

Elaboration d'une carte pédologique : La carte des sols de Brie-Comte-Robert au 50 000^{ème}

Rapport de stage de fin d'études
Effectué au sein de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne

Pour l'obtention du grade Master 2 professionnel
Sciences et Techniques ;
Mention : Géo-Hydrosystèmes Continentaux et
Environnement
Université François Rabelais -Tours

Présenté par Pierre-Alain LESSAULT

Septembre 2008



Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé, de près comme de loin, à ce stage ainsi qu'à la réalisation de ce rapport.

Je remercie tout d'abord ma maîtresse de stage, Mademoiselle Lolita Gilles, qui a défini la problématique de ce stage.

Grâce à elle, j'ai pu participer à une grande partie des étapes de la réalisation d'une carte des sols et ainsi acquérir une riche expérience en cartographie des sols. Elle m'a permis d'optimiser mes connaissances en pédologie et de les mettre directement en application sur le terrain. Elle a su me faire confiance en me laissant une grande part d'autonomie. Sa disponibilité, sa sympathie et ses précieux conseils m'ont permis d'effectuer mon stage dans les meilleures conditions.

Je remercie Monsieur Ghislain Girot, pédologue, qui m'a fait partager son expérience sur le terrain et pour sa patience.

Je remercie Madame Monique Esterbet, responsable du service SIG, pour sa grande disponibilité et pour toutes les réponses qu'elle m'a fournies.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Olivier Barnay, responsable du pôle Agronomie et Environnement pour son accueil au sein de son pôle et pour son encadrement.

Je remercie enfin tout le personnel de la Chambre d'Agriculture pour sa sympathie et son accueil.

Sommaire

<i>Résumé</i>	2
<i>Summary</i>	2
<i>Liste d'abréviations</i>	3
<i>I. Introduction</i>	4
A. Présentation de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne	5
B. Etat des lieux des cartes pédologiques en France et dans le monde.....	6
<i>II. Présentation du terrain d'étude</i>	8
A. Géomorphologie	10
B. Climat	10
C. Géologie.....	11
D. Occupation des sols	15
<i>III. Matériel et méthode</i>	16
A. Matériel nécessaire.....	16
B. Méthode utilisée et calendrier prévisionnel	18
C. Détails de la méthode	19
<i>IV. Résultats</i>	30
A. Carte thématique.....	30
B. Distribution des sols dans l'espace.....	33
<i>V. Discussion</i>	40
A. Limites de la carte des sols et de son utilisation	40
B. La base de données DoneSol.....	44
C. Discussion sur la distribution spatiale des sols	46
<i>VI. Conclusion</i>	47
<i>Bibliographie</i>	48

Résumé

La cartographie des sols fait appel à de nombreux domaines de compétences tels que la géologie, la géomorphologie, l'écologie et la géomatique. Reprenant l'approche élaborée par nos pairs (Jean-Paul Legros), notre travail, combinant l'outil SIG à la pédologie (science du sol), nous permet de dresser la **carte des sols** de Brie-Comte-Robert à l'échelle du 50 000^{ème}.

La méthode de **cartographie raisonnée** utilisée laisse aux pédologues cartographes une certaine liberté lors de la **campagne de prélèvements** puis dans la délimitation des types de sols en **Unités Cartographiques de Sol** (UCS). La Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne étant en collaboration avec l'INRA pour la réalisation de cette carte, c'est la base de données **DoneSol** qui a servi à la compilation des informations pédologiques. Son utilisation permet un accès rapide et ciblé de la donnée sol suivant les applications. Toutes les étapes de l'élaboration d'une carte pédologique seront détaillées avant la présentation d'un exemple d'application et de l'interprétation de la **distribution spatiale des sols** dans ce secteur.

Mots-clés : carte des sols, cartographie raisonnée, campagne de prélèvements, Unités Cartographiques de Sols, DoneSol, distribution spatiale des sols.

Summary

The soil cartography combines numerous domains of skills such as geology, geomorphology, ecology and geomatics. Resuming the approach elaborated by our peers (for example : Jean-Paul Legros), our work, combining the GIS tool and pedology (Soil science), allows to draw up the **soil map** of Brie-Comte-Robert on the scale of 50 000th.

The method of **free survey** gives to the pedologist and cartographer a certain freedom during the **campaign of data-gathering** on the field and in the demarcation of the types of soils in **Soil Mapping Units** (SMU). The Farmers' association (Chambre d'Agriculture) of Seine-et-Marne being in association with the National Institute of the Agronomic Research (INRA) for the realization of this map, it is the data base **DoneSol** which was used to complete the compilation of the pedological information.

This data base allows a fast and targeted access by the soil datum for all the different applications. All the stages of the elaboration of a pedological map will be detailed before the

presentation of an example of application and the interpretation of the **spatial distribution of soil** types in this sector.

Key-words : soil map, free survey, campaign of data-gathering, Soil Mapping Units, DoneSol, spatial distribution of soils

Liste d'abréviations

CPF : Connaissance Pédologique de la France

ENVASSO : ENVironmental Assessment of Soil for monitoring

FAO : Food and Agricultural Organization of the United Nations

GIS Sol : Groupement d'Intérêt Scientifique Sol

GPS : Global Positioning System

HCl : Acide Chlorhydrique

IAURIF : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France

IFN : Inventaire Forestier National

IGCS : Inventaire, Gestion et Conservation des Sols

IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ISRIC : International Soil Reference and Information Centre

ISSS : International Society for Soil Science

MNT: Modèle Numérique de Terrain

MOS: Modèle d'Organisation des Sols

RMQS : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols

RRP : Référentiel Régional Pédologique

SGBDR : Système de Gestion de Base de Données Relationnelle

SIG : Système d'Information Géographique

SR : Secteur de Référence

STIPA : Systèmes de Transfert de l'Information Pédologique et Agronomique

UCS : Unité Cartographique de Sol

UTS : Unité Typologique de Sol

WGS84 : World Geodetic System 84

WRB : World Reference Base for Soil Ressources

I. Introduction

Le sol représente la couche superficielle de l'écorce terrestre. Il se situe à l'interface entre la lithosphère, la biosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère. C'est un milieu vivant et évolutif qui assure de nombreux rôles : production de biomasse, système épurateur et support de l'agriculture et des activités humaines.

Sa formation, appelée aussi pédogenèse, est issue de l'action combinée de différents facteurs, dont les cinq principaux sont : la géologie, le temps, le climat, le relief et la végétation.

Il constitue une ressource difficilement renouvelable car ses processus de formation sont lents (plusieurs milliers d'années), alors que sa dégradation peut se faire de manière très rapide (quelques années). L'action de l'Homme le soumet en effet à de multiples menaces : érosion, pollutions ponctuelles et diffuses, imperméabilisation, etc.

Il est donc important de connaître le sol afin de mieux le préserver.

Dans cette optique, la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne collabore à l'élaboration d'un Atlas pédologique sur l'ensemble du département. Il sera constitué de 19 cartes pédologiques au 1/50 000, réalisées selon la méthode de l'INRA. Ces cartes ont pour but de définir et de délimiter clairement les types de sols afin que les données recueillies puissent être utilisées pour des applications agronomiques ou liées à l'aménagement du territoire.

Le sujet de mon stage de fin d'études s'insère dans ce programme : l'élaboration de la carte des sols de Brie-Comte-Robert. La campagne de terrain débutait au moment de mon arrivée au sein de l'organisme. J'ai donc rapidement mis en pratique mes connaissances pédologiques pour la description des sondages et participé aux quelques étapes suivantes de la conception du coupon (saisie des données de terrain sur la base de données DoneSol). Mon travail a aussi consisté en la réalisation de méthodologies de travail et d'une carte thématique. Cette dernière a servi à exposer aux partenaires financiers une application des résultats de ces campagnes de cartographie.

Dans un premier temps, je décrirai le terrain d'étude et son contexte, j'exposerai ensuite les différentes étapes de l'élaboration de la carte pédologique de Brie-Comte-Robert. Puis, je présenterai la carte thématique réalisée et une interprétation globale des phénomènes de pédogenèse ayant lieu sur ce secteur. Pour terminer, je discuterai des différentes parties traitées dans ce rapport.

A. Présentation de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne

La Chambre d'Agriculture est un établissement public dirigé par des élus représentant l'ensemble des acteurs du monde agricole et rural. Elle est pilotée par une assemblée plénière, constituée de 45 membres, élus pour 6 ans. Ils se réunissent au moins deux fois par an lors des sessions de printemps et d'automne. Le Bureau, composé de 9 des 45 membres, assure les décisions et contrôle l'administration de l'établissement entre deux sessions.

La Chambre d'Agriculture remplit pour le monde agricole seine et marnais 3 missions :

- Mission consultative : elle est le porte-parole des intérêts du monde agricole auprès des pouvoirs publics et dans de nombreux groupes de travaux impliquant les intérêts de ce secteur.
- Mission d'intervention : elle est aussi prestataire de service pour les exploitants agricoles. Elle délivre des conseils techniques agricoles et apporte un appui juridique à la profession.
- Mission de partenariat pour le développement et la diversification agricole.

Il existe 5 différents services se partageant les tâches qui incombent à la Chambre d'Agriculture (*Figure n°1*). C'est au sein du Pôle Agronomie et Environnement, en charge de la carte des sols, que s'est déroulé mon stage.

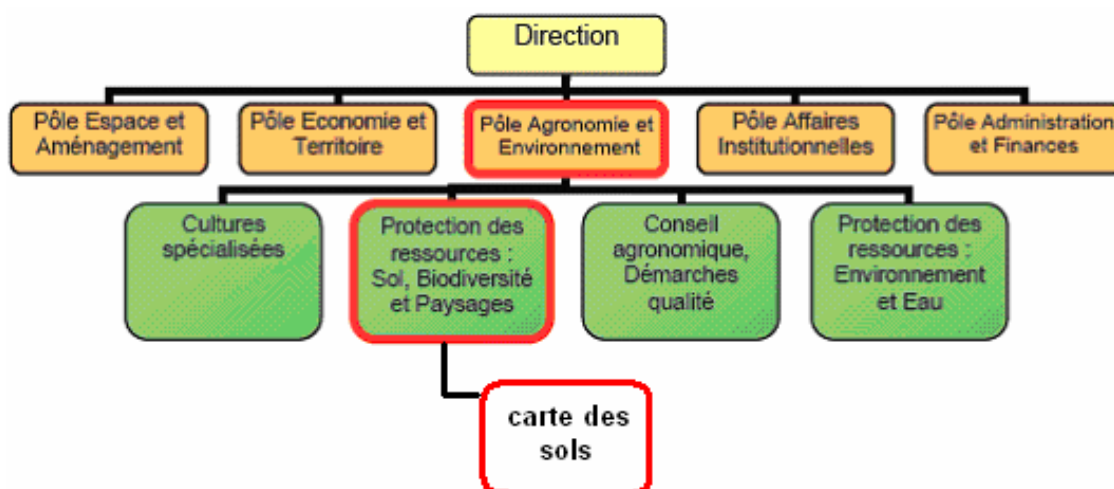


Figure n°1 : Organigramme de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne (source : Magnier, 2006)

Afin que les conseillers agricoles soient plus proches des exploitations du département et de mieux tenir compte des spécificités locales, deux bureaux régionaux sont situés à Meaux et Nemours tandis que le siège de la Chambre d'Agriculture est basé au Mée-sur-Seine.

B. Etat des lieux des cartes pédologiques en France et dans le monde

Depuis 1976, et en une quinzaine d'année, trois programmes importants de cartographie ont été lancés en France : les Secteurs de Référence Drainage en 1980, les Cartes Départementales des Terres Agricoles en 1982 et plus récemment le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) [Legros, 1996].

Le coupon de carte des sols de Brie-Comte-Robert s'inscrit dans ce programme IGCS, créé par le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Aménagement Rural, l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) ainsi que les partenaires du Groupement d'Intérêts Scientifique Sol (GIS Sol).

C'est un programme d'inventaire multi-échelle qui vise à constituer une base de données sur les sols, leurs propriétés, ainsi que leur répartition géographique. L'ensemble des informations sera synthétisé dans une base à structure unique : « DoneSol », permettant le transfert de données des échelles les plus détaillées vers les échelles couvrant des espaces plus vastes.

Les principales échelles traitées dans ce programme sont les :

- Secteurs de Référence (SR) : cartographies détaillées de secteurs représentatifs d'une petite région naturelle
- Connaissance Pédologique de la France (CPF) : informatisation de données anciennement acquises à des échelles moyennes de type 1/50 000 à 1/100 000
- Référentiel Régional Pédologique (RRP) : achèvement et harmonisation de la couverture cartographique nationale à l'échelle du 1/250 000 [INRA, Infosol, 2008].

Les RRP étant, pour le moment, l'objectif principal, on peut remarquer (*Figure n°2*) que la quasi-totalité de la France sera couverte par des cartes au 1/250 000 d'ici 2012.

Les CPF sont une partie du programme moins développée car il existe de nombreuses cartes au 1/50 000 et au 1/100 000 mais datant de 10 à 30 ans pour certaines. L'outil

informatique n'étant pas mis en place à cette époque, il faut alors récupérer toutes les données de terrain pour les réanalyser suivant les nouveaux référentiels et pour la structure particulière de DoneSol afin qu'elles soient correctement numérisées.

Quant aux SR, ils représentent de petites échelles d'études (1/10 000 et 1/25 000) pour des zones de références agricoles et/ou environnementales. Ce type de cartographie ne se fera donc pas sur l'ensemble du territoire mais on peut tout de même noter que la vallée du Rhône, le Poitou-Charente et la Lorraine ont bien avancé cette partie du programme.

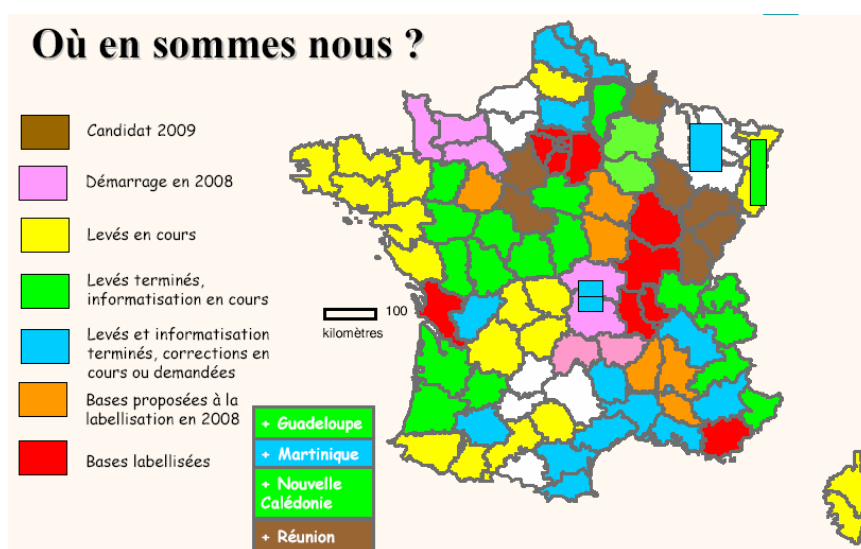


Figure n° 2 : Etat d'avancement des Référentiel Régional Pédologique en 2008 (source : Formation « Utilisation de la base de données DoneSol », INRA Orléans, 2008)

L'objectif de ce volet est aussi de répondre aux besoins de gestion et d'aménagement des collectivités territoriales, des organisations professionnelles et des administrations.

1. La qualité des sols, un enjeu important

Un programme européen, ENVASSO, a été établi pour définir les indicateurs opérationnels à mettre en place pour une surveillance de la qualité des sols à l'échelle européenne, ainsi que les modalités techniques de leur mise en œuvre.

Ainsi, le programme Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS), piloté par l'unité Infosol de l'INRA d'Orléans a vu le jour en France. Reposant sur une maille de 16 km × 16 km et installé selon un cahier des charges extrêmement rigoureux, il permet la mesure de paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols. Des échantillons sont prélevés sur

chaque site afin d'alimenter le Conservatoire national d'échantillons de sols et un retour sur les sites est effectué tous les 10 ans.

2. Les sols au niveau mondial

La Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) a développé une classification mondiale des sols et a produit une carte mondiale des sols en 1974 (échelle : 1/5 000 000). La classification contenait 26 grandes unités de sols à l'échelle du globe afin que la carte soit simple de lecture. Puis en 1998, elle a été révisée pour devenir la World Reference Base for Soil Resources (WRB). Ainsi, cette nouvelle classification a pu se baser sur des aspects plus morphologiques et plus en rapport avec la pédogenèse. Une 2^{ème} édition est parue en 2006, et a été réalisée avec la collaboration de la FAO, de l'ISSS et de l'ISRIC. Tout comme la France, de nombreux pays se sont dotés d'une classification qui leur est propre même si certaines sont basées sur la WRB.

II. Présentation du terrain d'étude

La carte des sols de Brie-Comte-Robert couvre 45 667 hectares dans le département. Elle se trouve à cheval sur deux petites régions naturelles de la Seine-et-Marne (*Figure n°3*) : la Brie française et la Brie boisée.

Ces différentes régions reflètent la diversité géologique de la Seine-et-Marne. Cette hétérogénéité engendre de nombreux types de sols puisque la géologie conditionne les processus pédogénétiques et oriente la formation des sols [Duchaufour, 1997].

La Brie française est définie entre l'Almont au Sud et l'Yerres au Nord. On y trouve deux types de substrats : les limons bruns dits « supérieurs », recouvrant des limons panachés ou de l'argile à meulière et les limons inférieurs à meulière. Le plus souvent situés sur les plateaux, les premiers donnent des sols profonds, décalcifiés et faiblement lessivés. Tandis que les seconds, d'épaisseurs moindres, sont souvent lessivés en argile et contiennent de grosses concrétions ferrugineuses noirâtres. Ils possèdent généralement une charge cailloutique assez élevée [Riedel & Franc de Ferrière, 1951].

La Brie boisée, appelée aussi Brie bocagère nord, est limitée au Nord par la route nationale Paris-Crécy-en-Brie et au Sud par les forêts d'Armainvilliers et d'Ouzouer-le-Voulgis. On y trouve majoritairement des limons panachés anciens, caractérisés par la présence de débris plus ou moins grands de meulière à leur base. Ils sont parfois surmontés d'épaisseur variable de limons blancs, battants et lessivés en surface [Riedel & Franc de Ferrière, 1951].



Figure n°3 : Carte des petites régions naturelles de Seine-et-Marne (source : Chambre d'Agriculture 77)

N.B. : L'encadré noir représente l'emprise de la carte de Brie Comte Robert.

A. Géomorphologie

Le Bassin parisien subit, lors de l'orogénèse des Alpes, un soulèvement au Nord et à l'Est. Les étages, initialement plus ou moins horizontaux, se retrouvent en pente douce orientée vers le Sud-Ouest du Bassin Parisien [Horemans, 1984].

Le secteur d'étude est majoritairement constitué de plateaux, l'altitude variant d'environ 50 à 120 mètres d'altitude. Le relief est peu marqué, les plateaux étant parfois entaillés par quelques cours d'eau tels que l'Yerres, le Réveillon ou la Marsange. Les autres ruisseaux (appelés rus) possèdent de faibles débits (parfois simplement temporaires) et ne creusent que légèrement les couches géologiques sous-jacentes. Les pentes sont donc douces (de 0,5 à 3 %), excepté à certains endroits de la vallée de l'Yerres où certaines peuvent atteindre jusqu'à 10 % lorsque le cours d'eau n'a pas trop dévié de son lit original.

B. Climat

Le climat relève du type océanique dégradé, caractérisé par un été frais et un hiver frais à très frais. Il se trouve à l'intermédiaire entre le climat océanique de type breton (à climat plus doux et plus égal) et le climat continental de l'Europe centrale (plus rude) [Riedel & Franc de Ferrière, 1951].

Une des stations météorologiques se situant dans la zone d'étude est implantée à Moissy-Cramayel, à l'Aérodrome de Melun-Villaroche. Elle se trouve à 91 mètres d'altitude.

Comme on le remarque sur la *figure n°4*, les températures ont une amplitude assez faible, avec pour température moyenne sur 30 ans (de 1971 à 2000) : 10,8°C. Les températures minimales et maximales vont de 0,8°C à 24,9°C (valeurs moyennes par décades sur 30 ans).

