



HAL
open science

Les services écosystémiques dans la littérature scientifique : démarche d'exploration et résultats d'analyse

Elise Tancoigne, Marc M. Barbier, Jean-Philippe Cointet, Guy Richard

► To cite this version:

Elise Tancoigne, Marc M. Barbier, Jean-Philippe Cointet, Guy Richard. Les services écosystémiques dans la littérature scientifique : démarche d'exploration et résultats d'analyse. [Rapport de recherche] Institut National de la Recherche Agronomique. 2014, pp.69. hal-01157253

HAL Id: hal-01157253

<https://hal.science/hal-01157253v1>

Submitted on 27 May 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE : DÉMARCHE D'EXPLORATION ET RÉSULTATS D'ANALYSE

Rapport d'étude pour la phase d'exploration du métaprogramme EcoServ

Elise TANCOIGNE,
département EA

Sous la direction de
Guy RICHARD,
chef du département EA,
directeur du métaprogramme EcoServ

Avec la contribution de
Marc BARBIER, UR SenS
Jean-Philippe COINTET, UR SenS
Virginie LELIÈVRE, département EA

7 janvier 2014



Citation : Tancoigne É., Barbier M., Cointet J.-P., Richard G. 2013. Les services écosystémiques dans la littérature scientifique : démarche d'exploration et résultats d'analyse. Rapport d'étude pour la phase d'exploration du métaprogramme EcoServ. INRA, 69 p.

Sommaire

Résumé	5
Préambule : questions posées	9
1 Constitution du corpus	11
1.1 Choix de la base de données	11
1.2 Construction de la requête	12
1.3 Caractéristiques du corpus	15
1.3.1 Distribution des références	15
1.3.2 Types de documents	15
1.4 Qualité des données	18
1.4.1 Comparaison de <i>CAB Abstracts</i> , <i>Scopus</i> et <i>Web of Science</i> . .	18
1.4.2 Qualité des champs retenus pour l'analyse	18
1.5 Clés de lecture et d'interprétation des résultats	19
1.5.1 Comptages	20
1.5.2 Cartes	20
2 Disciplines concernées	23
2.1 Importance de l'interdisciplinarité	23
2.2 Disciplines et vocabulaire employé	23
3 Étude des services à travers la terminologie du MEA	29
3.1 Matériel et méthodes	29
3.2 Multiservices et compromis	30
3.3 Nature des services étudiés	33
3.4 Liens entre services	34
3.5 Limites de l'approche	37
4 Étude globale des thématiques abordées	39
4.1 Matériel et méthodes	39
4.2 Résultats	40
4.2.1 Services	41
4.2.2 Thèmes	42
5 Nature des écosystèmes	47

5.1 Matériel et méthodes	47
5.2 Résultats	48
5.3 Focus sur les écosystèmes agricoles	49
6 Conclusion : services écosystémiques et sciences agronomiques	53
Annexes	55
A Requête	55
B Exemples de catégorisation de services	57
C Exemples de catégorisation de thèmes	61
Bibliographie	63
Liste des figures	67
Liste des tableaux	69

Résumé

En 2005, le [Millenium Ecosystem Assessment \(MEA\)](#) a permis de reconnaître l'importance des écosystèmes pour le bien-être humain, ainsi que la diminution d'un certain nombre de services fournis à l'homme par ces mêmes écosystèmes au cours des dernières décennies. L'agriculture est considérée comme responsable de la diminution d'un certain nombre de services, ainsi que de la biodiversité, au profit du seul service d'approvisionnement en nourriture ([Carpenter *et al.*, 2009](#)). Elle se trouve donc aujourd'hui plus que jamais confrontée à deux impératifs qui mettent en avant sa multifonctionnalité : garantir la fourniture de biens de consommation (nourriture, bois, eau potable...) et de bénéfices sociaux (e.g. emploi) tout en préservant la capacité des écosystèmes à fournir d'autres services (purification de l'eau, régulation du climat, etc.). EcoServ est un méta-programme de recherche en construction à l'Inra afin qu'y soit développée une recherche inter-disciplinaire sur les services fournis par les écosystèmes continentaux dépendants des activités agricoles et forestières. La présente analyse a été engagée dans le cadre de sa construction, afin de connaître la place des systèmes agricoles dans la littérature sur les services écosystémiques. Ce travail de scientométrie a été guidé par quatre questions principales : quelles sont les disciplines scientifiques impliquées dans cette recherche ? Quels sont les services écosystémiques abordés dans la littérature ? Quels sont les écosystèmes étudiés ? Quelle est la place de l'Inra dans ce paysage ?

Le corpus est issu de la base de données bibliographique *Web of Science*. Il a été construit de manière large afin d'inclure les différents synonymes de la notion de « service écosystémique ». Différentes analyses lexicales ont ensuite été réalisées pour la période postérieure au MEA (2006-2012) à l'aide de la plateforme [CorTexT manager](#) de l'Ifris et de **R** ([R Core Team, 2012](#)) : extractions lexicales, catégorisations de termes, calculs de fréquences, cartes de cooccurrences.

Les termes les plus fréquemment utilisés dans les articles de la période 1975-2012 sont *ecosystem service* (39 % des documents indexés), puis *ecosystem function* (29 %), *ecological function* (14 %) et *environmental service* (9 %). Le terme *ecosystem function* dominera jusqu'en 2007 où il sera supplanté par celui de *ecosystem service* qui connaît une progression exponentielle suite à la publication du MEA ([Millenium](#)

Ecosystem Assessment, 2003, 2005). Ce concept est particulièrement mobilisé par l'écologie et la biologie de la conservation, d'où il tire son origine. Les trois références les plus citées de ce corpus se situent en écologie (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997; Hooper *et al.*, 2005). Les sciences agronomiques utilisent plutôt le terme de « services environnementaux », qui met l'accent sur les services rendus par l'homme à l'environnement. La place de l'Institut dans ce corpus étant très faible (1.5 %) malgré les résultats importants obtenus au cours de l'enquête réalisée début 2013 auprès des départements, il est très probable qu'un grand nombre de services soient étudiés à l'Inra sans que les chercheurs se réclament de cette notion.

Le service le plus étudié est celui de production agricole. La majorité des services sont étudiés de manière isolée. Lorsqu'ils sont étudiés conjointement, les services concernés sont majoritairement des services qui agissent en synergie. Les services antagonistes sont très peu étudiés conjointement. Par conséquent, lorsque la notion de *trade-off* apparaît dans la littérature, elle est surtout abordée de manière théorique et programmatique. En outre, elle peut concerner différents niveaux et différents objets : il peut s'agir de faire des compromis entre acteurs, ou bien entre désirs et réalité, ou bien encore entre Environnement et Humanité. Si les écosystèmes forestiers et agricoles sont parmi les écosystèmes les plus étudiés, ils le sont principalement dans leur dimension bio-physique, et très peu dans leur dimension sociale. L'idée d'étudier un socio-écosystème dans son ensemble n'est pas encore mise en œuvre. Les problématiques de gestion des ressources naturelles sont abordées principalement par des méthodologies de l'économie classique : consentement à payer, évaluations contingentes, etc. Elles sont également très liées à un argumentaire en faveur du développement social. Tout ceci amène à penser qu'une grande partie de la littérature sur la gestion des services écosystémiques est avant tout d'ordre programmatique.

Cette étude met également en évidence la limite du cadre conceptuel du MEA, limite qui a déjà été pointée à de nombreuses reprises dans la littérature. Ses catégories de service sont en effet de portée limitée pour repérer les services dans la littérature et elles ne permettent pas de détecter les dysservices (entendus ici comme des dysfonctionnements des écosystèmes), qui représentent pourtant une part importante de cette littérature. Cette étude possède également des limites importantes dans la mesure où sa source de données est loin d'être exhaustive et où son travail de catégorisation n'a pas permis de lever certaines ambiguïtés thématiques. Il est en effet souvent difficile de déterminer à partir de la liste de termes s'il s'agit d'un service rendu par les écosystèmes ou d'un service rendu par l'homme (ex. : *forest protection*).

Pour conclure, ces résultats montrent que ce concept a peu été saisi par les sciences agronomiques, quand bien même de nombreuses études traitent des milieux agricoles ; qu'il est beaucoup abordé de manière programmatique et sans considérer le socio-écosystème dans son ensemble. Un grand nombre de travaux effectués à

SOMMAIRE

l'échelle du paysage incluent les agro-écosystèmes mais ne sont pas réalisés par les sciences agronomiques. Celles-ci ont intérêt à se placer sur ces « approches paysage » qui gagnent une place de plus en plus importante. Le développement d'une recherche intégrée sur la gestion des écosystèmes anthropisés prend donc tout son sens dans ce contexte, et un travail de sensibilisation important sera à réaliser à l'Inra pour familiariser les chercheurs avec la notion de « service écosystémique ».

Mots-clés : scientométrie, CorTexT manager, services écosystémiques, recherche agronomique, *Web of Science*, *Scopus*, *CAB*, Inra, métaprogramme EcoServ.

Préambule

En 2005, le [Millenium Ecosystem Assessment](#) a permis de reconnaître l'importance des écosystèmes pour le bien-être humain, ainsi que la diminution d'un certain nombre de services fournis à l'homme par ces mêmes écosystèmes au cours des dernières décennies. L'agriculture est considérée comme responsable de la diminution d'un certain nombre de services, ainsi que de la biodiversité, au profit du seul service d'approvisionnement en nourriture ([Carpenter *et al.*, 2009](#)). Elle se trouve donc aujourd'hui plus que jamais confrontée à deux impératifs qui mettent en avant sa multifonctionnalité : garantir la fourniture de biens de consommation (nourriture, bois, eau potable...) et de bénéfices sociaux (e.g. emploi) tout en préservant la capacité des écosystèmes à fournir d'autres services (purification de l'eau, régulation du climat, etc.). EcoServ est un méta-programme de recherche en construction à l'Inra afin qu'y soit développée une recherche inter-disciplinaire sur les services fournis par les écosystèmes continentaux dépendants des activités agricoles et forestières. La présente analyse a été engagée dans le cadre de sa construction, afin de connaître la nature des différents écosystèmes, services et compromis entre services qui sont aujourd'hui étudiés à l'échelle de l'Inra et à l'échelle internationale. Les principales questions qui ont guidé le travail sont au nombre de quatre :

1. Quelles sont les disciplines scientifiques impliquées dans cette recherche ?
2. Quels sont les services écosystémiques abordés dans la littérature ?
3. Quels sont les écosystèmes étudiés ?
4. Quelle est la place de l'Inra dans ce paysage ?

La démarche suivie pour répondre à ces quatre questions a consisté à construire un corpus de références bibliographiques sur les services écosystémiques, puis à analyser ce corpus de manière approfondie par différentes méthodes scientométriques.

Chapitre 1

Constitution du corpus

1.1 Choix de la base de données

La ressource la plus utilisée en bibliométrie est le *Web of Science* de Thomson-Reuters. Il donne accès à des bases de données ayant une couverture multidisciplinaire avec 12 000 revues et 148 000 comptes-rendus de conférences dans le domaine des sciences (Science Citation Index Expanded SCIE), des sciences sociales (Social Sciences Citation Index SSCI), des arts et des sciences humaines (Arts & Humanities A&H)¹. Certaines spécificités en font un outil privilégié pour les analyses bibliométriques de publications puisque les informations bibliographiques comprennent les adresses de l'ensemble des auteurs, ainsi que des informations sur les activités de subvention et les remerciements (depuis 2009) et des données sur les revues via le *Journal Citation Report* (e.g. facteur d'impact). Par ailleurs, il est possible d'effectuer des analyses grâce aux liens de citation entre les articles : *cited references*, *times cited*, *related records*. Cependant, cette base n'est pas exhaustive : elle recense environ 12 000 revues scientifiques alors qu'il en existerait plus de 100 000².

Créé en 2004 par Elsevier, *Scopus* est la plus grande base de données multidisciplinaire de citations et de résumé. Elle comprend plus de 19 000 revues validées par les pairs et publiées par plus de 5 000 éditeurs internationaux³. *Scopus* propose également des données de citation et d'impact sur les revues pouvant servir à l'analyse des publications. D'après une étude comparative réalisée en 2013 (Chadegani *et al.*, 2013), la couverture de la base *Scopus* est 20% plus importante que celle du *Web of*

1. *Web of Science* : accès Inra de 1975 à aujourd'hui. Mise à jour hebdomadaire. Tous les articles d'une revue signalée sont recensés.

2. Cf. journalseek.net, accédé le 2 juin 2013. « *Genamics JournalSeek is the largest completely categorized database of freely available journal information available on the internet. The database presently contains 100101 titles.* »

3. *Scopus* : accès Université Paris Est de 1966 à aujourd'hui. Mise à jour quotidienne. Tous les articles d'une revue signalée sont recensés.

Science, ce qui en fait un bon outil complémentaire du *Web of Science*. Cependant, les données disponibles au téléchargement sont moins structurées que pour le *Web of Science*. À titre d'exemple, les données de citation ne sont pas formatées de manière homogène et les mots-clés auteur et d'indexation ne sont pas distingués.

Une dernière base alternative couvrant la thématique considérée est *CAB Abstracts* de Thomson-Reuters. *CAB Abstracts* est la plus importante base bibliographique internationale couvrant les domaines de l'agriculture, de la foresterie, de la santé animale, des sciences vétérinaires, de la nutrition et des ressources naturelles (7 400 revues)⁴. Elle inclut non seulement les plus grandes revues internationales (présentes également dans le *Web of Science*), mais aussi des revues techniques, des chapitres d'ouvrages, congrès, thèses, rapports techniques. Son point fort est la possibilité d'interroger via des mots-clés normalisés et hiérarchisés (thésaurus) ainsi que d'utiliser des classes thématiques (cabicodes). Toutefois, cette base comporte plusieurs points faibles pour mener une analyse bibliométrique de publications. Seule l'adresse de l'auteur de correspondance est mentionnée dans les informations bibliographiques et les données de citations ne peuvent être récupérées que pour les publications également présentes dans le *Web of Science*.

Par conséquent, aucune de ces trois bases ne permet de couvrir l'ensemble de la littérature scientifique publiée. Un corpus a donc été réalisé dans chacune de ces bases pour comparer l'étendue de leurs couvertures respectives.

1.2 Construction de la requête

Nous avons établi une requête en cherchant à obtenir l'ensemble le plus complet des articles traitant de services écosystémiques. D'après Barnaud *et al.* (2011), l'idée de services rendus à l'humanité par les écosystèmes est apparue à la fin des années 1970. Le concept de « services écosystémiques » fut entériné par le Millenium Ecosystem Assessment (2005, MEA, chap. 1, p.27) sous la forme proposée par Daily *et al.* (1997)⁵ : *Ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems*. Quatre types de services furent distingués par le MEA : services support (e.g. *primary production*), services de régulation (e.g. *pollination*), services d'approvisionnement (e.g. *freshwater provision*) et services culturels (e.g. *inspirational*). Cette définition et cette classification font l'objet de controverses. Elles ont ainsi amené différents auteurs (e.g. Fisher *et al.* (2009); Johnston et Russell (2011)) à dissocier la notion de service de celle de bénéfice obtenu par les humains, les services étant alors restreints

4. *CAB Abstracts* : accès Inra de 1973 à aujourd'hui. Mise à jour mensuelle. Tous les articles d'une même revue ne sont pas recensés.

5. cf. le titre : *Ecosystem Services : Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems*.

1.2 Construction de la requête

à des phénomènes écologiques⁶. Ces auteurs classent les services en deux catégories seulement : services intermédiaires, non directement utiles à l’homme (e.g. *pollination*, *primary production*) et services finaux, directement utiles à l’homme (e.g. *freshwater provision*, *storm protection*).

Lamarque *et al.* (2011) recensent en outre des synonymes plus ou moins proches de l’expression « services écosystémiques ». C’est ainsi que certains travaux emploient indistinctement les termes de « fonction écosystémique », « services environnementaux » ou encore « biens écologiques ».

Étant donné qu’il existe de nombreux synonymes plus ou moins exacts de cette notion, la requête a été construite en croisant un par un les différents synonymes existant de « service » et d’« écosystémique » (voir tableau 1.1). La liste a été construite à partir de De Groot *et al.* (2002); Lamarque *et al.* (2011); Jeanneaux *et al.* (2012); Le Roux *et al.* (2012). La requête a ensuite été exécutée sur les trois bases *Scopus*, *Web of Science* et *CAB*. Ses paramètres sont donnés tableau 1.2. Le contenu exact de la requête est présenté en annexe A page 55.

<i>ecosystem</i> <i>agrosystem</i> <i>environmental</i> <i>agroenvironmental</i> <i>ecological</i> <i>agroecological</i> <i>landscape</i> <i>land</i> <i>landuse</i>	}	X	{	<i>service</i> <i>function</i> <i>good</i> <i>amenity</i>
--	---	---	---	--

TABLE 1.1 – Vocabulaire retenu pour construire la requête. Différentes variantes orthographiques ont été retenues pour chaque terme. Le contenu exact de la requête est présenté en annexe A (page 55).

Ces différentes expressions sont utilisées de manière quasiment exclusive : 92 % des références du *Web of Science* n’en mentionnent qu’une, 7 % en mentionnent deux et 1 % plus de deux (maximum : 4)⁷. Les termes les plus fréquemment utilisés sont

6. p. 645 : *ecosystem services are the aspects of ecosystems utilized (actively or passively) to produce human well-being*. A noter que Daily *et al.* (1997) avaient également fait cette distinction dans le corps de leur texte, p. 2 : *[ecosystem service] refers to a wide range of conditions and processes through which natural ecosystems, and the species that are part of them, help sustain and fulfill human life*.

7. Les notices bibliographiques ont été indexées avec la liste exacte des mots-clés de la requête. Celle-ci a été construite en repérant les différentes formes de la requête dans les champs TI, AB, ID et DE par l’expression régulière ((eco([-]?[a-zA-Z]*)system[a-zA-Z]*)|(agro([-]?[a-zA-Z]*)[-]?system[a-zA-Z]*)|(agr[oi]([-]?[a-zA-Z]*)environmental)|(agro([-]?[a-zA-Z]*)ecological)|(environmental|ecological|land|land-use|landscape)|(services?[functions?|goods?|amenit(ies|y))). A l’issue de cette opération, 87 % des

ecosystem service (39 % des documents indexés), puis *ecosystem function* (29 %), *ecological function* (14 %) et *environmental service* (9 %) (voir figure 1.1).

