

Contenu

Résumé	3
Description du stage	3
Introduction	4
Présentation de la couche sur ge.ch/sitg/	5
Présentation de l'organisation hôte : groupe sols et substrats (hepia)	7
Données et Méthodologie	7
Projection	7
Réorganisation	7
Description des données	9
A. Champs de la couche de polygones	9
B. Contenu de la table des analyses	9
Description des activités	11
1. Recherche d'informations sur papier	11
2. Mise à jour des champs	11
3. Référencer les données du classeur	12
4. Correspondance entre les noms de parcelles	12
5. Géoréférencement des analyses grâce au numéro de parcelle cadastrale	12
Outils ArcGIS utilisés lors du stage	12
Join Data	12
Append (Data Management)	14
Add Field & Field Calculator	14
Find Identical & Summarize	15
Géoréférencement des nouvelles analyses	16
Relationship class	18
Cartographie de l'évolution des parcelles	18
Résultats	20
Bilan	20
Conclusions	26
Conclusion sur les données et la carte	26
Recommandations pour la suite	26
Conclusions sur le stage	27
Remerciements	28
Bibliographie	29
Annexe : Métadonnées	30

Résumé

L'analyse des sols agricoles du canton de Genève se fait en principe tous les dix ans auprès du laboratoire du groupe sols et substrats (hepia). Les analyses de 1993 à 2005 ont déjà été cartographiées et mises en ligne sur le SITG. Le but de ce stage était de mettre à jour cette carte.

Dans un premier temps, les informations sur papier concernant la localisation des parcelles agricoles ont dû être rassemblées avant de pouvoir géoréférencer chaque analyse.

Avec le nombre d'analyses qui augmente pour la même parcelle agricole tous les dix ans, le problème de superposition des polygones s'est posé. Pour pallier à ça, une base de données relationnelle simple a été mise en place. La couche de polygones représentant chaque parcelle agricole est reliée à une table qui peut contenir plusieurs analyses pour une seule parcelle. La réorganisation de cette couche a nécessité la suppression de 531 doublons. Actuellement 845 parcelles agricoles sont reliées à plusieurs analyses.

Avec l'information concernant la localisation des nouvelles analyses, il a été possible soit de retrouver la parcelle agricole déjà géolocalisée soit de digitaliser une nouvelle parcelle agricole. La couche initiale comptait 2627 analyses référencées. Avec les nouvelles données qui ont été ajoutées, 3284 analyses se répartissent sur 2096 parcelles agricoles.

Le référencement de ces analyses n'est pas encore terminé et nécessiterait la mise à jour pour les analyses de 2010 à 2012 dont l'information sur la localisation est connue grâce au numéro de parcelle cadastral.

Mots-clés: cartographie, sols, terre, analyse de sols, sols agricoles, base de données relationnelle, prestations écologiques requises (PER), agriculteurs

Description du stage	
Organisme hôte	haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia)
Responsables de stage	groupe sols et substrats (inTNE) Alain Dubois (unige) Frédéric Lamy (hepia)
Durée du stage	2 mois
But du stage	Mise à jour de la carte des analyses de sols agricoles

Introduction

Afin de répartir les engrais de manière optimale, chaque agriculteur fait une analyse des sols de ses parcelles au moins une fois tous les 10 ans. Cette pratique est requise par l'ordonnance sur les paiements directs (OPD), conformément aux prestations écologiques requises (PER) [1]. Les échantillons analysés sont des échantillons moyens composites, représentatifs de la parcelle agricole. La méthode de prélèvement consiste à échantillonner au moyen d'une tarière une quinzaine de points sur une parcelle homogène et de les mélanger.

Les analyses se font selon les méthodes des Stations fédérales de recherches agronomiques de Suisse et doivent provenir d'un laboratoire reconnu et agréé par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), comme l'est le laboratoire du groupe sols et substrats de hepia. Celui-ci est le successeur du laboratoire cantonal d'agronomie, lui-même descendant du service de chimie agricole créé en 1894 par Edmond Vaucher. Le laboratoire effectue donc les analyses agricoles pour l'ensemble du canton de Genève et les répertorie de manière informatique depuis 1993.

Les résultats des analyses de 1993 à 2005 ont déjà été géoréférencés en 2005. Ces données sont disponibles sur le SITG (<http://ge.ch/geoportail/monsitg/>).

Il y a 20 résultats d'analyses potentiellement consultables en ligne pour chaque parcelle agricole géoréférencée. Les analyses de sol prescrites dans le cadre PER comprennent au minimum les paramètres pH, phosphore et potassium. Une analyse de la teneur en matière organique est également requise sur chaque parcelle de grandes cultures.

Ces données sont utiles pour les agriculteurs, en particulier lors d'échanges de parcelles ou de successions. En effet, la mise en ligne des données permet de consulter une parcelle analysée, de voir la date de la dernière analyse et si certaines analyses qui ne nécessitent pas une mise à jour fréquente ont déjà été faites.

L'utilisation de ces données s'étend également à des services de l'Etat, comme le service de la renaturation ou de la protection des sols et est utile pour le génie civil de manière générale. De plus, l'accessibilité de cette donnée peut également rendre service à la recherche et à l'éducation dans de nombreuses institutions.

Cette quantité et qualité de renseignement sur les sols d'un territoire de la taille du canton de Genève, est à ma connaissance inédite au niveau mondial. Le caractère unique de ce service le rend d'autant plus important. C'est entre autre pour cela que le groupe sols et substrats tient à continuer à rendre ces données accessibles pour tous et à les mettre à jour. C'est la mise à jour de cette carte qui a fait l'objet de mon stage de géomatique et du présent rapport.

Présentation de la couche sur ge.ch/sitg/

Le système d'information du territoire à Genève (SITG) met en ligne de nombreuses données consultables sur des cartes interactives, dont les analyses des sols agricoles.

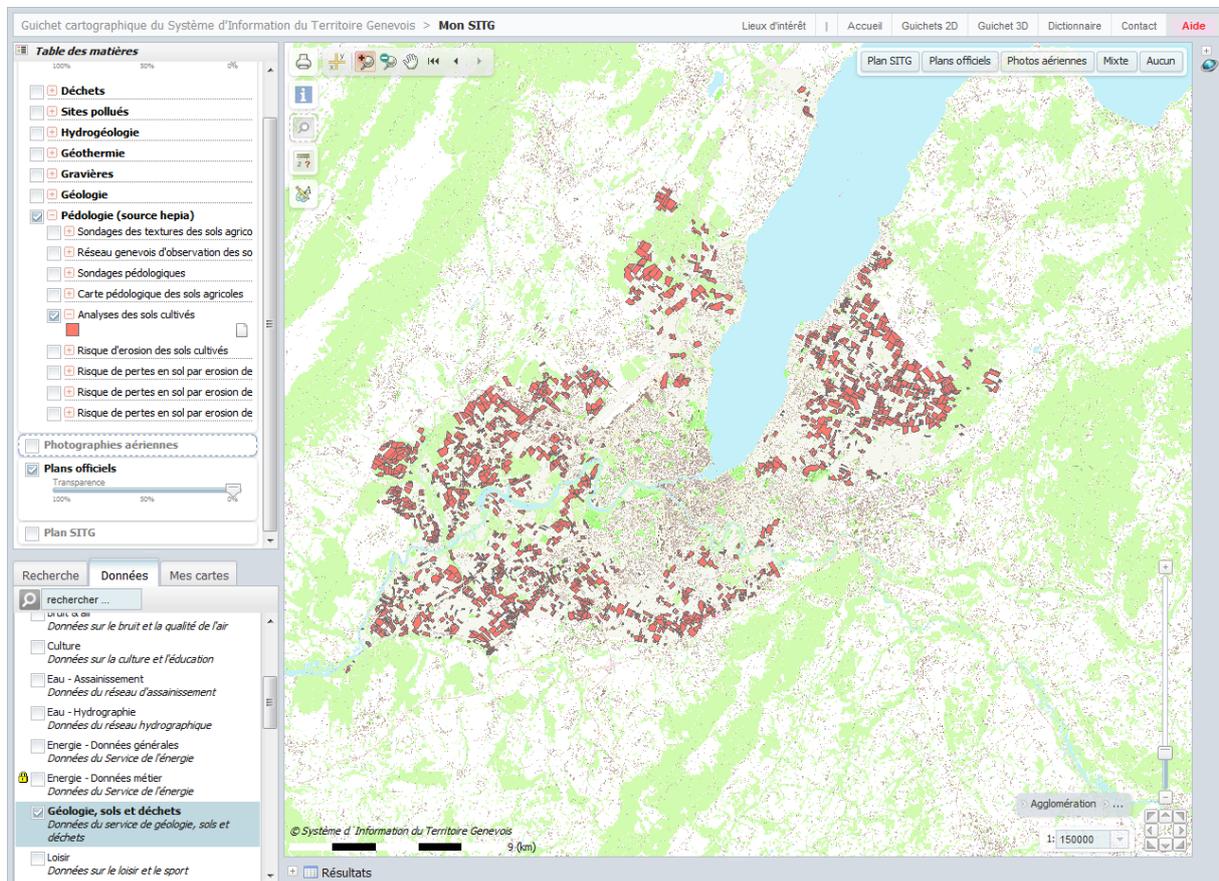


Figure 1 : Illustration de la carte des analyses de sols agricoles sur SITG

Pour les consulter :

- aller sur ge.ch/sitg/ (<http://ge.ch/geoportail/monsitg/>).
- onglet Données → ajout de thématique
- cocher « Géologie, sols et déchets ». La thématique s'affiche dans la fenêtre au-dessus.
- cocher « Pédologie (source hepia) »
- cocher « Analyses des sols cultivés »

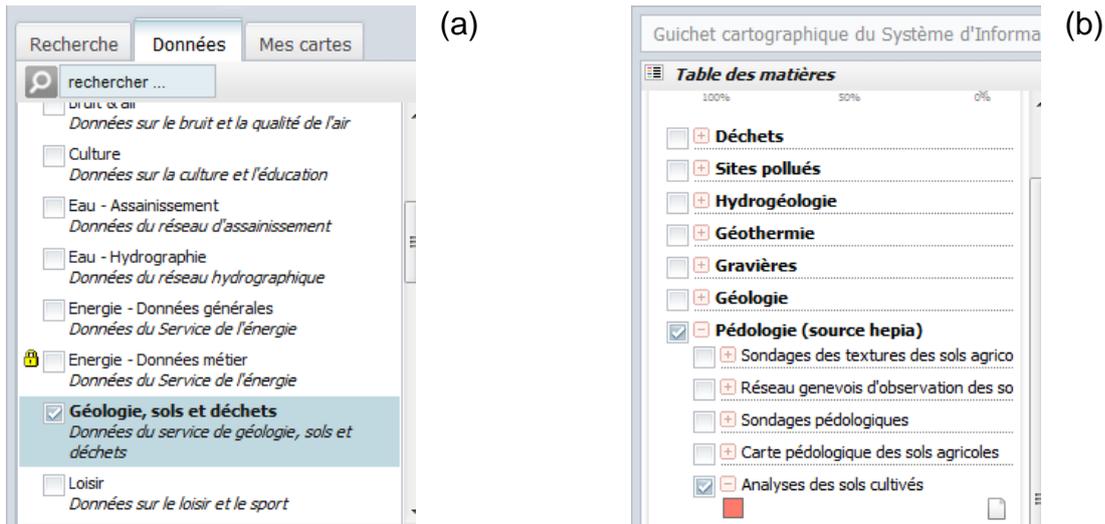


Figure 2 : (a) onglet « Ajout de thématique » qui permet de sélectionner « Géologie, sols et déchets » dans SITG. (b) sélection de la carte des analyses de sols cultivés dans le thème « pédologie »

Lorsque la couche de polygones représentant les parcelles agricoles s'affiche, il suffit d'utiliser l'outil « interroger » et de cliquer sur une parcelle pour consulter les analyses de sol.

