

**Mémoire de Master en Sciences Sociales de l'EHESS**

Mention Histoire des Sciences, Technologies, Sociétés  
du Centre Alexandre Koyré



# **A la recherche du biocarburant, entre promesses et controverses**

**Etude de la forme projet dans les dynamiques  
de recherche sur les bioénergies en France**

**Thomas Tari**

Soutenance le vendredi 04 septembre 2009, devant le jury suivant :

Marc Barbier, directeur de recherche à l'INRA (directeur des travaux)

Dominique Pestre, directeur d'études à l'EHESS (directeur du mémoire)

# SOMMAIRE

<b>Une recherche mobilisée, une recherche financée... mais une recherche controversée.....</b>	<b>4</b>
De la mobilisation scientifique <i>via</i> la carotte des promesses .....	4
<i>An American dream : les croyances du Dr Chu, Pasteur moderne</i> .....	4
<i>Un Grenelle de la recherche ?</i> .....	6
De la mobilisation scientifique <i>via</i> le bâton des controverses .....	8
<i>Configuration « énergie et transports »</i> .....	10
<i>Configuration « environnement et changement climatique »</i> .....	10
<i>Configuration « agriculture, alimentation, humanité »</i> .....	11
Méthode et limites de l'étude .....	11
<b>A. Quand dire, c'est faire ? Intérêts et impasses du réductionnisme bibliométrique dans la</b>	
<b><i>caractérisation d'un champ émergent</i> .....</b>	<b>15</b>
Performativités .....	16
<i>De la construction d'une requête</i> .....	16
<i>Quel statut pour le biocarburant, objet du discours scientifique ?</i> .....	18
Esquisses d'une nouvelle science.....	21
<i>Panorama de recherches sur les biocarburants</i> .....	22
<i>Un domaine sémantiquement organisé</i> .....	24
La scientométrie en action ou comment voir des dynamiques.....	27
<i>No little science without big science</i> .....	28
<i>Du relativisme pragmatique comme méthode scientométrique</i> .....	29
<i>Des réseaux comme indices : les leurres de la copublication</i> .....	33

<b>B. La forme projet comme modèle de développement des fronts de science. Proposition d'un dispositif d'étude.....</b>	<b>35</b>
Etudier la forme projet dans sa diversité.....	36
<i>Construire un réseau pour mieux le comprendre .....</i>	<i>36</i>
<i>Lire les typologies des programmes de recherche.....</i>	<i>40</i>
<i>Cartographier pour questionner.....</i>	<i>42</i>
<i>Où la sociologie se fait classique à nouveau .....</i>	<i>45</i>
De la génération spontanée.....	49
<i>« You are all a lost generation »: histoires croisées .....</i>	<i>49</i>
<i>Quelle réalité attacher au concept de génération technologique ?.....</i>	<i>53</i>
<i>Quand la science devient tendance.....</i>	<i>57</i>
Front(ière)s de sciences .....	59
<b>C. Les doutes de la recherche par projet pour les bioénergies à l'heure du développement durable. Entretiens.....</b>	<b>61</b>
Quelle recherche applicable pour être durable ? .....	62
<i>Un partenariat public-privé, certes, mais lequel ? .....</i>	<i>63</i>
Chercher dans l'espace .....	69
Figures d'engagement.....	74
<i>Le degré 1 de l'engagement : le chercheur « utile » .....</i>	<i>74</i>
<i>L'innovation, une affaire d'outsider ? .....</i>	<i>74</i>
<i>Impacts de controverses et engagements militants .....</i>	<i>75</i>
<b>Conclusions sur la notion de régime .....</b>	<b>78</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>79</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>81</b>

## UNE RECHERCHE MOBILISEE, UNE RECHERCHE FINANCEE... MAIS UNE RECHERCHE CONTROVERSEE

Des biocarburants à proprement parler on rappellera simplement ici dans une définition la plus souple possible qu'ils sont un vecteur de production d'énergie, sous forme principalement liquide, produit à partir de biomasse variée : colza, tournesol, palmier à huile, blé, maïs, canne à sucre, betterave, plantes dédiées telles le jatropha ou le miscanthus, bois à travers les taillis à courte et très courte rotation, résidus agricoles comme les pailles, microalgues, déchets... L'origine végétale ou recyclée des matières premières utilisées les classe parmi les énergies renouvelables, puisqu'au contraire des énergies fossiles, il existe un cycle d'absorption des gaz à effets de serre lors de la croissance de la biomasse.

Ce n'est pas l'histoire des biocarburants que nous allons narrer ici – nous renvoyons pour un très modeste panorama du cas français à travers la presse au mémoire réalisé pour le master 1 (Tari 2008a) – mais celle de la mobilisation de la recherche et des formes de cette mobilisation autour d'un objet nouveau, à travers la revendication ou non de liens forts avec des enjeux de société majeurs, dans le dessein d'en représenter les dynamiques essentielles. Cette introduction vise à partager notre conviction éclairée selon laquelle les bioénergies sont un exemple précieux pour comprendre le mouvement important qu'est la mobilisation et l'organisation de la recherche autour de thématiques relevant et se réclamant du développement durable ; alors même que l'étude des dynamiques de recherche nous paraît incontournable pour animer le débat et les controverses publiques sur les biocarburants qui ont fleuri récemment.

## DE LA MOBILISATION SCIENTIFIQUE VIA LA CAROTTE DES PROMESSES

### AN AMERICAN DREAM : LES CROYANCES DU DR CHU, PASTEUR MODERNE

Le 20 janvier 2009, Steven Chu, Prix Nobel de Physique 1997, devient le Secretary of Energy de la nouvelle administration Obama. Cette nomination d'un scientifique éminent à un poste clef est

perçue dans les médias comme un symbole fort, répondant à la fois à l'appel du Président élu « *to restore science to his rightful place* » et aux attentes internationales d'un engagement concret dans la lutte contre le changement climatique. Depuis 2004, Steven Chu dirigeait en effet le prestigieux Lawrence Berkeley National Laboratory, qu'il a orienté vers la recherche sur les énergies renouvelables et au premier rang desquelles figurent les biocarburants de nouvelle génération – nous reviendrons sur cette appellation – dont il est un fervent avocat.

Pourquoi investir dans une nouvelle génération de biocarburants ? Le nouveau secrétaire à l'énergie ne manque pas d'ambitions pour cette source alternative d'énergie renouvelable, en annonçant un premier plan de 25 millions de dollars pour soutenir la R&D de ce domaine seulement dix jours après sa prise de fonctions (USDA 2009) :

*A robust biofuels industry – focused on the next generation of biofuels – is critical to reducing greenhouse gas emissions, reducing our addiction to foreign oil and putting Americans back to work.*

Réponse environnementale essentielle aux défis du changement climatique, pas important économique et géopolitique vers une indépendance énergétique accrue des Etats-Unis face à la hausse des prix de l'énergie et au manque de stabilité des pays exportateurs de pétrole, solution sociale voire psychologique au chômage croissant suite à la crise économique... Les enjeux mis en avant sont primordiaux et reposent sur la promesse d'une industrie robuste, corrélée à la constitution d'un objet nouveau. Mais l'existence-même de cet objet est hypothéquée à l'accomplissement de ruptures, ces « *breakthrough* » scientifiques et technologiques que Chu promet explicitement : on est ici dans la figure classique du *technological fix*, cette croyance en la science comme recours suprême aux problèmes rencontrés par la société. Trois mois après son installation à la tête du département de l'énergie, Steven Chu est interviewé pour PBS par le journaliste politique Charlie Rose (Rose 2009), et juste après avoir mis en avant les recherches sur les biocarburants, il est interpellé sur la primordialité de la mobilisation scientifique :

*Charlie Rose: Listening to you, what I'm struck with is the point — is the connection between our energy future and our scientific know-how. The merger there, the convergence there is the essential link to get us out of this mess.*

*Steven Chu: I deeply believe that in my heart and soul, that science, when put to the task, can and will I think give us much better energy solutions.*

A l'entendre prêcher pour la science, il y a en ce Dr. Steven Chu du Pasteur, lui qui dans sa *Lettre au Ministre de l'Instruction Publique* du 1<sup>er</sup> août 1864, liait aux 2500 F qu'il sollicitait en vue de mener des expériences sur la chaptalisation le redressement de la balance commerciale entre la France et l'Angleterre (Latour 1995). Ce grand entrepreneur qu'était Louis Pasteur n'eut certainement pas regardé d'un œil suspicieux le plus gros projet de recherche mondial sur les biocarburants, pour lequel le laboratoire que dirigeait alors Chu à Berkeley a été choisi en 2007 par la firme BP. L'ampleur de l'investissement de ce géant pétrolier, plus de 500 millions de dollars, a pourtant suscité une polémique aux Etats-Unis sur le financement privé de laboratoires publics pour des thématiques relevant de causes nationales. Mais le secrétaire à l'énergie insiste, dans ce même entretien précédemment cité, sur le fait que les recherches sur les biocarburants ne constituent pas, comme le lui suggérait Charlie Rose, de la « *blue sky science* » (purement fondamentale), et qu'au contraire ce n'est que main dans la main avec les industriels producteurs qu'un résultat concret était atteignable. On aperçoit ici déjà en filigrane une des figures majeures dans l'appropriation des enjeux du développement durable par la recherche scientifique, celle de la mise en avant du partenariat public-privé comme gage à la fois du bien national mais aussi de l'efficience optimale.

S'il n'existe pas en France une figure médiatique du savant semblable au Dr Chu, Prix Nobel et secrétaire d'Etat au père immigré chinois et dont une biographie officielle est déjà parue ; la recherche sur les biocarburants profite-t-elle d'une telle mobilisation ? Il ne s'agit pas d'évaluer si elle est aussi prometteuse, mais si elle est autant « promettante »...

---

#### UN GRENELLE DE LA RECHERCHE ?

La recherche française sur les biocarburants, aujourd'hui mobilisée, relève-t-elle de l'économie des promesses (Joly et al. 2005), où des financements importants sont accordés pour leur attractivité sociale ou économique à des projets dont il est difficile d'évaluer la part entre production et imagination ? Sans juger de la qualité des recherches engagées ni des résultats, on peut souligner le rôle essentiel des promesses dans les discours des chercheurs et managers de la recherche et la contagion de cette rhétorique chez les acteurs politiques qu'ils conseillent.

*Nous allons réussir par l'investissement. D'abord par l'investissement dans la recherche, dans les progrès technologiques.*

N. Sarkozy, Discours de clôture du Grenelle de l'Environnement, novembre 2007

La question des acquis du Grenelle de l'Environnement est souvent posée, mais Valérie Pécresse, ministre de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, apporte pourtant en conclusion des semaines de débats et propositions qui constituent cet événement une réponse claire : il s'agit avant tout de l'ouverture de travaux de recherches sur des thématiques environnementales, comme le souligne un article du *Monde* daté du 3 novembre 2007 (Le Hir 2007), qui reprend la citation suivante.

*« Le Grenelle de l'environnement a fait apparaître la demande de la société vis-à-vis de la science, qui doit répondre aux grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle. [...] De nouveaux champs de recherche sont ouverts, [...] une nouvelle feuille de route fixant trois priorités : le captage et le stockage du CO<sub>2</sub>, les biocarburants de deuxième génération et les énergies renouvelables ».*

En articulant dans un même paragraphe la recherche sur les biocarburants aux « grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle » et en élevant le 08 juillet 2009 en réponse au Grenelle les recherches sur les bioénergies au rang de priorité nationale dans le cadre de la Stratégie nationale de recherche d'innovation (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2009), la ministre suit les recommandations de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST). En 2001, un rapport cosigné du président et vice-président de cette institution, portant sur l'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables (Birraux et Le Déaut 2001) indiquait déjà :

*Il importe simultanément d'accélérer le développement des différentes filières de biocarburants, au plan industriel comme au plan de la recherche où les applications s'appuyant sur la gazéification de la biomasse et les procédés enzymatiques de la production d'éthanol à partir de ligno-cellulose doivent être rapidement mises au point. [...]*

*Un changement d'échelle des efforts de R&D consentis jusqu'à ce jour est à cet égard indispensable. Le gain attendu du thermique et des biocarburants justifie un accroissement massif de la R&D.*

Si les biocarburants ont toujours été un sujet chéri de parlementaires soucieux de plaire à leur électorat agricole tout en bénéficiant d'un affichage écologique, et l'ancien sénateur de l'Illinois, Etat de la Corn Belt, n'échappe pas à la règle, on peut donner crédit aux nombreux responsables

scientifiques interrogés et dont le rapport fournit la liste, d'avoir su intéresser les pouvoirs publics. Prenant connaissance de la liste des acteurs auditionnés par l'OPECST une fois notre travail de terrain mené, nous avons eu la plaisante surprise de constater la récurrence de certains noms, ce qui nous permettra d'éclaircir cette question. La notion d'intéressement n'est nullement une critique portée à l'encontre des chercheurs et managers de la science : à l'inverse de Merton (Merton 1973) et de ses normes de *communism*, *universalism*, *organized skepticism* et particulièrement celle de *disinterestedness*, nous pensons qu'un bon scientifique est celui qui, passionné par son travail, sait faire partager son engouement, ce qui lui permet de le réaliser.

Il nous faut comprendre cette économie des promesses : est-elle perçue par les acteurs, est-elle assumée, est-elle nécessaire ? Les dynamiques de recherche ont-elles, selon les protagonistes, été conduites par les inflexions ou la propagation d'espérances et de discours ? Dans un monde où le développement durable est sans cesse invoqué, nous nous interrogerons sur la perméabilité et le réagencement des discours et organisations de la recherche selon ses préceptes.

La promesse n'est pas la seule logique de mobilisation scientifique autour des bioénergies ; la récente controverse *Fuel vs. Food* éclairant en effet cette dynamique d'un jour nouveau : que se passe-t-il quand une science trop « promettante » en devient compromettante ?

## DE LA MOBILISATION SCIENTIFIQUE VIA LE BATON DES CONTROVERSES

La ou les controverse(s) sur les biocarburants ne constitue pas l'objet de cette étude, puisque nous comptons l'analyser en détail dans une thèse financée reposant sur une comparaison entre France, Brésil et Etats-Unis. Il serait cependant fallacieux de nier que l'irruption à l'échelle globale d'un soudain et total renversement des discours sur et de l'image des biocarburants dans les médias et ce-faisant l'opinion publique n'est pas la cause première de notre intérêt pour cet objet. Pour la première fois, une énergie dite renouvelable, un programme important du développement durable quitte l'état d'objet fantôme promis à long terme et bénéficiant d'un halo écologique certain pour rejoindre à l'inverse dans les esprits le palmarès des catastrophes environnementales ou sanitaires, sur un modèle post-OGM. Dès l'été 2007, l'OCDE et la FAO évoquent leurs doutes dans des rapports officiels, des ONG et les Verts crient haro et réclament un moratoire, les médias n'ont pas de termes assez forts pour dénoncer ces carburants qui n'auraient de bio que le nom, et jusqu'aux responsables

politiques tout le monde, sous peine d'être accusé au mieux de naïveté et au pire de connivence, ne parle plus que d'agrocarburants.

La figure suivante illustre l'émergence de ce terme, que nous utilisons comme indicateur de l'activité de la controverse. La base de données Factiva recense les articles du *Monde* de janvier 1995 à nos jours ; sur la période 1995-2006, jamais le terme d'agro(-)carburant(s) n'a été employé par un journaliste du quotidien du soir. Si l'on accepte cette réduction lexicale, on peut lire ci-dessous la rapidité d'irruption et la vigueur de la controverse entre juillet 2007 et 2008, avec aujourd'hui des signes d'essoufflement ?

## Une lecture lexicale de la controverse

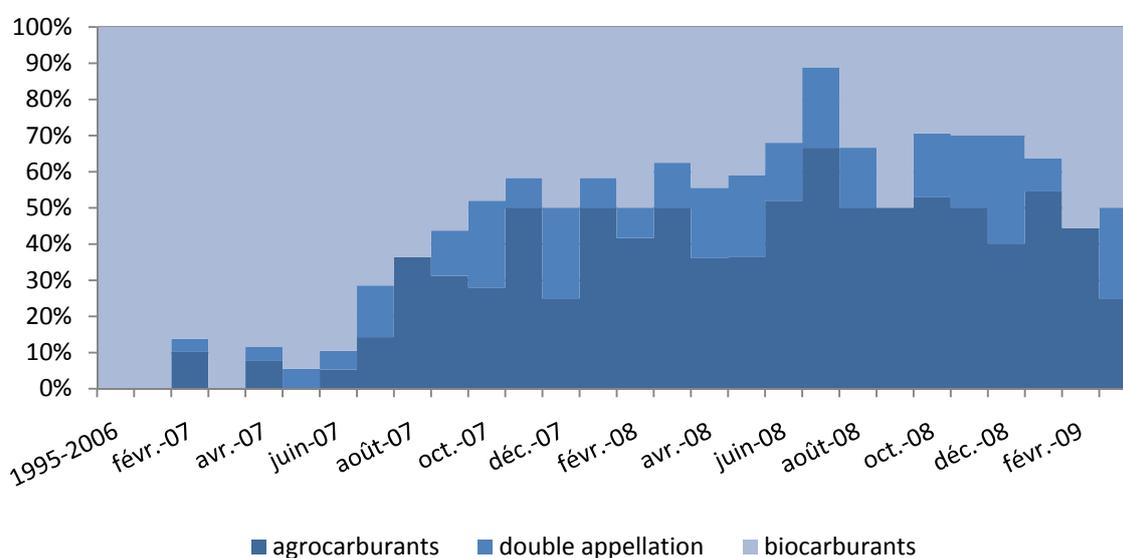


Figure 1. Une lecture lexicale de la controverse. Comparaison mensuelle du pourcentage d'articles du journal *Le Monde* utilisant les occurrences agro(-)carburant(s) ou bio(-)carburant(s). Etude scientométrique réalisée sur la base de données Factiva®, source *Le Monde – All (Français)*.

Que reproche-t-on soudain aux biocarburants ? Fidel Castro, Jean Ziegler de la FAO et le patron de Nestlé l'écrivent, certes dans des tribunes séparées : d'affamer la planète. Cette controverse planétaire trouve même un nom, *Food vs. Fuel* ; la culture de plants destinés à un usage non-alimentaire sur les terres arables est accusée de rentrer en concurrence avec l'alimentaire et de participer à, voire provoquer, une inflation des cours des matières premières. Apparaissent alors au grand jour un ensemble de sous-controverses, pour certaines déjà présentes auparavant dans les différents univers des acteurs concernés, qui sont portées par des acteurs spécifiques et dans certaines arènes de débats. Nous indiquons dans une typologie arbitraire mais commode quelques configurations de ces problèmes publics :

---

## CONFIGURATION « ENERGIE ET TRANSPORTS »

Elle se traduit par des batailles de chiffres autour de l'efficacité énergétique des biocarburants (ratio de l'énergie produite sur l'énergie dépensée pour la production), de la rentabilité économique présente et à venir, du montant des aides directes et indirectes octroyées par l'Etat ou des institutions supranationales aux producteurs, par des discussions autour de l'intérêt stratégique pour une plus grande indépendance énergétique, ou de la compétition entre des filières et des modes de distribution (courte ou longue, biodiesel ou bioéthanol, obtenu par voie biochimique ou thermochimique). L'utilisation d'huile végétale pure, obtenue par simple pression à froid des grains, est interdite aux particuliers en France alors qu'elle ne l'est pas en Allemagne : des procès ont déjà opposé les douanes et des contrevenants (affaire Valenergol), une controverse interne au monde agricole autour de la dangerosité de ces huiles pour les moteurs de tracteurs a vu se confronter les points de vue des constructeurs de tracteur, des spécialistes machinistes, des assurances et des utilisateurs. S'ils demeurent une promesse de circuit énergétique court pour les transports comme pour la génération d'électricité (cas d'Ouvéa en Nouvelle-Calédonie), les biocarburants sont en outre accusés de ne fournir qu'une « substitution » au pétrole, qui permettrait de conserver des habitudes de consommation d'énergie et des modes de transport identiques sans remettre en cause le modèle occidental. Les défenseurs de la voiture invoquent alors en opposition le droit à la libre circulation.

---

## CONFIGURATION « ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE »

Elle se caractérise par des débats autour des réductions de gaz à effets de serre imputables à la production de biocarburants, dont une controverse scientifique entre Français et Allemands autour du N<sub>2</sub>O rejeté par le colza notamment sous l'égide du Prix Nobel de Chimie Paul Crutzen, mais aussi par la dénonciation de la déforestation en Indonésie par les palmiers à huile, des harangues virulentes autour de la part de déforestation en Amazonie imputable aux plantations latifundiaires de canne à sucre destinées à la production de biocarburants brésiliens... Les études d'analyses de cycle de vie – outil utilisé autant par les détracteurs que les promoteurs pour calculer l'ensemble des émissions de la plante à la roue – sont systématiquement contestées. La controverse peut alors se porter sur la question de la mesure et de l'objet mesuré, ce qui est une façon de créer des liens entre des problèmes politiques et des problèmes de production de connaissances. La durabilité du développement des biocarburants est remise en question, et l'on note parfois une intéressante opposition entre des spécialistes du changement climatique qui l'encouragent, et des tenants de la biodiversité qui le conspuent. On retrouve aussi la controverse autour des OGM puisque cette technologie est envisagée pour produire des plantes spécifiques à un usage énergétique.

La controverse la plus médiatique est celle, déjà évoquée, de 2007-2008 sur la concurrence des terres à usage alimentaire et non-alimentaire et l'impact sur les cours des matières premières. Les deux exemples phares abondamment cités sont la hausse des cours de céréales durant l'année 2008 et la « crise de la tortilla » au Mexique en 2006, le prix de cette galette de maïs à la base de l'alimentation ayant plus que doublé, du fait ou non de la production de maïs-éthanol aux Etats-Unis. Si en Europe les biocarburants se sont en grande partie développés sur les jachères de la réforme Mac Sharry de la Politique Agricole Commune de 1992 comme une compensation faite aux agriculteurs, et que leur rôle bénéfique pour l'emploi, notamment en milieu rural, est mis en avant par certains, les conditions sociales de travail des coupeurs de canne à sucre au Brésil, des employés des plantations de palmier à huile en Colombie, sont très fortement décriées. Au sein des espaces nationaux de pays agricoles comme la France, les arbitrages sur l'utilisation du foncier à des fins non-alimentaires conduisent aussi à des débats sur la composition des systèmes de cultures dans les territoires.

Comment ces controverses sont-elles vécues : les acteurs de la recherche y portent-ils un intérêt, les voient-ils comme des interférences, un traumatisme, des opportunités ? Ont-ils été sollicités par les médias, ont-ils participé à des débats scientifiques ou publics, se sentent-ils engagés ? Partagent-ils les mêmes idées sur ces différents thèmes, peut-on dresser des typologies ? Quelle influence imputent-ils aux problèmes de société et aux facteurs « externes » sur les dynamiques de recherche ? Quelles nouvelles formes de discours et d'organisations de la recherche doivent-ils adopter ? C'est aussi à cet ensemble de questions aujourd'hui centrales, autant pour comprendre la controverse que la recherche à l'heure du développement durable, que renvoie l'étude des dynamiques de recherche sur les bioénergies.

## METHODE ET LIMITES DE L'ETUDE

Ce travail résulte d'un stage de 6 mois effectué au sein du laboratoire INRA Sciences en Société (SenS), composante de l'Institut Francilien Recherche Innovation Société (IFRIS). Il a été financé dans le cadre du projet PRODD : *Production de Connaissances, Innovation et Développement en Agriculture et Concrétisation du Développement Durable*, du programme Agriculture et

Développement Durable lancé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), ce qui nous a permis de mener une étude de terrain un peu approfondie.

Il comporte une dimension méthodologique forte ; c'est pourquoi, paradoxalement, nous ne nous attarderons pas ici à décrire en détail les tenants et aboutissants de chaque méthode employée, mais nous y arrêterons tout au long de la réflexion. Sur la base de la *grounded theory*, les premières phases de l'année ont débuté par la collection de données hétéroclites sans hypothèse ou théorie préconçue. Notre suivi de plus d'un an de la controverse et des biocarburants en général ne nous avait pas apporté beaucoup d'éléments concernant le monde spécifique de la recherche. A la manière de la *grounded*, nous avons donc essayé de reproduire dans la constitution et le plan de ce mémoire le processus de génération de la théorie à partir des données au fil de la conduite des études (Martin et Turner 1986), études dont voici les grandes lignes :

Nous avons commencé par réaliser des études scientométriques sur des bases de données scientifiques : l'*ISI Web of Knowledge* de Thompson et plus spécifiquement l'*ISI Web of Science*, ainsi que les *CAB Abstracts* orientés vers le monde de l'agronomie. Ce travail nous a permis, par la lecture de certains articles et par le test de nombreuses requêtes et la comparaison des résultats obtenus, de nous familiariser avec le domaine investigué et d'identifier certaines caractéristiques de ce qui pourrait constituer un champ de recherche autour des biocarburants. Des cartographies représentant les copublications, les cités et citants, la cooccurrence de mots-clefs définissant des champs de recherche, certaines répondant à la notion de dynamiques en intégrant une dimension temporelle, ont été réalisées en utilisant le logiciel RéseauLu. La concentration sur les publications françaises nous a permis une première identification des acteurs, mais l'échelle globale des bases de données se prête peu à une étude du cas français en particulier. En outre les cartographies de réseaux, décevantes par leur faible maillage, nous ont conduits à remettre en question la pertinence du réductionnisme bibliométrique pour ce sujet.

Des acteurs nous sommes passés aux laboratoires et institutions en recherchant systématiquement sur Internet leurs rattachements ; par ce biais nous avons aussi pu concentrer un certain nombre de documents : comptes-rendus de colloques, présentations des travaux, sites d'institutions ou de programmes... L'ensemble des références ont été classées et intégrées dans une base de données hétérogène. Il est alors apparu au grand jour un dynamisme certain de la forme projet et des réseaux correspondants : nous y consacrerons toute la deuxième partie de notre mémoire. Nous avons entrepris de recenser tous les chercheurs, gestionnaires, laboratoires, institutions, entreprises, projets, programmes, financeurs des bioénergies au niveau régional, national et européen lorsque des Français étaient concernés, ainsi que de signifier leurs liens. La

construction de la base de données relationnelle et les entrées ont constitué un volet important du travail de stage, tant sur le plan horaire que méthodologique. Cet édifice trouve son inspiration dans la théorie de l'acteur-réseau et tout particulièrement la synthèse qu'en a rédigée l'un de ses fondateurs (Latour 2005).

Comment rendre visible les informations et relations de la base de données ? Le choix a été fait, suite au test de nombreux outils, de s'attacher à deux types de représentations, cartographiques : les cartographies de réseau et l'intégration spatiale dans les territoires grâce à l'insertion de données de géolocalisation. La collaboration avec la plateforme Cortext de l'IFRIS et tout particulièrement l'ingénieur d'études INRA Philippe Breucker a permis, en duo de quelques journées de travail, de mettre en forme des routines informatiques permettant une semi-automatisation de programmation entre la base de données et le langage nécessaire à la réalisation de cartes. Nous avons utilisé dans cette phase Microsoft ACCESS et PHP My Admin pour les bases de données, les langages SQL pour les requêtes, XML et GRAPHML pour les cartes, visualisables grâce aux logiciels VISIONE, GEPHI et AMMAP.

Ce travail, qui relève déjà d'un ordre qualitatif, est inséparable du terrain proprement dit, où l'on retrouve la sociologie classique de l'observation et de l'entretien. Nous avons participé à plusieurs colloques, séminaires ou forums scientifiques, organisés par l'ADEME, l'ANR, le CCFD, la région Picardie, Sciences-Po ou encore une journée à Bruxelles consacrée à la bioraffinerie par la Direction Générale Recherche de la Commission Européenne. L'objectif étant de s'imprégner du domaine, rencontrer les acteurs et étudier *in situ* leur interaction.

