

DESCRIPTION, DESIGNATION ET CARTOGRAPHIE DES SOLS DE LA SOMME.

**Contribution au développement d'une méthode adaptée
aux terres agricoles**



AGENCE DE L'EAU
ARTOIS PICARDIE
Sce DOCUMENTATION
N° D'INVENTAIRE : .13...18913.



DESCRIPTION, DESIGNATION ET CARTOGRAPHIE DES SOLS DE LA SOMME.

**Contribution au développement d'une méthode adaptée
aux terres agricoles**



Julien MOEYS
François GROELL

septembre 2003

SOMMAIRE

CADRE DU PROJET	5
NOTES	5
ABREVIATIONS ET SIGLES	6
INTRODUCTION	8
1 PROBLEMATIQUE : CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	9
1.1 Géographie agro-pédologique du département.....	9
1.1.1 La Somme, un département à vocation agricole.....	9
1.1.2 Géographie et petites régions agricoles du département :	9
1.2 Contexte de l'étude.....	12
1.2.1 État des lieux des connaissances et problématiques liées aux sols dans le département de la Somme.....	12
1.2.2 Des outils existent, mais ils sont généralement conçus pour un contexte particulier.	14
1.3 Objectifs de l'étude : Entamer la réalisation des outils d'étude des sols adaptés au contexte départemental.	15
1.4 Présentation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert.....	15
1.5 Cadre de travail : cahier des charges de l'étude.....	19
1.6 Revue des domaines d'application envisageables.	20
2 ANALYSE DU DEROULEMENT ET DES POINTS CLE D'UNE ETUDE DE SOL ET LEURS CONSEQUENCES POUR L'ETUDE.....	21
2.1 Étapes théoriques et possibles d'une étude de sol.....	21
2.2 Choix préalables à l'étude.	22
2.3 Préparation « au bureau » : exploitation des documents existants.....	24
2.4 Préparation « sur le terrain » : Repérage visuel du secteur étudié.....	26
2.5 Prospection de terrain - Phase d'acquisition des données.....	28
2.6 La désignation des sols, étape intermédiaire entre la description et la typologie.	30
2.7 Exploitation des données - Réalisation d'une « typologie » des sols observés.....	31
2.8 Réalisation de la carte de sol.....	33
2.9 Analyse des données collectées sous l'angle de problématiques particulières.	35
2.10 Diagnostics et propositions de solutions aux problèmes posés.....	38
3 METHODOLOGIE : COMPARER, CHOISIR ET TESTER.....	39
3.1 Recherche documentaire : Les données du problème.	39
3.1.1 Documents relatifs à la description et la cartographie des sols.....	39
3.1.2 Méthodes de désignation et référentiels agronomiques de sol.....	40
3.1.3 Sols, topographie et géologie de la Somme.	41

3.2	Description et désignation des sols - Inventorier, comparer, sélectionner et tester.	46
3.2.1	Hétérogénéité des données pédologiques.	46
3.2.2	Sélectionner les éléments les plus pertinents.	47
3.2.3	Modalités de réponse : seuils et classes de valeurs.	48
3.2.4	Élaborer les documents et les outils de travail.	48
3.2.5	Tester les choix sur le terrain.	49
3.3	Préparation des travaux de cartographie. Comparer, analyser et tester.	50
3.3.1	Modes de représentation des données géologiques.	50
3.3.2	Utilisation des cartes topographiques et des relevés stéréoscopiques.	51
3.3.3	Croisement des données.	52
4	RESULTATS DE L'ETUDE.	56
4.1	Description et désignation des sols agricoles de la Somme.	56
4.1.1	Adaptation de la méthode de désignation des sols.	56
4.1.2	Proposition d'une méthode de description des sondages tarière.	58
4.1.3	Fiche terrain de saisie des données du sondage.	60
4.1.4	Saisie et stockage informatique des données collectées.	60
4.1.5	Réalisation de d'un guide de terrain concis.	63
4.2	Préparation des travaux de cartographie des sols.	63
4.2.1	Document de synthèse sur les particularités de chaque carte géologique.	63
4.2.2	Résultats des différents tests destinés à évaluer les données géologiques et topographiques.	71
4.2.3	Conclusion sur la possibilité d'exploiter les différentes sources de données pour la préparation des travaux de cartographie des sols.	77
4.3	Perspectives.	79
	CONCLUSION GENERALE.	81
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	82
	CARTES ET RELEVES STEREOSCOPIQUES.	85
	AUTRES DOCUMENTS CONSULTES.	86
	LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX.	88
	ANNEXES.	91

CADRE DU PROJET

Dans le département de la Somme les connaissances en pédologie sont relativement limitées. Elles remontent à de nombreuses années et depuis la disparition de l'unité INRA d'Amiens, aucun travail n'a été engagé dans ce domaine.

La Chambre d'Agriculture a donc proposé de réaliser une étude sur la mise au point d'une méthode fonctionnelle de description des sols.

Par ailleurs, il n'existe à ce jour qu'une seule carte présentant les textures de sols du département à l'échelle du 250 000ème. C'est un outil intéressant mais nettement insuffisant lorsque l'on veut aborder des problématiques telles que l'épandage des effluents organiques, les phénomènes d'érosion ou les risques de contamination par les produits phytosanitaires par exemple. Il est donc important d'engager des travaux non seulement sur la caractérisation des sols mais aussi sur la cartographie.

Cette étude s'inscrit dans un ensemble de programmes sur le thème du Sol qui s'engage à la Chambre d'Agriculture en partenariat avec les Chambres d'Agriculture du Bassin Artois Picardie, le Conseil Général de la Somme, le Conseil Régional de Picardie, les Administrations, l'INRA et Agro-Transfert.

NOTES

Les numéros indiqués entre crochet (ex. [6]) sont ceux des références correspondantes dans la bibliographie (page 82).

Pour ne pas alourdir le rapport, les principaux documents produits lors de cette étude - résultats concrets de l'étude - ont été placés en annexe (voir l'annexe 1, p. 91 et l'annexe 2, p. 128).

ABREVIATIONS ET SIGLES

Abréviations :

- CRA : Chambre Régionale d'Agriculture.
Réf. : Référence.
US : Unité de Sol.
UTS : Unité Typologique de Sol.
UCS : Unité Cartographique de Sol.
SIG : Système d'Information Géographique.

Sigles :

- ARAA : Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
AFES : Association Française pour l'Étude des Sols.
APCA : Assemblée Permanente des Chambres d'Agricultures.
BDPA : Bureau pour le Développement de la Production Agricole.
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique.
CPCS : Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols.
DPVA : Département Productions Végétales et Agronomie (Chambre d'Agriculture de la Somme).
ENSAIA : École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires.
ENSA Montpellier : École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
FAO : Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).
GEPPA : Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée.
IGCS : Inventaire, Gestion et Conservation des Sols.
IGN : Institut Géographique National.

- INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.
- ISA : Institut Supérieur d'Agriculture de Lille.
- ISAB : Institut Supérieur d'Agriculture de Beauvais.
- PMPOA : Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole.
- RMQS : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols.
- RP : Référentiel Pédologique (1992-1995, différent du RPF : Référentiel Pédologique Français de 1990).
- SATEGE : Service d'Assistance TEchnique à la Gestion des Épanchages.
- SOMEA : SOMme Espace Agronomie.
- SRAE : Services Régionaux d'Aménagement des Eaux (aujourd'hui intégrés à aux DIREN : Directions Régionales de l'Environnement).
- STIPA : Système de Transfert et d'Information Pédologique et Agronomique.

INTRODUCTION

Depuis la fermeture de la Station Agronomique d'Amiens, la connaissance des sols de la Somme ne progresse plus que par des travaux épars de cartographie des sols. La définition par les chercheurs de l'INRA des grands types de sols du département, l'étude de leurs propriétés agronomiques, et la mise en évidence des liens entre les affleurements géologiques, le relief et la couverture pédologique semblaient pourtant propices à des applications pratiques prometteuses.

Les sols forment une entité complexe, difficile à observer et à comprendre. Avec la montée en puissance des exigences agronomiques et environnementales, une meilleure prise en compte des spécificités de ce milieu est indispensable. Ce qui apparaissait à tort comme un support inaltérable, une ressource illimitée ou un filtre parfait est en réalité un bien fragile. La rapidité avec laquelle un sol peut être dégradé n'a d'égale que la lenteur avec laquelle il s'est formé. La percolation des eaux de pluie à travers les sols est aussi une étape clé pour la qualité des eaux des nappes phréatiques et des milieux aquatiques de surface.

Ces enjeux concrets nécessitent des solutions efficaces. Les travaux cartographiques sont une solution, mais l'hétérogénéité des moyens mis en œuvre pour les réaliser rend leur utilisation difficile et leur contrôle hasardeux. La Somme ne dispose pas des outils agro-pédologiques nécessaires à une coordination des travaux. Il lui manque un système de désignation des sols qui permette aux divers acteurs d'utiliser un langage commun. Un guide agronomique des sols, prolongement logique et appliqué des travaux de la station agronomique d'Amiens, serait le bienvenu. Enfin, l'utilisation concrète des règles chorologiques mises en évidence depuis 60 ans se fait attendre.

Cette étude, réalisée par le département Production Végétale et Agronomie de la Chambre d'Agriculture de la Somme, a pour but d'entamer ce chantier ambitieux, mais nécessaire. L'adaptation au contexte géologique et pédologique du département d'une méthode de désignation des sols, constitue la première pierre de l'édifice. La mise au point de divers outils destinés à faciliter l'utilisation de cette méthode, depuis la description des sondages tarière jusqu'au stockage informatique des données collectées, fait partie intégrante du projet. Enfin, les règles de répartition des sols dans les paysages de la Somme étant connues, il convient de s'assurer que les documents sur la géologie et la topographie de la Somme sont adaptés à une utilisation en cartographie des sols.

L'ensemble de ce travail a une vocation appliquée, il a donc été mené dans l'esprit d'une utilisation pragmatique des connaissances disponibles.

1 PROBLEMATIQUE : CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.

1.1 Géographie agro-pédologique du département.

1.1.1 La Somme, un département à vocation agricole.

La Somme est un département où l'agriculture occupe encore une place importante. Alors que le territoire accueille moins de 1 % des exploitations françaises, il possède 1,6 % de la surface agricole utile. Celle-ci occupe 77 % des 627.000 ha du département.

Les productions végétales réalisent près de 75 % du chiffre d'affaires agricole du département. Elles s'appuient sur des terres parfois très fertiles, et sur une industrie de transformation bien implantée dans le département. La Somme est le premier producteur français de blé tendre, de pommes de terre féculé et de salsifis scorsonères, le deuxième producteur de pommes de terre de consommation, d'endives et d'épinards, et occupe une place importante pour la betterave à sucre, le pois de conserve et l'escourgeon. Malgré la baisse des surfaces en prairie permanente, le Ponthieu et le Marquenterre restent des départements où l'élevage bovin tient une place conséquente.

Quelle est l'utilité d'un travail sur les sols dans un territoire aussi bien doté ? Les limons du Santerre n'ont-ils pas la réputation d'être profonds, fertiles et stables ? Toutes les petites régions agricoles du département ne jouissent pas des mêmes atouts. La géographie, et les sols qui l'accompagnent, sont loin d'être uniformes. Le climat et le relief varient significativement depuis la plaine maritime à l'ouest du département, jusqu'au Vermandois à l'est. L'accroissement des exigences techniques, tant sur le plan agronomique qu'environnemental, rend indispensable une prise en compte efficace des spécificités des sols, quels que soient leurs potentiels de production.

1.1.2 Géographie et petites régions agricoles du département :

La Somme est un vaste plateau crayeux surmonté dans ses parties planes d'un dépôt de limons, et entaillé par la vallée humide de la Somme et ses affluents. Depuis le haut des plateaux jusqu'au fond des vallées se présente une succession caractéristique d'affleurements géologiques et de sols. Le limon, plus ou moins épais, laisse souvent place sur le haut des versants à des formations plus argileuses et riches en silex. Sur les pentes exposées aux vents humides dominants (d'ouest ou de sud-ouest) des sols peu épais recouvrent les affleurements de craie. En se rapprochant du fond des vallées ou des vallons, les sols s'épaississent, alimentés par les formations en amont. Les vallées humides, occupées par des dépôts alluviaux complexes et parfois tourbeux, occupent près de 25.000 ha.

Les terres agricoles ne sont pas l'unique composante des paysages du département. Malgré le caractère très filtrant des formations géologiques qui dominent le département, le réseau hydrographique, se développe sur 900 km de cours d'eau dans les vallées humides et offre près de 6.000 ha de plans d'eau. Environ 50.000 ha de zones boisées viennent compléter le paysages, dans les zones humides ou difficiles à mettre en culture.

Le climat, d'abord maritime sur la plaine côtière, devient semi-océanique à l'est du département, avec une influence continentale plus marquée. Les précipitations suivent ce gradient, s'étalant de 850 mm par an sur les plateaux les plus proches de la côte (Ponthieu et Vimeu), à 600 mm par an dans le centre et l'est du département. L'influence maritime modère aussi les variations de température, qui dépassent légèrement les 10°C de moyenne annuelle. En été, dans l'est du département, les orages peuvent être violents.

La Somme est divisée en 5 régions naturelles : La Plaine Maritime, le Vimeu, le Ponthieu, le Plateau Picard et le Santerre. Les vallées humides et les marais qui occupent les vallées du département forment aussi un milieu naturel notable.

La Plaine Maritime.

La façade maritime du département est occupée par une plaine au relief très peu marqué, scindée en deux par la Baie de Somme. Cette étendue de dépôts sédimentaires marins est isolée de la mer par des cordons de dunes et de galets, et prend fin sur les premiers reliefs des plateaux du Vimeu et du Ponthieu. La falaise, haute et « vivante » au sud, perd de la hauteur vers le nord, jusqu'à devenir une falaise morte. Au pied de cette falaise, les écoulements d'eau sont à l'origine d'une zone marécageuse.

Le reste du département est constitué de plateaux, séparés par la vallée de la Somme, qui traverse le département d'est en ouest, et encadrés par l'Authie et la Bresle, qui suivent la même orientation au nord et au sud du département.

Le Vimeu et le Ponthieu.

A l'ouest du département, deux plateaux penchent vers la rivière Somme : au sud, le Vimeu ; au nord, le Ponthieu. Des sables à silex occupent les versants qui descendent vers la plaine maritime. Vers l'est, les sols des deux plateaux deviennent plus limoneux, puis limoneux argileux en approchant du Plateau Picard.

Le Plateau Picard.

Le Plateau Picard est le secteur le plus vallonné du département. Au centre de la région naturelle, les affleurements de craie ne laissent que des sols peu épais, tandis que le sud-ouest du plateau picard offre un relief marqué et des sols influencés par l'argile à silex, l'est se raccorde progressivement au limons épais du Santerre.

Le Santerre et le Vermandois.

Entre l'Avre et la Somme, le Santerre présente un relief plane et dénudé qui abrite les terres les plus fertiles du département. Les sols développés dans les

limons, dont l'épaisseur peut atteindre la dizaine de mètres, ont des qualités physiques enviables. En son centre, la butte de Lihons et Chaulnes est un premier secteur où l'influence des formations tertiaire se fait sentir, relayés à l'est par la région de Ham, et par les premières collines du Noyonnais au sud-est de Montdidier. A l'extrême est du département, le relief du Vermandois reprend un contexte pédologique proche de celui du Plateau Picard.

La figure 1, page 10, illustre les variations de texture des sols de la Somme, et le découpage des régions naturelles du département.

Les documents utilisés pour cette partie sont les références [13], [25] et [33].

1.2 Contexte de l'étude.

Les enjeux agronomiques et environnementaux actuels mettent en évidence des lacunes dans les dispositifs d'étude de la couverture pédologique, malgré les travaux passés et actuels sur les sols de la Somme. Il apparaît nécessaire de mettre en place des outils opérationnels et adaptés pour répondre à ces enjeux.

C'est dans ce contexte, et avec pour fil conducteur une stratégie à long terme d'actualisation des connaissances sur les sols de la Somme, que s'inscrivent les objectifs de cette étude.

1.2.1 État des lieux des connaissances et problématiques liées aux sols dans le département de la Somme.

Des connaissances.

Les sols du département de la Somme sont et ont été l'objet d'études diverses, dont l'importance quantitative et qualitative est loin d'être négligeable. On notera par exemple :

- Les recherches menées par l'ancienne station agronomique d'Amiens (INRA) entre 1943 et 1977. Des monographies par petites régions agricoles décrivent les sols et leur répartition dans les paysages. Ces travaux se sont concrétisés par la réalisation de la carte des sols de la Somme au 1/250.000^e.
- Des travaux plus localisés comme les cartes des terres agricoles au 1/50.000^e d'Amiens et de Moreuil (1983) ou le secteur de référence drainage du Marquenterre (1987).
- Les vingt cartes géologiques au 1/50.000^e qui couvrent la Somme et leur notices apportent des informations utiles sur les formations superficielles (dont la couverture pédologique fait partie) et leur répartition dans le relief (1968 à 1984).
- Enfin, de nombreuses études de sols ont été réalisées dans le cadre des études d'impact qui accompagnent les dossiers d'autorisation d'épandages de boues urbaines, de résidus industriels ou d'effluents agricoles. Les bureaux d'études qui les réalisent emploient des méthodes variées de cartographie des

sols et d'interprétation des données pédologique (lien entre les types de sols et leur aptitude à l'épandage pour un produit donné).

Bien que la surface totale couverte par ces travaux n'ait pas été calculée, on peut supposer qu'elle est loin d'être négligeable et que les secteurs concernés offrent un bon aperçu de la diversité des sols du département.

Cependant, comme expliqué ci-dessus, ces études ont été réalisées suivant des méthodes et pour des objectifs parfois très différents. En conséquence, les données sont hétérogènes et donc difficilement comparables.

Des enjeux importants.

Avec la montée en puissance des problématiques environnementales, qui s'ajoutent aux questions purement agronomiques, les enjeux liés à la connaissance des sols apparaissent de plus en plus importants. Ainsi, la protection de la ressource en eau (problèmes de lessivage d'azote ou de pollution par des produits phytosanitaires) et la lutte contre l'érosion sont autant de préoccupations dont la résolution passe par une meilleure prise en compte des propriétés du sol.

Ces problèmes ne sont pas spécifiques au département de la Somme, et se posent ailleurs en France et en Europe. Les réponses à ces problèmes doivent par contre, pour être efficaces, tenir compte des spécificités du contexte local, dont les sols font partie.

Nécessité d'une stratégie à long terme.

Les réponses à ces problèmes concrets nécessitent une connaissance pratique et accessible des sols et des outils permettant de cartographier assez rapidement les secteurs concernés, à un coût raisonnable.

Il paraît aussi nécessaire d'harmoniser un minimum les approches liées aux sols dans le département, afin de limiter la dispersion des connaissances qu'elles apportent, et de faciliter le travail des acteurs économiques et institutionnels qui les utilisent.

Ces besoins permettent de dessiner les contours d'une stratégie à long terme de développement d'outils opérationnels pour la connaissance et la gestion des sols du département. Ils se traduisent concrètement par la nécessité de :

- Pouvoir identifier les sols (désignation) ;
- Disposer d'un référentiel des sols du département, permettant d'établir un pont entre les types de sols et les différentes problématiques agronomiques ou environnementales.
- Adapter au contexte départemental les grilles d'interprétation permettant d'évaluer les « aptitudes » ou les « sensibilités » des sols aux usages anthropiques (aptitude à l'épandage, sensibilité à l'érosion etc.) à partir de leurs propriétés morphologiques et fonctionnelles.

- Mieux connaître la répartition de ces sols dans le relief de la Somme, afin de faciliter les travaux de cartographie des sols ;

1.2.2 Des outils existent, mais ils sont généralement conçus pour un contexte particulier.

Plusieurs travaux menés dans d'autres départements de France ont abouti à des méthodes fonctionnelles de caractérisation des sols à la tarière : la méthode lorraine, dite méthode Limaux [14], la méthode tarière « massif armoricain » [32] ou la méthode franc-comtoise du Pr. Bruckert [9]. Ces méthodes tarière sont généralement accompagnées d'un référentiel des principaux sols du département. Jamagne a aussi développé un système élaboré de caractérisation et de classification des sols dans l'Aisne (1967, [20]).

Plusieurs départements (ou régions) ont aussi réalisé des référentiels ou guide agronomique des sols, mais la validité de ceux-ci est par définition limitée aux secteurs concernés (Aisne [20] ; Oise [2] ; Lorraine [14] ; Massif armoricain [32] ; Alsace [30] ; Limousin [11] ; Basse Normandie [10]).

Les méthodes de caractérisation des sols à la tarière sont en fait très similaires. A quelques exceptions près, elles s'appuient sur les mêmes caractères du sol. Elles se différencient plutôt par la manière de décrire ces caractères (plus ou moins précise) et sont surtout très liées aux spécificités du contexte local (géologie, relief, climat, *etc.*).

Cependant, certaines de ces méthodes prennent en compte les aspects pédogénétiques du sol tandis que d'autres n'en tiennent pas compte (ou l'intègrent de manière secondaire). C'est une différence majeure entre ces méthodes. Les informations pédogénétiques, comme le développement de profil ou la roche mère du sol, sont des indications sur la manière dont le sol s'est développé.

La prise en compte de ces aspects pédogénétiques pour la caractérisation (désignation) a plusieurs conséquences :

- Il est nécessaire d'avoir des bases et une expérience solide en pédologie pour pouvoir désigner le sol.
- Le référentiel de sol qui accompagne la méthode de caractérisation des sols est souvent organisé autour de ces aspects pédogénétiques.

Une étude précédente (GROËLL - 1997, [19]) a montré que la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert pouvait être utilisée dans la Somme, moyennant quelques adaptations au contexte local. La méthode se distingue, entre autre, par l'importance accordée aux aspects agro-pédologiques – en plus des habituels aspects morphologiques – et ne tient pas compte de la pédogenèse du sol.

La Chambre d'Agriculture de la Somme dispose des compétences et de l'expérience nécessaires à l'utilisation de cette méthode franc-comtoise. Le choix de cette méthode semble donc pertinent pour répondre de manière opérationnelle aux problèmes concrets qui se posent dans la Somme.

1.3 Objectifs de l'étude : Entamer la réalisation des outils d'étude des sols adaptés au contexte départemental.

C'est donc dans une perspective de développement à long terme de moyens de prospection et de gestion des sols dans la Somme que s'inscrit cette étude. Les objectifs détaillés ci-dessous ont pour but de répondre concrètement aux besoins les plus immédiats, tout en développant la réflexion sur les travaux à venir.

En plus d'une courte phase de vérification de la pertinence du choix de la méthode du Pr. Bruckert, les objectifs de l'étude se résument comme suit :

- Adapter la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert au contexte pédologique, agronomique et climatique de la Somme.
- Produire les outils nécessaires à sa mise en œuvre opérationnelle sur le terrain, à savoir :
 - Proposer une méthode de description des sols à la tarière adaptée à la méthode de désignation et au contexte départemental.
 - Réaliser des outils visant à faciliter la saisie des informations sur le terrain (fiche de description des sondages tarière)
 - Prévoir le stockage informatique des données collectées, afin de faciliter leur transfert vers un SIG, en vue d'une spatialisation de l'analyse.
 - Disposer de quelques outils destinés à faciliter la diffusion et l'apprentissage de la méthode, comme un guide de terrain concis, des clés de détermination, des chartes d'évaluation *etc.*
- Il est nécessaire d'évaluer l'exploitation qui peut être faite des divers documents sur « l'environnement » naturel de la Somme (notamment les cartes géologiques et les relevés stéréoscopiques) lors de la préparation des travaux de cartographie des sols.

Les études de sol étant des processus complexes, il est nécessaire d'en connaître les points clé pour pouvoir atteindre les objectifs. En effet, il est nécessaire de replacer chacun d'eux dans son contexte d'utilisation, et d'avoir identifié les problèmes qui se poseront. Le chapitre 2 détaille cet « inventaire » des points clé d'une étude de sol est à la fois une étape préalable à l'étude et un moyen de la mettre en perspective avec les travaux à venir.

1.4 Présentation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert.

La méthode du sigle du PR. BRUCKERT a été définie en 1986, par un article dans les *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté - Biologie végétale*, intitulé « Méthode de désignation des sols appliquée à la connaissance des terres agricoles des plateaux francs-comtois de basse altitude » (voir réf.[9]).

L'intitulé donne déjà les points essentiels de ce travail :

- Il s'agit d'une méthode de **désignation**, et non de description des sols.
- La méthode est clairement orientée vers les problématiques agronomiques. Plus précisément, le thème central de la méthode est la question des **interactions entre le sol et les plantes**, ce qui élargit son champ d'application aux problématiques environnementales.
- Le travail a été calibré pour un secteur bien particulier, celui des plateaux franc-comtois de basse altitude. La méthode a donc besoin d'être adaptée pour être utilisée dans la Somme.

La méthode du Pr. Bruckert a la particularité d'établir un lien entre les thèmes sur lesquels se base la désignation (les interactions sol plantes) et sa représentation graphique sous forme d'un sigle, comme illustré par la figure 2 page suivante.

figure 2 : Schéma illustrant le lien étroit entre les principes de la méthode du sigle du Pr. Bruckert et la représentation graphique des données :

Numérateur :

« constituants
prospectés par
les racines »

Partie latérale :

« contraintes qui
amoindrissent les
potentialités du
sol »

Dénominateur :

constituants
obstacles aux
racines, et leur
profondeur.

Le travail a été complété par un second article, publié en 1987, intitulé « **Clé dichotomique de classement des sols agricoles francs-comtois situés en climat tempéré semi-continentale** » (BRUCKERT - 1987, [8]). Il s'agit d'un classement des sols du secteur en « six classes d'aptitudes à une mise en culture polyvalente », basé sur le sigle précédemment présenté. Ce travail fait la démonstration de la pertinence du sigle pour lier les propriétés stables du sol à un potentiel agronomique.

Les critères de la méthode de désignation du Pr. Bruckert.

Les caractères du sol pris en compte pour la méthode de désignation sont :

- Au **numérateur** : « la composition des constituants prospectés par les racines ».
 - Texture de la terre arable.
 - Caractère carbonaté du sol.
 - Caractère colluvionné du sol.
- Au **dénominateur** : « la composition des constituants qui font obstacle aux racines, avec indication de leur profondeur ».
 - Formulation de l'obstacle physique :
 - Nature lithologique de l'obstacle à l'enracinement (roche ou horizons tassés ou indurés).
 - Profondeur d'apparition de cet obstacle (4 classes).
 - Formulation de l'obstacle induit par l'anoxie. Profondeur d'apparition des taches d'oxido-réduction (4 classes). Ce critère est complété par l'indication de l'intensité de cette anoxie, indiqué latéralement.
- **Latéralement** : « l'indication des contraintes qui amoindrissent les potentialités du sol ».
 - Évaluation de la contrainte « manque d'oxygène ». Cette estimation se fait par l'intermédiaire des conséquences de l'anoxie sur la structuration de la terre arable, sur l'enracinement, sur l'apparition d'un horizon de gley ou de pseudogley et de la profondeur de ces phénomènes. Bruckert a ainsi défini 4 classes d'hydromorphie.

Enfin, une série de contraintes peuvent apparaître (présence / absence) :

- Sensibilité du sol à la sécheresse.
- Sensibilité à l'érosion.
- Sensibilité à la battance.
- Présence d'une pierrosité.
- Travail du sol difficile.

Le fait que certains caractères soient des notions très agronomiques n'est pas un problème dans la mesure ils sont importants pour décrire le fonctionnement du sol. Pour des raisons de pertinence, la méthode se limite cependant aux plantes cultivées, et ne concerne pas les sols forestiers.

Cet ensemble de caractères renseignés constitue le sigle de désignation des sols.

Bruckert expose dans la même publication le lien entre le sigle et les « sols-types » identifiés dans le secteur des plateaux calcaires et marno-calcaires francs comtois de basse altitude. On notera que :

- À chaque sol type correspond un ou plusieurs sigles.
- Les sols types sont classés selon certains caractères clé retrouvés dans le sigle (sols aérés - sols anoxiques ; matériau géologique faisant obstacle).
- Bruckert fait le lien entre les sigles, les sols-types et leur appellation dans la CPCS de 1967.

Le fait que le sigle ne tienne pas compte de l'origine pédo-génétique du sol n'empêche donc pas d'établir un lien entre un sigle et une origine pédo-génétique (ou une appellation CPCS).

Le passage du sigle au sols-types, de même que la détermination d'une origine pédo-génétique à partir d'un sigle, demande au préalable de disposer d'un « référentiel » de sol issu d'une étude approfondie (ce qui n'est pas le cas dans la Somme).

Les principes du sigle Bruckert.

Le sigle franc-comtois répond à plusieurs objectifs, et a donc plusieurs fonctions possibles :

- Sélectionner un panel de caractères stables et essentiels du sol autour de la question des interactions sol / plantes.
- Représenter de manière logique et visuelle ces caractères, et leur impact sur le développement de la plante. Le sigle a de ce fait une fonction pédagogique importante.
- Servir de support clair et concis à l'information représentée sur les cartes de sol. Le sigle peut en effet figurer directement sur les pages cartographiques.

Le sigle est un compromis (difficile) entre le codage de l'information, qui permet la concision, et la facilité de lecture, qui lui permet de ne pas être réservé aux seuls spécialistes.

- Servir de base au classement d'observations ponctuelles du sol en groupes de sols aux propriétés similaires.

1.5 Cadre de travail : cahier des charges de l'étude.

La réalisation des objectifs doit se faire en respectant un cahier des charges.

Baser le travail sur les concepts retenus par le Pr. Bruckert.

Cette contrainte permet de s'assurer de la cohérence de l'ensemble des outils développés, autour du noyau que constitue la méthode de désignation. Il est notamment souhaitable qu'une fois la description finie, la désignation du sol puisse se faire facilement et immédiatement, sans transposition. Le respect de ces principes implique de :

- se baser sur des propriétés stables du sol ;
- respecter le fil conducteur des interactions sol plantes ;
- s'assurer que les outils sont utilisables par des non experts.

Cela ne signifie pas que la méthode doit être utilisable par des novices, mais plutôt qu'une base correcte en science du sol permet de l'utiliser sans trop de problème. Concrètement, cela se traduit par un nombre limité d'interprétations pédologiques à effectuer.

Idéalement, la méthode ne doit pas demander un temps d'apprentissage trop long, ni une très grande expérience. Cependant, cette facilité de mise en place n'est pas une priorité absolue, car elle ne doit pas nuire à l'efficacité de la méthode.

S'assurer de la polyvalence des méthodes et outils élaborés.

Les outils intervenant en aval de l'étude de problématiques agronomiques et environnementales, ils ne doivent pas limiter celles-ci. Cette polyvalence s'exprime de plusieurs manières :

- De multiples domaines d'application.
- De multiples utilisateurs pour les outils (réalisation des études).
- De multiples utilisateurs pour les résultats (utilisation des données collectées).

Les résultats produits avec la méthode de désignation doivent être compréhensibles par les diverses personnes (agriculteurs...), organismes, institutions ou collectivités pouvant être amenés à consulter résultats d'études de sol (en tant qu'utilisateurs, mais aussi en tant que financeurs ou organismes de contrôle).

Le fond et la forme du sigle facilitent, par leur simplicité, la lecture et la compréhension des données.

Autres contraintes.

- S'assurer de la cohérence scientifique de l'étude. Il s'agit bien d'adapter ou de compiler des outils et des connaissances existants.
- Obtenir des résultats opérationnels.
- Répondre à des contraintes matérielles, humaines et financières.

Les outils proposés doivent pouvoir être utilisés avec des moyens limités. Cette contrainte matérielle ne doit pas nuire outre mesure à la qualité des données produites, la rapidité d'exécution est aussi un point important.

1.6 Revue des domaines d'application envisageables.

Les résultats de l'étude pourront servir de base à des travaux d'expertise dans de nombreux domaines d'application :

- Production végétale.
 - Fertilisation - amendements calciques - épandages.
 - Travail du sol - problèmes de tassement des sols (machinisme).
 - Irrigation.
 - Problèmes de battance.
 - *etc.*
- Épandage d'effluents d'élevage, de boues des industries, de boues de stations d'épurations *etc.*
- Problématiques d'érosions.
- Expérimentations (test en parcelles).
- Protection de la ressource en eau : protection des captages ; problématiques liées à la pollution de l'eau par les nitrates et les produits phytosanitaires.

NB : Dans la Somme, le projet est monté en parallèle avec d'autres actions sur les sols :

- Suivi des sites RMQS. (A noter que l'IGCS n'est pas mis en place dans la Somme).
- Suivi du taux de matière organique des sols de Picardie.

2 ANALYSE DU DEROULEMENT ET DES POINTS CLE D'UNE ETUDE DE SOL ET LEURS CONSEQUENCES POUR L'ETUDE.

L'étude du sol est, à l'image de ce milieu, un processus complexe faisant appel à divers domaines de compétences. Comme expliqué précédemment, les deux objectifs de ce mémoire sont de disposer d'une méthode permettant d'identifier les sols et d'étudier les moyens de préparer leur cartographie. Ces objectifs ne traitent en fait que certains aspects d'un processus de cartographie et d'étude des sols à but opérationnel. Il est nécessaire d'analyser ce processus de cartographie des sols, afin d'en identifier les points clé. Les éléments qui concernent directement ce mémoire font ensuite l'objet d'une étude plus approfondie. Ceux qui concernent des étapes de cartographie qui ne sont pas traitées dans ce mémoire sont néanmoins intégrés au raisonnement, et participent à la mise en perspective du travail.

Cette analyse du processus de cartographie des sols se limite à un cadre bien précis, lié aux objectifs de ce mémoire. Ce cadre est décrit dans le § 2.2, p. 22.

2.1 Étapes théoriques et possibles d'une étude de sol.

Pour les besoins de l'analyse, le déroulement de la cartographie des sols a été segmenté en plusieurs étapes successives possibles. Il ne s'agit pas de décrire avec exactitude le processus de cartographie, mais d'en comprendre les enjeux.

On peut distinguer successivement :

- Une phase descriptive, qui n'est pas (ou peu) ciblée vers une problématique particulière :
 - Choix des objectifs et des moyens de l'étude ;
 - **Préparation de la prospection de terrain ;**
 - Repérage visuel du secteur à prospecter ;
 - **Prospection par des sondages à la tarière ;**
 - Réalisation d'une (ou rattachement à une) « typologie » ;
 - Cartographie des sols.
- Une phase d'étude du sol « thématique » ciblée vers des problématiques spécifiques :
 - Interprétation agronomique des données (estimation des potentialités, des sensibilités, des propriétés agronomiques).
 - Cartographie thématique des sols, basée sur les interprétations.
 - Diagnostics locaux, accompagnés de préconisations pour résoudre les problèmes visés.

La figure 3, page suivante illustre cette progression (La légende des schémas se trouve p. 136 , annexe 4).

Seules les étapes indiquées en **gras** seront développées dans ce mémoire.

Le terme de « phase descriptive » est inexact. Comme expliqué ci-dessous, il n'y a pas de cartographie, ni même de description des sols qui ne soient l'objet de choix, et ne réponde à des thèmes particuliers. Tout au plus peut-on dire que les critères pris en compte lors de cette première phase sont essentiels pour décrire les propriétés du sol.

2.2 Choix préalables à l'étude.

Toute étude de sol repose sur des choix préalables qui vont orienter sa réalisation. Ces choix sont en quelque sorte les « paramètres » servant de cadrage à une étude de sol. Il faut généralement aborder les points suivants :

- Objectif(s) de l'étude - Quels thèmes veut-on aborder ? Quels problèmes ou quelles propriétés veut-on mettre en évidence ?
- Moyens disponibles - Quels sont les moyens humains, matériels et financiers, disponibles pour réaliser l'étude. Quel est le délai de réalisation ?

D'autres questions découlent de ces premiers choix :

- Quel est le secteur géographique étudié ?
- Quel degré de précision veut-on pour les distinctions effectuées ?
- Pour une cartographie, quelle échelle de représentation choisir, et quel « niveau d'analyse »* (voir GIRARD - 2000, [18]) des informations représentées. (* : type, nombre et précision des variables renseignées etc.).

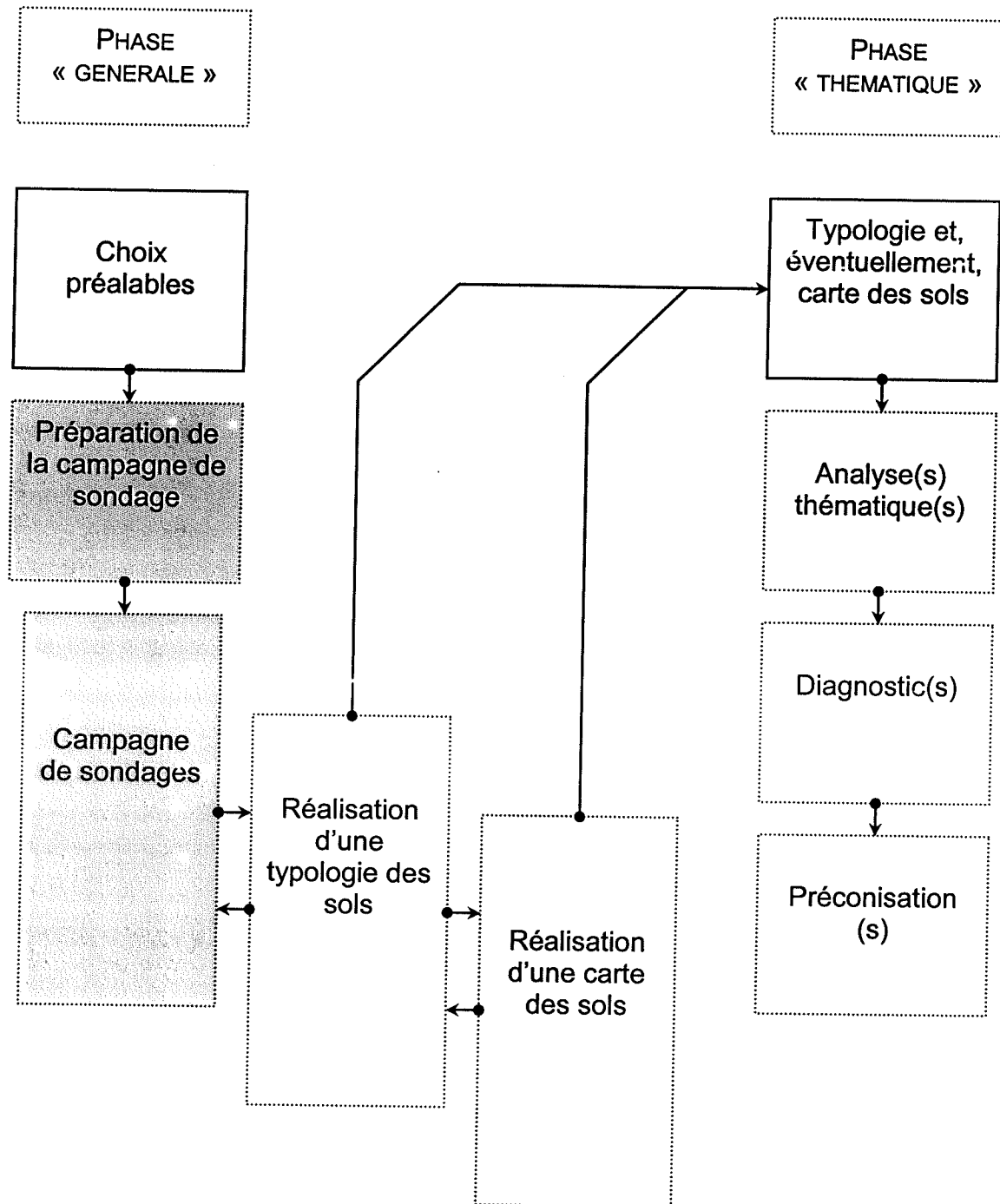
Cadre d'utilisation des résultats du mémoire.

Ces questions ont été abordées afin de fixer le cadre de travail de ce mémoire. Il peut se résumer comme suit :

- Il s'agit bien de pouvoir cartographier les sols. Ces cartes ne seront pas orientées vers un thème particulier, mais doivent pouvoir être utilisées pour différentes problématiques agronomiques et/ou environnementales.
- Les cartographies de sol qui accompagnent les études d'impact sont généralement réalisées avec des moyens humains, matériels et financiers limités (pour ne pas dire minimums).

Il existe différents modes d'acquisition des données sur les sols. Seule la description à la tarière sera traitée La tarière est l'outil généralement utilisé pour les études de sol de ce type, les profils pédologiques et les analyses de terre n'intervenant généralement que comme outil complémentaire.

figure 3 : Schéma des étapes possibles d'une l'étude des sols dans un but de typologie ou de cartographie :



(suite du § 2.2 « Cadre d'utilisation des résultats du mémoire. »)

- Les résultats du travail doivent pouvoir être applicables dans la Somme. Il est aussi nécessaire d'identifier les limites d'application des outils à adapter.
- Le 1/25.000^e est l'échelle la plus courante pour ce type de cartographie. Elle est adaptée pour des travaux sur un bassin versant, une commune ou une exploitation.
- La cartographie raisonnée sert ici de méthode de référence. À l'exception de quelques secteurs, celle-ci semble en effet bien adaptée au contexte de la Somme. Elle est également intéressante pour optimiser l'utilisation des moyens disponibles - généralement limités.

2.3 Préparation « au bureau » : exploitation des documents existants.

Théorie.

Comme indiqué plus haut, le procédé analysé est une cartographie des sols raisonnée. Cette méthode de cartographie repose sur l'hypothèse que les sols ne sont pas répartis « au hasard » dans les paysages.

Les « règles de répartition des sols dans le paysage » abordées ici sont surtout celles qui décrivent les liens entre les sols, le relief (topographie) et la géologie. Ce choix semble bien adapté au contexte de la Somme (JORET & MALTERRE : 1943, [24], p. 21 ; 1945, [23], p. 24 ; 1947, [22], p. 31. JORET, MALTERRE, LEFEVRE & HIROUX, 1953, [21], p. 491).

Lors d'un travail de cartographie, il est nécessaire de poser des hypothèses de départ quant à cette répartition des sols, puis de les vérifier et les corriger sur le terrain par des sondages judicieusement placés.

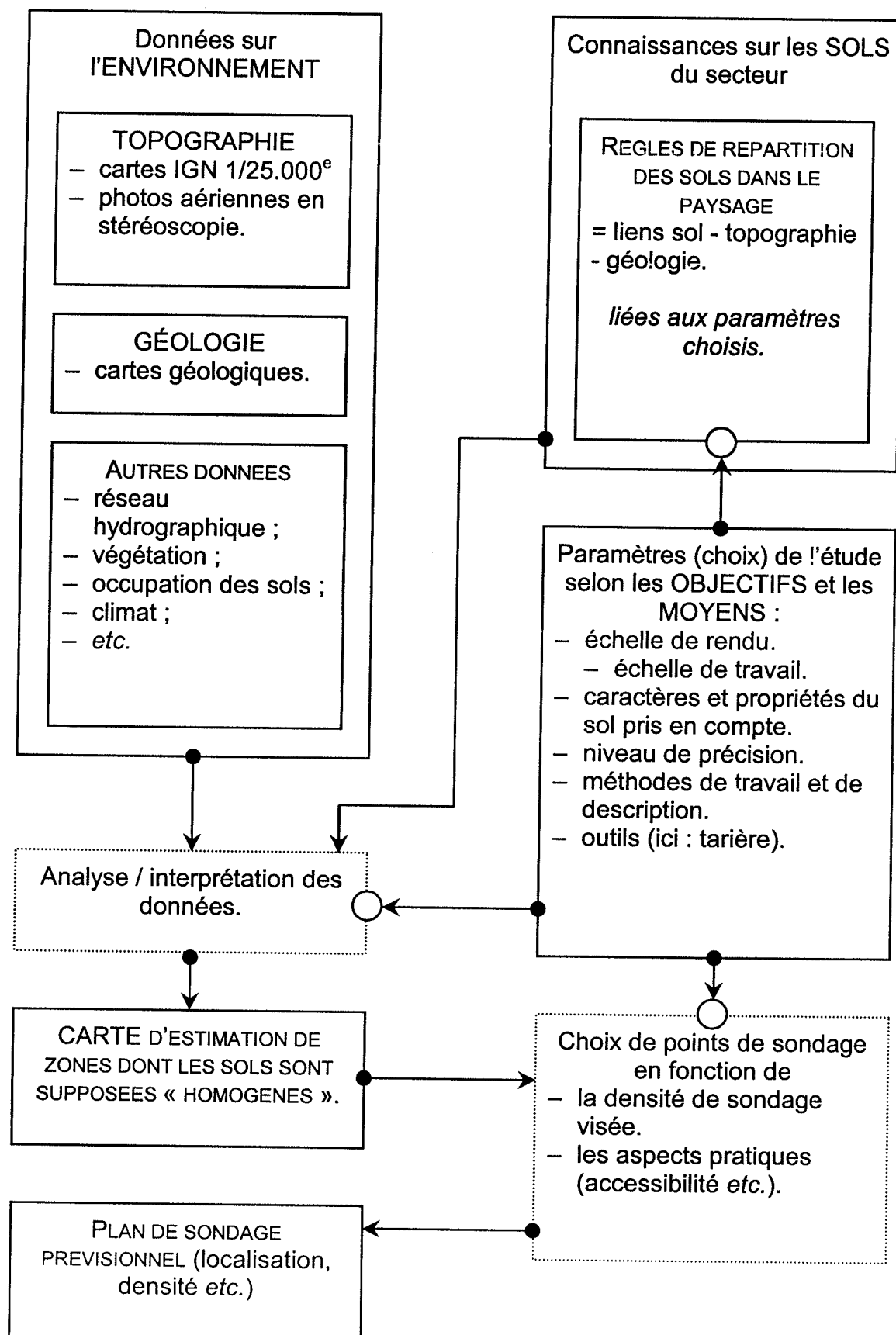
Le pédologue dispose généralement d'un « bagage » de connaissances générales et locales qui lui servent à élaborer les hypothèses de départ. Mais quelles que soient la qualité des hypothèses que l'on a pu formuler, celles-ci sont vérifiées et corrigées - voir élaborées - au fur et à mesure de la campagne de sondage (LEGROS, 1996, [26], p. 42).

Pratique.

La figure 4, page suivante, illustre les points clé de ce paragraphe.

Dans la mesure où on a la possibilité de formuler des hypothèses de départ, il est possible de préparer la prospection de terrain « au bureau », en se basant sur les informations disponibles sur la topographie et la géologie du secteur.

figure 4 : Schéma illustrant la phase de préparation « au bureau » de l'étude de sol :



Le résultat de cette phase de l'étude est une carte sur laquelle on a délimité des aires géographiques au sein desquelles on estime que les sols seront « similaires », sans pour autant préciser quel type de sol on s'attend à trouver. Le sol réel étant un milieu continu, la notion de « sols similaires » est artificielle et dépend en fait des caractères que l'on veut mettre en évidence et du niveau de précision que l'on s'est fixé.

À partir de cette carte, et suivant la densité de sondage visée (elle-même liée aux objectifs et aux moyens de l'étude), on peut établir une première carte des points où il semble judicieux d'effectuer des sondages tarière.

