



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>  
Eprints ID : 18366

URL : <http://www.afes.fr/egs.php>

**To cite this version** : Guiresse, Agnès Maritchù and Cambou, Emilie and Collin Bellier, Céline and Denjean, Arnaud and Falba, Pierre and Guigues, Emmanuelle and Mouclier, Matthieu and Muller, N. and Nesling, Elise and Party, Jean-Paul and Rigou, Laurent and Schneider, Arnaud and Toiser, Aurore and Vauthier, Q. and Yken, Elsa and Revel, Jean-Claude *Les Pédo-paysages des plaines centrales de Midi-Pyrénées*. (2014) Etude et gestion des sols, Vol. 21. pp. 77-84.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

# Les Pédopaysages des plaines centrales de Midi-Pyrénées

M. Guiresse<sup>(1\*)</sup>, E. Cambou<sup>(1)</sup>, C. Collin Bellier<sup>(4)</sup>, A. Denjean<sup>(1)</sup>, P. Falba<sup>(1)</sup>, E. Guigues<sup>(1)</sup>, M. Mouclier<sup>(1)</sup>, N. Muller<sup>(2)</sup>, E. Nesling<sup>(1)</sup>, J.P. Party<sup>(2)</sup>, L. Rigou<sup>(3)</sup>, A. Schneider<sup>(1)</sup>, A. Toiser<sup>(1)</sup>, Q. Vauthier<sup>(2)</sup>, E. Yken<sup>(1)</sup> et J.C. Revel<sup>(1)</sup>

1) EcoLab (Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement) UMR 5245(CNRS-UPS-INPT) ENSAT, Avenue de l'Agrobiopole, F-31326 CASTANET-TOLOSAN, France

2) SOL-CONSEIL, 251, route de La Wantzenau, F-67000 Strasbourg, France

3) Atelier Sols, Urbanismes et Paysages, 12, rue de l'église, F-65690 Angos, France

4) SOLENVIE, 1, chemin des carrières, F-33710 Prignac et Marcamps, France

\* : Auteur correspondant : guiresse@ensat.fr

## RÉSUMÉ

Les sols des zones de plaines de la région Midi-Pyrénées montrent une grande diversité liée, notamment, au carrefour des influences climatiques passées et actuelles: glaciaire, méditerranéenne et atlantique. Le présent article illustre la distribution des principales Unités Typologiques de Sols parmi les Unités pédopaysagères dans les zones de plaines depuis le nord du Lot jusqu'au piémont ariégeois. La couverture pédologique y est très marquée par la nature des grands ensembles sédimentaires, depuis les contreforts du Massif central, jusqu'à la Molasse argilo-calcaire très largement étendue dans le bassin toulousain.

## Mots clés

Sols, pédopaysages, Midi-Pyrénées, cartographie, zone de plaine, IGCS, RRP.

## **SUMMARY**

### **SOILS IN LANDSCAPES OF THE CENTRAL PLAINS OF MIDI-PYRENEES**

*Soils organization in the plain of Midi-Pyrenees induces a strong variability due to the different current and former climatic influences: glacial, mediterranean and atlantic. The current work presents the distribution of the main Soil Typological Units of among Soil Mapping Units in Landscapes in the central basin of Midi-Pyrenees, from the north of the Lot department to the Piedmont of Ariège. Soil types strongly depend on the nature of large sedimentary units, from the buttresses of the Massif Central to the calcaric clay Molasse highly extended in the Toulouse basin.*

#### **Key-words**

*Soils, landscape, Midi-Pyrenees, cartography, plains, IGCS, RRP.*

## **RESUMEN**

### **LOS PEDO-PAISAJES DE LAS PLANICIES CENTRALES DE LA REGIÓN DE MEDIODÍA-PIRINEOS**

*Los suelos de las zonas de planicies de la región de Mediodía-Pirineos muestran una amplia diversidad ligada, en particular, al cruce de las influencias climáticas pasadas y actuales: glacial, mediterránea y atlántica. El presente artículo ilustra la distribución de las principales Unidades Tipológicas de Suelos dentro de las Unidades de pedo-paisajes en las zonas de planicies desde el norte de Lot hasta el piedemonte de Ariège. La cubierta pedológica está muy marcada por la naturaleza de los grandes conjuntos sedimentarios, desde los contrafuertes del Macizo Central, hasta la Molasa arcillosa-calcárea muy largamente extendida en la cuenca tolosana.*

