

**Réunion COSAC**

**ISARA-Lyon, le 20 mars 2012, 10h-17h.**

**10h : Tour de table**

Présentation de chacun et de ses activités

**10h30- 11h : Présentation générale du projet COSAC**

- **Opération 1** : le dispositif de recherche « Biologie des sols et matières organiques »
- **Opérations 2 et 3** : les dispositifs d'accompagnement des agriculteurs en AC (Réseaux autour de l'AC Nouriciagrosol ou BASE et dispositif expérimental Rhône alpes sur l'AC en AB)
- **Opération 4** : les apports des terrains du sud au projet PEPITES
- Calendrier livrables

**11h-12h30 : Focus Opération 1 : Analyse de corpus** Christian Deverre, Norbert Amougou

**12h30-14h30 : Déjeuner**

**14h30-15h30 : Focus Opération 1 : Enquêtes/ observation des chercheurs en science du sol,** lien avec l'analyse de corpus, Aurélie Cardona

**15h30-17h** : Qu'est-ce que vous attendez du projet COSAC? Comment avez-vous envie d'y participer? Discussion, Propositions de contribution aux différentes opérations de recherches

**Journée COSAC du 19 octobre 2012**

**RESTITUTION DES PREMIERS RESULTATS ET DISCUSSIONS**

(ISARA –Lyon, 3<sup>ème</sup> étage, salle B327)

**9h30-10h** : Accueil des participants

**10h- 10h30: Introduction à la journée**

- Présentation de la journée
- Point d'avancement sur le projet COSAC et les actions engagées, Hélène Brives, Christian Deverre.
- Le sociologue à la découverte des sciences du sol, Aurélie Cardona

**10h30-12h30 : Les sciences du sol, les systèmes de culture et les pratiques des agriculteurs**

10h30- 11h45 : Les chercheurs en sciences du sol et l'agriculture, Aurélie Cardona.

11h45- 12h30 : Quelques résultats du projet QueSacteS (Gessol), perception du sol chez les agriculteurs, perception du sol chez les chercheurs en sciences du sol, Claude Compagnone

**14h-16h 30 : Les sciences du sol et les services écosystémiques**

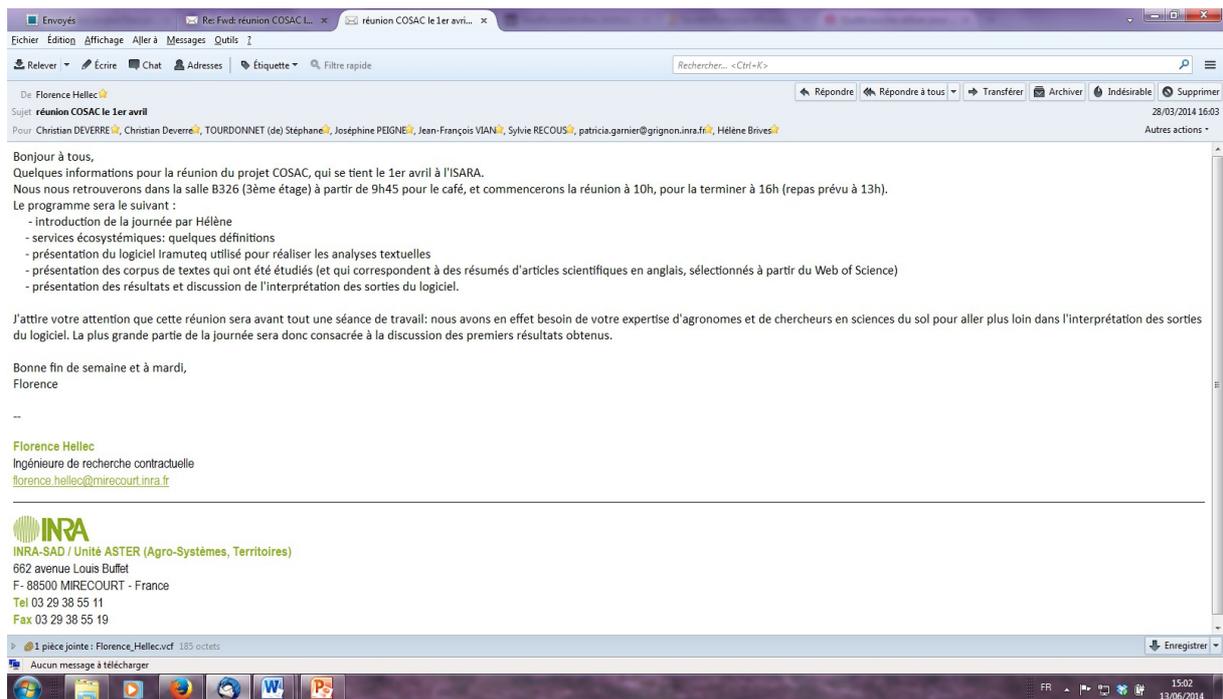
14h- 14h45 : L'introduction de la notion de « service écosystémique » : pour un nouveau regard sur le sol ?, Aurélie Cardona

14h45- 16h00 : Ateliers de discussions autour de l'introduction de la notion de services écosystémiques animés par les sociologues (Christian, Hélène, Aurélie).

16h-16h30 : Synthèse des ateliers

**16h30-17h : Perspectives et suite du projet**

## Annexe 3 : ordre du jour de la réunion COSAC du 1<sup>er</sup> avril 2014 (communiqué par mail)



Envoyés

Re: Fwd: réunion COSAC L... x réunion COSAC le 1er avri... x

Fichier Édition Affichage Aller à Messages Outils ?

Relever Écrire Chat Adresses Étiquette Filtrer rapide Rechercher... <Ctrl+K>

De Florence Hellec

Sujet réunion COSAC le 1er avril 28/03/2014 16:03

Pour Christian DEVERRE, Christian Deverre, TOURDONNET (de) Stéphane, Joséphine PEIGNE, Jean-François VIAN, Sylvie RECOUS, patricia.garnier@grignon.inra.fr, Hélène Bivès

Autres actions

Bonjour à tous,  
Quelques informations pour la réunion du projet COSAC, qui se tient le 1er avril à l'ISARA.  
Nous nous retrouverons dans la salle B326 (3ème étage) à partir de 9h45 pour le café, et commencerons la réunion à 10h, pour la terminer à 16h (repas prévu à 13h).  
Le programme sera le suivant :

- introduction de la journée par Hélène
- services écosystémiques: quelques définitions
- présentation du logiciel Iramuteq utilisé pour réaliser les analyses textuelles
- présentation des corpus de textes qui ont été étudiés (et qui correspondent à des résumés d'articles scientifiques en anglais, sélectionnés à partir du Web of Science)
- présentation des résultats et discussion de l'interprétation des sorties du logiciel.

J'attire votre attention que cette réunion sera avant tout une séance de travail: nous avons en effet besoin de votre expertise d'agronomes et de chercheurs en sciences du sol pour aller plus loin dans l'interprétation des sorties du logiciel. La plus grande partie de la journée sera donc consacrée à la discussion des premiers résultats obtenus.

Bonne fin de semaine et à mardi,  
Florence

--

Florence Hellec  
Ingénieure de recherche contractuelle  
[florence.hellec@mirecourt.inra.fr](mailto:florence.hellec@mirecourt.inra.fr)

---

 **INRA**  
INRA-SAD / Unité ASTER (Agro-Systèmes, Territoires)  
662 avenue Louis Buffet  
F- 88500 MIRECOURT - France  
Tel 03 29 38 55 11  
Fax 03 29 38 55 19

1 pièce jointe : Florence\_Hellec.vcf 185 octets Enregistrer

Aucun message à télécharger

FR 15:02 13/06/2014

### **Présentation des questionnements**

L'objectif du projet COSAC est de comprendre comment sont construites des connaissances sur le sol dans le cadre des activités autour de l'AC et aussi de comprendre comment elles circulent, entre chercheurs, réseaux d'accompagnement en AC et agriculteurs.

Ce projet est né à la suite du projet Pepites et plusieurs équipes de chercheurs ayant participé à Pepites participent au projet COSAC, des chercheurs de Grignon, de Reims (équipe FARE), de l'IRD et de l'ISARA.

C'est dans cette perspective que je viens vous rencontrer, à la fois pour comprendre la manière dont vous travaillez et donc la manière dont vous produisez des connaissances sur le sol, pour mettre quelque chose derrière cette expression « produire des connaissances », à travers donc un entretien et des observations... Mais aussi pour saisir les échanges qui se font autour de ces connaissances, les personnes avec qui vous êtes en interactions pour travailler mais aussi pour diffuser, discuter de vos résultats, de vos productions...

### **Questions :**

Peux-tu me décrire ton travail aujourd'hui?

Explication concrète, photos des dispositifs si possible ou alors photos quand personne en activité.

Est-ce que ça a toujours été ton travail, depuis quand ? Ton travail a-t-il connu des évolutions ? Lesquelles ? De nouveaux thèmes de recherches sont-ils apparus ? Lesquels ? comment ont-ils été intégrés à ton travail, est-ce que cela a modifié tes activités et comment ? (voir apparition de services écosystémiques notamment)

Peux-tu me décrire ton parcours professionnel?

- parcours en termes d'activités professionnelles au cours de la vie professionnelle pour comprendre comment la personne en est arrivée à son activité actuelle telle que décrite au début.
- Parcours en termes de changements d'équipes de recherches, ou de différents lieux d'emploi...

(A partir du parcours, si même activité globale pendant plusieurs années) En ce qui concerne [telle activité], et que tu as pratiqué pendant plusieurs années/pratique depuis longtemps, ou au sein de la même équipe, y a-t-il eu des évolutions ? Lesquelles ?

- Parcours en termes du sens de l'activité professionnelle pour la personne, bien faire attention, est-ce que travailler sur le sol ou réaliser telle ou telle tâche il y a 10 ou 20 ans se faisait de la même façon qu'aujourd'hui

\*\*\*\*\*

En général, avec qui échanges-tu dans ton travail sur le sol ? Avec qui es-tu en interaction ? Dans quels objectifs ?

Comment se passent ces interactions ?

- Description du cadre dans lequel se font ces interactions (travail en commun, échanges de mail, rencontres, réunion....)
- Voir si certaines sont plus difficiles que d'autres et pourquoi en lien avec la question suivante.

Que retires-tu de ces échanges ? Ce que tu souhaites ? (passer en revue les différentes interactions)

- Description de la nature des interactions

En ce qui concerne les interactions avec les agriculteurs est-ce que ça a changé au fil du temps ?

\*\*\*\*\*

Pour revenir sur Pepites, en quoi a consisté ta participation au projet Pepites ? Quel a été ton travail dans le cadre ce projet ? Comment en es-tu venu à participer à Pepites ?

Dans le cadre de Pepites, avec qui échanges-tu dans ton travail sur le sol ? Avec qui es-tu en interaction ? Dans quels objectifs ? Y a-t-il eu des débats, entre disciplines par exemple ?

### **Complément du corpus**

- Récupérer des docs, notamment voir si je peux récupérer les pdf verrouillés en word ou les scans en word, mais aussi voir si on peut compléter en ayant pas seulement les réponses aux appels d'offres mais aussi les appels d'offres...

### **Complément observations**

Si interactions prévues, notamment avec agriculteurs, est-ce qu'il serait possible que j'y assiste, merci de m'en tenir informée....

## Annexe 5 : Etude quantitative de la production académique en sciences du sol sur les sols agricoles

---

Le projet COSAC vise à étudier les processus de production de connaissances sur les services écosystémiques des sols, en articulant des méthodes qualitatives et quantitatives d'analyse sociologique. Cette partie est consacrée à l'approche quantitative, dont l'objectif était plus précisément d'appréhender les changements induits par l'apparition de la notion de service écosystémique au sein des sciences du sol. Dans quelle mesure, et de quelle manière, les chercheurs de sciences du sol se sont-ils appropriés cette notion ? A-t-elle conduit à modifier le regard sur les sols parmi les scientifiques ? Pour répondre à ces questions, nous avons étudié les spécificités de la production scientifique relevant des sciences du sol et qui mobilise la notion de service écosystémique, à l'aide du logiciel de traitement lexicométrique Iramuteq. La première partie est consacrée à une présentation de ce logiciel ; la seconde décrit les données que nous avons mobilisées pour l'analyse, qui correspondent à des résumés d'articles scientifiques sélectionnés via le Web of Science. Dans la dernière partie, nous indiquons les principaux résultats issus de l'analyse lexicométrique de ces données et dont l'interprétation a mobilisé plusieurs des chercheurs de sciences du sol participant au projet COSAC.

### 1. **Présentation du logiciel Iramuteq**

Le logiciel Iramuteq (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) est un logiciel libre conçu par Pierre Ratinaud qui repose sur le logiciel de statistique R et le langage Python<sup>1</sup>. Il présente l'intérêt d'être facile à prendre en main mais présente des fonctionnalités différentes des logiciels textuels envisagés initialement<sup>2</sup>. Après une présentation succincte des principes de la lexicométrie, nous expliciterons le fonctionnement de ce logiciel et plus particulièrement l'une des méthodes d'analyse qu'il contient, dite Alceste.

#### 1.1. Les principes de la lexicométrie

La lexicométrie est une méthodologie qui s'est développée depuis une vingtaine d'années pour réaliser des statistiques lexicales, c'est-à-dire des comptages d'occurrences de mots dans des textes. Les données traitées sont des corpus de textes, c'est-à-dire des ensembles de textes qui sont similaires dans la forme mais relativement différents quant à leur contenu. Il peut y avoir un balisage des corpus, c'est-à-dire un découpage en sous-ensembles, permettant de mettre des repères dans le corpus et/ou d'introduire des variables d'analyses (tels que la date de parution du texte, son auteur, etc...). Dans le cas d'Iramuteq, les corpus étudiés sont toujours des fichiers txt, qui doivent respecter un formatage particulier.

Iramuteq propose plusieurs méthodes statistiques pour identifier et distinguer des ensembles de mots couramment utilisés ensemble au sein d'un corpus de textes que le chercheur aura constitué. La principale de ces méthodes est le traitement GNEPA, qui correspond à la méthode Alceste (Reinert, 2000) et qui permet d'identifier différents mondes lexicaux qui caractérisent un corpus de textes. Les autres méthodes sont des analyses factorielles de correspondance qui permettent d'identifier les

---

1 Pour une présentation générale du logiciel Iramuteq, cf <http://www.iramuteq.org/>

2 Il était initialement prévu d'utiliser les logiciels informatiques N'Vivo et Prospero pour mener les analyses quantitatives dans ce projet. Mais leur apprentissage est relativement long, et peu de sociologues les maîtrisent. Le choix a donc été fait de recourir à un logiciel plus facile d'utilisation, ce qui a conduit à revoir pour partie la méthodologie ainsi que les objectifs de l'analyse textuelle informatisée.

mots les plus fortement associés à une variable prédéfinie, ainsi que des réseaux de mots qui permettent de visualiser les liens entre les différents mots utilisés dans le corpus en fonction de leur proximité.

## 1.2. Le module Alceste : l'identification de mondes lexicaux au sein de textes

La méthode Alceste (ou la fonctionnalité GNEPA d'Iramuteq)<sup>3</sup> vise à établir de grandes catégories de représentations, des tendances importantes, mais il ne permet pas d'identifier des signaux faibles comme l'apparition d'une nouvelle notion ou d'un nouveau vocable. De fait, la démarche d'analyse est différente de celle initialement prévue avec les logiciels In'Vivo et Prospero dans le sens où le chercheur n'a pas la possibilité de coder des catégories d'analyse pour l'étude du corpus. Tout se passe donc comme si aucune hypothèse n'était émise pour orienter l'analyse, le logiciel permettant une exploration première du corpus.

Alceste est utilisé pour étudier des corpus de textes de nature très variable, dans différentes disciplines de sciences sociales (sciences du langage, littérature, sociologie, économie) : on trouve principalement sur des discours politiques ou des entretiens ouverts retranscrits (Purseigle, 2004 ; Labeur, 2013), mais aussi des supports de communication institutionnelle (Plumecocq, 2010), des revues militantes (Debailly, 2013), des décisions judiciaires (Didry, 1998) ou encore des articles scientifiques (Dahut-Vincent, 2011). Comme l'indique Max Reinert, le concepteur de la méthode Alceste (2000, p.6) : « *Le logiciel Alceste est un outil d'aide à l'interprétation d'un corpus textuel : entretiens, réponses à une question ouverte, textes littéraires, en fait tout document écrit à l'aide de l'alphabet latin, des dix chiffres et des signes usuels de ponctuation pourvu qu'il présente une certaine homogénéité et un volume minimum.* »

En réalité, des hypothèses sont émises mais elles sont intégrées à un autre niveau : celui de la constitution du corpus. Car de la qualité du corpus, c'est-à-dire principalement de sa taille et de son homogénéité, dépend la qualité de l'analyse. Alors que les logiciels précédemment évoqués permettent de découper les textes, et plus particulièrement de repérer et d'extraire les passages de texte dans lesquels les notions qui intéressent l'analyste apparaissent, le logiciel Alceste accorde le même statut et la même valeur à tous les mots utilisés dans le corpus. Une trop grande hétérogénéité des textes à l'intérieur du corpus peut conduire à la construction d'univers lexicaux ininterprétables. C'est ce que nous avons constaté lorsque nous avons dans un premier temps travaillé sur un corpus reprenant les descriptifs des projets de recherche financés par le programme GESSOL : vu la diversité de ces projets, et des disciplines mobilisées (qui vont de l'agronomie à un large panel de sciences sociales – droit, ethnologie, sociologie) et donc du vocabulaire utilisé, il n'a pas été possible de donner du sens aux catégories élaborées statistiquement.

Un préalable à l'utilisation du logiciel Alceste est donc une bonne connaissance de l'objet d'étude, ce qui implique d'autres formes d'investigation, que ce soit pour constituer un corpus de textes pertinent, ou pour analyser les sorties du logiciel. Le recours à ce type d'analyse permet de vérifier des hypothèses, de valider des interprétations ou d'affiner des observations, il ne permet en aucun cas de démarrer l'étude d'un nouveau terrain *ex-nihilo*. Monique Dalut-Vincent, sociologue, invite ainsi à la réflexivité du chercheur lorsqu'il mobilise des outils informatiques pour conduire l'analyse de textes (2011, p 9) : « *il s'agit (...) de réfléchir à ce qu'on fait/ne fait pas quand on analyse des entretiens, de prendre du recul en voyant fonctionner une machine qui est basée sur des actions*

---

3 Pour plus de lisibilité, nous indiquons systématiquement Alceste lorsque nous faisons plus particulièrement référence à la fonctionnalité GNEPA d'Iramuteq, dans la mesure où la version gratuite est calquée sur cette méthode Alceste accessible via un logiciel payant.

précises, des découpages... et qui ne peut véritablement interpréter le sens des énoncés qu'elle analyse. »

### 1.3. Traitement lexicométrique : détail des opérations réalisées par le logiciel

Le schéma ci-dessous indique les différentes opérations réalisées par Alceste. Une première étape consiste à distinguer, dans le corpus, les formes actives (mots correspondant à des noms, des verbes et des adjectifs) des formes supplémentaires (nombres, conjonctions de coordination, pronoms, etc...). Seules les formes actives seront retenues pour l'analyse, après lemmatisation. La lemmatisation consiste à ramener les différentes versions d'un mot à sa racine : par exemple, quelle que soit la conjugaison d'un verbe, il sera comptabilisé comme une seule et même forme active. Il en va de même pour les noms et les adjectifs, une même forme sera prise en compte qu'ils soient singuliers ou pluriels, féminins ou masculins. Pour cette opération de lemmatisation, le logiciel s'appuie sur un dictionnaire interne. Il est possible d'introduire certaines modifications dans le dictionnaire pour mettre en exergue certains mots ou groupes de mots souvent associés.

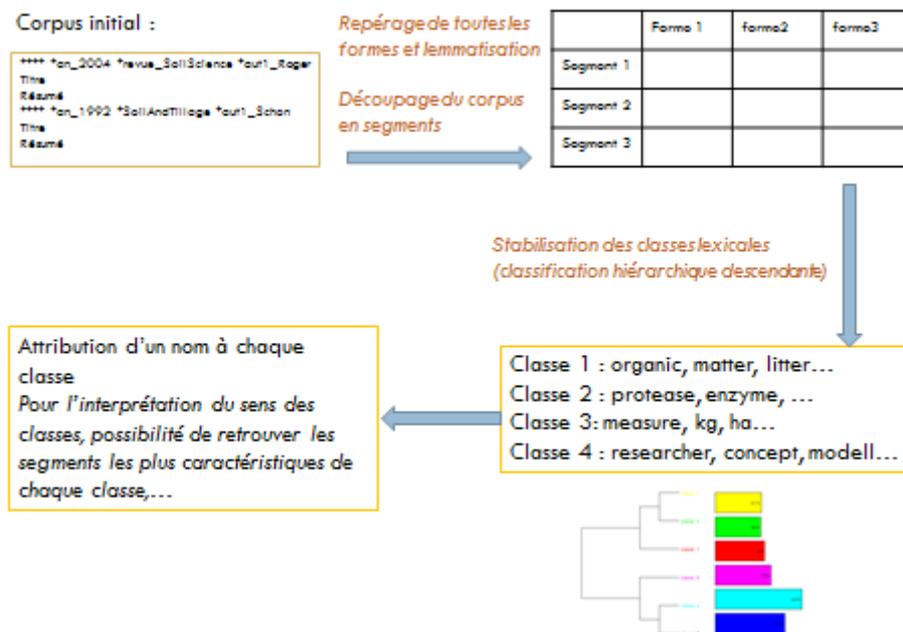


Schéma n°1 : Détail des opérations réalisées par la fonctionnalité GNEPA d'Iramuteg

Dans un deuxième temps, le logiciel découpe le corpus en segments de textes comprenant douze formes actives, ce qui correspond peu ou prou à la longueur d'une phrase<sup>4</sup>. Puis, une matrice comprenant les segments en ligne et les formes actives en colonne permet de repérer les formes actives contenues dans chaque segment. Une classification hiérarchique descendante permet ensuite de regrouper les segments de textes comprenant un nombre suffisant de formes actives équivalentes, jusqu'à obtenir un certain nombre de classes distinctes sous forme d'un dendrogramme. Les différentes classes sont ainsi constituées sur la base des segments classés (tous les segments ne sont pas nécessairement classés). Chaque classe est caractérisée par une liste de formes actives et complémentaires correspondantes à celles qui sont les plus caractéristiques des segments associés à

<sup>4</sup> Il est possible de modifier la longueur des segments, qui constitue un paramètre du traitement GNEPA.

la classe. Deux indicateurs statistiques, le Chi2 et la probabilité critique p, permettent de repérer les formes qui sont les plus représentatives de chaque classe (Chi2 élevé et  $p < 0,05$ ). Si des variables ont été introduites dans le corpus, elles peuvent être également associées à l'une ou l'autre classe. Le traitement informatique s'arrête à la constitution des classes, c'est ensuite à l'analyste de les interpréter, c'est-à-dire à leur donner un titre et proposer une description de chacune d'entre elles.

