



Centre interuniversitaire
de recherche sur la science
et la technologie



**Note de recherche
2012-01**



**Les mesures de l'interdisciplinarité.
Pratiques et attitudes dans un centre
de recherche français : l'IRSTEA**

**Julien Prud'homme
Yves Gingras
Alain Couillard
Daniel Terrasson**

Pour nous joindre

Téléphone : 514.987-4018

Télécopieur : 514.987-7726

Adresse électronique : cirst@uqam.ca



Adresse postale

CIRST
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, succ. Centre-ville
Montréal (Québec)
H3C 3P8

Adresse civique

CIRST
N-8480, 8^e étage
Université du Québec à Montréal
Pavillon Paul-Gérin-Lajoie
1205, rue Saint-Denis
Montréal, Québec



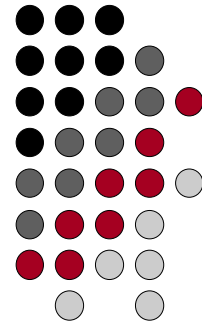
Conception graphique : Sengsoury Chanthavimone et Martine Foisy

ISBN 978-2-923333-67-0

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationale du Québec, 2012

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2012

**Note de recherche
2012-01**



Les mesures de l'interdisciplinarité. Pratiques et attitudes dans un centre de recherche français : l'IRSTEA

**Julien Prud'homme
Yves Gingras
Alain Couillard
Daniel Terrasson**

Cette note de recherche a été réalisée en collaboration avec l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), anciennement le Cemagref.

Notes biographiques

Julien Prud'homme est membre associé au Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST) et enseigne au département d'histoire de l'Université du Québec à Montréal. Titulaire d'un doctorat en histoire, il étudie la cohabitation d'expertises multiples dans les secteurs de la santé et de l'éducation.

Yves Gingras est professeur au département d'histoire de l'Université du Québec à Montréal, directeur scientifique de l'Observatoire des sciences et des technologies (rattaché au CIRST) et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en histoire et sociologie des sciences. Il se spécialise dans la sociologie historique des disciplines et dans la mesure bibliométrique de la science.

Alain Couillard est doctorant au département d'histoire de l'Université du Québec à Montréal, où il s'intéresse à l'évolution de la radiologie. Il travaille aussi comme assistant de recherche à la Chaire de recherche du Canada en histoire et sociologie des sciences, sur l'analyse des citations et des réseaux de cocitations

Daniel Terrasson a travaillé à la Direction de la stratégie et de la recherche de l'IRSTEA jusqu'en 2011. Il est l'un des corédacteurs en chef de la revue *Natures, Sciences et Sociétés* et s'intéresse à l'interdisciplinarité ainsi qu'aux relations entre la recherche scientifique et la décision publique.

Résumé

Cette recherche offre une description des pratiques de recherche interdisciplinaire à l'échelle d'un établissement précis, l'IRSTEA, à l'aide de deux approches complémentaires. D'une part, une description bibliométrique des publications des chercheurs de l'IRSTEA offre une mesure de la production dite « interdisciplinaire » à l'aide d'indicateurs variés. D'autre part, la réalisation d'entretiens éclaire les perceptions des chercheurs à l'égard de la recherche interdisciplinaire, de son intérêt, de ses contraintes et des conditions offertes par l'établissement à cet égard.

La bibliométrie montre que les chercheurs de l'IRSTEA entretiennent des dialogues ciblés autour des missions propres à l'établissement, qu'ils entretiennent d'autant plus d'échanges hors discipline qu'ils appartiennent à une discipline marginale dans l'établissement et que, lorsqu'ils publient hors de leur discipline, il n'en modifient pas pour autant leurs pratiques. Les entretiens révèlent que les chercheurs sont plus sensibles aux contraintes qui influent sur la qualité de leurs publications plutôt que sur leur quantité, et que les chercheurs de sciences naturelles et de sciences sociales s'engagent dans des tentatives de collaboration sur la base de motifs différents et parfois divergents. De manière générale, ces résultats suggèrent qu'un adoucissement des exigences de publication à court terme créerait des conditions plus favorables à l'exploration interdisciplinaire.

Table des matières

INTRODUCTION	1
1. REVUE DE LA LITTÉRATURE	2
1.1 L'interdisciplinarité	2
1.1.1 Un concept en construction	2
1.1.2 Définition et visée normative	4
1.2 La mesure bibliométrique de l'interdisciplinarité	5
1.2.1 Qualifier les articles	5
1.2.2 Réseaux de cooccurrences	7
1.2.3 Références et citations	8
1.3 Bases de données et classifications	9
1.3.1 Une dépendance historique envers le Web of Science	9
1.3.2 Une classification hiérarchique des disciplines	10
1.3.3 Représentativité et normalisation	12
1.4 L'étude qualitative de l'interdisciplinarité	13
1.4.1 Une complémentarité à l'état de projet	13
1.4.2 L'analyse qualitative qui se fait	14
1.5 Les hypothèses fortes sur l'interdisciplinarité	15
1.6 Le projet de recherche	18
2. LES DONNÉES BIBLIOMÉTRIQUES	19
2.1 Données générales	20
2.1.1 Construction du corpus	20
2.1.2 Évolution générale dans le temps	21
2.2 Distribution des articles selon les disciplines et spécialités	25
2.2.1 Méthode et classification	25
2.2.2 La distribution des articles selon les disciplines de publication	26
2.2.3 La distribution des articles selon les spécialités de publication	28
2.2.4 Identification de six principales disciplines et spécialités	31
2.3 L'affiliation disciplinaire des auteurs membres de l'IRSTEA	35
2.3.1 La construction du corpus d'auteurs membres de l'IRSTEA	35
2.4 Prendre position : à qui réfèrent les auteurs de l'IRSTEA ?	41
2.4.1 Le corpus et le poids relatif des références interdisciplinaires	42
2.4.2 Les taux de référence hors-discipline selon les disciplines de publication	43
2.4.3 La destination des références	45
2.4.4 L'interdisciplinarité des références selon le lieu de publication	47
2.5 Qui cite les auteurs de l'IRSTEA ?	50
2.5.1 Le corpus et le poids relatif des citations interdisciplinaires	51
2.5.2 Le taux des citations hors-discipline selon les disciplines de publication.	51
2.5.3 L'origine des citations	53
2.5.4 L'interdisciplinarité des citations selon le lieu de publication	55

2.6 Discussion	57
2.6.1 Le corpus étudié	57
2.6.2 L'affiliation des chercheurs et leurs lieux de publication	58
2.6.3 La mesure des références et des citations	59
3. LES ENTRETIENS	61
3.1 Objectifs et méthodes	61
3.1.1 Les objectifs poursuivis	61
3.1.2 La forme et l'objet des entretiens	62
3.1.3 La grille d'entretien	64
3.1.4 La réduction du discours et ses composantes	65
3.2 Les résultats	72
3.2.1 Les répondants et leurs caractéristiques	72
3.2.2 Les motivations explicites de l'interdisciplinarité	75
3.2.3 Le degré de réalisation et la fragilité relative des collaborations interdisciplinaires	79
3.2.4 Les obstacles à la collaboration interdisciplinaire	83
3.2.5 Les attentes des chercheurs et leurs définitions de l'interdisciplinarité	88
3.3 Discussion	90
CONCLUSION GÉNÉRALE	92
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	95

Introduction

Dans son récent document d'évaluation de l'IRSTEA, l'Agence d'évaluation de la recherche scientifique invitait l'Institut à préciser sa conception de l'« interdisciplinarité », ce qu'il en attendait et les manières par lesquelles il entendait la mesurer et la supporter. Soucieux d'affiner sa définition et sa compréhension de la recherche interdisciplinaire menée en son sein, l'IRSTEA, conscient des particularités de son histoire et de son mandat en faveur d'une recherche finalisée, a financé un projet de recherche supervisé par Daniel Terrasson, de la direction scientifique de l'IRSTEA, et Yves Gingras, directeur scientifique de l'Observatoire des sciences et des technologies (OST) de Montréal, associé au Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie et logé à l'Université du Québec à Montréal. Commandé, plus spécifiquement, par le Conseil scientifique et technique de l'IRSTEA, ce projet a bénéficié du soutien de sa Direction de la prospective et de la veille scientifique et technique.

L'objectif du projet est d'offrir une première description des pratiques de recherche interdisciplinaire à l'IRSTEA. À cette fin, deux approches complémentaires ont été privilégiées. D'une part, une description bibliométrique de la production scientifique des chercheurs de l'IRSTEA, qui servira à prendre la mesure relative de la production interdisciplinaire à l'aide d'indicateurs variés. D'autre part, une description qualitative de quelques environnements de recherche de l'IRSTEA, choisis en raison de la présence d'enjeux liés à l'interdisciplinarité, afin d'éclairer certaines perceptions des chercheurs à l'égard de la recherche interdisciplinaire, de son intérêt, de ses obstacles et de l'encadrement offert par l'établissement à cet égard.

Il vaut la peine de préciser que le projet, tout bibliométrique soit-il, en est un de description et d'analyse, et non pas d'évaluation. Il permettra toutefois de préciser la signification de divers indicateurs scientométriques ainsi que les conditions de leur interprétation et, à ce titre, fournira un cadre utile de réflexion sur l'évaluation et la mesure de l'interdisciplinarité.

Le présent rapport se divise en trois parties. La première partie offre une revue critique de la littérature, en bonne partie émergente, portant sur l'étude et la mesure de la recherche interdisciplinaire. Cette revue de littérature devrait contribuer aux réflexions déjà entamées à l'IRSTEA sur la bibliométrie, dont témoignent déjà les activités d'un groupe d'intérêt, la production d'études internes¹ et même la publication récente d'un article savant dans une revue spécialisée de scientométrie (Nikolic *et al.*, 2011). La seconde partie porte sur la description bibliométrique de la production scientifique de l'IRSTEA : y sont présentés les méthodes et les résultats des diverses mesures mises en œuvre, ainsi que quelques hypothèses de recherche. La troisième partie met en lumière les résultats des entrevues menées auprès de chercheurs de l'IRSTEA. Ces résultats, d'ordre plus qualitatif, alimentent la réflexion sur les hypothèses suggérées par la scientométrie et en suggèrent également de nouvelles. Nous concluons finalement en identifiant certaines pistes pour la recherche future.

1. Revue de la littérature

1.1 L'interdisciplinarité

1.1.1 Un concept en construction

La littérature savante sur la mesure de la recherche interdisciplinaire n'a pas encore atteint sa pleine maturité. La définition même du concept d'« interdisciplinarité » ne fait pas l'unanimité et plusieurs des définitions suggérées ne brillent ni par leur clarté, ni par leur opérationnalité. Dans les années 1990, plusieurs chercheurs ont tenté d'ordonner leurs entreprises en fragmentant le concept en diverses appellations comme la pluridisciplinarité, la multidisciplinarité ou même la « métadisciplinarité ». Bien qu'elles aient suggéré certaines distinctions utiles, ces subdivisions n'ont toutefois, au final, offert qu'un éclairage limité sur les pratiques interdisciplinaires et les conditions de leur étude (Braun et Schubert, 2003). Encore aujourd'hui, l'interdisciplinarité fait parfois office de terme passe-partout ou de « cliché recouvrant un pseudo-consensus » (Leroy, 2004), ouvert aux malentendus. En corollaire à cette incertitude, plusieurs chercheurs spécialisés en scientométrie constatent, à

¹ À ce sujet, v. l'excellente interface web de l'Espace Bibliométrie IRSTEA, <https://ist.IRSTEA.fr/IRSTEA-publications/bibliometrie> (consulté pour la dernière fois le 24 octobre 2011).

intervalles réguliers, que nous ne disposons pas à ce jour d'indicateurs pleinement appropriés, standardisés et consensuels pour mesurer l'interdisciplinarité (Porter, Roessner, Cohen et Perreault, 2006 ; Morillo, Bordons et Gomez, 2001 et 2003). C'est pour cette raison qu'il importe, dans ce domaine plus encore que dans d'autres, d'explicitier l'objet et la portée de chacun des indicateurs choisis.

La conscience d'une telle approximation théorique, et de l'incertitude qui en découle, pousse certains chercheurs à se replier sur une définition minimale de la recherche interdisciplinaire, alors définie comme « l'usage de plus d'une discipline dans la réalisation d'une enquête donnée » (Klein, 1990). Tout en demeurant ouverte à diverses interprétations, cette définition présente l'avantage de reporter le problème de la définition vers la discussion, plus ancienne et mieux contrôlée, sur ce qu'est une « discipline » scientifique (sur cette discussion, voir Abbott, 2001). La définition de l'interdisciplinarité en vient ainsi à reposer sur une réflexion sur le devenir d'une organisation disciplinaire de la science.

Ainsi posé, le problème de l'interdisciplinarité est abordé sous deux angles très différents, qui forment pratiquement deux écoles de pensée (Weingart, 2000 et 2010). D'une part, certains auteurs présentent l'interdisciplinarité comme une dissolution de l'organisation disciplinaire, « traditionnelle » des sciences, afin d'en optimiser l'application à des problèmes pratiques. D'autre part, certains décrivent au contraire la tendance interdisciplinaire comme une conséquence normale d'un phénomène de spécialisation des savoirs intrinsèque à l'organisation disciplinaire de la science. De ce point de vue, l'interdisciplinarité servirait essentiellement de véhicule temporaire à l'émergence de nouveaux espaces disciplinaires, et elle reconduit le système des disciplines plus qu'elle ne le dissout (Abbott, 2001).

Ces différentes conceptions de ce que recouvre le terme « interdisciplinarité » correspondent d'ailleurs à des opinions divergentes sur les politiques à suivre en matière de recherche, ce qui n'est pas sans conséquence sur le ton et le contenu de la littérature.

1.1.2 Définition et visée normative

Les institutions de financement de la recherche exercent une pression forte en faveur de l'interdisciplinarité (Feller, 2006). Plusieurs documents-phares (OCDE, 1972 ; Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott et Trow, 1994) ont en effet investi le vocabulaire de l'interdisciplinarité d'un élan normatif en faveur d'un recul de l'organisation disciplinaire des sciences et de l'insertion des demandes extrascientifiques dans le mode de régulation de la production des savoirs (Braun, 2003 ; Frodeman, 2010). Qu'ils promeuvent la subordination de la science à une autorité extérieure (Hoch, 1990 ; Kilduff, 1993) ou qu'ils vantent la collaboration interdisciplinaire comme un mode supérieur de production de connaissances (Klein, 2008 ; Huuothoniemi, Klein, Bruun et Hukkinen, 2010), ces discours, bien qu'omniprésents dans la littérature savante, jouent, selon Weingart (2000), un rôle « essentiellement normatif et spéculatif » et il importe de ne pas exagérer sans preuve leur aptitude à décrire le réel.

Pour éviter cet écueil, le présent projet s'attache plutôt à l'analyse empirique de pratiques concrètes de l'interdisciplinarité, tel que le suggère la sociologie des sciences et des disciplines, qui a fourni récemment des portraits nuancés de l'importance relative de la recherche interdisciplinaire (van Leeuwen et Tjissen, 2000 ; Porter et Rafols, 2009 ; Gingras et Larivière, 2010). Cette orientation s'appuie sur deux choix préalables.

Le premier est une définition institutionnelle de ce qu'est une discipline vue, indépendamment de la perception des acteurs, comme une communauté d'échange pourvue de ses propres critères de régulation et différenciée des autres par des attributs formels comme l'intitulé des diplômes, la départementalisation des universités et l'horizon des lieux de publication (Gingras, 1991). C'est cette définition de la discipline qui nous permet d'aborder de manière suivie et avec précision l'interdisciplinarité par sa relation à des cadres institutionnels agissants et contraignants bien identifiés (les disciplines), sans l'amalgamer à des pratiques d'échanges plus évanescences comme le travail d'équipe ou l'éclectisme théorique d'individus particuliers (tel que le suggère, par exemple, Wagner *et al.*, 2011).

Le second choix préalable est une distinction entre l'amont et l'aval de l'activité scientifique. L'aval est l'objet de la bibliométrie actuelle, qui saisit l'activité scientifique en mesurant son produit, c'est-à-dire en prenant la mesure de la *communication* savante. La publication des recherches, et leur réverbération par le biais de citations dans d'autres publications, deviennent alors les principaux indicateurs de la circulation des connaissances au sein du monde savant. Pour les chercheurs intéressés à l'interdisciplinarité, la diversité des lieux de publications et de citations deviennent des révélateurs importants des choix, de la fortune et de la représentativité des chercheurs tentés par la communication interdisciplinaire. L'amont, pour sa part, est le moment de la science en cours de production. À ce jour, il a surtout fait l'objet d'études qualitatives, ethnographiques ou autres, quoique certains chercheurs essaient de produire ou d'interpréter à cette fin certains indicateurs bibliométriques. Comme on le verra, cette distinction entre l'amont et l'aval de l'activité scientifique structure le secteur des études sur l'interdisciplinarité en posant, de chaque côté, des questions de recherche et des méthodes bien différentes.

1.2 La mesure bibliométrique de l'interdisciplinarité

La bibliométrie est l'analyse statistique, à partir de données bibliographiques, des pratiques de publication et de diffusion scientifique (Lancaster, 1977 ; van Raan, 1988 ; Moed, 2005). Dans les études portant sur l'interdisciplinarité, l'objectif des chercheurs en scientométrie est généralement d'identifier des critères permettant de distinguer un échange interdisciplinaire d'un échange « normal », « disciplinaire », et d'évaluer le poids relatif à l'intérieur d'un corpus donné des activités interdisciplinaires ainsi discriminées. On peut distinguer trois formes de telles mesures bibliométriques de la recherche interdisciplinaire.

1.2.1 Qualifier les articles

Une forme intuitive de mesure de l'interdisciplinarité a été, pour certains chercheurs, de travailler à l'échelle des articles pour distinguer les publications jugées interdisciplinaires de celles qui ne le sont pas. Certains ont défini, de manière assez simple, l'interdisciplinarité par la co-signature d'un article par des auteurs issus de disciplines différentes. L'exemple d'une telle approche a été fourni par Qiu (1992) qui a attribué une discipline à tous les au-

teurs de son corpus en fonction de leur adresse institutionnelle. Une telle approche fondée sur la recherche de co-signatures a semblé soutenue en partie par la corrélation générale observée entre la collaboration et d'autres mesures bibliométriques de l'interdisciplinarité (Qin, Lancaster et Allen, 1997).

Observée de près, cependant, cette corrélation a paru insuffisante à de nombreux chercheurs, la valeur prédictive des co-signatures sur les autres indicateurs d'interdisciplinarité demeurant somme toute limitée. Ces limites mettaient en évidence le fait que la co-signature d'un article peut être le fruit de formes variées de collaboration (incluant le partage d'équipement et de personnel de laboratoire) tandis que certaines collaborations plus conséquentes ne s'expriment pas par des signatures communes (Morillo, Bordons et Gomez, 2001 ; Cronin, 2001 ; Laudel, 2001 ; Glanzel, 2002 ; Rafols et Meyer, 2007). D'un point de vue bibliométrique, ces limites présentent aussi l'inconvénient de ne pouvoir être contournées qu'en passant par une étude du contenu de chaque article à la pièce pour saisir la nature de la collaboration, ce qui demande un investissement logistique important (Schummer, 2004 ; Porter, Roessner et Heberger, 2008). Cette analyse à la pièce s'écarte également d'une définition strictement institutionnelle de l'affiliation disciplinaire, préalable à l'étude scientométrique.

Pour conserver les avantages d'une qualification à l'échelle de l'article, qui demeure une méthode économique, certains chercheurs se sont toutefois penchés sur d'autres critères qui permettraient de distinguer les articles « interdisciplinaires » des autres au sein des bases de données. C'est le cas, par exemple, de Levitt et Thelwall (2008 et 2009), qui mesurent le degré d'interdisciplinarité d'un article au nombre de « sujets » ou thématiques associés à un article par les bases de données WoS ou Scopus. D'autres chercheurs ont défini l'interdisciplinarité comme le fait, pour un auteur, de publier dans une revue associée à une discipline autre que la sienne, cette dernière étant déterminée encore une fois par son adresse institutionnelle (Rinia, van Leeuwen, van Vuren et van Raan, 2001 ; Rinia, van Leeuwen et van Raan, 2002).

1.2.2 Réseaux de cooccurrences

La bibliométrie emploie depuis longtemps des méthodes d'analyse qui consistent à relier entre eux des articles partageant certains attributs communs – ils partagent les mêmes mots-clefs, citent les mêmes publications ou sont fréquemment cités de concert dans d'autres articles – dans le but de représenter ces relations sous la forme de réseaux, parfois sous une forme visuelle sous laquelle la proximité spatiale et l'épaisseur des liens expriment l'intensité des relations observées entre les auteurs, qui forment la principale unité d'analyse. La production de tels réseaux de co-citations ou de cooccurrences permet aux chercheurs de délimiter les champs d'interaction les plus intenses et d'interpréter les relations entre concepts et communautés scientifiques (Callon, Courtial, Turner et Bauin, 1983 ; Small, Sweeney et Greenlee, 1985 ; Todorov, 1989b). Cette approche par réseaux, dont l'emploi général est discuté ailleurs (King, 1987 ; Vinkler, 1988), est devenue un outil prisé pour l'étude de l'interdisciplinarité dans la mesure où elle permet d'illustrer le partage de concepts ou de références par différentes communautés savantes (Rip et Courtial, 1984 ; Tijssen, 1992 ; Todorov, 1989a ; Tomov et Murafov, 1996).

Dans les dernières années, des chercheurs ont employé l'approche par réseaux, et la visualisation qui l'accompagne, pour définir l'interdisciplinarité comme une position relative dans un réseau d'interactions : la représentation graphique d'un réseau permet, par exemple, d'identifier les chercheurs ou les publications qui font office de lien entre des communautés par ailleurs distantes (Leydesdorff, 2007a et 2007b). Grauwin *et al.* (à paraître) a ainsi pu suggérer une distinction utile entre l'interdisciplinarité théorique (qui reposerait sur un réel partage de paradigmes) et l'interdisciplinarité méthodologique, plus représentée dans les données et qui repose surtout sur le partage d'instruments techniques ou mathématiques. D'autres études usent des réseaux de co-citations ou d'autres cooccurrences pour identifier ce sur quoi s'appuie la cohésion relative de corpus donnés (Stirling, 2007 ; Porter et Rafols, 2009 ; Rafols et Meyer, 2010), mais ceux-ci doivent demeurer assez étendus pour que la méthode porte fruit.

Le principal avantage de l'approche par réseaux est de ne reposer que sur les indications fournies par les articles eux-mêmes. Elle s'émancipe ainsi en partie des préconceptions (sur

les frontières disciplinaires supposées, par exemple) qui peuvent influencer la construction des corpus et la compréhension des territoires de l'échange scientifiques (Wagner *et al.*, 2011). En retour, toutefois, les résultats de l'approche par réseaux peuvent devenir difficiles à interpréter lorsqu'on l'applique au périmètre d'institutions données ou d'autres corpus finis. Par ailleurs, cette approche graphique, si elle est souvent employée pour saisir des pratiques émergentes qui cadrent mal dans les catégories établies (Chen, 2004 ; Rafols et Meyer, 2010), perd de son pouvoir d'évocation lorsqu'on l'applique aux « sciences normales ».

1.2.3 Références et citations

L'indicateur bibliométrique le plus courant de l'interdisciplinarité mesure la diversité des disciplines qui citent ou qui sont citées par un article donné, l'article devenant l'unité de base du calcul. Cette méthode comporte deux versants. D'une part, le chercheur saisit la diversité des disciplines représentées dans les références émanant d'un article donné. D'autre part, le chercheur saisit la diversité des disciplines dont sont issues les publications qui, ultérieurement, citent ce même article (Porter et Chubin, 1985 ; Cronin, 1990 ; Urata, 1990). Si on confère à l'article étudié une discipline d'appartenance, cette méthode produit ainsi deux mesures distinctes : le pourcentage de références faites à une autre discipline (ce qui mesure la pratique des auteurs) et le pourcentage de citations obtenues dans des documents appartenant à d'autres disciplines (ce qui mesure les usages auxquels donne lieu le papier). Cette méthode est décrite comme l'approche la plus commune dans les revues de littérature sur la mesure de l'interdisciplinarité (Tomov et Murafov, 1996 ; Morillo, Bordons et Gomez, 2001 ; Zitt, 2005 ; Wagner *et al.*, 2011). Certains chercheurs tentent présentement de l'affiner, notamment en y adjoignant un indicateur qui exprime la diversité des disciplines citant ou citées par un article donné (Adams, Jackson et Marshall, 2007 ; Porter et Rafols, 2009 ; Rafols et Meyer, 2010).

Cette méthode définit l'interdisciplinarité par les choix de positionnement des auteurs d'une publication donnée (références) et par les retombées de cette publication sur les choix de positionnement d'autres auteurs de différentes disciplines (citations). Pour produire une mesure, cette méthode, contrairement à l'approche par réseaux, exige la définition préalable

d'espaces disciplinaires *a priori*, généralement par l'attribution d'une discipline à la revue qui sert de lieu de publication. Tel article, par exemple, est associé à la chimie car il est publié dans une revue associée à la chimie ; il fait l'objet d'une citation dite interdisciplinaire s'il est cité dans une revue associée à la physique. Cette méthode suppose donc une définition sociologique de l'activité scientifique, selon laquelle la publication permet aux auteurs de prendre une position dans un champ d'interactions structuré par des frontières disciplinaires préalables et indépendantes de la volonté des acteurs. Cette approche repose sur l'idée que, par-delà le regard normatif que l'on peut porter sur les motifs d'un auteur ou le contenu d'un article, l'insertion dans la discussion d'un autre périmètre disciplinaire constitue en soi un geste social distinct et reconnaissable (voir les discussions tenues par Gomez, Bordons, Fernandez et Mendez, 1996 ; van Raan, 2005 ; Wallace, Gingras et Duhon, 2009 ; Sugimoto, 2011 ; Wagner *et al.*, 2011).

La mesure des références et des citations peut être employée à diverses échelles, bien que la majorité des études construisent leurs corpus en réunissant les articles d'une ou plusieurs revues associées à un secteur de recherche particulier (Rodorov, 1989 ; Tijssen, 1992). Bien que peu d'études aient employé cette méthode en prenant pour objet le périmètre d'un établissement donné, aucune objection n'a encore été soulevée à cet égard et la mesure des références et des citations paraît offrir la souplesse nécessaire pour une telle innovation.

1.3 Bases de données et classifications

1.3.1 Une dépendance historique envers le Web of Science

À ce jour, la base de données la plus couramment utilisée pour la mesure de l'interdisciplinarité est le Web of Science (WoS), propriété de la firme Thomson Reuters et qui rassemble des bases de données autrefois distinctes et couramment utilisées comme le Science Citation Index (SCI) et le Social Sciences Citation Index (SSCI). Le Web of Science lui-même étant d'abord conçu à des fins de recherche bibliographique, des groupes de recherche en scientométrie, comme l'Observatoire des sciences et des technologies de l'UQAM, ont dû en extraire le contenu pour construire une base de données relationnelle qui permet la formulation de requêtes plus complexes en format SQL.

La domination du Web of Science a surtout des racines historiques, que l'émergence de base de données concurrentes, comme Scopus, remet actuellement en question (Adams, Jackson et Marshall, 2007 ; Rafols et Leydesdorff, 2009 ; Archambault, Campbell, Gingras et Larivière, 2009). La base de Thomson Reuters, cela dit, s'est gagnée l'adhésion de plusieurs chercheurs en raison de l'étendue de sa couverture et de son offre d'information sur les citations et les références. Sa classification des revues en différentes disciplines est plus contestée : des chercheurs ont relevé des écarts notables entre cette classification et des exercices de visualisation de réseaux fondés sur le partage de mots-clefs ou de citations (Boyack, Klavans et Börner, 2005 ; Leydesdorff, 2006), même si ces critiques ont été nuancées par la suite (Rafols et Meyer, 2010). Cette classification des disciplines pose divers problèmes qui touchent directement l'étude de l'interdisciplinarité par la mesure des références et des citations. Comme on le verra, cependant, l'emploi des données du Web of Science n'interdit pas l'usage d'autres classifications disciplinaires des revues.

