

---

# Classement des sols et classement des terres pour l'aménagement foncier

## Méthodes et adaptation en Alsace

J.-P. Party<sup>(1\*)</sup>, J. Sauter<sup>(2)</sup>, M. Lux<sup>(3)</sup> et N. Muller<sup>(1)</sup>

1) Sol-Conseil, 251 route de la Wantzenau, 67000 Strasbourg

2) ARAA, 2 rue de Rome, BP 30022 Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex

3) Conseil Général du Haut-Rhin, 100 avenue d'Alsace, BP 20351, 68006 Colmar

\*: Auteur correspondant: jpparty@wanadoo.fr

### RÉSUMÉ

En France, les opérations d'aménagement foncier passent par un classement des terres traditionnellement réalisé par une Commission Communale d'Aménagement Foncier (CCAF) réunissant exploitants agricoles, propriétaires fonciers, conseillers municipaux, géomètres et agents du Département. En milieu agricole, la méthode utilisée est estimative et basée sur les rendements de plusieurs parcelles de référence vis-à-vis desquelles toutes les autres sont classées par comparaison.

En Alsace, depuis 2010, le Conseil Général du Haut-Rhin, du fait d'enjeux territoriaux importants susceptibles de biaiser les classements de terre, a exprimé la volonté d'acquisition d'une base plus objective. Ainsi, une méthode de classement des sols s'appuyant sur des études cartographiques à 1/5 000 - 1/10 000 sur assemblage cadastral a été mise au point à partir d'essais antérieurs et des pratiques actuelles de pays frontaliers (Belgique, Allemagne, Suisse). Nous en présentons 2 exemples de cas concrets, les atouts et les limites de cet apport complémentaire aux travaux plus classiques du géomètre, ainsi que les actions de formation et d'information qui en ont été dérivées ces 3 dernières années auprès d'agents de la fonction publique territoriale.

Plus généralement enfin, la méthode proposée pourrait s'inscrire dans une démarche appliquée à d'autres espaces du territoire français, notamment dans les espaces péri-urbains dans lesquels les enjeux de consommation d'espace deviennent cruciaux. Des réflexions sont d'ailleurs en cours à l'ADEME (programme GESSOL / UQUALISOL-ZU) et au sein du RMT Sols et Territoires (<http://www.sols-et-territoires.org/>) sur ce sujet d'actualité.

### Mots clés

Cartographie à grande échelle, Sol, Aménagement foncier, Classement des terres, Classement des Sols, Alsace.

## SUMMARY

### SOIL AND LAND RANKING FOR LAND IMPROVEMENT: methods and adaptation in Alsace region (France)

In France, land improvement processes commonly begin with a land ranking carried out by a local land improvement committee (« Commission Communale d'Aménagement Foncier - CCAF ») gathering farmers, landowners, local land advisers, surveyors and departmental council members. Usually, an estimate method based on field productivity of a few reference parcels is used and all other parcels are classified by comparison with these ones.

In Alsace region, because of important territorial stakes, which are likely to change the direction of such a classification, the Haut-Rhin departmental council (« Conseil Général du Haut-Rhin ») decided to develop a more objective method since 2010.

Thus, a soil ranking method based on large scale studies (i.e. 1/5 000 - 1/10 000) was developed using French former tests and current practices of some frontier countries (Belgium, Germany, Switzerland). We present 2 case studies, with the advantages and limitations of a complementary operation to the usual work of the surveyor. Consequently, some actions of information and education were carried out with the agents of the French territorial public function during these last 3 years.

Finally and more generally, the proposed method could be adapted to other French regions, particularly in perish-urban spaces where the stakes of space consumption become crucial. Considerations are currently in progress at the French environmental agency (ADEME (« GESSOL / UQUALISOL-ZU » program) and in the Combined Technology Network « Soils and Territories » (Réseau Mixte Technologique « Sols et Territoires » - <http://www.sols-et-territoires.org/>).

#### Key-words

Large scale mapping study, Soil, Land improvement, Land classification, Soils classification, Alsace region (France).

## RESUMEN

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y CLASIFICACIÓN DE TIERRAS PARA LA ORDENACIÓN RURAL: métodos y adaptación en Alsacia

En Francia, las operaciones de ordenación rural necesitan una clasificación de tierras tradicionalmente realizada por una comisión comunal de ordenación rural (CCAF) que reúne agricultores, propietarios, consejeros municipales, agrimensores, y personales del departamento. En medio agrícola, el método usado está estimativo y basado sobre los rendimientos de varias parcelas de referencia enfrente de las cuales todas las demás se clasifican por comparación.

En Alsacia, desde 2010, la asamblea departamental del Alto-Rin, en razón de desafíos territoriales importantes susceptibles de falsear las clasificaciones de tierras, expresó su voluntad de adquisición de una base más objetiva. Así, se desarrolló un método de clasificación de suelos que se apoye sobre estudios cartográficos a 1/5 000 – 1/10 000 sobre mapa catastral a partir de ensayos anteriores y de prácticas actuales en países fronterizos (Bélgica, Alemania, Suiza). Presentamos dos ejemplos de casos concretos, los beneficios y los límites de este aporte complementario a los trabajos más clásicos de agrimensor, así que las acciones de formación y de información que fueron dadas durante estos tres últimos años a agentes de la función pública territorial.

En fin, más generalmente, el método propuesto podría inscribirse en un enfoque aplicado a otros espacios del territorio francés, especialmente en los espacios periurbanos en los cuales los desafíos de consumación de espacio son cruciales. Reflexiones están también en curso a ADEME (programa GESSOL / UQUALISOL –ZU) y al seno de RMT Suelos y Territorios (<http://www.sols-et-territoires.org/>) sobre este tema de actualidad.

#### Palabras clave

Cartografía a grande escala, suelo, ordenación rural, clasificación de tierras, clasificación de suelos, Alsacia.

**D**epuis plusieurs années, les collectivités territoriales ont la responsabilité de projets d'aménagements urbains et routiers. Dans les projets de voirie, que ce soit pour la route ou le chemin de fer (Lignes à Grande Vitesse), ceux-ci peuvent être associés à un aménagement foncier. Cet aménagement consiste principalement en une re-définition et une ré-attribution des parcelles aux propriétaires et aux exploitants des périmètres concernés. Pour cela, outre l'étude d'impact sur l'environnement, une étude est menée par un géomètre. Ce dernier, avec l'aide d'une commission communale d'aménagement foncier (CCAF) qu'il anime, procède au recensement de toutes les parcelles. Traditionnellement, toujours avec la CCAF, le géomètre procède à un classement des terres sur la base de parcelles de référence visitées sur le terrain au préalable. Cette méthode est inscrite en France tous les projets d'aménagement foncier.

Toutefois, du fait d'un nombre d'agriculteurs en baisse constante depuis un demi-siècle et d'enjeux territoriaux importants dans les régions à forte densité de population dont l'Alsace fait partie (225 habitants / km<sup>2</sup>), le Conseil Général du Haut-Rhin a décidé d'introduire une étude des sols à grande échelle préalable à ce type d'opérations. En effet les études existantes dans ce département à plus petite échelle (Party, 2001, Party *et al.*, 2001, Party *et al.*, 2012) n'étaient pas en mesure de répondre à l'exigence de précision demandée. Les objectifs de cette phase supplémentaire d'étude des sols sont les suivants:

- d'abord, apporter une base de qualification des sols aussi objective que possible afin d'éviter tout biais spéculatif au classement des terres,
- ensuite, réaliser cette base à partir d'un référentiel unique pour toutes les communes en vue de construire une base détaillée concernant les sols au plan départemental réutilisable pour d'autres usages,
- enfin et surtout, assister le géomètre et la collectivité pour apporter une aide aux décisions de classement de la CCAF.

Il ne s'agit en aucun cas pour le pédologue ni d'imposer un classement des terres *a priori*, ni de se substituer au géomètre. Le pédologue est mandaté par la collectivité pour proposer le classement des sols qu'il a cartographiés, le soumettre à un débat contradictoire à la commission en apportant toutes les précisions nécessaires pour aider les membres de la commission et le géomètre à parvenir au classement de terres le plus conforme possible aux réalités du terrain.

Cet article présentera d'abord les essais du même ordre qui ont pu être réalisés antérieurement en France et dans quelques pays européens limitrophes. Ensuite, la méthode développée et un aperçu de résultats obtenus dans le cas de deux communes du Haut-Rhin seront présentés. Enfin, les possibilités d'amélioration et ce qu'elles impliquent seront discutées.