Selon le paramétrage que l'on impose, on a la possibilité d'augmenter ou de diminuer le nombre de classes établies par le logiciel. Mais dans tous les cas, on ne peut forcer le logiciel à sortir un nombre de classes donné, car la stabilisation des classes correspond à une solution optimale établie statistiquement par le logiciel en fonction des paramètres d'entrée fournies (nombre de segments minimal par classe, nombre de classes terminales de la phase d'analyse).

#### 1.4. L'utilisation effective d'Iramuteq dans COSAC : un travail collaboratif

Nous n'avons pas eu la possibilité de suivre les formations à Iramuteq proposées par le concepteur et les principaux utilisateurs de ce logiciel. Pour en acquérir la maîtrise, nous avons suivi une formation d'une journée assurée par Guillaume Ollivier, du laboratoire EcoDev de l'INRA d'Avignon, sur les logiciels d'analyse textuelle. Nous nous sommes également appuyés sur le site internet consacré à Iramuteq ainsi que la liste de discussion. Par ailleurs, nous avons bénéficié de l'appui de plusieurs collègues chercheurs, utilisateurs de logiciels statistiques, et plus particulièrement de Vincent Payet, enseignant en statistique et analyse de données à l'ISARA, qui a été associé au projet COSAC. Ce dernier a notamment conçu un module informatique permettant un formatage automatisé des corpus selon les règles du logiciel. Ce module a fourni un gain de temps considérable dans la mise en forme des données d'entrée du logiciel.

Par ailleurs, pour l'interprétation des sorties du logiciel, nous avons fait appel à l'expertise des chercheurs en sciences du sol et en agronomie participant au projet COSAC. Une réunion de travail a été organisée le 1<sup>er</sup> avril 2014 pour discuter des premiers résultats obtenus, et c'est sur la base des échanges qui se sont tenus au cours de cette réunion que l'interprétation des classes des différents corpus étudiés a été stabilisée. Pour la conduite de cette réunion, nous avons mobilisé plusieurs sorties d'Alceste, que nous avons remis en forme pour les rendre plus lisibles : pour chaque corpus étudié, nous avons distribué aux participants le dendrogramme de la classe, un tableau reprenant les dix formes actives les plus associées et les dix les moins associées à chaque classe ainsi que les variables les plus associées, un document reprenant les dix segments de textes les plus représentatifs de chaque classe pour chaque corpus, et en cas d'hésitation autour du titre d'une classe donnée, nous projetions sur écran les quarante formes actives les plus significatives.

Après cette présentation générale d'Iramuteq, nous allons maintenant en venir à l'analyse qui a été réalisée, en indiquant dans un premier temps les corpus de textes qui ont été étudiés.

## **2. Les données étudiées : la production académique en sciences du sol**

### 2.1. La constitution des corpus

La première étape de l'analyse textuelle informatisée a été de constituer des corpus de textes traitables par le logiciel Iramuteq, c'est-à-dire à la fois suffisamment homogènes et de taille importante, et qui permettent d'étudier l'activité scientifique de chercheurs en sciences du sol. L'objectif final étant de saisir en quoi l'introduction de la notion de service écosystémique modifie ou non la manière dont ces chercheurs étudient les sols agricoles. Parmi les recherches qui mobilisent Alceste, rares sont celles qui analysent des écrits de scientifiques. Deux d'entre eux ont toutefois retenu notre attention : celui de Monique Dalut-Vincent (2011) portant sur les recherches en sciences

de l'éducation, celui de Gérard Boudesseul (2006) portant sur les résumés du premier congrès de l'association française de sociologie de 2004. Nous nous sommes partiellement inspirés de ces articles, qui s'intéressent tous deux à un seul champ disciplinaire et mobilisent des titres et résumés d'articles ou de communications scientifiques, pour penser la constitution de nos corpus. L'originalité de notre démarche a été de constituer plusieurs corpus et de les mettre en comparaison pour étudier des contrastes et des évolutions ; les autres recherches utilisant Alceste rendent toujours compte du traitement d'un seul corpus de textes.

Nous avons ainsi choisi d'utiliser des références bibliographiques (titres, résumés et auteurs d'articles scientifiques) extraites de la base de données Web of Science (WOS) pour constituer nos corpus. Pour ce faire, nous avons réalisé différentes requêtes s'appuyant sur des catégories prédéfinies par le WOS. La requête principale a permis de sélectionner un ensemble de références bibliographiques de travaux en sciences du sol portant sur le domaine agricole, uniquement des articles de revues scientifiques publiés en anglais sur la période 1992-2012. Une seconde requête a permis de restreindre le premier ensemble, en ne sélectionnant que les références mobilisant la notion de service écosystémique (dans le titre, le résumé ou les mots-clés). Pour chacune de ces listes, nous avons importé les références sélectionnées sur le WOS dans l'outil de gestion bibliographique EndNote puis nous les avons exportées dans un fichier txt en utilisant le style « Bib TeX Export ». Un module informatique créé de toutes pièces nous a permis de mettre ce fichier selon le formatage Iramuteq. Ce sont donc les fichiers txt, contenant l'ensemble des références bibliographiques sélectionnées sous WOS et mis en forme selon les règles propres au logiciel Iramuteq, qui constituent les corpus étudiés.

Notre ambition était de comparer le contenu de ces deux corpus, pour saisir les spécificités des recherches en sciences du sol mobilisant la notion de service écosystémique par rapport à l'ensemble de la production scientifique de ce champ disciplinaire. Voici les requêtes réalisées pour nos différents corpus :

- Corpus SoilScienceGlobal : WOS category = Soil Science AND Research Area = Agriculture AND language = English AND document type = article, timespan from 1992 to 2012
- Corpus SoilScienceSE : même requête que pour Corpus SoilScienceGlobal + Topic = "ecosystem\* service\*" OR "ecolo\* fonction\*" OR "ecosystem\* fonction\*" OR "environnement\* service\*"

Les mots-clés retenus pour cerner la présence de la notion de service écosystémique dans les références bibliographiques ont été tirés de l'étude scientométrique de Tancoigne *et al.* (2013). La période de temps retenue a été définie en fonction de l'apparition de la notion de service écosystémique (sous ses différentes formes lexicales). En effet, ce n'est qu'à partir de 1992 que cette notion est effectivement mobilisée dans les sciences du sol. Nous avons pris 2012 comme dernière année, dans la mesure où toutes les publications scientifiques de 2013 n'étaient pas encore parues lorsque nous avons réalisé nos traitements.

Dans un troisième temps, nous avons effectué un découpage temporel de chaque corpus. L'objectif était de mieux saisir les évolutions générales du champ disciplinaire des sciences du sol, et ainsi de mieux caractériser les caractéristiques des travaux mobilisant la notion de service écosystémique au sein de ce champ au cours de la période considérée. Les périodes retenues ont été 1992-1998 et 2006-2012, l'idée étant d'avoir deux périodes bien distinctes afin de mieux faire ressortir les évolutions éventuelles.

## 2.2. Description générale des corpus

Les requêtes que nous avons réalisées ne permettent pas d'accéder à l'ensemble de la production scientifique en sciences du sol portant sur des questions agricoles entre 1992 et 2012. Il ne s'agit là que d'un échantillon représentatif. D'une part, nous avons laissé de côté tout un pan de la littérature scientifique (communications, documents dans d'autres langues que l'anglais...). D'autre part, une partie des travaux de sciences du sol sont publiés dans des revues généralistes, non comptabilisées dans la catégorie Soil Science du WOS. Néanmoins, et selon les chercheurs en sciences du sol participant au projet COSAC, le corpus retenu est un bon indicateur des travaux de sciences du sol relatifs au domaine agricole, et de leur évolution sur une vingtaine d'années.

	Nb réfs biblios	Nb revues
SoilScienceGlobal	60 845	52
SoilScienceSE	530	32
SoilScienceGlobal 1992-1998	17 123	
SoilScienceGlobal 2006-2012	24 235	
SoilScienceSE 1992-1998	37	
SoilScienceSE 2006-2012	380	

Tableau n°1 : Nombre de références bibliographiques et de revues présentes dans chaque corpus

Les outils proposés par le Web of Science permettent de donner quelques éléments de description de nos corpus. Le premier tableau présente le nombre de références bibliographiques dans chacun des corpus. Le Corpus SoilScienceSE représente donc moins de 1% du Corpus SoilScienceGlobal. On observe également qu'il y a 20 revues dans lesquelles la notion de service écosystémique n'est pas mobilisée. Cela s'explique en partie par le fait que, parmi les revues présentes dans le corpus SoilScienceGlobal, 12 ont disparu avant 2005, date du rapport du MEA. Or c'est bien à partir de cette date que le nombre d'articles qui utilisent la notion de service écosystémique augment très fortement, comme on peut le voir sur le graphique suivant. Le rythme d'augmentation du nombre d'articles dans le corpus SoilScienceSE à partir de 2005 est plus élevé que pour le corpus SoilScienceGlobal sur la même période.

#### Graphique n°1 : répartition annuelle des articles du Corpus SoilScienceSE

Les dix revues qui regroupent près de 80% des articles du Corpus SoilScienceSE sont les suivantes : Spoil Biology and Biochemistry ; Plant and Soil ; Applied Soil Ecology ; Geoderma ; Soil Science Society of America Journal ; Eurasian Soil Science ; Pedobiologia ; Biology and Fertility of Soils ; European Journal of Soil Biology, land Degradation Development.

A l'inverse, les revues qui ne mobilisent jamais la notion de service écosystémique sont : Australian Journal of Soil Science ; Clays and Clay Minerals ; Journal of Plant Nutrition and Soil Science ; Journal of Soil and Water Conservation ; Revista brasileira de ciencia do solo ; Soil and Water Research ; Transportation Research Record.

#### Graphique n°2 : affiliation géographique des auteurs des articles contenus dans chaque corpus.

Le graphique ci-dessus a été établi en prenant en compte l'ensemble des auteurs des articles référencés dans chacun des deux corpus. Il met en évidence une domination des Etats-Unis sur la production scientifique en sciences du sol relative au domaine agricole. En effet, un quart des références de SoilScienceGlobal ont des auteurs affiliés à des organismes de recherche des Etats-Unis. Cette proportion passe à un tiers pour les références intégrant la notion de service écosystémique. De la même façon, les auteurs affiliés à des organismes scientifiques français, anglais et chinois représentent ont signé respectivement 10% des articles de SoilScienceSE, tandis que les auteurs allemands ont signé près de 12% des articles de ce même corpus. Ces différents pays sont plus présents dans SoilScienceSE qu'ils ne l'étaient dans SoilScienceGlobal, ce qui indique une plus grande appropriation de la notion de service écosystémique par les chercheurs de ces pays. Il en va de même pour les Pays-Bas, l'Ecosse, la Nouvelle-Zélande, la Suède et la Suisse. A l'inverse, cette notion semble peu utilisée en Australie, en Inde et surtout au Japon. Il convient toutefois de préciser ici que notre corpus n'intègre pas l'ensemble de la production scientifique en sciences du sol portant sur l'agriculture, mais uniquement un échantillon – certes suffisamment représentatif – de la littérature scientifique académique de langue anglaise. Par exemple, les pays d'Amérique du sud ont commencé très tôt à mobiliser l'approche par service écosystémique dans les politiques environnementales (ex de la protection de la forêt au Costa Rica, cf Le Coq *et al.*, 2012). Mais la recherche y étant moins académique, on peut supposer qu'il existe un grand nombre de documents écrits par des scientifiques dans leur langue natale qui utilisent cette notion qui ne sont pas inclus dans nos corpus.

Cette description générale des corpus donne déjà quelques indications concernant l'apparition de la notion de service écosystémique dans le champ des sciences du sol. On observe que cette notion, si elle est de plus en plus présente dans les articles scientifiques de langue anglaise à partir du rapport du MEA, reste toutefois très peu mobilisée au regard de l'ensemble de la production académique des sciences du sol relatif au domaine agricole. Une partie des revues scientifiques internationales, et des pays, ne s'y intéressent pas beaucoup voire pas du tout. On peut dès lors supposer qu'elle concerne un sous-ensemble restreint du champ des sciences du sol, que nous avons caractérisé via le traitement lexicométrique de nos corpus. Ce sont les résultats issus de l'analyse menée sous Alceste que nous allons maintenant présenter.

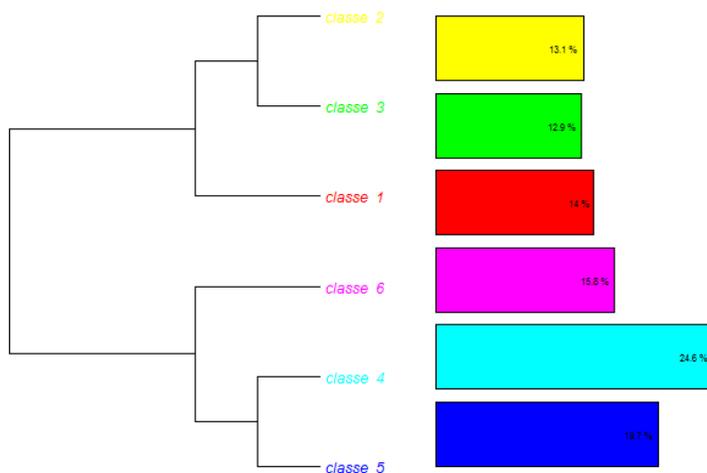
### **3. Résultats de l'analyse lexicométrique**

Comme nous l'avons précédemment indiqué, pour chaque corpus étudié, les classes ont été interprétées avec l'appui d'un groupe de chercheurs en sciences du sol et en agronomie, réunis le 1<sup>er</sup> avril 2014 à l'ISARA de Lyon. Cela a permis de stabiliser le nom de chaque classe, mais aussi d'expliquer les différences entre les corpus, sachant que les classes regroupent des segments de texte, et donc des morceaux des titres et des résumés, et non des résumés d'articles complets. Pour présenter les résultats de cette analyse, nous allons d'abord nous intéresser aux corpus SoilScienceGlobal et SoilScienceSE sur la période 1992-2012, puis les comparer entre eux. Nous examinerons ensuite les corpus qui ont fait l'objet d'un découpage temporel.

#### **3.1. Les différentes approches scientifiques en sciences du sol**

##### **Corpus SoilScienceGlobal**

Les six classes qui ressortent ont été établies selon le paramétrage initial du logiciel Iramuteq. Elles renvoient à différents sous-champs disciplinaires des sciences du sol. La classe 4 rassemble un quart des segments de texte, tandis que les autres comprennent entre 13 et 19% des segments. La première classe, nommée « modélisation physico-chimique », correspond à la formalisation de modèles conçus à partir d'expériences en laboratoire. Elle regroupe uniquement des travaux de physique et de chimie du sol, et exclue toute approche biologique et toute étude en plein champ.



Dendrogramme n°1 : corpus SoilScienceGlobal

Les classes 2 et 3 sont assez proches dans le dendrogramme et de fait, elles couvrent des thématiques similaires, relatives aux actions menées par l’homme pour conserver les sols, améliorer sa qualité et limiter des dégradations telles que l’érosion. Ce qui distingue ces deux classes sont les échelles d’analyse. La classe 2, nommée « gestion de sols » (soil management), se situe au niveau de l’exploitation agricole et vise à analyser l’effet des pratiques culturales sur la qualité du sol. La classe 3 a été nommée « gestion des paysages » (landscape management). La classe 4, la plus importante, regroupe des mots désignant l’activité biologique de décomposition de la matière organique, d’où son titre : « décomposition de la matière organique ». Elle renvoie à des processus tels que la minéralisation, la nitrification, la respiration qui sont étudiés au niveau des flux de carbone. A l’inverse, cette classe ne traite pas de biologie du sol, puisqu’aucun de mots associés ne désigne les organismes vivants qui peuplent le sol. La classe 5 concerne la conduite des cultures et la recherche de rendements élevés ; c’est la classe qui représente l’agronomie traditionnelle, elle est nommée « production végétale ». Enfin, la classe 6, désignée par le titre « géochimie », regroupe des mots correspondant à des éléments minéraux et regroupe les travaux portant sur la pollution des sols par les métaux lourds.

Deux résultats du traitement lexicométrique du corpus SoilScienceGlobal doivent être plus particulièrement soulignés. Tout d’abord, l’écologie du sol ne ressort pas de cette analyse, ce qui peut s’expliquer par deux raisons différentes. D’une part, les travaux en écologie ne constituent peut-être pas un domaine de recherche suffisamment important au sein des sciences du sol pour constituer une classe en tant que telle. D’autre part, il est possible les écologues qui étudient le sol publient majoritairement dans des revues d’écologie généralistes et non dans des revues propres aux sciences du sol. Nous reviendrons par la suite sur ces hypothèses, lorsque nous étudierons les autres corpus.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
<b>Nom de la classe</b>	Modélisation physico-chimique	Soil management and conservation	Landscape management	Organic matter decomposition	Crop production	Geochemistry
<b>Poids de la classe</b>	14%	13,1%	12,9%	24,6%	19,7%	15,8%

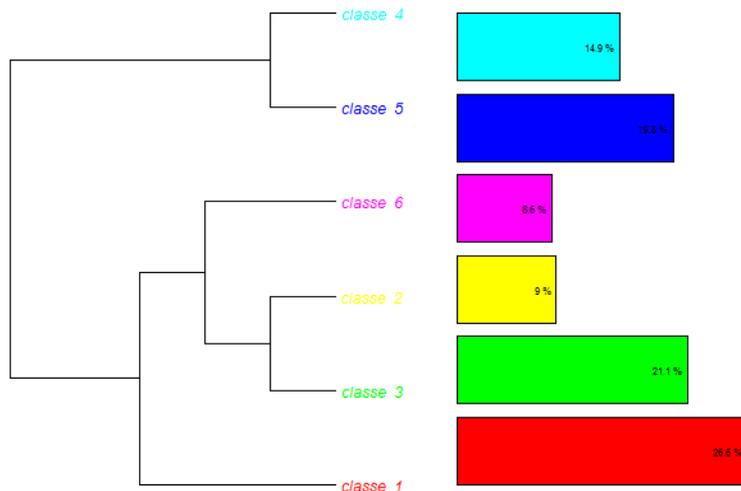
<b>Formes spécifiques (Chi2)</b>	Model (35441), datum (17227), equation (13860), method (13772), parameter (11084), measurement (10800), fit (9895), regression (9663), error (9505), prediction (8483)	Management (21088), practice (11141), land (10720), conservation (9706), environmental (8903), agricultural (8713), research (7945), information (7851), understand (7273), assessment (7221)	Erosion (11566), area (11516), vegetation (9440), sediment (9210), slope (9076), region (8847), forest (8121), river (7767), south (7264), landscape (6317),	Biomass (12731), microbial (12288), CO2 (9947), mineralization (9513), litter (7866), incubation (7717), day (7584), respiration (7319), increase (7050), decomposition (6511)	Yield (29065), ha (27709), crop (23399), fertilizer (18228), wheat (18014), kg (16888), grain (12543), application (10381), maize (8537), grow (8191)	Fe (26584), Zn (25219), Al (21433), Cu (21092), acid (18832), pH (17421), solution (16289), Ca (16194), Cd (15660), mn (15443), metal (13728)
<b>Formes lexicales significativement absentes (Chi2)</b>	Increase (-3296), plant (-2921), treatment (-2250), crop (-2084), kg (-1983), high (-1779), ha (-1762), fertilizer (-1706), effect (-1664), mg (-1619)	Concentration (-2592), kg (-2398), high (-2396), increase (-2067), mg (-2025), treatment (-1843), decrease (-1537), low (-1530), significantly (-1530), content (-1521)	Increase (-2241), treatment (-2094), kg (-1982), concentration (-1819), plant (-1795), application (-1645), mg (-1605), fertilizer (-1575), root (-1568), uptake (-1300)	Model (-3989), yield (-3401), crop (-3016), datum (-2778), erosion (-2033), Fe (-2018), Zn (-1869), Al (-1783), method (-1761), land (-1751), study (-1596)	Model (-3402), soil (-2467), datum (-2080), process (-1593), forest (-1591), organic (-1513), Fe (-1480), carbon (-1468), spatial (-1279), Al (-1266)	Crop (-2581), model (-2417), year (-2159), management (-1750), field (-1622), datum (-1604), tillage (-1591), yield (-1519), land (-1494), system (-1437)
<b>Revues significativement présentes (Chi2)</b>	Vadose (9834), SoilSc Society of America J. (4736), Geoderma (2253), Clays&Clay (1442), Europ. J. of SoilSc (1390), SoilSc (1334)	J of Soil & Water Conserv. (4620), Land Degrad. & Rehabilit. (3917), Soil & Tillage Res. (1194), J. of Soil & Sediments (979)	Catena (19035), Eurasian SoilSc (6131), Geoderma (1575), Land Degrad. & Development (1428)	Soil Biol & Biochem (14437), Biol & Fertility of Soils (4392), Plant & Soil (2784), Compost Sc& Utiliz (1322), Applied Soil Ecology (1139)	Soil & Till. R. (3769), Nutrient Cycling. Agroecosyst (2953), Acta Agri Scand. (2316), Comm SoilSc & Plant Analys (1382), Fertiliz. R. (1292).	Comm Soil Sc & Plant Analys (4959), SoilSc & Plant Nutrition (2290), Clays & Clay (1370), Plant & Soil (737)

Tableau n°2 : présentation des principaux résultats de l'analyse lexicométrique du corpus SoilScienceGlobal

Un autre élément mérite attention : excepté la classe 6 qui porte sur les sols contaminés par les métaux lourds, il y a une absence de lexique autour de la pollution des sols liée à l'activité agricole dans les mots les plus associés aux classes (comme « nitrate leaching » ou « nitrogen contamination »). Ce lexique n'est pas absent du corpus, mais il n'apparaît pas comme étant suffisamment discriminant entre les classes. Le terme de pollution apparaît uniquement dans les classes 2 et 3, loin derrière les termes les plus fortement associés. On observe par conséquent une distance entre les approches centrées sur la production (la classe 5) qui ne prennent pas en compte les risques de pollution sur les sols des pratiques culturales, et les approches centrées sur la gestion des sols (classes 2 et 3) qui ne se préoccupent pas de production alimentaire mais intègrent les considérations environnementales.