BASE	PARAMÈTRES	TOUT	1975-2012	1993-2012	2006-2012
<i>Scopus</i>	Champ TITLE-ABS-KEY	17 782	16 959	16 379	12 465
<i>WoS</i>	Champ TS. Timespan=All Years SCI-EXPANDED –1956-present SSCI –1956-present A&HCI –1975-present CPCI-S –2000-present CPCI-SSH –2000-present Updated 2013-03-29	12 518	12 184	11 915	9 027
<i>CAB</i>	Champ TS. Timespan=All Years CAB Abstracts –1973-present Updated 2013-03-29	10 564	10 330	9 906	7 610

TABLE 1.2 – Paramètres de la requête effectuée le 2 avril 2013 dans les trois bases, toutes années et types de documents confondus. Le contenu exact de la requête est présenté en annexe A (page 55).

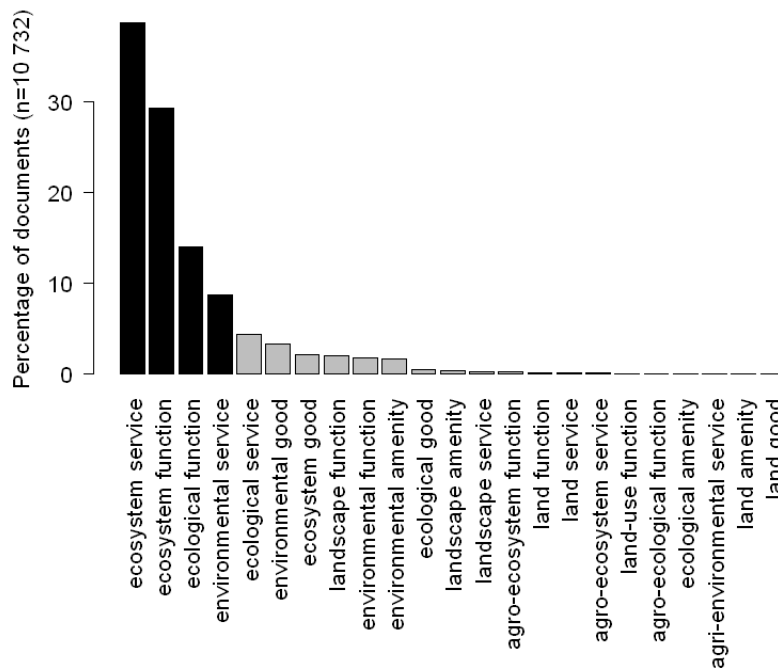


FIGURE 1.1 – Importance relative des différents termes de la requête. Base Web of Science 1975-2012. Champs TI, AB, DE. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés.

documents sont indexés si l'on exclue les mots-clés Thomson (champ ID) et 99 % si l'on ajoute ces derniers. La requête effectuée dans le *Web of Science* avait en effet porté sur le champ *Topic*, qui regroupe tout à la fois les champs TI (titre), AB (résumé), ID (mots-clés Thomson) et DE (mots-clés auteur).

1.3 Caractéristiques du corpus

Les termes les plus fréquemment utilisés sont *ecosystem service* (39 % des documents indexés), puis *ecosystem function* (29 %), *ecological function* (14 %) et *environmental service* (9 %).

1.3 Caractéristiques du corpus

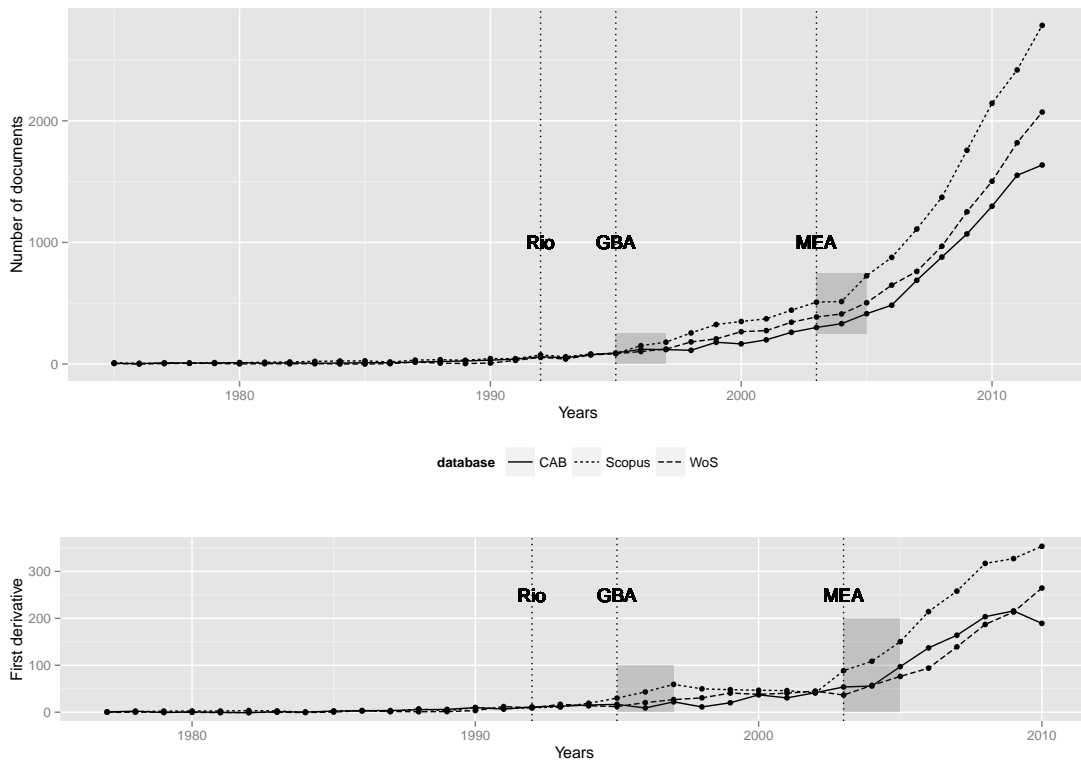
1.3.1 Distribution des références

La distribution des références au cours du temps est présentée figure 1.2a. On observe une augmentation du nombre de références autour de 1995 et 2003. Le corpus est dominé par le terme *ecosystem function* jusqu'en 2007, où il est supplanté par celui d'*ecosystem services* (figure 1.2b). 1995 et 2003 correspondent respectivement à la publication du Global Biodiversity Assessment (Watson *et al.*, 1995) et du cadre conceptuel de réalisation du MEA (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). En outre, 1997 a vu la publication de l'ouvrage *Nature's Services : Societal Dependence on Natural Ecosystems* de l'écologue de la conservation Daily (1997) et de l'article *The value of the world's ecosystem services and natural capital* de l'écologue Robert Costanza (Costanza *et al.*, 1997), deux marqueurs de l'émergence de la notion de service écosystémique fréquemment cités par les scientifiques (Bonin et Antona, 2012). D'après le *Web of Science*, les trois articles ayant reçu le plus de citations seraient celui de Costanza *et al.* (1997), puis un rapport de l'Ecological Society of America (Hooper *et al.*, 2005) et enfin celui de Daily (1997) avec respectivement 1228, 605 et 590 citations depuis 1997. Le Millenium Ecosystem Assessment (Millenium Ecosystem Assessment, 2005) apparaît à la dixième place (277 citations). Cela peut s'expliquer d'une part, par son format (livre) et d'autre part par sa date de parution, tardive si comparée à celle des 9 citations qui le précèdent (exception faite de Hooper *et al.* (2005)).

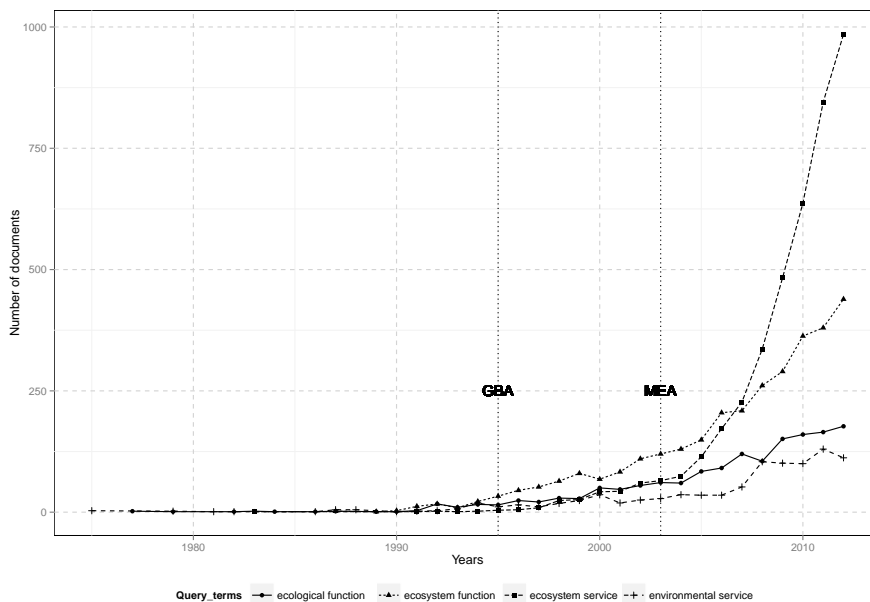
L'essor du concept de « service écosystémique » dans la littérature scientifique est lié à la publication du MEA (Millenium Ecosystem Assessment, 2003, 2005). Les trois références les plus citées de ce corpus se situent en écologie (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997; Hooper *et al.*, 2005).

1.3.2 Types de documents

Les trois bases proposent des typologies de documents différentes. Les documents ont été reclassés suivant quatre catégories : Articles, Books, Conferences, Other (voir figure 1.3). Les documents les plus fréquents sont les articles (de 85 % à 93 %), puis



(a) Haut : distribution des références dans les bases Scopus, Web of Science et CAB. Bas : dérivée première des distributions précédentes, calculée par pas de 2 (1977 à 2010). 1992 : conférence de Rio. 1995 : Global Biodiversity Assessment (Watson et al., 1995). 2003 : première publication du Millenium Ecosystem Assessment (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).



(b) Distribution des quatre principaux termes de la requête dans la base Web of Science.

FIGURE 1.2 – Distribution des références au cours du temps. (a) Selon les trois bases Scopus, Web of Science et CAB. (b) Selon les quatre termes les plus fréquents de la requête dans la base Web of Science.

1.3 Caractéristiques du corpus

les documents issus de conférences et enfin les ouvrages et autres documents. Les ouvrages sont présents en quantité minimale (< 3 %).

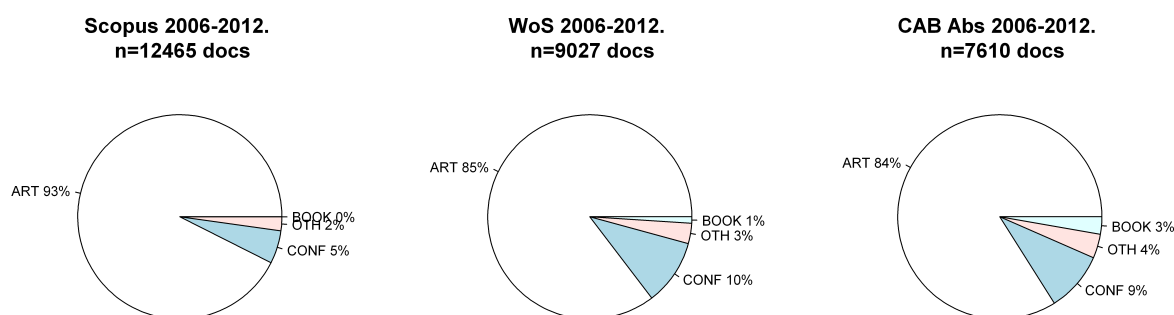


FIGURE 1.3 – Distribution des références par type de documents. Champ PT.

Le MEA étant le marqueur de la standardisation de la notion de « service écosystémique » (Bonin et Antona, 2012), seules les références d'articles postérieurs au MEA (2006-2012) ont été prises en compte dans la suite de cette analyse, soit 11 562 documents pour *Scopus*, 7 707 pour le *Web of Science* et 6 389 pour *CAB Abstracts*.

Quatre sous-corpus ont été réalisés :

- Inra : références publiées par l'Inra (données CREBI⁸). Taille : 1.5 %.
- Agr : références contenant 'agr' ou 'farm' dans les champs TI, AB ou DE. Taille : 27 %.
- Forest : références contenant 'forest' dans les champs TI, AB ou DE. Taille : 23 %.
- Trade-off : références contenant 'tradeoff' ou 'trade-off' dans les champs TI, AB ou DE. Taille : 4 %.

❖ Les trois corpus de références d'articles de la période 2006-2012 seront désormais appelés respectivement « Corpus EcoServ-Scopus », « Corpus EcoServ-WoS » et « Corpus EcoServ-CAB ».

❖ Les travaux de l'Inra représentent une faible proportion du corpus. Il est donc probable qu'un grand nombre de services soient étudiés sans que les chercheurs se réclament de cette notion.

8. Nous tenons ici à remercier le CREBI, et plus particulièrement Soizic Messiaen, responsable du repérage annuel des publications de l'Inra dans le *Web of Science*.

1.4 Qualité des données

1.4.1 Comparaison de *CAB Abstracts*, *Scopus* et *Web of Science*

La figure 1.4 permet de comparer le chevauchement des trois corpus à partir des titres des références⁹. On constate que *Scopus* contient 82 % du *Web of Science* et 72 % de *CAB* alors que le *Web of Science* ne contient que 55 % des références de *Scopus*, et *CAB* 40 %. *Scopus* a donc la couverture la plus large.

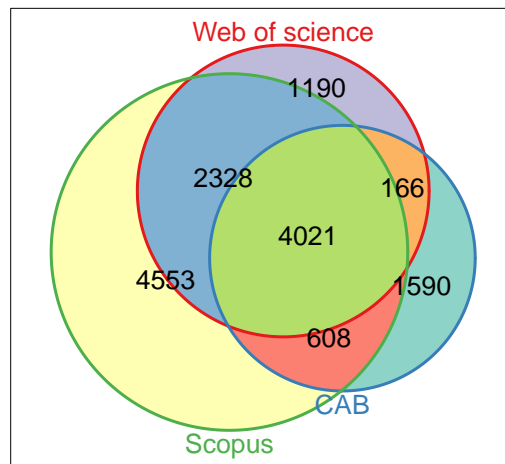


FIGURE 1.4 – *Recouvrements mutuels de Scopus, Web of Science et CAB pour le corpus EcoServ. Les articles sont comparés sur la base de leurs titres.*

1.4.2 Qualité des champs retenus pour l'analyse

Les quatre champs nécessaires à la suite de ce travail sont les champs suivants : titre, mots-clés, résumé, discipline.

TI *Title* : Titre.

AB *Abstract* : Résumé.

DE (*Web of Science, CAB*) *Descriptors* : Mots-clés donnés par les auteurs.

KEY (*Scopus*) *Keywords* : Mots-clés auteurs et d'indexation.

9. Deux articles portant le même titre sont considérés identiques. Les doublons repérés au sein d'une même base par cette méthode sont négligeables ($n < 10$).

1.5 Clés de lecture et d'interprétation des résultats

SC (Web of Science, CAB) Subject Category : un ou plusieurs mots-clés disciplinaires attribués par le *Web of Science* et *CAB* à chaque référence de leur base à partir d'une liste prédéfinie de 151 disciplines¹⁰. *Scopus* possède également un champ disciplinaire mais il n'est pas autorisé à l'export.

Les champs TI et SC sont complétés pour l'ensemble des références. *CAB* est la base la plus complète, suivie de *Scopus* et du *Web of Science*, pour qui 16 % des mots-clés (auteur) ne sont pas renseignés (voir figure 1.5). Les données sont donc de bonne qualité.

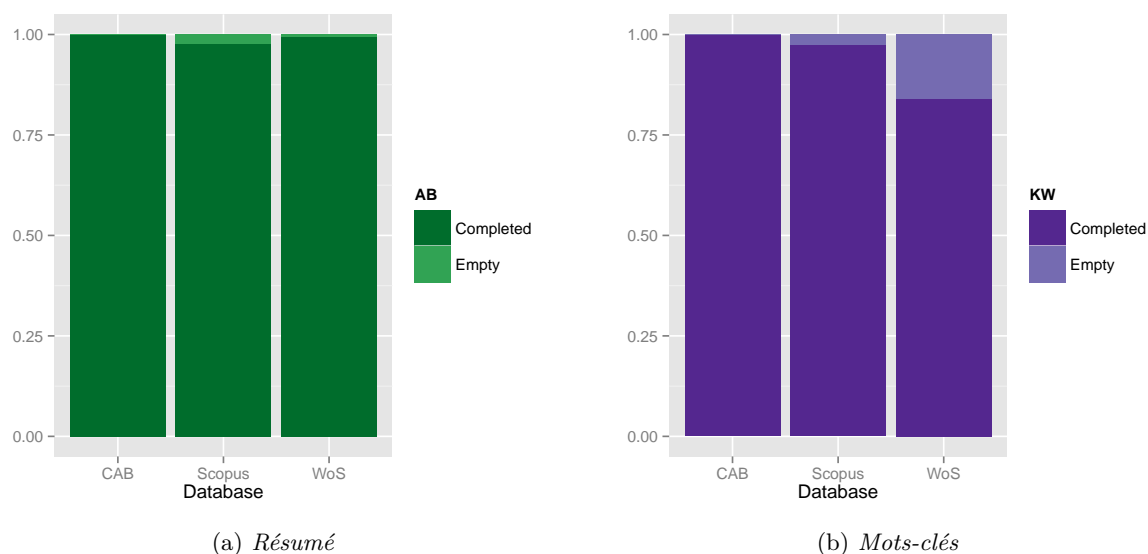


FIGURE 1.5 – Estimation des données manquantes dans les champs Résumé et Mots-clés pour le corpus EcoServ. CAB, WoS : mots-clés auteur (DE). Scopus : mots-clés auteur + mots-clés d'indexation (KEY).