Ce travail est complété, corrigé - ou même remplacé - par l'observation *in situ* du secteur concerné (voir § 2.4).

Pour ce mémoire, la pertinence de deux types de documents a été étudiée : les cartes géologiques (1/50 000^e), et les photos aériennes en stéréoscopie (1/30 000^e) ou à défaut les cartes topographiques IGN (1/25 000^e ou 1/50 000^e). Il se base aussi sur les diverses études de sol réalisées dans la Somme précédemment.

L'analyse des documents a confirmé un problème pratique : les données disponibles ne sont pas toujours homogènes, ce qui pose problème pour leur utilisation. C'est le cas dans la Somme des cartes géologiques, et des méthodes d'investigation utilisées pour les diverses études de sol.

2.4 Préparation « sur le terrain » : Repérage visuel du secteur étudié.

Ce paragraphe est illustré par la figure 5, page suivante.

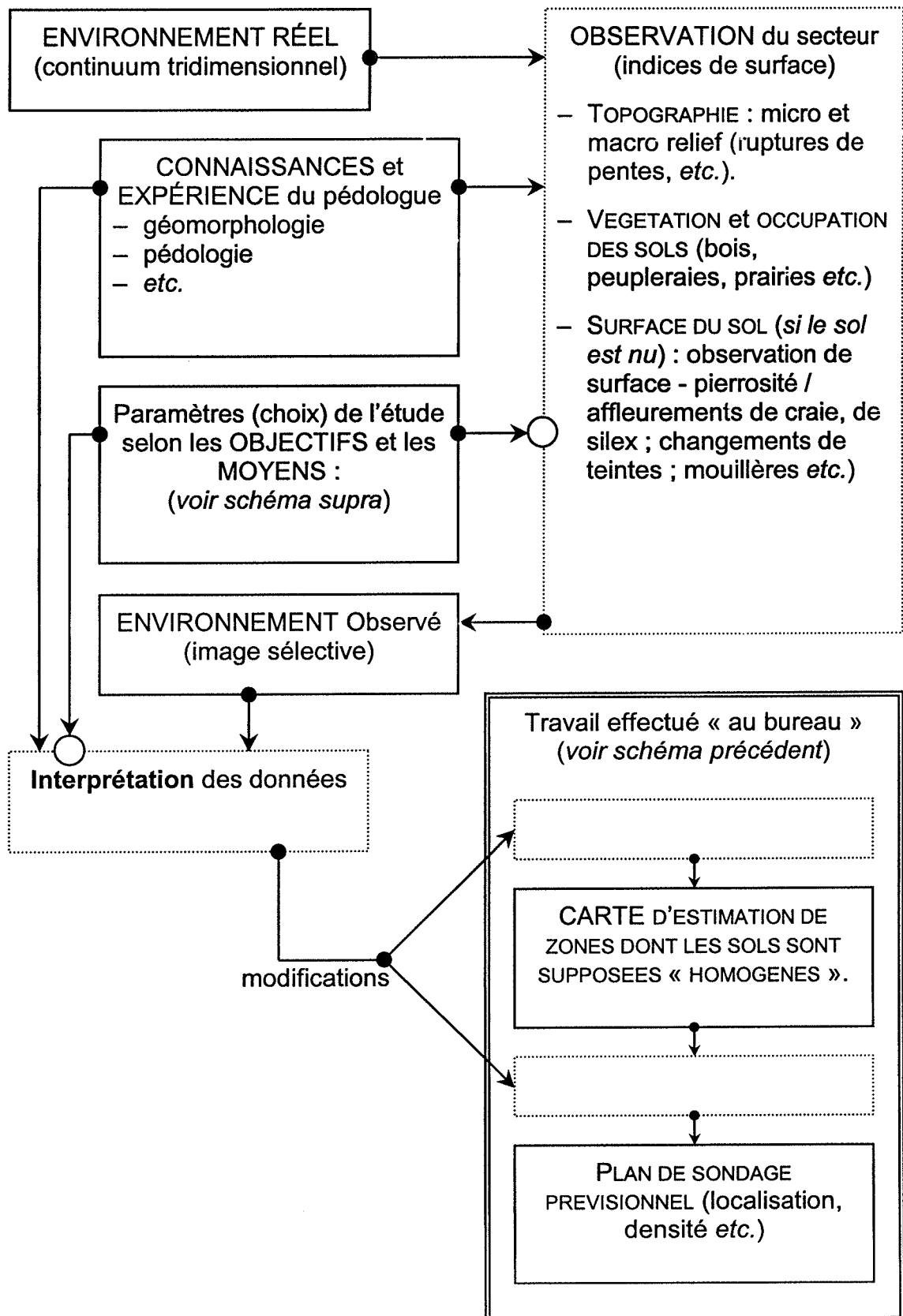
Le repérage visuel de surface du secteur étudié est un complément indispensable, voir une alternative, au travail de bureau. On aboutit aux mêmes types de cartes que pour la phase de préparation « au bureau », mais le résultat est plus précis (les moyens déployés sont aussi plus importants).

Cette observation attentive du secteur étudié offre une quantité considérable d'informations utiles au pédologue. Si le recul est parfois plus difficile à prendre qu'avec des documents de synthèse, la précision des informations est plus grande.

Ce repérage se fait généralement en voiture, en parcourant les routes et chemins du secteur (Legros [26] avertit d'ailleurs des « risques » de cette méthode, qui fixe l'attention du conducteur loin de la route).

Le pédologue confronte alors l'observation qu'il a du secteur avec sa connaissance des règles géologiques et pédologiques, pour estimer les zones de sol homogène et choisir ses points de sondage.

figure 5 : Phase de préparation « sur le terrain » de la campagne de cartographie :



Cette étape doit faire face à deux limitations majeures (aussi valables pour la phase de prospection à la tarière) :

- Un sol couvert de végétation (forêt, champs, prairies) n'offre quasiment aucun indices de surface visible de loin.
- Un minimum de relief est nécessaire pour offrir des points de vue intéressants de la zone étudiée. C'est généralement le cas dans la Somme, sauf dans la Plaine Maritime.

2.5 Prospection de terrain - Phase d'acquisition des données.

La figure 6, page suivante, illustre ce paragraphe.

L'étude des sols d'un secteur par des sondages à la tarière est l'étape clé de toute cartographie des sols. Les phases préparatoires exposées précédemment n'en sont pas moins importantes. Elles permettent au pédologue de ne pas démarrer sa prospection « à l'aveugle », et autorisent une économie substantielle de moyens (ou, selon le point de vue, une optimisation de l'utilisation des moyens disponibles).

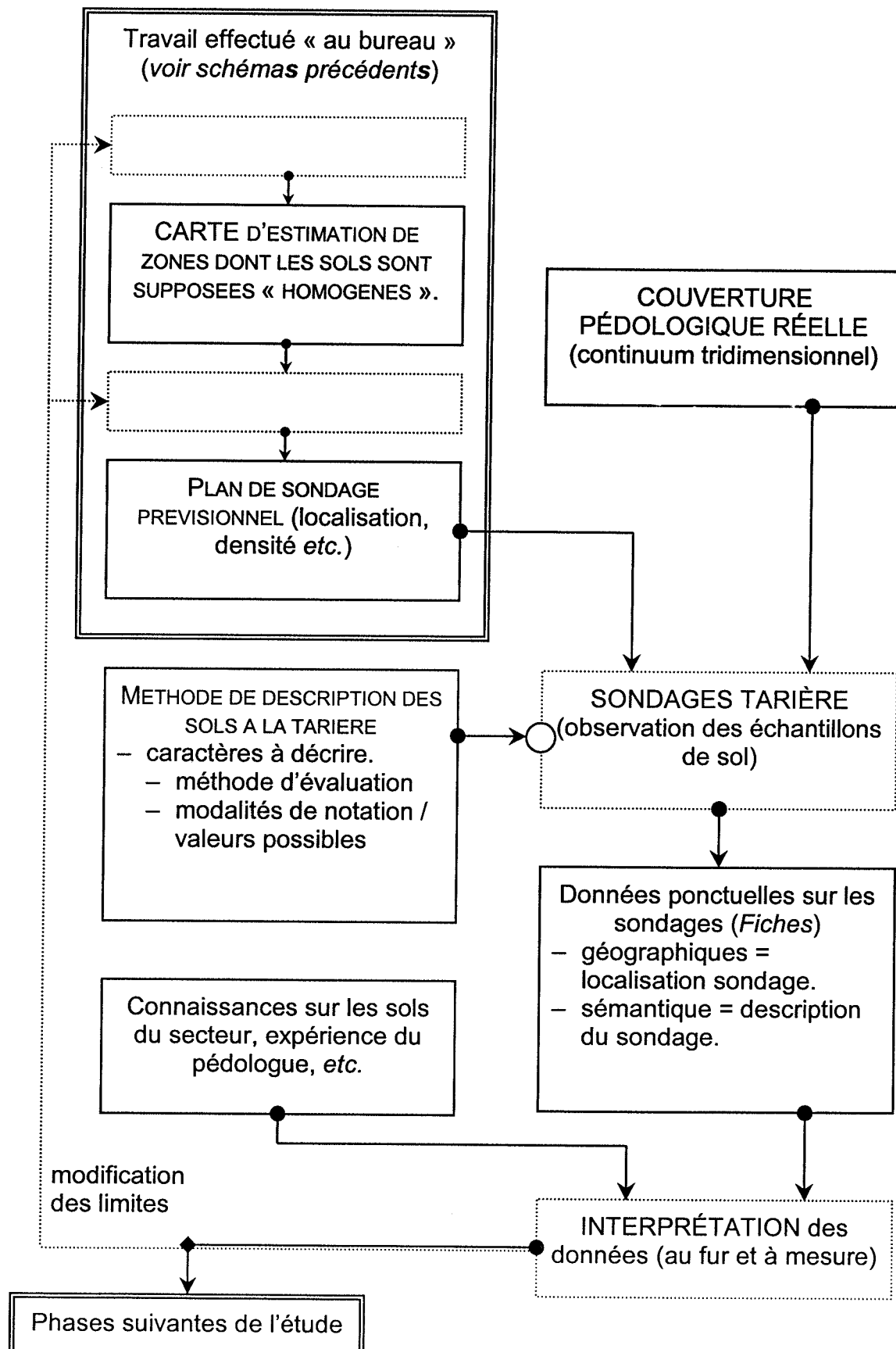
Le volume de terre observé par les sondages tarière est dans tous les cas très limité au regard du volume total de la couverture pédologique. Lors d'une cartographie utilisant une méthode systématique (sondages placés suivant un quadrillage régulier), l'analyse n'intervient que pour la réalisation de la carte. Lors d'une cartographie « raisonnée », l'analyse précède et accompagne la phase de prospection qui, de ce fait, suit la progression de la réalisation de la carte. À l'inverse, une prospection systématique présente l'avantage de limiter les erreurs, en évitant de délaissier certaines zones en apparence homogène, et s'avère plus efficace quand le terrain n'offre que peu d'indices de surface pour les caractères étudiés.

La phase de description n'est pas neutre. Elle fait appel à des appréciations visuelles et tactiles (voir olfactives ou auditives) du pédologue. Elle ne peut être exhaustive et consiste donc à sélectionner un panel de caractères jugés importants. Fort heureusement, un nombre relativement restreint de caractères peut rendre compte des propriétés essentielles du sol, ce qui permet malgré tout de les décrire sans restreindre excessivement le champ d'utilisation.

La description des sondages tarière suit généralement une méthode de description choisie au préalable, que cette méthode soit un protocole écrit ou une habitude de travail. Une méthode de description des sols doit répondre aux points suivants :

- Quels caractères du sol décrire ?
- Avec quelle précision faut-il décrire ces caractères ?
- Quels moyens faut-il employer pour évaluer ces caractères ?

figure 6 : Phase de prospection - réalisation des sondages tarière :



Le choix systématique de modalités de réponses possibles peut paraître inopportun. Le fait que ce genre de protocole soit rarement suivi à la lettre sur le terrain ne pèse pas non plus en faveur d'une telle rigidité. Ce cadre d'utilisation a pourtant plusieurs avantages :

- Il permet aux différents utilisateurs de **comparer** leurs données (pour les mettre en commun, ou pour des contrôles).
- Il permet au descripteurs de **s'étalonner**, en utilisant des méthodes de mesure plus pointues (analyses de terre ou autres mesures). La description, forcément subjective, risque en effet de « dériver » en l'absence de repères fiables.
- Il facilite l'apprentissage en proposant d'office une liste de réponse possible. Inversement, il simplifie toujours la perception du pédologue.
- Il permet la mise au point d'outils adaptés à la méthode, pour la saisie, le stockage, la transmission et le contrôle des données.

Dans le cas de ce mémoire, il s'avère nécessaire de proposer une méthode de description adaptée au contexte de la Somme. L'élaboration d'une fiche de terrain et d'une base de données fait partie des outils souhaités.

Mais la difficulté réside moins dans la description des sols que dans l'interprétation des données collectées. Cette analyse est effectuée au fur et à mesure de la collecte des données, en grande partie sur le terrain. Elle consiste en deux processus liés, détaillés dans les paragraphes suivants : la réalisation d'une typologie (§ 2.7) et la cartographie des sols (§ 2.8).

2.6 La désignation des sols, étape intermédiaire entre la description et la typologie.

Qu'est-ce que la désignation d'un sol (sous forme d'un sigle) :

La désignation d'un sol est en quelque sorte une *étape intermédiaire* entre sa description et son rattachement à un « type » de sol donné. C'est une sélection choisie de caractéristiques du sol (BAIZE & JABIOL - 1995, [6], p. 291), jugées essentielles pour appréhender certaines propriétés du sol.

NB : Les notions de caractérisation des sols (méthode Massif armoricain [32]) ou de codification des sols (méthode lorraine [14]) sont similaires (ou identiques ?) à la notion de désignation des sols.

Le résultat de la désignation est un **sigle**. Ce mot a en fait deux significations liées :

- C'est un ensemble de caractères, et leurs valeurs, issus de la désignation.
- C'est la représentation écrite ou graphique de cet ensemble.

Plus encore que sa description, la désignation du sol fait appel à une méthode bien cadrée. Elle impose :

- Les **caractères** du sol à renseigner.
- Les **modalités de description** possibles pour ces caractères. Celles-ci se traduisent concrètement par des classes de valeurs, par une liste de cas possibles ou plus simplement par l'indication de présence ou d'absence de certains caractères.
- La manière de **coder l'information** : Chaque classe, chaque cas possible est renseigné par un symbole particulier ou une valeur précise.
- La manière de **représenter l'ensemble des informations** : en ligne (Lorraine et Massif Armoricain) ou sous forme d'une fraction (Bruckert).

Cet encadrement à plusieurs **intérêts** :

- La désignation offre une vue *plus* synthétique du sol que la description, ...
- ... mais elle est aussi *moins* restrictive que le rattachement à un « type » de sol. On peut désigner les sols de sondages sans pour autant avoir défini de catégories.
- La désignation facilite la réalisation d'une typologie ou d'une cartographie. A un type de sol va alors correspondre un groupe de sigles possibles.
- Le nombre restreint de caractères retenus et le codage précis des informations autorisent une représentation graphique sous forme d'un sigle. C'est une écriture **organisée** des caractères de la méthode de désignation.
- En sélectionnant les informations importantes, et en les représentant graphiquement, la désignation facilite la communication d'informations sur les sols, notamment vers les personnes non expertes.

Chaque méthode de désignation répond à des objectifs propres.

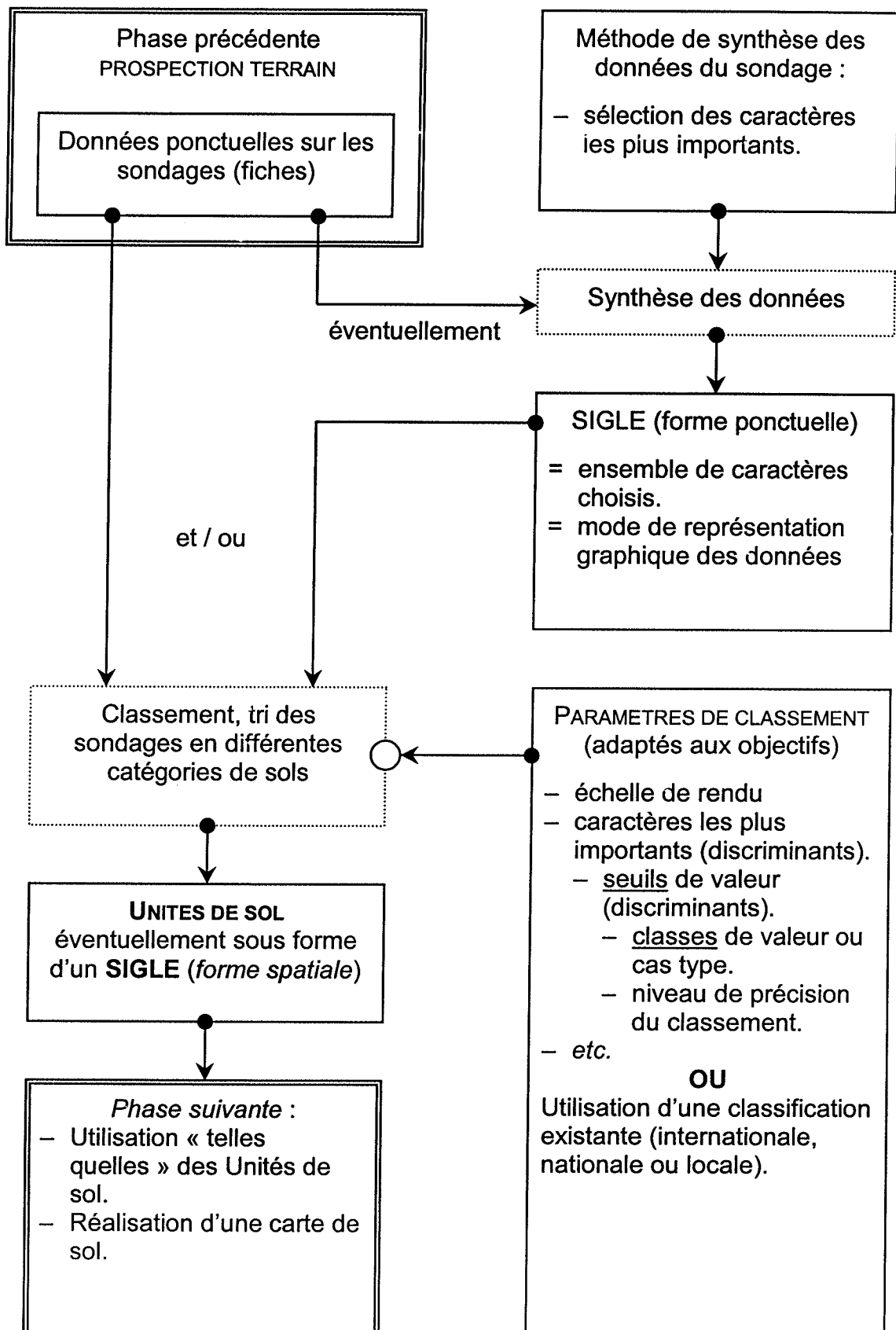
La sélection d'un nombre relativement restreint de caractères obéit à une logique précise, qui diffère plus ou moins selon la méthode de désignation. En effet, suivant leurs impératifs, certains caractères jugés essentiels par les uns pourront devenir secondaires pour les autres. Les principales différences entre les différentes méthodes de désignation, ainsi que leur justification, ont été brièvement abordées dans la 1^{ère} partie du rapport.

2.7 Exploitation des données - Réalisation d'une « typologie » des sols observés.

A partir du moment où quelques sondages ont été effectués, les pédologues peuvent commencer à comparer les sondages entre eux. Ils cherchent à définir quels sondages peuvent être considérés comme similaires du point de vue des objectifs de l'étude.

La figure 7, page suivante, illustre ce paragraphe.

figure 7 : Schéma du processus de regroupement des sondages en unités de sol (« types ») de sol :



Élaboration d'une typologie ou rattachement à un système existant ?

Deux possibilités s'offrent généralement aux pédologues. Dans les deux cas, la désignation préalable du sol peut faciliter l'analyse.

- Ils peuvent chercher à « rattacher » les sols (échantillons) observés aux catégories d'une classification (RP 1992 - 1995) ou à un référentiel existant.

Les « types de sol » étant des entités théoriques, le rattachement est rarement parfait. Il peut être multiple ou partiel.

- Ils peuvent élaborer leur propre référentiel. Il s'agit en fait d'établir une typologie locale des sols, plus ou moins orientée vers des problématiques particulières.

C'est ce cas qui est considéré dans ce mémoire et illustré dans la figure 7, la Somme ne disposant pas de référentiel de sols.

Les référentiels existant au niveau national ou international ne répondent pas forcément bien aux objectifs des études de sol locales. Plus simplement, ils ne sont pas adaptés aux grandes échelles. Baize (1992, [7]) indique ainsi que le RP reste valable jusqu'à l'échelle d'une petite région naturelle. Pour les échelles plus petites, une typologie locale est préférable. De même, si les référentiels ne sont pas suffisants pour réaliser des cartographies à grande échelle (1/25 000^e ou plus), ils offrent néanmoins une base stable sur laquelle elles peuvent reposer.

Les « types » ou « catégories » ainsi définis sont appelés « Unités de Sol » (US), ou encore « Unité Typologique de Sol » (UTS).

Cette étape typologique est un préalable indispensable à la réalisation de cartes de sols. La réalisation des sondages, la typologie et la cartographie sont généralement réalisées **en parallèle** (voir la figure 3, p. 23).

Les notions de sol objet, sol image et sol concept permettent de mieux comprendre les différents niveaux de simplification ou d'extrapolation d'une étude de sol (voir l'annexe 3 p. 135). On retiendra notamment que la description du sol est déjà une simplification significative de la réalité du sol, à commencer par le passage d'un milieu variant continuellement dans les trois dimensions de l'espace (sol objet) à une image ponctuelle de celui-ci (sol image).

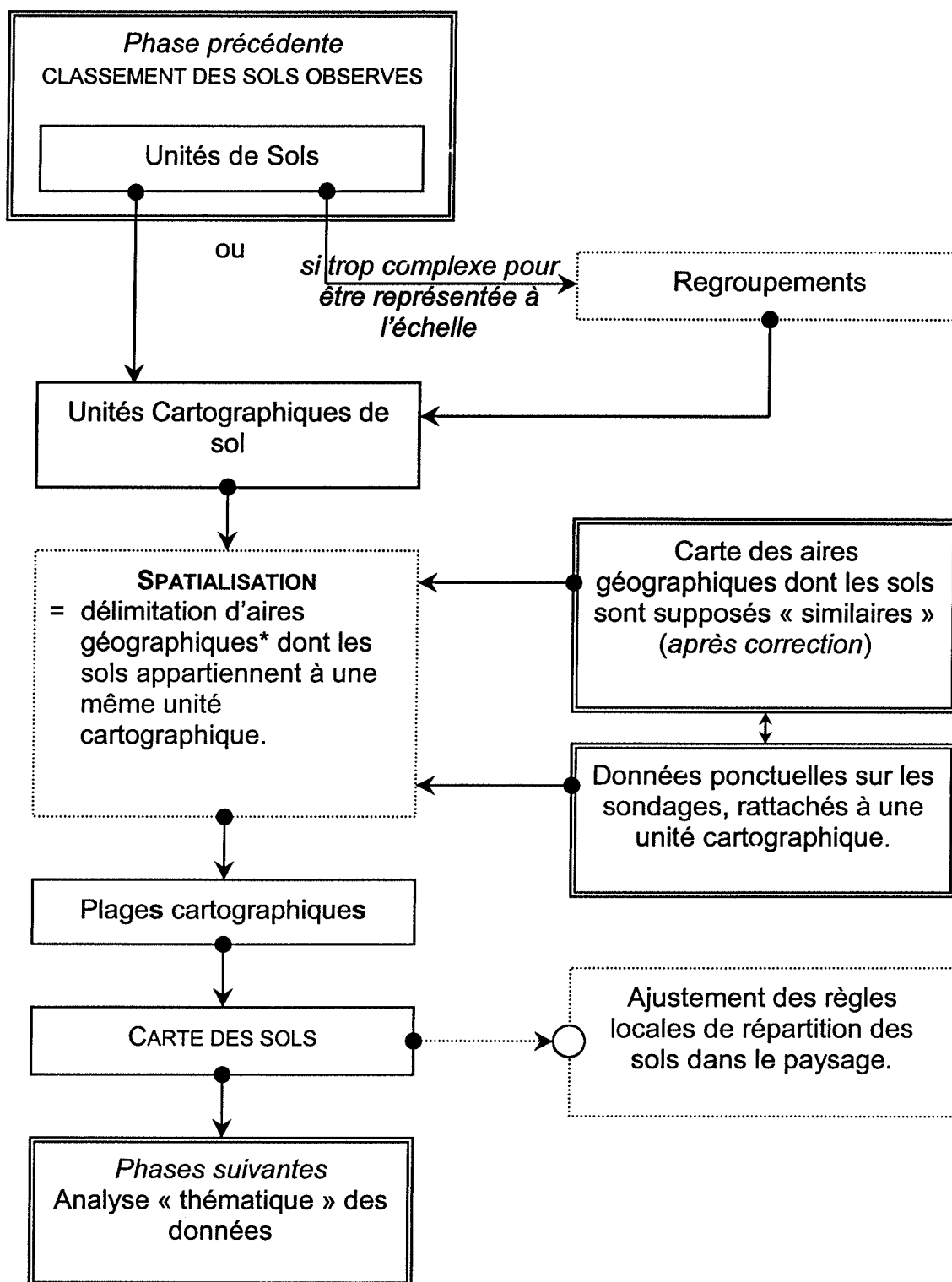
La couverture pédologique ne peut être considérée comme homogène au sein d'une même plage cartographique. En effet les « types » de sol que l'on choisit de distinguer (sols concept) ne reflètent pas une réalité, mais sont destinés à mettre en évidence certains caractères ou certaines propriétés du sol, et sont des artefacts nécessaires à la représentation de l'analyse du pédologue.

2.8 Réalisation de la carte de sol.

Le paragraphe est illustré par la figure 8, page suivante.

La phase de « typologie » entamée, le pédologue dispose (au moins partiellement) de catégories de sols dans lesquelles il peut répartir ses sondages.

figure 8 : Schéma illustrant la phase de réalisation d'une carte de sol :



* : dont les limites supposées sont forcément imparfaites, les plages cartographiques étant des portions finies d'un milieu dont les propriétés varient continuellement dans les 3 dimensions de l'espace.

La typologie n'est qu'un système qui permet de rattacher des points (les sondages) localisés dans l'espace à un type de sol. La phase de cartographie va consister à passer de ces points à des aires géographiquement délimitées (voir la figure 8). Cela a deux implications :

- On passe de données ponctuelles repérées dans l'espace à des aires géographiques à part entière.
- On passe de données réellement observées à des données issues d'une estimation.

Il s'agit donc bien d'un travail d'**extrapolation**.

Le travail du pédologue consiste donc à découper le secteur étudié en aires géographiques (plages cartographiques) dont il estime que les sols appartiennent à une même catégorie. A de petites échelles les unités et plages cartographiques peuvent représenter des concepts différents.

Les Unités Cartographiques de Sol (UCS) sont issues de regroupements entre Unités Typologiques de Sol, destinés à pallier le manque de précision de la représentation graphique. Une UCS peut ainsi contenir une ou plusieurs UTS. On définit donc des plages cartographiques de même UCS. Si cette UCS comprend plusieurs UTS, les limites entre celles-ci ne sont pas représentées (parce qu'il n'est pas possible de représenter les limites entre les UTS à l'échelle considérée et /ou parce que ces limites n'ont pas pu être identifiées).

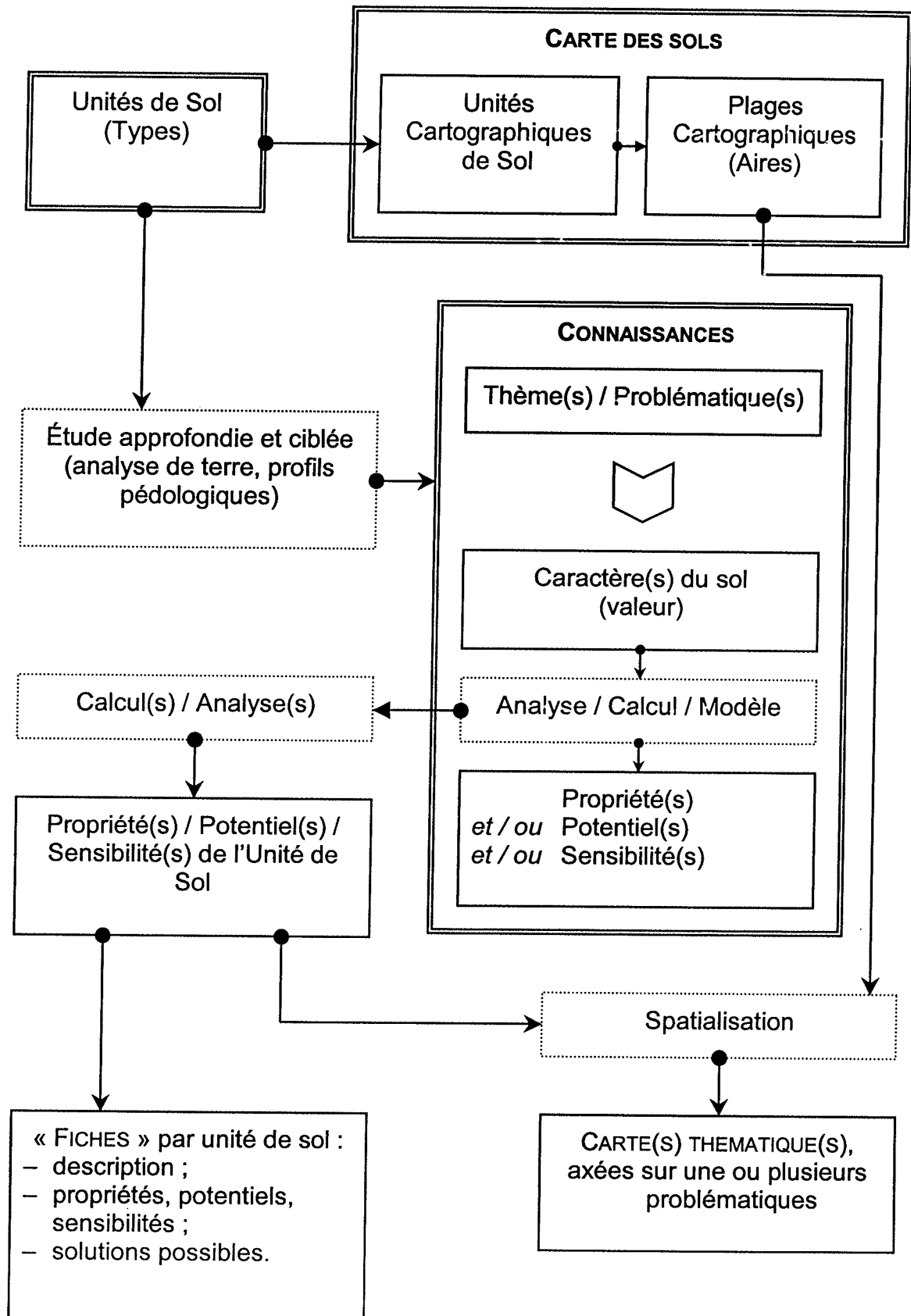
De la même manière que les types de sols sont des artifices destinés à mettre en évidence l'analyse du pédologue, les plages cartographiques ne reflètent pas une réalité concrète, mais plutôt la représentation linéaire d'une transition en réalité graduelle. Cette limite n'est qu'une estimation, extrapolée à partir d'observations ponctuelles.

Pour le travail présenté dans ce mémoire, les différents niveaux d'organisation des sols observés (données issues de l'observation ; désignation ; unité typologique de sol ; unité cartographique de sol) ont un impact direct sur la manière dont le sigle doit être adapté. En effet, il doit idéalement permettre de désigner une observation ponctuelle, un type de sol ou une plage cartographique. Un exemple simple permet d'illustrer ce point : si pour la désignation ponctuelle d'un sol une simple indication de sa profondeur peut suffire, la désignation d'un type de sol requiert une plage de profondeur possible (minimum, maximum ; classe de profondeur).

2.9 Analyse des données collectées sous l'angle de problématiques particulières.

Les étapes précédentes décrivaient l'acquisition d'informations « générales » sur les sols d'un secteur. Ces informations concernent surtout la morphologie du sol, mais aussi son fonctionnement ou ses propriétés agronomiques et/ou environnementales, si celles-ci sont importantes (comme le régime hydrique par exemple). **Ces données n'ont d'intérêt que dans la mesure où elles servent à déduire d'autres informations plus ciblées sur le fonctionnement et les propriétés du sol.**

figure 9 : Schéma de la phase d'analyse thématique des données collectées lors d'une étude de sol :



Il est possible d'orienter l'étude vers des problématiques particulières dès son démarrage, mais les données obtenues ne sont alors utilisables que dans le cadre restreint de ces problématiques. Commencer l'étude par une partie plus descriptive a donc plusieurs avantages :

- Les résultats obtenus sont vérifiables. Par exemple, une carte d'aptitude à l'épandage n'a de valeur que dans la mesure où elle est accompagnée d'une carte des sols qui permet d'en vérifier la pertinence.
- C'est économiquement plus intéressant. Les données obtenues sont utilisables pour des problématiques variées (et donc des utilisateurs variés).
- Les résultats obtenus peuvent faire l'objet de réajustements ou de corrections ultérieures.

Les analyses possibles sont très variées. Chacune d'elle demande de disposer d'une « **clé d'interprétation** » particulière. Il s'agit de connaissances, souvent résumées sous forme de modèles (formules) qui permettent de passer des caractères du sol à certaines de ses propriétés ou ses potentiels. Il est parfois nécessaire de les « calibrer », par des expérimentations ou des études adéquates, pour les ajuster au contexte pédoclimatique de la région.

L'analyse des données peut aboutir sur de multiples résultats ou utilisations :

- La réalisation d'une « fiche » pour chaque type de sol identifié. On peut y faire figurer, outre les principaux caractères d'identification de la catégorie, des informations sur les propriétés du sol (drainage interne), ses potentialités (agronomiques notamment), ou les risques d'accidents (érosion, battance). Le guide agronomique des sols du département de l'Oise offre un bel exemple de telles fiches (réf. [3]).
- La réalisation de cartes ciblées sur certaines propriétés des sols, sur certains potentiels ou certains risques. Pour peu que l'on dispose des moyens d'analyse des propriétés du sol, les SIG offrent une certaine souplesse pour réaliser de telles cartes.
- Les connaissances acquises peuvent être utilisées pour des diagnostics plus ponctuels, à l'échelle d'une parcelle par exemple. Cet aspect est développé dans le paragraphe suivant.

L'étude des moyens d'interpréter les données pédologiques ne fait pas partie des objectifs de ce mémoire. Le travail d'adaptation de la méthode de désignation doit cependant s'assurer que les caractères nécessaires à ces interprétations sont bien pris en compte (dans la mesure où ils peuvent être évalués par un sondage tarière).

Dans une perspective à plus long terme ces éléments montrent que la capacité de désigner et de cartographier les sols n'est pas suffisante pour s'attaquer à des problématiques complexes. Il est aussi nécessaire de clarifier ou de développer les différentes « grilles d'interprétation » nécessaires qui (pour des raisons stratégiques ?) apparaissent rarement dans les études de sol.

2.10 Diagnostics et propositions de solutions aux problèmes posés.

La réalisation des documents cités ci-dessus, comme des cartes ou des fiches de sol, ne permet pas encore de proposer des solutions concrètes à des problèmes particuliers. Faire un diagnostic précis, suivi normalement de préconisations adaptées, nécessite d'avoir intégré des facteurs peu stables dans le temps, d'origine anthropique la plupart du temps. Ces facteurs sont par exemple, les pratiques culturales (rotation, fertilisation minérale, organique, travail du sol *etc.*) ou encore la météo du moment.

Il n'est pas pertinent d'intégrer de tels facteurs dans les premières phases d'une étude de sol, du fait de cette instabilité. L'origine anthropique de certains caractères du sol, en plus de les rendre généralement instables dans le temps, a aussi pour conséquence de rendre difficilement prévisible leur répartition géographique.

Il est cependant indispensable de les prendre en compte pour préconiser des solutions adéquates aux problèmes posés.

3 METHODOLOGIE : COMPARER, CHOISIR ET TESTER.

La partie précédente a permis de mettre en évidence les points clé du travail à réaliser. Il convient maintenant de détailler la stratégie adoptée pour les résoudre. La méthode de travail fait ressortir deux volets :

- Une partie consacrée aux questions de description et de désignation du sol, et aux outils qui s'y rapportent.
- Une partie axée sur l'analyse des documents utilisables pour préparer des travaux de cartographie des sols.

3.1 Recherche documentaire : Les données du problème.

Si la méthode de travail diffère selon les parties de l'étude, les documents sur lesquels elle se base sont les mêmes. Dans un cas on s'attache aux données sémantiques ou ponctuelles, et dans l'autre on s'intéresse aux données spatialisées.

3.1.1 Documents relatifs à la description et la cartographie des sols.

Plusieurs ouvrages de référence ont été utilisés pour établir la base méthodologique du travail. Les principaux ont été :

- « **Guide pour la description des sols** », de Denis Baize et Bernard Jabiol, (1995, [6]).

Cet ouvrage traite de nombreux aspects de la description des sols (hors analyse de laboratoire), depuis le choix du point et la description du site jusqu'à la saisie informatique des données. Les éléments d'interprétation des données observées ne sont pas négligés. Les limites de l'outil térière sont détaillées pour chaque élément de la description.

- « **Cartographie des sols** », de Jean Paul Legros, (1996, [26]).

Cet ouvrage complète effacement le guide pour la description des sols. Il ne s'attarde pas sur la description du sol, mais détaille les autres éléments d'un travail de cartographie, depuis le choix d'une échelle pertinente jusqu'à l'interprétation des données collectées. Les aspects théoriques et pratiques des différentes méthodes de cartographie sont bien sûr approfondis.

- « **Référentiel Pédologique des principaux sols d'Europe** », de l'A.F.E.S., (1992, [1]).

Cet ouvrage permet de s'assurer des définitions « officielles » des différentes dénominations d'horizons et de Sols Références. La description précise des sols référence permet de repérer les caractères nécessaires à l'identification du sol.

- « **Bases et techniques d'une cartographie des sols** » de M. Jamagne (1967, [20]).

Cet ouvrage plutôt concret et pratique traite aussi bien de la description des sols, que de leur désignation (sous forme de sigle), de leur classification ou de leur cartographie. Il comprend un chapitre sur la photointerprétation.

NB : La chambre d'Agriculture de la Somme ne dispose pas du document de référence de la CPCS de 1967. De nombreux documents se réfèrent à cette classification, mais les auteurs prennent quelques libertés avec les appellations. C'est donc une référence qu'il sera nécessaire d'acquérir pour poursuivre la synthèse des données pédologiques.

De nombreux autres articles (revues *Étude et Gestion des Sols*, *Science du Sol* etc.) ou documents ont été consultés pour éclaircir certains aspects de l'étude. Les plus intéressants sont cités dans la bibliographie.

3.1.2 Méthodes de désignation et référentiels agronomiques de sol.

Étude de la méthode du sigle du Pr. Bruckert.

Les caractères du sol utilisés par la méthode de désignation et la justification de leur intérêt (article présenté en annexe 10) ont servi de base à l'ensemble du travail. Les modifications de cette méthode ont été limitées au minimum, dans la mesure où les choix restaient pertinents. Les modifications effectuées par les utilisateurs francs-comtois de la méthode ont aussi été prises en compte (Communications personnelles ; LUCOT & GAIFFE, 1995, [28])

Mais la comparaison avec d'autres méthodes de désignation a permis de l'enrichir, de la modifier ou d'en conforter les choix.

Mais c'est surtout par comparaison avec les autres méthodes de désignation que la méthode Bruckert a été adaptée.

Autres méthodes de désignation et référentiels.

Deux méthodes de désignation ont été analysées : La méthode lorraine [14] et la méthode Massif armoricain [32]. Comme pour la méthode Bruckert, les documents disponibles décrivent la méthode de désignation mais n'abordent pas la description détaillée du sol. La méthode Jamagne mise au point dans l'Aisne ressemble aussi à une méthode de désignation, mais chaque « étage » de la classification utilise des critères propres et un codage spécifique.

L'étude ne concerne pas directement les référentiels de sols, néanmoins les caractères du sol qu'ils décrivent sont une information utile. Deux référentiels ont été étudiés : le guide agronomique des sols de l'Oise et la classification des sols de l'Aisne de Jamagne. Le référentiel des sols d'Alsace a aussi été consulté. Il présente une clé de détermination des types de sol intéressante, basée notamment sur les paysages.

Les points étudiés pour ces deux types de travaux (méthode de désignation et référentiels) sont identiques : Quels sont les caractères du sol utilisés ? Comment sont-ils décrits ? Comment sont-ils codés ?

Les caractéristiques des sols du plan d'épandage Roquette sont aussi codifiées sous forme d'un sigle linéaire. Cette méthode de codification des sols présentant également un intérêt, les caractères qu'elle prend en compte ont aussi été examinés, comme pour les autres méthodes.

3.1.3 Sols, topographie et géologie de la Somme.

Les documents exposés au chapitre précédent constituent la partie générale de la recherche bibliographique sur la description et la désignation des sols. Ces données permettent de connaître les caractères qu'il est pertinent de décrire et, parmi eux, ceux qui doivent apparaître dans la désignation du sol. La phase suivante vise plutôt à choisir la manière de décrire ces critères et doit donc reposer sur des données propres à la Somme. Ces données « locales » permettent d'identifier les caractères du sol qui ont un intérêt particulier dans la Somme (la nature des éléments grossiers par exemple).

3.1.3.1 Les monographies de l'INRA.

Les 5 monographies réalisées par les chercheurs de la station agronomique d'Amiens (réf. [21], [22], [23], [24], [26]) décrivent les principaux types de sols de chacune des petites régions agricoles de la Somme, et leur répartition par rapport au relief et à la géologie.

Bien qu'étant d'une précision inférieure à celle des outils à élaborer, les informations contenues dans les monographies permettent de s'assurer que la méthode de désignation peut servir à distinguer les grands types de sols du département (en particulier pour des caractères comme la pierrosité, la texture dominante et les matériaux sous-jacents des sols - Les indications concernant la profondeur des sols sont plus limitées).

C'est sur les questions de répartition des sols dans les paysages, et par rapport à la géologie, que les monographies se révèlent les plus utiles. Les deux toposéquences présentées page suivante en sont l'illustration (figure 10 et figure 11). Ces connaissances sont importantes pour la préparation des travaux de cartographie.

La carte des textures de sols de la Somme au 1/250.000^e et sa notice explicative ne sont pas assez précise pour être réellement utiles à notre étude. Ces documents offrent cependant une vue d'ensemble de la Somme nécessaire pour visualiser les différences entre petites régions agricoles.

figure 10 : « Répartition topographique des affleurements et des sols » présentée dans la monographie des sols du Vimeu (1943, [24]) :

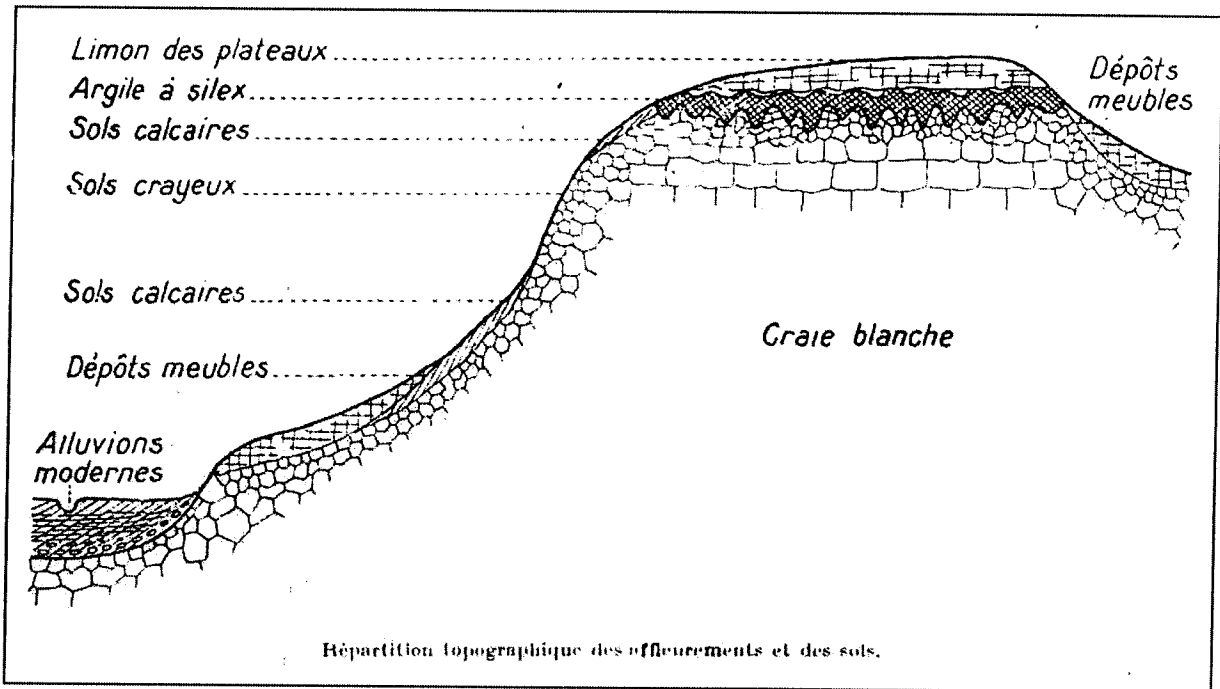
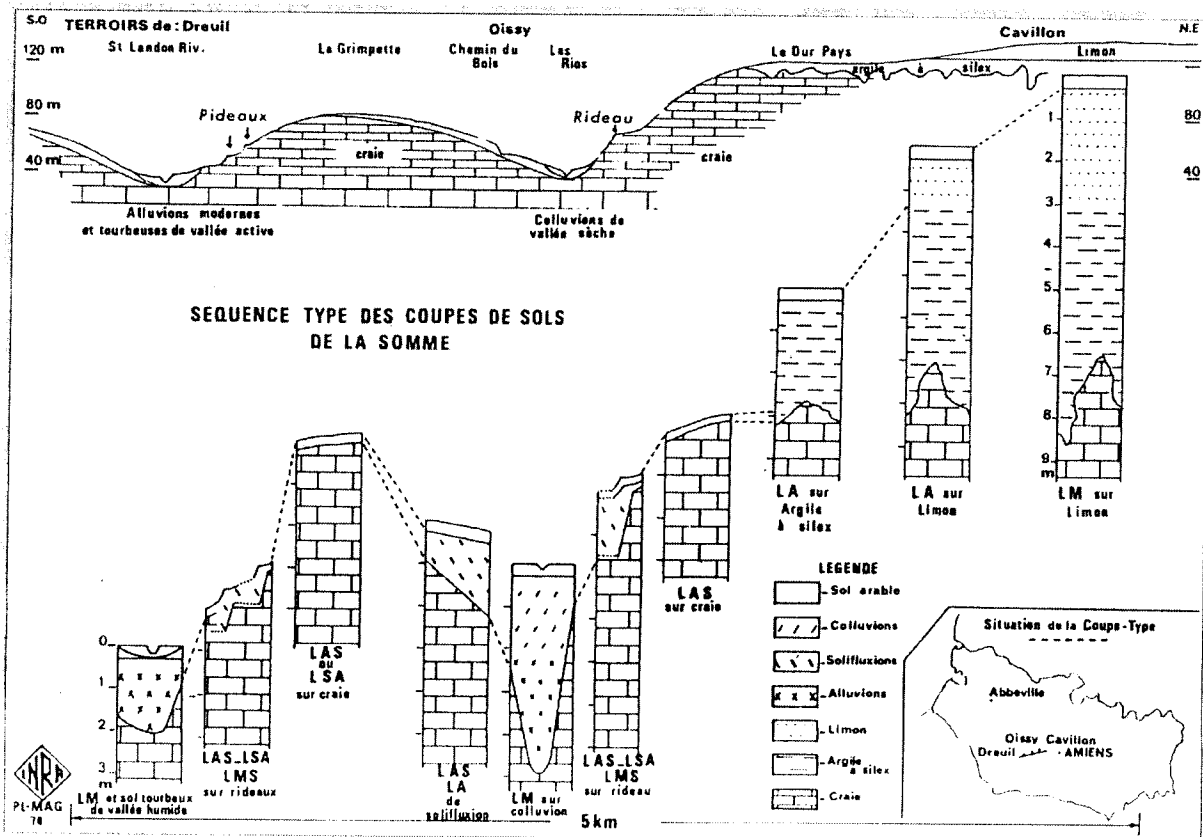


figure 11 : Séquence type des sols de la Somme réalisée par la Station Agronomique INRA d'Amiens (LEFEVRE - 1993, [25] tirée de ?).



