

La réalisation de la base de données géographique des sols d'Italie à l'échelle de 1/250 000

N. Filippi

CE Centre Commun de Recherches, IES, Unité sols et déchets, TP 280, 21020 Ispra (VA), Italia

RÉSUMÉ

Après la Carte de Sols au 1/1 000 000 (1966), une quantité considérable d'études pédologiques locales a été réalisée en Italie de façon dispersée et non harmonisée. Toutefois, une bonne part de l'information disponible sur les sols se caractérise par une cohérence conceptuelle, du fait de liens plus ou moins étroits existant entre les différentes équipes locales et l'école de pédologie de l'Université de Florence (Mr. Principi et par la suite Mr. Mancini).

En 1998-1999 trois programmes à vocation nationale, pour la réalisation des bases de données pédologiques à 1/250 000, ont été mis en œuvre:

- «Méthodologies pédologiques» pour la «Carte des sols d'Italie»;
- «Carte écopédologique»;
- «Carte des sols d'Italie».

Par manque d'une structure administrative ayant en charge la coordination des différents programmes au niveau national, plusieurs institutions impliquées ont signé des contrats de collaboration pour réduire la dispersion des efforts et aider à la cohérence de l'ensemble.

L'un des cadres de référence commun a été le Manuel des procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l'Europe. Ce Manuel a été produit par un groupe de travail international, mis en place par le réseau du Bureau Européen des Sols, afin de favoriser l'harmonisation des bases de données géoréférencées sur les sols en Europe.

Quelques exemples sont présentés pour illustrer la méthode de travail et les résultats acquis par les trois programmes.

Mots clés

Sol, cartographie, base de données

SUMMARY**THE GEOREFERENCED SOIL DATABASE AT 1:250,000 IN ITALY**

After the production of the Soil Map of Italy at 1:1,000,000 (1966), many projects of soil mapping have been carried out, mainly at local level. Activities have been no coordinated and data no harmonized. But, for the most part, the information that is available is characterized by broad conceptual coherence, which is a consequence of the either direct or indirect links with the school of soil science of the University of Florence (Mr. Principi, and afterwards Mr. Mancini).

In 1998-1999 three programmes for 1:250,000 soil databases, aimed at coherence at national level, started:

- «Pedological Methodologies» for the «Soil Map of Italy»
- «Ecopedological Map of Italy»;
- «Soil Map of Italy».

An administrative coordinating body is lacking at national level. In order to reduce the risk of excessive duplication of effort and dispersion of activities, agreements among many of the involved institutions were signed.

The Manual of Procedures (Version 1.1) for the new Georeferenced Soil Database of Europe has been used as common reference framework for the different programmes. The Manual was prepared by a group of European soil mapping experts, operating within the European Soil Bureau network; its objective was to promote compatibility and comparability of soil datasets of different national or regional institutions in Europe.

With the aim of explaining the working approach and the results obtained by the three programmes, some examples are reported

Key-words

Soil, soil mapping, database.

RESUMEN**LA REALIZACIÓN DEL BANCO DE DATOS GEOGRÁFICO DE LOS SUELOS DE ITALIA A ESCALA DE 1/250 000**

Después del mapa de suelos al 1/1 000 000 (1966), una cantidad considerable de estudios pedológicos locales se realizaron en Italia de manera dispersada y no armonizada. No obstante, una buena parte de la información disponible sobre los suelos se caracteriza por una coherencia conceptual, del hecho de los vínculos más o menos estrechos que existen entre los diferentes equipos locales y la escuela pedológica de la Universidad de Florencia (Sr Principi y más tarde Sr Mancini).

En 1998-1999 se aplicaron tres programas con vocación nacional para la realización de bancos de datos pedológicos al 1/250 000:

- metodología pedológica para el mapa de suelos de Italia;
- mapa ecopedológico;
- mapa de suelos de Italia.

Por falta de una estructura administrativa que tiene la carga de la coordinación de los diferentes programas al nivel nacional, varias instituciones implicadas firmaron contratos de colaboración para reducir la dispersión de los esfuerzos y ayudar a la coherencia del conjunto.

Un de los cuadros de referencia común fue el manual de los procedimientos para el banco de datos georeferenciados de los suelos de Europa. Este manual fue producido por un grupo de trabajo internacional, establecido por la red del buro europeo de suelos, para favorecer la armonización de los bancos de datos georeferenciados sobre los suelos en Europa.

Se presenta algunos ejemplos para ilustrar el método de trabajo y los resultados adquiridos por los tres programas.

Palabras claves

Suelo, cartografía, banco de datos.

Si l'on considère les besoins accrus et diversifiés en informations sur les sols, il n'y a rien d'étonnant à ce que, en Italie, aux différents niveaux administratifs, les institutions impliquées dans les secteurs concernant les sols soient très nombreuses. Au niveau national, en effet, il n'y a pas une structure administrative clairement identifiée ayant en charge la coordination des différents programmes. Par exemple:

- Le «Comité technique-scientifique pour l'observatoire national pédologique» opère au sein de la Direction Générale pour les politiques structurelles et le développement rural du Ministère de l'Agriculture. Il s'occupe «d'études, de travaux, de consultations et de propositions de solutions pour un système de services pédologiques national et régionaux. Il agit afin de préserver et accroître la productivité des sols susceptibles d'être utilisés en production agricole et forestière».

- Au sein de l'Agence nationale pour l'environnement et les services techniques ⁽¹⁾, opèrent:

- le Centre thématique national pour le terroir et le sol, qui par exemple a défini les premiers éléments du projet d'un réseau national pour la surveillance de la qualité des sols ⁽²⁾;

- le Service pour la protection du sol ⁽³⁾.

C'est surtout au niveau régional qu'on dispose de structures spécifiquement chargées du sol, et englobant la multitude des fonctions qu'il remplit. En effet, une importante activité de prospection du terrain, gestion et valorisation des informations est gérée par des équipes régionales rarement composées par plus d'un ou deux pédologues qui travaillent avec un contrat permanent, en coopération avec des équipes privées.

Dès la parution de la Carte des Sols d'Italie à 1/1 000 000 (Mancini *et al.*, 1966), pendant une trentaine d'années une quantité considérable d'études locales avait été réalisée de façon dispersée et non harmonisée (p. ex. par des équipes régionales, des Universités, l'Institut expérimental pour l'étude et la conservation du sol, les spécialistes du sol du Centre National de Recherche).