Scopus s'avère donc être la base la plus large et la plus complète. Cependant, les données rendues disponibles au téléchargement sont moins nombreuses et moins structurées que pour le *Web of Science*. Les analyses ont donc par la suite été réalisées sur le *Web of Science*.

1.5 Clés de lecture et d'interprétation des résultats

Nous avons utilisé les méthodes et les compétences de la plateforme CorTexT de l'Ifris et plus particulièrement l'interface CorTexT Manager, pour réaliser l'ensemble des traitements nécessaires, en liaison avec le logiciel R (R Core Team, 2012). Une

10. voir http://images.webofknowledge.com/WOKRS510B3_1/help/WOS/hp_research_areas_easca.html pour le détail de chacune des catégories.

documentation en ligne de la plateforme précise les opérations de traitement depuis la prise en charge du corpus jusqu'à la présentation des choix scientifiques source des algorithmes utilisés.

L'information sur les disciplines a été obtenue à travers le champ SC. L'information sur les services, écosystèmes et thématiques abordés a été obtenue à travers une extraction lexicale suivie d'un tri puis d'une indexation des corpus sur les champs AB et DE. L'extraction lexicale proposée par CorTexT produit des listes de groupes nominaux normalisés (les multi-termes sont regroupés en fonction de leur forme racinaire de sorte que formes plurielles et singulières d'une expression ne forment qu'une entité lexicale, etc.). L'étape de tri permet de ne garder que des termes jugés d'intérêt (par exemple une liste de services écosystémiques). L'indexation permet d'étiqueter chaque article avec les termes conservés. Les champs d'indexation sont ensuite soumis à deux types d'analyse : comptage d'un côté, cartographie de l'autre.

1.5.1 Comptages

La mesure de l'importance d'une thématique ou d'une discipline dans le corpus peut se faire de deux manières : via un compte de présence ou via un compte fractionné. Par exemple, une publication indexée à la fois en écologie et en biologie de la conservation peut compter pour 1 dans chacune de ces disciplines (compte de présence), ou bien pour 0.5 dans chacune des deux (compte fractionné). Le nombre obtenu peut être conservé tel quel (valeur brute) ou ramené au nombre total de publications (pourcentage). Ce nombre total peut être considéré comme étant celui du corpus, celui du nombre de documents indexés, ou encore celui du nombre d'occurrences (ici, le nombre de mentions de disciplines). Dans cette analyse nous avons effectué des comptes de présence, ramenés selon les cas au nombre total de documents ou au nombre de documents indexés. Un exemple en est donné figure 2.1a.

Pour avoir une estimation du degré d'association entre chacun des termes (par exemple, si la discipline *environmental sciences* & *ecology* est plutôt présente seule ou associée avec d'autres disciplines), nous avons établi des gradients d'association. Un exemple en est donné figure 2.1b.

1.5.2 Cartes

La nature des interactions a été étudiée à l'aide de cartes de cooccurrence des termes. Un exemple en est donné figure 3.2a page 36. Le processus général de l'établissement de ces cartes est le suivant :

1.5 Clés de lecture et d'interprétation des résultats

raw data : calcul de la fréquence d'apparition de chaque terme et de chaque paire de termes.

measuring proximities : normalisation des mesures d'occurrence et de cooccurrence, afin de palier différents biais. Il existe différentes mesures de similarité dans la littérature : *association strength*, *cosine*, *inclusion index*, *Jaccard index* (Boyack *et al.*, 2005). On pourra se référer à Colliander et Ahlgren (2011) pour plus d'informations. La plateforme CorTexT Manager propose différentes mesures. Nous en avons retenu deux : la mesure du chi-2 lorsque les nœuds proviennent de champs différents (graphes hétérogènes) et la mesure distributionnelle (Weeds et Weir, 2005) lorsque les nœuds proviennent d'un seul champ (graphes homogènes). Le chi-2 est une mesure dite directe, ou locale. Elle tient compte du nombre de cooccurrences de chaque paire considérée. La mesure distributionnelle est une mesure indirecte, ou globale. Le calcul de la similarité entre deux nœuds s'appuie sur la comparaison de l'ensemble de leur profil de cooccurrence avec les autres termes identifiés.

community detection : des algorithmes d'analyse structurelle des réseaux permettent d'identifier des sous-groupes cohésifs du réseau, c'est-à-dire, des sous-graphes à très forte densité de liens internes. Dans ce travail nous utilisons plus précisément l'algorithme de Louvain (Blondel *et al.*, 2008), qui est l'un des plus classiques pour accomplir cette tâche.

mapping : visualisation du réseau sous la forme d'une carte. Les réseaux de proximité étant pondérés, le risque est de rendre la visualisation illisible si tous les liens sont conservés. Il faut donc procéder à un filtrage qui peut être réalisé de deux manières : au niveau global pour lequel seuls les liens dont l'intensité est supérieure à un seuil donné sont conservés ; ou au niveau local, en ne gardant pour chaque nœud que les n premiers nœuds auxquels il est lié. Ici nous avons imposé un nombre de voisins de 5. Une fois le réseau filtré, des algorithmes de spatialisation inspirés des méthodes classiques de visualisation de graphe (*Fruchterman-Reingold*) sont mis en œuvre par le CorTexT Manager pour générer la carte finale.

Dans l'exemple de graphe homogène de la figure 3.2a page 36, chaque nœud représente un terme. Plus un terme est mobilisé conjointement avec d'autres termes, plus le point qui le représente est gros. Plus deux termes sont distants, moins ils sont fréquemment associés dans le corpus et moins le trait qui les relie est épais. Deux nœuds de même couleur appartiennent à un groupe de termes plus densément liés qu'ils ne le sont avec les autres termes du réseau. Ces termes peuvent être des services écosystémiques, comme ici ; ou encore des disciplines, des auteurs... Cette figure n'est pas seuillée en termes d'intensité de liens, contrairement à la figure 3.2b

pour laquelle seuls les liens de force supérieure à un seuil donné sont représentés. A titre d'exemple, *educational* est faiblement lié à *soil quality* ou *recreation and ecotourism* (figure 3.2a), et se retrouve donc isolé sur la figure 3.2b.

Pour finir, il est possible de projeter sur la carte, sous forme de taches colorées, l'intensité du lien existant entre les nœuds qui la composent et un autre paramètre. Ici nous avons projeté le paramètre Inra. Du bleu foncé représente une implication plus forte de l'Inra que des autres établissements sur la thématique considérée.

Chapitre 2

Disciplines concernées

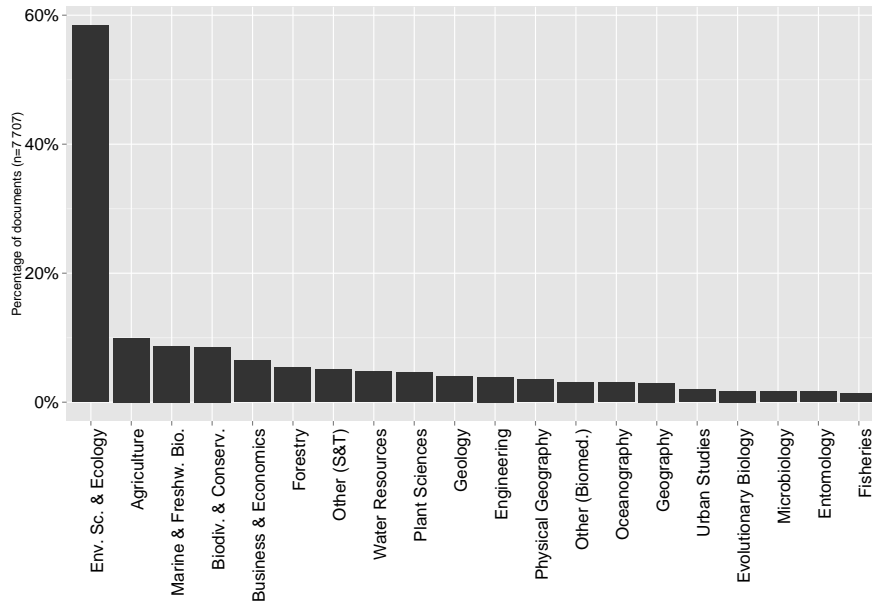
2.1 Importance de l'interdisciplinarité

D'après le champ SC, 55 % des documents du corpus Ecoserv-WoS sont monodisciplinaires, 33 % bi-disciplinaires et 12 % concernent plus de deux disciplines. Les sciences de l'environnement et l'écologie dominent (60 %, voir figure 2.1a). L'agriculture et la forêt rassemblent à elles deux 1149 références, soit 15 % du corpus EcoServ-WoS. L'économie et les sciences de la conservation sont principalement étudiées avec d'autres disciplines (cf. figures 2.1b et 2.1c).

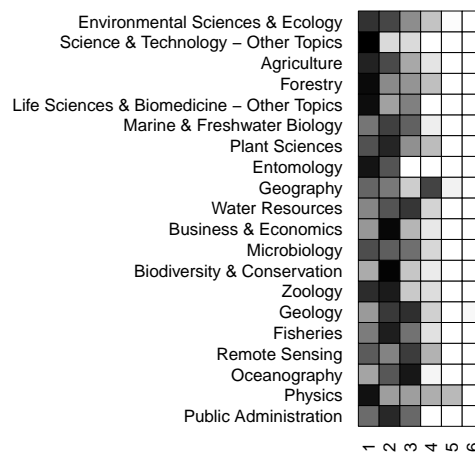
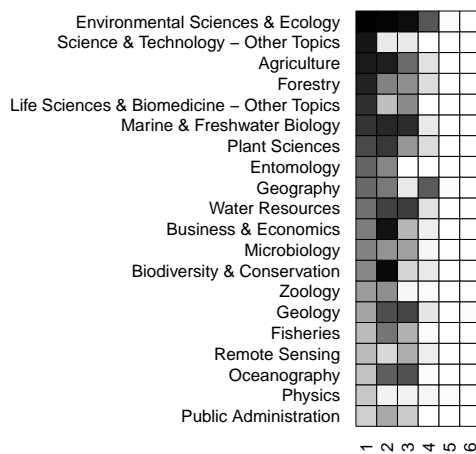
La nature des liens pluridisciplinaires est présentée sur la carte 2.2. Même si le taux de documents pluridisciplinaires est élevé (45 %), on voit d'après cette carte que cette pluridisciplinarité se fait majoritairement intra-sciences humaines et sociales et intra-sciences naturelles. La discipline *environmental sciences & ecology* fait exception, mais on peut considérer que cela reflète le choix du *Web of Science* d'indexer quasiment tous les articles traitant de services écosystémiques avec cette étiquette.

2.2 Disciplines et vocabulaire employé

Tout comme Bonin et Antona (2012) et Jeanneaux *et al.* (2012), on fait l'hypothèse que l'emploi d'expressions différentes pour des concepts très proches (cf. section *Construction de la requête*) s'explique par l'existence de communautés de recherche distinctes. Afin de mettre cette hypothèse à l'épreuve, nous étiquetons chaque article en fonction de la ou des expressions de la requête initiale qui lui ont permis d'être intégré au corpus. Les *Subject categories* nous servent ensuite de guide pour caractériser les différences entre les sous-corpus « ramenés » par chacune des



(a) Importance relative des disciplines



(b) Gradient d'interaction (valeurs absolues)

(c) Gradient d'interaction (pourcentages)

FIGURE 2.1 – (a) Importance relative des 20 premiers champs disciplinaires. Le total (100 %) correspond au nombre de documents. (b-c) Distribution des disciplines selon un gradient de cooccurrence. 1 : documents mono-disciplinaires, 2 : documents bi-disciplinaires, 3 : documents tri-disciplinaires, etc. (b) valeurs absolues. (c) pourcentage. Le total (100 %) correspond au nombre d'occurrences de chaque discipline. Corpus EcoServ-WoS, champ SC.

2.2 Disciplines et vocabulaire employé

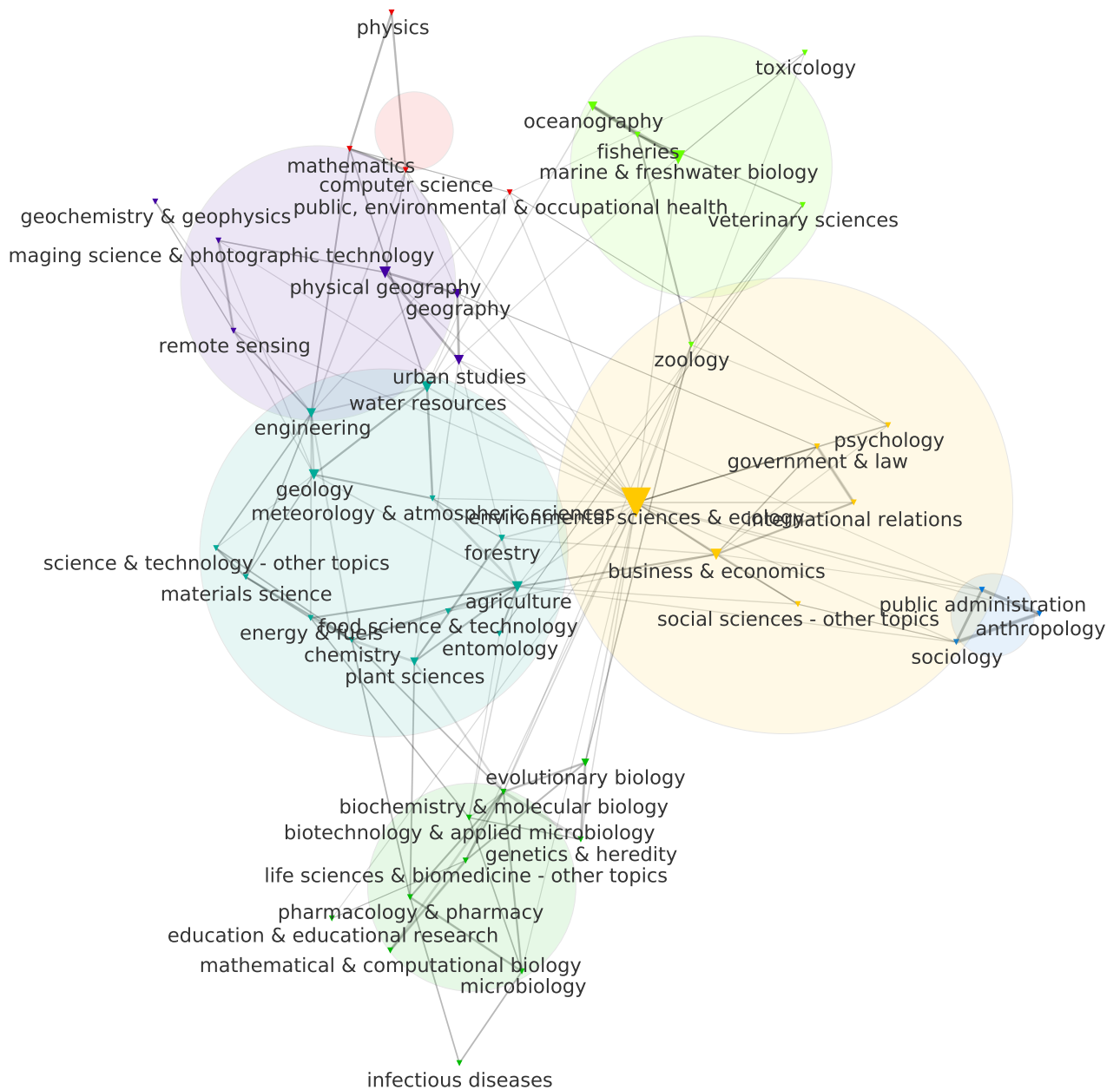


FIGURE 2.2 – Carte des cooccurrences entre les 50 champs disciplinaires les plus fréquents du Web of Science. Corpus EcoServ-WoS. Champ SC. Mesure : distributional. Seuil : top-5 neighbours.

expressions. La réalisation d'une carte de cooccurrence des quatre expressions les plus fréquentes de la requête avec les vingt *Subject categories* les plus fréquentes en 1997 (année qui précède la formalisation du terme *ecosystem service*), 1998 (année pendant laquelle il prend toute son importance) et 2012 (période récente) nous permet de voir que ces expressions sont rattachées à des domaines spécifiques (figure 2.3).

Le terme *ecosystem service* apparaît de façon significative à partir de 1998. En 1997, il ne fait pas partie des quatre expressions les plus fréquemment utilisées (figure 2.3a). Celles-ci sont *ecosystem function*, *ecological function*, *environmental service* et *environmental good*. On observe quatre clusters, autour de ces quatre expressions. Le premier est lié à des disciplines biologiques avec une composante systémique : *forestry*, *entomology*, *agriculture*, *marine & freshwater biology*, etc. Le second est lié à des disciplines s'intéressant aux composantes abiotiques ou microscopiques des écosystèmes : *geography*, *physics*, *geology*, *microbiology*, *genetics & heredity*, etc. Le troisième est lié principalement à des disciplines mettant en œuvre des actions sur l'environnement : *engineering*, *water resources*, *biodiversity & conservation*. Le dernier quant à lui, concerne principalement les sciences sociales : *government & law*, *business & economics*.

En 1998, on observe la disparition du cluster *environmental service*, dont les disciplines sont redistribuées sur les clusters *ecosystem function* et *ecological function* (figure 2.3b). On remarque que *ecosystem service* prend place entre ces deux clusters, et qu'il attire à lui plusieurs disciplines qui leur appartenaient précédemment : *evolutionary biology*, *urban studies*, *environmental sciences & ecology*, etc. ; ainsi que *biodiversity & conservation*. Le terme est également fortement connecté à *business & economics*.

En 2012, le paysage a peu changé (figure 2.3c) : écologie et biologie de la conservation pour le cluster *ecosystem service* ; disciplines appliquées pour le cluster *environmental service* (*business & economics*, *agriculture*, *forestry*, *engineering*) ; sciences biologiques et physiques plutôt fondamentales pour les clusters *ecological function* et *ecosystem function*.