3.1.3.2 Carte des sols du plan d'épandage Roquette.

Les cartes de sol du plan d'épandage de Roquette Frères - site de Vecquemont (et leur légende) ont été utilisées pour cette étude. La société a autorisé la Chambre d'Agriculture de la Somme à utiliser ces données dans un but de connaissance des sols du département.

En plus d'être basées sur une « méthode de codification » intéressante, les cartes de sol du plan d'épandage de Roquette ont permis d'avoir un aperçu précis de la diversité des sols dans l'Amiénois. L'étude est réalisée au 1/25.000^e, et sépare les cartes de sols (non thématiques) des cartes d'aptitude à l'épandage. Ces données sont donc très proches de celles qui pourront être obtenues par l'adaptation du sigle du Pr. Bruckert.

Les types de sols identifiés lors de cette étude ont donc été utilisés pour s'assurer que l'adaptation de la méthode de désignation permettait de rendre compte de leur spécificité (profondeur de sol, pierrosité, hydromorphie *etc.*)

Les cartes ont aussi été très utiles pour vérifier la pertinence des données géologiques et topographiques pour préparer la cartographie des sols (voir le paragraphe 3.3).

Autres plans d'épandages :

Les cartes d'autres plans d'épandages auraient pu être étudiés en détail, mais l'utilisation de ces données pose certains problèmes :

- Les données de ces plans d'épandages n'étant pas du domaine public, elles peuvent difficilement être utilisées sans une autorisation préalable du demandeur de l'étude.
- Comme expliqué dans le paragraphe 3.2.1, p. 46, la comparaison des données pédologiques de différentes origines pose problème. C'est aussi le cas des plans d'épandages, malgré le fait qu'ils traitent généralement des problématiques très similaires, à une même échelle de représentation (1/25.000^e).

3.1.3.3 Travaux sur les sols des départements voisins.

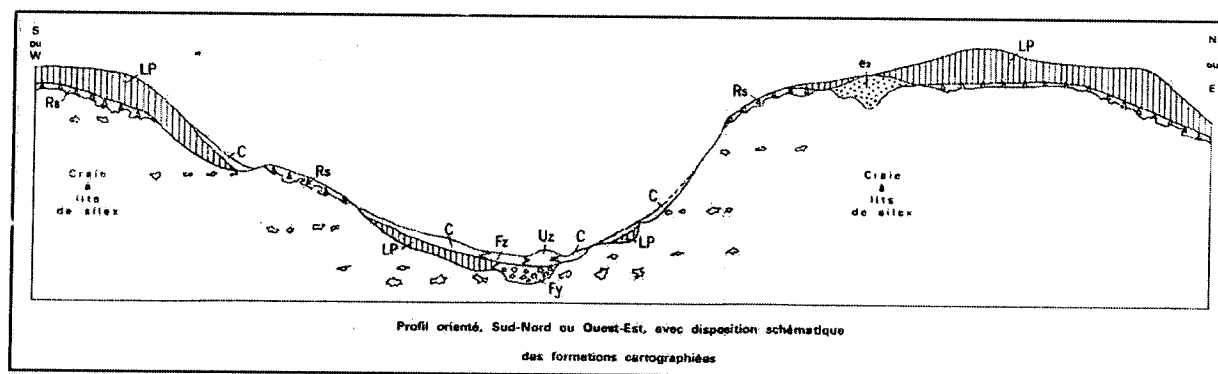
Certaines petites régions agricoles de la Somme se prolongeant dans les départements voisins (le Vermandois dans l'Aisne et le Plateau Picard dans l'Oise), le référentiel des sols de l'Oise [15] et la classification des sols de l'Aisne (Jamagne, [20]) ont été considérés comme des sources d'information sur les sols de la Somme. Mais seuls certains types de sol sont transférables à la Somme.

Cependant, ces deux travaux répondent à des objectifs particuliers, (et sont adaptées à leur contexte départemental), ce qui rend nécessaire une réflexion sur les caractéristiques transposables et celles qui ne le sont pas.

3.1.3.4 Données géologiques.

Les notices des cartes géologiques qui couvrent le territoire de la Somme traitent, entre autre, des formations superficielles, dont les sols font partie. Ces notices contiennent des données très utiles sur les sols rencontrés dans la Somme (influence de l'orientation des versants, composition des sols de colluvion etc. – voir la figure ci-dessous).

figure 12 : Schéma d'une toposéquence des formations géologiques accompagnant la carte géologique au 1/50.000^e de Amiens (source BRGM [44]) :



Intérêt des matériaux géologiques pour la connaissance des sols.

Un des points importants de l'adaptation de la méthode de description et désignation des sols est l'inventaire des matériaux géologiques présents dans la Somme. La connaissance de ces matériaux permet de préciser les modalités de description de plusieurs caractères du sol :

- Roche sous-jacente des sols, susceptible de faire obstacle à la tarière si elle se situe à moins de 120 cm de profondeur.
- Roche(s) mère(s) du sol, c'est à dire le ou les matériaux à partir desquels le sol s'est développé.

La méthode Bruckert ne prend pas en compte la roche mère, sauf indirectement pour le caractère colluvial des sols. Le terme de colluvions ne désignant d'ailleurs pas un matériau géologique précis, mais plutôt le caractère remanié du matériau.

- Nature lithologique de la pierrosité rencontrée sur l'échantillon de sol prélevé à la tarière. Cette pierrosité provient de l'altération d'un matériau géologique (autochtone ou allochtone).
- Qualité du drainage interne du sol, et donc intensité des phénomènes d'hydromorphie. En effet, le drainage interne d'un sol dépend en partie de la **perméabilité** de la roche sur laquelle il repose (mais aussi de sa perméabilité propre).

Inventaire des matériaux géologiques.

Les matériaux géologiques ont été inventoriés à partir de plusieurs sources d'information (documents listés au paragraphe 3.1.3, à l'exception des cartes des terres agricoles et des travaux des départements voisins).

L'inventaire des matériaux géologiques de la Somme repose sur deux types de documents : les documents relatifs aux sols dans la Somme (monographies INRA, cartes du plan d'épandage Roquette, secteur de référence drainage du Marquenterre) et les documents relatifs à la géologie de la Somme.

Les premiers traitent spécifiquement des matériaux sous-jacents et de la pierrosité des sols, et ne concernent donc que la partie prospectée des formations superficielles, entre la surface et 120 cm.

Les seconds traitent des formations géologiques en général, dont font partie les formations superficielles. Il est donc nécessaire de décoder l'information pour passer de la notion de « matériau géologique » à celle de « matériaux sous-jacents des sols ».

Pour chaque carte géologique, ont été relevés :

- Les unités cartographiques (cartes et légendes).
- Les formations géologiques représentées par ces unités cartographiques (notices).
- La **nature lithologique** de ces formations géologiques (notices).

Le principe des unités cartographiques des cartes géologiques est en effet le même que pour les cartes de sol : Une unité cartographique peut contenir plusieurs matériaux différents.

C'est en fait la nature lithologique des formations qui présente le plus d'intérêt pour adapter la méthode du Pr. Bruckert. Par exemple, le fait qu'une carte présente des formations tertiaires n'a que peu d'intérêt pour savoir quelle sera la morphologie du sol. Il est par contre intéressant de savoir que ces formations tertiaires peuvent être des argiles et/ou des sables et/ou des grès.

L'inventaire a nécessité une lecture systématique des notices des cartes géologiques, accompagné d'un tri méthodique des données « utiles ». Les particularités de chaque carte ont ainsi pu être identifiées. Pour la méthode de désignation, cet inventaire a ensuite été simplifié de manière à ne recouvrir que les différentes natures lithologiques possibles.

3.1.3.5 Autres documents consultés.

Secteur de référence drainage du Marquenterre.

Les données du rapport d'étude et les cartes de sol au 1/10.000^e du secteur de référence drainage du Marquenterre (1987, [17]) sont une source d'information précieuse sur la petite région agricole de la Plaine Maritime. Ce secteur étant, par

son relief peu marqué et sa géologie particulière (dépôts marins hétérogènes), un secteur a part dans le contexte de la Somme.

Cartes Départementales des Terres Agricoles.

Ces deux cartes au 1/50.000^e couvrent les même secteurs que les cartes géologiques de Amiens et de Moreuil (1983, [56] et [57]). Comme exposé au § 2.9, l'utilité de ces données pour l'étude est finalement limitée. Les minutes de terrain ayant servi à leur élaboration étant perdues, on n'est plus en mesure de valoriser les prospections qui ont été faites à l'époque (alors qu'on dispose des fiches descriptives des sondages réalisés, malheureusement pas géo-référencés). Il paraît difficile de passer d'une valeur agronomique à un type de sol précis.

3.2 Description et désignation des sols - Inventorier, comparer, sélectionner et tester.

L'approche retenue pour sélectionner les caractères du sol à décrire, et pour adapter la méthode de désignation est simple mais méthodique.

Pour la méthode de description :

- inventaire bibliographique des caractères (ou des modalités de description) possibles ;
- évaluation de l'intérêt de chaque caractère (ou de l'intérêt des modalités de description) ;
- si plusieurs choix sont possibles, comparaison des avantages et inconvénients de chacune des possibilités ;
- Choix des caractères à décrire, et de la manière de les décrire ;

et pour la méthode de désignation (en plus des éléments évoqués ci-dessus) :

- identification des éléments de la méthode de désignation du Pr. Bruckert qui ne sont pas utilisables hors de leur contexte franc-comtois ;
- recherche d'éventuels caractères du sol pertinents dans la Somme, qui ne sont pas pris en compte dans la méthode Bruckert ;
- recherche des alternatives possibles pour la Somme, ou plus simplement des situations possibles dans la Somme (qui n'existaient pas en Franche-Comté).

L'inventaire bibliographique a été décrit au paragraphe 3.1. La comparaison des données recueillies ne peut se faire sans avoir abordé au préalable la question de leur compatibilité (les données sont-elles comparables ?)

3.2.1 Hétérogénéité des données pédologiques.

L'utilisation des diverses sources de données pose le problème de leur compatibilité. La question est surmontable quand il s'agit simplement de faire l'inventaire des caractères pris en compte ou des situations possibles dans la

Somme (nature lithologique des formations géologique *etc.*). Le problème est plus accentué pour faire l'inventaire des différents types de sol du département. Ce travail, qui se rapproche d'une typologie, a été envisagé mais pas approfondi durant cette étude. Si des travaux sont entrepris pour améliorer la connaissance de la répartition des sols dans les paysages de la Somme, ou pour élaborer un référentiel de sol, il sera à nouveau nécessaire de rechercher des solutions pour utiliser les données existantes.

Sources d'hétérogénéité entre les données.

Les différents points clé d'une cartographie des sols, exposés dans la partie 2 sont autant de sources d'hétérogénéité :

- Échelle de travail.
- Caractères ou propriétés du sol pris en compte (dépendant du thème de l'étude).
- Précision de l'évaluation des différents caractères.
- Classification ou référentiel utilisé (ou typologie propre à l'étude).
- Rendu des données (carte de sol ou carte thématique).

Les différentes manières de catégoriser les sols ne facilitent pas les comparaisons. Chacune d'elles répond à des objectifs propres, se base sur un ensemble de caractères donnés, et n'est donc pas toujours comparable avec les autres. Par exemple, la classification utilisée par Jamagne dans l'Aisne, est un système hiérarchisé, tandis que les référentiels ne le sont pas.

3.2.2 Sélectionner les éléments les plus pertinents.

Les données inventoriées, leur compatibilité évaluée, il est possible de les comparer, afin de retenir les plus pertinentes. Ces choix peuvent être tranchés de différentes manières :

- Pour des raisons **scientifiques** : le caractère est important pour comprendre le fonctionnement du sol (sous l'angle de son utilisation anthropique, agronomique, ou environnemental).
- Pour des raisons **statistiques** : le caractère, le seuil de valeur, est un facteur discriminant qui reflète des différences statistiques entre les sols.
- Pour des raisons **humaines, matérielles et économiques** :
 - Limites matérielle des moyens utilisés (*tarière etc.*).
 - Rapport entre importance du caractère et le temps nécessaire à sa description.
- Pour des raisons **locales** : le caractère est important dans la Somme ; la situation existe dans le département ; *etc.*

- Pour des raisons **pratiques** : le caractère permet de s'assurer de la cohérence des réponses, il permet de détecter d'éventuelles erreurs, il facilite la description d'un autre caractère important ; *etc.*

Ces arbitrages se sont fondés autant que possible sur la méthode franco-comtoise.

3.2.3 Modalités de réponse : seuils et classes de valeurs.

Chacun des caractères du sol retenus pour la description ou la désignation du sol doit être décrit selon des modalités de réponse prédéfinies. Cela signifie que l'on restreint l'éventail des valeurs possibles de la description à un panel de réponses fixé. On peut distinguer plusieurs types de modalités de réponse, qui dépendent des spécificités du caractère à décrire :

- **Classes** de valeurs délimitées par des **valeurs seuils**, segmentant une plage de valeurs possible continue (profondeur, intensité *etc.*).
- Ensemble de **réponses possibles** pour décrire un caractère, spécifiques au contexte du département. Il n'y a pas forcément continuité entre les réponses possibles (c'est par exemple le cas pour la nature lithologique d'un obstacle à l'enracinement).
- Notation « binaire », se limitant à l'indication de la **présence** ou de l'**absence** d'un caractère.
- Autres systèmes élaborés de classes ou de cas types.

C'est le cas de la texture, évaluée à l'aide d'un triangle de texture (basé sur la proportion d'argile, de limon et de sable), et de la qualité du drainage interne, reposant sur des « cas type » (basée, entre autre, sur l'intensité des phénomènes d'hydromorphie, et leur variation sur la profondeur).

Les choix les plus sensibles concernent les caractères devant être décrits suivant des classes de valeur. Ce choix demande en effet de fixer des valeurs seuil jugées pertinentes (les différents arbitrages possibles sont exposés au § 3.2.2), ce qui demande des données précises sur le contexte pédologique de la Somme.

3.2.4 Élaborer les documents et les outils de travail.

Les choix effectués pour la description du sol et sa désignation ne sont d'aucune utilité sans les outils qui permettent de les mettre en valeur. Ces outils sont :

- Un document récapitulatif de l'ensemble des caractères à décrire et la manière de les décrire, ainsi que les principales raisons de leur choix.
- Une fiche de terrain permettant de saisir le résultat de l'observation des sondages tarière.
- Une base de données permettant de stocker les données des fiches de sol, en vue de leur transfert vers un SIG et de leur spatialisation.

- Un guide de terrain résumant les caractères à décrire et les modalités de réponse, et apportant des chartes et autres éléments destinés à faciliter l'apprentissage de la méthode.

Ces outils ne sont que des moyens de mettre en valeur la méthode de description et de désignation (la méthode de description étant elle-même un moyen de faciliter l'application de la méthode de désignation). Il ne s'agit donc plus de travailler le fond, mais plutôt l'ergonomie. Les éléments pris en compte sont par exemple : la clarté et la concision des indications ; la facilité de compréhension *etc.*

La prise en compte des questions d'ergonomie intervient en fait dès la conception de la méthode de description et de désignation (compromis entre la facilité d'apprentissage et la pertinence de l'information, ou entre la concision et la clarté de l'information pour les questions de codage *etc.*).

Lors de la conception d'une base de données, les questions d'ergonomie interviennent à plusieurs niveaux :

- Compatibilité de la base avec les systèmes existants (SIG).
- Pertinence de la structure de la base (répartition des informations entre différentes tables, liens entre les tables *etc.*).
- Ergonomie de l'interface graphique utilisateurs / base de donnée (conception des formulaires). Référence : RATIER - 2000, [30].
- Possibilité d'extraction des informations sous forme papier ou numérique.

La **fiche de terrain** est le résultat d'un compromis difficile entre le besoin d'être exhaustif, la clarté et la concision. Le positionnement des informations doit dans la mesure du possible refléter l'ordre dans lequel les données seront collectées. Les fiches élaborées précédemment ont servi de base à ce travail (Groëll - 1997 [19] et Service développement de la Chambre d'Agriculture de l'Oise - 1994 [12]).

3.2.5 Tester les choix sur le terrain.

Les essais sur le terrain sont un excellent moyen de vérifier la pertinence des choix effectués. Ces tests ont aussi servi à vérifier les résultats en matière de préparation de la cartographie. Ils sont détaillés dans le paragraphe 4.2.2, page 71.

Les autres actions que mène la Chambre d'Agriculture de la Somme sur les sols ont aussi fourni des occasions de tester les choix effectués. Quelques comparaisons entre des profils culturaux (ou pédologiques) et des sondages tarière ont ainsi été réalisées.

La base de donnée a quant à elle été testée par une secrétaire, afin de s'assurer qu'elle est utilisable par des personnes n'étant pas pédologues.

3.3 Préparation des travaux de cartographie. Comparer, analyser et tester.

Dans l'optique d'accélérer les travaux de cartographie des sols, il est nécessaire d'évaluer dans quelle mesure il est possible de préparer ceux-ci avant la prospection de terrain.

Les travaux de la Station Agronomique d'Amiens ont montré qu'il est possible d'expliquer, et donc de prédire, la répartition des sols dans les paysages à partir d'informations sur la topographie ou la géologie des lieux. L'application pratique de ces règles chorologiques nécessite d'évaluer la pertinence des documents sur la géologie et la topographie du département pour une utilisation en cartographie des sols. Les documents sur la géologie ou la topographie répondent en effet à des objectifs particuliers, et ne contiennent donc pas forcément les informations nécessaires à la cartographie des sols.

Documents utilisés :

- Les cartes géologiques au 1/50.000^e (réf. [34] à [52]).
- Les relevés stéréoscopiques (photos aériennes) au 1/30.000^e (réf. [53])
- Les cartes topographiques IGN au 1/25.000^e.

Comme expliqué dans le paragraphe 2.3, la préparation de la cartographie vise à délimiter des secteurs dont on estime que les sols seront similaires, à l'échelle considérée. Ceux-ci serviront de base à la prospection de terrain, et seront progressivement corrigés pour obtenir les plages cartographiques.

L'analyse des différents documents est effectuée en deux temps. Ceux-ci ont d'abord été étudiés séparément, sous l'angle de la qualité et de l'homogénéité des informations qu'ils apportent. Ils ont ensuite été croisés et comparés avec des données pédologiques existantes, pour vérifier et étayer les constatations précédentes.

3.3.1 Modes de représentation des données géologiques.

Le territoire de la Somme est couvert par 20 cartes géologiques (certaines n'ayant qu'un secteur limité dans la Somme). Elles ont été éditées entre 1968 et 1984, par diverses équipes de géologues. Toutes les cartes ont pu être consultées, à l'exception de celle de Bapaume.

L'étalement dans le temps de la réalisation des différentes cartes géologiques et la diversité des équipes de géologues rendent nécessaire une étude des modes de représentation des formations géologiques des ces documents. Des différences notables ont déjà été identifiées par certains utilisateurs des cartes géologiques du département, mais le problème n'a pas été décrit.

Concernant les cartes géologiques, les questions relatives à l'adaptation de la méthode de désignation sont aussi valables pour aborder les problèmes de préparation de la cartographie (voir paragraphe 3.1.3.4, p. 44). Il est important

d'inventorier les particularités de chacune des cartes géologiques à tous les niveaux de l'analyse (unité cartographique, formation géologique, nature lithologique des matériaux). Les besoins de la cartographie des sols requièrent en effet de pouvoir adapter la démarche à chaque carte (ou chaque mode de représentation).

Plusieurs caractéristiques des cartes sont susceptibles de varier :

- Regroupement ou non de certaines formations géologiques sous une même unité cartographique.
- Définition des combinaisons de matériaux (natures lithologiques) possibles pour une même formation géologique. Ces différences peuvent résulter de divergences sur la méthode de cartographie, mais aussi plus simplement d'un « contexte » géologique différent.
- Seuils d'épaisseur en deçà desquels les formations superficielles ne sont plus représentées, au bénéfice des formations géologiques sous-jacentes. Ces seuils peuvent varier selon les objectifs des géologues, qui peuvent privilégier les formations superficielles ou au contraire en faire abstraction.
- Qualité du travail réalisé par les géologues (pertinence de leurs estimations).
- Nom et symbole employés pour les différentes unités cartographiques.

Une manière simple de repérer des différences, sans toutefois les expliquer, consiste à coller bord à bord deux cartes géologiques adjacentes, et de vérifier la concordance (ou non concordance) entre les limites des plages cartographiques. C'est une première étape de l'analyse.

Un examen minutieux des définitions des formations géologiques (et de leur nature lithologique) permet d'approfondir cette recherche.

Une fois les différences identifiées, il est possible d'évaluer leurs conséquences sur leur utilisation pour préparer de la cartographie des sols. Les différences observées risquent en effet d'avoir des répercussions sur la manière dont ces données doivent être utilisées en cartographie des sols.

L'étape suivante du processus consiste à confronter les conclusions à des données pédologiques existantes, voir à des observations de terrain, après croisement avec les informations sur le relief.

3.3.2 Utilisation des cartes topographiques et des relevés stéréoscopiques.

La question de l'homogénéité des modes de représentation ne semble pas poser de problème pour les cartes topographiques IGN. Les relevés stéréoscopiques n'ont évidemment pas de problème de « représentation », mais la date et l'heure de la prise de vue sont importantes. La saison, l'exposition au moment de la prise de vue et les conditions météo précédant celle-ci sont susceptibles d'influencer significativement les détails qui pourront être décelés.

Contrairement aux cartes géologiques, les cartes topographiques, et plus encore les relevés stéréoscopiques, ne sont pas découpés en plage cartographiques. C'est au pédologue que revient la tâche d'extraire l'information utile. Il s'agit d'identifier les unités de relief pertinentes pour la pédologie. Cette analyse mobilise donc la connaissance qu'a le pédologue des liens entre les sols et le relief (par exemple, les parties hautes d'un versant auront tendance à avoir subi une érosion, tandis que les parties basses ou les fonds de vallons feront l'objet d'accumulations de matériau venant des parties hautes).

L'exploitation des cartes topographiques et des relevés stéréoscopiques diffère significativement, même si le résultat recherché est le même.

Cartes IGN.

Les cartes topographiques IGN apportent plusieurs informations :

- Courbes de niveau de 5 m d'équidistance (et donc : altitude, pente, forme du relief, exposition des versants *etc.*).
- Amorces et quadrillage permettant d'obtenir les coordonnées géographiques d'un point (Lambert *etc.*).
- Zones boisées (dans la Somme, souvent situées sur des secteurs dont les sols sont difficiles à mettre en culture).
- Nom des lieux (parfois évocateurs, par exemple : l'argillière, la briqueterie *etc.*).

Ces cartes sont aussi un support intéressant sur le terrain, pour noter les points de sondage et placer les limites de sol.

Relevés stéréoscopiques.

Il s'agit de relevés stéréoscopiques noir et blanc de l'IGN, pris en 1991 (format 23x23 cm). Ces cartes ont été étudiées à l'aide d'un stéréoscope à miroirs (grossissement 1,5), qui permet de visualiser le relief. Elles permettent aussi d'observer une multitude de données utiles, comme les variations de teintes d'un sol nu. L'utilisation de photos aériennes prises en infrarouge proche aurait permis de visualiser les zones humides ou hydromorphes, mais de tels relevés ne sont pas disponibles dans la Somme.

Quelques documents traitant de la photo-interprétation ont été consultés (JAMAGNE - 1967 [20] p. 115 à 124 et MAIGNIEN - 1952 [29]). Ils se focalisent sur les points à observer et sur les informations à déduire, mais détaillent peu les méthodes d'interprétation. Cependant le travail de préparation de la cartographie est un exercice complexe, dont les principes (règles chorologiques) sont très dépendants du contexte local.

3.3.3 Croisement des données.

Le croisement des données sur la géologie et des données sur le relief permet de délimiter des zones dont les sols sont supposés homogènes. L'analyse de la

pertinence pédologique des données géologiques et topographiques a donc été réalisée en procédant de deux manières :

- Méthode descendante : Une carte des zones supposées homogènes d'un point de vue pédologique est réalisées au bureau, sur la base des données géologiques et topographiques. Cette carte est ensuite confrontée à une prospection réalisée sur le terrain, par des sondages tarière.
- Méthode ascendante : Sur des secteurs pour lesquels on dispose d'une cartes des sols fiable, on vérifie la concordance entre les plages cartographiques de sol et les données géologiques et topographiques.

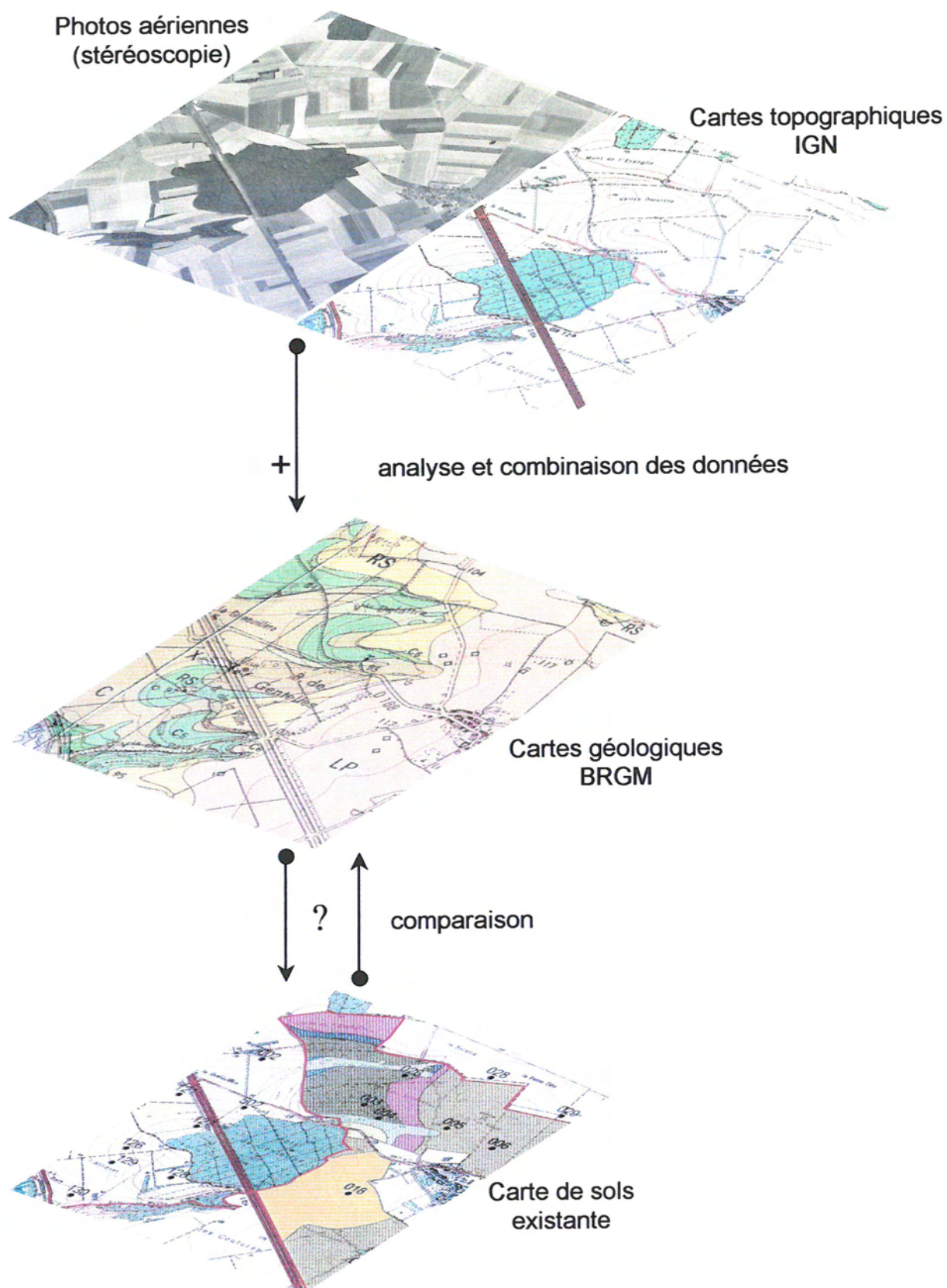
Les différents secteurs sélectionnés pour ces tests ou ces croisements sont répartis de manière à couvrir un maximum de cas de figure (cas de figure dépendant des différences identifiées entre les cartes géologiques), mais dépendent malgré tout des données disponibles.

Les schéma page suivante illustre ce travail.

Tests effectifs.

- Étude théorique sur le plan d'épandage Roquette. Les cartes de sol du plan d'épandage Roquette ont été confrontées aux données des cartes géologiques et des cartes topographiques.
- Études pratique sur les terres du Lycée Agricole du Paraclet. Un essai de cartographie des sols, basé sur la carte géologique, la carte topographique, les relevés stéréoscopiques et une prospection à la tarière sur le terrain a été réalisé sur le domaine du LEGTA Le Paraclet.
- Comparaison des cartes de sol ISA et des données géologiques. Les pédologues de l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille ont réalisé de nombreuses cartographies des sols dans la Somme. Une comparaison des cartes produites par l'ISA et les cartes géologiques a été réalisées, afin de préciser les spécificités de chaque carte géologique.
- Prospection terrain sur deux secteurs du Plateau Picard Nord. Un travail de pré-cartographie des sols a été réalisé à l'aide des relevés stéréoscopiques et des cartes géologiques. Le résultat a été vérifié sur place par une observation des indices de surface, et par une série de sondage tarière.

figure 13 : Schéma illustrant le travail de comparaison des différentes sources d'information sur le contexte géologique et topographique d'un secteur étudié, et les données pédologiques.



- Étude des données stéréoscopiques sur un secteur du plan d'épandage Roquette. Le secteur concerné est plus restreint que la précédente étude des cartes de sol du plan d'épandage Roquette. Les données issues de l'étude des relevés stéréoscopiques et de la géologie ont été confrontées aux cartes de sol existantes.
- Utilisation des données du secteur de référence drainage du Marquenterre. Les cartes de sol produite pour le secteur de référence ont été croisées avec les données issues de la carte géologique du secteur.

Ces différents tests ont permis de conduire progressivement l'analyse des données géologiques et topographiques. Les premières conclusions ont ainsi pu être confirmée, affinées ou corrigées sur des situations et avec des moyens variés.

4 RESULTATS DE L'ETUDE.

L'analyse et la comparaison méthodique d'une large gamme de documents, et l'identification des contraintes liées à la description et à la désignation des sols ont abouti sur un ensemble d'« outils » adaptés au contexte départemental. Les problèmes liés à la préparation des travaux de cartographie ont eux aussi été identifiés pour chacune des sources d'information sur la géologie et le relief du département.

4.1 Description et désignation des sols agricoles de la Somme.

L'objectif principal de ce mémoire, à savoir l'adaptation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert au contexte de la Somme, est atteint. La méthode est opérationnelle et s'accompagne d'un ensemble d'éléments destinés à faciliter sa mise en œuvre.

4.1.1 Adaptation de la méthode de désignation des sols.

L'adaptation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert est exposée en détail dans un document récapitulatif, avec la méthode de description des sols à la tarière qui l'accompagne (annexe 1, p.95 à 127). Ce document expose précisément :

- les caractères ou propriétés du sol à renseigner - avec une définition de l'information attendue ;
- la manière de renseigner chacun des caractères - sous forme d'une liste de réponses possibles ;
- la manière de coder les réponses dans le sigle - avec les symboles à utiliser et leur position dans le sigle ;
- si nécessaire, une justification de l'intérêt que présente le caractère, les références bibliographiques dont sont issues les différentes propositions et le nom de la rubrique dans la fiche de terrain.

Le document présenté page 128 (annexe 2), justifie brièvement le choix de chacun des caractères retenus pour le sigle.

Malgré les efforts de « normalisation » entre l'adaptation de la méthode de désignation au contexte de la Somme et le sigle original, les deux outils diffèrent en plusieurs points.

Profondeurs de sol.

Il n'a pas été possible de proposer une alternative pertinente aux classes de profondeur de sol franc-comtoise. Ces classes sont utilisées pour indiquer la profondeur d'apparition de l'obstacle physique et des taches d'oxydoréduction, et servent de base aux classes d'intensité de l'anoxie. Les connaissances actuelles sur la morphologie et les propriétés agronomiques des sols de la Somme sont insuffisantes pour pouvoir proposer des seuils adéquats. La solution adoptée pour

palier ce manque est celle qu'ont mis en place les utilisateurs actuels de la méthode franc-comtoise : les 4 classes sont remplacées par une notation de la profondeur de 10 cm en 10 cm, et codées par le chiffre de la dizaine. Ainsi le code « 3 » correspond à une profondeur comprise entre 30 et 39 cm (voir le § 6, p. 119 de l'annexe 1).

L'adoption de ce système augmente la précision des informations contenue dans le sigle, mais le rend moins synthétique. Le codage a aussi l'avantage d'être plus simple à comprendre que celui des anciennes classes. Cette indication est toujours valable pour l'indication de la profondeur d'apparition de l'obstacle physique et pour celle des taches d'oxydoréduction, mais plus pour l'évaluation de l'intensité des phénomènes d'anoxie.

A l'avenir, si l'étude des sols de la Somme se poursuit, il est envisageable de faire évoluer le sigle en proposant des classes de profondeur de sol adaptées. Le système proposé actuellement semble souple et efficace, mais l'utilisation de classes de profondeurs donneraient au sigle une valeur « typologique » plus grande, et offrirait la possibilité d'homogénéiser un peu plus les travaux de cartographie des sols.

Anoxie et classes de drainage.

Le problème exposé ci-dessus s'est posé de manière plus accentuée pour les classes d'intensité de l'anoxie. La méthode du Pr. Bruckert comprenait 4 classes basées sur les seuils de profondeur exposés précédemment, mais prenant en compte d'autres éléments comme l'état de structuration de la terre arable, l'état sanitaire des racines et les indices visuels d'une anoxie. Leur transposition au contexte agro-pédologique de la Somme est donc délicate en l'absence d'étude approfondie sur le sujet. Il n'est pas possible de se contenter d'une indication de profondeur d'apparition de l'anoxie : l'intensité de l'anoxie est susceptible de varier dans le profil, d'où la difficulté de son évaluation.

La solution retenue est de renseigner la qualité du drainage interne du sol, en lieu et place de l'intensité de l'anoxie. Le drainage interne du sol influence fortement les phénomènes d'anoxie, et donc l'hydromorphie du sol (indices visibles de l'anoxie). Le système retenu est celui des classes du glossaire STIPA, lui même proche du système mis au point par Jamagne dans l'Aisne (pour les détails, voir le § 9, p. 123 de l'annexe 1). Ce système distingue 9 classes de drainage interne.

Nature et intensité de la pierrosité.

Alors que le sigle du Pr. Bruckert ne tenait compte que de la seule présence d'une pierrosité dans la terre arable, son adaptation à la Somme précise aussi la nature lithologique des éléments grossiers. Ce point a été jugé important du fait des différences évidentes entre l'impact d'une pierrosité de craie et celui d'une pierrosité de silex. La notation de l'intensité de la pierrosité est aussi une nouveauté, mais elle est limitée à l'ajout d'un signe « + » en cas de charge importante (voir le § 16, p. 101, de l'annexe 1).

Adaptation au contexte local.

Les autres modifications apportées à la méthode de désignation concernent essentiellement des adaptations au contexte géologique de la Somme. L'inventaire détaillé des formations géologiques de la Somme a permis de produire une liste des « obstacles physiques » susceptible d'être rencontré dans la Somme (§ 16, p. 101 et § 43, p. 113 de l'annexe 1). Comme pour la méthode franc-comtoise, seule la nature lithologique intervient.

La liste proposée s'écarte volontairement des concepts retenus par les géologues. Les différences entre matériaux n'ayant pas un impact significatif sur le comportement du sol n'ont pas été prise en compte (les questions stratigraphiques notamment). Les matériaux géologiques qui ne sont pas des obstacles potentiels à l'enracinement ont été écartés ou intégrés dans la catégorie des matériaux meubles susceptible d'être tassés ou indurés.

4.1.2 Proposition d'une méthode de description des sondages tarière.

Un protocole de description des sols a été élaborée sur le même modèle que l'adaptation de la méthode de désignation des sols. Cette méthode reprend les caractères du sol habituellement décrits pour les sondages tarière, et propose des modalités de réponse adaptées au contexte départemental. Les modalités de réponses sont « formatées » pour faciliter la désignation du sol et privilégie autant que possible la description sur l'interprétation.

Le document récapitulant la méthode de description renseigne sur :

- les caractères du sol à décrire, avec une définition de ce qui est attendu ;
- les modalités de réponses pour chacun des caractères (mais pas de codage imposé) ;
- si nécessaire, une justification de l'intérêt que présente la caractère, les références bibliographiques dont sont issues les propositions et le nom de la rubrique sur la fiche de terrain.

La méthode proposée comprend les rubriques habituelles nécessaires à l'identification et la localisation précise du sondage :

- Identification du sondage : numéro ; étude dans laquelle il s'inscrit ; date de réalisation ; nom du pédologue ; localisation géographique ; *etc.*
- Description du relief alentour et de l'état de surface du sol au point de sondage.
- Description du sondage horizon par horizon.
- Description d'un éventuel obstacles.
- Informations complémentaires sur le sondage.

figure 14 : fiche de terrain.

Etude :	Carte 1/25.000e :	Coordonnées (Lamb.1)	prof.
n° du sondage :		x =	y =
Lieu dit :	Commune :	z =	
Observateur :		Date : / / 200_	

Position (relief km) :

Sigle :

Pente : _____ %

Description de la parcelle et son état de surface :

<input type="checkbox"/> culture en place : stade de croissance :	<input type="checkbox"/> drainage traces : <input type="checkbox"/> érosion, <input type="checkbox"/> battance
<input type="checkbox"/> précédent cultural :	<input type="checkbox"/> pierres : _____ % , nature : <input type="checkbox"/> = apport
prairie : <input type="checkbox"/> perma. <input type="checkbox"/> temp.	Autres indices et données (rég. hyd. etc.) :

Description du sol et des obstacles à l'enracinement :

horizons	coul.	taches red° & oxy° :	actvté. biol.
1.	<input type="checkbox"/> bariol. clar.	<input type="checkbox"/> Gley qtité	racines : autre :
Text.	HCl :	pierrosité : nature humid.	
<input type="checkbox"/> cr. <input type="checkbox"/> trb.	MO: <input type="checkbox"/> débris, humif.	<input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> zone <input type="checkbox"/> charbon tass.	
limite : cm.	struct. simp.	qtité	
nett.	coul.	taches red° & oxy° : <input type="checkbox"/> Gley	racines :
2.	<input type="checkbox"/> bariol. clar.	qtité	racines : autre :
Text.	HCl :	pierrosité : nature humid.	
<input type="checkbox"/> cr. <input type="checkbox"/> trb.	MO: humif.	<input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> zone <input type="checkbox"/> charbon tass.	
limite : cm.	struct. simp.	qtité	
nett.	coul.	taches red° & oxy° : <input type="checkbox"/> Gley	racines :
3.	<input type="checkbox"/> bariol. clar.	qtité	racines : autre :
Text.	HCl :	pierrosité : nature humid.	
<input type="checkbox"/> cr. <input type="checkbox"/> trb.	MO: humif.	<input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> zone <input type="checkbox"/> charbon tass.	
limite : cm.	struct. simp.	qtité	
nett.	coul.	taches red° & oxy° : <input type="checkbox"/> Gley	racines :
4.	<input type="checkbox"/> bariol. clar.	qtité	racines : autre :
Text.	HCl :	pierrosité : nature humid.	
<input type="checkbox"/> cr. <input type="checkbox"/> trb.	MO: humif.	<input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> zone <input type="checkbox"/> charbon tass.	
limite : cm.	struct. simp.	qtité	
nett.	coul.	taches red° & oxy° : <input type="checkbox"/> Gley	racines :
5.	<input type="checkbox"/> bariol. clar.	qtité	racines : autre :
Text.	HCl :	pierrosité : nature humid.	
<input type="checkbox"/> cr. <input type="checkbox"/> trb.	MO: humif.	<input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> zone <input type="checkbox"/> charbon tass.	
limite : cm.	struct. simp.	qtité	
nett.			

ROCHE / OBSTACLE	Raison arrêt : <input type="checkbox"/> obstacle <input type="checkbox"/> fond de tarière 120 cm	carte géol. :
prof. _____ cm.	Nom génét. du sol RP : _____ CPCS : _____	format° :
Nature :	Notes :	

4.1.3 Fiche terrain de saisie des données du sondage.

La fiche de terrain résume sur une page A4 l'ensemble des éléments à renseigner lors du sondage, depuis les éléments d'identification du sondage jusqu'à la désignation du sol observé (voir page précédente).

La présentation de cette fiche est particulière. Pour chaque horizon, chacun des caractères à décrire est renseigné. Les modalités de réponses n'y figurent pas, mais des figurés ou des intitulés guident le descripteur, en l'informant par exemple sur le nombre de classes de valeurs possibles.

L'exhaustivité de la fiche lui donne une densité qui peut ralentir la lecture. Mais ce choix se justifie par la nécessité de produire un outil accessible, facilitant l'apprentissage et la mise en œuvre de la méthode de description et de désignation. La fiche guide point par point la description, et permet de vérifier rapidement qu'aucun des caractères à décrire n'a été oublié.

La position des espaces réservés pour les caractères respecte la chronologie du sondage : la fiche se remplit de haut en bas et de gauche à droite.

Contrairement à certaines fiches, les horizons ne peuvent pas être représentés de façon proportionnelle à leur taille réelle. Un espace est réservé pour résumer de manière visuelle la profondeur des limites entre horizons.

L'exhaustivité des informations figurant sur la fiche est aussi destinée à faciliter la saisie informatique des données collectées sur le terrain. Chaque renseignement ayant sa place et son intitulé, il est possible à une secrétaire de faire la saisie des données de la fiche sans devoir interpréter ce qui est écrit.

Il a été demandé à une secrétaire de saisir les informations d'une fiche de terrain dans la base de donnée dédiée. Cet essai a mis en évidence la nécessité de fournir un lien clair entre ce qui apparaît sur la fiche et ce qui apparaît sur l'interface de la base de donnée. Ce qui paraît simple à un pédologue ne l'est pas forcément pour une personne qui n'a pas la même formation - hors, on peut supposer que ce n'est pas toujours un pédologue qui effectuera les travaux de saisie informatique.

4.1.4 Saisie et stockage informatique des données collectées.

Une base de donnée Access a été élaborée pour assurer la saisie et le stockage informatique des données collectées sur le terrain. Cette base de donnée suit précisément l'ensemble des caractères de la méthode de description des sols à la tarière exposée dans l'annexe 1, ainsi que leurs modalités de description. Le sigle fait l'objet du même traitement. Chacun des caractères du sigle peut être renseigné selon les modalités prévues par l'adaptation de la méthode de désignation. Un module a été conçu pour élaborer un sigle au format texte à partir des informations saisies. Il est ainsi possible de n'extraire que la représentation visuelle du sigle pour le faire figurer sur une carte.

Exemple de sigle au format texte :

1*	
---	dII cx
C5	

Ce sigle désigne un limon calcaire reposant sur de la craie entre 50 et 59 cm, avec un bon drainage interne et une pierrosité de craie et de silex dans la terre arable.

Afin de ne pas multiplier les champs de données, les informations sur les sondages sont scindées en deux tables. La première contient tous les champs qui n'existent qu'en un seul exemplaire par sondage. La seconde contient les champs qui peuvent se répéter, c'est à dire les données sur les horizons. Les deux tables sont, bien entendu, liées afin de pouvoir rassembler les données d'un même sondage. Enfin, une troisième table, elle aussi liée aux deux autres, contient les données sur le sigle. Chaque caractère élémentaire du sigle possède un champ spécifique. Un dernier champ contient le sigle complet au format texte. Cette dernière table aurait pu être regroupée avec la première, mais cette conclusion permet de n'extraire que les données du sigle (vers un SIG par exemple).

La base de donnée comporte bien entendu une interface graphique de saisie des informations. Il n'a pas été possible de produire une interface graphique qui ait exactement la même apparence que la fiche. Cependant, l'agencement des champs est similaire. L'interface graphique limite au maximum la saisie au clavier. Tous les caractères faisant l'objet d'une liste définie de modalités de réponse peuvent être renseignés à l'aide de listes déroulantes.

Il est possible d'extraire les informations au format « *.dbf » pour les transférer vers un SIG. Un état permet aussi d'imprimer les données saisies selon un format qui suit précisément celui de la fiche de terrain. Cela permet de faire figurer « proprement » dans un rapport les données des sondages.

figure 15 : extrait de l'interface graphique de la base de donnée.