#### **Palabras clave**

*Suelos, pedo-paisajes, Mediodía-Pirineos, cartografía, zona de planicie, IGCS, RRP.*

La qualité des sols est une des priorités dans les problématiques environnementales actuelles. A ce jour, seule une base de données géographique existe à l'échelle de 1/1 000 000 sur l'ensemble du territoire national ce qui est très nettement insuffisant pour répondre à ces problématiques. Pour la région Midi-Pyrénées, il existe une carte à 1/500000 établie à partir de documents préalablement existants et dont l'essentiel des informations est diffusé sur le site internet de la Chambre Régionale d'Agriculture Midi-Pyrénées (Longueval et al., 1995). Cependant, une meilleure connaissance des sols s'avère aujourd'hui nécessaire. Ce travail s'inscrit dans le programme national intitulé Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) qui a été mis en place au début des années 90 par le Ministère de l'Agriculture et l'INRA<sup>1</sup>. Il est, à ce jour, intégré aux programmes nationaux du GIS Sol<sup>2</sup>. Dans ce cadre, le CNRS, via le laboratoire EcoLab, a été sollicité par la DRAAF<sup>3</sup> Midi-Pyrénées et le MAAP<sup>4</sup> pour finaliser les « Référentiels Régionaux Pédologiques » (RRP) à l'échelle de 1/250000 et les bases de données DoneSol associées (InfoSol, 2013; Grolleau et al., 2004) dans le Lot, le Tarn-et-Garonne, la Haute-Garonne, le Gers, les Hautes-Pyrénées et l'Ariège. Ce travail a été réalisé par l'équipe INP-ENSAT<sup>5</sup> et le bureau d'étude SOL CONSEIL, associé aux bureaux d'étude Atelier Sols et Paysages et Solenvie, l'objectif étant de sauvegarder une synthèse des connaissances sur les sols et sur leur répartition dans le paysage en Midi-Pyrénées.

Au sein des départements cités ci-dessus, les travaux ont récemment fait l'objet d'avancées significatives dans les plaines centrales de Midi-Pyrénées (figure 1) ce qui permet de faire le point sur l'état d'avancement du programme en cours.

Actuellement, les zones de plaines des départements du Lot, du Tarn-et-Garonne, de la Haute-Garonne et de l'Ariège qui représentent 1 464 694 ha sont terminées et peuvent être présentées (figure 1). Une publication complète concernant les sols de la région Midi-Pyrénées est envisagée pour la finalisation du RRP. Cet article intermédiaire se limite ainsi à apporter les éléments de compréhension essentiels de la répartition des sols depuis le nord du Lot jusqu'au sud des plaines de l'Ariège. Ce vaste territoire est bordé par deux grands massifs montagneux du sud de la France: les Pyrénées et le Massif Central, qui ont largement influencé la mise en place et le développement de la couverture pédologique.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'élaboration des cartes des sols des départements de la région Midi-Pyrénées a débuté par un travail de synthèse bibliographique. Plusieurs études pédologiques ont été récupérées à la Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées et par le biais de l'outil REFERSOLS (le répertoire national des études cartographiques de sol recensées par l'unité InfoSol de l'INRA d'Orléans). Tout d'abord, la carte des grands ensembles morpho-pédologiques de la région de Midi-Pyrénées, à l'échelle de 1/500000, nous a apporté de nombreuses informations en terme de géomorphologie du territoire et des grands types de sols présents dans le secteur (Longueval et al., 1995). Par ailleurs, le sud-ouest du département de la Haute-Garonne, ayant déjà été cartographié selon la méthodologie IGCS en 2006 par L. Rigou de la CACG, cette étude a constitué la base du RRP de la Haute-Garonne. En ce qui concerne la réalisation de la carte des sols à 1/250000 des départements du Lot et du Tarn-et-Garonne, une quinzaine d'études cartographiques réalisées pendant 10 ans entre 1965 et 1975 ont été utilisées (tableaux 1 et 2).

Outre ces sources de base, d'autres études ayant trait aux sols forestiers ont été menées au cours des années 1990-2000 pour les réseaux de suivi des sols (Biosoil et RMQS) et pour l'Inventaire Forestier National géré aujourd'hui par l'IGN<sup>6</sup>. Ces données ont permis d'améliorer les informations contenues dans les unités cartographiques.