1.3.2 Une classification hiérarchique des disciplines

Certaines bases de données spécialisées, comme Chemical Abstracts ou FRANCIS, attribuent une ou plusieurs disciplines aux articles recensés en procédant à l'échelle du document, indépendamment de la revue dans laquelle celui-ci a été publié. Comme on l'a évoqué plus tôt, le Web of Science procède autrement : l'unité de base de la classification d'articles en différentes disciplines y est la revue dans laquelle ils sont publiés. Un autre choix effectué par Thomson est la possibilité pour une revue de se voir attribuer plus d'une discipline. L'existence, en nombre non négligeable, de revues associées à plusieurs disciplines peut brouiller la définition opératoire d'une citation ou d'une référence interdisciplinaire. Il est, par exemple, difficile de juger si la référence à l'article d'une revue « multidisciplinaire » offre en soi un gage d'interdisciplinarité. Cela est d'autant plus vrai que des comparaisons entre une assignation multidisciplinaire dans le WoS et d'autres mesures de l'interdisciplinarité n'ont pas montré une corrélation forte, celle-ci dépendant largement des disciplines et des revues elles-mêmes (Katz et Hicks, 1995 ; Morillo, Bordons et Gomez, 2001).

Plusieurs auteurs intéressés à l'étude de l'interdisciplinarité par la mesure des références et des citations ont cherché des alternatives à la classification des disciplines du WoS. Les solutions proposées varient, mais reposent le plus souvent sur trois principes. Le premier est la poursuite d'une classification à l'échelle des revues. Le second est l'attribution à chaque revue d'une discipline unique. Le troisième, qui vient assouplir cette dernière exigence, est la hiérarchisation des disciplines en différents niveaux d'agrégation – ou plus simplement de spécialisation. Une revue donnée peut ainsi être associée à une discipline, puis à l'une des nombreuses spécialités qui composent cette discipline. Cette classification assouplit les contraintes du second principe, mais demeure univoque car la revue en question n'appartient qu'à une seule catégorie par palier. Morillo, Bordons et Gomez (2001), par exemple, a produit une classification de 225 « disciplines » regroupées en neuf « domaines » (qui s'appuie sur Pratt, 1977 ; voir aussi Zitt, 2005).

L'autre visée d'une telle classification est de fournir des informations sur la distance qui peut séparer deux articles : des revues appartenant à deux disciplines différentes seront jugées plus éloignées que des revues appartenant à deux spécialités différentes de la même discipline. Cette intention d'apprécier l'étendue des échanges dits interdisciplinaires est explicite chez les chercheurs ayant proposé de telles classifications (Tomov et Murafov, 1996 ; Morillo, Bordons et Gomez, 2001 ; Porter et Rafols, 2009 ; Gingras et Larivière, 2010). On peut également considérer qu'en procédant ainsi aux subdivisions nécessaires à la hiérarchisation des disciplines, les tenants de la mesure des références et des citations convergent avec les formes d'agrégation retenues en analyse des réseaux, où la mise en évidence de grappes d'interactions n'est en bonne partie que la représentation spatiale de telles hiérarchies ; c'est pourquoi des revues de littérature comme celle de Wagner *et al.* (2011) tendent à les envisager d'un même souffle.

Les méthodes qui président à la création de ces classifications hiérarchiques peuvent varier. Porter et Rafols (2009) rassemblent ainsi les 244 disciplines proposées par Thomson au sein de 21 « macro-disciplines » constituées sur la base d'un indice de proximité fondé sur les co-citations ; pour cette raison, les regroupements ainsi obtenus ne dupliquent pas nécessairement les labels disciplinaires usuels. Des tentatives de ce genre reposent sur des

mesures mathématiques dont le raffinement vise en bonne partie des fins de visualisation (Grupp, 1990 ; Hamilton, Narin et Olivastro, 2005 ; Adams, Jackson et Marshall, 2007 ; Porter, Roessner et Heberger, 2008). La classification disciplinaire utilisée dans la présente étude est celle de l'Observatoire des sciences et des technologies de l'UQAM. Cette classification est empruntée à la National Science Foundation étasunienne (NSF) et obéit aux principes évoqués plus haut, chaque revue étant classée à la fois dans une seule discipline et une seule spécialité de cette même discipline. Ce classement s'appuie à la fois sur le profilage bibliométrique des pratiques de citations et sur la reconnaissance des divisions institutionnelles existantes (National Science Foundation, 2006 ; Hamilton, 2003). Comme la NSF ne tient compte que des publications en médecine, en génie et en sciences naturelles, l'Observatoire a complété cette classification en produisant une classification des publications de sciences humaines et sociales (Larivière, 2010 ; voir appendice I du présent document).

1.3.3 Représentativité et normalisation

Les bases de données communément employées en bibliométrie, comme le WoS ou Scopus, comportent des biais qui affectent les résultats obtenus et leur interprétation. On peut ici évoquer trois de ces biais particulièrement importants pour l'étude de l'interdisciplinarité. Le premier est la sous-représentation de certaines disciplines. Les bases de données, toutes étendues soient-elles, ne sont pas exhaustives et il est connu que les revues de sciences humaines et sociales, notamment, y sont largement sous-représentés (Leydesdorff, 2007b ; Pontille et Torny, 2010). Dans le cadre d'une étude portant sur la production d'un établissement donné, cette sous-représentation peut influencer à la fois sur la composition du corpus (une bonne part des publications en sciences humaines et sociales ne seront tout simplement pas prises en compte) et sur le profil des références et citations liées à ce domaine (dont on ne pourra reconstituer qu'une moindre part ; Glänzel et Schoepflin, 1999 ; Leydesdorff, 2003).

Cette carence peut être encore accentuée par le second biais propre aux bases de données, soit la sous-représentation des revues non anglophones. Dans le cas d'un établissement qui n'appartient pas au monde anglo-saxon, ce second biais peut affecter les publications de

toutes les disciplines, mais encore plus les publications de sciences humaines et sociales (Archambault, Vignola-Gagné, Côté, Larivière et Gingras, 2006).

Le troisième biais tient à ce que les bases de données couramment utilisées n'offrent de l'information que sur les articles de revues scientifiques, au détriment d'autres formes de communication académique. Encore une fois, ce biais entraîne une mésestimation de la production savante et de sa circulation en sciences humaines et sociales (Moed, 1996 ; Larivière, Archambault, Gingras et Vignola-Gagné, 2006). Il peut également minimiser la diffusion d'une recherche à vocation appliquée, et de manière générale de toute recherche vouée à des styles de diffusion qui débordent la stricte publication dans les périodiques savants (Sugimoto, 2011).

À ces limites inhérentes aux bases de données existantes doit s'ajouter la nécessité de tenir compte des écarts entre les pratiques de publication ou de référence des différentes disciplines. Le rythme de publication, le volume de références et de citations, les délais qui séparent le moment de publication d'un article et le moment où on peut s'attendre à le voir cité ou encore la « durée de vie » moyenne d'un article peuvent varier considérablement d'une discipline à l'autre (Glänzel et Schoepflin, 1999 ; Rinia, van Leeuwen, Bruins, van Vuren et van Raan, 2001 ; Larivière, Archambault, Gingras et Vignola-Gagné, 2006 ; Skilton, 2006). Des outils de normalisation, comme l'usage de coefficients adaptés, doivent donc être employés pour comparer les données portant sur différentes disciplines, ou pour interpréter la circulation d'un article hors de son périmètre de publication. Cette précaution est d'autant plus nécessaire lorsque la mesure bibliométrique sert une visée d'évaluation (Moed, De Bruin et van Leeuwen, 1995 ; Rinia, van Leeuwen, Bruins, van Vuren et van Raan, 2002 ; Académie des sciences, 2011).

1.4 L'étude qualitative de l'interdisciplinarité

1.4.1 Une complémentarité à l'état de projet

Les limites inhérentes à l'étude bibliométrique de la science sont celles des bases de données existantes, et plus généralement celles de l'automatisation des procédures. L'étude qualitative des articles et de leur contenu demeure toutefois rare car elle comporte elle-même

deux limites importantes (visibles chez Stokols *et al.*, 2003 ; Stokols *et al.*, 2008 ; Hall *et al.*, 2008). La première est une limite pratique, ces études se révélant longues et coûteuses. La seconde tient au fait qu'une analyse du contenu d'articles scientifiques ne peut être réalisée que par des comités de pairs dont la mobilisation et la mise en œuvre exigent de brouiller les perspectives sociologiques initiales, donnant lieu à des lectures essentiellement normatives, y compris sur la caractère « interdisciplinaire » ou pas de tel ou tel article.

Pour toutes ces raisons, les tentatives en cours pour coupler la bibliométrie à une étude plus qualitative de l'interdisciplinarité ne sont pas encore arrivées à maturité. Le recours à des approches complémentaires annoncé par Porter et Rafols (2009), qui arrime la bibliométrie à des techniques de visualisation spatiale, offre plus une représentation alternative des données scientométriques qu'une réelle plus-value en matière de production de données originales. Divers chercheurs font aussi miroiter les promesses d'usages complémentaires de la bibliométrie, de l'analyse de réseaux et de diverses ethnographies des pratiques d'interdisciplinarité, mais ces travaux en sont encore à l'état d'ébauche et servent souvent à positionner leurs auteurs sur le terrain plus vaste d'une « science du travail d'équipe » aux fondements ouvertement normatifs (Stokols *et al.*, 2003 ; Klein, 2008 ; Wagner *et al.*, 2011).

1.4.2 L'analyse qualitative qui se fait

Hors de toute relation à la bibliométrie, il existe cependant divers courants de recherche qualitative sur l'interdisciplinarité. La littérature existante demeure éclatée entre diverses méthodes, qui vont de l'analyse de discours à l'ethnographie et à l'analyse managériale des structures. Ces approches sont généralement appliquées à trois questions principales, qui demeurent largement ouvertes à ce jour et ont peu à voir avec les questions formulées en bibliométrie.

Un premier chantier vise à préciser les motifs des chercheurs impliqués dans l'interdisciplinarité. Certaines études s'appuient sur une revue critique de la littérature dans des domaines précis (Leroy, 2004) et parfois sur un vaste appareil de déconstruction des discours courants (Greckhamer, Koro-Ljungberg, Cilesiz et Hayes, 2008) pour montrer que la revendication des chercheurs à l'interdisciplinarité, si elle s'appuie sur l'affirmation

d'une pertinence sociale forte, sert également le projet de construction de nouvelles niches académiques (Castonguay, 2005). Plus près des sciences du management, d'autres chercheurs ont jumelé la recherche documentaire et les entrevues pour établir des typologies des diverses formes de collaboration, comme dans le cas de Laudel (2001) qui envisage la collaboration entre chercheurs sous l'angle de son impact sur les carrières individuelles.

Un second chantier porte sur les conditions des échanges conceptuels qu'implique le dialogue interdisciplinaire et sur l'attitude des chercheurs devant l'investissement supplémentaire que requiert l'interdisciplinarité. Chez Jansen (2009), une revue critique de la littérature d'un secteur particulier montre l'importance de concepts frontières, comme la théorie des systèmes, pour favoriser l'intégration de nouveaux acteurs (comme des sociologues) à des communautés scientifiques préexistantes. D'autres chercheurs plaident en faveur de méthodes issues de la psychologie empirique qui offrent une forme d'ethnographie des cadres cognitifs qui influencent le dialogue interdisciplinaire (Bono, 1995 ; Bromme, 2000).

Enfin, un troisième chantier concentre l'attention de chercheurs sur le rapport concret qu'entretiennent les savants avec les diverses administrations qui organisent et supervisent leur travail. La plupart des études de ce type sont issues des sciences du management et offrent une analyse descriptive, aux sources largement documentaires, des différents éléments du contexte organisationnel et de leurs impacts sur le succès ou l'échec d'une entreprise interdisciplinaire (Hoch, 1990 ; Stokols *et al.*, 2008). D'autres textes, plus rares, adoptent une posture critique, fondée sur la déconstruction du discours courant sur l'interdisciplinarité et qui montre les enjeux de pouvoir qui présideraient à une prise croissante des administrations sur le travail savant (Kilduff, 1993).

1.5 Les hypothèses fortes sur l'interdisciplinarité

Par-delà les questions de méthode, la littérature existante sur les pratiques savantes de l'interdisciplinarité converge autour de quelques propositions fortes, d'interrogations encore ouvertes et d'hypothèses qui pourront informer les questions posées ici. Ces propositions touchent trois points précis.

Le premier point est la nature même de ce qui stimule l'entreprise interdisciplinaire. D'un côté, un certain discours normatif, on l'a vu, présente l'interdisciplinarité comme la résultante nécessaire de demandes externes à la science et fondées sur la résolution de problèmes complexes (Klein, 2008 ; Frodeman, 2010). D'un autre côté, plusieurs chercheurs, aux approches tant qualitatives que quantitatives, contestent cette lecture, faisant remarquer que l'approche « par problème » ne tranche en rien avec la démarche scientifique passée et que le recours à l'interdisciplinarité pour résoudre un problème précis est un fait essentiellement contingent. Ces chercheurs font surtout remarquer que même dans les démarches interdisciplinaires les mieux engagées, le mode de régulation de l'activité académique et, partant, les visées des chercheurs demeurent fondamentalement disciplinaires (van Raan, 2000 ; Leroy, 2004 ; Jansen, 2009). Ce débat, plutôt polarisé, devrait attirer notre attention sur les motivations et les visées académiques des chercheurs impliqués dans l'interdisciplinarité. Les asymétries rendues visibles par les données bibliométriques pourraient ainsi être éclairées par la perspective stratégique des acteurs rencontrés en entrevue, et il vaudra la peine d'évaluer le poids respectif des demandes externes et des pressions internes au champ scientifique sur les motivations de chacun.

Cette première discussion sur l'origine de l'interdisciplinarité en alimente une seconde qui porte, elle, sur le poids réel des pratiques interdisciplinaires dans le monde savant. Les deux questions sont liées, car une croissance brusque et récente de l'activité interdisciplinaire semblerait confirmer l'impact de demandes sociales qui ont changé de nature depuis quelques années, tandis qu'une progression plus modeste présenterait plutôt l'interdisciplinarité comme une modalité parmi d'autres des reconfigurations internes qu'opère le champ scientifique de son propre mouvement. Certaines mesures superficielles, comme le décompte des occurrences des mots « interdisciplinarité » ou « multidisciplinarité » dans les revues savantes, soutiennent la première hypothèse (Braun et Schubert, 2003). Les analyses fondées sur la distribution des références et des citations sont plus nuancées. L'étude de Porter et Rafols (2009) présente une hausse importante de la diversité disciplinaire des références et citations entre 1975 et 2005, mais nuance le tout en montrant que cette « interdisciplinarité » est surtout le fait de disciplines très proches les unes des autres. Ce résultat peut ainsi être diversement interprété comme les premières secousses d'une évolution lente vers plus

d'interdisciplinarité ou comme une itération parmi d'autres d'un phénomène de spécialisation aux racines d'abord disciplinaires (Weingart, 2000). Plus important, peut-être, les entreprises bibliométriques de grande envergure constatent que le poids relatif des citations interdisciplinaires dans l'ensemble total des citations scientifiques évolue peu et que les évolutions observées demeurent cantonnées aux marges de la production savante, le phénomène le plus visible demeurant peut-être la lenteur des transformations mesurables (van Leeuwen et Tijssen, 2000 ; Porter et Rafols, 2009 ; Gingras et Larivière, à paraître). Ces résultats attirent l'attention sur le fait que les chercheurs tentés par l'interdisciplinarité continuent d'évoluer dans un environnement scientifique dominé par la communication intra-disciplinaire, ou à tout le moins cantonné à une interdisciplinarité « de proximité ».

Ce constat pose un troisième problème, celui des retombées de l'interdisciplinarité pour les chercheurs concernés. S'il a été établi, à la fois par le sens commun et certaines recherches (Bono, 1995 ; Bromme, 2000), que la collaboration interdisciplinaire exige des chercheurs un investissement supplémentaire en temps et en énergie ainsi que des compromis sur le plan de la formulation des questions de recherche, les conséquences de cette collaboration sur la production des savants et la suite de leur carrière demeurent mal connues. Il n'existe pas, en vérité, de consensus sur cette question. Certaines études ciblant des secteurs particuliers, comme la physique, ont corrélé la publication interdisciplinaire à une moindre diffusion, notamment parce que les travaux ainsi diffusés le sont dans des revues à facteur d'impact moins élevé, et ce de manière d'autant plus manifeste dans le cas des programmes de recherche à caractère appliqué (Rinia, van Leeuwen et van Raan, 2002). Ce constat d'un impact négatif de l'interdisciplinarité sur le rayonnement des publications a été corroboré par Levitt et Thelwall (2008) qui emploient un décompte à l'échelle des revues, mais des méthodologies différentes ont nuancé ces résultats (Adams, Jackson et Marshall, 2007 ; Rinia, van Leeuwen, Bruins, van Vuren et van Raan, 2001). Menée à l'échelle du champ scientifique dans son ensemble, l'étude de Larivière et Gingras (2010) suggère en fait que l'impact de l'interdisciplinarité sur le rayonnement de la recherche varie considérablement selon les secteurs et dépend surtout des écarts relatifs entre l'intensité des citations dans les différentes disciplines.

1.6 Le projet de recherche

Encore en construction, le projet d'une mesure de la recherche interdisciplinaire a généralement été mené à l'échelle des revues ou d'espaces disciplinaires déterminés, et non à l'échelle d'un établissement donné. Les outils existants nous permettent cependant d'aborder la question à l'échelle d'un centre de recherche français, l'IRSTEA.

Portant aussi le nom d'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, l'IRSTEA se présente comme un centre pluridisciplinaire spécialisé dans la recherche appliquée sur l'eau, les écotechnologies et le territoire. Il compte, en 2011, 550 ingénieurs et chercheurs auxquels s'ajoutent 700 contractuels, stagiaires, ou doctorants répartis entre 9 sites et 20 unités de recherche, et dont les domaines d'investigation s'étendent de la surveillance des milieux aquatiques à l'aide à la décision agricole, en passant par la gestion et l'évaluation de risques, le développement local et la valorisation des ressources naturelles². Tel qu'il a été évoqué en introduction, l'IRSTEA estime abriter un riche potentiel de collaborations interdisciplinaires que le contexte actuel de la politique scientifique française incite à préciser et à mettre en évidence.

Le présent projet retient une définition sociologique, institutionnelle de l'interdisciplinarité, en définissant comme interdisciplinaire une pratique de recherche qui entraîne des échanges entre des communautés savantes qui sont décrites et régulées, indépendamment de la perception des acteurs, comme des communautés différenciées. Cette définition générale est rendue opératoire de façons diverses par l'adoption de méthodes quantitatives et qualitatives qui ne décrivent pas les mêmes choses.

Sur le plan quantitatif, le projet repose sur le couplage de deux mesures précises, évoquées dans la revue de littérature mais rarement utilisées de concert : d'une part, l'attribution aux auteurs d'une affiliation disciplinaire, qui permet de mesurer la part de leurs publications dans des revues liées à d'autres disciplines que la leur ; d'autre part, la mesure des références et des citations associées aux articles publiés par les membres de l'IRSTEA, qui permet de jauger la part des échanges qu'affichent ou suscitent les auteurs avec d'autres disciplines que la leur, ou que celles de leurs revues de publication. Dans ces deux cas, la mesure de

² Pour plus de détails, v.: <http://www.irstea.fr/linstitut> (consulté pour la dernière fois le 5 décembre 2011).

l'échange interdisciplinaire décrit la traversée de frontières disciplinaires institutionnellement tracées de l'extérieur. La variété des mesures produites permettra de formuler des considérations sur la situation particulière de l'IRSTEA et sur les méthodes qui lui sont adaptées.

Alors que la bibliométrie mesure la diffusion des résultats de la recherche, et informe donc de l'aval de la recherche, des études qualitatives, ici menées sous forme d'entrevues, sont mieux adaptées pour l'étude de ce qui est en amont, c'est-à-dire les motivations et la réalisation pratique des collaborations interdisciplinaires. Cette entreprise complète la mesure bibliométrique à deux égards : d'une part, elle permet de voir si les différenciations disciplinaires définies de l'extérieur par les institutions scientifiques et les exigences de classification de la scientométrie ont un sens pour les chercheurs eux-mêmes ; d'autre part, elle permet de mieux cerner les motifs, les choix stratégiques et les contraintes institutionnelles qui expliquent les tendances rendues visibles par la bibliométrie. Ces observations complémentaires jettent à leur tour des ponts vers d'autres chantiers de l'étude qualitative de l'interdisciplinarité, comme l'identification des exigences propres aux types de collaboration privilégiés par les chercheurs et leurs objectifs, ainsi que les attentes qu'elles supposent à l'endroit des administrations scientifiques.

2. Les données bibliométriques

L'étude bibliométrique de la production interdisciplinaire de l'IRSTEA repose sur l'usage du Web of Science pour produire des indicateurs à deux échelles complémentaires : l'échelle des auteurs et l'échelle des revues. Il s'agit, d'un côté, d'identifier les auteurs d'articles membres de l'IRSTEA et de leur associer, par la bibliométrie, une affiliation disciplinaire pour mesurer leur propension à publier ou non hors de leur champ disciplinaire usuel. D'un autre côté, il s'agit d'utiliser la classification disciplinaire des revues pour mesurer le degré d'interdisciplinarité du positionnement (par les références) ou du rayonnement (par les citations) des articles publiés par les membres de l'IRSTEA.

Il est important de noter que, jusqu'à la fin de 2011, l'IRSTEA a porté le nom de « Cemagref ». C'est donc cette dernière dénomination qui a été employée lors des recherches à titre

de mot-clef, et que l'on retrouvera à plusieurs reprises dans le présent document pour désigner l'établissement à l'étude.

2.1 Données générales

2.1.1 Construction du corpus

L'étude bibliométrique porte sur un corpus constitué des articles scientifiques parus entre 1999 et 2010 (inclusivement), signés par au moins un membre de l'IRSTEA et référencés dans le Web of Science (WoS).

La base de données tenue par l'IRSTEA lui-même, Cemadoc, fait état de 2916 articles parus dans des revues savantes (avec comité de lecture) entre 1999 et 2010. L'identification des articles référencés dans le Web of Science a été menée en deux étapes. Dans un premier temps, nous avons identifié 1901 articles pourvus d'une adresse institutionnelle « Cemagref ». Divers croisements ont d'ailleurs permis de constater que de ce nombre, 269 articles ne sont pas repérés dans Cemadoc, contre 1632 que l'on retrouve effectivement. Dans un second temps, d'autres croisements ont permis d'identifier 385 articles qui étaient référencés à la fois dans Cemadoc et le WoS mais qui, dans ce dernier, n'étaient pas affublés d'une adresse institutionnelle « Cemagref ».

Ces démarches ont donc permis d'identifier dans le WoS 2017 des 2916 articles (soit 69,2 %) référencés dans Cemadoc³, ainsi que 269 entrées d'articles supplémentaires qui apparaissent dans le WoS sous une adresse institutionnelle « Cemagref » sans être repérables dans Cemadoc au moment de l'extraction. Ces articles ont été également pris en compte pour former un corpus total de 2286 articles, dont on peut dire qu'il représente 71,8 % des 3185 articles signés par au moins un membre de l'IRSTEA entre 1999 et 2010 et dont il nous a été permis d'avoir connaissance (voir Tableau 1).

³ En guise de comparaison, une recherche des articles pourvus d'une adresse institutionnelle « Cemagref » dans la base de données Scopus a permis d'identifier 2180 articles, soit l'équivalent de 74,8% du nombre d'articles recensés par Cemadoc. Scopus rend notamment mieux compte des articles parus dans des revues de sciences humaines et sociales. Il importe également de noter que les données utilisées ici ont été compilées au début de l'année 2011 ; les travaux de nettoyage réalisés par les documentalistes de l'IRSTEA dans les mois suivants ont sans doute réduit le nombre de publications dépourvues d'adresse institutionnelle ou non repérables dans Cemadoc.

2.1.2 Évolution générale dans le temps

La comparaison des données tirées de Cemadoc et du WoS nous informe de quelques tendances générales de la publication scientifique à l'IRSTEA. Pour envisager l'évolution dans le temps de ces tendances, nous diviserons la période considérée ici en deux sous-périodes d'égale durée, soit 1999-2004 et 2005-2010.

De 1999 à 2004, Cemadoc fait état de 1010 publications dans des revues savantes, soit une moyenne de 202 articles par an ; de ce nombre, 660 articles, soit 65,3% du total et en moyenne 132 articles par an, ont été référencés dans le WoS. De 2005 à 2010, le rythme des publications et leur présence dans le WoS s'accroissent. Pour cette sous-période, Cemadoc fait état de 1906 publications (soit en moyenne 381,2 par an) dont 1357 (soit 71,2% ou 271,4 par an) sont référencées dans le WoS.

Tableau 1. Composition du corpus d'articles

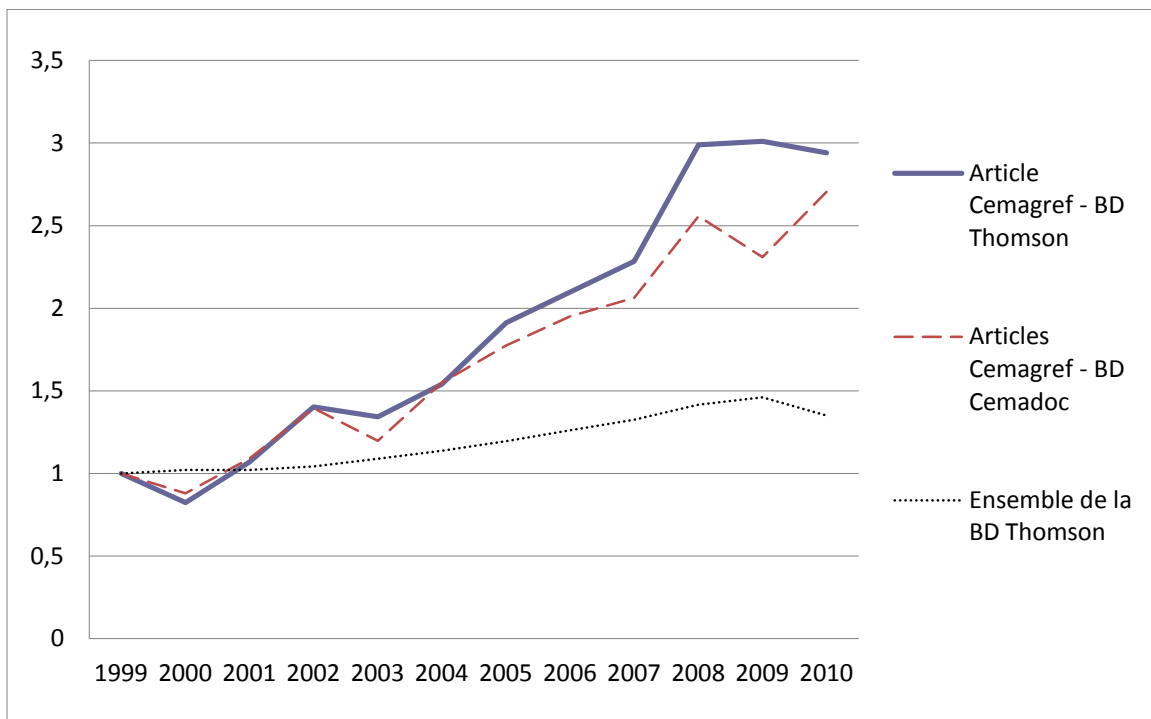
	Nombre d'articles	Représentativité
Cemadoc	2916	100,0 % de Cemadoc
Web of Science – adresse institutionnelle « Cemagref » et présent dans Cemadoc	1632	56,0 % de Cemadoc
Web of Science – sans adresse institutionnelle « Cemagref » et présent dans Cemadoc	385	13,2 % de Cemadoc
Sous-total	2017	69,2 % de Cemadoc
Web of Science – adresse institutionnelle « Cemagref » mais non repérable dans Cemadoc	269	-
Corpus total des publications signées par des mem- bres de l'IRSTEA et repérables dans le Web of Science	2286	71,8 % des 3185 articles iden- tifiés

Tableau 2. Évolution dans le temps du corpus d'articles

Années	Cemadoc	Cemadoc dans le WoS	% des articles Cemadoc ds WoS	Articles IRSTEA hors Cemadoc	Total IRSTEA	Total IRSTEA dans le WoS	% des articles IRSTEA ds WoS
1999	142	94	66,2 %	8	150	102	68,0 %
2000	125	78	62,4 %	6	131	84	64,1 %
2001	155	100	64,5 %	9	164	109	66,5 %
2002	198	127	64,1 %	16	214	143	66,8 %
2003	170	115	67,6 %	22	192	137	71,4 %
2004	220	146	66,4 %	11	231	157	68,0 %
1999-2004	1010	660	65,3 %	72	1082	732	67,6 %
2005	252	178	70,6 %	17	269	195	72,5 %
2006	277	191	69,0 %	23	300	214	71,3 %
2007	293	202	68,9 %	31	324	233	71,9 %
2008	363	273	75,2 %	32	395	305	77,2 %
2009	337	245	72,7 %	62	399	307	76,9 %
2010	384	268	69,8 %	32	416	300	72,1 %
2005-2010	1906	1357	71,2 %	197	2103	1554	73,9 %
1999-2010	2916	2017	69,2 %	269	3185	2286	71,8 %

Comme l'indique le Tableau 2, l'ajout au calcul des 269 articles non repérables dans Cemadoc donne des valeurs un peu plus élevées mais les tendances demeurent les mêmes. On constate ainsi que les membres de l'IRSTEA ont non seulement considérablement accéléré leur rythme de publication dans les dernières années, mais aussi maintenu et même légèrement accru la présence de leurs résultats de recherche parmi les revues référencées dans le Web of Science. Comme l'indique la Figure 1, le nombre total d'articles liés à l'IRSTEA et référencés dans le Web of Science a crû plus vite que le WoS lui-même depuis le milieu des années 2000, la présence relative de l'IRSTEA dans le WoS connaissant ainsi une réelle augmentation.