Toutefois, une bonne part de l'information sur les sols disponible en 1998 (voir programme de surveillance des sols des régions Italiennes ⁽⁴⁾), se caractérisait par une cohérence conceptuelle, résultant des liens plus ou moins étroits existant entre les différentes équipes et l'école de pédologie de l'Université de Florence (Monsieur Principi et par la suite Monsieur Mancini). Par manque d'un système national pour la classification des sols, la classification française (CPCS) fut utilisée, remplacée progressivement par la Soil Taxonomy et la Légende FAO. À partir de 1998 la Légende FAO fut à son tour remplacée par la Base de Référence Mondiale pour les Ressources en Sols (WRB, 1998).

(1) <http://www.apat.it/site/it-IT/APAT/L'Agenzia/>

(2) <http://www.sinanet.apat.it/aree/Geosfera/Documentazione.asp>

(3) [http://www.apat.it/site/it-](http://www.apat.it/site/it-IT/APAT/Struttura_e_Activita%3%A0/Dipartimenti/Difesa_del_suolo/)

[IT/APAT/Struttura_e_Activita%3%A0/Dipartimenti/Difesa_del_suolo/](http://www.apat.it/site/it-IT/APAT/Struttura_e_Activita%3%A0/Dipartimenti/Difesa_del_suolo/)

(4) <http://www.soilmaps.it/moncapri/progetto.htm>

(5) <http://ies.jrc.cec.eu.int/Projects/ESB/>

En 1998-1999, trois programmes à vocation nationale pour la réalisation des bases des données pédologiques à 1/250 000 ont été mis en œuvre en Italie:

- (i) «Méthodologies pédologiques pour la Carte des sols d'Italie»;
- (ii) «Carte écopédologique», concernant le territoire national tout entier;
- (iii) «Carte des sols d'Italie», concernant la majorité des Régions.

La simultanéité dans la mise en œuvre des trois programmes n'a pas été nécessairement suivie, si l'on considère que les étapes du travail consistent d'abord dans la définition et l'adéquation des méthodologies, et ensuite dans leur mise en application. En vue de favoriser un lien plus étroit entre les différents programmes, plusieurs des institutions impliquées ont signé des contrats de collaboration dans le but de réduire la dispersion des efforts et aider à la cohérence de l'ensemble.

LA MÉTHODE

Les deux principaux cadres de référence communs pour les trois programmes ont été:

- le Manuel des procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l'Europe;
- une intégration de critères d'utilité et de faisabilité, de façon à prendre en compte les compétences et les besoins des utilisateurs.

Le Manuel des procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l'Europe

Le Manuel Européen a été produit par un groupe de travail international, mis en place par le Réseau du Bureau Européen des Sols ⁽⁵⁾, afin de favoriser l'harmonisation des bases de données sur les sols en Europe. Dès 2001 il a été disponible en français (Finke *et al.*, 2001, traduction J.J. Lambert).

Un aspect important du Manuel est que les activités de coordination et d'harmonisation au niveau territorial doivent être faites dès les stades initiaux, puis tout au long de la cartographie. Dans le but de minimiser les grands problèmes d'harmonisation à la fin du projet, on propose de définir d'abord des unités régionales «naturelles». En effet, la corrélation des Modèles d'Organisation Spatiale des Sols et des Unités Typologiques de Sols (UTS) ne correspond pas à des frontières administratives nationales ou régionales.

La définition des unités régionales «naturelles» résulte de l'évolution des démarches entreprises par des spécialistes du sol. Il y avait déjà une dizaine d'années qu'en France, on avait reconnu que l'harmonisation des méthodes «prévues au départ pour l'ensemble du territoire» était progressivement apparue trop difficile à réaliser; il a donc été décidé «d'étudier des méthodes mieux adaptées aux différentes particularités des milieux et des paysages» (Jamagne *et al.*, 1989).

Dans ce but, on a joint au Manuel une première version de la Carte des Régions Pédologiques de l'Europe à l'échelle du 1/5 000 000 (*figure 1*); elle contient 172 régions pédologiques, groupées en fonction des combinaisons de 23 zones climatiques et 15 associations de matériaux parentaux.

La carte fournit un support de données générales, harmonisées et applicables, valables pour l'Europe entière. Elle est ainsi proposée comme cadre pour le découpage préliminaire à 1/250 000 en Pédopaysages; la définition des Pédopaysages pourrait correspondre *grosso modo* à la définition des «unités de paysages pédologiques» (p. ex. Arrouays *et al.*, 1989; Bornand *et al.*, 1989).

À des échelles plus détaillées il faut préciser davantage les limites de la Carte des Régions Pédologiques. Il serait aussi utile d'introduire, entre la région pédologique et le pédopaysage, des niveaux intermédiaires (facultatifs, à 1:1 000 000 et/ou 1:500 000), que l'on pourrait décrire comme des milieux hétérogènes, avec une organisation ordonnée des paramètres pris en compte, lui conférant des caractères spécifiques. Les niveaux intermédiaires correspondraient *grosso modo* aux «Petites Régions Naturelles» pédologiques (p. ex. Favrot, 1989).

Ce découpage préliminaire peut à la fois :

- servir de cadre pour la planification de la prospection du terrain (par exemple, la prospection peut être continue pour élaborer la couverture complète des pédopaysages ou bien réalisée par petits secteurs de référence, si on les considère représentatifs des structures et des fonctionnements des pédopaysages);
- être amélioré par le travail sur le terrain pour mieux localiser les limites du pédopaysage.

Le Manuel semble ainsi proposer un «parcours en hélice» pour la conduite des études (*figure 2*). La composante «descendante» de la méthode proposée, qui consiste à recueillir l'information pour le découpage préliminaire en pédopaysages, est plus importante dans les terroirs sans données-sol existantes. Lorsque des données adéquates existent déjà, c'est la composante «ascendante» qui prévaut: elle consiste à partir des inventaires géographiques à haute résolution, à extrapoler sur une zone plus vaste avec une moindre résolution (*figure 3*). De toute façon, dans les deux cas, il semble qu'une combinaison des méthodes ascendantes et descendantes doive être appliquée de façon itérative.

La prise en compte des compétences et des besoins des utilisateurs

Pour assurer l'efficacité opérationnelle de la base des données-sols, le soin apporté à la prospection du terrain, aux déterminations analytiques et au traitement informatique des données est crucial. Mais bien d'autres activités sont aussi essentielles, par ex.:

- (i) La coopération avec les utilisateurs des données sur le sol pour les applications;
- (ii) L'implication des utilisateurs du terroir à tous les niveaux;

(iii) L'amélioration de la compréhension entre les différentes disciplines impliquées;

(iv) La vulgarisation des informations concernant le sol.