Une prospection de terrain a été réalisée afin de compléter ces données bibliographiques. Elle a permis d'atteindre un nombre suffisant d'observations ponctuelles dont environ 450 nouveaux profils pédologiques: 121 pour le Lot, 58 pour le Tarn-et-Garonne, 127 pour la Haute-Garonne et 43 pour l'Ariège.

Les Unités Cartographiques de Sols (UCS) ont été définies à l'aide de toutes ces données. Leur dénomination tient compte des pédo-paysages, de la géomorphologie et des petites régions agricoles (figure 2). Près de 300 UCS ont été décrites: 75 dans le Lot, 53 dans le Tarn-et-Garonne, 124 en Haute-Garonne et 44 en Ariège. Au sein de chaque UCS, plusieurs Unités Typologiques de Sols (UTS) ont été définies: 185 UTS pour le Lot, 189 pour le Tarn-et-Garonne, 127 pour la Haute-Garonne et 34 pour l'Ariège, soit plus de 500 au total.

Nous présentons ci-après les UCS et les UTS les plus représentatives du secteur des plaines centrales de Midi-Pyrénées.

1 Institut National de la Recherche Agronomique

2 Groupement d'Intérêt Scientifique Sol

3 Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

4 Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche

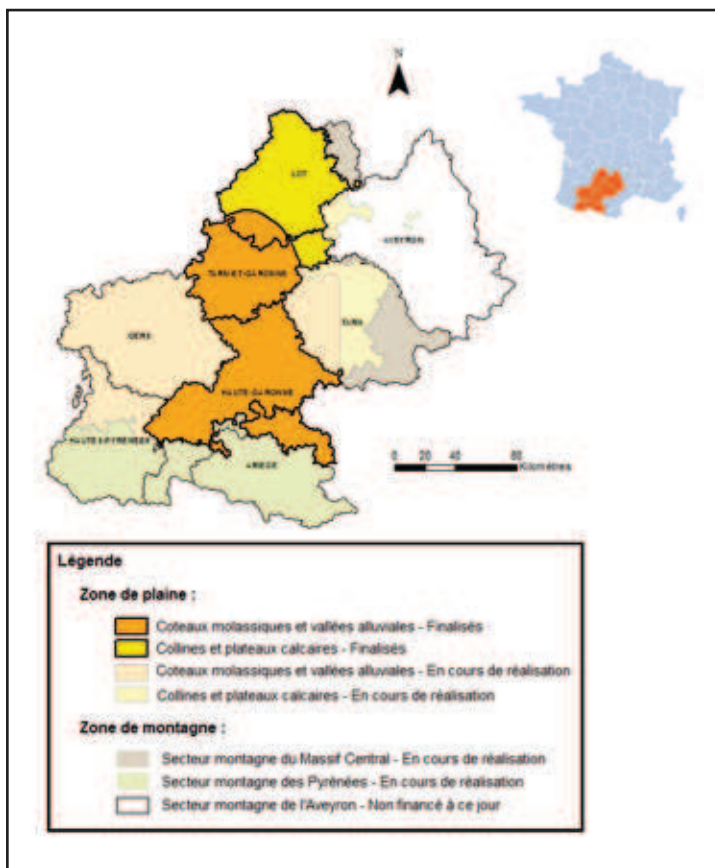
5 Institut National Polytechnique de Toulouse - Ecole

Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse

6 Institut National de l'Information Géographique et Forestière

**Figure 1** - Etat d'avancement de la cartographie des sols des plaines centrales de Midi-Pyrénées.

**Figure 1** - State of progress of soil mapping programs in Midi-Pyrénées.



## PRINCIPAUX PÉDO-PAYSAGES DES PLAINES CENTRALES DE MIDI-PYRÉNÉES

La partie septentrionale (figure 3I) de la région est fortement influencée par le Massif Central. Cette chaîne de montagne, formée il y a 380 millions d'années (Ma), a été en grande partie démantelée, produisant de vastes épandages détritiques dont les traces sont encore visibles dans le paysage par la nature des matériaux déposés et un relief résiduel particulier. La marge septentrionale présente également la particularité d'avoir été envahie par la mer durant le Secondaire (Trias et Jurassique) entraînant le dépôt de puissantes formations calcaires formant l'assise des grands plateaux ou Causses des départements du Lot, de l'Aveyron, de l'est du Tarn et du nord du Tarn-et-Garonne. Résistant à la dissolution, ces calcaires durs donnent des sols souvent squelettiques (figure 3-I), généralement décarbonatés et souvent fersiallisés. Les résidus de la dissolution s'accumulent dans les dépressions du paysage, modelées par le soutirage du complexe karstique souterrain. Ainsi, dans les dolines, les sols peuvent être plus profonds de type calcique. Lorsque les calcaires présentent un faciès plus marneux (serres du Tarn-et-Garonne et du sud-ouest du Lot), les silicates issus de la dissolution sont plus abondants et les sols sont alors plus épais. Mais globalement, ces sols superficiels accentuent, par leur faible réserve en eau, la sécheresse du climat qui présente un net caractère méditerranéen: la végétation y est clairsemée, et les espèces xéro-philés peuvent y être abondantes.

**Tableau 1** - Sources bibliographiques pour le Département du Lot (Refersols, 2012).

**Table 1** - Reference sources for the Lot department.

| REFERSOLS<br>(numéro d'étude Donesol) | Titre des études  | Echelle  | Référence bibliographique  |
|---------------------------------------|---|----------|----------------------------|
| 480                                   | Feuille de Brive (environ 95000 ha dans le Lot)   | 1/100000 | Barthes et al., 1976.      |
| 1127                                  | Moyenne vallée du Lot (4500 ha)   | 1/10 000 | Servat et Bouzigues, 1971. |
| 1128                                  | Communes de Lagardelle et Pescadoires (500 ha)  | 1/10 000 | Callot, 1964.              |
| 1129                                  | Région de Mercues - vallée du Lot (1500 ha)   | 1/10 000 | Servat et Cornillon, 1964. |
| 1130                                  | Calvignac (650 ha)  | 1/10 000 | Servat et Puech, 1964.     |
| 1131                                  | Etude des sols du Quercy: Bretenoux, St Céré (vallée de la Dordogne), aval de Luzech (vallée du Lot) et vallée du Lendou (Quercy) (localisée en partie) | 1/10 000 | Cavaille, 1960.            |

**Tableau 2** - Sources bibliographiques pour le Département du Tarn-et-Garonne (Refersols, 2012).**Table 2** - Reference sources for the Tarn-et-Garonne department.

| REFERSOLS<br>(numéro d'étude Donesol) | Titre des études   | Echelle  | Référence bibliographique  |
|---------------------------------------|--|----------|----------------------------|
| 418                                   | Aménagement hydraulique de la Garonne                      | 1/200000 | SOGREAH et SCET-COOP, 1965 |
| 746                                   | Lomagne – St Nicolas de la Grave (34250 ha)                | 1/50000  | CACG, 1968 a.              |
| 750                                   | Auroue (26615 ha)  | 1/50000  | CACG, 1967.                |
| 770                                   | Gimone (79510 ha)  | 1/50000  | CACG, 1964.                |
| 1478                                  | Arrats (62900 ha)  | 1/50000  | CACG, 1968 b.              |
| 1596                                  | Verdun-sur-Garonne (50500 ha)                              | 1/50000  | CACG, 1966.                |
| 1597                                  | Amenagement hydraulique – Region de Montauban (54930 ha)   | 1/50000  | Bouraly et Prunier, 1963.  |
| 2391                                  | Vignoble de Fronton (? ha)                                 | 1/50000  | Julia, 1980.               |
| 2461                                  | Region Sud de Montauban (8900 ha)                          | 1/100000 | Bouraly, 1963.             |
| 2582                                  | SR Drainage Garganvillar (? ha)                            | 1/10 000 | CACG, 1982.                |
| 3034                                  | Pedopaysages du Tarn-et-Garonne (373000 ha)                | 1/250000 | Girard, et Antoni, 1995.   |
| 5082                                  | Terrasses alluviales de la Garonne et du Tarn (ponctuelle) | 1/250000 | Favrot, 1970.              |