Figure 1. Progression comparée des publications de l'IRSTEA/Cemagref et de l'ensemble du Web of Science (1999=1)



À mesure qu'il devient plus important, le corpus des publications de membres de l'IRSTEA référencées dans le WoS connaît d'autres transformations. Déjà dominant au début de la période, l'usage de l'anglais pèse encore de plus en plus lourd avec les années, la part d'articles rédigés dans cette langue passant de 84,6 à 94,4 % entre les périodes 1999-2004 et 2005-2010 (voir Figure 2).

Les collaborations entre auteurs se font également de plus en plus étendues. Alors que les signatures uniques, déjà marginales, continuent de se raréfier, le nombre moyen d'auteurs par article augmente de manière notable, passant de 3,8 durant la période 1999-2004 à 4,6 durant la période 2005-2010. Toutefois, comme la part moyenne de membres de l'IRSTEA dans l'ensemble des cosignataires demeure stable (à un peu plus de 40% dans chacune des sous-périodes, voir Tableau 3), cette progression ne suggère pas en elle-même une multiplication importante du nombre de partenaires hors-établissement.

Figure 2. Évolution de la part d'articles écrits en anglais dans les articles de l'IRSTEA recensés par le Web of Science

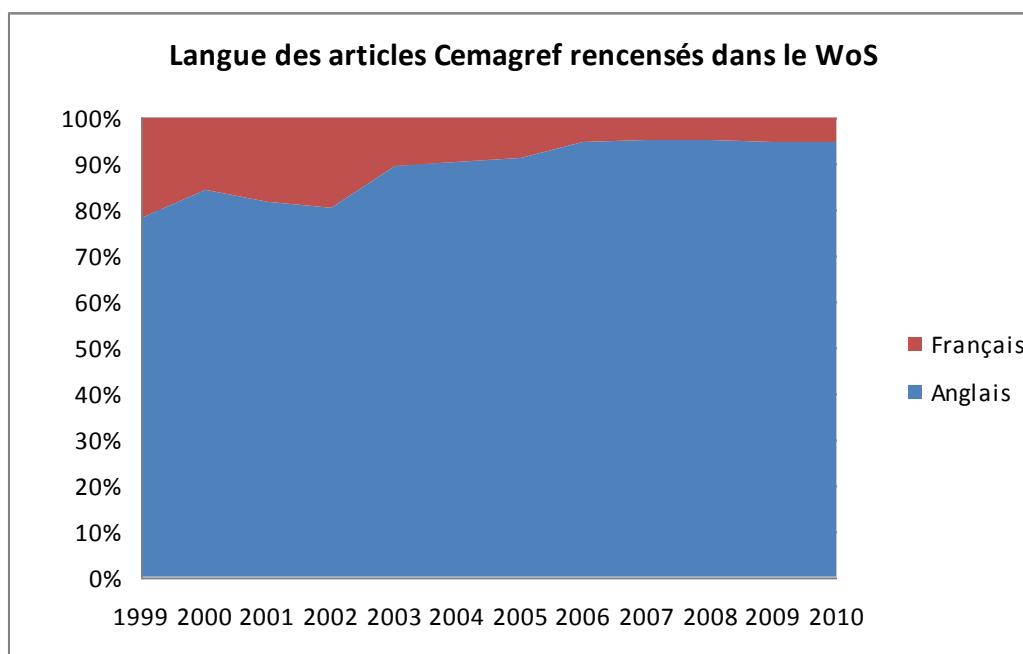


Tableau 3. Évolution du nombre moyen d'auteurs par article

Années	Nombre d'articles	Nombre signatures	Nombre signatures IRSTEA	Nombre moyen de signatures	Nombre moyen de signatures IRSTEA
1999	102	365	137	3,6	1,3
2000	84	314	112	3,7	1,3
2001	109	383	166	3,5	1,5
2002	143	643	234	4,5	1,6
2003	137	499	259	3,6	1,9
2004	157	575	290	3,7	1,8
1999-2004	732	2779	1198	3,8	1,6
2005	195	837	378	4,3	1,9
2006	214	881	386	4,1	1,8
2007	233	1011	434	4,3	1,9
2008	305	1349	624	4,4	2,0
2009	307	1527	611	5,0	2,0
2010	300	1556	590	5,2	2,0
2005-2010	1554	7161	3023	4,6	1,9
1999-2010	2286	9940	4221	4,3	1,8

Les collaborations hors-établissement semblent cependant découler plus qu'auparavant de partenariats internationaux. À en juger par les adresses institutionnelles fournies par le

WoS, la proportion d'articles « IRSTEA » issus de collaborations internationales passe de 22,7 à 32,0 % entre les sous-périodes 1999-2004 et 2005-2010. Cette progression est au diapason de la tendance française à l'internationalisation de la recherche, la part d'articles français issus de collaborations internationales, toutes disciplines confondues, étant passée de 40,0 à 48,1 % durant la même période (voir Tableau 4).

Tableau 4. Évolution du poids relatif des articles issus d'une collaboration internationale, en comparaison avec l'ensemble de la production scientifique française

Années	Nombre d'articles	Nombre de collaborations internationales	Proportion des collaborations internationales	Proportion dans l'ensemble français
1999	102	17	16,7 %	35,5 %
2000	84	19	22,6 %	37,8 %
2001	109	18	16,5 %	39,5 %
2002	143	40	28,0 %	40,8 %
2003	137	31	22,6 %	42,5 %
2004	157	41	26,1 %	44,0 %
1999-2004	732	166	22,7 %	40,0 %
2005	195	50	25,6 %	45,3 %
2006	214	65	30,4 %	46,1 %
2007	233	78	33,5 %	47,4 %
2008	305	87	28,5 %	47,9 %
2009	307	110	35,8 %	49,7 %
2010	300	107	35,7 %	52,2 %
2005-2010	1554	497	32,0 %	48,1 %
1999-2010	2286	663	29,0 %	44,4 %

2.2 Distribution des articles selon les disciplines et spécialités

2.2.1 Méthode et classification

Tel qu'indiqué au chapitre précédent, la mesure bibliométrique de l'interdisciplinarité implique le classement préalable des unités d'analyse (ici les articles et leurs auteurs) parmi les diverses disciplines et spécialités qui, sur les plans institutionnel et pratique, balisent le champ scientifique. Nous commençons, dans la présente section, par distribuer les articles de notre corpus entre différentes disciplines et spécialités. Nous dressons également un portrait de l'évolution de cette distribution dans le temps.

Chaque article du corpus s'est vu attribuer une discipline et une spécialité en fonction de la revue dans laquelle il a été publié. La classification des revues utilisée ici est celle utilisée par l'Observatoire des sciences et des technologies de l'UQAM, qui emploie une variante de la classification de la National Scientific Foundation à laquelle a été ajoutée une classification des revues en sciences humaines et sociales (voir chapitre précédent et annexes).

Comme il a déjà été indiqué, cette classification à l'échelle des revues s'appuie, comme beaucoup d'autres, sur deux principes. D'une part, elle propose une hiérarchie selon laquelle chaque article est associé à la fois à une discipline principale et à une spécialité qui est une subdivision de cette discipline ; cette hiérarchisation permet de dresser un portrait de la situation à deux échelles d'agrégation différentes.

D'autre part, elle attribue à chaque revue une discipline et une spécialité uniques, ce qui permet d'éviter de compter certains articles plusieurs fois ou de devoir composer avec l'approximation qu'induit la notion mal définie de revues « multidisciplinaires ».

2.2.2 La distribution des articles selon les disciplines de publication

À l'échelle des disciplines, la distribution des articles composant le corpus correspond assez bien aux principaux axes de spécialisation de l'IRSTEA. Pas moins de 81,0% des articles sont concentrés dans trois disciplines principales, soit la biologie (36,9%), les sciences de la terre et de l'espace (31,7%) et le génie (12,4%)⁴. Suivent ensuite, d'une part, la chimie, la physique et la recherche biomédicale qui comptent ensemble pour 11,9% de l'ensemble, et, d'autre part, les sciences humaines et sociales, généralement sous-représentées dans le WoS, qui comptent pour 4,2% du corpus total.

⁴ Dans la classification NSF, la biologie comprend toutes les sciences de la vie à l'exclusion de la biomédecine. La catégorie « sciences de la terre et de l'espace » comprend deux grappes de périodiques constituées chacune de réseaux de citations intenses qui unissent, d'une part, l'astronomie, l'astrophysique, la planétologie, la géophysique et la météorologie et, d'autre part, la géologie, la géographie physique, l'océanographie et la limnologie (Hamilton, 2003). C'est évidemment cette dernière grappe, qui comprend les sciences de l'eau, qui réunit l'essentiel des articles étudiés ici.

Tableau 5. Distribution des articles par disciplines

Discipline	Nombre d'articles	Poids relatif (%)
Biologie	843	36,9 %
Sciences de la terre et de l'espace	724	31,7 %
Génie	284	12,4 %
Recherche biomédicale	99	4,3 %
Sciences humaines et sociales	95	4,2 %
Physique	88	3,8 %
Chimie	86	3,8 %
Médecine clinique	41	1,8 %
Mathématique	15	0,7 %
Champs professionnels	7	0,3 %
Psychologie	3	0,1 %
Santé	1	0,0 %
Total	2286	100 %

L'évolution dans le temps de cette distribution disciplinaire nuance légèrement ce portrait, en suggérant l'émergence de certaines tendances, notamment une relative diversification des espaces de publication, comme en témoigne le Tableau 6. Entre les deux sous-périodes 1999-2004 et 2005-2010, la « domination » de la biologie et des sciences de la terre et de l'espace a en effet légèrement fléchi, le poids cumulé de ces deux catégories étant passé de 72,8 à 66,5% de l'ensemble, essentiellement au profit du génie (dont la part relative est passée de 11,3 à 12,9%), des sciences humaines et sociales (de 2,9 à 4,8%) et de la recherche biomédicale (de 3,3 à 4,8%).

Tableau 6. Distribution des articles par disciplines, dans le temps

Discipline	1999-2004		2005-2010		Total
	Nb d'articles	%	Nb d'articles	%	
Biologie	293	40,0	550	35,4	843
Sc. de la terre et de l'espace	240	32,8	484	31,1	724
Génie	83	11,3	201	12,9	284
Recherche biomédicale	24	3,3	75	4,8	99
Sc. humaines et sociales	21	2,9	74	4,8	95
Physique	27	3,7	61	3,9	88
Chimie	28	3,8	58	3,7	86
Médecine clinique	13	1,8	28	1,8	41
Mathématique	2	0,3	13	0,8	15
Chps professionnels	1	0,1	6	0,4	7
Psychologie	0	0,0	3	0,2	3
Santé	0	0,0	1	0,1	1
Total	732	100	1554	100	2286

On peut présenter les choses autrement en comparant les rythmes d'accélération de la publication dans chaque discipline. Alors que le nombre total d'articles publiés par des membres de l'IRSTEA dans des revues référencées dans le WoS a augmenté de 112,3 % entre les deux sous-périodes, cette augmentation a été un peu plus lente dans les domaines déjà établis de la biologie (+ 87,7 %) et des sciences de la terre et de l'espace (+ 101,7 %), mais beaucoup plus rapide en génie (+ 142,2 %), en recherche biomédicale (+ 212,5 %) et en sciences humaines et sociales (+ 252,4 %). Dans ces derniers cas, les données utilisées ici ne permettent pas de dire si cette évolution traduit une explosion du nombre brut de publications ou simplement un déplacement des pratiques de publication vers les revues représentées dans le Web of Science.

2.2.3 La distribution des articles selon les spécialités de publication

À l'échelle des spécialités, qui sont des subdivisions des troncs disciplinaires discutés jusqu'ici, la distribution des articles révèle des degrés de dispersion variables à l'intérieur de chaque discipline, comme l'indique le Tableau 7. Encore une fois, cette distribution correspond assez bien aux missions de l'IRSTEA. Les articles de biologie se concentrent à 78,1 % dans trois spécialités particulières, soit l'agroalimentaire (30,1 %), l'hydrobiologie et biologie marine (29,7 %) et l'écologie (18,3 %) qui, réunies, forment 28,7 % du corpus total. Les articles publiés en sciences de la terre et de l'espace, pour leur part, se concentrent à 68,2 % dans la catégorie elle-même assez générique des « sciences environnementales » qui rassemble ainsi à elle seule 21,6 % du corpus total. Les articles publiés en recherche biomédicale se concentrent eux aussi, à 74,7 %, dans trois spécialités particulières. Les articles publiés en génie et en sciences humaines et sociales, pour leur part, se dispersent en une plus vaste gamme de spécialités. Dans ces secteurs, contrairement à ce que l'on constate en biologie et en sciences de l'eau, les axes de recherche de l'IRSTEA ne semblent pas correspondre à une grappe définie de revues intensément liées entre elles par des pratiques de citations ou le partage de thématiques précises.

Tableau 7. Distribution des articles par spécialités

Discipline Spécialité	Nombre d'articles	Poids dans la discipline	Poids dans le corpus total
Biologie	843	100 %	36,9 %
Agriculture et agroalimentaire	254	30,1 %	11,1 %
Hydrobiologie et biologie marine	250	29,7 %	10,9 %
Écologie	154	18,3 %	6,7 %
Botanique	102	12,1 %	4,5 %
Zoologie générale	36	4,3 %	1,6 %
Sciences de la terre et de l'espace	724	100 %	31,7 %
Science environnementale	494	68,2 %	21,6 %
Science de la terre	113	15,6 %	4,9 %
Géologie	49	6,8 %	2,1 %
Océanologie et limnologie	47	6,5 %	2,1 %
Génie	284	100 %	12,4 %
Génie civil	64	22,5 %	2,8 %
Génie mécanique	64	22,5 %	2,8 %
Génie électrique et électronique	38	13,4 %	1,7 %
Informatique	34	12,0 %	1,5 %
Science des matériaux	30	10,6 %	1,3 %
Recherche biomédicale	99	100 %	4,3 %
Génie biomédical	31	31,3 %	1,4 %
Microbiologie	29	29,3 %	1,3 %
Biochimie et biologie moléculaire	14	14,1 %	0,6 %
Sciences humaines et sociales	95	100 %	4,2 %
Géographie	20	21,1 %	0,9 %
Sciences politiques et administratives	20	21,1 %	0,9 %
Économie	19	20,0 %	0,8 %

L'évolution dans le temps de cette distribution en spécialités (Tableaux 8 et 9) permet d'observer, là où le nombre permet l'analyse à ce niveau plus fin d'agrégation, certains réaménagements dans les pratiques de publication à l'intérieur des groupes disciplinaires. Ainsi, alors que les chercheurs en sciences de la terre et de l'espace continuent de publier dans les mêmes grappes de revues (en sciences de l'environnement) tout au long de la période, les chercheurs liés à la biologie accordent après 2005 une moindre importance qu'autrefois aux revues d'hydrobiologie et de biologie marine (dont le poids relatif passe de 34,5 à 27,1 % des articles publiés en biologie, et de 13,8 à 9,6 % du corpus total) pour publier dans une part croissante dans les revues liées, notamment, à l'écologie (de 13,0 à 21,1 % des articles publiés en biologie). Les chiffres permettent aussi des observations plus circonstanciées sur l'essor de la recherche biomédicale et en sciences humaines et sociales, dont

la croissance relative est en partie associée à la place accrue de spécialités jusque-là peu ou pas représentées à l'IRSTEA, comme la microbiologie ou les sciences politiques et administratives.

Tableau 8. Distribution des articles par spécialités au sein des disciplines, par période

Spécialité	1999-2004		2005-2010		Total
	Nb d'articles	%	Nb d'articles	%	
Biologie	293	100,0	550	100,0	843
Agr. et agroalimentaire	86	29,4	168	30,5	254
Hydrobio et bio marine	101	34,5	149	27,1	250
Écologie	38	13,0	116	21,1	154
Botanique	41	14,0	61	11,1	102
Zoologie générale	14	4,8	22	4,0	36
Sciences terre et espace	240	100,0	484	100,0	724
Sc. environnementale	166	69,2	328	67,8	494
Science de la terre	44	18,3	69	14,3	113
Géologie	16	6,7	33	6,9	49
Océano- et limnologie	8	3,3	39	8,1	47
Génie	83	100,0	201	100,0	284
Génie civil	21	25,3	43	21,4	64
Génie mécanique	18	21,7	46	22,9	64
G.électrique/électronique	11	13,3	27	13,4	38
Informatique	10	12,0	24	11,9	34
Science des matériaux	7	8,4	23	11,4	30
Recherche biomédicale	24	100,0	75	100,0	99
Génie biomédical	8	33,3	23	30,7	31
Microbiologie	4	16,7	25	33,3	29
Bioch. et bio moléculaire	5	20,8	9	12,0	14
Sc. humaines et sociales	21	100,0	74	100,0	95
Géographie	4	19,0	16	21,6	20
Sc. pol. / administratives	0	0,0	20	27,0	20
Économie	4	19,0	15	20,3	19

Tableau 9. Distribution des articles par spécialités au sein du corpus total, par période

Spécialité	1999-2004		2005-2010		Total	
	Nb d'articles	%	Nb d'articles	%	Nb d'articles	%
Sc. environnementale	166	22,7	328	21,1	494	21,6
Agr. et agroalimentaire	86	11,7	168	10,8	254	11,1
Hydrobio et bio marine	101	13,8	149	9,6	250	10,9
Écologie	38	5,2	116	7,5	154	6,7
Science de la terre	44	6,0	69	4,4	113	4,9
Botanique	41	5,6	61	3,9	102	4,5
Génie civil	21	2,9	43	2,8	64	2,8
Génie mécanique	18	2,5	46	3,0	64	2,8
Géologie	16	2,2	33	2,1	49	2,1
Océano- et limnologie	8	1,1	39	2,5	47	2,1
G.électrique/électronique	11	1,5	27	1,7	38	1,7
Zoologie générale	14	1,9	22	1,4	36	1,6
Informatique	10	1,4	24	1,5	34	1,5
Génie biomédical	8	1,1	23	1,5	31	1,4
Science des matériaux	7	1,0	23	1,5	30	1,3
Microbiologie	4	0,5	25	1,6	29	1,3
Géographie	4	0,5	16	1,0	20	0,9
Sc. pol. / administratives	0	0,0	20	1,3	20	0,9
Économie	4	0,5	15	1,0	19	0,8
Bioch. et bio moléculaire	5	0,7	9	0,6	14	0,6

2.2.4 Identification de six principales disciplines et spécialités

La division du corpus en diverses disciplines et spécialités nous aidera à jauger les échanges mesurables entre les articles (et les auteurs, comme le verra) liés à différents espaces de publication. À cette fin, il semble utile d'isoler les disciplines et les spécialités les plus représentées dans le corpus et qui sont à ce titre les plus représentatives des activités de publication des membres de l'IRSTEA, et aussi les plus à même de fournir des ensembles conséquents et significatifs. Pour la suite des choses, l'analyse se concentrera donc sur un groupe composé des trois disciplines et des trois spécialités les plus représentées dans le corpus (voir Tableau 10).

Les trois disciplines en question sont la biologie, les sciences de la terre et de l'espace, et le génie, dont on a déjà établi qu'elles rassemblent à elles seules 81,0 % du corpus. Les trois spécialités les plus représentées sont la science environnementale, qui réunit les deux tiers des publications de l'IRSTEA en sciences de la terre et de l'espace, ainsi que

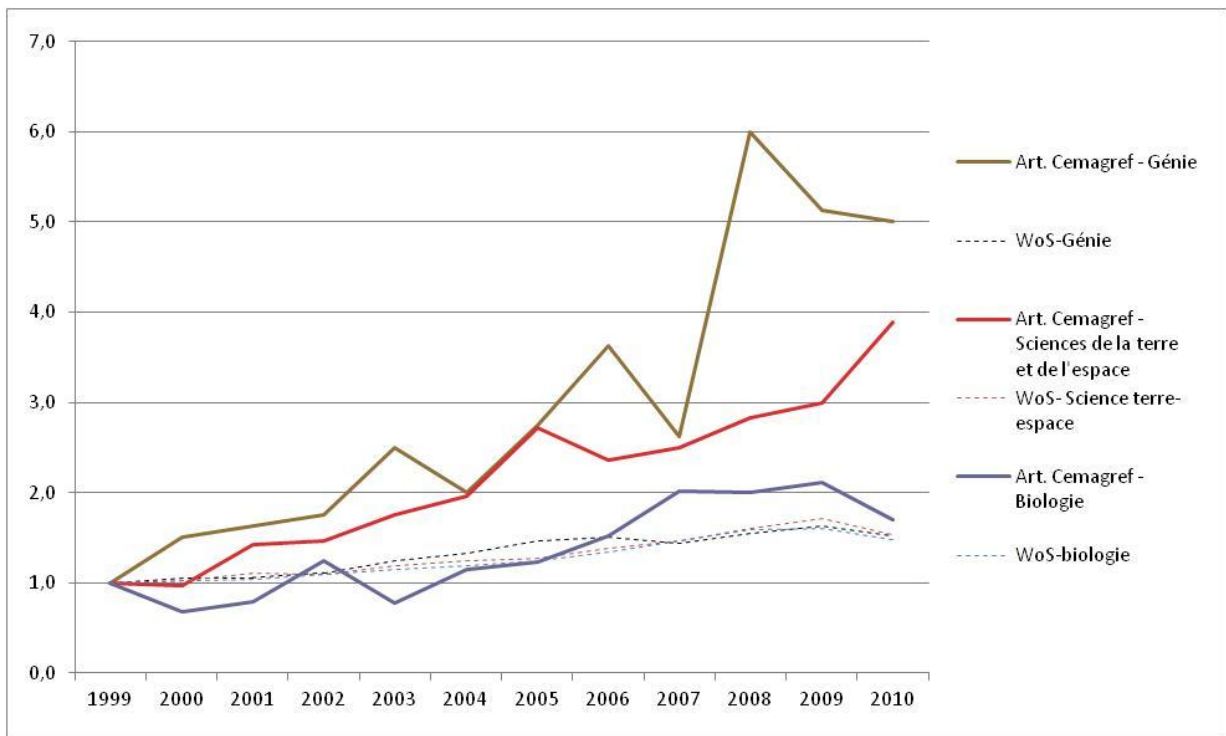
l'agroalimentaire et l'hydrobiologie et biologie marine, qui rassemblent 59,8 % des publications en biologie. À elles trois, ces spécialités regroupent 43,6 % des publications du corpus. Aucune spécialité de l'ingénieur ne regroupant plus de 2,8 % du corpus total, le génie n'a pu être représenté à ce niveau d'agrégation.

Tableau 10. Principales disciplines et spécialités

	Nombre d'articles	Poids dans le corpus total
Disciplines		
Biologie	843	36,9 %
Sciences de la terre et de l'espace	724	31,7 %
Génie	284	12,4 %
Total	1851	81,0 %
Spécialités		
Science environnementale	494	21,6 %
Agriculture et agroalimentaire	254	11,1 %
Hydrobiologie et biologie marine	250	10,9 %
Total	998	43,6 %

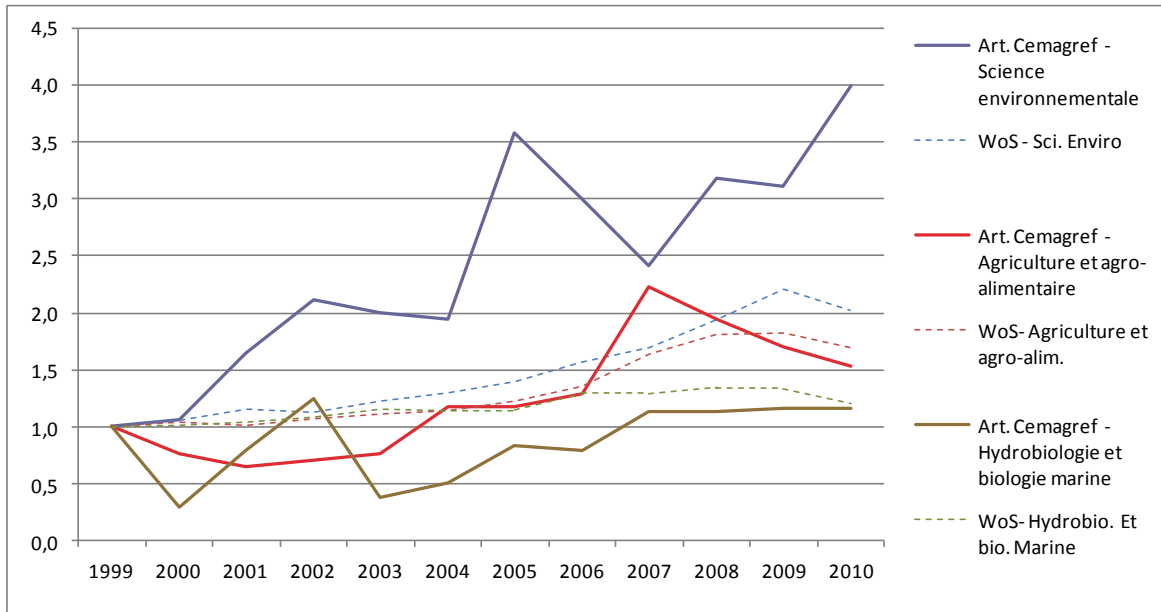
Il vaut la peine de mettre en relief certaines tendances générales affectant ces principales disciplines et spécialités. Même si, comme on l'a vu, la biologie et les sciences de la terre et de l'espace sont devenues légèrement moins représentatives des pratiques de publication de l'IRSTEA entre 2005 et 2010, elles n'en demeurent pas moins, et de loin, les principaux lieux de publication des membres de l'établissement. Les publications en génie, en biologie et en sciences de la terre et de l'espace connaissent toutes une forte progression à partir du milieu des années 2000, le rythme de publication des membres de l'IRSTEA devenant dans les trois cas supérieur au rythme de croissance du WoS dans leur discipline respective (voir Figure 3).

Figure 3. Rythme de croissance normalisé (1999=1) des principales disciplines (Web of Science)



Le constat est globalement le même en ce qui concerne les trois spécialités retenues, quoique le rythme de publication des membres de l'IRSTEA actifs en sciences de l'environnement ait été sujet à des fluctuations importantes (voir Figure 4).

Figure 4. Rythme de croissance normalisé (1999=1) des principales spécialités (Web of Science)



Un trait commun à plusieurs des principales disciplines et spécialités est la rapide augmentation de la part des collaborations avec des chercheurs d'autres établissements. Variant de 68,7 à 83,6 % entre 1999 et 2004, la part de ces collaborations inter-établissements oscille après 2005 entre 80,8 et 88,6 % selon les secteurs. Le poids relatif de ces collaborations parmi les publications en sciences de la terre et de l'espace et en génie a crû de manière toute particulière, passant respectivement de 68,8 à 84,3 % et de 69,9 à 86,1 % entre les deux sous-périodes. Les disciplines biologiques, pour leur part, ont entretenu un taux de collaboration inter-établissements supérieur à 80,0 % tout au long de la période (voir Tableau 11).