Par conséquent, il apparaît que l'existence de termes différents renvoie à des communautés de recherche différentes. Les origines du concept de service écosystémique sont à poser en écologie et biologie de la conservation, puis en économie. Ces résultats font écho à des travaux retraçant la genèse du concept par une approche qualitative (Froger *et al.*, 2012; Serpantié *et al.*, 2012). L'origine du terme *ecosystem service* se situerait en écologie, tandis que *environmental service* proviendrait avant tout de l'économie. *ecosystem service* aurait ensuite été investi par les biologistes de la conservation, puis par la sphère politique. Pour autant, l'adhésion de ces disciplines à ce concept n'est pas totale, et certaines disciplines comme les sciences agronomiques semblent quant à elles l'avoir peu investi, au contraire de celui d'*environmental*

2.2 Disciplines et vocabulaire employé

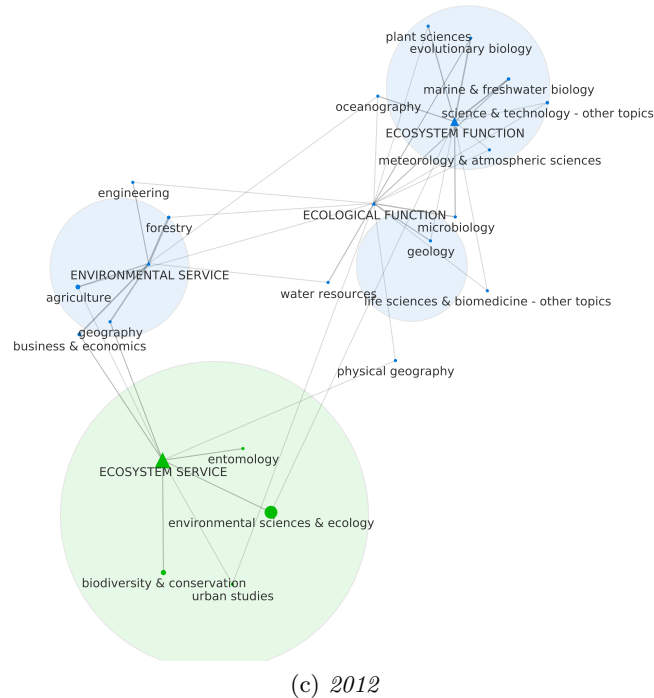
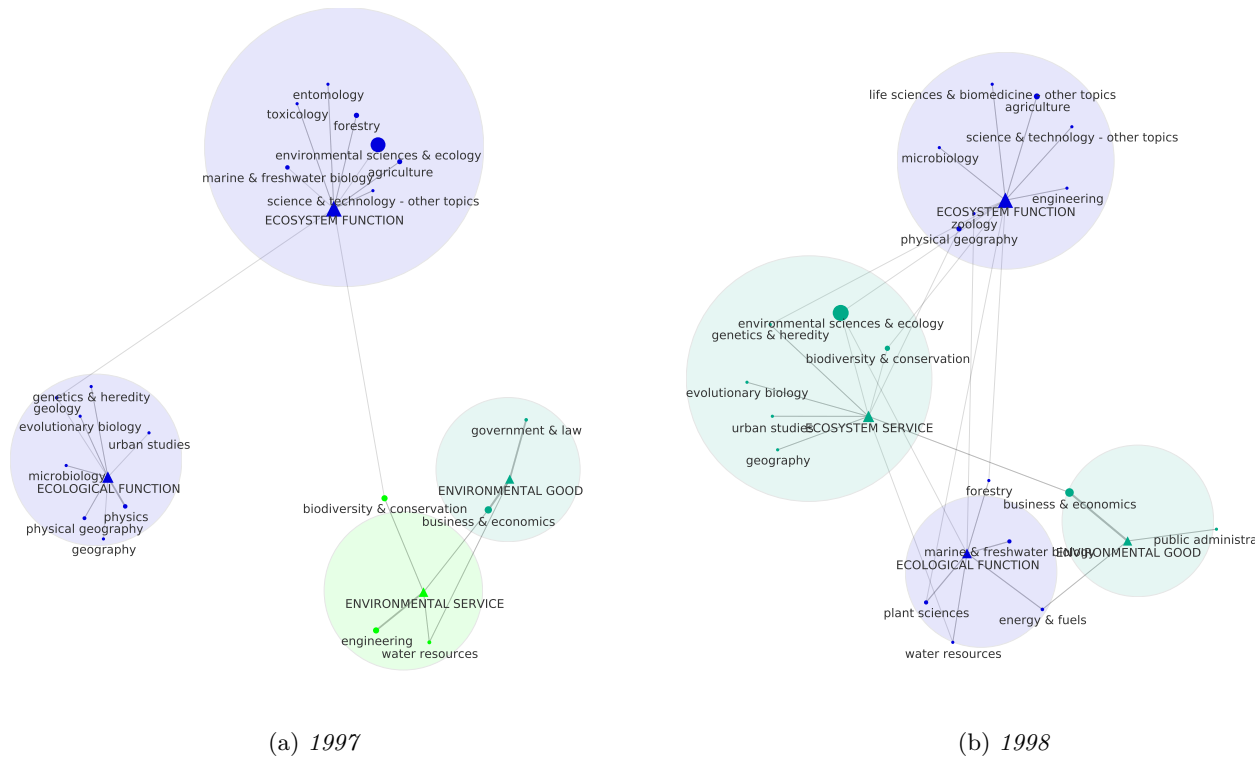


FIGURE 2.3 – Cartes des cooccurrences entre les quatre principaux termes utilisés pour désigner les services écosystémiques et les vingt champs disciplinaires les plus fréquents, tels que définis par le Web of Science. Mesure : χ^2 . Seuil : top-5 neighbours. Corpus EcoServ-WoS. Champs SC, TI, AB, DE.

service. Il se trouve que les notions de « service environnemental » et de « service écosystémique » n'ont pas toujours les mêmes sens. Pour certains auteurs, « service environnemental » fait référence aux services rendus par les hommes pour les écosystèmes (par exemple les aménités positives de l'agriculture), c'est-à-dire des services qui peuvent être réglementés et rémunérés (Lamarque *et al.*, 2011). Cela explique la composition du cluster *environmental service*, principalement constitué par l'économie et des disciplines basées sur les fonctions productives de l'environnement. En outre, Serpantié *et al.* (2012) précisent que les disciplines telles que la systématique, les études de l'évolution ou encore la sociologie étaient sous-représentées lors de la rédaction du MEA. Cela pourrait expliquer qu'elles soient absentes de la carte (systématique, sociologie) ou liées uniquement aux termes génériques *ecosystem function*, *ecological function* (pour la biologie de l'évolution). Bonnal *et al.* (2012) font également l'hypothèse que les sciences agronomiques auraient préféré le terme de « multifonctionnalité » de l'agriculture à celui de « service écosystémique ».

- ❁ Le concept de « service écosystémique » est particulièrement mobilisé par l'écologie et la biologie de la conservation.
- ❁ L'agronomie utilise plutôt le terme de « services environnementaux ». Celui-ci met l'accent sur les services rendus par l'homme à l'environnement.
- ❁ L'inter-disciplinarité est faible entre sciences humaines et sciences biologiques.

Chapitre 3

Étude des services à travers la terminologie du MEA

3.1 Matériel et méthodes

Une extraction lexicale¹ a été réalisée sur le champ Résumé (AB) du corpus EcoServ-WoS (16 453 termes). Les termes obtenus ont été filtrés à l'aide d'expressions issues du MEA² (1 024 termes), puis analysés par six experts³. Le même traitement a été réalisé à partir du champ Mots-clés auteur (DE) (17 677 termes initiaux, 593 termes filtrés, 299 termes validés). Au final, ce sont 631 termes issus des champs AB et DE, faisant référence à des services, qui ont été retenus.

Ces 631 termes ont été classés dans plusieurs catégories de services, inspirées de celles du MEA mais ne s'y limitant pas. Plusieurs typologies ont été proposées afin de formaliser la classification des services écosystémiques proposée par le MEA (De Groot *et al.*, 2002; Boyd et Banzhaf, 2007; Wallace, 2007; Fisher *et al.*, 2009). Nous avons repris ici la définition et la classification de Fisher et ses collaborateurs pour réaliser nos sous-catégories de services. Ces auteurs découpent la notion de service écosystémique de celle des bénéfiques qui en sont tirés par les humains : « *ecosystem services are the aspects of ecosystems utilized (actively or passively) to produce human well-being* » (p. 645). Ils distinguent ensuite entre les services intermédiaires, non

1. Paramètres : Minimum frequency = 5, List size = 1 000 000, Monograms forbidden, Sentence level.

2. Provision : "provision|supply|resource|[[^]primary] product|source".
Regulation : "regulat|pollin|quality|control|protect|sequestration|storage".
Cultural : "spirit|relig|aesthetic|inspirat|education|sense of place|heritage|\[^]cultural|recreation|ecotourism".

Support : "support|formation|cycl|primary product|oxygen|habitat provision".

3. Nous remercions Jacques Baudry, Isabelle Doussan, François Lefèvre, Danièle Magda, Sylvain Pellerin et Alban Thomas pour la relecture critique de ces listes.

directement utilisés par l'homme, et les services finaux, directement utilisés par l'homme : « *nutrient cycling is a process in which one outcome is clean water. Nutrient cycling is a service that humans utilize, but indirectly. Clean water provision is also a service that humans utilize, but directly. Clean water, when consumed for drinking, is a benefit of ecosystem services* » (p. 646).

De nouvelles catégories de services voient le jour dans notre étude (tableau 3.1). Notons par exemple la catégorie *reproduction* dans les services support et *sensory pleasure* dans les services culturels. La classification reste cependant imparfaite. Par exemple, *pollination* pourrait être classé comme une sous-partie de *reproduction*, donc comme un service support ; *biological control* contient aussi des termes se référant à *control of pathogens* ou *control of pests*. En outre, dans la mesure où la méthode ne permet pas de remonter à l'acteur à l'origine du bénéfice repéré, une ambiguïté persiste sur la nature « écosystémique » du service (ex. : *erosion control* : service écosystémique ou résultat d'une action humaine ?). Une liste détaillée des expressions est donnée pour trois services (*Primary production*, *Agriculture production* et *Soil quality*) en annexe B (page 57).

Les résumés et mots-clés des 7 707 documents ont été indexés avec cette liste de 631 termes.

- ❖ Les termes employés par le MEA ne se retrouvent pas *sensu stricto* dans la littérature. Les articles traitent d'un nombre de services supérieur à ceux mentionnés par le MEA.
- ❖ Il est souvent difficile de déterminer à partir de la liste de termes s'il s'agit d'un service rendu par les écosystèmes ou d'un service rendu par l'homme (ex. : *erosion control*).

3.2 Multiservices et compromis

Les résultats de l'indexation sont présentés tableau 3.2. On observe que seule la moitié des 7 707 documents possède au moins l'un de ces termes (voir tableau 3.2). Si 54 % seulement des documents indexés avec *ecosystem service* sont également indexés par l'un de ces services, ce sont 44 % des articles indexés avec *ecosystem function* qui le sont, renforçant par là le choix initial d'inclure *ecosystem function* et autres dérivés dans la requête. Un échantillonnage aléatoire de 20 documents parmi l'ensemble de ceux qui ne sont pas indexés révèle que cela est dû à :

1. une absence de mots-clés ou résumé (1 article)
2. une indexation de l'article dans la catégorie « services écosystémiques » du *Web of Science* par le *Web of Science*, et non par les auteurs (1 article)

3.2 Multiservices et compromis

CATÉGORIES DU MEA		CATÉGORIES DE CETTE ÉTUDE	
<i>supporting</i>	nutrient cycling	biogeochemical cycles	<i>intermediate</i>
<i>supporting</i>	soil formation		
<i>supporting</i>	oxygen gas production		
<i>supporting</i>	primary production	primary production	<i>intermediate</i>
<i>supporting</i>	water cycling	water cycling	<i>intermediate</i>
<i>supporting</i>	provisioning of habitat	provisioning of habitat	<i>intermediate</i>
		reproduction	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	climate regulation	climate regulation	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	water regulation	water regulation	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	water purification	water quality	<i>final</i>
<i>regulating</i>	pollination	pollination	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	air quality	air quality	<i>final</i>
<i>regulating</i>	erosion control	soil quality	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	storm protection	extreme events	<i>final</i>
		waste	<i>intermediate</i>
		biodiversity preservation	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	biological control	biological control	<i>intermediate</i>
<i>regulating</i>	disease regulation	control of pathogens	<i>final</i>
		control of pests and invasive	<i>intermediate</i>
		abiotic controls	<i>intermediate</i>
		food quality	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	food	agriculture production	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	fiber	forest production	<i>final</i>
		marine production	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	freshwater	freshwater	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	fuelwood	energy	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	genetic resources	biodiversity resources	<i>final</i>
<i>provisioning</i>	ornamental resources		
<i>provisioning</i>	biochemicals	fertilizers	<i>final</i>
		granulates and salts	<i>final</i>
<i>cultural</i>	spiritual and religious	contemplative	<i>final</i>
<i>cultural</i>	inspirational		
<i>cultural</i>	sense of place		
<i>cultural</i>	recreation and ecotourism	recreation and ecotourism	<i>final</i>
<i>cultural</i>	aesthetic	sensory pleasure	<i>final</i>
<i>cultural</i>	educational	educational	<i>final</i>
<i>cultural</i>	knowledge system		
<i>cultural</i>	cultural heritage	heritage	<i>final</i>
<i>cultural</i>	cultural diversity		
<i>cultural</i>	social relations		

TABLE 3.1 – *Catégories de services tels que définis par le MEA (Millenium Ecosystem Assessment, 2003, chap. 2 , pp. 53-60) et telles qu'issues de notre étude. La classification en « services intermédiaires » et « services finaux » est tirée de Fisher et al. (2009).*

3. des services non reconnus (1 article)
4. des travaux réalisés à un niveau plus général (*provisioning services, environmental goods* par exemple) (25 %)
5. des travaux traitant de dysservices et/ou de restauration écologique (>50 %).

Nous voyons ici que l'approche cherchant à détecter uniquement des services laisse de côté un certain nombre de documents : ceux qui utilisent la formulation négative de ces services (par exemple, *biodiversity loss* plutôt que *biodiversity resource*) et ceux qui abordent la question sous un autre angle (à un niveau plus général, ou encore sous l'angle du management par exemple (conservation, restauration...). Une analyse plus particulière est donc réalisée chapitre 4 (page 39) pour appréhender la nature de cette littérature qui nous échappe au cours de cette première analyse.

ANNÉE	2012	2006-2012				
Corpus	EcoServ-WoS	EcoServ-WoS	Inra	Agr	Forest	Trade-off
nb de documents	1852	7 707	117	2053	1812	339
nb de documents indexés	869	3475	60	1229	955	172
% de documents indexés	47	45	52	60	53	51
1 service (%)	65	65	40	58	64	56
2 services (%)	24	25	42	29	24	25
> 2 services (%)	11	10	18	13	12	19
nb maximum	8	8	6	8	6	8

TABLE 3.2 – Proportion de documents indexés par des termes désignant des services. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et DE. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés.

La plupart des documents indexés traitent d'un seul service, que ce soit pour la période 2006-2012 ou pour la période 2012 seule (voir tableau 3.2). L'Inra déroge à la règle, mais avec un faible nombre d'articles (test de chi-2, p-val = 0.00021). Les études sur un seul service sont plus importantes pour la forêt (test de chi-2, p-val = 0,0060). Lorsque l'on s'intéresse aux services finaux uniquement, le nombre de documents indexés pour le corpus EcoServ-WoS 2006-2012 passe à 23 % seulement. Parmi eux, 58 % traitent d'un seul service final, 21 % de deux services finaux et 21 % de plus de deux services finaux.

Il est surprenant de constater que la notion de *trade-off* apparaît dans des articles pour lesquels un seul service a été détecté. Cela s'explique par

1. une utilisation du terme *trade-off* sur des thématiques ne concernant pas les services (compromis entre processus biologiques, entre méthodes de management, entre objectif et réalité...) ou en tant que perspective de travail (50 %)
2. une mention aux services de manière générale (10 %, ex. : *trade-off* entre *pollination* et *other ecosystem services*)

3.3 Nature des services étudiés

3. une mauvaise reconnaissance des services étudiés (40 %, ex. : *removal of invasion by these plants*; *conservation goals*; *large-scale agriculture*; *biodiversity and scenic beauty*; *species composition, wildlife habitat suitability*; *forest conservation, mitigation of climate change, development*; *demand for food, fuel, and fiber*; *fuelwood, harvesting the shrimp and fish*).

- ❖ La majorité des services sont étudiés isolément.
- ❖ La notion de compromis est polysémique. Le compromis a lieu à plusieurs niveaux et sur plusieurs objets.
- ❖ Les catégories du MEA ne permettent pas de détecter les dysservices, or ils semblent représenter une part importante de la littérature.

3.3 Nature des services étudiés

Un histogramme des différents services étudiés a été réalisé pour les 5 corpus (EcoServ-WoS, Agr, Forest, Inra, Trade-off). Le résultat obtenu pour le corpus EcoServ-WoS est présenté figure 3.1a. Les services les plus étudiés sont les services support (cycles biogéochimiques, production primaire), le service d’approvisionnement agricole et d’eau, ainsi que celui de régulation du climat. Les services majoritaires pour le corpus « Forest » sont *climate regulation* et *primary production* alors que pour le corpus « Agr » une part importante est faite au service de production agricole.

De faibles proportions sont observées pour les services *forest production* et *energy* dans le cas du corpus « Forest » (moins de 5 %) ainsi que pour le service *pathogens control* dans le cadre du corpus « Agr » (moins de 2 %), voire du Web of Science (24 articles sur 7 707). Des hypothèses explicatives seraient que (1) ces thématiques ne sont pas labellisées « service écosystémique », ou (2) qu’elles ne sont pas étudiées en tant que service fourni par les écosystèmes, mais en tant que service fourni par l’homme (ex. : cas des vaccins pour lutter contre les pathogènes).