La hauteur moyenne des précipitations, calculée sur la même période, s'élève à 676,8 mm/an, sachant que la moyenne nationale est d'environ 770 mm/an. La pluviométrie est très bien répartie au cours de l'année, ce qui fait de la Brie une région assez humide.

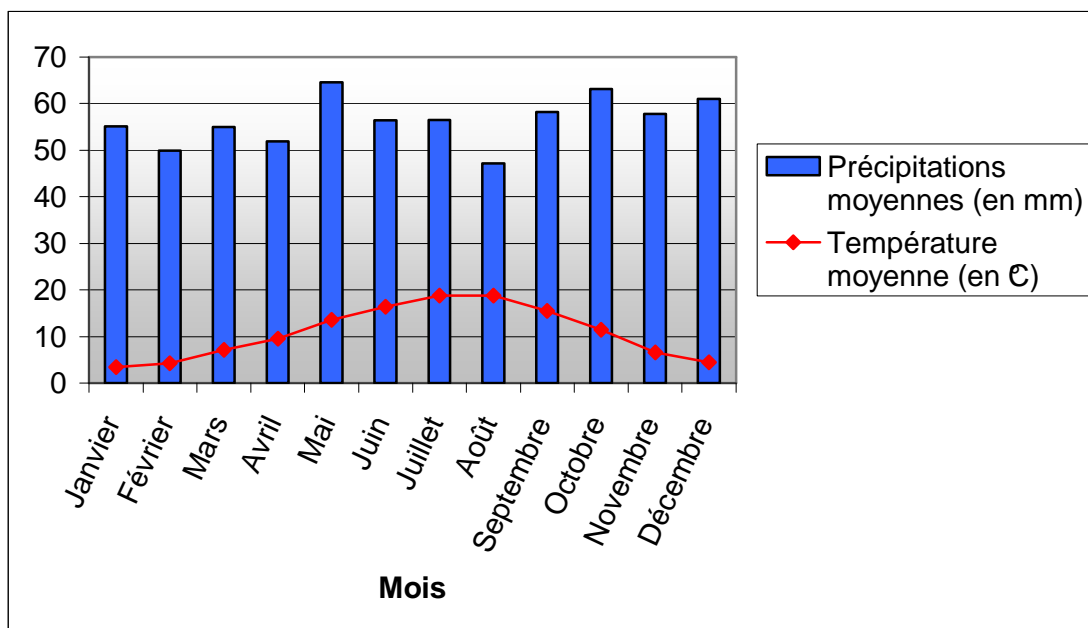


Figure n°4 : Graphique de températures et précipitations moyennes mensuelles sur une période de 30 ans (1971 à 2000) (source : Données météorologiques moyennes par décades de l'Aérodrome de Melun-Villaroche de 1971 à 2000)

C. Géologie

1. Géologie régionale

Historiquement, après le dépôt de la craie (Sénonien), le Bassin de Paris s'est comporté au paléogène (Eocène et Oligocène) comme un golfe marin peu profond, dont la limite avec ce domaine et le domaine continental a été très fluctuante. L'ensemble a été plus ou moins perturbé par des mouvements tectoniques d'ampleurs variables s'inscrivant dans la tendance permanente du relèvement de l'auréole Est. Le Bassin parisien a donc connu une série de cycles sédimentaires (faits de transgressions et de régressions) qui ont conduit aux dépôts cités ci-après [Roque, 2003].

La région est donc régulièrement inclinée d'Est en Ouest, constituée en surface par l'entablement monotone des Meulières de Brie, recouvertes par un manteau irrégulier d'Argile à meulière et de Limons des plateaux, d'où émergent quelques buttes-témoin de Sables de Fontainebleau.

Cette monotonie est toutefois rompue, d'Est en Ouest, dans la partie centrale de la carte géologique, par le cours de l'Yerres, rivière ayant creusé profondément sa vallée, ainsi

que ses affluents de rive droite : ru de Bréon, Marsange et Réveillon, tandis que sa rive gauche reçoit le ru d'Avon au Nord de Yèbles.

Les cours d'eau n'ont toutefois pas entamé assez fortement l'ossature résistante du Calcaire de Champigny ; il en résulte que les différentes couches géologiques présentes dans la région sont peu nombreuses [Soyer & Goguel, 1963].

2. Description des formations

On peut retrouver une description sommaire de ces formations dans le Log stratigraphique de la région de Melun présenté en annexe n°1. Seuls le Calcaire d'Etampes (Stampien supérieur) et le Calcaire de St Ouen (Marinesien) ne sont pas présents sur la carte géologique de Brie-Comte-Robert.

Le Calcaire d'Etampes semble avoir été fortement érodé car on ne trouve déjà que peu de résidus des Sables de Fontainebleau (Stampien moyen) dans cette région. Le Calcaire de St Ouen n'est pas visible sur la carte car, comme expliqué précédemment, les cours d'eau n'ont pu inciser les couches géologiques jusqu'à cette profondeur. Néanmoins, on le retrouve sous-jacent au Calcaire de Champigny lors d'un sondage profond effectué lors de l'établissement de la carte géologique.

Eocène

La première formation visible est le Calcaire et Travertin de Champigny (e7a), déposé au Ludien. C'est un ensemble de calcaires massifs, avec de nombreux niveaux silicifiés (Travertin), dans lesquels s'intercalent des niveaux plus marneux. Cette assise puissante a une épaisseur de 40 à 45 mètres.

Superposée aux calcaires, on trouve la formation des Marnes supra-gypseuses du Ludien. Celles-ci sont composées de deux niveaux :

- Les Marnes bleues d'Argenteuil (e7b1), d'environ 8 mètres d'épaisseur, sont assez argileuses et présentent des couleurs variées du gris au bleu mais parfois pouvant être brunes et jaunâtres.

- Les Marnes blanches de Pantin (e7b2), plus calcaires et blanchâtres, ne font que jusqu'à 4 mètres d'épaisseur.

Oligocène

Au Stampien inférieur, on trouve les Marnes vertes. Il s'agit de marnes ou d'argiles carbonatées, de teinte verte et épaisses en moyenne de 5 mètres. Elles se composent de bancs d'argile compacte où s'intercalent de nombreux bancs de nodules de carbonate de calcium.

Au-dessus, toujours au Stampien inférieur, c'est la Formation de Brie (g1b) dont l'épaisseur moyenne est de 10 mètres et constitue la plateforme structurale supérieure de la Brie. Elle renferme encore des bancs calcaires et marneux tendres et pulvérulents du côté de la Brie boisée. Mais ailleurs, la partie supérieure de cette formation est entièrement silicifiée et se présente sous forme de meulière (g1bM), en bancs massifs ou en dalles irrégulières, compact ou vacuolaire. Fréquemment altérée et dissoute au sommet, la Formation de Brie est recouverte par de l'Argile à meulière (AM) qui atteint parfois une extension notable (bord de l'Yerres), mais qui est souvent difficile à distinguer des Limons des plateaux avec lesquels elle se mélange [Soyer & Goguel, 1963].

Au Stampien moyen, se déposent les Sables et Grès de Fontainebleau. Ils ont été fortement décapés dans cette région et ne représentent plus qu'une épaisseur de 10 à 12 mètres. Les Sables sont de couleur blanche, jaune et rougeâtre et sont quartzeux et parfois légèrement micacés ; les grès grisâtres sont généralement culminants sur de petites buttes boisées.

Quaternaire

On retrouve un certain nombre de dépôts issus du Quaternaire sur la feuille de Brie-Comte-Robert, ils proviennent soit d'apports fluviatiles, soit d'apports éoliens.

En premier lieu, il y a les Gravieres de hauts plateaux, appelés aussi Cailloutis de Sénart (p). On les attribue au Pliocène supérieur et sont composés de dépôts caillouteux siliceux parfois mêlés d'argile rougeâtre. Situés en position culminante de certaines vallées, ils ont été fortement érodés et altérés et reposent le plus souvent sur les Meulière de Brie et parfois sur les sables stampiens.

Les Alluvions anciennes (Fx et Fy) sont des dépôts de sables et graviers occupant le fond des vallées et présentant un granoclassement positif vertical. Constituées à leur base par des graviers et cailloutis clastiques, elles renferment essentiellement des matériaux siliceux et calcaires provenant des formations traversées à l'amont. Puis, ces graviers ont été recouverts par des sables de plus en plus fins, devenant argileux au sommet.

Les Limons des plateaux (LP) se sont ensuite déposés sur une grande partie de la région, reposant le plus souvent sur la Formation de Brie ou sur l'Argile à meulière. Ils sont bruns ou blancs et leur épaisseur maximale (parfois plus de 3 mètres) se situe plus vers le Nord-Est de la carte. Ils sont parfois décalcifiés et lessivés en argile. On y trouve aussi des concrétions ferrugineuses noirâtres ainsi que des fragments de meulière.

Enfin, les Alluvions modernes (Fz) sont des dépôts récents d'assez faible épaisseur et peu importants dans les cours d'eau traversant le coupon où prédominent des argiles sableuses ainsi que des limons argilo-sableux et tourbeux.

On ne trouve pas de failles dans le secteur et on peut juste noter la présence d'un axe synclinal traversant la carte géologique d'Est en Ouest, longeant approximativement le cours de l'Yerres. On remarque clairement son amplitude et son effet sur les couches géologiques sur la *figure n°5*. Notre zone d'étude, se situant au centre de cette coupe, permet d'apprécier la succession et l'épaisseur des différentes couches géologiques.

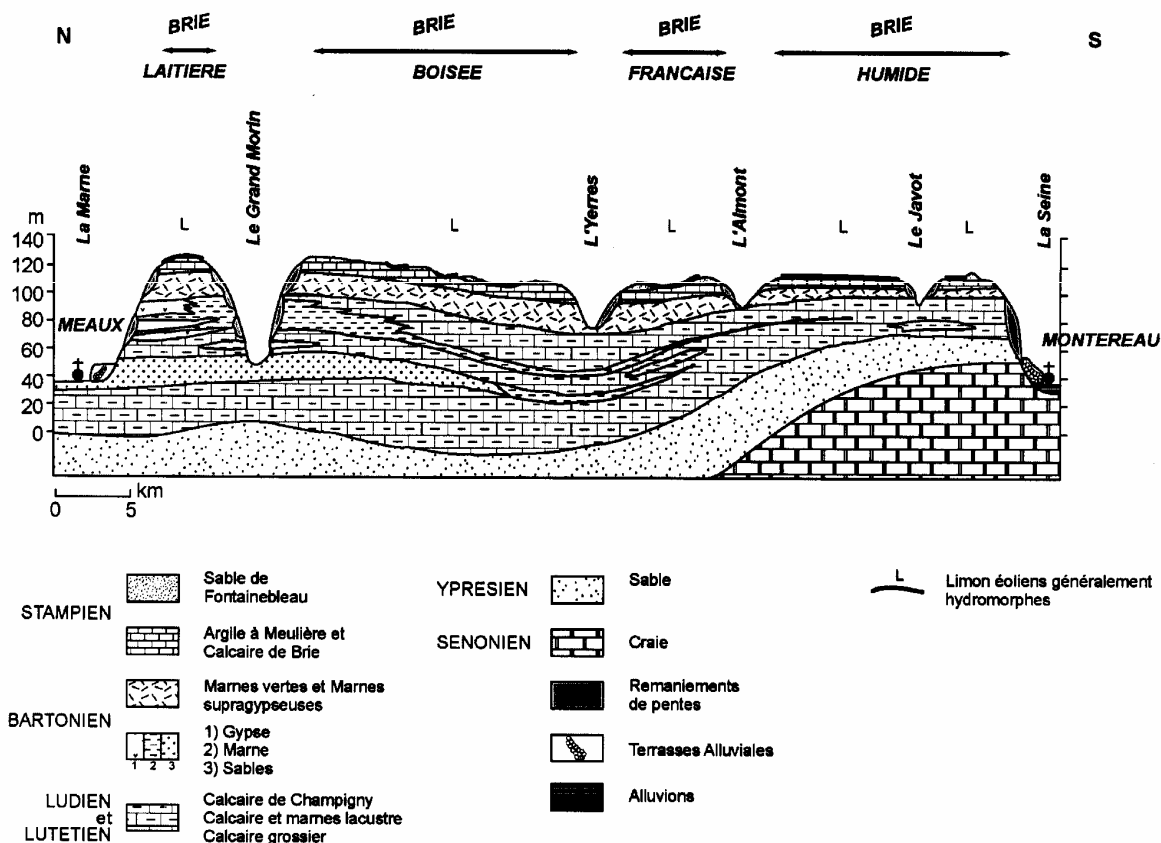


Figure n°5 : Coupe géologique du plateau Briard (source : *Référentiel Régional Pédologique de l'Île de France* à 1/250 000, Roque, 2003)

D. Occupation des sols

A partir du Mode d'Occupation des Sols de 1999 de l'IAURIF (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France), on peut extraire grâce à un logiciel de SIG (Système Géographique d'Information) les surfaces correspondant aux principaux types d'occupation du sol (*Tableau n°1* et *Figure n°6*).

Occupation du sol	Surface (en ha)
Bois	10126,10
Cultures	27717,82
Eau	266,08
Urbain	7556,98
Total	45666,99

Tableau n°1 : Surfaces des différents modes d'occupation du sol sur la carte de Brie-Comte-Robert

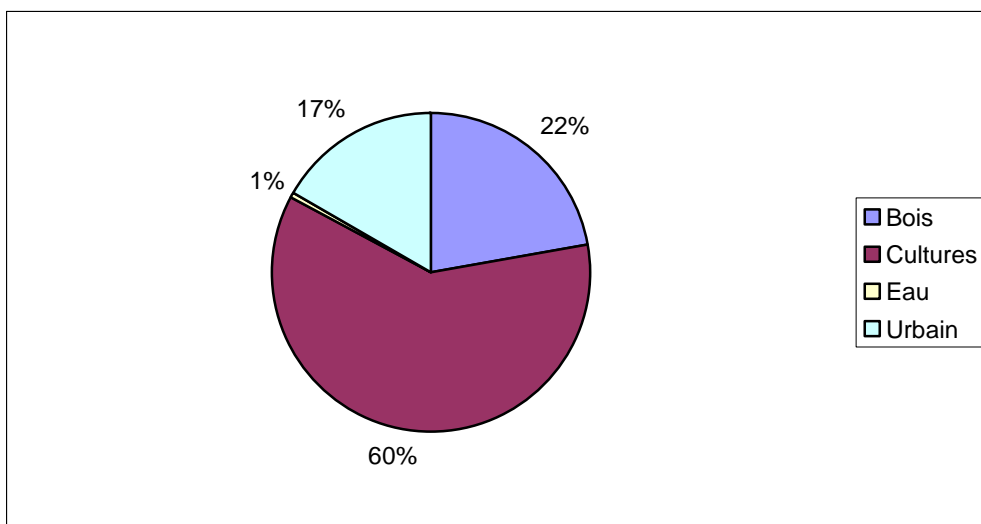


Figure n°6 : Représentation graphique des différentes surfaces d'occupation du sol (en pourcent) sur le coupon de Brie-Comte-Robert

On remarque que les cultures occupent une large part des sols dans ce secteur (60 %). Les grands plateaux de Brie ont permis le développement de l'agriculture intensive. Les bois, assez fortement représentés (22 %), sont généralement des forêts domaniales situées dans la région de la Brie boisée. On trouve aussi quelques îlots boisés sur les buttes de Sables de Fontainebleau et sur les sols n'ayant pas de bonnes capacités agronomiques. Les surfaces en eau (1 %) correspondent aux cours d'eau, mares et étangs.

Les zones urbanisées (17 %) se sont largement étendues depuis 1999 au détriment des zones agricoles, surtout du côté Ouest de la carte. Lors de la prospection sur le terrain, nous avons pu observer un grand nombre de zones pavillonnaires et de zones industrielles récemment construites.

III. Matériel et méthode

A. Matériel nécessaire

Afin de mener à bien une carte des sols, il est nécessaire de posséder le matériel pour la prospection sur le terrain ainsi que celui pour l'analyse et la réalisation proprement dite de la cartographie.

La tarière est l'outil essentiel pour la réalisation des sondages mais il faut aussi se munir d'un GPS (Global Positionning System) pour situer géographiquement les points de prélèvements, de fiches STIPA (Systèmes de Transfert de l'Information Pédologique et Agronomique) de l'INRA pour décrire clairement et succinctement chaque sondage (ainsi qu'un crayon à papier, plus pratique lors de temps pluvieux), et enfin un mètre pour définir l'épaisseur des différents horizons et une pissette d'acide chlorhydrique (HCl) (dilué au 1/5) afin de déterminer la présence ou non de carbonates dans le sol.

Pour la description de fosses pédologiques, un certain matériel complémentaire est requis :

- Une charte Munsell pour caractériser clairement la couleur des sols observés.
- Un piochon ou un marteau pour casser les éléments grossiers et ainsi examiner leur degré d'altération.
- Un couteau ou une spatule pour le prélèvement de terre ainsi que pour tester la pénétration de l'outil dans les différents horizons.
- Des sacs plastiques et des étiquettes pour le transport des échantillons prélevés.

Le Référentiel pédologique 1995 [AFES, 1995] est utile lors de l'interprétation des sondages ainsi qu'un ordinateur muni d'une connexion Internet pour accéder au logiciel en ligne DoneSol (base de données gérée par l'INRA pour le programme IGCS). D'autres logiciels sont utiles tels que :

- CartoExplorer pour transférer les données enregistrées sur le GPS.
- Circé 3.2 de l'IGN pour convertir des coordonnées suivant d'autres systèmes de projection.
- ArcGis 9.2 service pack 4 afin de modéliser au mieux les résultats obtenus.

Les cartes IGN au 1/25 000 de la zone d'étude sont aussi indispensables autant pour la prospection sur le terrain que pour le traitement des données sous logiciel de SIG.

B. Méthode utilisée et calendrier prévisionnel

Il existe au moins trois façons principales de procéder pour la réalisation d'une cartographie pédologique : La **cartographie raisonnée**, dite « free survey », qui est une démarche du type « pas à pas ». Elle permet de cerner la répartition des sols sur la base d'un raisonnement logique et en utilisant des observations issues d'une prospection sur le terrain. Une seconde méthode, la **cartographie par sections**, correspond à une prospection exhaustive de tout l'espace à cartographier. Les sites d'observations sont très nombreux et choisis dès le départ selon un procédé d'échantillonnage systématique en forme de grille. Une troisième méthode, liée à l'emploi de la géostatistique (**cartographie géostatistique**), consiste à observer le sol ponctuellement et à mettre en œuvre des moyens mathématiques pour interpoler et généraliser à toute la surface [Legros, 1996].

La façon de procéder au sein de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne est de type cartographie raisonnée. L'échelle finale de la carte étant au 1/50 000, la densité souhaitée est d'un sondage par cm² de carte, ce qui correspond à un sondage pour 25 hectares, ou encore un sondage tous les 500 mètres [Vink, 1963 *in* Vasseur, 2005].

Cette méthode consiste à réaliser d'assez nombreux sondages pour pouvoir ensuite délimiter des Unités Typologiques de Sol (UTS), chacune différenciée par des critères issus du Référentiel Pédologique 1995 [AFES, 1995] ainsi qu'en rapport avec la topographie du secteur. Ces UTS sont ensuite décrites plus précisément en implantant un nombre restreint mais judicieusement placé de fosses pédologiques. La dernière étape consiste à regrouper certaines de ces UTS en Unités Cartographiques de Sol (UCS) afin que la carte finale ne présente pas un trop grand nombre de sols très légèrement dissemblable tout en transposant au mieux la réalité naturelle. Cette méthode est généralement employée mais exige un effort d'analyse et de compréhension du milieu assez importante de la part du cartographe [Legros, 1996].

Nous n'avons pas procédé à une réelle préparation de la campagne de terrain car la zone d'étude est quasi uniformément limoneuse et elle ne présente pas de relief très différencié. Une mise au point entre les différents observateurs de terrain a été nécessaire afin d'homogénéiser les observations de tous.