Tableau 11. Part d'articles publiés en collaboration avec d'autres établissements, selon les principales disciplines et spécialités

	1999-2004	2005-2010	Total
Disciplines			
Biologie	83,6 %	84,9 %	84,5 %
Sciences de la terre et de l'espace	68,8 %	84,3 %	79,1 %
Génie	69,9 %	86,1 %	81,3 %
Spécialités			
Science environnementale	68,7 %	80,8 %	76,7 %
Agriculture et agroalimentaire	82,6 %	81,5 %	81,9 %
Hydrobiologie et biologie marine	82,2 %	88,6 %	86,0 %

2.3 L'affiliation disciplinaire des auteurs membres de l'IRSTEA

Bien que la classification des articles par discipline ou spécialité en fonction de leur lieu de publication offre certains avantages, il demeure intéressant de compléter l'analyse en mesurant la distance disciplinaire qui peut séparer les auteurs de leurs lieux de publication. À cette fin, il faut procéder à deux opérations : d'une part, construire un corpus d'auteurs en identifiant, parmi tous les auteurs des articles retenus, ceux qui sont effectivement membres de l'IRSTEA, et, d'autre part, attribuer aux auteurs membres de l'IRSTEA une affiliation disciplinaire propre.

2.3.1 La construction du corpus d'auteurs membres de l'IRSTEA

La base de données constituant le corpus des articles retenus contient les noms de tous les signataires d'articles – soit une liste de 9941 signatures. Toutefois, comme l'ont déjà suggéré les données sur les collaborations entre établissements, tous les signataires d'articles signés par au moins un membre de l'IRSTEA ne sont pas nécessairement membres de l'IRSTEA. Pour obtenir un portrait fidèle des pratiques de publication propres à l'établissement, il a fallu procéder en deux étapes. Une première requête a permis d'isoler tous les auteurs auxquels était attachée une adresse électronique « ...@cemagref.fr ». Cette démarche, très simple, a permis d'identifier 362 auteurs différents ayant signé collectivement 1873 articles, soit 73,1 % du corpus d'articles. La deuxième étape a requis l'usage d'anciens annuaires de l'établissement pour identifier manuellement, dans la base de données, les auteurs membres de l'IRSTEA qui n'avaient pu être identifiés par leur courriel.

Cette seconde démarche a permis d'identifier 361 auteurs supplémentaires et constituer ainsi un corpus total de 723 auteurs différents ayant collectivement appliqué un total de 4221 signatures sur un ensemble de 2132 articles, soit 93,3 % du corpus total d'articles.

Chacun des auteurs ainsi identifiés a signé en moyenne 5,8 articles parus entre 1999 et 2010 et retenus dans notre corpus d'articles. Cette moyenne cache évidemment d'importantes variations entre plusieurs auteurs d'une ou deux publications (souvent des thésards, sans doute) et des auteurs plus prolifiques ayant publié des dizaines d'articles durant la période étudiée ; de manière générale, les auteurs utilisant une adresse courriel « ...@cemagref.fr » sont aussi les plus prolifiques et cumulent 73,1 % des signatures, chacun ayant signé en moyenne 8,5 articles contre 2,3 pour les auteurs usant d'un autre type d'adresse.

Afin d'étudier des pratiques de publication plus suivies, et suffisamment conséquentes pour que leur mesure chiffrée prenne un sens, il a semblé utile d'isoler un sous-ensemble d'auteurs plus réguliers. Le nombre de publications permettant d'identifier un auteur dit « régulier » a été arbitrairement fixé à cinq articles publiés entre 1999 et 2010. Le seuil de cinq publications permet d'inclure tous les chercheurs ayant publié au moins autant que la moyenne. Il crée un sous-ensemble de 269 auteurs, soit 37,2 % de l'ensemble des auteurs, responsables à eux seuls de 78,8 % des signatures des membres de l'IRSTEA. Cette proportion nous renvoie d'ailleurs à la courbe de production de Pareto, souvent résumée à la formule « 20-80 » (ou ici « 37-79 »), qui prédit qu'une forte majorité d'articles sera produite par une minorité de chercheurs. En l'occurrence, ces auteurs « réguliers », qui ont signé en moyenne 7,2 articles recensés dans le Web of Science entre 1999 et 2010, et 84,8 % des articles de notre corpus (voir Tableau 12).

**Tableau 12. Le corpus des auteurs membres de l'IRSTEA
et du sous-ensemble des auteurs « réguliers »**

	Nb auteurs	% auteurs	Nb signatures	% signatures	Nb articles	% du corpus total d'articles
Corpus des auteurs IRSTEA identifiés	723	100,0 %	4221	100,0 %	2132	93,3 %
Avec adresse courriel « ...@cemagref.fr »	362	50,1 %	3084	73,1 %	1873	81,2 %
Identifiés manuellement	361	49,9 %	1137	26,9 %	844	36,9 %
Sous-ensemble des auteurs « réguliers »	269	37,2 %	3323	78,8 %	1939	84,8 %

Il est possible d'utiliser la bibliométrie pour attribuer une discipline à ces auteurs dits « réguliers ». Cette attribution repose sur l'identification des revues de publication favorites d'un auteur donné : l'auteur se voit attribuer la discipline dans laquelle il a publié le plus grand nombre d'articles, et ne reçoit aucune affiliation disciplinaire lorsque deux disciplines arrivent à égalité. C'est ainsi qu'on a pu attribuer une discipline à 91% des auteurs réguliers, 79% des auteurs réguliers ayant par ailleurs publié plus de 50% de leurs écrits dans les revues d'une même discipline. La même opération a été réalisée en ce qui concerne les spécialités : 85% des auteurs réguliers ont pu être associés à une spécialité donnée, et 48% ont publié plus de la moitié de leurs articles dans une même spécialité.

Tableau 13. Attribution d'une discipline aux auteurs réguliers de l'IRSTEA : exemples

Auteur et disciplines	Nb d'articles	% articles	Discipline attribuée
É. Prouvette	79	100,0%	Sc. de la terre et de l'espace
Sc. de la terre et de l'espace	53	67,1 %	
Biologie	13	16,5 %	
Médecine clinique	8	10,1 %	
S. Tuher	29	100,0 %	Biologie
Biologie	14	48,3 %	
Sc. de la terre et de l'espace	8	27,6 %	
Recherche biomédicale	5	17,2 %	
D. Eskah	6	100,0 %	Pas de discipline attribuée
Sc. de la terre et de l'espace	3	50,0 %	
Recherche biomédicale	3	50,0 %	

L'attribution aux auteurs d'une discipline et d'une spécialité précises permet d'envisager la variété de leurs lieux de publication (Tableaux 14 et 15). On constate que la répartition des auteurs réguliers entre les différentes disciplines correspond en gros à celle des articles eux-mêmes. En ce qui concerne plus directement l'interdisciplinarité, on constate que les auteurs réguliers de l'IRSTEA, toutes disciplines confondues, publient 72,8% de leurs articles dans leur discipline de prédilection, quelle qu'elle soit, et 27,2% dans une autre discipline. On remarque toutefois que cette tendance est légèrement moindre parmi les auteurs réguliers en biologie et en sciences de la terre et de l'espace, tandis que les auteurs réguliers qui n'appartiennent pas à l'une de ces disciplines dominantes se distinguent par un fort recours à la publication hors-discipline. Celle-ci permet peut-être de s'aligner plus visiblement avec les lignes de force de l'IRSTEA, voire de compenser une certaine marginalité au sein de l'établissement.

**Tableau 14. Distribution des auteurs réguliers de l'IRSTEA
selon leur discipline principale**

Discipline	Nb d'auteurs	% d'auteurs	Nb de signatures	% de signatures
Biologie	110	40,1	1334	40,1
Sc. terre et espace	83	30,9	1165	35,0
Génie	25	9,3	325	9,8
Sciences humaines	8	3,0	54	1,6
Autres	20	7,4	257	7,7
Sous-total	246	91,4	3135	94,3
Discipline indéterminée	23	8,6	191	5,7
Total	269	100,0	3326	100,0

Tableau 15. Publication hors-discipline des auteurs réguliers de l'IRSTEA

Discipline	Signatures dans la discipline principale	Signatures dans la discipline principale (%)	Signatures dans une autre discipline	Signatures dans une autre discipline (%)
Biologie	986	73,9	348	24,1
Sc. terre et espace	893	76,7	272	23,3
Génie	219	67,4	106	32,6
Sciences humaines	35	64,8	19	35,2
Autres	148	57,6	109	42,4
Toutes disciplines	2281	72,8	854	27,2

La même opération menée à l'échelle des spécialités peut fournir un éclairage légèrement différent sur cette distribution des signatures (Tableaux 16 et 17). On constate ici aussi que la répartition des auteurs réguliers entre les différentes spécialités correspond en gros à celle des articles eux-mêmes. Conformément à ce que l'on a pu observer à l'échelle des disciplines, les auteurs réguliers des deux principales spécialités biologiques et en sciences de l'environnement se distinguent encore par un taux de publication hors-spécialité relativement bas (entre 34,9 et 42,4 %, contre une moyenne de 49,5 % toutes spécialités confondues). Par contraste, on constate que les auteurs réguliers qui ne sont pas attachés à l'une des principales spécialités – et qui sont ici en nombre conséquent – publient beaucoup plus que leurs collègues dans les revues d'autres spécialités que la leur. Peut-être peut-on y voir, comme à l'échelle des disciplines, le signe d'une stratégie de publication alignée sur le dialogue avec les secteurs de recherche dominants dans l'établissement. La mesure des références et des citations permettra de vérifier cette hypothèse.

Tableau 16. Distribution des auteurs réguliers de l'IRSTEA selon leur spécialité principale

Spécialité	Nb d'auteurs	% d'auteurs	Nb de signatures	% de signatures
Sc. environnement	62	23,0	928	27,9
Hydro/bio marine	38	14,1	483	14,5
Agroalimentaire	37	13,8	492	14,8
Sc. de la terre	13	4,8	178	5,4
Botanique	10	3,7	111	3,3
Écologie	9	3,3	95	2,9
Génie civil	7	2,6	82	2,5
Génie mécanique	6	2,2	91	2,7
Autres	46	17,1	490	14,7
Sous-total	228	84,8	2950	88,7
Discipline indéterminée	41	15,2	376	11,3
Total	269	100,0	3326	100,0

Tableau 17. Publication hors-spécialité des auteurs réguliers de l'IRSTEA

Spécialité	Signatures dans la spécialité principale	Signatures dans la spécialité principale (%)	Signatures dans une autre spécialité	Signatures dans une autre spécialité (%)
Sc. environnement	604	65,1	324	34,9
Hydro/bio marine	278	57,6	205	42,4
Agroalimentaire	287	58,3	205	41,7
Sc. de la terre	75	42,1	103	57,9
Botanique	59	53,2	52	46,8
Écologie	45	47,4	53	52,6
Génie civil	42	51,2	40	48,8
Génie mécanique	49	53,8	42	46,2
Autres	239	48,8	251	51,2
Toutes spécialités	1678	50,5	1272	49,5

En comparant les taux de publication hors-discipline et hors-spécialité (ces derniers englobant par définition les premiers), on constate chez les auteurs réguliers une propension à publier plus souvent hors de leur discipline que dans les spécialités avoisinantes de leur propre discipline. Les spécialités principales appartenant à la biologie, soit l'agriculture et agroalimentaire et l'hydrobiologie et biologie marine, montrent ainsi des taux de publication hors-spécialité d'environ 42 % ; comme les auteurs de ces spécialités présentent des taux de publication hors-discipline respectif de 33,1 et 22,4 %, ils ne réservent ainsi respectivement que 8,6 et 20,0 % de leurs écrits, soit une moindre part, aux revues d'autres pro-

vinces internes à la biologie. La tendance est aussi marquée chez les auteurs réguliers associés aux sciences de l'environnement : ceux-ci présentent un taux de publication hors-spécialité de près 35,0 % mais un taux de publication hors-discipline de 23,9 %. Ces chercheurs publient donc le quart de leurs travaux hors de leur discipline, et seulement le huitième (11,9 %) dans des spécialités de leur propre discipline. Quoiqu'à des degrés variables, les auteurs réguliers de l'IRSTEA en biologie comme en sciences de la terre et de l'espace convergent ainsi vers une pratique qui privilégie l'échange entre disciplines plutôt qu'entre spécialités.

Cette hypothèse, qui reste elle aussi à affiner par la mesure des références et des citations, renforcerait l'idée que la mission particulière d'un établissement comme l'IRSTEA suscite (ou concentre) des pratiques savantes qui ne correspondent pas aux usages courants du champ scientifique. Le fait, cependant, que la part des publications hors-spécialité croisse un peu plus vite que celle des publications hors-discipline depuis 2005 suggère que les auteurs de l'IRSTEA tendent présentement à « normaliser » leurs pratiques à cet égard (voir Tableau 18).

**Tableau 18. Évolution dans le temps du poids des signatures
hors-discipline et hors-spécialité**

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
Nb total de signatures	898	2058	2956
% de publications hors-discipline	26,2 %	28,5 %	28,2 %
% de publications hors-spécialité	38,9 %	44,8 %	43,0 %

2.4 Prendre position : à qui réfèrent les auteurs de l'IRSTEA ?

Se référer à des écrits antérieurs est une manière pour les chercheurs de se positionner à l'égard de segments choisis de la recherche existante, et d'en quelque sorte identifier par eux-mêmes leurs interlocuteurs savants. La part de ces références à des écrits situés hors de la discipline ou de la spécialité de la revue de publication comporte donc des indications

quant à l'intention des auteurs (quels que soient leurs motifs) de proposer ou non un échange entre disciplines ou spécialités.

La nature des bases de données utilisées ici explique que la mesure du taux de références hors-discipline (ou hors-spécialité) s'appuie, dans un premier temps, sur la discipline ou la spécialité attribuée à la revue de publication, et non à l'auteur. Pour cette raison, le corpus de références utilisé s'étend à l'ensemble des articles retenus pour la présente étude, et non aux seuls articles des auteurs dits réguliers. L'emploi de cette méthode standardisée, et adaptée à l'interrogation de vastes bases de données, pour la mesure des références nous permettra par ailleurs d'établir des comparaisons entre la production scientifique de l'IRSTEA et celle du reste de la communauté scientifique des mêmes disciplines ou spécialités.

2.4.1 Le corpus et le poids relatif des références interdisciplinaires

Toutes disciplines confondues, le corpus des articles retenus offre un total de 83 621 références, soit une moyenne de 36,6 références par article. De ce nombre, 49 112 références, soit 58,7 % ou une moyenne de 21,5 par article, renvoient à un article de revue scientifique repérable dans le Web of Science et auquel nous pouvons attribuer une discipline et une spécialité. À l'échelle de la période choisie, on peut ainsi établir que 40,3 % des références proposées par les articles signés par des membres de l'IRSTEA renvoient à des disciplines différentes de celle de leur revue de publication, et que 61,2 % renvoient à des revues d'une spécialité différente. Ces proportions ont évolué dans le temps, passant de 35,5 à 41,8 % dans le cas des références hors-discipline, et de 56,6 à 62,6 % dans le cas des références hors-spécialité, entre la période 1999-2004 et la période 2005-2010. Dans tous les cas, l'intensité des références hors-discipline ou hors-spécialité par l'ensemble des auteurs de l'IRSTEA correspond assez fidèlement à celle qu'on peut observer à l'échelle du Web of Science dans les trois disciplines les plus significatives pour l'IRSTEA (voir Tableau 19).

Tableau 19. Part de références hors-discipline et hors-spécialité dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
Références hors-discipline, IRSTEA	35,5 %	41,8 %	40,3 %
Références hors-discipline, Web of Science	35,9 %	40,1 %	38,3 %
Références hors-spécialité, IRSTEA	56,6 %	62,6 %	61,2 %
Références hors-spécialité, Web of Science	55,8 %	59,0 %	57,9 %

Note : la recherche dans le Web of Science a porté tour à tour sur des ensembles constitués des disciplines de biologie, de sciences de la terre et de l'espace, et de génie, et des spécialités de science environnementale, d'hydrobiologie et biologie marine, et d'agriculture et agroalimentaire.

2.4.2 Les taux de référence hors-discipline selon les disciplines de publication

À une échelle plus fine (voir Tableau 20), on constate que ces taux varient d'une discipline à l'autre, tout comme leur degré de synchronisation avec le reste de la communauté scientifique. D'une part, les articles « IRSTEA » présentent des taux d'interdisciplinarité variés selon leur discipline de publication. Alors que les articles publiés en génie et en sciences de la terre et de l'espace présentent des taux de référence hors-discipline atteignant respectivement 48,1 et 44,3 %, les articles publiés en biologie présentent des taux de référence hors-discipline beaucoup plus bas.

D'autre part, les écarts avec les pratiques courantes dans le reste des champs disciplinaires concernés sont notables à plus d'un titre. Les articles publiés en biologie par des auteurs de l'IRSTEA se distinguent ainsi, à la baisse, non seulement du reste de la production de l'établissement, mais aussi de l'ensemble des pratiques usitées dans les revues de biologie elles-mêmes, où la référence hors-discipline est beaucoup plus courante (40,9 contre 29,1 %). En sciences de la terre et de l'espace, l'écart se révèle aussi frappant mais en sens inverse : les articles publiés dans ce domaine par des auteurs de l'IRSTEA contiennent nettement plus de références hors-discipline (44,3 %) que les autres articles publiés dans cette discipline (26,6%). Seuls les auteurs de l'IRSTEA publiant dans les revues de génie semblent adopter un comportement typique de leur champ de publication.

Ces chiffres suggèrent que les chercheurs de l'IRSTEA qui publient dans les deux principales disciplines de l'établissement recherchent des positionnements interdisciplinaires atypiques de leurs domaines de publication. Ce constat peut toutefois être nuancé en raison de l'étendue des espaces disciplinaires considérés. En effet, les chercheurs de l'IRSTEA pourraient fort bien adopter un comportement typique d'un secteur précis de leur discipline, mais différent du reste de celle-ci. La discipline des sciences de la terre et de l'espace, par son hétérogénéité (voir note 2, p.17), est sans doute fortement sujette à de telles distorsions, qui sont dans le fond des effets de classification. On peut corriger cet effet en ne comparant les auteurs de l'IRSTEA qu'aux autres chercheurs publiant exactement dans les mêmes revues qu'eux. On constate alors que les chercheurs de l'IRSTEA en sciences de la terre et de l'espace ont un comportement similaire à celui des auteurs publiant dans les mêmes revues. La même opération, même si elle réduit quelque peu l'écart, montre cependant que les chercheurs de l'IRSTEA publiant en biologie ont encore un positionnement moins interdisciplinaire que leurs pairs d'autres établissements publiant dans les mêmes revues.

Tableau 20. Part de références hors-discipline, par discipline dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
IRSTEA			
Biologie	26,1 %	30,2 %	29,1 %
Sciences de la terre et de l'espace	39,4 %	45,7 %	44,3 %
Génie	43,2 %	49,1 %	48,1 %
Ensemble du Web of Science			
Biologie	39,7 %	41,9 %	41,1 %
Sciences de la terre et de l'espace	24,1 %	28,9 %	27,1 %
Génie	43,6 %	48,5 %	47,0 %
Revues où publie l'IRSTEA			
Biologie	32,4 %	35,1 %	34,1 %
Sciences de la terre et de l'espace	37,4 %	42,6 %	40,7 %
Génie	39,5 %	46,2 %	43,8 %

Le Tableau 21 montre que les taux de référence hors-spécialité des articles publiés dans principales spécialités biologiques de l'IRSTEA correspondent aux observations réalisées à l'échelle des disciplines, et à peu près dans la même mesure, ce qui consolide l'idée que les biologistes de l'IRSTEA (surtout lorsqu'ils publient en agriculture et agroalimentaire) s'absorbent plus dans le dialogue intra-disciplinaire, et même intra-spécialité, que leurs

homologues hors IRSTEA. Comme on pouvait s'y attendre, l'anomalie constatée à l'échelle des disciplines en sciences de la terre et de l'espace n'est pas reproduite à l'échelle des spécialités en sciences environnementales.

Tableau 21. Part de références hors-spécialité, par spécialité dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
IRSTEA			
Science de l'environnement	54,2 %	59,7 %	58,4 %
Hydrobiologie et biologie marine	45,3 %	52,7 %	50,7 %
Agriculture et agroalimentaire	51,0 %	47,1 %	48,2 %
Ensemble du Web of Science			
Science de l'environnement	59,8 %	62,2 %	61,5 %
Hydrobiologie et biologie marine	51,7 %	53,9 %	53,0 %
Agriculture et agroalimentaire	55,7 %	58,9 %	57,8 %
Revue où publie l'IRSTEA			
Science de l'environnement	59,2 %	60,7 %	60,2 %
Hydrobiologie et biologie marine	51,2 %	53,5 %	52,6 %
Agriculture et agroalimentaire	54,4 %	57,5 %	56,8 %

2.4.3 La destination des références

On peut éclairer ces pratiques de références divergentes en se penchant sur la destination des références en question. À qui, ou plus précisément à quelles disciplines ou spécialités, se réfèrent les auteurs ?

À l'échelle des disciplines (Tableau 22), on constate que la moindre propension des auteurs de l'IRSTEA publiant en biologie, par rapport aux autres auteurs du même champ, à référer hors de leur discipline tient en partie à la relative rareté de leurs contacts avec la recherche biomédicale (8,1 % des références), qui joue un rôle important pour les biologistes d'autres établissements (24,5 % des références). On doit cependant noter que l'espace de dialogue ouvert par la quasi absence d'un interlocuteur médical n'est pas comblé par un report massif des références vers, par exemple, les sciences de la terre et de l'espace qui n'attirent que 12,1% des références.

Au contraire, les auteurs de l'IRSTEA publiant dans les sciences de la terre et de l'espace se distinguent de leurs pairs des autres établissements en prenant plus souvent la biologie comme interlocutrice privilégiée (dans 22,3 % de leurs références, contre 7,2 % chez les

auteurs hors-IRSTEA). C'est cet horizon d'échange orienté vers la biologie (en dans une moindre mesure le génie) qui semble expliquer le taux élevé de références hors-discipline propre aux auteurs de l'IRSTEA par rapport aux autres auteurs présents en sciences de la terre et de l'espace.

À l'échelle des spécialités (voir Tableau 23), on constate que les habitudes de références des auteurs de l'IRSTEA dans les revues de sciences environnementales diffèrent peu de celles de leurs pairs d'autres établissements, si ce n'est par une plus forte concentration de leurs intérêts hors-spécialité dans une province précise de la biologie, soit l'hydrobiologie et biologie marine qui recueille 11,6 % de leurs références contre seulement 4,3 % chez les autres auteurs du champ.

En ce qui concerne les principales spécialités de la biologie, on constate encore une fois que l'emploi des références à des fins de positionnement par les auteurs membres de l'IRSTEA demeure assez conforme aux usages respectifs de chaque champ, les auteurs manifestant pour le dialogue inter-spécialité un degré d'intérêt assez conventionnel, mais de manière nettement plus ciblée autour des sciences de l'environnement.

Tableau 22. Destination des références, dans les principales disciplines

	IRSTEA	Web of Science
Biologie		
Biologie	70,9 %	59,1 %
Sciences de la terre et de l'espace	12,1 %	4,5 %
Recherche biomédicale	8,1 %	24,5 %
Génie	2,6 %	0,6 %
Sciences de la terre et de l'espace		
Sciences de la terre et de l'espace	55,7 %	73,4 %
Biologie	22,3 %	7,2 %
Génie	6,5 %	2,4 %
Recherche biomédicale	5,6 %	7,8 %
Génie		
Génie	51,9 %	53,4 %
Sciences de la terre et de l'espace	16,6 %	2,8 %
Physique	10,5 %	16,2 %
Biologie	10,2 %	0,9 %

Tableau 23. Destination des références, dans les principales spécialités

	IRSTEA	Web of Science
Science environnementale		
Science environnementale	41,6 %	39,0 %
Hydrobiologie et biologie marine	11,6 %	4,3 %
Écologie	5,4 %	3,3 %
Agriculture et agroalimentaire	4,9 %	5,2 %
Hydrobiologie et biologie marine		
Hydrobiologie et biologie marine	49,3 %	47,4 %
Science environnementale	13,8 %	3,8 %
Écologie	11,1 %	8,1 %
Océanologie et limnologie	4,8 %	7,8 %
Agriculture et agroalimentaire		
Agriculture et agroalimentaire	51,8 %	42,6 %
Science environnementale	8,3 %	2,9 %
Botanique	3,9 %	10,5 %
Écologie	3,3 %	2,2 %

2.4.4 L'interdisciplinarité des références selon le lieu de publication

Nous avons évoqué plus tôt le fait qu'une « référence hors-discipline », puisqu'elle constitue en fait une « référence à une discipline autre que celle de la revue de publication », peut prendre des significations différentes. L'expression s'applique en effet à la fois au chercheur qui publie dans sa discipline de prédilection et réfère aux travaux d'une autre discipline, et au chercheur qui publie hors de sa discipline de prédilection tout en référant à celle-ci. L'équivoque est la même à l'échelle des spécialités. Il vaut donc la peine de dénouer l'écheveau en évaluant le poids relatif de chaque cas de figure. À cette fin, nous isolerons la part des références dites hors-discipline ou hors-spécialité émanant d'articles eux-mêmes « interdisciplinaires » à la base, c'est-à-dire publiés dans des revues appartenant à une discipline ou à une spécialité différente de celle de son auteur.

Cette entreprise repose sur la mesure de l'identité disciplinaire qui peut exister, ou non, entre l'auteur d'un article et la revue de publication. Cela suppose que l'on connaisse la discipline (ou la spécialité) de l'auteur, et donc que l'on se cantonne au sous-ensemble des auteurs dits réguliers, à qui une discipline et une spécialité ont déjà été attribuées : on classera ainsi les signatures selon que l'auteur publie ou non dans sa discipline ou sa spécialité de prédilection.

Le fait qu'un même article puisse être signé par plus deux auteurs réguliers appartenant à des disciplines (ou des spécialités) différentes complique les choses, car il interdit de prendre l'article comme unité de calcul. Pour cette raison, l'unité de calcul employée sera la signature plutôt que l'article : chaque référence présente dans un article sera comptée autant de fois que cet article comporte de signatures d'auteurs réguliers, et sera rapportée une fois à chaque auteur en cause. Le fait qu'un même article acquière une plus grande représentativité lorsqu'il est signé par plus d'un auteur régulier de l'IRSTEA nous semble compatible avec les objectifs de la présente étude, qui porte sur les pratiques des chercheurs eux-mêmes.

Les tableaux 24 et 25 donnent une idée des corpus ainsi constitués. On a pu rapporter une référence à la signature d'un auteur régulier à 68 819 reprises ; l'auteur publiait dans une revue de sa discipline de prédilection dans 49 243 cas, et dans la revue d'une autre discipline que la sienne dans 19 576 cas.

Tableau 24. Références hors-discipline sous les signatures d'auteurs réguliers de l'IRSTEA, selon que ceux-ci publient dans leur discipline ou hors de celle-ci

	Articles, tous auteurs de l'IRSTEA confondus		Signatures d'auteurs réguliers publiant dans leur discipline		Signatures d'auteurs réguliers publiant hors de leur discipline	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Total de références	49 112	100,0	49 243	100,0	19 576	100,0
Références hors de la discipline de la revue	19 804	40,3	15 068	30,6	12 762	65,2

Tableau 25. Références hors-spécialité sous les signatures d'auteurs réguliers de l'IRSTEA, selon que ceux-ci publient dans leur spécialité ou hors de celle-ci

	Articles, tous auteurs de l'IRSTEA confondus		Signatures d'auteurs réguliers publiant dans leur spécialité		Signatures d'auteurs réguliers publiant hors de leur spécialité	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Total de références	49 112	100,0	34 053	100,0	29 030	100,0
Références hors de la spécialité de la revue	30 066	61,2	16 398	48,2	21 583	74,3

Comme on le voit, ces tableaux révèlent des taux de référence hors-discipline ou hors-spécialité très contrastés selon que l'auteur publie ou non dans sa discipline principale. Le Tableau 26 offre une autre vue de ces résultats.