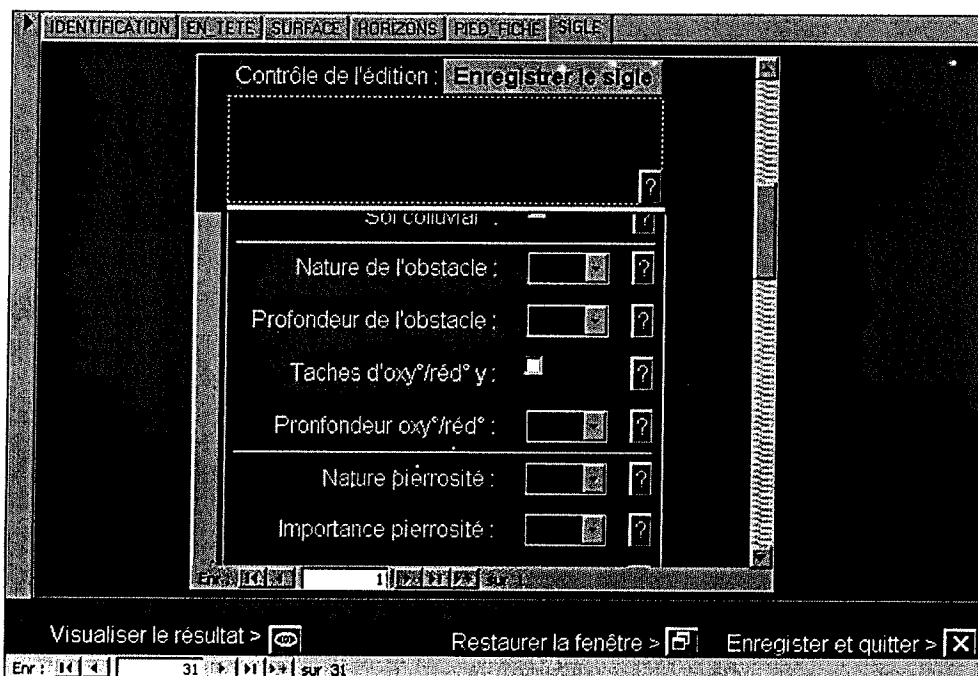


figure 16 : Exemple de sortie imprimante des données d'un sondage réalisée par la base de donnée (sondage réalisé avec une version antérieure de la fiche).

Etude : 80.ChDA.DPVA.002	Carte 1/25,000e :	Coordonnées (Lamb,1)	prof :	
n° du sondage : 006	23.09_E	x = 603 550 y = 1 236 650		
Lieu dit :	Commune :	z = 67		
Observateur : Eqp	BOVES	Date : 04/02/2003		
Position (Relief km) :		ID_sondage : 80.ChDA.DPVA.002.006		
			Sigle : 1 -- x X5	
Pente : <u>2</u> %				
Description de la parcelle et son état de surface				
Culture en place :		<input type="checkbox"/> drainage	Traces : <input type="checkbox"/> d'érosion <input type="checkbox"/> de battance	
Stade de croissance :		porosité : 35 % nature :		
Précédent cultural : chaumes céréales		Autres indices et données (rég. hyd. etc.)		
Prairie : <input type="checkbox"/> permanente ; <input type="checkbox"/> temporaire				
Description du sol et des obstacles à l'enracinement :				
horizons		éléments grossiers	porosité compacité	activités biologiques
n° 1 <input type="checkbox"/> c text. : 1 <input type="checkbox"/> t limite : 15 cm netteté : peu_nette	coul. brun clar. tres_fond struct. polyedrique_anguleuse HCl : nulle MO <input checked="" type="checkbox"/> débris humifiée : moyenne	quantité : tariere_pas nature : Silex, gal de silex	mediocre <input type="checkbox"/> Zone tassée	taches red°_oxy° : pas/peu_de_taches <input type="checkbox"/> charbon <input type="checkbox"/> g <input checked="" type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> G 80.ChDA.DPVA.002.006 racines : quelques_unes autre : lombrics
n° 2 <input type="checkbox"/> c text. : 1 <input type="checkbox"/> t limite : 32 cm netteté : peu_nette	coul. brun clar. tres_fond struct. polyedrique_anguleuse HCl : nulle MO <input checked="" type="checkbox"/> débris humifiée : moyenne	quantité : tariere_ge nature : Silex, gal de silex	assez_bonne <input type="checkbox"/> Zone tassée	taches red°_oxy° : pas/peu_de_taches <input type="checkbox"/> charbon <input type="checkbox"/> g <input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> G 80.ChDA.DPVA.002.006 racines : pas_reperees_
n° 3 <input type="checkbox"/> c text. : 1 <input type="checkbox"/> t limite : 50 cm netteté :	coul. brun clar. foncée struct. polyedrique_anguleuse HCl : nulle MO <input checked="" type="checkbox"/> débris humifiée : moyenne	quantité : tariere_ge nature : Silex, gal de silex	assez_bonne <input type="checkbox"/> Zone tassée	taches red°_oxy° : pas/peu_de_taches <input type="checkbox"/> charbon <input type="checkbox"/> g <input type="checkbox"/> concrét° <input type="checkbox"/> G 80.ChDA.DPVA.002.006 racines : pas_reperees_
ROCHE/OBSTACLE				
prof. <u>50</u> cm		Raison arrêt : <input checked="" type="checkbox"/> obstacl <input type="checkbox"/> fond de tarière 120 cm		Carte géol. : Moreuil
nature : Banc de silex, galets de silex		Nom génét. du sol RP : CPCS : sol brun		Format° :
		Notes :		

4.1.5 Réalisation de d'un guide de terrain concis.

La réalisation d'un « guide de terrain » de format réduit a été entamée. Le format définitif adopté est un document A6 (1/4 de A4). Celui-ci est rédigé sous Word au format A4, avec une police 22 points - au lieu de 12 points. Il suffit ensuite d'imprimer le document en 4 pages par feuilles et de les découper pour obtenir le document au format A6.

Celui-ci doit à terme comporter une liste des caractères à décrire et leurs modalités de réponses. Il ne comporte pas les justifications présentes dans le descriptif complet de la méthode, et les définitions sont réduites au minimum. Il rassemble les diverses chartes et clé de détermination utiles, trouvées dans la bibliographie ou réalisées lors du stage (Charte de détermination de la charge en éléments grossiers ; clé de détermination de la structure simplifiée ; clé de détermination de la classe de drainage interne ; triangle de texture *etc.*).

L'ensemble de ces outils, et leur versions intermédiaires, ont pu être testés sur le terrain lors des différents essais réalisés pour les travaux de préparation des cartes de sols.

4.2 Préparation des travaux de cartographie des sols.

Les différents essais réalisés au cours de cette étude montrent que les relevés stéréoscopiques et les cartes géologiques permettent de préparer avec une certaine efficacité les travaux de cartographie des sols. Les plages cartographiques distinguées sur les cartes géologiques reflètent souvent des zones dont les sols sont aussi différents. La photo-interprétation permet quant-à elle de placer assez précisément les limites entre unités de sol.

Certains modes de représentation des matériaux géologiques sont cependant beaucoup plus efficaces que d'autre pour les interprétations pédologiques. De même, certains secteurs de la Somme se prêtent mieux que d'autres à cet exercice.

Ces résultats ne sont pas surprenant, compte tenu du fait que la corrélation entre les types de sols, le relief et la géologie à été mise en évidence depuis longtemps par les chercheurs de la station agronomique de Amiens. Le travail a permis de s'assurer que les options choisies par les géologues pour réaliser les cartes au 1/50.000^e autorisent une application pratique de ces règles chorologiques.

4.2.1 Document de synthèse sur les particularités de chaque carte géologique.

L'analyse des notices des cartes géologiques a permis de connaître plus précisément les natures lithologiques des matériaux représentés. Les conséquences des particularités des cartes géologiques pour la cartographie des sols ont pu être étudiées, sans pour autant chercher à dégager avec précision les principes de chacun des modes de représentation.

Les formations superficielles.

Il apparaît clairement que la géologie de la Somme est dominée par un nombre restreint de matériaux. Les informations concernant les matériaux eux-même conviendraient parfaitement pour la cartographie des sols. Malheureusement, les impératifs liés à la représentation des données sur les cartes géologiques réduisent la pertinence des informations pour le pédologue. Les géologues ont de surcroît adopté des stratégies différentes face à ces impératifs. Il en ressort que, malgré l'homogénéité géologique du département, chacune des cartes fait l'objet d'un mode de représentation particulier.

Il est manifeste que certaines cartes géologiques privilégient la représentation des formations superficielles tandis que d'autres en font abstraction si leur épaisseur n'est pas conséquente. Sur les cartes qui privilégient les formations superficielles, le pédologue peut considérer que les informations représentées sont pertinentes pour estimer les types de sols. Ces cartes laissent par contre une incertitude sur les matériaux sous-jacents des sols. Inversement, sur les cartes géologiques qui font abstraction des matériaux les plus superficiels, le pédologue doit tenir compte du fait qu'un matériau plus ou moins épais est susceptible de recouvrir les formations représentées.

La deuxième source de différences entre les cartes géologique est le choix de regrouper ou non certains matériaux sous une même unité cartographique. Ces choix diffèrent selon les cartes. Plusieurs raisons peuvent les expliquer : soit la répartition du matériau est trop complexe pour être représentée au 1/50.000^e ; soit l'extension du matériau est trop faible pour justifier une unité cartographique propre ; soit la localisation des affleurements d'un matériau est difficile à évaluer.

Enfin, les modes de représentation adoptés pour les colluvions de versant, les colluvions de vallées sèches et les alluvions de vallées humides sont eux aussi variés. Ces différences sont gênantes pour l'utilisation des cartes géologiques en pédologie, mais la nature de ces matériaux est de toute façon hétérogène. Les cartes géologiques qui font abstraction des formations les plus superficielles ne représentent les colluvions que lorsque leur épaisseur est conséquente. Inversement, les cartes géologiques qui privilégient les formations superficielles représentent des colluvions beaucoup plus étendues.

Dans la Somme, les formations géologiques superficielles les plus fréquentes sont :

- Les **limons**. Ces limons, issus de dépôts éoliens, sont d'épaisseur variable. Ils occupent généralement les plateaux mais peuvent aussi se trouver sur les pentes. Ils reposent sur la craie ou sur des argiles à silex.
- L'**argile à silex**. Il s'agit d'un matériau argileux issu de l'altération de la craie. Cette formation, plus ou moins épaisse, se trouve le plus souvent en bordure de plateau. Il semble que dans la Somme le matériau est rarement très épais, et rarement imperméable.
- Les **limons à silex**. Ces limons sont issus d'un remaniement de limons et d'argile à silex. Ils sont plus ou moins argileux et ont une charge variable en

silex. Les cartes géologiques différencient rarement les argiles à silex des limons à silex.

- Les **limons sableux**. Les limons sableux sont fréquents sur la bordure littorale du département. Ailleurs, leur présence est liée à des contamination par les formations sableuses tertiaires (buttes témoins).
- Les **formations crayeuses**. La craie affleure fréquemment sur les versants. Elle donne des sols peu épais et séchants (rendosols ; « cranettes »).

Les formations ci-dessus sont des matériaux relativement homogènes. Les cartes géologiques distinguent d'autres formations issues du glissement et de remaniements plus ou moins importants des formations citées ci dessus. Celles-ci ne sont pas classées selon leur nature, mais plutôt selon leur position dans le relief. Ces formations sont :

- Les **colluvions de pentes**.
- Les **colluvions de vallons secs**.
- Les **alluvions**, dans les vallées humides.

Ces formations géologiques, lorsqu'elles sont représentées, laissent une incertitude sur la nature lithologique du matériau d'origine (en amont), sur l'épaisseur du matériau et sur la nature lithologique du matériau sous-jacent (non remanié). L'utilisation des informations sur ces trois types de formations géologiques pour préparer les travaux de cartographie est complexe, et en conséquence limitée.

Le tableau 1, p. 67 récapitule les différentes options des cartes géologiques pour la représentations de ces formations (différenciées ou non).

Les formations tertiaires.

À l'exception des affleurements de craie, les formations citées ci-dessus sont des éléments du quaternaire. Les formations tertiaires sont complexes, mais leur extension modérée dans la Somme ne justifie pas une étude aussi approfondie que pour les formations quaternaires. L'essentiel de ces formations ont été érodées, se sont mêlées à des formations plus récentes, ou ont été exploitées par l'homme (carrières).

Les modes de représentation adoptés par les géologues pour ces formations sont essentiellement basés sur la stratigraphie (étages géologiques). La conséquence directe de ce choix est qu'une même unité cartographique peut être utilisée pour des natures lithologiques très différentes. Les matériaux du Thanétien (e2) peuvent par exemple être des argiles ou des sables. Les informations données par les notices restreignent le champ des étages géologiques possibles, mais pas toujours suffisamment l'éventail des natures lithologiques possibles.

Lors de la préparation d'une cartographie des sols, les aires contenant des formations tertiaires peuvent donc être considérées comme des zones dont les sols sont particuliers, mais une estimation du type de sol ou de sa profondeur est beaucoup plus aléatoire.

Les formations du secondaire.

Dans la Somme, les formations du secondaire se « limitent » au crétacé supérieur. Les cartes géologiques distinguent de nombreux étages géologiques, mais leur nature lithologique est essentiellement de la craie (plus ou moins tendre, plus ou moins argileuse et plus ou moins riche en silex). L'influence de ces différences de nature lithologique sur les sols, probablement réduite, n'a pas été étudiée.

Restitution des résultats de l'analyse.

Les résultats « bruts » de l'analyse se présentent sous forme d'un fichier Excel qui détaille les étages géologiques et les natures lithologiques représentés par chacune des cartes géologiques (pour le quaternaire, le tertiaire et le secondaire). Cette étude a été synthétisée sous forme d'un document Word qui récapitule les différents « types » d'unités cartographiques pour les matériaux quaternaires. Le document précise, pour chacun de ces « types » d'unités cartographiques, les natures lithologiques possibles, et les cartes géologiques qui l'utilisent.

Il s'avère que la présentation du document par type d'unité cartographique n'est pas la plus pratique. Il pourrait être utile de reformater celui-ci avec une présentation carte par carte.

Légende du tableau :

- nc** : Non concernée. Si la région couverte par la carte ne présente pas la formation en question.
- nr** : Non représenté. Si la formation est présente dans la région, mais qu'elle n'a pas été représentée (limites trop incertaines, trop faible extension etc.)
- 1, 2, ...** : Nombre d'unités cartographiques distinguées dans la catégorie.
- !** ou ***** : Incertitude sur le rattachement de la formation à une catégorie.
- <** : La carte présente une unité cartographique similaire, mais pas identique (cas des colluvions de versant).
- : Carte non étudiée (cas de la carte de Bapaume, non disponible).

Les cartes sont présentées dans l'ordre de leur apparition, d'ouest en est et du nord au sud.

Auteurs et modes de représentation des données géologiques.

S'il n'est pas possible d'identifier deux cartes géologiques ayant été élaborées de la même manière, l'influence des auteurs semble être déterminante. Le tableau 2, page suivante, donne pour chacune des cartes, la composition de l'équipe de géologues qui l'a réalisée.

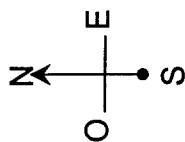
Trois géologues ont contribué à l'élaboration de plusieurs cartes géologiques dans la Somme, et semblent avoir choisis des « options » différentes :

- **G. Kuntz.** Les cartes géologiques qu'il a contribué à relever privilégient les formations superficielles sur les formations sous-jacentes. Les différents essais réalisés ont aussi montré qu'elles offrent un niveau de détail important en comparaison des autres cartes.
- **G. Mennessier.** Les cartes géologiques qu'il a contribué à élaborer sont aussi relativement orientées vers les formations superficielles, même si cela semble moins marqué que pour Kuntz (est-ce dû au contexte géologique ou à des choix cartographiques ?). Les données représentées semblent globalement pertinentes pour un usage en cartographie des sols.
- **Ch. Delattre.** Les 3 cartes qu'il a réalisées semblent, au contraire des cas précédents, faire abstraction des formations superficielles, et privilégier la géologie sous-jacente. L'utilisation des données de ses cartes pour préparer la cartographie des sols risque donc d'être moins efficace.

Le nombre important d'auteurs pour les autres cartes géologiques n'a pas permis de déceler d'autres différences entre les cartes qui soient liées aux géologues qui les ont réalisées.

tableau 2 : Auteurs des cartes géologiques au 1/50.000 dans la Somme.

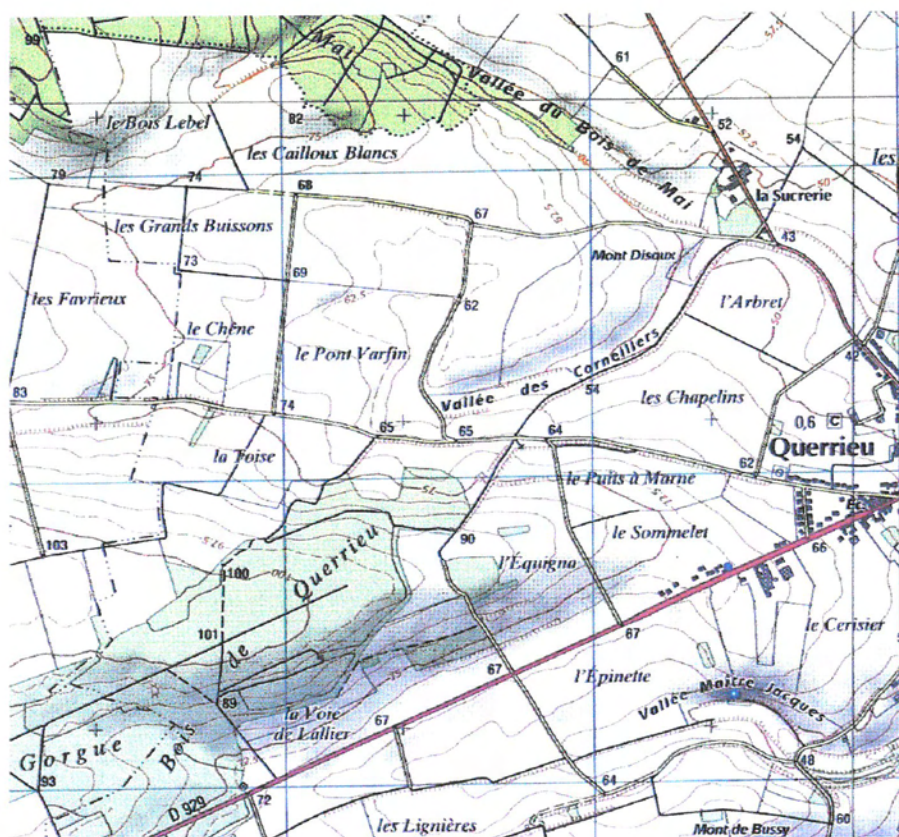
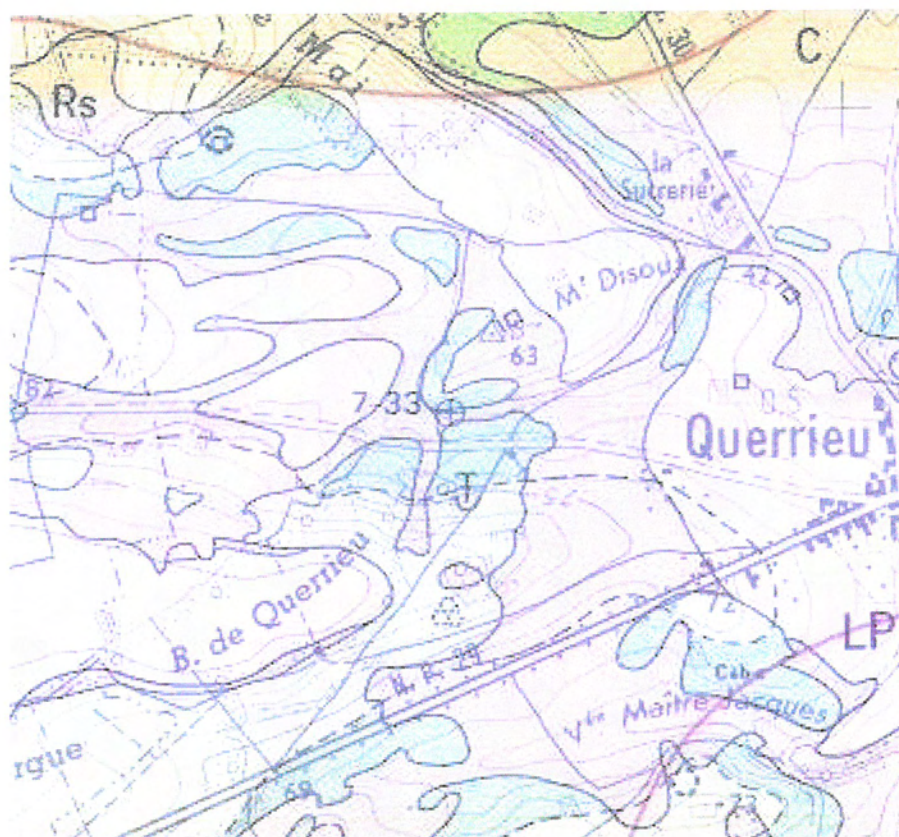
RUE	HESDIN	ST-POL	BAPAUME	CAMBRAI
XXI-6 n°23 1981 G. Mennessier -explo° et tracés D. Modret -explo° et tracés P. Lefebvre -Quat Marquenterre C. Monciardini -subd Crétacé > J.P. Auffret -part ss Marine R. Agache -préhisto archéo	n°XXII-6 1971 explo°, tracés et coord° : J.P. Destombes (1/4 O.) M. Waterlot (1/2 N.E.) E. Mériaux (1/4 centre S) (type 1922)	n° XXIII-6 1969 Ch. Delattre -explo et tracés (type 1922)		
ST VALERY S SOMME-EU	ABBEVILLE	DOULLENS	BAPAUME	CAMBRAI
n°31-32 1984 P. Broquet -explo° et tracés N. Beun -quat marin C. Dupuis -tert et quat C. Monciardini -subd Crétacé > P. Broquet -coord° J. P. Auffret -sédiments R. Agache -préhisto archéo	XXII-7 n°33 1977 G. Broquet -1/2 O, explo et tracés G. Mennessier -explo et trac, E A. Skandari -explo et tracés, E R. Akbar -explo et tracés, E A.A. Durzada -explo et tracés, E R. Agache -préhisto archéo	XXIII-7 n°34 1974 Ch. Delattre -explo, trac, coord E. Mériaux -explo, trac, coord D. D'Arcy -courbes hypsométrique		n° XXV-7 1968 Explo° et tracés : M. Leriche -1/2 E P. Celet -1/2 E et O, coord J. Charvet -1/2 E et O (type 1922)
GAMACHES	HALLENELCOURT	AMIENS	ALBERT	PERONNE
XXI-8 n°44 1976 G. Mennessier -explo° et tracés D. Modret -explo° et tracés C. Monciardini -subd Crétacé > R. Agache -préhisto archéo	XXII-8 n°45 1974 G. Mennessier -explo et trac, E R. Akbar -explo et tracés, E A. Skandari -explo et tracés, E A.A. Durzada -explo et tracés, E G. Broquet -1/2 O, explo et tracés C. Monciardini -subdiv crétac > R. Agache -préhisto archéo	XXIII-8 n°46 1972 C. Dupuis -explo et trac, S G. Kuntz -trac, subst, alluv, N C. Monciardini -subd crétac > R. Agache -archéo (type 1922)	XXIV-8 n°47 1976 G. Mennessier -explo° et tracés B. Dickel -explo° et tracés C. Monciardini -subdiv Crétac R. Agache -préhisto archéo	XXV-8 n°48 1978 levés, tracés, coord°, rédact P. Celet C. Coulombeau -tracés Crétac C. Monciardini -subdiv crétac > R. Agache -relevés archéo
NEUFCHATEL	POIX	MOREUIL	ROYE	HAM
XXI-9 n°60 1979 G. Kuntz -explo° et tracés R. Médioni -explo° et tracés C. Monciardini -subdiv crétac > G. Verron -archéo	XXII-9 n°61 1974 Ch. Delattre -explo° et tracés E. Mériaux -explo° et tracés J.C. Roux -courbes hypsométrique	XXIII-9 n°62 1982 G. Kuntz -explo° et trac M. Waterlot -maquette C. Monciardini -subd crétac > R. Agache -archéo	XXIV-9 n°63 1978 G. Mennessier -explo° et tracés C. Monciardini -subdiv Crétac > R. Agache -préhisto et archéo	XXV-9 n°64 1981 R. Bouttemy -explo° et tracés J.L. Solau -explo° et tracés J. Maucorps -explo° et tracés C. Pomerol -explo, trac, coord° C. Monciardini-subdiv crétac >



Suite du table de la page précédente - Cartes géologiques du sud de la Somme.

	SAINT JUST EN CHAUSSE	MONTDIDIER		
	XXIII-8 n°80 1978 A. Blondeau -explo° et tracés F. Frœhlich -explo° et tracés B. Pomerol -explo° et tracés C. Pomerol -explo° et tracés	XXIV-10 n°81 1976 A. Blondeau -explo° et tracés C. Fraisse -explo° et tracés B. Pomerol -explo° et tracés C. Pomerol -explo° et tracés C. Raffin -explo° et tracés J. Wagner -explo° et tracés		

figure 18 : Secteur de Querrieu – Extrait de la carte géologique au 1/50.000^e (agrandi à 1/25.000^e) de Amiens ; Carte topographique (Scan 25 © IGN - 2001).



La légende de la carte géologique de Amiens se trouve page 137, annexe 5. Celle des cartes de sol du plan d'épandage roquette figure page 141, annexe 9.

Un travail de cartographie des sols du LEGTA Le Paraquet a ensuite été entrepris afin de vérifier la pertinence des hypothèses émises. Ce travail a aussi permis de mettre à l'épreuve la carte géologique de Moreuil. Globalement, les hypothèses émises se vérifient. Les unités cartographiques de type « colluvion de versants » des cartes géologiques laissent planer une incertitude sur leur composition, et donc sur les sols qui s'y développent.

Les résultats de ce travail ont fait l'objet d'un rapport (réf. J. BAILLY, P. BENETREAU & A. MANCEAU - 2003, [5]).

4.2.2.2 Comparaison des données géologiques avec les cartes de sol réalisées par les pédologues de l'ISA.

Ce travail de comparaison, effectuée à l'ISA de Lille, a permis de confronter un nombre conséquent de cartes de sols avec les cartes géologiques. Comme précédemment, les résultats sont plutôt concluants. La correspondance entre les types de sols et les unités cartographiques des cartes géologiques ne fonctionne pas systématiquement, mais suffisamment souvent pour donner de l'intérêt au travail de préparation de la cartographie sur cette base.

La conclusion confirme ce qui ressort de l'analyse des notices des cartes géologiques : certaines cartes représentent les formations superficielles, tandis que d'autres tendent à les omettre. La première solution permet une bonne corrélation entre les unités géologiques et la partie supérieure des sols. Dans un certain nombre de cas, elle ne permet pas d'estimer correctement le substrat géologique du sol. Les argiles à silex sous les limons, ou la craie sous les colluvions, ne peut pas toujours être prévue. Inversement, lorsque ce type de carte indique un affleurement de craie, la probabilité est forte pour que les sols soient calcaires et peu épais.

Les unités géologiques qui regroupent plusieurs types de formations géologiques laissent une incertitude sur la nature du substrat géologique qui nuit à la fiabilité des estimations réalisables.

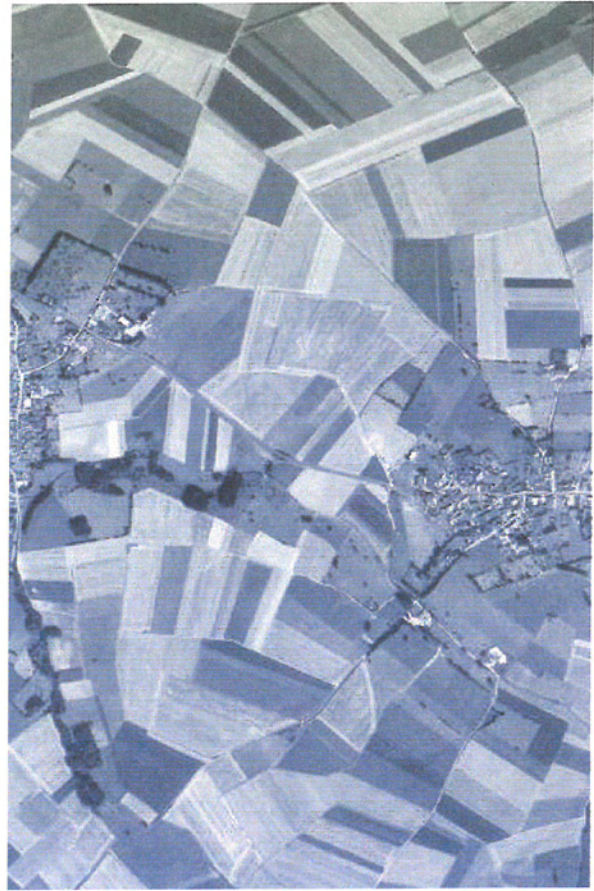
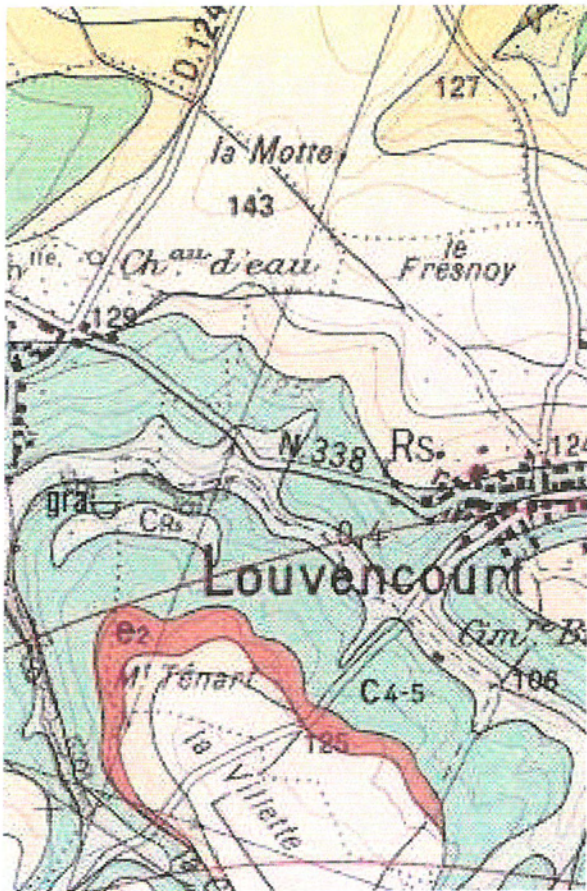
Suite à ce travail, trois essais rapides ont été menés sur le terrain, afin de faire une comparaison entre trois cartes géologiques (Doullens, Albert et Moreuil).

4.2.2.3 Essai de préparation d'une cartographie des sols sur le secteur de Louvencourt (Authie).

Un essai de préparation de cartographie des sols à été mené sur un secteur situé entre Authie et Louvencourt. Après avoir établi une carte d'estimations des zones de sols homogènes à l'aide de la carte géologique et des relevés stéréoscopiques, quelques sondages et un repérage visuel ont été menés sur le terrain.

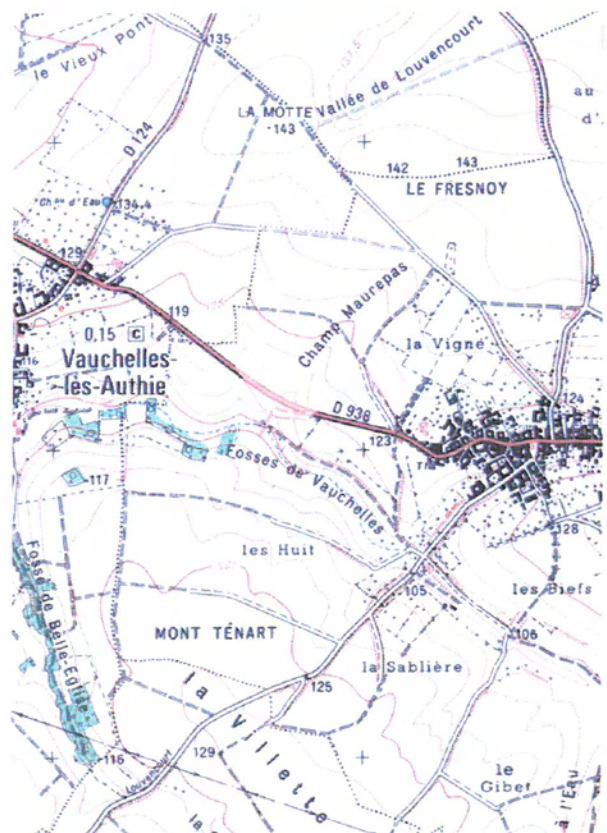
La figure 19, page suivante, présente les documents utilisés pour cette prospection.

figure 19 : Carte géologique, photo aérienne n°154 et carte topographique du secteur de Louvencourt (échelles ramenées au 1/25.000^e).



Un extrait de la légende de la carte géologique de Doullens se trouve page 138, annexe 6.

Scan 25 © IGN - 2001
Source : Chambre d'Agriculture de la Somme.



La principale conclusion de cette prospection est que, sur le versant du vallon tourné vers le nord, les affleurements de craie indiqués par la carte géologique portent en fait des sols épais d'au moins 120 cm, sans pierrosité de craie. Le versant orienté vers le sud n'a pas été prospecté à la tarière, mais présentait quelques affleurement de craie visibles.

Les formations tertiaires ont par contre été retrouvées assez vite sous la surface. Dans le champ prospecté, il s'agissait d'une assise d'argiles bariolées épaisse, en lieu et place des sables attendus. Le secteur présente probablement des zones sableuses, comme l'indique la carte topographique (lieu dit « la sablière »).

Un sondage a été effectué dans une zone pour laquelle la carte géologique indiquait du Rs, c'est à dire une formation résiduelle à silex. Au point de sondage, il s'agit bien d'un sol limoneux avec une charge en silex importante.

Les étendues de formations limoneuses n'ont pas été prospectées attentivement, mais les traces de battance et d'érosion semblaient confirmer des sols limoneux (ce qui n'indique rien des formations sous-jacentes).

En conclusion, sur ce secteur, l'utilisation de la carte géologique pour préparer la cartographie des sols est possible, mais moins efficace que sur les autres feuilles.

4.2.2.4 Essais de préparation d'une cartographie des sols sur le secteur de Laviéville (Est d'Albert).

La même méthode que précédemment a été appliquée sur un secteur couvert par la carte géologique de Albert, au sud de Laviéville. Un simple repérage visuel a été effectué, afin de repérer les affleurements de craie et leurs limites.

La figure 20, page suivante, présente les documents relatifs à cet essai. La légende de la carte géologique de Albert se trouve en annexe 7, p. 139.

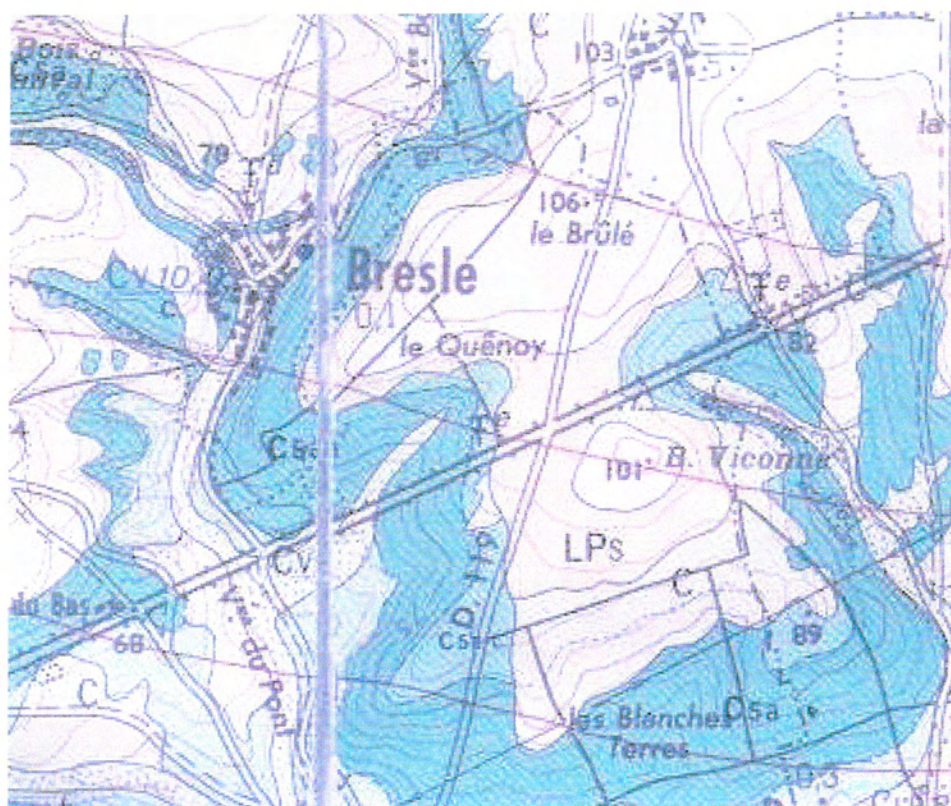
Sur les routes parcourues, les affleurements de craie indiqués par la carte géologique étaient visibles en surface. L'observation du relief au sud de Bresle semblait aussi confirmer la pertinence des données de la carte géologique.

Une prospection plus longue, avec quelques sondages tarières serait nécessaire pour confirmer les observations de surface, et pour s'assurer que les sols ne présentent pas de discontinuité inattendue en profondeur. Encore une fois, l'usage des cartes géologiques et des photos aériennes pour un travail de préparation de la cartographie semble tout à fait pertinent.

4.2.2.5 Comparaison entre un travail de photo-interprétation et des cartes de sols au sud du bois de Gentelles.

Un travail de comparaison sans prospection de terrain a été effectué à l'aide de cartes de sols du plan d'épandage Roquette autour du bois de Gentelles. Le zonage obtenu par photo-interprétation a été confronté aux cartes de sols. Les limites supposées de sol, placées à l'aide des photos aériennes, correspondaient généralement bien avec les limites entre les grands types d'unités de sols sur la carte pédologique. Seule les limites liées à la profondeur des sols n'ont pas été retrouvées, ce qui n'est pas un problème.

figure 20 : Secteur de Laviéville – Extrait de la carte géologique au 1/50.000^e de Albert et de la photo aérienne IGN n°278 (1991). Échelles ramenées à 1/25.000^e.



4.2.2.6 Comparaison des données géologiques et pédologiques de deux secteurs du Marquenterre.

Une comparaison rapide a été menée entre les cartes de sol du secteur de référence drainage du Marquenterre (1987, [17]) et la carte géologique qui couvre ce secteur (carte de Rue, 1981, [48]). Les cartes géologiques de la plaine maritime détaillent les diverses formations sédimentaires qui constituent le substrat géologique principal. Le constat est malheureusement assez flagrant, les formations géologiques représentées ne permettent absolument pas de prédire les types de sols. Seul le passage des formations sédimentaires aux limons sableux des premiers reliefs se traduit aussi par une limite entre deux types de sols.

La figure 21 et la figure 22 présentent les documents utilisés pour cette comparaison. La légende de la carte géologique de Rue se trouve page 140.

Les relevés stéréoscopiques n'ont pas été testés sur la plaine maritime. Le relief du secteur est très peu marqué, mais il est possible que certains indices de surface donnent une indication sur le type de sol. L'hypothèse reste à vérifier.

4.2.3 Conclusion sur la possibilité d'exploiter les différentes sources de données pour la préparation des travaux de cartographie des sols.

La définition de zones dont les sols sont supposés homogènes - à partir des données sur la géologie et la topographie - semble tout à fait possible et pertinente.

Les cartes géologiques faisant abstraction des formations superficielles sont moins efficaces pour ce travail. Tous les types de carte demandent une vérification attentive des hypothèses émises, et de garder à l'esprit les différents matériaux qui peuvent exister sous une même unité cartographique.

Le secteur de la plaine maritime risque fort de ne pas pouvoir faire l'objet d'une telle estimation, et donc de requérir des méthodes plus systématiques.

Les secteurs limoneux du Santerre n'ont pas été testés. Dans ce secteur, il est probable que l'absence de relief et l'uniformité apparente de la géologie maquent des quelques discontinuités pédologiques.

figure 21 : Secteur de Favières – Extrait de la carte pédologique (1/10.000e) du secteur de référence drainage du Marquenterre et de la carte géologique de Rue (1/50.000e). Les échelles sont ajustées au 1/25.000^e.

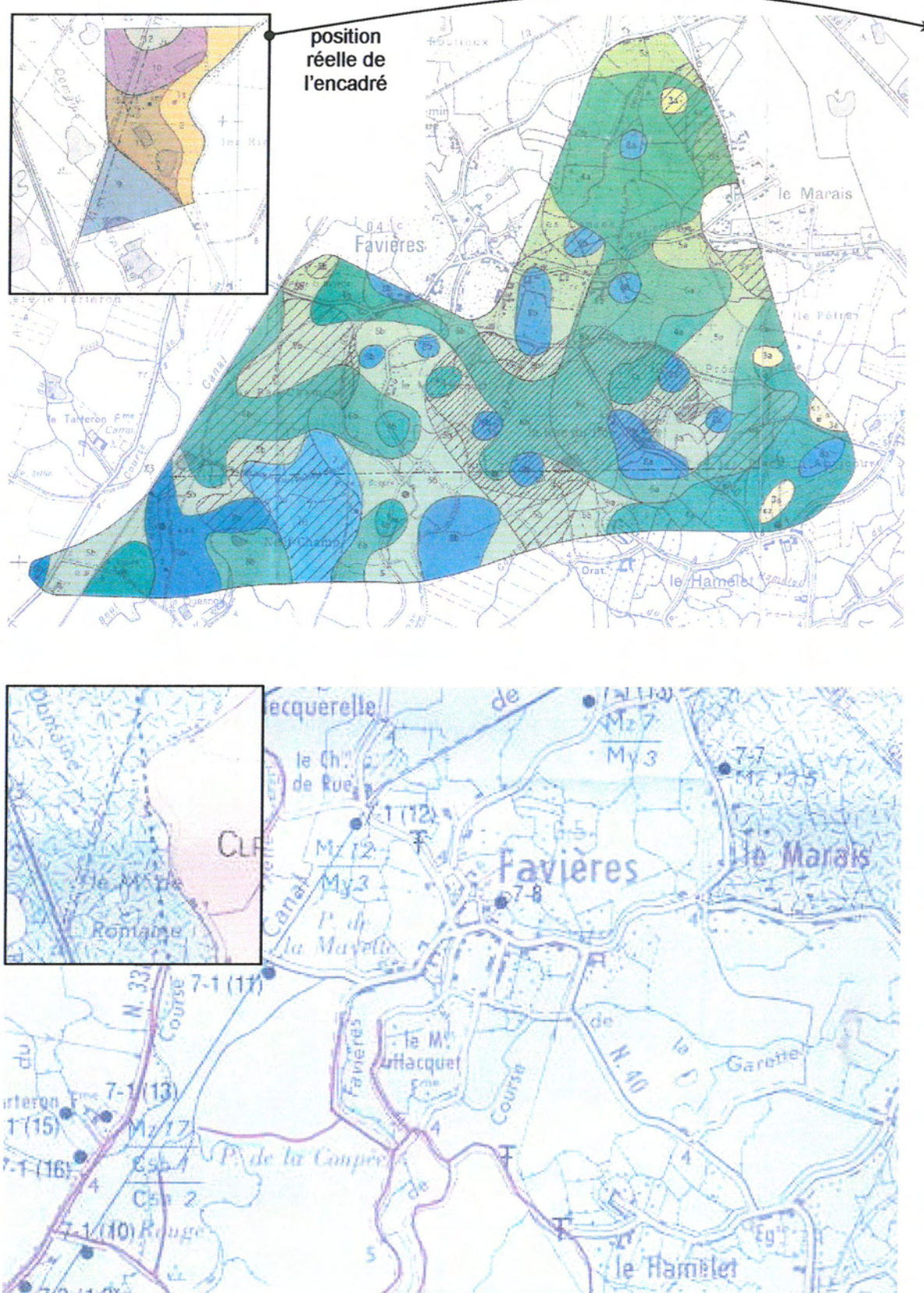
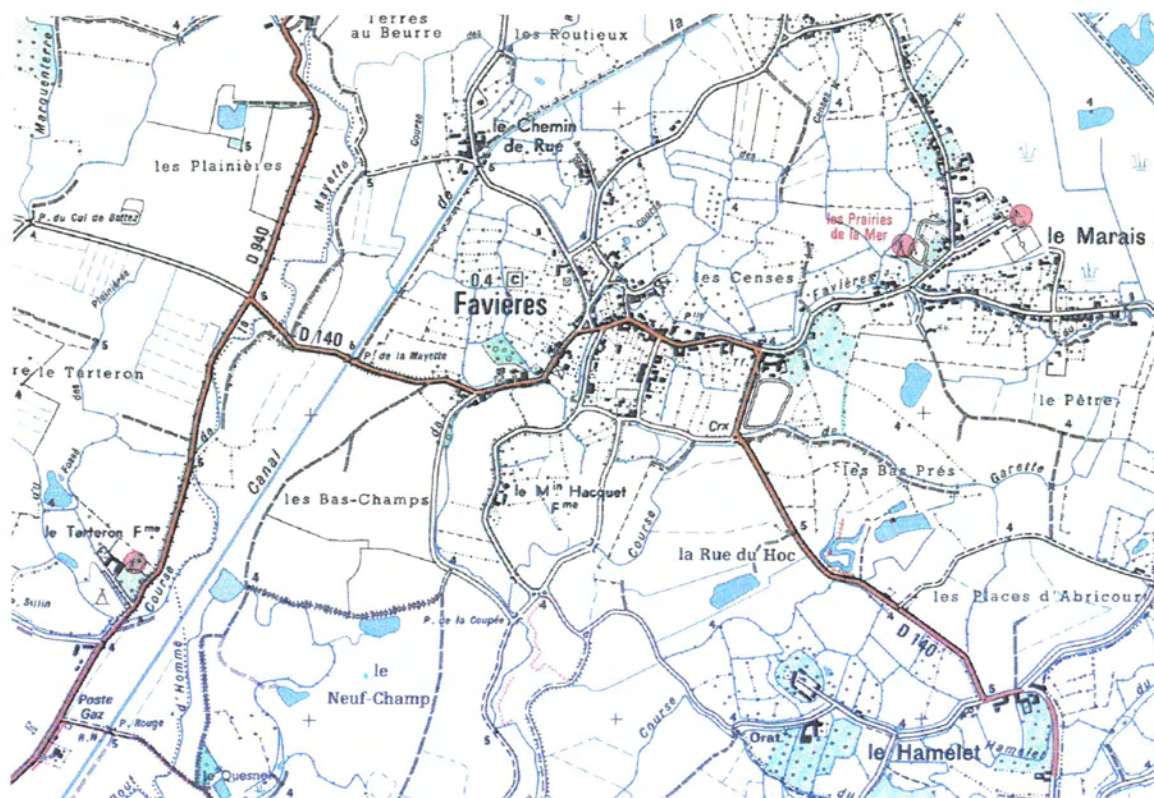


figure 22 : Extrait de la carte topographique sur le secteur de Favière (Scan 25 © IGN - 2001).



4.3 Perspectives.

Le travail présenté dans ce mémoire, et les conclusions qu'il apporte, n'ont d'intérêt que dans la mesure où ils ouvrent de nouvelles pistes de travail.

Les aspects de la description, de la caractérisation, de la typologie et de la cartographie des sols abordés pour cette étude sont nombreux. Beaucoup n'ont pas été approfondis, mais montrent qu'il est encore possible de faire fructifier les connaissances acquises sur les sols de la Somme.