Chacune de ces activités prend beaucoup de temps. Cependant, il est important de donner rapidement une première réponse aux problèmes prioritaires pour gérer au mieux le territoire. Plutôt que de mobiliser tous les efforts pour produire une carte de sols «parfaite», il faudrait mieux reconnaître l'utilité de construire la base des données-sols à travers une série d'approximations successives, qui pourraient correspondre à des niveaux différents de qualité.

Par exemple la première approximation de la base des données-sols pourrait être:

(i) un premier outil pour répondre concrètement aux questions posées d'abord par les utilisateurs de la base des données-sols, et en même temps enrichir les informations sur le sol grâce aussi aux apports des utilisateurs eux-mêmes et des spécialistes des autres disciplines;

(ii) un point de départ concret pour produire les approximations successives afin de mieux satisfaire les demandes des usagers.

Dès le début du programme français Inventaire, Gestion et Conservation des Sols, on parlait de «disposer d'un système ouvert et évolutif» et de différents niveaux de résolution et d'analyse à 1/250 000. «L'ouverture du dialogue entre les partenaires de la gestion des sols» avait été identifiée comme le plus important des principes d'utilité (Hervé, 1989).

LES TROIS PROGRAMMES À VOCATION NATIONALE

En 1998-1999 trois programmes à vocation nationale pour la réalisation des bases de données pédologiques à 1/250 000 ont été mis en œuvre en Italie: «Méthodologies pédologiques pour la Carte des sols d'Italie», «Carte écopédologique» et «Carte des sols d'Italie».

Le programme «Méthodologies pédologiques pour la Carte des sols d'Italie à 1/250 000»

Dans le cadre des activités du Ministère de l'agriculture, les travaux ont commencé en 1999 et se sont terminés en 2002. Ils ont été coordonnés par l'Institut expérimental pour l'étude et la conservation du sol, avec la participation des services des sols régionaux et du Département de science du sol et nutrition des plantes de l'Université de Florence.

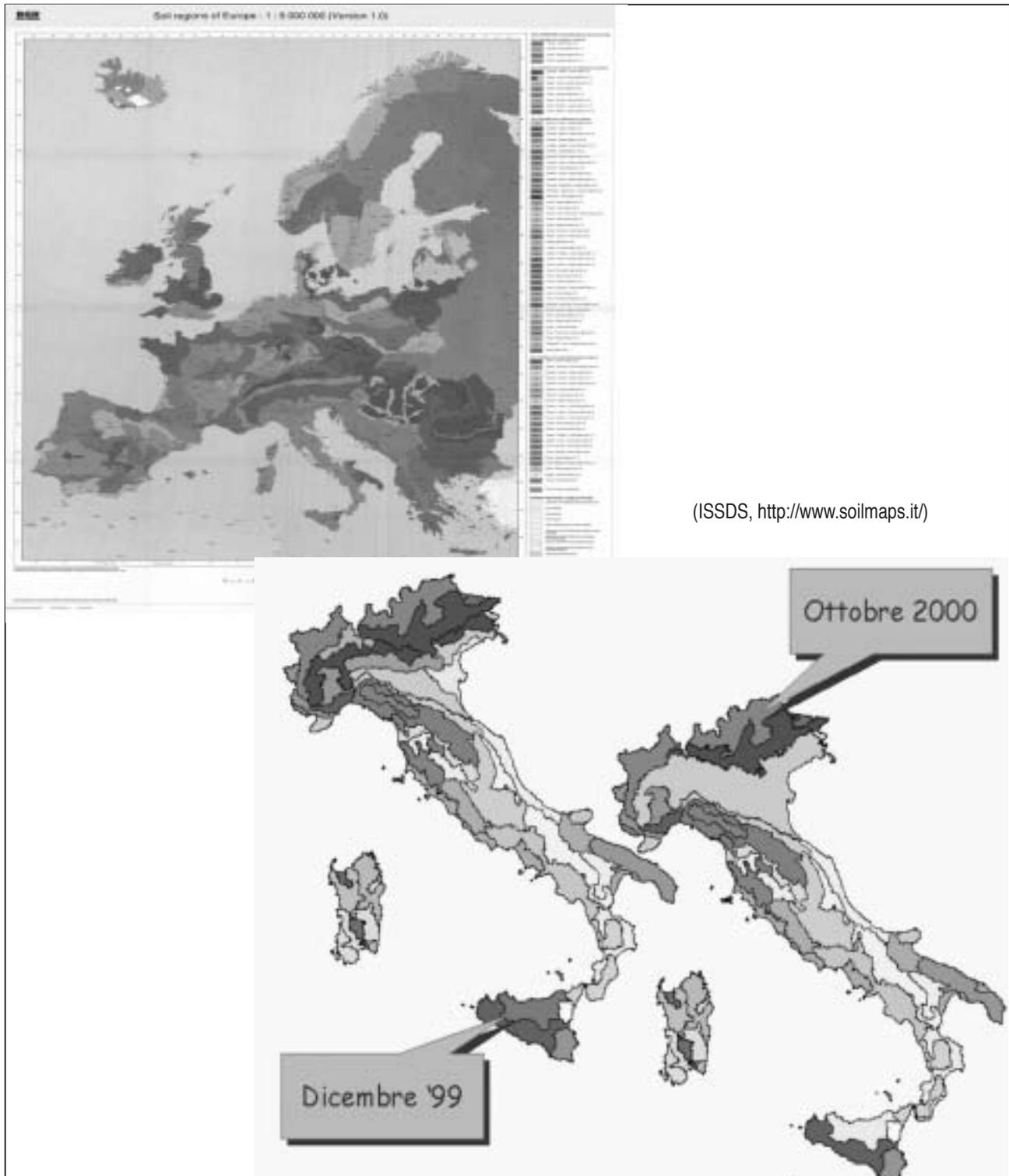
Quelques exemples des documents produits⁽⁶⁾:

- Versions italiennes du «Manuel des procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l'Europe» et de la «Base de référence mondiale pour les ressources en sols» (1999)

(6) <http://www.soilmaps.it/>

Figure 1 - Première version de la Carte des Régions Pédologiques de l'Europe à 1/5 000 000. Nouvelles versions pour l'Italie, produites avec les mêmes critères, mais en employant des données plus précises.