La partie plus méridionale, située en rive gauche de la Garonne, est davantage influencée par les Pyrénées. Cette chaîne de montagne, initialement armée sur des formations du Primaire, a subi une phase d'orogénèse intense au cours de l'Eocène (43 Ma), à la suite de laquelle une phase d'érosion et de sédimentation intense s'est prolongée jusqu'au début du Quaternaire. Ainsi, pendant près de 40 Ma, sous un climat généralement tropical et humide, le réseau hydrographique dense constitué de rivières non chenalées a transporté puis déposé des matériaux de faible granulométrie arrachés aux massifs. Durant la même période, un système lacustre important entraînait l'accrétion de plusieurs séries calcaires de plus faible ampleur. C'est dans ce contexte que s'est accumulé un puissant dépôt molassique sur plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, constituant aujourd'hui des coteaux de vastes étendues (*figure 1*). Même si cette succession stratigraphique se caractérise par une forte hétérogénéité allant des sables calcaires à l'argile, globalement, ces matériaux sont plutôt de nature marneuse, leur conférant une faible perméabilité (Revel, 1982). Les phases successives de morphogénèse et de pédogénèse du Quaternaire ont façonné les paysages collinéens typiques des UCS du Lauragais, du Comminges, du Volvestre et de la Lomagne. L'évolution pédogénétique de ces coteaux est très dépendante du relief et les UTS y sont généralement réparties en topo-séquences (Revel et Guirese, 1995) que l'érosion aratoire a fortement complexifiées (Guirese et Revel, 1995). En haut de versant, les sols sont majoritairement peu épais, calcaires ou calciques et assez

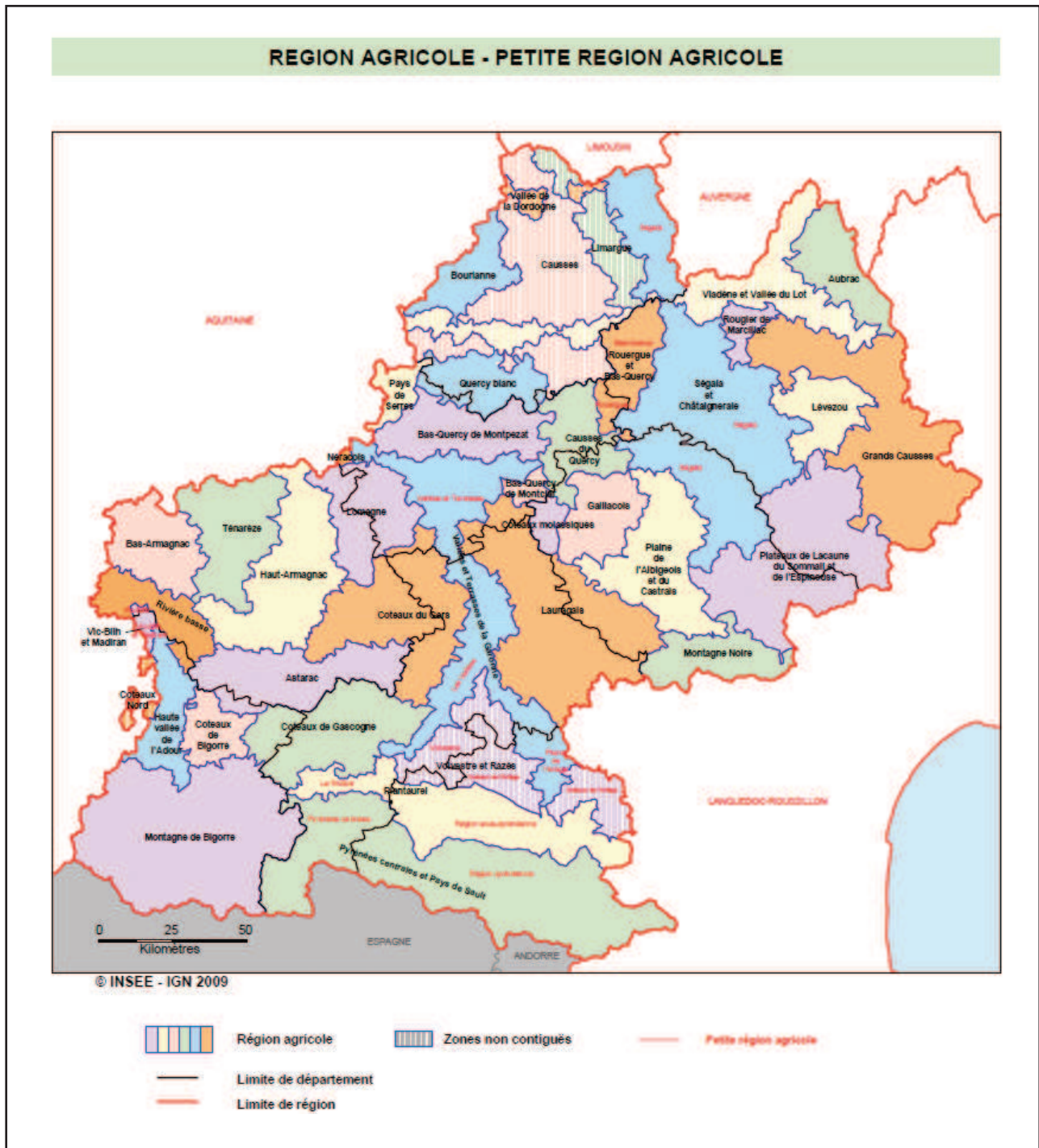
argileux tandis qu'en milieu et bas de versant, les sols sont plus épais, calcaires ou calciques, argileux et peuvent présenter des traits intenses de colluvionnement (*figure 3-II*).