## Revue sommaire des méthodes existantes

Le classement des terres à partir de données pédologiques n'est pas courant sur le territoire français. A notre connaissance, il n'y a eu que peu de tentatives:

- l'une pour la classification et la notation des terres agricoles en regard des baux ruraux par arrêté préfectoral pour le département d'Indre-et-Loire (Studer, 1977),
- d'autres dans quelques études d'impact préalables au remembrement dans le Haut-Rhin à la fin des années 70,
- enfin, pour toute la France, avec l'établissement des Cartes Départementales des Terres Agricoles (CDTA) inscrites dans l'article 73 de la loi d'orientation agricole du 4 juillet 1980.

La première tentative semble avoir été un cas isolé dans le temps et dans l'espace, la seconde liée à la présence d'un opérateur géomorphologue. Seule la troisième concernant les CDTA a eu une portée systématique et sa réalisation inscrite dans un texte de loi. Toutefois, notamment du fait de délais assez restreints, la précision de ces cartes correspondait à des échelles de 1/25000 - 1/50000, soit une observation pour 10 à 15 ha au mieux, le plus souvent de 30 à 40 ha. Ces cartes n'ont pas nécessairement fait l'objet de levés pédologiques, non obligatoires par ailleurs. Ainsi, du fait de l'inadéquation avec les besoins de précision parcellaire, ces classements n'ont, de fait, jamais été pris en compte dans les opérations d'aménagement et ce programme a été abandonné après quelques années.

Néanmoins, cette période de la fin des années 70 et des années 80 a permis de recenser les méthodologies existantes, d'en élaborer d'autres (Bégon *et al.*, 1978, Geissert, 1981, Llauro-Duran, 1983, Duclos, 1985, Guyot et Bornand, 1987, Bruckert, 1989), et d'en faire une analyse critique (Marin-Lafèche et Solau, 1982). D'autres méthodes ont aussi été recensées dans les pays européens voisins:

- à l'échelle des paysages (1/200000) en Suisse (Office Fédéral de l'Agriculture, de 1980 à 2013),
- à l'échelle parcellaire en Allemagne (Gesetz über die Schätzung des Kulturbodens, loi du 6.10.1965),
- à grande échelle en Belgique (loi sur le remembrement du 25.06.1956), avec de nombreux travaux anciens (Scheys, 1959, Winjhoven, 1959, Baeyens, 1959, Berce, 1970) ou plus récents (Mokhadem, 1995, Morelle et Lejeune, 2000).

En France, sauf exception, toutes ces méthodes se sont appuyées sur les paramètres intrinsèques des sols facilement observables avec une tarière, soit:

- la Réserve Utile en eau (RU), tenant compte de l'épaisseur de chaque horizon, de sa texture (teneurs en sables, limons et argile) et de sa teneur en éléments grossiers selon une profondeur d'enracinement prospectable supposée vis-à-vis d'un niveau d'obstacle,
- l'hydromorphie (Hy), soit les manifestations de l'excès d'eau dans le sol constatées par la profondeur d'apparition et l'intensité des taches d'oxydation et/ou de réduction du fer et du manganèse,

- l'état calcique du sol principalement constaté par l'intensité de l'effervescence à l'acide chlorhydrique dilué du fait de la présence de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) ou de son absence.

C'est sur cette base que nous nous sommes appuyés pour développer une méthodologie adaptée à l'aménagement foncier en système de grandes cultures. Nous nous sommes aussi servi de l'expérience acquise lors de l'établissement des CDTA auquel nous avons participé par le passé notamment en Alsace, ainsi que sur les modalités de classement des terres utilisées en Belgique.

## MÉTHODE ADOPTÉE

### La caractérisation et les paramètres de classement intrinsèques des sols

Dans un premier temps, pour ces études, une cartographie des sols a été établie à grande échelle (1/10 000), soit avec 1 sondage par hectare et 1 profil de sol pour environ 50 ha en moyenne. Cette cartographie a été reportée dans un système d'information géographique (SIG) sur fond topographique (scan25 de l'IGN agrandi au 1/10 000) et sur assemblage cadastral (1/5 000 réduit à 1/10 000).

Dans un second temps, chacune des unités de la carte des sols établie a été associée à un classement des paramètres synthétiques cités plus haut (RU, Hy et  $\text{CaCO}_3$ ) selon le *tableau 1*.

Le nombre de classes, soit 7, a été adopté pour s'adapter aux principes de classement des terres traditionnellement en usage dans le Haut-Rhin. Ce nombre peut varier, par exemple, c'est 9 en Meurthe-et-Moselle ou bien 11 en Belgique, la segmentation des paramètres sols y étant adaptable.

Ces classes de paramètres permettent ainsi de tenir compte de la quasi-totalité des observations possibles à la tarière à main. Seul, le statut organique des sols n'est pas pris en compte. Ceci est lié à sa variabilité possible à l'échelle de quelques années et des analyses chimiques nécessaires à la parcelle pour son éva-

luation précise, à la fois coûteuses en temps et en moyens. Il n'est pas assuré non plus que la prise en compte de ce statut apporte un bénéfice décisif, ni un changement significatif du classement des sols.

### Les principes de classement des sols

Une fois les paramètres précédents établis et classés, la méthode la plus courante consiste à classer les sols selon le paramètre présentant la classe la plus contraignante. Cette méthode présente cependant l'inconvénient de mettre en avant le principal défaut des sols au détriment de ses autres qualités.

Pour classer chacune des unités de sol, nous avons donc opté pour une méthode pondérant les différents paramètres de façon à rechercher un équilibre de classement entre les défauts et les qualités d'un sol donné. Ainsi, la moyenne des classes de paramètres a été établie sur les principes suivants:

- dans les cas où l'écart de classe RU/Hy est  $\leq 2$ , nous retenons la moyenne en valeur absolue de ces 2 paramètres,
- toutefois, si l'écart RU/Hy est  $\geq 3$ , nous retenons alors la contrainte la plus importante, car son poids devient alors majeur sur la qualité intrinsèque du sol.

A titre d'exemple, dans le cas de sols limoneux profonds qui présentent une classe RU = 1 et une classe Hy = 2, la valeur absolue de sa moyenne (1,5) est égale à 1. La classe de sol retenue sera donc 1. En revanche, dans le cas de sols caillouteux ou sableux peu profonds qui présentent une classe RU = 4 ou 5 et une classe Hy = 1, on retient pour classe de sol la valeur la plus contraignante, soit 4 ou 5.

L'état calcique du sol est ensuite mis à contribution pour relever ( $\text{CaCO}_3 = 1$  ou 2) ou baisser ( $\text{CaCO}_3 = 5$ ) d'une unité le classement ainsi obtenu, les niveaux  $\text{CaCO}_3 = 3$  ou 4 restant neutres vis-à-vis du classement.

En ce qui concerne les caractères externes au sol, le cas échéant, deux peuvent être retenus:

- la pente moyenne associée à chaque polygone des unités de sols définies,

**Tableau 1** - Classement des paramètres synthétiques des unités de sols.

*Table 1 - Synthetic parameters classification of mapping soils units.*

Classe	RU (mm)*	Hy	$\text{CaCO}_3$
1	> 200	H0 – pas de taches	calcaire
2	160 – 200	H1 – taches rouille > 80 cm	calcique à calcaire
3	120 - 160	H2 – taches gris-rouille de 40/50 à 80 cm	calcique
4	80 - 120	H3 – taches gris-rouille de 25/30 à 40/50 cm	peu acide
5	40 - 80	H3+ - taches gris-rouille dès la surface	acide
6	< 40	H4 – couleur grise généralisée avant 80 – 100 cm	-
7	<< 40	Mouillères – sorties de sources	-

\* outre la profondeur et la texture, les cailloux ont été pris en compte pour le calcul de la RU selon 5 classes: 0 = pas ou très peu de cailloux (< 5 %), 1 = peu de cailloux (5-15 %), 2 = cailloux assez nombreux (15-30 %), 3 = nombreux cailloux (30-50 %), 4 cailloux très nombreux (> 50 %)

**Tableaux 2 a et b** - Classement des paramètres externes aux sols: pente et effet de lisière.

**Table 2 a and b** - External parameters classification : slope and edge effect.

**2a: pente**

Catégorie de pente	Incidence sur la valeur de classe
< 3 %	0
3 - 7 %	0
7 - 15 %	+ 1
> 15 %	+ 2

**2b: effet de lisière**

Situation de la terre / lisière	Bande de dévaluation (en mètres)	Dévaluation en classe
au sud	15	+ 1
à l'est ou à l'ouest	20	+ 2
au nord	25	+ 3

- les lisières des bois du fait des effets sur les états d'humidité et de température qu'elles induisent dans les sols et sur les cultures.