### Corpus SoilScienceSE

Pour mener la comparaison de ce corpus avec le corpus global (dont il constitue un sous-ensemble), nous avons joué sur le paramétrage du logiciel afin d'obtenir également 6 classes distinctes. Leur contenu diffère toutefois sensiblement du premier corpus étudié. Le dendrogramme montre qu'il y a plus grande diversité de taille entre les différentes classes : la première cumule plus d'un quart des segments de texte tandis que la seconde et la sixième n'en contiennent que 9% chacune.



Dendrogramme n°2 : corpus SoilScienceSE

La classe 1 regroupe des mots associés à la biogéochimie, avec une approche très quantitative. Si l'on y retrouve certains des mots associés à la classe 6 du corpus précédent, elle s'y distingue toutefois par l'importance des termes liés à la quantification, ainsi que la présence d'éléments de nature organique. Elle a été nommée « flux et stocks d'éléments organiques et minéraux ».

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
<b>Nom de la classe</b>	Flux et stocks d'éléments minéraux et organiques	Activité microbienn e du sol	Ecologie fonctionnell e du sol	Soil manageme nt	Fonctionne ment des écosystème s	Plant residue and litter decomposit ion
<b>Poids de la classe</b>	26,6%	9%	21,1%	14,9%	19,8%	8,6%
<b>Formes spécifiques (Chi2)</b>	Kg (185), cm (181), mg (152), concentration (113), content (104), depth (103), clay (101), ha (96), organic (86), ca (80)	Microbial (431), community (429), bacterial (371), plfa (170), fatty (152), profile (144), structure (118), fungal (118), activity (115), phospholipid (111)	Plant (326), specie (156), abundance (143), effect (141), richness (118), community (106), biomass (99), group (98), fungus (97), legume (93)	Land (308), conservation (253), management (222), service (172), cost (141), sustainable (132), farmer (123), plan (121), economic (118), decision (118)	Function (391), ecosystem (382), understand (227), role (225), biodiversity (143), ecological (142), arid (136), play (112), process (105), biological (87)	Litter (1320), decompositio n (665), leaf (515), mixture (457), additive (287), mix (265), decompose (254), specie (234), mass (178), rate (155)
<b>Formes lexicales significativ ement absentes (Chi2)</b>	Community (-180), ecosystem (-142), function (-114), diversity (-111), specie (-101), plant (-99), effect (-79), functional (-66), litter (-59), process (-56)	Quality (-17), ecosystem (-11), loss (-11), understand (-11), specie (-11), management (-10), ecological (-9), leaf (-8), earthworm (-8), mixture (-8)	Land (-39), ecological (-25), service (-24), water (-21), understand (-20), ha (-19), leaf (-19), management (-18), mg (-17), cm (-17)	Specie (-63), plant (-60), community (-56), litter (-54), microbial (-52), diversity (-45), biomass (-35), composition (-34), structure (-31), effect (-30)	Litter (-68), high (-66), biomass (-48), rate (-44), total (-43), treatment (-36), low (-35), significantly (-33), content (-31), decompositio n (-30)	Soil (-133), land (-21), function (-19), microbial (-18), water (-18), organic (-15), management (-13), structure (-11), biological (-11), ecological (-11)
<b>Reuves significativ ement présentes (Chi2)</b>	Geoderma (45), Nutrient Cycling in Agroecosyste ms (25), SoilSC Society of America Journal (24), Soil Use & Management (16), Soil & Tillage Research (10)	Soil Biology & Biochemistry (55),	Soil Biology & Biochemistry (46), Plant & Soil (38), Applied Soil Ecology (36), Pedobiologia (17)	Land Degradation & Development (417), Journal of Soil & Water Conserv.(230), Land Degrad. & Rehab. (50), Vadose (20), Geoderma (18), Eurasian SoilSc (17)	European Journal of SoilSc (31), SoilSc (24), Arid Research Management & European Journal of Soil Biology (15), Catena (15), Soil Ecology (11)	Plant & Soil (45), Eurasian Pedobiologia (37), & Soil Biology & Biochemistry (22), Compost Science & Utilization(13),

Tableau n°3 : présentation des principaux résultats de l'analyse lexicométrique du corpus SoilScienceSE

Les classes 2, 3 et 6 sont assez proches et renvoient toutes trois au domaine de l'écologie des sols. Les classes 2 et 3 se différencient par l'échelle d'étude : la première, dont les mots les plus significativement associés renvoient aux microorganismes, a pour titre « activité microbienne des sols » ; la seconde, qui appréhende le sol comme un écosystème, c'est-à-dire comme un tout ayant un fonctionnement propre, est nommée « écologie fonctionnelle des sols ». La classe 6, quant à elle, a été qualifiée par l'expression « décomposition des résidus végétaux et des litières ». Cette classe regroupe des mots qui concernent la diversité végétale qui couvre les sols et leur dégradation. Le mot sol est significativement absent de cette classe car on s'intéresse ici à ce qui passe au-dessus du compartiment sol, et non dans celui-ci. La classe 4 correspond peu ou prou à la classe 2 du corpus SoilScienceGlobal, d'où le fait qu'elle porte le même titre de « gestion des sols ». Enfin, la classe 5 a été nommée « fonctionnement des écosystèmes » ; elle traite des interactions entre le sol et d'autres écosystèmes.

### **Comparaison entre CorpusSoilScienceGlobal et CorpusSoilScienceSE**

Les classes issues des deux premiers corpus traités sous Alceste se révèlent assez différentes, alors même que CorpusSoilScienceSE est un sous-ensemble de CorpusSoilScienceGlobal. Seule la classe « gestion des sols » est présente dans ces deux corpus. Cela signifie que les recherches qui mobilisent la notion de services écosystémiques ont des caractéristiques spécifiques au sein du champ des sciences du sol. Voici ces principales caractéristiques :

- Une domination des approches en écologie, qui étaient davantage diluées parmi les classes du corpus global. Cela s'explique par le fait que la notion de service écosystémique a été forgée par le champ de l'écologie scientifique.
- A l'inverse, la modélisation n'apparaît plus de manière prégnante. Pour autant, le mot model et les termes associés sont présents dans le corpus, mais pas de manière à constituer une classe à part entière, qui serait discriminante des autres classes.
- Les échelles d'étude sont de manière générale plus fines. Excepté la classe 4, les autres classes renvoient à des approches au niveau du microcosme.

Les discussions qui se sont tenues entre les chercheurs de sciences du sol lors de l'interprétation collective des résultats de l'analyse lexicométrique ont fait ressortir d'autres éléments. Tout d'abord, la notion de service écosystémique telle qu'elle est proposée par le MEA oriente le regard sur certains types de processus biogéochimiques et certains types d'objets, mais en laisse d'autres de côté. Par exemple, la lutte contre l'érosion n'est pas considérée en tant que telle comme un service écosystémique, c'est pourquoi elle n'est pas mobilisée dans les articles portant explicitement sur l'érosion ou sur la pollution des sols (que ce soit pour en comprendre les mécanismes ou pour lutter contre). Les services écosystémiques associés seraient des services support correspondant respectivement à la stabilité des agrégats du sol et à l'épuration des sols.

Par ailleurs, on observe que des champs disciplinaires différents déploient un lexique différent pour nommer des processus similaires, ce qui conduit à constituer des frontières entre des recherches pourtant très proches. Ainsi, écologues et agronomes étudient tous deux la dégradation de la matière organique dans les sols, mais les premiers, plutôt centrés sur les sols non cultivés, vont parler de litière tandis que les seconds s'intéressent aux résidus de culture. De la même façon, ce qui est désigné par les écologues comme des traits fonctionnels des sols correspond pour les agronomes à leur composition biochimique (teneur en azote...). Du fait de ces différences lexicales, les chercheurs de ces deux disciplines ne publient pas dans les mêmes revues scientifiques, et croisent assez peu leurs travaux. Il est d'ailleurs probable qu'une partie des articles en écologie traitant des services écosystémiques des sols soient plutôt publiés dans des revues généralistes en écologie que dans celles de sciences du sol que nous avons sélectionnées.

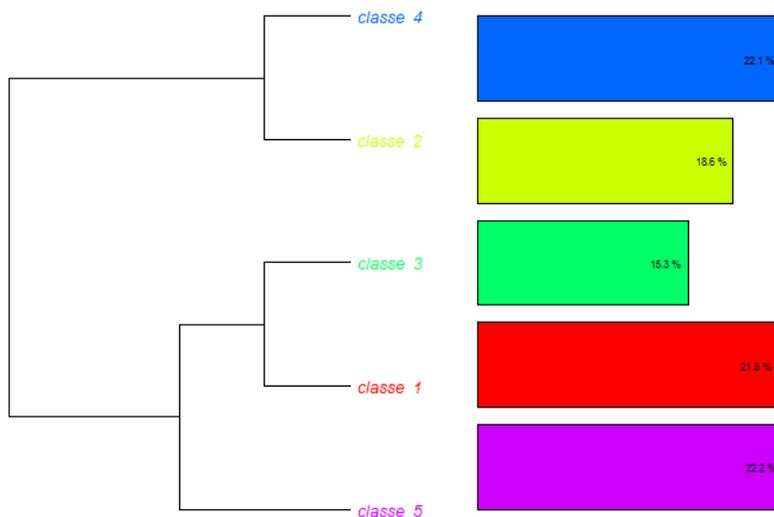
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Nom de la classe</b>	Physique du sol et modélisation des flux hydriques	Ecophysiologie des plantes	Landscape management	Crop production	Geochemistry
<b>Poids de la classe</b>	21,8%	18,6%	15,3 %	22,1%	22,2%
<b>Formes spécifiques (Chi2)</b>	Model (4215), hydraulic (3020), water (2789), conductivity (2486), measurement (2345), pore (2097), flow (2052), aggregate (1866), measure (1706), datum (1703)	Leaf (50100), shoot (4409), plant (3951), concentration (3257), growth (3214), root (3200) increase (3022), high (2032), decrease (1960), day (1953)	Land (3348), landscape (2524), area (2308), erosion (2305), map (1993), region (1480), agricultural (1473), process (1310), classification (1253), survey (1227)	Crop (10939), yield (6088), ha (5510), fertilizer (5190), tillage (4879), wheat (4770), year (3790), corn (2772), kg (2696), spring (2624)	Al (4462), pH (3918), adsorption (3780), Fe (3580), cation (3368), acid (3291), extract (3178), solution (3098), exchange (2746), sorption (2689)
<b>Formes lexicales significativement absentes (Chi2)</b>	Plant (-955), kg (-760), fertilizer (-758), acid (-750), crop (-730), ha (-718), Al (-610), yield (-602), pH (-599), Mg (-597)	Soil (-943), model (-815), clay (-653), method (-652), crop (-616), tillage (-594), property (-569), datum (-550), surface (-466), system (-447)	Increase (-841), treatment (-702), concentration (-634), kg (-627), yield (-532), Mg (-529), pH (-525), K (-523), plant (-502), root (-490)	Concentration (-711), model (-677), solution (-639), datum (-492), Al (-474), Fe (-466), horizon (-453), pH (418), process (399), adsorption (-382)	Crop (-1543), yield (-1045), plant (-876), root (-866), growth (-836), tillage (-782), year (-772), grow (-733), field (-653), fertilizer (-635)
<b>Revue significativement présentes (Chi2)</b>	SoilSc Society America. J. (1866), SoilSc (968), Soil Technology (446), Soil & Tillage Research (247)	Plant & Soil (6071), SoilSc & Plant Nutri (730), Biol. & Fertility of Soils (496), Compost Sc & Utiliz (387)	Eurasian SoilSc (3136), Catena (2985), Geoderma (889), Land Degrad. & Rehab (841), J of Soil & Water Conserv (615), Land Degrad. & Development (569)	Soil & Tillage Research (2535), Fertilizer Research (1189), Canadian J. of SoilSc (473), Soil & Crop Sc Soc Florida J ((435)	Clays & Clay minerals (7792), Europ. J. of SoilSc (740), Comm. SoilSc & Plant Analysis (363)

Tableau n°4 : présentation des principaux résultats de l'analyse lexicométrique du corpus SoilScienceGlobal 1992-1998

Cette première étape a permis de mettre en évidence que la mobilisation de la notion de services écosystémiques ne concerne pas l'ensemble des approches en sciences du sol, mais principalement celles qui relèvent de l'écologie. Cette observation pourrait toutefois s'expliquer par les évolutions récentes du champ des sciences du sol, qui seraient marquées par une montée des approches en écologie. Or comme nous l'avons mis en évidence dans la partie décrivant les corpus étudiés, le nombre d'articles employant la notion de service écosystémique augmente fortement à partir de 2005, date de publication du rapport du MEA. Aussi apparaît-il d'aller plus loin dans l'analyse, en étudiant des corpus construits sur des périodes de temps plus restreintes.

### Corpus SoilScienceGlobal 1992-1998

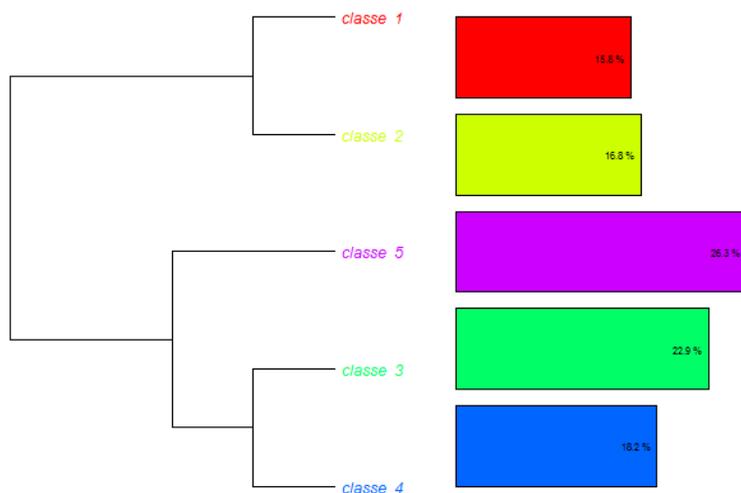
Le traitement lexicométrique du Corpus SoilScienceGlobal limité à la période 1992-1998, réalisé selon le paramétrage initial du logiciel Iramuteq, fait ressortir des classes relativement équilibrées en taille. Les classes 2 et 4, qui sont assez proches, renvoient aux approches les plus biologiques. La classe 2, nommée « écophysiologie des plantes », regroupe des termes qui évoquent la croissance des plantes en lien avec la nutrition (comme en témoignent la présence des termes de weight, increase, decrease...), tout en laissant de côté les pratiques culturales. Celles-ci sont au contraire très présentes dans la classe 4, à travers les termes tels que rendement, fertilisation ou encore labour ; il s'agit de la classe « production végétale ».



Dendrogramme n°3 : Corpus SoilScience Global 1992-1998

On retrouve dans les classes 3 et 5 une partie importante des mots qui étaient présents respectivement dans les classes 3 et 6 du corpus SoilScienceGlobal ; la classe 3 reprend donc le titre de « gestion des paysages » et la classe 5 celui de « géochimie ». La classe 1, quant à elle, associe des termes correspondant à la physique des sols et à la circulation de l'eau dans les sols, elle est nommée « physique du sol et modélisation des flux hydriques ».

### Corpus SoilScienceGlobal 2006-2012



Dendrogramme n°4 : Corpus SoilScience Global 2006-2012

Plusieurs classes correspondent à certains qui avaient été identifiées dans le corpus SoilScienceGlobal et en reprennent donc les titres : la classe 1 nommée « modélisation », la classe 2 nommée « gestion des paysages (landscape management) » et la classe 5 nommée « production végétale ». Les classes 3 et 4, assez proches mais qui se distinguent quant aux niveaux d'étude considérés, font apparaître de nouvelles approches relatives au champ de l'écologie. La classe 3 regroupe des mots correspondant aux microorganismes et aux processus de dégradation des végétaux auxquels ils contribuent, elle est désignée par l'expression « décomposition de la matière organique ». La classe 4 comprend des mots associés aux racines et aux mycorrhizes qui s'y forment, ainsi qu'à la croissance des plantes qui résulte de l'absorption des nutriments dans le sol : elle a été appelée « symbioses rhizosphériques et nutrition des plantes ».

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Nom de la classe</b>	Modélisation	Landscape management	Organic matter decomposition	Symbioses rhizosphériques et nutrition des plantes	Crop production
<b>Poids de la classe</b>	15,9%	16,8%	22,9%	18,2%	26,3%
<b>Formes spécifiques (Chi2)</b>	Model (20073), datum (10732), method (7004), prediction (5653), equation (4585), regression (4492), estimate (4221), error (4048), fit (3758), predict (3644)	Erosion (6994), area (5596), land (5139), region (4786), sediment (4704), vegetation (3766), river (3741), slope (3380), landscape (3248), China (3192)	Microbial (12267), activity (5661), biomass (5004), organic (4458), respiration (4038), litter (3741), decomposition (3673), mineralization (2967), incubation (2883), community (2479)	Plant (12704), growth (10565), root (8105), specie (6599), mycorrhizal (5068), fungus (4392), inoculation (3427), leaf (3249), stress (3120), arbuscular (3067)	Ha (10721), crop (10643), fertilizer (9478), application (7538), yield (7452), manure (6571), kg (6230), wheat (5804), tillage (4284), treatment (3920)
<b>Formes lexicales significativement absentes (Chi2)</b>	Plant (-1824), increase (-1770), treatment (-1256), effect (-1132), microbial (-1085), growth (-971), crop (-917), biomass (-882), high (-819), activity (-810)	Treatment (-1356), plant (-1323), increase (-1034), root (-1013), growth (-994), application (-948), kg (-870), fertilizer (-850), biomass (-798)	Yield (-1576), crop (-1488), model (-1316), ha (-1189), ha (-1189), fertilizer (-855), datum (-781), wheat (-755), application (-705), area (-672)	Soil (-2551), organic (-1623), model (-1182), ha (-1118), carbon (-855), soc (-632), fertilizer (-623), tillage (-623), emission (-616), datum (-613)	Model (-1718), specie (-1412), activity (-1388), microbial (-1360), datum (-1143), forest (-1078), root (-962), community (-923), spatial (-797), fungus (-649)
<b>Reuves significativement présentes (Chi2)</b>	Vadose (4630), Geoderma (2467), SoilSc Society America J. (1280), Clays & Clay (1084), Europ. J. SoilSc (887), SoilSc (278)	Catena (8326), Eurasian SoilSc (2232), Land Degrad. & Dev (1735), Geoderma (1244), J. of Soil & Water Conserv (516), Arid Land Research & Management (223)	Soil Biol. & Biochem. (6793), Applied Soil Ecology (604), Biol. & Fertility of Soils (498), Europ. J. of SoilSc (149)	Plant & Soil (4484), Applied Soil Ecology (1339), Pedobiologia (941), Spanish J. of Agricultural Research (843), Europ. J. of Soil Biol (685), Acta Agri Scandinavia (231)	Nutrient Cyclin AgroEcosyst (3552), Soil & Till R. (3483), Comm in SoilSc & Plant Analysis (1777), Canadian J. of Soil Sc (498), Acta Agri. Scandi. (455), Soil Use & Manag (400), SoilSc & Plant Nutrition (257)

Tableau n°5 : présentation des principaux résultats de l'analyse lexicométrique du corpus SoilScienceGlobal 2006-2012

## Comparaison corpus SoilScienceGlobal sur les périodes 1992-1998 et 2006-2012

La comparaison des articles scientifiques de sciences du sol entre les périodes 1992-1998 et 2006-2012 fait apparaître plusieurs évolutions. Seule la classe « gestion des paysages » se maintient entre les deux périodes de temps considérées, constituant toujours un front de recherche important. A l'inverse, on observe une disparition de la classe physique du sol des années 90. Ceci résulte d'une réorientation des financements de la recherche, vers des approches prenant davantage en compte les éléments minéraux et organiques circulant dans le sol. A l'INRA, les physiciens du sol ont ainsi dû changer d'objets d'étude pour répondre aux appels à projets, comme l'indique cette chercheuse au cours de la réunion de discussion des résultats du traitement lexicométrique :

« La physique du sol dans les années 1990 était un thème phare des sciences du sol. Et ça, ça a disparu, et les gens qui faisaient de la physique du sol ont changé de thématique. (...)