S'en est suivie la réalisation d'une vingtaine d'entretiens auprès de chercheurs et gestionnaires de la recherche dans le domaine des bioénergies. Les personnes interrogées appartiennent aux organismes suivant : ADEME, ANR, ARD, ARVALIS, CEA, CIRAD, CNRS, CONFEDERATION PAYSANNE, EHESS, IFP, INRA, INRIA, NASKEO, ONU, PÔLE IAR, SOFIPROTEOL, TOTAL, UNIVERSITE D'ORLEANS, UTC. Nous avons procédé au recensement des acteurs à interroger avec comme horizon la constitution d'un échantillon représentatif à partir de notre base de données, puis à la construction de la grille d'entretien, la conduite des entretiens et visite des laboratoires aux quatre coins de France et la douloureuse et longue retranscription intégrale des enregistrements (chacun d'une durée de 1h30 à 3h30). Ce dernier point constitue une entorse à la *grounded theory* mais retrouve un de ses buts : coder un texte plein afin d'en extraire des catégories; nous avons utilisé pour cela le logiciel NVIVO.

Nous signalons ici certaines limites de ce mémoire : tout d'abord les conséquences du manque de temps, qui s'expliquent à la fois par l'ambition d'une approche globale comportant un

nombre important d'études distinctes, et la recherche assidue d'un financement de thèse. Les entretiens par exemple n'ont pas été exploités autant qu'il eût été possible ; ceci fera je l'espère l'objet d'un autre manuscrit. Ce mémoire n'a pas pour seul objet la recherche scientifique, et nous avons essayé de mettre les sciences sociales ou économiques à l'honneur, notamment *via* les entretiens ; toutefois cet objectif n'est que partiellement réalisé. Enfin notre mémoire porte sur les dynamiques de recherche et non de savoir, comme le préconise Pestre (Pestre 2009) et ne constitue donc certainement pas un compte-rendu équilibré de l'état des connaissances sur les biocarburants ; un effort particulier a cependant été fourni pour recueillir les témoignages de ceux qui, hors de tout cadre professionnel, ont choisi de consacrer du temps, des savoirs et de la réflexion à cet objet spécifique et mènent donc, selon nous, un véritable travail de recherche.

## A. QUAND DIRE, C'EST FAIRE ? INTERETS ET IMPASSES DU REDUCTIONNISME BIBLIOMETRIQUE DANS LA CARACTERISATION D'UN CHAMP EMERGENT

Comment appréhender une recherche mobilisée ? Comment mesurer la réception et la construction des attentes, l'impact du social dans les dynamiques de recherche et comment les montrer ? Les témoignages directs d'une littérature générale écrite par les protagonistes apparaissant limités par leur nombre, quoiqu'existants et denses (Ballerini et al. 2006; 2007), c'est par les productions scientifiques que nous avons décidé d'entamer nos prospections.

Le premier volet de notre étude a donc porté sur les dynamiques de production des faits scientifiques, processus dont Bruno Latour a souligné le caractère éminemment littéraire dans son étude anthropologique *Laboratory Life* (Latour et Woolgar 1986). Cette « prégnance de l'écrit » transparaît par la juxtaposition de deux types de littérature : les publications extérieures, lues et citées ; la production intense d'écrits à l'intérieur-même du laboratoire dans les phases successives de l'in-scription et dont la forme finale est l'article scientifique. Outre la sanctification de l'article comme forme ultime du travail de laboratoire, c'est ce va-et-vient entre cité et citant qui est mis en exergue : nous tenterons de comprendre cette dynamique dans le cadre de notre sujet. Même s'il y a une prise de distance critique avec la scientométrie dans son ouvrage, cette dernière apparaissant limitée en regard de l'analyse du contenu *via* l'identification de types d'énoncés, l'interprétation de Latour nous permet paradoxalement de fonder l'étude scientométrique sur une base littéraire et un ordre des discours. Nous allons ici, tout en explorant les productions relatives aux bioénergies, prêcher pour l'adéquation de l'étude d'un champ scientifique, qui plus est en émergence et dont la cohérence est une hypothèse, et d'un certain type de scientométrie, que nous nommerons relativiste.

Nous avons donc, tout en conservant une distance critique quant à la possibilité de conclure sur la base de résultats scientométriques, choisi de suivre en premier lieu la voie du réductionnisme bibliométrique, que nous pouvons résumer ainsi : une connaissance = une publication. Mais ce choix relève avant tout d'un intérêt, décrit dans l'introduction, porté à l'ordre du discours et à l'action qui en résulte.

## PERFORMATIVITES

L'étude qui suit a été menée sur la base de données scientifique *ISI Web of Knowledge* de Thompson, et notamment l'*ISI Web of Science*, base de référence qui rassemble le plus grand nombre de publications de ce que l'on nomme communément les sciences dures, ainsi que *CAB Abstracts*, focalisée sur les publications scientifiques dans les domaines de l'agriculture, des sciences vétérinaires, environnementales, de la nutrition, microbiologie et des plantes. Cette dernière base nous a semblé particulièrement pertinente à explorer puisqu'elle couvre de manière transdisciplinaire – les sciences humaines et sociales y sont bien représentées – un domaine cohérent auquel les bioénergies pourraient se rattacher.

---

### DE LA CONSTRUCTION D'UNE REQUETE

Un reproche souvent adressé à la scientométrie est l'absence d'interaction entre chercheurs et contenus : « on appuie sur un bouton, et ça sort », sentiment renforcé par l'automatisation et l'esthétisme croissants des interfaces. Toutefois, avant d'appuyer sur le bouton « Search », censé accomplir, comme son nom l'indiquerait, le travail de recherche à notre place, l'utilisateur doit entrer un certain nombre de termes correspondant à son objet de recherche et qui constituent la requête. Or une requête, cela se construit progressivement, par un grand nombre de tests et d'analyses des résultats obtenus, par la lecture d'un nombre importants d'abstracts afin d'identifier leur appartenance ou non au domaine, de repérer de nouveaux termes et d'envisager leur utilisation selon leur degré de spécificité. Une méthode d'extension de la requête grâce à cette technique a notamment été mise au point par Barbier (Barbier et al. 2008).

Cet exercice est extrêmement performatif et les résultats obtenus, leur agencement dépend principalement de ce que l'on a demandé. Ceci est particulièrement visible sur les représentations permises par la cartographie de réseaux : si l'on introduit une requête comprenant deux mots spécifiques de notre objet de recherche, il y a une grande probabilité que la cartographie résultante de la cooccurrence des mots-clefs des articles soit structurée autour de deux pôles centrés sur les termes auxquels nous avons donné du poids. Il ne faut alors peut-être pas forcément en conclure à une dichotomie des univers dans le domaine étudié, mais peut-être à une limite quant aux possibilités de juste réattribution du rôle de l'observateur, qui dans un équivalent du principe d'Heisenberg est contraint d'interférer avec l'objet pour voir ce qu'il s'y passe. Par essence la

scientométrie est donc un exercice relativiste, qui demande un travail d'interprétation soumis à débat. Nous reviendrons ultérieurement sur ces points pour étayer cette hypothèse.

Naïvement, la base parfaite serait celle recensant l'ensemble des publications ayant trait au champ que nous souhaitons investiguer. Pour atteindre ce Graal, il nous faudrait trouver littéralement *la formule* idéale ; or on sait depuis Austin (Austin 1962) combien les sésames relèvent de l'action, du performatif. Mais l'OST, qui déconseille l'utilisation de la scientométrie pour repérer les émergences, préconise par exemple dans l'introduction de son rapport *Développement d'indicateurs pour l'aide à la décision en matière de coopération scientifique internationale, le cas des STIC* (Observatoire des Sciences et des Techniques 2008) de faire appel à des experts à diverses étapes : pour la sélection de journaux, du vocabulaire, le « nettoyage » des résultats, le regroupement des thèmes en sous-domaines... et en a donc conclu à l'existence de cinq domaines distincts d'expertise qu'il conviendrait d'étudier *per se* dans la suite de l'étude ! Si l'on raisonnait ainsi pour les bioénergies et que l'on interrogeait *via* leurs experts un domaine énergie et moteurs, un domaine agronomie, un domaine biochimie, un domaine thermochimie... on retrouverait sans aucun problème l'existence de ces champs mais cela ne nous en dirait guère plus sur la naissance et les dynamiques autour des bioénergies.

Nous avons dans un premier temps été en quête de la formulation idéale qui à la fois n'écarte aucun article important sur les biocarburants et comporte le moins de bruit possible. Evoquons d'abord l'attention aux points de détail qui est essentielle : biofuel peut s'écrire biofuel, biofuels, bio-fuel, bio-fuels ; agrocarburant peut s'écrire agrocarburant, agrocarburants, agricarburant, agricarburants, agro-carburant, agro-carburants, agri-carburant, agri-carburants... et une requête ne peut sur les bases de données évoquées comporter au maximum une association de 50 termes seulement. Il y a en outre un nombre très important de façons de nommer les produits des bioénergies en anglais et français : TS=(agr?butanol\* OR agr?-butanol\* OR agr?carburant\* OR agr?-carburant\* OR agr?diesel\* OR agr?-diesel\* OR agr?ethanol\* OR agr?-ethanol\* OR agr?fuel\* OR agr?-fuel\* OR biobutanol\* OR bio-butanol\* OR biocarburant\* OR bio-carburant\* OR biodiesel\* OR bio-diesel\* OR bioethanol\* OR bio-ethanol\* OR biofuel\* OR bio-fuel\* OR flex\$fuel\* OR flex\$-fuel\*). Il ya ensuite des problèmes de polysémie : le mot de bioenergy par exemple renvoie soit au vitalisme soit au niveau cellulaire de la vie et le bruit est donc important. De même, les termes de biomass et ethanol recouvrent un domaine bien plus large que celui qui nous intéresse, comme l'indique le nombre de références auxquelles ils renvoient (près de 100.000 chacun). Les procédés dédiés, tel Fischer-Tropsch (FT) pour la voie gazéification ou « biomass to liquid » (BTL), la fermentation, la transestérification... sont aussi utilisés pour d'autres ressources (charbon par exemple pour la méthode FT) et ne sont donc pas spécifiques. Quant à une requête recouvrant des dénominations

plus scientifiques, par exemple : TS=("dimethyl ether\*" OR "di methyl ether\*" OR EEHV OR (ester ethyl\* huile\* vegetal\*) OR EMHV OR (ester methyl\* huile\* vegetal\*) or ETBE OR (ethyl t butyl ether\*) OR (ethyl tert butyl ether\*) OR (ethyl tertiary butyl ether\*) OR (fat\* acid methyl ester\*) OR MTBE OR (methyl t butyl ether\*) OR (methyl tert butyl ether\*) OR (methyl tertiary butyl ether\*) OR (rapeseed methyl ester\*) OR (rape seed methyl ester\*) OR (t amyl methyl ether\*) OR (tert amyl methyl ether\*) OR (tertiary amyl methyl ether\*)), elle est l'exemple type d'une structuration performative et incomplète. Nous avons testé des requêtes hybrides impliquant ces termes et bien d'autres dont nous n'allons pas dresser la liste ici, avec toujours pour objectif la constitution d'une base parfaite... Mais ce procédé est en fait doublement illusoire : il n'est pas seulement inatteignable, il est aussi idéologiquement condamnable dans la mesure où nous donnons nous-mêmes, dans la requête, réalité à un champ dont nous questionnons l'existence, la naissance.

Que chercher alors ? Il faut aller au plus simple, interférer le moins possible – quitte à perdre des articles mais on s'apercevra de toute façon que ce phénomène, quoiqu'existant, est marginal – interférer cependant, sciemment, car ce n'est que par tests et comparaisons que nos déductions seront étayées. La requête idéale pourrait se synthétiser en un TS=biofuel\*. Mais il faut assumer et donner crédit à la performativité : nous avons constaté une certaine tendance à l'utilisation exclusive (quelques milliers de références) des termes de biodiesel et bioethanol, formant la principale dichotomie des produits biocarburants, que nous reprendrons donc ; nous souhaitons en outre focaliser la suite de nos recherches sur le cas français et avons en conséquence privilégié la langue de Molière :

TS=( agr?carburant\* OR agr?-carburant\* OR agr?diesel\* OR agr?-diesel\* OR agr?ethanol\* OR agr?-ethanol\* OR agr?fuel\* OR agr?-fuel\* OR biocarburant\* OR bio-carburant\* OR biodiesel\* OR bio-diesel\* OR bioethanol\* OR bio-ethanol\* OR biofuel\* OR bio-fuel\*)

Figure 2. Définition de la requête #1, employée sur les différentes bases de données.

Notre recherche s'intéresse donc au seul champ des biocarburants et l'entrée que nous portons est ici celle de l'objet, du produit.

#### QUEL STATUT POUR LE BIOCARBURANT, OBJET DU DISCOURS SCIENTIFIQUE ?

Nous espérons ne pas nous être payés de mots en évoquant la performativité de l'activité scientométrique. Mais cette distance critique est un exercice de réflexivité nécessaire, car ce que

nous cherchons à analyser, c'est aussi une performativité : celle du discours scientifique sur un objet, un produit, le biocarburant. En décrivant dans un travail de recherche ses méthodes de production et tenants, les chercheurs de toutes sciences construisent l'objet-même. Cités, ces discours servent parfois de justification à une réalisation effective et contribuent donc, ce faisant, à leur existence. Nous reviendrons sur ce point particulier en deuxième partie dans notre réflexion sur le concept de génération, mais nous avons ici cherché à analyser ce phénomène à travers l'étude des quelques papiers les plus cités.

### QUAND LA CITATION NE PRETE QU'AUX RICHES... PROPHETES

Le tableau suivant indique les cinq premiers articles apparaissant suite à la formulation de la requête #1 sur l'ISI Web of Science et au classement par nombre de citations reçues. La première remarque porte sur les sources : sur les cinq articles obtenus par la requête #1 les plus cités, quatre ont été publiés dans *Science* ou *Nature*, revues internationalement reconnues comme les plus prestigieuses. L'ISI Web of Science est plus connu pour être un recensement de publications de rang A qu'une juste représentation du monde scientifique, mais un exemple comme celui-ci tendrait à lui donner raison : la citation ne prête qu'aux riches. Il est intéressant de souligner que ces revues sont interdisciplinaires et que le style du discours des articles qui y sont publiés se doit de comporter une dimension de vulgarisation.

Titre	Auteurs	Source	Date	Cit.	Cit. / an
<i>Biodiesel production : a review</i>	Fangrui M, Milford AH	BIORESOURCE TECHNOLOGY, Vol. 70, pp. 1-15	Oct 1999	565	51,36
<i>The plant immune system</i>	Jones JDG, Dangl JL	NATURE, Vol. 444, N° 7117, pp.323-329	Nov 2006	426	106,5
<i>The path forward for biofuels and biomaterials</i>	Ragauskas AJ, Williams CK, Davison BH, et al.	SCIENCE, Vol. 311, N° 5760, pp. 484-489	Janv 2006	358	89,5
<i>High concentrations and photochemical fate of oxygenated hydrocarbons in the global troposphere</i>	Singh HB, Kanakidou M, Crutzen PJ, Jacob DJ	NATURE, Vol. 378, N° 6552, pp. 50-54	Nov 1995	308	20,53
<i>Ethanol can contribute to energy and environmental goals</i>	Farrell AE, Plevin RJ, Turner BT, et al.	SCIENCE, Vol. 311, N° 5760, pp. 506-508	Janv 2006	283	70,75

Figure 3. Les cinq articles les plus cités répondant à la requête #1 sur l'ISI Web of Science de Thompson

Trois articles concernent explicitement les biocarburants, tandis que ceux de *Nature* ne font que citer le terme de *biofuel* dans leur résumé. Le moins que l'on puisse relever des biocarburants à

travers le discours scientifique, c'est leur caractère protéiforme. Si l'on résume le rôle des biocarburants à travers la lecture de ce petit échantillon, ils sont en effet :

- **Un objet scientifique** plein de promesses dont on dresse l'état de l'art pour le biodiesel en 1999 : « Biodiesel has become more attractive recently because of its environmental benefits and the fact that it is made from renewable resources. The cost of biodiesel, however, is the main hurdle to commercialization of the product ».
- **Un objectif** permettant la justification d'autres recherches préliminaires dans *Nature* en 2006 : « A detailed understanding of plant immune function will underpin crop improvement for food, fibre and biofuels production »
- **Un produit bénéfique** dont la réalisation est censée passer par un nouveau paradigme industriel, la bioraffinerie, dans *Science* en janvier 2006. Cet article est cosigné par non moins 14 chercheurs et suit un éditorial très optimiste *Getting Serious about Biofuels*, écrit par un directeur de la recherche chez BP. Un débat sur les « unreasonable expectations » du dossier s'installe dans les lettres des lecteurs de *Science* et les réponses des auteurs en juin 2006.
- **Une cause malsaine** de pollution, mise à l'index par un Prix Nobel de l'année en 1995, Paul Crutzen : « This surprisingly significant contribution of such oxygenated hydrocarbons to tropospheric NO<sub>x</sub>, HO<sub>x</sub> and ozone cycling is likely to be affected by their changing natural and anthropogenic emissions due to land-use change, biomass burning and alcohol-based biofuel use. » Ce dernier réitérera ses attaques contre les biocarburants en janvier 2008, en pleine controverse et dans un article repris par tous les médias : N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. In *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 389-395, 2008.
- **Un objet d'étude scientifique** *via* une synthèse de six études métriques, synthèse dont le parti pris clair se retrouve dans un titre pour le moins évocateur : « Ethanol can contribute to energy and environmental goals » et publiée dans l'édition précédemment citée de *Science* en janvier 2006.

Nous ne sommes pas ici dans l'ordre de l'objet-même en soulignant la multiplicité que recouvre cette appellation suivant les matières premières (maïs, blé, canne à sucre, bois, palmiers à huile, colza, tournesol, betterave, plantes dédiées, taillis, microalgues, déchets...), procédés (voie thermochimique ou biochimique...), circuits (courts comme l'huile végétale, longs, importés...), produits finaux (biogaz, bioéthanol, biodiesel, huile pure, E10, E85, flexfuel...), utilisations (transport, chauffage, électricité, liens par la bioraffinerie avec les coproduits, chimie verte, biomatériaux...). Non, que les biocarburants soient un objet flou cela est établi. Mais leur statut-même pose

problème, au point que l'on ne sait quel degré de réalité leur attribuer. Ceci est, nous le posons comme hypothèse de travail, une des conséquences du caractère protéiforme des discours scientifiques qui les définissent.

Au risque de trop jouer sur les mots, affirmer que les biocarburants sont, dans le discours scientifique, protéiformes, c'est y mettre plus qu'un polymorphisme. Dans la mythologie grecque, Protée (Πρωτεύς) est une divinité marine gardienne des troupeaux de phoques de Poséidon. Si ce « Vieillard des Mers » peut se métamorphoser à l'envi pour échapper à son assaillant : en lion, serpent, léopard, cochon et même en eau et en arbre lorsqu'il tente de se soustraire aux filets de Ménélas, il dispose aussi d'un autre don, plus précieux encore : celui de prophétie. C'est la raison pour laquelle l'époux d'Hélène, qui raconte son aventure à Télémaque dans le chant IV de l'*Odyssee* d'Homère, s'est déguisé en phoque et a attendu la sieste de midi dans les grottes creuses : Protée peut dire le passé, le présent et surtout l'avenir.

Si le statut de l'objet biocarburants est protéiforme : objectif, objet scientifique, produit, objet d'étude scientifique et cause selon un ordre qui nous paraîtrait logique mais qui n'est en fait pas du tout chronologique, c'est peut-être parce que les grands chercheurs ont tout d'un Protée. Et leurs confrères, dans le seul but de justifier leur travaux, les confortent dans ce rôle en privilégiant *via* leurs citations les plus prophètes d'entre eux, dans les journaux les plus visionnaires, sinon visibles. On est ici en plein dans l'économie des promesses, et bien malin celui qui dans les articles cités pourra distinguer la part entre production et imagination.

Il nous faut alors rentrer dans le *mainstream* des recherches sur les bioénergies pour en saisir des caractéristiques significatives. C'est ce que nous nous proposons de faire maintenant en présentant quelques résultats de notre étude scientométrique.

## ESQUISSES D'UNE NOUVELLE SCIENCE

Nous allons ici commenter directement le panorama de résultats obtenus par notre requête #1 sur l'ISI *Web of Science* et présentés dans la page suivante. Notons d'abord le faible nombre de références obtenues, soit 7350, indice que ce domaine, s'il existe, n'en est encore qu'à ses balbutiements.

## PANORAMA DE RECHERCHES SUR LES BIOCARBURANTS

Les résultats présentés sont obtenus par la requête #1 sur l'ISI WoS pour une période définie entre janvier 1992 et août 2009. Les pourcentages sont en fonction du nombre total de références.

Figure 4. Répartition par pays des publications portant sur les biocarburants, avec mise en exergue des pays des Suds

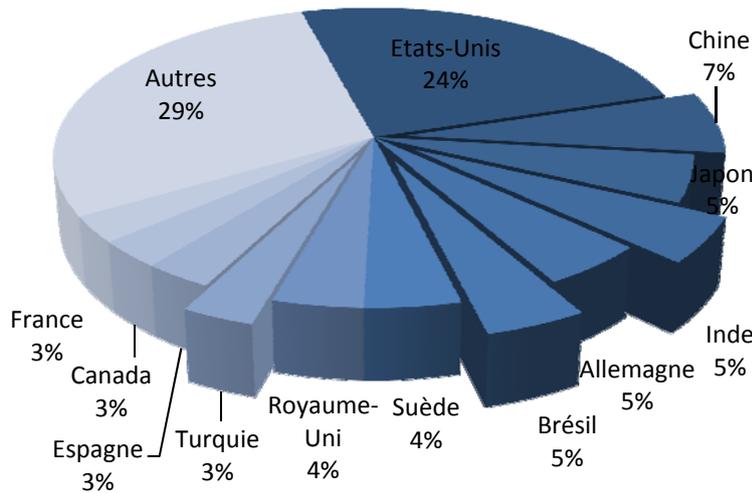
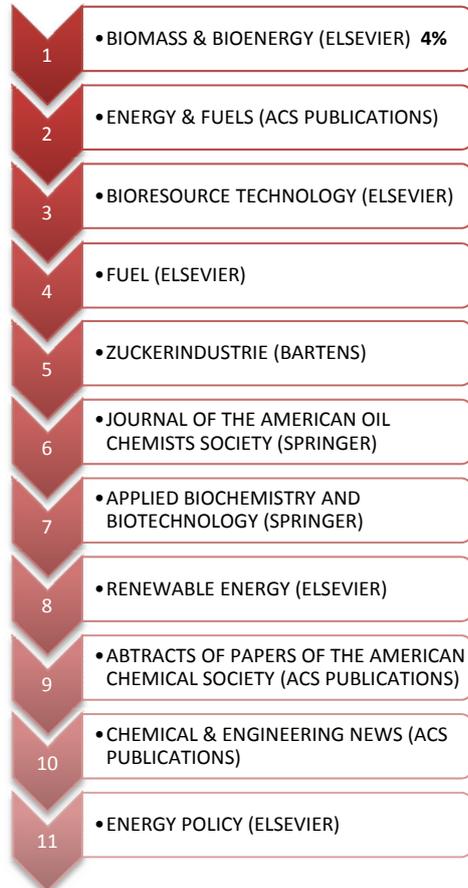


Figure 7. Les 11 revues publiant le plus sur les biocarburants (& éd.)



7350  
références

Figure 6. Principaux champs scientifiques de rattachement des publications (catégories fournies par ISI Web of Science)

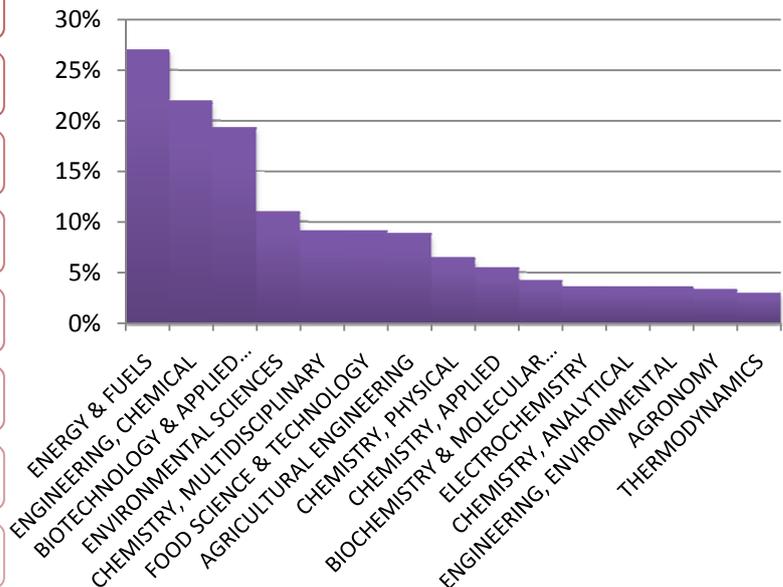
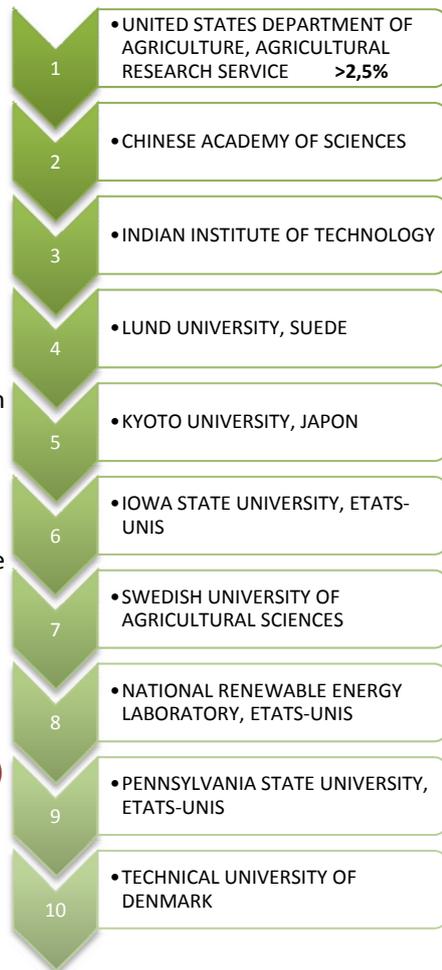


Figure 5. Les 10 institutions publiant le plus sur les biocarburants



Les figures 4 et 5 mettent en exergue un phénomène encore rare : si la prédominance des Etats-Unis sur ce champ de recherche est conforme à celle exercée sur l'ensemble des sciences et dans des proportions équivalentes, le fait de retrouver Chine, Inde, Brésil et Turquie respectivement aux 2<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> places en nombre d'articles publiés, ainsi que la Chinese Academy of Sciences et l'Indian Institute of Technology sur les marches du podium des institutions publiantes est surprenant. Ceci renvoie évidemment aux importants investissements de ces pays dans les politiques de recherche, et le fait que cette dynamique soit aussi visible ici nous permet de conclure à la jeunesse de la science des bioénergies, contemporaine de cette évolution globale. Mais cette caractéristique souligne également l'importance de cette thématique dans l'affirmation des nations, pour lesquelles les questions d'autonomie énergétique sont évidemment primordiales et les questions environnementales se transforment en une épine dans le pied. Que les grands pays dits émergents se soient emparés de ce champ de recherche – et pas seulement le Brésil pour lequel l'éthanol fait rouler plus de la moitié des véhicules légers suite à la continuité du plan Proalcool instauré après la première crise du pétrole – peut s'expliquer par la puissance agricole qu'ils représentent à l'échelle mondiale. Mais ceci marque sûrement aussi une nouvelle phase dans la géopolitique mondiale des sciences, une étape au-delà du développement des nanotechnologies en Corée du Sud.

Le monde scandinave n'est pas en reste puisque si la faible population de ses pays explique sans doute des volumes nécessairement plus faibles de productions, trois institutions suédoises et danoises se classent parmi les dix premières en nombre de publications dans le champ des biocarburants. La génération d'énergie, chaleur, électricité par la biomasse est en effet une voie privilégiée depuis un certain nombre d'années pour des pays leaders du bois comme la Suède. Le nombre de publications françaises est modeste alors même que nous avons privilégié dans la requête l'usage de notre langue sur celle d'autres pays. Est-ce parce que ce champ intéresse peu de chercheurs en France, ou les pouvoirs publics s'en détournent-ils ? Cette question reste, à ce stade de notre travail, en suspens.