Les tableaux suivants présentent les valeurs utilisées qui se sont appuyées d'une part sur les expériences antérieures citées précédemment ainsi que sur des mesures et enquêtes faites localement (*tableaux 2a et 2b*).

D'autres facteurs pourraient être pris en compte. Ainsi, outre le statut organique que nous avons déjà évoqué, la battance des sols pourrait être estimée et mise en relation avec l'aléa climatique en vue d'évaluer les risques de ruissellement et d'érosion. Cela nécessite cependant comme pour le statut organique, de nombreuses analyses de surface qui sont rarement disponibles en quantités suffisantes.

Enfin, certains caractères ne peuvent réellement pas être retenus:

- la fumure des sols ne peut être prise en compte car elle n'a qu'un caractère temporaire vis-à-vis d'une culture donnée,
- le drainage, car l'étude des sols prend, de fait, en compte cet aspect; en outre, il faudrait, d'une part, connaître toutes les parcelles drainées et, d'autre part, leur qualité de fonctionnement qui peut être très inégale en fonction de l'âge des réseaux et de leur qualité de pose initiale. Bien souvent, ces conditions ne peuvent pas être remplies de façon équitable partout.

## RÉSULTATS OBTENUS POUR 2 EXEMPLES

La méthode décrite précédemment a été appliquée à ce jour dans 6 communes du Haut-Rhin. Nous en présentons 2 exemples, l'un montrant les résultats convergents entre classement des sols et classement des terres à l'issue de l'étude des sols, l'autre montrant les divergences d'un classement antérieur à l'étude des sols et ce qu'il en est advenu.

### 1<sup>er</sup> exemple: commune de Rouffach (Party et Muller, 2013)

Cette commune, située dans la partie Sud de la plaine d'Alsace à environ 90 km de Strasbourg et 20 km de Colmar, est occupée pour moitié en vignes sur les coteaux et pour l'autre moitié en grandes cultures dans la plaine ello-rhénane. Les travaux d'aménagement foncier sont liés au prochain aménagement d'une route départementale. La commune a donc décidé d'y associer un aménagement foncier qui porte sur environ 1 500 ha de plaine.

L'étude des sols a été menée selon les protocoles habituellement utilisés en science du sol pour les études cartographiques de précision. Il s'agit d'une approche à l'ilot parcellaire réalisée à l'aide de sondages à la tarière à main jusqu'à 1,20 m de profondeur ou à refus avec une densité d'observations de 1 sondage pour 1,4 ha. Ce maillage de prospection permet de statuer sur le classement des sols à l'échelle de l'ilot parcellaire. Les sondages ont été réalisés de façon régulière du fait de la topographie très plane des lieux (0,1 à 0,2 % de pente moyenne sur 10 km). A l'issue de cette cartographie réalisée préalablement au classement des terres, les 18 unités de sols définies ont été regroupées en 4 ensembles comme suit (*figure 1*):

- CALCOSOL ou CALCISOLS parfois faiblement rédoxiques de loess, lehm-loess et lehm plus ou moins remaniés des bas de collines (unités 1 à 4, jaune-orangé sur *figure 1*),
- BRUNISOLS colluviques ou FLUVIOSOLS-COLLUVIOSOLS faiblement rédoxiques à rédoxiques des colluvions et alluvions limoneuses et argileuses proches de la Lauch (unités 5 à 8, en vert kaki et rouge bordeaux sur *figure 1*),
- FLUVIOSOLS plus ou moins rédoxiques des alluvions plus ou moins limoneuses et caillouteuses de la Thur (unités 9 à 12 en vert clair sur *figure 1*),
- FLUVIOSOLS rédoxiques à fortement rédoxiques des alluvions argileuses de la Thur (unités 13 à 16 en vert foncé et bleu sur *figure 1*).

Figure 1 - Répartition des sols de Rouffach (Party et Muller, 2013).

Figure 1 - Soils repartition for Rouffach.

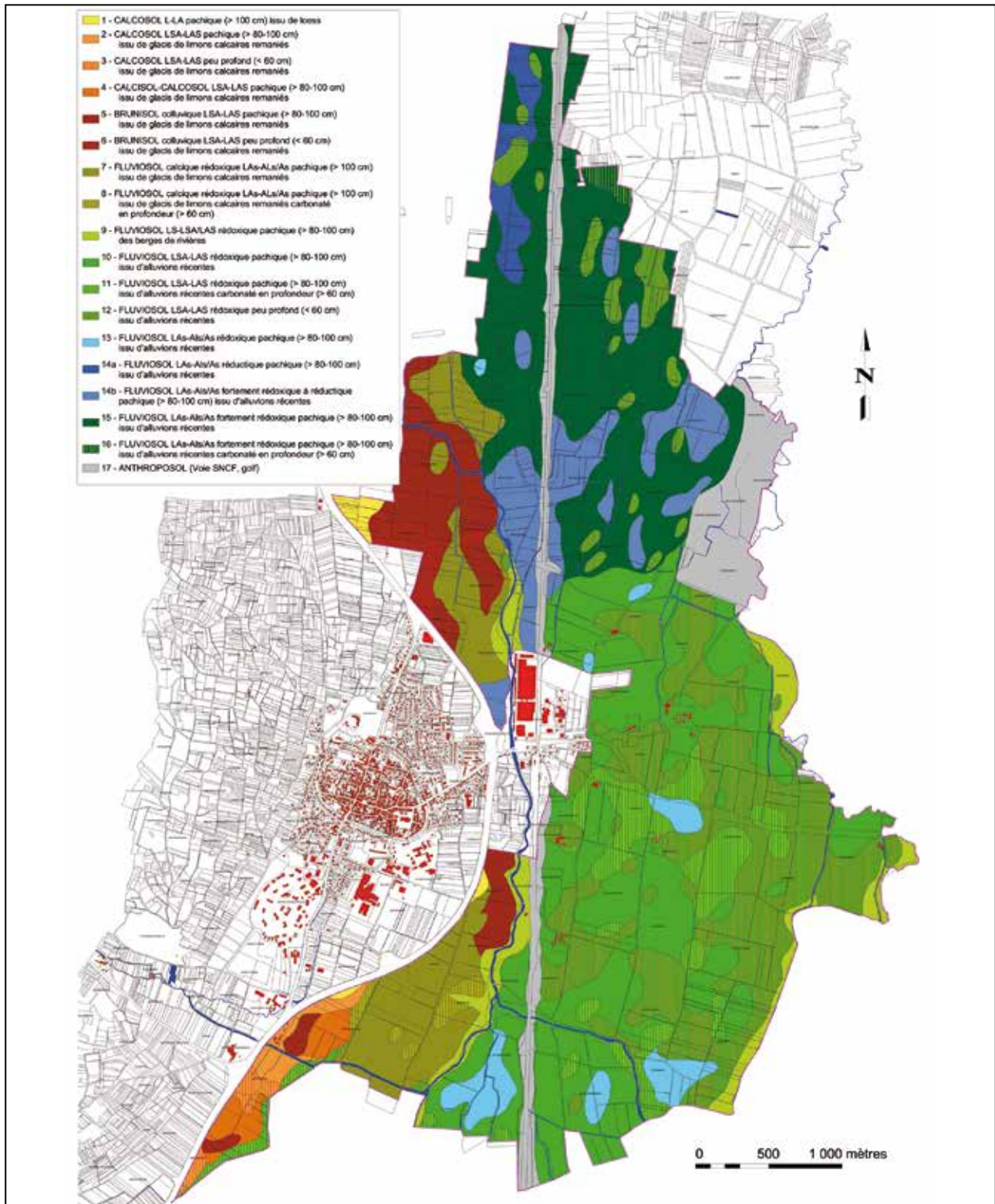


Figure 2 - Classement des sols de Rouffach (Party et Muller, 2013).