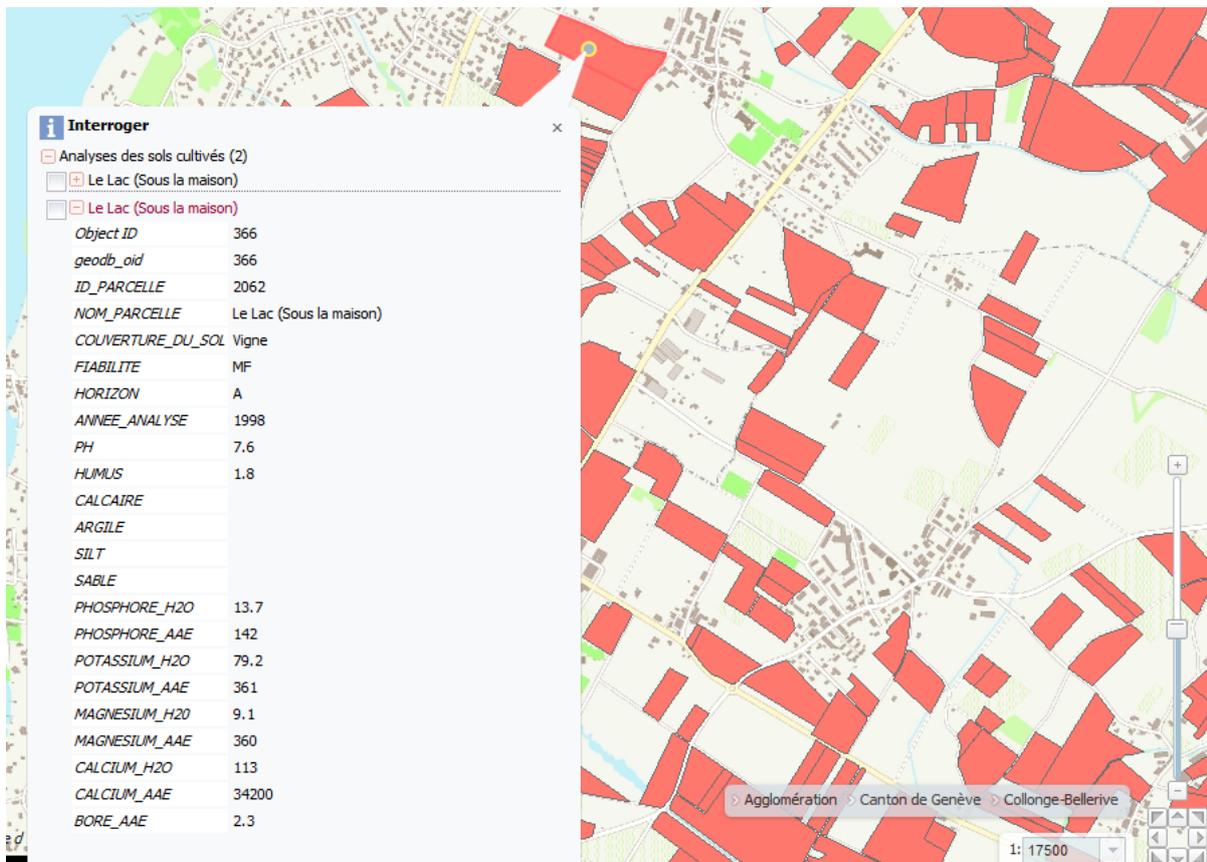


Figure 3 : Illustration de la consultation des résultats d'analyses de sol d'une parcelle agricole sur SITG

Présentation de l'organisation hôte : groupe sols et substrats (hepia)

Le groupe sols et substrats (<http://hepia.hesge.ch/fr/rad-et-prestations/institut-intne/equipes/sols-et-substrats/>) fait partie de l'institut Terre Nature Environnement (inTNE) de la haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia).

Le groupe est impliqué dans l'enseignement dans le département des Sciences de la vie de hepia, dans les filières agronomie, gestion de la nature, architecture du paysage, etc.

Il fournit également des prestations de services, notamment à travers le laboratoire de chimie qui effectue les analyses PER pour les agriculteurs du canton.

Les principaux axes des activités de recherche du groupe sont:

- Les sols urbains : anthrosols et technosols
- L'évaluation et la protection physique des sols
- La fertilisation des sols
- Les sols épurateurs
- Les substrats horticoles et la végétalisation verticale

De plus, il fournit les données de pédologie pour le canton de Genève au SITG.

Données et Méthodologie

Le travail a été réalisé sur ArcGIS 10.1 et est constitué d'une couche de polygones représentant les parcelles agricoles reliée à une table contenant les analyses de sols. Les données ont été stockées dans une géodatabase personnelle.

Projection

La projection cartographique de la couche est celle utilisée par défaut par le SITG. Il s'agit du nouveau système de référence suisse : **CH1903+_LV95** [2].

- Système de référence local: **CH1903+**
- Cadre de référence : **LV95** (Landvermessung ou mensuration nationale de 1995)
- Ellipsoïde : **Bessel 1841**

Réorganisation

Une particularité de la mise à jour de cette couche vient du fait que beaucoup de parcelles ont déjà été analysées et géoréférencées dans le passé. Par conséquent, la plupart d'entre elles auront plusieurs résultats d'analyses datant de différentes années. En effet, les analyses PER se font a priori tous les 10 ans et nous sommes à bientôt 20 ans de suivi (1993-2012)

La première mise en ligne de la couche contient déjà des parcelles qui ont été analysées plusieurs fois. La solution adoptée à l'époque a été de superposer les polygones : un polygone pour chaque analyse.

En admettant que ces analyses continueront à être faites durant des décennies, cela conduira à de nombreuses superpositions de polygones et une couche très compliquée. Une couche de polygones superposés rend notamment impossible l'utilisation de calculs statistiques de surface sur ces données.

Pour éviter cela, la mise à jour de la couche contient une réorganisation de cette dernière, en plus du géoréférencement de nouvelles parcelles.

La solution de deux tables relationnelles a été choisie avec une relation de cardinalité un à plusieurs (1-M). Une table qui ne contient que les informations sur la parcelle agricole (emplacement et aire du polygone avec année de début et de fin de validité de parcelle, ainsi qu'un numéro d'identifiant de surface agricole). La deuxième table qui contient les analyses et autre informations se rapportant à l'analyse, ainsi que le numéro d'identifiant de la surface agricole qui permet de la relier à la première table.

Cette solution permet de ne pas répéter l'information de l'emplacement et prend donc la forme d'une base de données relationnelle simple.

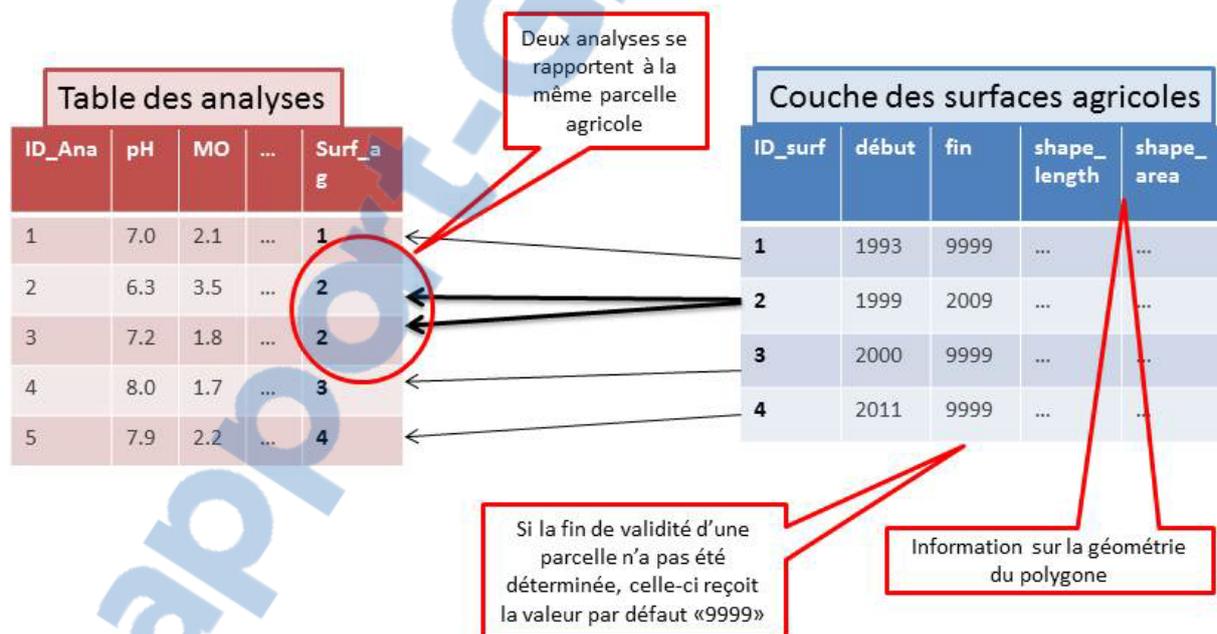


Figure 4 : Schéma d'explication d'une relation un à plusieurs (1-M), appliqué au cas présent.

Description des données

A. Champs de la couche de polygones

La couche de polygones contient les champs suivants :

- OBJECTID
- SHAPE
- ID_SURF_AG
- DATE_DEBUT
- DATE_FIN
- SHAPE_Length
- SHAPE_Area

- OBJECTID : est un champ qui se crée d'office lors de la création d'une couche de sur ArcGIS et octroie un numéro d'identifiant unique à chaque entrée.
- SHAPE : est un champ qui se crée d'office lors de la création d'une couche de sur ArcGIS et informe sur le type de couche. Ici, il s'agit de polygones
- ID SURFACE AG : est le champ qui sera utilisé pour relier la couche à la table d'analyses.
- DATE DEBUT : indique l'année de la première analyse géoréférencée, et donc le début de validité de la surface agricole
- DATE FIN : indique la fin de validité d'une parcelle agricole, soit parce que celle-ci a été divisée en deux ou jointe à une autre parcelle, etc.
- SHAPE Length & SHAPE Area : contiennent les informations géométriques des polygones.

B. Contenu de la table des analyses

La table des analyses contient :

- | | | |
|---|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> OBJECTID | <input checked="" type="checkbox"/> CLASSE | <input checked="" type="checkbox"/> SILT_GROSSIER |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID_ANALYSE | <input type="checkbox"/> ech | <input checked="" type="checkbox"/> SILTS_TOT |
| <input checked="" type="checkbox"/> NOM_PARCELLE | <input type="checkbox"/> d | <input checked="" type="checkbox"/> SABLE_FIN |
| <input checked="" type="checkbox"/> NOM | <input type="checkbox"/> s_d | <input checked="" type="checkbox"/> SABLE_GROSSIER |
| <input checked="" type="checkbox"/> PRENOM | <input type="checkbox"/> prat | <input checked="" type="checkbox"/> SABLES_TOT |
| <input type="checkbox"/> COMMUNE | <input type="checkbox"/> ann | <input checked="" type="checkbox"/> CARBONATES_TOT |
| <input type="checkbox"/> PARCELLE_CADASTRALE | <input type="checkbox"/> sem | <input type="checkbox"/> P_PHOSPHORE_H2O |
| <input type="checkbox"/> X | <input type="checkbox"/> serie | <input checked="" type="checkbox"/> P_PHOSPHORE_H2O_ |
| <input type="checkbox"/> Y | <input type="checkbox"/> N | <input type="checkbox"/> P_PHOSPHORE_AAEDTA |
| <input checked="" type="checkbox"/> FIABILITE | <input checked="" type="checkbox"/> PH | <input checked="" type="checkbox"/> P_PHOSPHORE_AAEDTA_ |
| <input type="checkbox"/> REMARQU_PLACE | <input type="checkbox"/> MATIERE_ORGANIQUE | <input type="checkbox"/> K_POTASSIUM_H2O |
| <input checked="" type="checkbox"/> SURFACE_AGRICOLE | <input checked="" type="checkbox"/> MATIERE_ORGANIQUE_ | <input checked="" type="checkbox"/> K_POTASSIUM_H2O_ |
| <input checked="" type="checkbox"/> ANNEE_ANALYSE | <input checked="" type="checkbox"/> SALINITE | <input type="checkbox"/> K_POTASSIUM_AAEDTA |
| <input type="checkbox"/> DATE_ANALYSE_PRELEVEMENT | <input type="checkbox"/> TEST_TACTILE | <input checked="" type="checkbox"/> K_POTASSIUM_AAEDTA_ |
| <input checked="" type="checkbox"/> PROFONDEUR | <input checked="" type="checkbox"/> ARGILE | <input checked="" type="checkbox"/> MG_MAGNESIUM_H2O |
| <input checked="" type="checkbox"/> COUVERTURE_DU_SOL | <input checked="" type="checkbox"/> SILT_FIN | <input checked="" type="checkbox"/> MG_MAGNESIUM_AAEDTA |

- CA_CALCIIUM_H2O
- CA_CALCIIUM_H2O_
- CA_CALCIIUM_AAEDTA
- B_BORE_AAEDTA
- B_BORE_AAEDTA_
- SHAPE_Length
- SHAPE_Area

Les résultats d'analyses à proprement parler sont :

- pH
- taux de matière organique (%)
- salinité
- ~~test tactile~~
- argile (%)
- silts fins (%)
- silts grossiers (%)
- silts totaux (%)
- sables fins (%)
- sables grossiers (%)
- sables totaux (%)
- carbonates totaux (%)
- phosphore extrait à l'AAEDTA* (mg/kg)
- phosphore extrait à l'eau (mg/kg) *
- potassium extrait à l'AAEDTA (mg/kg)
- potassium extrait à l'eau (mg/kg) *
- magnésium extrait à l'AAEDTA * (mg/kg)
- magnésium extrait à l'eau (mg/kg)
- calcium extrait à l'AAEDTA (mg/kg)
- calcium extrait à l'eau (mg/kg) *
- bore extrait à l'AAEDTA (mg/kg) *

AAEDTA : acétate d'ammonium + EDTA (acide éthylène diamine tétra acétique)

*certains champs sont représentés deux fois. Afin d'indiquer les résultats qui étaient en dessous de la limite de dosage, il a fallu créer un champ de type texte. Néanmoins, pour permettre de faire les calculs, un champ de type numérique a été gardé, caché, il est conservé pour l'usage interne .