Les figures 3.1b et 3.1c montrent la distribution des services suivant un gradient de cooccurrence, respectivement en valeur absolue et en pourcentage. On s’aperçoit que les services les plus étudiés (cf. 3.1b) sont le plus fréquemment étudiés seuls (cf. 3.1c). Les services qui apparaissent plus fréquemment en association avec d’autres services sont par ailleurs les moins souvent mentionnés (cf. les services *fertilizers*, *food quality*). Si l’on compare ces résultats avec ceux obtenus pour les quatre autres corpus (non montré), on constate que les distributions sont là encore similaires entre documents étudiant un ou plusieurs services.

Les services les plus étudiés sont ceux qui ont bénéficié d’une couverture politique très importante (cf. le GIEC et le service de régulation du climat), ou qui ont un impact économique direct (cf. les services d’approvisionnement) ou encore qui font partie du corpus scientifique traditionnel (cf. services support).

✿ Les services les plus étudiés sont ceux qui sont politiquement ou économiquement soutenus.

3.4 Liens entre services

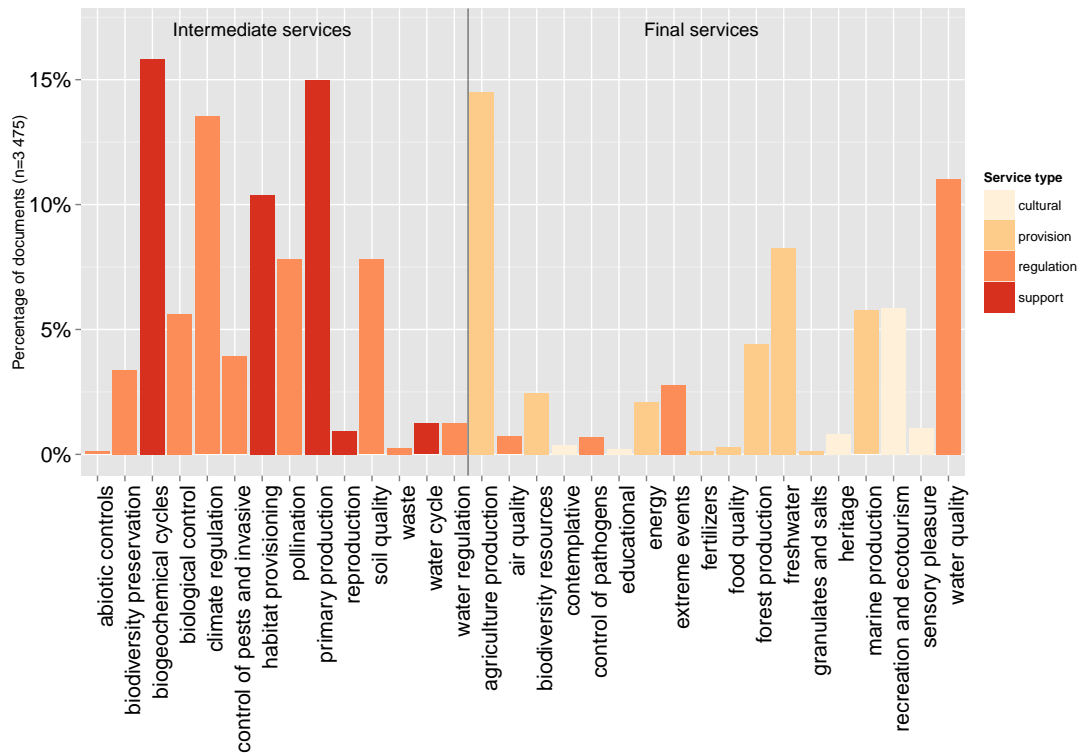
Les figures 3.2a et 3.2b permettent de visualiser les liens de cooccurrence entre services. La figure 3.2a contient l’ensemble des liens obtenus entre les services à partir de cette mesure, tandis que la figure 3.2b ne conserve que les liens de forte intensité. Le gradient de couleur permet de visualiser l’implication de l’Inra en fonction des services.

La figure 3.2b rend visibles quatre groupes (orange, vert foncé, bleu, vert clair), et un nœud isolé (gris). Le groupe vert clair concerne les services en lien avec l’agriculture : contrôle biologique, pollinisation et reproduction, ressources génétiques et spécifiques, qualité de l’alimentation, contrôle des espèces invasives et nuisibles. *agriculture production* est quant à lui associé au cluster orange, qui concerne majoritairement des services intermédiaires ou de support : cycles biogéochimiques, production primaire, cycle de l’eau, régulation du climat, qualité des sols. *agriculture production* est certes associé à plusieurs services, mais avec principalement des liens faibles (qui disparaissent lorsque l’on passe de la figure 3.2a à la figure 3.2b). De la même façon, le service de régulation du climat est beaucoup étudié avec d’autres services (cf. figure 3.1c) mais chacun de ces liens, pris un à un, est assez faible, et très peu passent le seuil défini pour la carte de la figure 3.2b. Ce sont donc des termes assez génériques, que l’on retrouve dans beaucoup de documents.

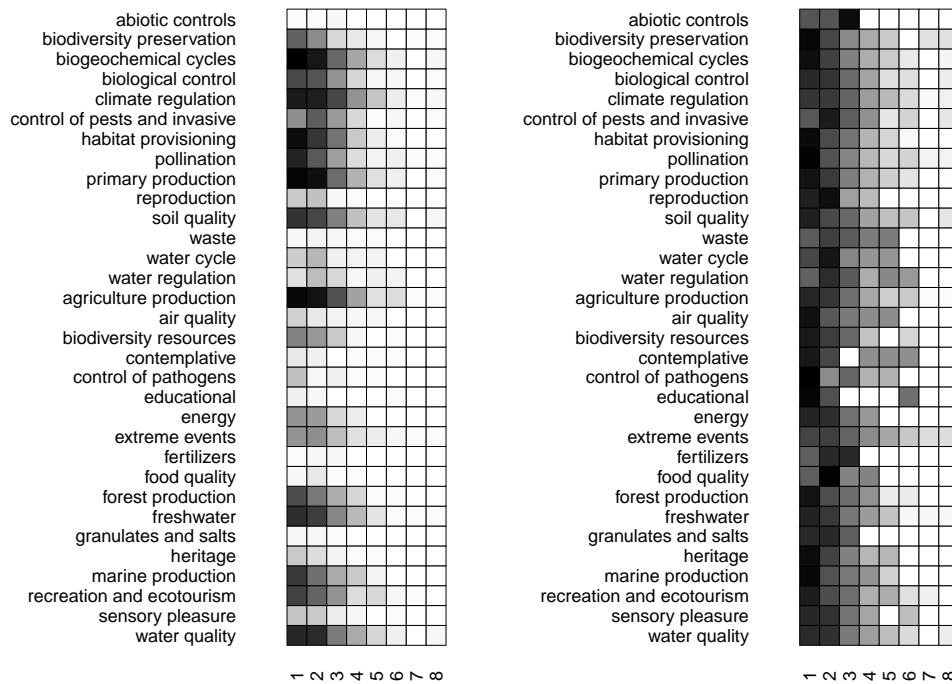
Le groupe central (bleu) possède deux pôles distincts : un pôle autour des services culturels, et un pôle autour de la fourniture ou de la protection de l’habitat (*habitat provisioning, extreme events, air quality*).

Les déterminants de ces associations ne sont pas connus. S’agit-il de services issus d’une même fonction écologique ? De services impactés par un même mode de gestion ? On peut néanmoins constater que les liens forts que l’on observe relient majoritairement des services agissant en synergie (Stallman, 2011). Par conséquent, on peut dire que la majorité de la recherche réalisée sur plusieurs services traite de services agissant en synergie, et non de services antagonistes.

3.4 Liens entre services



(a) Importance relative des services

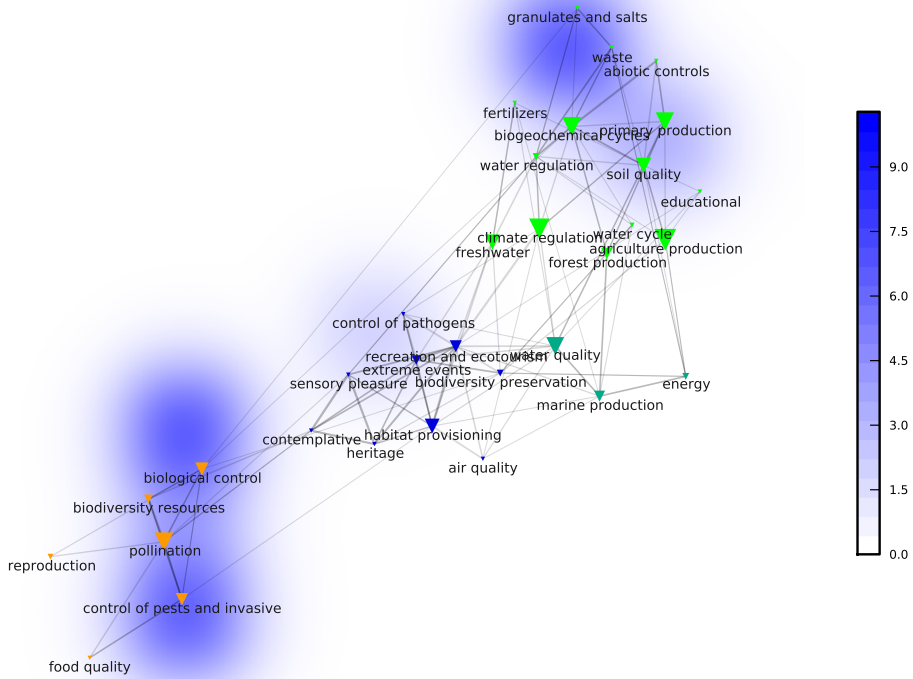


(b) Gradient d'interaction (valeurs absolues)

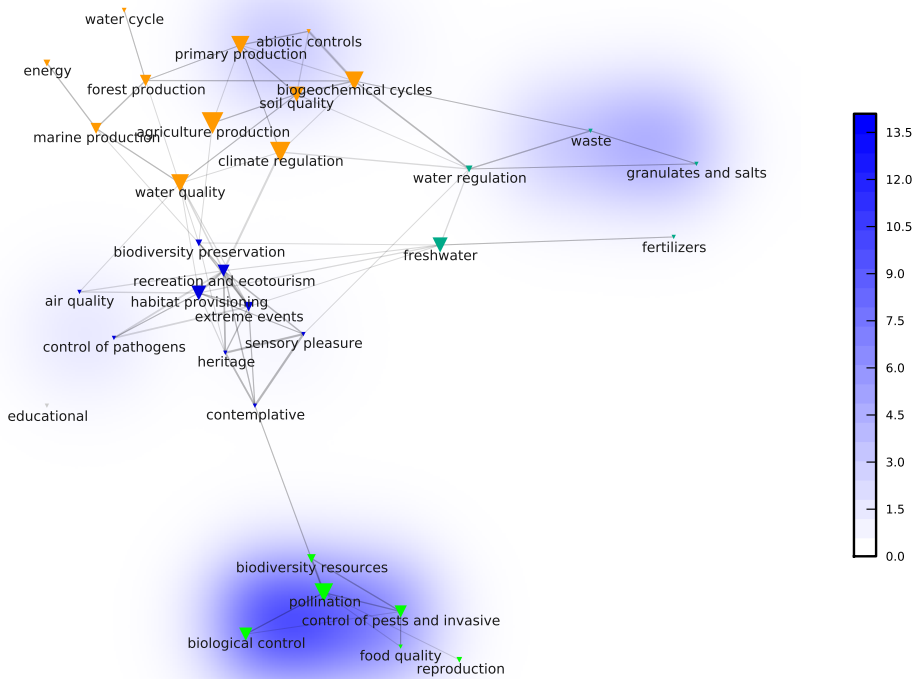
(c) Gradient d'interaction (pourcentages)

FIGURE 3.1 – (a) Importance relative des services. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés. (b-c) Distribution des services selon un gradient de cooccurrence. 1 : services mentionnés seuls, 2 : services mentionnés avec un deuxième service, 3 : services mentionnés avec deux autres services, etc. (b) valeurs absolues. (c) pourcentage. Le total (100 %) correspond au nombre d'occurrences de chaque service. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et DE.

CHAPITRE 3 : Étude des services à travers la terminologie du MEA



(a) Carte non seuillée



(b) Carte seuillée

FIGURE 3.2 – Cartes des cooccurrences entre services. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB, DE. Mesure : distributional. En bleu : thématiques Inra. (a) Seuil : top-5 neighbours. (b) Seuil : 0.2 + top-5 neighbours.

3.5 Limites de l'approche

Sans surprise, l'Inra est fortement positionné sur le cluster vert clair (thématiques agricoles). Il est peu présent sur les services culturels, les fonctions écologiques (services support), et surtout sur les services en lien avec l'eau. On remarque qu'il n'apparaît pas positionné sur *agriculture production*. On peut penser que les chercheurs qui étudient cette thématique ne mentionnent pas la notion de « service écosystémique » dans leurs travaux. Cette faible implication de l'agronomie, et de l'Inra en particulier, sur la thématique des services écosystémiques, laisse penser que le MP EcoServ devra débiter par une phase de sensibilisation importante des chercheurs.

- ✿ Les services étudiés conjointement sont majoritairement des services qui ont des effets de synergie. Les services antagonistes sont très peu étudiés simultanément.
- ✿ Un travail de sensibilisation important sera à réaliser à l'Inra pour familiariser les chercheurs avec cette notion.

3.5 Limites de l'approche

La méthode utilisée pour repérer les services laisse de côté la moitié du corpus et ne permet pas de repérer les dysservices (dysfonctionnement des écosystèmes). Or ceux-ci semblent mentionnés de façon très fréquente. Cela pourrait expliquer, d'une part, que la moitié du corpus soit laissée de côté, et d'autre part la basse fréquence de certains services, comme *biodiversity preservation*. Ne peut-on supposer que la forme *biodiversity loss* serait préférée pour traiter de ce sujet ? Ces thèmes manquants sont analysés dans le chapitre suivant.

Chapitre 4

Étude globale des thématiques abordées

4.1 Matériel et méthodes

Une extraction lexicale¹ a été réalisée sur le champ Résumé du corpus EcoServ-WoS. Nous avons retenu les 4 534 termes extraits de ces résumés, ainsi que les 623 mots-clés extraits du champ Mots-clés auteur (DE) ayant un nombre d’occurrences supérieur à 8 (i.e. correspondant à 1 ‰ du corpus). Parmi eux, 223 termes sont communs aux mots-clés et résumés, ce qui donne un total de 4 934 termes (6 % de monoterme, 82 % de biterme, 12 % de multi-termes à plus de deux termes). Nous avons ensuite réparti ces termes en onze catégories exhaustives, qui ont émergé au cours du processus de tri et qui font référence à :

1. des services
 - (a) comme repérés précédemment au chapitre 3 (e.g. *carbon storage*)
 - (b) supplémentaires, non repérés précédemment (e.g. *resilience*);
2. des dysservices (e.g. *biodiversity loss, extreme events*);
3. des acteurs (e.g. *stakeholders, farms*);
4. des problématiques sociales (e.g. *economic consequences, poverty*);
5. la notion de management (e.g. *management, agricultural practices*);
6. la notion de gouvernance (e.g. *policy, legislation*);

1. Paramètres : Minimum frequency = 8, List size = 1 000 000, Monograms forbidden, Sentence level.

7. la notion de futur (e.g. *sustainability, goals*);
8. des écosystèmes;
9. des organismes;
10. des lieux géographiques;
11. des méthodes.

Les termes issus des quatre dernières catégories n'ont pas été retenus car celles-ci n'entraient pas dans le cadre de notre analyse. Là encore, de nouveaux services intermédiaires sont apparus, qui enrichissent ceux définis par le MEA et ceux repérés au chapitre 3 : *resilience, resistance, stability, recovery, regeneration, adaptation, habitat provisioning, reproduction, biodiversity increase*. A noter que nous avons choisi de ne pas considérer le terme *biodiversity* comme un service. Au total, ce sont donc 1305 mots qui ont ainsi été conservés, puis regroupés dans 152 sous-catégories respectant au maximum les formulations initiales. Une liste détaillée des termes est donnée pour trois sous-catégories en annexe C page 61 (*Agricultural practice, Resilience, Habitat fragmentation*). Le degré de regroupement a été plus important pour les catégories préétablies (services et dysservices) que pour celles qui sont apparues au cours du processus de tri. Les documents ont ensuite été indexés à partir des champs AB et DE.

❖ Le corpus EcoServ-WoS ne concerne pas seulement les services écosystémiques mais également les dysservices, les questions de management, de gouvernance et les acteurs impliqués ainsi que les problématiques sociétales soulevées.

4.2 Résultats

Contrairement au chapitre 3, où l'indexation ne retournait que la moitié des documents, elle nous retourne cette fois 97 % du corpus (voir tableau 4.1). Les 15 thématiques les plus fréquentes sont présentées tableau 4.1. On trouve en tête : *biodiversity, management, water provisioning, conservation* et *scenarios*. On remarque donc la prégnance de la thématique « biodiversité », ainsi que des thématiques de gestion (*management, conservation*) et de prévision du futur (*scenarios*). En tout, 67 % des documents sont indexés avec au moins un service (78 % si l'on compte *biodiversity*). Si l'on compare ce chiffre aux 47 % précédemment obtenus au chapitre 3, c'est une nette augmentation que l'on observe. Ce sont également 72 % des documents indexés avec *ecosystem function* et 73 % des documents indexés avec *ecosystem service*

4.2 Résultats

INDEXATION	
nb de documents	7707
nb de documents indexés	7488
% de documents indexés	97
CATÉGORIES	PROPORTION DE DOCUMENTS INDEXÉS
service	78 %
dysservice	51 %
action	68 %
critère de choix	37 %
futur	36 %
gouvernance	17 %
acteurs	17 %
SOUS-CATÉGORIES LES PLUS FRÉQUENTES	NOMBRE DE MENTIONS
biodiversity	3105
management	2445
water provisioning	1856
conservation	1654
scenarios	1463
agricultural production	1385
land settlement	1246
primary production	1245
agricultural practice	1222
policy	957
climate change	938
exploitation	881
sustainability	881
restoration	799
assessment	774

TABLE 4.1 – *Proportion de documents indexés par les 1305 termes retenus, regroupés en 7 catégories et 152 sous-catégories thématiques. Le total (100 %) correspond au nombre total de documents. Distribution des documents dans les 7 catégories et 15 sous-catégories les plus fréquentes. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et DE.*

qui sont indexés avec au moins un service. La moitié du corpus (51 %) mentionne un dysservice, les deux tiers (68 %) une action à mener, un tiers traite de critères de choix décisionnels (37 %) ou d'objectifs futurs à atteindre (36 %). Les mentions à la gouvernance ou aux acteurs sont les plus faiblement représentées, avec 17 % des documents chacune.