Les zones boisées (représentant 22 % de notre secteur) ne nous étaient pas accessibles. Nous avons donc récupéré des données de sondages réalisés par l'IFN. La densité de ces sondages est faible et n'utilisant pas de fiches STIPA pour la description des profils, nous les avons interprété selon la classification du Référentiel Pédologique 1995 [AFES, 1995]. Ces zones étant protégées (forêts domaniales), aucun aménagement (agricole ou urbain) n'y est prévu.

Ayant estimé environ 1 500 sondages à réaliser, un calendrier prévisionnel a pu être établi, prenant aussi en compte l'ensemble des étapes nécessaires pour mener à bien une carte des sols (Annexe n°2).

C. Détails de la méthode

1. Campagne de terrain

Stratégie d'échantillonnage

Le pédologue cartographe dispose d'un certain nombre d'outils ou d'éléments lui permettant d'orienter ses choix pour que l'information ponctuelle qu'il acquiert par les sondages soit la plus représentative de l'ensemble qu'il désire caractériser. C'est pourquoi la lecture du paysage s'appuie sur la géologie, la géomorphologie et sur la topographie afin de positionner au mieux les points de sondages.

La carte topographique et la carte géologique du secteur ont été assemblées à l'aide d'un logiciel de SIG pour faire figurer ces deux informations sur une seule et même carte. Nous avons ainsi pu définir deux grands ensembles prédominants sur la carte de Brie-Comte-Robert :

- Les grands plateaux de Brie développés sur les Limons des plateaux ou sur la Formation de Brie.
- Et les petites vallées à faibles pentes, développées sur la succession de couches géologiques affleurantes.

En pratique, on place d'abord les points théoriques sur la carte, puis, arrivé sur le terrain, on ajuste le lieu de sondage.

Description d'un sondage

Une fois les points de prélèvements positionnés, nous effectuons les sondages. Au 14 août 2008, l'ensemble des sondages était réalisé : 1172 relevés. J'ai pu effectuer au cours de ce stage 413 sondages, tous en milieu agricole excepté une dizaine située dans de petites zones boisées.

Atteignant une profondeur maximale de 120 centimètres, la description des sondages se fait à l'aide de fiches STIPA, qui ont pour objectif de saisir les informations sur les sols suivant une méthode standardisée. Elles permettent aussi à l'utilisateur un transfert plus aisé des valeurs sur l'interface de la base de données DoneSol.

Les fiches STIPA renseignent une vingtaine de paramètres permettant d'identifier les principales caractéristiques du sol. On peut les regrouper en 3 catégories :

- Localisation du sondage : ce sont les coordonnées relevées par le GPS (Garmin 12XL) qui sont enregistrées dans sa mémoire en WGS84 (degré décimaux).
- Identification du sondage : informations non descriptives telles que le numéro de l'étude, du sondage et du profil, le nom de l'auteur, la date du prélèvement, la végétation, la géologie et la séquence d'horizons ainsi que le nom du sol.
- Description du sondage : elle s'effectue horizon par horizon et renseigne de la profondeur, la texture, l'humidité, l'effervescence, l'abondance de matières organiques, la couleur, l'abondance de tâches d'hydromorphie et/ou de dégradation, de concrétions et d'éléments grossiers.

Une fiche STIPA entièrement renseignée va être détaillée ci-après (*Figure n°7*). Chaque rubrique va être expliquée, facilement repérable sur la fiche grâce aux différents numéros qu'ils leur ont été attribué :

modifié CA77 - Mars 2008

STIPA 2000 - U.F.R. Science du Sol - INRA Montpellier

N° profil base
85733

Coordonnées GPS
WGS 84, quadril. Km/UTM

Altitude : 100 / L2E : 631 279

SONDAGES

Sondage 0672

Etude carto BCR : 7707

Auteurs Lussault

Date 04/06/08

Nom de sol DOXISOL *Pimono-sableux à horizon calcaire profond sur limons des plateaux sur Formation de Brie, ou Pluv. chape*

Végétation Colza **Géologie** sur LP sur glb reposant sur

Nom Rp

1	LA
2	g
3	S
4	g
5	IS
6	IM

Profondeurs

1	35	74
2	74	83
3	83	100
4	100	110
5	110	112

Texture

1	MS
2	MS
3	MS
4	SL
5	SL
6	SL

Humidité

1	1
2	2
3	4
4	3
5	4
6	4

Effervescence

1	3
2	0
3	0
4	0
5	0
6	2

Matières organiques

1	3
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0

Couleur

1	brun
2	brun barré
3	beige
4	brun barré
5	beige
6	blanchâtre

Taches

A = oxydation
B = réduction
C = dégradation

1	1	0	1
2	3	3	2
3	2	0	2
4	3	2	1
5	2	0	4
6	0	0	6

Concrétions

1	0	Nature
2	2	Fe Mn
3	0	
4	1	Fe Mn
5	0	
6	0	

Eléments grossiers

1	2	Nature (A et B)
2	0	Calcaire
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	

Topographie

Plaine

Commentaires :

Humus :

OL- ☐ OF- ☐ OH- ☐ 2 1

Figure n°7 : Fiche STIPA renseignée

- 1** Espace réservé aux coordonnées WGS84 fourni par le GPS. Elles sont ensuite converties en coordonnées Lambert II étendu à l'aide du logiciel Circé pour leur intégration dans DoneSol (il est présenté en annexe n°3 une méthodologie descriptive du transfert des données du GPS jusqu'à leurs conversions en coordonnées Lambert II étendu que j'ai rédigé en tant que document interne).
- 2** Numéro de profil base, qui est un numéro délivré par la base de données DoneSol lors de l'enregistrement du sondage dans celle-ci.
- 3** Emplacement destiné au numéro du sondage (numérotation interne, propre à chaque organisme).
- 4** Numéro de l'étude (propre à chaque carte réalisée, dans le cas de Brie-Comte-Robert, il s'agit de 7707).
- 5** Nom de l'auteur ayant réalisé le sondage.
- 6** Date de réalisation du sondage.
- 7** Nom de sol, défini grâce aux paramètres relevés sur le terrain et répondant à la typologie du Référentiel Pédologique 1995 [AFES, 1995].
- 8** Végétation, cette rubrique permet surtout de savoir si le sondage s'effectue en milieu agricole, boisée, etc.
- 9** Géologie, soit observée sur le terrain lors du sondage, soit définie grâce à la carte géologique.
- 1 0** Nom des horizons, codé d'après les normes du Référentiel Pédologique 1995 [AFES, 1995].
- 1 1** Profondeurs de chaque horizon (limite haute et limite basse), observées sur le terrain.
- 1 2** Texture, cette détermination permet d'attribuer à un matériau le nom d'une classe texturale, représentée dans un triangle de textures (celui des sols de l'Aisne en ce qui nous concerne, voir annexe n°4). Elle s'estime par pétrissage entre les doigts, permettant une évaluation tactile de la composition granulométrique [Baize & Jabiol, 1995].
- 1 3** Etat d'humidité, dépendant des conditions climatiques des jours précédents, mais peut permettre d'indiquer la présence d'une nappe d'eau libre.
- 1 4** L'effervescence à HCl (solution diluée au 1/5) permet de mettre en évidence la présence de carbonate de calcium dans la terre fine ou dans la fraction des éléments grossiers. Elle peut être d'origine naturelle ou anthropique (chaulage).

1 5 L'abondance de matières organiques est estimée à l'œil et suivant la couleur de l'horizon.

1 6 La couleur de l'horizon est décrite visuellement par l'opérateur. On y perd en précision par rapport à l'utilisation du code Munsell, mais cela représente un gain de temps.

1 7 Les taches observées résultent de l'action de l'eau dans le sol. Les taches d'oxydation correspondent à l'oxydation ou réoxydation des composés du fer et/ou du manganèse, qui se traduisent par une couleur rouille. Les taches de réduction sont de couleur gris verdâtre et correspondent à la réduction des composés ferriques. Les taches de dégradation sont dues à une éluviation d'argile et/ou de décoloration due à un départ de fer. On s'appuie sur la quantité, la taille ainsi que la profondeur d'apparition de ces taches pour déduire l'hydromorphie et l'illuviation dans un sol.

1 8 La concrétion est un processus de cimentation et d'induration par accumulation de matériel grâce au phénomène de dissolution/précipitation. Les concrétions peuvent être carbonatées, d'oxydes de fer et/ou d'alumine ou de sels divers. Les dimensions, la forme et la couleur peuvent être très variées [Lozet & Mathieu, 1997 *in* Gilles, 2007]. Dans notre cas, elles sont généralement de nature ferromanganique. Les concrétions peuvent être soit actuelles soit héritées et leur différenciation n'est pas toujours aisée bien que les actuelles sont généralement moins indurées que les héritées. Cependant, nous savons que nous en rencontrons des deux types [Riedel & Franc de Ferrière, 1951].

1 9 Les éléments grossiers sont tous les constituants minéraux individualisés de dimension supérieure à 2 mm [Baize & Jabiol, 1995]. L'abondance est un pourcentage massique de sol et est estimée par l'opérateur. Leur description permet d'estimer la fertilité ou les limites à la mécanisation, mais aussi d'interpréter le solum (colluvionnement, remontée du substrat, apport anthropique, etc.)

2 0 La topographie relative du lieu peut fournir une aide lors de l'interprétation d'un sol. Cette rubrique n'existant pas précédemment, j'ai proposé, lors d'une réunion de l'équipe, de l'intégrer sur la fiche.

2 1 La description de l'humus intervient lors de sondages sous forêt. On décrit les horizons superficiels organiques et on décrit le type d'humus suivant une clé de détermination présentée en annexe n°5.

La présence de code pour déterminer les abondances ou d'autres critères est un gain de temps non discutable. De plus, DoneSol utilise exactement la même codification pour l'enregistrement des sondages dans la base de données.

2. Base de données

L'inventaire des sols consiste à analyser la couverture pédologique pour en déterminer les différents types de sols présents ainsi que leur organisation spatiale.

La gestion de ces données pédologiques repose sur deux ensembles distincts :

- Un ensemble graphique, qui contient les données géographiques permettant la localisation spatiale des objets pédologiques.
- Un ensemble sémantique, décrivant les caractéristiques pédologiques des différents objets [INRA, Infosol, 2008].

Présentation de DoneSol

Préalablement à l'informatisation des données pédologiques, les équipes de l'INRA de Montpellier ont mis en place les fiches de terrain STIPA qui permettent une description ponctuelle des sols. Puis, suite à de nombreux travaux, l'INRA entreprend en 1987 de structurer l'information pédologique dans un socle commun qui prendra le nom de : « DoneSol ». Cet outil a été conçu en s'appuyant sur un Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR) et un SIG afin de gérer et de stocker toutes les informations liées aux cartes par un modèle commun de données pédologiques.

En 1993, DoneSol est retenu officiellement comme le support des données pédologiques dans le programme IGCS. Des améliorations successives ont ensuite abouti en 2001, à une nouvelle version appelée « DoneSol2 » ainsi qu'une interface de saisie : « DoneSol-PC », introduisant de nouvelles variables permettant de mieux décrire les UTS et leurs strates. Pour des raisons de simplicité, ce logiciel a été remplacé depuis 2006 par une interface web : « DoneSol-web » [INRA, Infosol, 2008].

L'inventaire des sols repose sur des observations ponctuelles de terrain (sondages à la tarière ou fosses pédologiques) complétées par la lecture du paysage. Ces observations permettent de caractériser des types de sols en étudiant la succession des horizons par profil et la répartition des profils dans l'espace.

La détermination d'un type de sol pour chaque profil permet ensuite de les réunir en UTS (*Figure n°8*). L'UTS représente une portion de la couverture pédologique qui possède des caractères diagnostiques d'une pédogenèse proche voire identique et qui offre en tout lieu de l'espace la même succession d'horizons, l'un ou l'autre de ces horizons pouvant être absent.

Une fois les UTS identifiées, on définit les UCS. Ce sont en réalité des pédopaysages pour lesquels les facteurs de la pédogenèse sont homogènes (morphologie, lithologie, climat et dans certains cas occupation du sol) [INRA, Infosol, 2008]. Selon l'échelle de restitution, ces plages cartographiques pourront contenir soit une seule UTS (pour des cartographies à grande échelle), on parlera alors d'unité pure, soit plusieurs UTS au quel cas les unités seront complexes.

Il est également possible de réunir les horizons des UTS en strates (*Figure n°8*). Elles regroupent donc les horizons ayant des critères communs et permettent la représentation surfacique de ces données ponctuelles, tout comme les UTS et UCS.

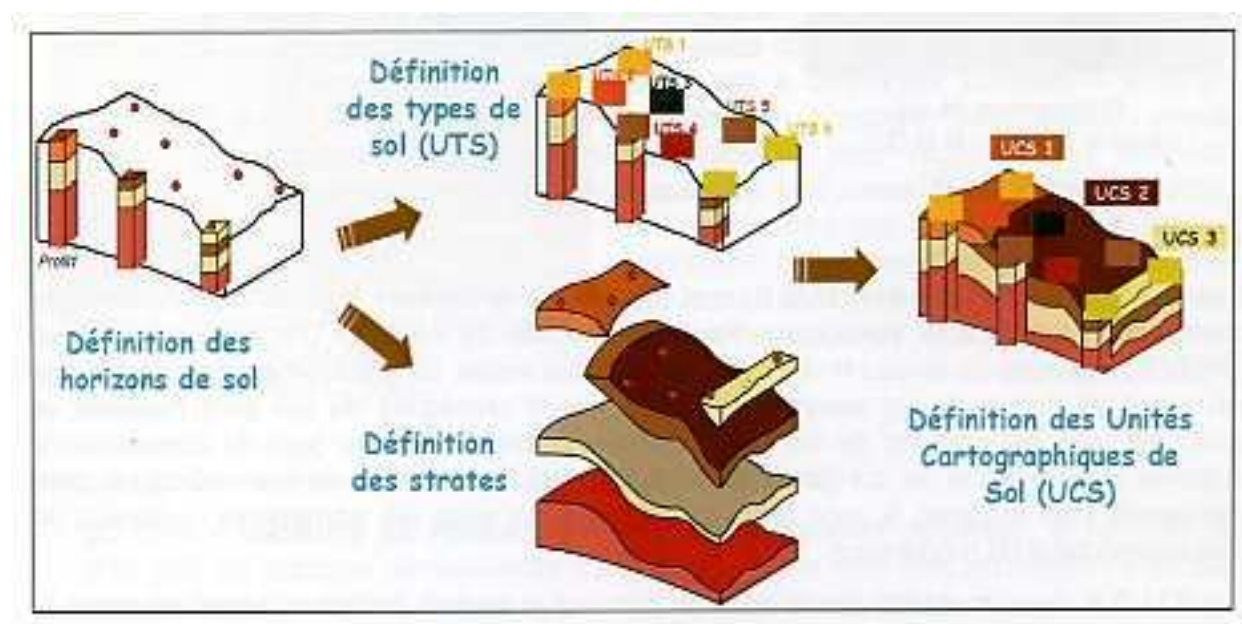


Figure n°8 : Schéma des différents éléments observés et analysés lors de la réalisation d'un inventaire des sols (source : INRA, Infosol, 2008)

Saisie des données

L'une des étapes qui suit l'acquisition d'informations sur le terrain est la saisie de ces données au sein de la base de données DoneSol. Cette saisie s'effectue par le biais d'une

interface web accessible sur le site du GIS Sol. On renseigne alors l'ensemble des informations se trouvant sur la fiche STIPA.

Il est aussi possible d'extraire les données d'une étude afin de réaliser des requêtes, des analyses statistiques ou de simples vérifications des informations.

Afin d'harmoniser la saisie des données (casse des caractères, orthographe de termes géologiques, etc.) au sein de l'équipe de travail, j'ai rédigé une méthodologie sur la saisie des données de terrain sur DoneSol (annexe n°6).

3. Réalisation de la minute

Réalisant une cartographie à moyenne échelle, le choix méthodologique s'est porté sur le regroupement en UTS de tous les sols possédant le même nom (définis grâce à la classification). C'est ensuite pour la création des UCS qu'une interprétation des caractères pédologiques et de la topographie va s'avérer obligatoire.

Utilisation des données

Suite à l'extraction des données se rapportant à notre étude, des requêtes ont été réalisées dans le but de sélectionner les informations les plus pertinentes en vue du dessin de la minute de terrain.

En effet, il est indispensable de consulter les informations contenues dans chaque profil (ou sondage) afin de pouvoir regrouper ces profils dans des UCS. Cependant, il faut cibler les recherches pour n'utiliser que des critères pédologiques pertinents et primordiaux pour la réalisation de la carte des sols.

Sur la vingtaine de paramètres présents sur une fiche STIPA, seul six d'entre eux constitueront réellement les critères fondamentaux nécessaires aux regroupements :

- Le nom de sol
- Les formations géologiques
- L'hydromorphie
- La texture
- L'effervescence
- Et la présence d'éléments grossiers à moins de 80 cm de profondeur.

Après exécution des requêtes, on obtient des tables ne contenant que les informations désirées, pouvant être retraitées sous Excel et/ou sous ArcGis 9.2, en vue de la conception de cartes. Cette opération consiste à simplifier les renseignements contenus dans les horizons d'un même profil, afin que chaque profil possède des informations synthétisées des différents critères cités précédemment. On obtient ainsi une carte (*Figure n°9*) mettant en avant les caractéristiques pédologiques voulues dans le but de regrouper plus facilement un ensemble de profils (sondages) en UCS.

Les informations nécessaires sont représentées soit par des symboles colorés, soit par des étiquettes. Pour le dessin de la minute, il est plus simple d'afficher les noms de sols sous forme d'étiquettes et les principales caractéristiques physico-chimiques sous forme de symboles [Gilles, 2007].

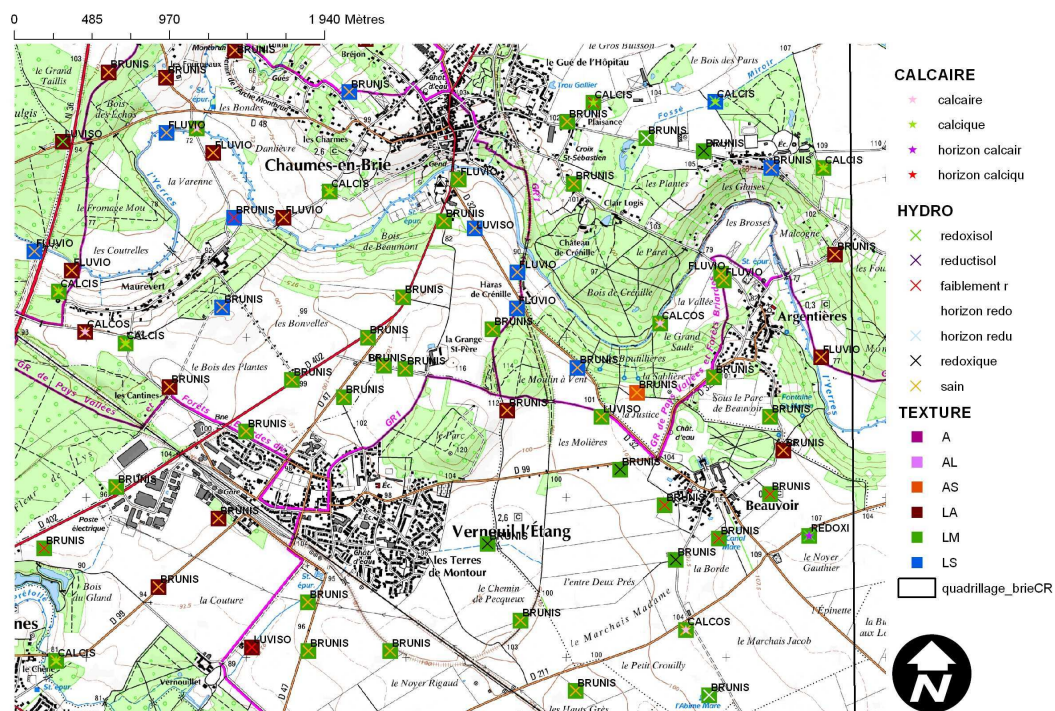
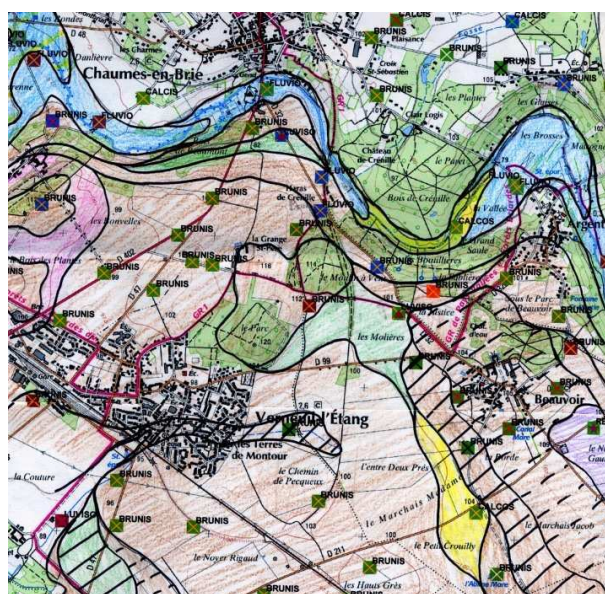


Figure n°9 : Extrait de carte thématique utilisée pour le dessin de la minute

Dessin de la minute, regroupement en UCS

A échelle moyenne, le rattachement des sols à une UCS est dit simple s'il y a seulement un taxon de la classification de référence pouvant convenir (dans notre cas, le taxon correspond aux UTS). Il est double ou multiple s'il y a deux ou plusieurs taxons [Legros, 1996].