La figure 4 met en avant une diversité des institutions publiantes : agriculture, sciences, technologies, énergies renouvelables... Mais la dimension d'intérêt national apparaît nettement, avec l'exemple de l'United States Department of Agriculture représentant à lui seul plus de 2,5% du volume global des articles. Ceux-ci sont publiés, cf. figure 5, soit dans des revues spécialisées (*Biomass & Bioenergy*, *Bioresource Technology*), soit dans des revues de référence du monde de l'énergie, des moteurs et carburants (*Energy & Fuels*, *Fuel...*), du sucre, de la chimie, des biotechnologies, ou encore des énergies renouvelables.

La 11<sup>ème</sup> place en nombre de publications répondant à la requête d'*Energy Policy* nous a paru significative, étant donnée la structuration si défavorable aux sciences sociales, économies et politiques de l'*ISI Web of Science*, de l'intérêt porté aux biocarburants par celles-ci. Les volumes des bases dédiées *SSCI* et *A&HCI* sont trop petits pour que des études scientométriques les concernant y soient menées.

La figure 6 résume la difficulté majeure que rencontre une science centrée sur l'objet : c'est la fragmentation en univers constitués que sont les disciplines et formations reçues par les chercheurs. On note la présence des sciences de l'énergie, du génie des procédés, des biotechnologies et microbiologie, des sciences environnementales, des sciences agricoles... Comment s'agencent ces disciplines ? Pour le savoir, il nous faut chercher en profondeur et ne pas nous contenter des statistiques issues directement des bases de données : c'est dans le contenu que nous devons nous plonger ; nous avons choisi de le faire par l'intermédiaire de la cooccurrence des mots clefs.

---

#### UN DOMAINE SEMANTIQUEMENT ORGANISE

La méthode pour ce travail, effectué à la fin de l'année 2008, a consisté à extraire l'intégralité des données concernant les articles choisis sous forme de champs (titre, auteur, date, source, institution, pays, résumé...) ainsi que l'ensemble de leurs relations (articles cités et donc se faisant, articles citants...). Ceux-ci sont ensuite entrés dans le logiciel *RéseauLu* de la société Aguidel. Ce logiciel permet de dresser un ensemble de représentations cartographiques des relations entre articles : les entités sont représentées sous la forme de nœud plus ou moins gros selon leur importance, et les relations par des liens entre deux nœuds. La position dans l'espace des nœuds n'est pas *per se* significative mais une distance courte est représentative d'un lien fort et des pelotes de nœuds indiquent donc un champ sémantique, et *in fine* des univers de recherche. Nous avons interrogé avec la requête #1 les bases de données de l'*ISI Web of Science* et de *CAB Abstracts*, puis en avons dressé des cartographies représentant les cooccurrences de mots-clefs pour analyser et comparer la structuration sémantique d'une part toutes sciences confondues, et d'autre part dans le monde interdisciplinaire mais constitué de la recherche agroenvironnementale.

Les zones de couleur ainsi que les étiquettes correspondantes ont été ajoutées par nos soins : elles constituent notre interprétation des cartes suite à une analyse des mots-clefs et une classification par champ sémantique, tout en suivant les espaces dessinés par leur répartition.

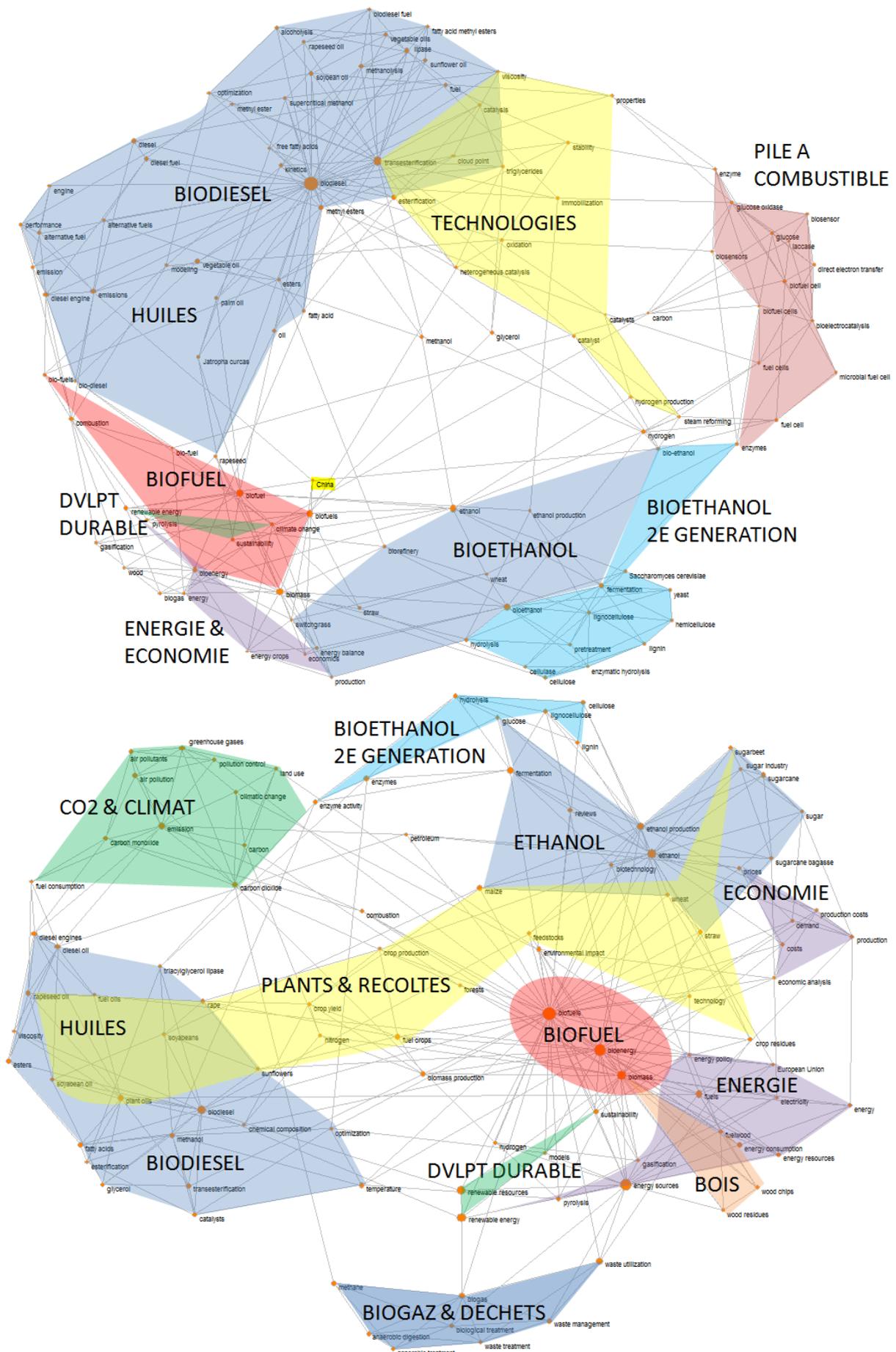


Figure 8. Comparaison de la structure du champ biocarburants dans le discours scientifique. Réseaux de cooccurrence des mots clés contenus dans les articles répondant à la requête #1 sur les bases de données respectives ISI Web of Science (en haut) et CAB Abstracts (en bas). Cartographie sous RéseauLu, seuil de 5 liens les plus forts.

Nous pouvons par exemple remarquer dans la carte de l'*ISI WoS* l'existence d'un domaine consacré aux piles à combustible, qui constitue peut-être du bruit dans la mesure où nous nous focalisons ici sur les biocarburants destinés aux transports, mais dont la présence s'explique par leur nom anglais de *biofuel cell*. On note la proximité de ce domaine avec celui du bioéthanol, combustible principalement utilisé pour ce nouveau type de batterie.

Les deux cartes sont structurées de manière forte par une dichotomie entre bioéthanol et biodiesel : ceci correspond-il à la réalité d'existence de deux champs complètement distincts dans la recherche ou est-ce un biais de notre requête qui sollicite explicitement les références renvoyant à

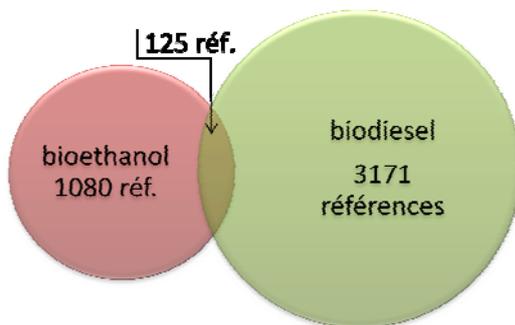


Figure 9. Représentation du faible recoupement dans l'usage de biodiesel et bioéthanol dans l'*ISI WoS*.

ces deux produits ? Nous avons, pour trancher cette question, interrogé *ISI WoS* sur les termes de bioéthanol, biodiesel, ainsi que sur le croisement des deux mots-clefs. La figure ci-contre est significative de la faible cooccurrence des deux expressions et confirme donc l'indépendance relative des recherches les concernant. Celle-ci peut sembler logique dans la mesure où l'un

renvoie au monde de l'huile, des moteurs et combustibles tandis que l'autre, le bioéthanol, renvoie aux sucres, la fermentation, les enzymes... Le fait que dans la figure 9, le terme de bioéthanol soit cité trois fois moins que biodiesel ne nous semble pas significatif dans la mesure où il existe aussi le terme d'éthanol, qui recouvre cependant un spectre bien plus large : celui des effets de l'alcool en médecine, des intermédiaires, désinfectants...

Les termes génériques définissant le monde des bioénergies (*biofuel*, *biomass*, *bioenergy*) font la passerelle entre les deux. Ils sont accompagnés pour la recherche agroenvironnementale des questions de pollution atmosphérique, émissions de carbone, changement climatique, ou pour les sciences en général de celles d'énergies renouvelables, développement durable et de changement climatique. L'univers environnementaliste est donc fortement mobilisé par les recherches portant sur les deux objets de bioéthanol et biodiesel. La question du développement durable sur la base CAB est particulièrement proche du champ d'utilisation des déchets *via* la méthanisation et le biogaz. On notera le plus grand intérêt des sciences économiques et de l'énergie pour le bioéthanol, biocarburant le plus répandu dans le monde, Europe exceptée à cause de l'importance de son parc diesel. La deuxième génération de bioéthanol, ou filière lignocellulosique qui consiste à la séparation entre lignine et cellulose des fibres extraites d'un arbre ou d'une plante dédiée et l'utilisation des sucres pour la fermentation, semble à l'intérieur de la filière bioéthanol s'être déjà constituée un univers au moins lexical. Il est intéressant de souligner que ce champ est bien plus développé sur *ISI*

WoS, ce qui peut indiquer à la fois son caractère encore fondamental et peu appliqué (de même que pour les piles à combustible), et la très grande technologisation nécessaire des pratiques.

La recherche scientifique sur les bioénergies ne semble pas constituer un champ *per se* si l'on s'en réfère à la carte issue de l'ISI WoS, qui ne fait que révéler la présence de deux objets distincts de recherche. La cartographie basée sur CAB, elle, nous donne à voir un univers qui pourrait avoir sa cohérence, lié par les plants et les systèmes de production. Si l'on veut interroger la cohérence d'un possible domaine des bioénergies, c'est donc du côté des sciences agroenvironnementales et non dans celui de la technologie ou des moteurs par exemple qu'il nous faudra en premier lieu chercher.

La scientométrie classique ne donne que des pistes et il serait bien imprudent d'en tirer des conclusions hâtives : elle ne peut indiquer qu'une réalité de masse, même si nous travaillons sur des volumes de publications relativement faibles. De plus, cette réalité relève, nous le rappelons, de l'ordre du discours. Or les discours plus encore que les pratiques évoluent rapidement dans un domaine en émergence, et le caractère figé des sciences que nous renvoie la scientométrie classique n'est pas propice au repérage et à l'étude des ruptures. Est-ce à dire que la scientométrie est inutile dans un tel contexte ? Nous pensons l'inverse et militons au contraire pour un usage fréquent mais restreint à l'étude du mouvement, des dynamiques. De la même manière que nous nous proposons dans ce travail de dresser une esquisse dynamique des bioénergies et non un tableau global, vue d'ensemble figée par les propos d'experts, il nous faut une scientométrie adaptée. Cet usage, qui nous paraît plus fécond et moins critiquable requiert cependant un peu plus d'efforts.

## LA SCIENTOMETRIE EN ACTION OU COMMENT VOIR DES DYNAMIQUES

Pourquoi s'attacher à une étude des dynamiques ? Bien évidemment cette expression invoque le mouvement, et il est souhaitable lorsque l'on s'intéresse à un champ émergent non encore constitué de ne pas le figer dans une analyse statique mais d'intégrer d'autres dimensions, notamment temporelle ou spatiale. Il s'agit aussi, comme dans la branche de la mécanique éponyme, de comprendre en quoi le mouvement est la conséquence des différentes forces auxquelles l'objet est soumis. Mais il y a plus que cela dans l'idée de dynamique, et pour comprendre le choix spécifique de ce terme, il nous faut revenir à son étymologie grecque δύναμις, puissance, et à l'emploi qu'en a fait Aristote dans sa *Physique*, II et III (Aristote). Chez le stagirite, la dynamique, qui est un élan de la nature, renvoie à toutes les formes du mouvement : pas seulement le mouvement

local mais aussi la transformation, l'altération, la modification, la corruption, la génération. Tout être sublunaire est une forme en puissance et c'est par la réalisation de son objectif, par l'entéléchie, qu'il est en acte. S'intéresser aux dynamiques, c'est donc chercher à comprendre autant le mouvement de réalisation que la diversité des formes en puissance, qui n'aboutiront peut-être jamais.

Si, pour paraphraser Latour, notre objet d'étude est une science en action, en train de se faire, la scientométrie qui l'interroge ne peut être statique.

---

#### NO LITTLE SCIENCE WITHOUT BIG SCIENCE

Le premier écrit scientométrique, « Little Science, Big Science » (De Solla Price 1963) souligne déjà l'existence d'un modèle de croissance exponentielle de la science avec périodes de saturation. Que la bibliométrie se soit toujours intéressée à la *big science*, à la caractérisation des sciences en général, et que les cartographies de la science à l'interaction de toutes les disciplines fleurissent à foison, ceci est un fait. Mais pas plus qu'il n'est possible d'isoler ce qui serait la science de la contingence des multiplicités des thématiques et recherches singulières, l'on ne peut interroger une dynamique spécifique, notre *little science* des bioénergies par exemple, sans retrouver dans les résultats les caractéristiques d'une *big science* mondialisée.

Il ne s'agit pas ici d'un effet à la marge : l'interrogation d'une base de données scientifique par n'importe quelle requête renvoie nécessairement dans ses résultats aux dynamiques mondiales de l'organisation de la recherche. Il y a quelque chose de touchant à apercevoir, par la saisie de quelques mots-clés, un mouvement de cette échelle. Nous avons déjà évoqué ce point s'agissant du poids des pays émergents dans les recherches sur les bioénergies. Ce phénomène resurgit dans le volume de publications : on publie de plus en plus, dans plus en plus de revues, que ce soit collectivement – le nombre de chercheurs au niveau global ayant fortement progressé automatiquement en lien avec l'augmentation de la population mondiale et l'intérêt porté à la recherche scientifique par les pays émergents – ou individuellement, puisque l'activité scientifique, dont un des critères d'évaluation est la scientométrie, oblige à écrire de plus en plus d'articles. Ce qui pose un problème pour la scientométrie (tout en formant, on l'aura compris, un cercle vicieux) : si l'on interroge une base de données sur l'évolution de n'importe quel champ ou mot-clé au fil des années, le résultat s'affichera systématiquement sous forme de courbe linéairement croissante. Il est donc délicat d'interroger la dynamique d'un champ particulier.

A cette difficulté s'ajoute celle que représente la construction de la base de données : nous nous sommes contentés d'une période débutant en 1992 sur *ISI WoS*, car ce n'est qu'à partir de cette date que le travail de référencement a été systématique et non *ex-post*. *CAB Abstracts* étant plus

précis sur un volume plus restreint, nous avons pu chercher à partir de 1974. Ces dates sont pour nous intéressantes car elles correspondent à des ruptures que nous avons identifiées dans notre travail de master 1 : la première crise du pétrole est l'occasion de revisiter les solutions bioéthanol suite à la forte montée des cours du baril tandis que 1992 correspond à l'instauration de la jachère suite à la réforme Mac Sharry de la Politique Agricole Commune (PAC), qui encourage la production de biocarburants *via* le concept de jachère industrielle. En effet les agriculteurs avaient alors, comme mesure compensatoire de cette réforme décriée, obtenu le droit de cultiver des plants à destination non alimentaire et de les vendre ou utiliser comme biocarburants : ils touchaient alors à la fois l'argent de la vente et celui de la jachère versé par l'Union Européenne. Cette périodisation, qui est globalement celle des biocarburants si l'on écarte la période historique de la naissance des moteurs aux années 1930, correspond aussi à l'apparition d'un nouveau régime de production des savoirs décrit par Pestre (Pestre 2003).

#### DU RELATIVISME PRAGMATIQUE COMME METHODE SCIENTOMETRIQUE

Comment, si c'est possible, passer outre cette uniformisation globale des résultats ? Il faut raisonner de manière relativiste, au sens le plus simple et pragmatique du terme, c'est-à-dire, comme l'indique la citation de Deleuze ci-contre, mettre l'accent sur la relation et ne pas raisonner en termes d'entités mais toujours par comparaisons.

*Le relativisme n'est pas la relativité de la vérité mais la vérité de la relation.*

Gilles Deleuze,  
*Le pli.*

La solution la plus évidente consisterait à comparer les résultats de notre requête aux logiques globales d'évolution des bases de données scientifiques, celles-ci comprenant à la fois les caractéristiques générales de sciences mondialisées et celles plus contingentes propres à la construction même de la base. Bien évidemment ces données ne sont pas publiques et Thomson les garde précieusement : il n'existe pas de référent absolu, de coefficient pondérateur. Nous avons alors, avec Marc Barbier, décidé de comparer l'évolution d'un résultat de notre requête #1, en l'occurrence le nombre d'articles, avec celle d'un autre résultat déduit de la même requête, soit le nombre d'articles publiés dans les revues identifiées. L'idée est simple : le rapport permet d'annuler les effets induits par des facteurs qui nous sont inconnus. Nous prenons ici peut-être trop de précautions mais pour avoir dans maints colloques assisté à la présentation de résultats bruts de l'*ISI WoS* sur le modèle : « c'est croissant donc c'est un domaine vigoureux, en pleine expansion », nous espérons que ce n'est pas superflu. Plus exactement donc la requête #1 nous a permis d'identifier un

certain nombre de revues. Nous avons alors sélectionné parmi toutes ces revues celles qui avaient publié au moins deux articles (soit 454 revues, en écartant 386) répondant à notre requête. Nous avons ensuite cherché, par année, le nombre total d'articles publiés dans chacune de ces revues : cet ensemble constitue le corpus #1. Puis nous avons comparé le nombre d'articles de la requête #1 à celui du corpus #1, ce qui indique le pourcentage d'articles consacré aux biocarburants dans des revues dont le thème est proche. Ce rapport est figuré ci-dessous, il représente selon nous un assez bon indicateur de la dynamique *biofuel* dans les publications scientifiques :

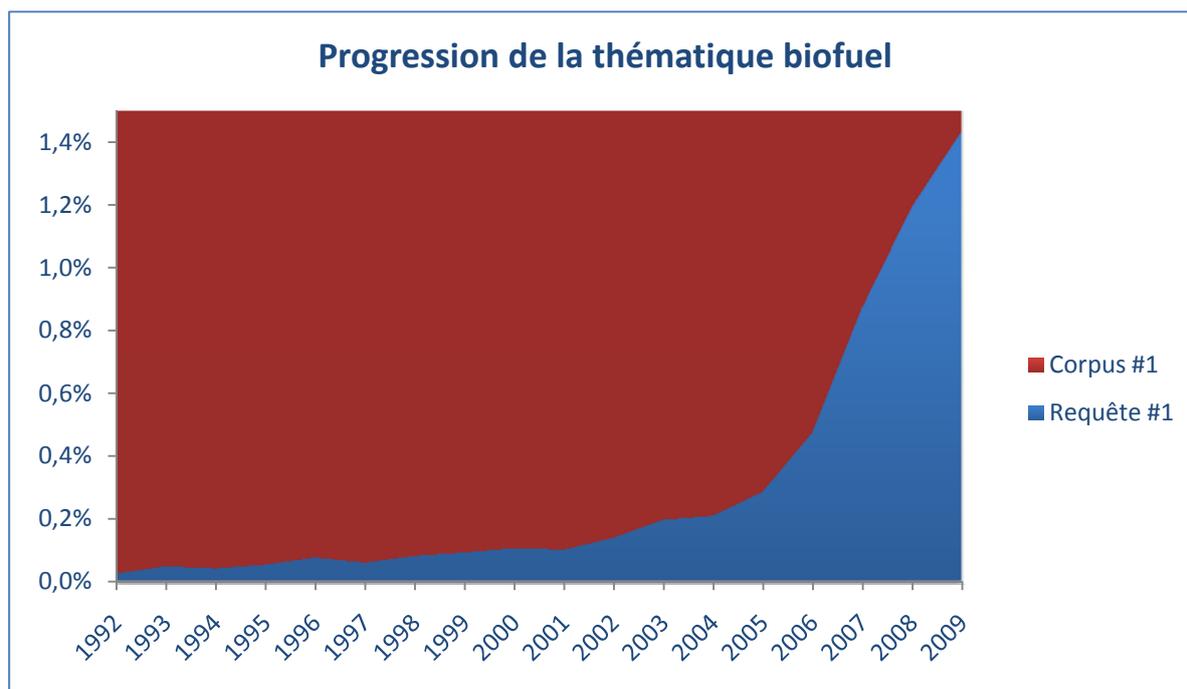


Figure 10. Progression de la thématique biofuel. Evolution du rapport annuel entre le nombre de publications répondant à la requête #1 et celui du corpus #1 défini sur l'ISI Web of Science à partir des revues dont 2 articles au moins répondaient à la requête.

Cette courbe exponentielle, dont le point de rupture se dessine autour de 2006, est significative d'un intérêt fort porté par les communautés scientifiques aux questions de bioénergie, et justifie le fait qu'*in fine*, on puisse questionner la présente ou future existence d'un champ de recherche qui y soit consacré.

Pour comprendre ce fort dynamisme, interroger la présence ou l'absence de rupture, nous avons choisi à nouveau de rentrer dans le cœur des articles, en privilégiant toujours la base *CAB Abstracts* et les représentations sous forme de cartographie de réseaux permises par *RéseauLu*, mais cette fois-ci, toujours dans le souci de privilégier la relation, en produisant des cartes hybrides. C'est le cas de la carte de la page suivante, qui indique les relations entre mots clefs répondant à la requête #1 sur *CAB* et année de publication. Les premiers sont schématisés par des disques oranges proportionnels au nombre de leur occurrence, les années l'étant par des carrés bleus, plus gros quand elles correspondent à un grand nombre de publications.



La carte a un sens de lecture, que, certes, nous proposons, mais qui semble raisonnable dans la mesure où il s'agit simplement de suivre les années, de 1974 à 2008 : les dates décrivent un arc de cercle chronologique du coin inférieur gauche de la carte au coin inférieur droit comme l'indique la flèche que nous avons ajoutée.

Il s'agit ensuite d'interpréter des concentrations spatiales d'années correspondant à différents paradigmes de recherche. En effet les distances courtes signifiant des liens forts, la proximité de deux années indique une configuration peu ou prou équivalente par rapport à l'ensemble de mots-clefs les entourant et auxquels ils sont liés, et donc l'utilisation d'un même vocabulaire, de thèmes de recherches proches. L'ensemble le moins contestable est celui, central, qui regroupe dans le cercle en pointillés toutes les années 1993 – 2005, et qui a tressé autour de lui un réseau de mots-clefs correspondant à la définition de ce régime (2), sur des termes génériques dont seule la conjonction évoque les bioénergies. Le domaine (1) rassemble les dates entre 1974 et 1989. Celles-ci sont éparées et peu de mots-clefs y sont associés : c'est la cause d'un faible nombre de références (mais aussi peut-être de ressources) ; ce temps est celui des balbutiements du domaine. Le champ (3) est une proposition pour les années 2007-2008, fortement détachées du régime central, et dont les mots associés sont cette fois ceux du domaine des bioénergies : *bioenergy, biofuels, biodiesel, biogas, fuel crops* par exemple ainsi que ceux de la deuxième génération ; mais cet ensemble, peu fourni, constitue-il réellement un nouveau paradigme ?

Si les années sont réparties spatialement en fonction des mots-clefs, ces derniers le sont aussi en fonction des années. Les mots que nous avons surlignés en orange correspondent aux moments d'entre-deux, de rupture d'un paradigme à l'autre. Leur équidistance évoque leur caractère de passeur, ce sont sur ces enjeux que s'est faite la transition :

La première transition renvoie aux années 1990-1992 et on retrouve ici le caractère profondément agricole de CAB à travers le vocabulaire de la réforme de la Politique Agricole Commune Mac Sharry et des travaux l'ayant précédemment impliquée : *land use, production & production costs, sugarbeet (betterave), European Union...* C'est bien là que s'est jouée la condensation des travaux en une première phase de recherche proprement dite sur l'objet. A noter aussi l'importance des questions d'énergie, et la centralité dans ce moment de rupture de la *Biotechnology*, science en pleine effervescence, nous y reviendrons dans nos entretiens.

La seconde rupture a lieu en 2006, ce qui est cohérent avec la figure 10. Ce sont cette fois des questions environnementales : *climatic change, sustainability, waste utilization, environmental impact* et économiques : *economic analysis*, les termes de *petroleum* et *prices* étant adjacents, qui expliqueraient la focalisation vers d'autres procédés et univers mobilisés.

Les termes présents entre les domaines 1 et 3 sont pour une part très génériques (*demand*, *crop production*) mais ils renvoient aussi à des spécialités qui semblent avoir été explorées jadis et qui connaissent une seconde vigueur aujourd’hui : il sera intéressant de se pencher sur le cas du méthanol, et plus spécifiquement des traitements et digestion anaérobiques.

## DES RESEAUX COMME INDICES : LES LEURRES DE LA COPUBLICATION

Après avoir esquissé un tableau des dynamiques de recherche sur les bioénergies au niveau mondial, nous avons voulu nous concentrer dans l’espace de la recherche française. Mais la figure 4 indiquait déjà le faible nombre d’articles publiés par des chercheurs français, qui est cette fois rédhibitoire pour attacher toute crédibilité à une réalité de masse. Nous avons alors, sur les pas de Jacques Revel (Revel 1994), décidé d’abandonner la quête de la masse moyenne, le chercheur moyen, et donc celle de la représentativité, pour nous intéresser à l’échelle micro des destins singuliers. Il s’agit de défricher l’horizon des possibles qui réunit le plus de propriétés possibles, de s’attacher à ce « diamant obscur » d’exceptionnel normal. Nous nous sommes intéressés aux réseaux de copublication français comme premier indice, qu’il nous faut déplier dans le sens leibnizien du verbe mis au jour par l’interprétation de Deleuze.