Figure 2 - Soils classification for Rouffach

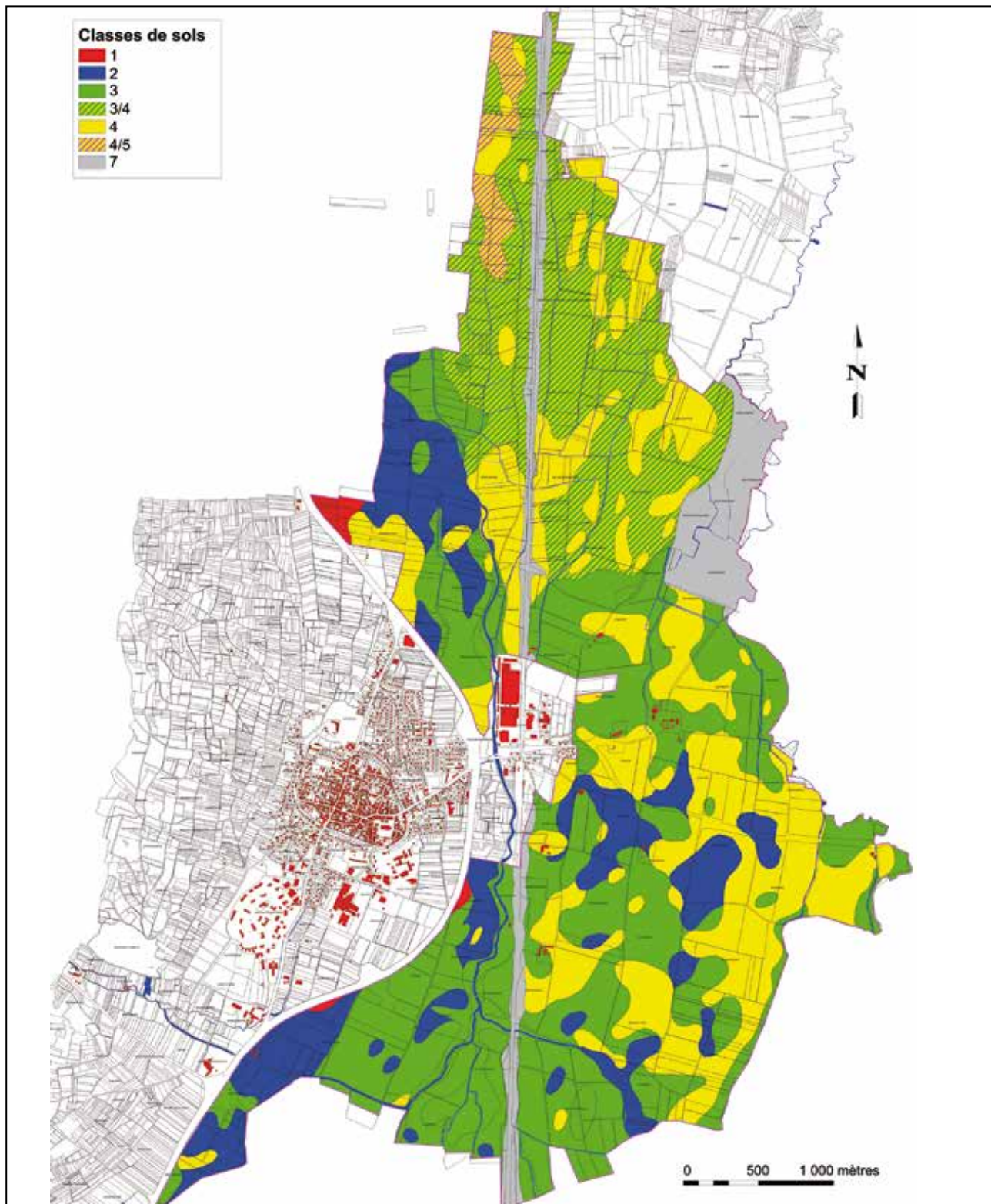


Figure 3 - Classement des terres de Rouffach (Party et Muller, 2013, d'après CCAF Rouffach).

Figure 3 - Land ranking for Rouffach.

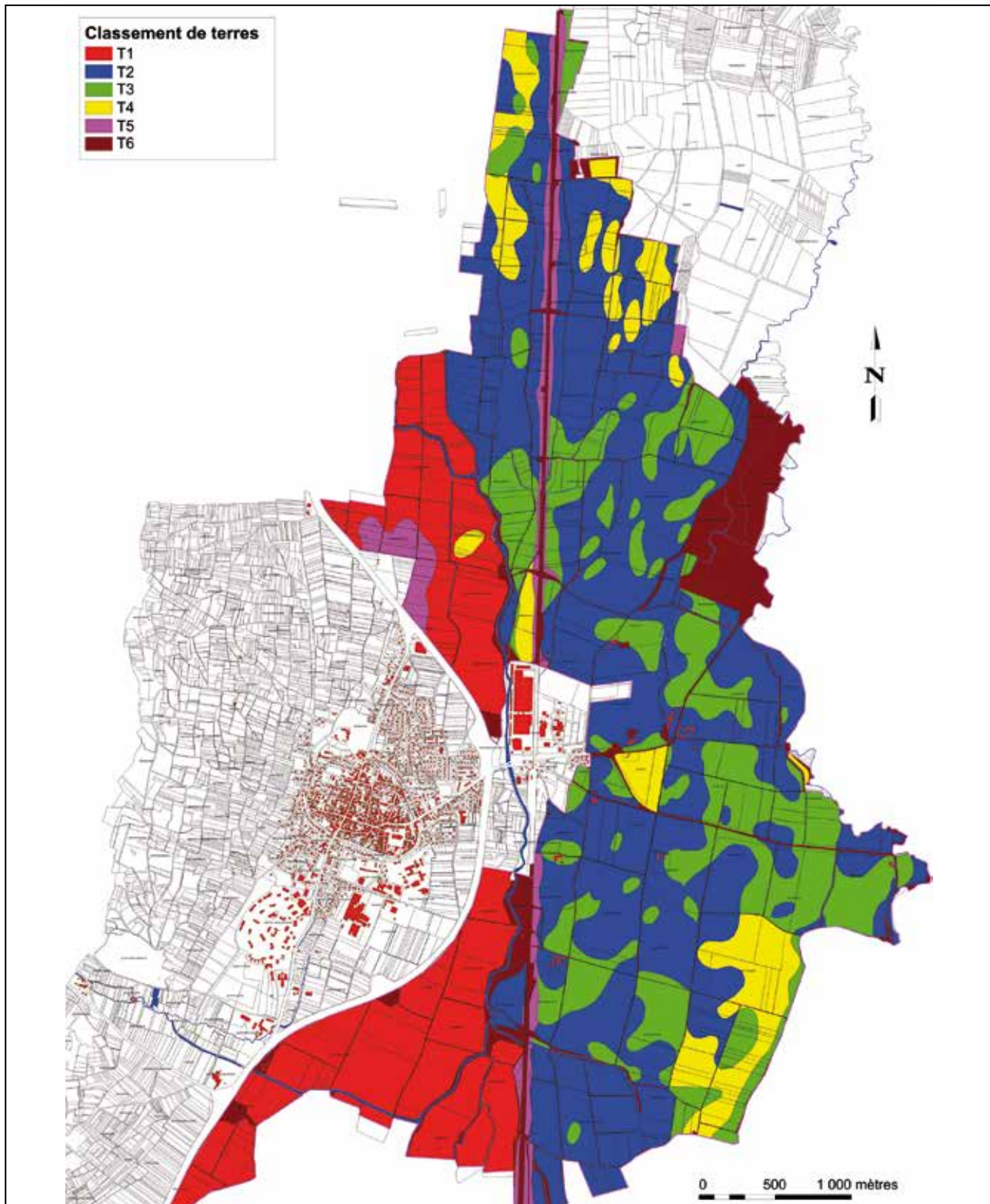
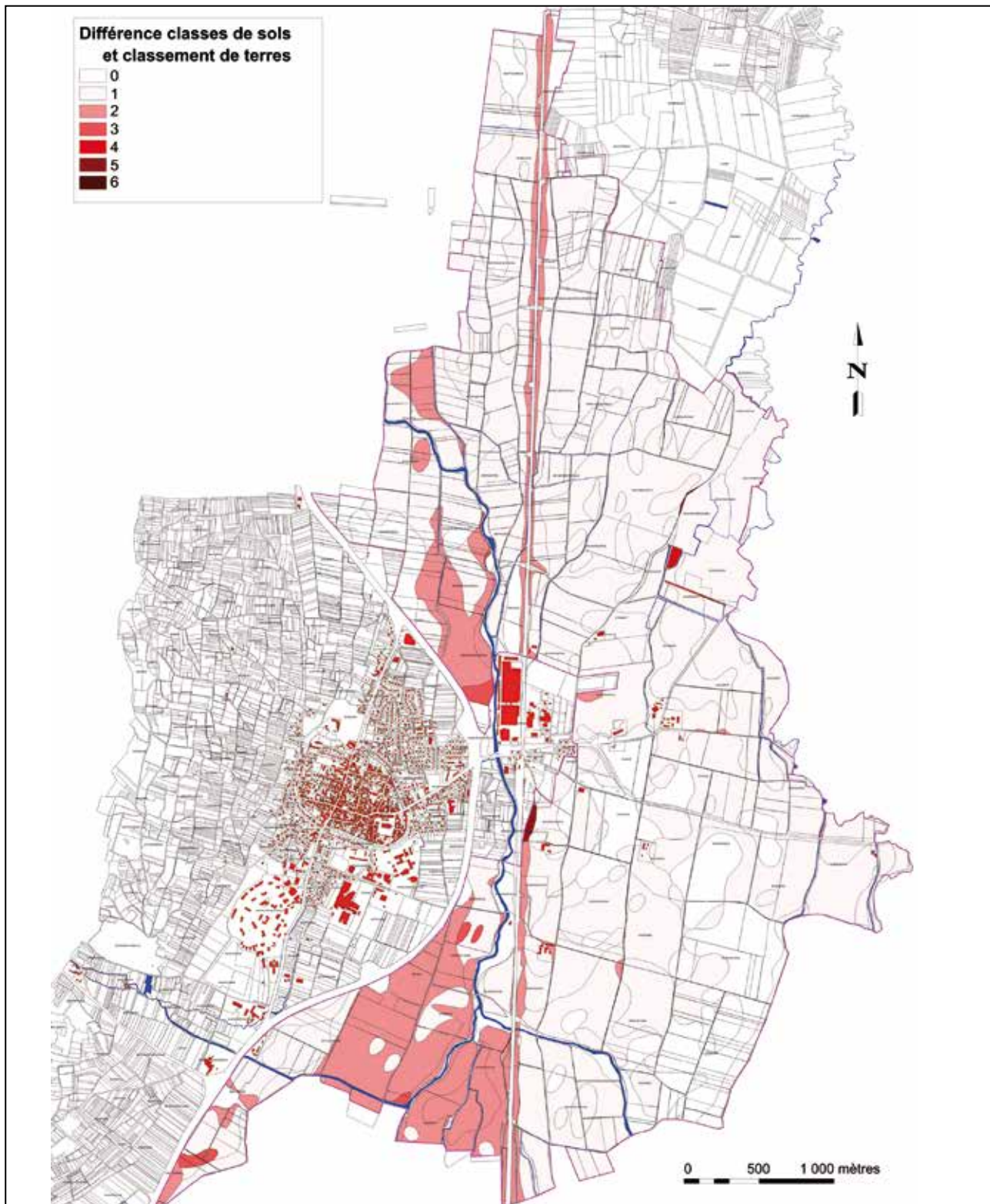




