtres d'œuvre régionaux. Dans le cadre de ses missions nationales et scientifiques, l'INRA pourra utiliser la base de données en accord avec le ou les maître(s) d'œuvre. Les membres du Gis Sol ont accès aux données acquises dans le cadre de ce programme, ainsi qu'à la diffusion des cartographies dans un cadre de missions de service public.

Il est rappelé qu'il est important de conserver une compétence pédologique au-delà des aspects d'acquisition, sur les aspects d'accompagnement dans le traitement et la diffusion des données. Ce qui sera aussi un point favorable dans l'enrichissement et l'utilisation d'une carte des sols au 1/50 000.

En région, la gestion de ces données sera du ressort du ou des maître(s) d'œuvre s'ils possèdent un Système d'Information Géographique, ou dans le cas contraire, d'un organisme partenaire. La gestion

et la valorisation des données peuvent faire l'objet d'un protocole de mise à disposition co-signé par les financeurs et le maître d'œuvre.

Tout enrichissement de la base de données devra être réalisé conformément à ce présent cahier des charges, de façon à ce que le système reste opérationnel au plan informatique. Cet enrichissement se fera uniquement par l'interface DoneSol-web.

### **V.2.2. Au plan national**

Aux fins de protection et de valorisation nationale toutes les données sont centralisées à l'unité InfoSol de l'INRA, à Orléans.

L'unité InfoSol de l'INRA devra être informée de toute application ou utilisation des données issues de la base (cartes thématiques, modélisations agro-environnementale, etc.). Ces informations viendront enrichir la base de données des applications : ApplicaSol (<http://www.gissol.fr/outils/applicasol-342>).

Une copie ou un rapport final (sauf cas de confidentialité) de ces études devront être transmis à l'unité InfoSol afin de répertorier les différents usages de la base de données et dans un souci de conserver sa mission de garant scientifique du programme et des utilisations qui en sont faites.

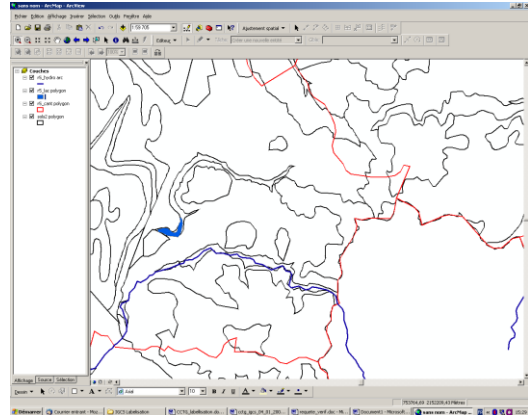
### Références bibliographiques

- Bornand M. (1997). Connaissance et suivi de la qualité des sols en France. MAPA-MATE-INRA. INRA Montpellier. 176 p.
- Boulaine J. (1980). Pédologie appliquée. Coll. Sciences Agronomiques. Masson, Paris.
- Falipou P. et Legros J.P. (2002). Le système STIPA-2000 d'entrée et d'édition des données pour la base nationale des sols DoneSol II – Etude et Gestion des Sols, Volume 9, 1, 2002, pages 55 à 70.
- Gaultier J.P. (1987). Etude préalable à la réalisation d'une base de données en science du sol. Projet DoneSol. 63 p.
- Gaultier J.P., Daroussin J. et Yart G. (1992). L'interface ARC/INFO-ORACLE pour la gestion des données pédologiques. Gestion de l'espace rural et système d'information géographique. INRA-Editions. p. 321-328.
- Gaultier J.P., Yart G., Falipou P. et Doux J. (1994). Projet DoneSol : Notice d'utilisation des grilles de saisie, interrogation, modification, suppression et édition. 52 p.
- Grolleau E., Bargeot L., Chafchafi A., Hardy R., Doux J., Beaudou A., Le Martret H., Lacassin J.-Cl., Fort J.-L., Falipou P. et Arrouays D. (2004). Le système d'information national sur les sols : DoneSol et les outils associés. Etude et Gestion des sols. Vol. 11, 3. 255-269 pp.
- Hardy R., Yart G. et Gaultier J.P. (1997). DoneSol : une structure informatique relationnelle créée par l'INRA pour gérer les données pédologiques sur SIG. Forum SOL et SIG : Applications dans le Sud-Ouest de la France ;
- InfoSol (2014). Référentiel Régional Pédologique : Cahier des Clauses Techniques Générales. De la réalisation à la labellisation des bases de données sols au 1/250 000. INRA. InfoSol. 27 p.
- InfoSol (2018). Dictionnaire de données : DoneSol version 3.7. 514 pages. Disponible en ligne sur : <https://dw3.gissol.fr/login> (dernier accès 19/02/2019)
- Moulin J. et Eimberck M. (2011). La cartographie des sols de l'Indre pour des applications thématiques diversifiées. Etude et Gestion des Sols 18(2). 75-90 pp.
- 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., Verbèque B., Desbourdes S., Héliès F., Lehmann S., Saby N.P.A., Tientcheu E., Jamagne M., Laroche B., Bardy M. et Voltz M. (2014). La cartographie des sols à moyennes échelles en France métropolitaine. Etude et Gestion des sols 21(1). 25-36 pp.

## Annexe 1

- Vérification du calage géographique en Lambert 2 étendu des limites des UCS par comparaison avec les bases de données référence de l'IGN. (topographique et hydrographique).