4.2.1 Services

La distribution des services est présentée figure 4.1a. Cette fois, les services finaux sont les plus étudiés. En tête se trouvent *agricultural production* et *primary production*. Tous les autres services sont présents à hauteur de moins de 10 % des documents. Avec cette nouvelle indexation, 49 % des documents mentionnent un seul service, 30 % en mentionnent deux et 21 % plus de deux (respectivement 39 %, 31 % et 30 % si l'on ajoute *biodiversity*). Ces proportions ne sont pas modifiées au cours du temps (figure 4.1b). Tous ces résultats contrastent fortement avec les

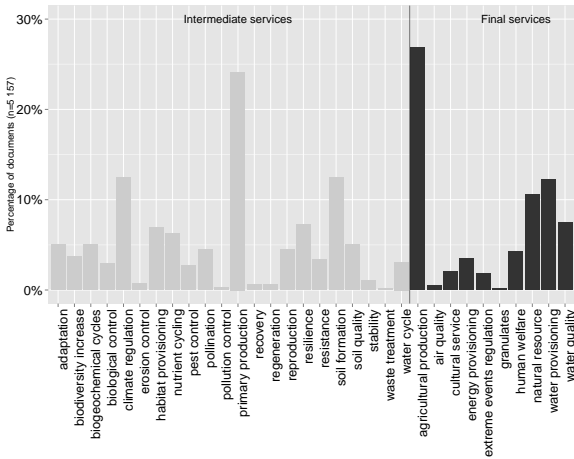
résultats obtenus au chapitre 3. Cela s’explique par la grande diversité de vocabulaire utilisée par les auteurs pour désigner les services. Par exemple, là où précédemment le service *agricultural production* était repéré par des termes autour de *provision, supply, resource, product, source* il est maintenant aussi repéré par des termes comme *crops, harvest, coffee, farm production, forbs and legumes* ainsi que par les termes précédemment utilisées pour *forest production*.

La carte 4.1c permet de visualiser les liens de cooccurrence entre services. Pour des raisons de simplification de lecture, la carte ne conserve que les 5 plus proches voisins de chaque nœud, mais cela ne modifie pas la topologie du réseau. Le gradient de couleur bleue permet de visualiser l’implication préférentielle des sciences agronomiques (via le champ SC *Agriculture*) sur certains services (l’intensité de bleu correspondant à un score de spécificité de la discipline par rapport aux éléments de la carte (chi-2)). Cinq groupes de services particulièrement étudiés ensemble sont visibles, distingués par les couleurs de nœud jaune, rouge, vert, bleu clair et bleu foncé. Le groupe jaune traite des services liés à l’eau (*water cycle, water quality, erosion control*) ou à la limitation de la pollution (*pollution control, waste treatment, air quality*). Les clusters rouge, vert et bleu foncé concernent des services intermédiaires ou de support : *biogeochemical cycles, nutrient cycling, soil quality, soil formation, primary production; resilience, stability, resistance; recovery; biodiversity increase; regeneration*. Le groupe bleu clair concerne les services en lien avec l’agriculture : *agricultural production, biological control, pollination, reproduction, pest control, etc.* On observe donc une séparation entre les services liés à des dynamiques biologiques et les services liés aux cycles des nutriments. Les sciences agronomiques sont fortement positionnées sur les services de production (*energy provisioning, agricultural production*) et les fonctions support d’approvisionnement en nutriments (cluster rouge). Cette discipline ne se préoccupe pas particulièrement des services de régénération et de résistance des écosystèmes (clusters vert et bleu foncé), ni des services liés à l’eau ou à la pollution des écosystèmes (cluster jaune).

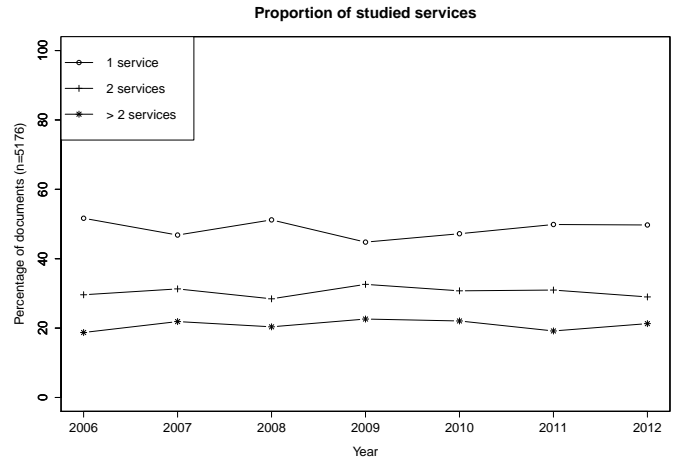
4.2.2 Thèmes

Une carte de cooccurrence des 152 sous-catégories a ensuite été réalisée, dont le résultat est présenté figure 4.2. Pour des raisons de simplification de lecture, la carte ne conserve que les cinq plus proches voisins de chaque nœud, et uniquement les liens d’intensité supérieure à 0.3. Le gradient de couleur bleue permet de visualiser l’implication préférentielle des sciences agronomiques (via le champ SC *Agriculture*) sur certains thèmes. On distingue six grands groupes : un groupe traitant des questions de sciences sociales (jaune et vert), un autour de l’eau (bleu clair), un autour du climat (bleu foncé), un autour de différentes fonctions écosystémiques (rouge), un autour de la fourniture d’habitat (bleu clair), et un dernier autour des thématiques agricoles

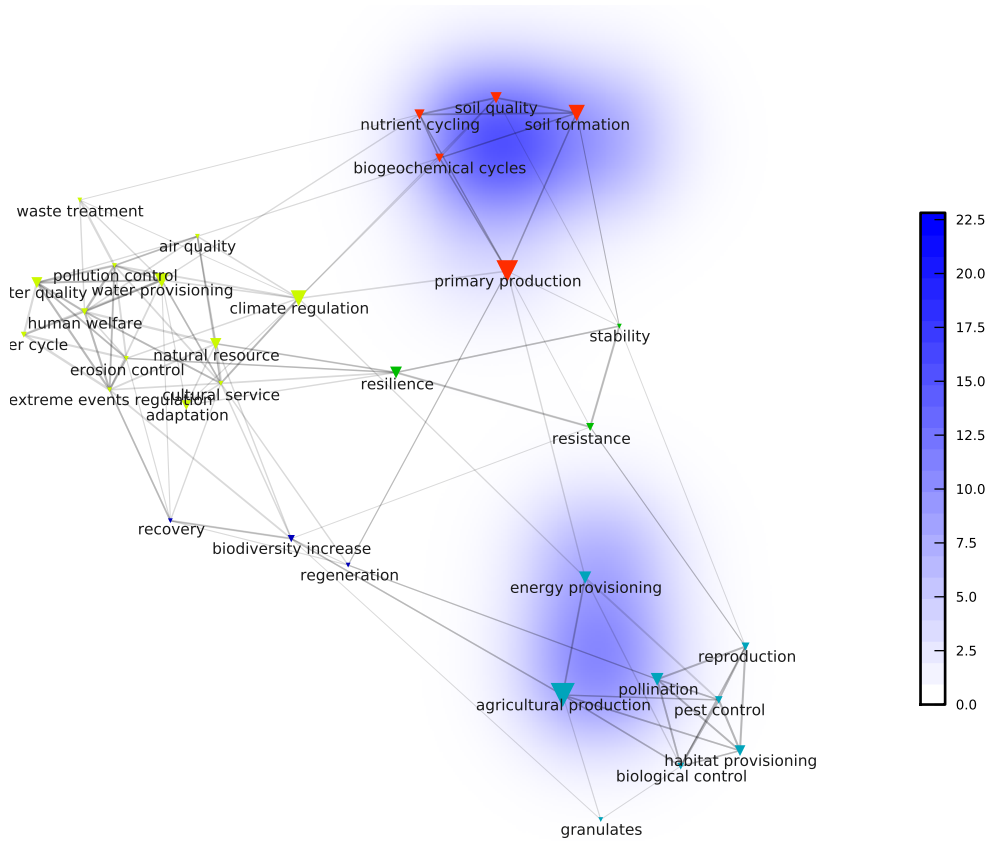
4.2 Résultats



(a) Importance relative des services



(b) Répartition au cours du temps des documents mentionnant 1, 2 ou plus de 2 services



(c) Cartographie des cooccurrences de services

FIGURE 4.1 – (a) Importance relative des services. Le total (100 %) correspond au nombre de documents du corpus. (b) Répartition au cours du temps des documents mentionnant 1, 2 ou plus de 2 services. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés par au moins un service. (c) Cartographie des cooccurrences de services. Mesure : distributional. Seuil : top-5 neighbours. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et DE.

4.2 Résultats

forestières tropicales. Il contient de nombreuses allusions à des termes de bien-être social : *development goals, public goods, property rights, equity, poverty, community members, etc.*, caractéristiques du vocabulaire des *socio-ecological system studies* (Glaser *et al.*, 2008). C'est aussi dans ce cluster que se retrouvent le plus grand nombre d'acteurs (*policy makers, land owners, civil society, etc.*).

Le second cluster de sciences sociales (vert) concerne les problématiques de management et de gestion : *assessment, uncertainty, risk, policy, economic consequences, economic costs, etc.* C'est dans ce cluster que l'on retrouve le terme de *trade-off*, lié aux termes *social benefits, decision makers, decision making, policy, economic valuation*. Les termes liés à l'évaluation économique font référence à la méthodologie de l'économie classique : *contingent valuation, willingness to pay, stated preferences, etc.* Ces questions de gestion et de décision (*management, decision making*) sont étroitement liées à des termes économiques (*economic costs, economic benefits, economic consequences, economic activity*). Les objets et objectifs associés à ce cluster « gestion » sont désignés par des termes très généraux (*natural resource, sustainability, economic benefits*). Les objets de cette gestion ne sont pas uniquement naturels : il s'agit également d'activités humaines telles que *land settlement, exploitation, recreational activity*. On voit donc l'importance des méthodologies traditionnelles de l'économie (Farley, 2010), et de l'argumentaire en faveur du développement social, pour aborder la gestion des ressources naturelles et de certaines activités humaines. Les compromis semblent pour le moment abordés de manière théorique, puisque ce terme n'apparaît pas lié à des paires de termes potentiellement porteuses de conflits (par exemple un couple service-dysservice, ou des pratiques de gestion, ou encore des acteurs particuliers). Il est mentionné avec des termes généraux désignant un objectif (bénéfices sociaux, bénéfices économiques) ou une prise de décision. Par conséquent, il reste à développer une recherche intégrant véritablement les bouquets de services.

Le partitionnement entre « sciences biologiques » et « problématiques sociétales » fait ressortir la distinction opérée par Fisher *et al.* (2009) entre services intermédiaires (les fonctions de l'écosystème) et services finaux (résultant du couplage d'une activité humaine à ces services intermédiaires). Les services intermédiaires, et leurs dysservices correspondants (e.g. *habitat provisioning vs. habitat fragmentation*) sont associés au sein des mêmes clusters, dans la partie « sciences biologiques » de la carte. Les services finaux se retrouvent dans les autres clusters, ségrégés en fonction du degré d'implication de la dynamique des écosystèmes dans les usages humains qui en sont faits : utilisation d'un stock (*exploitation, recreational activity*), ou mobilisation de leurs flux (*energy provisioning, water provisioning, etc.*).

Les termes faisant référence à la notion d'incertitude et de modélisation (*scenarios, adaptation, uncertainty, future*) ne sont pas au centre des problématiques de gestion et management, et non liées aux outils économiques. On peut donc considérer qu'il

existe une sous-représentation de cette notion d'incertitude dans la mise en place des mesures et outils d'aide à la gestion, comme le soulignent Coreau *et al.* (2009). Prédire le futur de systèmes écologiques est un champ de recherche transdisciplinaire (*Futures research*, Bengston *et al.* (2012)) qui aurait intérêt à se rapprocher de la discipline économique.

Les sciences agronomiques investissent quant à elles préférentiellement les thématiques biophysiques liées à la santé et à l'alimentation des plantes. Ces thématiques sont celles qu'elles étudient de manière préférentielle (Cañas-Guerrero *et al.*, 2013). Un biais de ces résultats pourrait venir de la façon dont le *Web of Science* indexe les documents dans la catégorie *Agriculture*. Par exemple, certains documents écrits par des agronomes ont pu être classés par le *Web of Science* en Écologie ou Biologie de la conservation. Cependant peu de liens sont observés au sein de notre corpus entre les thématiques clairement agronomiques (production agricole, etc.) et les thématiques de management et de conservation (clusters vert et jaune), alors même que Cañas-Guerrero *et al.* montrent une augmentation significative de l'utilisation des mots-clés *management* et *diversity* depuis une quinzaine d'années dans les articles appartenant à la catégorie *Agriculture* du *Web of Science*. Par conséquent, l'absence remarquée, dans nos données, de la catégorie *Agriculture* sur les thématiques de management et de gestion montre que les sciences agronomiques abordent la thématique des services écosystémiques par les questions qui lui sont traditionnelles : *yields/growth/soil/plants* (Cañas-Guerrero *et al.*, 2013). Les sciences agronomiques abordent donc les services écosystémiques de manière bio-physique, et n'intègrent pas l'agro-socio-écosystème dans son ensemble. Enfin, elles n'abordent pas, ou peu, le problème de la pollution (et de la restauration) des écosystèmes, alors même que l'agriculture fait partie des responsables de cette pollution. On est donc encore loin d'une vision entièrement intégrée des socio-agro-écosystèmes.

- ❁ La gestion des ressources naturelles et de certaines activités humaines est abordée par des méthodologies traditionnelles de l'économie, ainsi qu'un argumentaire en faveur du développement social.
- ❁ Les compromis semblent pour le moment abordés de manière théorique.
- ❁ Il existe une sous-représentation de la notion d'incertitude dans la mise en place de ces mesures et outils d'aide à la gestion.
- ❁ Les sciences agronomiques sont préférentiellement investies sur les thématiques biophysiques liées à la santé et à l'alimentation des plantes, qui lui sont traditionnelles. On est donc encore loin de l'idée d'étudier un socio-agro-écosystème dans son ensemble.

Chapitre 5

Nature des écosystèmes

5.1 Matériel et méthodes

La liste de termes obtenus dans le chapitre précédent a été parcourue pour repérer les termes désignant des écosystèmes. Ceux-ci ont été regroupés en 16 catégories. Les termes ne pouvant être toujours attribués de manière non ambiguë à un écosystème donné, certaines de ces catégories sont chevauchantes (e.g. *aquatic* et *marine*). Une fois l'indexation faite sur les champs AB et KW, on obtient 64 % de références indexées et 36 % de références non indexées (voir tableau 5.1). Cela signifie qu'un tiers des références n'est pas repérée via ces termes.

INDEXATION	
nb de documents	7707
nb de documents indexés	4917
% de documents indexés	64
1 écosystème (%)	63
> 2 écosystèmes (%)	37
nb maximum	7

TABLE 5.1 – *Proportion de documents indexés par un vocabulaire se référant aux écosystèmes. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et KW.*

Un échantillonnage aléatoire de 20 documents parmi ceux qui ne sont pas indexés révèle que cela est dû à :

1. des articles théoriques, de synthèse ou programmatiques (8 articles)
2. des écosystèmes étudiés à un niveau microscopique (3 articles) : *human oral cavities, contaminated soils, aggregates*

3. des études réalisées à un niveau national ou régional (3 articles)
4. des écosystèmes nommés de façon précise ou non détectés (6 articles) : e.g. *Marovo lagoon, forested landscapes*.

Les trois quarts de l'échantillon concernent des articles pour lesquels la notion d'écosystème n'est pas pertinente. On considère donc que le taux d'indexation est convenable.

5.2 Résultats

La figure 5.1 présente la distribution de ces écosystèmes au sein des documents indexés. Les systèmes forestiers sont les plus fréquents (plus de 30 % des documents), suivis des systèmes agricoles (20 %) et aquatiques (rivières, marins, aquatiques). La prégnance des écosystèmes forestiers n'est pas surprenante, compte tenu du rôle joué par les forêts dans le service de régulation du climat, et les différentes mesures politiques prises (cf. les REDD+ par exemple).

Il est délicat de faire ici une distinction entre écosystèmes anthropisés et non anthropisés, ou de tenir compte d'un gradient d'anthropisation. On peut néanmoins constater l'importance des milieux agricoles et forestiers dans la problématique des services écosystémiques.