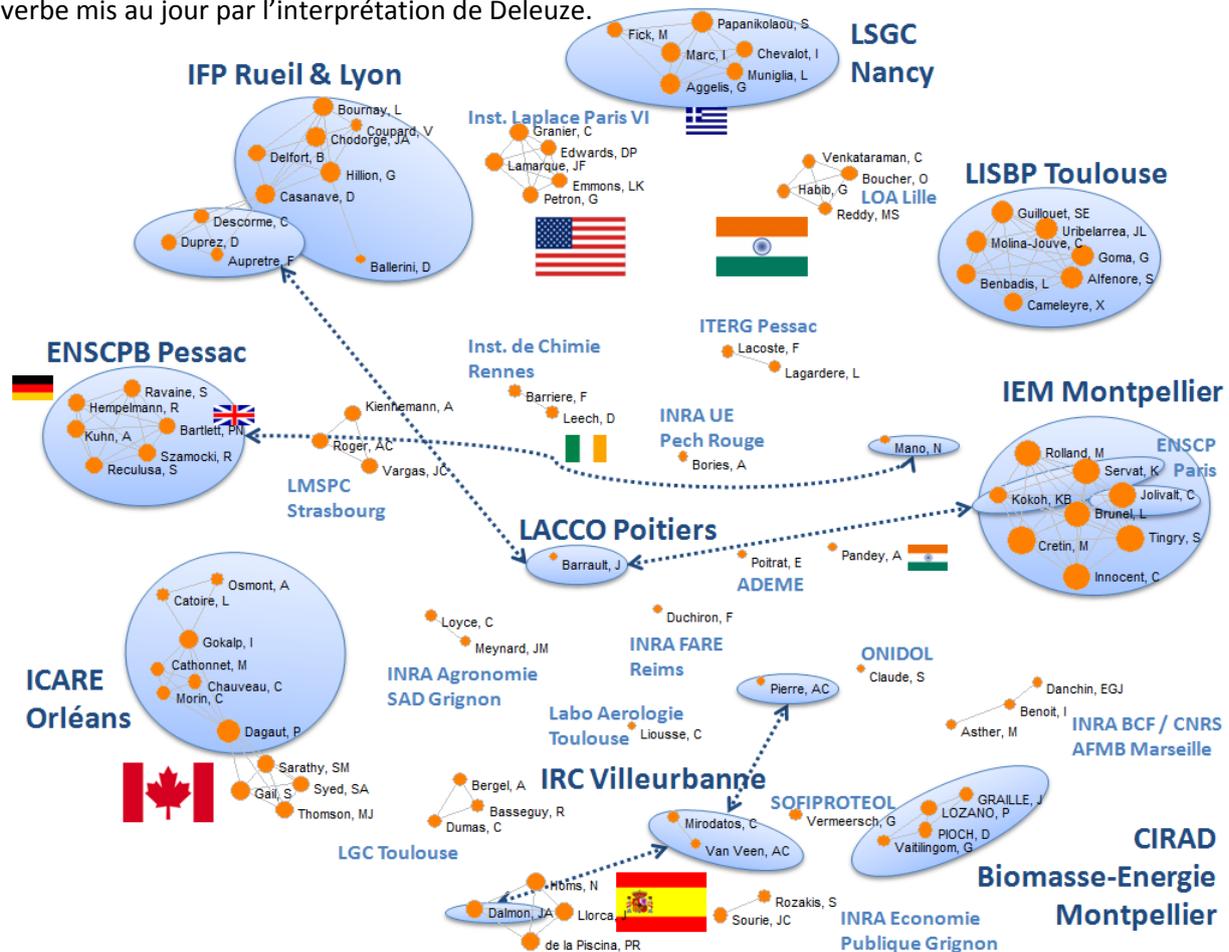


Figure 12. Identification des réseaux de copublication d’articles scientifiques sur les biocarburants en France. Cooccurrence des auteurs français publiant le plus sur *ISI Web of Science*, de 1992 à fin 2008. Représentation *via* le logiciel RéseauLu, seuil de 2 articles.

La carte précédente, figure 12, recense les auteurs français ayant publié au moins deux articles répondant à la requête #1, et regroupe ceux qui ont travaillé ensemble. La répartition spatiale n'a de sens qu'au sein de chaque réseau de nœud, pas dans l'ensemble de la carte. Nous avons représenté par un drapeau la nationalité des chercheurs étrangers ayant travaillé plusieurs fois en lien avec des Français : en effet nous avons ici encore une approche centrée sur l'article et dès lors qu'un Français est cosignataire, la publication est retenue et avec elle l'ensemble des données s'y rapportant. Nous avons indiqué les institutions et / ou laboratoire de rattachement des 94 chercheurs identifiés à la fin de l'année 2008 ainsi que leur ville : nous avons pioché ces données sur Internet *via* les sites des laboratoires, aidés par les champs de l'*ISI WoS*.

Le Laboratoire de Catalyse en Chimie Organique (LACCO) de Poitiers par exemple a publié avec d'autres laboratoires, on repère aussi une coproduction entre l'INRA BCF et le CNRS AFMB, deux UMR avec l'Université de Provence et l'Université de la Méditerranée et qui ont la même adresse à Marseille. Cette carte est intéressante pour l'identification de laboratoires de différentes spécialités et la prépondérance de certains chercheurs. Mais sinon les réseaux sont ici invisibles : chacun publie, sur ce thème en tout cas, dans son coin, avec ses collègues de laboratoire. Combiné au faible volume relatif de publications, le degré zéro de copublication dans ce champ n'invite pas à une image vaillante de la recherche française sur les bioénergies. La visite des pages Web des chercheurs, les efforts des laboratoires et institutions pour mettre en avant ces recherches, bref le suivi des premiers acteurs identifiés ainsi que la veille effectuée depuis plus d'un an alors sur le sujet nous indiquent pourtant un intérêt scientifique, au moins médiatisé.

S'il y a une dynamique de la recherche sur les bioénergies à étudier dans le cas français, elle ne passe peut-être pas par le biais de la publication scientifique. On atteint ici à la fois les limites du réductionnisme bibliométrique, et d'une approche centrée sur l'objet.

## B. LA FORME PROJET COMME MODELE DE DEVELOPPEMENT DES FRONTS DE SCIENCE. *PROPOSITION D'UN DISPOSITIF D'ETUDE*

La citation ci-contre (Bachelard 1934) mérite que l'on s'y arrête quelques instants. Avant d'évoquer la forme projet, Bachelard s'intéressait au double processus d'objectivation, « la valeur à la fois réelle et sociale de l'objectivation » insistant sur le fait que la nouvelle scientifique ne transmet pas seulement une pensée, mais aussi une expérience.

*Au-dessus du sujet, au-delà de l'objet immédiat, la science moderne se fonde sur le projet. Dans la pensée scientifique, la médiation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet.*

Gaston Bachelard,  
*Le nouvel esprit scientifique*

Pour Bachelard, « la vérité scientifique est une prédiction, mieux, une prédication ». On retrouve dans ces lignes une figure du chercheur – prophète à la Protée, et quand notre épistémologue national fait semblant de préférer un mot à un autre, il retient les deux termes de prédiction et prédication pour évoquer un double mouvement de projection dans le futur, regard à la fois éclairé et intéressé. L'étymologie souvent rappelée de projet, *projectum* de *projicere*, jeter vers l'avant, avec le préfixe *pro-* invoquant l'antériorité, renvoie aux prédic(a)tions de l'esprit scientifique.

Entre le sujet et son objet, il y a toujours la forme du projet. Mais le projet n'est pas seulement ce processus intellectuel de construction de l'objet, il renvoie aussi, depuis, à une forme spéciale de management de l'activité de recherche, résumée dans le mode 2 de (Gibbons, Nowotny, et al. 1994). Nous n'allons pas revenir ici sur la pertinence de cette dichotomie pour l'histoire des sciences mais insister sur l'adéquation de cette analyse pour notre sujet. Le mode 2 des sciences tel que le décrivent Gibbons & Nowotny est en fait centré sur le développement des sciences de la vie et leur utilisation dans des contextes d'application en médecine et agriculture, ce qui bien évidemment nous intéresse ici. Derrière, on imagine l'influence pour les auteurs de l'émergence des biotechnologies : nous verrons que ce modèle est essentiel dans le développement de la voie biochimique des bioénergies, un acteur majeur interrogé ayant été par exemple une figure proue de la biotechnologie et ayant pour cela déjà fait l'objet d'études en *Science studies*. Le mode 2 est par ailleurs transdisciplinaire, transversal, implique une forte réflexivité sur les impacts et conséquences sociales. Ce point sera questionné dans le rapport des chercheurs à la controverse, le tout formant un ensemble moins étatique, plus lié aux marchés et qui fonctionne... par projet.

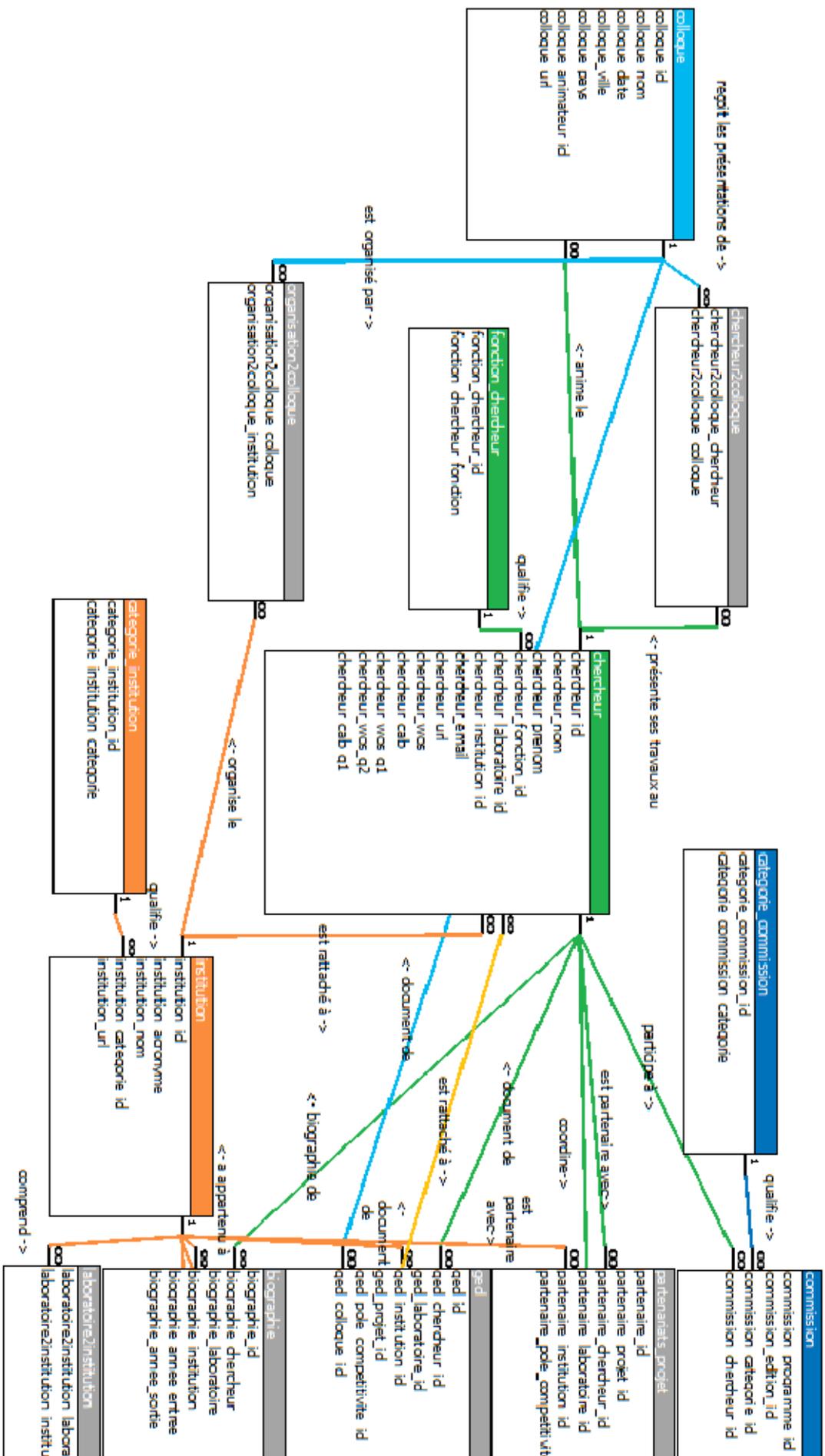
Comment y échapper alors que toute la cité s’y est pliée ? Quand Valérie Péresse expliquait que la recherche scientifique allait répondre au Grenelle, elle soulignait que c’est *via* l’Agence nationale de la Recherche (ANR) et le financement sur projet que les thématiques environnementales transdisciplinaires allaient être soutenues (Le Hir 2007). Ceci est significatif de la *cité par projets* décrite chez (Boltanski et Chiapello 1999) d’après la comparaison de littérature des manuels de management des années 1960 et 1990. L’étalon activité est la cause de ce nouveau paradigme qui complète les six cités de (Boltanski et Thévenot 1991), et dont la forme réticulaire nous intéresse particulièrement. Le projet pour les auteurs repose sur l’idée de réseau, s’y insérer y est vital, en être exclu fatal : nous avons donc choisi de nous intéresser au maillage des bioénergies en France, d’essayer de comprendre qui y est ou pas, et suivre les relations tressées entre les acteurs par eux-mêmes, avec nous l’espérons plus de succès que dans les copublications. De plus, le projet est un agencement temporaire, destiné à disparaître : cette dimension temporelle est essentielle pour analyser des dynamiques et nous tenterons de la saisir. Ce qui *in fine* revient à se demander à quelle figure correspond aujourd’hui le réseau scientifique des projets bioénergies en France : connectivité, socialité, communauté (Grabher 2004) ?

## ETUDIER LA FORME PROJET DANS SA DIVERSITE

### CONSTRUIRE UN RESEAU POUR MIEUX LE COMPRENDRE

Nous allons ici nous attarder sur la méthode construite pour étudier les dynamiques de recherche sur les bioénergies françaises par la forme projet. Comme notre sujet de recherche est assez délimité, nous avons visé une approche englobante, basée sur la *grounded theory* : nous voulions regrouper en une seule base de données relationnelles l’ensemble des données récoltées sur la recherche bioénergétique en France, puis systématiser ces recherches afin de la remplir, interroger enfin par des requêtes croisées cette base pour répondre à nos questions et construire des catégories. Le processus de collection, agencement et utilisation de sources hybrides, y compris celles produites par le sociologue, a été imaginé sur un modèle de (Barbier et Lemery 2000). Ce travail nous a demandé au total plus de deux mois de travail à temps plein.

Les pages suivantes sont dédiées à une représentation schématique des relations entre tables, représentant des entités par couleur, et champs recensant leurs caractéristiques. Les tables grises enregistrent les liens et rencontres entre ces unités, alors que la table géolocalisation les situe.



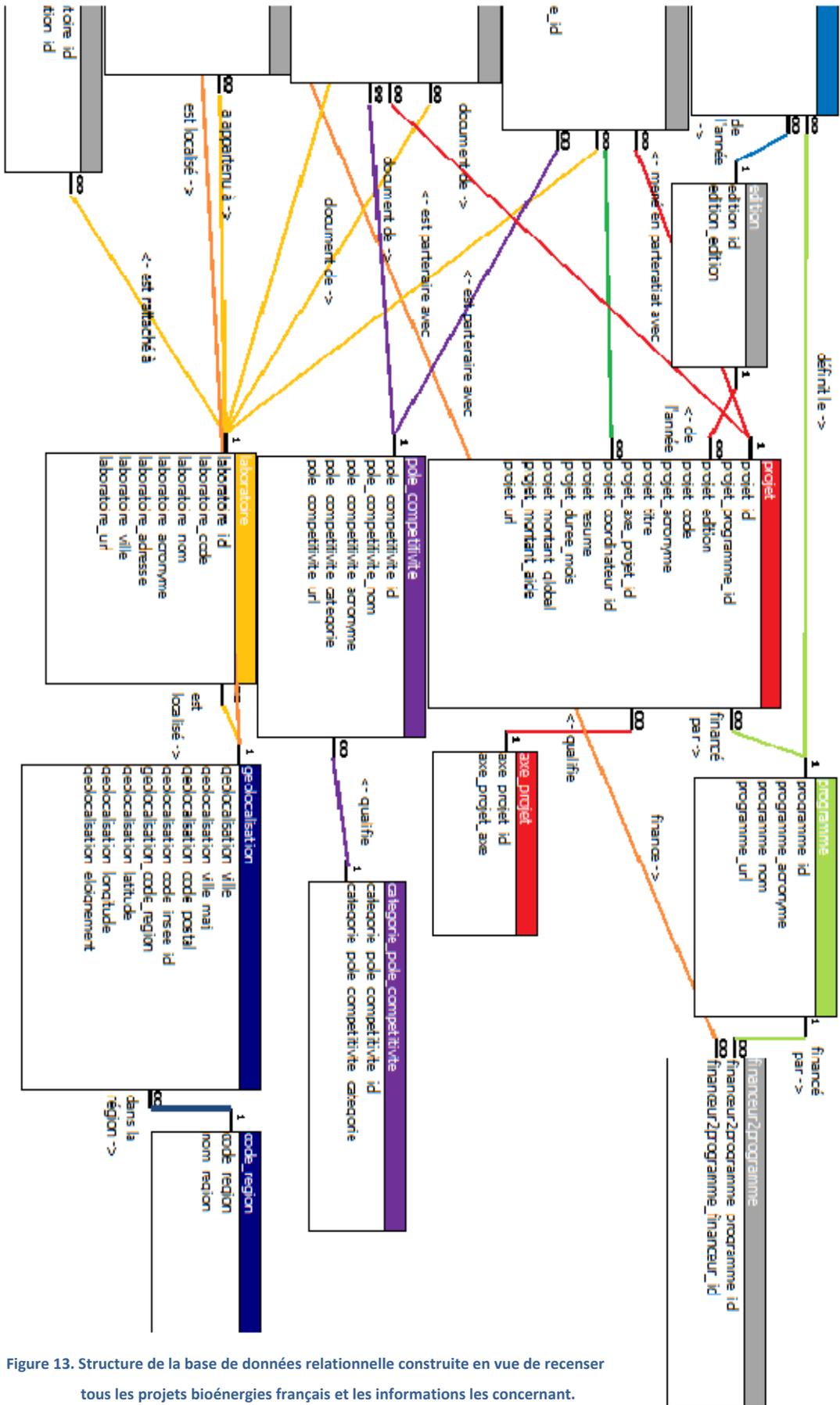


Figure 13. Structure de la base de données relationnelle construite en vue de recenser tous les projets bioénergies français et les informations les concernant.

Au centre du dispositif, la table partenariats projets lie chercheurs, laboratoires, institutions, pôles de compétitivité et projets. Ces différentes tables sont décrites par un grand nombre de champs et mises en relation entre elles. Un chercheur par exemple est rattaché à un seul laboratoire et une seule institution mais un laboratoire comme une UMR l'est à diverses institutions. La table *ged* correspond à la gestion électronique des documents : elle fait le lien *via* un référencement sous le logiciel Zotero entre l'ensemble des documents numériques ou non recensés et les tables de la base. La table biographie permet d'introduire une temporalité en inscrivant les mobilités professionnelles. La table colloque enregistre l'organisation et les intervenants d'un colloque pour suivre les rencontres des acteurs.

C'est en cherchant sur Internet les noms de laboratoires, ceux des chercheurs, des institutions concernées par nos approches scientométriques que nous nous avons identifié un certain nombre de programmes de recherches, que nous avons ensuite cherché à recenser de manière exhaustive. Ce processus de recherche nous a été inspiré par la théorie de l'acteur-réseau et la synthèse qu'en a rédigée Latour, *Reassembling the Social* (Latour 2005). Il s'agit de mettre à plat l'ensemble des relations qui se créent autour des projets, de suivre les acteurs puisque une information mène à une autre, que nous enregistrons, qui elle-même conduit à une autre, que nous enregistrons... tout en gardant bien évidemment trace des liens. Cet ensemble forme un réseau que nous étudions ensuite.

Nos recherches ont été menées sur Internet, en grande majorité sur des sites institutionnels. Nous nous basons sur les acquis des *Virtual social sciences*, notamment les travaux de Hine et Rogers (Hine 2004; Rogers 2006) pour affirmer qu'il est légitime et fructueux d'utiliser ce terrain d'investigation en sciences sociales et politiques, tout particulièrement lorsque les chercheurs ont fait un effort particulier de représentation et communautarisation sur cet espace (Hine 2005). Le directeur de la fondation Govcom.org va plus loin en identifiant trois phases dans les façons de voir et utiliser le Web (Rogers 2009) : si la période 1994-2000 est celle de l'existence d'un cyberspace justifiant des études virtuelles, la période 2000-2007 correspondrait à la constitution d'une société virtuelle, où le virtuel devient part du réel mais l'offline constitue le monde de référence. Enfin 2007 est l'année de la naissance effective de cette société, quand la virtualité se subsume en un indicateur du réel et que l'online accède au statut de référence. Il n'y a alors plus à s'inquiéter du degré de représentativité du réel que constituent nos données et il convient d'utiliser des méthodes digitales (et non plus digitalisées) pour nos enquêtes. Le remplissage effectif de la base a été facilité par le recensement des projets sur les sites Internet des organismes de financement, et, dans le cadre européen, du site BioMatNet (<http://www.biomatnet.org>) création du projet européen EPOBIO, Realising the Economic Potential of Sustainable Resources - Bioproducts from Non-food Crops.

Au total, c'est près de 200 projets, 130 laboratoires, 180 institutions ou entreprises, plus de 260 chercheurs, managers de la recherche ou assimilés et toutes leurs caractéristiques, pêle-mêle et en étant très loin de l'exhaustivité : page web, fonction, ville, adresse, mail, occurrences de publication ou citation dans les bases de données presse ou scientifiques, nom, prénom, acronyme, codes divers, financeur, description des projets, coût global, montant des aides publiques, catégorie d'institution... cf. la figure 13, deux pages plus haut, qui recense tous les champs.

## LIRE LES TYPOLOGIES DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Notre point de départ a été celui des programmes de recherche, qui définissent les axes thématiques et sélectionnent les projets, plus ou moins drastiquement. Les programmes principaux ont été conduits par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et l'Agence nationale de la Recherche (ANR), mais des financements européens de projets existent aussi depuis longtemps sur ces thématiques, ainsi que des programmes régionaux, ceux des pôles de compétitivité ou encore de l'OSEO-ANVAR, ancienne AII, comme l'indique le tableau suivant qui identifie les programmes sur lesquels nous avons travaillé. Les agences nationales, sous forme d'Etablissement Public à caractère Administratif (EPA) comme l'ANR ou d'Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) comme l'ADEME ou OSEO, dominent cette offre, ce qui nous invitera à nous interroger sur la réalité d'un pilotage national de la recherche sur ces questions.

Acronyme	Nom du Programme	Financeur	Dates
UE	ECLAIR, AIR, FAIR - FP4, FP5, FP6, FP7	U.E.	1988-
AGRIC	Agriculture pour la Chimie et l'Energie	ADEME	1994-2007
PNRB	Programme National de Recherche sur les Bioénergies	ANR & ADEME	2005-2007
BIO-E	Bioénergies	ANR	2008-
BIP	Bioressources, Industries et Performance	ADEME	2008-
	Fonds « démonstrateur recherche »	ADEME	2009-
FUTUROL	FUTUROL, projet unique monté sur la bioraffinerie	OSEO	2008-
VEGA	ARP VEGA, Quels Végétaux pour la biomasse du futur ?	ANR	2008-
	Programmes de pôle de compétitivité (IAR par exemple)	Pôles	2005-
	Programmes régionaux (Région Picardie par exemple)	Régions	-

Figure 14. Tableau des principaux programmes de recherche menés sur les bioénergies disponibles dans l'espace français.

Il est très intéressant d'étudier les appels à projets (AAP) de ces programmes de recherche et à l'intérieur de ceux-ci l'évolution des axes de recherche et du vocabulaire. Si un discours attendu relevant de l'ordre des promesses ouvre toujours ceux-ci, et un cadre technique toujours plus

complexe le complète, l'exercice de typologie interne du domaine est révélateur d'évolutions importantes. Ainsi le programme AGRICE a-t-il réparti son domaine d'interventions en deux grands domaines, énergie et chimie, eux-mêmes subdivisés en biocarburants ou biocombustibles, et biomatériaux et biomolécules. Nous n'avons inséré dans notre base les données relatives au seul champ énergie, mais il est intéressant de souligner que ce n'est pas le plus vigoureux, comme l'indique la figure suivante : le monde de la chimie verte soit la production de tensioactifs, cosmétiques est en plein développement ainsi que celui des agromatériaux (briques de lin, chanvre...). Ces mondes de l'énergie et de la chimie se retrouvent dans le concept de bioraffinerie, soit la création d'une industrie multiproduction, sur le modèle des raffineries pétrolières, à partir du végétal. Ces nouveaux coproduits, qui n'en sont plus puisqu'ils pourraient constituer la cible principale de production vue leur forte valeur ajoutée, entrent parfois en concurrence avec les anciens coproduits classiques des biocarburants (drèches, tourteaux pour nourrir le bétail...). En volume cependant, la production d'éthanol (principalement) ou de diesel reste de loin le cœur de production.

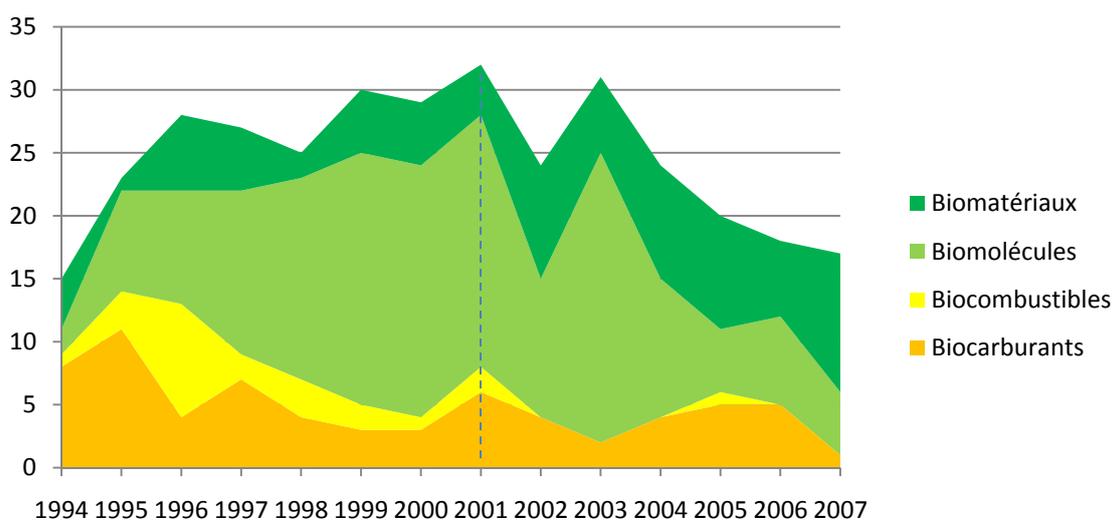


Figure 15. Evolution du nombre de projets financés par l'ADEME dans le cadre du programme AGRICE, selon sa propre typologie.

Le champ biocarburants qui nous intéresse en premier lieu a été structuré sémantiquement de façon légèrement différente dans les deux phases d'AGRICE, 1994-2001 et 2001-2007 : il y a d'abord le champ Ester/huiles qui renvoie au biodiesel, celui Ethanol/ester au bioéthanol et les études technico-économiques. La valorisation des coproduits a disparu en 2001 pour être remplacée par le symbolique champ Environnement, symbole renforcé par le fait qu'aucun projet ne s'y est finalement rattaché. On note une intéressante inversion dans la répartition des aides publiques, en valeur donc et non plus en nombre de projets, entre les deux phases : si 46% des aides finançaient l'huile dans AGRICE I, ce chiffre tombe à 22% pour AGRICE II, alors que l'éthanol passe de 24% des

aides en moyenne à 66%. Est-ce dû à un manque d'intérêt pour le biodiesel ou un aboutissement des recherches dans ce domaine ? Le règne sans partage du diester, biodiesel français de la société SOFIPROTEOL, comme principal biocarburant distribué aujourd'hui en France tend à privilégier la deuxième piste.

L'ANR a structuré tout autrement sa typologie dans les appels à projets, qui évolue d'année en année mais dont on trouve des piliers : un axe consacré aux ressources lignocellulosiques, un à la voie thermochimique, un à la voie biochimique, et un à l'évaluation socio-technico-économique et environnementale et impacts globaux (*sic*), qui disparaît dans le programme BIOENERGIES au profit des ambitieuses « Briques Technologiques », soit le travail d'intégration des procédés et technologies dans des pilotes et unités semi-industrielles. La dichotomie principale ne dépend alors plus du produit final (huile ou alcool) mais des sciences mobilisées et plus encore du procédé : craquage thermique, gazéification et liquéfaction ou chimie de l'hydrolyse enzymatique et traitements microbiologiques. Il est à noter que la voie thermochimique a été exclue du dernier AAP de l'ANR qui considère que les travaux théoriques ont été suffisamment développés et que la recherche du domaine ne doit plus relever que des « briques technologiques », provoquant un fort mécontentement dans la communauté thermochimie.