Cette carte (*Figure n°9*) est ensuite interprétée par le pédologue cartographe, tentant de regrouper les différents sols suivant leurs caractéristiques communes mais aussi par rapport à la topographie. Il en résulte une carte interprétée manuellement (*Figure n°10*). De manière générale, les UCS sont délimitées principalement par le nom de sol, la texture et l'hydromorphie mais aussi suivant la topographie ou les critères secondaires, les limites pouvant inclure des sols n'ayant pas tout à fait les mêmes caractéristiques. On obtient alors des UCS complexes, même si la majorité d'entre elles sont simples.



Légende :

Brunisols : marron

Calcosols : jaune

Calcisols : rose

Rédoxisols : violet

Fluviosols : bleu

Sols rédoxiques : hachures obliques pleines

Sols faiblement rédoxiques : hachures
obliques pointillées

Nord : ↑

Figure n°10 : Extrait de la minute de terrain sur fond de carte IGN au 1/25 000 (approximativement le même secteur que la figure n°9)

Pour la cartographie de Brie-Comte-Robert, nous en sommes encore à la réalisation de la minute, je n'ai pas encore effectué les étapes suivantes mais il me semble important de les décrire tout de même succinctement.

4. Réalisation des fosses pédologiques

Afin de vérifier et de décrire de manière plus détaillée chaque UCS, une petite centaine de fosses pédologiques vont être réalisées à divers endroits de la carte. Il en faut au minimum une par UCS mais suivant la topographie, plusieurs pourraient être nécessaire dans une seule UCS. Malheureusement, cette densité théorique n'est pas toujours réalisable car la Seine-et-Marne étant une région fortement agricole, les agriculteurs ne sont pas tous prêts à accepter que des cartographes fassent des fosses d'un à deux mètres dans leurs champs.

Ayant des séries de fosses à réaliser, l'excavation s'effectue à l'aide d'une pelle mécanique et la profondeur pourra être ainsi plus importante qu'une fosse creusée à la main. La description est un exercice long qui doit être traité avec rigueur, le nombre de paramètres étant nettement supérieur à ceux relevés lors d'un sondage avec une tarière.

On retrouve les paramètres de localisation et d'identification de la fosse mais on renseigne mieux les caractéristiques de l'environnement proche tel que l'hydrologie ainsi que les antécédents climatiques, la géomorphologie, la végétation et le travail du sol, l'érosion et la battance. De même, les matériaux parentaux (géologie) sont mieux décrits car ils sont souvent atteints. On peut ainsi déterminer leur taux d'altération, la présence ou non de litage, la résistance du matériau et sa désagrégation. Les paramètres descriptifs sont quant à eux beaucoup plus nombreux. On prend en compte les propriétés mécaniques de chaque horizon (plasticité, friabilité, compacité, etc.), on décrit les agrégats et on note les traces d'activités, la porosité, la présence de racines, de ciments et/ou de cristaux de sels. Enfin, on prend le temps de réaliser un schéma du profil ainsi qu'une photo.

Des échantillons sont prélevés au niveau de chaque horizon (deux par horizon) : l'un sera envoyé dans un laboratoire d'analyse de sols tandis que l'autre sera stocké au sein de la Chambre d'Agriculture. Un rapport d'analyse est présenté en annexe n°7. Il présente les analyses généralement demandées.

5. Vectorisation

Une fois la minute de terrain réalisée sur papier, les contours des UCS seront reportés sur un calque avec quelques croix de calage afin de pouvoir géoréférencer la feuille ultérieurement. Ne possédant pas le matériel adéquat, les calques sont scannés et vectorisés à la Chambre d'Agriculture de l'Yonne.

La vectorisation consiste à passer du mode raster au mode vecteur, c'est-à-dire à transformer les pixels d'une image scannée en formes géométriques de type linéaire, ponctuel ou surfacique [Magnier, 2006].

Les fichiers résultant de cette vectorisation sont appelés fichiers de forme ou shapefile, ils nécessiteront quelques corrections afin de bien fermer chaque polygone et d'effacer les entités inutiles. Ces corrections dépendent de la résolution du scanner.

Enfin, chaque polygone du shapefile devra être renseigné par le type de sol qu'il représente, le nom et le numéro de l'UCS ainsi que le numéro de ou des UTS qu'il contient, la surface et le périmètre qu'il couvre.

Il suffit ensuite de mettre les codes couleurs désirés pour les types de sols et l'hydromorphie, la légende, la flèche du Nord, l'échelle et le titre. La carte est alors finalisée.

6. Rédaction de la notice

La notice décrit tout d'abord les objectifs, la méthode utilisée, les conditions de réalisation et la description du milieu (climat, géologie, occupation des sols). Ensuite, une deuxième partie présente et décrit les UCS. Elles peuvent être illustrées par un profil de référence en présentant sa description, une photo et ses analyses. Dans une troisième partie, on peut parfois trouver une interprétation de la carte si celle-ci avait un objectif d'application concret.

IV. Résultats

A. Carte thématique

L'application de la carte des sols peut donner lieu à de nombreuses cartes thématiques qui ne prennent en compte que certains critères.

1. Application et objectifs

J'ai dû, pour un comité de pilotage de la carte des sols, réaliser une carte thématique en rapport avec l'aménagement du territoire. Pour cela, j'ai effectué quelques recherches d'applications possibles : un zonage pour les épandages de boues ou les assainissements non collectifs, pour l'implantation d'éoliennes ou pour déterminer l'aptitude des sols à empêcher l'infiltration d'intrants autour de forages AEP (Adduction en Eau Potable) afin de réduire le périmètre de protection. C'est au final une carte mettant en rapport les zones humides et les types de sols qui a été choisie, suite au projet d'Arrêté en cours sur la définition et la

délimitation des zones humides. D'après celui-ci, les zones humides sont définies par deux critères :

- Des types de sols spécifiques, mentionnés en annexe 1.1 de l'Arrêté.

- Et des communautés végétales ou des espèces typiques de zones humides, qui seront listées en annexe 2.2 de ce même Arrêté.

Cet Arrêté a depuis été publié au Journal Officiel (le 9 juillet 2008). Ne pouvant l'insérer dans les annexes (il fait 69 pages) voici l'adresse Internet sur laquelle vous pourrez le consulter :

http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JPDF0907200800000007

2. Données sources

Utilisant comme base la cartographie des zones à dominantes humides [Agence de l'eau Seine-Normandie, 2006] et la carte pédologique de Nangis [Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, 2007], j'ai recoupé les informations sur le logiciel ArcGis 9.2 afin de voir s'il existait une bonne corrélation entre ces données.

3. Méthode

La cartographie des zones à dominante humide que j'ai récupéré auprès de l'Agence de l'eau Seine-Normandie possédait une extension trop vaste par rapport à ma zone d'étude. J'ai dû tout d'abord réduire l'étendue de cette couche afin qu'elle corresponde à la carte des sols de Nangis. Pour cela, j'ai utilisé une fonction du gestionnaire d'outils Arctool box : Outils d'analyse→Extraire→Découpage, la classe d'entités d'entrée étant la cartographie des zones humides et celle de découpage étant les limites de la carte des sols. Le résultat donne donc les zones à dominante humide se trouvant sur la carte des sols de Nangis (*Figure n°11*).

Ensuite, j'ai effectué le même type de manipulation afin d'obtenir une couche présentant les types de sols dans les zones à dominante humide. La classe d'entités d'entrée était alors la carte des sols découpée par rapport aux zones humides présentes. J'ai donc pu exporter la table attributaire de cette couche pour pouvoir l'analyser sous Excel.

Il a suffi ensuite d'additionner les surfaces des types de sols suivant leur appartenance ou non aux sols spécifiques de zones humides.

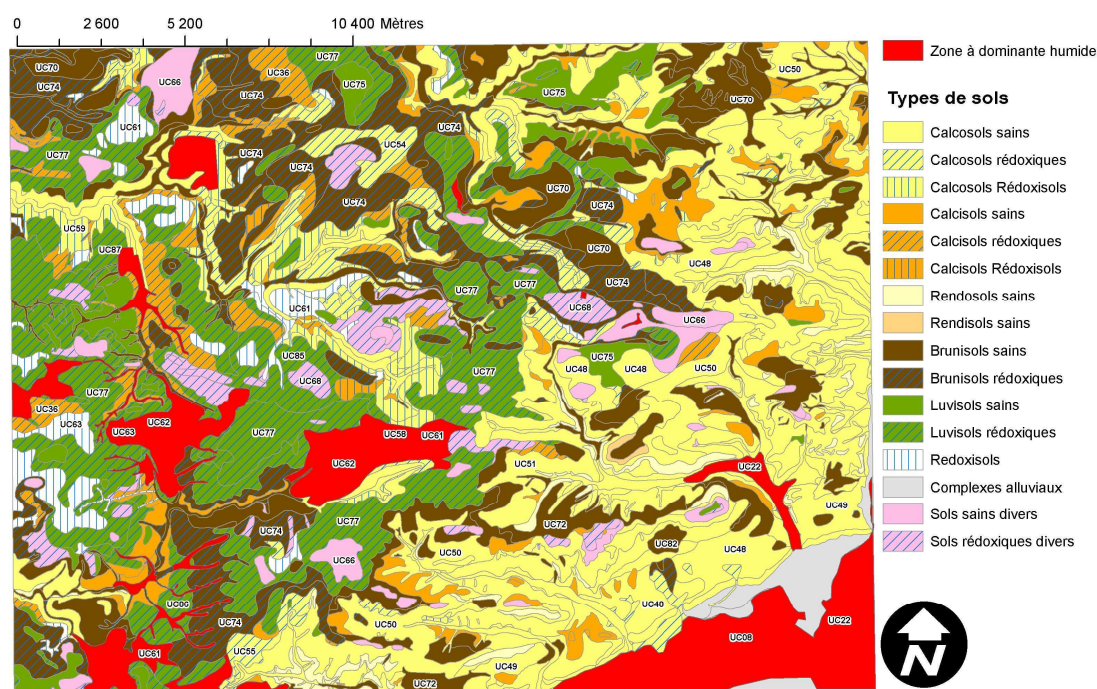


Figure n°11 : Représentation des zones à dominante humide sur la carte des sols de Nangis

4. Résultats

Il en résulte un graphique (*Figure n°12*) qui montre nettement la bonne corrélation (84 %) entre les sols typiques de zones humides et les zones à dominante humide. La majorité de ces zones se trouvait en milieu forestier ou dans des endroits peu exploités par l'homme. On peut donc lancer l'hypothèse que le milieu agricole n'exploitait pas ces terres car l'excès d'eau aurait impliqué des travaux coûteux afin de rendre ces parcelles cultivables.

En conclusion, on peut dire que selon le décret, la partie « sol » conditionne pour moitié une zone humide et la carte des sols permet un affinage des limites des zones humides. Cela peut donc entraîner une économie de temps pour la détermination des zones humides.

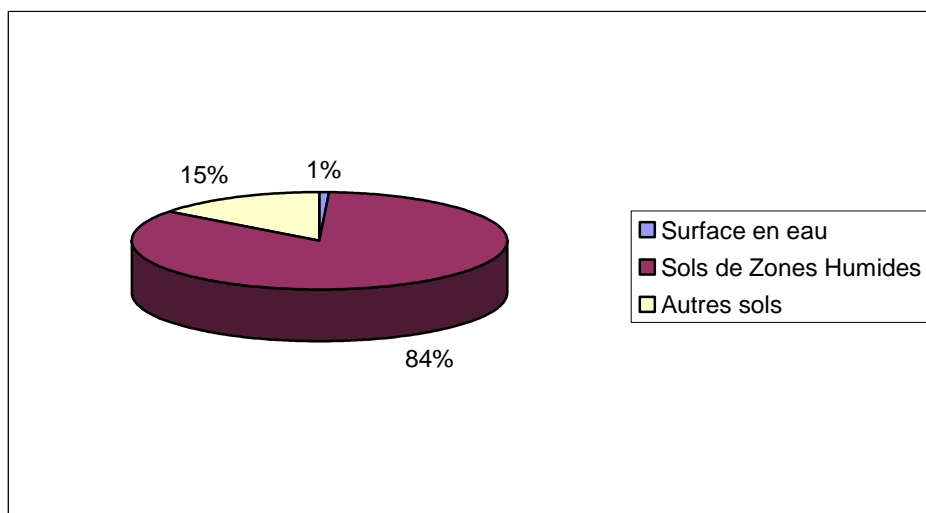


Figure n°12 : Répartition des différents sols dans les zones à dominante humide

Un grand nombre de cartes thématiques peut être réalisé, la majorité ayant tout de même des applications agronomiques (réserve utile, classification agronomique et comportementale des sols, etc.). Les outils de SIG étant en plein essor et les problèmes liés aux sols devenant une préoccupation importante en politique, on peut penser que les applications des cartes des sols vont tendre à se développer de plus en plus.

B. Distribution des sols dans l'espace

Ne possédant pas le Modèle Numérique de Terrain (MNT) du secteur et la minute de terrain n'étant pas encore scannée, très peu de données numériques seront fournies. L'analyse consistera plus en une interprétation globale qu'en une réelle analyse scientifique dans le but d'établir un Modèle d'Organisation des Sols (MOS).

Comme il a été défini dans la partie III. C. 1., la carte de Brie-Comte-Robert présente deux grands ensembles de pédopaysages :

- Les grands plateaux de Brie développés sur les Limons des plateaux ou sur la Formation de Brie.
- Et les petites vallées à faibles pentes, développées sur la succession de couches géologiques affleurantes.

On trouve une assez grande homogénéité des sols sur la carte de Brie-Comte-Robert. Comme le montre la *figure n°13*, il y a un grand nombre de Brunisols (655 pour 1148 sondages)

par rapport aux autres types de sols. Ce graphique permet aussi d'indiquer que nous nous situons dans une région calcaire car les Calcosols et les Calcisols représentent 30 % des sols (339 sondages). Les données utilisées ici proviennent des sondages réalisés par la Chambre d'Agriculture 77. Or, les sondages en milieu forestier (fournis par l'IFN) indiquent souvent des Rédoxisols qui ne sont pas très représentés sur la *figure n°13*, mais ils auront tout de même une extension assez vaste sur la carte du fait de la présence de nombreuses zones forestières.

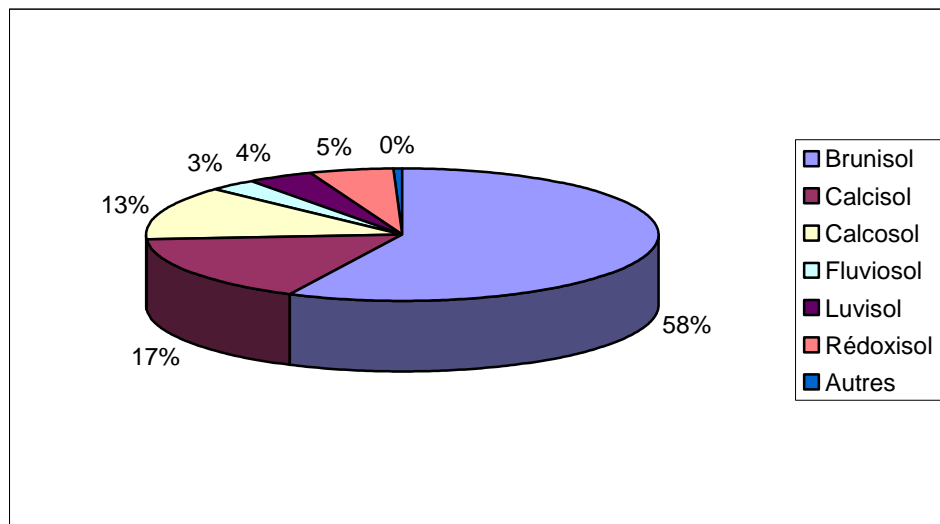


Figure n°13 : Représentation du nombre de sondages (en pourcent) en fonction de leur nom

On remarque en analysant la carte géologique et la minute de terrain que les sols calcaires ou calciques se développent approximativement aux endroits où affleure la Formation de Brie ou les formations calcaires sous-jacentes au niveau des vallées. Les Limons des plateaux recouvrent l'ensemble des couches géologiques d'une plus ou moins grande épaisseur, ce qui induit une grande majorité de sols limoneux en surface.

1. Les grands plateaux de Brie

Pédogenèse ancienne

Le Calcaire de Brie s'est déposé au cours du Stampien inférieur (Oligocène) dans un système surtout lacustre car il renferme une faune fossilifère d'eau douce. Les Sables et Grès de Fontainebleau se sont ensuite faiblement déposés lors du Stampien moyen et supérieur en milieu marin peu profond.

Sur la notice de la carte géologique de Brie-Comte-Robert, on passe directement du Stampien supérieur aux formations quaternaires, ce qui crée une discordance de presque 20 millions d'années. Des informations sur la meulière et sur l'argile à meulière qui constituent le sommet de la Formation de Brie peuvent alors être précieuses : « *La meulièrementisation semble due à une silicification superficielle d'origine climatique (climat subdésertique [Riedel & Franc de Ferrière, 1951]), liée à l'altération d'une couverture siliceuse constituée surtout par le colluvionnement des Sables de Fontainebleau. L'âge de leur formation est difficile à préciser ; ces meulières paraissent liées à la vieille surface pliocène qui constitue maintenant les plateaux de Brie et de Bière.* » [Labourguigne & Turland, 1974]. De plus, lors de la réalisation de la carte géologique de Melun, un échantillon d'argile à meulière prélevé à Blandy (situé à environ 5 km de la limite Sud de la carte pédologique de Brie-Comte-Robert) a subi une analyse diffractométrique aux rayons X. Elle a mis en évidence, en ce qui concerne la fraction argileuse, la présence, en proportion équivalente, de kaolinite et de montmorillonite [Labourguigne & Turland, 1974].

Ces informations permettent de conclure que la formation de meulière et d'argile à meulière s'est déroulée sous un climat chaud voire très chaud. La présence de kaolinite signifie une totale décarbonatation de l'argile à meulière. Cela peut donc expliquer le faible taux de sols calcaires sur le coupon de Brie-Comte-Robert. Les dépôts quaternaires des limons éoliens reposent sur une couche plus ou moins épaisse de matériaux totalement décarbonatés et impliquent la formation de Brunisols. Les quelques zones de plateaux présentant des Calcosols et des Calcisols sont des zones d'érosion plus importante qui ont permis au Calcaire de Brie d'affleurer sans la présence de meulière ou d'argile à meulière sus-jacent.