C'est également au début du Quaternaire qu'un brutal changement du système sédimentaire s'opère: les rivières se chenalisent et entaillent les terrains molassiques marneux, formant un ensemble de digitations orientées sud-nord. Le débit de ces rivières augmente très fortement lors des phases interglaciaires, les chargeant de matériaux graveleux qu'elles déposent en terrasses étagées (Hubschman, 1974). Dès lors, les Unités Cartographiques de Sols sont plutôt réparties en chrono-séquences. D'une part, dans les basses plaines, issues d'alluvions récentes, et localisées de part et d'autre des rivières, se développent des sols alluviaux jeunes à peu évolués majoritairement limoneux à sableux (*figure 3-III*). D'autre part, dans les basses et moyennes terrasses, les sols y sont plus évolués. Les traits pédologiques sont marqués par la brunification ou par un début de lessivage. Ces deux processus peuvent également se succéder, aboutissant alors à des sols plus ou moins lessivés et hydromorphes (*figure 3-III*). Enfin, dans les alluvions les plus anciennes, hauts niveaux de terrasses, qui sont entaillées par un réseau hydrographique secondaire dense, les sols plus anciens sont majoritairement très évolués (*figure 3-III*), lessivés et à hydromorphie très marquée (Guirese, 1989).

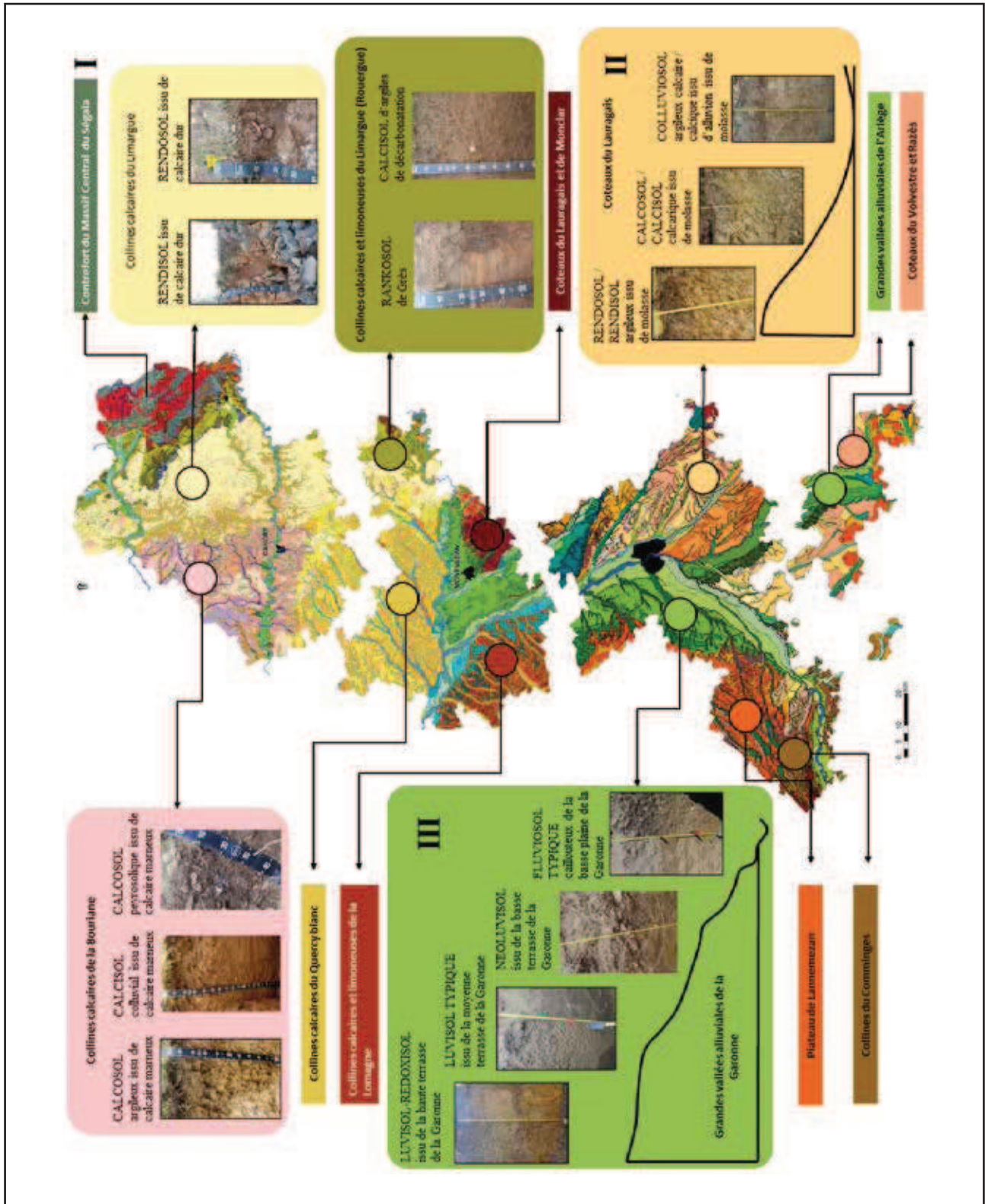


Figure 2 - Les régions agricoles de Midi-Pyrénées (d'après INSEE, 2009).

Figure 2 - Agricultural regions of Midi-Pyrénées.



**Figure 3** - Répartition des principaux sols de la zone centrale des plaines de Midi-Pyrénées du nord du Lot au piémont ariégeois.  
**Figure 3** - Main soil types distribution in the plain of Midi-Pyrénées, from northern Lot department to the Ariège piedmont.





## CONCLUSION

Ce travail s'inscrit dans la poursuite des travaux initiés par Longueval *et al.