Si les chercheurs qui publient dans les revues d'une autre discipline que la leur continuent de référer principalement aux travaux de leur propre domaine, on devrait voir bondir le taux de référence interdisciplinaire sans que les chercheurs n'aient véritablement modifié leurs pratiques d'écriture et de référence. Or, c'est précisément ce qui arrive. À l'échelle des disciplines, l'écart entre les taux de référence hors-discipline passe même du simple au double selon que les auteurs publient dans leur propre discipline (32,0 %) ou dans une discipline autre (65,7 %). À l'échelle des spécialités, l'écart est moindre, mais néanmoins non négligeable (de 50,7 à 74,4 %).

Sur le plan de la méthode, ces résultats montrent que la mesure globale des taux de référence hors-discipline ou hors-spécialité, qui suggérerait des taux de 40,3 et 61,2 % respectivement, cachait en fait des écarts pouvant aller du simple au double selon la position éditoriale des auteurs. Sur le plan de l'analyse, ces écarts suggèrent que l'« interdisciplinarité » mesurée par la bibliométrie relève surtout de leur présence dans des lieux éditoriaux variés, et bien peu de la variété ou de l'adaptabilité de leurs pratiques. Bref, on peut supposer que les chercheurs font toujours peu ou prou la même chose et que le caractère « interdisciplinaire » de leurs pratiques de diffusion tient à la variété des tribunes choisies.

Tableau 26. Taux de références hors de la discipline ou de la spécialité de la revue de publication, selon l'identité disciplinaire entre la revue et l'auteur⁵

Références hors de la discipline de la revue de publication, ensemble de l'IRSTEA	40,3 %
Références hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers	40,4 %
Références hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers publiant dans leur discipline attitrée	30,6 %
Références hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers publiant hors de leur discipline attitrée	65,2 %
Références hors de la spécialité de la revue de publication, ensemble de l'IRSTEA	61,2 %
Références hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers	60,2 %
Références hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers publiant dans leur spécialité attitrée	48,2 %
Références hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers publiant hors de leur spécialité attitrée	74,3 %

2.5 Qui cite les auteurs de l'IRSTEA ?

De même qu'ils réfèrent à des travaux émanant de plusieurs disciplines, les auteurs membres de l'IRSTEA voient leurs résultats cités par d'autres chercheurs. Le compte des citations aux articles « IRSTEAs » dans l'ensemble du Web of Science, et la mesure de leur diversité disciplinaire, complète la mesure des références en nous informant sur leur rayonnement hors-discipline ou hors-spécialité. Cette mesure, dans un premier temps, nous informe du taux de citations des articles hors de la discipline ou de la spécialité de leur lieu de publication. Comme pour la mesure des références, le corpus utilisé s'étend à l'ensemble des articles retenus pour la présente étude, et non seulement aux articles des auteurs dits réguliers. De plus, l'emploi d'une méthode standardisée et adaptée à l'interrogation de vastes bases de données nous permet encore d'établir des comparaisons entre la production scientifique de l'IRSTEA et celle du reste de la communauté scientifique.

⁵ Nous avons aussi effectué les mêmes calculs en employant une méthode plus brute mais plus simple, en ne prenant en compte que le premier auteur régulier de chaque article, ce qui permettait de ne pas compter chaque référence plusieurs fois. Les taux de référence hors-discipline et hors-spécialité selon l'identité disciplinaire de l'auteur et de la revue se sont alors révélés presque identiques à ceux indiqués dans le Tableau 26, passant de 32,0 à 65,7 % à l'échelle des disciplines et de 50,5 à 74,4 % à l'échelle des spécialités.

2.5.1 Le corpus et le poids relatif des citations interdisciplinaires

Toutes disciplines confondues, le corpus des articles retenus offre un total de 15 920 citations par les articles du WoS aux articles signés par des membres de l'IRSTEA. Ce nombre correspond à une moyenne de 7,0 citations par article « IRSTEAs », ou de 9,8 citations par article cité, si nous retirons du calcul les 657 articles qui ne génèrent aucune citation. Dans ce corpus, on peut établir que 36,5 % des citations aux articles signés par des membres de l'IRSTEA proviennent de disciplines différentes de celle de leur revue de publication, et que 56,0 % proviennent de revues d'une spécialité différente. Ces taux de citations hors-discipline ou hors-spécialité ont relativement peu évolué entre 1999 et 2010. De plus, la part du rayonnement hors-discipline ou hors-spécialité des auteurs de l'IRSTEA demeure, tout au long de cette période, supérieure à ce qu'on peut observer à l'échelle du Web of Science dans les trois disciplines les plus significatives pour l'IRSTEA.

Tableau 27. Part de citations hors-discipline et hors-spécialité dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
Citations hors-discipline, IRSTEAs	35,2 %	38,1 %	36,5 %
Citations hors-discipline, Web of Science	27,7 %	31,5 %	29,9 %
Citations hors-spécialité, IRSTEAs	56,1 %	55,9 %	56,0 %
Citations hors-spécialité, Web of Science	50,7 %	50,4 %	50,6 %

Note : la recherche dans le Web of Science a porté tour à tour sur des ensembles constitués des disciplines de biologie, de sciences de la terre et de l'espace, et de génie, et des spécialités de science environnementale, d'hydrobiologie et biologie marine, et d'agriculture et agroalimentaire.

2.5.2 Le taux des citations hors-discipline selon les disciplines de publication.

À une échelle plus fine, on constate que ces taux varient d'une discipline à l'autre, tout comme leur degré de synchronisation avec le reste de la communauté scientifique. D'une part, les articles émanant de l'IRSTEA présentent des taux d'interdisciplinarité variés selon leur discipline de publication. Alors que le rayonnement hors-discipline des articles publiés en génie oscille entre 40 et 41 %, le taux de citation hors-discipline des articles publiés dans les revues des sciences de la terre et de l'espace progressent de 32,4 à 36,4 %, tandis que le

rayonnement hors-discipline des articles publiés en biologie demeure légèrement inférieur et connaît même une faible régression (Tableau 28).

D'autre part, et comme dans le cas des références, on constate des écarts parfois notables entre le rayonnement des articles publiés par des membres de l'IRSTEA et les pratiques courantes dans le reste des disciplines concernées. La régression du rayonnement hors-discipline des articles « IRSTEAs » publiés en biologie va ainsi à contre-courant de l'évolution de la discipline en général. Lorsqu'ils publient en génie, par contre, les membres de l'IRSTEA obtiennent un taux de citations hors-discipline significativement plus élevé que la moyenne (40,5 contre 32,4 %), quoique cet écart se résorbe dans le temps si on limite la comparaison aux revues dans lesquelles publient les auteurs de l'IRSTEA. En sciences de la terre et de l'espace, on observe les mêmes distorsions déjà observées au sujet des références ; encore une fois, on constate finalement que les auteurs de l'IRSTEA maintiennent un taux de citations hors-discipline comparable, et même un peu inférieur, à celui de leurs pairs publiant dans les mêmes revues.

Tableau 28. Part de citations hors-discipline, par discipline dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
IRSTEA			
Biologie	29,8 %	29,3 %	29,6 %
Sciences de la terre et de l'espace	32,4 %	36,4 %	34,1 %
Génie	40,1 %	41,0 %	40,5 %
Ensemble du Web of Science			
Biologie	30,3 %	33,9 %	32,4 %
Sciences de la terre et de l'espace	19,7 %	22,4 %	21,2 %
Génie	30,3 %	33,9 %	32,4 %
Revues où publie l'IRSTEA			
Biologie	30,1 %	31,9 %	30,6 %
Sciences de la terre et de l'espace	35,6 %	39,5 %	36,8 %
Génie	35,7 %	39,5 %	36,9 %

Le Tableau 29 montre que les taux de citation hors-spécialité des articles publiés dans les principales spécialités biologiques de l'IRSTEA correspondent aux observations réalisées à l'échelle des disciplines, les auteurs de l'IRSTEA publiant en agriculture et agroalimentaire

se distinguant de leurs pairs en étant moins cités hors de cette spécialité. Tel que constaté au sujet des références, l'anomalie artificielle mesurée à l'échelle des sciences de la terre et de l'espace ne se reproduit pas à l'échelle de la science de l'environnement.

Tableau 29. Part de citations hors-spécialité, par spécialité dans les articles de l'IRSTEA et dans l'ensemble du Web of Science, dans le temps

	1999-2004	2005-2010	1999-2010
IRSTEA			
Science de l'environnement	48,1 %	50,2 %	48,9 %
Hydrobiologie et biologie marine	50,0 %	48,1 %	49,2 %
Agriculture et agroalimentaire	49,6 %	42,4 %	46,8 %
Ensemble du Web of Science			
Science de l'environnement	54,4 %	52,9 %	53,9 %
Hydrobiologie et biologie marine	48,1 %	49,1 %	48,4 %
Agriculture et agroalimentaire	48,5 %	48,4 %	48,5 %
Revue où publie l'IRSTEA			
Science de l'environnement	54,5 %	53,0 %	54,0 %
Hydrobiologie et biologie marine	48,2 %	48,8 %	48,4 %
Agriculture et agroalimentaire	48,5 %	48,2 %	48,4 %

2.5.3 L'origine des citations

L'origine des citations hors-discipline (voir Tableau 30) offre certaines pistes d'interprétation. Comme dans le cas des références, les articles « IRSTEA » publiés en biologie se distinguent du reste de la discipline par une faible interaction avec le monde de la recherche biomédicale (4,4 % du total des citations contre 14,1 % dans le reste du champ). On constate toutefois que ces articles ont un réel rayonnement dans les revues des sciences de la terre et de l'espace (15,0 % du total des citations), auxquels ils se réfèrent également plus (12,1 % du total des références, voir section 4.3). Cette interaction est aussi le trait marquant des articles de l'IRSTEA publiés dans les revues des sciences de la terre et de l'espace : si ces articles connaissent un rayonnement interdisciplinaire significativement plus élevé que dans le reste de la discipline, c'est qu'ils sont plus abondamment cités dans les revues de biologie (16,0 % du total des citations, contre 6,2 % dans le reste du champ).

Tableau 30. Origine des citations, dans les principales disciplines

	IRSTEA	Web of Science
Biologie		
Biologie	70,4 %	67,6 %
Sciences de la terre et de l'espace	15,0 %	6,4 %
Recherche biomédicale	4,4 %	14,1 %
Génie	3,2 %	0,9 %
Sciences de la terre et de l'espace		
Sciences de la terre et de l'espace	65,9 %	78,8 %
Biologie	16,0 %	6,2 %
Génie	5,0 %	3,8 %
Recherche biomédicale	3,7 %	2,8 %
Génie		
Génie	59,5 %	64,0 %
Sciences de la terre et de l'espace	18,0 %	2,8 %
Biologie	8,4 %	0,9 %
Physique	4,7 %	13,1 %

À l'échelle des spécialités (Tableau 31), on voit que les articles « IRSTEA » publiés en science environnementale rayonnent significativement dans des secteurs biologiques comme l'hydrobiologie et biologie marine. En ce qui concerne les spécialités biologiques, on constate que les faibles écarts entre les rayonnements globaux des auteurs de l'IRSTEA et leurs pairs dissimulent certaines caractéristiques propres à l'IRSTEA. La diffusion des travaux de l'IRSTEA publiés en agriculture et agroalimentaire, par exemple, est ainsi beaucoup plus concentrée dans les revues de science environnementale et de génie mécanique (qui représentent ensemble 14,5 % du total des citations obtenues par les auteurs de l'IRSTEA contre 5,3 % dans le reste de la spécialité).

Tableau 31. Origine des citations, dans les principales spécialités

	IRSTEA	Web of Science
Science environnementale		
Science environnementale	51,1 %	46,4 %
Hydrobiologie et biologie marine	7,7 %	3,4 %
Agriculture et agroalimentaire	3,6 %	4,2 %
Océanologie et limnologie	4,0 %	1,5 %
Science de la terre	3,9 %	2,5 %
Hydrobiologie et biologie marine		
Hydrobiologie et biologie marine	50,8 %	53,2 %
Science environnementale	17,7 %	6,4 %
Océanologie et limnologie	5,7 %	8,6 %
Écologie	5,6 %	5,7 %
Agriculture et agroalimentaire		
Agriculture et agroalimentaire	53,2 %	52,1 %
Science environnementale	10,8 %	5,2 %
Génie mécanique	3,7 %	0,1 %
Botanique	2,3 %	9,0 %

2.5.4 L'interdisciplinarité des citations selon le lieu de publication

L'équivoque relevée plus haut sur la signification des taux de référence hors-discipline ou hors-spécialité s'applique également à la mesure des citations : une citation hors-discipline (ou hors-spécialité) peut désigner à la fois un chimiste publiant en chimie et qui rayonne en biologie, et un chimiste qui publie en biologie mais n'est cité que dans les revues de chimie. Il vaut donc également la peine d'explorer la question en évaluant le poids relatif de chaque cas de figure, à l'aide du même type de méthode.

Les tableaux 32 et 33 donnent une idée des corpus constitués à cette fin. On a pu rapporter une citation à la signature d'un auteur régulier à 28 708 reprises ; l'auteur cité avait alors publié dans une revue de sa discipline de prédilection dans 17 470 cas, et dans la revue d'une autre discipline que la sienne dans 11 238 cas.

Tableau 32. Citations hors-discipline aux signatures d'auteurs réguliers de l'IRSTEA, selon que ceux-ci ont publié dans leur discipline ou hors de celle-ci

	Articles, tous auteurs de l'IRSTEA confondus		Signatures d'auteurs réguliers publiant dans leur discipline		Signatures d'auteurs réguliers publiant hors de leur discipline	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Total de citations	15 920	100,0	17 470	100,0	11 238	100,0
Citations hors de la discipline de la revue	5811	36,5	4748	27,2	7084	63,0

Tableau 33. Citations hors-spécialité sous les signatures d'auteurs réguliers de l'IRSTEA, selon que ceux-ci publient dans leur spécialité ou hors de celle-ci

	Articles, tous auteurs de l'IRSTEA confondus		Signatures d'auteurs réguliers publiant dans leur spécialité		Signatures d'auteurs réguliers publiant hors de leur spécialité	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Total de références	15 920	100,0	13 301	100,0	16 632	100,0
Citations hors de la spécialité de la revue	8917	56,0	5840	43,9	11 482	69,0

Comme dans le cas de références, ces tableaux révèlent des taux de citation hors-discipline ou hors-spécialité très contrastés selon que l'auteur cité ait initialement publié ou non dans sa discipline principale. Si les chercheurs qui publient dans les revues d'une autre discipline que la leur continuent d'être cités principalement par les travaux de leur propre domaine, on devrait voir bondir leur taux de citation interdisciplinaire sans que leur rayonnement réel n'ait évolué. Comme le montre également le Tableau 34, c'est encore une fois ce qui arrive. À l'échelle des disciplines, le taux de citation hors-discipline fait même plus que doubler selon que les auteurs cités aient publié dans leur propre discipline (27,2 %) ou dans une discipline autre (63,0 %). À l'échelle des spécialités, l'écart est moindre, mais néanmoins non négligeable (de 43,9 à 69,0 %). En plus de montrer comment les taux globaux de citation hors-discipline et hors-spécialité pour l'ensemble des auteurs réguliers (ici de 41,2 et 57,9 %) dissimulent des variations majeures, ces résultats suggèrent, comme dans le cas des ré-

férences, que l'interdisciplinarité capturée par les indicateurs bibliométriques témoignent davantage de la variété des lieux de publication que celle des espaces de rayonnement des travaux.

Tableau 34. Taux de citations hors de la discipline ou de la spécialité de la revue de publication, selon l'identité disciplinaire entre la revue et l'auteur

Citations hors de la discipline de la revue de publication, ensemble de l'IRSTEA	36,5 %
Citations hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers	41,2 %
Références hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers publiant dans leur discipline attitrée	27,2 %
Citations hors de la discipline de la revue de publication, auteurs réguliers publiant hors de leur discipline attitrée	63,0 %
Citations hors de la spécialité de la revue de publication, ensemble de l'IRSTEA	56,0 %
Citations hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers	57,9 %
Citations hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers publiant dans leur spécialité attitrée	43,9 %
Citations hors de la spécialité de la revue de publication, auteurs réguliers publiant hors de leur spécialité attitrée	69,0 %

2.6 Discussion

2.6.1 Le corpus étudié

Nous avons procédé ici à la description détaillée du corpus d'articles signés par des membres de l'IRSTEA entre 1999 et 2010 et repérables dans le Web of Science. Cette description a permis de relever certaines tendances lourdes des pratiques de publication à l'IRSTEA, notamment l'accélération du rythme de publication des chercheurs de l'établissement, leur présence accrue dans des revues référencées dans le WoS, la proportion croissante d'articles issus d'une collaboration inter-établissements et l'augmentation du nombre moyen de signataires par articles. Une classification par discipline et spécialité, fondée sur l'affiliation des revues de publication, a permis de quantifier le degré de concentration des publications de l'IRSTEA dans un petit nombre de disciplines et, à un moindre degré, de spécialités. La constitution d'un corpus d'auteurs plus réguliers qu'on a pu asso-

cier à des disciplines et des spécialités de prédilection a jeté un autre éclairage sur cette concentration de l'IRSTEA dans certains créneaux spécifiques.

2.6.2 L'affiliation des chercheurs et leurs lieux de publication

L'attribution d'une discipline et d'une spécialité à chaque auteur régulier a surtout rendu possible une première mesure de la place des publications hors-discipline ou hors-spécialité dans les stratégies de publication des chercheurs de l'établissement. Cette mesure a mis en relief deux traits apparemment propres à l'IRSTEA en matière d'interdisciplinarité.

D'une part, la propension des chercheurs de l'établissement à publier hors de leur domaine de prédilection est fonction inverse de leur ancrage dans une discipline phare de l'établissement, comme la biologie ou les sciences de la terre. On constate ainsi que ce sont les auteurs réguliers qui ne sont pas directement attachés aux principaux créneaux de l'IRSTEA qui publient le plus hors de leur propre champ. Cela suggère que ces chercheurs (ingénieurs, mathématiciens ou spécialistes des sciences sociales) entretiennent une stratégie de publication alignée sur le dialogue avec les secteurs de recherche dominants de l'établissement (comme la biologie). Leur situation particulière dans un établissement comme l'IRSTEA fait de ces auteurs une source importante de pratiques interdisciplinaires repérables par la bibliométrie.

D'autre part, les mêmes données montrent que les auteurs réguliers de l'IRSTEA en biologie et en sciences de la terre, lorsqu'ils publient hors de leur champ de prédilection, semblent privilégier l'échange entre disciplines plutôt qu'entre spécialités. Ce constat renforce l'idée que la mission particulière d'un établissement comme l'IRSTEA favorise des pratiques savantes qui ne correspondent pas aux usages courants du champ scientifique. Il semble cependant que les auteurs de l'IRSTEA tendent à délaisser progressivement cette orientation depuis 2005.

2.6.3 La mesure des références et des citations

La mesure des références et des citations a été réalisée de trois manières.

D'une part, nous avons employé la méthode, courante en scientométrie, qui consiste à mesurer les taux de références et de citations d'un article donné hors de la discipline ou de la spécialité de sa revue de publication. Ces mesures suggèrent que les auteurs de l'IRSTEA publiant en génie ou en sciences de la terre et de l'espace présentent des taux de référence et de citation hors-discipline et hors-spécialité analogues à ceux de leurs pairs d'autres établissements, mais que leurs auteurs de l'IRSTEA publiant en biologie, et notamment en agriculture et agroalimentaire, révèlent un positionnement et un rayonnement moins interdisciplinaire que leurs pairs d'autres établissements publiant dans les mêmes revues. Cet écart entre les chercheurs de l'IRSTEA publiant en biologie et leurs pairs s'explique en partie par la faible relation de l'établissement avec le monde de la recherche biomédicale. Jumelé aux taux relativement plus élevés que la moyenne chez les auteurs de l'IRSTEA publiant en génie, ce trait des biologistes de l'IRSTEA renforce cependant l'idée d'un centre où la biologie s'impose comme le principal horizon des échanges interdisciplinaires, ce qui implique une interdisciplinarité plus faible chez les biologistes, et plus forte chez les spécialistes de créneaux moins représentés à l'échelle de l'établissement. Il est cependant à noter que le rayonnement hors-discipline des articles de l'IRSTEA publiés en biologie demeure dans la moyenne et que l'IRSTEA, toutes disciplines ou spécialités confondues, présente des taux de références et de citations hors-discipline et hors-spécialité plus élevés que les moyennes observables dans le reste des secteurs correspondants du Web of Science.

La seconde mesure employée a été celle de la destination des références et de l'origine des citations, afin de savoir précisément à qui se réfèrent les chercheurs de l'IRSTEA, et d'où proviennent les chercheurs qui citent leurs travaux. À cet égard, les chiffres montrent que les articles signés par les membres de l'IRSTEA diffèrent peu de ceux de leurs pairs d'autres établissements, si ce n'est qu'ils entretiennent des dialogues plus ciblés autour des spécialités propres à l'établissement. L'IRSTEA se présente ainsi notamment comme un lieu d'échanges ciblés entre chercheurs en biologie et en sciences de la terre et de l'espace, et se distingue à ce titre dans le paysage global de ces disciplines.

La troisième mesure employée est moins commune et représente un apport méthodologique à la bibliométrie de l'interdisciplinarité. Cette innovation a été rendue pertinente par le fait que la mesure scientométrique de l'interdisciplinarité est rarement menée à l'échelle d'un établissement particulier, comme l'IRSTEA. Cette mesure repose en quelque sorte sur un croisement des deux mesures utilisées plus tôt, soit l'attribution de disciplines et de spécialités aux auteurs individuels et les taux d'interdisciplinarité ou d'inter-spécialité reposant sur la classification des journaux. Le calcul de taux séparés pour les articles publiés dans et hors la discipline ou la spécialité de l'auteur mène à trois constats. Le premier est que les taux globaux de référence ou de citation hors-discipline ou hors-spécialité dissimulent des écarts importants, les taux pouvant varier du simple au double selon que l'auteur publie ou non dans son créneau de prédilection. Le second est que cette variation suggère, paradoxalement, du fait que les chercheurs ne modifient guère leurs pratiques de positionnement (références) et n'influent pas nécessairement beaucoup sur la portée de leur rayonnement (citations) lorsqu'ils multiplient leurs lieux de publication. Le troisième constat, qui découle du second, est que les indicateurs bibliométriques témoignent donc davantage de la variété des lieux de publication que celle des pratiques ou des espaces de rayonnement des travaux.

3. Les entretiens

Comme nous l'avons indiqué plus tôt, la bibliométrie mesure la diffusion des résultats de la recherche et nous informe de ce qui survient au terme, en aval, du travail scientifique. L'étude de l'amont, de tout ce qui concerne les motifs, attitudes, difficultés et obstacles qui façonnent l'intention interdisciplinaire des chercheurs requiert l'apport d'études qualitatives, menées ici sous forme d'entretiens qui complètent l'analyse bibliométrique.

3.1 Objectifs et méthodes

3.1.1 Les objectifs poursuivis

L'étude qualitative de l'interdisciplinarité peut servir de multiples fins. Nous poursuivons ici deux objectifs. D'une part, il s'agit de confronter les discours et perceptions des chercheurs aux hypothèses formulées à partir des résultats bibliométriques. Les classifications disciplinaires utilisées plus tôt ont-elles un sens ? Est-il possible de lier les motifs et les perceptions des chercheurs aux tendances rendues visibles par la bibliométrie ? Par exemple, les chercheurs entretiennent-ils sur l'interdisciplinarité des regards différents selon qu'ils appartiennent ou non aux disciplines principales de l'établissement, comme le génie et les sciences biologiques ? Ces disciplines s'imposent-elles comme un horizon difficilement franchissable de l'exploration interdisciplinaire ? La mission finalisée de l'IRSTEA influe-t-elle sur les motivations des chercheurs ? Les chercheurs sont-ils sensibles au fait que la publication dans les revues d'une autre discipline ou spécialité n'étend pas particulièrement leur sphère de rayonnement ?

D'autre part, les entrevues permettent de passer de ces questions, issues du travail bibliométrique, à des interrogations communes dans le champ des études qualitatives de l'interdisciplinarité. Comment les chercheurs envisagent-ils l'interdisciplinarité ? Quels sont leurs motifs ? Ces motifs sont-ils partagés ? Quels types de relations les chercheurs essaient-ils d'établir avec leurs partenaires ? Avec quel succès ? Quels obstacles identifient-ils et qu'attendent-ils de leurs administrations pour les surmonter ?

Dans le cas précis de l'IRSTEA, ces questions permettent aussi de souligner la variété des environnements de recherche qu'abrite le centre et les sens variables qu'y prend l'interdisciplinarité. La tension, inévitable mais inégalement ressentie, entre les exigences de la régulation académique et la mission finalisée de l'établissement doit aussi être mise en lumière. C'est pour cette raison que les entretiens ciblent des chercheurs aux profils variés. C'est aussi pourquoi le projet ne se limite pas aux chercheurs bien représentés dans les bases de données bibliométriques, d'autant que plusieurs entreprises interdisciplinaires, notamment entre sciences naturelles et sciences humaines et sociales, en sont encore à un stade embryonnaire et n'ont donc pas atteint l'étape de la diffusion. Le choix de laisser dans les entretiens une large place à des chercheurs et à des projets pas ou peu représentés dans les bases de données renforce ainsi le rôle complémentaire qui leur est attribué.

3.1.2 La forme et l'objet des entretiens

Menés en nombre limité, les entretiens ne prennent ici qu'un sens exploratoire : ils ont vocation d'alimenter la discussion sur certaines hypothèses bibliométriques, d'étendre cette discussion à d'autres thèmes pertinents et de servir de tremplin à la formulation de questions futures.

Les entretiens ont pris la forme d'échanges individuels d'environ 90 minutes; 24 entretiens ont été menés. Il s'agissait d'entretiens à questions ouvertes, au sens où les questions préparées à l'avance étaient d'ordre général et calibrées pour des fins exploratoires, et où le chercheur avait la liberté d'orienter l'entretien vers des directions imprévues (Gravitz, 1986; Boutin, 1997). Il s'agissait d'entretiens semi-dirigés, au sens où les questions étaient utilisées à des fins de « mise en train » et où les redirections occasionnelles par le chercheur prenaient soit la forme de demandes ouvertes de clarification, soit la forme de reformulations soumises explicitement à l'approbation des personnes interrogées (Savoie-Zack, 1997; Boutin, 1997).

Les entretiens ont été menés en deux temps en janvier 2011 (entretiens #1 à #8) et en mai 2011 (entretiens #9 à #24). La première série a été menée auprès de chercheurs appartenant à des environnements de recherche différents, dans un but de familiarisation et pour identifier les milieux sur lesquels concentrer les entretiens suivants. La seconde série a ainsi ciblé

les chercheurs de quatre équipes particulières, réparties sur deux sites géographiques et choisies en raison tant de leur diversité (d'objet, de personnel, de pratique) que de leur rapport apparemment plus intense que d'autres aux questions d'interdisciplinarité.

Deux équipes sont basées à Bordeaux et cohabitent au sein de la même unité de recherche : il s'agit de l'équipe sur les poissons migrateurs amphihalins et de l'équipe sur les écosystèmes estuariens. Ces deux équipes offrent des cas de pratiques de recherche intégrées à la régulation académique, c'est-à-dire habituées à des normes comme l'association à des disciplines précises et la diffusion des résultats par le biais des revues savantes. Ces équipes peuvent aider à donner un sens aux données rendues visibles par la bibliométrie en éclairant les pratiques de chercheurs disciplinarisés et visibles dans les bases de données.

Les deux autres équipes sont localisées à Montpellier. Elles diffèrent entre elles et chaque cas devrait éclairer des pratiques interdisciplinaires propres à l'IRSTEA, mais qui passent sous le radar bibliométrique. Dans l'organigramme de l'IRSTEA, elles cohabitent dans l'équipe IODE (Imagerie, optique et décision) de l'Unité mixte de recherche sur l'information et la technologie sur les agro-procédés. Dans les faits, leurs territoires de recherche sont relativement éloignés. La première équipe regroupe des chercheurs impliqués dans l'axe de recherche sur les outils de modélisation pour la décision agro-environnementale (IODE-Axe 2). Cet environnement de recherche donne beaucoup de place à des ingénieurs inégalement insérés à la publication savante, mais qui entretiennent tout de même des visées interdisciplinaires exprimées dans d'autres véhicules de diffusion (rapports techniques, etc.). La seconde équipe est le nouveau « pôle » d'évaluation environnementale par l'analyse des cycles de vie, baptisé ELSA (pour *Environmental Lifecycle and Sustainability Assessment*). Cette équipe offre le cas d'une pratique axée sur l'interdisciplinarité et animée par des chercheurs bien insérés au monde de la diffusion académique, mais qui en est encore au stade de la construction et dont les retombées bibliométriques sont à ce jour décalées.