L'établissement d'un référentiel des sols de la Somme paraît indispensable. Il permettrait de faciliter la transition entre l'identification d'un sol, la connaissance de ses propriétés agronomiques et environnementales, et la proposition de solutions adéquates aux problèmes dont il peut faire l'objet. Un tel guide pourrait faciliter l'acquisition de connaissances sur les sols par les « non experts », il apporterait un langage commun entre les acteurs qui traitent des sols, et il fournirait une base aux travaux de cartographie des sols. La non compatibilité des données collectées est en effet un obstacle qu'il est nécessaire de solutionner.

On peut considérer que l'essentiels des types de sols de la Somme ont été identifiés lors des divers travaux de cartographie des sols. Il n'est pas pour autant certain qu'il soit possible d'en faire la synthèse. Les essais de « transfert » des types de sols d'un système à un autre ont montré que la tâche présente de nombreuses difficultés. Le sigle pourrait bien jouer le rôle de base commune qui manque aux diverses méthodes employées. Dans la mesure où il est possible, un tel travail permettrait en tout cas d'accélérer l'élaboration d'un guide des sols de la Somme.

L'identification des grands types de sols du département n'est en fait qu'une des facettes du travail à réaliser. Il est aussi nécessaire d'étudier de manière approfondie les liens entre les types de sols et leurs propriétés agronomiques. Qu'il s'agisse de potentiels de rendement ou d'aptitudes à l'épandage, la connaissance pratique des propriétés d'un sol ne peut se faire sans une mise à plat des règles d'interprétation des données pédologiques. Celles-ci sont intimement liées au contexte local.

Enfin, il serait aussi intéressant de lier les types de sols identifiés à leur localisation dans les paysages de la Somme. Les règles chorologiques sont connues, mais elles peuvent certainement être affinées pour diverses échelles d'approche. Là encore, un tel travail devrait tenir compte des réalités pratiques. Les règles ne sont utiles que si elles sont utilisables avec les moyens disponibles.

CONCLUSION GENERALE

Depuis la Franche-Comté jusqu'à la Somme, la migration de la méthode de description des sols mise au point par le Pr. Bruckert a pu être réalisée sans problèmes majeurs. Cette adaptation doit encore faire ses preuves, mais la relative facilité avec laquelle elle a pu se faire montre que le concept est robuste, comme le laissait présager sa vocation appliquée et pragmatique.

La méthode de désignation des sols n'arrive pas seule sur le terrain, puisqu'elle est accompagnée d'un protocole de description des sondages tarière élaboré sur mesure. Celui-ci devrait accomplir la difficile mais nécessaire tâche de standardisation des données collectées. L'informatisation est à ce prix, mais cela permet d'envisager plus sereinement les travaux de cartographie qui accompagnent généralement les prospections de terrain.

Il est probable que cet ensemble d'outils devra faire l'objet de quelques réajustement, ou de quelques évolutions, mais il constitue dans tous les cas une base concrète de discussion.

L'autre conclusion positive de ce mémoire vient du constat qu'il est possible d'appliquer les règles de répartition des sols dans les paysages de la Somme, déterminées par les chercheurs de l'ancienne station agronomique de Amiens. Leur validité était reconnue depuis longtemps, mais il n'était pas certains que les documents sur la géologie et la topographie du département fourniraient les informations requises. Il est maintenant possible de conclure par l'affirmative : il est possible d'estimer la répartition des sols à partir des données géologiques et topographiques. Cette fin positive doit cependant être tempérée par le constat d'une grande hétérogénéité des données sur la géologie de la Somme, qui se traduit concrètement par la pertinence réduite des données de certaines cartes géologiques pour une utilisation en pédologie.

Enfin, cette étude débouche sur des perspectives de travail toujours nombreuses, mais dont les contraintes sont mieux connues. L'enjeu n'est pas tant une meilleure connaissance des sols de la Somme que la possibilité d'exploiter les connaissances acquises, importantes mais disparates. Au-delà d'une éventuelle typologie des sols du département, c'est l'acquisition des connaissances agro-environnementales sur ces sols qui semble le travail le plus lourd à réaliser.

Il est désormais souhaitable que puissent se mettre en place les applications concrètes auxquelles se destinait ce travail, afin d'en garder l'esprit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les cartes figurent dans la partie « Cartes et relevés stéréoscopiques », p. 85.

- [1] **A.F.E.S.**, 1992. Référentiel pédologique - principaux sols d'Europe. Paris : INRA éditions, col. Techniques et pratiques. ISBN : 2-7380-0410-5. 222 pp.
- [2] **ANSEL O., EPINAT V., JEULAND M.L., SCHEURER O., DERSIGNY C.**, 1998 a. Guide Agronomique des sols du département de l'Oise. Conseil Général de l'Oise ; Chambre d'Agriculture de l'Oise ; IGCS ; groupe ISAB. Fiches.
- [3] **ANSEL O., EPINAT V., JEULAND M.L., SCHEURER O., DERSIGNY C.**, 1998 b. Guide Agronomique des sols du département de l'Oise - Dossier Pays de Bray. Conseil Général de l'Oise ; Chambre d'Agriculture de l'Oise ; IGCS ; groupe ISAB. Fiches.
- [4] **ANSEL O., EPINAT V., SCHEURER O., DERSIGNY C.**, 1997. Élaboration d'un guide agronomique des sols du département de l'Oise - Hypothèses et références de base. Conseil Général de l'Oise ; ISAB. Rapport relié. 41 p. + annexes.
- [5] **BAILLY J., BENETREAU P. et MANCEAU A.**, 2003. Contribution méthodologique à la caractérisation des sols de la Somme : Exemple des sols du Sud Amiénois. Projet tutoré de Licence Professionnelle « Agriculture et Développement Durable ». Université de Picardie Jules Verne, L.E.G.T.A. Le Paraclet. Réalisé pour la Chambre d'Agriculture de la Somme.
- [6] **BAIZE D., JABIOL B.**, 1995. Guide pour la description des sols. Paris : INRA éditions, col. Techniques et pratiques. ISBN : 2-7380-0532-2. 375 pp.
- [7] **BAIZE D.**, 1992. Typologies et types en Pédologie. *Science du Sol*, vol 30, n°2, avril - mai - juin. pp. 95-115. AFES, Plaisir.
- [8] **BRUCKERT S.**, 1987. Clé dichotomique de classement des sols agricoles francs-comtois situés en climat tempéré semi-continental. *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté Besançon - Biologie Végétale*, 4e série, fas. n° 7, p. 17-29.
- [9] **BRUCKERT S.**, 1986. Méthode de désignation des sols appliquée à la connaissance des terres agricoles des plateaux francs-comtois de basse altitude. *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté Besançon - Biologie Végétale*, 4e série, fas. n° 6, p. 31-36.
- [10] **CHAMBRES D'AGRICULTURE DE BASSE-NORMANDIE – AMIET Y., JULIEN J.-L., BOUTRUCHE M., BUNEL F.**, 1987. Guide Agronomique des sols de Basse-Normandie. col Référence. Caen. 110 pp.
- [11] **CHAMBRE REGIONALE D'AGRICULTURE DU LIMOUSIN, CHAMBRE DEPARTEMENTALE D'AGRICULTURE de la CORREZE, de la CREUSE et de la HAUTE-VIENNE – LOGEAS A., VERNOTTE C.**, 1993. Atlas Agronomique du Limousin.

Limoges. 112 pp.

- [12] **CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'OISE - SERVICE DEVELOPPEMENT.** 1994. Agronomie - Caractérisation des sols à la tarière. 4 pp. (dont fiches de description).
- [13] **CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA SOMME,** 2003. L'agriculture de la Somme. Amiens : mai 2003. 24 pp.
- [14] **C.R.A. LORRAINE (Service Agronomie) & E.N.S.A.I.A. (Service Science su Sol),** 1993. Connaître les sols lorrains et leur potentiel de production - Pour mieux valoriser les références expérimentales - Pour un meilleur conseil à l'agriculteur. Synthèse, rapport relié. env. 25 pp.
- [15] **EPINAT V., SCHEURER O., DERSIGNY C.,** 1997. Typologie Agronomique des Sols du Département de l'Oise. Chambre d'Agriculture de l'Oise ; IGCS ; Conseil Général de l'Oise ; ISAB. Rapport relié. 22 p. + annexes.
- [16] **FALIPOU P.,** 2001 (juin). Glossaire pour la description des profils de sols - STIPA 2000 - Description de l'environnement proche du profil - Description du profil synthétique - Description des horizons - Présentation des grandes listes de termes et codes. INRA - ENSA Montpellier. 31 pp. (polycopié)
- [17] **FOURRIER H., MASSON F.X., BILLIONNET J.M.,** 1987. Opération drainage ONIC Ministère de l'Agriculture - Secteur de référence du Marquenterre - Études préliminaires en vue du drainage des terres agricoles de la Somme - communes de : Favières, Le Crotoy, Monchaux, Quend, Rue -. 3 documents : Rapport ; Fiches de sol ; Carte des sols et de drainage 1 / 10 000^e.
- Étude pédologique par le groupement d'étude des sols S.E.R.A.E. Nord Pas de Calais ; I.S.A. de Lille. Avec le concours scientifique et technique de l'INRA de Montpellier - Laboratoire de Science du Sol, et du CEMAGREF Antony - Division Drainage et Assainissement Agricole. Analyses INRA d'Arras. Maîtrise d'ouvrage ONIC.
- S.E.R.A.E. Nord Pas de Calais ; I.S.A. de Lille. Avec le concours scientifique et technique de l'INRA de Montpellier - Laboratoire de Science du Sol, et du CEMAGREF Antony - Division Drainage et Assainissement Agricole. Analyses INRA d'Arras. Maîtrise d'ouvrage ONIC.
- [18] **GIRARD M.-C.,** 2000. Glossaire de Science du Sol. Institut National Agronomique de Paris - Grignon, Département Agronomie Environnement (AGER). Site Internet consulté le 27/06/03.
- Adresse : http://www.inapg.inra.fr/ens_rech/ager/ressources/supports/glossaire/glossaire.htm
- Chemin : <http://www.inapg.inra.fr/> > Enseignement Recherche > AGER > Ressources en lignes > Supports de cours > Glossaire de Science du Sol (DMOS; M.-C. Girard, 2000).
- [19] **GROËLL F.,** 1997. Caractérisation des sols de la Somme - Méthode de désignation & cartographie. Amiens : Chambre d'Agriculture de la Somme.

45 pp. + annexes. Polycopié.

- [20] **JAMAGNE M.**, 1967. Bases et techniques d'une cartographie des sols. *Annales Agronomiques*, vol. 18, n° hors série - en collaboration avec Maucorps J., Hébert J., Bliet L., Bouttemy R., Rivière J.-M. et Mathieu C. - Paris - INRA - Station agronomique, 02 Laon. 142 pp.
- [21] **JORET G., MALTERRE H., LEFEVRE P. et HIROUX G.**, 1953. Les sols du Ponthieu. Extrait des *Annales de l'I.N.R.A.*, livraison du n°4 de 1953, pp. 471-517. Paris : INRA.
- [22] **JORET G., et MALTERRE H.**, 1947. Les sols du Santerre et du Vermandois. Extrait des *Annales Agronomiques*, livraison du 2e trimestre 1947. Paris. Station Agronomique d'Amiens. Paris : Dunod.
- [23] **JORET G., et MALTERRE H.**, 1945. Les sols du Plateau Picard. Extrait des *Annales Agronomiques*, livraison du 2e trimestre 1945. Station Agronomique d'Amiens. Paris : Dunod.
- [24] **JORET G. et MALTERRE H.**, 1943. Les sols du Vimeu. Extrait des *Annales Agronomiques*, livraison du 1er trimestre 1943. Station agronomique d'Amiens.
- [25] **LEFEVRE P.**, 1993. La Somme : Diversité de ses régions naturelles. in *Chambre d'Agriculture de la Somme*, 1993. Regard sur l'agriculture – La Somme.
- [26] **LEFEVRE P.**, 1969. Reconnaissance des sédiments superficiels du Marquenterre. Extrait du « Bulletin de l'A.F.E.S. », n°1 - janvier février 1969. Station d'Agronomie 80 - Amiens
- [27] **LEGROS J.-P.**, 1996. Cartographie des sols - De l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes. col. Gérer l'environnement, n° 10. ISBN : 2-88074-298-6. 321 pp.
- [28] **LUCOT E. & GAIFFE M.**, 1995. Méthode pratique de description des sols caillouteux sur substrat calcaire. *Étude et Gestion des sols*, 2, 2, p. 91-104.
- [29] **MAIGNIEN R.**, 1952. La photointerprétation en pédologie. IRD. Bondy. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie (FRA), 1963, No 3, pp. 8-16.
- adresse : http://www.bondy.ird.fr/pleins_textes/cahiers/PTP/18269.PDF
- [30] **RATIER C.**, 2000. Guide de recommandations ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces graphiques. Version 4.3. CNRS, direction des systèmes d'information, bureau de la qualité et du support à la déconcentration. Document PDF en ligne.
- adresse : http://www.dsi.cnrs.fr/bureau_qualite/ergonomie/documentation/guidergo.pdf

chemin : <http://www.dsi.cnrs.fr> > Méthodes et qualité > Ergonomie > Les guides de conception d'IHM (interfaces homme-machine) > « Guide de recommandations pour la conception et l'évaluation d'interfaces graphiques de type Windows - version 2000 »

- [31] **REGION ALSACE, ARAA – PARTY J.-P., SAUTER J., BURTIN M.-L., KOLLER R.**, 1999. Guide des sols d'Alsace – Petite région naturelle Plaine Sud-Alsace – Un guide pour l'identification des sols et leur valorisation agronomique. Strasbourg. 183 pp.
- [32] **RIVIERE J.M., TICO S., DUPONT C.**, 1992. Méthode tarière - Massif Armoricaïn - Caractérisation des sols. Chambre d'Agriculture de Bretagne ; INRA. 20 pp.
- [33] **VOGLER J.-P.**, 1993. La direction départementale de l'agriculture et de la forêt de la Somme - missions et organisations. *in* Chambre d'Agriculture de la Somme, 1993. Regard sur l'agriculture – La Somme.

CARTES ET RELEVES STEREOSCOPIQUES

Cartes géologiques.

Cartes géologique de la France à 1/50.000^e. Cartes + Notices. Ministère de l'industrie. Bureau des Recherches géologiques et minières. Service Géologique National. Orléans :

- [34] **BLONDEAU A., FRÖHLICH F., POMEROL B., POMEROL Ch.**, 1978. Saint-Just-en-Chaussée. XXIII-10. n°80.
- [35] **BLONDEAU A., POMEROL B., POMEROL Ch.**, 1976. Montdidier. XXIV-10. n°81.
- [36] **BOUTTEMY R., SOLAU J.-L., MAUCORPS J. et al**, 1981. Ham. XXV-9. n°64.
- [37] **BROQUET P., BEUN N., DUPUIS, C. et al**, 1984. Saint-Valéry-sur-Somme – Eu. n°31-32.
- [38] **BROQUET P., MENNESSIER G., SKANDARI A. et al**, 1977. Abbeville. XXII-7. n°33.
- [39] **CELET P., COULOMBEAU C., MONCIARDINI C. et al**, 1978. Péronne. XXV-8. n°48.
- [40] **DELATTRE Ch., MERIAUX E., D'ARCY D.**, 1974 a. Doullens. XXIII-7. n°34.
- [41] **DELATTRE Ch., MERIAUX E., ROUX J.-C.**, 1974 b. Poix. XXII-9. n°61.
- [42] **DELATTRE Ch.**, 1969. Saint-Pol. XXIII-6.
- [43] **DESTOMBES J.-P., WATERLOT M., MERIAUX E.**, 1971. Hesdin. XXII-6.
- [44] **DUPUIS C., KUNTZ G., MONCIARDINI C. et al**, 1972. Amiens. XXIII-8. n°46.
- [45] **KUNTZ G., WATERLOT M., MONCIARDINI C. et al**, 1982. Moreuil. XXIII-9. n°62.

- [46] **KUNTZ G., MEDIONI R., MONCIARDINI C. et al**, 1979. Neufchâtel. XXI-9. n°60.
- [47] **LERICHE M., CELET P., CHARVET J.**, 1968. Cambrai. XXV-7.
- [48] **MENNESSIER G., MODRET D., LEFEBVRE P. et al**, 1981. Rue. XXI-6. n°23.
- [49] **MENNESSIER G., MONCIARDINI C., AGACHE R.**, 1978. Roye. XXIV-9. n°63.
- [50] **MENNESSIER G., DICKEL B., MONCIARDINI C., et al**, 1976 a. Albert. XXIV-8. n°47.
- [51] **MENNESSIER G., MODRET D., MONCIARDINI C. et al**, 1976 b. Gamaches. XXI-8. n°44.
- [52] **MENNESSIER G., BROQUET G., AKBAR A. et al**, 1974. Hallencourt. XXII-8. n°45.

Relevés stéréoscopiques.

- [53] **IGN FRANCE**, 1991. Relevés stéréoscopiques. 1/30.000^e. Réf {FD ; 80 ; 300 ; UAGI 6022 153,31}. Numéros 408, 409, 410, 411, 412, 276, 277, 278, 153, 154 et 155. photos prises entre 2,5 et 3 km d'alt.

Cartes pédologiques.

- [54] **LEFEBVRE P., DESIRE-MARCHAND J.**, 1977. Carte des textures des sols du département de la Somme. 1 / 250 000^e. Amiens : Imp. INRA Amiens. Carte papier + Notice explicative.
- [55] **SEDE ENVIRONNEMENT** - Centre régional Nord Picardie, 2001. Demande d'autorisation au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement - Régulation administrative du plan d'épandage des eaux de féculerie - ROQUETTE FRERES, Site de Vecquemont (Somme) - Dossier cartographique par communes. (document consulté avec l'autorisation de l'entreprise)

Cartes des terres agricoles.

- [56] **MINISTERE DE L'AGRICULTURE - DIRECTION DE L'AMENAGEMENT - SERVICE DES STRUCTURES ET DE LA MODERNISATION DES EXPLOITATIONS - DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA SOMME - B.D.P.A.**, 1983. Carte départementale des terres agricoles – Amiens. Carte 1/50.000e + notice explicative. Paris.
- [57] **MINISTERE DE L'AGRICULTURE - DIRECTION DE L'AMENAGEMENT - SERVICE DES STRUCTURES ET DE LA MODERNISATION DES EXPLOITATIONS - DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA SOMME - B.D.P.A.**, 1983. Carte départementale des terres agricoles – Moreuil. Carte 1/50.000e + notice explicative. Paris.

AUTRES DOCUMENTS CONSULTES

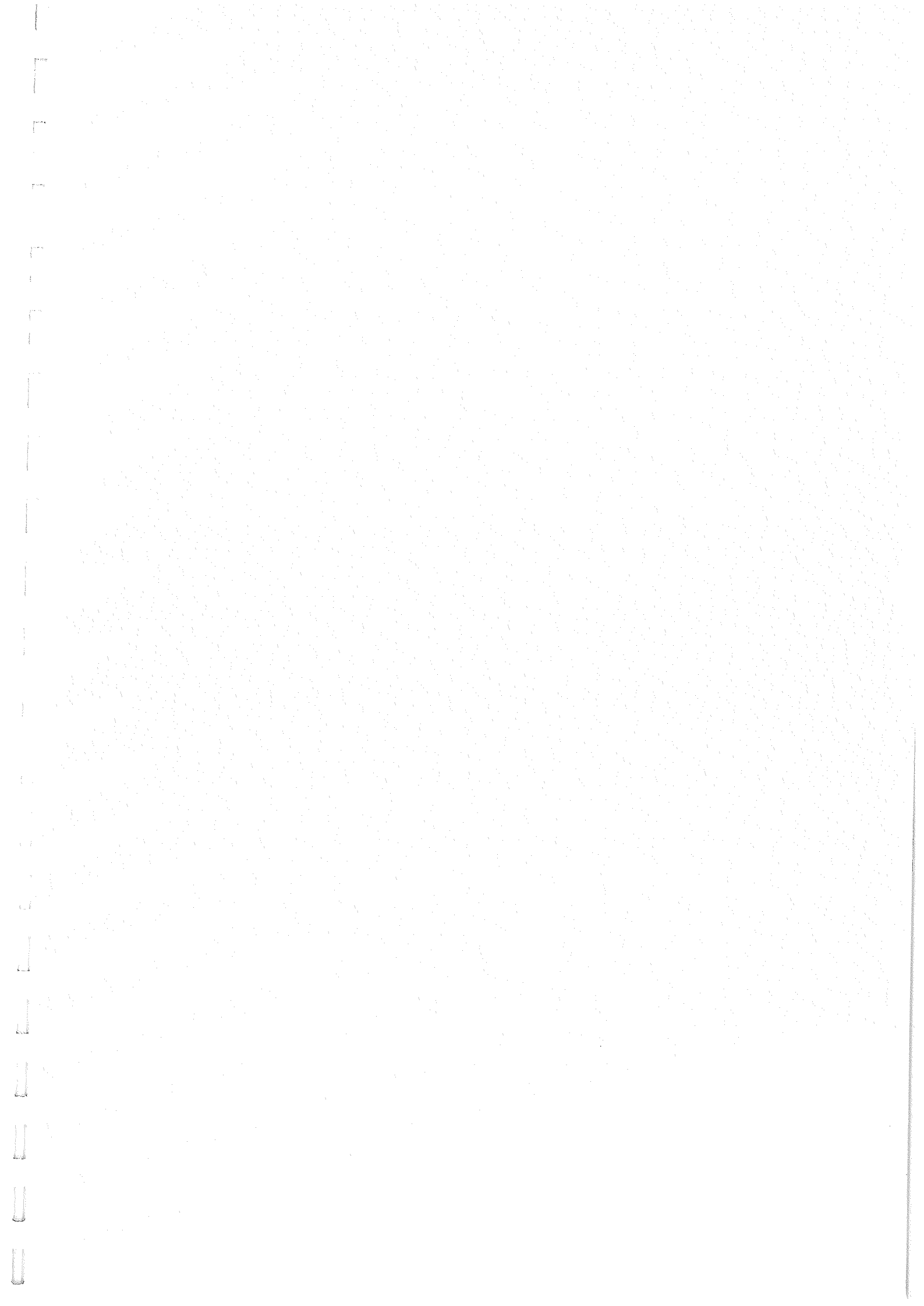
- [58] **A.F.E.S.**, 1988. Cartographie des sols. 55 pp. Comptes rendus de conférence, Paris.

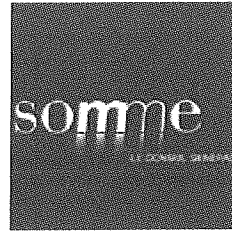
- [59] **ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE**, 2000. Lexique Topographique. *Site Internet* consulté le 27/06/03.
- adresse : <http://perso.club-internet.fr/aftopo/publications/lexique/pagelexique.htm>
- chemin : <http://perso.club-internet.fr/aftopo> > publications > Les ouvrages - Le lexique topographique.
- [60] **CHARLES L.J.**, 1991. Zonage agro-pédologique régional de Franche-Comté - Mise au point méthodologique de cartogénèse à petite échelle - Contrôle statistique des unités cartographiées ; 171 pp. Thèse en Science de la Terre, Université de Franche-Comté, n° d'ordre 235.
- [61] **DUCHAUFOUR Ph.**, 1988. Abrégé de Pédologie - 2^e éd. Paris : Masson, col. Abrégé. ISBN : 2-225-81366-3. (1^{ère} éd. de 1984) 224 pp.
- [62] **FALIPOU P., LEGROS J.-P.**, 2002. Le système STIPA-2000 d'entrée et d'édition des données pour la base nationale de sols DONESOL II. *Étude et Gestion des Sols*, Volume 9, 1, pp. 55-70.
- [63] **JOLIVET C., BOULONNE L., BODINEAU G., LEHMANN S., BERCHE P. et ARROUAYS D.**, juin 2002. Réseau de Mesure de la Qualité des sols - Cahier des charges destiné à la mise en place et au suivi des sites du réseau 16 x 16 km. INRA, Unité Infosol, Orléans. 24 pp. + annexes. (polycopié)
- [64] **LEFEVRE P.**, (année ?). Notice de la Carte des Sols du Domaine du Paraclet. Étude effectuée par la Station Agronomique d'Amiens. (polycopié)
- [65] **PETITPREZ A.**, 2001. Étude préalable à l'élaboration d'une typologie des sols du Bassin Artois - Picardie. Agence de l'eau Artois Picardie- Mission agriculture. 88 pp. + annexes. Mémoire de Fin d'Études de l'I.S.A. Lille.
- [66] Les potentialités agricoles - Méthodes d'études et domaines d'application. 1996. *Chambres d'Agriculture*, supplément au n°843. avril. 48 pp.
- [67] La qualité des sols. 1993. *Chambres d'Agriculture*, supplément au n°817. décembre. 36 pp. Paris : A.P.C.A.
- [68] **SCHVARTZ Ch., FEVRIER D., GRENIER G., SIX P.**, 1991. ABC des sols du département du Pas de Calais. Chambre Régionale d'Agriculture du Pas de Calais ; Institut Supérieur d'Agriculture de Lille. Relance Agronomique. 32 pp.
- [69] **UMR LISAH AGRO. M - INRA - IRD MONTPELLIER**. Sols et Paysages © : Lexique. Site Internet consulté le 25/06/03.
- Adresse : <http://sol.ensam.inra.fr/Paysages/Asp/Lexique.asp>
- Chemin : <http://sol.ensam.inra.fr> > Services - site Sols et Paysages > Plan du site > Quelques notions - un petit lexique...

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX.

<i>figure 1</i> : Carte des textures de sols du département de la Somme (LEFEVRE & DESIRE-MARCHAND - 1977, [54]) - Réduction à 27 % de la taille réelle.	10
<i>figure 2</i> : Schéma illustrant le lien étroit entre les principes de la méthode du sigle du Pr. Bruckert et la représentation graphique des données :	16
<i>figure 3</i> : Schéma des étapes possibles d'une l'étude des sols dans un but de typologie ou de cartographie :	23
<i>figure 4</i> : Schéma illustrant la phase de préparation « au bureau » de l'étude de sol :	25
<i>figure 5</i> : Phase de préparation « sur le terrain » de la campagne de cartographie :	27
<i>figure 6</i> : Phase de prospection - réalisation des sondages tarière :	29
<i>figure 7</i> : Schéma du processus de regroupement des sondages en unités de sol (« types ») de sol :	32
<i>figure 8</i> : Schéma illustrant la phase de réalisation d'une carte de sol :	34
<i>figure 9</i> : Schéma de la phase d'analyse thématique des données collectées lors d'une étude de sol :	36
<i>figure 10</i> : « Répartition topographique des affleurements et des sols » présentée dans la monographie des sols du Vimeu (1943, [24]) :	42
<i>figure 11</i> : Séquence type des sols de la Somme réalisée par la Station Agronomique INRA d'Amiens (LEFEVRE - 1993, [25] tirée de ?)	42
<i>figure 12</i> : Schéma d'une toposéquence des formations géologiques accompagnant la carte géologique au 1/50.000 ^e de Amiens (source BRGM [44]) :	44
<i>figure 13</i> : Schéma illustrant le travail de comparaison des différentes sources d'information sur le contexte géologique et topographique d'un secteur étudié, et les données pédologiques.	54
<i>figure 14</i> : fiche de terrain.....	59
<i>figure 15</i> : extrait de l'interface graphique de la base de donnée.	61
<i>figure 16</i> : Exemple de sortie imprimante des données d'un sondage réalisée par la base de donnée (sondage réalisé avec une version antérieure de la fiche).	62
<i>tableau 1</i> : Récapitulatif des différences de représentation des formations géologiques quaternaires sur les cartes géologiques de la Somme.	67
<i>tableau 2</i> : Auteurs des cartes géologiques au 1/50.000 dans la Somme.....	69
<i>figure 17</i> : Extrait de la carte des sols 1/25.000 ^e du plan d'épandage Roquette sur le secteur de Querrieu.....	71

<i>figure 18</i> : Secteur de Querrieu – Extrait de la carte géologique au 1/50.000 ^e (agrandi à 1/25.000 ^e) de Amiens ; Carte topographique (Scan 25 © IGN - 2001).....	72
<i>figure 19</i> : Carte géologique, photo aérienne n°154 et carte topographique du secteur de Louvencourt (échelles ramenées au 1/25.000 ^e).....	74
<i>figure 20</i> : Secteur de Laviéville – Extrait de la carte géologique au 1/50.000 ^e de Albert et de la photo aérienne IGN n°278 (1991). Échelles ramenées à 1/25.000 ^e	76
<i>figure 21</i> : Secteur de Favières – Extrait de la carte pédologique (1/10.000e) du secteur de référence drainage du Marquenterre et de la carte géologique de Rue (1/50.000e). Les échelles sont ajustées au 1/25.000 ^e	78
<i>figure 22</i> : Extrait de la carte topographique sur le secteur de Favière (Scan 25 © IGN - 2001).....	79
<i>figure 23</i> : Triangle des textures de l'INRA de Laon – Service de la carte des sols de l'Aisne :.....	104
<i>figure 24</i> : Schéma illustrant la définition des différentes classes de drainage interne.....	125
<i>figure 25</i> : Clé de détermination de la classe de drainage interne du sol, d'après les définitions du Glossaire STIPA (Falipou 2001, [16]).	126





DESCRIPTION, DESIGNATION ET CARTOGRAPHIE DES SOLS DE LA SOMME.

**Contribution au développement d'une méthode adaptée
aux terres agricoles**

ANNEXES

ANNEXES

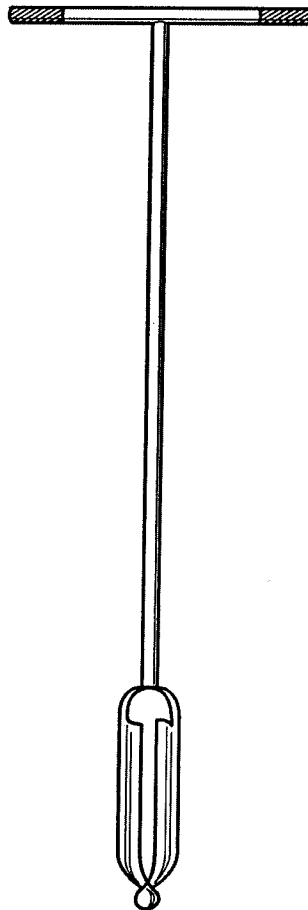
table des annexes :

<i>annexe 1</i> : Adaptation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert au contexte géologique et pédologique de la Somme – Méthode de description des sols agricoles à la tarière.	91
<i>annexe 2</i> : Documents présentant l'intérêt agronomique des caractères du sol pris en compte par l'adaptation de la méthode de désignation du Pr. Bruckert.....	128
<i>annexe 3</i> : Sol objet, sol image et sol concept. Schéma illustrant les liens entre les trois concepts :	135
<i>annexe 4</i> : Légende des schémas de la partie 2 du rapport	136
<i>annexe 5</i> : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000 ^e de Amiens (BRGM 1972 [44])......	137
<i>annexe 6</i> : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000 ^e de Doullens (BRGM 1974 [40])......	138
<i>annexe 7</i> : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000 ^e de Albert (BRGM 1976 [50])......	139
<i>annexe 8</i> : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000 ^e de Rue (BRGM 1981 [48])......	140
<i>annexe 9</i> : Extrait de la légende des cartes de sols au 1/25.000 ^e du plan d'épandage Roquette (2001, [55]).	141
<i>annexe 10</i> : Méthode de désignation des sols appliquée à la connaissance des terres agricoles des plateaux francs-comtois de basse altitude.	143
<i>annexe 11</i> : Clé dichotomique de classement des sols agricoles francs-comtois situés en climat tempéré semi-continentale.....	143

annexe 1 : Adaptation de la méthode de désignation des sols du Pr. Bruckert au contexte géologique et pédologique de la Somme – Méthode de description des sols agricoles à la tarière.

Document réalisé pour l'étude, détaillant le processus de description et de désignation du sol.

Méthode de description et de désignation des sols agricoles à la tarière



Département de la Somme

Liste des caractères à renseigner et des modalités
de description.

Chambre d'Agriculture de la Somme
Julien Moeys
v 1.00 – août 2003

SOMMAIRE :

INTRODUCTION :	95
DESCRIPTION DES SONDAGES TARIERE.....	96
Identification du sondage.	96
1. Identifiant de l'étude.....	96
2. Numéro du sondage dans l'étude.	96
3. Nom du lieu dit ou de la parcelle.....	97
4. Nom de l'observateur.....	97
5. Nom et/ou numéro de la carte IGN 1/25.000 ^e	97
6. Commune sur laquelle se situe le sondage.	97
7. Coordonnées Lambert I du sondages.....	97
8. Date de réalisation du sondage.	98
Relief :	98
9. Position dans le relief (échelle kilométrique).....	99
10. Pente au point de sondage.....	99
Données relatives à la parcelle et son état de surface	99
11. Culture en place (hors prairie) et précédent cultural.	99
12. Prairie permanente ou temporaire.	100
13. Parcelle drainée.....	100
14. Traces d'érosion – sensibilité à l'érosion.	100
15. Traces de battance – sensibilité à la battance.....	100
Nature lithologique et Importance de la pierrosité de surface :	101
16. Nature lithologique de la pierrosité de surface.....	101
17. Importance de la pierrosité de surface.....	102
18. Éléments grossiers provenant d'amendements calciques.....	102
19. Autres indices de surface et données utiles.....	102
Description des horizons et des obstacles à l'enracinement.	103
20. Texture :	103
21. Horizon crayeux (craie altérée).....	104
22. Horizon très organique.	105
23. Couleur de l'horizon.....	105
24. Aspect bariolé des couleurs de l'horizon.	106
25. Estimation de la clarté (value) de la couleur de l'horizon.....	106
26. Test d'effervescence à HCl (hors éléments grossiers).....	106
27. Débris organiques macroscopiques.....	107
28. Quantité de matière organique humifiée.....	107
29. Structure simplifiée de l'horizon.....	108
30. Estimation de la quantité de tâches d'oxydoréduction.	108
31. Gley (présence - absence).....	109
32. Nature des éléments grossiers de l'horizon.	109
33. Quantité d'éléments grossiers dans l'horizon.....	110
34. État d'humidité de l'horizon lors du sondage	110
35. Présence de concrétions.	110
36. Présence de charbon de bois.	111
37. Zone tassée ou indurée au sein de l'horizon.	111
38. Estimation de la quantité de racines.....	111
39. Autre traces d'activité biologique.	112
Limites entre les horizons.....	112

40.	Profondeur de la limite avec l'horizon ou l'obstacle sous-jacent.	112
41.	Netteté de la limite avec l'horizon ou l'obstacle suivant.	112
	Obstacle physique:.....	113
42.	Profondeur d'apparition de l'obstacle rencontré.....	113
43.	Nature lithologique de l'obstacle rencontré.....	113
	Données complémentaires.....	114
44.	Raison de l'arrêt du sondage.	114
45.	Estimation du nom génétique du sol (RP ou CPCS).....	114
46.	Nom de la formation géologique sur la carte géologique.....	115
47.	Nom ou n° de la carte géologique.....	115
48.	Remarques éventuelles.....	115
49.	Synthèse des profondeurs :.....	115
	DESIGNATION DU SOL SOUS FORME D'UN SIGLE.....	116
	Caractères du numérateur :	117
	Caractères du dénominateur :	117
	Caractères de la partie latérale :	117
1.	Texture de la terre arable.....	118
2.	Texture de sub-surface.....	118
3.	Terre arable carbonatée.....	118
4.	Caractère colluvial du sol – Matériau d'apport.....	119
5.	Horizon de surface très organique.....	119
6.	Nature lithologique et profondeur de l'obstacle physique.....	119
7.	Profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction.....	121
8.	Nature et intensité de la pierrosité dans la terre arable.....	122
9.	Qualité du drainage interne du sol.....	123
10.	Sensibilité à la battance.....	124
11.	Sensibilité à l'érosion.....	124
12.	Sensibilité à la sécheresse.....	127
13.	Travail du sol difficile.....	127

INTRODUCTION :

Ce document a pour but de proposer un « protocole » de description des sols à la tarière, et une méthode de désignation des sols. Cette méthode, mise au point par le Pr. Bruckert en Franche-Comté, a été adaptée au contexte pédologique et géologique de la Somme. Les modalités de description du sol ont été choisies de manière à faciliter la désignation.

La liste des caractères du sol à décrire est synthétisée sous forme d'une fiche de saisie des données sur le terrain au format A4 recto (voir page 59).

Les principes de la méthode de désignation des sols, dite « méthode du sigle » sont expliqués dans la deuxième partie du document, p. 116.

Comme la méthode Bruckert dont elle dérive, la méthode de description des sols à la tarière décrite dans ce document a été conçue pour répondre aux exigences suivantes :

- Relever les propriétés stables du sol ayant un impact direct ou indirect sur ses propriétés agronomiques et environnementales. La méthode n'est pas limitée à un usage particulier, et les données relevées peuvent servir de base à plusieurs domaines de compétence.
- Avoir la possibilité d'utiliser la méthode pour cartographier des sols, de manière fonctionnelle et compatible avec les contraintes économiques habituelles des bureaux d'études (temps et moyens disponibles).
- Reposer sur des connaissances scientifiques générales et locales.

Notes :

L'indication « **Définition** » donne des précisions sur la manière de décrire le caractère.

L'indication « **Modalités de réponse** » décrit les différentes réponses possibles pour décrire le critère. Sauf oubli ou erreur de conception, il est nécessaire d'éviter de répondre autrement que selon les modalités fixées, pour faciliter les comparaisons entre sondages.

L'indication « **Fiche** » renseigne la manière dont le critère apparaît dans la fiche de terrain (page 59).

L'indication « **Intérêt** » renseigne sur les raisons qui ont motivé le choix du critère et de ses modalités et/ou des références bibliographiques dont elles sont issues.

Les numéros entre crochet sont ceux des références bibliographiques (ex. [6]).

DESCRIPTION DES SONDAGES TARIERE.

IDENTIFICATION DU SONDAGE.

1. Identifiant de l'étude.

Définition : Nom ou identifiant unique de l'étude pour laquelle le sondage est réalisé.

Proposition d'un identifiant :

Information :	taille :	exemples :	
— n° du département	2 chiffres	80	(Somme)
— Organisme	4 lettres	ChDA	
— Service	4 lettres	DPVA	
— Étude	3 chiffres	001	(1 ^{ère} étude du DPVA)

NB : Les différentes parties de l'identifiant sont séparées par des points pour faciliter la lecture.

Exemple : 80.ChDA.DPVA.001 pour l'étude sol 001 du département production végétale et agronomie de la Chambre D'agriculture de la Somme.

Fiche : Étude.

Intérêt : Ce codage n'est pas aussi explicite qu'un simple nom, mais l'utilisation d'une combinaison d'acronymes est plus souple qu'un identifiant purement numérique, qui nécessiterait une coordination étroite des intervenants dans le choix des identifiants.

2. Numéro du sondage dans l'étude.

Définition : Identifiant unique du sondage dans l'étude.

Proposition d'un identifiant :

Information :	taille :	exemples :	
— n° unique du sondage dans l'étude	3 chiffres	010	(10 ^e sondage)

Fiche : n° du sondage

Remarque : Dans une base de donnée, on peut composer un identifiant complet pour chaque sondage. Celui-ci est composé de l'identifiant du sondage décrit précédemment, suivi du numéro de sondage (toujours séparés par un point). S'il est nécessaire de donner un identifiant à chacun des horizons, il suffit d'ajouter son numéro (1 s'il s'agit du 1^{er} horizon, 2 s'il s'agit du 2^e etc.) en plus de l'identifiant du sondage.

Exemple complet : 80.ChDA.DPVA.001.010.3 pour le 3^e horizon du 10^e sondage de l'étude 001 du DPVA à la CA de la Somme.

3. **Nom du lieu dit ou de la parcelle.**

Définition : Nom de la parcelle ou du lieu-dit (lu sur la carte topographique, ou sur le parcellaire de l'agriculteur).

Fiche : Lieu-dit

Intérêt : Faciliter le repérage rapide du point de sondage sur une carte topographique, ou de la parcelle sur un parcellaire.

4. **Nom de l'observateur.**

Description : Initiales, identifiant ou nom(s) de la/des personnes ayant réalisé le sondage.

Fiche : Observateur

Intérêt : Cette donnée est importante pour pouvoir détecter d'éventuelles différences d'appréciation entre pédologues ou pour permettre un étalonnage des évaluations.

5. **Nom et/ou numéro de la carte IGN 1/25.000^e**

Définition : Numéro de la carte topographique IGN au 1/25.000^e sur laquelle se situe le sondage.

Fiche : Carte 1/25.000e :

Intérêt : Permettre de retrouver rapidement sur quelle carte IGN correspondant au point de sondage.

6. **Commune sur laquelle se situe le sondage.**

Définition : Nom de la commune sur laquelle se situe le sondage.

Remarque : Si le nom est saisi dans une base de donnée, il faut utiliser le nom ou le numéro INSEE, afin d'éviter les doublons.

Fiche : Commune :

Intérêt : Permettre une localisation rapide du sondage. Dans une base de donnée, autoriser des sorties de données et des tris, par commune.

7. **Coordonnées Lambert I du sondages.**

Définition : Coordonnées géographiques du point de sondage.

3 paramètres :

- Longitude x
- Latitude y
- Altitude z

Référentiel : Les coordonnées du point de sondage doivent être reportées en Lambert I (amorces chiffrées en noir sur la bordure intérieure des cartes topographiques, en kilomètres).

Unités : Indiquer les coordonnées en **mètres** (pour x, y et z).

Précision :

- Pour la latitude (x) et la longitude (y), il est conseillé d'indiquer les coordonnées avec une précision de 100 m, voir de 25 m, (4 mm à 1 mm sur la carte au 1/25.000e). « x » comporte généralement 6 chiffres, « y » en compte 7.
- L'altitude doit être indiquée avec une précision de 5 m, voir de 2,5 m .

Quand c'est possible (utilisation d'un GPS, etc.) indiquer les coordonnées avec plus de précision. Autant que possible, éviter d'utiliser autre chose que le Lambert I et le mètre pour limiter le risque d'erreur. Cependant, en cas d'utilisation des coordonnées en Lambert II étendu (amorces chiffrées en bleu sur la bordure intérieure des cartes topographiques) ou d'une unité autre que le mètre, l'indiquer en clair sur la fiche de description.

Les coordonnées peuvent être calculées « au bureau », à posteriori. Il faut s'assurer dans ce cas que le point de sondage ait bien été reporté sur un fond topographique (1/25.000e minimum), avec son identifiant unique.

Fiche : Coordonnées (Lamb.1)
 x = y =
 z =

Intérêt : Localiser avec précision le sondage. Le but est d'avoir une précision suffisante pour l'établissement des cartes à l'échelle considérée : 1/25.000^e.

8. Date de réalisation du sondage.

Définition : Date de réalisation du sondage.

Fiche : Date : / / 200_

Intérêt : Outre une utilité pour le classement des fiches de sondage, la date permet d'identifier à posteriori d'éventuelles dérives dans appréciations des critères, (causée par l'état d'humidité du sol par exemple : la pierrosité bloquera plus facilement la tarière si celui-ci est sec - [6] p. 38 - ; les « indices » de surface utilisés pour placer les limites de sol sont plus visibles en hivers, sur un sol humide et sans couvert végétal).

RELIEF :

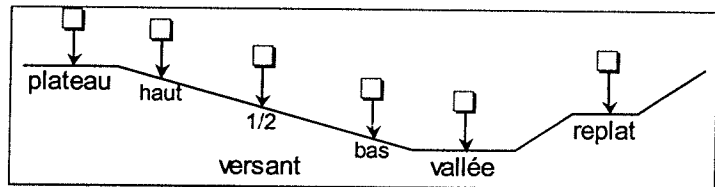
9. Position dans le relief (échelle kilométrique).

Modalités de réponse :

- Plateau.
- Versant :
 - Haut de versant.
 - Milieu de versant.
 - Bas de versant.
- Vallée.
- Replat dans un versant.

L'échelle d'appréciation de la topographie doit être de l'ordre du **kilomètre** (4 cm sur la carte 1/25.000^e), ce qui exclut donc les variations plus fines du relief (rupture de pente etc.).

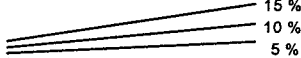
Fiche :



Intérêt : La position dans le relief fait partie des critères qui doivent permettre (à posteriori) de saisir rapidement le contexte du sondage lors d'une lecture rapide des données.

10. Pente au point de sondage.

Définition : La pente doit au minimum être estimée **visuellement** par le pédologue et indiquée en clair sur la fiche (**en %**). Elle peut aussi être calculée « au bureau », ou avec un clisimètre. La fiche ne comporte **pas de classes** de pente.

Fiche : Pente : % 

Intérêt : La pente est un élément qui peut expliquer des variations locales des propriétés du sol. Elle renseigne aussi indirectement sur le relief local, et sur la valeur agronomique du sol (accessibilité aux engins agricoles, risque de ruissellement des effluents épandus, sensibilité à l'érosion etc.). L'utilisation du SIG, des cartes topographiques ou des relevés stéréoscopiques rendent peu utiles une description trop fine du relief ou une estimation plus précise de la pente.

DONNEES RELATIVES A LA PARCELLE ET SON ETAT DE SURFACE

11. Culture en place (hors prairie) et précédent cultural.

Définition : Indiquer en clair le nom de la culture en place, ou son type (céréale à paille...), et estimer le **stade de croissance**. Une absence d'indications signifie que le sol est nu, sans culture. Si des résidus identifiables sont visibles en surface, indiquer aussi le nom ou le type du précédent cultural.

Fiche : Culture en place :
 Stade de croissance :
 Précédent cultural :

Intérêt : Cette information facilite l'interprétation d'autres critères de la fiche, comme la quantité de racines dans les différents horizons. La présence d'une culture et son stade de croissance peut aussi aider à estimer l'itinéraire technique récent de la parcelle, et expliquer la présence ou l'absence d'indices de surfaces comme les traces de battance ou d'érosion.

Le précédent cultural permet d'expliquer la quantité de racines présente dans la différents horizons, ainsi que la présence ou non de débris organiques en surface, dans l'horizon labouré ou plus profond (racine pivotante). La présence de gley de labour va aussi dépendre du précédent.

12. Prairie permanente ou temporaire.

Définition : Indiquer si la parcelle est une prairie, et préciser s'il s'agit d'une prairie temporaire ou d'une prairie permanente.

Fiche : Prairie : perma. temp.

Intérêt : La distinction entre les parcelles cultivées et les prairies permet d'expliquer l'organisation des horizons de surface (remaniés ou non par un labour, etc.), la répartition des racines et surtout le taux de matière organique (MO humifiée).

13. Parcelle drainée.

Définition : La parcelle est drainée.

Fiche : drainage

Intérêt : La présence de drains peut expliquer une atténuation des signes d'hydromorphie dans une zone où on s'attendrait à en trouver.

14. Traces d'érosion – sensibilité à l'érosion.

Définition : Permet d'indiquer la présence de traces d'érosion en surface (ravines, zones d'atterrissement de la terre érodée, etc.).

Fiche : traces : érosion

Intérêt : Noter la présence de traces d'érosion évite d'avoir à faire des estimations complexes pour déduire que le sol est sensible à l'érosion.