Les autres champs contiennent des informations descriptives ou des champs qui sont créés d'office par ArcGIS :

- OBJECTID : est un champ qui se crée d'office lors de la création d'une couche de sur ArcGIS et octroie un numéro d'identifiant unique à chaque entrée.
- ID_ANALYSE : n° identifiant de l'analyse
- NOM_PARCELLE : nom de la parcelle donnée par l'agriculteur
- NOM* : nom de l'agriculteur
- PRENOM : prénom de l'agriculteur
- COMMUNE : n° commune
- PARCELLE_CAD : n° parcelle cadastrale
- X : coordonnées X
- Y : coordonnées Y
- FIABILITE : fiabilité du géoréférencement
- REMARQUE_PLACE : remarques sur l'emplacement
- SURFACE_AG : n° identifiant de surface agricole permettant de relier la couche des polygones
- ANNEE_ANA : année d'analyse
- DATE_ANALYSE_PRELEVEMENT : champ de type date. Sans informations supplémentaire par rapport à l'année pour l'instant.

- PROFONDEUR : profondeur du prélèvement
- COUVERTURE DU SOL : type de culture (viticulture, grandes cultures, etc)
- CLASSE : sous abri ou plein champ
- ech, cl, s-cl, prat, ann, sem, serie, N: identifiant interne du laboratoire
- SHAPE Length : vestige de l'ancienne couche d'analyse contenant toutes les informations
- SHAPE Area : vestige de l'ancienne couche d'analyse contenant toutes les informations

N.B. : les champs barrés devront en principe être masqués lors la mise en ligne car peu pertinentes pour l'utilisateur lambda ou pour des raisons de confidentialité.

Une description plus complète des métadonnées de ce qui sera affiché en ligne se trouve en annexe.

Pour plus d'informations sur les métadonnées des champs affichés actuellement sur SITG :

<http://ge.ch/geoportail/metadata/%28S%28clhy4o55iaxflceyidhtqjfx%29%29/metadata.aspx>

Description des activités

1. Recherche d'informations sur papier

Lorsqu'un agriculteur fait faire une analyse, il remplit une fiche de demande d'analyse qui est ensuite archivée par le laboratoire. Parmi les informations à remplir par l'agriculteur, il y a le numéro de commune et de parcelle cadastrale si connu.

Il s'agissait donc de consulter les classeurs archivés (2005-2012) et de vérifier s'il y avait une information concernant la localisation des parcelles et le cas échéant de les transférer sur la fiche excel récapitulative, utilisée par le laboratoire, si ce n'était pas déjà fait.

2. Mise à jour des champs

Certains champs ont été ajoutés, supprimés ou nécessitaient une correction.

- Le champ « horizon » contenait les attributs A et B. Afin d'être plus explicite ce champ indique maintenant la profondeur approximative du prélèvement, c'est-à-dire « 2-20cm » ou « 20-40cm »
- Le champ « salinité » a été ajouté, car cette analyse est souvent demandée pour le maraîchage.
- Le champ « calcaire » devient « carbonates totaux », car plus exacte.
- L'analyse granulométrique à 5 fractions au lieu de 3 a été introduite de manière systématique à partir de 2009. Les champs « silts fins », « silts grossiers », « sables fins » et « sables grossiers » ont donc été ajoutés.
- Le champ « nitrates », inutile car très rarement analysé, a été retiré
- La limite de dosage de certaines analyses ayant été modifiée au cours du temps (Tableau 1), il était devenu plus judicieux de l'indiquer directement dans la table d'attribut plutôt que dans les métadonnées. Par conséquent, des champs textes ont été créés pour ces analyses afin d'indiquer cette précision.

La copie en format numérique est tout de même gardée pour les calculs et restera à l'usage interne.

Tableau 1 : Limites de dosage du laboratoire sols et substrats de hepia

	1993	06.10.2004	12.11.2004	15.07.2005	10.03.2006	18.01.2007	24.07.2008	18.01.2010	01.02.2010	28.11.2011
MO		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
P_H ₂ O		1.2	1.2	0.25	0.25	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
K_H ₂ O		3.8	3.8	3.8	3.8	2	2	2	2	2
Mg_H ₂ O		0.3	0.3	0.3	0.3	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Ca_H ₂ O		4	4	4	4	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
P_AAEDTA		1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
K_AAEDTA		4	4	4	4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Mg_AAEDTA		0.3	0.3	0.3	0.3	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Ca_AAEDTA		4.2	4.2	4.2	4.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
B_AAEDTA		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

3. Référencer les données du classeur

Certaines parcelles ont été dessinées par les agriculteurs sur des cartes avec orthophoto, mises à disposition par le laboratoire.

Ce classeur a donc été parcouru afin de digitaliser toutes les parcelles qui ont été dessinées à la main.

4. Correspondance entre les noms de parcelles

Le nom donné à une parcelle ne change pas souvent, en particulier si c'est le même agriculteur qui fait les analyses d'une année à l'autre.

C'est pour cela qu'une recherche de correspondance des noms de parcelle et d'agriculteurs entre les différentes années d'analyse, a été faite. Ceci a permis de retrouver pour une analyse après 2005, une parcelle éventuellement déjà référencée.

5. Géoréférencement des analyses grâce au numéro de parcelle cadastrale

Lorsque c'est communiqué par l'agriculteur, certaines analyses ont un numéro de parcelle cadastrale inscrit dans le fichier excel récapitulatif du laboratoire. Les numéros de parcelles ont été inscrits de manière plus systématique à partir de 2008. Ces parcelles cadastrales ont donc été recherchées pour être digitalisées dans la couche des analyses de sols.

La digitalisation de nouvelles parcelles agricoles se fait donc à l'aide de la couche des parcelles cadastrales et de l'orthophoto à haute résolution.

Cette étape n'est pas encore terminée.

Outils ArcGIS utilisés lors du stage

Join Data

Comme la couche des analyses était déjà existante et qu'il fallait conserver l'information quant à l'emplacement, j'ai ajouté un champ qui devait contenir le

numéro d'identifiant de la surface agricole (surf_ag). J'ai créé ensuite une table dans laquelle j'ai ajouté toutes les informations concernant les analyses. Ces informations ont ensuite été effacées dans la couche de base, à l'exception du « surf_ag ».

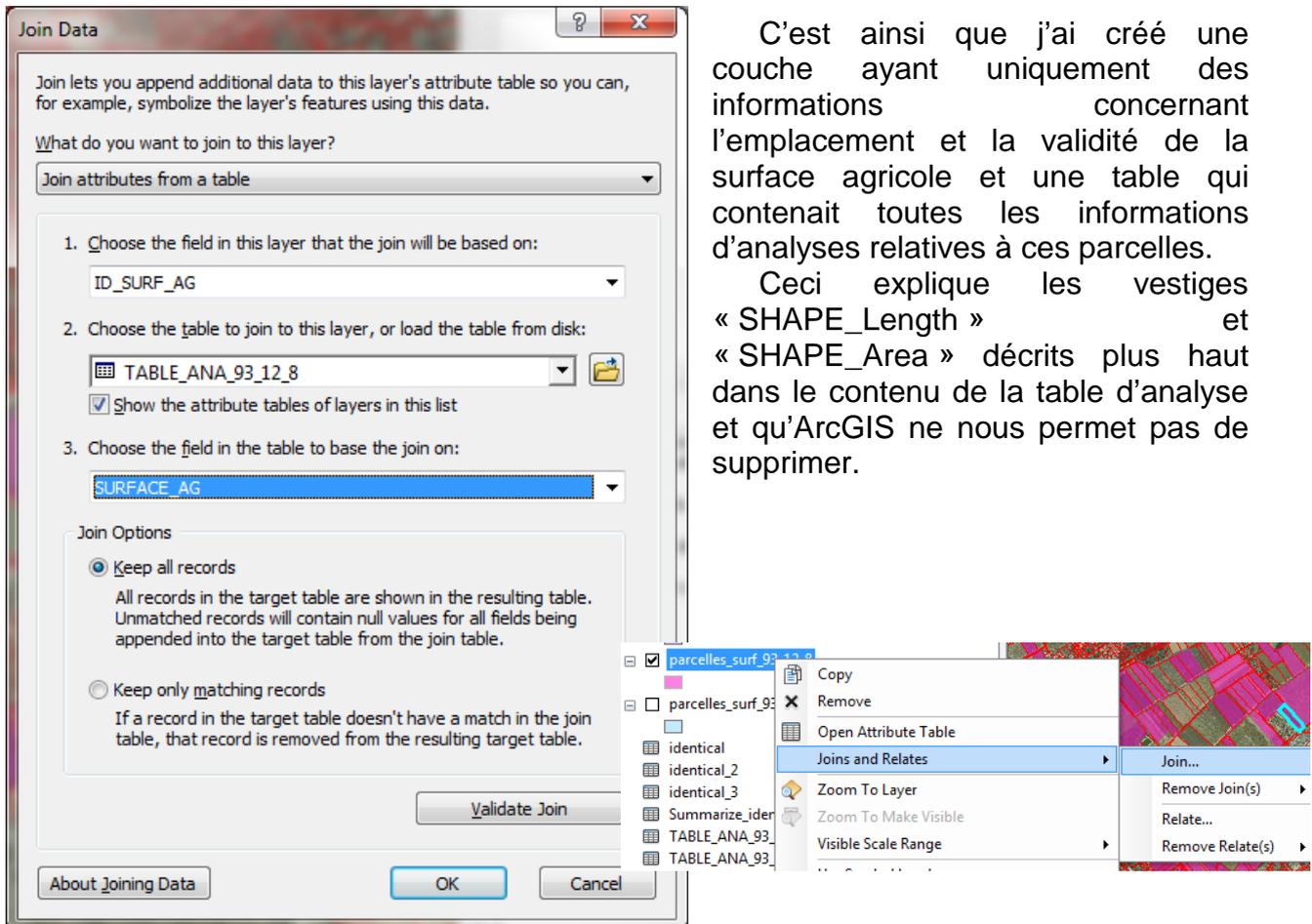


Figure 5 : Aperçu de l'outil « Join Data » (à gauche) . On le trouve en faisant un clic droit sur la couche (droite)

Append (Data Management)

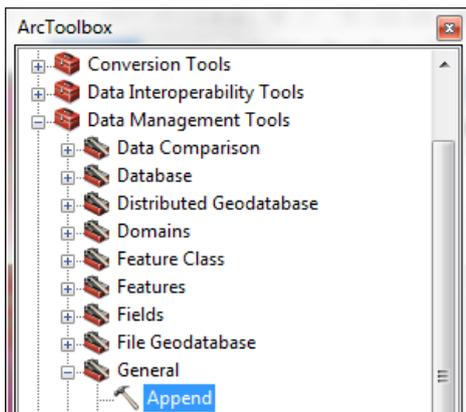


Figure 6 : Aperçu de comment trouver l'outil Append

Suite à cela, j'ai utilisé l'outil Append entre la table des analyses déjà géoréférencées et la fiche excel récapitulative du laboratoire qui contient toutes les nouvelles analyses. L'outil append nécessite que tous les champs aient exactement le même nom et soient également de même type.

Add Field & Field Calculator

Mais il n'est pas possible de changer le type d'un champ déjà existant. Pour cela, il faut 1. créer un nouveau champ (Add Field) ; 2. choisir le type ; 3. remplir le nouveau champ avec les attributs du champ qu'il fallait modifier (Field Calculator).

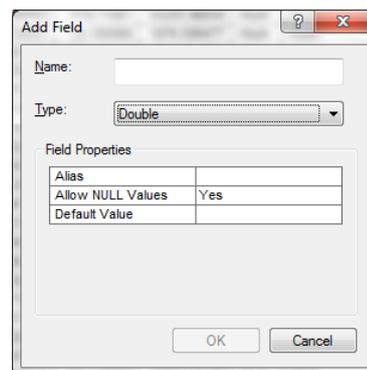
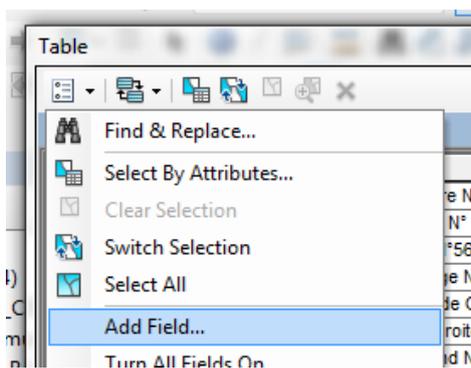


Figure 7 : Aperçu de l'outil « Add Field » (à droite) et comment le trouver (à gauche).