Cette opération s'effectue à l'aide du SIG, par superposition dans le même système de projection (Lambert 93) de la couche à valider avec des couches de références (type IGN), par exemple ci-dessous, les cours d'eau et les contours des cantons issus des bases IGN.



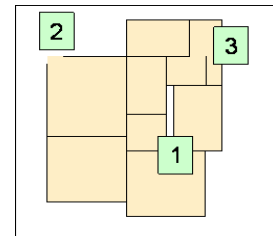
Cette superposition renseigne sur la qualité du référencement de la couche géographique fournie par le chargé d'étude. Elle se fait par concordance des limites des couches superposées au niveau des limites départementales.

Une autre forme de validation se fait par la couche d'information sur les cours d'eau et sur les plans d'eau. Les cours d'eau (couche IGN) doivent être situés dans une UCS de type plaine alluviale, le cours d'eau ne devant pas apparaître sur les flancs de collines par exemple. De même les contours des plans d'eau doivent être les mêmes que ceux déterminés par l'IGN.

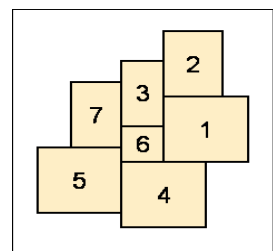
Un seuil de tolérance a été défini au-delà duquel la couche géographique ne sera pas considérée comme valide. Il a été fixé à **50 m terrain pour une carte à 1/50 000 soit 1 mm sur la carte.**

- Vérification de la topologie

Des procédures automatiques sont lancées à partir du logiciel (ArcInfo, ArcGis) afin de vérifier la topologie de la couche fournie : vérification géographique que les polygones soient clos (exemple en (2)), un des polygones n'est pas fermé, qu'il n'y a pas de vide entre les polygones (1), qu'il n'y a pas d'arcs pendants (3).



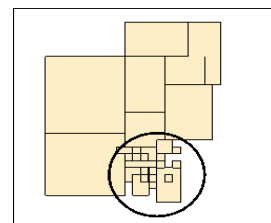
- Vérification que chaque polygone a un identifiant unique et un numéro d'Unité Cartographique de Sol (1, 2, 3, 4, 5, 6,7). Chaque polygone doit être contigu d'un polygone portant un numéro d'UCS différent. Ce numéro attribue le polygone à une unité cartographique, permettant le lien avec la base sémantique.



- Vérification du nombre d'UCS par rapport au nombre défini dans la base de données. Correspondance entre le nombre déclaré dans la base de données et le nombre sur la carte. Dans l'exemple précédent, dans la table correspondante (c'est à dire UCS) 7 UCS doivent être décrites dans la base de données.

- Calcul de la taille des UCS (superficie) : elle doit être compatible avec l'échelle de représentation.

- Appréciation du tracé des limites des UCS : il doit être homogène sur toute la carte. La zone encadrée apparaît totalement incohérente



(polygones très petits) avec le reste des polygones. C'est peut-être un cas où le tracé ne correspond pas aux critères du présent cahier des charges.

Le chargé d'étude peut aussi justifier ces choix de représentation (milieu complexe).

- Contrôle du respect des critères de qualité en adéquation avec l'échelle 1/50 000. La localisation géographique des sites décrits et des sites décrits et analysés permet de calculer leur nombre par hectare et leur répartition spatiale.

- Vérification du nombre de profils par rapport au nombre d'UTS déclarées.

Quel que soit le niveau de valeur choisi, l'idéal serait d'avoir au minimum 1 profil (décrit et analysé) par UTS (type de sol inventorié). En réalité, il est admis que ce n'est pas toujours possible pour les UTS incluses dans des UCS de faible surface.

## Annexe 2

- **Contrôle sur la structure de la base de données**

- Respect de l'intégrité de la base de données, de l'unicité des clés et des relations qui lient les tables entre elles. Une série de requêtes est réalisée afin de vérifier le respect de la structure DoneSol et les oublis dans les différentes tables.

- Exemple : la somme du pourcentage des UTS qui composent une UCS doit être égale à 100 %.*

- Contrôle sur la conformité des champs au dictionnaire DoneSol. Ce problème devrait être peu à peu résolu par l'utilisation d'interfaces de saisies développées par l'INRA qui réduit les erreurs.

- Contrôle sur le nombre de strates par UTS (si ce choix a été fait). Le nombre de strates doit être suffisant pour caractériser le type de sol c'est-à-dire les horizons (ou strates) majeurs de la différenciation verticale des sols.

- **Vérification quantitative des données : présence/absence**

- Pour valider la base de données, un certain nombre de champs doivent être renseignés conformément au présent cahier des charges. De ce fait une série de requête a pour but de vérifier la présence ou l'absence de ces renseignements.

- **Analyse de cohérence des données**

- Vérification de la cohérence des variables entre les différentes tables. *Par exemple, si dans la table UTS, une unité présente la propriété de réagir à l'acide alors dans la table strate associée le champ effervescence doit être différent de 0.*

- Vérification sur la cohérence des champs renseignés par rapport au nom du sol auquel l'UTS a été référencée. *Par exemple, si l'UTS est classée en CALCOSOL alors la description faite dans la table strate doit présenter les caractéristiques d'un CALCOSOL.*



**INRA**

**unité InfoSol**

2163 Avenue de la Pomme de Pin

CS 40001 ARDON

45075 ORLEANS Cedex 2

[infosol@inra.fr](mailto:infosol@inra.fr)