15. Traces de battance – sensibilité à la battance.

Définition : Signaler la présence de traces de battance en surface.

Fiche : traces : battance

Intérêt : Noter la présence de traces de battance évite d'avoir à faire des estimations complexes pour déduire que le sol est battant.

NATURE LITHOLOGIQUE ET IMPORTANCE DE LA PIERROSITE DE SURFACE :

16. Nature lithologique de la pierrosité de surface.

Cette rubrique est également valable pour décrire les éléments grossiers des horizons (voir § 32, p. 109).

Définition : Indication en clair de la nature lithologique de la pierrosité de surface (si présente).

Natures lithologiques possibles :

Pierrosité simple (une seule nature lithologique) :

- Silex.
- Craie.
- Grès (semble moins fréquent).

Pierrosité composées (plusieurs natures lithologiques) :

- Silex et craie.
 - Pierrosité complexe, de forme émoussée, arrondie.
 - Pierrosité complexe, de forme anguleuse, non émoussée.
-

Autres natures lithologiques :

- Si elle est identifiée par le pédologue, indiquer sa nature en clair.
- Si elle n'est pas identifiée par le pédologue, indiquer en clair « pierrosité indéterminée ».
- Si elle est trop complexe, indiquer « pierrosité complexes ». Cependant, si une nature lithologique domine, l'indiquer en clair.

Les natures lithologiques suivantes ne semblent pas exister dans la Somme (identifiées par Jamagne dans l'Aisne) :

-
- Fragments calcaires.
 - Fragments de meulière.
 - Fragments de schistes.
 - Fragments de schistes et de grès.
-

Fiche : pierres : %, nature

Intérêt : La nature de la pierrosité est importante pour évaluer son impact sur l'agriculture. Une pierrosité calcaire ou crayeuse en surface n'aura pas un impact aussi fort sur l'usure des outils d'une pierrosité de roche siliceuse. Elle indique par contre la disponibilité de calcaire (au moins localement). Une forte pierrosité de silex en surface peut être l'indice d'une formation appelée « limon à silex » (Notice des cartes géologiques de Montdidier et de St-Just-en-Chaussée, respectivement p. 7 et p. 10, [35] et [34]).

17. Importance de la pierrosité de surface.

Définition : Estimation de l'importance de la pierrosité de surface, en % de la surface recouverte. Une charte d'estimation du pourcentage de pierrosité peut être utilisée (Charte de la synthèse « Connaître les sols lorrains et leur potentiel de production », [14], p. 11 ou charte du Guide pour la description des sols, [6], p. 108 (d'après Folk, 1951)). Ce mode d'évaluation n'est pas valable pour décrire la charge en éléments grossiers des horizons (voir § 32, p. 109).

Fiche : pierres : %, nature

Intérêt : Plus la pierrosité de surface est forte, plus le travail du sol est difficile, et plus les outils de travail du sol s'usent. De même, plus la pierrosité est fortes, plus l'enracinement sera difficile. Cette relation n'est pas toujours optimale, l'orientation et la forme des pierres pouvant dans certains cas avoir un impact plus significatif. Il n'est cependant pas possible (et probablement pas pertinent dans la Somme) de s'attacher à décrire avec précision la pierrosité. La pierrosité peut aussi avoir un impact négatif sur la valeurs de cultures comme la betterave, et compliquer le récolte (pommes de terre).

18. Éléments grossiers provenant d'amendements calciques.

Définition : Les éléments grossiers identifiés en surface proviennent d'amendements calciques. Ce caractère est généralement reconnaissable par un calibre particulier des éléments grossiers. Ce caractère ne doit être indiqué que dans la mesure ou l'essentiel de la pierrosité de surface provient des marnages.

Fiche : pierres : ... = apport.

Intérêt : Noter le caractère anthropique de la pierrosité permet de pas tenir compte de celle-ci pour l'interprétation des sondages.

19. Autres indices de surface et données utiles.

Définition : Faire figurer dans cette rubrique tout indice ou information pertinent qui renseignerait sur le régime hydrique de la parcelle, la sensibilité du sol à la sécheresse, la difficulté du travail du sol ou tout autre élément facilitant l'interprétation du sondage. On notera par exemple la présence de :

- Mouillères, mares, plantes hygrophiles (joncs, prêles...).
- Reste de billons ou de planches, réseau de fossés entourant la parcelle, petits fossés de drainage *etc.*

- Indices d'un travail du sol difficile (labour très grossier, mottes très anguleuses).
- Indices d'un sol séchant, comme des fentes en surface.

Fiche : Autres indices et données (rég. hyd. etc.) :

Intérêt : Tous ces éléments peuvent faciliter et accélérer l'interprétation des données du sondage.

DESCRIPTION DES HORIZONS ET DES OBSTACLES A L'ENRACINEMENT.

Description des horizons :

La première étape de la description du sol au point de sondage est, bien entendu, le découpage en différents horizons. Chaque horizon est ensuite décrit individuellement.

Pour chaque horizon identifié :

20. Texture :

Définition : Évaluation tactile de la texture de l'horizon. Aucun test particulier n'est préconisé, l'évaluation de ce critère fait donc appel à la compétence et l'expérience du pédologue. Le triangle de texture de référence (pour étalonnage) est celui de l'INRA de Laon - Service de la carte des sols de l'Aisne (voir la figure 23), très proche de celui utilisé par Jamagne dans l'Aisne (1967, p. 52, [20]). Ce triangle, qui compte 15 classes, a l'avantage d'être utilisé dans deux régions voisines (l'Aisne, et l'Oise pour le « Guide agronomique des sols de l'Oise » (1997, [4])) et d'avoir été décliné en plusieurs triangles simplifiés qui pourront être utilisés pour des travaux de typologie des sols.

Modalités de réponse :

classes :	nom :
Textures sableuses :	
— s	sable
— s l	sable limoneux
— s a	sable argileux
Textures limono-sableuses :	
— ll s	limon léger sableux
— ls	limon sableux
— l m s	limon moyen sableux
— l s a	limon sablo-argileux
— l a s	limon sablo-argileux
Textures limoneuses :	
— ll	limon léger
— l m	limon moyen
— l a	limon argileux
Textures argilo-sableuses :	
— a s	limon léger

22. Horizon très organique.

Définition : L'horizon présente une forte quantité de matières organiques mal décomposées (tourbe, litière *etc.*). Comme pour la présence de craie altérée, ce critère complète l'indication de texture, mais ne s'y substitue pas.

Fiche : trb.

Intérêt : Les vallées de la Somme peuvent présenter des horizons tourbeux. L'indication de texture ne pouvant restituer cette information, il faut la noter séparément.

23. Couleur de l'horizon.

Définition : Indiquer la couleur de l'horizon. L'évaluation de la couleur est équivalente à la classe « Hue » du code Munsell, encore appelée teinte de base, mais son évaluation est ici simplifiée.

Modalités de réponse :

Couleurs :	code Munsell :
— rouge	(10R)
— rouge - brun	(2,5R)
— brun - rouge	(5YR)
— brun	(7,5R)
— brun - jaune	(2,5YR)
— jaune	(2,5Y)
— jaune - vert	(5Y)
— vert	
— bleu	
— gris	
— noir	
— blanc	

Note : Les codes entre parenthèses sont les équivalents code Munsell. Ils ont pour but de permettre un étalonnage mais ne doivent pas figurer dans la fiche, et n'obligent pas l'utilisation d'un code Munsell.

Source : FALIPOU 2001, [16], p. 26, « Grandes listes de termes et codes ».

Fiche : **coul.**

Intérêt : La couleur de l'horizon est liée aux caractères suivants :

- La nature de la roche mère (calcaire fin ; sédiment argileux ; oxydes et hydroxydes de fer ; glauconie *etc.*).
- Le fer libre non hérité de la roche mère.
- La matière organique.

- L'absence de couleur indique quant à elle un matériau originel pauvre en fer, ou un horizon appauvri.

Source : BAIZE et JABIOL 1995, [6], p. 98-101.

24. Aspect bariolé des couleurs de l'horizon.





Définition : L'horizon n'a pas une couleur uniforme, mais présente un bariolage marqué de couleurs. Ce bariolage peut avoir diverses origines : couleurs « normales » du matériau ; phénomènes d'oxydoréduction *etc.*

Fiche : bariol.

25. Estimation de la clarté (value) de la couleur de l'horizon.

Définition : Indiquer la clarté de la couleur de l'horizon. La clarté correspond au critère « value » de la charte Munsell (BAIZE et JABIOL, 1995, [6], p. 96) ou aux qualificatifs habituels clair ou foncé.

Modalité de réponse :

la couleur est :	codage :
— Claire ;	
— Intermédiaire, neutre, moyenne ;	
— Foncée ;	
— Sombre, très foncée.	

Fiche : clar. 

Intérêt : Ce critère facilite l'évaluation d'autres caractères du sol :

- La couleur qui, combinée à la clarté, permet de mieux distinguer sur la fiche les différents horizons.
- L'évaluation de la clarté facilite l'évaluation de la couleur, la liste des couleurs ne prenant pas en compte, pour des raisons pratiques, les variantes claires et foncées.
- « [...] l'indice value est inversement proportionnel à la teneur en matière organique » (Baize et Jabiol, 1995, [6], p. 96).

26. Test d'effervescence à HCl (hors éléments grossiers).

Définition : Le test d'effervescence à HCl s'effectue en versant l'acide dilué goutte à goutte (habituellement au 1/5^e). Il faut au minimum faire un essai par horizon. Il faut aussi veiller à ne pas appliquer l'acide sur une zone lissée par la tarière, ni sur un élément grossier (dont la nature calcaire est indiquée dans la rubrique « pierrosité »).

Modalités de réponse : Intensité de l'effervescence à HCl.

classe :	nom :	bruit	bulles :
— 0	nulle	-	-
— 1	faible	+	qq. unes (délais possible)
— 2	moyenne	+	assez nombreuses
— 3	forte	+	écume épaisse
— 4	très forte	+	réaction vive et instantanée

Note : Ne sont pas pris en compte :

- Un éventuel **délais** de la réaction.
- La **localisation** de l'effervescence (généralisée ou localisée).

Sources : BAIZE & JABIOL 1995 [6], § « L'effervescence à HCl - Le calcaire », p. 176-177 (d'après STIPA 1982 et glossaire de pédologie 1969). ; FALIPOU P. 2001 [16], p. 8, § « Profil synthétique ».

Fiche : HCl : |0|1|2|3|4|

Intérêt : Le test à HCl à pour but de déceler la présence ou l'absence de « calcaire » (carbonate de calcium, calcite) dans la terre fine.

27. Débris organiques macroscopiques.

Définition : Présence de débris (matières) organiques macroscopiques. Ce critère n'est nécessaire que sur les deux 1^{ers} horizons.

Fiche : MO débris,





28. Quantité de matière organique humifiée.

Définition : Estimer visuellement, pour chaque horizons, la quantité de matière organique humifiée. Ce critère n'étant pas visible directement, il doit en fait être évalué au travers d'autres critères :

- Clarté de l'horizon, celle-ci étant inversement proportionnelle à la teneur en matière organique. Une couleur noire, ou foncé étant souvent liée à une teneur en matière organique élevée.
- Les structure grenue ou grumeleuse dans les horizons supérieurs sont liées aux actions biologiques et ciments organiques¹ (et donc l'indice d'une teneur correcte en matière organique humifiée ?). « Elles disparaissent généralement sous l'action de la mise en culture, au profit de structures mixtes polyédriques sub-anguleuses plus ou moins fines »¹.
- Une faible densité apparente (teneur en MO élevée).

Inversement, l'état d'humidité du sol peut amener à surestimer ou sous estimer (respectivement sol humide ou sec) la teneur en MO humifiée. L'expérience du pédologue, et un bon étalonnage sur des sols dont les résultats d'analyses sont connus, joue bien entendu sur la qualité de l'observation.

Modalités de réponse :

N°	Nom :	description	fiche
— 0	non décelable.	(teinte claire, structure anguleuse...)	|0|
— 1	moyenne	(teinte moyenne, structure intermédiaire...)	|0|
— 2	assez importante	(teinte assez sombre, structure arrondie...)	|0|
— 3	importante	(teinte sombre, structure bien arrondie...)	|0|

NB : Ces modalités de réponses sont adaptées aux terres agricoles, mais pas aux sols forestiers.

Fiche : MO : humif. |0| 

Sources ¹: Guide pour la description des sols, [6], p. 139 et p. 195. Les auteurs confirment qu'il est relativement illusoire d'essayer d'estimer (visuellement) avec trop de précision la teneur en matière organique humifiée, et de relier les classes à des pourcentages.

29. Structure simplifiée de l'horizon.

Définition : L'évaluation de la structure des horizon suivant les catégories habituelles (FALIPOU, 2001, [16], p. 14 ou BAIZE et JABIOL, [6], p 135) n'est pas possible avec un simple sondage tarière. On peut cependant évaluer de quelle grande catégorie de structure se rapproche l'horizon.

Modalités de réponse :

Nom :	Définition :
— À agrégats	Groupe des structures « à agrégats ».
— Continue	Structure continue (= s. massive ; = s. fondue).
— Lithique	Structure lithique
— Particulaire	Structure particulaire.
— Organique	Groupe des structures organiques

Fiche : struct. simp.

Intérêt : Le rattachement à l'une ou l'autre de ces grandes catégorie de structures permet d'évaluer certaines propriétés importantes de l'horizon.

30. Estimation de la quantité de tâches d'oxydoréduction.

L'observation des taches d'oxydoréduction à la tarière est délicate. Comme pour la structure, il y a un risque de perturbation. Le Guide pour la description des sols ([6] p. 110) précise que l'observation est délicate dans les horizons argileux,

d'où une incertitude sur l'estimation des pourcentages de taches (enrubannement, veines de couleurs...).

Différencier le fond matriciel des taches d'oxydation ou de réduction n'est pas toujours aisé. La définition d'une « tache » de cette méthode est donc celle donnée par les spécialistes. Comme pour les fiches STIPA, on fait appel à l'expérience du pédologue pour interpréter la nature des taches observées.

Les taches d'oxydation sont généralement rouille tandis que « Les taches [de réduction] sont colorées gris verdâtre, gris bleuâtre, etc. » ([6], p 104, d'après STIPA 1982).

Fiche : taches red° & oxy° :
 qtité 

Modalités de réponse :

N°	abondance des taches :	% tache (pour étalonnage)
— e	aucune ou peu nombreuse ;	0 à 2 %
— 1	assez nombreuses ;	2 à 20 %
— 2	nombreuses ;	20 à 40 %
— 3	très nombreuses.	> 40 %

Les classes sont basées sur celles que préconise le Guide pour la description des sols, [6], p. 104 avec regroupement des classes 0 % et < 2 %. Il paraît difficile d'évaluer la quantité de taches d'oxydoréduction en %.

31. Gley (présence - absence).

Définition : L'horizon est un horizon réductique (Gley).

Fiche : Gley

Intérêt : Pour éviter toute confusion entre les indications de couleur du fond matriciel (§ 23, p. 105), il est préférable de signaler de manière explicite l'identification d'un gley. Le gley est un indice fort d'anoxie.

32. Nature des éléments grossiers de l'horizon.

Définition : Indiquer la nature lithologique des éléments grossiers. En cas de mélange, indiquer la ou les fractions les plus importantes en volume. Le seul cas où l'on peut ne pas indiquer la nature de la pierrosité est un blocage de la tarière sur celle-ci (classe 3), empêchant son identification.





>> Se référer au § « Nature lithologique de la pierrosité de surface. », p. 101, pour une liste des cas les plus fréquents dans la Somme.

Fiche : pierrosité : nature

Intérêt : Se référer au § 16, p. 101.

33. Quantité d'éléments grossiers dans l'horizon.

Modalités de réponse :

N°	définition :	fiche
— 0	« absence » ;	|0|
— 1	« éléments grossiers présents mais la tarière passe » ;	|1|
— 2	« enfouissement de la tarière très difficile, plusieurs essais nécessaires » ;	|2|
— 3	« enfouissement de la tarière impossible ».	|3|






Source : Ces modalités sont (textuellement) celles proposées par le Guide pour la description des sols, [6], p. 120. Elles sont adaptées aux limites de la tarière et ne sont pas corrélées à une charge (volumique) précise de pierrosité.

Fiche : pierrosité :
qtité : |0| 

Intérêt : voir le § 17, p. 102.

34. État d'humidité de l'horizon lors du sondage

Définition : Évaluer l'état d'humidité de l'horizon lors du sondage.

Fiche : humidit. |0|  |1|  |2|  |3|  |4| 

Modalités de réponse :

— 0	Sec.
— 1	Frais.
— 2	Humide.
— 3	Très humide.
— 4	Noyé.

Source : D'après BAIZE et JABIOL, [6], p 91.

Intérêt : La connaissance de l'état d'humidité des horizons permet de repérer d'éventuels biais dans l'interprétation d'autres caractères (texture, couleur etc.), du fait d'un état d'humidité non optimal (trop sec ou trop humide).

35. Présence de concrétions.

Définition : Indiquer la présence de concrétions au sein de l'horizon.

Fiche : concrét°

36. Présence de charbon de bois.

Définition : Présence de particules identifiées comme étant du charbon de bois (éléments noirs, tendres).

Fiche : charbon

Intérêt : La présence de charbon de bois dans un horizon minéral profond est un élément indicateur de l'origine colluviale du sol (de même que des fragments de poterie, cendres, petits graviers etc.).

Source : Référentiel pédologique - principaux sols d'Europe, 1992, [1], au chapitre « Colluviosols » page 109.

37. Zone tassée ou indurée au sein de l'horizon.

Définition : Présence d'une zone tassée ou indurée au sein de l'horizon. Il n'est pas nécessaire que tout l'horizon soit concerné pour faire figurer ce caractère. La zone est repérée lors du prélèvement de la carotte, par une résistance à l'enfoncement accrue.

Fiche : zone tass.

Intérêt : Noter la présence d'un horizon tassé permet de repérer les effets d'un tassement du aux engins agricoles. Cela permet aussi d'expliquer à posteriori la présence de tâches d'oxydoréduction provoquées localement par ce tassement. Les conséquences visibles d'un tassement lié à l'activité agricole ne peuvent être extrapolées aux sols voisins qui n'ont peut être pas subi les mêmes contraintes.

38. Estimation de la quantité de racines.

Définition : Estimation de la quantité de racines saines. Une racine sera considérée comme saine tant qu'elle reste élastique (même en cas d'absence de plantes en surface).

Modalités de réponse :

n°	description :	fiche
— ?	Pas de racines repérées (dans la carotte)	|✓| ■■
— 1	Quelques racines	|?| ✓■■
— 2	Racines assez nombreuses	|?| ✓■■
— 3	Racines très nombreuses (mas racinaire prairial)	|?| ■■■

Le signe « ? » en lieu et place du « 0 » habituel est une recommandation du Guide pour la description des sols [6], p. 171).

Fiche : **actvté biol.** > racines : |?| ✓■■

Intérêt : La répartition hétérogène des racines n'autorise pas une extrapolation des résultats observés sur une seule carotte de terre. Le Guide pour la description

des sols précise à ce sujet, après avoir averti des limites de la tarière : « Cependant, il est très important d'observer et de noter la présence éventuelle de racines dans un carottage obtenu à la tarière, principalement pour les horizons profonds » ([6], p. 171) et ajoute « Si toute quantification est illusoire sur une seule carotte, la seule présence de racines est un signe que l'horizon est prospecté ! »

39. Autre traces d'activité biologique.

Définition : Noter en clair toute trace d'activité biologique autre que les racines saines ou en décomposition et les débris organiques déjà mentionnés. On fera particulièrement attention aux indices attestant de la présence de vers de terre : conduits/chenaux ; vers de terres ; turricules ; *etc.*

Fiche : **actvté biol.** > **autre**

Intérêt : Comme pour les racines, si les indices de l'activité biologique du sol ne sont pas toujours faciles à observer, il est toujours utile de les noter quand ils sont observés.

LIMITES ENTRE LES HORIZONS.

40. Profondeur de la limite avec l'horizon ou l'obstacle sous-jacent.

Définition : Profondeur de la limite entre l'horizon décrit et l'horizon sous-jacent. Indiquer celle-ci en clair (sans classes), **en cm**. Il est souhaitable d'avoir une précision d'au moins 10 cm dans l'indication des profondeurs.

Ce critère ne peut être évalué avec précision si la carotte de terre n'a pas elle-même été disposée (au fur et à mesure de son prélèvement) de manière à respecter l'échelle de profondeur réelle (un élément prélevé à x cm de profondeur doit se trouver à x cm sur la carotte).

Fiche : **limite :** **cm.**

Intérêt : La profondeur des limites entre horizons ou la profondeur d'apparition d'un obstacle est importante pour le calcul de certaines propriétés agronomiques du sol (comme la réserve utile).




41. Netteté de la limite avec l'horizon ou l'obstacle suivant.

Définition : Indiquer la netteté de la limite entre les deux horizons. Ce caractère est une synthèse entre l'importance (visuelle notamment) des changements entre deux horizons, et la «taille» de la zone de transition (difficile à évaluer à la tarière).

Il n'est pas nécessaire d'indiquer quel est le critère dont la variation induit la distinction d'un horizon.

Fiche : **limite :**
 nett.

Modalités de réponse :

<input type="checkbox"/> limite / transition nette.	
<input type="checkbox"/> limite / transition graduelle.	
<input type="checkbox"/> limite / transition diffuse.	

OBSTACLE PHYSIQUE:

42. Profondeur d'apparition de l'obstacle rencontré.

Définition : Indiquer la profondeur de blocage de la tarière sur un éventuel obstacle. L'unité de mesure est le cm. Comme pour la profondeur des limites entre horizons, il est souhaitable d'avoir une précision de l'ordre de 10 cm (La marge d'erreur croît en fait avec la profondeur [1], p. 8).

Note : Une épaisseur de roche altérée qui ne bloquerait pas la tarière (ex. craie finement broyée) n'est pas un obstacle, mais bien un horizon du sol. Il est certes peu fertile, mais il ne bloque pas les racines et participe à la réserve utile. Sa présence est noté par le critère « craie altérée » décrit au § 21, p. 104.

Fiche : **ROCHE/OBSTACLE**

 prof. ____ cm.

Intérêt : Ce critère est fondamental pour l'évaluation de nombreuses propriétés agronomiques (Réserve utile ; régime hydrique *etc.*)

43. Nature lithologique de l'obstacle rencontré.

Définition : Indiquer la nature lithologique de l'obstacle sur lequel la tarière a bloqué. Cet obstacle peut être soit un matériau lithologique, soit une pierrosité forte (dans la craie altérée ou l'argile à silex, la limite entre les deux est parfois floue).

Modalités de réponse (cas possibles) :

Matériaux simples :

- Craie ; Cailloutis de craie (tendre ou dure, mais obstacle)
- Calcaire
- Marne
- Cailloutis de silex (inclut les limons ou formations à silex)
- Grès ; Cailloutis gréseux.
- Tufs
- Matériau organique, tourbe

Matériaux tassés, indurés :

- Utiliser la classe de texture correspondante (Limon ; Sable ; Argile ; *etc.*)

Matériaux composés :

- Argile à silex
- Craie et silex ; Cailloutis de craie et silex

- Craie marneuse ; Marne crayeuse.
- Pierrosité complexe, de forme arrondie, émoussée.
- Pierrosité complexe, de forme anguleuse, non émoussée.

Si la nature lithologique du matériau n'a pas pu être identifié (mais blocage) :

- ? Indiquer par un point d'interrogation qu'il y a bien un obstacle (roche sous-jacente ou pierrosité). Le point d'interrogation fait office de « support » pour l'indication de profondeur.

NB : Il est toujours possible de détailler la description de l'obstacle.

Fiche : ROCHE/OBSTACLE > nature :

Intérêt : Un matériau lithologique ou une pierrosité forte qui bloquent la tarière ne sont pas forcément un réel obstacle à l'enracinement et peuvent malgré tout contribuer à la réserve utile du sol. Cependant, dans le cadre d'une prospection à la tarière, le blocage reste la limite la plus fonctionnelle. D'autres méthodes comme le profil pédologique donneraient de meilleurs résultats mais demandent des moyens bien supérieurs à ceux engagés pour une prospection à la tarière.

DONNEES COMPLEMENTAIRES.

44. Raison de l'arrêt du sondage.

Définition : Indiquer la raison de l'arrêt du sondage. On ne permet ici que 2 modalités, la blocage de la tarière sur un obstacle, et l'arrivée au fond de tarière, à savoir 120 cm de profondeur. Le Guide pour la description des sols conseille une troisième modalité qui est « arrêt volontaire (ce n'est pas une limite naturelle) ». On ne l'utilise pas ici car cela reviendrait à autoriser la validation de sondages en réalité incomplets. **Source :** Annexe III du Guide pour la description des sols, [], p. 321.

Fiche : Raison arrêt : obstacle fond de tarière 120 cm

Intérêt : Cette rubrique permet en fait de s'assurer que le pédologue n'a pas oublié de décrire un éventuel obstacle (une absence d'indication signifiant que le fond de tarière est atteint).

45. Estimation du nom génétique du sol (RP ou CPCS).

Définition : Donner une estimation du nom génétique du sol au point de sondage selon le Référentiel Pédologique (RP) et / ou selon la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sol (CPCS, 1967). Ce critère n'est pas obligatoire, et peut bien entendu être évalué « au bureau », pour éviter toute perte de temps sur le terrain. Il s'agit bien de faire une estimation, et non un rattachement intangible à une catégorie de sol, ce qui demanderait de plus amples investigations.

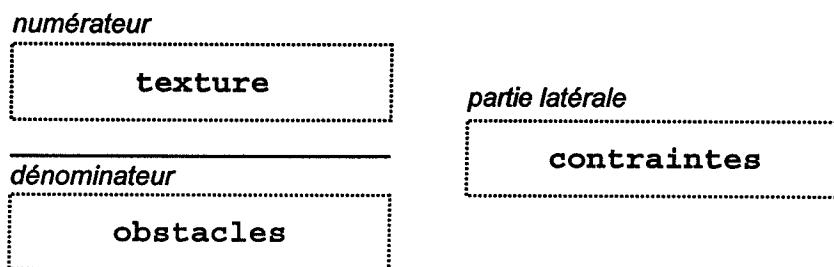
Fiche : Nom génét. du sol RP : CPCS :

DESIGNATION DU SOL SOUS FORME D'UN SIGLE.

Le sigle est une synthèse visuelle du sondage, codée de manière intelligible et dont l'organisation reflète la logique du fonctionnement du sol. Cette synthèse distingue trois catégories d'information sur le sol :

- Composition des constituants prospectés par les racines ;
- Obstacles chimiques et physique au développement de ces racines ;
- Contraintes physiques ou chimiques qui amoindrissent les potentialités du sol (modulation de la première catégorie).

L'organisation des critères du sigle est représentée par le schéma suivant :



Ce sigle est une adaptation (au contexte de la Somme) du sigle élaboré et validé par le Pr. Bruckert en Franche Comté (Bruckert S., 1986, [9]).

Le principe de base est la mise en évidence des propriétés morphologiques stables du sol, et de leurs impacts sur le développement racinaire des plantes. Elle est donc très efficace pour mettre en évidence les propriétés agronomiques des sols, et se révèle complémentaire de l'approche classique du sol basée sur la pédogenèse.

Une fois le sondage terminé, résumer le sondage sous forme d'un sigle, en suivant les modalités indiquées ci-dessous.

Fiche :

Sigle :

CARACTERES DU NUMERATEUR :

Caractères :	codage :	profondeur
— Texture de surface	lettre min. de la classe de texture	0 - 30 cm
— Texture de sub-surface	/ lettre min. de la classe de texture	> 30 cm
— Terre arable carbonatée	*	0 - 35 cm
— Caractère colluvial	,	profil complet
<i>et plus rarement :</i>		
— débris organiques abondants	MO	0 - 30 cm

CARACTERES DU DENOMINATEUR :

Caractères	codage :
— Nature de l'obstacle.	lettre maj. de la nature litho. de l'obstacle
— profondeur de l'obstacle	chiffre de la dizaine (base cm)
— Taches d'oxydoréduction.	y
— profondeur des taches	chiffre de la dizaine (base cm)

CARACTERES DE LA PARTIE LATÉRALE :

Caractères	codage :
— Pierrosité des 30 1 ^{ers} cm	lettre min. de la nature litho de la pierrosité
— intensité de la pierrosité	[rien] si la tarière passe du 1 ^{er} coup ; « + » si la tarière passe après plusieurs essais).
— Classe de drainage	d + classe de drainage en chiffres romains (majuscule)
— sensibilité à la battance	b
— sensibilité à l'érosion	e
— sensibilité à la sécheresse	i

— travail du sol difficile t

1. Texture de la terre arable.

Définition : Texture des 30 à 35 premiers centimètres de sol (terre arable). Le triangle de texture de référence est toujours celui de l'INRA de Laon - Service de la carte des sols de l'Aisne (voir au § 20, p. 103).

Modalités de réponse : Lettre minuscule de la classe de texture.

Codage / classes :	nom :
Textures sableuses :	
— s	sable
— s l	sable limoneux
— s a	sable argileux
Textures limono-sableuses :	
— l l s	limon léger sableux
— l s	limon sableux
— l m s	limon moyen sableux
— l s a	limon sablo-argileux
— l a s	limon sablo-argileux
Textures limoneuses :	
— l l	limon léger
— l m	limon moyen
— l a	limon argileux
Textures argilo-sableuses :	
— a s	limon léger
Textures argileuses :	
— a	argile
— a l	argile limoneuse
Textures très argileuses :	
— a l o	argile lourde

2. Texture de sub-surface.

Définition : Indication d'un changement de texture notable, assez rapidement sous la couche de terre arable.

Modalités de réponses et codage : Le caractère « / » suivi de la lettre minuscule de la classe de texture (même modalités de codage que pour la texture de surface), après l'indication de la classe de texture de la terre arable.

3. Terre arable carbonatée.

Définition : La terre arable (0 - 35 cm) est carbonatée. Le caractère doit être indiqué même si la carbonatation est faible, ou limitée à certains éléments du sol. Sur le terrain, cela se traduit par une réaction au test HCl non nulle.

Limites : Le caractère carbonaté du sol ne doit pas être indiqué dans le sigle si le pédologue juge que le carbonate provient uniquement d'amendements calciques.

Codage : Caractère * après la texture.

4. Caractère colluvial du sol – Matériau d'apport.

Définition : Le sol est, au moins dans sa partie supérieure, issu d'un matériau colluvial. Il a été alimenté par des sols ou des roches provenant de la partie amont du versant. Le caractère colluvial doit être déduit d'autres indices : position dans le versant ; présence de charbon de bois ; pierrosité dont la nature lithologique n'est pas celle de la roche sous-jacente ; etc.. **Note** : L'appellation « matériau d'apport » est tirée de l'adaptation de la méthode Bruckert par Lucot et Gaiffe (1995, [28]).

Codage : Caractère après la texture (et la carbonatation).

5. Horizon de surface très organique.

Définition : Il y a une quantité importante de matières organiques mal décomposées, mêlées à la terre arable (0 - 30 cm). Cette matière organique peut être de la tourbe ou exceptionnellement une litière forestière. **Note** : Ce caractère n'existe pas dans la méthode franc-comtoise, mais Lucot et Gaiffe (1995, [28]) prennent en compte le caractère humifère du sol (codé par un « h »).

Ce caractère est destiné à prendre en compte quelques cas particuliers. La méthode n'est pas optimisée pour les sols tourbeux de fonds de vallée (utilisés pour le maraîchage par exemple), et encore moins pour les sols forestiers.

Codage : Lettre h

6. Nature lithologique et profondeur de l'obstacle physique.

Nature lithologique de l'obstacle :

Définition : Nature lithologique de l'obstacle physique sur lequel la tarière a bloqué. Il peut s'agir d'une roche, d'une forte pierrosité ou d'un horizon tassé. **Note** : Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise, mais les modalités de réponses ont été adaptées au contexte de la Somme.

Modalités de réponse : lettre majuscule correspondant à la nature lithologique de l'obstacle rencontré, notée au dénominateur du sigle.

Codage :	nature lithologique :
Matériaux simples :	
— C	Craie ; Cailloutis de craie (tendre ou dure, mais obstacle)
— K	Calcaire
— M	Marne
— X	Cailloutis de silex (inclut les limons ou formations à silex)
— Q	Grès ; Cailloutis gréseux [Quartz]

—	Tufs	Tufs
—	Tourbe	Matériau organique, <u>tourbe</u>

Matériaux composés :

—	AX	Argile à silex
—	CX	Craie et silex ; Cailloutis de craie et silex
—	CM ; MC	Craie marneuse ; Marne crayeuse.
—	Z	Pierrosité complexe, de forme arrondie, émoussée.
—	P	Pierrosité complexe, de forme anguleuse, non émoussée.

Cas des matériaux tassés, indurés :

- Lettre majuscule de la classe de texture correspondante (**L ; S ; A ; etc.**)

Si la nature lithologique du matériau n'a pas pu être identifiée (mais blocage) :

- ? Indiquer par un point d'interrogation qu'il y a bien un obstacle (roche sous-jacente ou pierrosité). Le point d'interrogation fait office de « support » pour l'indication de profondeur.

Les natures lithologiques suivantes, utilisée par Jamagne dans l'Aisne ou par le Bruckert en Franche-Comté n'existent vraisemblablement pas dans la Somme (Jamagne, 1967, [20], p. 70) :

—	F	fragments ou matériau dérivé de schistes.
—	QF	fragments ou matériau dérivé de schistes et grès.
—	J	bancs de calcaires poudreux

Remarque : En cas d'identification d'un matériau qui ne figure pas dans la liste ci dessus (dans la Somme), lui attribuer un symbole propre (ou écrire en toute lettre), le renseigner sur la fiche, et signaler cet oubli.

Il y a deux intérêts à faire figurer une forte pierrosité en obstacles :

- Une pierrosité légère n'est qu'une contrainte, tandis qu'une pierrosité forte (tarière bloquée) peut être un réel obstacle à l'enracinement.
- Concrètement, si la tarière bloque sur un cailloutis, la présence éventuelle d'un autre obstacle physique avant 120 cm ne peut être connue. Sans indication d'un cailloutis faisant obstacle (et sa profondeur d'apparition), le sigle se présenterait (dans un tel cas de figure) comme un sol d'au moins 120 cm de profondeur, alors qu'un autre obstacle (non identifiable) existe peut-être avant 1 m 20.

Profondeur de l'obstacle :

Définition : Indication de la profondeur de blocage de la tarière sur l'obstacle.

Note : Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise, mais les modalités de réponse de ce caractère ont été modifiées.

Codage : classes de profondeur, à indiquer à côté de l'obstacle, au même niveau ou si possible, en indice.

Codage / classe	de (cm)	à
— 1	0	19 cm
— 2	20	29 cm
— 3	30	39 cm
— 4	40	49 cm
-- 5	50	59 cm
— 6	60	69 cm
— 7	70	79 cm
— 8	80	89 cm
— 9	90	99 cm
— 10	100	109 cm
— 11	110	120 cm <i>et plus</i>

Remarques : Ce classement revient à n'indiquer que le chiffre de la dizaine de la profondeur en cm (sauf pour la classe 1, qui va de 0 à 19 cm).

Il ne s'agit pas de véritables classes de profondeur, mais plutôt d'un moyen de renseigner de manière plus concise. La méthode franc-comtoise utilisait 4 classes de profondeur, mais les seuils de valeurs ne sont pas valables dans la Somme. La définition d'un nombre plus limité de classes de profondeurs nécessite meilleure connaissance des sols de la Somme. Cela n'affecte pas la méthode de désignation, mais laisse le pédologue libre de faire ses propres classes de profondeur s'il en a besoin.

Quelques exemples :

- Un obstacle de craie à 26 cm sera noté **C₂**
- Un obstacle d'argile à silex à 63 cm sera noté **AX₆**
- Le codage **C₄** signifie que la craie se situe entre 40 et 49 cm inclus.

7. Profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction.

Présence / Absence de taches d'oxido-réduction :

Définition : Des taches d'oxydoréduction apparaissent dans le profil à une profondeur donnée. Elles se maintiennent ou s'intensifient en deçà, sur une épaisseur et avec une intensité conséquente. En cas de taches d'hydromorphie de faible intensité et/ou disparaissant un peu plus bas, il revient au pédologue d'estimer s'il est important de les notifier.

Ces taches ne sont pas un obstacle chimique réel, mais un indice ou, plus précisément, le résultat d'un obstacle plus profond. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir des signes d'anoxie pour indiquer le critère.

Codage : Lettre y au dénominateur, après un éventuel obstacle.

Profondeur d'apparition des taches d'oxydoréduction.

Définition : Indication de la profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction.

Codage : La profondeur est indiquée juste après le signe y, en indice ou au même niveau, suivant les mêmes modalités que pour la profondeur de l'obstacle (indication du chiffre de la dizaine, voir § 6, p. 119).

Intérêt : L'indication de la profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction est complétée par l'indication de la classe de drainage du sol (§ 9, p. 123). Les deux données se complètent. La profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction permet de connaître précisément l'épaisseur de sol tout à fait saine, mais elle ne permet pas de savoir l'intensité et l'évolution de l'hydromorphie dans le profil (renseignée par la classe de drainage).

8. Nature et intensité de la pierrosité dans la terre arable.

Nature lithologique :

Définition : Nature lithologique de la pierrosité de la terre arable (30 - 35 premiers cm du sol). En cas de pierrosité peu importante (« la tarière passe sans problèmes »), le pédologue peut ne pas faire figurer celle-ci dans le sigle s'il la juge négligeable. **Note :** Le sigle Bruckert original indique simplement la présence d'une pierrosité (r), sans en préciser la nature.

Modalités de réponse et codage : Indiquer la lettre minuscule correspondant à la nature lithologique de la pierrosité, en partie latérale (contrainte).

Sigle :	description :
Pierrosité simple (une seule nature lithologique) :	
— c	pierrosité de craie
— x	pierrosité de silex
— q	pierrosité de grès
Pierrosité composée (plusieurs natures lithologiques) :	
— c x	pierrosité de craie et silex
— z	pierrosité complexe, de forme émoussée, arrondie.
— p	pierrosité complexe, de forme anguleuse, non émoussée.
Pierrosité dont la nature lithologique n'a pas pu être identifiée :	
— ?	Indiquer par un point d'interrogation qu'il y a bien une pierrosité. Le point d'interrogation fait office de « support » pour l'indication d'intensité.

Les natures lithologiques suivantes n'existent vraisemblablement pas dans la Somme (extrait de Jamagne, 1967, [20], p. 70) :

— k	fragments calcaires
—	fragments de meulière
— f	fragments de schistes
— qf	fragments de schistes et grès

Attention : Une pierrosité ayant causé le blocage de la tarière doit figurer en obstacle, et non latéralement (voir § 6, p. 119).

Remarque : En cas d'identification d'un matériau qui ne figure pas dans la liste ci dessus (dans la Somme), lui attribuer un symbole propre (ou écrire en toute lettre), le renseigner sur la fiche, et signaler cet oubli.

Intensité de la pierrosité :

Définition : Indication de l'intensité de la pierrosité. **Note :** Le critère n'existe pas dans le sigle Bruckert original.

Modalités de réponse : codage en minuscule, à coté (ou en exposant) de l'indication de nature de pierrosité :

Codage :	signification :
— [rien]	la tarière passe sans problèmes.
— +	la tarière passe après plusieurs essais

9. Qualité du drainage interne du sol.

Définition : Indication de la qualité du drainage interne du sol. Cette évaluation est basée essentiellement sur l'estimation de l'intensité de signes d'hydromorphie. Les classes (cas types) sont celles utilisées pour le glossaire STIPA (FALIPOU - 2001, [16], p. 4), et sont proches du système mis au point par Jamagne dans l'Aisne (1967, [20], p. 102 – système qui, selon Baize et Jabiol « s'est avéré bien adapté pour différencier les degrés croissants d'hydromorphie des sols issus de matériaux limoneux loessiques »). L'utilisation de ces classes permet de synthétiser en un seul critère l'évaluation de l'intensité des signes hydromorphie, leur profondeur d'apparition et leur évolution dans le profil. **Note :** ce critère remplace les classes d'intensité de l'anoxie de la méthode franc-comtoise, qui ne pouvaient être adaptées à la Somme sans avoir au préalable une connaissance plus approfondie des sols du département.

Modalité de réponse et codage : Lettre **d** (comme drainage) en contrainte, latéralement, suivie du chiffre romain correspondant à la classe de drainage interne du sol :

Codage	drainage :	définitions :
— I	excessif	Évacuation très rapide de l'eau dans le sol. Milieu très poreux.
— II	favorable	Évacuation très rapide de l'eau dans le sol. Pas de phénomènes d'oxydoréduction.

— III	modéré	Phénomènes d'oxydoréduction peu marqués. Horizon de pseudogley [rédoxique] apparaissant en dessous de 80 cm.
— IV	imparfait	Phénomènes d'oxydoréduction modérément marqués. Horizon de pseudogley apparaissant entre 40 cm et 80 cm.
— V	faible	Phénomènes d'oxydoréduction nettement marqués ; l'aspect est bariolé. Horizon de pseudogley apparaissant à moins de 40 cm et pouvant même atteindre la surface.
— VI	assez pauvre	Phénomènes d'oxydoréduction nettement marqués dès la surface. Un horizon de gley [réductique] apparaît en dessous de 80 cm.
— VII	pauvre	Phénomènes d'oxydoréduction fortement marqués dès la surface. Un horizon de gley [réductique] apparaît entre 40 et 80 cm.
— VIII	très pauvre	Phénomènes d'oxydoréduction fortement marqués dès la surface. Un horizon de gley apparaît dès 40 cm.
— IX	sol submergé	l'eau se situe à la surface du sol ou au dessus durant de longues périodes.

Remarque : les définitions sont tirées mot pour mot du Glossaire STIPA 2000.

La figure 24, p. 125 donne une illustration graphique de ces classes de drainage, et la figure 25, p. 126 propose une clé facilitant la détermination de la classe de drainage.

10. Sensibilité à la battance.

Définition : La terre de surface est sensible à la battance. La propriété peut être connue de deux manières : soit elle est observée lors de la prospection (croûte de battance), soit elle est déduite d'autres caractères (la texture et la carbonatation).

Note : Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise.

Codage : Lettre **b** après les indications d'anoxie.

11. Sensibilité à l'érosion.

Définition : La couche de terre arable est sensible à l'érosion. Comme pour la battance, il y a deux manières d'évaluer la propriétés : Soit elle est observée lors de la prospection (rigoles, ravines, zones d'atterrissement de la terre érodée), soit elle est déduite d'autres caractères (texture, carbonatation, taux de matière organique).

Note : Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise.

figure 24 : Schéma illustrant la définition des différentes classes de drainage interne.

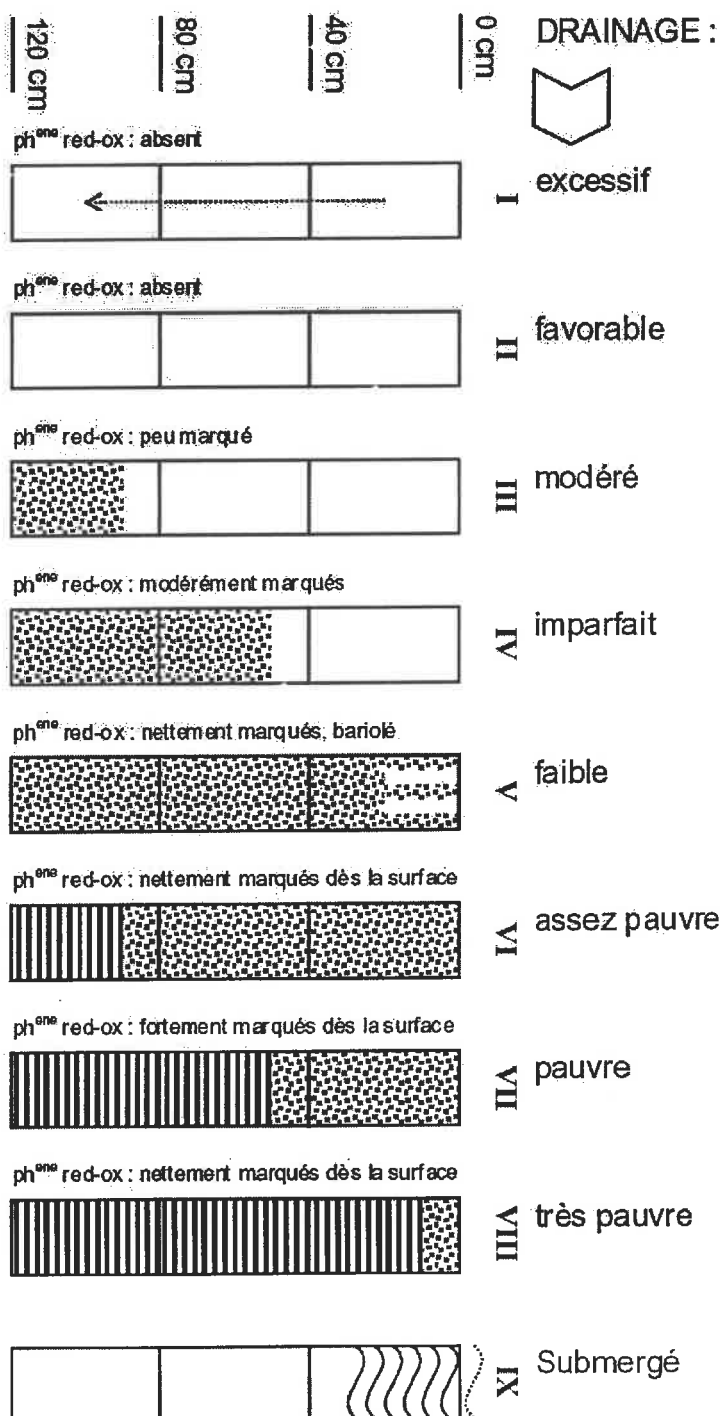
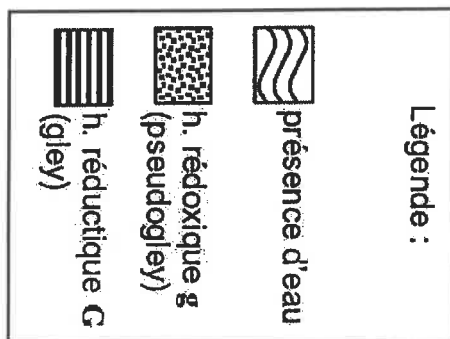
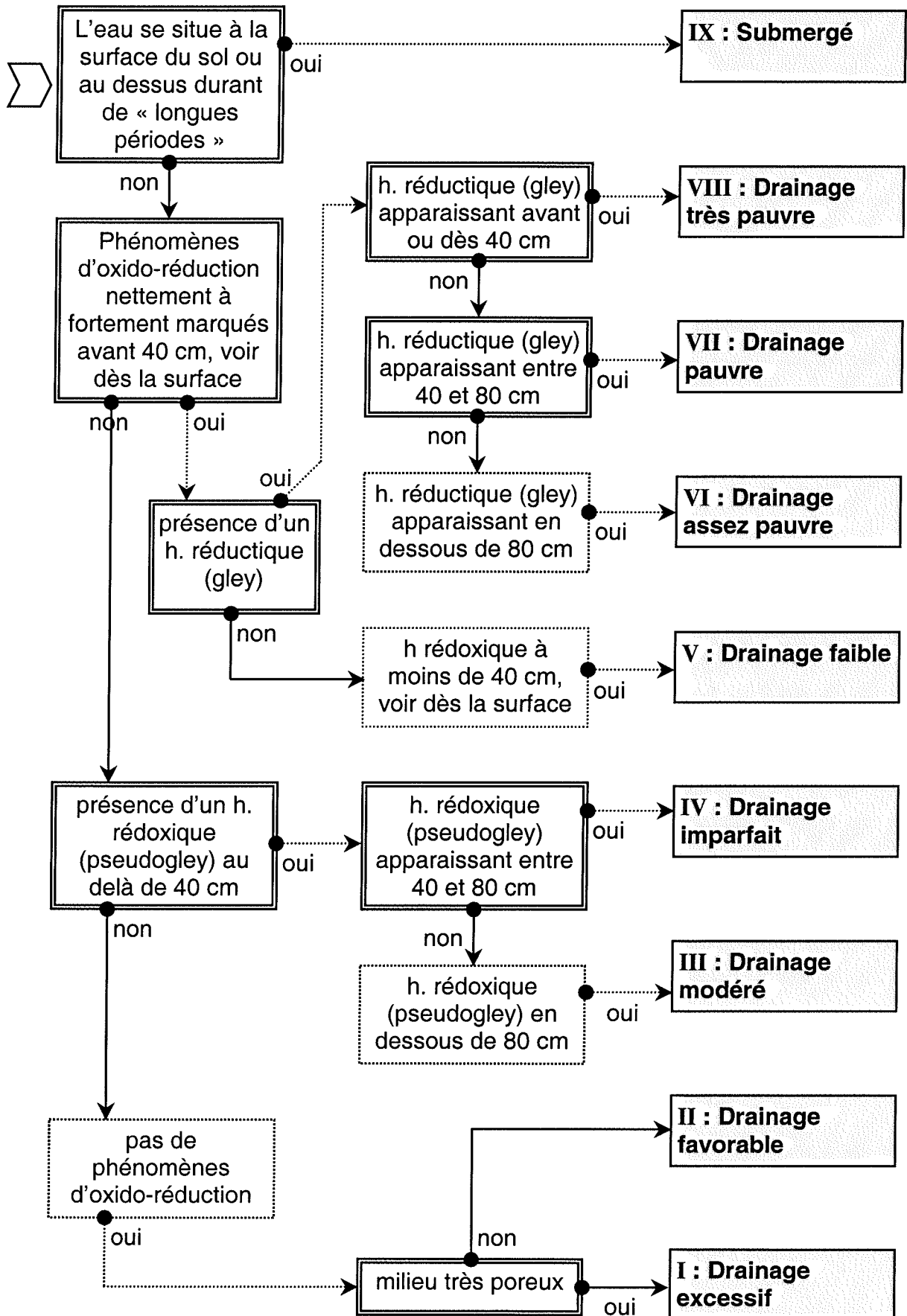


figure 25 : Clé de détermination de la classe de drainage interne du sol, d'après les définitions du Glossaire STIPA (Falipou 2001, [16]).