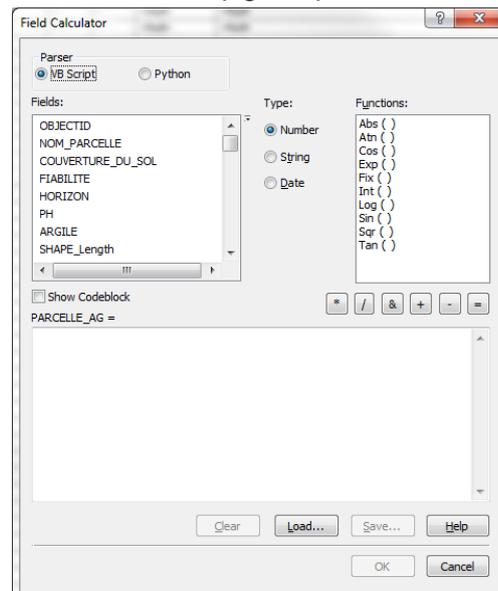
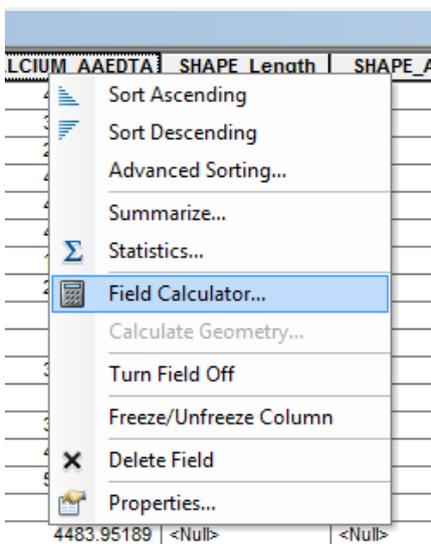


Figure 8 : Aperçu de l'outil « Field Calculator » (à droite) et comment le trouver : clic droit sur le champ (à gauche).

Find Identical & Summarize

Afin de détecter d'éventuelles erreurs et de voir quelles parcelles avaient été dédoublées, j'ai utilisé l'outil « Find Identical » qui crée une table où chaque entrée qui a le même polygone porte le même numéro. En utilisant une fonction « Summarize » de ce tableau, cela crée un second tableau qui indique combien de fois les parcelles sont présentes.

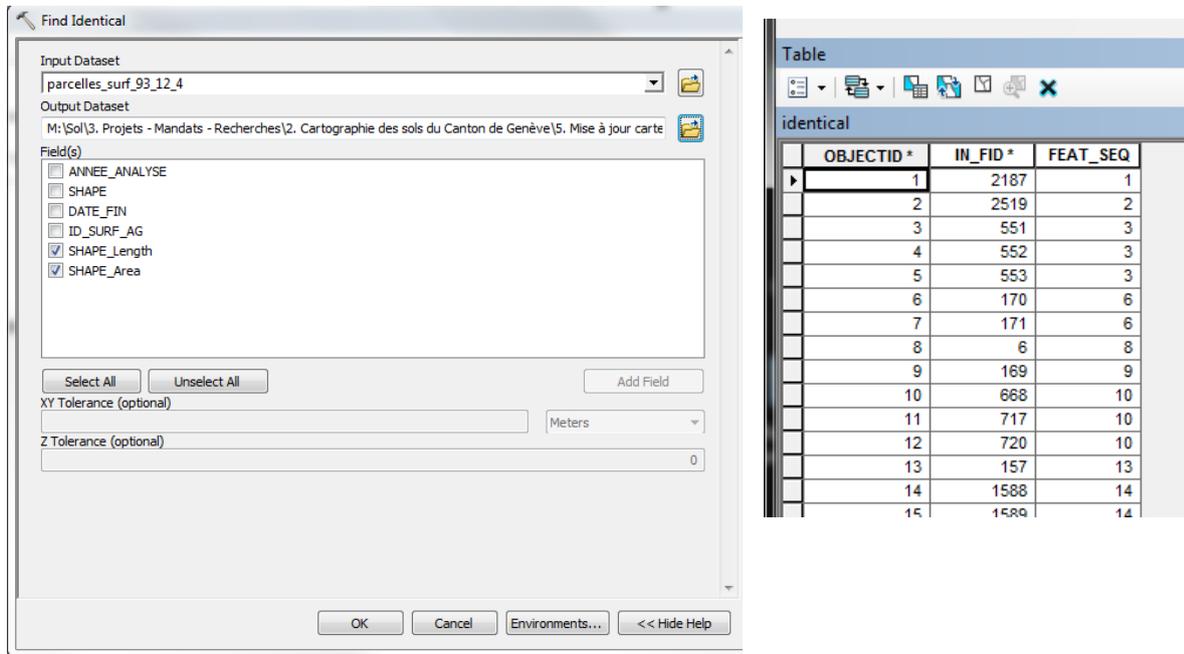


Figure 9 : Aperçu de l'outil « Find Identical » (à gauche) et la table qu'il engendre (à droite). Si le champ FEAT_SEQ porte le même numéro, il s'agit de doublons.

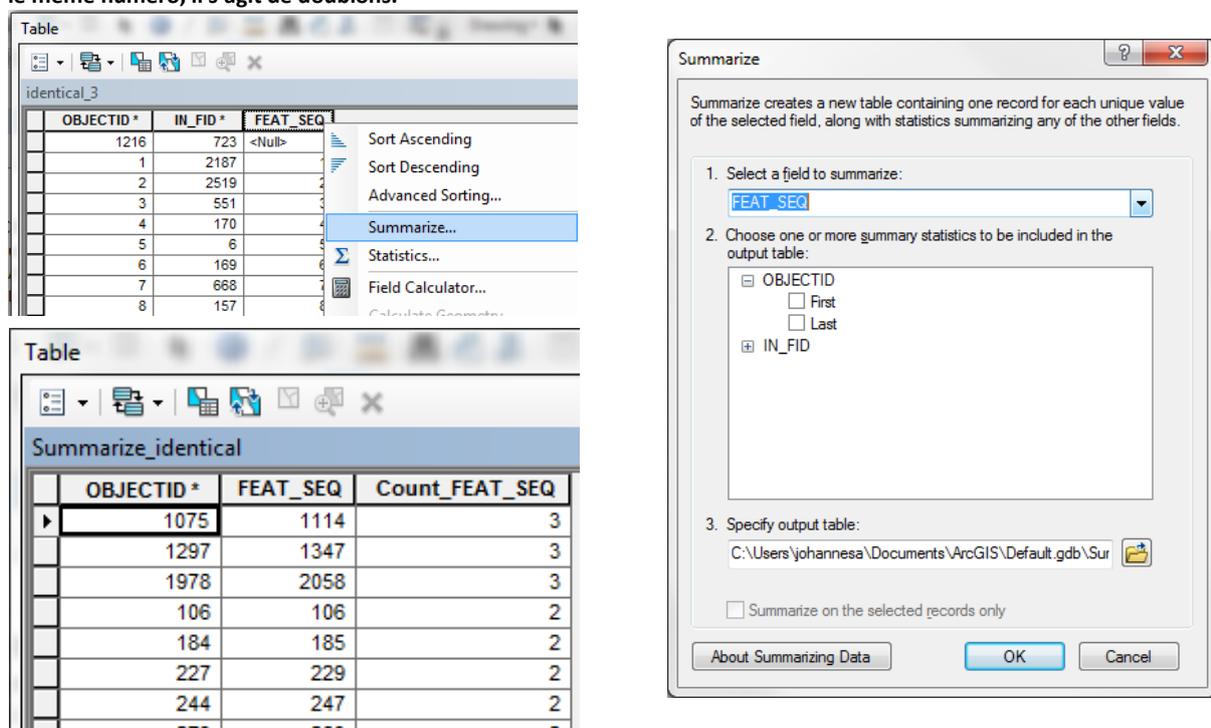
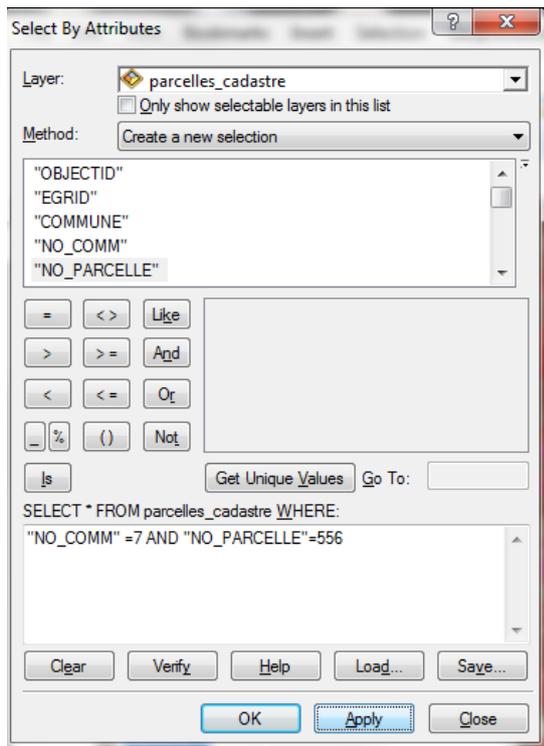


Figure 10 : Aperçu de l'outil « Summarize » (à droite), de comment le trouver grâce à un clic droit sur le champ de la table (en haut à gauche) et de la table que cet outil engendre (en bas à gauche). Le champ Count_FEAT_SEQ compte le nombre de fois que le champ FEAT_SEQ de la table « Summarize » apparaît, c'est-à-dire le nombre de doublons.



Lorsqu'on connaît le numéro de parcelle cadastrale d'une analyse, on peut faire une recherche par attribut, suivi d'un zoom sur la sélection pour voir si celle-ci a déjà été digitalisée.

Afin de travailler sur les données, il est nécessaire d'ouvrir une session d'édition, sans quoi aucune modification n'est possible.

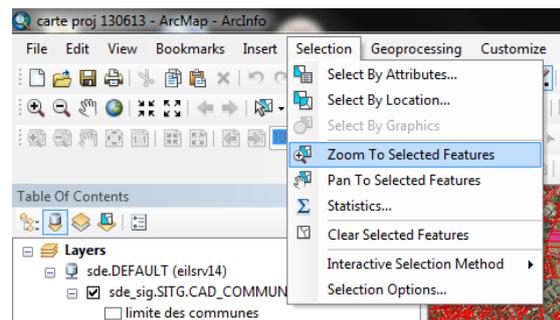


Figure 11 : Sélection par attribut (à gauche) et zoom sur la sélection (à droite)

Cas 1 : la parcelle agricole a déjà été digitalisée

Dans ce cas, il suffit d'attribuer à l'analyse le n° d'identifiant de surface agricole (surf_ag) en question.

Cas 2 : la parcelle agricole n'a pas encore été digitalisée mais elle correspond parfaitement à la parcelle cadastrale

Ce cas également assez simple permet de faire un copier-coller. On peut donc copier un polygone qui a été sélectionné dans la couche des parcelles cadastrales pour le coller dans la couche des surfaces agricoles.