Pédogenèse de surface

On trouve dans ce secteur trois types de limons différents, les termes vernaculaires les désignant explicitent bien leurs natures. Les premiers de ces limons, les *limons anciens*, apparaissent actuellement sous l'aspect de limons totalement décalcifiés, souvent lessivés en surface. Leur horizon inférieur est fortement enrichi non seulement en argile, mais aussi en oxyde de fer qui s'y trouve sous forme de concrétions ferromanganiques noires et assez dures. Ces limons anciens, argileux et assez peu épais en général, reposent directement sur la meulière ou sur l'argile à meulière ; ils sont souvent gorgés d'eau durant tout l'hiver et une partie du printemps, ce qui entraîne un grand nombre de taches d'hydromorphie. Ils présentent

donc un aspect bariolé d'ocre rouge et de blanc verdâtre, qui leur a valu fréquemment le nom de *limons panachés* [Riedel & Franc de Ferrière, 1951]. Ils se situent sur les parties les plus hautes du secteur, à des altitudes dépassant souvent 100 mètres (Est de la carte), généralement à des endroits où la Formation de Brie affleure. On peut ici imputer au relief l'érosion des couches sus-jacentes. Ce sont ces limons qui couvrent en grande partie les sols de la Brie boisée (Nord et Nord-Est de la carte), mêlés à des fragments de meulière. Cette région naturelle est un plateau sans dénivellation ni thalwegs pour fournir un bon écoulement des eaux où l'hydromorphie est importante et la présence de Rédoxisols légitime. C'est pourquoi la zone est restée fortement boisée et que l'agriculture ne s'y est pas développée comme dans le reste de la Brie.

Le deuxième type de limons, les *limons moyens*, recouvrent généralement les limons anciens et sont souvent remaniés sur les pentes. Ils ont subi un lessivage important en argile, ce qui les rend extrêmement battants et leurs confèrent une teinte beige ou brun très clair. Ils sont alors connus sous le nom de *limons blancs* et appelés Brunisols limoneux par la classification du Référentiel Pédologique 1995. Cette formation souvent épaisse provient en partie du remaniement colluvial superficiel des limons plus anciens occupant la surface des plateaux voisins. Lorsque les pentes sont suffisantes, on trouve des sols moins épais et pédologiquement moins évolués qui subissent un rajeunissement permanent. Ils sont néanmoins enrichi en oxyde de fer issu du lessivage des horizons en amont et présentent de petites concrétions ferromanganiques (de l'ordre du millimètre) noires et moins dures que celles des limons anciens. Ils sont souvent plus brun-beige que les limons blancs et portent le nom de *limons doux à points noirs* [Riedel & Franc de Ferrière, 1951]. On trouve généralement les limons blancs épais sur la surface des plateaux et les limons doux à points noirs au niveau de petites vallées sèches ou de rus temporaires. Ces limons moyens représentent les Brunisols et Brunisols faiblement rédoxiques, qui couvrent une grande partie de la carte des sols même s'ils sont plus souvent rencontrés sur une grande moitié Est du coupon. Ces sols possèdent une réserve utile assez importante de part leur épaisseur mais sont faiblement pourvu en éléments nutritifs disponible pour les végétaux à cause du lessivage important qu'ils ont subi.

Les *limons récents* se distinguent des précédents par une évolution beaucoup moins avancée. Leur horizon supérieur se trouve en général partiellement lessivé en argile et décalcifié. Ils sont assez uniformément teintés de brun ce qui leur fait attribuer le nom de

limons bruns. Ils reposent sur un horizon inférieur plus argileux, plus rouge, auquel sa fréquente exploitation industrielle a fait donner le nom de *terres à briques*. On observe parfois, à la base de la terre à brique, quelques restes du limon éolien originel, jaune et calcaire [Riedel & Franc de Ferrière, 1951]. Ils occupent la partie la plus déprimée du plateau briard (Ouest de la carte) sur les quelques plateaux subissant une urbanisation importante. Ces sols étant peu lessivés et très épais, ils constituent les meilleures terres cultivables de la Brie française car ils possèdent une réserve utile assez conséquente, couplée à la richesse en nutriments facilement disponible et à une faible hydromorphie. Ce sont eux qui composent les Brunisols sains autour de Brie-Comte-Robert et les Calcosols et Calcisols que l'on rencontre dans la zone Sud-Ouest de la carte du fait de l'affleurement de la Formation de Brie.

Une grande partie de ces limons a subi des phénomènes d'éluviation importants, mais la plupart d'entre eux ont été classifiés sous le terme de Brunisol car l'épaisseur de ces formations n'a pas permis d'atteindre d'horizon BT (horizon d'accumulation). De plus, le lessivage des argiles ayant débuté il y a environ 10 000 ans (période post-würmienne) [Duchaufour, 1997], les sols sont décolorés mais ne présentent plus ou peu de traces d'éluviation actuelle (insuffisante pour déterminer un Planosol).

La formation de Calcosols et de Calcisols est due à l'influence du substrat géologique qui se décarbonate progressivement sous l'action de l'eau d'infiltration.

Les facteurs de la pédogenèse ayant influencés les sols des grands plateaux de Brie sont donc : la géologie, le temps, le climat (importance des apports hydriques pour le lessivage) et légèrement le relief.

2. Les petites vallées à faibles pentes

Expliquer la pédogenèse au niveau des vallées n'est pas une chose aisée car il ne semble pas y avoir une réelle stratégie de disposition des sols et la variabilité est assez importante sur de faibles distances.

D'un point de vue géologique, la présence de Limons des plateaux s'arrête en haut des versants la Formation de Brie affleure sur 100 à 500 mètres suivant les endroits. On trouve ensuite les Marnes vertes et les Marnes supra-gypseuses qui s'étendent sur environ 250 mètres avant d'atteindre les Alluvions anciennes et modernes qui s'étalent dans une vallée large d'environ 250 mètres (pour l'Yerres, beaucoup plus réduit pour les vallées secondaires). On

trouve sur la moitié Ouest de la carte et seulement en fond de la vallée de l'Yerres, la présence de Calcaire de Champigny.

Au niveau des sols, les Brunisols des plateaux s'étendent jusque dans la partie haute des versants pour laisser place ensuite à des Calcisols issus du brassage entre les sols limoneux soliflués et la formation de sols calcaires sur la Formation de Brie affleurante. On trouve parfois la présence de Calcosols en bas de pente, aux endroits où le Calcaire de Champigny apparaît avant d'atteindre des Fluviosols développés sur des alluvions souvent carbonatées déterminées par les apports de l'amont. Cette succession n'est toutefois pas toujours respectée. Au niveau de Chaumes-en-Brie (partie Est de la carte), des Brunisols plus sableux (présence de buttes de Sables de Fontainebleau) s'étalent jusqu'au fond des vallées, l'affleurement des marnes étant à cet endroit trop faible pour avoir une influence primordiale sur la pédogenèse. L'apparition de Calcisols en milieu de pente devient progressivement récurrente à partir d'Ouzouer-les-Voulgis et celle plus ou moins épars des Calcosols à partir de Soignolles-en-Brie, en rapport avec les affleurements de Calcaire de Champigny.

Tous les sondages effectués dans les versants possédaient une charge cailloutique élevée, majoritairement composée de meulière. On ne trouvait la présence de cailloux calcaires que dans les fonds de vallons. Ce décalage par rapport à la géologie montre bien le phénomène de solifluxion qui agit au niveau des pentes. Il en va de même avec la présence de Calcisols se trouvant sur des formations carbonatées. L'effet de pente entraîne un apport de matériaux non carbonatés du haut des versants ne permettant pas le développement d'un Calcosol typique.

Pour ces sols de versants à faibles pentes, c'est le relief (effet de pente, solifluxion) qui influence fortement la pédogenèse. Vient ensuite la géologie et le climat (érosion induisant le perpétuel rajeunissement des sols).

3. Toposéquence et coupe pédologique

Une toposéquence type est tout d'abord présentée (*Figure n°14*), elle montre bien les différents sols de versants et leur succession. Puis une coupe pédologique synthétisant l'interprétation de la distribution des sols sur le coupon a été réalisée (*Figure n°15*). L'échelle

et l'épaisseur des couches ne sont pas respectées, la partie gauche représentant l'Est du coupon et la partie droite l'Ouest.

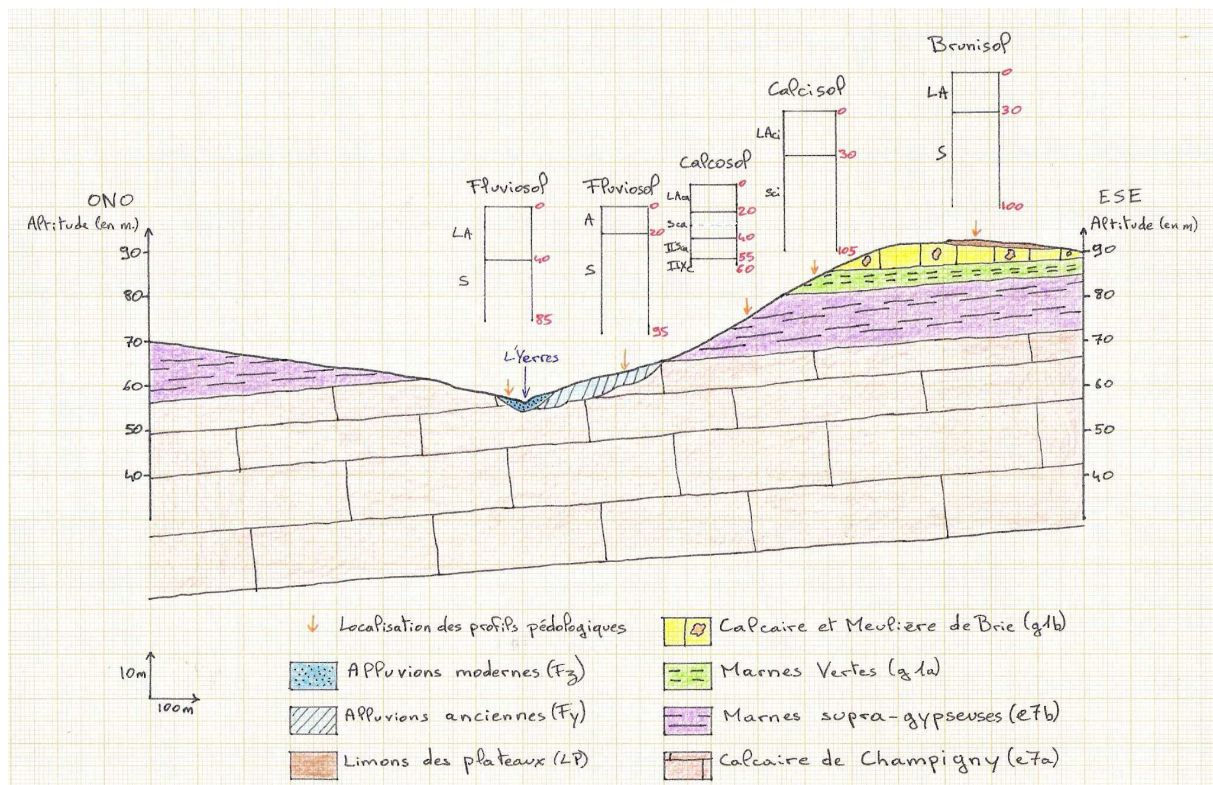


Figure n°14 : Transect pédo-géologique en travers de la vallée de l'Yerres, sur la commune de Suisnes

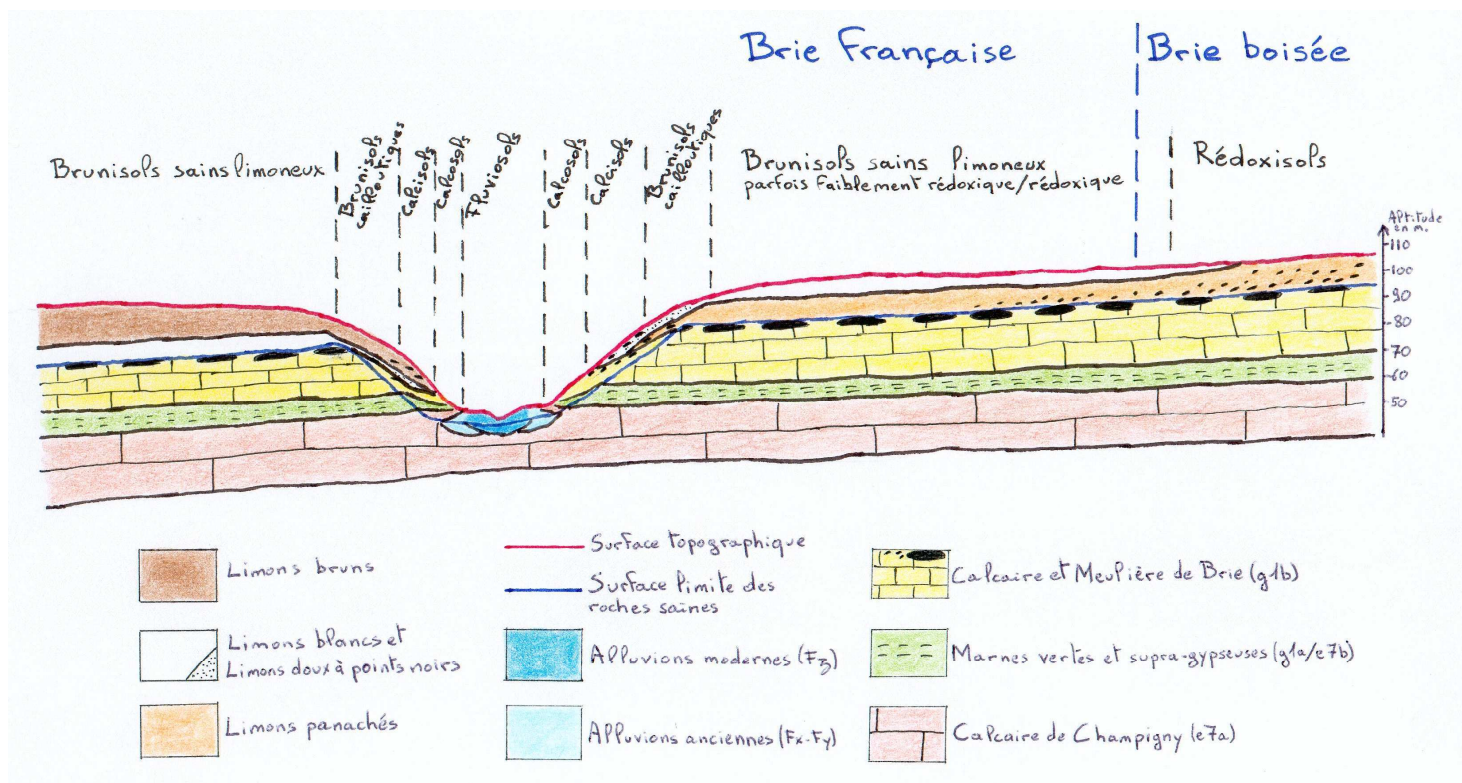


Figure n°15 : Coupe pédologique synthétique du plateau briard au niveau du coupon de Brie-Comte-Robert

V. Discussion

A. Limites de la carte des sols et de son utilisation

1. Choix de la méthode

Nous avons vu dans la partie III. B., les 3 grandes méthodes cartographiques existantes. Nous allons maintenant voir les avantages et les inconvénients de chacune d'entre elles et pourquoi le choix de la Chambre d'Agriculture s'est porté sur la cartographie raisonnée. On peut noter la présence de deux autres méthodes de cartographie : la morphopédologie et la phyto-écologie. Ce sont des techniques très particulières, la première définissant les types de sols par rapport aux différentes formes du relief, la seconde utilisant le « rôle indicateur » de la végétation pour déterminer les types de sols. Elles ne peuvent s'appliquer dans notre cas (trop spécialisées) et nécessitent une connaissance élevée des phénomènes de pédogenèse en fonction du relief ou de la botanique.

La cartographie par sections possède une stratégie d'échantillonnage simple et applicable par tous. Elle est adaptée à la cartographie à grande échelle et est pratique lorsque les limites pédologiques ne semblent pas évidentes. De plus, cette disposition des sondages permet d'effectuer des traitements statistiques et des simulations à l'aide de logiciel de SIG. Il subsiste toutefois un certain nombre d'inconvénients liés à cette méthode. Tout d'abord, la définition des UCS n'est pas en relation avec la topographie mais dépend uniquement des différences de caractéristiques entre les sols. La limite se trouvera alors à équidistance entre les deux points de sondages. Ensuite, le positionnement régulier des points de prélèvements est souvent impossible sur le terrain. Le déplacement ou l'annulation de ces sondages remet en question le caractère homogène de la grille et l'interprétation devient alors plus complexe. De plus, un certain nombre de sondages peuvent ne pas être représentatifs de leur environnement immédiat. Ce type de cartographie nécessite donc un grand nombre de points d'observations, ce qui la rend longue et coûteuse [Legros, 1996]. Elle n'a donc pas été retenue pour réaliser la carte de Brie-Comte-Robert.

La cartographie géostatistique nécessite tout d'abord un matériel informatique performant et une connaissance très développée des différentes techniques et de leurs

paramètres. Elle semble utile pour l'étude d'un paramètre en particulier mais devient moins précise lorsque le nombre de critères est trop important. Cette méthode émet aussi l'hypothèse d'une certaine continuité de la variable étudiée ce qui n'est pas toujours le cas avec les sols, qui présentent parfois des changements brutaux de compositions. L'avantage est qu'elle nécessite un nombre moins important de sondages mais ne prendra pas en compte toutes les caractéristiques du terrain. La géostatistique est un outil utile en voie de développement dans notre discipline et possède une application intéressante pour l'établissement de cartes thématiques. Elle reste tout de même limitée pour la conception d'une carte des sols [Legros, 1996].

La cartographie raisonnée est la méthode la plus employée. Elle accorde une certaine liberté aux pédologues pour la création de la carte. Un grand nombre de sondages sont nécessaires mais leurs emplacements sont définis par rapport aux caractéristiques du terrain et peuvent s'adapter aux contraintes de celui-ci. Le problème majeur est le biais que cette stratégie d'échantillonnage peut engendrer. Dans notre cas par exemple, ne pouvant effectuer des sondages sous forêt, les résultats présentés sur la *figure n°13* ne prennent pas en compte ces zones alors qu'elles représentent une partie importante de notre carte. L'interprétation et le regroupement des UCS s'effectuent de manière raisonnée en fonction des différents critères et, suivant les endroits, peuvent en privilégier un au détriment d'un autre suivant l'importance qu'on lui confère (exemple : influence plus importante de la topographie que de la géologie au niveau de certains versants). On peut tout de même remarquer une sorte de paradoxe dans la démarche car la caractérisation fine des sols suit leur délimitation au lieu de la précéder. Cette méthode se démarque des autres par son faible coût et sa représentation plus en rapport avec l'ensemble des caractéristiques du terrain [Legros, 1996]. Elle semble bien adaptée à notre échelle d'étude et permet une meilleure compréhension personnelle des facteurs et phénomènes de pédogenèse.

2. Résolution de la carte, densité de sondages et échelle virtuelle

Comme nous l'avons vu précédemment, la densité souhaitée est d'un sondage par cm^2 de carte, ce qui correspond à un sondage pour 25 hectares, ou encore un sondage tous les 500 mètres [Vink, 1963 in Vasseur, 2005].

Cependant, selon Boulaine in Legros, 1996 : « En principe, on admet qu'il faudrait obtenir une observation par quart de cm² de carte, c'est-à-dire théoriquement :

$$\frac{Ob}{S(E)^2 10^8} = 4 \text{ soit } \frac{Ob}{S} = 4E^2 10^8$$

où Ob est le nombre d'observations

S est la surface sur le terrain (en hectares)

et E est l'échelle

En réalité, cette densité idéale est très forte et la **densité nécessaire** vaut seulement :

$$\frac{Ob}{S} = \frac{4}{K} E^2 10^8$$

K est l'**efficience pédologique** variant de 1 à 20 en fonction des facteurs suivants :

- documents accessoires disponibles : photos aériennes, cartes topographiques et géologiques...,
- équation personnelle du cartographe,
- lisibilité du paysage.