(suite du § 11)

Codage : Lettre **e** dans la partie latérale du sigle.

12. Sensibilité à la sécheresse.

Définition : Le sol est sensible à la sécheresse. La propriété est déduite d'autres caractères : le sol est poreux, la roche sous-jacente est très perméable et apparaît rapidement sous la surface. Les sols visés par ce critère dans la Somme sont les sol peu profonds sur craie (rendzines). Ces sols sont qualifiés de terres « séchantes ». **Note :** Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise.

Codage : Ajout de la lettre **i** dans la partie latérale du sigle.

13. Travail du sol difficile.

Définition : Le travail du sol est difficile (terre arable). Cette propriété agronomique, est déduite d'autres caractères du sol. Les indices possibles sont :

- Terre lourde (argileuse), dès la surface.
- Pierrosité forte (éléments grossiers nombreux et/ou volumineux) dans la terre arable. La présence de silex est plus handicapante qu'une pierrosité de craie, (plus grande usure des outils ; risque de casse).

Note : Le caractère existe dans la méthode franc-comtoise.

Codage : Lettre **t** dans la partie latérale du sigle.

annexe 2 : Documents présentant l'intérêt agronomique des caractères du sol pris en compte par l'adaptation de la méthode de désignation du Pr. Bruckert.

Document réalisé pendant l'étude pour présenter le sigle aux SATEGEGs de la Somme, du Nord et du Pas-de-Calais.

PRINCIPAUX CARACTERES OBSERVABLES A LA TARIERE NECESSAIRES A L'EVALUATION DES PROPRIETES MORPHOLOGIQUES, FONCTIONNELLES ET AGRONOMIQUES DES SOLS AGRICOLES

I.	COMPOSITION DES CONSTITUANTS PROSPECTES PAR LES RACINES.....	131
1.	Texture de surface.....	131
2.	Changement notable de la texture sous la couche de terre arable.....	131
3.	Présence de carbonate de calcium dans la terre arable.....	131
4.	Caractère colluvial du sol.....	131
II.	COMPOSITION ET PROFONDEUR DES ELEMENTS QUI FONT OBSTACLE A L'ENRACINEMENT.	132
1.	Profondeur d'apparition de taches d'hydromorphie (obstacle chimique).....	132
2.	Nature lithologique et profondeur d'apparition d'un obstacle physique.....	132
III.	INDICATION DES CONTRAINTES (ET DE LEURS INTENSITES) QUI AMOINDRISSENT LES POTENTIALITES DU SOL.	132
1.	Qualité du drainage du sol (basé sur l'intensité de l'hydromorphie).	132
2.	Nature lithologique et intensité de la pierrosité de surface (terre arable).	133
3.	Sensibilité à la battance (surface).....	133
4.	Sensibilité à l'érosion (surface).....	133
5.	Travail du sol difficile (terre arable).....	133
6.	Sensibilité à la sécheresse (du sol dans son ensemble).	134
IV.	CAS PARTICULIERS.....	134
1.	Présence de matières organiques non décomposées en quantité importante (terre arable).....	134

Introduction

Ce document a pour but de présenter les critères qu'il est nécessaire de connaître pour permettre une approche satisfaisante des propriétés morphologiques, fonctionnelles et agronomiques des sols agricoles.

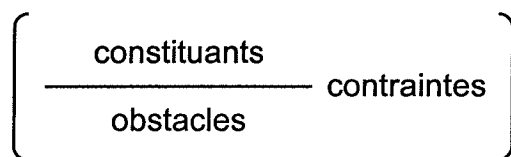
La deuxième contrainte à laquelle répondent ces caractères est la possibilité de les évaluer par des sondages réalisés à la tarière. De ce fait, les estimations possibles avec ces caractères n'ont pas la précision d'études basées sur des profils culturaux ou des analyses de terre.

La plupart de ces critères sont issus de la méthode de désignation des sols mise au point par le Pr. Bruckert en 1986. Celle-ci fait l'objet d'une adaptation au contexte de la Somme. Le principe de base de cette méthode est la mise en évidence des propriétés morphologiques stables du sol, et de leurs impacts sur le développement racinaire des plantes. Elle est donc très efficace pour mettre en évidence les propriétés agronomiques des sols, et se révèle complémentaire de l'approche classique du sol basée sur la pédogenèse.

Il ne s'agit pas d'une méthode de description des sols, mais d'une synthèse des caractères essentiels de ces sols. Cette synthèse distingue trois catégories d'information sur le sol :

- composition des constituants prospectés par les racines ;
- obstacles chimiques et physique au développement de ces racines ;
- contraintes physiques ou chimiques qui amoindrissent les potentialités du sol (modulation de la première catégorie).

Ces caractères peuvent être représentés sur des cartes (ou autres documents) sous forme d'un sigle compact et lisible, dont l'organisation graphique reflète la logique expliquée ci dessus.



I. COMPOSITION DES CONSTITUANTS PROSPECTES PAR LES RACINES.

1. Texture de surface.

L'estimation de nombreuses propriétés agronomiques nécessite de connaître la texture de surface. Citons : La CEC ; L'indice de battance ; La Densité Apparente ; La réserve en eau du sol (Réserve Utile, Humidité au Point de Flétrissement, Humidité à la Capacité au Champ) ; L'aptitude à la fissuration ; La stabilité structurale ; Le risque d'asphyxie ; Le taux de minéralisation annuel. Elle est aussi importante pour estimer les risques de lessivage et de pollution phytosanitaire. Notons aussi une influence sur le risque de prise en masse, la portance du sol, sa plasticité, sa cohésion, son adhésivité, le pouvoir fixateur, la porosité texturale, le potentiel d'enracinement. La structure du sol dépend aussi en partie de sa texture.

2. Changement notable de la texture sous la couche de terre arable.

Un changement notable de la texture peut avoir une influence sur le développement racinaire et / ou sur la circulation de l'eau dans le sol, du fait des changements qu'il occasionne sur les propriétés du sol. Le choix effectué ici est de ne noter que les variations de texture proches de la surface et importante, plus susceptible d'avoir un impact sur le développement de la plante. En profondeur, les indications concernant l'hydromorphie et la qualité du drainage rendent moins utile le renseignement des variations de texture.

3. Présence de carbonate de calcium dans la terre arable.

La notation de présence / absence de carbonate de calcium dans la terre arable ne permet pas des calculs fin des propriétés agronomiques du sol, mais c'est un renseignement très facile à obtenir (test HCl positif ou négatif). Le paramètre influence le coefficient de minéralisation, la sensibilité à la battance, la stabilité structurale, la porosité texturale, le risque de prise en masse, la cohésion, l'adhésivité, l'aptitude à la fissuration, la CEC et le pouvoir fixateur.

4. Caractère colluvial du sol.

Les sols à caractère colluvial ont été alimentés, au moins dans leur partie supérieure, par des matériaux provenant de sols ou de roches situés en amont. Pour cette raison, ils sont plus hétérogènes que les sols « autochtones » (d'où l'intérêt de mentionner le caractère colluvial). Cette hétérogénéité des matériaux d'origine colluviale a d'ailleurs souvent pour conséquence leur traitement « à part » sur les cartes géologiques ou les cartes de sol.

Le caractère colluvial doit être déduit d'un ensemble d'indices : position sur le versant ; présence de charbon ; pierrosité dont la nature lithologique est différente de celle de la roche sous-jacente ; signes de remaniement ; hétérogénéité de la carbonatation ou de la texture (inexpliquée autrement) ; etc.

II. COMPOSITION ET PROFONDEUR DES ELEMENTS QUI FONT OBSTACLE A L'ENRACINEMENT.

1. Profondeur d'apparition de taches d'hydromorphie (obstacle chimique).

Les phénomènes d'hydromorphie sont difficiles à évaluer de manière simple. Ils peuvent varier en intensité sur l'ensemble du profil, ce qui rend difficile leur description. Ils sont néanmoins des indices très importants du régime hydrique du sol et des phénomènes d'anoxie qui peuvent en découler. La circulation de l'eau dans le sol a un impact direct sur sa sensibilité aux lessivages de nitrates et aux pollutions phytosanitaires. Les phénomènes d'anoxie amoindrissent fortement les potentialités agronomiques des horizons concernés, car ils gênent ou empêchent l'enracinement.

Renseigner la profondeur d'apparition d'éventuelles taches d'hydromorphie permet de déduire l'épaisseur de sol « sain ». De plus, ce critère est facile à obtenir. La classe de drainage (§ III.1) complète efficacement cette indication en renseignant indirectement sur l'intensité des phénomènes d'hydromorphie dans la partie du sol affectée par ceux-ci.

2. Nature lithologique et profondeur d'apparition d'un obstacle physique.

La profondeur d'apparition d'un obstacle physique (roche sous-jacente, cailloutis, horizon induré) permet de déduire l'épaisseur de sol « meuble ». Couplée avec les indications sur l'hydromorphie, cela permet d'estimer le volume de sol « prospectable » par les racines. Complétée par la texture, l'information permet aussi d'évaluer la réserve en eau du sol.

La nature lithologique de cet obstacle est un renseignement indispensable pour en connaître l'impact sur les propriétés du sol. Les cailloutis ou les matériaux poreux comme la craie ne bloquent pas l'enracinement, et participent à la réserve en eau. Ce sont aussi des matériaux perméables. Inversement une argile à silex va au minimum ralentir la circulation de l'eau, et pourra même empêcher son infiltration.

Pour ne pas alourdir le travail de description, et par soucis de simplification, on peut considérer comme obstacle physique tout élément qui bloque le passage de la tarière (après un minimum d'efforts).

III. INDICATION DES CONTRAINTES (ET DE LEURS INTENSITES) QUI AMOINDRISSENT LES POTENTIALITES DU SOL.

1. Qualité du drainage du sol (basé sur l'intensité de l'hydromorphie).

Comme indiqué au § 1, la seule indication de la profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie n'est pas satisfaisante, les horizons « hydromorphes » pouvant être prospectés par les racines si le phénomène n'est pas trop important (au moins une partie de l'année).

Une évaluation de l'intensité des phénomènes d'hydromorphie est donc nécessaire pour connaître certaines propriétés importantes du sol (régime hydrique ;

prospectabilité par les racines ; portance ; etc.). Mais cette intensité peut varier avec la profondeur, ce qui complique son évaluation.

Une solution souvent adoptée consiste à définir une série de profils types d'hydromorphie ou de « classes de drainage interne ». L'hydromorphie est directement liée au régime hydrique du sol, mais on peut parler de qualité du drainage sans qu'il y ait forcément de phénomènes d'hydromorphie.

Le glossaire STIPA (Falipou, 2000), utilisé pour le RMQS, propose 9 classes de drainage interne, basée essentiellement sur l'évaluation des phénomènes d'hydromorphie. Le système n'est pas d'une complexité excessive, et il est proche des classes de drainage interne mise au point par Jamagne pour l'Aisne (département voisin de la Somme) et en conséquence adaptées au « sols issus de matériaux limoneux loessiques » (Guide pour la description des sols - Baize & Jabiol - 1995. p. 273).

2. Nature lithologique et intensité de la pierrosité de surface (terre arable).

La nature lithologique et l'importance de la pierrosité de surface est une information facile à acquérir et utile en agronomie. La pierrosité de surface a un impact direct sur la facilité du travail du sol. Une pierrosité de craie ne provoquera pas la même usure des outils qu'une pierrosité de silex. Pour la même raison il faut pouvoir distinguer une pierrosité forte d'une pierrosité faible. Une pierrosité de craie va aussi apporter du carbonate de calcium au sol, et participe à sa réserve hydrique.

3. Sensibilité à la battance (surface).

La sensibilité à la battance est, dans certaines régions, un critère agronomique important, et connu des agriculteurs. Il peut être à l'origine de problèmes de levée ou d'érosion. Ce critère peut être observé sur la parcelle (indices visibles), être indiqué par l'agriculteur ou encore être déduit d'autres propriétés du sol.

4. Sensibilité à l'érosion (surface).

Les problèmes d'érosion sont une préoccupation actuelle des régions de grande culture. Comme pour la battance, ce critère peut être observé sur la parcelle (indices visibles), être indiqué par l'agriculteur ou encore être déduit d'autres propriétés du sol.

5. Travail du sol difficile (terre arable).

Ce renseignement complète la pierrosité et la texture de surface, en indiquant spécifiquement une difficulté à travailler le sol. Ce critère peut être déduit d'autres observations ou indiqué par l'agriculteur. Il va concerner, par exemple, les secteurs où l'argile à silex affleure (taux d'argile élevé, silex nombreux et / ou de taille importante).

6. Sensibilité à la sécheresse (du sol dans son ensemble).

La sensibilité à la sécheresse peut être un facteur important les années sèches, dans des sols peu épais dont la roche sous-jacente est filtrante. Les rendzines (cranette, blancs) en sont un exemple.

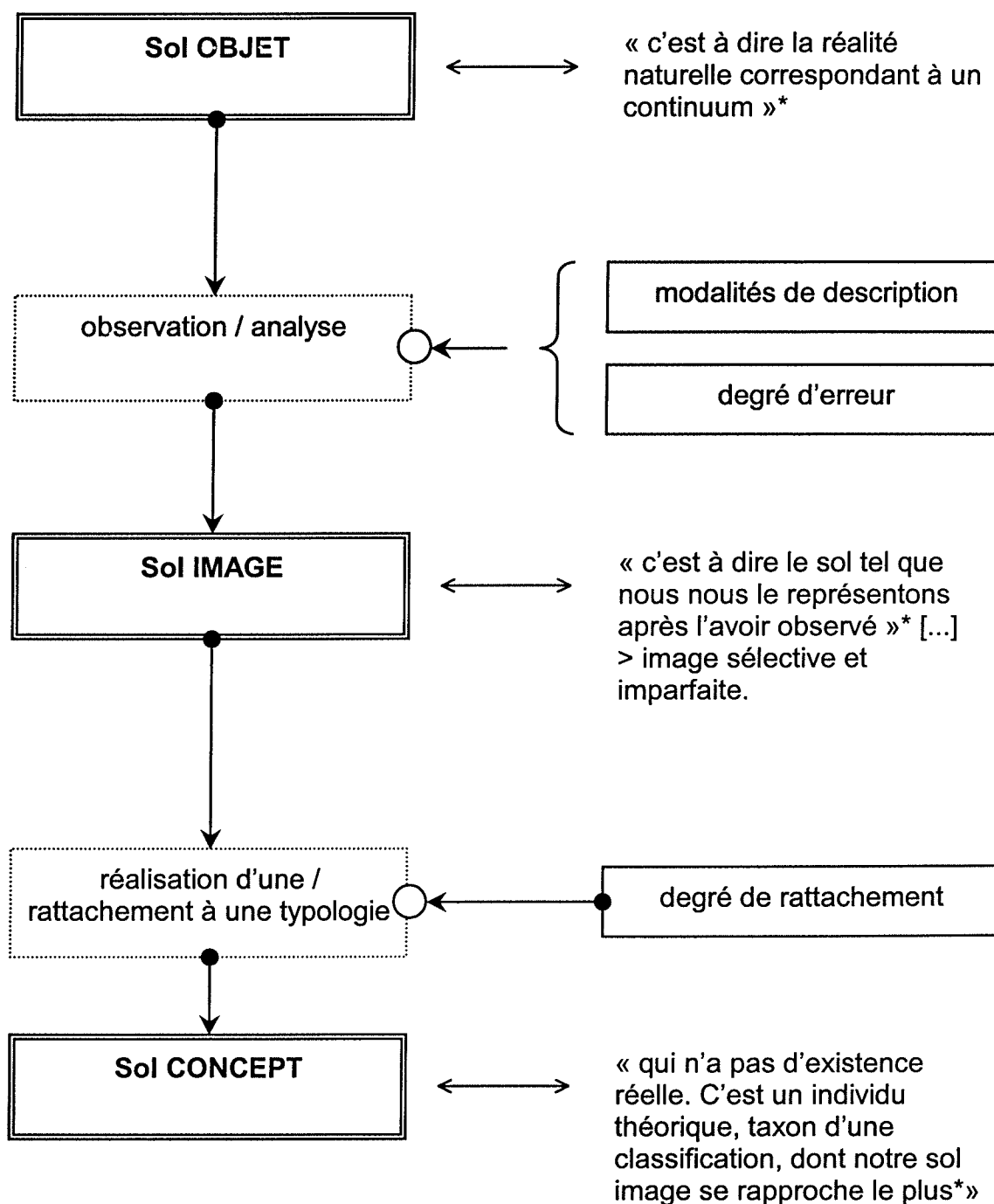
IV. CAS PARTICULIERS.

1. Présence de matières organiques non décomposées en quantité importante (terre arable).

Les sols des vallées humides peuvent présenter une forte quantité de matières organique dès leur surface, voire être tourbeux. Les vallées humides sont nombreuses dans le bassin Artois - Picardie, mais sont néanmoins peu susceptible d'être incluses dans les travaux cartographiques des plans d'épandages. L'utilisation locale de ces terres pour le maraîchage peut justifier la nécessité de renseigner ce critère.

Il existe des méthodes de description spécifiques aux sols forestiers. Cependant, le critère peut exceptionnellement servir à distinguer le caractère très organique du sol d'une parcelle boisée (parfois incluses dans des plans d'épandages).

annexe 3 : Sol objet, sol image et sol concept. Schéma illustrant les liens entre les trois concepts :

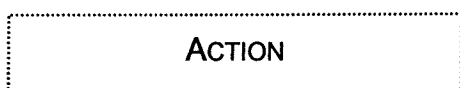


* : Définitions issues de l'ouvrage « cartographies des sols » (LEGROS, 1996, [27], p. 22, d'après BAIZE, 1986).

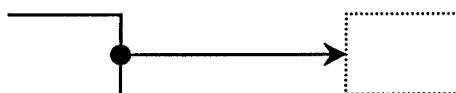
annexe 4 : Légende des schémas de la partie 2 du rapport



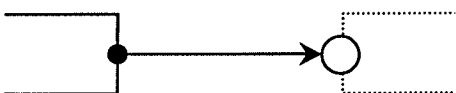
Élément « stable » (objet, informations, paramètres *etc.*), entrée ou sortie (résultats) d'une action.



Action qui transforme les éléments d'entrée en éléments de sortie.



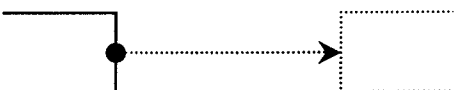
Lien entre un élément et une action.



Lien de modulation, de paramétrage d'une action.



Élément ou étape importante.



Lien de rétroaction (feed-back), d'ajustement, d'un élément sur une étape antérieure.

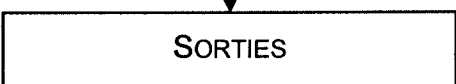
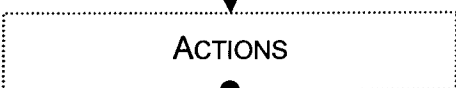

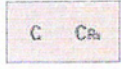
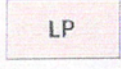
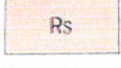
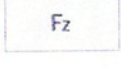
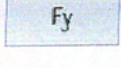
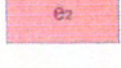
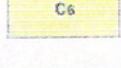
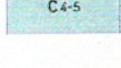
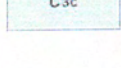
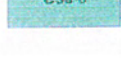
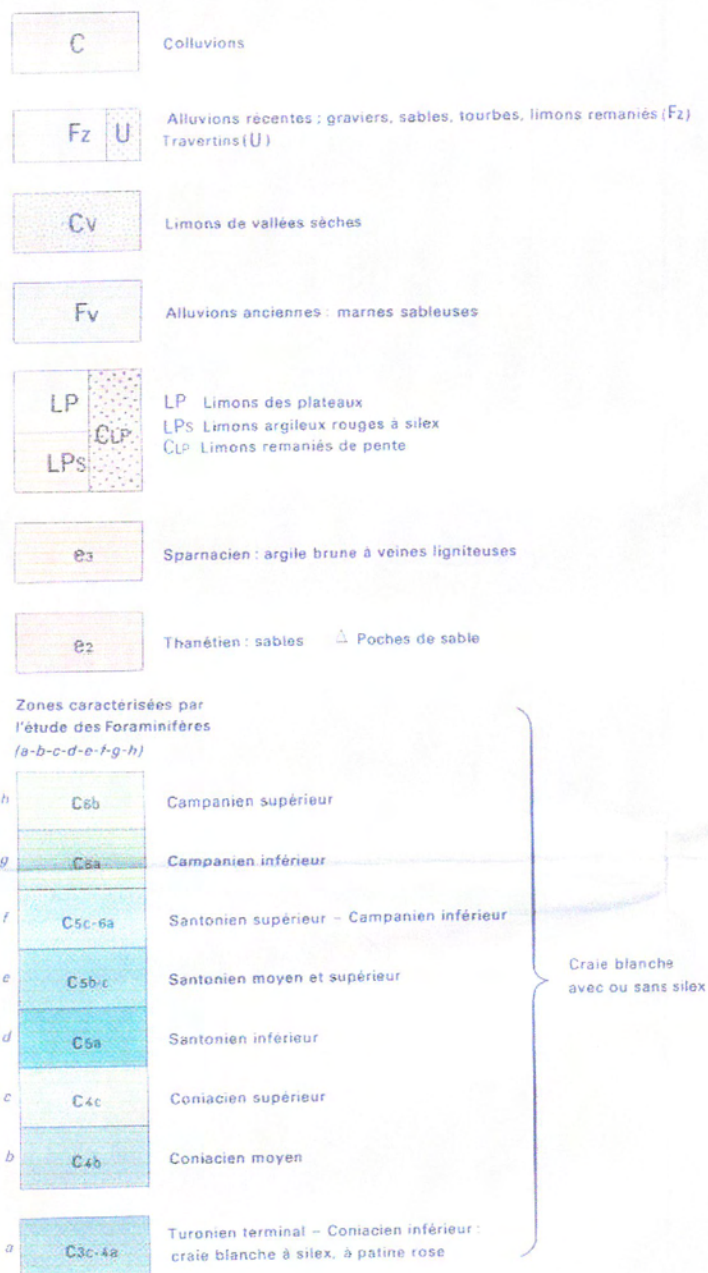


Illustration du rapport éléments d'entrée / action de transformation, de traitement / élément de sortie.

annexe 6 : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000^e de Doullens (BRGM 1974 [40]).

	X	Remblais
	C C _{Rs}	C Colluvions limoneuses et crayeuses indifférenciées C _{Rs} Colluvions alimentées par les formations résiduelles à silex
	LP	Complexe des "Limos des plateaux"
	Rs	Formations résiduelles à silex
	Fz	Alluvions récentes : limons et argiles sableuses
	Fy	Alluvions anciennes : cailloutis de silex associés à des sables
	E ₂	Thanétien : sables et grès
	C ₆	Campanien : craie à Bélemnites (craie phosphatée)
	C ₄₋₅	Coniacien-Santonien : craie blanche
	C _{3c}	Turonien supérieur : craie grise à <i>Micraster leskei</i>
	C _{3a-b}	Turonien inférieur et moyen : alternance de bancs marneux et de bancs crayeux

annexe 7 : Extrait de la légende de la carte géologique au 1/50.000^e de Albert (BRGM 1976 [50]).



annexe 9 : Extrait de la légende des cartes de sols au 1/25.000^e du plan d'épandage Roquette (2001, [55]).



Limites de territoire communal



XXX Localisation des points de prélèvements de sols, avec indication du numéro d'analyse

UNITES PEDOLOGIQUES

1- COLLUVIONS (i)



Unité 1 : i5C
Sols très profonds (> 1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse à limono-argileuse, parfois avec présence de craie.



Unité 2 : i4C
Sols profonds (0,90 à 1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.



Unité 3 : i3C
Sols moyennement profonds (0,60 à 0,90 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.



Unité 4 : i2C
Sols peu profonds (0,35 à 0,60 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.

2- ALLUVIONS



Unité 5 : i5A
Sols très profonds, à caractère hydromorphique.

3- SOLS BRUNS CALCAIRES ET RENDZINES



Unité 6 : k4K
Sols profonds (0,80 à 1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse, à charge importante en craie, reposant sur la craie.



Unité 7 : k3K
Sols moyennement profonds (0,50 à 0,70 m), non hydromorphes, de texture limoneuse à limono-argileuse, à charge importante en craie, reposant sur la craie.



Unité 8 : k2K
Sols peu profonds (0,40 à 0,60 m), non hydromorphes, de texture limoneuse à limono-argileuse, à charge moyenne en craie, reposant sur la craie.



Unité 9 : k1K
Sols peu profonds (0,20 à 0,30 m), non hydromorphes, de texture limoneuse à limono-argileuse, à charge importante en craie, reposant sur la craie.

suite de la légende page suivante

4- SOLS BRUNS



Unité 10 : b2K
Sols profonds (0,80 à 1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse, à charge moyenne en morceaux de craie.



Unité 11 : b3s
Sols moyennement profonds (0,35 à 0,60 m), non hydromorphes, de texture limoneuse à limono-argileuse, à charge en silex, reposant sur l'argile à silex brun rougeâtre ou sur une argile sableuse puis éventuellement sur la craie.



Unité 12 : b2s
Sols peu profonds (<0,30 m), de texture limono-argileuse ou argilo-limoneuse, reposant sur l'argile brun rougeâtre ou sur une argile sableuse puis éventuellement sur la craie.



Unité 13 : b1s
Sols très peu profonds de texture argilo-limoneuse, reposant sur l'argile brun rougeâtre ou sur une argile sableuse puis éventuellement sur la craie.



Unité 14 : b5L
Sols très profonds (>1,20 m), de texture limoneuse.



Unité 15 : b5K
Sols profonds (>1,20 m), de texture limoneuse, reposant sur la craie.



Unité 16 : b4L
Sols profonds (0,90 à 1,20 m), de texture limoneuse, avec parfois présence de silex, pouvant reposer sur une argile à silex.



Unité 17 : b3L
Sols moyennement profonds (0,60 à 0,90 m), de texture limoneuse.



Unité 18 : b4L
Sols profonds (>1,20 m), de texture limono-sableuse, avec présence d'un horizon intermédiaire sablo-limoneux, reposant sur la craie.

5- SOLS BRUNS FAIBLEMENT LESSIVES



Unité 19 : c5L
Sols très profonds (>1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.



Unité 20 : c4L
Sols profonds (0,90 à 1,20 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.



Unité 21 : c3L
Sols moyennement profonds (0,60 à 0,90 m), non hydromorphes, de texture limoneuse.



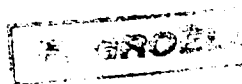
Unité 22 : k1s
Sols très peu profonds (0,10 à 0,35 m), non hydromorphes, de texture limoneuse, à charge moyenne en craie, reposant sur la craie.

annexe 10 : Méthode de désignation des sols appliquée à la connaissance des terres agricoles des plateaux francs-comtois de basse altitude.

et

annexe 11 : Clé dichotomique de classement des sols agricoles francs-comtois situés en climat tempéré semi-continentale.

par
S. Bruckert.



MÉTHODE DE DÉSIGNATION DES SOLS APPLIQUÉE À LA CONNAISSANCE DES TERRES AGRICOLES DES PLATEAUX FRANCS-COMTOIS DE BASSE ALTITUDE

par

S. BRUCKERT *

TR. Pédologie

RÉSUMÉ

La méthode de désignation des sols proposée, s'appuie sur la description et l'analyse de très nombreux sols prospectés sur environ 40.000 ha des plateaux calcaires et marno-calcaires francs-comtois de basse altitude. L'auteur définit son principe et développe les éléments qui permettent, même à des non spécialistes de pédologie, de l'appliquer et d'en tirer profit pour acquérir une connaissance des constituants, des propriétés essentielles et des contraintes des terres agricoles régionales.

CARTOGRAPHIE

INTRODUCTION

La méthode que nous présentons, a été mise au point de 1982 à 1984 au cours de plusieurs séries de campagnes de prospection pédologique sur les plateaux de Haute-Saône, puis testée au cours de l'étude de cinq zones de références choisies, dans le cadre de la Relance Agronomique, sur l'ensemble des plateaux francs-comtois de basse altitude, situés au NW des Premiers Plateaux et au S des Collines sous-vosgiennes. Au total, 40.000 ha de sols cultivés ont été observés et décrits selon les techniques employées habituellement en cartographie des sols, dans les Hauts du Val de Saône et les zones de Rioz, Saulx, Malange, Ste Marie, La Baroche.

La méthodologie a fait l'objet d'une recherche dans le but :

- d'observer sur le terrain les critères pédologiques et le comportement de l'ensemble terre arable-plantes face aux actions climatiques et humaines ;
- de connaître les conditions d'environnement imposées aux sols et aux cultures ;
- de définir les caractères pédologiques observables au champ pour renseigner sur le volume de sol prospecté par les racines, le système racinaire cherchant à

s'étendre dans tout le profil pédologique, bien au-delà de la terre arable ;

- d'exprimer le contenu et les contraintes des sols par une formule abrégée immédiatement perceptible par tous.

Nous avons complété cet acquis par des informations recueillies auprès de conseillers agricoles et des agriculteurs, au cours de plusieurs réunions où les concepts et les objectifs de chacun de nous étaient exposés. C'est ainsi que se sont peu à peu dégagés les éléments d'un "outil" qui donne les moyens d'estimer les qualités et les faiblesses des sols.

Cet "outil" - **le sigle de la désignation des sols** - indique de façon analytique, les caractéristiques les plus essentielles des sols et de leur comportement, dans un langage accessible à tous ceux qui ne sont pas des spécialistes de Science du Sol, mais qui touchent de près ou de loin à la terre : agronomes, agriculteurs, géologues-conseils, ingénieurs de bureau d'étude...

La méthode de désignation des sols présentée dans ce texte a une portée générale dans ses principes et s'applique régionalement et hors du cadre régional.

* Université de Franche-Comté - Laboratoire de Pédologie - Faculté des Sciences, Place Leclerc, 25030 BESANÇON CEDEX

I. PRINCIPE ET MODALITÉS D'EXPRESSION DU SIGLE DE DÉSIGNATION DES SOLS

1. Principe

Le sol est désigné par une formule ou sigle sous forme de fraction qui comporte trois parties :

- **au numérateur**, la composition des constituants prospectés par les racines,
- **au dénominateur**, la composition des constituants qui font obstacle aux racines, avec indication de leur profondeur,
- **latéralement**, l'indication des contraintes qui amoindrissent les potentialités du sol.

2. Détermination des constituants prospectés par les racines

Il s'agit d'estimer sur le terrain, l'épaisseur de sol colonisé par les racines et de formuler le numérateur du sigle défini ci-dessus.

Pour cela on fait appel à la relation très significative qui existe entre le développement des racines et la porosité des sols. On observe, à l'examen d'un profil de sol à hauts rendements que les racines procèdent de deux façons : soit qu'elles s'insinuent à travers la porosité structurale et agrandissent elles-mêmes leurs "trous" en grossissant ; soit qu'elles s'allongent, groupées en faisceaux et trouvent leur chemin à travers des galeries préexistantes, laissées notamment par les lombrics, les petits animaux, les anciennes racines. Dans les deux cas, elles profitent de la porosité pour progresser ; les racines exploratrices notamment colonisent ainsi les couches profondes du sol, ce qui est doublement avantageux : d'un point de vue mécanique et aussi parce que c'est dans les canalicules et autour des agrégats que les disponibilités en eau, oxygène et éléments nutritifs sont les plus abondants.

On sait ainsi par l'observation, que trois propriétés typiquement pédologiques assurent la progression "mécanique" des racines et leur alimentation en air et en eau : ce sont les caractères **aéré, poreux et meuble**.

Le caractère aéré est facilement apprécié par l'absence de signes d'oxydo-réduction, le fer étant un indicateur coloré très sensible aux variations de teneur en oxygène.

Le caractère poreux et meuble est évalué par la structuration, la friabilité, la facilité de pénétration à la tarière, la présence de terre arable enfouie en profondeur par la faune.

On est donc en mesure d'estimer l'épaisseur de sol colonisé par les racines, sur le terrain pendant la prospection. Le diagnostic est ensuite contrôlé à l'ouverture des fosses pédologiques choisies pour représenter les divers types de sols rencontrés dans la région.

Formulation du numérateur du sigle

A partir des descriptions de terrain, on formule le numérateur du sigle en désignant par leur constituants texturaux, la terre arable et les horizons sous-jacents prospectés par les racines :

argile	a	argile calcaire	a ^x	argile colluvionnée	a'
limon	l	limon calcaire	l ^x	limon colluvionné	l'
sable	s	sable calcaire	s ^x	sable colluvionné	s'

La combinaison de ces lettres constitue le numérateur du sigle. Voici deux exemples dont on trouvera la description des profils pédologiques dans la figure 1.

Le premier exemple montre un sol d'excellente qualité, formé d'une terre arable bien agrégée, prolongée par des horizons aérés, poreux et meubles jusqu'à 70 cm, que traversent de nombreuses galeries de lombrics et des faisceaux de racines. Le deuxième exemple désigne une terre argilo-limoneuse calcaire dont l'épaisseur est limitée par un banc calcaire à altération poudreuse proche de la surface, obstacle qui induit un déficit hydrique contraignant en été.

Le numérateur du sigle est dans le premier cas : la/al et dans le second : al*

3. Détermination de l'obstacle à l'enracinement

Les obstacles qui limitent le développement des racines de la plupart des plantes cultivées sont soit physiques, soit chimiques. Ce sont dans le premier cas, des roches, des horizons pédologiques tassés ou indurés ; c'est dans le second, le déficit en oxygène (anoxie) provoqué par l'hydromorphie. Etant de nature différente, nous les formulerons séparément.

A. Formulation de l'obstacle physique

L'inventaire régional montre que les racines rencontrent les obstacles physiques suivants :

- des roches comprenant des bancs de calcaire dur ou à altération poudreuse, des bancs de calcaire marneux, des bancs gréseux, des sédiments argileux, des cailloutis et matériaux sablo-graveleux ;
- des horizons pédologiques indurés par des oxydes de fer de manganèse (IIBt) ou marqués par une forte compacité liée à une augmentation d'argile ;
- des horizons pédologiques très lessivés constitués de limons siliceux très tassés : ces horizons, privés de porosité, inhibent le développement des racines.

Les obstacles physiques sont désignés par les lettres majuscules suivantes :

Banc de calcaire dur	K
Banc de calcaire poudreux	J
Banc de calcaire marneux	M
Roche argileuse, argile	O
Banc gréseux	G
Cailloutis graveleux	S
Horizon tassé induré	T
Horizon tassé argileux	TO
Horizon tassé limoneux	E

La profondeur d'apparition d'un obstacle est notée en indice par les chiffres 1 à 4 correspondant aux profondeurs suivantes :

1. Profondeur inférieure ou égale à 20 cm
2. Profondeur supérieure à 20 et jusqu'à 35 cm inclus
3. Profondeur supérieure à 35 et jusqu'à 60 cm inclus
4. Profondeur supérieure à 60 cm

A ces profondeurs de l'obstacle correspondent, par voie de conséquence, des classes d'épaisseur de sol aéré, poreux et meuble.

Si nous reprenons l'exemple d'un sol brun lessivé constitué de matériaux limono-argileux, puis argilo-

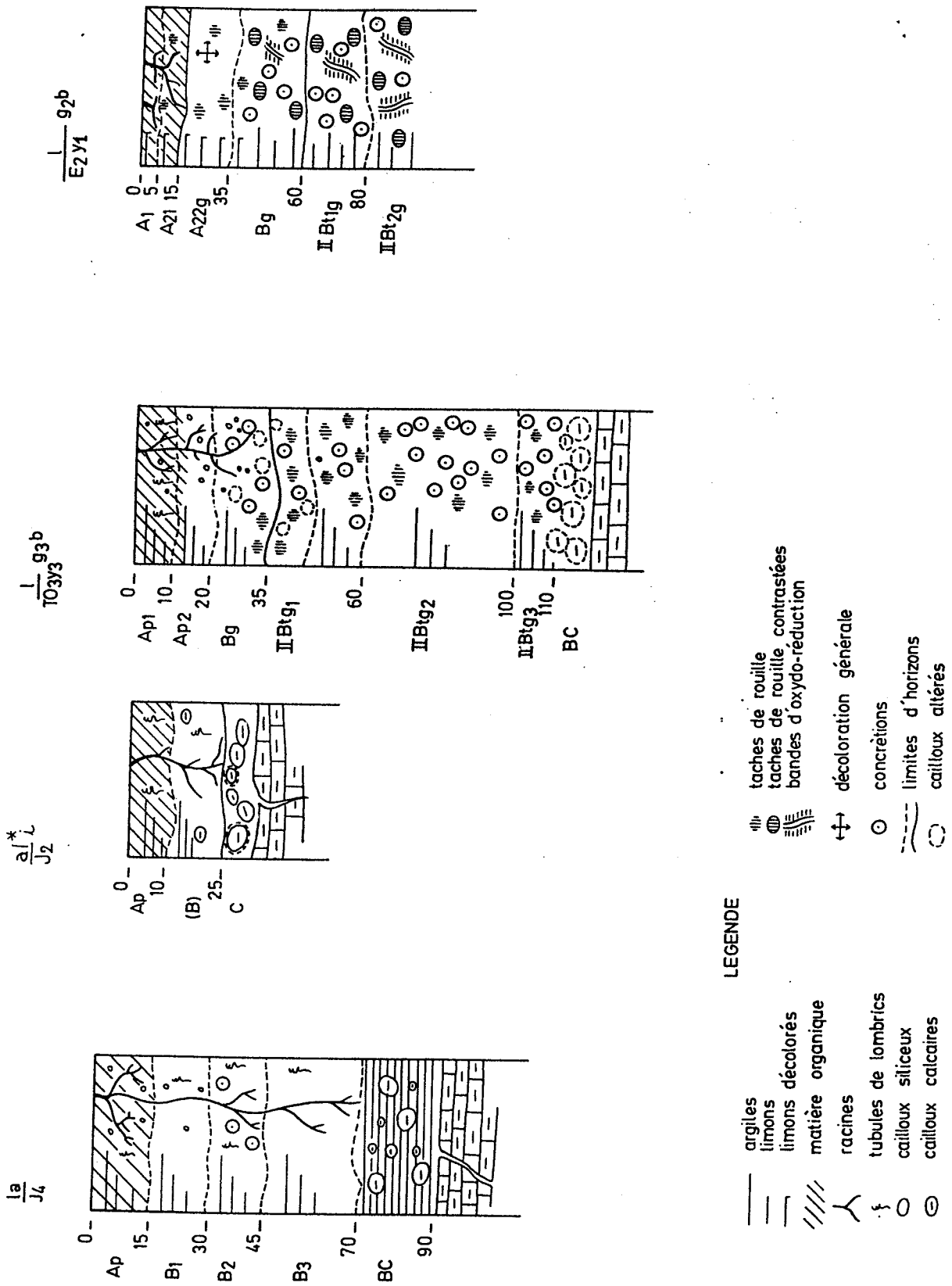


Fig.1 : Exemples de désignation des sols par le sigle.

limoneux reposant sur un banc calcaire à altération pou-
dreuse situé à 70 cm, nous le désignerons par le sigle
 $\frac{la}{a1}$ et par mesure de simplification $\frac{la}{J4}$. Ceci sous-

entend que les horizons sont colonisés par les racines au-
delà de 60 cm et indique la texture de la terre arable, ren-
seignement fondamental donnant les principales proprié-
tés de comportement de la couche travaillée.

B. Formulation de l'obstacle induit par l'anoxie

Un déficit en oxygène empêche le développement
normal des racines de la plupart des plantes et limite, par
là, la profondeur d'enracinement. Il se manifeste dans le
profil par des taches bleutées, verdâtres et blanchâtres,
liées à la réduction et à la solubilisation du fer. Ces tein-
tes peuvent colorer entièrement un horizon comme celui
des gleys réduits, mais le plus souvent, elles sont asso-
ciées à des taches rouilles (hydroxydes ferriques) et à des
précipités noirâtres d'oxydes de fer et de manganèse.
Elles se répartissent alors par plages juxtaposées sur le
fond matriciel terne et leurs teintes sont d'autant plus
vives que les processus d'oxydo-réduction sont plus
intenses.

Contrairement aux obstacles physiques, la profon-
deur de l'obstacle induit par le manque d'oxygène est dif-
ficile à déterminer, car les signes d'oxydo-réduction peu-
vent se situer aussi bien dans les horizons renfermant
des racines que dans les horizons sous-jacents. Pour sur-
monter la difficulté nous avons défini deux paramètres ;
l'un qui donne la profondeur d'apparition des taches
d'oxydo-réduction (y), l'autre qui évalue la contrainte
"manque d'oxygène" (g).

Le paramètre "y" est le signe indicateur d'un obsta-
cle induisant l'anoxie, situé à une profondeur indétermi-
née. Paramètre chiffré à partir d'un critère d'observation,
il a l'avantage d'être objectif. Etant corrélé à la profon-
deur de l'obstacle anoxique, nous le plaçons au dénomi-
nateur du sigle et nous distinguons les cas suivants :

- y₁ : taches dans la terre arable
- y₂ : taches à partir et en dessous de 20 cm
- y₃ : taches à partir et en dessous de 35 cm
- y₄ : taches à partir ou au-delà de 60 cm

Le paramètre "g" rend compte des effets de
l'anoxie sur le développement racinaire. Il est lié à l'inten-
sité de l'anoxie. Comme son estimation est subjective,
nous avons recherché à le définir avec plus de précision
par un ensemble de critères d'observation portant sur la
structuration de la terre arable et sur la profondeur de
l'horizon oxydo-réduit de pseudogley ou de gley. Nous
distinguons ainsi les cas suivants :

- g₁ : indice d'une contrainte très forte liée au man-
que d'oxygène
enracinement limité à moins de 20 cm
horizon de pseudogley ou de gley à 20/25 cm
structure détruite (massive ou/et pâteuse)
même en été dans la terre arable
- g₂ : indice d'une contrainte forte liée au manque
d'oxygène
enracinement limité à moins de 35 cm

horizon de pseudogley ou de gley à 25/40 cm
terre arable structurée au moins en été

g₃ : indice d'une contrainte moyenne liée au man-
que d'oxygène
enracinement limité à moins de 60 cm
horizon de pseudogley ou de gley à 40/60 cm
terre arable structurée en toute saison, mais
avec une structure fragile

g₄ : indice d'une contrainte faible liée au manque
d'oxygène
enracinement à 60 cm
horizon de pseudogley ou de gley à 60 cm et
plus
terre arable structurée en toute saison

Parce que "g" est l'indice d'une contrainte, nous le
plaçons latéralement dans le sigle.

4. Indication des contraintes

En dehors de la contrainte anoxique que nous
venons de traiter, les autres contraintes rencontrées sont
notées par les lettres suivantes, placées latéralement
dans le sigle :

- i : sensibilité à la sécheresse
- e : sensibilité à l'érosion
- b : battance
- r : pierrosité
- t : travail du sol difficile

II. DÉSIGNATION DES SOLS DES PLATEAUX FRANCS-COMTOIS DE BASSE ALTITUDE

La méthode proposée, appliquée dans le contexte
régional des plateaux francs-comtois de basse altitude,
conduit à définir un nombre limité de sols-types désignés
par leur sigle dans le tableau 1.

Les sols se subdivisent en plusieurs séries qui diffè-
rent fondamentalement entre elles par leurs matériaux
constitutifs et leur environnement géologique.

1. Sols aérés sur banc calcaire et marno-calcaire diaclasé

Les matériaux qui recouvrent les plateaux calcaires
diaclasés ont entraîné la formation de sols aérés et meu-
bles sur une grande profondeur, se ressuyant très facile-
ment grâce à l'effet drainant des bancs fissurés sous-
jacents.

1. Dans la série des sols de placages limono-
argileux ou limoneux, la base des profils est plus argi-
leuse, les argiles venant du résidu de décarbonatation
des roches, et la partie superficielle - en particulier la terre
arable - est plus limoneuse, les argiles ayant été entraî-
nées en profondeur par les eaux qui circulent librement à
travers la porosité élevée des horizons et les fissures des

TABLEAU 1

Désignation des sols-types des plateaux calcaires et marno-calcaires francs-comtois de basse altitude : les sols sont rangés selon leur caractère aéré ou anoxique, leur appartenance à une série et leur profondeur ou leur degré d'anoxie ; la correspondance entre les sigles et les types génétiques de la classification française CPCS (1967) est indiquée.