3.1.3 La grille d'entretien

Les entretiens ont été menés face à face, sauf les entretiens # 4, 5 et 6 qui ont été organisés par vidéoconférence. Chaque entretien a débuté par une explication du projet de recherche et du contexte institutionnel dans lequel celui-ci prenait place. L'objectif poursuivi était de recueillir le discours explicite des chercheurs sur les quatre séries de questions ouvertes suivantes :

- a) *Quelle est votre situation concrète au regard de l'interdisciplinarité ? Vous identifiez-vous à une discipline ou à un champ de savoir particulier ? Quel type de relations interdisciplinaires entretenez-vous ? Pour quelles raisons ? Ces relations vous semblent-elles typiques ou atypiques de votre secteur d'expertise, ou au sein de l'IRSTEA ?*
- b) *Quelles sont, de manière générale, vos pratiques de publication et/ou de financement ? Quels sont les objets et les destinataires de vos travaux ? Quel est, ou quel serait, l'impact d'une démarche interdisciplinaire sur ces orientations ?*
- c) *Qu'exige le travail interdisciplinaire ? De quelle nature est l'investissement requis ? Comment organisez-vous l'échange interdisciplinaire ? Sur quoi débouchent ces échanges, et cela se termine-t-il à votre satisfaction ? En quoi ces échanges influent-ils sur votre travail de recherche ?*
- d) *Au terme de cet entretien, qu'entendez-vous par « interdisciplinarité » ? Une chose formelle ou informelle, concrète ou artificielle ? Comment percevez-vous l'intérêt de l'IRSTEA ou d'autres administrations pour la question de l'interdisciplinarité ? Qu'attendez-vous des administrations de la recherche à ce sujet ?*

Le matériel recueilli est considéré comme le discours explicite, c'est-à-dire le mélange des postures volontaires et des perceptions assumées exprimées par les chercheurs. La réduction des données recueillies a donc été opérée sur une base sémantique par la retenue des passages qui, interprétés en contexte, contenaient une signification pouvant être associée aux catégories d'une grille préétablie – une méthode jugée adaptée à l'analyse d'entretiens non directifs portant sur des propos à caractère évaluatifs (Huberman et Miles, 1983; Léger et Florand, 1985; Blanchet et Gotman, 1992). Cette réduction a été menée entretien par entretien, afin de transformer chaque déclaration en une vision ordonnée des propos du locuteur.

3.1.4 La réduction du discours et ses composantes

Le discours des chercheurs est ici ordonné en neuf composantes, dont certaines comprennent elles-mêmes une subdivision. L'ensemble des composantes, et du code lettré qui lui est associé dans les grilles à suivre, est schématisé dans la Figure 5. Chaque composante représente une question formelle à laquelle le nombre de réponses possibles, après codage, est limité. L'absence de grille standardisée dans la littérature sur l'étude qualitative de l'interdisciplinarité (Wagner *et al.*, 2011) ainsi que le caractère exploratoire assumé de ce travail ont autorisé le réaménagement des catégories en cours de route pour tenir compte des particularités et des récurrences présentées par les réponses (Miles et Huberman, 1991).

La première composante est l'équipe à laquelle appartient le chercheur. La seconde composante est l'appartenance disciplinaire du chercheur interrogé; elle repose sur une comparaison entre la discipline et la spécialité auxquelles le chercheur s'est lui-même identifiées, et celles qui lui avaient été attribuées par la bibliométrie. La troisième composante est l'étape de carrière des chercheurs, identifiés ici comme des chercheurs « jeunes » ou « établis ». Il est à noter que l'âge physique n'est pas seul en cause : un chercheur d'âge moyen qui vient, par exemple à la suite d'un recyclage, d'entamer sa carrière de chercheur académique est ici qualifié de « jeune ».

Figure 5. Les composantes du discours des chercheurs

1. Équipe (Eq.)	Poissons migrateurs Écosystèmes estuariens Outils d'aide à la décision Évaluation environnementale Autre	PM EE IOD ELS A
2. Discipline / spécialité (D/S)	Même discipline que celle attribuée par la bibliométrie/... Discipline différente celle attribuée par la bibliométrie/... .../Même spécialité que celle attribuée par la bibliométrie .../Spécialité différente de celle attribuée par la bibliométrie	M/... D/... .../M .../D
3. Étape de carrière (Car.)	Jeune chercheur Chercheur établi	J E
4. Motifs (Mtf)	Sous-traitance Académique / demandes du champ scientifique Académique / demandes de l'établissement Accès à la décision	ST A/C A/E D
5. Réalisation (Réa.)	Établi ou En construction /... .../ Contingent ou Nécessaire ou Allant de soi	E ou C/... /C, NouA
6. Modalités (Mdt.)	Formulation unilatérale /... Communauté de méthode /... Communauté théorique / ... Attente de réciprocité / / Succès, Difficile ou Échec	F /... M /... T /... R /... /S, D ouE
7. Obstacles (Obs.)	Investissement /... ... / Négociation méthodologique ... / Organisation Régulation académique ... / Rythme de publication ... / Unité d'objet ... / Moindre formalisation Autonomie intellectuelle ... / Choix des questions ... / Incompatibilité épistémologique	I/... .../ N .../ O R/... .../ P .../ U .../ F A/... .../ Q .../ E
8. Attentes (Att.)	Atténuation de régulation académique ... / Donner du temps à la contingence ... / Favoriser les technologues Resserrement de la régulation académique Désabusement	A/... .../ C .../ T R D
9. Définitions de l'interdisciplinarité (Déf.)	Épisodes entre espaces disciplinaires différenciés Attente permanente de réciprocité Intériorisation par la formation Ressource stratégique	E P F R

La quatrième composante est la motivation explicite des chercheurs, c'est-à-dire ce qu'ils déclarent justifier leur engagement dans la recherche interdisciplinaire. Ces motivations ont été réparties en trois motivations extrinsèques qui peuvent coexister. La première est la « sous-traitance », soit la recherche d'une relation unilatérale basée sur la délégation à un partenaire d'un travail aux buts déjà définis. Le second motif est « académique » et désigne la recherche d'une relation bilatérale, c'est-à-dire dans laquelle chaque partenaire exerce une influence sur la formulation des fins et des objets, dont on attend des retombées qui favorisent la situation du chercheur au sein des institutions savantes – comme des résultats publiables dans des revues savantes ou l'obtention de fonds de recherche. Lorsqu'un chercheur fait état d'une telle motivation, il est précisé s'il souhaite ainsi répondre aux critères d'évaluation du champ scientifique en général ou de l'IRSTEA en particulier. Le troisième motif est l'« accès à la décision », c'est-à-dire la recherche d'une relation bilatérale dont on attend des retombées hors du champ scientifique, le plus souvent une influence accrue sur la décision publique. Comme on le verra, cette motivation est souvent invoquée par les chercheurs en sciences naturelles qui recherchent la collaboration avec les sciences humaines et sociales.

La cinquième composante est le degré de réalisation des projets interdisciplinaires évoqués par les chercheurs. Elle se divise en deux volets. On se demande d'une part si les projets évoqués sont « établis », c'est-à-dire que leur réalisation paraît acquise et les paramètres de leur mise en œuvre raisonnablement bien fixés, ou s'ils sont « en construction », c'est-à-dire que leur réalisation ne paraît pas assurée et leur forme encore mal fixée. On se demande d'autre part si les collaborations paraissent, au chercheur interrogé, « nécessaires », c'est-à-dire structurellement requises, ou « contingentes », c'est-à-dire susceptibles de ne pas exister si ce n'était de la volonté des participants. Cette distinction permet d'apprécier le degré de fragilité qu'attribuent les chercheurs aux projets évoqués. Cette mesure de la contingence perçue inclut les collaborations qui semblent « aller de soi », c'est-à-dire que les chercheurs jugent acquises au point de ne plus jeter un regard réflexif sur leur existence.

La sixième composante concerne les modalités de réalisation des projets. Quatre modalités ont été identifiées. La première modalité est la « formulation unilatérale » par l'un des par-

tenaires du cadre conceptuel de départ et des objectifs généraux du projet, à charge pour les autres chercheurs de s'y intégrer. La seconde modalité est la « communauté de méthode », par laquelle des chercheurs d'horizons divers conservent leurs postures conceptuelles préalables et choisissent de ne converger que sur les points de méthode, auxquels se limite la négociation entre partenaires; cette formule est souvent présentée comme un compromis qui favorise la production de résultats utilisables par tous en réduisant le temps et l'énergie consacrés à la négociation. La troisième modalité est la « communauté théorique », qui correspond à ce qu'on appelle souvent la « co-construction » et qui désigne une négociation sur la conceptualisation même de l'objet et des visées de la recherche. La quatrième modalité est l'« attente de réciprocité », qui repose sur l'admission qu'une collaboration donnée peut ne pas avoir la même pertinence pour chaque partenaire *mais* que le partenaire privilégié peut changer d'une collaboration à l'autre, ce qui rééquilibre les bénéfices dans le temps. À cette division entre quatre types de modalités s'ajoute un second volet portant sur la perception de « succès », de « difficultés » ou d'« échec » du chercheur interrogé sur les collaborations évoquées.

La septième composante concerne les obstacles perçus à la collaboration interdisciplinaire. Les obstacles perçus ont été regroupés en trois types eux-mêmes divisés en sous-catégories. Le premier obstacle perçu est la « régulation académique », soit les normes de production et de productivité en vertu desquelles les chercheurs s'attendent à être jugés. Ces normes, externes mais souvent intériorisées par les chercheurs, se répartissent en trois sous-catégories : le « rythme de publication » exigé, qui retiendrait les chercheurs d'investir du temps dans la recherche interdisciplinaire ou les mènerait à craindre l'écart entre les rythmes de publication d'une discipline à l'autre; l'« unité d'objet » exigée dans une discipline, qui rendrait les chercheurs interdisciplinaires vulnérable au soupçon de dispersion(notamment au moment des HDR); la « moindre formalisation » qu'impliqueraient les projets interdisciplinaires, souvent cantonnés à des entreprises descriptives ou méthodologiques qui aident peu les chercheurs à « monter en gamme » dans leurs disciplines respectives. Le second type d'obstacle est l'« autonomie intellectuelle » que revendiquent les chercheurs eux-mêmes. Quoiqu'elle contribue à répondre aux exigences externes de la régulation disciplinaire, cette autonomie n'est pas explicitement présentée par les chercheurs

comme la réponse à une contrainte externe. On peut lui associer deux sous-catégories d'obstacles : le « choix des questions », soit la difficulté à convenir des questions de recherche ou des résultats à mettre en valeur, même sur un objet aux traits à peu près convenus; l'« incompatibilité épistémologique », qui désigne le scepticisme réciproque né de regards divergents sur ce qu'est une opération de connaissance légitime – une telle incompatibilité sépare souvent les tenants d'une approche réductionniste, comme l'économétrie ou l'analyse par cycles de vie, et les partisans d'une approche contextuelle, comme en agronomie ou en biologie marine. Le troisième type d'obstacle désigne les problèmes que les chercheurs n'imputent ni à des institutions externes, ni aux acteurs eux-mêmes, mais plutôt aux exigences inhérentes à l'interdisciplinarité comme telle : il s'agit de l'« investissement » qu'exige la collaboration hors discipline. Cette catégorie d'obstacles se divise en deux sous-catégories : le temps exigé par la « négociation méthodologique », même paisible (et qui inclut le temps consacré à lire sur l'autre discipline), et l'effort d'« organisation » pratique des échanges (qui inclut le temps consacré à l'entretien d'une convivialité qui facilite les choses).

La huitième composante concerne les attentes du chercheur à l'endroit des administrations dont il dépend (et en particulier de l'IRSTEA) pour faciliter la réalisation de projets interdisciplinaires. Trois attentes ont été relevées. La première est l'atténuation des normes de régulation académique; on distingue ici les chercheurs qui attendent de cette atténuation qu'elle donne du temps à la mise en œuvre de projets à l'existence fragile, et les chercheurs qui attendent de cette atténuation qu'elle assouplisse les conditions auxquelles des technologues pourront se recycler en chercheurs académiques. La seconde attente, entretenue par d'autres chercheurs, est au contraire un resserrement de la régulation savante, pour garantir que les projets menés sous couvert d'interdisciplinarité répondent aux exigences du champ scientifique. Le troisième type de réponse révèle en fait une absence d'attente à l'endroit des administrations, et plus précisément un certain désabusement qui prévient la formulation d'attentes positives.

Enfin, la neuvième composante concerne la définition que donnent les chercheurs eux-mêmes de l'interdisciplinarité. Les questions à ce sujet n'ont été posées qu'en fin

d'entretien afin d'inciter les personnes, d'une part, à ne pas subordonner leur propos sur l'interdisciplinarité concrète à une définition formelle qui aurait été posée d'entrée de jeu, et, d'autre part à proposer en bout de piste une définition informée par le discours réflexif formulé durant l'entretien. Dans les deux cas, l'idée était de recueillir des définitions liées le plus étroitement possible au propos des chercheurs sur l'interdisciplinarité concrète. Quatre définitions ont été relevées. La première décrit l'interdisciplinarité comme une suite d'épisodes temporaires, ponctuels, entre des espaces académiques clairement différenciés. La seconde y voit une relation permanente de réciprocité, dont le pivot est un individu qui met en œuvre les réseaux nécessaires. La troisième voit l'interdisciplinarité non comme un geste relationnel, mais comme l'attribut fixe d'un individu qui a intériorisé plusieurs points de vue disciplinaires durant sa formation. La quatrième décrit explicitement l'interdisciplinarité comme un moyen, une stratégie pour mobiliser des chercheurs autour d'une finalité précise; même si cette vision de l'interdisciplinarité pourrait être imputée à d'autres chercheurs, une telle présentation explicite demeure rare.

Les sept composantes utilisées ici n'ont pas toutes la même portée. Les composantes 1, 2 et 3 sont des attributs fixes. Surtout, les composantes 8 et 9 désignent des perceptions générales sur l'interdisciplinarité tandis que les composantes 4, 5, 6 et 7 désignent des perceptions particulières pouvant porter sur un projet ou type de projet particulier. Une recherche de précision et l'intérêt particulier de l'IRSTEA pour la situation des sciences humaines et sociales nous ont mené à doubler ces dernières catégories pour les appliquer de façon différenciée à la perception qu'ont les chercheurs d'une interdisciplinarité entre sciences de même type (entre sciences naturelles, ou entre sciences humaines et sociales) et entre sciences de types différents (réunissant des sciences naturelles et des sciences humaines et sociales en un même projet). Les résultats sommaires réunis dans le Tableau 35 montrent d'ailleurs à quel point les chercheurs jettent effectivement des regards différents sur ces différents types d'interdisciplinarité.

Tableau 35. Vue d'ensemble des résultats

				ID entre même type				ID entre types différents				Att	Déf
				Eq	D/S	Car	Mtf	Réa	Mdt	Obs	Mtf		
1	PM	M/D	E	ST	E/N	F/S	I+R	D	C/C	R/SD	A	-	E
2	A	M/M	E	A/C	C/C	M/S	R	A/C	C/c	R/D	R	A	E
3	A	M/M	E	ST	E/N	F/S	I	-	-	-	-	-	E
3'				A/C	C/C	M/S	R					A	
4	IOD	D/D	E	ST	E/N	R/S	R	-	-	-	-	-	P
5	A	M/?	J	A/E	E/C	M/D	R+A	A/E	C/C	M/D	I	-	E
6	A	-	J	A/E	C/C	M/D	R	A/E	C/C	T/E	R+A	-	-
7	EE	M/D	E	-	-	-	-	D	C/N	R/SD	R+A	-	E
8	A	-	J	A/E	C/C	T/E	A	D	C/C	R/E	R+A	-	E
9	EE	-	J	A/C	E/V	T/E	A	-	-	-	-	D	F
10	PM	M/M	E	A/C	-	-	-	D	C/C	R/D	R+A	D	S
11	EE	-	E	A/C	C/N	M/D	A	D	C/C	R/D	I+A	-	E
12	EE	-	J	A/C	E/N	R/S	I	D	C/C	M/D	I+R	-	E
13	EE	M/D	E	A/C	E/N	T/S	I	D	C/C	M/E	A	-	E
14	PM	M/M	E	A/C	E/C	R/S	I	D	C/C	R/D	A	D	R
15	PM	M/D	E	D	C/C	M/D	I	D	C/C	R/D	A	D	R
16	PM	D/D	J	A/C	E/V	M/S	I+R	A/C	C/C	R/D	A	A	F
17	IOD	-	E	ST	C/C	M/-	I+R	-	-	-	-	A	S
18	IOD	-	E	ST	E/V	F/S	I	-	-	-	-	D	-
19	IOD	M/M	J	A/C	E/N	R/S	A	-	-	-	-	I	R
20	ELS	-	E	D	E/N	T/S	A	D	C/N	F/D	A	A	E
21	ELS	-	J	A/C	C/C	T/D	R	D	C/N	T/D	A	-	S
22	IOD	-	J	ST	E/V	F/S	-	-	-	-	-	-	-
23	IOD	-	J	A/C	C/C	T/D	IRA	-	-	-	-	A	F
24	ELS	-	J	A/C	C/N	R/S	I+A	-	-	-	-	A	-

3.2 Les résultats

La meilleure manière d'interpréter le matériau après réduction est d'isoler les diverses composantes pour analyser la distribution des réponses et identifier les croisements au moins apparents qui peuvent suggérer des pistes de réflexion. Après un tableau consacré à la distribution des répondants selon leur équipe et à leurs autres attributs fixes, nous produisons des tableaux organisés autour des motifs, du degré de réalisation et des obstacles associés par les chercheurs à l'entreprise interdisciplinaire, selon que cette entreprise unisse des disciplines de même type ou de types différents⁶. Enfin, des tableaux rendront compte de la distribution des attentes et des définitions de l'interdisciplinarité, telles que formulées par les chercheurs.

3.2.1 Les répondants et leurs caractéristiques

Le Tableau 36 donne une vue d'ensemble des 24 chercheurs interrogés. Le tableau autorise certaines considérations générales sur leur sélection. On note d'une part que 12 des 24 personnes interrogées n'ont pas été prises en compte lors de l'attribution de disciplines et de spécialités par la bibliométrie dans la section précédente; cela signifie que ces chercheurs ne cumulent pas cinq articles ou plus recensés dans le Web of Science pour la période 1999-2010. Parmi ces 12 chercheurs, 8 sont des « jeunes » (y compris les 2 seuls chercheurs, #6 et #8, issus des sciences humaines et sociales) et, parmi les 4 chercheurs restants, 2 sont des technologues (#18 et #22).

Des 12 personnes auxquelles nos procédures scientométriques ont attribué une discipline et une spécialité en fonction de leurs principaux lieux de publication, 10 se retrouvent là où on pouvait les attendre. Les membres des équipes sur les poissons migrateurs et les écosystèmes estuariens ont publié en majorité dans des revues de biologie et d'hydrobiologie et biologie marine. Le chercheur formé en éco-toxicologie est classé en sciences de la terre et de l'espace (ce qui inclut les sciences de l'eau), dans la spécialité des sciences environnementales. Les résultats inattendus concernent le chercheur d'IODE formé en génie agronomique (#4), classé par ses publications dans la spécialité de la chimie analytique, et le chercheur

⁶ Des tableaux organisés spécifiquement autour des « modalités » apportaient peu à ce qui ressort déjà des tableaux produits ici, qui font déjà largement état des croisements possibles avec cette composante.

en mathématiques (#5) que des collaborations au sein de l'IRSTEA ont mené à signer plusieurs articles dans des revues de sciences sociales; dans ce dernier cas, l'anomalie (s'il en est une) tient aussi au faible nombre de publications repérées.

En tout, 11 chercheurs sont des « jeunes », ce qui inclut 3 chercheurs d'âge moyen mais qui ne se sont que récemment redirigés vers la recherche et commencent donc, à toutes fins pratiques, leurs carrières de chercheur académique.

Le tableau permet également de formuler des remarques spécifiques sur les environnements de recherche privilégiés dans cette étude. Entre les équipes sur les poissons migrateurs et les écosystèmes estuariens, les frontières se sont révélées plus poreuses et les équipes plus semblables qu'il n'avait été perçu au départ. Dans certains cas, des chercheurs étaient même formellement membres des deux équipes à la fois et ont été classés après avoir été interrogés sur celle qui les occupait le plus. Qu'ils se déclarent spécialistes de l'écologie, de l'halieutique ou même du génie ou de l'agronomie, ces chercheurs présentent des profils de publication très similaires qui les classent dans la discipline de la biologie et la spécialité de l'hydrobiologie et biologie marine. Des 3 chercheurs qui n'ont pas été pris en compte par la bibliométrie, 2 débutent dans la carrière et le troisième assume surtout des fonctions administratives.

Tableau 36. Les répondants et leurs caractéristiques

#	Équipe	Discipline revendiquée	Disc. selon la bibliométrie	Spéc. selon la bibliométrie	Étape de carrière
1	PM	Écologie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
10	PM	Halieutique	Biologie	Hydrobiologie	Établi
14	PM	Biologie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
15	PM	Agronomie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
16	PM	Génie/modélisation	Biologie	Hydrobiologie	Jeune
7	EE	Écologie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
9	EE	Halieutique	-	-	Jeune
11	EE	Génie	-	-	Établi
12	EE	Écologie	-	-	Jeune
13	EE	Écologie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
4	IOD	Génie agronomique	Génie	Chimie analytique	Établi
17	IOD	Génie des procédés	-	-	Établi
18	IOD	Génie des matériaux	-	-	Établi
19	IOD	Génie informatique	Génie	Génie informatique	Jeune
22	IOD	Génie informatique	-	-	Jeune
23	IOD	Génie viticole	-	-	Jeune
20	ELS	Génie des procédés	-	-	Établi
21	ELS	Gestion	-	-	Jeune
24	ELS	Génie des procédés	-	-	Jeune
2	A	Hydrobiologie	Biologie	Hydrobiologie	Établi
3	A	Éco-toxicologie	Sc. terre et espace	Sc. environnem.	Établi
5	A	Mathématiques	Math./Sc. sociales	Math. générales	Jeune
6	A	Sociologie	-	-	Jeune
8	A	Économie	-	-	Jeune

Parmi les chercheurs de l'équipe sur les outils d'aide à la décision agro-environnementale, 2 sur 6 ont été pris en compte par les procédures bibliométriques, sans que l'étape de carrière ne fasse une réelle différence à ce chapitre. Parmi les 4 autres chercheurs, on compte 2 technologues et 1 doctorant. Les membres du pôle ELSA ne sont pas non plus suffisam-

ment représentés dans le WoS pour avoir été pris en compte par la bibliométrie, ce qui témoigne de la jeunesse de ce pôle de recherche. On peut ainsi constater qu'au sein de l'IRSTEA, la performance bibliométrique est inégalement partagée en fonction de facteurs essentiellement structurels, liés à la mission et la composition des équipes.

Parmi les chercheurs dispersés dans d'autres équipes, on relève que les 2 chercheurs à n'avoir pas été représentés dans les procédures bibliométriques sont à la fois des jeunes et des experts en sciences humaines et sociales – un doublet sans doute courant à l'IRSTEA. Notons enfin que le chercheur spécialisé en sociologie aurait été classé dans la discipline des sciences de la terre et de l'espace, et dans la spécialité des sciences environnementales, si ses 3 articles référencés dans le WoS avaient été pris en compte. Cette anecdote souligne la pertinence de limiter les opérations statistiques aux chercheurs présentant un corpus significatif d'articles référencés, mais elle met surtout en lumière les distorsions que peut entraîner la sous-représentation dans les bases de données des revues de sciences humaines et sociales (Archambault *et al.*, 2006).

3.2.2 Les motivations explicites de l'interdisciplinarité

Les Tableaux 37 et 38 montrent à quel point les motifs déclarés des chercheurs diffèrent selon que ceux-ci s'engagent dans une collaboration avec des disciplines relativement proches des leurs (entre disciplines des sciences naturelles, ou entre disciplines des sciences humaines et sociales) ou avec des disciplines plus éloignées (lorsque des représentants des sciences naturelles et des sciences humaines et sociales tentent de collaborer).

Le Tableau 37 montre la distribution des motifs déclarés par les chercheurs engagés dans des collaborations interdisciplinaires avec des disciplines de même type. Le motif le plus fréquemment évoqué est essentiellement académique, en général à l'attention du champ scientifique, les projets visant d'abord à produire des résultats susceptibles d'être diffusés dans les revues savantes. Cette motivation stimule la majorité des membres des équipes sur les poissons migrateurs et les écosystèmes estuariens (pour qui les fonds de recherche sont également indispensables pour « faire rouler » des laboratoires coûteux), et sur l'évaluation environnementale. Sur les 12 chercheurs ainsi motivés et qui ont apporté des précisions sur leurs projets, les modalités de collaboration privilégiées se révèlent variées, sans concentra-

tion particulière selon les équipes. On remarque cependant que les chercheurs qui s'impliquent dans une communauté méthodologique ou théorique en tirent des résultats mitigés (4 succès et 4 collaborations difficiles) tandis que les collaborations à visée académique et fondées sur une attente de réciprocité semblent toutes donner satisfaction.

À côté de ces entreprises, on remarque 3 entreprises interdisciplinaires motivées surtout par le désir de répondre aux exigences académiques de l'établissement. Ces motivations concernent 3 jeunes chercheurs qui ne sont formés ni en biologie, en génie ou en sciences environnementales et qui, à ce titre, se disent sujets à une pression de l'établissement pour réaliser des projets interdisciplinaires. Les 3 chercheurs jugent difficiles la réalisation de tels projets, envisagés comme une recherche de communauté méthodologique ou théorique.

On remarque d'ailleurs que les jeunes chercheurs sont surreprésentés dans l'ensemble des personnes aux motivations essentiellement académiques (10 sur 16), ce qui peut témoigner de la perméabilité de jeunes chercheurs aux normes d'évaluation académiques auxquelles leur carrière est encore astreinte.

Le quart des chercheurs interrogés se dit motivé par la recherche d'une relation de sous-traitance. Il en ressort un portrait assez bien campé. La plupart de ces chercheurs sont liés à l'équipe sur les outils d'aide à la décision agro-environnementale, qui compte des technologues dont le rôle fonctionnel est précisément de répondre aux demandes pratiques d'autres chercheurs – un usage ancien qui, dans le climat actuel de valorisation de l'interdisciplinarité, est présenté comme une forme de collaboration interdisciplinaire. Ces relations sont décrites comme étant bien établies, structurellement nécessaires et basées sur la formulation unilatérale des objectifs de recherche par un demandeur principal. Les chercheurs appartenant à d'autres équipes offrent d'ailleurs à peu près la même description de leur « interdisciplinarité de sous-traitance », rendue selon eux nécessaire par l'externalisation de certaines expertises pointues depuis les années 1990.

Enfin, on relève le petit nombre de chercheurs qui envisagent l'interdisciplinarité entre disciplines de même type comme le gage d'un accès plus aisé à la décision politique – un petit nombre qui tranche avec les collaborations décrites dans le Tableau 38.