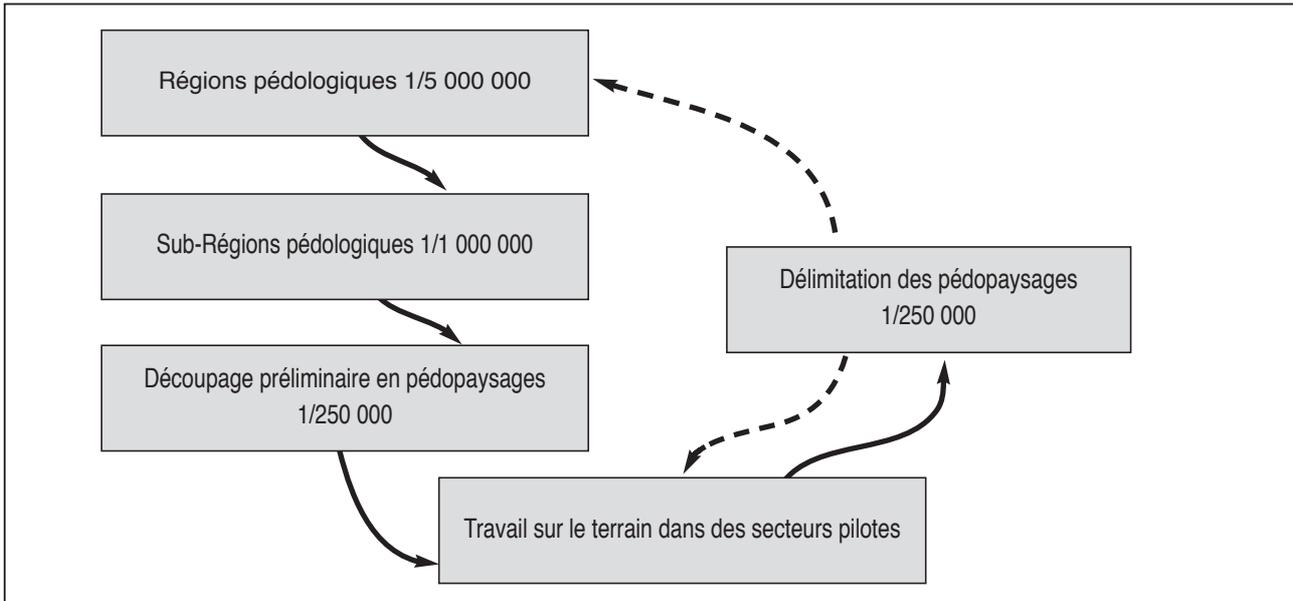
Figure 1 - First version of the Map of Soil Regions of Europe at 1:5,000,000. New versions about Italy, worked out by the same criteria, but using more detailed data. (ESBN-BGR, reinhard.hartwich@bgr.de)



(ISSDS, <http://www.soilmaps.it/>)

Figure 2 - Parcours en hélice: combinaison de méthodes ascendantes et descendantes.

Figure 2 - Path along helix: a combination of ascending and descending methods.



- Étude des modèles d'organisation spatiale des sols au sein des pédopaysages"
 - Définition des unités typologiques de sols
 - Étude des relations fonctionnelles entre les sols...

- Guide pour la prospection de terrain (Carnicelli, *et al.*, 2000)
- Séquence de travail «descendant» pour le découpage des pédopaysages (Wolf, 2000)
- Critères pour la réalisation de la Carte des sols d'Italie à 1/250 000 (juillet 2000)
- Méthodologies pour la vulgarisation des informations pédologiques (juin 2001)
- CNCP2002 Software: base des données pour le stockage et la gestion des observations et des unités typologiques de sols (juin 2003).

Dans le cadre des activités prévues dans le contrat de collaboration entre le Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne («Bureau Européen du Sol») et l'Institut expérimental pour l'étude et la conservation du sol, on a produit pour l'Italie de nouvelles versions de la Carte des Régions Pédologiques, avec les mêmes critères proposés par le «Manuel des procédures», mais en employant des données plus précises (*figure 1*).

Le programme «Carte écopédologique» à 1/250 000

C'est le Bureau européen des sols qui a été chargé de ce programme par le Ministère de l'environnement; les travaux ont été commencés en 1998 et finis en 2001⁽⁷⁾. Les aspects prioritaires à la base

de cette étude concernaient l'analyse des relations entre le sol et la végétation et l'évaluation des aléas d'érosion des sols.

Les principales étapes de travail ont été (Rusco, *et al.*, 2003):

- Délimitation préalable de la Carte des Régions Pédologiques à 1/250 000, avec les mêmes critères proposées par le Manuel des procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l'Europe, mais en employant des données plus précises.
- Découpage préliminaire des Régions Pédologiques en Sub-régions Pédologiques. Principaux critères : types de matériaux parentaux et pédopaysages principaux (télé-détection satellitaire; modèle numérique du terrain, 250 m).
- Découpage préliminaire des Sub-régions Pédologiques en «Unités écopédologiques» (pédopaysages). Principaux critères: synthèse des études pédologiques préexistantes, interprétation des images satellitaires, minimum de compléments de prospection du terrain (500 profils ont été décrits pour l'analyse des relations entre le sol et la végétation).
- Approche «ascendante», qui a été appliquée lorsque des données-sols adéquates existaient déjà.

Grâce à la synchronisation des principales étapes des travaux avec les activités de quelques équipes régionales qui travaillaient

(7) <http://www.atlanteitaliano.it/>

dans la Région Pédologique de la plaine du Pô pour l'élaboration de la «Carte des sols d'Italie», il a été possible d'appliquer l'approche proposée dans le Manuel, concernant les problèmes d'harmonisation et de corrélation. Les Régions administratives qui font partie de la Région Pédologique de la plaine du Pô ont collaboré entre elles et avec le Bureau Européen des Sols pour la réalisation de la «Carte Écopédologique» (figure 4).

Pour la description des «Unités écopédologiques» (Pédopaysages) et des Unités Typologiques de Sol (UTS) ont été employées les caractères suivants (classés en cohérence avec le Manuel européen):

- Forme dominante du terrain;
- Pente générale du relief;
- Altitude (min et max.);
- Pente dominante;
- Utilisation du sol (principale et secondaire);
- Roche mère (principale et secondaire);
- Classification des sols: Base de référence mondiale pour les ressources en sols (FAO-ISRIC-ISSS, 1998).

Dans les territoires agricoles, la caractérisation des unités typologiques de sols inclue aussi:

- Texture de la couche superficielle;
- Éléments grossiers (couche superficielle);
- Teneur en matières organiques (couche superficielle);
- Profondeur de l'obstacle aux racines;
- Capacité de rétention en eau dans la zone racinaire.