*, (1995) pour la réalisation des Référentiels Pédologiques Régionaux (RRP). La cartographie des sols des plaines centrales de Midi-Pyrénées est maintenant en cours de finalisation. Elle a permis d'établir assez précisément la répartition des sols de ces secteurs: les plateaux et collines sur calcaires durs décrivant des sols calcaires peu épais, les zones de coteaux molassiques présentant une organisation en topo-séquences très fortement perturbée par le travail du sol, et enfin une organisation en chrono-séquence dans les secteurs alluviaux: depuis des sols très jeunes en bordure des rivières jusqu'à des sols fortement lessivés dans les plus hautes terrasses.

Au sein des départements concernés, la cartographie des sols des secteurs de montagne est en cours d'acquisition. Au terme de ces travaux, cette carte ainsi que la base de données associée viendront compléter et préciser significativement les travaux antérieurs répertoriés dans Longueval *et al.*, (1995). Ces documents devront permettre de multiples valorisations agronomiques ou environnementales en milieu rural ou péri-urbain. Ainsi, le déstockage du carbone des sols intensément cultivés amène les agriculteurs vers des techniques culturales simplifiées qui soulèvent de nouvelles questions agronomiques centrées sur les sols. Enfin, dans cette grande région agricole, de grands enjeux pèsent aujourd'hui sur les sols et il est urgent de pouvoir répondre aux choix et aux orientations des aménagements futurs en termes d'outils d'aide à la décision. Par exemple, il est actuellement nécessaire de disposer de la connaissance des sols à l'échelle des territoires dans l'élaboration des schémas de cohérences territoriales. Les nécessités de ce type vis-à-vis des sols vont certainement devenir incontournables à moyen terme.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu par des financements français du MAAF (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt) via la DRAAF (Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt) Midi-Pyrénées et Européens via les fonds FEADER. Notre collègue Jean-Claude Revel, co-auteur de cet article, est décédé le 14 septembre 2014. Un hommage lui sera rendu dans la prochaine lettre de l'AFES.

## BIBLIOGRAPHIE

Barthes J.C., Bonfils P., Legros J.P., Bouzigues R., Guyon, Callot G., 1976 - Carte pédologique de France: Feuille Brive-La-Gaillarde. 1/10000. INRA-ENSAM, Montpellier.