Q : Et pourquoi avez-vous dû changer ?

Parce que ça n'avait pas de sens de continuer à faire de la recherche en physique du sol, il n'y avait pas d'argent. Y'avait pas de projet. Ça ne correspondait pas à des thèmes de recherche, c'était trop spécialisé. Et il fallait mettre des flux, des flux d'azote, des flux de polluants, de la décomposition, de la réactivité chimique. Voilà. Fallait mettre des choses dans l'eau. »

La classe de géochimie disparaît également entre les deux périodes. Cela ne signifie pas que les travaux portant sur la pollution des sols par les métaux lourds soient moins nombreux, mais qu'ils sont désormais publiés dans d'autres revues que celles de sciences du sol. Il s'agit principalement des revues d'environnement, dont le nombre a fortement augmenté ces dernières années.

Si certaines approches disciplinaires semblent en retrait, ou se sont déplacées dans d'autres domaines scientifiques, d'autres au contraire montent en puissance entre les deux périodes de temps considérées. Ainsi, la modélisation est de plus en plus utilisée, et constitue une classe à part entière dans le corpus SoilScienceGlobal 2006-2012. Dans le même temps, les travaux en écologie des sols sont plus nombreux et se diversifient, d'où la présence de deux classes distinctes sur la période 2006-2012, qui renvoient à des échelles et des objets d'analyse sensiblement différents. Ces deux classes correspondent à des évolutions dans les travaux en agronomie et en écophysiologie des plantes. Ainsi, en agronomie, si les recherches consacrées à la production végétale, et centrées sur des questions de rendement, se maintiennent, d'autres se développent autour de la matière organique et de sa décomposition dans le sol, afin de mieux cerner les quantités d'azote et de carbone qui en sont issus et qui sont disponibles pour les plantes en croissance. La nutrition des plantes via le sol, qui était abordée par les travaux en écophysiologie des plantes dans les années 1990, est désormais étudiée à travers le rôle des racines et des rhizomes (cf classe 4 du corpus 2006-2012). Ceci s'explique par l'évolution générale de l'écophysiologie des plantes, sous-discipline de la biologie végétale, vers des échelles d'analyse de plus en plus petites et moins pertinentes en sciences du sol. Ces recherches sont donc désormais publiées dans d'autres revues que celles de notre corpus, comme l'indiquent les échanges entre chercheurs en science du sol que nous avons consultés pour interpréter les classes :

« On ne les retrouve plus trop [les gens d'écophysio]

- Oui, ils sont partis en écophysio, vraiment biologie végétale, parce que c'est quand même l'arrivée en biologie végétale de l'infiniment petit. On l'a assez dit, à l'INRA, qu'il n'y avait plus de spécialiste de la plante entière, que tout le monde était au niveau de la cellule et de l'expression du gène.
- Oui oui, c'est ça, les écophysiologues, ils ont quitté ces champs.
- Et je pense qu'ils disparaissent du champ sciences du sol. Et du coup, ceux qui étaient sur les mécanismes assez fins mais en relation, un peu intégrateur, ils sont effectivement passés sur symbiose. Enfin, pas eux mais...
- Faut faire attention à ces flèches<sup>5</sup>, c'est pas les gens, ceux qui publient... enfin c'est plus fin que ça. c'est une parenté. »

---

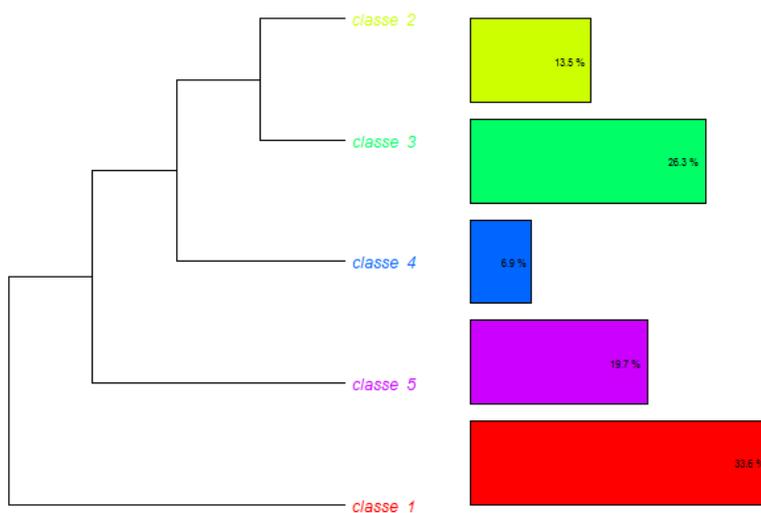
5 Pendant que deux chercheurs discutent, un troisième a tracé au tableau une flèche entre la classe 2 de CorpusSoilScienceGlobal 1992-1998 (écophysiologie des plantes) et la classe 4 du corpus 2006-2012 (symbiose rhizosphérique et nutrition des plantes).

Nous allons maintenant nous intéresser au dernier corpus, celui qui regroupe le sous-ensemble des articles comportant la notion de service écosystémique sur la période 2006-2012. Nous avons laissé de côté la période 1992-1998 qui ne comprend que 37 articles et apparaît donc trop petite pour effectuer une analyse pertinente.

### Corpus SoilScienceSE 2006-2012

Comme pour le corpus SoilScienceSE, nous avons modifié le paramétrage du logiciel Iramuteq afin d'obtenir cinq classes distinctes et ainsi de faciliter la comparaison avec le corpus SoilScienceGlobal 2006-2012. On observe ainsi une répartition inégale des segments entre les différentes classes : la classe 4, la plus petite, regroupe 7% des segments de texte tandis que la classe 1, la plus grande, en comprend près d'un tiers.

On retrouve ici une partie des classes qui avaient été établies pour le corpus SoilScienceSE, ce qui est logique car la majorité des références incluses dans ce corpus (72%) ont été publiées durant la période 2006-2012. Ainsi, la première classe est nommée « gestion des sols », la seconde « activité microbienne des sols », la troisième « écologie fonctionnelle des sols » et la quatrième « décomposition des résidus végétaux et des litières ». La cinquième et dernière classe s'est révélée ininterprétable, du fait d'une confusion de sens pour la forme la plus significativement associées, mg, qui est l'abréviation de deux mots différents milligramme et de magnésium<sup>6</sup>. Sa principale caractéristique est qu'elle renvoie à de la quantification.



Dendrogramme n°5 : Corpus SoilScienceSE 2006-2012

---

6 A moins d'intervenir directement sur le texte initial pour marquer la différence entre ces deux mots, ce qui aurait été long et fastidieux, nous n'avons pas trouvé de moyen pour éviter cette confusion de sens.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Nom de la classe</b>	Soil management	Soil microbial activity	Ecologie fonctionnelle des sols	Litter decomposition	Quantification ?
<b>Poids de la classe</b>	33,6%	13,5%	26,3%	6,9%	19,8%
<b>Formes spécifiques (Chi2)</b>	Land (176), management (163), service (155), ecosystem (155), understand (116), function (88), conservation (87), research (77), ecological (76), area (74)	Bacterial (266), microbial (222), community (221), rhizosphere (123), plfa (114), structure (109), activity (104), profile (103), analysis (101), stress (87)	Plant (245), richness (132), specie (98), biomass (93), abundance (91), legume (60), increase (54), nematode (54), effect (54), drought (53)	Litter (807), decomposition (494), mixture (492), additive (326), leaf (316), mix (274), decompose (230), mass (207), specie (165), synergistic (149)	Mg (203), kg (188), cm (151), Ca (97), pH (80), concentration (79), Tn (78), Mu (78), depth (77), ha (77)
<b>Formes lexicales significativement absentes (Chi2)</b>	Litter (-111), biomass (-77), specie (-66), high (-66), plant (-59), total (-58), treatment (-53), decomposition (-53), community (-53), low (-51)	Ecosystem (-18), service (-12), conservation (-12), loss (-11), Mg (-10), arid (-10), cm (-10), land (-10), input (-9), richness (-8)	Land (-38), management (-29), kg (-21), ha (-20), Mg (-19), service (-18), conservation (-16), develop (-16), method (-15), area (-15)	Soil (-87), microbial (-21), function (-18), activity (-15), land (-13), water (-13), community (-11), ecosystem (-11), change (-10), organic (-9)	Community (-99), ecosystem (-81), plant (-64), effect (-54), specie (-54), diversity (-52), function (-48), structure (-47), process (-44), bacterial (-32)
<b>Reuves significativement présentes (Chi2)</b>	Land Degrad & Develop (168), Catena (61), J. of Soil & Water conserve (56), SoilSc Society of America J. (30), Vadose (28)	Soil Biol. & Biochem. (52), SoilSc and Plant Nutrition (15)	Soil Biol & Biochem (48), Plant & Soil (48), Pedobiologia (25)	Plant & Soil (66), Compost Sc & Utiliz (34)	Soil Research (27), J of Plant Nutrition & SoilSc (24), Geoderma (19)

Tableau n°6 : présentation des principaux résultats de l'analyse lexicométrique du corpus SoilScienceSE 2006-2012

### **Comparaison entre SoilScienceGlobal 2006-2012 et SoilScienceSE 2006-2012**

Les articles qui emploient la notion de service écosystémique entre 2006 et 2012 présentent des spécificités qui ne se confondent pas directement avec les évolutions générales du champ des sciences du sol. Tout d'abord, les classes modélisation et production végétale ne sont pas présentes dans le corpus SoilScienceSE. Les recherches qui mobilisent la notion de SE utilisent moins l'outil modélisateur que l'ensemble des travaux de sciences du sol sur la période considérée. De plus, la question de la production et du rendement est également moins prégnante, les pratiques agricoles qui sont étudiées visent avant tout la préservation de la qualité des sols (classe « gestion des sols »). Ainsi, on retrouve ici une partie des conclusions issues de la comparaison entre les corpus SoilScienceGlobal et SoilScienceSE.

Par ailleurs, si sur la période 2006-2012 les approches écologiques dominent tant dans l'ensemble des travaux de sciences du sol que dans ceux qui s'intéressent plus particulièrement aux services écosystémiques, ces derniers étudient davantage les activités biologiques.

### **Conclusion**

L'analyse lexicométrique à l'aide du logiciel Iramuteq a constitué une méthode intéressante et pertinente pour rendre compte de différentes évolutions du champ des sciences du sol sur les vingt dernières années, et plus particulièrement de celles concomitantes avec le surgissement de la notion de services écosystémiques. Les classes lexicales obtenues suite au traitement de corpus constitués de notices d'articles académiques ont en effet donné lieu à de riches échanges avec des chercheurs en sciences du sol participant au projet COSAC.

Les principales évolutions qui ressortent sont la disparition de la physique du sol et de l'écophysiologie des plantes en tant que sous-champ disciplinaire des sciences du sol, et la montée en puissance de l'écologie, qui développe des approches diversifiées pour décrire les organismes du sol et leurs relations entre eux et avec les éléments organiques et minéraux qui se situent dans ce compartiment, et saisir plus généralement les processus biologiques qui y prennent place. Dans le même temps, la géochimie a partiellement quitté le giron des sciences du sol pour se développer dans un autre champ scientifique, celui des sciences de l'environnement. Enfin, les méthodes basées sur la modélisation sont de plus en plus utilisées par les spécialistes du sol, et de plus en plus sophistiquées.

Quelle place occupe la notion de service écosystémique dans ces évolutions ? Elle fait l'objet d'une faible appropriation par les chercheurs de sciences du sol à l'heure actuelle puisque moins de 1% des articles académiques de sciences du sol portant sur le domaine agricole et publiés entre 1992 et 2012 l'utilisent. Si le nombre de publications mobilisant cette notion augmente fortement après 2005, date de publication du MAE, il reste toutefois négligeable au regard de l'ensemble de la production scientifique. Les articles qui se réfèrent aux services écosystémiques présentent toutefois certaines spécificités : la modélisation n'apparaît pas comme une méthode centrale d'étude ; les pratiques agricoles sont appréhendées sous l'angle de la préservation des sols plutôt que de leur exploitation à des fins de production ; les approches biologiques et écologiques sont diversifiées et centrées davantage sur les activités des organismes vivants. Quoiqu'il en soit, la notion de service écosystémique ne donne pas lieu à l'essor de nouvelles approches scientifiques en sciences du sol, elle est mobilisée dans les travaux d'écologie qui en sont déjà proches d'un point de vue conceptuel et thématique.

Ces observations rendent compte de phénomènes plus généraux qui affectent les sciences du sol. Ce champ scientifique constitué autour d'un objet donné, le sol, mobilise des approches conceptuelles très différentes. Ses frontières apparaissent mouvantes au fil du temps, intégrant ou rejetant certaines approches au profit d'autres, en fonction de facteurs liés aux politiques de financement de

la recherche et aux stratégies de publication mises en place par les chercheurs. Alors que la physique dominait dans les années 1990, c'est l'écologie et la biologie qui sont maintenant devenues incontournables, au point que, selon l'un des chercheurs rencontrés qui est biogéochimiste, il ne soit plus possible de monter un projet de recherche ni même de publier sans l'appui de microbiologistes. Ces éléments interrogent alors les notions même de discipline et de champ scientifique, ainsi que celle de communauté scientifique. Car si les chercheurs du projet COSAC se réclament tous de la communauté des sciences du sol – laquelle possède ses propres associations et colloques-, les méthodes et les concepts qu'ils mobilisent les conduisent à développer des points de vue très différents sur l'objet sol, qui ne sont pas directement compatibles ni articulables entre eux.

### **Références bibliographiques**

- Boudesseul G., 2006. Le sens des mots par la répétition ou en dépit d'elle ? Dimension sémiotique des statistiques textuelles. In C. Brossaud, P. Trabal et K. van Meter, *Analyses textuelles en sociologie. Logiciels, méthodes, usages*. Rennes, PUR : 81-117.
- Dalud-Vincent M., 2011. Analyse textuelle et analyse de réseaux : exemple de traitement d'une base de données bibliographiques à l'aide des logiciels Alceste et Pajek. *Bulletin de méthodologie sociologique* 109 : 20-38.
- Debailly R., 2013. La politisation de la science. Revues éphémères et mouvements de critique des sciences en France. *L'année sociologique* 63(2) : 399-530.
- Didry C., 1998. Les comités d'entreprise face aux licenciements collectifs : trois registres d'argumentation. *Revue française de sociologie*. 39(3) : 495-534.
- Labeur C., 2013. Raconter l'inondation : quand les récits de catastrophes se font mémoire du risque. *Géocarrefour* 88(1).
- Le Coq F., Pesche D., Legrand T., Froger G., Saenz Segura F., 2012. La mise en politique des services environnementaux : la genèse du Programme de paiements pour services environnementaux au Costa Rica. *VertigO* 12(3).
- Plumecocq G., 2010. *Les règles, normes et conventions de développement durable dans la coordination des politiques publiques locales : le cas de la région Nord-Pas de Calais*. Thèse en sciences économiques, Paris X Nanterre.
- Purseigle F., 2004. L'engagement professionnel des jeunes agricultures, du concept aux représentations. *Lexicometrica* 5.
- Reinert M., 2000. Alceste. Un logiciel d'aide pour l'analyse de discours. Notice simplifiée. <http://www.ling.uqam.ca/forum/satoman/images/AlcesteNoticeSimplifiee.pdf>

## **L'introduction de la notion de « services écosystémiques » : pour un nouveau regard sur le sol ?**

**Aurélie Cardona**

Agroparistech, 16 rue Claude Bernard, 75005 Paris,  
[aurelie.cardona@agroparistech.fr](mailto:aurelie.cardona@agroparistech.fr)

**Mots-Clés : sol, services écosystémiques, recherche, « déconfinement »**

### **Résumé :**

La notion de « services écosystémiques » définie comme les bienfaits que les hommes obtiennent des écosystèmes naturels a été introduite dans la recherche puis sur la scène publique depuis quelques années et connaît une diffusion croissante notamment à travers les questionnements sur les liens entre agriculture et « services écosystémiques ».

La diffusion de cette notion, qui pose les écosystèmes comme pourvoyeurs de services pour l'homme, réinterroge les relations entre sciences, nature et société. Cet article se donne pour objectif de comprendre les déplacements induits par l'introduction de la notion de « services écosystémiques » dans la recherche en agriculture.

Dans cette perspective une enquête compréhensive a été menée auprès de chercheurs en sciences du sol impliqués dans un projet de recherche interdisciplinaire démarré en 2008 portant sur les processus écologiques et les processus d'innovation technique et sociale en agriculture de conservation. Les premiers résultats de cette étude montrent comment, au cours de ces dernières années, s'est transformé le regard sur le sol. On assiste en effet à un « déconfinement » de l'objet sol qui donne lieu à une transformation des transformations des thèmes de recherches en sciences du sol. Cependant, on peut se demander si l'introduction de la notion de « services écosystémiques » est vraiment à l'origine de nouveaux questionnements, n'est-ce pas là seulement une nouvelle expression pour désigner les « fonctions des écosystèmes ? D'autre part, les transformations du regard sur le sol ne seraient-elles pas plutôt le fait de la montée des questions environnementales ou encore de progrès techniques réalisés dans la recherche ? Cette réflexion nous amènera alors à nous poser les apports spécifiques de la notion de « services écosystémiques » par rapport à la notion de « fonctions » pour comprendre les clés de son succès.

**Codes JEL : Q16-Q24**

## L'introduction de la notion de « service écosystémique » : pour un nouveau regard sur le sol ?

### Introduction

La notion de « services écosystémiques » définie comme les bienfaits que les hommes obtiennent des écosystèmes naturels connaît depuis quelques temps un succès croissant. Elle a d'abord été introduite dans la recherche en environnement dans la littérature néerlandaise ([de Groot, 1992](#)). Puis, elle s'est développée dans la littérature anglo-saxonne au cours des années 1990 et dans le courant des années 2000 avec des travaux visant à identifier les différents services pouvant être fournis par les écosystèmes naturels ([Costanza et al., 1997](#); [Daily, 1999](#); [de Groot et al., 2002](#); [Dominati et al., 2010](#)). Elle s'est aussi développée à travers le questionnement sur les services écosystémiques pouvant être fournis par l'agriculture et leur rémunération ([Wilson et Carpenter, 1999](#); [Salzman, 2005](#); [Barraqué et Viavattene, 2009](#); [Chevassus-au-louis et Pirard, 2011](#)). La notion de « services écosystémiques » a par ailleurs été largement publicisée – notamment en France – suite au Millenium Ecosystem Assessment qui s'est tenu de 2001 à 2005. Témoinant de cet engouement mondial et croissant, concernant de nombreuses disciplines (écologie, agronomie, biologie, physique, économie, sociologie, analyse des politiques publiques...) une revue interdisciplinaire intitulée *Ecosystem Services* a tout récemment été lancée en 2012.

La diffusion de cette notion posant les écosystèmes comme pourvoyeurs de services pour l'homme réinterroge la relation entre nature et société. Plus particulièrement, elle conduit aussi les chercheurs à composer avec ce concept éminemment politique et encore plus particulièrement les chercheurs de disciplines pouvant être en lien avec les problématiques agricoles – l'agriculture se situant justement à l'interface entre la nature et la société. C'est de cette question que je voudrais traiter dans cet article : quels déplacements l'introduction de la notion de « services écosystémiques » induit-elle pour la recherche ?

Cette étude s'inscrit donc dans une perspective de sociologie des sciences et a été menée dans la lignée des travaux conduits par Bruno Latour sur « la vie de laboratoire » ([Latour et Woolgar, 1988](#)), puisqu'elle vise à comprendre comment l'introduction d'un nouveau concept peut transformer la production de faits scientifiques. Le terrain d'étude est constitué par un projet de recherche interdisciplinaire démarré en 2008 portant sur les processus écologiques et les processus d'innovation technique et sociale en agriculture de conservation<sup>7</sup>. Lors du déroulement de ce projet la notion de « services écosystémiques » s'est progressivement invitée à la table des discussions entre chercheurs et est devenue incontournable. L'idée d'étudier les implications de l'introduction de cette nouvelle notion sur la production de connaissances et plus généralement la perception du sol a alors émergé chez des chercheurs participant à ce projet et a donné lieu à l'étude présentée ici.

Une enquête basée sur des entretiens compréhensifs et semi-directifs a donc été menée auprès de 15 chercheurs en sciences du sol ayant participé au projet interdisciplinaire portant sur les processus écologiques et les processus d'innovation technique et sociale en agriculture de conservation. Des observations ont également été réalisées lors de réunions ainsi que des visites de laboratoire et un recueil de photographie d'expérimentations de terrain ou au champ. A partir des premiers résultats de cette enquête nous verrons, dans un premier temps, comment le regard sur le sol s'est transformé au cours des dernières années. Puis, nous essaierons de comprendre si la notion de services écosystémiques est à l'origine de nouveaux questionnements.