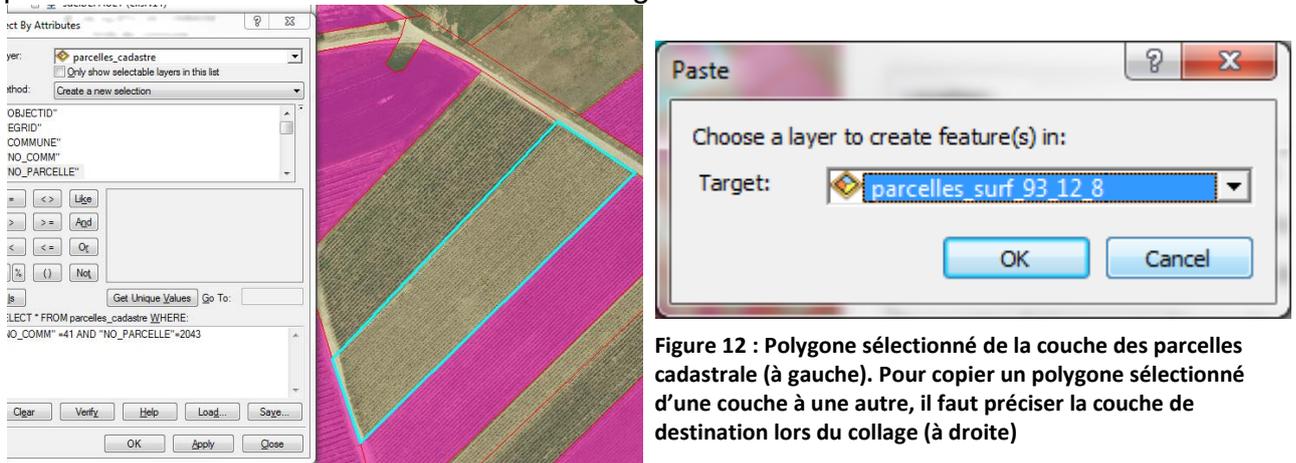
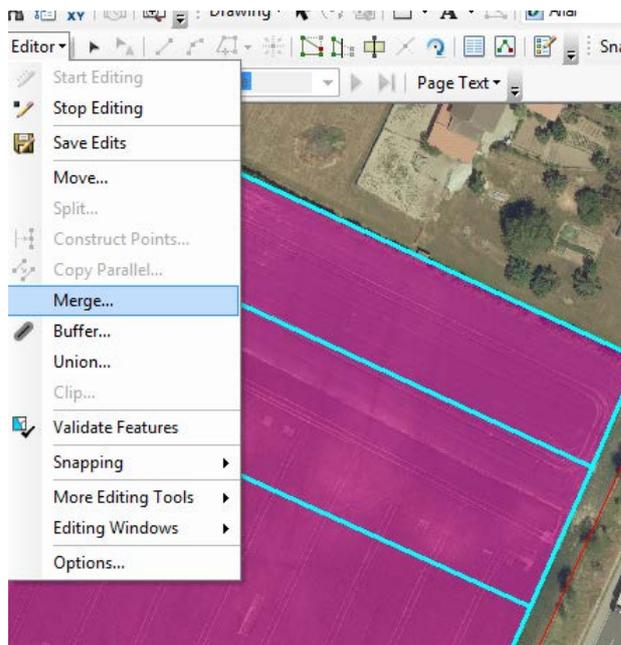


Figure 12 : Polygone sélectionné de la couche des parcelles cadastrale (à gauche). Pour copier un polygone sélectionné d'une couche à une autre, il faut préciser la couche de destination lors du collage (à droite)



Si la surface agricole correspond à plusieurs parcelles agricoles, on peut utiliser l'outil « merge » qui permet de fusionner plusieurs polygones en un seul.

Figure 13 : Utilisation de l'outil « merge » sur plusieurs parcelles cadastrales qui ont été copiées dans la couche des surfaces agricoles mais qui ne représentent qu'une seule parcelle agricole. Cet outil permet de fusionner plusieurs polygones.

Cas 3 : la parcelle agricole n'a pas encore été digitalisée et elle ne correspond pas à la parcelle cadastrale

Dans ce cas il faut créer entièrement le polygone en se fiant à l'orthophoto. Dans l'onglet « create feature », il faut sélectionner la couche qu'on veut modifier et sélectionner le « construction tool » polygon. Cette tâche peut être facilitée en ajoutant l'outil « snapping » qui permettra de suivre les limites des polygones déjà présents plus facilement.

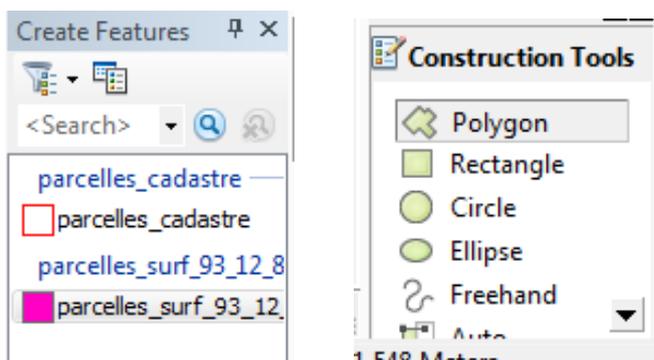


Figure 14 : Onglet « Create Feature » qui permet de créer un nouveau polygone (à gauche). Outil « polygon » qu'il faut sélectionner afin de digitaliser (à droite).

Pour information, le premier ID_SURF_AG digitalisé lors de cette mise à jour est le n°2637.

Relationship class

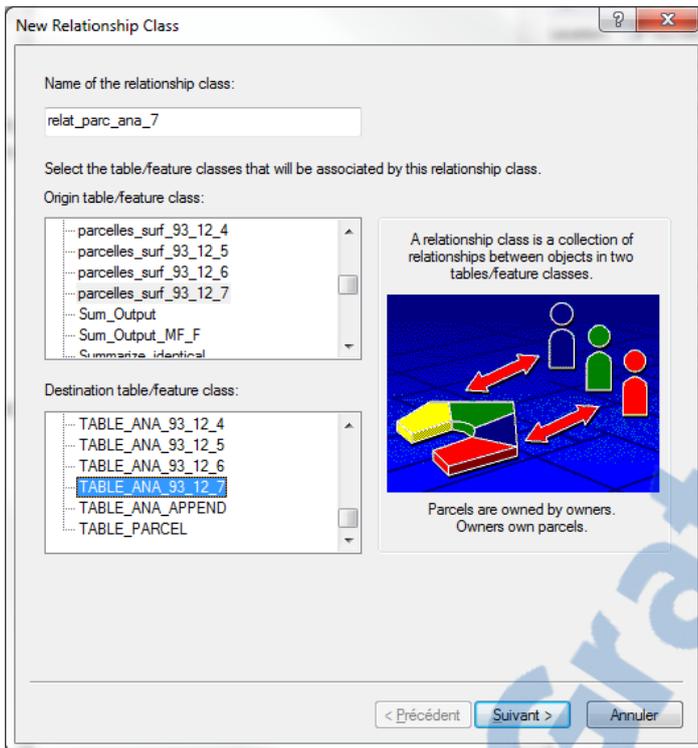


Figure 15 : Création d'une nouvelle classe de relation en faisant un clic droit sur la géodatabase personnelle dans le Catalog.

Afin de pouvoir consulter avec l'outil « Identify » quelles sont les analyses rattachées à chaque surface agricole, j'ai créé une relation au sein de la base de données entre la table d'analyse et la couche parcelle. Il s'agit d'une relation simple (l'un n'efface pas l'autre), de cardinalité un à plusieurs : 1-M (one to many).

Cartographie de l'évolution des parcelles

L'affichage des relations un à plusieurs n'est pas évidente. Il est nécessaire de passer manuellement par trois étapes :

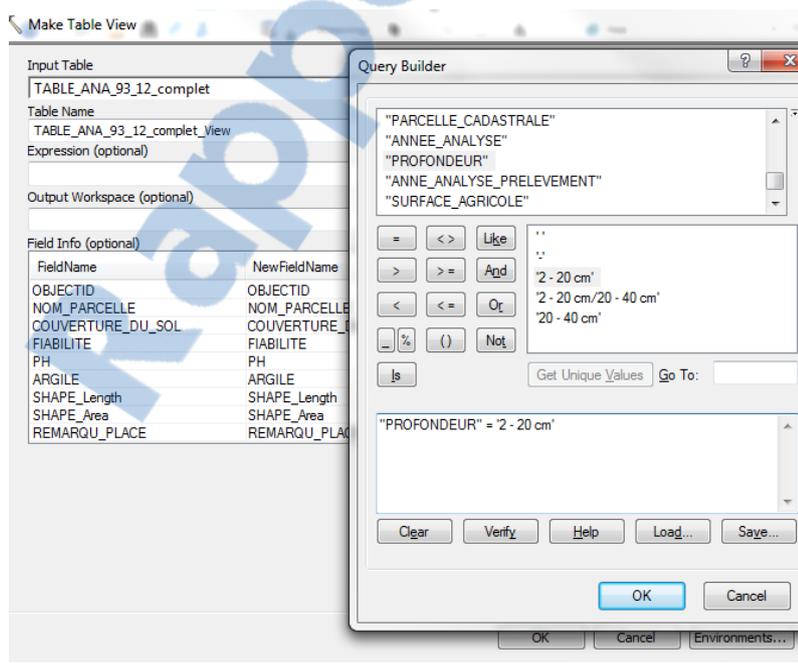


Figure 16 : Outil « Make table View » avec sur la droite la requête (Query Builder) qui permet de ne sélectionner que les éléments qu'on veut voir.

1. Make Table View (Data Management)

Il est possible de créer la vue d'une table, sans que celle-ci ne dédouble toutes les informations par rapport à la table de base. J'ai donc créé la vue d'une table qui ne contenait que les profondeurs de 2 – 20cm, pour ne pas fausser l'évolution des parcelles en incluant des profondeurs différentes.

2. Pivot Table (Data Management)

La table pivotée permet de faire le tableau d'un seul paramètre pour chaque année et pour chaque parcelle. On trouve donc les années en colonne et chaque ligne correspond aux résultats d'une analyse pour une parcelle.

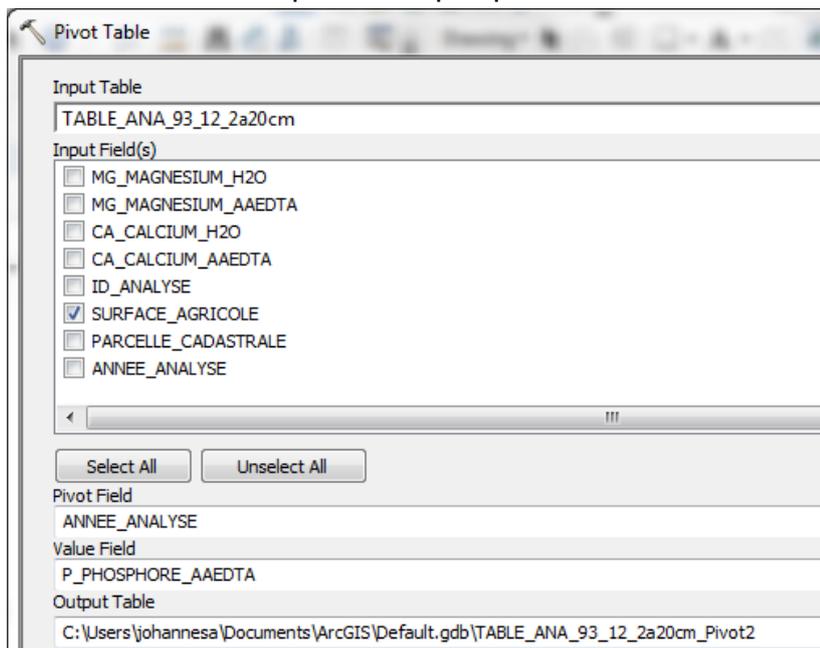


Figure 17 : Aperçu de l'outil « Pivot Table »

Malheureusement, lors de la création de ces tables (figure 18), toutes les années non renseignées prennent la valeur zéro et cela empêche des faire des calculs de moyennes. J'ai tenté de remplacer les valeurs de zéro par des cases nulles, mais l'outil « Replace » ne fonctionnait pas. Par conséquent, le moyen détourné d'y arriver était de sélectionner (select by attributes) les valeurs de

zéro et de faire un calcul de champ (Field Calculator). En indiquant dans le calculateur : « [ANNEE_ANALYSE1993]= null », ArcGIS va faire un champ vide uniquement pour les lignes sélectionnées. Il est ensuite possible de créer des nouveaux champs pour calculer des moyennes ou faire des soustractions. C'est le résultat d'une telle soustraction qui est représenté en

figures ().

OBJECTID *	SURFACE_AGRICOLE	ANNEE_ANALYSE1993	ANNEE_ANALYSE1994	ANNEE_ANALYSE1995
2256	299	0	0	0
2257	300	0	85	0
2258	302	0	28	0
2259	304	0	0	0
2260	305	0	0	0
2261	306	0	0	0
2262	307	0	0	0
2263	308	0	0	0
2264	309	0	0	0
2265	310	0	0	0
2266	310	0	0	0
2267	311	0	0	0
2268	312	0	0	0
2269	313	0	0	365
2270	316	0	0	0
2271	317	0	0	35
2272	318	0	0	216
2273	319	0	0	33
2274	320	0	0	0
2275	321	0	0	9
2276	322	0	77	0
2277	324	0	172	0
2278	325	0	103	0
2279	326	0	69	0
2280	326	0	129	0

Figure 18 : Aperçu de la table pivotée générée par l'outil « Pivot Table » contenant encore les nombreux zéros pour toutes les années non renseignées.

3. Join Table

Afin d'afficher ces résultats, il faut faire une jointure entre la couche des parcelles et la table pivotée.

Résultats

Le résultat de ce stage est la réorganisation de la couche et l'ajout de nouvelles analyses.