---

#### CARTOGRAPHIER POUR QUESTIONNER

Une fois toutes les informations entrées dans la base, comment les analyser ? L'intérêt d'avoir formaté l'information dans des champs en relation est de pouvoir les croiser ; ainsi une question de recherche va se réduire en une requête faisant appel aux données de champs choisis. Nous avons ensuite souhaité transformer les résultats de cette requête en visuels pour pouvoir raisonner à partir de représentations. Celles-ci peuvent prendre la forme de tableaux de données, que classiquement nous allons transformer en graphes de toutes sortes, mais aussi, plus singulièrement, de cartographies de réseau. Les nœuds représentent une entité : chercheur, laboratoire, institution. Ses caractéristiques sont indiquées par exemple dans la largeur ou couleur du cercle. Les liens évoquent l'intensité des relations, leur largeur ou couleur équivalant à une force.

Nous partons en effet d'un ensemble de tables remplies de champs, eux-mêmes remplis de données, les champs étant en relation avec d'autres, dans d'autres tables. Poser une question, c'est en tout premier lieu proposer des croisements, comptages, regroupements complexes qui à notre avis font sens. Le travail de constitution des bonnes requêtes pour automatiquement obtenir des nouveaux tableaux de données conformes à notre interrogation a été particulièrement délicat sous le langage Access et SQL et a demandé des journées de travail et de programmation en collaboration

à quatre mains sur le même clavier avec un ingénieur d'étude INRA de la plateforme Cortext de l'IFRIS, Philippe Breucker. Mais une fois ce travail fait, toute entrée supplémentaire ou modification dans la base est aussitôt intégrée dans la requête, ce qui est fort utile. Une fois les données extraites sous un tableau Excel, puis en fichier csv, avec une table pour les nœuds et une table pour les liens, le nombre de colonnes variant selon les catégories utilisées, c'est un autre travail qui nous attendait : la traduction automatique de nos tables en un langage utilisé par les logiciels de cartographie de réseau.

Les logiciels Visone et Gephi par exemple travaillent tout deux sur des fichiers écrits en graphml, langage standardisé tout spécialement pour l'étude des réseaux et reposant sur une définition séparée des nœuds et de leurs propriétés, puis des liens et de leurs propriétés. Il est intéressant de noter que Visone a été développé par les mêmes personnes qui ont dérivé le graphml du langage xml et qu'il s'agit d'universitaires allemands, chercheurs en informatique et spécialistes de l'analyse en réseaux sociaux à l'Université de Constance. Le développement de ce langage et logiciel a été financé par projet de la Deutsche Forschungsgemeinschaft en 2001 sur un modèle de logiciel libre. Il a fait l'objet d'une thèse très instructive que nous avons lue en diagonale pour les passages trop informatiques (Baur 2008). Notre travail s'inscrit donc bien dans une logique de recherche, dans le champ des outils informatiques aux sciences sociales, et nous ne nous sommes pas contentés d'utiliser des logiciels tout faits sans réfléchir aux résultats que nous souhaitons obtenir. Cette phase de travail correspond au développement et à la programmation d'un petit logiciel d'interface permettant automatiquement la transformation d'une table de nœuds et propriétés et d'une table de liens et propriétés en fichier graphml lisible par la majorité des logiciels de visualisation en réseau. Nous nous sommes répartis les tâches avec Philippe Breucker : je me suis chargé de l'analyse de la structure du langage et des propriétés des logiciels, nous avons mis ensemble au point un modèle définissant exactement le format d'entrée et de sortie et il a utilisé son savoir-faire d'ingénieur informaticien pour le code proprement dit. Cet outil est à présent disponible en ligne sur la plateforme Cortext (<http://www.cortext.fr>).

Après de nombreux bugs, brainstorming, modifications, le module a apporté les résultats escomptés et les données entrées dans la base sont visibles directement sous Visone, ou encore Gephi, un logiciel de visualisation des réseaux en trois dimensions développé à l'Université Technologique de Compiègne. Ces résultats sont visibles à titre d'exemple en page suivante pour le programme de recherche Bioénergies de l'ANR, lancé en 2008 et correspondant donc à un faible nombre de projets (13). Les nœuds symbolisent des partenaires de projet, laboratoire ou entreprise. Leur taille correspond au nombre de projets de recherche dans lequel ils sont partie prenante, et nous avons assigné à leur couleur la typologie public / privé : vert clair pour des laboratoires

appartenant à des Etablissements Publics à caractère Scientifique et Technologiques (EPST), marron clair pour des laboratoires type EPIC, ocre pour des organisations professionnelles, mauve pour des grandes entreprises et violet pour des PME. Les liens indiquent l'existence d'un projet en partenariat, le nombre de projets augmentant avec la largeur et la couleur rouge. Il suffit de revenir au schéma de notre base de données (fig. 13) pour entrevoir le nombre infini de croisements de critères possibles.

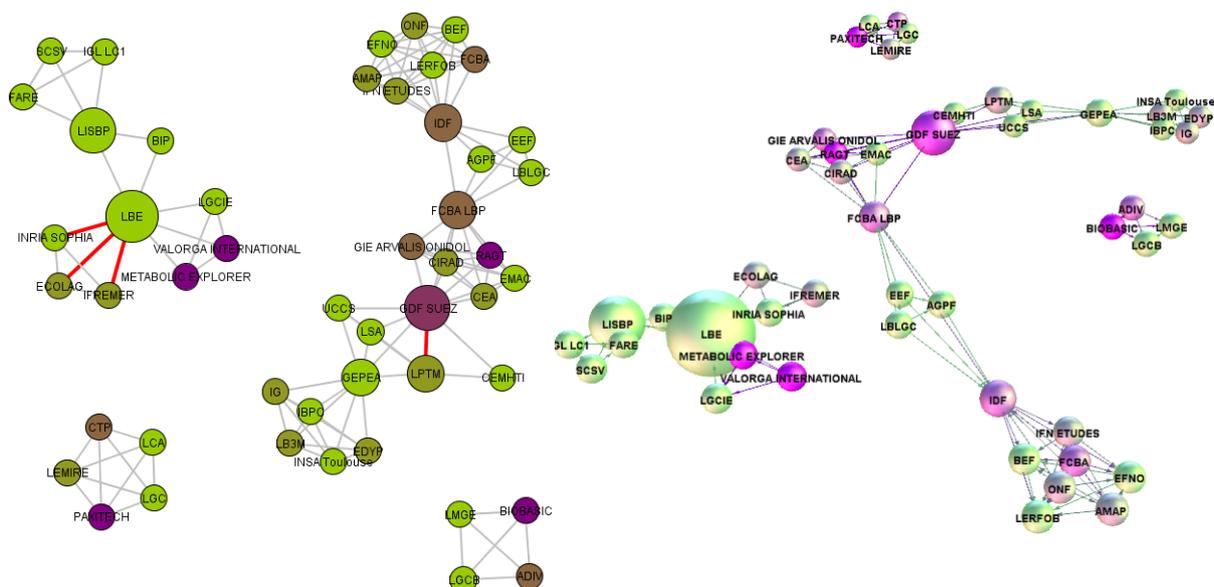


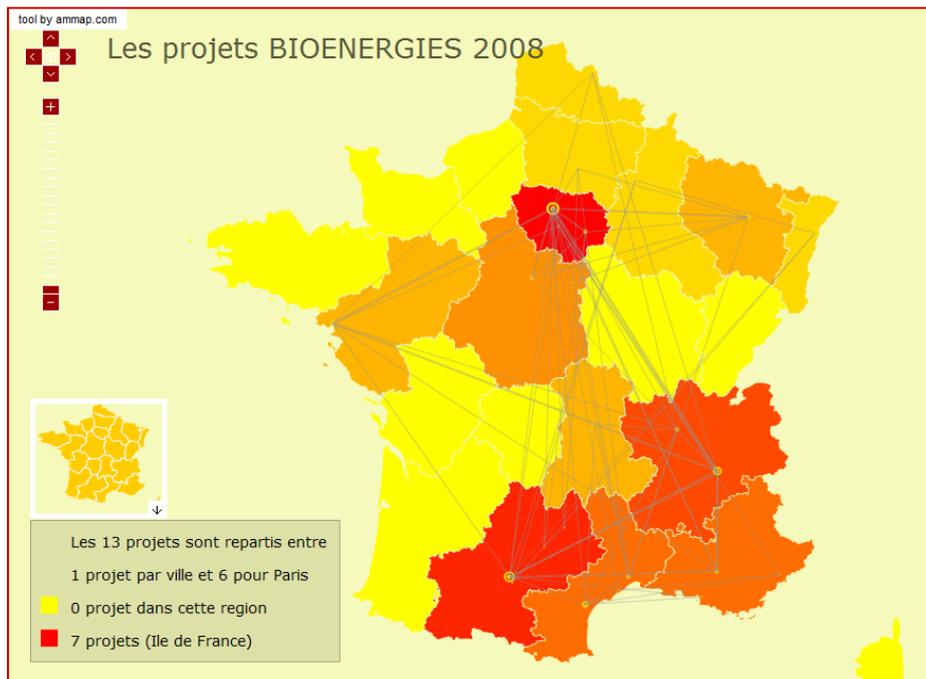
Figure 16. Cartographie des réseaux formés par le programme Bioénergies de l'ANR en 2008, en utilisant les logiciels Visone (gauche) et Gephi (droite). Les couleurs renvoient au caractère public (vert) ou privé (violet) des institutions partenaires.

Nous disposons à présent d'une procédure automatique pour sélectionner les catégories qui nous intéressent et par le biais d'une requête, représenter une carte de réseaux sur laquelle raisonner ou vérifier des informations. L'exemple ci-dessus illustre par exemple la volonté de l'ANR de privilégier le financement des PME sur celui des grandes entreprises, mais aussi la forte résistance de la communauté thermochimie de ne plus se concentrer que sur les briques technologiques et donc l'obligation de faire recours à GDF Suez... Nous n'allons pas nous étendre ici : ces cartes ne correspondant qu'à une seule année d'un programme donné, elles sont fortement contingentes.

Il est possible d'intégrer la dimension temporelle en sélectionnant les années dans la base et comparant les cartes obtenues, mais quid de la dimension spatiale ? Nous avons alors voulu aller plus loin, et fait en sorte que notre module ne transforme pas seulement les sorties de la base en fichier graphml, mais aussi en un fichier xml spécialement structuré pour être lisible par amMap, logiciel de production de cartographies géographiques lisibles par les navigateurs web en Flash et développé par des lituaniens de Vilnius. Il nous a fallu pendant des mois nous familiariser avec le langage utilisé, puis intégrer la table géolocalisation avec les communes françaises, leurs codes postaux, INSEE, latitude et longitude et localiser tous nos laboratoires et institutions, adapter enfin le module à la

programmation de ce nouveau langage basé sur les données de géolocalisation. Nous sommes fiers d'être arrivés à un résultat concluant de ce travail, qui s'inspire cette fois de la géographie *via* les SIG, Systèmes d'Information Géographique.

La dimension spatiale, les dynamiques régionales sont essentielles pour comprendre le monde des biocarburants et la recherche scientifique n'y échappe pas, nous le verrons en partie C. Comme pour les cartographies de réseaux, nous avons représenté ci-dessous à titre d'exemple les projets 2008 du programme BIOENERGIES. La légende est intégrée à la carte, sur laquelle nous



pouvons zoomer et interagir sous sa forme web. Les nombres de projets sont fournis par ville (dont le nom ou la liste de laboratoires s'affiche en passant la souris sur la carte) selon la taille du nœud et par région selon la couleur. La taille des liens indique les projets entre villes.

Figure 17. Représentation spatiale des réseaux de partenariat du programme ANR Bioénergies 2008.

## OU LA SOCIOLOGIE SE FAIT CLASSIQUE A NOUVEAU

Ce travail d'identification systématique des acteurs et de leurs relations préconisé par la théorie de l'acteur-réseau produit des documents intéressants à analyser, mais il est aussi une source d'informations essentielle pour le sociologue qui se demande par quel bout commencer son terrain. Nous nous sommes dans ce travail de fourni qu'est le remplissage de la base particulièrement bien familiarisé avec le monde de la recherche bioénergétique française, et avons repéré non seulement les acteurs principaux, ce qui n'est pas dur, mais aussi les acteurs singuliers, à la marge ou qui représentent un champ spécifique. Nous avons aussi souhaité observer les acteurs *in situ* à travers des observations lors de forums nationaux, compte-rendu de programmes ou de projets à diverses échelles. Le tableau de la page suivante énumère les quelques rendez-vous où nous avons écouté et parlé avec ces acteurs au cours de l'année passée.

Cadre	Colloque	Organisateur	Date	Lieu
<b>Semaine des énergies renouvelables, du bâtiment et de la maîtrise de l'énergie</b>	Forum scientifique national Bio-ressources, industries, performances	ADEME	nov. 2008	Paris, La Défense
<b>Semaine de la recherche et de l'innovation en Picardie</b>	Journée Agro-ressources	Région Picardie	nov. 2008	Gouvieux (Oise)
<b>Campagne Agrocarburants du CCFD</b>	Les agrocarburants : rouler ou se nourrir, faut-il choisir ?	Comité Catholique contre la Faim et pour le Développement	déc. 2008	Université de Marne-la-Vallée
<b>Colloque L'agriculture européenne en 2020</b>	Agriculture & Energie	Groupe d'Economie Mondiale Sciences Po	janv. 2009	Sciences Po – Paris
<b>Programme National de Recherche sur les Bioénergies</b>	Forum scientifique du PNRB	ADEME & ANR	fév. 2009	Paris
<b>EC –DG Research – FP6</b>	BioreFuture 2009	Projets UE Biorefinery Euroview & Biopol	mar. 2009	Comité Régions – Bruxelles

Figure 18. Liste des observations participantes réalisées dans le cadre de cette étude.

La liste qui suit énumère les entretiens réalisés à travers toute la France grâce au financement ANR du projet PRODD. Sa composition reflète la grande variété d'acteurs du domaine.

N°	Date	Fonction	Institution	Localisation
1	4 février	Conseiller CNUCED, DE	ONU, EHESS	Paris
2	25 fév.	Ex-Directeur de laboratoire	IFP Biotechnologie	Rueil-Malmaison
3	27 fév.	2 personnes : IE Environnement, Direction scientifique	ARVALIS Institut du Végétal	Boigneville (IDF)
4	27 fév.	Directeur Programme ANR	ANR Bioénergies, UTC	Paris, Compiègne
5	6 mars	Directeur de l'innovation	SOFIPROTEOL	Paris
6	10 mars	Responsable INRA Futurool, dir. labo	INRA FARE	Reims
7	11 mars	Président de pôle, professeur	Pôle de compétitivité IAR, UTC	Laon, Compiègne
8	12 mars	Président de centre	INRA Centre de Lille	Mons
9	16 mars	Chercheur	CIRAD Biomasse-Energie	Montpellier
10	18 mars	Responsable Biocarburants	Confédération Paysanne, RAC	Yvetot
11	20 mars	Chercheur, dir. de laboratoire	CEA LPTM	Grenoble
12	23 mars	2 personnes : directeur de laboratoire, chercheur ACV	INRA LBE	Narbonne
13	23 mars	Chercheur, chargé d'études	NASKEO Environnement	Narbonne
14	24 mars	Mathématicien, dir.de programme	INRIA Sophia	Sophia-Antipolis
15	27 mars	Directeur du projet Futurool	ARD, PROCETHOL 2G	Pomacle (Reims)
16	31 mars	DR CNRS, Directeur laboratoire	CNRS ICARE	Orléans
17	10 avril	Chargé d'études ACV	IFP Dir. des Etudes Economiques	Rueil-Malmaison
18	12 mai	Directeur Biocarburants	ADEME	Angers
19	13 mai	Responsable biocarburants	TOTAL	La Défense

Figure 19. Liste des entretiens réalisés et profil des personnes interviewées dans le cadre de ce travail. Document confidentiel.

Dans le souci de couvrir le moins mal possible, à travers nos entretiens, la diversité des formes projet autour des bioénergies, nous avons cherché une grande diversité des acteurs dans leurs institutions, fonctions, rôles, âges... La présentation de soi étant essentielle dans l'entretien sociologique (Goffman 1973), nous avons misé sur la carte INRA que nous permettait le stage, tout en insistant sur l'intégration de notre travail de thèse (mensonge consenti à la volonté de prise au sérieux de notre enquête) dans le cadre d'un projet ANR centré sur l'étude du développement durable : ce dernier point constitue un sésame important aux portes de grands chercheurs ou industriels aux emplois du temps chargés. Le contact avec les acteurs identifiés a été pris pour certains directement lors de l'observation de séminaires, ou par mail à partir d'une boîte grignon.inra.fr. Les résultats ont largement dépassé nos espérances puisque nous n'avons essuyé nul refus, pris les rendez-vous, et commencé à sillonner la France. L'accueil fut très rarement distant et c'est parfois pendant près d'une journée que j'ai été reçu dans les laboratoires concernés, en visitant leurs installations, partageant les objectifs de l'étude et récoltant des informations supplémentaires lors des déjeuners en cantine de personnel, pour des entretiens d'une durée d'1h30 à 3h30.

Le document suivant présente la grille d'entretiens, très souple, qui nous a servi de base et avec laquelle nous sommes allés aux entretiens. Ce n'est évidemment pas un recensement des questions posées : les entretiens étaient semi-directifs et les questions parfois très précises. A l'inverse, peu de questions de la grille ont été posées telles quelles lors de l'entretien ; celle-ci constitue cependant un reflet honnête de nos intentions de recherche et de la teneur des dialogues.

La question	Ce qui est cherché	Tactique de l'entretien	Objet
<b>Quel est votre domaine de recherche ?</b>			
Quelle est votre discipline de rattachement ?	Comment ils vont se définir institutionnellement et par discipline	Stratégie de présentation de soi-même induite	Positionnement institutionnel et disciplinaire
Le domaine est-il d'emblée interdisciplinaire ?	L'existence d'un nouveau domaine scientifique des biocarburants / du DD	Ne pas forcer la main sur ces questions pour ne pas influencer la réponse	Paradigme développement durable / existence du front de recherche
Quel est l'objet de vos recherches ?	Citation de termes dans le champ lexical des biocarburants et du DD ou pas	Inciter à la conversation en demandant par exemple de décrire les derniers travaux	Existence de l'objet de recherche : <i>per sui</i> , indirectement pensé, absent
Pensez-vous votre activité de recherche de façon plus globale ?	Vont-ils penser la chose de façon globale par rapport à : valorisation, société, controverse, etc.	Développer cet aspect s'il y a un blocage sur la discipline (mais le noter et en tirer des conséquences)	Le concernement à la controverse, les liens à d'autres professions via les partenaires
<b>Quel a été votre parcours ?</b>			
Pourriez-vous résumer votre parcours institutionnel ?	Temporalité biographique classique de type CV, remplissage biographique de base de données, liens.	Différencier la biographie personnelle	Ego dans le temps de la recherche
Depuis quand considérez-vous que vous travaillez sur ce domaine ?	Temporalité perçue du champ, repérer les raisons qui font que le domaine prend corps	Creuser quand les disciplines concernées sont rares dans le champ	Chronologie du champ, critères d'une existence ressentie

De quelle manière travaillez-vous ?			
Quels sont vos partenaires ?	Compléter la base en finesse (ma base est-elle vraiment complétée ou pas, voire plus riche que la conversation : évaluer un degré de divulgation)	J'aurai des infos sous forme de carte mais je ne montre pas ; je peux cependant relancer sur les choses non dites (à noter)	Le réseau des collaborateurs
Quel est votre rapport au développement de projets ?	Demande institutionnelle sur 2eme G et donc effet sur les activités de recherche / Savoir si les chercheurs subissent ou sont stratégiques	Interroger sur la participation à différents projets, sur les organismes, sur les réussites ou échecs	Rôle des programmations de recherche sur le contenu de celles-ci
Avec quels différents types de partenaires travaillez-vous : est-ce important ?	Typologie de l'insertion dans un nouveau paradigme de recherche	Eviter les gros sabots, questionner sur l'effectivité directe, la recherche appliquée directement	Partenariat public / privé, insertion dans un nouveau paradigme type ANR de la recherche
Quels sont les types de collaborations ?	A la fois le développement de la question précédente et les conditions concrètes de collaboration ; la perception des collègues - compétiteurs	Pré-connaissance de leur réel via mes données ; je questionne aussi sur le vécu quotidien de façon plus anthropologique : qu'est-ce qu'une collaboration, est-elle essentielle dans ce champ ?	La politique des collaborations et les coordinations évoluent dans le temps ; territorialisation avec les pôles ou en réseaux des projets
Sous quelles formes valorisez-vous vos travaux ?	Connaître les outputs (liste – cf la rose de la recherche)	Interaction sur rose de la recherche	Traces scientifiques
Quelle est votre perception de l'objet biocarburant ?			
Est-ce de l'innovation ?	Perception du champ	Rappeler l'histoire à long terme : questionner le rôle de la recherche sur l'objet même	Innovation
Parlez-vous de biocarburants, quels termes employez-vous ?	Savoir et si c'est réfléchi, si biocarburant est remplacé par chimie verte, bioressources (ou termes scientifiques) etc.	Induire par une reprise de leur discours ;	Problème du lexique et du référentiel des acteurs
Quelle est votre histoire des biocarburants ?	Redéfinition des axes en fonction de générations et si oui à quel moment ?	En fonction de la biographie et d'une chronologie à montrer dans l'entretien (M1) / Scientométrie utiliser les cartes Cooccurrence KW/Year sur CAB et SCI, demander si elles sont pertinentes ?	Les moments et la nature des « engagements » en faisant l'hypothèse que la nature des implications est hétérogène et pas première dans la controverse (cela reste à vérifier)
Que pensez-vous de la controverse autour des biocarburants ?	Sont-ils conscients d'une intégration des biocarburants à de grands ensembles thématiques ?	Questionner sur les mots employés	Cœur de la controverse
Vous sentez-vous impliqué ? Dans la controverse ou dans le contenu ? Quel rôle ?	Comprendre les périodisations et le positionnement de la personne vis-à-vis des différentes générations	Laisser parler d'abord puis les aider à établir les liens	Acteurs de la controverse
Relance du discours en opposition ? Selon l'empathie.	Capter les mouvements de la pensée, épistémé des chercheurs	Mimer la controverse pour explorer les « rationals » en fonction de l'empathie créée ; questionner les catégories ; questionner les positions, questionner la cohérence	Avis au-delà des discours tout faits

Figure 20. Grille d'entretiens utilisée pour le travail de terrain, écrite en collaboration avec Marc Barbier.

La retranscription intégrale des entretiens, exercice particulièrement long, ainsi qu'un début de codage de ces textes par thème ont suivi. Ce sont donc l'ensemble des outils présentés jusqu'ici : mobilisation de la base de données projets bioénergies par des cartographies de réseaux et spatiales, expériences issues des observations participantes et citations issues d'entretiens que nous allons mobiliser jusqu'à la fin de ce travail, à la fois dans cette partie tout en nous focalisant sur l'aspect projet, puis dans notre dernier mouvement en réfléchissant aux bioénergies comme exemple-type de la confrontation de la recherche scientifique au développement durable.

## DE LA GENERATION SPONTANEE

Nous allons ici aborder la question des conséquences du choix de la forme projet dans l'organisation et le financement de la recherche. Nous avançons l'hypothèse selon laquelle la forme projet propose des lectures historiques simples, qu'elles soient ou non

reconstituées, mais qui rythment l'évolution de la recherche, parfois de façon très versatile. Nous évoquerons aussi l'astuce épistémologique de la forme projet dans l'invention du concept de génération technologique.

*On n'exécute pas tout ce qui se propose,  
Et le chemin est long du projet à la chose*

*Molière, Tartuffe, III.1*

### « YOU ARE ALL A LOST GENERATION » : HISTOIRES CROISÉES

Ce titre énigmatique renvoie à une invective de Gertrude Stein à Hemingway, désignant le désillusionnement de la jeune génération d'artistes américains en Europe dans l'immédiat après-guerre des années 1920. De manière plus prosaïque, on peut évoquer une *lost generation* de chercheurs dans le domaine bioénergétique en France. La liste de nos entretiens nous paraissait déjà surreprésenter les seniors, mais leur longévité dans le domaine et leur accession à des hauts postes de responsabilité expliquait à la fois leur visibilité et l'intérêt de solliciter leur expérience. Nous avons ensuite rencontré de très jeunes acteurs, parfois récemment docteur, mais une classe d'âge intermédiaire semblait toujours manquer, ce que confirme une des figures françaises du domaine :

*Ah non mais qu'il y ait un trou de génération c'est évident. C'est évident. Il suffit de regarder : tu prends toutes les boîtes et tu regardes l'âge des gars... Et puis tu vois après toute une armée de jeunes. Mais dans les 40 ans là par exemple, il y a un beau trou. Et ça, c'est la même chose au niveau du pôle Y hein : Z a mon âge... Non, mais c'est un résultat de l'histoire. C'est moins vrai au niveau européen. Au niveau européen, tu as une pyramide d'âge qui est plus ou moins linéaire. C'est moins vrai au niveau américain, parce qu'ils ont une réactivité liée à la masse de financement de la recherche. Ils ont une réactivité très forte...*

Pourquoi ce trou de génération, signe important pour comprendre des dynamiques de recherche ? « C'est un résultat de l'histoire » : personne n'a souhaité, jeune, s'engager dans ces recherches il y a vingt ans, comme le confirment d'autres acteurs historiques, allant jusqu'à parler, à mots toujours choisis, d'effet de mode et de résistance à cette tendance, dans une période sans « aucun financement pour aucune énergie renouvelable ».

A quoi correspond cette période de creux ? La réponse fuse partout telle une évidence : c'est une réaction légèrement différée au contre-choc pétrolier dans les années 1990. Si les deux premiers chocs avaient été l'occasion de s'intéresser aux sources d'énergies alternatives, la dépendance des recherches au baril de pétrole valait aussi quand celui-ci dégringola. C'est ce que déplore un autre acteur qui raconte son histoire et que nous reprenons de manière un peu longue pour faire comprendre autant cette première phase de recherche en elle-même que le vécu difficile des stop & go qui transparaît dans les procédés narratifs :

*Les premières actions qu'on a eues dans ce domaine, c'était dû aussi à la présence d'un ancien de l'IFP, directeur de l'IFP, au ministère de l'industrie avant d'être ministre des armées, et qui s'appelait Giraud. [...] pour vous resituer c'était sous Giscard d'Estaing, vous voyez. C'est lui qui a permis par exemple le lancement à l'IFP de tout un programme biomasse, en particulier le programme de mise en place du pilote à Soustons [...] Il ne faut pas oublier que quand il était au gouvernement, il a vu au moins la deuxième crise pétrolière, la première je ne pense pas qu'il était au gouvernement. 1973 il ne l'a pas vu mais 1978 il l'a vu. Et donc la France comme les pays européens ont beaucoup souffert, enfin souffert il ne faut pas exagérer, mais il y avait quand même un problème au niveau des moyens de transport et donc des carburants. Donc comment se rendre un peu plus autonomes ? « On a de la biomasse, on n'est pas les plus forts en biomasse mais c'est pas si mal que ça en France, donc voyons ce que l'on peut faire ». Donc il a décidé un peu de lancer ça, il était allé aux Etats-Unis pour voir, et l'IFP a suivi. Puis à un moment donné, là c'est un reproche que je peux faire, par rapport à d'autres et en particulier des Européens et même des Américains, c'est que des fois on a une vue court-terme, trop court-terme des choses. Pendant une période, disons qu'à partir de 1990 quelque chose comme ça, l'énergie coûtait de moins en moins cher : les carburants, le pétrole... On a connu du pétrole à 10\$ le baril, ce qu'on ne reverra plus jamais. La réflexion de certains maîtres-penseurs, c'était de dire : « Pourquoi vous embêter là-dessus ? Regardez l'énergie, on ne parle pas du nucléaire, mais regardez le pétrole on a de quoi faire aussi bien pour la chimie que pour les transports ». Puis on s'aperçoit que c'est quelque chose qui peut être temporaire – attendez ne me faites pas dire que le pétrole va disparaître du jour au lendemain – mais on sait que c'est une réserve finie.*

On peut penser qu'une telle versatilité dans l'engagement de recherches sur un seul critère économique ne se reproduirait plus aujourd'hui. Mais la forme projet tend à privilégier une telle focalisation, pas forcément dans les choix des financeurs mais aussi, de manière intériorisée, dans la rédaction par les chercheurs de leurs réponses aux appels à projets. Il est surprenant d'entendre le degré de reconstitution – à tort ou à raison – de leur propre histoire sur ces seules causes à un degré tel que le décrit cet acteur de la recherche en biogaz à partir de déchets :

*Nous notre vie, en tant que chercheurs, notre vie a changé le jour où le 12 juillet 2006 le prix du kilowatt/heure racheté à partir du biogaz a augmenté, les industriels ont été... déjà qu'ils étaient forts avant, ils sont encore plus forts. Après il y a le prix du pétrole qui fait que la conscience collective...*

La recherche sur les bioénergies connaîtrait-elle une activité strictement proportionnelle au cours du baril ou du gaz, particulièrement en France ? La vie étant rarement aussi simple, il existe d'autres histoires, d'autres dynamiques. Parmi elles, un mouvement proprement agricole, où, encore une fois, les dynamiques françaises se distinguent : c'est un manager de recherche occupant un haut poste dans une institution de recherche, fortement impliqué dans le processus qu'il décrit, qui, sur le ton de la confiance, donne son analyse.