### 1. Transformation du regard sur le sol

---

<sup>7</sup> L'agriculture de conservation (AC) vise des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en œuvre simultanée de trois principes à l'échelle de la parcelle: le travail minimal du sol; les associations et les rotations culturales et la couverture permanente du sol (définition de la FAO généralement utilisée par les chercheurs).

Le récit et l'expérience des chercheurs enquêtés révèlent une forte transformation du regard sur le sol au cours des deux dernières décennies. Les propos recueillis montrent clairement que l'on assiste au « déconfinement » de l'objet sol – « déconfinement » entraînant une modification du rapport science du sol/société mais aussi une transformation des thèmes de recherches dans les sciences du sol.

a. Le « déconfinement » de l'objet sol

Pendant longtemps, le sol a été considéré comme un simple « support » de développement de notre société et en particulier pour l'agriculture. Seuls des chercheurs fortement spécialisés (pédologues, physiciens, chimistes, microbiologistes, écologues...) semblaient s'y intéresser. Leurs recherches étaient alors quasi-fondamentales, majoritairement réalisées en laboratoire et visaient à l'identification de ce qui compose le sol (composants biogéochimiques, propriétés physiques (porosité, structure..), propriétés chimiques (pH...) et propriétés biologiques (taux de biomasse microbienne...) et des processus y prenant place ( cycle de l'azote, flux d'eau...).

Puis, les décennies passant, le sol est devenu une question de plus en plus publicisée. Aux Etats-Unis la problématique a émergé précocement suite aux phénomènes de « Dust Bowl »<sup>8</sup> des années 1930 et ont donné lieu à la création du « Soil Conservation Service » en 1935. En Europe, en revanche, le sol semble être resté plus longtemps un objet « seulement scientifique ». En 1972, une résolution du Conseil de l'Europe a souligné que le sol était un « bien fini, précieux pour l'humanité et qui se détruit facilement », qu'il convenait de protéger contre différentes menaces telles que l'érosion, la contamination, l'urbanisation. Cette déclaration avait pour objectif d'encourager la mise en place d'une politique de conservation des sols. Cependant, elle n'a eu que peu d'effet au niveau européen. En 2002, dans une communication la Commission Européenne a à nouveau souligné les diverses menaces auxquelles est soumise le sol et a entamé un travail de concertation en vue de la création d'une directive cadre sur la protection des sols toujours en cours d'élaboration.

En effet, d'après les entretiens réalisés auprès de chercheurs en sciences du sol, c'est environ depuis une quinzaine d'années que le sol a vu son statut évoluer. Avec la montée des questions environnementales le sol apparaît de plus en plus, comme faisant partie de notre environnement et donc comme une ressource à protéger. Ainsi, se sont développés les travaux concernant les impacts de l'agriculture sur le sol. Les questionnements autour de la problématique de stockage du carbone ont également contribué à mettre en avant cet objet pendant longtemps négligé. De fait, on assiste depuis une quinzaine d'années à un « déconfinement » de l'objet sol au sens où il n'est plus seulement un objet intéressant une petite communauté de chercheurs mais où il est aussi un objet de questionnement pour la société ([Callon et al., 2001](#)). Le sol n'est plus seulement un objet étudié par les chercheurs mais il est aussi soumis aux regards d'autres acteurs.

b. La transformation des thèmes de recherche en sciences du sol

Parallèlement à ce « déconfinement » de l'objet sol, on assiste également à une transformation des recherches en sciences du sol. Les objectifs de la recherche en sciences du sol ont évolué selon les propos recueillis auprès des chercheurs interrogés. Les recherches en sciences du sol, auparavant quasi-fondamentales sont de plus en plus reliées à des questionnements environnementaux globaux. *« Qu'est-ce qui a changé en science du sol depuis 20 ans ? C'est un changement d'échelle avant on travaillait à petite échelle, maintenant on fait la même chose mais très positionné par rapport à des problèmes de changements globaux : changement climatique, gaz à effet de serre. C'est surtout la raison de la recherche qui est différente. Les outils n'ont pas énormément évolué, mais c'est les questions, maintenant c'est savoir comment ça va participer à un changement global. »* (Ecologue, spécialiste des macroorganismes du sol.)

---

<sup>8</sup> Le Dust Bowl (« boule de poussière ») est le nom donné à une série de tempêtes de poussière, pendant près d'une décennie, la région des Grandes Plaines aux États-Unis et au Canada dans les années trente. Ce phénomène serait pour toute ou partie due à l'abus de l'utilisation du labour occasionnant une forte érosion.

Avec la mise en perspective des recherches en sciences du sol avec des problèmes environnementaux globaux, nombre de chercheurs constatent que les recherches en sciences du sol et notamment les appels d'offres, font de plus en plus de liens entre l'analyse des composants, des propriétés, des processus du sol et des éventuelles applications concernant l'agriculture, la gestion des déchets (compost) ou le stockage du carbone.

En conséquence, les travaux de recherche en sciences du sol doivent se transformer pour répondre à ces questionnements. D'abord, en s'inscrivant dans échelles spatiales plus importantes qui pourraient davantage refléter des problèmes pensés à l'échelle de la planète, mais aussi en interrogeant le sol dans des conditions « réelles » et non plus seulement dans des conditions contrôlées. Les travaux ayant des applications en agriculture réalisés à une petite échelle, en conditions contrôlées en laboratoire ont moins de succès et sont désormais plus difficile à publier comme l'explique cette chercheuse spécialisée sur les liens entre cycle de l'azote dans le sol et microorganismes et ayant majoritairement travaillé en laboratoire et à de petites échelles au cours de sa carrière :

*« On a plus de mal à justifier les approches au labo et de plus en plus, il faut des échelles de territoires, des sociologues, dans tous les projets, c'est très dur, d'être en ce moment sur les cycles de l'azote [...]. Il y a 15 ans les recherches comme ça marchaient bien, mais c'est depuis 5 ans, c'est plus difficile. On le relie à quoi...c'est ça l'évolution y a quand même des modes, c'est pas qu'au sens négatif, des courants de...c'est une réalité dans les publications, c'est une histoire d'influence, en fonction des priorités, ben je relis au fait les échelles plus grandes... c'est la prise de consciences des effets globaux, ce qu'on met sur un sol ici, ou qu'une pratique provoque ici notamment sur les effets gaz à effet de serre, le N<sub>2</sub>O, le méthane, voir le volatilisation de l'ammoniac, sur l'acidification, on sait que ce qui se passe ici a des répercussion sur le territoire d'à coté voir plus loin. »* (Ecologue, spécialiste des liens entre cycle de l'azote dans le sol et microorganismes.)

En revanche, les travaux sur la compréhension du sol menés à une échelle plus importante, et donnant une place aux conditions réelles ainsi qu'aux pratiques des agriculteurs connaissent un certain développement. C'est ce que montrent les propos de ce jeune chercheur spécialisé dans l'étude des microorganismes ayant réalisé ces premiers travaux à la fin des années 2000, à partir de prélèvement réalisés dans des essais conduits par des agriculteurs et s'inscrivant ainsi dans la perspective opposée à la chercheuse précédente :

*« Quand j'ai fait ma thèse à l'INRA de Dijon sur cette même thématique, ça faisait assez rapidement peur que je prélève en plein champ, à différent moment. On me disait : qu'est-ce que tu vas en tirer, tu ne maîtrises pas les conditions, ça fait vite peur à ces collègues microbiens du sol. Je pense que l'essentiel, l'acquisition de données se fait [toujours] sur des stations expérimentales, dans des microcosmes, mésocosmes mais [...] j'ai l'impression que ça fait de plus en plus.»* (Agronome, spécialiste de microorganismes.)

Avec le développement des questionnements environnementaux globaux, les approches intégratives (versus réductionnistes) se développent, afin de produire des connaissances sur les processus du sol pouvant être « utilisées » directement, comme le montre la suite de l'entretien :

*« Par exemple pour regarder l'effet des carabes sur les limaces, ça demanderait même par exemple d'introduire une même quantité de limace sur un labour, un non labour et de voir si une densité de carabes différentes permettrait une différence. Nous ici on prend les expérimentations comme chez les agriculteurs, sans rajouter des choses en plus. [...] Donc moi je me définis bien comme agronome, je ne suis pas microbiologiste, j'ai une spécialité, mais je me revendique pas en ultra spécialiste de la microbiologie des sols, j'en ai avant tout une vision plus utilitariste et agronomique des choses est-ce que c'est utile ? Ce qui peut faire dresser les cheveux sur la tête de certains écologues. Et ici on prend le sol comme un tout. [...]Moi je trouve que ça apporte beaucoup par rapport à la profession parce que les agriculteurs, ils gèrent tout en même temps... »* (Agronome, spécialiste de microorganismes)

Il s'agit donc bien désormais de produire des connaissances sur les « services » fournis par le sol. Dans cette même perspective, on note également une évolution des champs disciplinaires dans les sciences du sol. Il ne s'agit plus seulement d'identifier tel ou tel microorganisme et de comprendre son action (sa « fonction »), mais aussi de comprendre dans quelles conditions il vit et entre en action et donc peut « rendre service ». A ce titre, depuis quelques années les travaux interdisciplinaires se multiplient et notamment les collaborations entre biologistes et physico-chimistes ou entre biologistes et agronomes :

*« Pendant longtemps j'ai eu l'impression qu'on ne pouvait pas discuter, même les agronomes, j'ai toujours eu un mal fou, les relations étaient toujours difficiles, maintenant on est accueilli à bras ouverts, ça ma fait vraiment prendre conscience qu'on pouvait interagir, et qu'en semble on pouvait avancer dans la même direction. »* (Ecologue, spécialiste des macroorganismes du sol.)

Plus largement, on note aussi la montée en puissance de l'écologie du sol dont l'objectif est de comprendre comment les organismes du sol interagissent avec leur milieu.

*« Il y a une vingtaine d'année on parlait essentiellement de biologie du sol, les gens qui travaillent maintenant sur les organismes du sol se considèrent comme des écologues du sol. C'est aussi liée à une évolution de discipline .Y a 20 ans et avant on étudiait les organismes du sol pour savoir qui ils étaient, on est plus dans de la biologie, et depuis 20 ans, on est plus dans une compréhension du fonctionnement du sol, donc on est plus sur de l'écologie. »* (Ecologue, spécialiste des macroorganismes du sol.)

Au cours des quinze dernières années, on voit donc bien se transformer le regard sur le sol. L'objet sol n'intéresse plus seulement la recherche confiné mais aussi la société dans son ensemble. De ce fait, les recherches en sciences du sol sont davantage mises en lien avec des problématiques environnementales globales et les conditions « réelles » dans lesquelles se posent ces problématiques. Cette perspective a conduit les chercheurs en sciences du sol à adopter des approches davantage intégratives qui conduisent à la multiplication des travaux au champ permettant de prendre en compte la diversité des facteurs pouvant impacter le sol. Les approches interdisciplinaires se sont également développées au même titre que l'écologie du sol qui s'inscrit bien dans cette vision du sol plus « intégrée ».

## **2. L'introduction de la notion de « services écosystémiques » pour des questionnements nouveaux ?**

Le regard sur le sol s'est donc récemment transformé, mais est-ce à dire que l'introduction de services écosystémiques est à l'origine de cette transformation et de ces nouveaux questionnements?

### **a. La notion de « services écosystémiques », nouvelle ?**

La notion de « services écosystémiques » en tant qu'expression a été introduite récemment comment on a pu le montrer dans l'introduction de cet article En ce sens, on pourrait a priori la considérer comme nouvelle et donc sans doute à l'origine des transformations de regard sur le sol qui ont eu lieu ces dernières années. Cependant, sa nouveauté se doit d'être interrogée car comme l'explique Christian Deverre dans un papier portant sur «les nouveaux liens sociaux aux territoires » et donc sur la « nouveauté » engendrée par les questionnements sur les liens entre agriculture et environnement, « ce que l'on baptise souvent hâtivement «nouveau » se révèle, à un examen plus approfondi, pas si nouveau que cela, l'usage de ce mot est également un moyen commode de ne pas nommer plus substantiellement l'objet ou le phénomène analysé » ([Deverre, 2004](#)).

De fait, après une brève revue de littérature, il apparaît que si l'expression de « services écosystémiques » est bien nouvelle, les questionnements et l'analyse des services produits par les écosystèmes est relativement ancienne puisqu'elle remonterai aux années 1960 ([de Groot et al., 2002](#); [Dominati et al., 2010](#)). Les premiers travaux publiés sur ce thème tentaient alors surtout d'évaluer en termes économiques ces services potentiellement fournis par les écosystèmes. Ainsi, si

l'expression de services écosystémique n'existait pas le concept était déjà bien né. D'autre part, l'enquête menée auprès de chercheurs en sciences du sol a montré que l'étude même des services écosystémique n'était pas nouvelle.

En effet, lors des entretiens, il était très difficile de différencier ce que les chercheurs désignaient par les termes de « fonctions du sol », « processus du sol » et de « services écosystémiques du sol ». Lorsque je demandai clarification il est apparu pour certains chercheurs que le terme de « services écosystémiques » n'est qu'une autre façon de désigner les « fonctions du sol » ou « les processus du sol » :

*« Les services écosystémiques, c'est plus une manière de réappeler des chose, peut être que ça va aller vers des bonnes choses, en tout cas y a quand même eu un abus, je sais que c'est une façons de considérer les choses de façons plus systémiques, mais quand on lit les textes, il me semble que c'est seulement un changement de vocabulaire, y a des confusions, nous on a épluché des appels d'offres, tu prenais celui d'avant, tu trouvais les même choses mais sous le terme de processus du sol... »* (Ecologue, spécialiste des liens entre cycle de l'azote dans le sol et microorganismes)

Or, les fonctions des organismes du sol c'est-à-dire leur action est étudiée depuis longtemps, de même que les processus du sol tels que le cycle de l'azote ou le flux de l'eau. Mais alors comment est apparue la notion de « services écosystémiques » qui conduit à mettre en politique des objets de nature tels que le sol ?

b. Quel apport de la notion de « services écosystémiques » ?

Pour le comprendre, il faut s'interroger sur l'apport de la notion de « services écosystémiques ». Que permet-elle de mettre spécifiquement en valeur ? Cette question a été directement posée aux chercheurs rencontrés lors de l'enquête.

Pour bon nombre d'entre eux, l'introduction de la notion de « services écosystémiques » est l'expression de la montée en puissance des préoccupations environnementales, elle traduit le processus de « déconfinement » de l'objet sol désormais reconnu comme un objet d'environnement par la société dans son ensemble – « déconfinement » produits aux yeux de certains par la mise en avant des « services » produits par le sol :

*« Je caricature peut être mais pour moi la notion de service ça a été un façon très intelligente de faire passer un message : un des seuls moyens d'arriver à faire prendre conscience de l'importance des écosystèmes et notamment du sol, que si on détruit la diversité, ça nous coutera 100 fois plus cher, que de retrouver ces services qui sont gratuits, et donc en fait ça a été un moyen très intelligent, de négocier, de dire attention si on maintien pas tel service on va le payer très cher »* (Agronome, spécialiste de microorganismes).

A ce titre, l'introduction de la notion de « services écosystémiques » est donc vécue très positivement par certains chercheurs en sciences du sol rencontrés, notamment parce qu'à travers cette reconnaissance de l'objet sol, c'est aussi la reconnaissance de leur travail que l'on peut lire en filigrane. Un premier apport de la notion de « services écosystémique serait donc de mettre en visibilité l'objet sol. Il semble que l'on puisse en distinguer un deuxième.

En effet, comme on l'a montré dans la première partie de ce texte, le regard sur l'objet sol s'est transformé au cours des dernières années. Cette transformation est certes le résultat du « déconfinement » de l'objet sol, mais au cours des enquêtes il est apparu qu'elle était aussi le résultat du développement de nouvelles méthodes de recherches. D'une part, les analyses par spectrométrie qui permettent d'identifier plus facilement la variété des organismes présents dans le sol :

*« Dans les méthodes si ce qui a beaucoup changé, c'est le développement de la spectroscopie à infrarouge, c'est une technique qui permet d'acquérir des spectres, on prend n'importe quel matériau, on envoie un infrarouge, on récupère le spectre, spectre qui est très dépendant des*

*caractéristiques de ce matériaux. Depuis quelques années, ça c'est beaucoup développé sur le sol, et on a relié avec les caractéristiques du sol. [...] Et du coup ça a surtout permis, sur les questions de carbone ou d'autre mesures pour lesquelles il faut faire un certain nombre de mesures sur un sol, là tu peux en faire 20000, sachant que tu prédis les caractéristiques avec une probabilité de 90%. Ça s'est tellement développé que maintenant on essaye de tout prévoir avec la spectroscopie, caractéristique chimique, physique, biologique. Nous on essaye avec un projet de l'ADEME de prédire avec la spectro les quantités de vers de terre, de nématodes, les bactéries... on a un essai à côté de Mauguio près de Montpellier, une expé qu'on a fait l'année dernière... » (Ecologue, spécialiste des macroorganismes du sol.)*

D'autre part, des méthodes autour de l'extraction d'ADN développées dans les années 1990 ou encore des méthode autour de l'ARN (fraction active de l'ADN transcrit) qui permettent d'étudier les conditions d'activation des fonctions des organismes du sol et donc de comprendre à quel moment ces organismes peuvent fournir un service :

*« L'objet sol il est en complète évolution, par rapport à l'ouverture de cette boite noir, on commence à avoir un peu de recul mais ça fait 15 ans, y a encore 90% à découvrir, on sait très bien comment peuvent fonctionner les microorganismes, comment ils travaillent, mais dans un sol avec l'interaction de toutes cette diversité, finalement on connait rien. Et je pense que les progrès en biologie du sol on fait complètement changer le regard des agronomes et des agriculteurs » (Agronome, spécialiste de microorganismes).*

Un deuxième apport de l'introduction de la notion de « services écosystémiques » pourrait donc être de traduire ces avancées méthodologiques de la science du sol. A ce titre, on pourrait donc dire que si la notion de « services écosystémiques » n'est pas à l'origine d'un nouveau regard sur le sol, elle est bien l'expression d'une transformation du regard sur le sol à la fois dans la société et dans les sciences du sol.

### **Conclusion**

Depuis une quinzaine d'années, il apparaît que l'on assiste à une transformation du regard sur le sol. Cependant, ces déplacements ne sont pas la conséquence de l'apparition de la nouvelle notion de « services écosystémiques » dont bon nombre de publications scientifiques et appels d'offres se sont faits le relai. Cette transformation du regard sur le sol serait plutôt le résultat d'un long processus de montée en puissance des questions environnementales qui a progressivement conduit au « déconfinement » de l'objet sol et aussi d'évolutions dans les méthodes de la recherche qui permettent désormais d'approfondir l'étude des sols et en particulier les conditions dans lesquelles sont activées telles ou telles fonctions du sol dont l'introduction de la notion de « services écosystémiques » serait l'expression. Ainsi l'introduction de la notion de « services écosystémiques » serait en fait le produit de phénomènes complexes construits sur le long terme et ne serait guère nouvelle. Cependant, on peut lui reconnaître d'introduire une nouvelle conception peu évoquée dans cet article, car finalement peu mentionnée par les chercheurs en sciences du sol interrogés alors même qu'elle serait lourde de conséquence pour leur recherches et notre société : une conception selon laquelle les « fonctions » des écosystèmes pourraient être monnayés et donc hiérarchisés...

### **Remerciements :**

Cette recherche réalisée dans le cadre du projet COSAC (Construction et circulation des connaissances sur les services écosystémiques des sols en agriculture de conservation) est financée par le programme de recherche GESSOL 3 (Fonctions environnementales et GESTion du patrimoine SOL).

### **Références :**

- Barraqué B., Viavattene C., Eau des villes et Eau des champs, *Économie rurale*-2, 2009, p5-21.
- Callon M., Lascoumes P., Barthe Y., *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Seuil, Paris, 2001.
- Chevassus-au-louis B., Pirard R., Les services écosystémiques des forêts et leur rémunération éventuelle, *Revue forestière française*, 63-5, 2011, p579-599.
- Costanza R., d'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature* [en ligne], 387-6630, 1997, p253-260. Disponible sur: [http://www.esd.ornl.gov/benefits\\_conference/nature\\_paper.pdf](http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf)
- Daily G.C., Developing a scientific basis for managing Earth's life support systems, *Conservation Ecology*, 3-2, 1999.
- de Groot R.S., *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*, 1992.
- de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services, *Ecological Economics*, 41-3, 2002, p393-408.
- Deverre C., Les nouveaux liens sociaux au territoire, *Natures Sciences Sociétés* [en ligne], 12-2, 2004, p172-178. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1051/nss:2004022>
- Dominati E., Patterson M., Mackay A., A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils, *Ecological Economics*, 69-9, 2010, p1858-1868.
- Latour B., Woolgar S., *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, La découverte, Paris, 1988.
- Salzman J., Creating markets for ecosystem services: notes from the field, [en ligne], 2005. Disponible sur: [http://heionline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/nylr80&div=26&g\\_sent=1](http://heionline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/nylr80&div=26&g_sent=1)
- Wilson M.A., Carpenter S.R., Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997, *Ecological applications*, 9-3, 1999, p772-783.