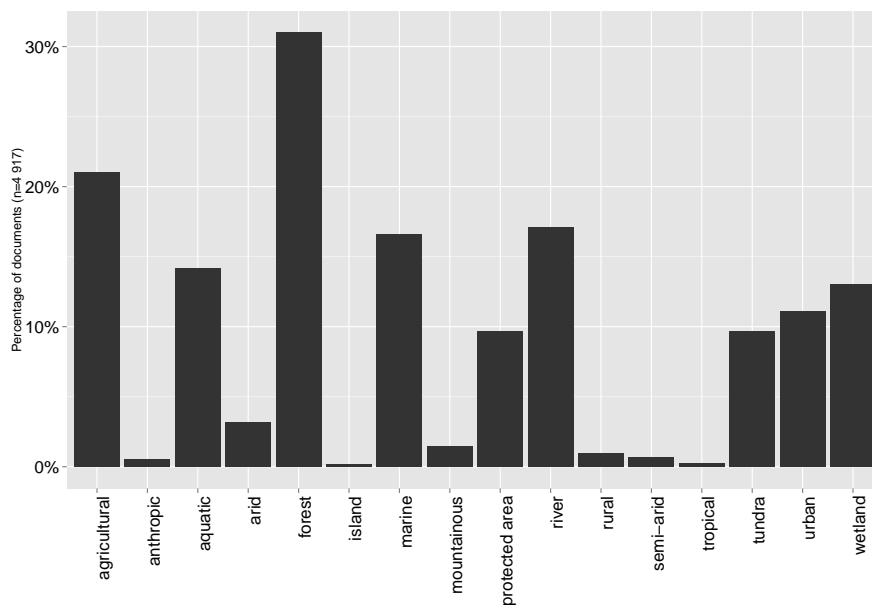


FIGURE 5.1 – *Distribution des 16 écosystèmes repérés. Corpus EcoServ-WoS. Champs AB et DE. Le total (100 %) correspond au nombre de documents indexés.*

5.3 Focus sur les écosystèmes agricoles

Au cours de ce travail nous avons vu différentes méthodes pour approximer la place des milieux agricoles dans le corpus EcoServ. La première a consisté à partir des *Subject Category* du *Web of Science*, la seconde à détecter des motifs de type *agr** ou *forest** dans le corpus, et la dernière, que nous venons de voir, à étudier différents termes désignant des écosystèmes. Si l'on rapporte le nombre d'articles obtenu par chacune de ces méthodes au nombre total de documents du corpus, on obtient le tableau 5.2. On observe que les chiffres obtenus varient considérablement suivant la méthode employée, allant de 10 % (*Subject Category*) à 27 % (Motifs *agr**) pour l'agriculture seule.

	agr* ou forest*		<i>Subject Category</i>		Écosystèmes	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Agriculture	2053	27	766	10	1035	13
Forest	1812	24	416	5	1525	20
Agriculture OR Forest	3276	43	1149	15	2350	30

TABLE 5.2 – *Tableau comparatif des trois méthodes d'estimation de la place de l'agriculture dans le corpus. Corpus EcoServ-WoS. Le total (100 %) correspond au nombre total de documents.*

Les chevauchements entre les différents repérages sont présentés figure 5.2. Il existe de nombreux documents qui ne sont repérés que par une seule méthode.

Un échantillonnage aléatoire de 20 documents parmi ceux qui sont indexés par Thomson mais pas par le motif *agr** révèle que cela est dû à des articles :

1. hors sujet (*sedimentation*, 1 article)
2. mentionnant l'agriculture de manière indirecte (ex. : *environmental goods*, 2 articles)
3. utilisant un autre vocabulaire que *agr** (e.g. *peatland*, *horticulture*, *crop*), 17 articles).

Un échantillonnage aléatoire de 20 documents parmi ceux qui sont indexés par le motif *agr** mais pas par Thomson révèle que cela est dû à des articles :

1. hors sujet (*agreement*, 2 articles)
2. de sciences sociales impliquant l'agriculture (5 articles)
3. sur des contraintes extérieures à l'agriculture (*water*, 1 article)

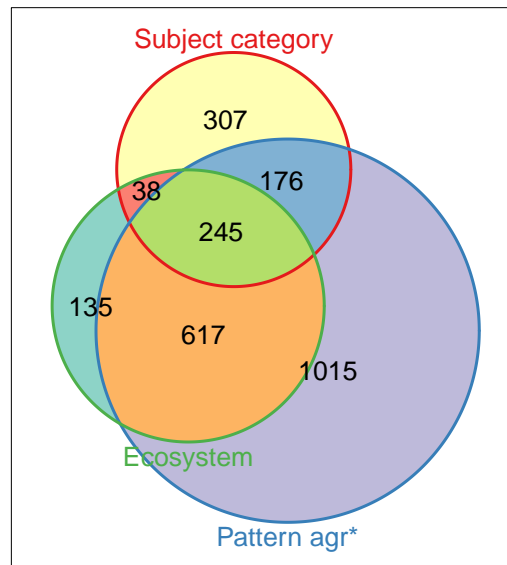


FIGURE 5.2 – Comparaison des trois méthodes de détection de la place de l'agriculture. Corpus EcoServ-WoS.

4. sur les conséquences de pratiques agricoles (e.g. *nitrogen turnover*, *wetland loss*, 3 articles)
5. dont le sujet est discuté à une échelle plus large (*land use*, *biodiversity*..., 9 articles).

Par conséquent, l'indexation la plus fiable semble être celle obtenue avec la détection de motifs de type *agr**, même si un certain nombre de documents sont laissés de côté. Si la discipline Agriculture est peu présente dans le corpus en comparaison avec l'Écologie et la Biologie de la conservation, les thématiques agricoles sont néanmoins très présentes. On peut donc estimer la proportion des études liées aux thématiques agricoles à environ 30 % du corpus.

Un grand nombre de travaux de ce corpus traitent d'agro-écosystèmes sans être indexés dans le champ *Agriculture* par le *Web of Science*. Cette disjonction entre les articles traitant d'agro-écosystèmes et ceux étiquetés en agronomie s'explique essentiellement par l'existence de documents de sciences sociales sur les agro-écosystèmes, d'une part ; et de documents portant sur des études à l'échelle du paysage, d'autre part. Il n'existe pas de définition universelle de ce que sont ces *landscape approaches*, celles-ci pouvant autant signifier « *modeling of biophysical elements* que *spatial planning* (Sayer et Cassman, 2013). Cependant, le *Subsidiary Body on Scientific*,

5.3 Focus sur les écosystèmes agricoles

Technical and Technological Advice de la CBD a récemment adopté un ensemble de 10 principes pour intégrer au mieux *agricultural production* et *environmental conservation* à l'échelle du paysage (Sayer et Cassman, 2013). Ces 10 principes remettent l'humain au cœur du processus de décision : (1) *Continual learning and adaptive management*, (2) *Common concern entry point*, (3) *Multiple scales*, (4) *Multifunctionality*, (5) *Multiple stakeholders*, (6) *Negotiated and transparent change logic*, (7) *Clarification of rights and responsibilities*, (8) *Participatory and user-friendly Monitoring*, (9) *Resilience*, (10) *Strengthened stakeholder capacity*. Ils impliquent donc un changement radical de gouvernance.

The landscape approach acknowledges the various tradeoffs among these goods and services. It addresses them in a spatially explicit and ecosystem-driven manner that reconciles stakeholders' multiple needs, preferences, and aspirations (Sayer et Cassman, 2013)

. Cela souligne d'autant plus l'importance pour les sciences agronomiques de se saisir du concept de service écosystémique et de faire partie prenante de ces landscape approaches, afin de rendre compte des spécificités des agro-écosystèmes en tant qu'éléments de ces paysages qui sont aujourd'hui étudiés par des disciplines non agronomiques.

Les *landscape approaches* sont capitales pour les sciences agronomiques aujourd'hui.

Chapitre 6

Conclusion : services écosystémiques et sciences agronomiques

Ces résultats montrent que ce concept a peu été saisi par les sciences agronomiques, quand bien même de nombreuses études traitent des milieux agricoles ; qu'il est beaucoup abordé de manière programmatique et sans considérer le socio-système dans son ensemble. Un grand nombre de travaux effectués à l'échelle du paysage incluent les agro-écosystèmes mais ne sont pas réalisés par les sciences agronomiques. Celles-ci ont intérêt à se placer sur ces « approches paysage » qui gagnent une place de plus en plus importante. Le développement d'une recherche intégrée sur la gestion des écosystèmes anthropisés prend donc tout son sens dans ce contexte, et un travail de sensibilisation important sera à réaliser à l'Inra pour familiariser les chercheurs avec la notion de « service écosystémique ».

Cette étude met également en évidence la limite du cadre conceptuel du MEA, limite qui a déjà été pointée à de nombreuses reprises dans la littérature. Ses catégories de service sont en effet de portée limitée pour repérer les services dans la littérature et elles ne permettent pas de détecter les dysservices (entendus ici comme des dysfonctionnements), qui en représentent pourtant une part importante. Cette étude possède également des limites importantes dans la mesure où sa source de données est loin d'être exhaustive et où son travail de catégorisation n'a pas permis de lever certaines ambiguïtés thématiques. Il est en effet souvent difficile de déterminer à partir de la liste de termes s'il s'agit d'un service rendu par les écosystèmes ou d'un service rendu par l'homme (ex. : « forest protection »).

Annexe A

Requête

La requête a été réalisée dans les champs TS (WoS et CAB) et TI-AB-KEY (Scopus).

TS=("eco-system* service" OR "eco*system* service" OR "eco-system* services" OR "eco*system* services" OR "agro*system* service" OR "agro*-system* service" OR "agro-*system* service" OR "agro*-system* service" OR "agro*system* services" OR "agro*-system* services" OR "agro-*system* services" OR "agro*-system* services" OR "environmental service" OR "environmental services" OR "agro*environmental service" OR "agro-environmental service" OR "agri*environmental service" OR "agri-environmental service" OR "agro*environmental services" OR "agro-environmental services" OR "agri*environmental services" OR "agri-environmental services" OR "ecological service" OR "ecological services" OR "agro*ecological service" OR "agro-ecological service" OR "agro*ecological services" OR "agro-ecological services" OR "landscape service" OR "landscape services" OR "land service" OR "land services" OR "land-use service" OR "land-use services" OR "eco-system* function" OR "eco*system* function" OR "eco-system* functions" OR "eco*system* functions" OR "agro*system* function" OR "agro*-system* function" OR "agro-*system* function" OR "agro*-system* function" OR "agro*system* functions" OR "agro*-system* functions" OR "agro-*system* functions" OR "agro*-system* functions" OR "environmental function" OR "environmental functions" OR "agro*environmental function" OR "agro-environmental function" OR "agri*environmental function" OR "agri-environmental function" OR "agro*environmental functions" OR "agro-environmental functions" OR "agri*environmental functions" OR "agri-environmental functions" OR "ecological function" OR "ecological functions" OR "agro*ecological function" OR "agro-ecological function" OR "agro*ecological functions" OR "agro-ecological functions" OR "landscape function" OR "landscape functions" OR "land function" OR "land functions" OR "land-use function" OR "land-use functions" OR "eco-system* good" OR "eco*system* good" OR "eco-system* goods" OR "eco*system* goods" OR "agro*system* good" OR "agro*-system* good" OR "agro-*system* good" OR "agro*-system* good" OR "agro*system* goods"

OR "agro*-system* goods" OR "agro-*system* goods" OR "agro*-system* goods" OR "environmental good" OR "environmental goods" OR "agro*environmental good" OR "agro-environmental good" OR "agri*environmental good" OR "agri-environmental good" OR "agro*environmental goods" OR "agro-environmental goods" OR "agri*environmental goods" OR "agri-environmental goods" OR "ecological good" OR "ecological goods" OR "agro*ecological good" OR "agro-ecological good" OR "agro*ecological goods" OR "agro-ecological goods" OR "landscape good" OR "landscape goods" OR "land good" OR "land goods" OR "land-use good" OR "land-use goods" OR "eco-system* amenity" OR "eco*system* amenity" OR "eco-system* amenities" OR "eco*system* amenities" OR "agro*system* amenity" OR "agro*-system* amenity" OR "agro-*system* amenity" OR "agro*-system* amenity" OR "agro*system* amenities" OR "agro*-system* amenities" OR "agro*system* amenities" OR "agro*-system* amenities" OR "environmental amenity" OR "environmental amenities" OR "agro*environmental amenity" OR "agro-environmental amenity" OR "agri*environmental amenity" OR "agri-environmental amenity" OR "agro*environmental amenities" OR "agro-environmental amenities" OR "agri*environmental amenities" OR "agri-environmental amenities" OR "ecological amenity" OR "ecological amenities" OR "agro*ecological amenity" OR "agro-ecological amenity" OR "agro*ecological amenities" OR "agro-ecological amenities" OR "landscape amenity" OR "landscape amenities" OR "land amenity" OR "land amenities" OR "land-use amenity" OR "land-use amenities")

Annexe B

Exemples de catégorisation de services

Exemples d'expressions issues des AB et DE du *Web of Science* et classées sous les catégories de services *Primary production*, *Agriculture production* et *Soil quality*.

Primary production :

"aboveground biomass production|&|production of aboveground biomass|&|aboveground biomass productivity|&|Aboveground biomass production|&|net above-ground production|&|above-ground net production|&|above-ground biomass production|&|above-ground phytomass production|&|aboveground plant production|&|aboveground primary production|&|aboveground net primary production|&|above-ground net primary productivity (anpp)|&|aboveground net primary production|&|Aboveground net primary productivity|&|aboveground net primary productivity|&|Aboveground net primary|&|above-ground productivity|&|aboveground production|&|aboveground productivity|&|Aboveground productivity|&|algal primary production|&|algal primary productivity|&|annual aboveground net primary production|&|annual aboveground net primary productivity|&|annual net primary production|&|annual net primary productivity|&|belowground net primary production|&|belowground net primary productivity|&|net belowground primary production|&|net primary production belowground|&|belowground production|&|belowground productivity|&|Production of belowground|&|production belowground|&|below-ground productivity|&|benthic primary production|&|benthic primary productivity|&|benthic productivity|&|benthic production|&|benthic sources|&|benthic source|&|biomass production|&|biomass productivity|&|Biomass production|&|biomass and productivity|&|production or biomass|&|production and biomass|&|production of biomass|&|Biomass and production|&|productivity and biomass|&|biomass resources|&|resource biomass|&|ecosystem primary productivity|&|primary productivity of ecosystems|&|primary production of the ecosystem|&|fine-root production|&|fine-root Production|&|Fine root production|&|fine root production|&|forest formations|&|forest formation|&|grass biomass production|&|grass production|&|grass productivity|&|grass products|&|productivity of grasses|&|gross primary production|&|gross primary productivity|&|Gross primary production|&|Gross primary productivity|&|higher primary productivity|&|increase biomass pro-

duction|&|increases biomass production|&|Biomass production increases|&|increasing biomass production|&|increased biomass production|&|increases plant productivity|&|increase plant productivity|&|increase in plant production|&|increases in plant production|&|increased plant production|&|leaf production|&|local biomass production|&|mangrove products|&|mangrove production|&|products that mangroves|&|matter sources|&|net aboveground primary productivity|&|net annual primary production|&|annual net primary production|&|total annual net primary productivity|&|net primary production|&|net primary productivity|&|Net Primary Productivity|&|Net Primary Production|&|Net primary productivity|&|Net primary production|&|net primary production|&|net primary production (npp)|&|net primary productivity|&|pelagic primary production|&|pelagic primary productivity|&|Pelagic primary production|&|primary production over pelagic production|&|phytomass production|&|phytoplankton production|&|Phytoplankton production|&|phytoplankton productivity|&|productivity of phytoplankton|&|plant biomass production|&|biomass production of plants|&|plant biomass productivity|&|plant biomass and productivity|&|plant productivity and biomass|&|plant primary production|&|primary production from plants|&|plant production|&|plant productivity|&|plant resources|&|plant productivity|&|plant production|&|plant products|&|Plant productivity|&|Plant production|&|production plant|&|production plants|&|plant productive|&|productivity of plants|&|productive plants|&|plant resources|&|plant resource|&|Plant resource|&|planting stock production|&|primary production|&|primary productivity|&|Primary production|&|Primary productivity|&|primary source|&|primary sources|&|root production|&|seagrass productivity|&|terrestrial net primary production|&|terrestrial net primary productivity|&|vegetation formations|&|wetland primary production|&|zooplankton production|&|production of zooplankton|&|productivity of zooplankton|&|high production and biomass|&|production of root biomass|&|root biomass production"

Agricultural production :

"agricultural production|&|agricultural productivity|&|agricultural products|&|agriculture production|&|production agriculture|&|Agricultural production|&|productive agriculture|&|agricultural product|&|agronomic productivity|&|agronomic production|&|agricultural sources|&|agriculture as a source|&|annual production|&|Annual production|&|annual productivity|&|farm level productivity|&|harvestable products|&|harvest products|&|production of a harvestable|&|harvest and production|&|harvested products|&|horticultural products|&|horticulture product|&|horticulture product line|&|increase agricultural productivity|&|increase agricultural production|&|agricultural productivity increase|&|increases in agricultural productivity|&|agricultural products increases|&|agricultural productivity through an increase|&|agricultural production|&|intensive agricultural production|&|intensity of agricultural production|&|agricultural production intensity|&|level of agricultural production|&|agricultural production at levels|&|rangeland productivity|&|rangeland products|&|rangeland resources|&|rangeland resource|&|support agriculture|&|support for agriculture|&|support agricultural|&|sustainable agricultural production|&|sustainability of agricultural production|&|agroforestry for animal production|&|alternative food source|&|alternative food sources|&|animal production|&|animal productivity|&|animal products|&|autochthonous production|&|autochthonous productivity|&|beef production|&|cereal production|&|production of cereals|&|coffee production|&|coffee productivity|&|Coffee production|&|coffee products|&|crop and livestock production|&|crop and livestock productivity|&|crops and livestock production|&|cropland products|&|productivity cropland|&|productive cropland|&|productivity croplands|&|food production|&|production of food|&|food productivity|&|food products|&|Food production|&|products like food|&|food provision|&|provision of food|&|food provisioning|&|provisioning food|&|food resources|&|food resource|&|resources for food|&|food source|&|food sources|&|sources of food|&|source of food|&|forage

production|&|forage provisioning services|&|forage provisioning services|&|forage resources|&|forage resources|&|foraging resources|&|forage resource|&|forage source|&|forage sources|&|source of forage|&|forage production|&|forage productivity|&|production of forage|&|fruit production|&|Fruit production|&|production of fruit|&|global future food production|&|herbage production|&|herbage productivity|&|improvements in food productivity|&|improving food production|&|increased corn production|&|corn production increases|&|increasing food production|&|increase food production|&|increase in food production|&|increased food production|&|food production increases|&|intensive vegetable production|&|inter-trophic food provisioning|&|livestock forage production|&|production of livestock forage|&|forage production for livestock|&|livestock production|&|livestock productivity|&|livestock products|&|livestock product|&|maize production|&|maize productivity|&|meat production|&|milk production|&|milk productivity|&|milk products|&|natural food supply|&|nectar resources|&|nectar resource|&|pasture production|&|Pasture production|&|productivity of pastures|&|productivity pasture|&|pen-urban food production|&|prey resources|&|prey resource|&|rice production|&|production of rice|&|Rice production|&|shade coffee production|&|soybean production|&|soybean products|&|sustainable food production|&|sustainability of food production|&|sustainable production of food|&|sustaining food production|&|sustainability of both food production|&|vegetable production|&|vegetation productivity|&|vegetation production|&|vegetation productivities|&|production of vegetables|&|Vegetation productivity|&|vegetative production|&|vegetal production|&|vegetables production|&|vegetative productivity|&|Vegeta|&|wheat production|&|wine production|&|yield regulation|&|regulation of the yield|&|grain production|&|cotton production|&|productivity of agriculture|&|agricultural food production|&|grassland productivity|&|grassland production|&|Grassland productivity|&|production grasslands|&|productive grassland|&|productivity of grasslands"