- *Pour moi il y a deux dynamiques. Il y a eu la dynamique européenne et la dynamique nationale, tout étant piloté par les chocs pétroliers qui sont restés quand même en toile de fond. La dynamique européenne, elle a été dès le début positionnée sur la biomasse lignocellulosique et quelles ressources, quelles transformations que ce soit par des voies bio- ou des voies thermo-chimiques. Et ça dès les appels d'offres des années 80 - 90 - 95 on le retrouve : ça a été le leitmotiv de l'Union Européenne. Au niveau recherche et recherche finalisée, et même jusqu'à des projets de démonstration. Dans le même temps, au niveau national, la priorité a été une priorité agricole. Il suffit de relire Jean-Claude Sourie du coup, tu dois les connaître mieux que moi, où c'est la réforme de la PAC en 1992 qui a été un peu le déterminant du système, donc on met en avant des productions agricoles et le scénario blé – betterave – colza et manifestement le choix du développement des biocarburants qu'on appelle aujourd'hui de première génération. En France avant 2004-2005 on ne parlait absolument pas de lignocellulose. Voilà c'est donc deux logiques différentes : ce qu'on raconte aujourd'hui en France en 2007, on le racontait en 1992 à Bruxelles.*
- *La France a pris une mauvaise voie ? Comment ça s'est fait, pourquoi ?*
- *[Bas, le rendez-vous ayant lieu pour des raisons pratiques dans la salle de réunion du conseil d'administration au siège de la Confédération Générale des planteurs de Betterave] Eh bien... c'est la pression des lobbies agricoles, quoi.*

La réforme Mac Sharry de la Politique Agricole Commune en 1992 instaurait une obligation de mise en jachères d'un pourcentage important (variant entre 10 et 15%) des terres. Une jachère industrielle était cependant envisageable : l'agriculteur pouvait à la fois cultiver des plants et vendre un produit final qui relevait des valorisations non alimentaires, tandis qu'il continuait à toucher l'argent des jachères. Les biocarburants ont donc été perçus en France comme une mesure compensatoire à la réforme de la PAC. Notons au passage que le contexte est alors à la surproduction alimentaire et que cette ironie est à retenir en 2008 alors que les biocarburants sont accusés d'affamer le monde à cause d'une trop forte pression sur les terres arables. Les lobbies ont joué leur rôle avec brio et en particulier dans les premières phases de recherche des programmes nationaux.

Les phases de regain d'intérêt nouveau pour les biocarburants dans le monde de la recherche sont identifiées, outre la nouvelle hausse des cours du baril suivant le 3<sup>ème</sup> choc pétrolier à partir de 2003, à la directive 2003/30/CE (Parlement Européen et Conseil de l'UE 2003) *visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports*. Celle-ci fixe un objectif de 5,75 % de biocarburants dans les mélanges pour les transports en 2010; la *Stratégie de l'UE en faveur des biocarburants* de la (Commission Européenne 2006) la prolongeant pour atteindre 10% d'ici 2020, participant ainsi principalement à l'horizon des 20% d'énergie renouvelable à cette échéance. Des acteurs ont indiqué le nom des plans français de traduction des objectifs de 2003 : plan Raffarin en 2004 suivi du plan Villepin en 2005 qui augmente les attentes par rapport à la moyenne européenne en visant 7% de biocarburants en 2010 et 10% en 2015. Ce mouvement est contemporain du Programme National de Recherche sur les Bioénergies (2005-2007), dirigé par une Agence Nationale de la Recherche naissante mais dont l'ADEME assurait en fait le pilotage.

Dernière histoire croisée enfin : seuls deux acteurs nous ont livré une histoire des sciences, une pour la voie biochimique et une pour la voie thermochimique, sur des temps sensiblement plus longs. A trop s'occuper de sciences et sociétés, n'y a-t-il plus d'autre histoire à raconter qu'une histoire économique et sociale des sciences ? Les dynamiques des sciences émergentes sont en fait aussi ancrées dans des mouvements plus longs et la forme projet qui les fait complètement disparaître dans le règne de l'immédiat nous convaincrat *presque* de l'intérêt de refaire une histoire des sciences purement internaliste.

- *Pour la voie biochimique en tout cas, ça se voit très bien en termes d'histoire de la découverte des enzymes. Les amylases ont été parmi les premières découvertes en 1880, les cellulases elles ont été découvertes, vraiment bien, nettement après la guerre. [...] et puis les dernières enzymes qu'on ait connu, ce sont les enzymes qui dégradent la lignine, que l'on a appelé d'abord les ligninases mais qui maintenant on le sait se sont des lignine-peroxydases et en terme d'histoire des sciences, c'est très récent. [...] Donc il est clair qu'il y a un décalage de plusieurs dizaines d'années entre l'hydrolyse de l'amidon et l'hydrolyse de la lignocellulose. Quand même les progrès qui ont été faits sont non négligeables. Mais il y aura encore besoin de rupture scientifique.*
- *Jusqu'ici on m'a raconté l'histoire du pétrole, l'histoire agricole, mais c'est très intéressant d'avoir une histoire des sciences...*
- *Ah oui non mais attendez, bien sûr ! Ressortir du placard les trucs qu'on croit avoir à un moment donné pour s'y intéresser c'est sûr que c'est lié, la concurrence c'est ça, la concurrence du pétrole. Mais c'est pas ça qui a modifié l'histoire...*

La projection en avant de la forme projet a-t-elle été beaucoup trop réduite dans le pilotage des recherches sur les bioénergies en France ? Nos entretiens tendraient à le prouver. Mais la forme

projet a une carte maîtresse pour faire oublier les histoires croisées et imposer une histoire officielle du développement scientifique des fronts de science : le concept de génération technologique.

#### QUELLE REALITE ATTACHER AU CONCEPT DE GENERATION TECHNOLOGIQUE ?

Nous sommes aujourd'hui dans l'attente de la deuxième génération de biocarburants, qui est ici à l'état de projet, là à l'état de pilote, ailleurs à l'état semi-industriel... Mais qu'est-ce donc qu'un biocarburant de seconde génération ? Tautologiquement, nous pourrions dire qu'avant tout ce n'est pas un biocarburant de première génération, car le terme cherche à marquer clairement une distance d'avec un objet controversé et donc potentiellement dangereux pour le laboratoire, l'entreprise, les financements. L'ANR a en effet du jour au lendemain en 2007 supprimé tout financement pour des projets visant aux biocarburants de première génération. Le but est louable : dans une définition, par la négative, la plus généralement acceptée, les biocarburants de seconde génération sont ainsi nommés car ils ne sont pas en concurrence avec l'alimentaire, *via* l'utilisation de la plante toute entière et non de la seule graine comme le pratiquerait la première génération.

*Oui, on mélange tout. Non mais on mélange tout. J'aime pas beaucoup ce débat, ceci dit tout le monde s'en mêle et tout le monde donne sa définition, il n'y a pas une définition normalisée. Plutôt que dire première génération je préfère dire génération actuelle, et on peut dire qu'elle se caractérise clairement par la mobilisation de ressources qui sont en concurrence avec l'alimentaire, en particulier chez nous.*

Pourquoi alors, un peu partout, le terme de génération est qualifié de technologique ? La définition est clairement sociale et relève de la forme projet : si un premier produit biocarburant existait, il nous faut à présent en chercher un sensiblement différent, répondant à la controverse globale *Fuel vs. Food*. On retrouve donc dans le concept-même de génération la promesse, la controverse, puis le retour de la promesse sous une autre forme, dans un mouvement binaire sans fin. Et le discours qui passe dans les médias est le suivant : qui devrait relever ce défi ? La science, les technologies ! Et les générations sont donc qualifiées de technologiques, la controverse ne concerne que la première génération : attendons et louons la seconde. Mais cette différence entre générations, est-elle vraiment technologique ? Y a-t-il une rupture épistémologique à la Bachelard, un changement de paradigme à la Kuhn ? Il est très délicat de répondre à cette question, en particulier à cause de la diversité des champs que couvre chaque génération de biocarburants, cette nouvelle dichotomie entre générations balayant dans les mots seulement les structurations par produit (ester/éther soit biodiesel/bioéthanol) ou par procédé (voie biochimique ou thermochimique par exemple). Mais à la même question, les réponses d'acteurs divergent profondément : pour certains, oui, il y a fondamentalement des sciences différentes en jeu et une rupture majeure

attendue, à tel point qu'ils ne peuvent citer d'autre rupture scientifique majeure ayant déjà eu lieu dans le domaine auparavant. Pour d'autres non, et ils le disent d'emblée sans même que la question leur soit posée :

- *[...] Donc voilà comment je suis arrivé dans les biocarburants, de la première à la seconde génération qui pour moi est une distinction qui me fait toujours rire parce que je ne vois pas la différence : il y a autant de saut technologique pour transformer de l'amidon en bioéthanol par rapport à la betterave où vous avez du sucre je vais dire soluble...*
- *Donc le concept de génération n'est pas technologique, il ne correspond à rien scientifiquement pour vous, dans la pratique ?*
- *Ca correspond plus à la complexification de l'extraction du substrat de fermentation - pour simplifier. Pourquoi ? Si vous avez une betterave, vous la coupez et vous la mettez dans un verre d'eau chaude, vous avez de l'eau sucrée. Si vous prenez de l'amidon ou un grain d'amidon qu'on broie, il faut déjà broyer, vous mettez la farine dans l'eau chaude, pendant un certain temps ça aura tendance à avoir un goût de sucre. Ce décalage entre les deux je dirais, il est presque le même dans l'autre sens, alors ça dépend si on est sur une échelle logarithmique ou une échelle linéaire, si vous mettez de la cellulose en effet dans un verre d'eau, là il faudra un bon bout de temps avant qu'elle commence à avoir un goût de sucre. Mais je voulais juste vous montrer que faire une segmentation aussi rigoureuse de première, seconde, troisième, pourquoi pas quatrième, je trouve ça idiot, d'autant plus que nous au final, nous sommes convaincus - ce n'est pas un préjugé de notre part hein mais c'est une idée que nous avons - c'est que si on installe un jour des unités dites de seconde génération, à partir de matière cellulosique, elles ont tout intérêt à la fois au point de vue des capitaux à investir mais aussi au point de vue fonctionnel et opérationnel et au point de vue versatilité, flexibilité, de s'intégrer avec des unités de première génération. C'est pour ça qu'on appelle ça la génération 1.5.*

On l'a compris, il y a des intérêts économiques à ce que la transition se fasse par une génération 1.5, avec sous-entendu les mêmes acteurs : on ne parle alors plus de saut technologique mais de « complexification » à laquelle la recherche doit répondre, tout simplement. La réalité de ce fort appui du développement de la seconde génération sur les structures de la première n'a pas encore atteint la sphère des médias, qui les plébiscitent sans chercher plus loin les chiffres des coproduits existants et futurs pour l'alimentation animale, du problème peu réglé de la pression sur les terres arables, qui peuvent n'être pas rédhibitoires mais qui sont des problèmes auxquels la différence de génération ne change rien. Les acteurs qui évoquent l'importance de la rupture n'ont pas moins tort que ceux qui évoquent la continuité *via* la génération 1.5. Il s'agit d'abord de rappeler que la deuxième génération est un objet de recherche depuis longtemps en Europe, et que des acteurs confient :

*Disons que nous deuxième génération on y a travaillé début 1980, puis après ça s'est un peu arrêté, et puis ensuite après c'est reparti. Parce qu'on pensait que sur*

*la première génération, au moins sur l'éthanol, il n'y avait pas énormément de choses à faire. En revanche sur le biodiesel première génération, on y a travaillé quand même un bon bout de temps puisqu'on a mis au point les procédés de catalyse homogène et de catalyse hétérogène.*

Et une vérité que l'on commençait à subodorer apparaît alors, de l'aveu d'un autre acteur :

*Objectivement, dans la première génération il n'y avait pas de quoi se rouler par terre quand même hein. Faire de la fermentation alcoolique, on sait faire ça depuis toujours. Avec des grains, entre guillemets de l'amidon ou du sucre, il n'y a pas de quoi pavaner. Bon bien sûr il y avait des progrès de procédés, mais ce ne sont pas des progrès... ils sont périphériques quoi. [...] Attendez, sur la seconde génération, c'est le contraire. Il n'y a pas de seconde génération sans rupture scientifique.*

Et ce même acteur d'affirmer que la structure industrielle, par contre, s'appuiera bien sur celle de la première – il est un partenaire très important du manager de recherche qui nous expliquait qu'il n'y avait pas de rupture, mais ils partagent en fait malgré ces discours contradictoires le même avis : la première génération n'avait pas besoin d'une mobilisation importante de la recherche. Le choix fait de suivre les lobbies agricoles a conduit à un faible besoin de recherche hors amélioration de procédés, qui se traduit par la prédominance des acteurs industriels dans les premiers programmes nationaux de recherche, comme l'indique la figure 22 page 64. Une rupture technologique est effectivement essentielle pour passer à la seconde génération, et mobilise une multitude d'autres acteurs, nouveaux, dans le champ. Mais la production reposera sur les structures fermement établies de cette première phase purement industrielle de recherches. Voilà un pan important de notre interrogation sur les dynamiques de recherche expliqué.

Sauf que... des réponses singulières mais riches d'intérêt émergent ailleurs, lorsque l'on interroge un acteur en lien avec le développement des biocarburants pour les pays des Sud sur la part sociale ou technologique du concept de génération :

*Il y a les deux en fait. Ben oui. Ce sont des techniques, des technologies à mettre en œuvre qui sont pour la plupart assez innovantes en tout cas. Certains principes sont déjà bien décrits, étudiés, ou déjà utilisés : la gazéification se fait depuis plus d'un siècle pour le charbon etc. il n'y a pas de soucis. La pyrolyse c'est quand même quelque chose qu'on connaît justement depuis la fin des années 1970. Après, pour arriver aux qualités auxquelles on veut arriver, évidemment on se heurte à des problèmes. Et c'est aussi sociologique parce qu'en fait il a bien fallu annoncer, on en revient à ce qu'on disait tout à l'heure, il a bien fallu annoncer au citoyen que non le colza finalement, non ça ne va pas être la solution. Et là... ah. Alors en plus nécrocarburants... ah. La solution c'est : j'utilise la plante entière, ce qui est une stupidité complète d'un point de vue philosophique, [rires] je veux dire bon... Mais d'un point de vue énergétique, c'est flashy quoi. Donc ah, c'est beaucoup plus efficace. Non pas forcément... C'est peut-être bien plus efficace de laisser la nature faire la photosynthèse et des sucres, des lipides, des protéines... enfin tout ça et de les valoriser. Plutôt que de couper ça même depuis la racine et*

*de coller ça dans un grand four. Mais, les gens, c'est ce qu'ils attendaient. Ils attendaient une réponse à, de nouveau, l'angoisse. Finalement ni les éoliennes ni les premières générations ne répondaient à l'après-pétrole, puis on est en train de leur expliquer par dessus le marché que c'est même pas bon pour les gaz à effet de serre - ce qui est un mensonge éhonté mais enfin bon c'est comme ça. Donc il fallait bien quelque chose... et voilà les secondes générations sont tombées à point nommé.*

Et ce même acteur d'évoquer les conséquences dans son laboratoire-même du soudain virage vers la deuxième génération, à la technologisation excessive et donc peu exportable selon lui :

*La première conséquence par exemple pour être plus clair hein, c'est qu'on est deux nous, deux chercheurs à travailler sur carburants plutôt première génération, si on veut, et puis ils sont quatre-cinq à travailler plutôt sur de la seconde génération. Et en fait s'ils sont quatre ou six, c'est parce qu'ils étaient seconde génération. Et pourquoi on est toujours que deux, c'est parce qu'on était en première génération et que visiblement c'était pas bien. Alors bon, les vieux loups comme moi, dans le domaine, je sais bien ce qui va se passer demain, je le sais obligé, bien sûr, il n'y a pas de mérite, il y a 27 ans que je suis dedans, je sais bien qu'évidemment les demandes qui vont venir du terrain Afrique, Amérique Latine, ça va être de la première génération. Donc on a un petit passage, un petit creux là, mais bon on va rebondir. On va rebondir.*

Le concept de génération est donc extrêmement riche et cache d'importants débats qu'il serait peut-être intéressant de porter sur la place publique. Mais il renvoie quoiqu'il arrive à une réalité : celle de l'existence de l'objet biocarburants dans cette sphère publique, et ce mécanisme s'opère dans la forme projet. Expliquons-nous : plus que les chiffres de substitutions du pétrole par cette énergie alternative, qui sont aujourd'hui en France de l'ordre de 6% des carburants destinés au transport, ce qui est vraiment loin d'être négligeable, c'est à la réalité octroyée par les discours scientifiques que les médias, l'opinion, voire les pouvoirs publics attachent un degré d'existence. Quand les économistes nous expliquaient que le baril devait atteindre les 40\$ pour que des biocarburants rentables existent, il fallait comprendre cette affirmation comme un renvoi aux calendes grecques. Le temps passant, la barre se haussa d'ailleurs à 60\$, reculant toujours la perspective d'existence de l'objet. Cet objet fantôme biocarburants, promis à un avenir aussi flou que l'après-pétrole, n'acquiesça sa concrétude que dans la controverse où il fut soudain transformé en agrocarburants, voire nérocarburants (Nicolino 2007). L'apparition publique du concept de deuxième génération a alors permis ce renvoi, toujours à plus tard dans l'horizon des réalisations d'un objet qui, sous une forme distillée, est quand même bien présente dans notre univers. C'est une des grandes forces du concept de génération technologique, à tel point que certains tel Steven Chu évoquent jusqu'à quatre de celles-ci. Issu de la forme projet, ce concept permet de la faire vivre. C'est d'ailleurs toute l'ambiguïté du mot de génération : contrairement à chez (Aristote), c'est perpétuellement en puissance que ce concept se développe, camouflant ses entéléchies. Un projet, pour vivre, a besoin de perpétuelles promesses, et surmonte par la « génération » les controverses.

## QUAND LA SCIENCE DEVIENT TENDANCE

Sur le même schéma, mais dans une logique poussée à l'extrême, l'engouement sans bornes pour la production de biocarburants à partir de microalgues a cette fois certainement tout d'un effet de mode. Les médias se sont emparés du jour au lendemain du sujet et ne tarissent pas d'éloges sur les vertus écologiques des algues, les biocarburants du futur. La deuxième génération attend toujours sa rupture scientifique et est loin d'être en phase de production qu'en voici déjà une troisième, forcément meilleure. Il s'agit de cultiver des microalgues principalement sous photoréacteur et de les mettre en condition de stress pour qu'ils produisent une huile potentiellement transformable en biodiesel. Quoi de plus beau que l'image propre des océans et du monde marin, face à l'agriculture multimillénaire et polluée ? L'image ci-contre du photographe israélien David Yellen a été reprise comme illustration par de nombreux journaux, revues et blogs. C'est vert, incontestablement. C'est scientifique : l'alignement des échantillons l'atteste, alors que d'autres photographies proposent la variante d'un bécher avec agitateur. C'est propre : l'atmosphère stérile et la lumière claire font oublier la bouillie à quoi ressemble le mélange d'huile produite qu'il faut séparer des algues et de l'eau. C'est beau enfin, tout simplement. Un des chercheurs interviewés du domaine – il est encore jeune et a les yeux bleus, ceci peut avoir son importance – évoque son étonnement suite à cette ruée médiatique :

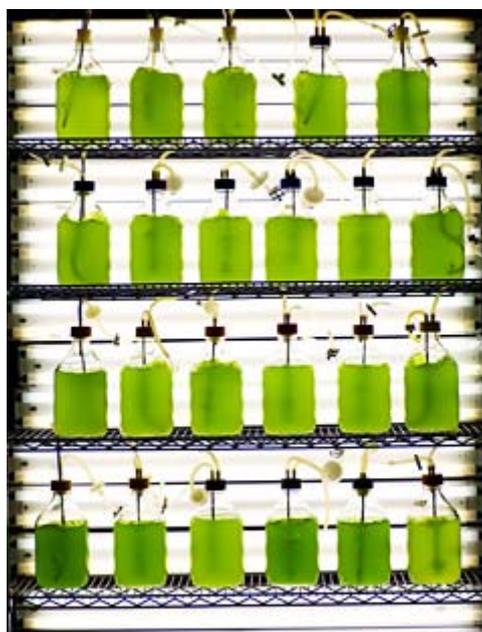


PHOTO: DAVID YELLEN  
**Figure 21. Photographie d'artiste illustrant une culture de microalgues productrices de lipides biocarburants. Source : David Yellen.**

*Et, très vite, moi j'ai été totalement submergé : le même jour j'ai eu TF1, France 2, M6, Bouvard enfin d'un seul coup je me suis demandé ce qui se passait, d'autant que le projet venait juste de démarrer donc on n'avait encore bien sûr aucun résultat. On était dans une sorte de grand écart entre ce qu'on avait promis et ce qu'on avait commencé à faire.*

Existe-t-il meilleure définition de l'économie des promesses que cette dernière phrase ? Les acteurs d'autres filières biocarburants, eux, ne voient pas d'un bon œil la publicité faite à ce nouveau concurrent et mettent directement en cause les extrapolations scientifiques sur les rendements des chercheurs en microalgues. C'est dans le passage de la paille au bassin que se nichent ces *great expectations* :

*Pour les applications énergétiques, pour avoir la rentabilité avec des photoréacteurs tubulaires dont tout le monde parle, – ça c'est la vérité hein, parce que, eux, ils ont travaillé pendant 25 ans – il y a un facteur 400. Donc c'est certainement le domaine dans lequel il y a eu les plus grosses conneries, les plus grandes boursoflures qui ont été dites.*

Du dire de certains acteurs de la filière-même, des bilans d'analyse de cycle de vie sont fortement négatifs car il y a de multiples façons de cultiver des microalgues, et certaines pratiques sont réhébitoraires. C'est le cas pour de nombreuses start-up qui ont fleuri dans ce domaine à travers le monde et produisent déjà des carburants par cette voie, dénonce un chercheur public :

*Pour moi là on est dans une bulle, on est dans une bulle environnementale, écologique. Les micro-algues ben c'est une bulle, tout le monde veut investir là-dessus, tout le monde se jette là-dessus, et donc ça va être une bulle qui va exploser : ça c'est absolument clair. Ça explosera peut-être dans un an, peut-être dans deux ans... la crise va certainement amplifier ce mouvement donc le mouvement de balancier il est à peu près clair : je l'attends, il n'y a pas de problèmes. Donc je sais que ça va se passer, et je m'y prépare aussi dans mon discours avec les journalistes, c'est-à-dire que maintenant notre discours c'est : pas avant 2020.*

Mais si les agences nationales tant intéressées par les briques technologiques applicables soutiennent ces projets de recherche purement fondamentaux et à long terme, c'est peut-être aussi, dans une quête de légitimité et pour une question de politique institutionnelle, qu'elles souhaitent associer leur image de marque à de tels domaines médiatiques. Et incitent donc elles aussi à rentrer dans la publicité et l'économie des promesses, alors que des collusions avec certains intérêts privés paraissent parfois douteuses :

*Vous connaissez l'histoire de la journée micro-algues ? Parce que ça me fait rire... C'est euh... comment il s'appelle enfin bref le directeur d'une société qui est un ami personnel de Mme W... Monsieur X, PDG de Y. Enfin moi j'ai participé à trois réunions à cause de lui ou grâce à lui je ne sais pas trop comment dire. [...] la première fois j'avais dit oui parce que je ne savais pas qu'on pouvait dire non, la deuxième fois j'ai dit oui parce qu'une réunion avec la directrice de Z on peut difficilement dire non... Et la troisième fois en fait, c'était cette journée, parce que, apparemment, c'est lui qui avait demandé à ce qu'il y ait une journée comme ça qui s'organise.*

A quand la prochaine controverse suite à l'éclatement de la bulle des microalgues ? Les acteurs de la filière bioénergie s'y attendent, d'autres s'y préparent mais la multiplication des effets de mode dans la recherche, à court terme et sous forme de bulles, est un effet collatéral inévitable de l'érection en modèle de la forme projet dans l'organisation et le financement de la recherche pour les fronts de science.

- *Alors le problème des algues apparemment, pour la capture CO<sub>2</sub>, c'est : est-ce que les algues qui sont alimentées par du CO<sub>2</sub> venant des fossiles, est-ce que c'est considéré comme biofuel etc. ? Donc est-ce que ça compte, ça rentre dans le renouvelable... [rires] des questions existentielles se posent. Mais c'est globalement vrai sur le CO<sub>2</sub>, le statut du CO<sub>2</sub> justement dans les petits programmes qu'on mentionnait tout à l'heure. C'est vrai qu'on a regardé un peu quel est le statut juridique du CO<sub>2</sub> : il n'y a pas encore de statut. On réfléchit, essaie de monter mais effectivement ça passe par là.*
- *La définition des champs scientifiques est juridique ?*
- *Ben oui, c'est pas vraiment un champ scientifique mais déjà le produit, l'objet : est-ce que c'est un bioproduit ou pas ? C'est intéressant justement. C'est un vrai objet de frontières [rires]. C'est aussi vrai pour le CCS, qui a vraiment joué ou qui est en train de jouer le rôle d'objet frontière.*

Nous ne nous attendions pas nécessairement à ce que les acteurs formulent eux-mêmes, dans les termes des *Science studies*, nos interrogations ; mais il faut avouer que ce chercheur est un familier du domaine et que nous avons repéré ce point sur son *curriculum vitae* avant de l'interviewer. Les biocarburants ont-ils joué le rôle d'objet frontière, décrit par (Star et Griesemer 1989), entre des communautés scientifiques différentes ? L'objet frontière est un outil de médiation, qui vient de l'interaction et qui est en même temps vecteur de l'interaction. Il a deux niveaux d'existence juxtaposés : celui d'objet flou dans l'usage commun et général, mais spécifié et chargé différemment dans chacun des mondes en fonction de ce que sont ces mondes. L'objet frontière est donc selon Star un objet aussi constitutif de frontières. Pour ce qui est du double statut des biocarburants, nous l'avons déjà évoqué, il règne en effet une forme floue dans tout le social, qui renvoie à des réalités diverses dans des champs de recherche différents. La forme projet traduit cette dualité en regroupant dans un même programme tout un domaine intitulé bioénergies, mais que l'on retrouve fragmenté en différents axes : ressources, thermochimie, biochimie, voire en sous-axes qui ne se parlent pas toujours. Mais les compartimentations disciplinaires sont dures à dépasser :

*Alors, juste un mot d'histoire. Lorsqu'on a monté le programme PNRB, on avait travaillé à trois au départ là-dessus : X de l'IFP, Y de l'ADEME et moi de l'INRA. Et on avait structuré le PNRB pour avoir une cohérence de communautés entre ressources et les bioprocess. On avait tout ficelé comme cela. Lorsqu'on a présenté ça aux pouvoirs publics, on nous a dit : « On ne peut pas faire de l'aide publique à système fermé. Vous tronçonnez et on retrouvera ça dans les appels d'offres ». Et on est arrivé au PNRB avec l'Axe 1 machin, l'Axe 2 truc... Donc c'est le poids aussi des institutions et du mode de financement de la recherche, des financements publics, qui fait que partir sur un cluster fermé... c'est pour ça que FUTUROL c'est relativement exemplaire.*

Y a-t-il un lien de coproduction entre frontières de l'objet et construction d'une communauté de recherche dans les bioénergies ? C'est l'hypothèse de (Miettinen 1998) qui a consacré un papier à cette question à travers l'étude du VTT, un important organisme de recherche sous contrat finlandais travaillant entre autres sur les procédés de production d'énergie à partir de lignocellulose. Ce travail, *Object Construction and Networks in Research Work: The Case of Research on Cellulose-Degrading Enzymes* analyse comment la construction de l'objet résulte d'un effort continu de la communauté « to create and maintain the social meaning and motive of its research activity ». Le travail de recherche repose selon lui sur une dualité de l'objet : l'objet de recherche en lui-même (ici disons biocarburants, bioénergies, bioraffineries) et une série d'objets d'application que les chercheurs et managers transforment tandis qu'ils les créent. Cet article, dont nous n'avons eu que très récemment connaissance, est parfaitement compatible avec l'analyse de la forme projet et du concept de génération comme balancier, entre promesses et controverses, d'un objet perpétuellement renvoyé en construction et que nous avons décrit précédemment.