Bouraly J., 1963 - Etude de reconnaissance des sols - région sud de Montauban. 1/100000. BDPA-Scetagri. Paris. 8 p.

Bouraly J., Prunier J., 1963 - Aménagement des eaux du Tarn-et-Garonne: région de Montauban. 1/50000. BDPA-Scetagri. Paris.

Callot G. (1964 - Etude pédologique des communes de Lagardelle et de Pescadoires. 1/10000. INRA-ENSAM. Montpellier.

Cavaille A., 1960 - Etude générale des sols du Quercy: Bretenoux, St Céré et Vallée du Lot en aval de Luzerche et vallée du Lendou. 1/10000.

CACG, 1964 - Etude pédologique de reconnaissance - grand ensemble de la Gimone. 1/50000. Tarbes. 55 p.

CACG, 1966 - Etude pédologique de reconnaissance - ensemble de Verdun-sur-Garonne. 1/50000. Tarbes. 40 p. + annexes.

CACG, 1967 - Etude pédologique de reconnaissance - grand ensemble de l'Auroué. 1/50000. Tarbes. 40 p.

CACG, 1968 a - Etude pédologique de reconnaissance - ensemble de la Lomagne et de Saint-Nicolas-de-la-Grave. 1/50000. Tarbes. 76 p.

CACG, 1968 b - Etude pédologique de reconnaissance - grand ensemble de l'Arrats. 1/50000. Tarbes. 49 p. + annexes.

CACG, 1982 - Etude préliminaire en vue du drainage des terres agricoles, secteur de référence de Garganvillar, communes de Caumont, St Nicolas, Garganvillar et Serignac. 1/10000 Tarbes. 159 p

Favrot J.C., 1970 - Etude pédologique sur les terrasses alluviales de la Garonne et du Tarn: région de Verdun sur Garonne, Grisolles, Labastide St Pierre. INRA-ENSAM. Montpellier. 46 p.

Girard M.C., Antoni V., 1995 - Etablissement d'une carte des pédo-paysages à l'échelle du 1/250000 pour le département du Tarn-et-Garonne: étude préalable. INA-PG. Thiverval-Grignon.

Grolleaux 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, 11(3), pp. 255-269.

Guiesse M., 1989 - Drainage en sols de Boulbènes. Relation entre les caractéristiques morphologiques et les propriétés hydrodynamiques des sols. Thèse INP Toulouse. 173 p.

Guiesse M., Revel J.C., 1995 - Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on the hillsides of South West France. II - Effect of ploughing down the steepest slope. Soil and Tillage Research, 35. pp. 157-166.

Hubschman J., 1974 - Morphogenèse et pédogenèse quaternaire dans le piémont des Pyrénées garonnaises et ariégeoises. Thèse, Univ. Toulouse Le Mirail. 745 p.

InfoSol, 2013. Dictionnaire de données DoneSol3.4. 466 p.

Julia D., 1980 - Méthodologie pour l'établissement de la carte des sols d'un vignoble zone de Fronton. 1/50000. ENSAT-Chambre d'Agriculture de la Haute-Garonne-Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées. 11 p.

Longueval C., Delaunois A., Penalver F., Revel J.C., Balas B., 1995 - Les grands ensembles morphopédologiques de la région Midi-Pyrénées. Chambre régionale d'agriculture de Midi-Pyrénées. 537 p.

Revel J.C., 1982 - Formation des sols sur marnes. Etude d'une chrono-séquence et d'une topo-séquence complexes dans le Terrefort toulousain. Thèse INP Toulouse. 249 p.

Revel J.C., Guiesse M., 1995 - Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on the hillsides of South West France. I - Effect of former farming practices. Soil and Tillage Research, 35. pp. 147-155.

Servat E., Bouzigues R., 1971 - Etude pédologique de la moyenne vallée du Lot. 1/10000. INRA-ENSAM. Montpellier.

Servat E., Cornillon P., 1964 - Etude pédologique dans la vallée du Lot. 1/10000. INRA-ENSAM. Montpellier.

Servat E., Puech J., 1964 - Etude pédologique de Calvignac. 1/10000. INRA-ENSAM. Montpellier.

SOGREAH et SCET-COOP, 1965 - Aménagements hydrauliques du bassin de la Garonne - reconnaissance des sols appliquée à la mise en valeur hydro-agricole. 1/200000. Ministère de l'Agriculture - Génie rural.