[...] En fait, même d'excellents cartographes hésitent à s'attribuer une efficience pédologique supérieure à 10. Quoi qu'il en soit, cette méthode est intéressante à divers points de vue :

- Elle montre le rôle considérable que peuvent jouer des facteurs difficiles à prendre en compte et le niveau d'approximation (de un à vingt fois).
- Elle permet de calculer le nombre d'observations à faire, en réalité :

$$Ob = \frac{4}{K} E^2 10^8 S$$

- Elle sert à comparer la densité réelle d'observation à la densité nécessaire et donc à définir le **degré d'analyse** du milieu (D^0A) :

$$D^0A = \frac{Ob / S}{4E^2 10^8 / K} = K \frac{Ob}{4E^2 10^8 S}$$

(le degré d'analyse est généralement un nombre plus petit que 1 et, à la limite, pourrait être égal à zéro).

- Enfin, on peut déduire de tout cela l'**échelle virtuelle**, c'est-à-dire l'échelle pour laquelle le degré d'analyse serait égal à 1. Les équations sont les suivantes :

$$D^{\circ} A = K \frac{Ob}{4Er^2 10^8 S}$$

$$1 = K \frac{Ob}{4Ev^2 10^8 S}$$

avec Er : échelle réelle

Ev : échelle virtuelle

D'où, après calcul :

$$Ev = Er (D^{\circ} A)^{1/2} \quad \gg$$

Dans notre cas,

$Ob = 1172$ sondages

$S = 27\,717,82$ ha (représente la zone réellement prospectée)

$Er = 1/50\,000$

Et nous utiliserons une valeur moyenne pour l'efficacité pédologique de 2,56 ; soit environ une observation pour 3/4 de cm^2 de carte ce qui semble très raisonnable [Legros, Communication personnelle] :

$K = 2,56$

Nous obtenons après calculs une densité nécessaire de 1732,36 sondages, un degré d'analyse de 0,676 et une échelle virtuelle d'environ 1/60 000.

Ces résultats indiquent que nous avons réalisé un nombre de sondages légèrement insuffisant pour une échelle de 1/50 000 et que leur densité correspondrait mieux à une carte d'échelle 1/60 000. Néanmoins, ces valeurs sont assez satisfaisantes car notre secteur d'étude étant une zone à relief peu marqué et ne présentant pas d'obstacles pour la vision verticale et horizontale, la lecture des pédopaysages peut se faire de manière assez aisée. Nous en concluons donc que la résolution de la carte des sols de Brie-Comte-Robert est bien adaptée.

3. Blocage sur le terrain

Lors de la campagne sur le terrain, nous avons rencontré quelques légers obstacles. Une grande partie était juste la présence de barrière à l'entrée de certains chemins, nous faisant perdre du temps pour trouver un autre lieu d'accès. Le développement de certaines zones urbaines nous a obligé à annuler quelques sondages.

La contrainte la plus importante a été la sécheresse des sols lors du mois de juillet. La réalisation de sondages était parfois impossible et certaines descriptions ont été faussées à cause de la pulvérulence engendrée. C'est pour cette raison que sur 1172 sondages réalisés, seulement 1148 se trouvent dans la base de données DoneSol.

4. Carte thématique

Les cartes thématiques proviennent des besoins de certains utilisateurs et dépendent des informations disponibles. C'est pourquoi lors de la description de sondages et de fosses, le pédologue se doit de renseigner au mieux les rubriques des fiches STIPA.

La carte présentée dans la partie IV. A. 3. (*Figure n°11*) est assez sommaire et met juste en relation 2 types différents de données. Elle présente néanmoins clairement la corrélation existant entre les sols et les zones humides. Les données sources sont fiables même si la cartographie des zones à dominante humide a été réalisée majoritairement par photo-interprétation. Les résultats présentés semblent assez corrects mais on peut tout de même modérer leur crédibilité car la carte des sols de Nangis possède de très grandes zones rédoxiques.

Cette carte thématique met en évidence l'importance de la réalisation de carte des sols pour des applications spécialisées telles que la délimitation de zones humides.

B. La base de données DoneSol

1. Son utilisation et ses applications

Une fois l'ensemble des sondages renseigné au sein de la base de données, des extractions peuvent être réalisées pour utiliser les différentes valeurs et contiennent des données ponctuelles (la description de chaque sondage et fosse) et/ou des données surfaciques

(les strates délimitées par le pédologue lors de l'interprétation). Son utilisation est assez simple et à la portée de tous après une prise en main de quelques jours. Un dictionnaire de données DoneSol a été créé afin de naviguer plus aisément dans les nombreuses tables la composant. Néanmoins, une formation peut s'avérer nécessaire pour l'utilisation de fonctionnalités plus avancées comme la formulation de requêtes thématiques (c'est-à-dire l'extraction de critères ciblés).

Ses domaines d'applications sont vastes car chaque information peut être extraite et traitée séparément. Par exemple, pour la création d'une carte d'infiltration/ruissellement, l'élément principalement utile sera la texture des sols mais la porosité des horizons, le phénomène de battance ou la présence d'une nappe perchée seront autant d'informations secondaires pouvant être prises en compte pour une meilleure délimitation des différentes zones.

2. Ses limites

L'inconvénient majeur est que, sans l'utilisation de fiches STIPA pour la description des sols, l'utilisateur aura alors du mal à faire correspondre son mode de description avec les codes utilisés par cette base de données.

Dans la même optique, l'utilisateur voulant se servir de renseignements contenus dans cette base de données se doit de connaître préalablement les critères et leurs dénominations particulières au sein de DoneSol. La codification des valeurs peut créer des problèmes lors de l'interprétation et une perte de temps importante pour la retranscription chiffrée ou nominative de chaque critère en termes concrets.

La consultation des données, même à titre d'information, n'est possible que sur celles nous appartenant. Par exemple, un bureau d'études voulant savoir si des sondages ont été effectués dans une zone précise ne peut pas interroger la base de données personnellement et est obligé de faire une requête à l'INRA pour avoir l'autorisation de les consulter. Bien sûr, cette pratique est en rapport avec la confidentialité des données mais ce phénomène de gestion centralisé par l'INRA implique un délai plus important pour l'acquisition d'informations.

C. Discussion sur la distribution spatiale des sols

Cette partie n'a pas été traitée avec la rigueur scientifique exigée pour ce type d'exercice. Ne possédant que peu d'informations et les outils SIG n'étant pas encore disponibles, cette distribution spatiale ne se base sur aucun document concret. Elle est le résultat de mon interprétation personnelle issue des données ponctuelles, de documents en lien avec les sols (carte géologique et topographique) ainsi que de la lecture du paysage lors de la campagne de terrain. Les fosses pédologiques n'étant pas encore réalisées, il est difficile de déterminer l'ensemble des phénomènes de pédogenèse ayant lieu dans les sols.

Je pense toutefois avoir traité cette étude avec sérieux, mettant en relation toutes les informations à ma disposition. Tentant de comprendre l'origine des variations des types de sols, j'ai essayé de retranscrire au mieux les hypothèses qui me semblaient justes et ainsi déterminer les principaux facteurs de la pédogenèse. On remarque d'ailleurs que la tectonique n'a aucune influence sur la pédologie dans ce secteur, elle a bien sûr touché les couches géologiques (*Figure n°5*) mais ne semble pas agir sur la formation des sols, ou alors de manière très indirecte.

VI. Conclusion

Nous avons montré combien la prise de conscience concernant l'exploitation des données sur le sol était importante. C'est une ressource non renouvelable à l'échelle humaine qui assure les productions agricoles et forestières ainsi que le stockage et l'épuration des eaux. Sa préservation est essentielle et devrait être une priorité pour conserver le patrimoine naturel des générations futures.

Devant le manque de données, plusieurs programmes d'acquisition de l'information et de cartographie ont été mis en place. Tout d'abord au niveau européen via le programme ENVASSO puis relayé au niveau national par l'INRA et les pouvoirs publics. La Chambre d'Agriculture contribue à l'obtention de ces données pédologiques et à leur cartographie pour le département de Seine-et-Marne.

Jusqu'à aujourd'hui, les références existantes dans ce département ne correspondaient plus aux besoins actuels puisqu'elles ne concernaient que des secteurs restreints à l'échelle de l'exploitation agricole ou au contraire, étaient réalisées à des échelles trop petites (1/250 000, 1/100 000).

Les principaux objectifs de cette étude consistent :

- A pallier au manque d'information à une échelle adaptée
- A cerner les modalités de formation des sols et leurs distributions spatiales
- A mettre en forme les données collectées en vue de leur diffusion à des partenaires ou leur utilisation pour répondre aux problématiques agronomiques et environnementales

L'acquisition de données par la réalisation de sondages et leurs saisies au sein de la base DoneSol ont contribué à la réalisation du coupon de Brie-Comte-Robert, qui devrait être finalisé au cours des six prochains mois.

La valorisation des données par le biais de cartes thématiques va permettre à de nombreux corps de métier de disposer d'éléments nouveaux pour la gestion de leur travail. De plus, cette avancée dans la récolte d'informations sur la donnée sol est en concordance avec les nouvelles politiques environnementales comme la directive cadre sur l'eau, le programme Natura 2000 et, dans une plus large mesure, une avancée entrant dans le 6^{ème} Programme Communautaire d'Action pour l'Environnement sur la période 2001-2010.

Bibliographie

AFES, 1995. *Référentiel pédologique*. INRA éditions, Paris, 332p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2006. *La cartographie des zones à dominante humide*. AESN, Nanterre.

Baize D., Jabiol B., 1995. *Guide pour la description des sols*. INRA éditions, Paris, 375p.

Duchaufour P., 1997. *Abrégé de pédologie*. 5^{ème} édition, Masson, Paris, 291p.

Gilles L., 2007. *Elaboration d'une carte pédologique : la carte des sols de Melun au 50000^{ème}*. Mémoire de 2^{ème} année de Master Sciences et Technologie Mention Sciences Appliquées à l'Ingénierie de l'Aménagement, Université de Savoie Chambéry, 43p.

Horemans P., 1984. *Carte pédologique de Paris au 1/250 000 et notice*. Feuille **NM 31-11**, INRA, Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France, Olivet, 202 p.

IAURIF, 1999. *Evolumos*. Modifié par Esterbet M., Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, Pôle Espace et Aménagement, 2004

INRA Infosol, 2008. *DoneSol version 2.0, Dictionnaire de données*, INRA, Orléans, 336p.

INRA Orléans, 2008. *Formation « Utilisation de la base de données DoneSol »*.

Labourguigne J., Turland M., 1974. *Carte géologique à 1/50 000 et notice de Melun*. Feuille XXIV-16, BRGM, Service géologique national.

Legifrance. *Arrêté du 24 juin 2008 relatif à la précision des critères de définition des zones humides et à leur délimitation en application des articles L214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.*

http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JPDF0907700800000007

Legros J-P., 1996. *Cartographies des sols, De l'analyse spatiale à la gestion des territoires.* Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 321p.

Lozet J., Mathieu C., 1997. *Dictionnaire de Science du Sol.* 3^{ème} édition revue et augmentée, Lavoisier Technique et Documentation, 488p.

Magnier A., 2006. *Le SIG : un outil au service de la cartographie des sols.* Mémoire de 2^{ème} année de Master Géosciences de surface / subsurface et géomatique, Université d'Orléans, 37p.

Météo France, 2000. *Données météorologiques moyennes par décades de l'Aérodrome de Melun-Villaroche de 1971 à 2000.*

Riedel C-E., Franc de Ferrière J., 1951. *Les sols et les climats de la Brie.* Chez les auteurs Melun, 232p.

Roque J., 2003. *Référentiel Régional Pédologique de l'Ile-de-France à 1/250 000, Régions naturelles, pédopaysages et sols.* INRA, Paris, 244p.

SIG Pôle Agronomie et Environnement Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, 2007. *Carte des sols de Nangis (Seine et Marne).*

Soyer R., Goguel J., 1963. *Carte géologique à 1/50 000 et notice de Brie-Comte-Robert.* Feuille XXIV-15, Ministère de l'industrie, Service de la Carte Géologique de France.

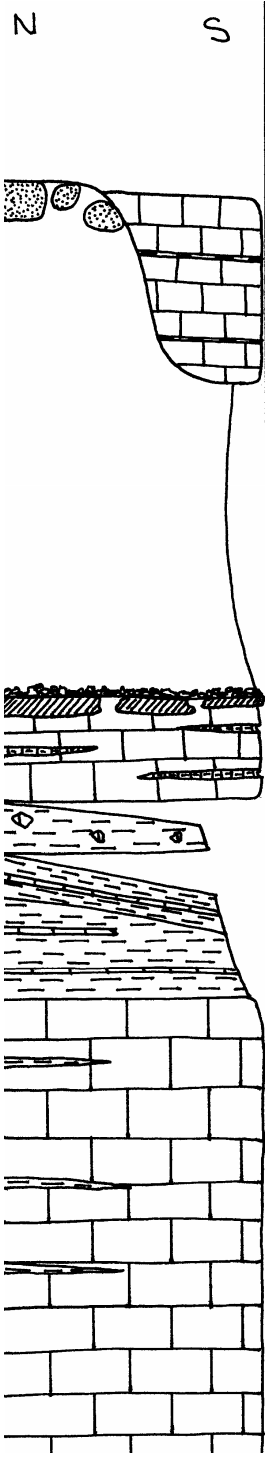
Vasseur A-C., 2005. *Un projet : Réaliser la carte pédologique de Seine-et-Marne. Une première étude : Nangis. Valorisation des données sur le sol.* Mémoire de 3^{ème} année d'IUP Génie des Territoires et de l'Environnement, Université de Franche-Comté, 40p.

Liste des figures et des tableaux

<i>Figure n°1 : Organigramme de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne (source : Magnier, 2006).....</i>	<i>5</i>
<i>Figure n° 2 : Etat d'avancement des Référentiel Régional Pédologique en 2008 (source : Formation « Utilisation de la base de données DoneSol », INRA Orléans, 2008).....</i>	<i>7</i>
<i>Figure n°3 : Carte des petites régions naturelles de Seine-et-Marne (source : Chambre d'Agriculture 77).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure n°4 : Graphique de températures et précipitations moyennes mensuelles sur une période de 30 ans (1971 à 2000) (source : Données météorologiques moyennes par décades de l'Aérodrome de Melun-Villaroche de 1971 à 2000)</i>	<i>11</i>
<i>Figure n°5 : Coupe géologique du plateau Briard (source : Référentiel Régional Pédologique de l'Île de France à 1/250 000, Roque, 2003)</i>	<i>15</i>
<i>Tableau n°1 : Surfaces des différents modes d'occupation du sol sur la carte de Brie-Comte-Robert</i>	<i>15</i>
<i>Figure n°6 : Représentation graphique des différentes surfaces d'occupation du sol (en pourcent) sur le coupon de Brie-Comte-Robert.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure n°7 : Fiche STIPA renseignée</i>	<i>21</i>
<i>Figure n°8 : Schéma des différents éléments observés et analysés lors de la réalisation d'un inventaire des sols (source : INRA, Infosol, 2008)</i>	<i>25</i>
<i>Figure n°9 : Extrait de carte thématique utilisée pour le dessin de la minute</i>	<i>27</i>
<i>Figure n°10 : Extrait de la minute de terrain sur fond de carte IGN au 1/25 000 (approximativement le même secteur que la figure n°9).....</i>	<i>28</i>
<i>Figure n°11 : Représentation des zones à dominante humide sur la carte des sols de Nangis</i>	<i>32</i>
<i>Figure n°12 : Répartition des différents sols dans les zones à dominante humide.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure n°13 : Représentation du nombre de sondages (en pourcent) en fonction de leur nom</i>	<i>34</i>
<i>Figure n°14 : Transect pédo-géologique en travers de la vallée de l'Yerres, sur la commune de Suisnes</i>	<i>39</i>
<i>Figure n°15 : Coupe pédologique synthétique du plateau briard au niveau du coupon de Brie-Comte-Robert</i>	<i>39</i>

Annexe n°1 :

Log stratigraphique dans la région de Melun (source : Gilles, 2007)

Profondeur	Log stratigraphique	Formations		Description	Étages
	<div><div>N</div><div>S</div></div>				
g2c		Calcaire d'Etampes		Calcaires lacustres Teintes claires à gris noirâtre Bancs séparés par des lits marneux	Stampien Supérieur (marin et lacustre)
g2a-b		Sables et Grès de Fontainebleau		Grès : sables agglomérés par un ciment siliceux Sables : fins, purs, peu micacés, blancs ou jaunâtres et assez bien classés. A la base : mince conglomérat à éléments reconnaissables.	Stampien Moyen (marin)
g1b		Meulière	Formation de Brie	Meulière : en bancs ou dalles de silexite. Calcaires : fins, crème ou beige avec des intercalations marno-calcaires.	Stampien Inférieur
g1a		Calcaire			
		Marnes vertes		Compactes, vertes à jaunes. Rognons de calcaire. Tendres	Ludien
e7b		Marnes blanches de Pantin	Marnes Supra-gypseuses	Blanchâtres, avec beaucoup d'argiles magnésiennes et des niveaux calcaires intermédiaires.	
		Marnes bleues d'Argenteuil		Jaunâtres à vertes, plastiques avec des intercalations calcaires.	
e7a		Calcaire de Champigny	Calcaires de l'Eocène supérieur	Massif, bréchoïde, parfois silicifié. Intercalation de niveaux plus marneux.	Marinesien
e6b		Calcaire de St Ouen		A pâte fine, parfois bréchoïde, souvent silicifié en masse. Crème à beige.	

Annexe n°2 :

Calendrier prévisionnel de la réalisation de la carte pédologique de Brie-Comte-Robert au 1/50 000

Fin Avril	Mi Mai	Fin Mai	Mi Juin	Fin Juin	Mi Juillet	Fin Juillet	Mi Août	Fin Août	Mi Sept.	Fin Sept.	Mi Oct.	Fin Oct.	Mi Nov.	Fin Nov.	Mi Déc.	Fin Déc.
Bases Nangis & Melun																
Notices Nangis & Melun																
				Comité Pilotage					Comité Pilotage					Comité Pilotage		
Sondages Brie-Comte-Robert						Préparation Fosses		Fosses Brie-Comte- Robert								
	Saisie Sondages Brie-Comte-Robert										Calculs & Saisie Strates Brie-Comte- Robert + Corrections					
				Minute Brie-Comte-Robert + Vectorisation				Corrections + Topologie			Export Données + Géodatabase					
								Notice Brie-Comte-Robert								

Annexe n°3 :

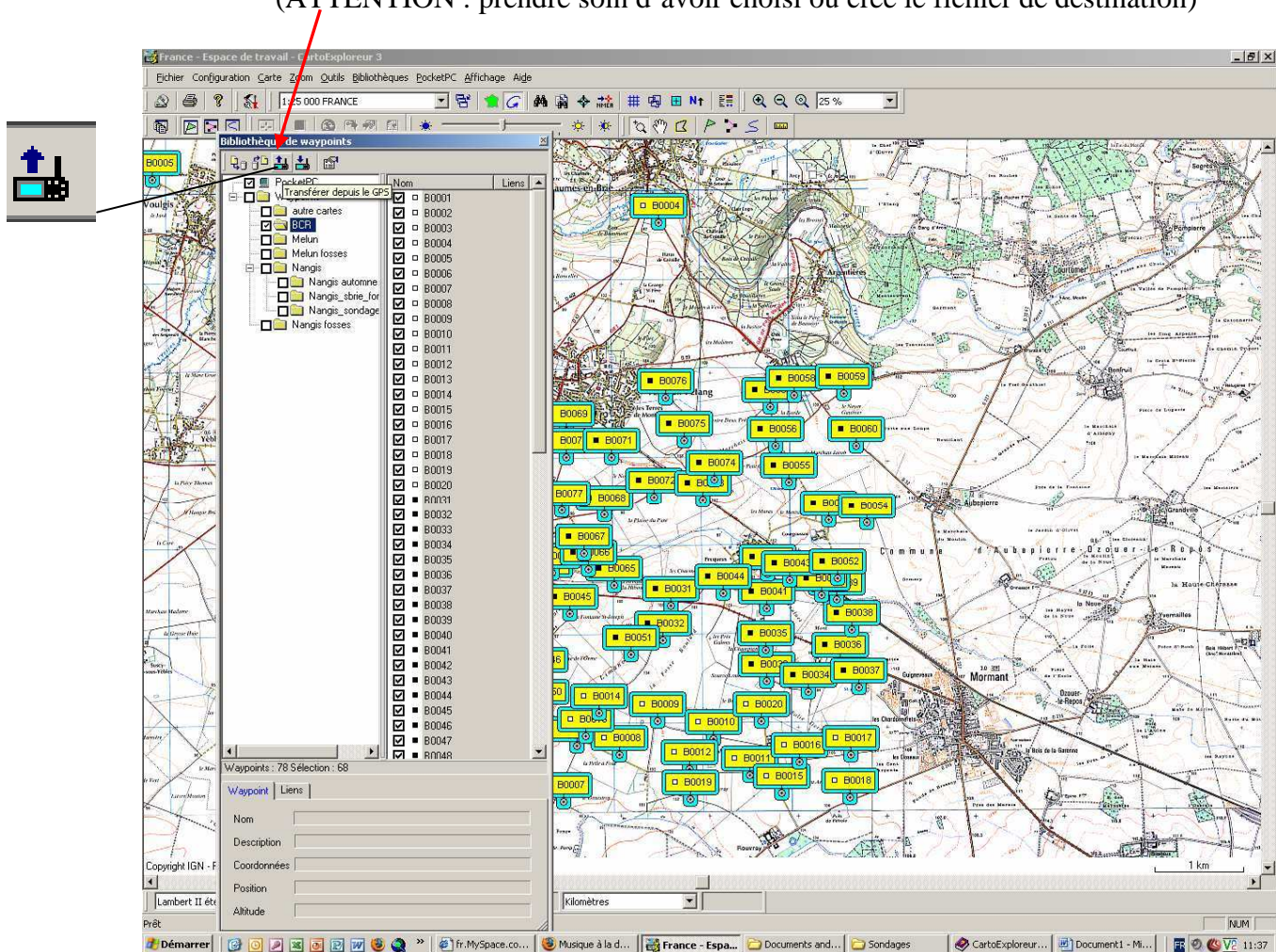
Méthodologie de transfert des points du GPS (WGS84) dans le SIG (Lambert II étendu)

Les coordonnées géographiques des sondages sont enregistrées sur le terrain dans le GPS en WGS84.