Jusqu'à présent, la «Carte écopédologique» est la seule couverture nationale à 1/250 000 concernant le sol. Il s'agit de la première approximation de la base des données-sols en Italie à 1/250 000, qui pourrait correspondre à une première approximation d'une «Carte des Pédopaysages» (le nombre des sondages qui ont été utilisés ne respecte pas le label «minimum» prévu par le Cahier des Clauses Techniques Générales pour la réalisation des référentiels régionaux pédologiques à 1/250 000 (CCTG 250), qui a été produit pour le programme I.G.C.S. français.

Le programme «Carte des sols d'Italie»

Pour la majorité des Régions (les 15 à statut ordinaire, parmi les 20 Régions italiennes), ce programme est géré directement par les équipes régionales⁽⁸⁾. Sous l'égide du Ministère de l'agriculture, les travaux ont débuté en 1998-1999. Une première version a été finie en 2003 dans deux Régions (*la Calabre et la Vénétie*, figure 5) et va finir en 2004 dans une dizaine d'autres.

L'amélioration de la qualité de l'information est telle que la Carte de sols d'Italie ne va plus correspondre aux notions ayant permis l'élaboration de la «carte écopédologique» de départ. Il suffit de constater la variété et la spécificité des applications pratiques déjà réalisées ou en cours de réalisation, comme, par exemple, la contribution apportée à l'évaluation:

- des aptitudes culturales des sols,
- des dangers pour l'environnement en termes d'érosion ou de lessivage des nitrates (figure 6),
- des capacités des sols à recevoir des boues d'épuration ou des résidus de la production de l'huile,
- des régimes hydriques des sols en termes de besoins en irrigation.

Si l'on s'appuie sur la densité des sites décrits et analysés, en employant les critères qui sont proposés par le CCTG 250 de I.G.C.S., le niveau de résolution et d'analyse est «optimal» dans les terroirs de plaine et «moyen» dans les montagnes. C'est le cas de la Région Calabre (Aramini *et al.*, 2003) ainsi que celui de la Vénétie (Vinci *et al.*, 2003)⁽⁹⁾.

Pour les travaux dans ces deux régions on a appliqué des méthodologies spécifiques, mais cohérentes avec la méthode de référence pour les trois programmes à vocation nationale. Cependant, des critères supplémentaires ont été introduits, en relation avec:

- des spécificités locales caractéristiques de la structure spatiale et du fonctionnement des sols au sein des pédopaysages
- et des données-sols adéquates qui existaient déjà.

Par exemple, dans le terroir de la plaine de la Région Vénétie, pour le découpage préliminaire des pédopaysages, la télédétection (satellitaire et par photo-aériennes) a été combinée avec une carte géomorphologique existante et avec une étude spécifiquement réalisée sur le «micro-relief» du modelé (courbes de niveau à 1 m; figure 7). Pour les Alpes, on a défini 20 «macro-systèmes» de pédopaysages, principalement sur la base de la géologie et de la géomorphologie. A l'intérieur de chacun de ceux-ci, c'est surtout sur la base de la télédétection par photo-aériennes à 1/70 000 et de la prospection du terrain qu'on a défini des modèles spécifiques pour la description de l'organisation spatiale des sols dans les pédopaysages.

Pour ce qui concerne beaucoup d'autres Régions, l'état des lieux est déjà très avancé. Voir par exemple:

<http://www.regione.piemonte.it/agri/ita/agriservice/terreni/suoli/settore.htm>;

<http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/suoli.htm>;

<http://www.sito.regione.campania.it/agricoltura/pedologia/home.htm>

COMMENTAIRES

Cohérence avec le Manuel des procédures

En ce qui concerne la définition des Pédopaysages et des Unités Typologiques de Sol (UTS), il faut souligner que :

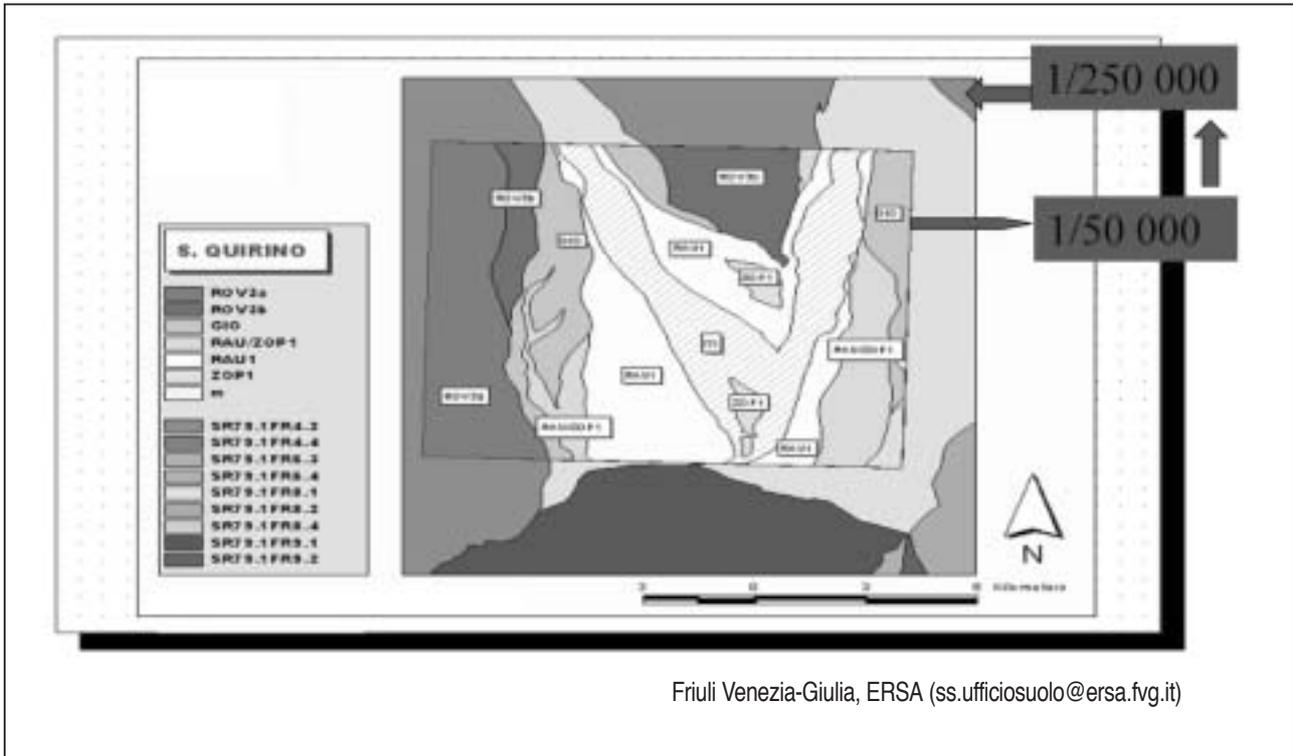
- Dans la 1^{ère} approximation de la base de données-sols à 1/250 000 («Carte Écopédologique») seule une partie des caractéristiques

(8) <http://www.aip-suoli.it/forum/>

(9) <http://www.arpa.veneto.it/suolo.htm>

Figure 3 - La méthode “ascendante” consiste à partir des inventaires géographiques à haute résolution et à extrapoler sur une zone plus vaste avec une moindre résolution.