Existe-t-il alors une communauté bioénergie française ? Nous avons repéré au niveau international des revues comme *Biomass & Bioenergy*, et des acteurs ont souligné la présence d'une telle forme organisée de recherche aux niveaux mondial et européen. Les cartes de réseaux de projets présentant une unique maille (cf. figure 23, page 65), les entretiens où beaucoup de noms nous ont été cités et de partenariats décrits nous auraient poussés à parier sur l'existence d'une telle communauté en France. Mais il ne faut pas oublier que selon les conclusions de notre étude du concept de génération, cela ne fait que peu de temps que nous sommes vraiment sur un front de science, au-delà des mots. Sur la question de l'existence d'une communauté bioénergies, il n'y a donc presque que les directeurs de programme qui confirment celle-ci et chacun d'entre eux attribue de manière assez drôle le basculement, le moment de communautarisation à son programme. Il ne faut pas ironiser sur cette autosatisfaction : ce sont peut-être bien des communautés qui se constituent mais des communautés différentes, spécifiques.

Mais pour ce qui est du grand réseau, global, des acteurs qui nous intéressent : comment le définir ? Sur l'échelle de *Learning in projects, remembering in networks* (Grabher 2004) qui s'intéresse à l'écologie des projets, nous sommes certainement, à un degré plus fort que la simple *connectivité* de réseaux faibles et précaires, déjà dans la *socialité* caractérisée par une intensité de la forme réseau, éphémère cependant. Seul le temps dira si les bioénergies atteindront le statut ultime de *communauté*, intense et durable. Mais une association, la construction d'une forme organisée cela repose aussi sur un certain nombre de valeurs. Quelles sont celles qui traversent un monde de la recherche en quête d'une nouvelle science agroenvironnementale ?

## C. LES DOUTES DE LA RECHERCHE PAR PROJET POUR LES BIOENERGIES A L'HEURE DU DEVELOPPEMENT DURABLE. *ENTRETIENS*

Dans ce dernier mouvement nous souhaitons esquisser quelques axes de la rencontre entre les modes d'organisations d'une recherche interdisciplinaire émergente et les objectifs du développement durable. Nous nous étions présentés aux acteurs dans cette optique, à travers le projet ANR PRODD, projet d'analyse du processus de production de connaissances en lien avec le développement durable. Le mode d'écriture qui suit est léger car les enjeux sont encore en grande partie à démêler. A partir des cartes de réseaux et d'un extrait d'entretien à un autre, nous déroulons un fil narratif peu chargé en métadiscours présentant succinctement des points d'intérêts concernant cette problématique. Nous développerons dans d'autres circonstances un cadre interprétatif plus fort issu de l'émergence de catégories à partir du texte plein des entretiens, codé par nos soins selon ces différents axes.

L'étude des liens entre recherche scientifique et développement durable concerne, pour Bernard Hubert (Hubert 2008), une tension entre le développement compris comme une nécessité interne à la réalité et le développement comme « volonté politique et projet économique de s'arracher à la nécessité surgissant de l'état des choses ». Comme l'évoquait notre acteur qui s'intéressait au statut juridique des microalgues et du CO<sub>2</sub>, une exigence scientifique première est pour Bernard Hubert la combinaison d'un ordre d'explication par la détermination, la loi, et d'un ordre qui relève du projet et de l'action intentionnelle. C'est la nature-même du choix de la forme projet qui est interrogée par le développement durable. Reprenant une typologie de Maier 1999 distinguant trois types de rapport entre idées, intérêts et actions : les ideas as hooks ou le nouvel habillage d'une action par un intérêt, ce que l'on nommerait aujourd'hui greening ou verdissage, les ideas as road maps permettant l'action coordonnée et les ideas all the way down, invitant à repenser tout à partir de l'idée, Olivier Godard et Bernard Hubert proposent trois degrés d'engagement de la recherche dans le développement durable (Godard et Hubert 2002). Alors que le premier degré correspond à la prise en compte de nouvelles questions, le degré 2 fait du développement durable un nouvel objet de recherche et le degré 3 propose une refondation des pratique de recherches : en partenariat et intégratives.

A la lecture de cette typologie on pourrait sans aucun doute qualifier les bioénergies de nouvelle science durable. Le rapport de Godard et Hubert à la directrice de l'INRA de 2002 propose

d'ailleurs les biocarburants comme exemple du degré 2, voire du degré 3. Mais qu'est-ce qu'une science durable ? Des problèmes se posent sur la redéfinition des pratiques de recherche, sur des choix idéologiques. La forme projet est revendiquée tant par le discours du développement durable que par les transformations contemporaines du monde de la recherche sur un modèle d'entreprise. Nous interrogerons donc successivement pour le cas des bioénergies l'applicabilité et le degré d'investissement industriel des recherches, les choix d'échelle et de concentration spatiale de l'activité scientifique, pour conclure sur la notion d'engagement du chercheur.

## QUELLE RECHERCHE APPLICABLE POUR ETRE DURABLE ?

Travaillant sur des thématiques environnementales et se réclamant du développement durable mais décriés par les mouvements écologistes, quels sentiments portent les chercheurs du domaine bioénergétique sur l'écologie au sens politique ? Interrogés sur l'influence des partis et couleurs politiques sur le développement de la recherche concernant les biocarburants, une seule dichotomie importante est apparue chez les chercheurs et managers de recherche. Les extraits suivants concernent des acteurs ayant indiqué de manière directe ou à peine voilée une proximité idéologique respective avec l'UMP, le PS et le PCF :

*L'écologie en France ce n'est pas toujours une écologie verte, c'est l'écologie pastèque : c'est-à-dire que c'est vert à l'extérieur mais dedans c'est rouge.*

*Les Verts ils ont pas de vue globale non plus, il faut pas s'affoler. Ils ont pas de vue réaliste, ils ont pas une approche globale. Il faut qu'ils existent, ils ont leur rôle à jouer, il est dommage qu'ils n'aient pas une approche globale. Maintenant chez les Verts, il y a plusieurs courants. Il y a des gens qui ont cette approche plus ou moins, il y en a d'autres qui sont bornés.*

*Sous gouvernement socialiste, les Verts avaient beaucoup d'influence et ont bloqué quasiment toute innovation. J'essaie de me souvenir quelle innovation ils n'ont pas bloquée. [...] Donc voilà un peu le constat que l'on peut faire : socialistes, les Verts ont trop d'impact, droite, les lobbies ont trop d'impact.*

Même chez des acteurs qui ne connaissent pas la même hostilité, la dichotomie avec les écologistes est nettement marquée : « Je parle à tout le monde, moi, même avec les Verts ! Même avec les Verts : j'ai dit ce que je pense de certaines ACV... ». De l'autre côté, certains chercheurs

revendiquent un certain environnementalisme et évoquent leur réticence envers certains grands groupes privés ou à vocation industrielle, dont l'image écologique est ternie :

*« Il y a la motivation derrière, personnelle quelque part. Moi j'aurais du mal à travailler pour le nucléaire ou pour l'armement. [...] Il y a des chercheurs très bien au CEA. On a un projet avec eux... Mais moi personnellement, j'aurais du mal à travailler au CEA. C'est personnel. »*

*« Bon, moi je ne suis pas fervent partisan de TOTAL, pour plein de raisons différentes... Donc j'ai un peu traîné les pieds à aller les voir mais je me suis dit peu importe d'où viennent les moyens au bout d'un moment si ça permet de faire avancer des thématiques environnementales, je suis prêt à fermer un peu les yeux »*

Cette dichotomie entre méfiance à l'égard de l'écologie politique et méfiance envers certains grands acteurs privés est intéressante pour délimiter un champ des possibles en matière de rapport à l'environnement dans la forme projet. Car nous ne sommes pas dupes des exclusions que produit ce nouveau paradigme de recherche basé sur la compétition croissante autour de la notion d'excellence et nous ne doutons donc pas de l'existence d'une forme de rejet total de ces nouveaux modes d'organisation et de financement. Mais à l'intérieur-même de ce nouveau paradigme, tout n'est pas vert ou gris : si on ne retrouve pas une opposition nette public / privé, les idéaux types de recherche sont quand même très divers.

#### UN PARTENARIAT PUBLIC-PRIVE, CERTES, MAIS LEQUEL ?

Nous proposons, pour comprendre la diversité des formes de partenariat public-privé, de comparer les réseaux formés par les trois principaux programmes de recherche français au niveau national : AGRICE, PNRB et BIOENERGIES. Les deux premiers sont présentés ci-dessous, le troisième ayant déjà fait l'objet d'une représentation figure 16, page 44. Nous rappelons la légende : les nœuds symbolisent des partenaires de projet, laboratoire ou entreprise. Leur taille correspond au nombre de projets de recherche dans lesquels ils sont partie prenante, et nous avons assimilé à leur couleur la catégorie public / privé : vert clair pour des laboratoires appartenant à des Etablissements Publics à caractère Scientifique et Technologiques (EPST), marron clair pour des laboratoires type EPIC, ocre pour des organisations professionnelles, mauve pour des grandes entreprises et violet pour des PME. Les liens indiquent l'existence d'un projet en partenariat, le nombre de projets augmentant avec la largeur et la couleur rouge.

S'agissant d'AGRICE, on repère tout d'abord le nombre important d'acteurs industriels et d'organisations professionnelles. Les PME sont disséminées dans des projets uniques un peu partout dans le réseau, tandis qu'au centre les grands acteurs du monde agricole distribuent leurs

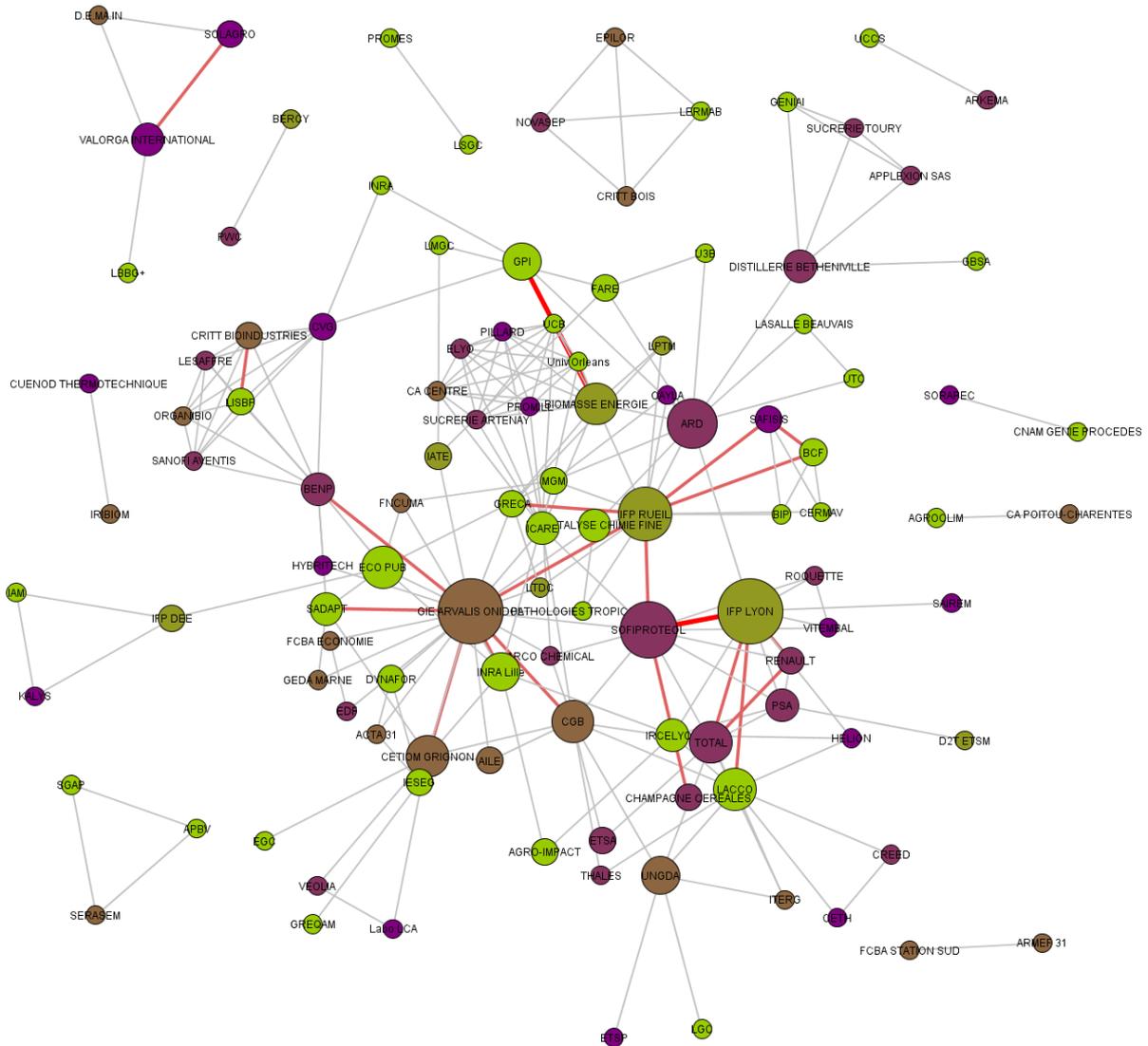


Figure 22. Carte du réseau des partenaires de projets sous le programme AGRICE, 1994-2007.

partenariats et font appel à un certain nombre de laboratoires publics. L'IFP joue un rôle majeur si l'on additionne les disques de l'IFP Rueil et l'IFP Lyon. Tout un monde agronomique et INRA est relié à ce cœur de réseau par l'intermédiaire d'Arvalis, structure privée de recherche des céréaliéristes en lien avec la CGB des betteraviers. SOFIPROTEOL, organisme d'innovation du monde des oléagineux, fait lui cavalier seul dans la voie du biodiesel avec son partenaire IFP et ses clients indirects pétroliers et équipementiers automobile. La structure est donc lisible en cercles concentriques autour de l'IFP, qui travaille avec des grandes entreprises et des organisations professionnelles, qui elles-mêmes sont en relation avec un certain nombre de partenaires publics. Les PME complètent ce premier réseau, et des structures indépendantes de partenariat éphémère constituent le dernier type de projets financés par l'ADEME. La structure est assez classique, celle d'une logique industrielle qui regroupe au centre du réseau les acteurs économiques les plus puissants et organise autour des sous-réseaux

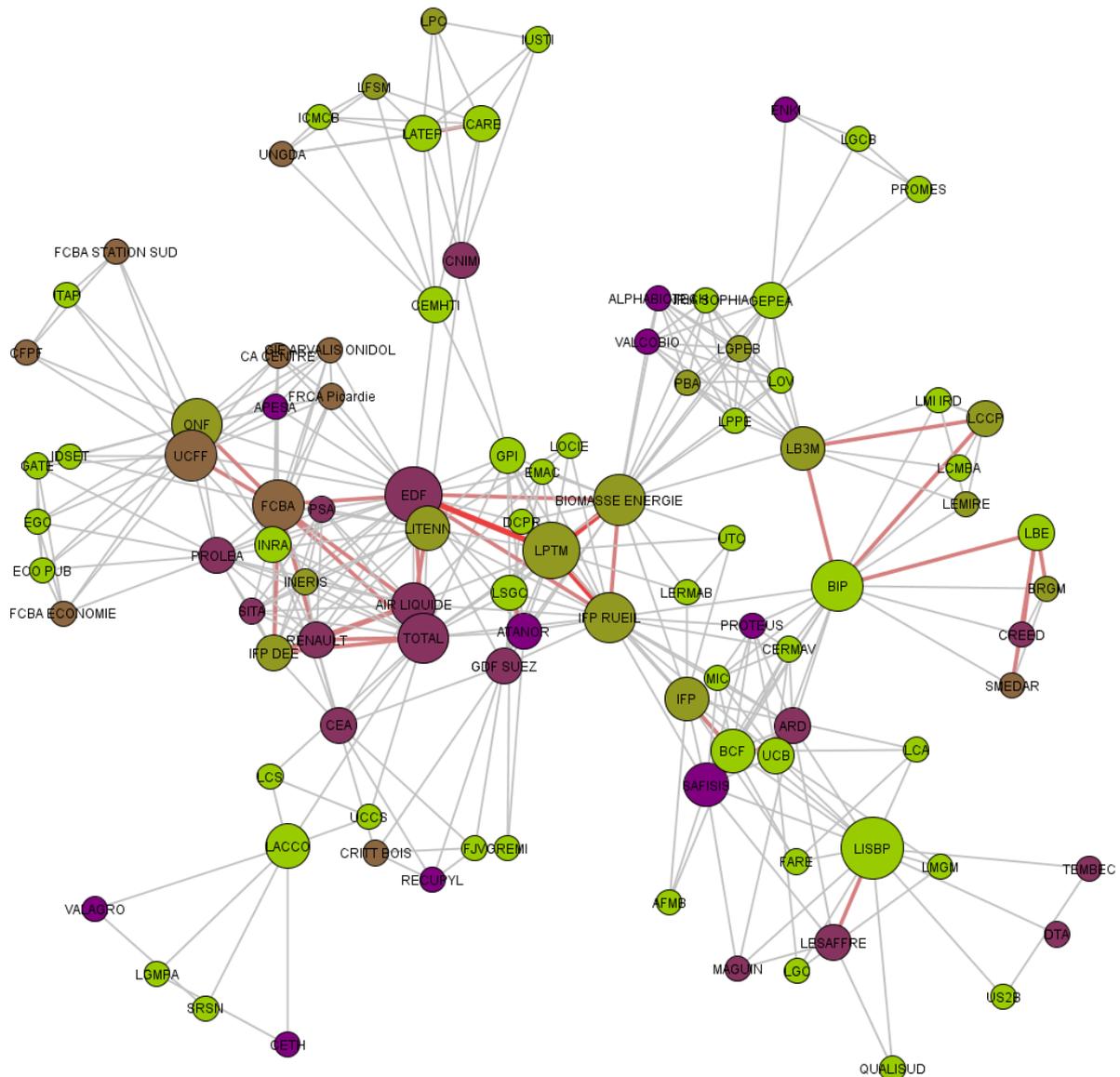


Figure 23. Carte du réseau de partenariats des projets sous le programme PNRB, 2005-2007

thématiques. La longue période couverte par le programme AGRICE conjugué cependant peut-être des évolutions plus fines que ce schéma général.

Le PNRB, codirigé par l'ANR et l'ADEME, mais cette dernière agence effectuant toujours le pilotage effectif, ne laisse aucun acteur isolé mais autour d'un cœur solide délimite des mondes distincts : c'est encore une organisation professionnelle, le FCBA, qui est la passerelle du monde forestier en haut à gauche. On distingue un ensemble microalgues en haut à droite tandis qu' autour du LISBP se structure la recherche lignocellulosique de deuxième génération et sur les enzymes. On retrouve un très grand nombre de laboratoires publics, le monde agronomique de la ressource est dispersé et les très grands acteurs industriels au centre ne sont en fait plus convoqués que pour des expertises économiques et environnementales. C'est un triptyque d'EPIC (Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial) IFP – CEA – CIRAD qui assure la cohésion au centre du réseau :

ces organismes savent particulièrement gérer des partenariats public - privé de recherche et ils sont un symbole même du nouveau paradigme de recherche organisé sur la forme projet suite à la naissance de l'ANR la même année que le lancement du PNRB. Les PMI-PME sont toujours, voire encore plus, quasi-absentes par rapport aux grands groupes industriels mais les acteurs majeurs agricoles tendent à disparaître. Cette représentation permettrait de corroborer l'hypothèse de la naissance d'une nouvelle vague de recherches, moins à la marge, pour les bioénergies.

Mais ce paradigme de recherche, qui érige en modèle le partenariat public – privé comme gage à la fois d'un intérêt national, d'un bien supérieur, et d'une réalité de développement économique et industrielle essentielle dans la mesure où le développement durable ou les biocarburants par exemple ne sont une réalité que quand le produit existe et est effectivement utilisé ; ce paradigme est-il celui sur lequel les fronts de sciences doivent se développer ? Un acteur évoque l'expérience douloureuse d'un partenariat public-privé quasi-fatal pour l'avancée de ses recherches et de celles de ses partenaires, alors même qu'ils avaient impliqué la PMI-PME dans le seul but de plaire aux responsables de programme et d'obtenir le financement :

*Il y a quelque chose qui s'est très très mal passé, c'est justement avec cet industriel qu'on avait inclus, qui s'est révélé en fait rapidement une start-up mais qui n'avait pas vraiment démarré. Ils n'ont pas réussi je pense à obtenir des financements et par contre très rapidement ils ont essayé de s'emparer de la propriété intellectuelle et de se débrouiller pour que le maximum de choses qui puissent être faites dans le projet leur revienne. Quand je dis très rapidement : il y a eu un élément qui a tout fait basculer, c'est la médiatisation du projet. A partir du moment où on était sous le feu des projecteurs et où ils se sont aperçus que, sans vraiment l'avoir fait exprès, ils étaient à côté de ce qui apparaissait soudain comme une poule aux œufs d'or, ils ont décidé immédiatement qu'ils n'allaient pas lâcher comme ça leur sous et essayer d'en tirer le maximum de bénéfices.*

Mais d'autres acteurs, majoritaires, nous présentent le mode de fonctionnement d'une vraie collaboration public-privé. Ils l'ont testé dans l'émergence des biotechnologies pendant les années 1990, de grandes figures scientifiques ayant fait l'objet d'études de *Science Studies* sur *Les contrats de recherche entre l'université et l'industrie : l'émergence d'une nouvelle forme d'organisation industrielle* (Cassier 1995).

*Un des sujets qu'il [Cassier] a regardé c'est nos relations avec le monde industriel et il a dégagé les règles : [...] ce qui est extrêmement important c'est que dans la collaboration de recherche, de développement et d'innovation entre le monde de la recherche universitaire et le monde industriel, les échanges non marchands sont extrêmement importants.*

*[...] C'est le mycélium des champignons. Ce qui est important, pour quoi que ce soit, c'est qu'on soit capable de créer l'équivalent du mycélium qui se trouve dans la forêt, dans le sol. De temps en temps, pas tout le temps, eh bien il y a un projet qui sort : c'est un champignon. Et puis après il y en a un autre. Et s'il n'y a pas*

*cette bonne entente qui est basée sur l'échange d'informations, sur une bonne entente voire sur une complicité parce que ça peut aller jusqu'à là, eh bien ça ne marchera jamais. Si quelqu'un fait un contrat isolé complètement qui vient de nulle part, ça va mal se passer hein. Parce que vous savez que ça va très vite, pour qu'une relation entre un industriel et un universitaire se passe mal. Et c'est pas lié au fait que la recherche soit trop fondamentale, pas du tout. C'est lié au fait qu'il n'y a pas assez d'échanges.*

On rappelle que le programme BIOENERGIES a, lui, fait disparaître presque totalement les grands industriels. Pourquoi cette prise de distance ? Pour l'acteur suivant, paradoxalement, si la recherche par projets n'est pas assez appliquée et encore trop fondamentale, ce n'est pas la faute des laboratoires publics mais des grands groupes industriels.

- *Sachant que les grands groupes, et on s'en est bien rendu compte assez rapidement, ont dans ces appels d'offres une stratégie qui consiste à dire : nos vrais procédés on les achète à l'étranger. Alors je peux cafter mes petits camarades : [s'en suivent les noms de 5 acteurs essentiels et des procédés achetés, auprès de sociétés étrangères]. Bon voilà c'est très marrant de voir qu'en fait les gros intervenants, leurs technologies, celles qui vont porter sur des démonstrateurs industriels sont des technologies étrangères, et que quand ils remontent sur des opérations ANR, en associant des universitaires très bons au demeurant, plein de trucs bourrés d'équations et de dérivées partielles, ça se termine toujours par la cinétique de gazéification qui est vachement importante mais qui ne résout pas du tous les problèmes de technologie et de savoir-faire industriel du développement des gazéificateurs dans les quelques années à venir car on va en avoir besoin pour faire des biocarburants.*
- *Donc paradoxalement, si je vous comprends bien, c'est à cause des grands groupes qu'on reste dans de la recherche Ancien Régime ?*
- *Alors absolument, car ils sont très contents dans ce système : leur recherche, ils n'ont pas besoin de la fiabiliser dans la mesure où ils rachètent et ils ont tout leur staff juridique derrière qui sera prêt à contester l'achat de la licence si ça ne marche pas etc. et que par contre ils s'amuse un petit peu, bon c'est trop méchant de dire de ça, ils développent leurs connaissances générales sur procédés avec des études à caractère plutôt académique [...] Du coup ce n'est pas dur, pour revenir aux PMI-PME : absence totale des PMI-PME.*

Le passage de gestion des programmes nationaux de l'ADEME à l'ANR ont mis au jour les différences et similarités d'organisation de la recherche selon la philosophie des deux agences.

*Quand je suis arrivé, X m'a dit, un peu après nos premières discussions : « Tiens j'ai eu la visite de mecs, beaux jeunes gens, costumes trois-pièces machin, qui ont dit : bon il faut arrêter, une agence ne peut plus déléguer à une autre agence, il faut commencer à internaliser les programmes. Et elle me dit : coup de bol, c'est tombé sur toi, voilà. Donc Bioénergies, on va l'internaliser puisque ton programme est recréé dans un cycle triennal. Alors évidemment ça a créé un tas de bordel avec les gens de l'ADEME puisqu'ils l'ont mal pris etc.... J'avais demandé accessoirement qui c'est ces mecs-là ? C'est des collaborateurs de*

*Valérie Péresse – je m’excuse de demander, pardon ... ? Elle me dit : ah ben non c’est plutôt Valérie Péresse qui est le collaborateur de ces mecs-là...*

Et d’évoquer ensuite une juste répartition avec le programme BIP de l’ADEME qui prend en charge le bois énergie, mais surtout les fonds démonstrateurs, ces pilotes semi-industriels de l’ordre de 50 – 80 millions d’euros, deux thermochimiques pour l’appel d’offres 2009 tandis qu’OSEO a financé FUTUROL, le grand projet lignocellulosique français. Car la recherche à l’heure du développement durable, c’est aussi une question d’échelle de financements et de réalisations.