**Tableau 37. Les motivations explicites de l'interdisciplinarité,
entre disciplines de même type**

Motif	#	Équipe	Étape	Réalisation	Modalité
Sous-traitance	1	PM	Établi	Établi/ Nécessaire	Unilatéral / Succès
Sous-traitance	3	A	Établi	Établi/ Nécessaire	Unilatéral / Succès
Sous-traitance	4	IODE	Établi	Établi/ Nécessaire	Réciprocité / Succès
Sous-traitance	17	IODE	Établi	Construc/ Contgt	Méthodologie / Succès
Sous-traitance	18	IODE	Établi	Établi/Va de soi	Unilatéral / Succès
Sous-traitance	22	IODE	Jeune	Établi/Va de soi	Unilatéral / Succès
Académique / Chp	2	A	Établi	Construc/ Contgt	Méthodologie / Difficile
Académique / Chp	3'	A	Établi	Construc/ Contgt	Méthodologie / Succès
Académique / Chp	9	EE	Jeune	Établi/Va de soi	Théorie / Difficile
Académique / Chp	10	PM	Établi	-	-
Académique / Chp	11	EE	Établi	Construc/ Nécess.	Méthodologie / Difficile
Académique / Chp	12	EE	Jeune	Établi/ Nécessaire	Réciprocité / Succès
Académique / Chp	13	EE	Établi	Établi/ Nécessaire	Théorie / Succès
Académique / Chp	14	PM	Établi	Établi/ Contingent	Réciprocité / Succès
Académique / Chp	16	PM	Jeune	Établi/Va de soi	Méthodologie / Succès
Académique / Chp	19	IOD	Jeune	Établi/ Nécessaire	Réciprocité / Succès
Académique / Chp	21	ELS	Jeune	Construc/ Contgt	Théorie / Difficile
Académique / Chp	23	IODE	Jeune	Construc/ Contgt	Théorie / Difficile
Académique / Chp	24	ELSA	Jeune	Construc/ Nécess	Réciprocité / Succès
Académique / Étab	5	A	Jeune	Établi/ Contingent	Méthodologie / Difficile
Académique / Étab	6	A	Jeune	Construc/ Contgt	Méthodologie / Difficile
Académique / Étab	8	A	Jeune	Construc/ Contgt	Théorie / Échec
Accès à la décision	15	PM	Établi	Construc/ Contgt	Méthodologie / Difficile
Accès à la décision	20	ELSA	Établi	Établi/Nécessaire	Théorie / Succès

Le nombre de chercheurs qui tentent de jeter des ponts entre les sciences naturelles et les sciences humaines et sociales est, on le constate dans le Tableau 38, moindre : 15 des 24 chercheurs interrogés s'y risquent. Cette proportion est en fait élevée, car elle s'explique par un biais de sélection assumé et plus spécifiquement par l'intérêt particulier pour les

sciences humaines chez les membres des équipes sur les poissons migrateurs, les écosystèmes estuariens et l'évaluation environnementale.

Tableau 38. Les motivations explicites de l'interdisciplinarité, entre disciplines de types différents

Motif	#	Équipe	Étape	Réalisation	Modalité
Académique / Chp	2	A	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Académique / Chp	16	PM	Jeune	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Académique / Étab	5	A	Jeune	Construc/ Contgt	Méthodologie / Difficile
Académique / Étab	6	A	Jeune	Construc/ Contgt	Théorie / Échec
Accès à la décision	1	PM	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Succès décision + Échec acad.
Accès à la décision	7	EE	Établi	Construc/ Nécess	Réciprocité / Succès décision + Diff. acad.
Accès à la décision	8	A	Jeune	Construc/ Contgt	Réciprocité / Échec
Accès à la décision	10	PM	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Accès à la décision	11	EE	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Accès à la décision	12	EE	Jeune	Construc/ Contgt	Méthodologie / Difficile
Accès à la décision	13	EE	Établi	Construc/ Contgt	Méthodologie / Échec
Accès à la décision	14	PM	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Accès à la décision	15	PM	Établi	Construc/ Contgt	Réciprocité / Difficile
Accès à la décision	20	ELSA	Établi	Construc/ Nécess	Unilatéral / Difficile
Accès à la décision	21	ELSA	Jeune	Construc/ Nécess	Unilatéral / Difficile

La distribution des motifs est ici très différente. La recherche explicite d'une relation de sous-traitance est complètement disparue et seule une minorité se réclame principalement de motifs purement académiques. Cette minorité est composée surtout de jeunes chercheurs, dont la moitié se dit pressée par l'établissement lui-même et non par les exigences normales du champ scientifique. Toutes ces tentatives semblent rencontrer de sérieuses difficultés, bien que toutes les modalités possibles soient représentées.

Le seul motif qui ait une présence soutenue dans les équipes étudiées est la promesse d'un accès accru à la décision politique. Il est d'ailleurs notable que la plupart des chercheurs de

ces équipes (8 des 10 chercheurs motivés par l'accès à la décision) disent dans le Tableau 37 rechercher la collaboration des sciences naturelles à des fins académiques, et, dans le Tableau 38, la collaboration des sciences humaines et sociales à des fins extrascientifiques. Deux chercheurs disent d'ailleurs accepter les faibles retombées intellectuelles de cette dernière collaboration tant que leurs visées d'accès à la décision sont réalisées (par un contact plus étoffé avec les acteurs sociaux, ou une plus grande mobilisation du politique dans les projets). Les autres chercheurs de sciences naturelles qui se disent insatisfaits de leur rapport aux sciences humaines et sociales basent eux aussi leur évaluation sur l'obtention ou non de retombées sociopolitiques, plutôt qu'académiques.

De ces constats, on peut tirer deux pistes de réflexion provisoire. D'une part, la prédilection des chercheurs en sciences naturelles pour une collaboration axée sur l'accès à la décision signifie que les demandes adressées aux praticiens des sciences humaines et sociales pour qu'ils s'alignent sur l'horizon des biologistes (ou d'autres disciplines dominantes à l'IRSTEA) sont *aussi* des demandes pour qu'ils s'alignent sur un horizon moins clairement, ou moins exclusivement, académique ; or, on peut présumer que ces attentes tombent mal pour des chercheurs plus jeunes et donc plus sensibles à des normes d'évaluation proprement académiques. D'autre part, on note que la collaboration entre sciences naturelles et humaines rencontre plus de difficultés et offre moins de garanties de succès. L'attente de réciprocité, un facilitateur dans le tableau précédent, demeure ici inopérante, si bien qu'on ne voit poindre ici aucune formule, qu'elle soit liée aux motifs ou aux modalités, susceptible de faciliter ces collaborations.

3.2.3 Le degré de réalisation et la fragilité relative des collaborations interdisciplinaires

Les Tableaux 39 et 40 témoignent de l'état, tel qu'évoqué par les chercheurs eux-mêmes, des collaborations interdisciplinaires qu'ont inspirées les motivations analysées. Cette situation est abordée sous deux angles : leur degré de réalisation (établi ou en construction) et la satisfaction qu'en tirent les chercheurs au moment de l'entretien (la collaboration est couronnée de succès, difficile ou un échec). Encore une fois, le portrait de l'interdisciplinarité

varie selon qu'elle jette ou non des ponts entre les sciences naturelles et les sciences humaines et sociales.

Le Tableau 39 rend compte de l'état des collaborations entre disciplines de même type. On constate d'entrée de jeu que la distribution des réponses dépend peu de l'appartenance à telle ou telle équipe. Sur les 23 entrées, 11 décrivent une collaboration interdisciplinaire bien établie, jugée structurellement nécessaire ou allant tout simplement de soi; parmi les 4 chercheurs qui considèrent ces collaborations comme allant de soi, 3 sont des jeunes qui n'ont pas connu d'autre situation. Par définition, cette catégorie regroupe essentiellement des collaborations fructueuses, qui ont duré dans le temps. Parmi ces 11 collaborations, on retrouve notamment les 4 cas de sous-traitances jugées fructueuses par les chercheurs, ce qui suggère que ce profil de collaboration correspond à une forme instituée il y a déjà quelques années.

On constate l'existence d'une catégorie atypique, composée des collaborations établies mais toujours fragiles qu'a pu construire un chercheur, très engagé dans l'interdisciplinarité (# 14) ou poussé dans cette voie par la logique de l'établissement (# 5).

À côté des collaborations établies et jugées structurellement nécessaires, on retrouve en nombre aussi important la catégorie-miroir des collaborations actuellement en construction et dont l'existence est souvent (8 fois sur 10) jugée contingente par les chercheurs eux-mêmes. Sur les 10 témoignages entrant dans cette catégorie, plus de la moitié reposent sur la recherche d'une communauté méthodologique; au final, 2 seulement font état de succès, tous les autres (incluant les 2 qui doivent lier des sciences humaines sociales entre elles) faisant état de difficultés notables ou d'échecs. La présence de chercheurs dans cette catégorie n'est pas corrélée à un type particulier de motivation, ce qui suggère que la nouveauté des collaborations est en soi une source de difficultés, alors même que les collaborations plus anciennes, qui ont donc déjà réussi dépasser le stade de l'exploration, semblent perdurer sans trop de mal malgré les mutations du monde de la recherche.

Tableau 39. L'état des collaborations entre disciplines de même type

Réalisation	Fragilité	#	Équipe	Modalité	Succès
Établi	Nécessaire	1	PM	Formulation unilatérale	Succès
Établi	Nécessaire	3	A	Formulation unilatérale	Succès
Établi	Nécessaire	4	A	Attente de réciprocité	Succès
Établi	Nécessaire	12	EE	Attente de réciprocité	Succès
Établi	Nécessaire	13	EE	Communauté théorique	Succès
Établi	Nécessaire	19	IODE	Attente de réciprocité	Succès
Établi	Nécessaire	20	ELSA	Communauté théorique	Succès
Établi	Va de soi	9	EE	Communauté théorique	Difficile
Établi	Va de soi	16	PM	Communauté méthodologique	Succès
Établi	Va de soi	18	IODE	Formulation unilatérale	Succès
Établi	Va de soi	22	IODE	Formulation unilatérale	Succès
Établi	Contingent	5	A	Communauté méthodologique	Difficile
Établi	Contingent	14	PM	Attente de réciprocité	Succès
Construction	Nécessaire	11	PM	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Nécessaire	24	ELSA	Attente de réciprocité	Succès
Construction	Contingent	2	A	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Contingent	3	A	Communauté méthodologique	Succès
Construction	Contingent	6	A	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Contingent	8	A	Communauté théorique	Échec
Construction	Contingent	15	PM	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Contingent	17	IODE	Communauté méthodologique	-
Construction	Contingent	21	ELSA	Communauté théorique	Difficile
Construction	Contingent	23	IODE	Communauté théorique	Difficile

Le Tableau 40 rend compte de l'état des collaborations entre sciences naturelles et sciences humaines et sociales. Par définition, ces collaborations sont toutes en construction; cela confirme d'ailleurs qu'elles sont trop jeunes, et trop marginales dans le travail actuel des chercheurs, pour apparaître clairement dans les bases de données bibliométriques, indépendamment des biais de celles-ci. La jeunesse des entreprises s'ajoute donc aux visées en par-

tie extrascientifiques de ces collaborations et aux biais inhérents aux bases de données pour expliquer leur moindre visibilité bibliométrique.

Le déséquilibre entre les différentes catégories s'explique par la surreprésentation des équipes sur les poissons migrateurs et les écosystèmes estuariens; à ce titre, le tableau suggère surtout que certains acteurs estiment que les projets évoqués, quoique nouveaux, sont rendus nécessaires par l'évolution actuelle de la recherche, tandis que d'autres estiment que ces projets sont essentiellement dépendants des intérêts particuliers des personnes impliquées. Il est notable que ce dernier point de vue soit très représenté parmi les chercheurs qui y cherchent surtout une voie d'accès à la décision publique.

Tableau 40. L'état des collaborations entre disciplines de types différents

Réalisation	Fragilité	#	Équipe	Modalité	Succès
Construction	Nécessaire	7	PM	Attente de réciprocité	Succès/Diff.
Construction	Nécessaire	20	ELSA	Formulation unilatérale	Difficile
Construction	Nécessaire	21	ELSA	Formulation unilatérale	Difficile
Construction	Contingent	1	PM	Attente de réciprocité	Succès/Diff.
Construction	Contingent	2	A	Attente de réciprocité	Difficile
Construction	Contingent	5	A	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Contingent	6	A	Communauté théorique	Échec
Construction	Contingent	8	A	Attente de réciprocité	Échec
Construction	Contingent	10	PM	Attente de réciprocité	Difficile
Construction	Contingent	11	EE	Attente de réciprocité	Difficile
Construction	Contingent	12	EE	Communauté méthodologique	Difficile
Construction	Contingent	13	EE	Communauté méthodologique	Échec
Construction	Contingent	14	PM	Attente de réciprocité	Difficile
Construction	Contingent	15	PM	Attente de réciprocité	Difficile
Construction	Contingent	16	PM	Attente de réciprocité	Difficile

Le Tableau 40 montre que les deux tiers (8 sur 12) des chercheurs impliqués dans des collaborations entre disciplines de types différents font reposer leurs projets sur une attente de réciprocité, et ce indépendamment de leur appartenance à telle ou telle équipe. Ce choix de modalité contraste avec le tableau précédent, ce qui suggère que les chercheurs tiennent

compte de la distance qui sépare leurs disciplines lorsqu'ils déterminent leurs stratégies de collaboration. Cela suggère aussi que les praticiens des sciences humaines et sociales, lorsque sollicités par des praticiens des sciences naturelles (notamment à des fins d'accès à la décision), se montrent moins empressés à la co-construction. La contingence perçue des projets peut donc signifier que le besoin d'interdisciplinarité est inégalement partagé entre les partenaires.

3.2.4 Les obstacles à la collaboration interdisciplinaire

Les chercheurs ayant fréquemment fait état de plusieurs types d'obstacles, ceux-ci ont été relevés séparément au sein de chaque entretien, entraînant un nombre d'occurrences supérieur au nombre de chercheurs interrogés. Le Tableau 41, qui recense les obstacles évoqués dans le cas des collaborations entre disciplines de même type, réunit donc 29 occurrences formulées par 21 chercheurs différents.

Tableau 41. Les obstacles perçus à la collaboration entre disciplines de même type

Obstacle	#	Éq.	Mtf	Réal	Mdlt	Sous-type d'obstacle
Investissement	1	PM	ST	E / N	F / S	Négociation méthodologique
Investissement	3	A	ST	E / N	F / S	Négociation méthodologique
Investissement	12	EE	A / C	E / N	R / S	Négociation méthod. + Organisation
Investissement	13	EE	A / C	E / N	T / S	Négociation méthodologique
Investissement	14	PM	A / C	E / C	R / S	Négociation méthod. + Organisation
Investissement	15	PM	D	C / C	M / D	Négociation méthod. + Organisation
Investissement	16	PM	A / C	E / N	M / S	Négociation méthodologique
Investissement	17	IOD	ST	C / C	M / -	Négociation méthodologique
Investissement	18	IOD	ST	E / P	F / S	Négociation méthodologique
Investissement	23	IOD	A / C	C / C	T / D	Négociation méthod. + Organisation
Investissement	24	ELS	A / C	C / N	R / S	Négociation méthodologique
Régulation	1	PM	ST	E / N	F / S	Publication
Régulation	2	A	A / C	C / C	M / D	Moindre formalisation
Régulation	3	A	ST	E / N	F / S	Moindre formalisation
Régulation	4	IOD	ST	E / N	R / S	Moindre formalisation
Régulation	5	A	A / E	E / C	M / D	Unité d'objet
Régulation	6	A	A / E	C / C	M / D	Unité d'objet
Régulation	16	PM	A / C	E / N	M / S	Publication
Régulation	17	IOD	ST	C / C	M / -	Moindre formalisation + Unité d'objet
Régulation	21	ELS	A / C	C / C	T / D	Publication
Régulation	23	IOD	A / C	C / C	T / D	Moindre formalisation + Unité d'objet
Autonomie	5	A	A / E	E / C	M / D	Choix des questions
Autonomie	8	A	A / E	C / C	T / E	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	9	EE	A / C	E / P	T / E	Choix des questions
Autonomie	11	PM	A / C	C / N	M / D	Choix des questions
Autonomie	19	IOD	A / C	E / N	R / S	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	20	ELS	D	E / N	T / S	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	23	IOD	A / C	C / C	T / D	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	24	ELS	A / C	C / N	R / S	Incompatibilité épistémologique

Ces occurrences se répartissent de manière à peu près égale entre les trois sous-catégories d'obstacles, sans que l'appartenance à telle ou telle équipe ne joue un rôle notable. L'obstacle le plus fréquemment évoqué est l'investissement accru en temps et en énergie que requiert la collaboration interdisciplinaire, mais cet obstacle est aussi le moins associé à des difficultés majeures : seulement 2 des 11 occurrences concernent des projets à la réalisation difficile, tous deux en construction, et le coût d'investissement n'est le seul obstacle évoqué que dans un seul des ces projets. Cela suggère que les chercheurs sont généralement prêts à assumer une dépense supplémentaire de temps et d'énergie s'ils estiment y trouver leur compte.

Huit chercheurs font état d'obstacles liés à l'autonomie intellectuelle; sur ces 8 cas, 5 associent cet écueil à des projets mis en difficulté, sans que l'on ne puisse le lier à un type de recherche en particulier. Les différends regroupés sous cette rubrique sont de nature variée. Certains, liés au choix des questions, concernent la crainte d'un partenaire d'être réduit à un rôle de sous-traitance, par exemple de collecte de données au service du cadre conceptuel d'autrui (l'introduction de la modélisation par un partenaire peut notamment induire cette crainte chez les autres collaborateurs). Les différends liés à l'incompatibilité épistémologique découlent souvent de tensions entre approches réductionnistes (présentes en économétrie et dans l'analyse par cycle de vie) et contextualistes (courantes en sociologie, en écologie et agronomie).

Les obstacles les plus fréquemment évoqués dans le cas de projets en construction sont liés aux contraintes de la régulation académique. La moindre formalisation attribuée aux projets interdisciplinaires et la dispersion apparente des objets de recherche qu'ils introduisent dans un curriculum vitae, s'ils semblent tolérés dans le cas des relations de sous-traitance bien établies (ils y sont évoqués à titre d'irritants mais n'en compromettent pas le succès), semblent ainsi rendre difficile la réalisation de projets jeunes et soumis à la contingence. Il est à noter que, lorsqu'il est question de collaborations entre des disciplines de même type, l'impact de l'investissement interdisciplinaire sur le *rythme* de publication lui-même est moins souvent évoqué (3 occurrences) que son poids sur la *qualité* des résultats produits (5 occurrences sur la moindre formalisation et 4 occurrences sur le choix de l'objet).

Le Tableau 42 montre que, encore une fois, les chercheurs jettent un regard sensiblement différent sur leurs collaborations avec des disciplines d'un type différent. Les chercheurs n'identifient pas, proportionnellement, un plus grand nombre de problèmes : le tableau réunit ici 20 occurrences formulées par 15 chercheurs différents. Les obstacles identifiés se répartissent cependant de manière très différente. Le coût en temps et en énergie n'est évoqué que par 3 chercheurs, dont un seul qui y voit le seul obstacle à son entreprise.

Un peu moins du tiers des chercheurs (6 occurrences) évoque les normes académiques comme un obstacle significatif. Cette fois, l'impact de la collaboration sur le rythme de publication qui attire plus d'attention, les chercheurs semblant conscients de l'écart accru qui sépare les disciplines de types différents à ce chapitre. Si cet obstacle peut être surmonté par les biologistes dont l'objectif principal n'est pas académique (#1 et #7), il devient carrément un facteur d'échec du point de vue des chercheurs en sciences humaines et sociales (#6 et #8), plus jeunes et aux motivations principalement académiques.

Plus de la moitié des occurrences concerne l'autonomie intellectuelle des chercheurs impliqués, principal point d'achoppement des rapports entre disciplines de types différents. Sur les 11 occurrences recensées, 9 portent sur le choix des questions et 7 désignent une certaine incompatibilité épistémologique entre les partenaires, les deux facteurs cohabitant souvent. L'incompatibilité épistémologique met en jeu le scepticisme des biologistes devant l'éclatement paradigmatique des « sciences molles », la souplesse interprétative de la sociologie ou la rigidité réductionniste des modèles économétriques, ou encore la réticence des sciences humaines et sociales devant la réduction modélisatrice de l'analyse par cycles de vie. Tous les chercheurs qui évoquent l'enjeu du choix des questions désignent la réticence des praticiens en sciences humaines et sociales à adopter des questions calibrées pour faciliter l'accès à la décision : les sociologues, par exemple, tendent à délaissier la question de l'action humaine sur la nature au profit d'une analyse des relations de pouvoir entre les acteurs, allant jusqu'à attiser les tensions ou à problématiser l'action des biologistes eux-mêmes. Alors que les praticiens des sciences naturelles caressent surtout une visée extrascientifique, les chercheurs en sciences humaines peuvent voir les attentes de réciprocité de

ceux-ci comme un risque épistémologique qui compromet à la fois leur autonomie intellectuelle et leur inscription dans le champ académique.

Tableau 42. Les obstacles perçus à la collaboration entre disciplines de types différents

Obstacle	#	Éq.	Mtf	Réal	Mdlt	Sous-type d'obstacle
Investissement	5	A	A / E	C / C	M / D	Négociation méthodologique
Investissement	11	PM	D	C / C	R / D	Négociation méthodologique
Investissement	12	EE	D	C / C	M / D	Négociation méthodologique
Régulation	1	PM	D	C / C	R / SD	Publication
Régulation	6	A	A / E	C / C	T / E	Publication
Régulation	7	EE	D	C / N	R / SD	Publication
Régulation	8	A	D	C / C	R / E	Publication + Moindre formalisation
Régulation	10	PM	D	C / C	R / D	Unité d'objet
Régulation	12	EE	D	C / C	M / D	Publication
Autonomie	1	PM	D	C / C	R / E	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	6	A	A / E	C / C	T / E	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	7	EE	D	C / N	R / SD	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	8	A	D	C / C	R / E	Choix des questions
Autonomie	10	PM	D	C / C	R / D	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	13	EE	D	C / C	M / D	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	14	PM	D	C / C	R / D	Incompatibilité épistémologique
Autonomie	15	PM	D	C / C	R / D	Choix des questions
Autonomie	16	PM	A / C	C / C	R / D	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	20	ELS	D	C / N	F / D	Choix questions + Incompat. épistémologique
Autonomie	21	ELS	D	C / N	F / D	Choix des questions

3.2.5 Les attentes des chercheurs et leurs définitions de l'interdisciplinarité

Le Tableau 43 reprend l'ensemble des résultats en attirant l'attention sur les attentes des chercheurs à l'endroit de leurs administrations et sur les définitions données, en fin d'entretiens, de l'interdisciplinarité concrète.

Sur les 13 chercheurs ayant répondu aux questions relatives aux attentes, 5 ont en fait offert des non-réponses et exprimé leur désabusement devant les discours de l'administration sur l'interdisciplinarité. La majorité des autres répondants (7 sur 8) ont dit souhaiter des mesures qui atténueraient le poids des contraintes académiques qui inhibent l'exploration interdisciplinaire – par exemple par une pondération adaptée des projets interdisciplinaires dans les démarches d'évaluation. La plupart de ces répondants (A/C, cinq occurrences) souhaitent ainsi reporter dans le temps la reddition de comptes sur des projets novateurs dont les retombées les plus probantes sont rarement immédiates, ce qui donnerait un peu d'oxygène aux projets dits contingents (qui, on l'a vu, forment la majorité des projets en construction). Les 2 autres répondants (A/T) attendent plutôt de cette atténuation qu'elle assouplisse les conditions auxquelles des technologues pourront se recycler en chercheurs académiques ou avoir droit de cité dans le champ scientifique. Enfin, un répondant s'est démarqué en exigeant au contraire un resserrement de la régulation savante, pour garantir que les projets menés sous couvert d'interdisciplinarité répondent aux exigences du champ scientifique; sa crainte est que le discours ambiant de l'établissement sur l'interdisciplinarité serve de prétexte pour soustraire la recherche dite finalisée à une validation par les pairs, qu'il juge essentielle pour permettre à l'IRSTEA de tenir son rang. On n'observe aucun croisement entre la distribution de ces diverses attentes avec d'autres éléments du discours explicite des chercheurs.

Tableau 43. Attentes et définitions

	Attentes	Définitions	Eq	Car	ID entre même type				ID entre types différents			
					Mtf	Réa	Mdt	Obs	Mtf	Réa	Mdt	Obs
1	-	E	PM	E	ST	E/N	F/S	I+R	D	C/C	R/SD	A
2	A / C	E	A	E	A/C	C/C	M/S	R	A/C	C/c	R/D	R
3	A / C	E	A	E	ST	E/N	F/S	I	-	-	-	-
4	-	R	IOD	E	ST	E/N	R/S	R	-	-	-	-
5	-	E	A	J	A/E	E/C	M/D	R+A	A/E	C/C	M/D	I
6	-	-	A	J	A/E	C/C	M/D	R	A/E	C/C	T/E	R+A
7	-	E	EE	E	-	-	-	-	D	C/N	R/SD	R+A
8	-	E	A	J	A/E	C/C	T/E	A	D	C/C	R/E	R+A
9	D	F	EE	J	A/C	E/P	T/E	A	-	-	-	-
10	D	S	PM	E	A/C	-	-	-	D	C/C	R/D	R+A
11	-	E	EE	E	A/C	C/N	M/D	A	D	C/C	R/D	I+A
12	-	E	EE	J	A/C	E/N	R/S	I	D	C/C	M/D	I+R
13	-	E	EE	E	A/C	E/N	T/S	I	D	C/C	M/E	A
14	D	R	PM	E	A/C	E/C	R/S	I	D	C/C	R/D	A
15	D	R	PM	E	D	C/C	M/D	I	D	C/C	R/D	A
16	A / C	F	PM	J	A/C	E/P	M/S	I+R	A/C	C/C	R/D	A
17	A / T	S	IOD	E	ST	C/C	M/-	I+R	-	-	-	-
18	D	-	IOD	E	ST	E/P	F/S	I	-	-	-	-
19	I	R	IOD	J	A/C	E/N	R/S	A	-	-	-	-
20	A / C	E	ELS	E	D	E/N	T/S	A	D	C/N	F/D	A
21	-	S	ELS	J	A/C	C/C	T/D	R	D	C/N	T/D	A
22	-	-	IOD	J	ST	E/P	F/S	-	-	-	-	-
23	A / T	F	IOD	J	A/C	C/C	T/D	IRA	-	-	-	-
24	A / C	-	ELS	J	A/C	C/N	R/S	I+A	-	-	-	-

Sur les 20 chercheurs ayant offert une définition explicite de l'interdisciplinarité concrète, la moitié a décrit celle-ci comme une suite d'épisodes temporaires entre des espaces académiques clairement différenciés, partageant ainsi une définition de sens commun largement reconduite dans le reste du monde savant. Parmi les autres, 4 chercheurs y voient moins une série d'épisodes qu'une relation continue de réciprocité qui s'étend dans le temps, et dont le pivot est un individu qui met en œuvre les réseaux nécessaires; sans surprise, ces chercheurs privilégient l'attente de réciprocité comme modalité privilégiée de

collaboration. Par ailleurs, 3 autres voient l'interdisciplinarité non comme un geste relationnel mais comme l'attribut fixe d'un individu qui a intériorisé plusieurs points de vue disciplinaires durant sa formation; ces 3 chercheurs sont des jeunes, dont la vision de l'interdisciplinarité découle peut-être d'une scolarisation interdisciplinaire devenue moins rare dans les dernières années. Enfin, les 3 derniers chercheurs décrivent l'interdisciplinarité comme un moyen de mobiliser d'autres chercheurs autour de finalités variées, allant de la construction d'une nouvelle discipline à la validation appliquée de propositions fondamentales.

3.3 Discussion

La réduction des entretiens a permis de cerner certains cas de figure qui pourraient servir de points de départ à la caractérisation plus étendue des usages concrets de l'interdisciplinarité. Le croisement des motivations, de l'état des projets et de leurs modalités de mise en œuvre autorise la formulation de certaines hypothèses relatives à l'IRSTEA.

Les collaborations qui unissent des disciplines de même type se divisent en deux principales catégories-types. D'une part, le groupe des collaborations établies et jugées structurellement nécessaires, où sont entretenus avec succès des rapports de sous-traitance qui ne sont pas remis en cause par les transformations actuelles de la recherche. D'autre part, le groupe des collaborations en construction, jugées contingentes par les chercheurs, rendues fragiles par leur nouveauté même et qui donnent lieu à l'exploration de modalités variées. Ces projets souffriraient tout particulièrement des contraintes de la régulation académique, les chercheurs insistant surtout sur l'impact de la négociation interdisciplinaire sur la *qualité* (plutôt que la quantité) des publications, qu'il s'agisse d'une moindre formalisation obli-gée qui ne les aide pas à monter en gamme ou d'une dispersion des objets de recherche qui les rend vulnérables aux évaluations externes.