Figure 4 - Différences de classements terres/sols (en rose) à Rouffach (Party et Muller, 2013).

Figure 4 - Differences between land ranking and soil classification (pink color) for Rouffach.



**Tableau 3** - Classes, surfaces et unités de sols correspondantes pour Rouffach.

**Table 3** - Classes, areas and corresponding mapping soils units for Rouffach.

Classe	Surfaces en ha	Surfaces en %	Principales unités de sols
1	7 ha	0,5 %	1
2	193 ha	13,0%	2, 4, 5, 8, 11
3 et 3/4	766 ha	51,6 %	3, 7, 9, 10, 13, 15
4 et 4/5	409 ha	27,5 %	6, 12, 14, 16
5	-	-	-
6	-	-	-
7	110 ha	7,4 %	17
Total	1485 ha	100 %	-

**Tableau 4** - Différences de classement des terres et classement des sols à Rouffach.

**Table 4** - Differences between land ranking and soil classification for Rouffach.

Différence de classe	Surfaces en ha	Surfaces en %
0	309 ha	20,8%
1	983 ha	66,2%
2	185 ha	12,5%
≥ 3	8 ha	0,5%
Total	1485 ha	100,0 %

Le classement des sols a été obtenu selon la méthode précédemment exposée sans prise en compte de pentes ou de lisières (figure 2) et correspond au tableau 3.

Ce tableau montre une classe 1 anecdotique, des classes 2 et 3, les plus favorables à la mise en place de grandes cultures représentant les 2/3 des surfaces, les classes 4 et 5 correspondant aux sols les plus caillouteux et les moins profonds ou bien les plus humides. Il n'y a pas de classes 6 et 7 pour les terres agricoles, la classe 7 correspondant d'une part à l'emprise de la voie ferrée et d'autre part à un golf. Les classes 3 et 4 sont majoritaires et correspondent à près de 80 % des surfaces.

En comparaison, le classement des terres montre une classe 1 plus importante et des classes 2 et 3 majoritaires (figure 3). Globalement, une différence d'une classe est constatée entre classement des sols et classement des terres (figure 4). La comparaison de classement des sols et de classement des terres de la CCAF a deux objectifs:

- d'une part, apprécier l'étendue des convergences qui peuvent être constatées entre les 2 méthodes de classement indépendantes l'une de l'autre,

- d'autre part, pointer les zones de divergences de façon à rediscuter et reconsidérer les classements et, le cas échéant, effectuer un contrôle approprié sur le terrain.

Le tableau 4 présente les écarts de classes constatés ainsi que les surfaces relatives (en ha et en %) des différentes classes définies (tableau 4).

Le tableau 4 montre qu'on n'observe quasiment pas de différence au-delà de 2 classes (moins de 10 ha). La grande majorité des surfaces (87 %) ne présente pas de différence de classement significative, c'est-à-dire de plus d'une classe, entre les deux classements sur de grandes étendues. Néanmoins, 66 % des surfaces présentent un écart d'une classe. Ceci est lié aux très faibles surfaces de classe 1 dans le classement des sols qui a conduit la CCAF à relever l'ensemble du classement d'une classe (majoritairement classes 1 à 4 pour le classement des terres au lieu de 2 à 5 pour le classement des sols).

Les surfaces (185 ha) qui présentent un écart de 2 classes entre classement des sols et classement des terres sont pour les trois quarts attribuables aux unités de sols 17 (sols anthropisés) et 7, dont le classement de sol aurait pu passer d'une classe 3 à 2/3 compte tenu de son état calcique (classe 2). Le reste (environ 4 % du périmètre) est essentiellement lié à un classement des terres plus favorable des surfaces agricoles situées au Sud du périmètre entre la voie ferrée et la Lauch du fait de terres agricoles réputées plus favorables à l'Ouest de la voie ferrée, vis-à-vis de celles situées à l'Est. Cet effet ne se traduit cependant pas dans les observations de sols réalisées.

## 2<sup>e</sup> exemple: commune d'Eteimbes (Party et Muller, 2011)

Cette commune, située au Sud de l'Alsace dans les collines limoneuses du Sundgau, à la limite du Territoire de Belfort, est occupée pour moitié par des surfaces toujours en herbe et pour l'autre moitié par des parcelles cultivées.

Les travaux d'aménagement foncier sont liés à l'aménagement de la future LGV Rhin-Rhône. Cinq communes, dont celle d'Eteimbes (285 ha), ont donc décidé d'y associer un aménagement foncier qui porte sur environ 1 800 ha au total dans les collines limoneuses du Sundgau.

L'étude des sols a été menée de la même façon qu'à Rouffach. A l'issue de cette cartographie réalisée postérieurement au classement des terres, les 22 unités de sols définies sur la base d'une étude antérieure proche (Roque et Hardy, 1981) ont été regroupées en 4 ensembles soit principalement: des LUVISOLS rédoxiques sur lehm ancien non remanié, des BRUNISOLS rédoxiques érodés sur lehm ou lehm-loess remaniés des pentes et sur cailloutis du Sundgau, des COLLUVIOSOLS, des FLUVIOSOLS rédoxiques et des REDUCTISOLS de colluvions et alluvions limoneuses et argileuses.

La carte du classement des sols a été obtenue selon la méthode précédemment exposée en prenant en compte cette fois

les pentes ou les effets de lisières (tableaux 2a et b). Elle montre des classes 2 et 3 majoritaires à plus de 90 %, sauf dans les fonds les plus humides généralement laissés en prairies.

Dans cette commune, un premier classement des terres avait été effectué préalablement à l'étude des sols. Cette dernière a permis de revenir en CCAF pour de nouveaux échanges contradictoires avec des éléments complémentaires. De ce fait, le classement a été amélioré; c'est ce que montre le tableau 5 et les 2 cartes de comparaison de classements des terres et de classement des sols, avant et après restitution de la carte pédologique (figures 5 et 6).