Plusieurs étapes de transfert vont être nécessaires pour intégrer les sondages dans la géodatabase du SIG.

1 - Transfert des données du GPS vers le PC

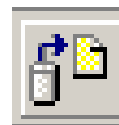
- 1.) Brancher le GPS à la prise 4 broches qui est reliée au PC. Allumer le GPS.
- 2.) Ouvrir le logiciel CartoExploreur3, cliquer sur le bouton « Bibliothèques » et choisir le menu « Waypoints » (ou taper Ctrl + W).
- 3.) Une nouvelle fenêtre s'ouvre ; cliquer sur l'icône « Transférer depuis le GPS » (ATTENTION : prendre soin d'avoir choisi ou créé le fichier de destination)



- 4.) Une fenêtre de transfert s'ouvre pour récapituler les informations (Mode automatique) → OK

Les points apparaissent sur la carte.

- 5.) Sélectionner les points voulus et cliquer sur l'icône « Exporter »
(à côté de « Transfert depuis le GPS »)



- 6.) Une fenêtre « Enregistrer sous » apparaît, choisir/créer le fichier de destination
(Exemple : P:\SOLS\Brie-Comte-Robert\Sondages)

Donner un nom clair au fichier : sondages ou profils suivi des numéros de sondages (premier et dernier) en précisant le format des coordonnées : (Exemple de nom de fichier : sondages_123_789_WGS.txt)

Choisir le format .txt (attention, pas le .wpt !!)

Le fichier obtenu est un fichier .txt contenant toutes les informations fournies par le GPS.

Il faut ensuite faire un grand nombre de manipulations afin d'obtenir les coordonnées des points en Lambert II étendu.

2 –Nettoyage du fichier .txt dans Excel :

- 1.) Ouvrir le fichier texte souhaité dans Excel en faisant
"fichier"
"ouvrir"

L'assistant importation de texte s'ouvre :

Type des fichiers origine :	délimité	suivant
Séparateur :	point virgule	return
Format des données colonne :	standard	terminer

- 2.) Nettoyer le fichier et ne garder que les colonnes B, D et E (nom du point, latitude et longitude). **Attention : penser à effacer tous les titres de colonnes !**
- 3.) Enregistrer le fichier **en format texte** en précisant dans le nom qu'il va maintenant servir à un autre logiciel (Circé).
(Exemple : sondages_123_789_circe.txt)

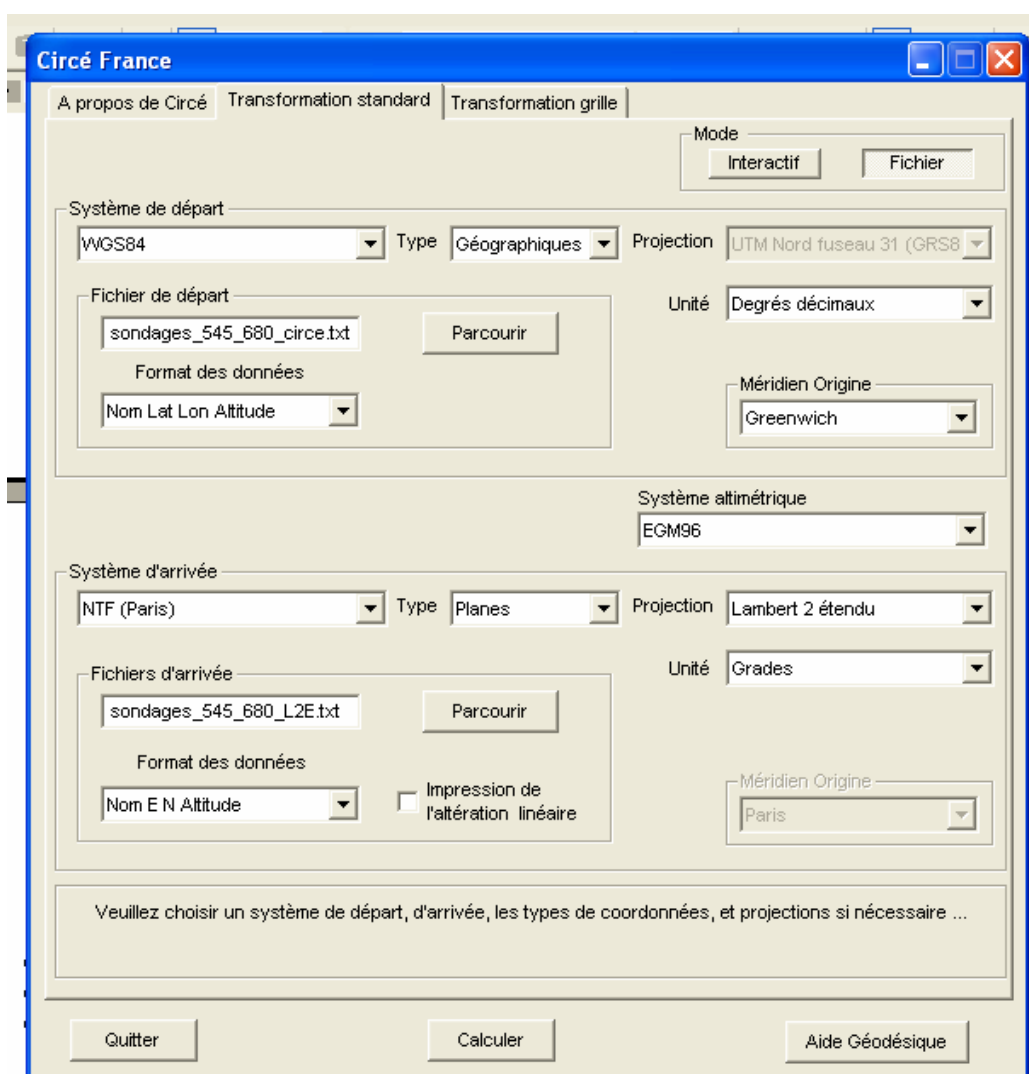
Le fichier est prêt à être utilisé sous Circé2000.

3 – Utilisation de Circé2000

Les coordonnées des points sont en WGS84. Pour les intégrer dans le SIG, il est nécessaire de transformer ces coordonnées en Lambert II étendu, projection utilisée par l'INRA, et nécessaire pour la saisie des données dans DoneSol.

Pour cela, on utilisera le logiciel de l'IGN, Circé2000, téléchargeable gratuitement sur Internet.

- 1.) Ouvrir Circé, et cliquer sur l'onglet « Transformation standard »
Attention les réglages de Circé ont une importance majeure pour la suite des opérations, il devra présenter exactement ce type de réglages :

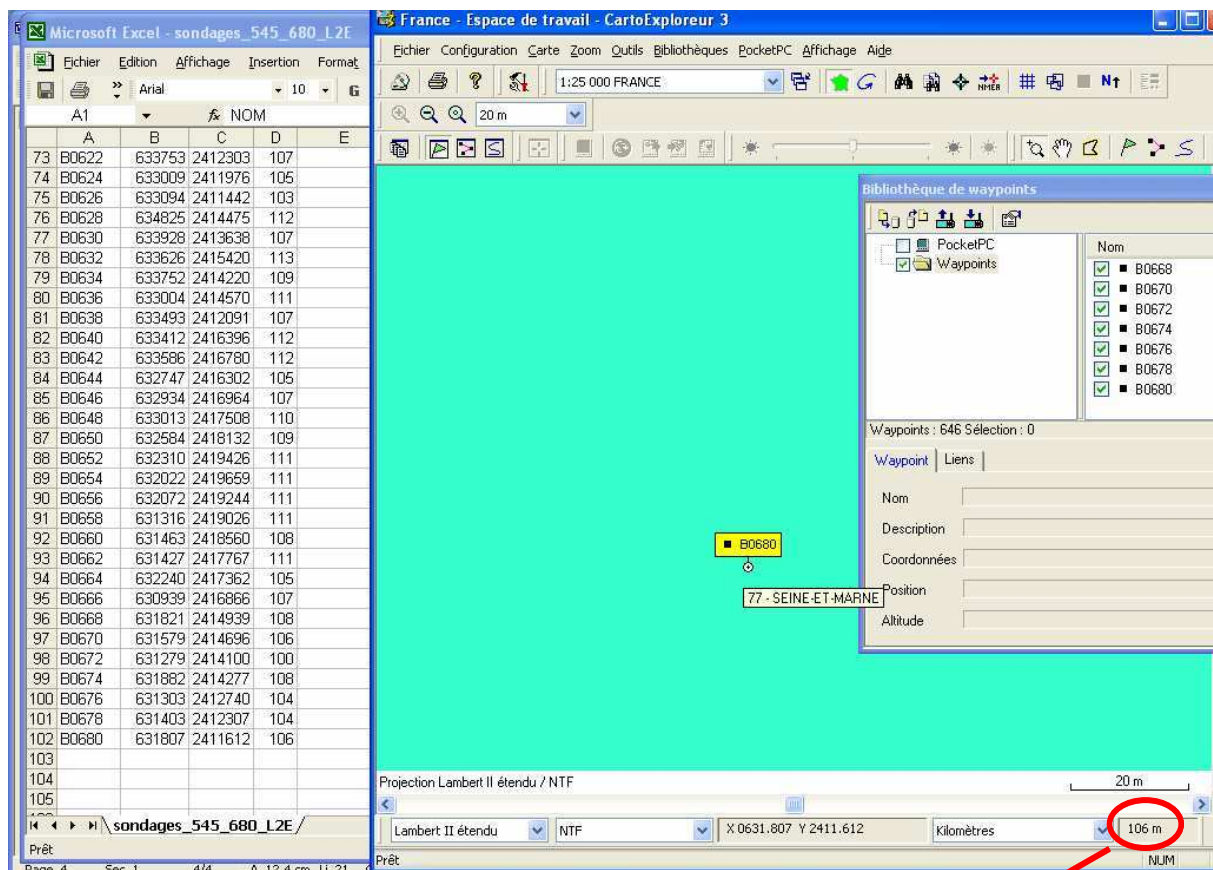


- 2.) Dans la zone « Fichier de départ », il faut sélectionner le fichier que vous voulez transformer, pour cela, cliquer sur le bouton « Parcourir » afin de le rechercher à l'endroit où il a été sauvegardé (dans la partie 2- 3.).

- 3.) Dans la zone « Fichiers d'arrivée », cliquer sur le bouton « Parcourir » pour choisir son répertoire de destination. Le sauvegarder en format texte, avec un nom explicitant qu'il a été transformé en Lambert II étendu.
(Exemple : sondages_123_789_L2E.txt)
- 4.) Cliquer enfin sur le bouton « Calculer » (répondre NON lorsqu'il demande s'il doit créer un rapport).
- 5.) Une petite fenêtre s'ouvre et présente le résumé de l'opération (transformations réussies, non réussies, hors zones) → si elles ne sont pas toutes réussies ou hors zones, il faut reprendre une des étapes précédentes qui a été mal effectuée.
- 6.) Vous pouvez quitter Circé.

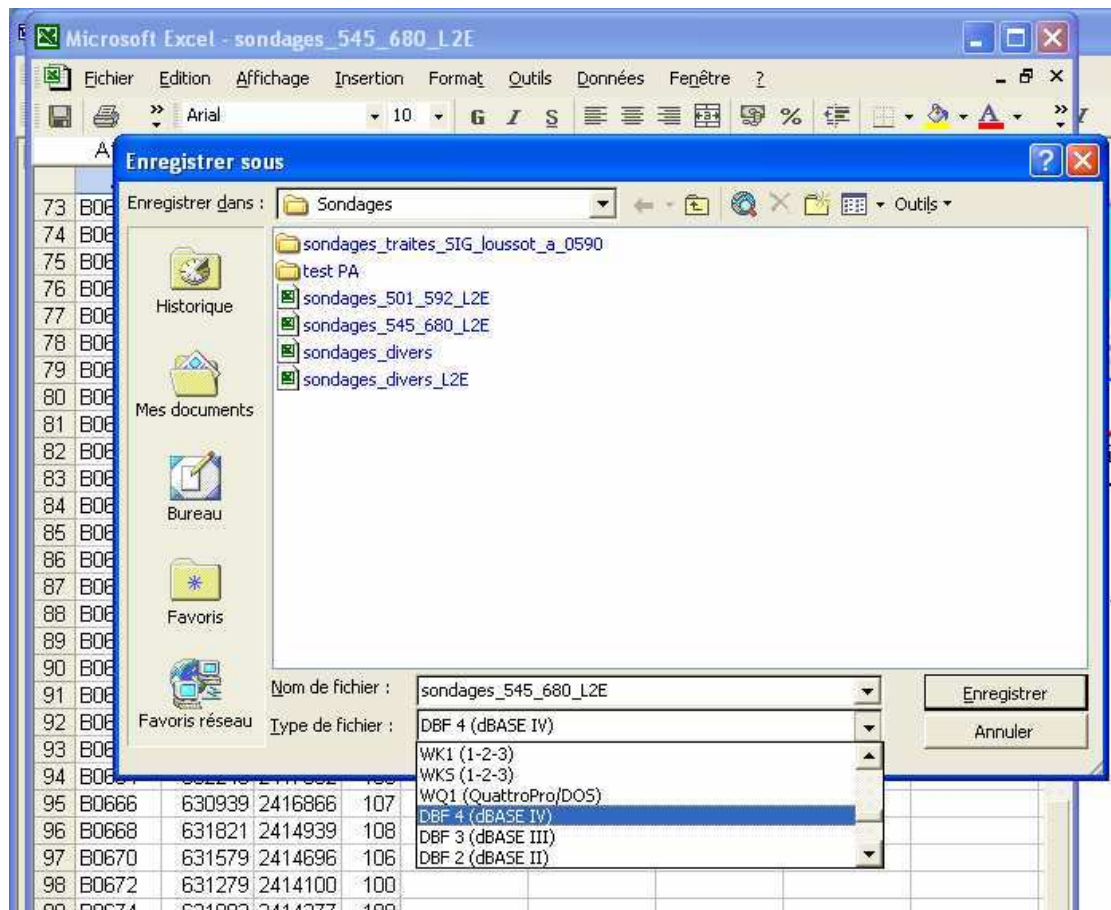
4 – Rentrer les altitudes manuellement dans le fichier :

- 1.) Tout d'abord rouvrir votre fichier (dans la partie **3** – 3.) sous Excel (clic droit sur le fichier → « Ouvrir avec... » → Excel). C'est une importation de fichier .txt donc faire comme précédemment. Attention, séparateur = espace !!
- 2.) Nettoyer le fichier en supprimant les colonnes non nécessaires. Ne garder que Nom, X, Y et Altitude.
- 3.) Surbriller les colonnes contenant les coordonnées et cliquer sur le bouton « Format » → Cellule, puis dans l'onglet « Nombre », cliquer sur la catégorie « Nombre » puis OK.
Si cette étape n'est pas faite, les autres logiciels considéreront les coordonnées comme des chaînes de texte et non comme des nombres !
- 4.) Remettre des noms aux colonnes : nom, X, Y et ALT (pour celle que vous allez créer) et effacer toutes les informations que Circé a pu placer au dessus.
- 5.) Rentrer les altitudes des points. C'est une étape longue, il faut ouvrir Cartoexplorateur en même temps qu'Excel. Dans la bibliothèque de Waypoints (« Bibliothèques » → « Waypoints »), double cliquer sur le point désiré afin qu'il apparaisse au centre de la carte et placer son curseur au niveau du point, l'altitude va s'afficher en bas à droite de l'écran.
Un fois l'altitude obtenue, il faut rebasculer dans Excel pour inscrire l'altitude du point désiré dans la 4^{ème} colonne. Il faut ainsi recommencer pour chaque point.



Endroit où l'on peut lire l'altitude lorsque le curseur se situe sur le point dans Cartoexploreur

- 5.) Une fois tous les points renseignés, enregistrer le fichier en .dbf afin qu'ArcGis puisse l'utiliser :
- « Fichier » → « Enregistrer sous », puis cliquer sur le menu déroulant « Type de fichier » pour trouver DBF 4 (dBASE IV) :

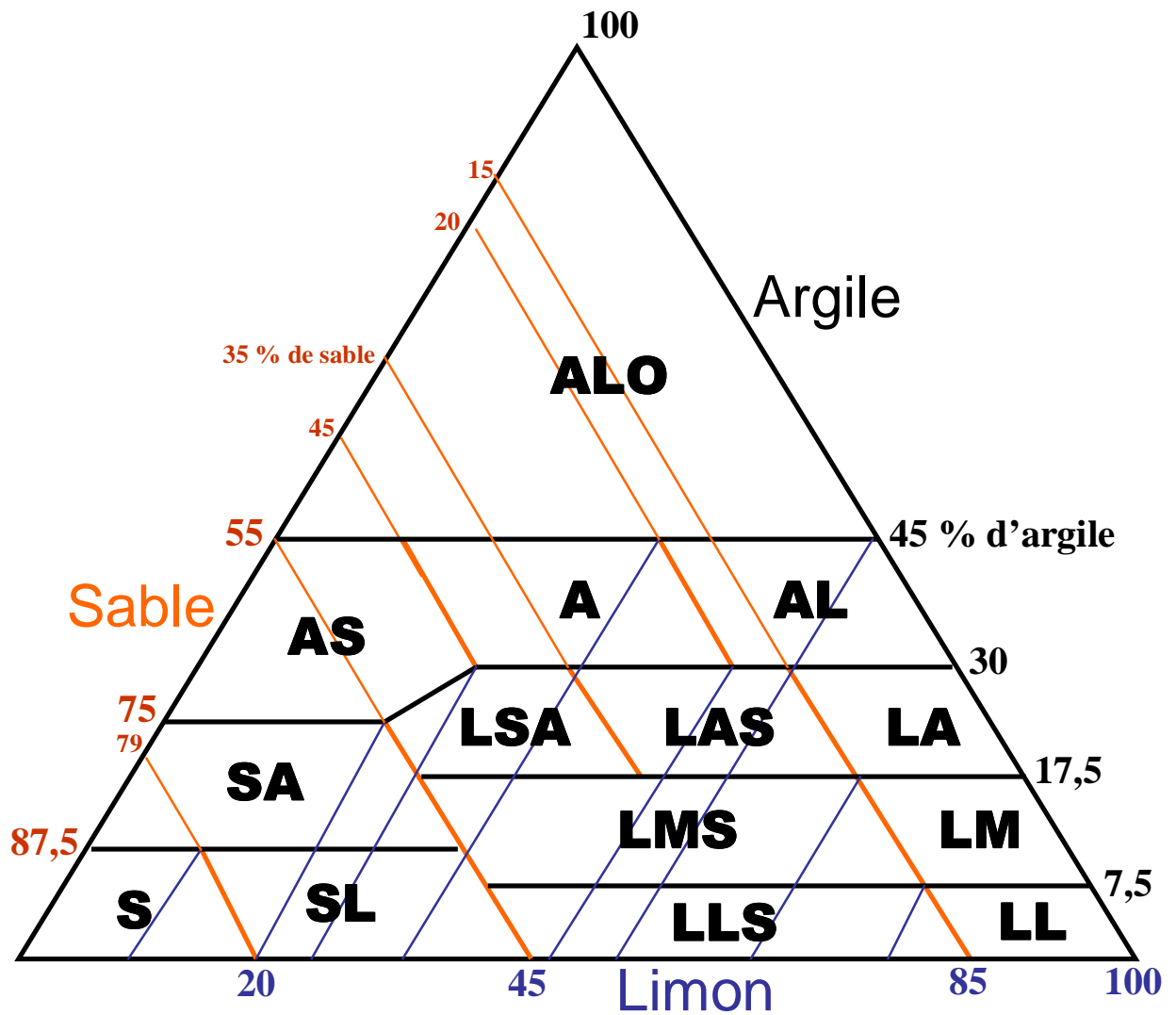


Il faut l'enregistrer au même endroit que les fichiers .txt obtenus de CartoExplorer et de Circé.