Soil quality :

"coastal protection|&|erosion control|&|control erosion|&|controlling erosion|&|Erosion control|&|controlled erosion|&|control of erosion|&|erosion protection|&|protection from erosion|&|humus quality|&|improving soil quality|&|improved soil quality|&|improvement of soil quality|&|soil quality improvement|&|Improvement in soil quality|&|land quality|&|quality of land|&|quality land|&|litter chemical quality|&|litter chemical qualities|&|Chemical litter quality|&|chemical quality of litter|&|litter quality|&|Litter quality|&|litter qualities|&|quality litter|&|Quality of litter|&|nitrogen sequestration|&|organic matter quality|&|quality organic matter|&|organic matter storage|&|runoff and sediment production|&|runoff or sediment production|&|runoff and sediment production|&|seabed quality|&|sediment production|&|production and sediment|&|sediment production|&|sediment supply|&|sediment quality|&|sediment qualities|&|sediments quality|&|shoreline protection|&|protecting shorelines|&|soil and water quality|&|soil biological quality|&|biological soil quality|&|Soil biological quality|&|biological quality of the soil|&|soil erosion control|&|controlling soil erosion|&|control of soil erosion|&|erosion control and soil|&|Controlling Soil Erosion|&|soil formation|&|Soil formation|&|soil N storage|&|N storage in soil|&|soil p storage capacity|&|soil protection|&|protection of soil|&|protection of soils|&|Soil Protection|&|protecting soil|&|protecting soils|&|Soil protection|&|soil protection|&|soil quality|&|Soil quality|&|Soil Quality|&|quality soils|&|quality of soil|&|quality soil|&|&|soil quality and health|&|soil quality and health|&|soil quality or health|&|soil health and quality|&|Soil quality or health|&|soil quality and soil health|&|soil quality and increase|&|soil quality with increase|&|increasing soil quality|&|soil regulation services|&|soil structure formation|&|Soil structure formation|&|substrate quality|&|support soil|&|Soils support|&|soils support|&|urban soil quality|&|water and sediment quality|&|water and sediment qualities|&|wind erosion control"

Annexe C

Exemples de catégorisation de thèmes

Exemples d'expressions issues des AB et DE du *Web of Science* et classées sous les catégories *Agricultural practice*, *Resilience*, *Habitat fragmentation*.

Agricultural practice :

"agricultural activities&|agricultural activity&|Agricultural activities&|active agriculture&|afforestation&|agricultural change&|changes in agriculture&|agricultural changes&|change in agriculture&|agriculture and change&|Agricultural change&|agriculture and changes&|change agricultural&|conservation agriculture&|Conservation Agriculture&|conservation agricultural&|agriculture and conservation&|conservation and agriculture&|agricultural development&|development and agriculture&|agricultural developments&|Agricultural development&|agricultural expansion&|agriculture expansion&|Agricultural expansion&|expansion of agriculture&|intensive agriculture&|agriculture intensity&|agricultural intensity&|intensity of agriculture&|intense agriculture&|Intensive agriculture&|intensity agricultural&|agricultural intensification&|Agricultural intensification&|intensification of agriculture&|agriculture intensification&|irrigated agriculture&|irrigation agriculture&|agricultural irrigation&|irrigation in agriculture&|agricultural land use&|Agricultural land use&|agriculture and land use&|land from agriculture use&|agricultural management&|Agricultural management&|modern agriculture&|agricultural practices&|agricultural practice&|Agricultural practices&|agriculture practices&|practices in agriculture&|urban agriculture&|Urban agriculture&|agriculture and urbanization&|urbanization and agriculture&|agroforestry practices&|Agroforestry practices&|practicing agroforestry&|agroforestry&|fertilizer application&|fertilizer applications&|application of fertilizer&|herbicide application&|herbicide applications&|Herbicide applications&|insecticide application&|insecticide applications&|application of insecticide&|pesticide applications&|Pesticide applications&|pesticide application&|application of pesticides&|cover crops&|crop management&|Crop management&|crop rotation&|crop rotations&|rotation crop&|rotations crops&|crops in the rotation&|fertilization effects&|fertilization effect&|fertility effect&|effects of fertilization&|effect of

ANNEXE C : Exemples de catégorisation de thèmes

fertilizers|&|nutrient enrichment|&|Nutrient enrichment|&|farming practices|&|farm practices|&|farming practice|&|Farming practice|&|Farming practices|&|mineral fertilizer|&|mineral fertilization|&|mineral fertilizers|&|N fertilizer|&|N fertilization|&|fertilizer N|&|N fertilizers|&|N fertility|&|nitrogen fertilization|&|nitrogen fertilizer|&|nitrogen fertilizers|&|Nitrogen fertilization|&|nitrogenous fertilizer|&|organic fertilizers|&|Organic Fertilizer|&|organic fertilization|&|organic fertilizer|&|organic fertility|&|fertilizer treatments|&|fertility treatments|&|fertilization treatment|&|fertilization treatments|&|fertilizer treatment|&|fertilized treatments|&|fertilizer use|&|use of fertilizers|&|fertility using|&|fertilization|&|prescribed fire|&|Prescribed fire|&|prescribed fires|&|Prescribed fires|&|grazing|&|organic matter inputs|&|organic matter input|&|N inputs|&|N input|&|input N|&|nutrient inputs|&|nutrient input|&|input nutrient|&|input of nutrients|&|insecticide use|&|Insecticide use|&|use of insecticides|&|insecticides using|&|irrigation systems|&|irrigation system|&|irrigated systems|&|irrigation water|&|water for irrigation|&|irrigation|&|rangeland management|&|Rangeland managers|&|Rangeland management|&|management of rangelands|&|soil management|&|Soil management|&|Managing soil|&|management of soils|&|management on soil|&|management of soil|&|mowing|&|nitrogen deposition|&|organic farming|&|pesticide use|&|Pesticide use|&|use of pesticides|&|use pesticides|&|use of a pesticide|&|used pesticides|&|pesticide|&|pesticides|&|tree planting|&|planting trees|&|planted trees|&|plant trees|&|tree plantings|&|tree plant|&|Planted trees|&|timber plantations|&|timber plantation|&|tree plantations|&|tree plantation|&|Tree plantations|&|plantation trees"

Resilience :

"community resilience|&|resilience of communities|&|community resiliency|&|resilience of the community|&|ecological resilience|&|ecology and resilience|&|ecosystem resilience|&|resilience of ecosystems|&|Ecosystem resilience|&|resilience of the ecosystem|&|resiliency of the ecosystems|&|resilience of an ecosystem|&|resilient ecosystem|&|Resilient ecosystems|&|functional resilience|&|function and resilience|&|resilience as a function|&|functionality and resilience|&|Functional resilience|&|increase resilience|&|increase the resilience|&|increased resilience|&|increasing resiliency|&|increases the resilience|&|increase in resilience|&|increasing resilience|&|reef resilience|&|resilient reefs|&|resilience of reefs|&|resilience that reefs|&|system resilience|&|resilience of the system|&|system resiliency|&|resilient systems|&|resilience of these systems|&|systems resilience|&|resilience"

Habitat fragmentation :

"forest fragments|&|forest fragmentation|&|forest fragment|&|Forest fragmentation|&|fragmented forests|&|forest fragmentation|&|habitat fragmentation|&|Habitat fragmentation|&|habitat fragments|&|fragmentation of habitats|&|Habitat Fragmentation|&|fragmented habitats|&|landscape fragmentation|&|fragmented landscapes|&|fragmented landscape|&|fragment landscapes|&|fragmentation of landscapes|&|fragmentation across landscapes|&|fragmentation of a landscape|&|fragments the landscape"

Bibliographie

- BARNAUD, C., M. ANTONA ET J. MARZIN. 2011. Vers une mise en débat des incertitudes associées à la notion de service écosystémique. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 11(1). URL <http://vertigo.revues.org/10905>. 12
- BENGSTON, D. N., G. H. KUBIK ET P. C. BISHOP. 2012. Strengthening Environmental Foresight : Potential Contributions of Futures Research. *Ecology and Society* 17(2). URL <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss2/art10/>. 46
- BLONDEL, V. D., J.-L. GUILLAUME, R. LAMBIOTTE ET E. LEFEBVRE. 2008. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics-Theory and Experiment* WOS :000260529900010. 21
- BONIN, M. ET M. ANTONA. 2012. Généalogie scientifique et mise en politique des services écosystémiques et services environnementaux. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(3). URL <http://vertigo.revues.org/13147>. 15, 17, 23
- BONNAL, P., M. BONIN ET O. AZNAR. 2012. Les évolutions inversées de la multifonctionnalité de l'agriculture et des services environnementaux. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(3). URL <http://vertigo.revues.org/12882>. 28
- BOYACK, K. W., R. KLAVANS ET K. BÖRNER. 2005. Mapping the backbone of science. *Scientometrics* 64(3) : 351–374. URL <http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-005-0255-6>. 21
- BOYD, J. ET S. BANZHAF. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63(2–3) : 616–626. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907000341>. 29
- CAÑAS-GUERRERO, I., F. R. MAZARRÓN, A. POU-MERINA, C. CALLEJA-PERUCHO ET G. DÍAZ-RUBIO. 2013. Bibliometric analysis of research activity in the “Agronomy” category from the Web of Science, 1997–2011. *European Journal of Agro-*

- nomy* 50 : 19–28. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S116103011300066X>. 46
- CARPENTER, S. R., H. A. MOONEY, J. AGARD, D. CAPISTRANO, R. S. DEFRIES, S. DIAZ, T. DIETZ, A. K. DURAIAPPAH, A. OTENG-YEBOAH ET H. M. PEREIRA. 2009. Science for managing ecosystem services : Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(5) : 1305–1312. URL <http://www.pnas.org/content/106/5/1305.short>. 5, 9
- CHADEGANI, A. A., H. SALEHI, M. M. YUNUS, H. FARHADI, M. FOOLADI, M. FARHADI ET N. A. EBRAHIM. 2013. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections : Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science* 9(5). URL <http://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00819821/>. 11
- COLLIANDER, C. ET P. AHLGREN. 2011. Experimental comparison of first and second-order similarities in a scientometric context. *Scientometrics* 90(2) : 675–685. 21
- COREAU, A., G. PINAY, J. D. THOMPSON, P.-O. CHEPTOU ET L. MERMET. 2009. The rise of research on futures in ecology : rebalancing scenarios and predictions. *Ecology letters* 12(12) : 1277–1286. PMID : 19874385. 46
- COSTANZA, R., R. D'ARGE, R. d. GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, B. HANNON, K. LIMBURG, S. NAEEM, R. V. O'NEILL, J. PARUELO, R. G. RASKIN, P. SUTTON ET M. v. d. BELT. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6630) : 253–260. URL <http://www.nature.com/nature/journal/v387/n6630/abs/387253a0.html>. 6, 15
- DAILY, G. C. 1997. *Nature's Services : Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press. 6, 15
- DAILY, G. C., S. ALEXANDER, P. EHRLICH, L. GOULDER, J. LUBCHENCO, P. A. MATSON, H. A. MOONEY, S. POSTEL, S. H. SCHNEIDER, D. TILMAN ET G. M. WOODWELL. 1997. Ecosystem Services : Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology* 1(2) : 1–18. URL http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue2.pdf. 12, 13
- DE GROOT, R. S., M. A. WILSON ET R. M. J. BOUMANS. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41(3) : 393–408. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902000897>. 13, 29
- FARLEY, J. 2010. Conservation through the economics lens. *Environmental management* 45(1) : 26–38. PMID : 19224276. 45

BIBLIOGRAPHIE

- FISHER, B., R. K. TURNER ET P. MORLING. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics* 68(3) : 643–653. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908004424>. 12, 29, 31, 45
- FROGER, G., P. MÉRAL, J.-F. L. COQ, O. AZNAR, V. BOISVERT, A. CARON ET M. ANTONA. 2012. Regards croisés de l'économie sur les services écosystémiques et environnementaux. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(3). URL <http://vertigo.revues.org/12900>. 26
- GLASER, M., G. KRAUSE, B. RATTER ET M. WELP. 2008. Human-Nature-Interaction in the Anthropocene. Potential of Social-Ecological Systems Analysis. *GAIA* 17(1) : 77–80. URL http://www.dg-humanoekologie.de/pdf/DGH-Mitteilungen/GAIA200801_77_80.pdf. 45
- HOOPER, D. U., F. S. CHAPIN III, J. J. EWEL, A. HECTOR, P. INCHAUSTI, S. LAVOREL, J. H. LAWTON, D. M. LODGE, M. LOREAU ET S. NAEEM. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning : a consensus of current knowledge. *Ecological monographs* 75(1) : 3–35. URL <http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/04-0922>. 6, 15
- JEANNEAUX, P., O. AZNAR ET S. d. MARESCHAL. 2012. Une analyse bibliométrique pour éclairer la mise à l'agenda scientifique des « services environnementaux ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(3). URL <http://vertigo.revues.org/12908>. 13, 23
- JOHNSTON, R. J. ET M. RUSSELL. 2011. An operational structure for clarity in ecosystem service values. *Ecological Economics* 70(12) : 2243–2249. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800911002783>. 12
- LAMARQUE, P., F. QUÉTIER ET S. LAVOREL. 2011. The diversity of the ecosystem services concept and its implications for their assessment and management. *Comptes rendus biologies* 334(5-6) : 441–449. PMID : 21640953. 13, 28
- LE ROUX, X., J.-F. SOUSSANA ET D. FOURNIER. 2012. Etude bibliométrique JPI-FACCE – BiodivERsa. 13
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2003. *Ecosystems and Human Wellbeing : A Framework for Assessment*. Island Press, Washington D.C. URL <http://www.unep.org/maweb/en/>. 5, 15, 16, 31
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystems and Human Wellbeing : Current State and Trends*, tome 1. Island Press, Washington D.C. URL <http://www.unep.org/maweb/en/>. 5, 6, 9, 12, 15

- R CORE TEAM. 2012. R. A language and environment for statistical computing. URL <http://www.R-project.org/>. 5, 19
- SAYER, J. ET K. G. CASSMAN. 2013. Agricultural innovation to protect the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110(21) : 8345–8348. WOS :000320328700022. 50, 51
- SERPANTIÉ, G., P. MÉRAL ET C. BIDAUD. 2012. Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(3). URL <http://vertigo.revues.org/12924>. 26, 28
- STALLMAN, H. R. 2011. Ecosystem services in agriculture : Determining suitability for provision by collective management. *Ecological Economics* 71(C) : 131–139. URL http://econpapers.repec.org/article/eeeecolec/v_3a71_3ay_3a2011_3ai_3ac_3ap_3a131-139.htm. 34
- WALLACE, K. J. 2007. Classification of ecosystem services : Problems and solutions. *Biological conservation* 139(3) : 235–246. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320707002765>. 29
- WATSON, R. T., V. H. HEYWOOD, I. BASTE, B. DIAS, R. GÁMEZ, W. REID ET G. RUARK. 1995. *Global Biodiversity Assessment : Summary for Policy-Makers*. Cambridge University Press. 15, 16
- WEEDS, J. ET D. WEIR. 2005. Co-occurrence Retrieval : A Flexible Framework for Lexical Distributional Similarity. *Computational Linguistics* 31(4) : 439–475. URL <http://dx.doi.org/10.1162/089120105775299122>. 21

Liste des figures

1.1	Importance relative des différents termes de la requête.	14
1.2	Distribution des références de 1975 à 2012.	16
1.3	Distribution des références par type de documents. Champ PT.	17
1.4	Recouvrements mutuels de <i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> et CAB	18
1.5	Estimation des données manquantes dans les champs Résumé et Mots-clés	19
2.1	Distribution des <i>Subject Categories</i> en 2006-2012	24
2.2	Carte des cooccurrences des <i>Subject Categories</i> en 2006-2012	25
2.3	Carte des cooccurrences des <i>Subject Categories*Main Terms</i> en 2006-2012	27
3.1	Distribution des services en 2006-2012	35
3.2	Cartes des cooccurrences des services en 2006-2012	36
4.1	Étude des services - MEA et non MEA	43
4.2	Carte des cooccurrences des principales thématiques repérées en 2006-2012	44
5.1	Distribution des 16 écosystèmes repérés en 2006-2012	48
5.2	Chevauchement des trois corpus concernant l'agriculture	50

Liste des tableaux

1.1	Vocabulaire retenu pour construire la requête	13
1.2	Paramètres de la requête effectuée dans les trois bases	14
3.1	Catégories de services	31
3.2	Proportion de documents indexés - services	32
4.1	Proportion de documents indexés - thématiques retenues	41
5.1	Proportion de documents indexés - écosystèmes	47
5.2	Comparaison des trois méthodes d'estimation de la place de l'agriculture	49