Le tableau 5 présente les écarts de classes constatés ainsi que les surfaces relatives (en ha et en %) des différentes classes définies:

Ainsi, des divergences de 2, 3, voire jusqu'à 4 classes et plus apparaissent sur plus d'un tiers des surfaces. Ceci n'était pas cohérent avec nos observations ni même avec le classement opéré lors du précédent remembrement en 1973, d'autant que c'était la seule commune sur les 5 étudiées à faire apparaître de tels écarts. Ceci pourrait s'expliquer par le lieu de passage de la LGV juste entre l'autoroute et l'amont du village à proximité immédiate des habitations et jugé comme une nuisance importante à compenser. Dans ce cas, l'étude de sol a permis de rendre plus objectif le classement des terres en tant que tel et de distinguer séparément la perception des nuisances potentielles de l'aménagement.

**Tableau 5** - Différences de classement des terres et classement des sols à Eteimbes « avant » et « après » l'étude détaillée des sols.

**Table 5** - Differences between land ranking and soil classification for Eteimbes « before » and « after » detailed soils studies.

Ecart de classe	Eteimbes « avant »	Eteimbes « après »
≤-3	1 ha - /	2 ha - 1%
-2	16 ha - 6%	6 ha - 2%
-1	16 ha - 6%	30 ha - 11%
0	91 ha - 35%	50 ha - 19%
1	67 ha - 25%	173 ha - 66%
2	52 ha - 20%	1 ha - 0,5 %
≥ 3	21 ha - 8%	1 ha - 0,5 %
Total	264 ha - 100 %	264 ha - 100 %

## DISCUSSION

### Comparaison de classement des unités de sols et des données ponctuelles

En vue d'apprécier la validité de la démarche adoptée, nous avons comparé classement des unités synthétiques de sols cartographiées et classement de chacune des observations ponctuelles disponibles. Ainsi, pour Rouffach, outre le classement des 18 unités de la carte des sols, nous avons classé indépendamment les observations ponctuelles (sondages tarière) pour les confronter au classement de chacune des unités synthétiques de sols. Le décompte des différences entre classement des observations ponctuelles et polygones des unités de sols conduit au tableau 6.

Le tableau 6 montre les faits suivants:

- aucune observation ne présente un écart de classement supérieur à 2,
- une petite moitié des observations est exactement concordante avec le classement obtenu pour les unités synthétiques de sols cartographiées,
- des observations avec un écart de classe égal à 1 (12 % = -1, 35 % = +1) soulignant la légère variabilité interne des unités de sols définies,
- un petit nombre de cas présente un écart de classement égal à 2, soit un peu plus de 10 % des observations ponctuelles correspondant très majoritairement à des variations locales plus marquées,
- enfin, pour 85 % des observations réalisées, le classement des unités synthétiques de sols est égal ou plus favorable (0, +1 et +2), donc moins pénalisant que le classement des observations ponctuelles réalisées.

En conséquence, compte tenu de la variabilité possible au sein d'une surface donnée, pour la comparaison des classes entre carte des sols et classement des terres, nous avons admis une divergence possible de ± 1 classe.

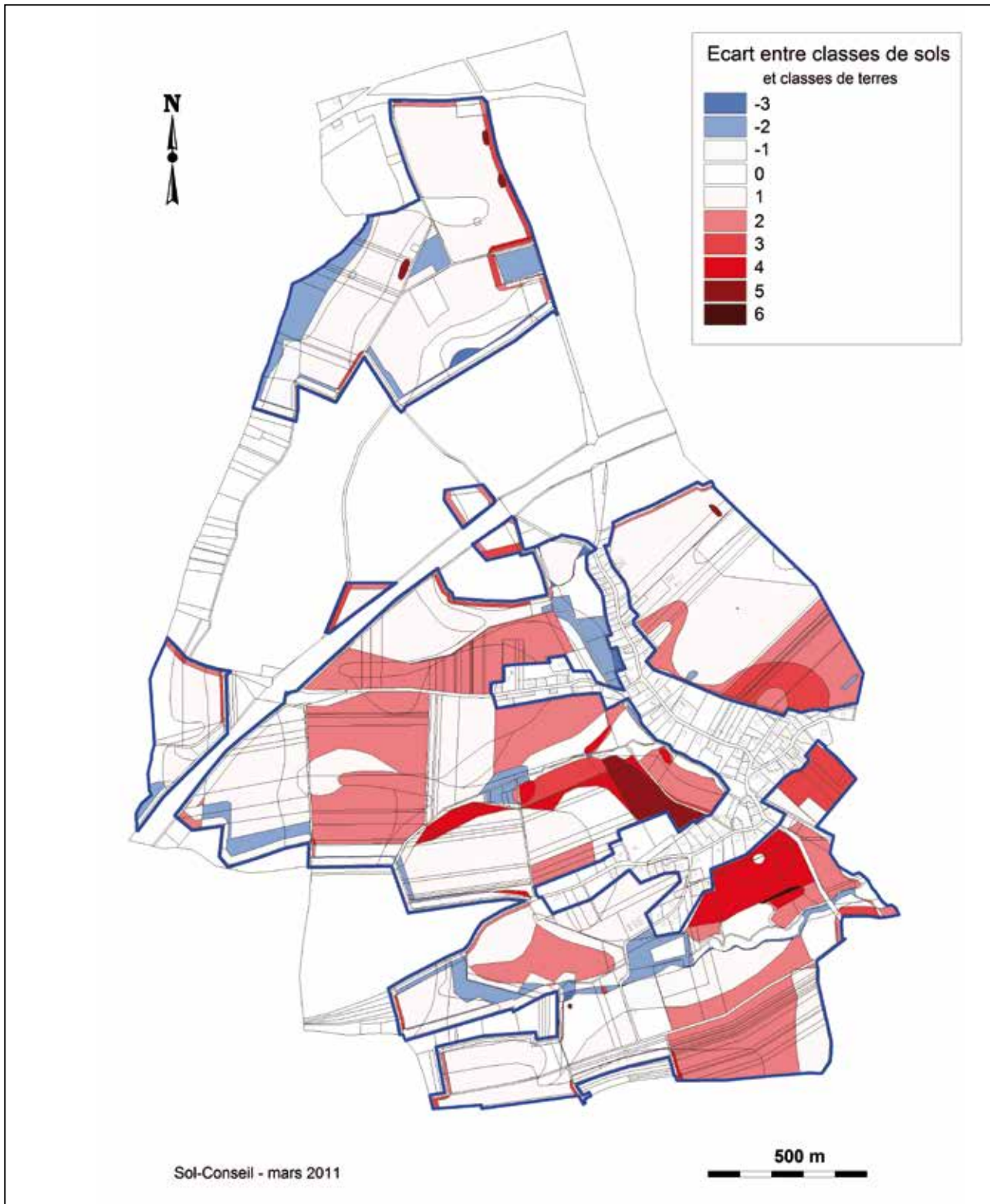
**Tableau 6** - Différences de classement des sols entre les observations ponctuelles réalisées et les unités de sols qui les représentent pour la commune de Rouffach.

**Table 6** - Soil classification differences between specific data and soils mapping units for Rouffach.

Différence de classe point / polygone	Nombre d'observations	% d'observations
-2	39	4
-1	106	11
0	377	42
1	315	35
2	79 (+14)	8