Figure 3 - Ascending methods take inventories at high geographical detail as a basis for gradually “zooming out” towards a larger area at less detailed scales



considérées obligatoires par le Manuel est décrite;

- Dans le programme interrégional “Carte des sols d’Italie”: les UTS sont diagnostiquées par des caractéristiques supplémentaires, qui ne sont pas prescrites par le Manuel.

Dans les deux cas, des efforts ont été faits pour rester cohérent avec le Manuel de procédures pour la base de données géoréférencée des sols de l’Europe.

En ce qui concerne les travaux de laboratoire relatifs aux analyses des sols, les méthodes officielles italiennes, qui ont été définies par le Comité technique-scientifique pour l’observatoire national pédologique, ont été appliquées. Elles ne correspondent pas complètement aux FORMATS ISO, qui sont proposés dans le Manuel. Il est important d’améliorer l’étude de corrélation avec les FORMATS ISO et la coopération entre les laboratoires (QC/QA).

Harmonisation interrégionale

En relation avec les expériences effectuées, l’approche par Régions Pédologiques est valable pour l’harmonisation des données-sols. Des efforts ont été faits pour rendre comparables les critères d’utilisation des données, dans le but des applications («thématisations»).

Les solutions techniques sont valables. Mais elles demandent un travail hautement qualifié et assidu. Il faut aussi que les opérations soient parfaitement synchronisées; hors, dans la pratique, ce n’est pas toujours le cas. On pourrait aussi adopter la même méthode par approximations successives dans les activités d’harmonisation interrégionale. Par exemple, une première version de l’harmonisation pourrait être réalisée par pixel, en donnant la priorité à la description des caractères et indicateurs considérés comme les plus urgents par les utilisateurs.

De toute façon, l’objectif ne devrait pas être l’homologation, mais la cohérence entre les méthodes et la comparabilité des résultats, en valorisant les caractéristiques locales spécifiques des sols et des méthodes d’étude.

Organisation des travaux

Il faut souligner qu’au niveau national il n’y a pas une structure administrative clairement identifiée ayant en charge la coordination des différents programmes. De plus, au niveau national comme au régional, le nombre des pédologues qui travaillent dans les services publics est très réduit. Il faut aussi prendre en compte la tendance à la réduction du personnel.

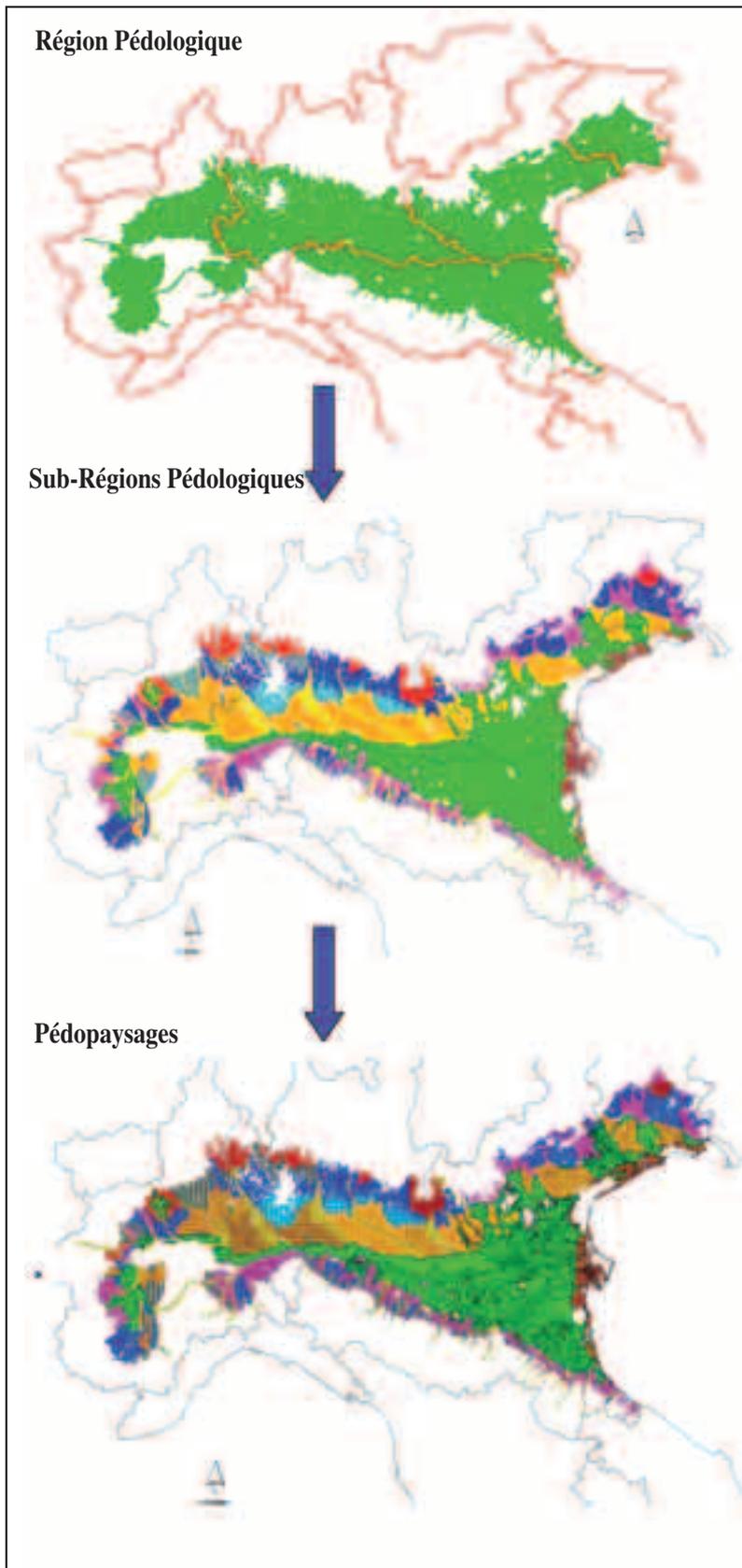


Figure 4 - Harmonisation interrégionale: la méthode est basée sur la délimitation à partir des Régions Pédologiques