## Annexe 7 : Etudier la vie du sol : affaire d'agriculteurs, affaire de scientifiques

---

*Florence Hellec, présentation au séminaire interne de RITME, le 6 décembre 2013*

La théorie des réseaux socio-techniques a placé les chercheurs au cœur de l'analyse des processus d'innovations techniques ou de découvertes scientifiques (Latour, 1984 ; Callon, 1986), négligeant par là le rôle joué par des non-scientifiques dans ce domaine. Les récits proposés suivent en effet les démarches d'un scientifique ou d'un groupe de scientifiques porteurs d'un projet et qui tentent de rallier d'autres acteurs, chercheurs ou non, à leur cause. Dans ce cadre, les rapports avec les non-scientifiques sont appréhendés en termes d'intéressement ou de non-intéressement au projet du chercheur, c'est-à-dire selon qu'ils adhèrent et participent au projet ou pas. D'autres études se sont toutefois davantage penchées sur le rôle des non-scientifiques dans les activités de recherche. Parmi celles-ci, les travaux portant sur les associations de malades (Rabeharisoa, Callon, 2002) ont analysé comment ces dernières orientent les travaux de recherche, soit en finançant des sujets spécifiques, soit en intervenant plus directement sur les protocoles de recherche, en formant elles-mêmes des experts ou en se constituant plus simplement comme partenaires des scientifiques. Dans ce cas, les associations de malades ne se substituent pas au chercheur qui garde sa place et son rôle, même s'il perd en souveraineté. La situation est différente dans les cas où des non scientifiques prennent directement part à l'activité de recherche. Ainsi, dans le domaine des recherches sur la biodiversité, des naturalistes amateurs contribuent directement à la collecte de données utilisées ensuite par les scientifiques, même si leur travail reste le plus souvent invisible (Mauz, Granjou, 2011). Dans d'autres cas, l'innovation technique ne mobilise que des amateurs, comme dans le cas de la conception de logiciels libres en informatique (Basset, 2004). Ces éléments témoignent d'évolutions dans les relations entre spécialistes et profanes, les frontières entre ces deux catégories devenant de plus en plus floues. Dans le domaine agricole, ces catégories perdent tout particulièrement de leur importance, tant l'innovation technique se situe au croisement de l'activité scientifique et de l'activité professionnelle des acteurs agricoles.

Certes la modernisation de l'agriculture à partir des années 1950 s'est faite via une implication importante des organismes de recherche et de développement et des industries d'amont et d'aval, selon un modèle diffusionniste : de nouvelles technologies ont été conçues en amont et ensuite proposées aux agriculteurs, l'enjeu étant d'accompagner la transition de la paysannerie à une agriculture professionnalisée, intégrée dans l'économie nationale, suivant une logique fordiste . Certains auteurs ont toutefois montré que même dans cette perspective diffusionniste, les capacités créatives des agriculteurs étaient en jeu : l'imposition d'une nouvelle technologie n'est jamais directe et passe toujours par un processus d'appropriation par les utilisateurs, qui en détournent partiellement les visées initiales et en modifient le fonctionnement (Darré, 1994). Par ailleurs, à la même période, des collectifs d'agriculteurs, associant souvent d'autres acteurs de la société, ont revendiqué des modèles techniques différents de ceux promus par l'appareil d'encadrement de l'agriculture, et ainsi développé leurs propres innovations techniques. C'est le cas de l'agriculture biologique, apparue en France dès les années 1950 mais longtemps été ignorée par les institutions publiques de recherche, ou encore de l'agriculture biodynamique, qui reste quant à elle toujours à part. A une moindre échelle, on peut également citer le réseau agriculture durable, regroupant des éleveurs et des conseillers agricoles prônant des systèmes d'élevage basés sur le pâturage et principalement situés dans le grand ouest (Déléage, 2004). Plus récemment, l'agriculture de conservation des sols s'est développée en France après importation depuis l'Amérique du sud (Brésil) des techniques associées au non-labour (Goulet, 2008a). Dans ces différents mouvements, des techniques de production ont été mises au point et stabilisées par des agriculteurs en lien avec des techniciens et conseillers agricoles, mais en dehors des dynamiques d'innovation portée par les organismes de recherche et de développement institutionnels . Ce que l'on observe de commun entre ces différents mouvements est la valorisation de la figure de l'agriculteur innovateur et la

défense de l'autonomie entendue comme indépendance à l'égard des organismes d'encadrement de l'agriculture.

Parmi les différentes formes d'agriculture alternatives, le mouvement de l'agriculture de conservation des sols (ACS) se distingue toutefois par le succès rapide qu'il a connu depuis les années 1990. De plus, il se caractérise par une mise en concurrence frontale des connaissances produites par les agriculteurs affiliés à ce mouvement, et par les chercheurs travaillant sur le sol cultivé. C'est cette confrontation que nous avons choisi de placer au cœur de cet article, prolongeant ainsi la réflexion sur les rapports entre science et agriculture. Des travaux antérieurs ont déjà étudié les formes de production de connaissances mises en œuvre dans le mouvement de l'agriculture de conservation des sols (Goulet, 2013 ; Brives, de Tourdonnet, 2010), la nature des savoirs sur le sol portés par les agriculteurs AC (Compagnone et al., 2013), ainsi que l'échec des premières collaborations entre militants de l'AC et scientifiques institutionnels (Goulet, 2008a). L'analyse que nous présentons ici vise ainsi à compléter ces travaux en nous intéressant aux rapports que les agriculteurs affiliés au mouvement de l'ACS entretiennent avec les scientifiques et les connaissances que ceux-ci produisent ; elle s'inscrit dans une approche pragmatique attentive aux conceptions des acteurs et visant à reconstituer les grammaires qui sous-tendent et justifient leurs actions.

Nous nous intéresserons notamment à la manière dont les relations qui s'établissent aujourd'hui entre praticiens de l'ACS et chercheurs en sciences du sol contribuent à remodeler les formes et la nature des connaissances produites dans chaque univers. L'hypothèse que nous soutiendrons est celle de l'existence d'une séparation marquée entre ces deux univers professionnels appréhendés comme des univers épistémologiques distincts. Nous montrerons que des formes de médiations existent toutefois entre monde de la recherche en sciences du sol et mouvement de l'AC, mais que les logiques institutionnelles qui traversent actuellement les organismes de recherche tendent à les marginaliser. Notre analyse s'appuie sur une approche pragmatique, soucieuse de reconstituer les grammaires qui sous-tendent leurs logiques d'action des personnes (Boltanski, Thévenot, 1991 ; Dodier, 1993).

Le matériau empirique que nous avons mobilisé est constitué d'observations et d'entretiens compréhensifs réalisés au cours de différentes opérations de recherche, à savoir :

- une recherche-intervention (2008-2009) menée en par un agronome et une sociologue avec une coopérative céréalière, dans le but de diffuser les techniques du non-labour à un large cercle d'agriculteurs et qui a permis (1) l'observation des interactions entre conseillers, chercheurs, dirigeants de la coopérative durant trois journées de « coaching » ayant donné lieu à des comptes-rendus, (2) la réalisation de deux enquêtes auprès d'agriculteurs engagés dans les techniques de non labour et (3) un travail de collaboration entre un petit groupe d'étudiants, l'animateur du club et un petit groupe d'agriculteurs membres du club pour élaborer un guide sur les couverts végétaux à destination des adhérents de la coopérative
- une enquête réalisée sur le projet PEPITES ((Processus Ecologiques et Processus d'Innovation Techniques Et Sociales en agriculture de conservation, 2009-2013) qui était financé par le programme Systerra de l'Agence Nationale de la Recherche, et qui a associé des chercheurs de différentes disciplines (sciences du sol, agronomie, sociologie, gestion) travaillant sur des terrains français, malgaches et brésiliens autour de l'évaluation écologique et la diffusion des techniques associées à l'agriculture de conservation ; nous disposons ainsi d'observations de six réunions qui se sont tenues dans le cadre du projet PEPITES et d'entretiens réalisés avec quatorze chercheurs (quatre chercheurs ayant été enquêtés une seconde fois, pour approfondir nos analyses).

Le plan de l'article est le suivant : la première partie est consacrée à la présentation du mouvement de l'AC, qui a renouvelé l'intérêt des agriculteurs pour la « vie du sol » à partir des années 1990, alors que dans le même temps, les travaux en biologie et écologie se sont développés en sciences du sol. La seconde partie de l'article porte sur les rapports entre ces deux univers professionnels, en

revenant sur des tentatives de collaboration directe entre les agriculteurs du mouvement de l'AC et des chercheurs, dans le cadre de projets de recherche formalisés. Nous montrerons que les difficultés qui ont émaillées ces collaborations s'expliquent par les écarts entre les référents épistémologiques entre ces deux univers. La troisième partie montre que des formes d'échanges existent tout de même, et qu'elles sont essentiellement le fait de chercheurs qui jouent le rôle de médiateur.

## **1. Une même volonté de reconsidérer la vie des sols agricole**

Dans les années 1930, la région des grandes plaines aux Etats-Unis a été traversée par une série de tempêtes de poussière liée à une érosion éolienne des sols cultivés. Ce phénomène appelé « Dust Bowl », généralement expliqué par l'utilisation intensive du labour, est considéré comme un évènement déclencheur, conduisant à modifier profondément le regard sur les sols et leurs usages, tant dans le secteur agricole (Goulet, 2008a) que dans le domaine scientifique (Cardona, 2012). En 1935, le « Soil Conservation Service » est créé aux USA pour remédier aux problèmes d'érosion, et l'expression de « conservation des sols » sera ensuite reprise pour qualifier le mouvement associé au retrait du labour à travers le monde.

La prise en compte du sol comme une ressource naturelle à protéger s'est cependant faite tardivement en Europe et en France, à partir des années 1990, alors que la protection de l'environnement est érigée en problème public. La reconnaissance du sol comme objet vivant prend cependant des chemins différents dans le monde agricole et dans celui de la recherche institutionnel, que nous allons maintenant examiner de plus près.

### **1.1. L'essor de l'agriculture de conservation des sols hors du giron de la recherche-développement institutionnels**

Alors que les progrès techniques en termes de motorisation ont favorisé l'expansion d'un labour profond et systématique pour l'implantation des cultures aux lendemains de la seconde guerre mondiale, les premières tentatives d'arrêt du labour ont été faites durant les années 1970, afin de réduire la consommation de fuel dans un contexte de flambée du prix du pétrole. Mais c'est surtout au cours des années 1990 que la pratique du non-labour s'est étendue en France, suite à l'initiative d'un petit groupe associant des agriculteurs et des chercheurs ayant travaillé en Amérique du sud (Goulet, 2008a). La revue TCS est fondée en 1998, par le futur responsable de l'association bretonne BASE (Bretagne Agriculture Sol Environnement) créée en 1999 en même temps que la structure nationale APAD (Association de Promotion de l'Agriculture Durable) à laquelle elle était rattachée. Deux ans plus tard, une scission au sein de l'APAD conduit à la création de la FNACS (Fédération Nationale pour une Agriculture de Conservation des Sols).

Ces différentes associations prônant l'agriculture de conservation des sols ont vu le jour en dehors du giron de l'appareil de développement agricole constitué par les chambres d'agriculture, les instituts techniques et les instituts de recherche (Goulet, 2008b). De fait, ces associations ont rassemblé quelques personnes en rupture avec ces différentes institutions, notamment des chercheurs. Initialement, des liens ont cependant été établis avec des firmes privées telles qu'une industrie agrochimique et un constructeur de semoirs spécialisés dans le semis direct. Mais ces liens se sont peu à peu distendus ces dernières années, les responsables du mouvement de l'ACS souhaitant acquérir une certaine indépendance à l'égard des intérêts commerciaux de ces entreprises.

Aujourd'hui le développement de l'ACS ne repose plus uniquement sur les associations citées auparavant, d'autres organismes para-agricoles se sont maintenant investis dans l'expérimentation et la diffusion des techniques associées au non-labour, suite à l'initiative de certains de leurs responsables professionnels agricoles. De nouveaux groupes d'agriculteurs intéressés par l'ACS ont vu le jour, porté par des acteurs variés : par exemple des techniciens de coopérative céréalière dans le nord-est de la France (Brives et al., op. cit.), des conseillers de centre d'économie rurale dans la

Manche (Hellec, Deville, 2014) ou encore des agents de chambre d'agriculture en Vendée (Compagnone et al., 2013).

### **1.2. De l'arrêt du labour aux couverts végétaux : un regard renouvelé sur le sol**

Motivés d'abord par la réduction de la charge de travail et des coûts de production, les tenants des techniques sans labour y ont vu rapidement d'autres intérêts concernant le maintien de la fertilité des sols et la lutte contre l'érosion, affirmant dès lors leur compétence à gérer la ressource naturelle que constitue le sol. Les praticiens de l'ACS s'opposent à la vision d'un sol comme simple support de développement de la plante fabriquée au cours du processus de modernisation de l'agriculture, pour le reconsidérer comme un être vivant en tant que tel, auquel il convient d'apporter des soins spécifiques. La préservation de la vie du sol vise également à soutenir et renforcer des phénomènes biologiques favorables au développement des cultures. Le ver de terre est l'emblème du mouvement de l'ACS, puisque c'est sa présence plus ou moins abondante, et sous différentes formes, qui témoigne de l'état du sol et de sa plus ou moins grande vitalité (Goulet, 2008a). Si l'arrêt du labour fut la première méthode préconisée par ce mouvement, celui-ci propose désormais un ensemble de techniques visant à maintenir une couverture végétale permanente des sols et un semis direct des graines au sein de cette végétation. D'une certaine façon, les préoccupations des tenants de l'ACS rejoignent celles des pionniers de l'agriculture biologique concernant l'artificialisation des sols engendrée par la modernisation des techniques de production (Besson, 2009). Mais en réalité leurs perspectives sont très différentes. En AB, c'est l'utilisation d'intrants issus de la chimie de synthèse qui est dénoncée, tandis que l'AC repose pour l'heure sur une utilisation importante d'herbicides pour réduire la présence des mauvaises herbes. D'autre part, en AB la vie du sol provient du respect d'un cycle global, du lien entre la plante et l'animal, entre les cultures et l'élevage : ce sont les effluents d'élevage qui, après compostage et épandage dans les champs, permettent de nourrir la terre. Pour les militants de l'ACS, ce sont des techniques culturelles spécifiques, une intervention minimale sur le sol et sa structure, qui permettent de garantir un sol « vivant », sachant que le recours aux produits phytosanitaires, et tout particulièrement aux herbicides, est actuellement incontournable pour détruire les mauvaises herbes qui ne sont plus enfouies par le labour.

Les militants de l'ACS associent leurs techniques culturelles à un plus grand respect de l'environnement. Les arguments qu'ils développent portent sur le respect de la vie biologique du sol ainsi que sur la réduction de l'émission de gaz à effet de serre (via l'arrêt du labour et les moindres passages de tracteur dans les champs) et le stockage de carbone dans les sols.

### **1.3. La montée de l'écologie au sein des recherches en sciences du sol**

C'est également au cours des années 1990, alors même que le mouvement de l'ACS commence à se structurer en France, que les problématiques environnementales entrent de plein pied dans le domaine de la recherche sur les sols. A cette époque, un groupe de chercheurs européens s'alarme des différentes « menaces » qui pèsent sur les sols en Europe, telles que la perte de biodiversité des sols, le tassement, la salinisation, l'érosion hydrique ou éolienne ou encore la pollution par les rejets industriels. C'est dans ce contexte qu'en France, le programme GESSOL, financé par le Ministère de l'environnement uniquement, voit le jour en 1998. Ce programme avait pour objectif de favoriser les recherches scientifiques sur le sol permettant de « réduire les risques de dégradation des sols et d'améliorer la prise en compte de leur multi-fonctionnalité » (cf site internet) en vue d'éclairer la décision publique et de fournir des outils aux gestionnaires. Ce programme s'inscrit dans le long cheminement qui a conduit à un décroisement de l'objet sol (Cardona, 2012) qui est sorti de la sphère strictement scientifique pour devenir un objet soumis au regard d'autres acteurs. Pour autant, la protection des sols n'a pas été instituée comme problème public au même titre que la protection de l'eau : la directive cadre sur le sol sur laquelle la Commission Européenne a commencé à travailler en 2002 est toujours en cours d'élaboration.

Aujourd'hui, les recherches portant sur le sol cultivé apparaissent très diversifiées, du fait de la multiplicité des disciplines concernées et des méthodes d'investigation mobilisées. Longtemps

considéré comme un support des activités humaines, le sol devient un écosystème à préserver, dont il convient d'étudier toute la richesse en termes de biodiversité. On observe ainsi une montée des travaux en écologie, au détriment de ceux portant sur la physique et la chimie des sols. Les avancées méthodologiques en termes de spectrométrie et, surtout, d'extraction d'ADN et d'ARN ont en effet permis une caractérisation beaucoup plus précise de la diversité des organismes vivants présents dans le sol. Il ne s'agit plus simplement d'étudier la structuration des sols, la granulométrie des morceaux de terre comme le fait la physique des sols, ou encore les flux d'éléments minéraux qui traversent le sol comme en biogéochimie, l'attention est de plus en plus portée vers les êtres vivants contenus dans le sol et les interactions entre eux et avec les autres éléments inorganiques, mobilisant des approches d'écologie.

Ainsi, le mouvement de l'ACS et les recherches en sciences du sol ont peu à peu mis au cœur de leurs préoccupations l'étude de la vie des sols, des organismes vivants qui le constituent et de leurs interactions. Pour autant, agriculteurs et chercheurs ont longtemps travaillé en parallèle sur ce sujet sans se croiser. Les rapports ont tardé à se mettre en place, non sans difficultés. C'est ce que nous allons montrer dans la seconde partie, en nous intéressant aux différences d'ordre épistémologique qui opposent ces deux univers professionnels.

## **2. Des univers épistémologiques aux antipodes**

Si le mouvement de l'agriculture de conservation des sols a pris son essor en dehors du cadre de recherche et développement institué en France aux lendemains de la seconde guerre mondiale, dès le début des années 2000, des contacts ont été pris avec des chercheurs pour faire reconnaître les innovations techniques produites. Toutefois ces premières rencontres ont été très conflictuelles. S'intéressant à l'une des premières tentatives de collaboration entre des praticiens de l'ACS et des chercheurs institutionnels, Frédéric Goulet (2008b) a mis en évidence un certain nombre de tensions épistémiques entre ces deux univers. Dans cette section, nous souhaitons prolonger cette réflexion en systématisant davantage les positions épistémologiques des agriculteurs, et en les repositionnant par rapport à celles portées par le monde agricole de manière plus générale.

### **2.1. Sentir et ressentir la vie du sol : un accès à la connaissance pour les agriculteurs**

De nombreuses connaissances ont été produites par les agriculteurs engagés dans l'agriculture de conservation des sols, si l'on en juge simplement par l'évolution des techniques mises en œuvre, depuis les débuts de l'arrêt du labour par quelques agriculteurs français au tournant des années 2000 jusqu'au semis direct et à l'implantation de divers types de couverts végétaux aujourd'hui. Ces connaissances sont des savoirs pragmatiques, c'est-à-dire qu'ils sont produits dans l'action et mis à l'épreuve sur les exploitations. Différentes modalités de production de savoirs ont été relevées, depuis le partage d'expériences entre agriculteurs à la réalisation d'essais plus ou moins formalisés (Brives, de Tourdonnet, 2010). Une majorité des agriculteurs pratiquant l'ACS se vivent comme de véritables chercheurs, explorant toujours de nouvelles pratiques (Brives, Rioussat, de Tourdonnet, 2014).

Plusieurs éléments méritent d'être soulignés, dans la mesure où ils différencient nettement les modalités de production de connaissances des agriculteurs par rapport à celles mises en œuvre par les chercheurs. Le premier renvoie à la manière de rendre compte de résultats d'essais, quel que soit leur degré de formalisation. Lorsqu'il s'agit d'expériences individuelles, le témoignage prime. Il y a une mise en récit qui s'opère et une forte personnalisation de ce récit : c'est une personne nommée et rattachée à un territoire qui raconte ce qu'elle a fait et observé. Cela vaut tant pour des présentations orales en assemblée (Goulet, 2013) que dans les articles publiés dans la presse professionnelle comme dans la revue TCS. Les traces écrites, si elles existent (et c'est sûrement le cas pour les agriculteurs qui mènent des essais, ils notent, au moins pour eux, des dates d'interventions dans le champ), restent peu nombreuses. En particulier, il n'y a pas de rédaction de compte-rendu

des rencontres entre agriculteurs et techniciens, par exemple des réunions bout de champ, alors même qu'elles apparaissent comme des moments d'apprentissage collectifs (Brives, de Tourdonet, 2010). Au cours de ces réunions, les discussions permettent, par comparaison des expériences, de définir les raisons pour lesquelles « ça marche ou ça marche pas ». De fait, si chacun tire des enseignements de ces discussions, il est difficile d'en tirer des règles générales applicables pour tous puisque les contextes d'action sont différents. Pour autant, la comparaison des essais réalisés chez les uns et les autres, et de leurs résultats, et les discussions collectives amènent chacun à progresser.