Vous voilà enfin prêt à utiliser les données issues de votre GPS sur logiciel de SIG !!!

Annexe n°4 :

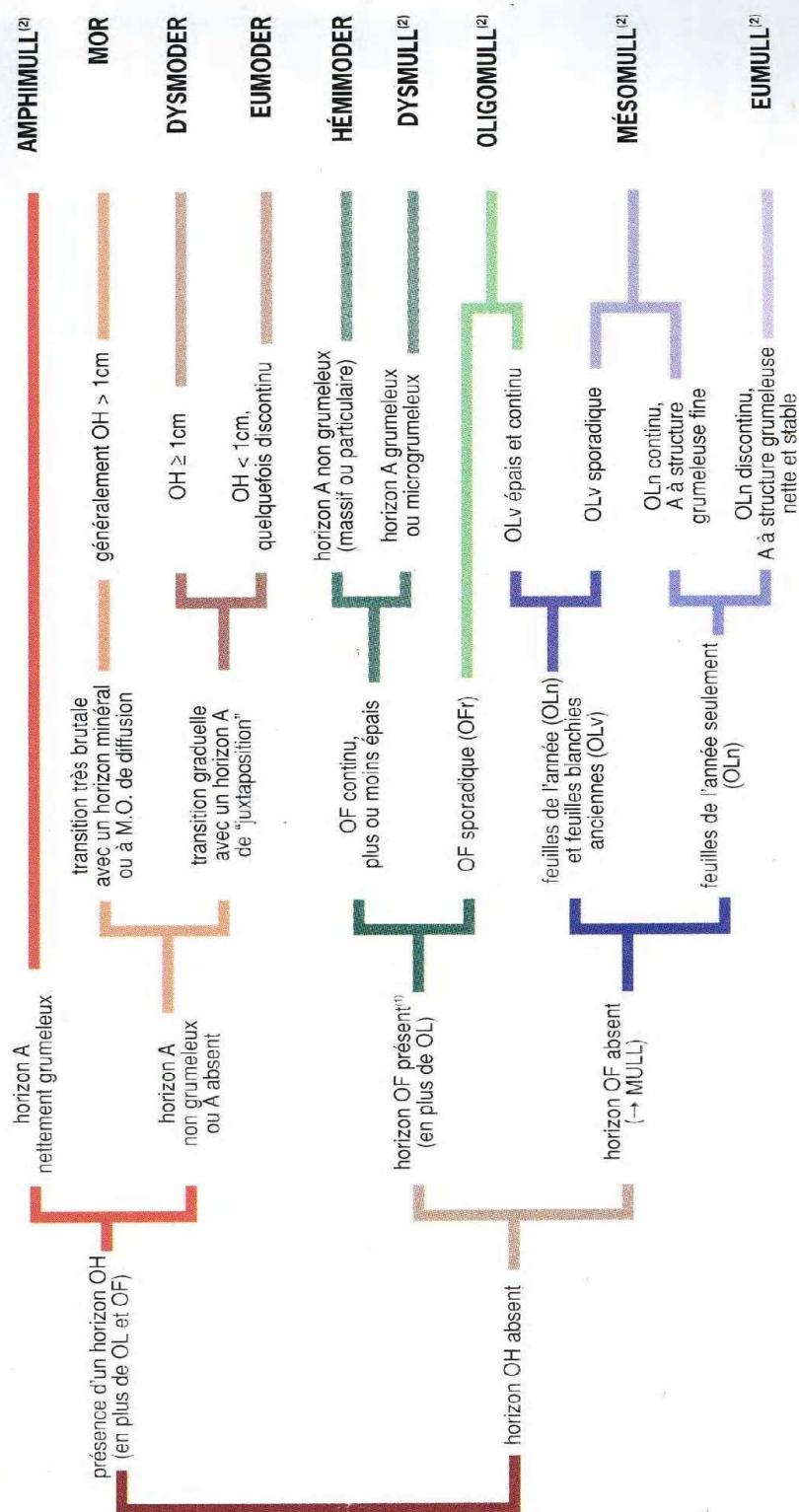
Triangle des textures de la carte des sols de l'Aisne



Annexe n°5 :

Clé de détermination des principales formes d'humus aérées de plaine

CLÉ DE DÉTERMINATION DES PRINCIPALES FORMES D'HUMUS AÉRÉES DE PLAINE (voir également clé simplifiée page suivante)



(1) Ne pas confondre quelques débris de feuilles non blanchies de l'année (horizon OLt) avec un véritable horizon OF à débris généralement blanchis et toujours mêlés de granules de matière organique (boulettes fécales).

(2) Si l'horizon A fait effervescence à HCl, ces formes d'humus sont qualifiées de "carbonatées" (ex. Eumull carbonaté, Mésomull carbonaté, etc....).

Annexe n°6 :

Méthodologie pour la saisie des données terrain sur DoneSol


Sur la page d'accueil : <http://donesol.gissol.fr/>

Entrer le nom d'utilisateur et le mot de passe

De manière générale, le texte est à écrire **en majuscule** et **sans accent** sauf lorsque c'est précisé.

La touche tabulation permet de changer de champ rapidement lors de la saisie.

1^{er} étape : création du profil

Dans le chapitre Informations ponctuelles, pour la table « Profils », cliquer sur l'icône  Saisie.

Une fois dans la table de saisie du profil :

Données générales :

Département : **77**

Abscisse, ordonnée, altitude (en Lambert 2 étendu) : **voir fiche STIPA**

Auteur : **voir fiche STIPA**

Référence de l'organisme : **1308**

Date de réalisation du sondage : **voir fiche STIPA**

Végétation :

voir fiche STIPA

Géologie :

Organisation géologique : **1, 2 ou 3** (suivant le nombre de différents matériaux géologiques sous-jacents) voir fiche STIPA

Nom matériau : voir fiche STIPA

Exemple pour la rédaction (Attention à la casse des caractères et l'orthographe des termes géologiques sont les mêmes que ceux de la carte géologique) :

LIMONS DES PLATEAUX sur (*matériau 1*)

MARNES VERTES reposant sur (*matériau 2*)

CALCAIRE DE CHAMPIGNY (*matériau 3*)

Puis pour chaque matériau , renseigner la classe du matériau et son étage géologique.

IMPORTANT : pour le matériau 1 TOUJOURS mettre 0 pour la profondeur d'apparition

COLLUVIONS	13	4000
LIMONS DES PLATEAUX	13	4000
SABLES DE FONTAINEBLEAU	13	3311
ARGILE A MEULIERE	99	3311
MARNES VERTES	6	3311
ALLUVIONS MODERNES	13	4000
ALLUVIONS ANCIENNES	13	4000
CALCAIRE DE BRIE	7	3311
CALCAIRE DE CHAMPIGNY	7	3231
MEULIERE	8	3311
MARNES SUPRA-GYPSEUSES	7	3231
FORMATION DE BRIE	99	3311

(Géomorphologie :)

Forme morphologique : voir fiche STIPA "Topographie".

Les valeurs possibles dans le menu déroulant commencent à partir de 900

Exemple: 901 plaine
902 replat...

Ne pas oublier de préciser en cas de besoin la situation du profil / au versant : voir menu déroulant plus bas.

Descendre directement jusqu'en bas de la page, au chapitre :

Nom du sol et type de profil :

La classification de référence est : **7 – Référentiel Pédologique 1995**

Pas de code du sol.

Nom RP : mettre le nom du sol en majuscules puis les éléments de description en minuscules sans accent.

Exemple : BRUNISOL redoxique limoneux, cultivé

Séquence d'horizons : **voir fiche STIPA. Attention à bien respecter les majuscules et les minuscules des codes des horizons. Ne mettre aucun espace entre les caractères.**

Type de profil : **Soit 2 – Profil vrai (dont fosse RMQS)** lors de description de fosse.

Soit 3 – Sondage (dont sondage RMQS) lors de sondages effectués à la tarière.

Triangle de texture : **4 – Triangle carte des sols de l'AISNE**

En commentaires, peuvent être rajoutées des observations personnelles (Présence d'une nappe perchée, situation géographique,...)

Une fois tous ces champs remplis, cliquer sur « Enregistrer », la page suivante vous fournira un code : le « n° profil base ».

Ne pas oublier de noter ce code sur la fiche STIPA (Important pour retrouver son profil sur le site DoneSol).

Puis cliquer sur le lien : « Affectation du profil à une étude »

2^{ème} étape : Affectation du profil dans l'étude

Une fois la fenêtre de saisie ouverte,

N° d'étude : dépend de l'étude réalisée (pour Brie-Comte-Robert : 7707)

Attention, une fois enregistrée, ce numéro ne peut plus être changé.

Le N° de profil dans l'étude : voir sur la fiche STIPA : numéro de SONDAGE noté sur le terrain (ex : B0222).

→ Enregistrer

Puis cliquer sur le lien : « Saisir un horizon pour le profil » Les différents horizons du profil doivent alors être remplis séparément.

3^{ème} étape : Saisie de chaque horizon (pour un sondage tarière)

La fenêtre de saisie de l'horizon s'ouvre. Toutes les valeurs qui doivent être saisies se trouvent sur la fiche STIPA. Donc, c'est simplement l'ordre et quelques détails de saisie qui seront précisés ici. **Tous les champs décrits devront être remplis** (c'est la valeur 0 - et non un champ vide - qui détermine l'absence du paramètre).

Le N° de l'horizon : champ obligatoire, **non modifiable**. On note les horizons de manière croissante (le premier est situé le plus près de la surface, le dernier est le plus profond).

Profondeurs, sommet et base de l'horizon → se référer à la fiche STIPA

Humidité, se référer à la fiche STIPA

Texture, se référer à la fiche STIPA

Effervescence, se référer à la fiche STIPA : intensité et localisation (si intensité non nulle)

Matière organique, se référer à la fiche STIPA

Taches, se référer à la fiche STIPA

Nodules et concrétions, se référer à la fiche STIPA (FeMn = 7 – *Ferromanganique*)

Éléments grossiers, le premier champ : *Abondance EG* représente la somme de tous les éléments grossiers de l'horizon. Ils seront ensuite détaillés en deux parties (s'il y a 2 types d'éléments grossiers différents) avec la *nature* (en majuscules), l'*EGA* (qui est l'abondance du premier type d'EG, s'il n'y a qu'un type d'EG, ce chiffre correspondra au premier champ), la *taille* et la *forme*. La deuxième partie de ce chapitre avec : *nature EGB*, *EGB*, *taille* et *forme* ne doivent être rempli que si les descriptions de terrain indique un deuxième type d'éléments grossiers (parfois, c'est juste la taille des EG qui peuvent différer).

Nom **horizon** : correspond à "nom RP" sur la fiche STIPA. (**Attention à bien respecter les majuscules et les minuscules des codes des horizons**).

Commentaires : Noter la couleur - voir fiche STIPA "Couleur" (en majuscules sans accent)

NB : pour les horizons cailloutiques (Xp et Xc), renseigner simplement :

Nom RP

Profondeur

Texture : ND

EG : abondance = 25, nature, taille, forme

→ Enregistrer


Si vous avez d'autres horizons à saisir, cliquer sur le lien « Saisir un horizon au profil » et se reporter au début de l'étape 3.

Si vous avez d'autres profils à saisir, cliquer sur le lien « Saisir un profil » et se reporter au début de l'étape 1.

Annexe n°7 :


Exemple de rapport d'analyse de fosse (fosse pédologique de la carte des sols de Melun au 1/50 000)

80699

 LABORATOIRE D'ANALYSES DES SOLS D'ARRAS	ENVOI DES RESULTATS Le: 12-SEP-07
---	---









Page: 1 / 2 RAPPORT D'ESSAI

INRA ORLEANS UNITE INFOSOL MADAME ANNA RICHER DE FORGES BP 20619 45166 OLIVET CEDEX	Numero Echantillon: 200145669 Soumission: 100054377 Date de Reception: 19/07/07 Date de mise en analyse: 13/08/07
---	--


ACCREDITATION N°1-1380
PORTEE COMMUNIQUEE
SUR DEMANDE

Version: Votre Reference: MF001- *1* **0-40**

annule et remplace la version precedente
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du Laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation identifiés par le symbole

 SOL-0201 Humidité résiduelle à 105°C (NF ISO 11465) - g/kg	
Humidité	17 g/kg
 SOL-0302 Granulométrie 5 fractions sans décarbonatation (NF X 31-107) - g/kg	
Argile (< 2 µm)	194 g/kg
Limons fins (2/20 µm)	96 g/kg
Limons grossiers (20/50 µm)	111 g/kg
Sables fins (50/200 µm)	431 g/kg
Sables grossiers (200/2000 µm)	168 g/kg
 SOL-0304 Granulométrie 5 fractions après décarbonatation (NF X 31-107) - g/kg	
Argile (< 2 µm)	120 g/kg
Limons fins (2/20 µm)	177 g/kg
Limons grossiers (20/50 µm)	95 g/kg
Sables fins (50/100 µm)	401 g/kg
Sables grossiers (200/2000 µm)	158 g/kg
 SOL-0405 Carbone (C) organique et azote (N) total (NF ISO 10694 et NF ISO 13878) - g/kg	
Carbone (C) organique	11.5 g/kg
Azote (N) total	1.21 g/kg
C/N	9.49 -
Matière organique	19.8 g/kg
Traitement Carbone	Par correction calcaire -
 SOL-0501 pH eau (NF ISO 10390)	
pH	8.07 -
 SOL-0503 pH KCL N (NF ISO 10390)	
pH	7.81 -
 SOL-0504 Calcaire (CaCO3) total (NF ISO 10693) - g/kg	
Calcaire (CaCO3) total	48.4 g/kg
 SOL-0604 Phosphore (P2O5) - méthode Olsen (NF ISO 11263) - g/kg	
Phosphore (P2O5)	0.082 g/kg

Laboratoire d Analyses des Sols d Arras 273 Rue de Cambrai 62000 Arras



LABORATOIRE
D'ANALYSES DES SOLS
D'ARRAS

ENVOI DES RESULTATS

Le:
12-SEP-07

Page: 2 / 2

RAPPORT D'ESSAI

INRA ORLEANS UNITE INFOSOL
MADAME ANNA RICHER DE FORGES
BP 20619
45166
OLIVET CEDEX

Numero Echantillon: 200145669
Soumission: 100054377
Date de Reception: 19/07/07
Date de mise en analyse: 13/08/07



Version: 2

annule et remplace la version precedente

Votre Reference: MF001- *1*

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du Laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation identifiés par le symbole

SOL-0710 Capacité d'échange cationique cobaltihexamine (spectrocolorimétrie) (NF X 31-130) - cmol+/kg

CEC cobaltihexamine 13.4 cmol+/kg

SOL-0719 Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Al échangeables à la cobaltihexammine (ICP-AES) (méth. INRA) - cmol+/kg

Calcium (Ca) 14.5 cmol+/kg

Magnésium (Mg) 0.481 cmol+/kg

Sodium (Na) 0.0163 cmol+/kg

Potassium (K) 0.595 cmol+/kg

Fer (Fe) 0.0239 cmol+/kg

Manganèse (Mn) <0.005 cmol+/kg

Aluminium (Al) 0.114 cmol+/kg

SOL-0908 Fer (Fe) méthode Mehra-Jackson (ICP-AES) (méth. INRA) - g/100g

Fer (Fe) 0.979 g/100g

SOL-1007 Fer (Fe) total HF (ICP-AES) (selon NF EN ISO 11885) - g/100g

Fer (Fe) 1.61 g/100g

SOL-1008 Manganèse (Mn) total HF (ICP-AES) (selon NF EN ISO 11885) - mg/kg

Manganèse (Mn) 471 mg/kg

Ciesielski Henri
Directeur du Laboratoire

Fin du Rapport Echantillon: 200145669

Ce rapport d'essai ne doit pas être reproduit sinon en entier sans l'autorisation écrite du laboratoire. Ce rapport ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.

Laboratoire d'Analyses des Sols d'Arras 273 Rue de Cambrai 62000 Arras

Table des matières

Sommaire	1
Résumé.....	2
Summary.....	2
Liste d'abréviations	3
I. Introduction	4
A. Présentation de la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne	5
B. Etat des lieux des cartes pédologiques en France et dans le monde.....	6
1. La qualité des sols, un enjeu important.....	7
2. Les sols au niveau mondial	8
II. Présentation du terrain d'étude.....	8
A. Géomorphologie	10
B. Climat	10
C. Géologie.....	11
1. Géologie régionale.....	11
2. Description des formations	12
Eocène.....	12
Oligocène	13
Quaternaire.....	13
D. Occupation des sols	15
III. Matériel et méthode.....	16
A. Matériel nécessaire	16
B. Méthode utilisée et calendrier prévisionnel	18
C. Détails de la méthode.....	19
1. Campagne de terrain	19
Stratégie d'échantillonnage.....	19
Description d'un sondage.....	20
2. Base de données.....	24
Présentation de DoneSol	24
Saisie des données.....	25
3. Réalisation de la minute.....	26
Utilisation des données	26
Dessin de la minute, regroupement en UCS.....	27
4. Réalisation des fosses pédologiques	28
5. Vectorisation.....	29
6. Rédaction de la notice.....	30
IV. Résultats	30
A. Carte thématique.....	30
1. Application et objectifs.....	30
2. Données sources	31
3. Méthode	31
4. Résultats.....	32
B. Distribution des sols dans l'espace	33
1. Les grands plateaux de Brie.....	34
Pédogenèse ancienne.....	34
Pédogenèse de surface	35
2. Les petites vallées à faibles pentes.....	37
3. Toposéquence et coupe pédologique	38
V. Discussion.....	40
A. Limites de la carte des sols et de son utilisation	40

1. Choix de la méthode	40
2. Résolution de la carte, densité de sondages et échelle virtuelle	41
3. Blocage sur le terrain	44
4. Carte thématique	44
B. La base de données DoneSol	44
1. Son utilisation et ses applications	44
2. Ses limites	45
C. Discussion sur la distribution spatiale des sols	46
VI. Conclusion	47
<i>Bibliographie</i>	<i>48</i>
<i>Liste des figures et des tableaux.....</i>	<i>50</i>
<i>Annexe n°1 :</i>	<i>51</i>
<i>Annexe n°2 :</i>	<i>52</i>
<i>Annexe n°3 :</i>	<i>53</i>
<i>Annexe n°4 :</i>	<i>59</i>
<i>Annexe n°5 :</i>	<i>60</i>
<i>Annexe n°6 :</i>	<i>61</i>
<i>Annexe n°7 :</i>	<i>65</i>