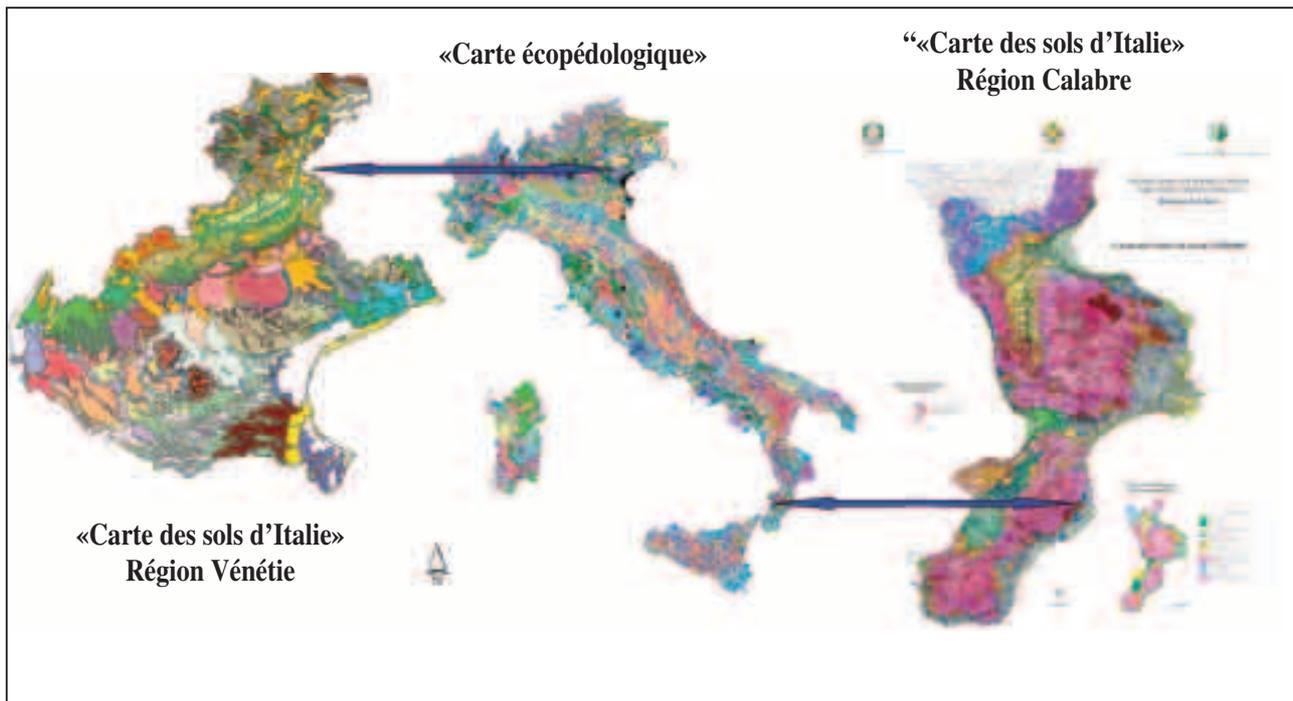
Figure 4 - Interregional harmonisation: the Soil Region approach

Les cinq Régions administratives qui font partie de la Région Pédologique de la plaine du Pô ont collaboré entre elles et avec le Bureau Européen des Sols pour le découpage préliminaire:

- de la Région Pédologique en Sub-Régions Pédologiques
- de chaque Sub-Région Pédologique en Pédopaysages

Figure 5 - Construction de la base de données-sols au 1/250 000 à travers une série d'approximations successives

Figure 5 - Implementing the 1:250,000 soil database through a series of subsequent approximations



Si en général le niveau de spécialisation des équipes privées est bon (par exemple, cours de formation pour prospecteurs et cartographes de sols, organisés par des Régions; où bien différentes activités de l'association professionnelle, voir <http://www.aip-suoli.it/english/index.htm>), il faut souligner que les bases des données ne peuvent pas tout mémoriser ("connaissance tacite" qui reste enfermée dans la tête et dans l'esprit des prospecteurs, des cartographes). Il faudrait donc trouver des solutions pour assurer la continuité dans la coopération avec les équipes privées.

Le système italien des services qui s'occupent de l'étude des sols n'est pas organisé selon une structure rigide et précise. Il semble que les difficultés dans la conception et la maintenance des programmes soient compensées par la flexibilité. La capacité de s'adapter aux besoins accrus et diversifiés en informations sur les sols et à l'évolution des questions va permettre de limiter une superposition autrefois excessive des activités et en même temps obtenir des résultats pratiques pour les problèmes prioritaires.