Le deuxième élément qui ressort est le rapport direct et sensible au vivant : les agriculteurs prennent des mottes de terre pour toucher le sol, ils le hument, et ils observent son état et les lombrics qui le constituent (Compagnone et al., 2012 ; Baillod et al., 2010). L'un des chercheurs rencontrés, qui est enseignant en agronomie, parle même de « relation affective » entre les agriculteurs de l'ACS et le sol. Etant lui-même issu d'une famille agricole, il a pris au sérieux ce rapport singulier au vivant, que d'autres chercheurs ne perçoivent pas ou méprisent. Pourtant cette manière d'entrer au contact du vivant n'est pas propre aux agriculteurs du mouvement ACS. Les travaux de Jocelyne Porcher (2002), et avant elle Michèle Salmona (1994), ont montré l'attachement affectif que les éleveurs ont à leurs animaux, même dans des élevages de type industriel. Ce rapport affectif au vivant tient aux conditions même d'apprentissage et d'exercice du métier, comme l'avait rapporté P. Pharo (1985). Ce qui est toutefois spécifique aux agriculteurs AC est la manière dont ils revendiquent haut et fort leur approche sensorielle du sol et leur sens de l'observation, le recours à des outils de caractérisation restant limité. Certains tels que la bêche sont utilisés, mais ils restent simples d'utilisation et accessibles à tous. Les Techniques d'Information et de Communication, qui se diffusent par ailleurs largement dans le secteur agricole, ne sont quant à elles pas convoquées ; au contraire, certains acteurs de l'ACS semblent opposer le suivi par satellite au « bon sens paysan » (cf vendeurs de produits activateurs de la vie des sols étudiés par F. Goulet et R le Velly). L'importance des sens explique l'intérêt des agriculteurs pour les réunions bouts de champs : il est important de pouvoir regarder par soi-même un essai donné. C'est pourquoi certains n'hésitent pas à parcourir des distances importantes pour se rendre sur l'exploitation d'un agriculteur considéré comme très innovant. Les connaissances produites ne sont pas génériques, dès lors qu'elles restent, pour partie, rattachés à des contextes précis d'action, caractérisés par des critères pédologiques et climatiques.

Ces éléments expliquent alors la difficulté pour les agriculteurs et leurs conseillers de transmettre ces connaissances à d'autres qui ne connaissent pas ou peu l'agriculture de conservation : dans ce domaine, il n'y pas de théorie universelle car on apprend en faisant, il faut se faire son expérience, comme on dit. Surtout, il faut « y croire ». La notion de croyance renvoie à une démarche comportant une part d'irrationnel, de l'ordre de la foi religieuse et de l'incantation. Y aurait-il chez les tenants de l'ACS une volonté de réenchanter le monde, comme certains l'avancent (Goulet, 2012 ; Vounouki&Rémy, 2010) ? De fait, les agriculteurs tentent de composer avec des forces de la nature dont ils ne cherchent pas à comprendre précisément toutes les dynamiques. On retrouve une rhétorique comparable en agriculture biologique, avec les notions de conversion et de croyance qui soulignent l'importance du cheminement à accomplir pour aller vers ces formes d'agriculture alternatives, la distance à prendre avec l'agriculture conventionnelle et le rapport à la nature qu'elle suppose (Hellec, Blouet, 2014).

Les modalités de production de connaissance sur les sols empruntées par les agriculteurs du mouvement ACS diffèrent donc profondément des démarches scientifiques suivies par les chercheurs : à la rationalité scientifique du chercheur s'oppose la croyance assumée de l'agriculteur dans les bienfaits de l'arrêt du labour, au projet de saisir des processus génériques qui traversent les sols s'oppose le caractère situé des phénomènes observés et décrits par les agriculteurs. Ces derniers n'hésitent toutefois à critiquer le bienfondé des travaux scientifiques, émettant divers types de critiques qui sont présentées dans la section suivante.

## 2.2. Une critique en règle du réductionnisme scientifique

Les chercheurs travaillant sur le sol cultivé ne constituent pas une communauté homogène : nous l'avons dit, une diversité de disciplines scientifiques est impliquée dans l'étude des sols. Mais les recherches conduites se distinguent moins par les disciplines scientifiques dans lesquelles elles s'inscrivent que par le type de dispositif d'investigation des constituants et des processus du sol qu'elles mobilisent. On observe un gradient dans l'artificialisation des sols étudiés, correspondant à des formes de plus en plus poussées de laboratisation du sol : entre ceux qui travaillent sur des sols plein champ, chez des agriculteurs, ou dans des stations expérimentales, ceux qui réalisent des observations et expérimentations sur des échantillons de sols prélevés à l'extérieur, et ceux qui travaillent sur des sols artificiels, reconstitués. Or, comme l'indique Kohler, cité par Pestre (2006) : « Les actes expérimentatifs (...) suivent le plus souvent des programmes d'investigation modelés en creux par les savoir-faire et les dispositifs disponibles, savoir-faire et dispositifs qui délimitent l'horizon des possibles à court et moyen termes. » L'exemple des colonnes de terre apparaît à cet égard particulièrement éloquent, pour mesurer l'écart épistémologique entre chercheurs et agriculteurs (cf encadré 1). De fait, ce type d'expérimentation recueille l'ensemble des critiques que les tenants de l'AC adressent à la recherche en sciences du sol, comme nous l'avons observé lors du séminaire final du projet PEPITES.

- Tout d'abord, le chercheur travaille sur un sol qui a subi de nombreuses manipulations : tamisage pour obtenir des grains de taille homogène, absence de macroorganismes tels que les vers de terre ou les carabes. Il s'agit donc d'un sol très éloigné de celui qui intéresse les agriculteurs et qui contient nécessairement des vers de terre.

- Ensuite, ce travail vise à effectuer des prédictions précises du comportement de l'azote dans le sol, principal fertilisant des cultures. Or pour le président de l'association BASE : « on a fait des calculs hyper précis sur l'azote alors que c'est l'élément le plus imprédictible ». Cet agriculteur plaide pour la mise au point d'« outils pour piloter en réel » plutôt que d'« outils de prédiction de l'azote ».

- Le recours à la modélisation est également l'objet de critiques de la part de responsables professionnels de l'ACS. Lors du séminaire final du projet PEPITES, l'un d'entre eux n'a pas hésité à redire son rejet pour ce type d'approche. Considéré comme une « boîte noire », le modèle mathématique représentant des phénomènes biophysiques entrave les échanges entre scientifiques et non-scientifiques concernant les connaissances produites, comme l'avait observé S. Petit (2011) dans une étude portant sur un projet de recherche régional partenarial consacré au changement climatique.

### Encadré 1 : Etudier le sol dans des colonnes

Les colonnes sont des tubes verticaux en plastique contenant de la terre, utilisés pour mesurer des flux d'éléments chimiques et organiques entre le dessus et le dessous. Ils sont censés représenter un sol, en vue d'étudier les cycles des éléments minéraux et organiques dans la terre, pour évaluer sa disponibilité pour les plantes mais aussi les risques d'infiltration dans le sous-sol et, partant, dans les réserves d'eau souterraine. L'expérience considérée consistait à évaluer l'effet des mulchs (résidus de culture) sur les flux de nitrates et de pesticides dans le sol : des résidus de produits végétaux divers étaient placés sur la terre en haut de la colonne, puis de l'ammonitrate ou des produits phytosanitaires étaient injectés via des pipettes, et après avoir placée la colonne dans des conditions de température et d'humidité contrôlées, des mesures des quantités d'azote et de résidus de pesticides dans la terre étaient réalisés à différents endroits de celle-ci.

L'ensemble de ce dispositif expérimental placé dans un laboratoire fermé est destiné à produire des données chiffrées qui permettront de traduire les phénomènes observés sous forme d'équations mathématiques. Ces équations alimentent ensuite un modèle informatique qui a pour objet de décrire de manière mécaniste l'ensemble des transferts de masse (eau, solutés, gaz) et d'énergie (chaleur) qui se font dans les premières couches de sol. Le travail mené dans le cadre de PEPITES avait pour objectif de créer un module spécifique au sein d'un modèle de simulation de phénomènes

biologiques et chimiques : le module mulch, permettant de décrire l'effet de ces couches de végétaux sur des transferts de différents éléments dans le sol. Ce travail a été mené dans le cadre d'une thèse.

Par souci de représentativité des exploitations agricoles, une concertation rassemblant l'ensemble des chercheurs en sciences du sol du projet PEPITES a permis de définir des types de terre et des types de mulchs à tester. Ainsi, c'est un sol de type limoneux et quatre types de mulch (blé seul ou avec luzerne) qui ont été utilisés pour incarner les sols français et les pratiques des agriculteurs en termes de couvert végétal. Une controverse est néanmoins apparue entre les scientifiques sur l'absence de macro-organismes, notamment de vers de terre, dans ces colonnes. En effet, la terre placée dans ces dispositifs est tamisée, elle ne contient pas de gros insectes, uniquement des microorganismes – bactéries- invisibles à l'œil nu. Au cours d'une réunion du projet PEPITES, des écologues étudiant la macrofaune du sol ont proposé d'introduire des vers de terre dans les colonnes (trois par colonne) pour se rapprocher d'un sol plus réel. Et comme le rapporte le chercheur du laboratoire A : « les vers de terre ont mis le bazar dans nos colonnes, ça a bouleversé beaucoup de choses. » Les vers ont en effet créé des galeries et enfoui certains morceaux végétaux dans le sol, créant des différences dans l'agencement vertical du sol. Les résultats n'ont pas pu être analysés par manque de connaissances de ces êtres par les chercheurs du laboratoire A. L'un d'entre eux estime qu'il est possible d'intégrer « l'effet ver de terre » dans le « module mulch », par exemple en estimant que « 20 ou 30% de la paille à la surface entre dans le sol ». Ainsi, à ses yeux, cette expérience ne disqualifie pas l'intérêt du dispositif, elle ouvre plutôt vers de nouveaux questionnements scientifiques permettant d'affiner encore davantage le modèle informatisé.

Les agriculteurs AC considèrent donc que les savoirs qu'ils produisent sur le sol sont plus pertinents, plus « vrais » dans la mesure où ils sont établis sur de « vrais sols », ceux de leurs champs. Qui plus est, aux approches réductionnistes qui modifient le sol pour n'en étudier qu'un aspect ou qu'un seul type de processus, ils opposent leur approche sensible qui vise à embrasser la complexité du vivant. Mais leur défiance à l'égard des scientifiques français s'explique également par le modèle de référence que constitue pour eux la recherche brésilienne. Un des enseignant-chercheur en agronomie rencontrés nous indique ainsi qu'au Brésil, les agriculteurs engagés dans les techniques sans labour travaillent de pair avec un agronome, qui a le titre de chercheur mais dont les activités diffèrent profondément de celles de chercheurs français. Selon lui, le couple brésilien agriculteur-chercheur constitue une véritable « icône » chez les agriculteurs du mouvement ACS, qui ne peut toutefois pas avoir d'équivalent en France. Les chercheurs brésiliens sont en effet des agronomes de terrain, qui ont des connaissances techniques vastes mais ne sont pas soumis à des exigences de publication académique ; ils participent donc directement aux côtés des agriculteurs à produire des innovations techniques dans les fermes.

Si les rapports des agriculteurs de l'ACS ont été dans un premier temps marqués par une certaine défiance, dont nous venons d'expliquer certaines des raisons et manifestations, les premières tensions se sont aujourd'hui apaisées et les échanges sont désormais réguliers. C'est ce point que nous allons maintenant aborder, en nous intéressant plus particulièrement à la fonction de médiation assurée par certains chercheurs entre ces deux univers professionnels.

### **3. Transferts croisés de connaissances et médiations**

L'intérêt croissant des agriculteurs ACS pour la recherche va de pair avec une plus grande ouverture des organismes de développement et de recherche à l'égard des techniques sans labour. Aujourd'hui, ces organismes ont mis en place des démarches d'accompagnement des agriculteurs vers le non labour alors que d'après un chercheur en agronomie, dans les années 1990 « tout ce qui était Instituts techniques et chambre d'agriculture tapait à fond sur le non labour sauf quelques conseillers en freelance, ou dans des chambres où leur président ne leur resserrait pas trop le cou par rapport à ça, donc y avait un vraie barrière. »

Pour saisir ce changement de perspective qui permet des échanges réguliers entre agriculteurs et chercheurs, nous allons d'abord nous intéresser au regard que les différents scientifiques que nous avons rencontrés portent sur l'agriculture de conservation des sols et ceux qui la pratiquent. Dans un second temps, nous montrerons le rôle de médiation joué par certains chercheurs, rôle qui s'accompagne d'une délimitation entre les domaines d'expertise de chacun : l'innovation technique pour les agriculteurs, la compréhension des phénomènes naturels et la quantification pour les chercheurs.

### **3.1. Les chercheurs en sciences du sol face à l'ACS : entre admiration et agnosticisme**

Les chercheurs en sciences du sol que nous avons rencontrés manifestent un intérêt important pour les techniques sans labour et les agriculteurs qui les pratiquent. Certains d'entre eux n'hésitent pas à souligner les compétences importantes détenues par ces derniers : ainsi, un chercheur en agronomie nous indique : « Je connais des agriculteurs qui ont trente coups d'avance. Mais y'en a dix en France. (il cite deux agriculteurs). Plutôt dans l'ouest de la France, qui sont ultra innovants. Qui eux sont allés jusqu'au bout. Aujourd'hui, un de leur axe de travail est de réduire la dépendance au glyphosate. » Un autre chercheur en agronomie nous affirme que « les agriculteurs ont bien plus de connaissances techniques que [lui] ». Du côté des agronomes, il y a ainsi une véritable reconnaissance des capacités d'innovations des tenants de l'ACS.

De plus, les techniques sans labour conduisent à renouveler le regard sur le sol, en ouvrant de nouvelles perspectives de recherche. Un chercheur en biogéochimie nous indique que son intérêt pour les pratiques sans labour vient du fait que « ça pose des problèmes de compréhension car on ne sait pas modéliser l'influence des pratiques de travail du sol sur les dynamiques du carbone dans le sol. » Plus largement, l'étude des techniques mises en place par les agriculteurs ACS et de leurs impacts tant sur le plan productif qu'environnemental passe nécessairement par une approche transversale des mécanismes qui prennent place dans le sol, ce qui appelle des recherches interdisciplinaires. « La difficulté pour les instituts technique d'aborder ces aspects sans labour, c'est qu'ils sont structurés sur azote, cultures, et là (...), ce qui fait l'AC c'est la transversalité entre ces compétences, tu peux pas l'aborder de manière segmentée. » (entretien avec un chercheur en agronomie)

Néanmoins, les chercheurs se montrent réticents à l'égard de ce qu'ils nomment le « dogmatisme » qui domine dans le monde de l'agriculture de conservation des sols, et ce même parmi les scientifiques qui, au niveau international, sont le plus investis sur cette thématique.

« Y'a un fort lobby derrière agriculture de conservation, je suis pas fan. J'aime beaucoup l'agriculture de conservation en termes de challenge technique, social pour des agriculteurs, c'est passionnant. Aussi en termes d'écologie, ce qui peut se passer dans les sols. Mais après j'ai pas un discours culpabilisateur : le labour fait ci, ça, et on va sauver l'agriculture dans le monde avec le semis direct. C'est l'arnaque. Le processus décisionnel est complexe. C'est suicidaire de prôner ça à des agriculteurs qui n'ont pas les moyens techniques » (entretien avec un chercheur en agronomie)

De fait, les chercheurs prônent un discours plus mesuré à l'égard des techniques sans labour et de semis direct qui, à leurs yeux, ne sont pas adaptées à tous les territoires (cela dépend des conditions pédoclimatiques) et à tous les agriculteurs (cela dépend de leur niveau de technicité). L'un des chercheurs rencontrés minimise d'ailleurs les capacités d'innovation des chercheurs engagés dans les techniques sans labour, considérant qu'elles ne concernent qu'un faible nombre d'entre eux : « les pratiques innovantes en ACS viennent d'un très faible nombre d'agriculteurs. La grande majorité ne change pas leur système : c'est avant tout une entrée économique et diminution du temps de travail. »

D'autres chercheurs tendent également à minimiser les bienfaits de ces techniques sur l'environnement. Ainsi, une chercheuse en biogéochimie affirme : « en termes de bilan

environnemental, ce sont des techniques moins intéressantes que ce qu'on pensait concernant le stockage du carbone et par contre ça entraîne de gros problèmes de pollution par les produits phytosanitaires. (...) Il y a des idées qui circulent qui sont fausses. Les chiffres sont souvent surévalués. » Son point de vue s'appuie sur les résultats d'une méta-analyse qu'elle a réalisé en 2001 sur le sujet, c'est-à-dire qu'elle a réalisé une analyse statistique mobilisant les données chiffrées d'un nombre important de publications scientifiques portant sur le stockage du carbone dans les sols. Mais elle indique également que « il ne faut pas jeter le bébé avec l'eau du bain » car le non labour présente des intérêts en matière de lutte contre l'érosion et la battance. Face à des militants de l'ACS qui défendent avec force le bienfondé des techniques qu'ils ont expérimenté, les chercheurs tiennent à conserver une position agnostique et à forger leur point de vue sur la base de travaux scientifiques, préférant croire, de leur côté, à la vérité de la science.

### **3.2. Une redéfinition des domaines d'expertise**

Goulet (2008b) a indiqué que les militants de l'ACS ont tenté d'intéresser toujours davantage de scientifiques à leur cause pour deux raisons, l'une interne visant la réassurance du groupe des praticiens du non labour, la seconde externe visant la reconnaissance plus globale des bienfaits de ces techniques sur le plan environnemental, via les publications scientifiques.

Les premières interventions de chercheurs institutionnels au sein d'assemblées de praticiens de l'ACS ont été houleuses. C'est ce que nous rapporte un chercheur en agronomie qui a été dû répondre à de nombreuses critiques envers son institution devant une assemblée de chercheurs. Il a interprété cette confrontation comme l'expression d'une souffrance de la part des agriculteurs : celle de ne pas être reconnus comme producteurs de connaissances, comme pionniers dans le domaine de la vie du sol, comme il nous l'a dit en entretien :

« Et l'autre aspect important, dans ces partenaires, FNACS, qui est une des associations au niveau français, et donc y avait son président (...) qui était partenaire, et ça m'a permis de rentrer dans ce milieu des associations des agriculteurs, et de comprendre ce qui se passait, et à quel point il y avait une fracture entre les institutionnels et les agriculteurs - personne en nous connaît, personne ne nous aide -, et avec la recherche en particulier. Ils disaient : « tout ce que vous faites ça sert à rien venez voir ce que nous faisons chez nous ». »

Aujourd'hui, les agriculteurs du mouvement de l'ACS, désormais considérés comme de véritables innovateurs, se montrent davantage ouverts à la controverse concernant les effets environnementaux des techniques qu'ils prônent. Ainsi, de manière régulière, des chercheurs sont conviés à réaliser des interventions publiques lors de grands rassemblements afin de présenter leurs résultats de recherche. Les conditions d'accueil sont désormais différentes : alors que le premier agronome avait dû faire face à de nombreuses critiques concernant ses activités de recherche ainsi que, plus largement, celles menées au sein de l'organisme de recherche dans lequel il travaillait, la controverse est aujourd'hui mieux acceptée. C'est ce que nous indique une chercheuse en biogéochimie, qui est intervenue à la réunion nationale du non-labour en 2013 devant environ 400 personnes sur demande du président de BASE. Elle a ainsi ressenti « une tension dans l'assistance mais pas d'agressivité » lorsqu'elle a présenté les résultats d'une étude montrant que le stockage du carbone n'était pas plus important dans les terres utilisées en non labour. Le président de BASE semble l'avoir soutenue, puisqu'il l'a encouragée à défendre son point de vue devant l'assemblée.

Des frontières semblent s'être peu à peu établies entre agriculteurs et chercheurs concernant la production de connaissances sur le sol. Aux premiers l'expérimentation technique, la mise au point de nouvelles méthodes d'implantation des cultures, de gestion des adventices et de choix d'associations entre cultures de rente et couverts végétaux, aux seconds la mesure des impacts environnementaux et l'étude des mécanismes biologiques qui se produisent dans les sols. Par exemple, un chercheur en agronomie nous indique avoir défini certains essais de culture de manière complémentaire à ce que savaient déjà faire, selon lui, les agriculteurs en ACS :

« Les interactions avec les agriculteurs, par exemple le choix de la bonne plante de couverture, c'est pas un problème pour la recherche, les agriculteurs ils ont dix ans d'avance, ça m'a amené à me concentrer sur des points dont je savais qu'il y avait pas d'autre lieu pour connaître, par exemple la création de porosité par les racines, ou relation de facilitation compétition entre espèces. C'est quelques garde-fous pour être pertinent d'un point de vue scientifique et être en adéquation avec la vision que j'avais de ce que pouvait apporter la science dans un processus d'innovation. »

Le président de BASE a ainsi repositionné l'activité de recherche des scientifiques par rapport à celle des agriculteurs lors d'une réunion du projet « Nous les agriculteurs ont des idées, on peut expérimenter sur des parcelles mais y'a un point où on est mauvais, c'est des mesures » Les scientifiques se trouvent ainsi cantonnés à la mesure, l'innovation technique revenant aux agriculteurs.

Par conséquent, si on observe une reconnaissance réciproque des compétences propres à chaque catégorie d'acteurs, celle-ci se traduit par une délimitation des domaines d'expertise de chacun et donc aussi par une fermeture de ces domaines et une certaine exclusion de l'autre. L'ambivalence continue ainsi de caractériser les rapports entre agriculteurs ACS et chercheurs travaillant sur le sol cultivé. Certains chercheurs, que nous avons qualifié de médiateurs, naviguent toutefois entre ceux deux mondes, et c'est à eux que nous allons nous intéresser maintenant.