Concernant la réorganisation de la couche, ce n'est plus une seule couche, mais c'est devenu une géodatabase qui contient une couche de polygone et une table reliée. La couche est maintenant constituée uniquement des informations qui concernent les polygones, c'est-à-dire leurs numéros d'identifiant de surface agricole ainsi que la date de début et de fin de validité de ces surfaces.

Il y a également la table des analyses, dont plusieurs analyses peuvent se référer à une seule parcelle agricole.

Pour arriver à ce résultat, il a fallu effacer tous les polygones qui avaient été saisis plusieurs fois et attribuer aux analyses dont le polygone avait été effacé, le même numéro d'identifiant surface que le doublon resté en place.

Des nouvelles analyses ont été ajoutées soit en reconnaissant le nom de parcelle d'une ancienne analyse déjà géoréférencée, soit en se fiant aux indications données par les agriculteurs (au moyen de dessins des parcelles sur le classeur ou grâce au numéro de parcelle cadastrale et de commune). Les données provenant du classeur ont été entièrement digitalisées. La recherche systématique des parcelles cadastrales indiquées sur le fichier excel de récapitulation a été commencée (jusqu'au cours de l'année 2009), mais doit encore être terminée.

Bilan

- ✓ 531 doublons de parcelles effacées
- ✓ 867 polygones sont reliées à plusieurs analyses (soit deux profondeurs, soit des années différentes)
- ✓ **3358 analyses géoréférencées au total**
- ✓ 2627 analyses géoréférencées sur l'ancienne couche
- ✓ 731 nouvelles analyses ont été géoréférencées.
- ✓ 167 polygones ont été digitalisés

Une carte montrant les nouvelles surfaces agricoles géoréférencées (Figure 19) et une carte montrant les parcelles agricoles qui ont plusieurs analyses (Figure 20) se trouvent ci-dessous.

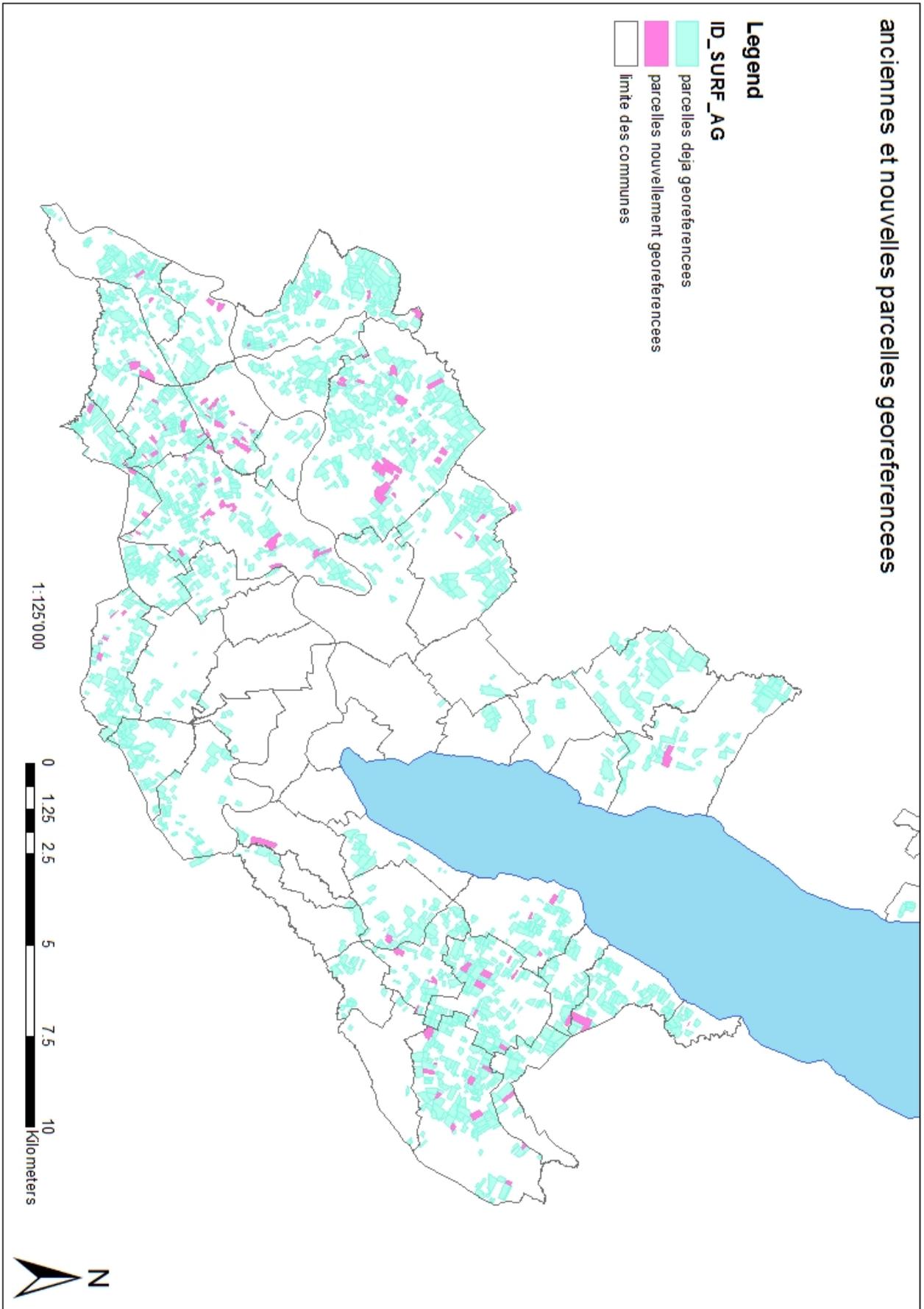


Figure 19 : carte des nouveaux polygones digitalisés

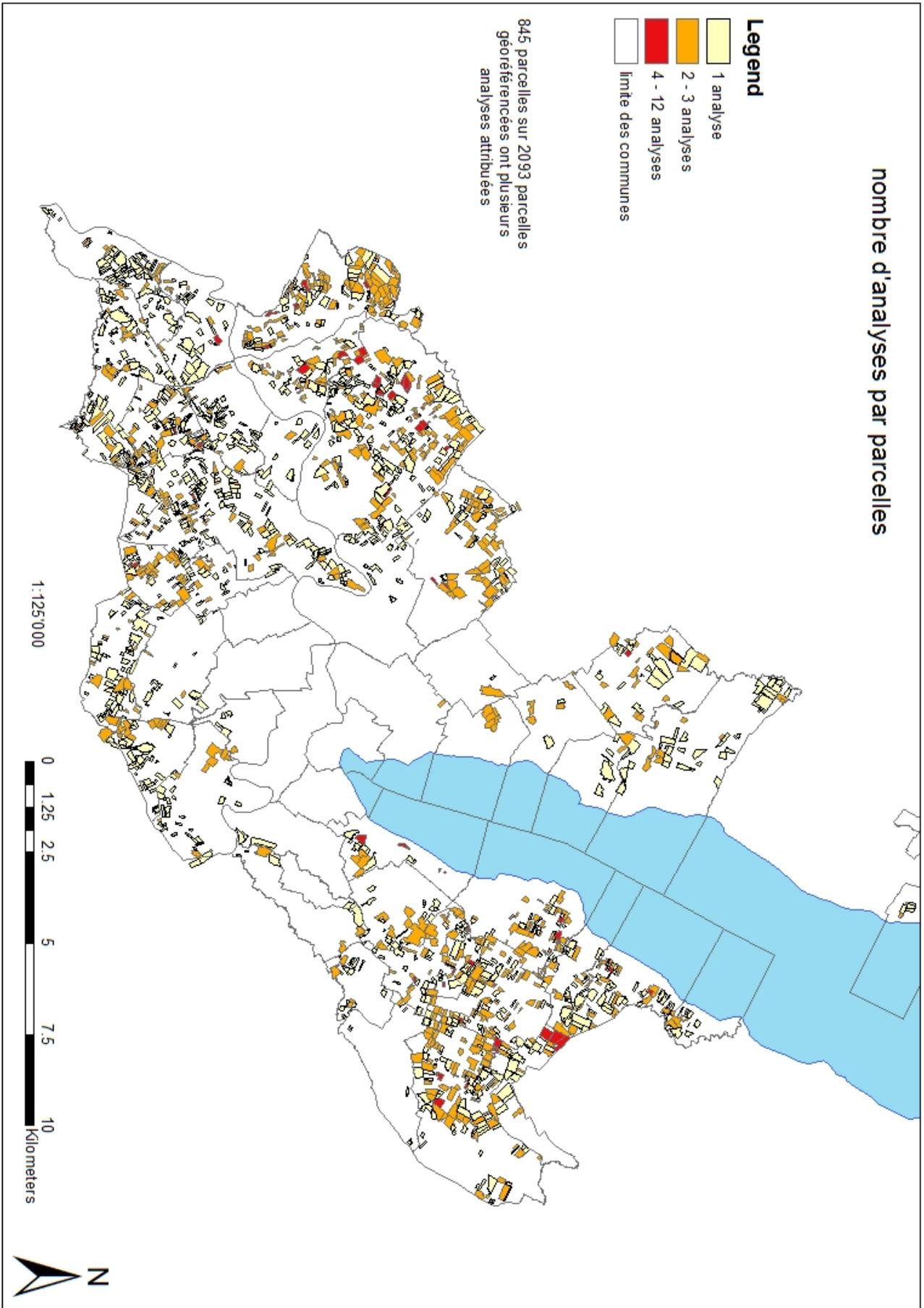


Figure 20 : Carte montrant les parcelles agricoles qui ont plusieurs analyses

Grâce au référencement des nouvelles analyses, il est désormais possible de suivre l'évolution de quelques parcelles au cours du temps. Une carte de l'évolution du phosphore (extrait AAEDTA) a été représenté en figure 23 et une carte de l'évolution du pH a été représentée en figure 24. Les statistiques liées à chacune de ces cartes se trouvent ci-dessous (figures 21 et 22).

Pour faire la carte de l'évolution du phosphore, la moyenne des résultats des années 2008 à 2010 a été soustraite à la moyenne des résultats des années 1998 à 2000 pour chaque parcelle à une profondeur de 2 à 20 cm. Seules 136 parcelles ont suffisamment d'informations pour être représentées. Parmi celles-ci 68 parcelles ont une teneur en phosphore diminuée après 10 ans, c'est exactement la moitié. Néanmoins, la moyenne (~4 [mg/kg]) pour toutes les parcelles a un peu augmenté

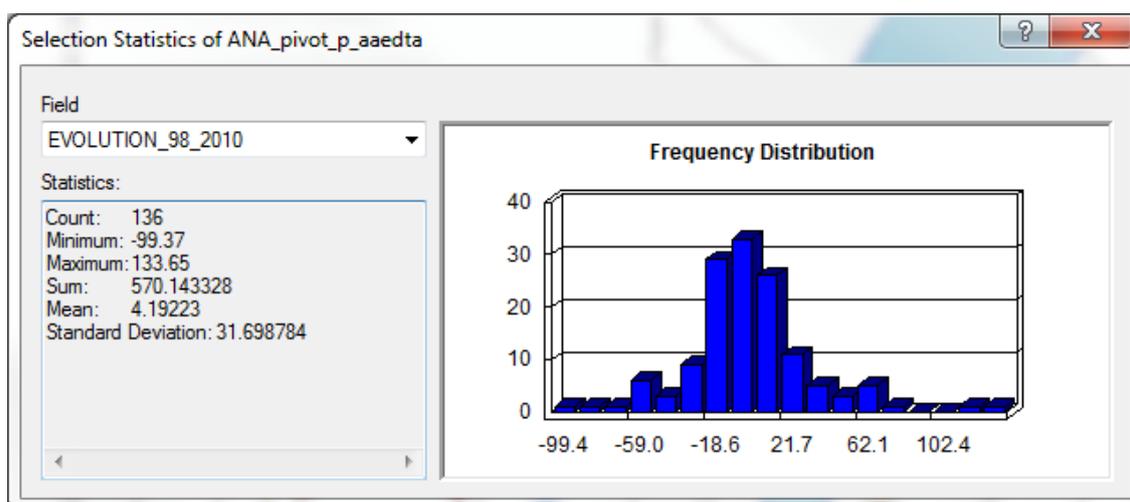


Figure 21 : Statistiques données par ArcGIS sur l'évolution de la teneur en phosphore extrait à l'acétate d'ammonium + EDTA.

Le calcul de l'évolution du pH a été fait un peu différemment. Pour cet exemple-là, une moyenne a été faite pour toutes les années avant 2002 compris et soustraite à la moyenne de toutes les années au-dessus de 2002. Par conséquent, beaucoup plus de parcelles ont pu être représentées. Sur les 576 parcelles représentées, 391 vont vers une acidification. Cela représente 68%. En moyenne les parcelles représentées ont perdu ~0.16 point de pH.