SOLS DÉFINIS PAR LEUR CARACTÈRE:		AÉRÉ			ANOXIQUE		
SOLS DÉFINIS PAR LEUR MATÉRIAU CONSTITUTIF	Sur banc calcaire et marno-calcaire diaclasé			Sur banc marno-calcaire peu diaclasé compact imperméable			
	Profond	Moyennement profond	Superficiel	Modérément g ₄	Moyennement g ₃	Fortement g ₂	
Série des sols de placage limono-argileux Type génétique	$\frac{la}{T_4, K_4, J_4}$ Brun lessivé	$\frac{la}{T_3}$ Brun lessivé troqué	$\frac{la}{T_2}$	$\frac{la}{T} g_4$ Brun lessivé à pseudogley	$\frac{la}{T} g_3$	$\frac{la}{T} g_2$ Pseudogley	
Série des sols de placage limoneux Type génétique	$\frac{la\ b}{T_4}$ Brun lessivé	$\frac{l\ b}{T_3}$ Brun lessivé troqué	$\frac{l\ b}{T_2}$	$\frac{l}{TE} g_4b$ Brun lessivé à pseudogley	$\frac{l}{T} g_3b$	$\frac{l}{E_2 T} g_2b$ Pseudogley	
Série des sols d'argiles de décarbonatation Type génétique	$\frac{al}{K_4, J_4}$ Brun	$\frac{al}{K_3, J_3}$ Brun calcaire	$\frac{al}{K_2, J_2}$ Brun à pellicule calcaire				
Série des sols de colluviums limono-argileux Type génétique	La' ou l'b Colluvial brunifié de dépression karstique						
Série des sols d'altérites calcaires Type génétique	$\frac{la^* \text{ ou } al^*}{K_4, J_4}$ Brun calcaire	$\frac{la^* \text{ ou } al^*}{K_3, J_3, M_3}$ Brun calcaire superficiel	$\frac{al^*}{K_2, J_2, M_2}$				
Série des sols d'altérites argileuses et limoneuses Type génétique				$\frac{la \text{ ou } al}{M, O} g_4$ Brun à pseudogley	$\frac{la \text{ ou } al}{M, O} g_3$	$\frac{la \text{ ou } al}{M, O} g_2$ Pseudogley	

roches (lessivage). Génétiquement, c'est-à-dire par leur mode de pédogenèse, les sols se rangent dans les sols bruns lessivés.

Nous les désignons de façon équivalente par les termes :

Sols aérés profonds de placages limono-argileux sur banc diaclasé = $\frac{l \text{ ou } la \text{ ou } al}{K_4 \text{ ou } J_4 \text{ ou } T_4}$ = sols bruns lessivés

2. Dans la **série des sols d'argiles de décarbonatation**, les sols ont une texture uniforme ce qui les classe dans les sols bruns, bruns calciques et bruns à pellicules calcaires (BRUCKERT et GAIFFE, 1980).

3. Dans la **série des sols d'altérites argilo-limoneuses calcaires**, le matériau provient directement de la roche friable, à résidu "terrigené" abondant. On a affaire à des sols brun calcaires.

4. La **série de colluviums limono-argileux** termine le groupe des sols aérés. Ces sols sont formés de matériaux limono-argileux colluvionnés vers les dépressions karstiques par l'érosion. Ces constituants sont arrachés aux sols des bordures des plateaux calcaires et des pentes qui descendent aux dépressions - dolines et combes -. Par ce processus de transport, les sols colluviaux sont liés pédogénétiquement aux sols environnants : l'ensemble constitue la chaîne des sols du karst (GAIFFE et BRUCKERT 1985). Rappelons brièvement qu'une partie des matériaux est évacuée par le fond des sols dans les conduits karstiques, ce qui fait que les dépressions ne se combient pas.

Dans ces sols où les eaux de pluie transitent très vite, les argiles sont aussi fortement lessivées, ce qui entraîne la formation d'un profil de texture très uniforme, limono-argileux ou limoneux (donc battant) sur une grande profondeur, plus d'un mètre.

Nous les désignons indifféremment par :

Sols aérés profonds de colluviums limono-argileux du karst = la' ou l'b = sols colluviaux brunifiés des dépressions karstiques lessivés

2. Sols anoxiques sur banc marno-calcaire peu diaclasé à compact et imperméable

Les sols engorgés par l'eau ou sols anoxiques sont le plus souvent profonds, mais mal exploités par les racines

en raison du manque d'oxygène qui affecte une partie ou l'ensemble du profil. La privation d'oxygène empêche la croissance des racines de la plupart des plantes et provoque des changements d'état du fer :

1. le fer se dissocie du complexe argilo-humique et devient libre ;
2. en fonction des phases de réduction ou d'oxydation, il se met sous la forme réduite (Fe^{2+}) ou sous la forme oxydée (Fe^{3+}) ; le sol se tache de teintes verdâtre-bleuâtre (état ferreux) et rouille (état oxydé).

Ces caractéristiques nous ont servi à classer les sols anoxiques comme nous l'avons indiqué dans le tableau 1.

Comme pour les sols aérés, on peut distinguer plusieurs séries de sols anoxiques, qui diffèrent par la composition de leurs matériaux minéraux et par leur environnement géologique. On observe ainsi :

- la **série des sols de placages limono-argileux et limoneux** déposés sur des roches calcaires ou marno-calcaires peu perméables à très imperméables ;
- la **série des sols d'altérites argileuses et limono-argileuses** de roches argileuses peu fissurées ou très compactes.

Compte tenu des connaissances acquises dans les environnements karstiques francs-comtois, notamment dans les Hauts du Val de Saône (BRUCKERT, 1986) et dans le Territoire de Belfort (BLONDE et BRUCKERT, 1986), nous estimons que les mêmes matériaux qui recouvrent les calcaires diaclasés perméables, s'étendent fréquemment aussi sur les plateaux marno-calcaires peu perméables ou imperméables et que ce sont alors ces roches, parfois éloignées de la surface, qui induisent l'installation de nappes perchées.

Les types génétiques sont dans ces conditions des sols bruns à pseudogley ou des pseudogleys, selon l'intensité de l'anoxie.

CONCLUSION

Les sigles de désignation des sols servent actuellement de base à une méthode de classement des sols selon leur valeur pédologique et à la cartographie des sols à grande échelle. Des travaux portant sur ces deux sujets seront publiés prochainement. Ils trouvent aussi tout naturellement une application à la définition des périmètres d'épandages des boues d'épuration et de protection des captages d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- BLONDE J.L., BRUCKERT S., 1986 - Carte de la valeur pédologique et agronomique des terres du secteur de LA BAROCHE (Territoire de Belfort). Notice générale, 100 pages.
- BRUCKERT S., 1986 - Carte de la valeur pédologique et agronomique des terres des cantons de JUSSEY-VITREY-COMBEAUFONTAINE. Notice générale, 100 pages.
- BRUCKERT S., GAIFFE M., 1980 - Pédogenèse en pays calcaire glaciaire ou karstique. Analyse des facteurs de formation et de distribution des sols en pays calcaire glaciaire ou karstique. Plaine de Frasne-Bonnevaux et Montagne du Laveron-Jura Central. *Ann.Sci. Université de Besançon*, fasc. 1, 4ème série, Biol.Vég., 19-65.
- BRUCKERT S., GAIFFE M., 1985 - *Les sols de Franche-Comté*. Imprimerie Fac. Sciences, Besançon. Coll. C.U.E.R., 145 p.
- CPCS., 1967 - Commission de Pédologie et de Cartographie des sols : classification des sols, 96 p.
- GAIFFE M., BRUCKERT S., 1985 - Analyse des transports de matières et des processus pédogénétiques impliqués dans les chaînes de sols du karst jurassien. *Catena*, n° spécial "Soils and Geomorphology", 6, 228-244.

CLE DICHOTOMIQUE DE CLASSEMENT DES SOLS AGRICOLES FRANCS-COMTOIS SITUÉS EN CLIMAT TEMPÉRÉ SEMI-CONTINENTAL

par

S. BRUCKERT*

CARTOGRAPHIE

Th. Pédologie

Résumé

Une clé dichotomique est proposée pour ranger les sols agricoles francs-comtois de basse altitude dans l'une des six classes d'aptitude à une mise en culture polyvalente. Elle met en jeu l'interaction climat-sol pour définir une profondeur "rhizofonctionnelle" optimum. Sont pris en compte également la pente, l'aération des horizons profonds, l'obstacle à l'enracinement, la texture et la pierrosité. Les critères retenus soulignent l'importance des caractères physiques dans les potentialités des sols et dans les relations sols-plantes. Le principe de la méthode proposée peut être facilement appliqué hors du contexte régional. C'est un outil de synthèse utilisable en cartographie des sols à but finalisé.

Abstract

A dichotomous key is proposed for placement of the main soils series of "Low Franche-Comté" into one or either of six "ease of cultivation" groups. Criteria considered to have an important effect on cultivation and yield are the amount of moisture available, the slope, the air capacity of subsoil horizons, the depth of penetration by plant roots, the type of obstacles about the root penetration, the particle-size class and the stoniness. The properties considered show the great importance played by the soil physical conditions to classify land for agriculture according to its potential and the severity of its limitations for crop growth. These criteria may prove suitable for categorizing other soils from outside the region. The land classification proposed is suitable for describe the soils in their survey areas.

INTRODUCTION

De nombreux travaux portent sur la classification des sols en fonction de leurs potentialités et de leurs contraintes vis-à-vis de la croissance des plantes cultivées. Les progrès réalisés dans ce domaine ont fait l'objet en 1983 d'une confrontation menée à l'échelle des états membres de la Communauté européenne (HAANS *et al.*, 1984). La plupart des démarches adoptées visent à estimer l'aptitude des sols à l'égard d'une culture donnée. Citons les importantes études de HARROD (1979) et de HALLAIRE (1981) sur les sols de prairie.

Par contre peu de travaux ont pour objectif d'apprécier l'aptitude à la mise en culture considérée sous un angle non restrictif. BIBBY et MACKNEY (1969) en Angleterre ont établi une classification des sols en fonction de leur "land use capability". Les travaux de THOMASSON (1971) et de JONES (1975 et 1979) ont suivi la même démarche. DUCLOS (1971) a adopté une

méthodologie très différente en attribuant à chaque critère de classement un poids chiffré, la somme de ces notes donnant une valeur au sol. Les praticiens suisses (GUIDE FEDERAL D'ESTIMATION DES BIENS FONDS AGRICOLES) établissent également un classement chiffré des sols, mais en régionalisant climatiquement leur estimation. Ces deux dernières méthodes dont la mise en oeuvre reste difficile, ont l'inconvénient de ramener le sol à un chiffre et de ne pas expliciter le classement par les critères exprimés en clair. L'emploi d'une clé dichotomique introduisant successivement les critères, présente l'avantage d'indiquer l'itinéraire de classement suivi (MONDON, 1978). C'est dans cette direction que nous avons orienté nos recherches.

A la demande de la profession agricole (Groupement de Développement Agricole de Jussey, Combeaufontaine et Vitrey) et des conseillers de la Chambre d'Agriculture de Haute-Saône, nous avons eu le souci d'élaborer une clé de classement d'emploi simple, basée sur la profondeur utile ou profondeur

* Université de Franche-Comté, Laboratoire de Pédologie, Place Lecerc, 25030 BESANÇON CEDEX.

"rhizofonctionnelle" effectivement prospectée par les plantes et sur des critères déterminés avec le plus d'objectivité possible. Le terme "rhizofonctionnel" que nous proposons, nous paraît plus explicite et plus précis que le terme "utile" employé par les agronomes ou "physiologique" adopté par les praticiens suisses (GUIDE FEDERAL, déjà cité). Au cours d'une prospection systématique du terrain pendant deux ans, nous avons d'une part noté les critères pédologiques et le comportement de l'ensemble "terre arable-plante" face aux actions climatiques et humaines, et d'autre part complété cet acquis par des informations recueillies auprès des agriculteurs, à l'occasion de réunions de concertation où les concepts et les objectifs de chacun étaient exposés. C'est ainsi que se sont dégagés les éléments d'un "outil" qui donne aux agriculteurs les moyens d'estimer les qualités et les faiblesses de leurs sols.

Cet outil s'appuie sur la méthode de désignation des sols qui vient de faire l'objet d'une publication (BRUCKERT, 1986 a). La combinaison de ces deux approches permet de dresser des cartes à grande échelle, qui fournissent de façon analytique les propriétés et les contraintes des sols et qui visualisent de façon synthétique les classes de valeur pédologique et agronomique des terres. Le résultat obtenu sera présenté dans une note ultérieure.

I. PRINCIPES DE BASE

La méthode vise à classer les sols en fonction de leur aptitude à la mise en culture des plantes utilisées régionalement et à les ranger dans les six classes de valeur suivantes:

- Classe I : Sols d'excellente valeur
- Classe II : Sols de très bonne valeur
- Classe III : Sols de bonne valeur
- Classe IV : Sols de valeur moyenne
- Classe V : Sols de valeur inférieure
- Classe VI : Sols de valeur très inférieure

Les critères de classement que nous sommes conduits à prendre en compte se subdivisent en 3 groupes :

— un premier groupe de critères liés aux conditions d'emplacement : il s'agit du ^(Kw) climat et de la pente; (Nécessité)

— un deuxième groupe dépendant de l'organisation des sols et de l'interface sol-roche : ce sont le régime atmosphérique (renouvellement de l'air), étroitement corrélé au régime hydrique (BRUCKERT, 1986 b), la profondeur "rhizofonctionnelle", et la nature de l'obstacle à l'enracinement;

— un troisième groupe en rapport avec la

composition et les propriétés intrinsèques des constituants : la texture et la pierrosité.

Chaque critère intervient dans l'ordre indiqué ci-dessus, le long d'un cheminement dichotomique.

II. DEFINITION DES CRITERES

1. Critères liés aux conditions d'emplacement

Le premier facteur - le climat - détermine l'étendue de la zone d'application en limitant le choix des cultures (somme des températures, pluviométrie) et en imposant la profondeur utile nécessaire à la constitution des réserves en eau du sol, compte tenu des déficits hydriques saisonniers.

La méthode de classement a été d'abord mise au point et testée auprès des agriculteurs dans les Hauts du Val de Saône, région qui s'étend aux confins NW de la Franche-Comté sur 3 cantons regroupant 51 communes. L'ensemble couvre une superficie de 57.000 ha comprenant 30.000 ha de surface agricole utile. Nous l'avons ensuite appliquée aux sols de plusieurs secteurs moins étendus, mais distribués sur l'ensemble des régions naturelles de Basse Franche-Comté aux caractéristiques climatiques sensiblement analogues (fig. 1). Le choix des secteurs s'est opéré, dans le but de servir de références, en accord avec les responsables de la Chambre Régionale d'Agriculture (Action "Connaissance des sols" de la Relance Agronomique). Il s'agit des secteurs de MALANGE, RIOZ, SAULX-LES-VESOUL, SAINTE-MARIE et LA BAROCHE.

L'analyse statistique sur 25 ans des données climatiques publiées par les services de la Météorologie Nationale porte sur une trentaine de postes pluviométriques et thermiques. Le climat se rattache au type tempéré froid, partiellement nuancé du type semi-continental, avec une saison hivernale longue (température moyenne annuelle inférieure à 10°C) et une saison estivale réduite qui débute à la mi-mai et se termine début octobre.

Les précipitations atteignent des valeurs moyennes annuelles comprises entre 800 et 1100 mm selon un gradient croissant d'Ouest en Est, soit progressivement de Gray à Belfort, soit rapidement au sud d'une ligne Marnay-Besançon. La pluviométrie se répartit tout au long de l'année, mais ce caractère atlantique fait souvent place au caractère continental du climat marqué par des hivers rigoureux et des étés chauds soumis à des déficits hydriques atteignant fréquemment 100 mm.

Dans les terres saines prospectées par les racines sur 60 cm, la réserve utile en eau s'élève à 120

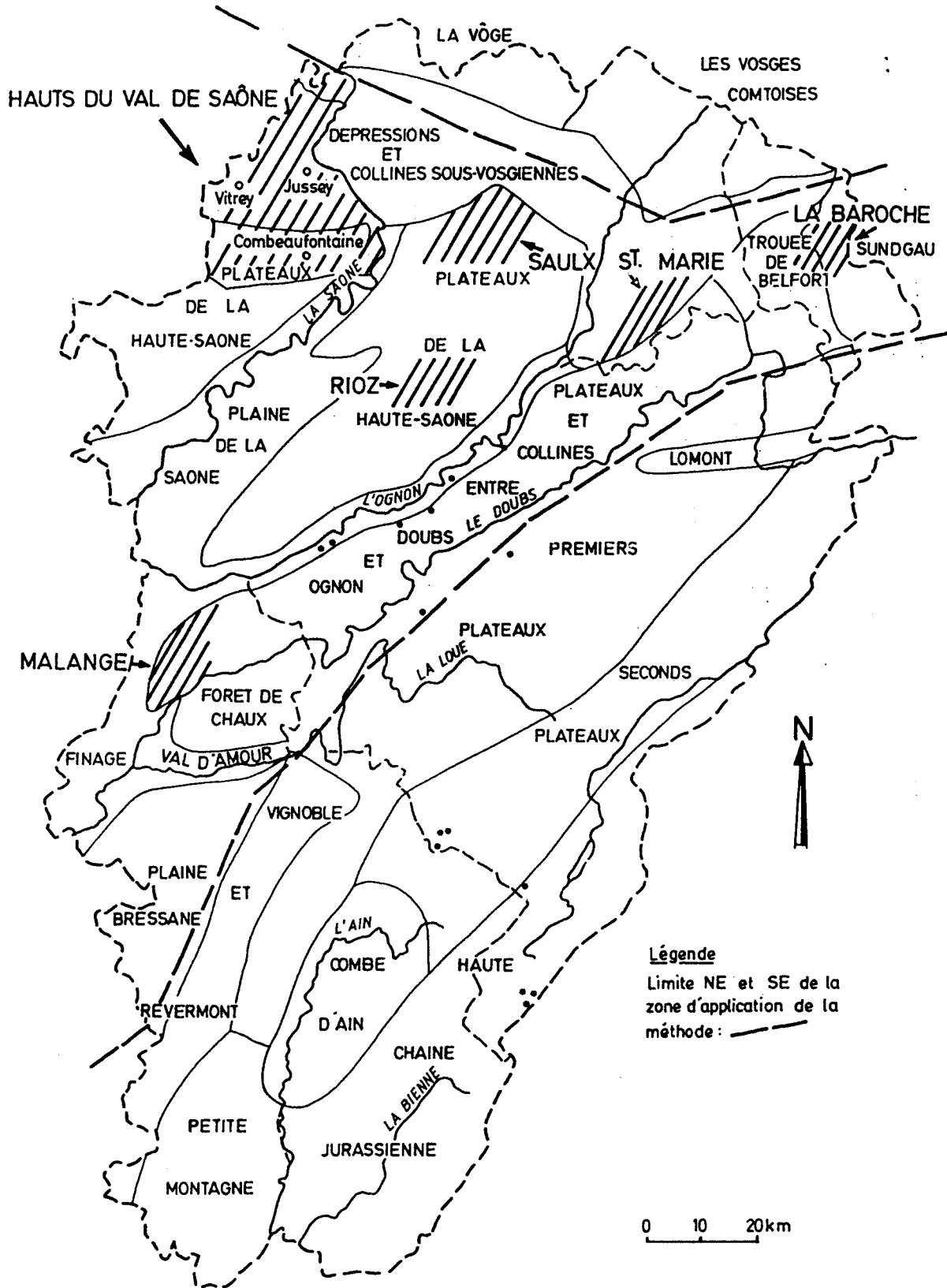


Fig. 1. - Situation géographique des zones étudiées dans les régions naturelles franc-comtoises.
(Fond cartographique des Régions Naturelles de MATHIEU, 1976)

mm en moyenne. On estime régionalement qu'un déficit hydrique s'observe une année sur deux en juillet et août. Dans les terres saines sur 35 cm, cette réserve tombe à 70 mm et le déficit hydrique se produit une année sur trois en juin, 2 années sur trois en juillet et août. Le risque devient donc important pour les cultures à cycle végétatif estival comme le maïs. La croissance des plantes et les rendements deviennent encore plus aléatoires quand la profondeur racinaire est limitée à une vingtaine de cm : on entre alors dans la catégorie des terres à très haut risque de déficit hydrique.

Le deuxième critère pris en compte est la pente qui limite l'exploitation mécanisée des sols. On estime que des pentes inférieures à 10% n'entraînent pas de difficultés pour les travaux mécanisés. Par contre, une pente de 10 à 15% devient une contrainte sérieuse et une pente supérieure à 15%, une contrainte absolue. Dans ce dernier cas, rare sur les surfaces agricoles utiles, la pente détermine à elle seule le classement de valeur.

2. Critères liés à l'organisation des sols et de l'interface sol-roche

Les critères climatiques et topographiques étant pris en compte, les autres critères qui vont maintenant agir, dépendent des caractéristiques inhérentes aux sols et doivent de ce fait être recherchés dans les profils pédologiques eux-mêmes et dans les matériaux géologiques sous-jacents. C'est pourquoi, parvenus à ce stade de la démarche de classement, nous employons le sigle de désignation des sols, défini dans une note précédente (BRUCKERT, 1986 a). Le sigle renseigne en effet sur le régime aéré ou anoxique, la profondeur "rhizofonctionnelle", le type d'obstacle à l'enracinement, la texture, la pierrosité et les contraintes :

$$\text{Sigle} = \frac{\text{Texture}}{\text{Obstacle/Profondeur}} \text{ contrainte}$$

Les abréviations employées et leur signification sont résumées ci-dessous :

Texture de la terre arable

- a argile
- a* argile calcaire
- a' argile colluvionnée
- l limon
- l* limon calcaire
- l' limon colluvionné
- s sable
- s* sable calcaire
- s' sable colluvionné

Obstacle à l'enracinement

- K banc de calcaire dur
- J calcaire poudreux
- M calcaire marneux
- O argile
- G banc gréseux
- S cailloutis graveleux
- T horizon tassé induré
- E horizon tassé limoneux
- y taches d'oxydo-réduction contrastées

Profondeur de l'obstacle

- 1 de 0 à 20 cm inclus
- 2 de 20 à 35 cm inclus
- 3 de 35 à 60 cm inclus
- 4 supérieure à 60 cm

Contrainte

- g manque d'oxygène
- i sécheresse
- e sensibilité à l'érosion
- b battance
- r pierrosité
- t travail du sol difficile

Par exemple, un sol constitué d'une terre arable limoneuse à comportement battant et d'un horizon tassé, induré, limitant l'enracinement vers 40 cm, sera désigné 1 b.

T3

Le régime atmosphérique du sol constitue le troisième critère de classement. Sa place s'impose immédiatement après la pente parce que l'oxygène est, avec l'eau, le premier besoin physiologique des racines.

Le caractère aéré est facilement apprécié par l'absence de signes d'oxydo-réduction. La capacité en air des horizons de surface ou de profondeur et le renouvellement de l'air sont corrélés à la macroporosité fissurale. Celle-ci est créée par le drainage vertical assuré par des roches sous-jacentes fissurées (BRUCKERT, 1986 b). Il s'ensuit que le caractère aéré, la rapidité du ressuyage, les processus oxydatifs biologiques, la facilité de mise en culture sont étroitement associés.

Le caractère anoxique est apprécié à l'aide de deux critères : la profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction et l'intensité de l'anoxie. Le fer constitue un indicateur coloré très sensible aux variations de teneur en oxygène. Le manque d'oxygène marque les horizons de taches bleutées, verdâtres ou blanchâtres et de taches rouille ou rouille noirâtre dont le contraste sur le fond matriciel et l'importance volumique croissent avec l'intensité des processus d'oxydo-réduction et de ségrégation du fer. Ses diverses teintes révèlent la présence de l'obstacle anoxique que

teintes révèlent la présence de l'obstacle anoxique que nous notons "y". L'enracinement observé, la structure de la terre arable, la profondeur de l'horizon de pseudogley ou de gley renseignent sur l'intensité de l'anoxie. Nous l'exprimons par les indices suivants:

- g₁ : indice d'une contrainte très forte liée au manque d'oxygène
- g₂ : indice d'une contrainte forte liée au manque d'oxygène
- g₃ : indice d'une contrainte moyenne liée au manque d'oxygène
- g₄ : indice d'une contrainte faible liée au manque d'oxygène

Pour plus de détail concernant les critères de définition de ces indices, on se reportera à la publication déjà citée.

La profondeur "rhizofonctionnelle" joue un rôle reconnu depuis longtemps dans les rendements des cultures (HENIN, 1960). Dans une même parcelle de terre, on observe couramment des différences significatives dans les rendements, liées aux propriétés des couches profondes. La croissance de la plupart des plantes cultivées dépend des possibilités offertes au système racinaire de se développer à la fois dans la couche labourée et dans les horizons sous-jacents d'un sol (HENIN, 1960 ; CALLOT *et al.*, 1983 ; CALLOT, 1984). L'alimentation en eau par les réserves situées sous la terre arable, permet de valoriser la fertilisation (SEBILLOTE *et al.*, 1978). La colonisation racinaire de toutes les couches du sol est une condition nécessaire de prélèvement optimum des réserves en éléments nutritifs (BOIFFIN *et al.*, 1982).

Compte tenu des déficits hydriques climatiques susceptibles de se produire entre juin et août et du cycle végétatif des plantes cultivées, nous avons sélectionné les quatre catégories de profondeur "rhizofonctionnelle" suivantes:

- 1 : profondeur inférieure à 20 cm inclus
- 2 : profondeur de 20 à 35 cm inclus
- 3 : profondeur de 35 à 60 cm inclus
- 4 : profondeur supérieure à 60 cm

L'obstacle à l'enracinement constitue ensuite le critère pris en compte. Il est soit virtuel comme l'anoxie que nous venons de traiter, soit réel ou physique comme une roche ou un horizon inapte à la pénétration des racines. Dans ce cas, nous distinguons des obstacles durs, meubles secs ou meubles frais. Les premiers comprennent par exemple des bancs rocheux fissurés, calcaires ou marneux, des horizons tassés ou durcis ou indurés. Ces obstacles rendent difficile ou impossible la pénétration de la tarière. Les seconds correspondent à des limons siliceux tassés (horizon A₂ des sols lessivés), à des limons ou sables ou graviers colluviaux

secs. Les troisièmes sont encore des limons, sables ou graviers, mais alimentés par une nappe phréatique. Il est indispensable d'identifier l'obstacle pour deux raisons majeures :

- ce dernier explique une part importante des comportements de la terre arable et des plantes face aux influences saisonnières et aux travaux culturaux;
- l'identification de l'obstacle permet de savoir si la profondeur d'enracinement peut être augmentée et comment on peut y parvenir.

3. Critères liés aux constituants

Le comportement et les propriétés des constituants dépendent de critères intrinsèques (taille, propriétés physico-chimiques, composition chimique, altérabilité...) et de critères de fonctionnement du sol. La texture ne prend toute sa signification que compte tenu du régime hydrique, de l'environnement ionique, de la qualité et du taux de matière organique. On observe couramment des terres de même texture qui se comportent de façon très différente. C'est la raison pour laquelle nous plaçons en dernière position les critères liés aux constituants.

En conditions aérées et d'environnement ionique favorable à la floculation des colloïdes organo-minéraux, c'est en effet la texture qui détermine en grande partie la structure et le comportement de la terre. On observe que les terres limono-argileuses et argilo-limoneuses saines se caractérisent par une meilleure agrégation, à la fois stable et fine, parce que la teneur en argile est suffisante, sans être excessive. Les terres trop limoneuses ou trop sableuses ont par contre une stabilité structurale médiocre, liée à un manque de capacité d'échange cationique : elles sont battantes et sensibles à l'érosion. Les terres trop argileuses se structurent, mais sont saisonnièrement trop plastiques ou trop cohérentes et accroissent les difficultés de travail du sol.

En sol anoxique, ce n'est pas la texture qui détermine la structure et le comportement de la terre, mais le régime hydrique. En période de saturation par l'eau, le milieu privé d'oxygène devient réducteur. Les oxydes de fer qui adhèrent en revêtement sur les argiles (RICH et THOMAS, 1960) sont destabilisés. Leur action bénéfique sur la structure cesse et les particules se dissocient les unes des autres. Les effets de l'anoxie sont observés quelle que soit la texture (fig. 2). En période sèche, les matériaux désorganisés se comportent comme un mortier et prennent en masse. Leur consistance devient cohérente et durcie.

Parmi les contraintes liées aux constituants, la pierrosité devient une gêne pour les outils aratoires quand elle atteint un seuil élevé, d'environ 50% en volume. C'est ce taux que nous avons pris en considération.

TERRES	CLASSE DE VALEUR					
	I	II	III	IV	V	VI
AERÉES	•	◦	◻	◊	◌	
ANOXIQUES			◻	◊	◌	⊙

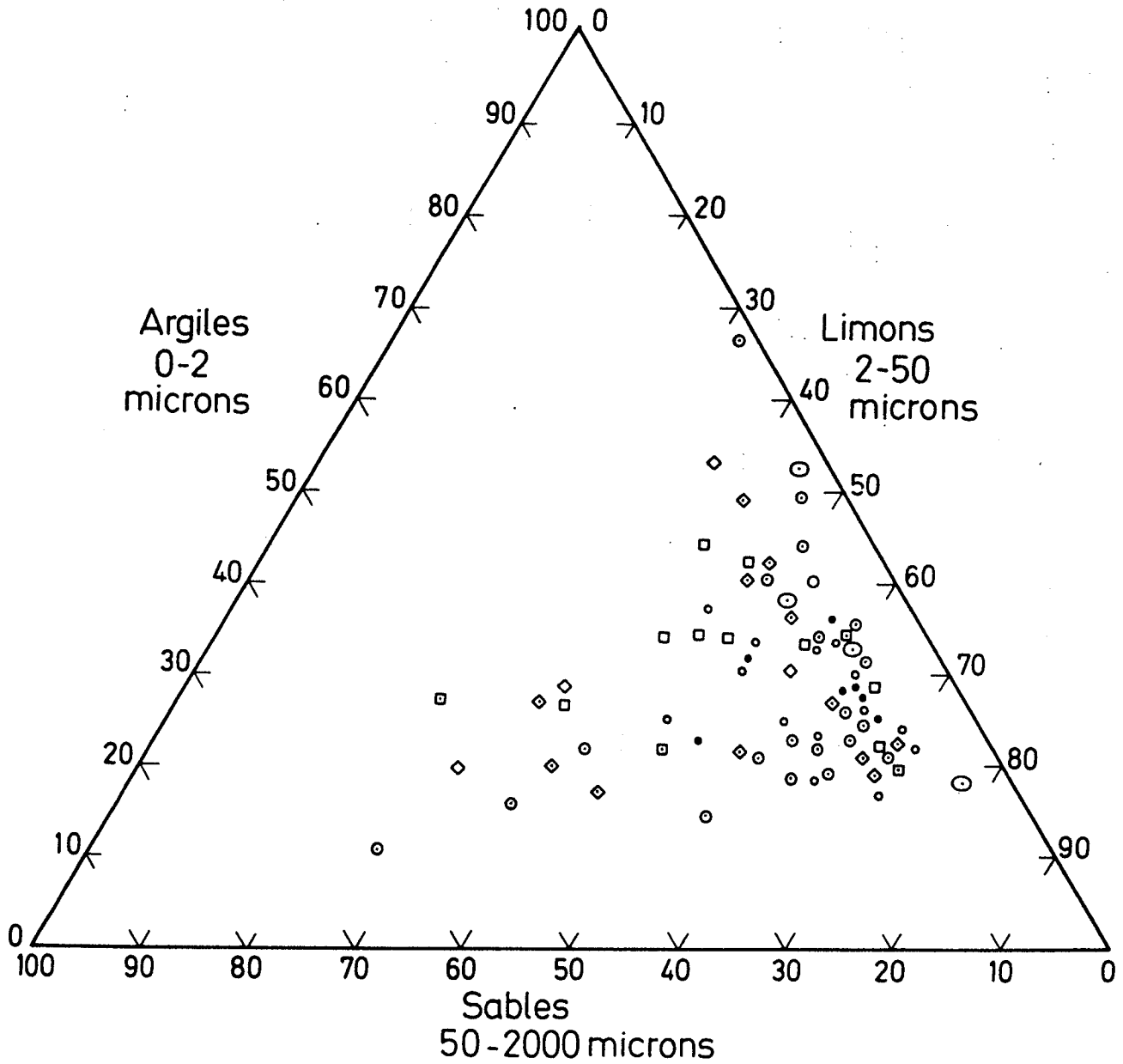


Fig.2.— Classement textural des terres montrant l'indépendance de l'anoxie et de la texture

III. CLE DICHOTOMIQUE DE CLASSEMENT DES SOLS AGRICOLES

La clé dichotomique introduit successivement les critères par ordre d'importance décroissant (tableau 1). Elle s'applique aux sols agricoles des climats tempérés humides semi-continentaux. Elle oppose à chaque niveau une propriété favorable à une contrainte. Le choix dichotomique conduit soit au niveau suivant, soit au classement.

La figure 3 en donne un extrait synoptique se rapportant aux sols de pente inférieure à 10%. On y suit clairement les itinéraires de classement. Nous en avons matérialisé deux, correspondant aux sols de sigles al/K₃ (sol brun) et la(g3)/T_{3y2} (sol brun à pseudogley) :

— le premier aboutit à la classe II en empruntant le chemin "sols aérés - profondeur rhizofonctionnelle inférieure à 60 cm - profondeur de 35 à 60 cm - obstacle dur - texture équilibrée - pierrosité nulle" ;

— le second conduit à la classe IV en parcourant le tracé "sols anoxiques - taches d'oxydo-réduction au-dessus de 60 cm - taches au-dessus de 35 cm - taches à partir de 20 cm - intensité de l'anoxie".

Au total, le classement des sols de pente inférieure à 10% qui couvrent largement la majeure partie des surfaces agricoles utiles, offre 45 possibilités. Les fréquences des classes se distribuent sur une courbe normale unimodale (tableau 3). L'écart observé entre la médiane et la moyenne provient des sols anoxiques dont le classement débute à la classe III. Nous avons jugé en effet que l'anoxie liée au régime hydrique défectueux, constitue un facteur limitant sévère

pour la facilité de mise en culture (JONES, 1979). Néanmoins, pour en nuancer la pénalisation nous avons adopté une démarche en deux temps qui introduit successivement la profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction, puis l'intensité de l'anoxie. On retrouve ce souci chez ARROUAYS (1987).

CONCLUSION

La clé dichotomique de classement présentée dans cette note, met en jeu l'interaction climat-sol dans l'utilisation polyvalente des terres agricoles. Elle place à un niveau élevé l'aération des horizons sous-jacents à la terre arable, en raison du rôle fondamental de cette caractéristique physique dans le développement des systèmes racinaires. Dans notre démarche, le régime hydrique est, par voie de conséquence, considéré comme un facteur limitant essentiel. Quand il est défectueux, il contrecarre l'optimisation de la fertilisation et accroît les difficultés d'exécution des travaux culturaux. Nous rejoignons en cela JONES (1979) et HANS *et al.* (1984) qui soulignent également l'importance des caractères physiques et la nécessité d'une meilleure quantification des régimes hydriques.

Le principe de la méthode proposée peut être facilement appliqué hors du contexte régional : il suffit pour cela d'adapter la clé et de prendre en compte les critères spécifiques de la nouvelle zone concernée. C'est un outil de synthèse performant en cartographie des sols à but finalisé et dans le choix des aménagements du domaine rural.

**TABEAU 1 - CLE DICHOTOMIQUE DE CLASSIFICATION DES SOLS
AGRICILES**

1	[	Pente supérieure à 15% _____		
		Pente inférieure à 15% - - - - -	2	CLASSE VI
2	[	Pente de 10 à 15% - - - - -	3	
		Pente inférieure à 10% - - - - -	15	
3	[	Sol aéré, poreux et meuble - - - - -	4	
		Sol mal aéré ou anoxique - - - - -	10	
4	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" supérieure à 60 cm - - - - -	5	
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure ou égale à 60 cm - - - - -	6	
5	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE III
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE IV
6	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" de 35 à 60 cm - - - - -	7	
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure à 35 cm - - - - -	8	
7	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE IV
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE V
		Forte pierrosité (plus de 50% en volume) _____		CLASSE V
8	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" de 20 à 35 cm - - - - -	9	
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure à 20 cm _____		CLASSE VI
9	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE V
		Textures déséquilibrées ou pierrosité forte _____		CLASSE VI
10	[	Taches d'oxydo-réduction nettes à partir ou au-delà de 60 cm = y_4 associé à g_4 _____		CLASSE IV
		Taches d'oxydo-réduction nettes au-dessus de 60 cm - - - - -	11	
11	[	Taches d'oxydo-réduction nettes à partir et au-delà de 35 cm = y_3 - - - - -	12	
		Taches d'oxydo-réduction nettes au-dessus de 35 cm - - - - -	13	
12	[	y_3 associé à g_4 _____		CLASSE IV
		y_3 associé à g_3 _____		CLASSE V
13	[	Taches d'oxydo-réduction nettes à partir et au-delà de 20 cm = y_2 - - - - -	14	
		Taches d'oxydo-réduction nettes au-dessus de 20 cm = y_1 _____		CLASSE VI
14	[	y_2 associé à g_3 _____		CLASSE V
		y_2 associé à g_2 _____		CLASSE VI
15	[	Sol aéré, poreux et meuble - - - - -	16	
		Sol mal aéré ou anoxique - - - - -	35	
16	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" supérieure à 60 cm - - - - -	17	
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure ou égale à 60 cm - - - - -	18	

* "équilibrées" au sens de favorable à la structuration grumeleuse.

17	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires		CLASSE I
		Sigles : $\frac{la\ ou\ al\ ou\ l^*}{obstacle\ 4}$ ou la' ou al' ou l''		
18	[	Textures déséquilibrées, argileuses ou limoneuses ou sableuses		CLASSE II
		Sigles : $\frac{al}{obstacle\ 4}$ t ou $al't$ ou $\frac{l\ ou\ sl}{obstacle\ 4}$ b ou $l'b$ ou $sl'b$ ou sb		
19	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" de 35 à 60 cm	-----	19
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure ou égale à 35 cm	-----	24
20	[	Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau dur (roche ou horizon)	-----	20
		Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau meuble (roche ou horizon)	-----	21
20	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires		
		. sans pierrosité	: $\frac{la\ ou\ al\ ou\ l^*}{obstacle\ 3}$	CLASSE II
		. avec pierrosité forte	: $\frac{la\ ou\ al\ ou\ l^*}{obstacle\ 3}$ r	CLASSE III
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses		
21	[	. sans pierrosité	: $\frac{al}{obstacle\ 3}$ t ou $\frac{l\ ou\ ls}{obstacle\ 3}$ b	CLASSE III
		. avec pierrosité forte	: $\frac{al}{obstacle\ 3}$ tr ou $\frac{l\ ou\ ls}{obstacle\ 3}$ br	CLASSE IV
21	[	Meuble alimenté en eau par une nappe phréatique	-----	22
		Meuble sec	-----	23
22	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses, ou limoneuses calcaires		CLASSE I
		Sigles : $\frac{la'\ ou\ al'\ ou\ l^*}{sl_3\ ou\ s_3}$		
23	[	Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses		CLASSE II
		Sigles : $\frac{l\ ou\ s}{sl_3\ ou\ s_3}$ b ; $\frac{al}{sl_3}$ t		
23	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires	-----	CLASSE II
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses	-----	CLASSE III
24	[	Profondeur "rhizofonctionnelle" de 20 à 35 cm	-----	25
		Profondeur "rhizofonctionnelle" inférieure ou égale à 20 cm	-----	30
25	[	Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau dur (roche ou horizon)	-----	26
		Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau meuble (roche ou horizon)	-----	27

26	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires		
		. sans pierrosité : $\frac{\text{la ou al ou l}^*}{\text{obstacle 2}}$ i _____		CLASSE III
	. avec pierrosité forte : $\frac{\text{la ou al ou l}^*}{\text{obstacle 2}}$ ri _____		CLASSE IV	
	Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses			
[	. sans pierrosité : $\frac{\text{al}}{\text{obstacle 2}}$ ti ou $\frac{\text{l ou ls}}{\text{obstacle 2}}$ bi _____		CLASSE IV	
	. avec pierrosité forte : $\frac{\text{l ou ls}}{\text{obstacle 2}}$ rbi _____		CLASSE V	
27	[	Meuble alimenté en eau par une nappe phréatique -----	28	
		Meuble sec -----	29	
28	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE II
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE III
29	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE III
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE IV
30	[	Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau dur (roche ou horizon) -----	31	
		Obstacle physique à l'enracinement formé par un niveau meuble (roche ou horizon) -----	32	
31	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires		
		. sans pierrosité : $\frac{\text{la ou al ou l}^*}{\text{obstacle 1}}$ i _____		CLASSE IV
	. avec pierrosité forte : $\frac{\text{la ou al ou l}^*}{\text{obstacle 1}}$ ri _____		CLASSE V	
	Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses			
[	. sans pierrosité : $\frac{\text{al}}{\text{obstacle 1}}$ ti ou $\frac{\text{l ou ls}}{\text{obstacle 1}}$ bi _____		CLASSE V	
	. avec pierrosité forte : $\frac{\text{l ou ls}}{\text{obstacle 1}}$ rbi _____		CLASSE VI	
32	[	Meuble alimenté en eau par une nappe phréatique -----	33	
		Meuble sec -----	34	
33	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE III
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE IV
34	[	Textures "équilibrées", limono-argileuses, argilo-limoneuses ou limoneuses calcaires _____		CLASSE IV
		Textures déséquilibrées, argileuses, limoneuses ou sableuses _____		CLASSE V

35	[	Taches d'oxydo-réduction nettes à partir ou au-delà de 60 cm = y_4 associé à g_4			
		$\text{Sigles : } \frac{\text{texture}}{\text{obstacle}_{3-4} y_4} g_4 ; \frac{(\text{texture})'}{y_4} g_4$	-----	CLASSE III	
36	[	Taches d'oxydo-réduction nettes au-dessus de 60 cm -----	36		
		Taches d'oxydo-réduction nettes à partir et au-delà de 35 cm = y_3 -----	37		
37	[	Taches d'oxydo-réduction nettes au-dessus de 35 cm -----	38		
		$\text{Sigles : } \frac{\text{texture}}{\text{obstacle}_{2-4} y_3} g_4 ; \frac{(\text{texture})'}{y_3} g_4$	-----	CLASSE III	
38	[	y_3 associé à g_3			
		$\text{Sigles : } \frac{\text{texture}}{\text{obstacle}_{2-4} y_3} g_3 ; \frac{(\text{texture})'}{y_3} g_3$	-----	CLASSE IV	
39	[	y_2 associé à g_2			
		$\text{Sigles : } \frac{\text{texture}}{\text{obstacle}_{2-4} y_2} g_2 ; \frac{(\text{texture})'}{y_2} g_2$	-----	CLASSE V	
40	[	y_1 associé à g_1			
		$\text{Sigles : } \frac{\text{texture}}{\text{obstacle}_{2-4} y_1} g_1 ; \frac{(\text{texture})'}{y_1} g_1$	-----	CLASSE VI	

TABLEAU 2 - Fréquences des classes de valeur portant sur l'examen des sols de pente inférieure à 10 %

CLASSES	I	II	III	IV	V	VI
FREQUENCES	2/45	6/45	12/45	13/45	9/45	3/45

BIBLIOGRAPHIE

- ARROUAYS D., 1987 — Cartographie des sols et comportements agronomiques. *Sci. du Sol*, 25 (1), 43-58.
- BIBBY J.S. & MACKNEY D., 1969 — Land use capability classification. *Soil Surv. Tech. Monogr.* n° 1, 1-12.
- BOIFFIN J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M. & CANEILL J., 1982 — Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne crayeuse. III. Influence des variations pédologiques; conséquences pour la conduite de la culture. *Agronomie*, 2 (5), 417-428.
- BRUCKERT S., 1986 a — Méthode de désignation des sols appliquée à la connaissance des terres agricoles des plateaux francs-comtois de basse altitude. *Ann. scient. Université de Besançon, Biol. vég.* 4 (6), 31-36.
- BRUCKERT S., 1986 b — Carte de la valeur pédologique et agronomique des terres des Hauts du Val de Saône. Notice générale, 150 p.
- CALLOT G., CHAMAYOU H., MAERTENS C. & SALSAC L., 1983 — Mieux comprendre les interactions sol-racines. Incidence sur la nutrition minérale. INRA, Paris, 325 p.
- CALLOT G. 1984 — Structure pédologique et fonctionnement du sol en relation avec la production végétale. Analyse au niveau parcellaire. *Science du sol, Bull. A.F.E.S.*, n°2, 167-181.
- DUCLOS G., 1971 — Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence. *Bull. A.F.E.S.*, 6, 33-46.
- GUIDE FEDERAL D'ESTIMATION DES BIENS FONDS AGRICOLES, 1979 - BERN, 182 p.
- HAANS J.C.F.M. & STEUR G.G.L. (Wageningen, NL) & HEIDE G. (Keffe, RFA) — Progrès dans l'évaluation des terres. Compte-rendu d'un séminaire sur la cartographie des sols et l'évaluation des terres, Wageningen (Hollande) - 26-29 sept. Rotterdam, A.A. Balkema.
- HALLAIRE V., 1981 — L'évaluation des sols de prairie permanente. Thèse Doc. Ing. INA-PG, 196 p.
- HARROD T.R., 1979 — Soil suitability for grassland. "Soil survey applications - Soil survey technical Monograph, n° 13, 51-70. Edited by M.G. Jarvis and D. Mackney, Harpenden.
- HENIN S., 1960 — Le profil cultural. Principes de physique du sol. 320 p. Société Edition des Ingénieurs Agricoles, 129 bd St. Germain - Paris.
- JONES R.J.A., 1975 — Soils in Staffordshire II : Sheet SJ82 (Eccleshell). *Soil surv. Rec.* n° 31, 158 p.
- JONES R.J.A., 1979 — Soils of the Western Midlands grouped according to Ease of Cultivation. Soil survey application - Soil survey technical Monograph n° 13, 24-42. Edited by M.G. Jarvis and D. Mackney, Harpenden.
- MATHIEU, 1976 — Atlas de Franche-Comté n°6. Institut de Géographie. Université de Besançon.
- MONDON G., 1978 — Pédologie et classement des terres pour le remembrement, INA-PG.
- RICH Cl. & THOMAS C.W., 1960 — The clay fraction of soils. *Adv. Agron.*, 12, 1-39.
- SEBILLOTTE M., BOIFFIN J., CANEILL J. & MEYNARD J.M., 1978 — Sécheresse et fertilisation azotée du blé d'hiver. Essai d'analyse au champ par l'étude des composants de rendements. *Science du sol*, 3, 197-214.
- THOMASSON A.J., 1971 — Soils of the Melton Mowbray district, Mem. *Soil surv. GtBr*, 118 p.