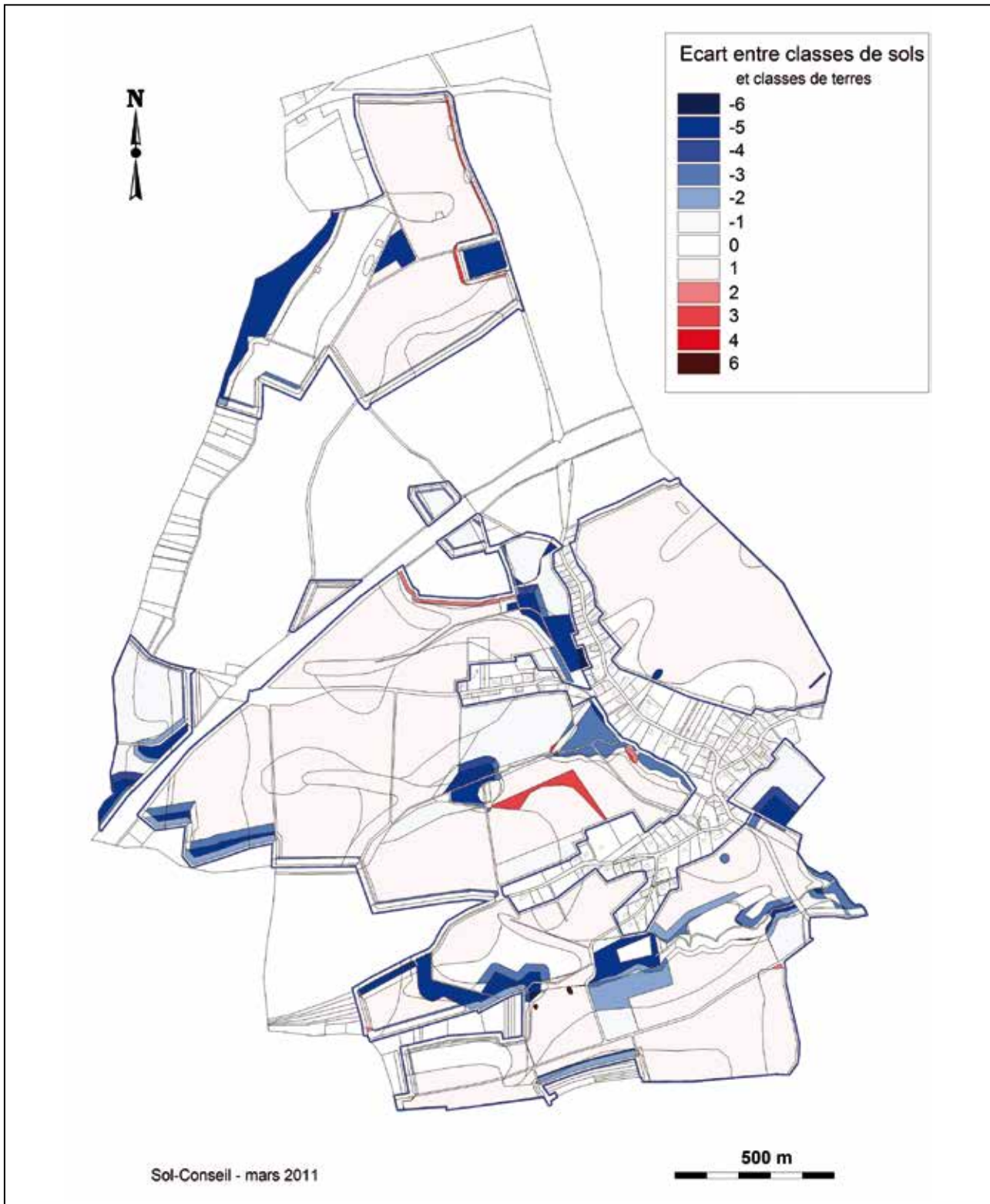
**Figure 5** - Différences de classements terres/sols à Eteimbès "avant" étude des sols (Party et Muller, 2011).

**Figure 5** - Differences between land ranking and soil classification for Eteimbès « before » soils studies.



**Figure 6** - Différences de classements terres/sols à Eteimbès "après" étude des sols (Party et Muller, 2011).

**Figure 6** - Differences between land ranking and soil classification for Eteimbès « after » soils studies.



**Tableau 7** - Comparaison des résultats de 91 analyses de terre CLARA\* vis-à-vis des 939 observations réalisées sur sondages en grisé à Rouffach.

**Table 7** - Comparison between 91 soils analyses from CLARA\* and 939 specific data (grey color) for Rouffach (\*CLARA : georeferenced soil analyses database for Alsace Region (a few thousands between 1976 and 2001).

Paramètre	Granulométrie	Textures observées	pH	CaCO <sub>3</sub>	Etat calcique	MO	Statut organique
Premier quintile	A = 20 % Lt = 55 % St = 25 %	LSa	6,2	70 % d'analyses avec CaCO <sub>3</sub> < 2 %	80 % de sols sans effervescence à l'acide chlorhydrique	1,6 %	80 % de sols à teneur organique jugée moyenne
Moyenne	A = 25 % Lt = 45 % St = 30 %	LAS	7,0			2,2 %	
Dernier quintile	A = 30 % Lt = 30 % St = 40 %	Als	8,1			2,6 %	

\* Base d'analyses de terres réalisées entre 1976 et 2001 en Alsace dont plusieurs milliers géoréférencées

## Comparaison des données ponctuelles avec les analyses de terre

Pour la commune de Rouffach, les analyses de terre existantes de la base des analyses de terre régionale CLARA\* de l'ARAA étant en nombre suffisant ont permis de vérifier la relative homogénéité des principaux paramètres de composition des sols: granulométrie, statut calcique et statut organique. Ainsi, 91 analyses géoréférencées disponibles sur le périmètre d'étude ont permis de dégager les tendances suivantes et de confirmer ainsi les observations réalisées sur sondages (tableau 7).

## Comparaison de classement avec la méthode en usage en Belgique

Pour Eteimbes, les types de sols étant comparables aux sols de Belgique, de même que les types de culture ou la densité de population, le classement des unités de sols cartographiées a été comparé avec le classement qui pourrait être obtenu par la méthode établie en Belgique. En effet, la Wallonie présente de nombreuses surfaces plus ou moins vallonnées à sols limoneux et lessivés assez similaires à ceux du Sundgau. Bien que les méthodes se présentent *a priori* différemment (7 classes dans le Haut-Rhin, 12 classes de 0 à 1000 points en Belgique, soit 11 tous les 50 points de 1000 à 500 points plus une de 50-200 points), celles-ci prennent en compte des paramètres pédologiques similaires: texture-profondeur-charge caillouteuse (calcul de réserve utile) / hydromorphie / teneur en CaCO<sub>3</sub> pour le Haut-Rhin, texture / drainage naturel / charge caillouteuse pour la Belgique associé à un sigle alphabétique. Ainsi, un CALCOSOL pachique issu de loess sera nommé **Aba** (**A** pour limon, **a** ou **b** pour l'absence de taches d'oxydo-réduction ou apparaissant au-delà de 125 cm) et sera crédité de 1000 points; un CALCO-SOL pachique, faiblement rédoxique au-delà de 80 cm issu de loess sera nommé **Abc** (**A** pour limon, **b** ou **c** pour la présence de taches d'oxydo-réduction apparaissant au-delà de 125 cm ou entre 80 et 125 cm) et sera crédité 900 points et ainsi de suite.

**Tableau 8** - Classes de sols définies dans le Haut-Rhin et correspondance en points de classement en usage en Belgique.

**Table 8** - Corresponding soils classes in the Haut-Rhin department and points of classification in Belgium.

Classe Haut-Rhin	Points correspondants selon classe Belgique	Nombre de cas	Nombre de cas en limite de classe inférieure
1	950 ± 50	20	-
2	900 ± 50	26	4
3	750 ± 100	20	-
4	650 ± 100	5	1
5	550 ± 100	11	-
6	400 ± 100	3	-
7	200 ± 100	1	-
<b>Total</b>	-	<b>86</b>	<b>5</b>

De ce fait, les sols observés dans le Haut-Rhin ont pu être classés selon cette méthode et une correspondance a pu être établie selon le tableau 8. On peut remarquer, d'une part, que les classes définies dans le Haut-Rhin ne correspondent pas à un assemblage simple des classes définies en Belgique et, d'autre part, que la plupart des classes présentent des cas de recouvrement, bien qu'elles présentent toutes une valeur modale bien définie. Ceci étant, à quelques exceptions près (différence d'une classe pour 5 unités sur 86) qui correspondent sans doute à des cas très peu courants, voire inexistantes en Belgique - sols peu hydromorphes sur marnes et sur alluvions argileuses et/ou caillouteuses à pierreuses à RU soit très correcte (4 cas de classe 2), soit assez faible (1 cas de classe 4) -, l'application de cette méthode montre une hiérarchie similaire entre les types de sols.

Ainsi, même si les correspondances obtenues ne sont pas univoques, ce résultat conforte néanmoins la pondération des

paramètres que nous avons retenus pour assurer un équilibre entre atouts et contraintes présentés par les différents types de sols vis-à-vis d'une production agricole de type grande culture.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La méthode définie pour le classement des sols dans le Haut-Rhin s'appuie, comme d'autres méthodes antérieures analogues, sur un zonage des sols réalisé prioritairement à partir d'observations sur sondages à la tarière. Celui-ci est mené à grande échelle (1/10 000), ce qui permet d'apporter une réponse relativement précise et rapide en vue du classement des terres parcellaire préalable à un aménagement foncier. Les profils de sols peuvent être réalisés dans un second temps notamment en vue d'une pérennisation des données acquises dans une base de données géographiques en vue d'un réemploi ultérieur à d'autres fins. Ce type de méthode est ainsi inscrit depuis près de 50 ans dans la loi en Belgique, méthode qui nous a permis de valider les classements obtenus dans quelques communes du Haut-Rhin du fait de conditions similaires (système de grandes cultures dans une région à forte densité de population et sols limoneux lessivés de collines vallonnées à pentes faibles).