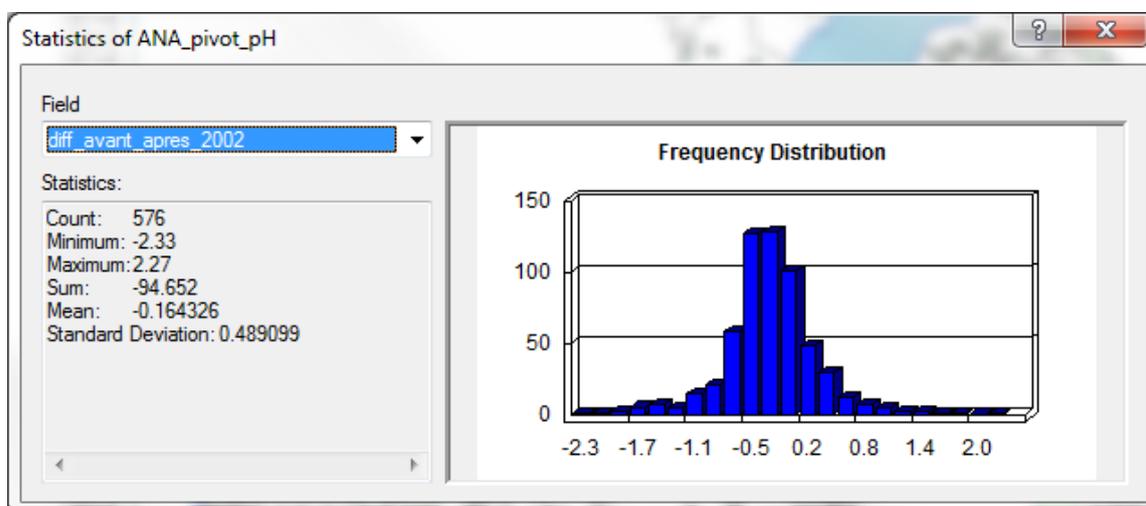


Figure 19 : Statistiques données par ArcGIS sur l'évolution du pH.

**Evolution du taux de phosphore
extrait à l'acétate d'ammonium + EDTA
et les moyennes (1998 - 2000)**

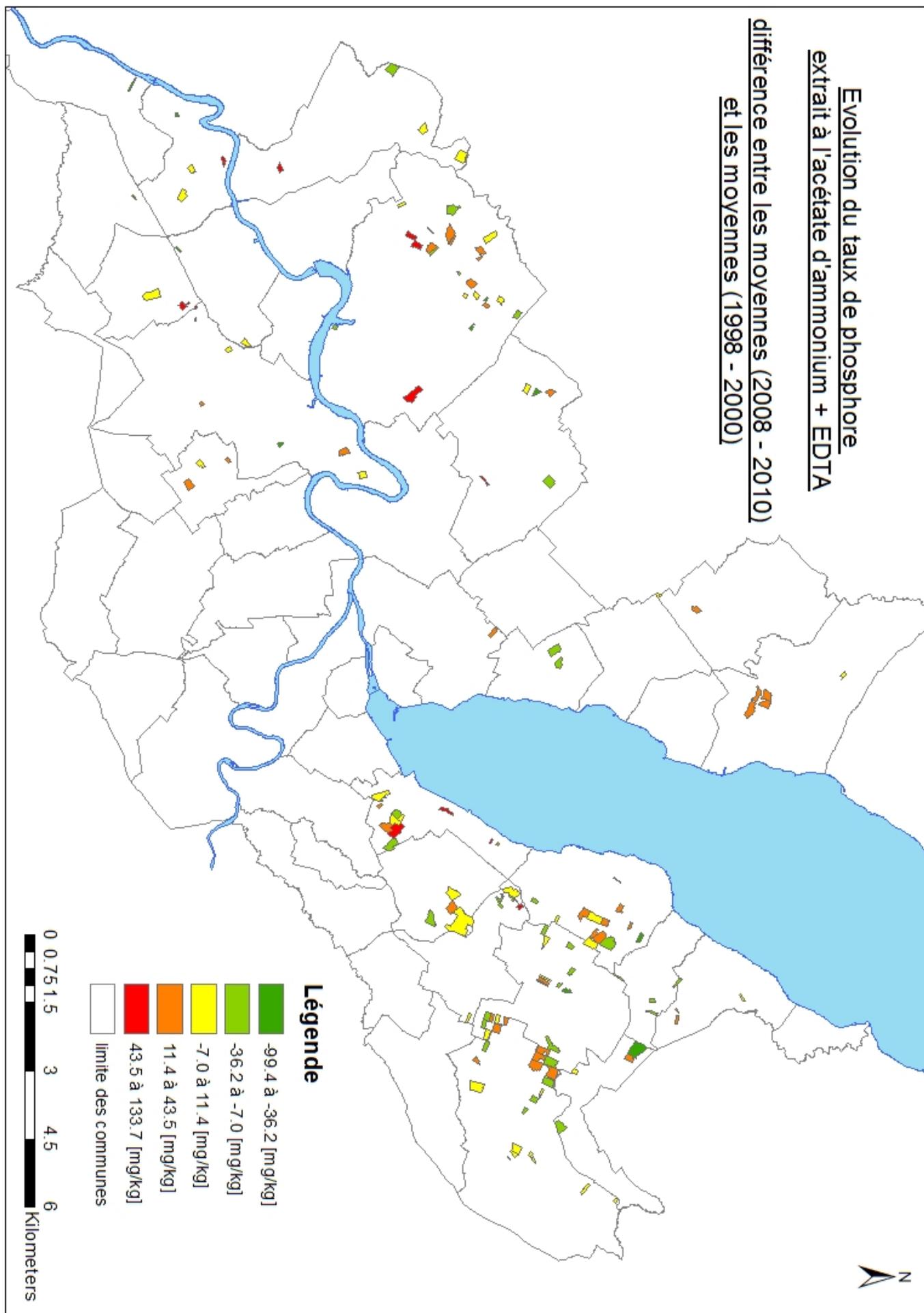


Figure 23 : Carte de l'évolution du taux de phosphore extrait à l'AAEDTA de 1998-2000 à 2008-2010

Evolution du pH entre la moyenne de 1993
à 2002 et la moyenne de 2003 à 2012

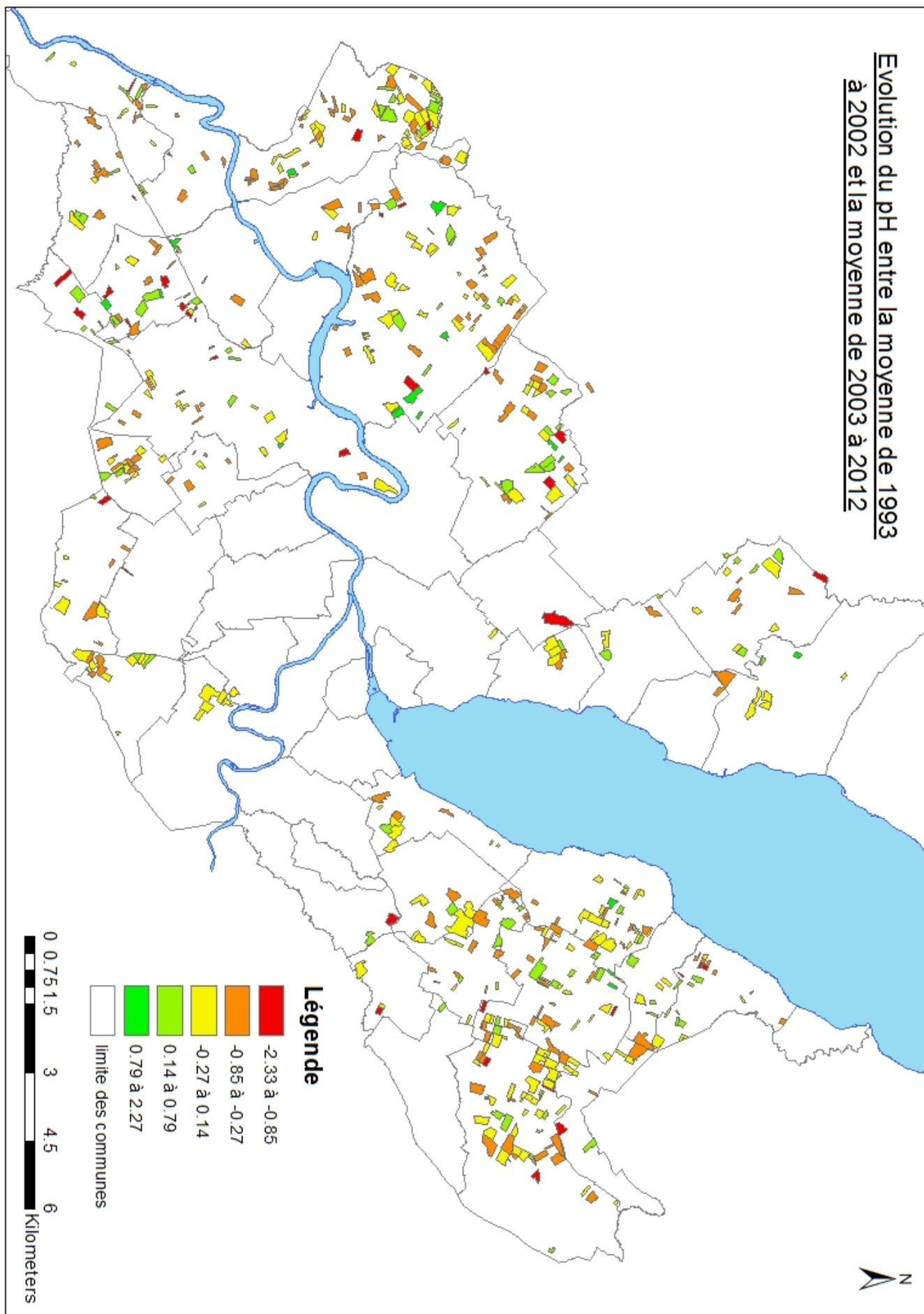


Figure 24 : Carte de l'évolution pH avant et après 2002

Conclusions

Conclusion sur les données et la carte

Lors de la mise à jour de la couche, j'ai choisi, pour plus de clarté, de créer une base de données relationnelle dans une geodatabase.

Ce système a l'avantage de simplifier la géolocalisation de nouvelles analyses si la parcelle agricole a déjà été digitalisée, car il suffit alors d'attribuer à l'analyse le bon numéro d'identifiant de parcelle. Il évite également la superposition des polygones qui pose problème lorsqu'on veut calculer des surfaces. Et de manière générale, on garde une meilleure vue d'ensemble de ce qui a été fait. En effet, le nombre d'analyses localisées et le nombre de parcelles agricoles localisées, sont des choses bien différentes. Cela prendra d'autant plus d'importance que le nombre d'analyses et d'années augmentera.

Néanmoins, les bases de données relationnelles posent le problème d'affichage de résultats comparatifs sur ArcGIS. Il n'y a, en effet, pas d'outil qui permette cela. Pour afficher l'évolution d'un paramètre pour chaque parcelle, il faut faire plusieurs étapes manuellement. Cela a été fait pour les cartes de l'évolution du pH et du phosphore (figures 23 et 24) et décrit dans le chapitre des outils ArcGIS utilisés (page 18). Cet aspect un peu fastidieux pour les travaux d'observation ne peut malheureusement pas être contourné.

Le but final de ce stage est de pouvoir mettre en ligne les données sur SITG. La nouvelle organisation de la carte pose la question sous quelle forme cela se fera et à quelles informations l'utilisateur aura accès. Il y a certains champs qui devront être masqués par souci de confidentialité, tels que les noms et prénoms des agriculteurs. D'autres champs qui ne sont utiles qu'à l'interne, devraient aussi être masqués.

Certains polygones auront donc plusieurs analyses. Il est pour l'instant envisagé que toutes les analyses effectuées, mêmes les anciennes, soient accessibles sur ArcGIS. Bien que par souci de simplicité de lecture de l'information, on pourrait n'afficher que les données les plus récentes.

Recommandations pour la suite

- Mise en ligne de la carte !
- Comme le géoréférencement des analyses jusqu'en 2012 n'est pas terminé, il est évident qu'une des premières recommandations est de finaliser cela. Il manque les analyses dont le numéro de parcelles cadastral est connu des années 2010 à 2012.
- Dans le but d'augmenter le nombre d'analyses qui pourront être localisées, on pourrait également enquêter auprès des agriculteurs qui n'ont pas donné d'informations.
- Certaines analyses ont des numéros de parcelles qui datent d'un ancien système et il n'est pas possible de retrouver leur localisation avec un service des SITG. Pour ces analyses-là, il serait possible de contacter une personne du SITG qui connaît la correspondance entre ancien et nouveau système de parcelles cadastrales.