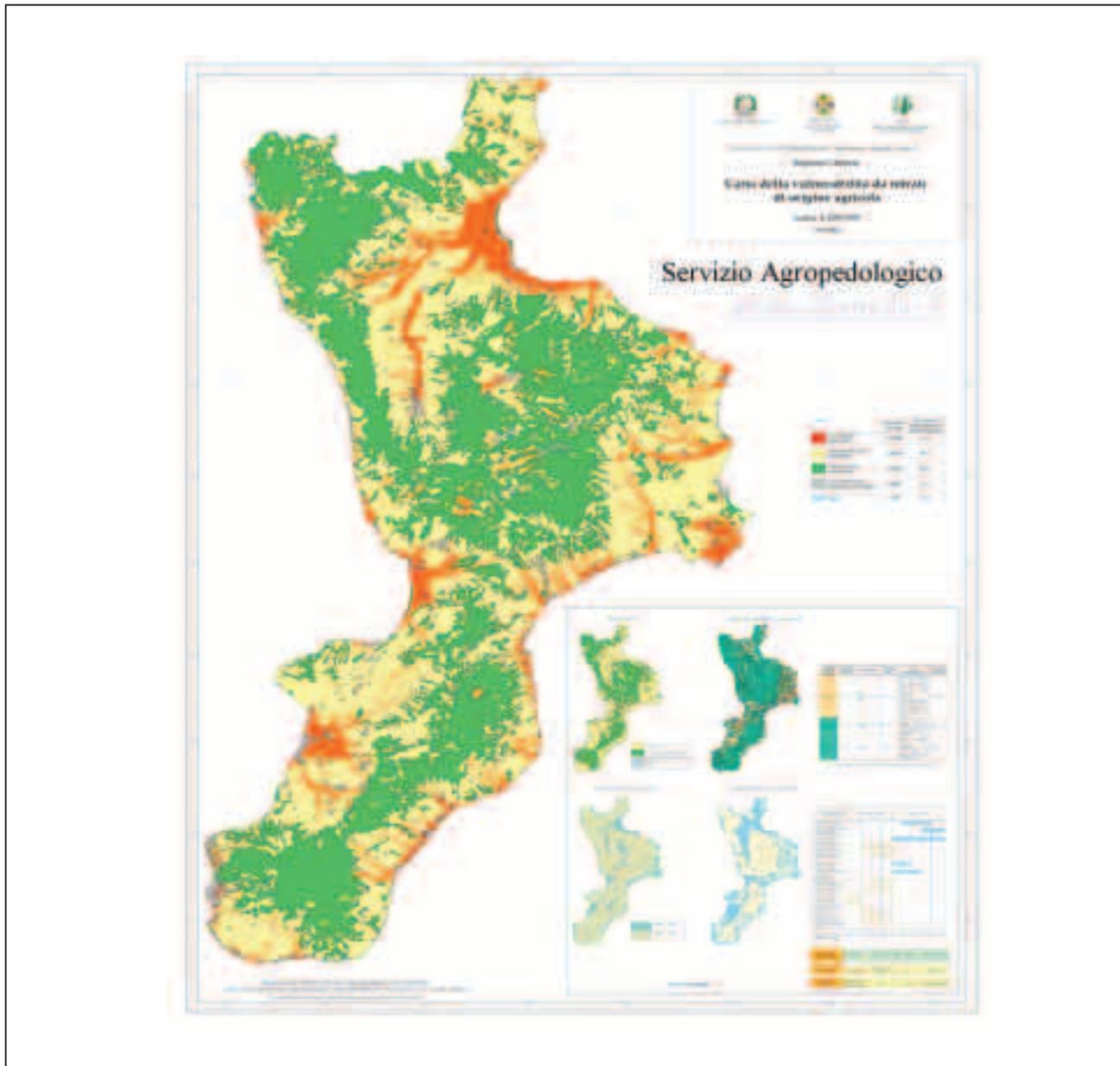
REMERCIEMENTS

Je remercie les nombreuses personnes qui collaborent aux différents programmes évoqués et qui m'ont fourni les documents nécessaires: Aramini G., Carnicelli S., Ciampalini R., Colloca C., Corea A.M., Costantini E.A.C., Michelutti G., Paone R., Rusco, E., Vinci I., Zanolla S.

BIBLIOGRAPHIE

- Aramini G., Colloca C., Corea A.M., Paone R., 2003 - I suoli della Calabria. Carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Calabria. Monografia divulgativa. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e per i Servizi in Agricoltura
- Arrouays D., Duval O., Renaux, B., 1989 - Esquisse des paysages pédologiques du Loiret à 1/250 000. INRA SESCOF.
- Bornand M., Arrouays D., Baize D., Jamagne, M., 1989 - Cadre méthodologique d'une cartographie régionale des sols à l'échelle du 1/250 000. Science du sol, 27, pp. 17-20.
- Burrough P.A., Van Gaans P.F.M., MacMillan R.A., 2000 - High resolution landform classification using fuzzy k-means. Fuzzy sets and systems, 113, pp. 37-52.
- Carnicelli S., Ferrari G.A., Wolf U., 2000 - Guida di rilevamento di campagna. Prima bozza di discussione <http://www.soilmaps.it/fr_download.htm>
- Ciampalini R., Carnicelli S., 2003. Analisi comparata di algoritmi morfometrici in GRASS. Atti «IV Meeting utenti italiani di GRASS», Firenze.
- FAO-ISRIC-ISSS, 1999 - Base de Référence Mondiale pour les Ressources en Sols. Rapport sur les ressources en sol du monde n.84, Rome
- Favrot J.C., 1989 - Une stratégie d'inventaire cartographique à grande échelle: la méthode des secteurs de référence. Science du sol, 27, pp. 351-368.
- Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibanez J., Jamagne M., King D., Montanarella L., Yassoglu N., 1998 - Base de données géoréférencée des sols pour l'Europe. Manuel de Procédures. Version 1.1. Version française: J.J. Lambert. Bureau Européen des Sols. IES, CCR, CE, INRA, EUR 18092 FR, 2001, 174 p.
- Herve J.J., 1989 - Inventaire des sols. Première étape pour leur gestion et leur conservation. Science du sol, 27, pp. 273-286.
- IGCS: CCTG: Cahier des Clauses Techniques Générales pour la réalisation des référentiels régionaux pédologiques au 1/250 000, produit pour le programme I.G.C.S. français, document interne

Figure 6 - Délimitation des terres vulnérables au lessivage des nitrates dans la Région Calabre

Figure 6 - Delineation of lands vulnerable to nitrate leaching in the Calabria Region

Jamagne M., Bornand M., Hardy R., 1989 - La cartographie des sols en France à moyenne échelle. Programmes en cours et évolution des démarches. Science du sol, 27, pp. 301-318.

Mancini F., e coll., 1966 - Carta dei suoli d'Italia alla scala 1:1.000.000 con breve commento. Comitato per la Carta dei Suoli. Zanichelli Editore, Bologna.

Rusco E., Filippi N., Marchetti M., Montanarella L., 2003 - Carta Ecopedologica d'Italia, scala 1:250.000. Relazione divulgativa. IES, CCR, CE, EUR 20774 IT, 2003, 45 p.

Vinci I., Carnicelli S., Garlato A., Mozzi P., Sartori G., 2003 - Soil map of the Veneto Region, scale 1:250,000: working methods in a multiscale approach. In: 4th

European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Proceedings, Volume I, pp. 133-135. Regione Emilia-Romagna.

Wolf U., 2000 - Introduzione alla sequenza di lavoro «discendente» nella delimitazione di pedopaesaggi. Base di discussione in allegato alla Guida di rilevamento di campagna. Prima bozza di discussione <http://www.soil-maps.it/fr_download.htm>

Figure 7 - Délimitation des terres vulnérables au lessivage des nitrates dans la Région Calabre

Figure 7 - Delineation of lands vulnerable to nitrate leaching in the Calabria Region