### **3.3. Les médiateurs**

L'enquête que nous avons menée nous a permis d'identifier trois chercheurs qui jouent un rôle de médiation entre mondes de l'agriculture et de la recherche, dans la mesure où ils ont créé des liens ponctuels ou plus réguliers entre des agriculteurs et des chercheurs en sciences du sol qui s'ignoraient jusque-là (comme dans le cadre du projet PEPITES) ou plus simplement qu'ils circulent régulièrement entre ces deux univers, étant à la fois impliqués dans des projets de recherche et participant à divers titres à des réunions d'agriculteurs (dans le cadre de formations sur le sol, notamment). Nous avons préféré la notion de médiation (Hennion, 1993) à celle de traduction, pourtant plus classique en sociologie des sciences, car elle rend mieux compte du lien qui s'établit entre deux univers : être médiateur, ce n'est pas simplement traduire d'un langage à l'autre, c'est également mettre en relation deux êtres qui sans cela ne communiqueraient pas.

La médiation dont il est ici question n'est donc pas de l'ordre de la conciliation et l'établissement de compromis entre personnes en conflit (comme elle est utilisée dans le domaine social) ni de la mise en relation avec une forme de vie différente et supérieure (comme dans le cas des prêtres) mais plutôt de celui de passeurs de mondes : les chercheurs rencontrés ont cette capacité à circuler d'un monde à l'autre, du fait notamment de leur trajectoire personnelle et professionnelle singulière. Parler de médiation, c'est considérer que des échanges se font entre des mondes qui restent très éloignés, notamment sur le plan des conceptions et représentations du sol.

Ces chercheurs, qui sont tous maîtres de conférences en agronomie au sein d'écoles d'ingénieur en agronomie, ont reçu tous les deux une formation initiale au sein de ce type d'établissement. Deux d'entre eux ont grandi au contact du monde agricole : le premier est petit-fils d'agriculteur et son père a exercé le métier de régisseur de grands domaines agricoles avant de monter sa propre affaire de marchand de bestiaux ; quant au second, sa mère a été agricultrice sur une exploitation céréalière. Concernant leurs activités de recherche, ils ont tout trois fait le choix de diversifier leurs activités de recherche ou de changer de thématique. Le premier, qui est plus âgé, a connu deux changements majeurs de thématique de recherche au cours de sa carrière scientifique : après avoir travaillé sur le maraîchage, il se réoriente vers l'étude des systèmes sans labour en 2001. En 2010, suite à un changement d'institution, il fait le choix de s'engager plus avant dans la recherche-action et de développer des approches basées sur la co-conception de systèmes socio-techniques.

Le second, qui a été recruté comme enseignant-chercheur en 2009, est initialement spécialisé dans l'étude de la microfaune du sol qui a constitué son sujet de thèse. Mais il revendique un certain éclectisme au niveau de ses thématiques de recherche, au risque de nuire à sa carrière professionnelle. « J'ai toujours une entrée microbienne, c'est ma principale, mais après en agro, avec [ma collègue], on s'ouvre à d'autres disciplines, y'a des choses qu'on développe dans certains programmes avec la macrofaune du sol. Surtout parce que ça m'intéresse. »

La troisième a quant à elle réalisé une thèse financée par un organisme privé, sur les impacts environnementaux des composts avant de s'intéresser au travail du sol, suite à son recrutement comme maître de conférences en 2003. Elle a notamment mis en place avec son collègue un réseau d'expérimentations des techniques sans labour.

Ces éléments les distinguent nettement des autres chercheurs que nous avons rencontrés, qui ont suivi un cursus d'études universitaires classique. Ils restent spécialisés dans un seul domaine d'étude, si des changements techniques surviennent, c'est avant tout le fait de nouvelles orientations stratégiques qui leur sont imposées par leur hiérarchie ou de changements au niveau des équipements matériels. Par conséquent, ce qui a conduit certains chercheurs à jouer un rôle de médiateur tient à leur position marginale au sein de leur communauté scientifique, qu'ils revendiquent d'ailleurs comme cet enseignant qui affirme préférer travailler « aux frontières » plutôt qu'au cœur de la discipline agronomique.

### **Conclusion :**

Peut-on dire que le mouvement de l'agriculture de conservation des sols a permis de modifier, voire même d'inverser le rapport de domination sur les agriculteurs institué aux lendemains de la seconde guerre mondiale via la création d'un appareil de recherche et de développement pour l'agriculture ? Certes les tenants de ce type d'agriculture sont parvenus à se faire reconnaître comme innovateurs par une large frange de chercheurs, conseillers et techniciens agricoles, et ce de manière plus marquée que d'autres courants d'agriculture alternative . Toutefois, contrairement à ce qu'ont observé Dodier&Barbot (2000) concernant l'intervention de malades dans les recherches sur le sida, la mobilisation des agriculteurs autour de la vie du sol n'a pas conduit à modifier profondément les modes de production des connaissances en sciences du sol. Ceux-ci sont davantage influencés par les orientations impulsées par les pouvoirs publics, les dynamiques internes au monde scientifique, ainsi que par les évolutions technologiques qui ouvrent de nouvelles possibilités d'exploration du sol et des êtres qui le constituent. Dans ce contexte d'éloignement de la science et de l'agriculture, le maintien d'espaces intermédiaires de dialogue repose ainsi sur des individus revendiquant une position marginale au sein de la communauté scientifique.

### **Références bibliographiques**

- Baillot A., Fruchaud G., Hatier J., MacDowall C., Marin A., Passard A., Voisin M., 2010. *Indicateurs de la qualité des sols*. Rapport d'enquête, Projet PEPITES.
- Basset T. 2004. Les logiciels libres, des organisations collégiales ? *Recherches sociologiques* 35(3), p. 75-90
- Boltanski L., Thévenot L., 1991. De la justification. Les économies de la grandeur. Paris, Gallimard.
- Bonneuil, C., Hochereau F. (2008). Gouverner le "progrès génétique". Biopolitique et métrologie de construction d'un standard variétal dans la France agricole d'après-guerre. *Annales. Histoire, Sciences Sociales* 63(6), 1305-1340.
- Brives, H., de Tourdonnet S. (2010). Comment exporter des connaissances locales? Une expérience de recherche-intervention auprès d'un club engagé dans les techniques sans labour *ISDA International Symposium*. Montpellier.

- Brives, H., Rioussat P., de Tourdonnet S. (2014). Quelles modalités de conseil pour l'accompagnement vers des pratiques agricoles plus écologiques? Le cas de l'agriculture de conservation. In F. Goulet, C. Compagnone and P. Labarthe. *Conseil privé en agriculture*. Paris, QUAE.
- Callon M., 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique* 36, 169-208
- Cardona A., 2012. *L'introduction de la notion de « service écosystémique » : pour un nouveau regard sur le sol ?* 6ème Journées de Recherches en Sciences Sociales, Toulouse, décembre 2012.
- Compagnone C., Sigwalt A., Pribetich J., 2013. Les sols dans la tête. Pratiques et conceptions des sols d'agriculteurs vendéens. *Etude et Gestion des Sols* 20(2), 81-95
- Compagnone C., Hellec F., 2009. *Dynamique de changements et développement des pratiques respectueuses de l'environnement en grandes cultures. Etude comparative de trois réseaux d'agriculteurs de Bourgogne*. XLVIe Colloque de l'Association des Sciences Régionales De Langue Française (ASRDLF), Clermont-Ferrand, 6-8 juillet.
- Darré J.-P., 1994. *Pairs et experts dans l'agriculture. Dialogues et production de connaissances pour l'action*. Ramonville Saint-Agne, Erès.
- Déléage E., 2004. *Paysans, de la parcelle à la planète. Socio-anthropologie du Réseau d'agriculture durable*. Syllepse, Paris.
- Dodier N., 1993. Les appuis conventionnels de l'action. Eléments de pragmatique sociologique. *Réseaux* 11(62), 63-85.
- Dodier N., Barbot J., 2000. Le temps des tensions épistémiques. Le développement des essais thérapeutiques dans le cadre du sida. *Revue française de sociologie* 41(1), 79-118.
- Goulet F., 2013. Mettre en récits et partager l'expérience. Éléments pour l'étude des savoirs dans des collectifs professionnels. *Revue d'anthropologie des connaissances* 7, 2(2): 501-524.
- Goulet F., 2009. Nature et ré-enchantement du monde. In B. Hervieu, N. Mayer, P. Muller, F. Purseigle and J. Rémy. *Les mondes agricoles en politique. De la fin des paysans au retour de la question agricole*. Paris, Presses de Sciences Po.
- Goulet F., 2008a. *L'innovation par retrait : reconfiguration des collectifs sociotechniques et de la nature dans le développement des techniques culturales sans labour*. Thèse de sociologie. Grenoble, université Pierre Mendès France.
- Goulet F., 2008b. Des tensions épistémiques et professionnelles en agriculture. Dynamiques autour des techniques sans labour et de leur évaluation environnementale. *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 2, 2(2), 291-310.
- Goulet F., Le Velly R., 2013. "Comment vendre un produit incertain ? Activités de détachement et d'attachement d'une firme d'agrofourmiture." *Sociologie du Travail* 55(3), 369-386.
- Goulet F., Vinck D., 2012. "L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement." *Revue française de sociologie* 53(2), 195-224.
- Granjou C., Mauz I., 2012. Des espaces frontières d'expérimentation entre pastoralisme et protection de la nature. *Natures Sciences Sociétés* 20, 310-317.
- Hellec F., Blouet A., 2014. La conversion à l'agriculture biologique. Entre cheminement individuel et aventure collective. In Cardona A., Chrétien F., Leroux B., Ripoll F., *Dynamiques des agricultures biologiques. Effets de contexte et appropriation*. Paris-Dijon, QUAE-Educagri.
- Hellec F., Deville J., 2014. L'entrée des centres d'économie rurale sur le marché du conseil technique : des conseillers haut de gamme au service de chefs d'entreprise. In C. Compagnone, F. Goulet et P. Labarthe, *Acteurs privés et conseil en agriculture* (titre provisoire), Dijon, Paris, Educagri-QUAE.
- Hennion A., 1993. L'histoire de l'art : leçons sur la médiation. *Réseaux* 11(60), 9-38.
- Hubert, B., C. Aubertin, et al. (2013). Recherches participatives, recherches citoyennes... une clarification nécessaire. *Natures Sciences Sociétés* 21, 1-2.
- Lamine C., 2011. Anticiper ou temporiser : injonctions environnementales et recompositions des identités professionnelles en céréaliculture. *Sociologie du Travail* 53(1), 75-92
- Latour B., 1984. *Les microbes. Guerre et paix*. Paris, Métailié

- Mauz I., Granjou C., 2011. "Rendre visibles les « travailleurs invisibles » ? Vers de nouveaux collectifs de travail en écologie." *Terrains & Travaux* 18(1), 121-139.
- Pestre D., 2006. *Introduction aux Science Studies*. Paris, la Découverte.
- Petit S., 2011. Le temps de demain. Un collectif engagé autour du changement climatique et de ses impacts. *Terrains & Travaux* 18(1), 103-120
- Pharo P., 1985. *Savoirs paysans et ordre social. L'apprentissage du métier d'agriculteur*. Collection des études. Paris, CEREQ.
- Porcher J., 2002. "Bien-être et souffrance en élevage : conditions de vie au travail des hommes et des animaux." *Sociologie du travail* 45(1), 27-43.
- Rabeharisoa V., Callon M., 2002. L'engagement des associations de malades dans la recherche. *Revue internationale de sciences sociales* 171, 65-73.
- Salmona M., 1994. *Les paysans français : Le travail, les métiers, la transmission des savoirs*. Paris, L'Harmattan.
- Vounouki E., Rémy J., 2009. *Vers un réenchantement du monde ? Pratiques agricoles néo-conservatrices en régions de grande culture*. 3èmes journées de recherches en sciences sociales INRA SFER CIRAD, 9-11 décembre 2009, Montpellier, France

## Annexe 8 : Diaporama présenté lors du séminaire interne du laboratoire ASTER (INRA-Mirecourt)

---

Florence Hellec, le 24 avril 2014

Diapositive 1

Les services écosystémiques des sols agricoles  
l'apparition d'une nouvelle notion dans le champ des sciences du sol

Séminaire ASTER 24 avril 2014

Diapositive 2

### Plan de la présentation

- Préambule: le projet COSAC
- Introduction: la notion de service écosystémique
- Question de recherche et méthodologie: étudier la production scientifique à l'aide d'un logiciel d'analyse textuelle
- Présentation des données mobilisées (corpus étudiés)
- Résultats

Diapositive 3

### Préambule: le projet COSAC

- Étudier les processus de production de connaissances sur les services écosystémiques des sols
  - par les chercheurs en sciences du sol
  - par les acteurs du monde agricole
- Point de départ: projet ANR Pepites
  
- Deux démarches méthodologiques:
  - enquête de terrain (entretiens+ observations+ réunions+ formations)
  - analyse lexicométrique de documents scientifiques

## Diapositive 4

### Introduction: les SE, un point bibliographique

- Notion apparue dès la fin des années 1970, et consacrée par le MEA 2005

“Les services écosystémiques sont les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes”

- 4 types de services
  - Services d’approvisionnement (fibres, aliments, énergie...)
  - Services support (formation des sols, stockage du carbone, cycles biochimiques...)
  - Services de régulation (climat, ressources en eau...)
  - Services culturels (esthétiques, spirituels...)
- Trois publications les plus citées : Daily, 1997 ; Costanza *et al.*, 1997 ; Hooper *et al.*, 2005.

## Diapositive 5

### Les SE, un point bibliographique

- Les SE : une notion politique
  - L’évaluation économique des SE : valeur annuelle des SE = entre 1 et 3 x le produit mondial brut selon Costanza
  - Un souci de pragmatisme, face aux échecs successifs des politiques environnementales pour préserver la biodiversité
  - De nombreuses politiques publiques ou de développement basées sur cette notion : les paiements pour services écosystémiques ou PSE
  - Une notion qui fait l’objet de controverses vers une marchandisation de la nature?

## Diapositive 6

### Les SE, un point bibliographique

- Des études de cas de plus en plus nombreuses pour étudier la “mise en politique” de la notion de SE
  - Quelle efficacité de cette approche par rapport aux autres instruments mobilisés par les politiques environnementales?
- Principaux objets traités : forêt, eau, biodiversité...
- Mais une notion qui impacte aussi directement le monde de la recherche:
  - de plus en plus mobilisée depuis le MEA dans les publications scientifiques, mise en avant à l’INRA (MP EcoServ)

## Diapositive 7

### Question de recherche et méthodologie

## Diapositive 8

### Questions de recherche

- Quels changements liés à l'utilisation de la notion de SE en sciences du sol? Donne-t-elle lieu à l'émergence de nouvelles orientations scientifiques?
- Quelques réponses apportées par l'enquête qualitative :
  - SE, une notion qui donne plus de lisibilité et de légitimité à certains travaux de recherche,
  - mais qui ne modifierait pas les objets de recherche
- Une analyse à confirmer par une étude quantitative de la production scientifique → *Prolonger les études déjà réalisées en bibliométrie en se concentrant sur les sciences du sol*

## Diapositive 9

### Analyse lexicométrique

- Analyse lexicométrique : méthode visant à réaliser des statistiques lexicales, c'est-à-dire des comptages d'occurrences de mots dans des textes écrits, en vue d'en saisir le sens
- Données analysées: des textes réunis dans un corpus similaires dans la forme mais relativement différents dans le contenu
- L'interprétation des sorties du logiciel n'est pas automatique!
- Différents types de logiciels: Alceste, Lexico, Prospero, N'Vivo...

Diapositive  
10

## Analyse lexicométrique

Logiciel Iramuteq / méthode Alceste : repérage de différents mondes lexicaux qui caractérisent le corpus

- Utilisé pour des types de textes très variés : discours politiques, interprétation de rêves, entretiens sociologiques ou de psycho clinique, journaux militaires, documents juridiques, communication institutionnelle, textes littéraires...
- Construire un corpus de textes qui soit suffisamment cohérent et de taille importante.
- Une analyse qui met en évidence de grandes tendances, mais qui ne permet pas d'identifier des signaux faibles.

Diapositive  
11

## Analyse lexicométrique

Données mobilisées

- Des titres et résumés d'articles scientifiques sélectionnés sur le WOS, à l'aide de différents types de requêtes
- Impossibilité de travailler sur des réponses à appels d'offres, et sur des textes de différentes langues
- Possibilité de compléter/ comparer avec BdD Scopus

Plusieurs corpus constitués de travaux en sciences du sol portant sur l'agriculture

Une interprétation des classes réalisées lors d'une réunion avec des chercheurs de sciences du sol

Diapositive  
12



Diapositive

13

## Présentation des corpus

Diapositive

14

### Corpus en Sciences du sol (sols agricoles)

#### Sélection des corpus

- Corpus SoilScienceGlobal : WOScategory = Soil Science, Research Area = Agriculture, uniquement des articles de revues scientifiques en langue anglaise sur la période 1992-2012
- Corpus SoilScienceSE : même requête que SoilScienceGlobal + mots clés = "ecosystem\* service\*" OR "ecolo\* function\*" OR "ecosystem\* function\*" OR "environment\* service\*"
- Segmentation de chaque corpus par périodes : 1992-1998 / 2006-2012

Diapositive

15

### Corpus en Sciences du sol (sols agricoles)

- Moins de 1% des articles de sciences du sol portant sur les sols agricoles mobilisent la notion de SE

	références	revues
	60845	52
	530	32

12 revues d'apar use avant 2005 et 7 revues qui semblent ignorer les SE

10 revues qui comptabilisent 82% des réf de SoilScienceSE

Diapositive

16

### Corpus en Sciences du sol (sols agricoles)

- Une forte augmentation des articles mobilisant la notion de SE à partir de 2004 : x4 de 2004 à 2012 (x1,3 pour SolSciencesGlobal sur la même période)



Diapositive

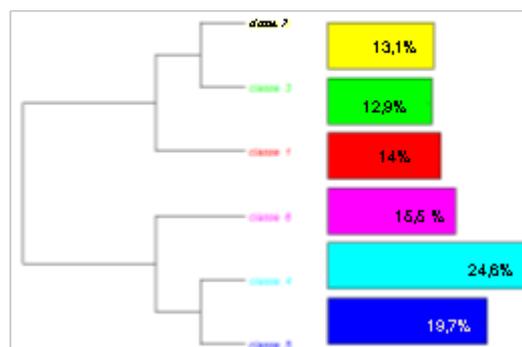
17

Résultats

Diapositive

18

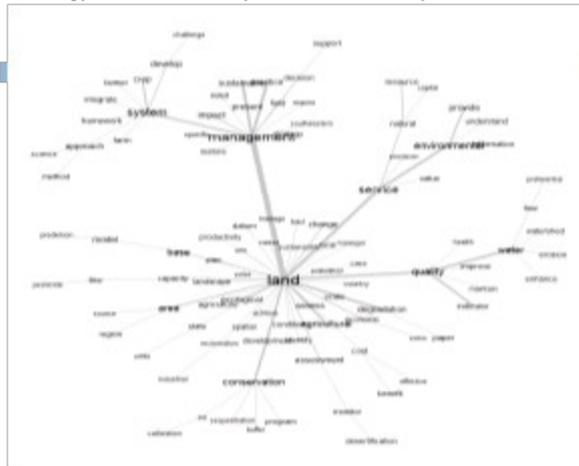
Sorties à analyser (1) :  
graphe de classification hiérarchique





Diapositive  
22

Autre type de sortie : Graphe classe 4 de Corpus Soils&SE



Diapositive  
23

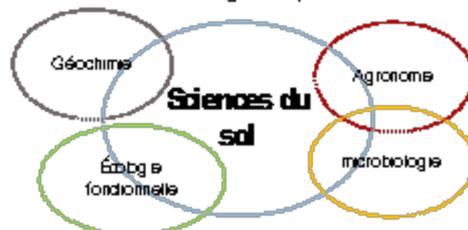
## Résultats : 20 ans de sciences du sol

- Une évolution du champ des sciences du sol depuis une vingtaine d'années :
  - Une disparition de la physique des sols
  - Une montée en puissance de l'écologie et de la biologie, avec une diversité d'approches
  - Le recours croissant à la modélisation
  - Des fronts de recherche qui perdurent: "landscape management" et "crop production"
- Des disciplines qui s'éloignent du giron des sciences du sol: l'éco-physiologie et la géochimie (pollution des sols par les métaux lourds)

Diapositive  
24

## Résultats : 20 ans de sciences du sol

- Les frontières mouvantes du champ des sciences du sol
  - dans lequel se croisent des approches conceptuelles et méthodologiques très variées, et pas toujours compatibles
  - et qui évolue sous l'effet des politiques de financement de la recherche et des stratégies de publication scientifique



Diapositive

25

### Résultats : sciences du sol et services écosystémiques

- Une faible appropriation de la notion de SE par les sciences du sol,
- qui n'impacte pas les objets et questions traités.
- Les spécificités des articles se référant aux SE :
  - des entrées principalement écologiques et biologiques, davantage centrées sur les activités et processus des microorganismes que sur leur simple description;
  - la modélisation qui est peu présente;
  - l'étude des pratiques agricoles tournées vers la préservation des sols et non vers la production.

Diapositive

26

### Conclusion

- Une étude qui porte sur un sous-ensemble des travaux de sciences du sol étudiant les sols agricoles
- Une faible appropriation par les sciences du sol de la notion de SE, des évolutions du champ scientifique liées à d'autres facteurs (moyens technologiques, injonctions institutionnelles, concurrences entre disciplines...)
- Une démarche méthodologique qui peut être facilement reprise pour explorer la bibliographie d'un champ scientifique: aller plus loin qu'une analyse bibliométrique, identifier des fronts de recherche, affiner une recherche bibliographique.