- Cela va sans dire, le travail de renseignement fait par le laboratoire lorsque les agriculteurs amènent leurs échantillons de terre, doit continuer. C'est la manière la plus efficace et la plus sûre de pouvoir localiser chaque analyse.

Conclusions sur le stage

Ce stage, effectué sur mon lieu de travail habituel, m'a permis d'aborder un autre aspect des activités de notre équipe et cela a été très intéressant. Je suis consciente de l'utilité de cette couche SITG et j'espère sincèrement que la mise à jour sera complétée, soit par moi, soit par un autre collègue dans un proche avenir. La mise à disposition de ces informations fait partie de nos missions et nous sert également dans nos travaux de recherche.

Evidemment, le stage m'a permis d'être plus à l'aise avec l'outil ArcGIS. Après deux mois, je connais bien les outils de base de ce logiciel, mais je sais qu'il existe encore de nombreuses possibilités de l'exploiter.

Remerciements

J'aimerais commencer par remercier hepia qui a financé mon certificat de géomatique comme projet de formation durant mon temps d'assistantat. Je remercie également Pascal Boivin pour ses encouragements dans cette formation et sa compréhension face à mon manque de disponibilité pour mon travail durant toute la période sur laquelle elle s'est déroulée.

J'aimerais remercier toute l'équipe du groupe sols et substrats pour leur soutien, leurs encouragements et leur aide :

- Frédéric Lamy qui était responsable de mon stage, qui m'a guidée, mis toutes les informations à disposition et rappelé de temps à autres ce qui allait être utile afin que je ne perde pas le Nord. Il a, comme toujours, pris avec stoïcisme mes bruyants duels perdus contre l'ordinateur.
- Les laborantins François Cuenoud et Aline Chambettaz qui, grâce aux informations qu'ils ont répertoriées, ont permis de localiser facilement les éléments récents. Cela a rendu la mise à jour de cette carte plus agréable. Je les remercie également pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce stage et le sens qu'ils ont donné à ce que je faisais, à la pause-café pour Cuenoud et au repas de 11h30 pour Aline.
- Karine Gondret, pour ses petits conseils sur le logiciel et la déception partagée face aux limites de ce dernier.
- Les étudiantes en master, Léonie Givord et Marie Fournier qui partagent notre bureau, qui ont accueilli avec des regards compatissants les nombreuses frustrations (souvent partagées à haute voix) que j'ai eues face à mes incompréhensions du logiciel.
- Béatrice Vaggi qui m'a montré la joie du copié-collé sur ArcGIS, ce qui m'a bien rendu service.
- Lionel Chabbey pour son entrain et Antoine Besson pour son enthousiasme inégalé pour la mise à jour de cette information.

Un remerciement particulier va à Alain Dubois qui m'a aidée dans la conception du travail et la réflexion lors du stage. Je le remercie pour sa grande disponibilité, non seulement face aux défis relevés lors du stage mais également pour son aide précieuse avec la compréhension d'autres cours du certificat de géomatique.

Finalement je remercie l'organisation du certificat pour la flexibilité qu'elle donne à ses participants, sans quoi cela n'aurait pas été possible.

Bibliographie

[1] **Commentaire et instructions 2013 relatifs à l'ordonnance sur les paiements directs versés dans l'agriculture (Ordonnance sur les paiements directs, OPD, 910.13)**, Département fédéral de l'économie DFE, Office fédéral de l'agriculture OFAG Unité de direction Paiements directs et développement rural, Mai 2013

[2] **Formules et constantes pour le calcul pour la projection cylindrique conforme à axe oblique et pour la transformation entre des systèmes de référence**, Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports DDPS, Office fédéral de topographie swisstopo, Octobre 2008

Annexe : Métadonnées

Résumé du service

L'analyse des sols est essentielle à l'appréciation de la qualité et de l'aptitude culturale. Elle est nécessaire pour le calcul des quantités de fertilisants à apporter. Les agriculteurs suisses font régulièrement une analyse des sols de leurs parcelles, en général tous les 10 ans. Cette pratique est requise par l'ordonnance sur les paiements directs (OPD), conformément aux prestations écologiques requises (PER).

Les échantillons moyens, représentatifs de la parcelle agricole, sont prélevés par les agriculteurs. La méthode de prélèvement consiste à échantillonner au moyen d'une tarière une quinzaine de points sur une parcelle homogène et de les mélanger afin d'obtenir un échantillon composite.

Les analyses se font selon les méthodes des Stations fédérales de recherches agronomiques de Suisse et doivent provenir d'un laboratoire reconnu et agréé par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), comme l'est le laboratoire du groupe sols et substrats de hepia. Le laboratoire effectue donc des analyses agricoles sur le canton de Genève et les répertorie de manière informatique depuis 1993.

Les analyses de sol prescrites dans le cadre PER comprennent au minimum les paramètres pH, phosphore et potassium. Une analyse de la teneur en matière organique est également requise sur chaque parcelle de grandes cultures.

La localisation des parcelles de 1993 à 2005 a été réalisée à l'aide de plans livrés par les agriculteurs en 1999 au Service de l'agriculture du Canton de Genève. Lors de la première mise à jour, les parcelles localisées de 2005 à 2012 ont été localisées grâce aux informations délivrées par les agriculteurs au moment de la demande d'analyse auprès du laboratoire.

L'organisation de la carte des analyses des sols cultivés comprend une couche de polygones représentant les parcelles agricoles. Celles-ci sont reliées par un identifiant unique à une table de résultats d'analyses. Chaque parcelle agricole peut être reliée à plusieurs analyses, soit à des profondeurs différentes, soit à des années d'analyses différentes.

L'intégration sur le serveur de données du SITG a été effectuée au Service des systèmes d'information et de géomatique (SSIG) du Canton de Genève.

Champs de la couche surfaces agricoles

- OBJECTID (Object ID): Champ automatique avec l'identifiant de la base de chaque objet (Attention, ne pas l'utiliser comme identifiant unique permanent)
- SHAPE (Geometry): polygones
- ID_SURFACE_AGRICOLES(Short): est le champ d'identifiant unique qui a été créé pour relier la couche à la table d'analyses.
- PREMIERE_DATE (Short) : indique l'année de la première analyse géoréférencée, et donc le début de validité de la surface agricole
- DATE_FIN (Short): indique la fin de validité d'une parcelle agricole, soit parce que celle-ci a été divisée en deux ou jointe à une autre parcelle, etc.
- SHAPE_Length (Double) : Champ automatique donnant la longueur de chaque objet en m
- SHAPE_Area (Double): Champ automatique donnant la surface de chaque polygone en m2

Champs de la table d'analyses reliée à la couche de surfaces agricoles

ID_ANALYSE	ID_ANALYSE	Short	Identifiant unique de l'analyse
NOM_PARCELLE	NOM_PARCELLE	Text	Nom de la parcelle, fourni par les agriculteurs
COMMUNE	COMMUNE	Text	Numéro de commune (référence pour le numéro de parcelle)
PARCELLE_CADASTRALE	PARCELLE_CADASTRALE	Text	Numéro de parcelle cadastrale indiquée par l'agriculteur
SURFACE_AGRICOLE	SURFACE_AGRICOLE	Short	Numéro d'identifiant de surface agricole qui permet de relier la table des analyses à la couche de polygones des surfaces agricoles (clé étrangère)
FIABILITE	FIABILITE	Text	F signifie que la localisation sur le plan n'a pas posé de problème. MF signifie qu'un doute subsiste sur la localisation exacte de la parcelle.
ANNEE_ANALYSE	ANNEE_ANALYSE	Double	Année à laquelle l'échantillon a été prélevé pour l'analyse.
PROFONDEUR	PROFONDEUR	Text	Renseigne sur la profondeur du prélèvement
COUVERTURE_DU_SOL	COUVERTURE_DU_SOL	Text	Type de culture
CLASSE	CLASSE	Text	Indique s'il s'agit d'une culture sous abri ou en plein champ
PH	PH	Double	pH de l'horizon analysé. Méthode de mesure : extrait à l'eau 1:2.5 poids/volume, temps d'équilibration 20 heures.

MATIERE_ORGANIQUE_	MATIERE_ORGANIQUE_	Text	Teneur en matière organique humifiée (g/100g de terre fine sèche). Méthode de mesure : oxydation avec du dichromate de potassium selon la méthode Walkley - Black.).
CARBONATES_TOT	CARBONATES_TOT	Double	Teneur en carbonates totaux de l'horizon analysé, principalement du carbonate de calcium. Unité : g/100 g de terre fine sèche. Méthode de mesure : volume de CO ₂ dégagé par attaque acide (HCl).
ARGILE	ARGILE	Double	Teneur en argile ($d < 2 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SILT_FIN	SILT_FIN	Double	Teneur en silts fins ($2 \mu\text{m} < d < 20 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SILT_GROSSIER	SILT_GROSSIER	Double	Teneur en silts grossiers ($20 \mu\text{m} < d < 50 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SILTS_TOT	SILT_TOT	Double	Teneur en silts totaux ($2 \mu\text{m} < d < 50 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SABLE_FIN	SABLE_FIN	Double	Teneur en sables fins ($50 \mu\text{m} < d < 200 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SABLE_GROSSIER	SABLE_GROSSIER	Double	Teneur en sables grossiers ($200 \mu\text{m} < d < 2000 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SABLES_TOT	SABLE_TOT	Double	Teneur en sables totaux ($50 \mu\text{m} < d < 2000 \mu\text{m}$), unité : g/100 g de terre minérale fine sèche
SALINITE	SALINITE	Double	Conductivité électrique (salinité) de l'horizon analysé. Méthode de mesure : Mesure dans le filtrat d'un extrait à l'eau 1:10 poids/volume, temps d'agitation 1 heures.
P_PHOSPHORE_H2O_	P_PHOSPHORE_H2O_	Text	Teneur en phosphore facilement disponible (Intensité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par l'eau déminéralisée H ₂ O au pH du sol; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
P_PHOSPHORE_AAEDTA_	P_PHOSPHORE_AAEDTA_	Text	Teneur en phosphore de réserve (Quantité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par une solution d'acétate d'ammonium 0.5 M + EDTA 0.02 M à pH: 4.65 ; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.

K_POTASSIUM_H2O_	K_POTASSIUM_H2O_	Text	Teneur en potassium facilement disponible (Intensité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par l'eau déminéralisée H ₂ O au pH du sol; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
K_POTASSIUM_AAEDTA_	K_POTASSIUM_AAEDTA_	Text	Teneur en potassium de réserve (Quantité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par une solution d'acétate d'ammonium 0.5 M + EDTA 0.02 M à pH: 4.65 ; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
MG_MAGNESIUM_H2O	MGMAGNESIUM_H2O	Double	Teneur en magnésium facilement disponible (Intensité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par l'eau déminéralisée H ₂ O au pH du sol; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
MG_MAGNESIUM_AAEDT A	MGMAGNESIUM_AAEDTA	Double	Teneur en magnésium de réserve (Quantité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par une solution d'acétate d'ammonium 0.5 M + EDTA 0.02 M à pH: 4.65 ; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
CA_CALCIIUM_H2O_	CA_CALCIIUM_H2O_	Text	Teneur en calcium facilement disponible (Intensité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par l'eau déminéralisée H ₂ O au pH du sol; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
CA_CALCIIUM_AAEDTA	CA_CALCIIUM_AAEDTA	Double	Teneur en calcium de réserve (Quantité) de l'horizon analysé. Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par une solution d'acétate d'ammonium 0.5 M + EDTA 0.02 M à pH: 4.65 ; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
B_BORE_AAEDTA_	B_BORE_AAEDTA_	Text	Teneur en bore de réserve (Quantité) de l'horizon analysé.

			Unité : mg par kilo de terre fine sèche. Méthode de mesure : extraction par une solution d'acétate d'ammonium 0.5 M + EDTA 0.02 M à pH: 4.65 ; rapport solide/solution 1:10 poids/volume ; durée d'extraction 60 minutes.
OBJECTID	OBJECTID	OID	Champ automatique avec l'identifiant de la base de chaque objet (Attention, ne pas l'utiliser comme identifiant unique permanent)

Limites de dosage du laboratoire sols et substrats de hepia

	1993	06.10.2004	12.11.2004	15.07.2005	10.03.2006	18.01.2007	24.07.2008	18.01.2010	01.02.2010	28.11.2011
MO		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
P_H ₂ O		1.2	1.2	0.25	0.25	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
K_H ₂ O		3.8	3.8	3.8	3.8	2	2	2	2	2
Mg_H ₂ O		0.3	0.3	0.3	0.3	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Ca_H ₂ O		4	4	4	4	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
P_AAEDTA		1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
K_AAEDTA		4	4	4	4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Mg_AAEDTA		0.3	0.3	0.3	0.3	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Ca_AAEDTA		4.2	4.2	4.2	4.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
B_AAEDTA		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4