Les collaborations entre sciences naturelles et sciences humaines et sociales présentent un visage différent. Ces collaborations sont toutes en construction et trop jeunes pour apparaître clairement dans les bases de données bibliométriques, indépendamment des biais de celles-ci. Le choix de modalités souvent moins ambitieuses (qui évacuent la co-

construction) et une contingence assumée reflètent peut-être un besoin d'interdisciplinarité inégalement partagé entre les partenaires, alors que les praticiens des sciences humaines ou sociales, plus préoccupés de performance académique et craignant peut-être de se voir instrumentalisés par d'autres, tendent à se montrer plus distants sur ce point. Cette attitude recoupe l'hypothèse bibliométrique d'un rapport différent à l'interdisciplinarité selon que les chercheurs appartiennent ou non aux disciplines principales de l'IRSTEA (comme la biologie et le génie). Les entretiens décrivent une rencontre de bonne foi mais malaisée entre des protagonistes aux motivations différentes : les chercheurs associés aux disciplines dominantes de l'IRSTEA, notamment la biologie mais aussi les ingénieurs actifs en analyse environnementale, voient dans l'interdisciplinarité un tremplin vers des fins extrascientifiques comme l'accès à la décision publique (une fin d'ailleurs cohérente avec la vocation finalisée de l'IRSTEA), tandis que les chercheurs d'autres horizons caressent au contraire, en partie à cause de leur jeune âge, des visées proprement académiques que serviraient mal des questions calibrées pour l'accès à la décision.

Ce type de relations basées sur des motivations divergentes, croisé à la jeunesse des praticiens des sciences humaines et donc leur sensibilité aux normes académiques, peut attirer l'attention d'une administration qui souhaite favoriser la participation des sciences humaines et sociales aux pratiques d'interdisciplinarité. Qu'ils s'investissent ou non dans des collaborations entre disciplines de types différents, les chercheurs qui formulent des attentes à l'endroit de leur administration convergent vers une revendication précise : celle d'un desserrement des contraintes académiques à court terme qui inhibent l'exploration interdisciplinaire.

Conclusion générale

Un mélange d'approches quantitatives et qualitatives semblait nécessaire pour offrir un portrait pertinent des pratiques d'interdisciplinarité chez les chercheurs de l'IRSTEA, afin de rendre compte aussi bien de l'amont que de l'aval du processus de recherche, et aussi bien du discours des chercheurs que des retombées observables de leurs travaux. Les données tirées de l'analyse bibliométrique et d'une série d'entretiens autorisent la formulation d'hypothèses qui se complètent ou se soutiennent mutuellement.

L'analyse bibliométrique de la production de l'IRSTEA suggère trois constats. Le premier est que les auteurs réguliers de l'IRSTEA, lorsqu'ils publient hors de leur champ habituel, se dotent, par rapport à leurs pairs d'autres établissements, d'interlocuteurs atypiques avec lesquels ils entretiennent des dialogues ciblés autour des missions de l'établissement. Il semble ainsi que l'appartenance à l'IRSTEA favorise des pratiques qui se distinguent du reste du champ scientifique, même si cette particularité se fait moins visible depuis 2005. Le second constat est que la propension des chercheurs de l'IRSTEA à publier hors de leur domaine de prédilection est fonction inverse de leur appartenance à une discipline phare de l'établissement, comme la biologie ; à l'inverse, ce sont les représentants de disciplines moins bien représentées à l'IRSTEA, comme les sciences humaines ou les mathématiques, qui s'engagent le plus dans une interdisciplinarité repérable, un constat reconduit par plus d'une méthode de mesure. Le troisième constat est que les chercheurs, lorsqu'ils publient hors de leur discipline ou de leur spécialité, n'en modifient pas pour autant leurs pratiques de positionnement (par les références) et influent peu sur leur rayonnement (citations). À ce titre, les indicateurs bibliométriques témoignent davantage de la variété des lieux de publication que de celle des pratiques.

La réalisation d'entretiens a permis la formulation d'hypothèses, exploratoires, sur les motifs, attitudes et attentes qui influencent l'intention interdisciplinaire. L'un des principaux apports de ce travail qualitatif a été de souligner l'écart qui sépare les collaborations entre disciplines de même type (en sciences naturelles, par exemple) et les collaborations entre sciences humaines et sciences naturelles.

Les collaborations entre disciplines de même type se divisent en deux types principaux : la collaboration bien établie, jugée structurellement nécessaire et qui laisse place à des rapports de sous-traitance qui ne sont pas remis en cause par les transformations de la science, et la collaboration en construction, jugée contingente, fragile et qui stimule l'exploration de modalités variées. Les collaborations entre sciences naturelles et sciences humaines, pour leur part, sont trop jeunes pour apparaître dans les bases de données bibliométriques, indépendamment des biais de celles-ci. La collaboration y est rendue malaisée par le fait que les partenaires poursuivent souvent des objectifs de nature différente, les chercheurs de sciences naturelles et associés aux disciplines dominantes de l'IRSTEA y cherchant un tremplin vers des fins extrascientifiques comme l'accès à la décision publique (une fin d'ailleurs cohérente avec la vocation finalisée de l'IRSTEA), tandis que les chercheurs de sciences humaines, souvent plus jeunes et plus vulnérables à l'évaluation, entretiennent des visées académiques que serviraient mal des questions calibrées pour l'accès à la décision.

Sur ce dernier point, le matériau tiré des entretiens rejoint l'analyse bibliométrique : ce sont les visées des disciplines phares de l'IRSTEA, biologie et génie, qui s'imposent comme principal horizon de l'exploration interdisciplinaire. Ce constat peut être diversement interprété. D'un côté, l'observation bibliométrique témoigne de l'originalité scientifique qu'induit la mission de l'IRSTEA, qui oriente les chercheurs de disciplines diverses vers des objets qu'ils n'auraient pas exploré d'eux-mêmes. D'un autre côté, toutefois, les entretiens présentent en partie cet horizon imposé comme un obstacle qui explique sans doute autant l'interdisciplinarité qui se fait que celle qui avorte, ce qui milite pour la recherche d'une conciliation plus réfléchie entre les intérêts des différents chercheurs.

Les chercheurs, toutes collaborations confondues, ont aussi souligné l'effet inhibiteur d'une régulation académique qui leur semble pénaliser l'exploration interdisciplinaire. Là aussi, l'observation qualitative rejoint la bibliométrie : le fait que les chercheurs interrogés aient insisté sur l'impact de l'interdisciplinarité sur la *qualité* de leurs travaux (en termes d'accès à la généralité ou de cohérence de leur programme de recherche) explique sans doute leur propension, mesurée par la scientométrie, à ne pas modifier leurs stratégies d'écriture, de positionnement et de rayonnement quand ils publient hors de leurs champs de prédilection.

En plaidant pour une atténuation de l'évaluation académique à court terme, les chercheurs, peut-on interpréter sous cette lumière, réclament des conditions favorables à une exploration plus audacieuse du potentiel de la collaboration interdisciplinaire.

Références bibliographiques

- Abbott, A.D., *Chaos of Disciplines* (Chicago : University of Chicago Press, 2001).
- Académie des sciences, Du bon usage de la bibliométrie pour l'évaluation individuelle des chercheurs (Paris : Académie des sciences, 2011).
- Adams, J., L. Jackson et S. Marshall, *Report to the Higher Education Funding Council of England: Bibliometric Analysis of Interdisciplinary Research* (Leeds : Evidence, 2007).
- Archambault, É., D. Campbell, Y. Gingras et V. Larivière, « Comparing Bibliometric Statistics Obtained from the Web of Science and Scopus », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60, 7 (2009) : 1320-1326.
- Archambault, É., É. Vignola-Gagné, G. Côté, V. Larivière et Y. Gingras, « Benchmarking Scientific Output in the Social Sciences and Humanities : The Limits of Existing Databases », *Scientometrics*, 68, 3 (2006) : 329-342.
- Blanchet, A. et A. Gotman, *L'enquête et ses méthodes : l'entretien* (Paris : Nathan-Université, 1992).
- Bono, J.J. « Locating Narratives: Science, Metaphors, Communities and Epistemic Styles », P. Weingart (dir.), *Crossing Boundaries in Science* (Baden-Baden : Nomos, 1995) : 119-151.
- Boutin, G., *L'entretien de recherche qualitatif* (Québec : Presse de l'Université du Québec, 1997).
- Boyack, K.W., R. Klavans et K. Börner, « Mapping the Backbone of Science », *Scientometrics*, 64, 3 (2005) : 351-374.
- Braun, T. et A. Schubert, « A Quantitative View of the Coming of Age of Interdisciplinarity in the Sciences, 1980-1999 », *Scientometrics*, 58, 1 (2003) : 183-189.
- Bromme, R., « Beyond One's Own Perspective: The Psychology of Cognitive Interdisciplinarity », Peter Weingart et Nico Stehr (dir.), *Practising Interdisciplinarity* (Toronto : University of Toronto Press, 2000) : 115-133.
- Callon, M., J.-P. Courtial, W.A. Turner et S. Bauin, « From Translations to Problematic Networks : An Introduction to Co-word Analysis », *Social Science Information*, 22 (1983) : 91-123.
- Castonguay, S., *La dynamique du changement scientifique en contexte d'application : la fondamentalisation de l'entomologie économique aux États-Unis* (Montréal : CIRST, 2005).
- Chen, C., « Searching for Intellectual Turning Points : Progressive Knowledge Domain Visualization », *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 101 (2004) : 5303-5310.
- Cronin, B. et S. Pearson, « The Export of Ideas from Information Science », *Journal of Information Science*, 16 (1990) : 381-391.

Cronin, B., « Hyperauthorship : A Postmodern Perversion or Evidence of a Structural Shift in Scholarly Communication Practices ? », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52 (2001) : 558–569.

Feller, I., « Multiple Actors, Multiple Settings, Multiple Criteria: Issues in Assessing Interdisciplinary Research », *Research Evaluation*, 15, 1 (2006) : 5-15.

Frodeman, R. « Introduction », Robert Frodeman, J.T. Klein et C. Mithcam (dir.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (Oxford: Oxford University Press, 2010).

Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott et M. Trow, *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (Londres : Sage, 1994).

Gingras, Yves, « L'institutionnalisation de la recherche en milieu universitaire et ses effets », *Sociologie et sociétés*, 23, 1 (1991) : 41-54.

Gingras, Y., Larivière, V. (2010). The historical evolution of interdisciplinarity: 1900-2008. *Book of Abstracts of the 11th International Conference on Science and Technology Indicators*, pp. 100-101.

Glanzel, W., « Coauthorship Patterns and Trends in the Sciences (1980–1998) : A Bibliometric Study with Implications for Database Indexing and Search Strategies », *Library Trends*, 50 (2002) : 461–473.

Glänzel, W. et U. Schoepflin, « A Bibliometric Study of Reference Literature in the Sciences and Social Sciences », *Information Processing and Management*, 35, 1 (1999) : 31-44.

Gomez, I., M. Bordons, M.T. Fernandez et A. Mendez, « Coping with the Problem of Classification Diversity », *Scientometrics*, 35, 2 (1996) : 223-235.

Grauwin, S., G. Beslon, E. Fleury, S. Franceschelli, C. Robardet, J.-B. Rouquier et P. Jensen, « Complex Systems Science : Dream of Universality, Reality of Interdisciplinarity », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, à paraître.

Grawitz, M., *Méthodes des sciences sociales* (Paris : Dalloz, 1986).

Greckhamer, T., M. Koro-Ljungberg, S. Cilesiz et S. Hayes, « Demystifying Interdisciplinary Qualitative Research », *Qualitative Inquiry*, 14, 2 (2008): 307-331.

Grupp, H., « The Concept of Entropy in *Scientometrics* and Innovation Research : An Indicator for Institutional Involvement in Scientific and Technological Developments » *Scientometrics*, 18, 3-4 (1990) : 219–239.

Hall, K.L., D. Stokols, R.P. Moser, B.K. Taylor, M.D. Thornquist et L.C. Nebeling, « The Collaboration Readiness of Transdisciplinary Research Teams and Centers », *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 2 (2008) : S161-S172.

Hall, K.L., A.X. Feng, R.P. Moser, D. Stokols et B.K. Taylor, « Moving the Science of Science Team Forward », *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 2 (2008) : S124-S132.

Hamilton, K.S., *Subfield and Level Classification of Journals : Report for the National Science Foundation* (Haddon Heights, N.J. : CHI Research, 2003).

Hamilton, K.S., F. Narin et D. Olivastro, *Using bibliometrics to measure multidisciplinary*, (Westmon, N.J. : ipIQ, 2005).

Hoch, P. « New UK Interdisciplinary Research Centers », *Technology Analysis and Strategic Management*, 2, 1 (1990) : 39-48.

Huberman, M. et M. Miles, *L'analyse des données qualitatives : quelques techniques de réduction et de représentation* (Neufchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique, 1983).

Huuthoniemi, K., J.T. Klein, H. Bruun et J. Hukkinen, « Analyzing Interdisciplinarity : Typology and Indicators », *Research Policy*, 39 (2010): 79-88.

Jansen, K., « Implicit Sociology, Interdisciplinarity and Systems Theories in Agricultural Science », *Sociologia Ruralis*, 49, 2 (2009) : 172-188.

Katz, J.S. et D. Hicks, « The Classification of Interdisciplinary Journals : A New Approach » in M.E.D. Koenig et A. Bookstein (dir.), *Proceedings of the Fifth International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics* (Medford : Learned Information, 1995) : 245-254.

Kilduff, M., « Deconstructing Organizations », *Academy of Management Review*, 18, 1 (1993) : 13-31.

King, J., « A Review of Bibliometric and Other Science Indicators and Their Role in *Research Evaluation* », *Journal of Information Science*, 13 (1987) : 261-276.

Klein, J.T. *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice* (Detroit: Wayne State University Press, 1990).

Klein, J.T., « Evaluation of Interdisciplinary and Transdisciplinary Research », *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 2 (2008): S116-S123.

Krohn, W., « Interdisciplinary Cases and Disciplinary Knowledge », R. Frodeman J.T. Klein et C. Mithcam (dir.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (Oxford: Oxford University Press, 2010) : 31-38.

Lancaster, F.W., *Measurement and Evaluation of Library Services* (Washington: Information Resources, 1977).

Larivière, V., « A Bibliometric Analysis of Quebec's PhD Students' Contribution to the Advancement of Knowledge », thèse de doctorat (sciences de l'information), Université McGill, 2010.

Larivière, V. et Y. Gingras, « On the Relationship Between Interdisciplinarity and Scientific Impact », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61, 1 (2010): 126-131.

Larivière, V., É. Archambault, Y. Gingras et É. Vignola-Gagné, « The Place of Serials in Referencing Practices : Comparing Natural Sciences and Engineering with Social Sciences and Humanities », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 8 (2006) : 997-1004.

Laudel, G., « Collaboration, Creativity and Rewards: Why and How Scientists Collaborate », *International Journal of Technology Management*, 22, 7-8 (2001) : 762–781.

Léger, J.-M. et M.-F. Florand, « L'analyse de contenu », A. Blanchet (dir.), *L'entretien dans les sciences sociales : l'écoute, la parole, le sens* (Paris : Dordas / CNRS, 1985) : 237-273.

Leroy, P., « Sciences environnementales et interdisciplinarité : une réflexion partant des débats aux Pays-Bas », *Natures Sciences Sociétés*, 12 (2004) : 274-284.

Levitt, J.M. et Thelwall M., « Is Multidisciplinary Research More Highly Cited ? A Macrolevel Study », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59, 12 (2008) : 1973-1984.

Levitt, J.M. et M. Thelwall, « The Most Highly Cited Library and Information Science Articles : Interdisciplinarity, First Authors and Citation Patterns », *Scientometrics*, 78, 1 (2009) : 45–67.

Leydesdorff, L., « Can Networks of Journal-Journal Citation be Used as Indicators of Change in the Social Sciences ? », *Journal of Documentation*, 59, 1 (2003) : 84-104.

Leydesdorff, L., « Can Scientific Journals Be Classified in Terms of Aggregated Journal-Journal Citation Relations Using the Journal Citation Reports ? », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 5 (2006) : 601–613.

Leydesdorff, L., « Betweenness Centrality as an Indicator of the Interdisciplinarity of Scientific Journals », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (2007a) : 1303-1319.

Leydesdorff, L., « Mapping Interdisciplinarity at the Interfaces between the Science Citation Index and the Social Science Citation Index », *Scientometrics*, 71, 3 (2007b) : 391-405.

Miles, M. et M. Huberman, *Analyse des données qualitatives : pédagogies en développement, méthodologie de la recherche* (Bruxelles : De Boeck, 1991).

Moed, H.F., « Differences in the Construction of SCI-Based Bibliometric Indicators among Various Producers : A First Overview », *Scientometrics*, 35, 2 (1996) : 177–191.

Moed, H.F., *Citation Analysis in Research Evaluation* (Dordrecht: Springer, 2005).

Moed, H.F., R.E. De Bruin, T.N. van Leeuwen, « New Bibliometric Tools for the Assessment of National Research Performance: Database Description Overview of Indicators and First Applications », *Scientometrics*, 33 (1995) : 381–422.

Morillo, F., M. Bordons et I. Gomez, « An Approach to Interdisciplinarity through Bibliometric Indicators », *Scientometrics*, 51, 1 (2001) : 203-222.

Morillo, F., M. Bordons et I. Gomez, « Interdisciplinarity in Science : A Tentative Typology of Disciplines and Research Areas », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 13 (2003) : 1237–1249.

Nikolic, N., J.-L. Baglinière, C. Rigaud, C. Gardes, M.L. Masquillier et C. Taverny, « Bibliometric Analysis of Diadromous Fish Research from 1970s to 2010 : A Case Study of Seven Species », *Scientometrics*, 88, 3 (2011) : 929-947.

Organisation de coopération et de développement économique, *L'interdisciplinarité : problème d'enseignement et de recherche dans les universités* (Paris : OCDE, 1972).

Pontille, D. et D. Torny, « The Controversial Policies of Journal Ratings: Evaluating Social Sciences and Humanities », *Research Evaluation*, 19, 5 (2010) : 347-360.

Porter, A.L. et D.E. Chubin, « An Indicator of Cross-Disciplinary Research », *Scientometrics*, 8, 3-4 (1985) : 161-176.

Porter, A.L., J.D. Roessner, A.S. Cohen et M. Perreault, « Interdisciplinary Research: Meaning, Metrics and Nurture », *Research Evaluation*, 15, 3 (2006) : 187-195.

Porter, A.L., J.D. Roessner et A.E. Heberger, « How Interdisciplinary is a Body of Research? », *Research Evaluation*, 17 (2008): 273-282.

Porter, A.L. et I. Rafols, « Is Science Becoming More Interdisciplinary ? Measuring and Mapping Six Research Fields Over Time », *Scientometrics*, 81, 3 (2009) : 719-745.

Pratt, A.D., « A Measure of Class Concentration in Bibliometrics », *Journal of the American Society of Information Science and Technology*, 28 (1977) : 285-292.

Qin, J., F.W. Lancaster et B. Allen, « Types and Levels of Collaboration in Interdisciplinary Research in the Sciences », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 48, 10 (1997) : 893-916.

Qiu, L., « A Study of Interdisciplinary Research Collaboration », *Research Evaluation*, 2 (1992) 169-175.

Rafols, I. et L. Leydesdorff, « Content-Based and Algorithmic Classifications of Journals : Perspectives on the Dynamic of Scientific Communication and Indexer Effects », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60 (2009) : 1823-1835.

Rafols, I. et M. Meyer, « How Cross-Disciplinary is Bionanotechnology ? Explorations in the Specialty of Molecular Motors », *Scientometrics*, 70, 3 (2007) : 633-650.

Rafols, I. et M. Meyer, « Diversity Measures and Networks Centralities as Indicators of Interdisciplinarity: Case Studies in Bionanoscience », *Scientometrics*, 82, 2 (2010) : 263-287.

Rinia, E.J., T.N. van Leeuwen, E.E.W. Bruins, H.G. van Vuren et A.F.J. van Raan, « Citation Delay in Interdisciplinary Knowledge Exchange » *Scientometrics*, 51, 1 (2001) : 293-309.

Rinia, E.J., T.N. van Leeuwen, E.E.W. Bruins, H.G. van Vuren et A.F.J. van Raan, « Measuring Knowledge Transfer Between Fields of Science », *Scientometrics*, 54, 3 (2002) : 347-362.

Rinia, E.J., T.N. van Leeuwen, H.G. van Vuren et A.F.J. van Raan, « Influence of Interdisciplinarity on Peer-Review and Bibliometric Evaluations in Physics Research », *Research Policy*, 30 (2001) : 357–361.

Rinia, E.J., T.N. van Leeuwen, A.F.J. van Raan, « Impact Measures of Interdisciplinary Research in Physics », *Scientometrics*, 53, 2 (2002) : 241-248.

Rip, A. et J.P. Courtial, « Co-word Maps of Biotechnology: An Example of Cognitive *Scientometrics* », *Scientometrics*, 6 (1984) 381-400.

Savoie-Zack, L., « L'entrevue semi-dirigée », Gauthier, B., *Recherche sociale. De la problématique à la collecte de données* (Québec : Presses de l'Université du Québec, 1997).

Schummer, J., « Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Patterns of Research Collaboration in Nanoscience and Nanotechnology », *Scientometrics*, 59 (2004) : 425-465.

Skilton, P.F., « A Comparative Study of Communal Practice : Assessing the Effects of Taken-for-grantedness on Citation Practice in Scientific Communities », *Scientometrics*, 68, 1 (2006) : 73–96.

Small, H., E. Sweeney et E. Greenlee, « Clustering the Science Citation Index Using Co-citations » *Scientometrics*, 7 (1985) : 391-409 et 8 (1985) : 321-340.

Stirling, A., « A General Framework for Analyzing Diversity of Science, Technology and Society », *Journal of the Royal Society*, 4 (2007) : 707-719.

Stokols, D., J. Fuqua, J. Gress, R. Harvey, K. Phillips et L. Baezconde-Garbanati, « Evaluating Transdisciplinary Science », *Nicotine and Tobacco Research*, 5 (2003) : S21-S39.

Stokols, D., S. Misra, K. Hall, B. Taylor et B. R. Moser, « The Ecology of Team Science : Understanding Contextual Influences on Transdisciplinary Collaboration », *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 2 (2008) : S96-115.

Sugimoto, C.R., « Looking across Communicative Genres : A Call for Inclusive Indicators of Interdisciplinarity », *Scientometrics*, 86, 2 (2011) : 449-461.

Tijssen, R.J.W., « A Quantitative Assessment of Interdisciplinary Structures in Science and Technology : Co-classification Analysis of Energy Research », *Research Policy*, 21, 1 (1992) 27-44.

Todorov, R., « Co-classification Analysis for Science Mapping : An Example from Superconductivity », Van Raan, A.F.J., A.J. Nederhof et H.F. Moed (dir.), *Science and Technology Indicators : Their Use in Science Policy and Their Role in Science Studies* (Leyde : DSWO Press, 1989a) : 261-270.

Todorov, R., « Representing a Scientific Field: A Bibliometric Approach », *Scientometrics*, 15 (1989b) : 593-605.

Tomov, D.T. et H.G. Murafov, « Comparative Indicators of Interdisciplinarity in Modern Science », *Scientometrics*, 37, 2 (1996) : 267-278.

- Urata, H., « Information Flows among Academic Disciplines in Japan », *Scientometrics*, 18 (1990) : 309–319.
- van Leeuwen, T.N. et R. Tijssen, « Interdisciplinary Dynamics of Modern Science : Analysis of Cross-disciplinary Citation Flows », *Research Evaluation*, 9, 3 (2000) : 183-187.
- van Raan, A.F.J., *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology* (Amsterdam: North Holland, 1988).
- van Raan, A.F.J., « The Interdisciplinary Nature of Science: Theoretical Framework and Bibliometric Empirical Approach », P. Weingart et N. Stehr (dir.), *Practising Interdisciplinarity* (Toronto : University of Toronto Press, 2000) : 66-78.
- van Raan, A.F.J., « Measurement of Central Aspects of Scientific Research : Performance, Interdisciplinarity, Structure », *Measurement*, 3 (2005) : 1-19.
- Vinck, D., *Pratiques de l'interdisciplinarité. Mutations des sciences, de l'industrie et de l'enseignement* (Grenoble : Presses de l'Université de Grenoble, 2000).
- Vinkler, P., « An Attempt of Surveying and Classifying Bibliometric Indicators for Scientometric Purposes », *Scientometrics*, 13 (1988) : 239-259
- Wagner, C., J.D. Roessner, K. Bobb, J.T. Klein, K.W. Boyack, J. Keyton, I. Rafols et K. Börner, « Approaches to Understanding and Measuring Interdisciplinarity Scientific Research (IDR) : A Review of the Literature », *Journal of Informetrics*, 165 (2011) : 14-26.
- Wallace, M.L., Y. Gingras et R. Duhon, « A New Approach for Detecting Scientific Specialties from Raw Cocitation Networks », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60, 2 (2009) : 240–246.
- Weingart, P., « Interdisciplinarity : The Paradoxical Discourse », Peter Weingart et Nico Stehr (dir.), *Practising Interdisciplinarity* (Toronto: University of Toronto Press, 2000): 25-41.
- Weingart, P. « A Short History of Knowledge Formations », R. Frodeman, J.T. Klein et C. Mithcam (dir.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (Oxford: Oxford University Press, 2010): 3-14.
- Zitt, M., « Facing Diversity of Science : A Challenge for Bibliometric Indicators », *Measurement*, 3 (2005) : 38-49



Autres titres de cette collection

-
- | | |
|---------|--|
| 2011-02 | Verdier Éric , Pierre Doray et Jean-Guy Prévost
« Régionalisation et recomposition du travail statistique : esquisse d'une comparaison France-Québec » |
| 2011-01 | Mayer, Leticia
« PROBABILISM. A Cultural environment that led to the creation of random probability? » |
| 2010-04 | Bourque, Claude Julie , Doray Pierre , Christian Bégin et Isabelle Gourdes-Vachon
« Le passage du secondaire au collégial et les départs des étudiants en sciences de la nature » |
| 2010-03 | Couture, Stéphane , Christina Haralanova , Sylvie Jochems et Serge Proulx
« Un portrait de l'engagement pour les logiciels libres au Québec » |
| 2010-02 | Gingras, Yves et Sébastien Mosbah-Natanson
« La question de la traduction en sciences sociales : Les revues françaises entre visibilité internationale et ancrage national » |
| 2010-01 | Gingras, Yves
Naming without necessity: On the genealogy and uses of the label "historical epistemology" |
| 2009-04 | Doray, Pierre , Yoenne Langlois , Annie Robitaille , Pierre Chenard et Marie Aboumrad
« Étudier au cégep : les parcours scolaires dans l'enseignement technique » |
| 2009-03 | Latzko-Toth, Guillaume
« L'étude de cas : en sociologie des sciences et des techniques » |
| 2009-02 | Therrien, Pierre et Petr Hanel
« Innovation and Establishments' Productivity in Canada: Results from the 2005 Survey of Innovation » |
| 2009-01 | Tesfaye, Facil
« Sur la question de la population du Rwanda et de sa classification De l'occupation allemande au lendemain du génocide » |
| 2008-05 | Gingras, Yves
« La fièvre de l'évaluation de la recherche. Du mauvais usage de faux indicateurs » |
| 2008-04 | Beaudry, Catherine et Ruby Farcy
« Dynamiques d'innovation et politiques de financement en biotechnologie » |
| 2008-03 | Hanel, Petr
« Productivity and Innovation: An Overview of the Issues » |
| 2008-02 | Hanel, Petr
« Skills Required for Innovation : A Review of the Literature » |

CIRST

**Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, succ. Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3P8**



Le CIRST est, au Canada, le principal regroupement interdisciplinaire de chercheurs dont les travaux sont consacrés à l'étude des dimensions historiques, sociales, politiques, philosophiques et économiques de l'activité scientifique et technologique.

Nos travaux visent l'avancement des connaissances et la mise à contribution de celles-ci dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques ainsi que dans la résolution des problèmes de société qui présentent des dimensions scientifiques et technologiques.

Regroupement stratégique du *Fonds québécois de recherche sur la société et la culture* depuis 1997, le CIRST rassemble une quarantaine de chercheurs provenant d'une dizaine d'institutions et d'autant de disciplines, telles que l'histoire, la sociologie, la science politique, la philosophie, les sciences économiques, le management et les communications.

Le CIRST fournit un milieu de formation par la recherche à de nombreux étudiants de cycles supérieurs dans les domaines de recherche de ses membres. Créé en 1986, il est reconnu par l'Université du Québec à Montréal, l'Université de Montréal et l'Université de Sherbrooke.