Le classement des terres obtenu en CCAF après étude et classement des sols est plus objectif du fait d'une référence unique stable rendant les comparaisons possibles dans l'espace et dans le temps. Ce classement de référence met ainsi en évidence des questions concrètes à débattre en commission avec un retour possible à la parcelle à tout moment de la procédure. L'aide à la décision en est facilitée et permet un gain de temps appréciable. Ceci rend aussi possible la présentation des arguments ayant conduit au classement des différentes parcelles et leur utilisation lors de l'enquête publique, notamment en cas de contestation.

Ce type de méthode n'est cependant valide que dans un système de cultures donné, ici les grandes cultures, et dans le cas particulier d'une agriculture située dans un environnement à forte densité de population. Il doit être adapté dans les autres contextes, en particulier pour des cultures pérennes telles que la vigne par exemple, mais aussi vis-à-vis d'usages de classement locaux (nombre de classes par exemple), ce qui est parfaitement réalisable. Ce type de méthode, même s'il n'est pas parfait, permet néanmoins de hiérarchiser différents types de situations de sols dans un système de culture donné. Il pourrait sans doute être prolongé par la prise en compte d'indices de fertilité (liés à la matière organique) ou mieux d'indicateurs agri-environnementaux (Bockstaller *et al.*, 2008). Ceci nécessite cependant un temps d'étude plus long, car ces méthodes sont dépendantes d'enquêtes et d'analyses parcellaires plus approfondies au sein des exploitations (analyses de matière organique, d'azote, de phosphore, voire d'éléments traces et autres produits organiques... enquêtes sur les successions culturales,

les phytosanitaires) et dépassent le cadre d'un aménagement foncier.

Enfin, ces 3 dernières années, nous avons pu faire connaître les avantages présentés par cette méthode dans le cadre de formations à l'aménagement foncier de l'Association Nationale des Agents Territoriaux en charge de l'Aménagement Foncier rural (ANATAF-IDEAL Connaissances, réseau Aménagement Foncier) et le Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT). Cette méthode pourrait peut-être par ce biais s'inscrire dans une démarche appliquée à d'autres espaces du territoire français, notamment dans les espaces péri-urbains des grandes communautés urbaines dans lesquelles les enjeux de consommation d'espace deviennent cruciaux (Laroche *et al.*, 2006, Cheverry et Gascuel, 2009, Robert, 2012, Chéry *et al.*, 2014). Des réflexions sont d'ailleurs en cours à l'ADEME (programme GESSOL / UQUALISOL-ZU) et au sein du RMT Sols et Territoires (- <http://www.sols-et-territoires.org/>) sur ce sujet d'actualité.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baeyens L., 1959 - Landklassifikatie. Deel III. Klassifikatie van de gemeenten gebaseerd op bodemkundige en landbouwkundige gegevens - *Pédologie*. IX (2), pp. 195-212.
- Bégon J.C., Mori A., Hardy R., 1978 - Un système de classement des terres suivant leur aptitude à la production agricole: son application à une région de culture intensive dans le Bassin Parisien. *CR Acad. Agr.* pp. 1274-1275.
- Berce J.M., 1970 - Le classement des terres lors du remembrement légal des biens ruraux - *Pédologie*. XX (2), pp. 153-177.
- Bockstaller C., Wohlfart J., Huber A., Hennebert P., Zahn F., Vernier F., Keichinger O., Girardin P., 2008 - Les indicateurs de risque de transfert des produits phytosanitaires et leur validation: exemple de l'indicateur I-PHY. *Ingénieries*, 86, pp. 103-114.
- Bruckert S., 1989 - Désignation et classement des sols agricoles d'après des critères de situation et d'organisation: application aux terres franc-comtoises du domaine climatique tempéré semi-continental. *Agronomie*, 9, pp. 353-361.
- Chéry P., Lee A., Commagnac L., Thomas-Chéry AL., Jalabert S. et Slak MF., 2014 - Impact de l'artificialisation sur les ressources en sol et les milieux en France métropolitaine, Cybergeog: European Journal of Geography, Aménagement, Urbanisme, document 668.
- Cheverry C., Gascuel C. (coord.), 2009 - Sous les pavés la terre: connaître et gérer les sols urbains. Collection Ecrins, Edition Omniscience, Montreuil, 207 p.
- Duclos G., 1985 - Les cartes des terres agricoles. Proposition d'une méthode pour la région provençale. *Science du Sol*, 3, pp. 139-150.
- Geissert D., 1981 - Apport de la cartographie d'unités de terrain à l'évaluation de la productivité actuelle et potentielle des terres: application à l'Alsace du Nord. Thèse, Université Louis Pasteur de Strasbourg, 108 p.
- Guyot P., Bornand M., 1987 - Cartes départementales des terres agricoles. Intégration des données sols et des données économiques. *Science du Sol*, 25, 1, pp. 1-16.
- Laroche B., Thorette J., Lacassin J.-C., 2006 - L'artificialisation des sols: pressions urbaines et inventaire des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 13, 3, pp. 223-235.
- Llaurado-Duran F., 1983 - L'établissement de la carte départementale des terres agricoles: contribution méthodologique. Programme pilote. Région de Molsheim (Bas-Rhin). Thèse, Université Louis Pasteur de Strasbourg, INRA Colmar, 234 p.

- Marin-Lafèche A., Solau J.L., 1982 - Analyse critique des méthodes d'évaluation et de classement des terrains: points de vue de l'agronome au travers d'un inventaire des sols à grande échelle. Fertilité du milieu et Agriculture. *B7I*, 370-372, pp. 527-537.
- Mokadem Al., 1995 - Un Système d'Information Géographique pour les missions de l'OWDR. Application au classement des terres. Mémoire d'Ingénieur Agronome, 203 p.
- Morelle D., Lejeune P., 2000 - Élaboration d'une méthode quantitative et globale d'évaluation de l'aptitude des terres à l'agriculture: application à la Région wallonne (Belgique) - *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 4 (1), pp. 51-57.
- Party JP., 2001 - Guide des sols d'Alsace: Sundgau et Jura alsacien. Conseil Régional d'Alsace – Association pour la Relance Agronomique en Alsace, 252 p.
- Party JP., Meinrad G., Hissler C., 2001 - Etude pédologique interdépartementale en Alsace à 1/50000 – ADEME / Agence de l'Eau Rhin-Meuse / ARAA-MRA68, Sol-Conseil, 143 p. + annexes + cartes.
- Party JP., Muller N. & et J. Sauter, 2012 - Référentiel Régional Pédologique de la région Alsace à 1/250 000. Notice simplifiée – ARAA / Conseil Régional d'Alsace / Chambre d'Agriculture Alsace / INRA / Ministère de l'Agriculture, Sol-Conseil, 17 p. + carte.
- Party JP., Muller N., 2011 - Projet de Ligne à Grande Vitesse – Etudes pédologiques – Aménagement foncier – Communes de Burnhaupt-le-Haut, Eteimbes, Reiningue, Schweighouse, Soppe-le-Haut – Conseil Général du Haut-Rhin / Sol-Conseil, 55 p.
- Party JP., Muller N., 2013 - Etudes pédologiques – Aménagement foncier – Rouffach – Conseil Général du Haut-Rhin / Sol-Conseil, 30 p.
- Robert S., 2012 - Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et péri-urbaine – Application du bassin minier de Provence. Programme GESSOL – UQUALISOL-ZU, Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, ADEME, 100 p.
- Roque J., Hardy R., 1981 - Etude agro-pédologique dans le Sundgau. DDA68 / INRA, 309 p. + annexes + cartes.
- Scheys G., 1959 - Landklassifikatie. Deel I. Bodemgesteldheid en Bodemgebruik – *Pédologie*. IX (2), pp. 112-158.
- Studer R., 1977 – Classification et notation des terres agricoles en regard des baux ruraux. Arrêté préfectoral du département d'Indre-et-Loire 78, pp. 1-7.
- Wijnhoven J., 1959 - Landbouwklassifikatie. Deel II. Bodemgebruik, Bodemproductiviteit en Bodemgeschiktheid – *Pédologie*. IX (2), pp. 159-194.