L’ADEME, elle, reproche à l’ANR une philosophie de recherche « de type CNRS, des faux critères d’évaluation, dits de recherche scientifique, reposant sur le seul taux d’élimination ». Cette façon de critiquer par comparaison au CNRS est croustillante dans la mesure où, à l’ANR, on se vante aussi d’avoir enfin fait bouger des comités de pilotage « assez tambouillés » et de les avoir renouvelés de plus de 50% « en virant les gens du CNRS », institution - figure honnie de la forme projet en France. Nous voulions juste évoquer ces différences philosophiques importantes pour des agences qui, sous forme projet, contrôlent d’un côté notre engagement énergétique et environnemental et de l’autre la recherche nationale. Le rapport (Birraux et Le Déaut 2001) recommandait déjà de « renforcer la transparence de l’ADEME et restaurer son pilotage par l’État ». Car ce sont ces agences qui établissent les feuilles de routes, comme le déplorent certains acteurs, managers de la recherche y compris :

*Peu après avoir été nommé responsable de programme, je vais au ministère : « Pardon de vous déranger, excusez-moi, mais quels sont les axes, pouvez-vous me donner la roadmap ? » et on me répond « Ah non ça n’existe pas, on ne sait pas, on n’a pas ça... »*

*L’Y c’est écolo dans le mauvais sens, c’est une position de principe et ils sont un peu coincés. X, Z n’ont pas les épaules, ne sont pas taillés pour affronter ces enjeux [...] A mon avis, ça devrait se passer au niveau de l’Etat. C’est clair, nous on peut aider, mais au niveau de l’Etat, il faudrait qu’il y ait un plan structurel.*

*Compte-tenu du poids [politique et économique], on a quand même en France une approche très biaisée biocarburants de première génération et quelque part justement j’ai l’impression que l’Etat se satisfaisait d’un manque d’ambitions claires et concrètes pour préparer la suite. Quand je compare les programmes allemands, scandinaves aux français, l’exemple du truc le plus orienté concret débouché industriel c’est le programme finlandais à mon avis en matière de bioénergies. Eux c’est complètement : qu’est-ce qu’on sait bien faire, c’est quoi nos points forts, c’est quoi les perspectives industrielles et commerciales et hop on va la dedans et on organise l’argent public et on essaie de drainer de l’argent privé qui va là où la raffinerie se développe pour tirer ces trucs-là et ceux-là seulement.*

Nous avons déjà sans doute trop multiplié les citations diverses mais nous voulions souligner les doutes et l'indécision dans les feuilles de route d'une recherche en front de science, confrontée à une problématique de développement durable qui implique à la fois une prise en compte de l'environnement dans les objectifs des projets et les pratiques de recherche et une logique de développement industriel des produits dans des temps toujours plus courts. La figure dominante de cet univers de recherche rappelle les débats contemporains du monde agronomique et agroenvironnemental autour de la modernisation écologique et de la promotion par les instances professionnelles de « l'agriculture écologiquement intensive ».

Nous présentons, dans le paragraphe qui suit, une synthèse de la modernisation écologique inspirée d'une présentation de (Deverre et de Sainte-Marie 2008). La modernisation écologique c'est l'idée selon laquelle les défis environnementaux sont des sources potentielles d'innovations technologiques et institutionnelles et de nouvelles pratiques sociales. L'accent est mis sur les améliorations environnementales (sous une forme de réalisme utopique que nous pouvons rapprocher de l'économie des promesses) plutôt que sur la durabilité absolue. Les critères d'évaluation sont la nature et l'extension des innovations, la transformation des pratiques et des relations sociales, le progrès épistémologique des innovations, par changement incrémental. *The Quest for Ecological Modernisation* de (Marsden 2004) propose d'accompagner ce mouvement par un agenda de recherches, dépassant le modèle de la révolution industrielle. Pour Marsden il faut développer l'« empowerment » des élus locaux, lier production et consommation, promouvoir la responsabilité sociale et environnementale des firmes agroindustrielles, contrecarrer la professionnalisation bureaucratique.

L'agriculture écologiquement intensive, c'est la prise en compte d'impératifs écologiques, telle la compensation des émissions du CO<sub>2</sub>, ou l'effort sur la réduction d'intrants, tout en maintenant production et rentabilité au plus haut niveau. Le nouvel Institut de l'Agriculture Durable (IAD), inauguré à l'Assemblée Nationale en 2009 et regroupant les principales coopératives du pays, repose sur ce nouveau modèle. On pose l'hypothèse que la recherche sur les bioénergies, par analogie, trouve ses fondements dans le même modèle de modernisation écologique.

## CHERCHER DANS L'ESPACE

Les deux cartes suivantes représentent les programmes AGRICE et PNRB déjà évoqués mais distribués cette fois sur les territoires des régions et les concentrations des villes.

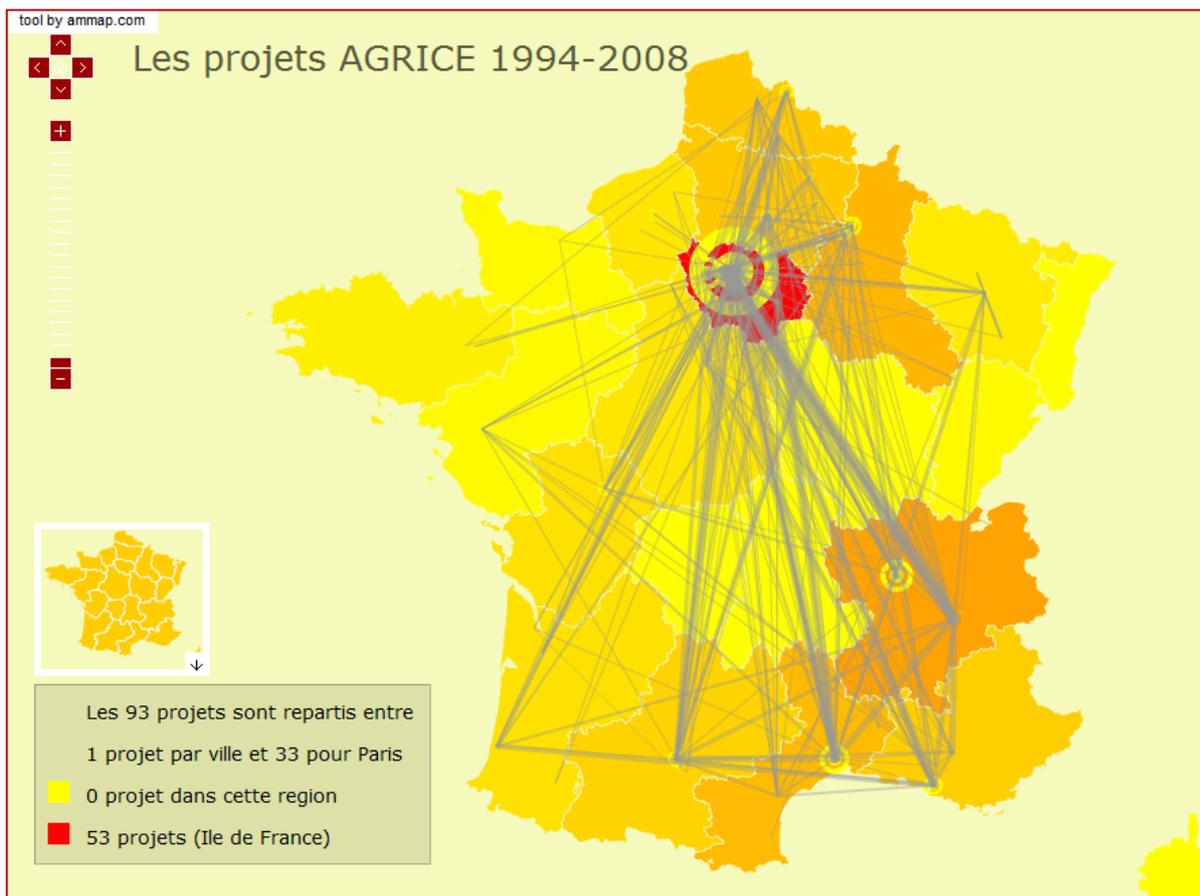


Figure 25. Représentation spatiale des réseaux de partenariats et de la distribution par ville et région des projets AGRICE, 1994-2007

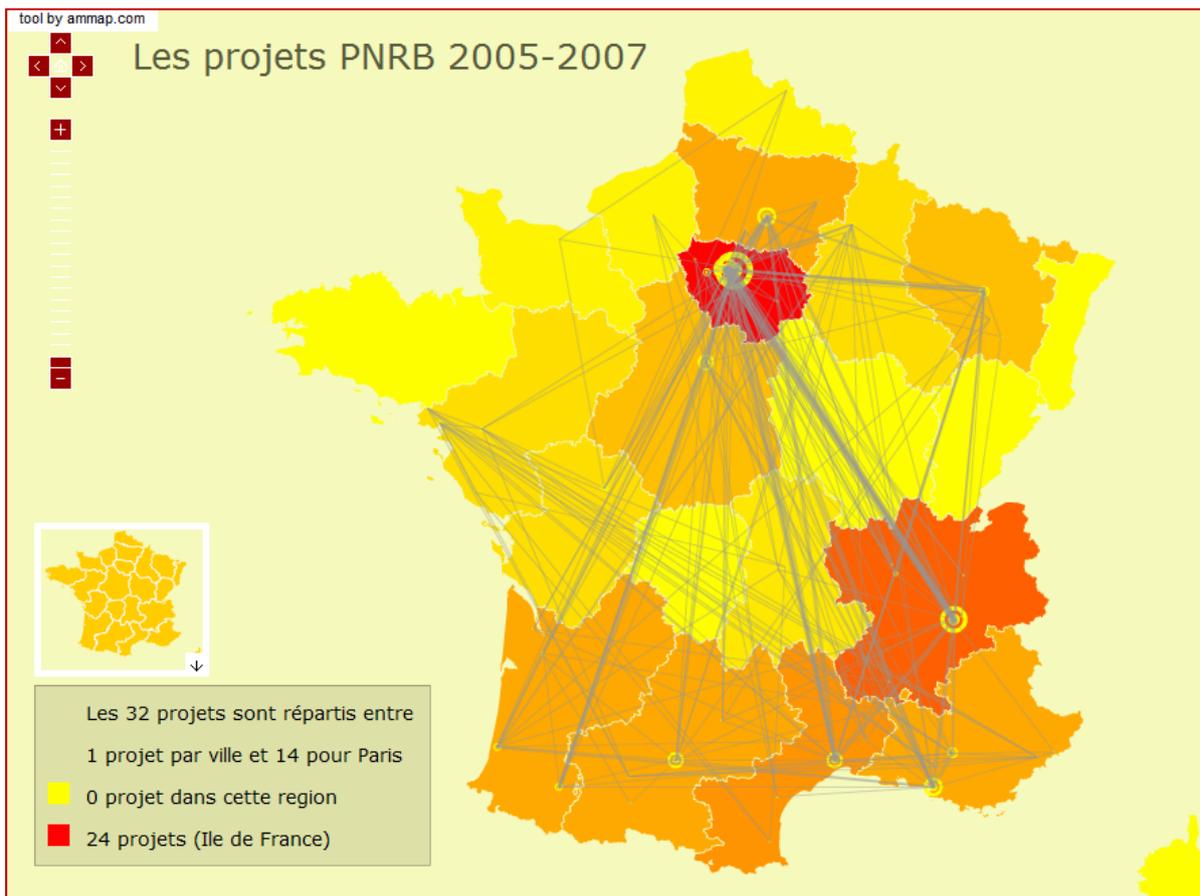


Figure 24. Représentation spatiale des réseaux de partenariats et de la distribution par ville et région des projets PNRB, 2005-2007

Le réseau AGRICE est l'exemple type du réseau en étoile autour de Paris. Cela ne renvoie pas toujours à un partenariat effectif avec la région Ile de France : il s'agit seulement parfois de la localisation des sièges sociaux de grands groupes industriels, que nous avons entrée dans la base quand aucun complément d'information ne se présentait à nous. Ce réseau en étoile dessine des axes Paris – grandes métropoles du Sud-est et un triangle Paris – Nord Pas de Calais – Champagne-Ardenne qui inclut en son centre la région Picardie. Cet ensemble est l'espace principal de développement de l'aventure biocarburants : dès 1986 les biocarburants et le concept de raffinerie végétale sont étudiés, un pilote éthanol naît à Bétheniville (Marne) le 5 septembre 1988, inauguré par le ministre socialiste de l'agriculture Henri Nallet.

Si cet espace Picardie – Champagne-Ardenne disparaît progressivement des cartes avec le PNRB et encore plus Bioénergies, c'est dû au développement de programmes régionaux d'une part comme en Picardie, qui servent à financer les recherches des Universités d'Amiens et de Compiègne, transrégionaux d'autre part avec la création du pôle de compétitivité Industries et Agro-Ressources (IAR) en 2005, dans la catégorie pôle à vocation mondiale. Le réseau Sud-est se développe *via* des laboratoires de recherche moins proches du monde agricole local. La carte Bioénergies figure 17 page 45 accentue cette tendance au déplacement du monde des bioénergies autour des régions Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, PACA et Rhône-Alpes, même si l'importance de cette dernière en matière de recherche est une tendance générale de l'organisation scientifique en France. De nouveaux pôles de compétitivité sont concernés par ce déplacement spatial et ce sont eux qui proposent des labellisations de projets sur les bioénergies : nous recensons de manière quasi-exhaustive les pôles Mer et Capenergies (énergies non génératrices de gaz à effet de serre) en PACA, où le CEA joue un rôle prépondérant notamment avec ITER, les pôles Tenerrdis (Technologies Énergies Nouvelles Énergies Renouvelables Rhône-Alpes, Drôme, Isère, Savoie) et Axelera Chimie-Environnement en Rhône-Alpes, Agrimip Innovation (pôle agricole et agro-industriel en Midi Pyrénées) et Xylofutur centré sur le monde du bois en Aquitaine.

Les pôles de compétitivité, créés sur une politique d'aménagement du territoire destinée à aider les régions à difficulté s'est substituée en une politique visant à encourager les plus dynamiques, remplaçant un objectif d'équité par un objectif d'efficacité selon (Duranton et al. 2008). Cette politique de *clusters* génère sans aucun doute une concurrence interrégionale que les responsables de pôles dans une réunion publique qualifiaient de « saine compétition ». La vérité est que le monde des pôles est très opaque, les financements de projets sur des montants parfois très importants, pour certains hasardeux. Là encore, du côté laboratoire public, une labellisation par un pôle est un gage essentiel pour l'obtention d'un projet ANR. D'aucuns critiquent cette régionalisation de la recherche :

*Après quand tu regardes sur le terrain les pôles de compétitivité, ou les Carnot tout ça c'est un bazar... en fait au niveau local souvent ça ressemble – bon c'est un peu fort de le dire, pas à des associations de malfaiteurs mais pas très loin quoi. [...] peut-être que X tombe, je le dis amicalement pour lui, parce que je l'aime bien, mais peut-être qu'il tombe dans ce truc du mini potentat régional qui s'entoure de sa cour de délégués régionaux... Au bout d'un moment ça fait une cour dans la cour... Peut-être qu'il pousse trop la notion de pouvoir local.*

Certains à l'inverse déplorent le détachement des dynamiques de recherches de territoires agricoles et industriels. C'est le cas des agro-industriels que nous avons rencontré, pour lesquels aujourd'hui plus encore qu'avant les questions liées aux espaces agricoles et l'accès aux ressources donc constitue la clef de voûte du développement des biocarburants. Affectés par la controverse et décriés, quelque peu écartés du développement de la seconde génération pour certains, mais pas tous, ils parient sur l'inutilité de recherches hors partenariat concret et concernant d'emblée les acteurs qui contrôlent l'entrée.

*Vous voyez ce que c'est le problème des rapports volume-surface ? Dans un procédé vous voyez entre le petit modèle et le gros, tout est à peu près pareil, sauf le rapport volume-surface. Et moi je vous dis un truc, c'est très vrai pour l'INRA, c'est vrai pour le CNRS, le niveau national, qui implique 60 millions d'habitants, n'est pas pertinent pour faire de l'innovation. Quand vous voulez mettre des gens autour de la même table, par exemple pour une histoire de bio-adhésif là on avait fait venir 27 industriels, je suis certain que le CNRS essaierait de faire ça il n'aurait pas 27 industriels. Donc le niveau régional est... alors nous quand même avec le pôle on a deux régions qui se mettent ensemble hein, ça se justifie pour des raisons évidentes c'est que le bassin agricole est le même, et puis qu'il y a des points communs énormes entre les deux côtés...*

C'est donc l'agro-industrie qui joue la carte du territoire et du développement durable à travers la promotion d'une sorte de subsidiarité. Sur une question aussi agricole et sensible au niveau environnemental que les biocarburants, les dimensions spatiales sont essentielles, y compris pour la recherche. Parfois, tous les niveaux s'emboîtent, même si l'échelon européen en France reste très peu exploité si ce n'est par quelques acteurs comme notre pétrolier national notamment. Ainsi pour un programme type fonds démonstrateurs comme FUTUROL :

- *C'est un projet régional à vocation mondiale et qui encadre une volonté nationale en fait ?*
- *Voilà euh oui... On peut tourner ça comme ça : c'est notre lisibilité nationale le pôle de compétitivité dans le cadre de ce projet-là, parce que sinon nous ne sommes qu'un conglomérat d'acteurs de recherche et de financiers et d'industriels même s'il y a l'INRA bien sûr, qui représente entre guillemets les forces de recherche de l'Etat.*

La dimension locale a aussi été décrite comme capitale par certains laboratoires publics pour le développement de partenariats efficaces reposant sur une coopération concrète : on sait depuis (Collins 1992) combien les déplacements physiques humains, les échanges de doctorants par exemple sont essentiels dans le partage des pratiques et *in fine* dans le développement des fronts de science.

Ces nouvelles dynamiques appellent à d'autres changements d'échelle au niveau des projets et des institutions : dans un grand projet à 77 millions d'euros comme FUTUROL, c'est l'INRA qui signe et s'affiche comme tel ; nulle mention n'est faite des onze laboratoires de l'institut qui travaillent réellement dans le cadre de ce projet.

- *C'est une volonté politique structurelle, qu'une institution comme l'INRA ou l'IFP s'affiche là-dessus. La crédibilité de nos organismes, elle est supérieure à la crédibilité d'un labo. Si l'INRA s'y affiche, s'y investit, c'est qu'il y a aussi la bénédiction de nos ministères.*
- *C'est plutôt rare comme affichage ?*
- *Oui, c'est rarissime, à part quelques opérations structurantes très fortes, sur lesquelles on veut mettre l'accent. [...] mais si un organisme de recherche ne prend pas un minimum de risques... On est quand même payé pour regarder des scénarios qui ne sont pas des scénarios déjà en place. Donc, moi ça ne me gêne pas, au contraire que ce soit l'INRA qui y soit en tant que tel. Ce qui me poserait problème c'est si derrière il n'y avait pas onze labos très forts. A partir du moment où on est capable d'avoir l'affichage politique fort, institutionnel, derrière les labos et les programmes, je dirais que c'est plutôt Byzance.*
- *Tout à l'heure vous me disiez à l'INRA on a toujours fait attention : on travaille sur les ACV, les études économiques... là on rentre dedans ?*
- *Là on rentre dedans.*

La question des échelles, spatiales autant que celles concernant l'investissement financier et organisationnel ne fait donc pas consensus et dans la même forme projet, ce sont des figures très différentes entre le petit projet régional de soutien à l'université, les investissements considérables dans des pilotes toutes échelles et les projets nationaux classiques par exemple. Mais toutes ces logiques demandent des degrés d'engagement toujours plus fort des acteurs concernés. C'est vrai, on l'a vu, au niveau institutionnel, mais la même question se pose pour chaque individu.

## FIGURES D'ENGAGEMENT

Nous proposons ici pour conclure notre panorama des doutes de la recherche liée à la forme projet et sa confrontation au développement durable, quelques pistes concernant les modes d'engagement des chercheurs sur leur objet de recherche, que nous livrerons quasi-brutes. L'engagement d'un chercheur sur un front de science, c'est avant tout une volonté personnelle d'investissement sur des thématiques qui lui sont chères :

### LE DEGRE 1 DE L'ENGAGEMENT : LE CHERCHEUR « UTILE »

*Au bout d'un moment, quand on a fait le tour d'un problème, on a envie aussi des fois de découvrir d'autres domaines, ça c'est personnel donc je me suis investi là-dedans. D'autre part ça m'est personnel aussi, dans le domaine de la sûreté nucléaire, on fait tout pourvu que ça serve pas, [rires] et j'avais envie de faire tout pourvu que ça serve. Et pour ne pas finir ma carrière sur cette pensée : j'espère que ça ne sert pas.*

*Donc à mon avis le vrai point de vue mais qui n'est pas le point de vue scientifique : j'ai passé trois ans à travailler là-dessus [thématique environnementale] et il y a quelque chose qui est un peu désespérant quand on travaille sur ce genre de questions c'est qu'on est face à un constat permanent : les choses vont mal, ça se réchauffe etc. mais on est simplement un observateur. Et c'est quelque chose qui m'a dérangé en fait – j'ai adoré ce que j'ai fait pendant ma thèse mais ça m'a dérangé. J'ai essayé ensuite d'aller vers des thématiques où j'avais l'impression d'être utile directement sur quelque chose et donc je suis parti en post-doc en Belgique et je me suis tourné notamment vers le traitement de l'eau, l'épuration de l'eau.*

Mais l'investissement dans les bioénergies c'est aussi, au-delà de la volonté d'utilitarisme social, un moyen de prouver, par le biais de l'innovation, que les thématiques et le sous-domaine de rattachement disciplinaire dans lesquels le chercheur s'est, par passion, engagé, avait sa cohérence et trouve un nouvel intérêt dans le cadre du développement durable.

### L'INNOVATION, UNE AFFAIRE D'OUTSIDER ?

*Alors justement, je l'ai peut-être plus fait la deuxième fois mais même la première fois j'ai essayé de contacter des groupes quand même assez importants, type X, Y etc. Et, je caricature un petit peu, il y a des mecs qui m'ont presque dit : « Excusez-nous monsieur, mais nous on fait des choses sérieuses ici » [rires]. Parce que ça paraissait... à l'époque personne n'en avait entendu parler...*

*Parce qu'il faut voir une chose : c'est que quand tu fais du traitement des eaux, le réflexe c'est de faire de l'aérobie et l'anaérobie c'est des choses qui ont une image de marque qui est "ça marche pas, ça sert à rien, c'est lent, c'est fragile"... voilà. [...] L'image de marque c'était : "c'est inutile, parce qu'il n'y a pas le marché, et puis c'est pas le domaine d'application des gens" [...] Et on n'a pas du tout rencontré d'écho négatif de ce niveau quand on était aux bioénergies.*

*Il y a les communautés des gens qui font de la culture pure, qui travaillent avec un seul microorganisme tout seul en milieu stérile et puis voilà, donc ça ça peut aller jusqu'à Z, ceux qui travaillent là-dedans, et puis il ya les... on nous a traités une fois de plombiers, les gens qui travaillent dans ce qu'on appelle les cultures mixtes.*

Les bioénergies, une science de plombiers ? L'hypothèse est intéressante et expliquerait la promotion d'une forme projet axée sur les procédés et l'application en pilotes. La meilleure façon de percevoir l'engagement reste cependant, plus encore que le temps de l'investissement dans de nouveaux travaux ou de nouvelles applications, les moments de controverse et l'impact réciproque qu'ont les chercheurs et les travaux dans ces configurations critiques.

#### IMPACTS DE CONTROVERSES ET ENGAGEMENTS MILITANTS

Interrogés sur l'impact des différentes controverses sur les dynamiques de recherche, la majorité des réponses évoque sous une forme scientifique l'indépendance « heureusement » du développement de la recherche et des incursions du social. D'autres évoquent pourtant jusqu'à un « traumatisme » :

- *Certains acteurs disent considérer que c'est en dehors du monde de la recherche...*
- *Attendez, là il y a des aspects défiscalisation, il y a des aspects... quand même à l'heure actuelle, au niveau européen et au niveau français, dans les appels d'offres et dans les financements de la recherche publique : la recherche publique ne peut plus financer de programmes qui, directement ou indirectement, touchent à la première génération. Donc c'est quand même une modification énorme. Non, c'est un traumatisme. Et surtout parce que le système a basculé, il y avait des trucs vraiment poussés à l'extrême, je ne sais pas moi : on avait un jeune gars-là qui faisait des courses automobiles, il était venu nous voir pour qu'on l'aide, il y a eu des compétitions de courses automobiles avec de l'éthanol. Et bon, les arguments qui étaient avancés, maintenant ils sont retournés. Pas pour nous hein, mais moi je peux vous dire maintenant la vérité : à l'époque où c'était encore le grand enthousiasme, moi quand je devais répondre aux journalistes, je savais plus où me foutre. Parce que je ne pouvais pas décevoir, moi c'est pas mon boulot, ressortir tous les arguments négatifs, tant qu'ils les avaient pas. Et donc parce qu'il y a eu certaines clarifications : il y a des aspects négatifs mais il y a quand même des aspects positifs. Et je crois que ce traumatisme-là, il est surmonté maintenant.*

Peu d'acteurs de la recherche ont été sollicités par les médias jusqu'à présent mais ceux qui le sont le sont beaucoup, comme l'indique la figure suivante reflétant la mobilisation médiatique des chercheurs recensés par notre base de données sur la base de données d'articles de presse *Factiva* :

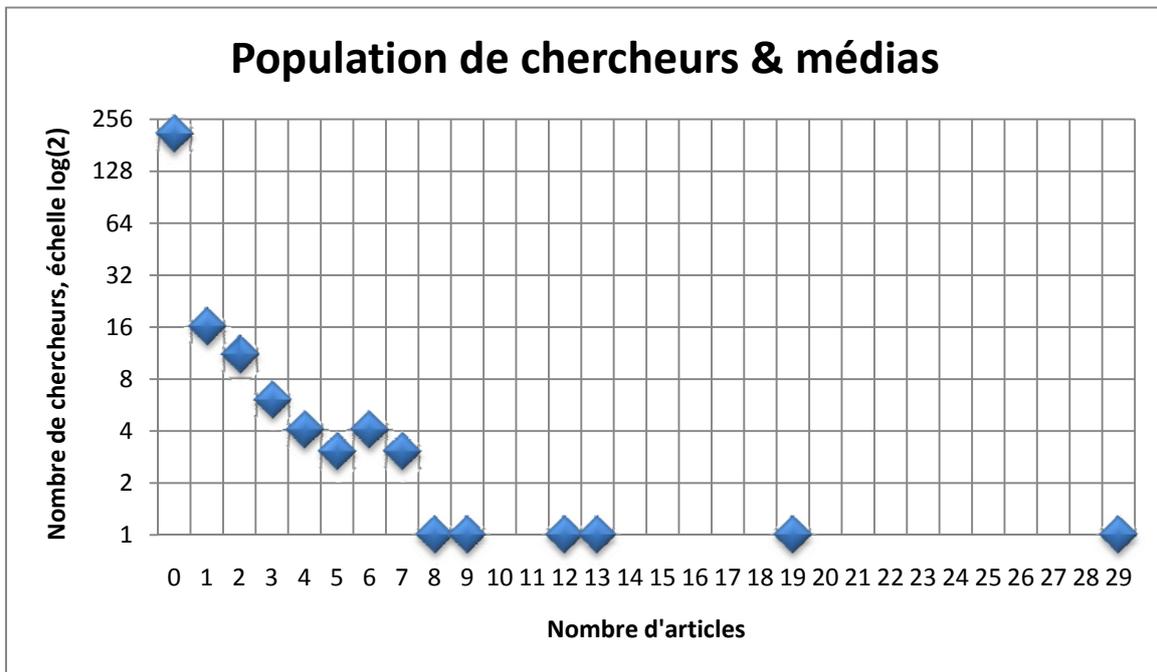


Figure 26. Représentation de la mobilisation par les médias de la communauté scientifique à travers le nombre de chercheurs de notre base de données classés par nombre d'articles concernant les biocarburants et les citant sur Factiva. Echelle log. base 2.

Fait notable, le journal citant le plus est économique : *Les Echos*, suivis de journaux généralistes puis de ceux spécialisés environnement. Nous avons évoqué avec les microalgues l'engouement médiatique autour de certaines thématiques, mais le militantisme est parfois l'affaire des chercheurs eux-mêmes. Il s'agit d'abord de replacer leurs problématiques de recherche dans une réflexion globale sur notre avenir énergétique national et planétaire :

- *Il y a très peu de gens qui pensent tout ça. L'IFP ils vous en ont parlé ? TOTAL ils vous en ont parlé ? Ils ne vous en parleront pas hein. A part des gens comme X, des gens comme ça, très peu de gens en discutent.*
- *Même entre vous, entre chercheurs, de façon informelle ?*
- *Si, si on en discute, les gens ils en sont conscients pour plupart. Après ils sont fortement contraints par leur environnement.*

Certains en sciences économiques et sociales, comme Ignacy Sachs (Sachs 2009) appellent à un nouveau paradigme énergétique remplaçant l'ère fossile, une *biocivilisation* des biocarburants et biomatériaux reposant sur la production et consommation de biomasse à grande échelle, d'après le modèle de la bioraffinerie et l'exemple brésilien. D'autres, plus concrètement, s'engagent auprès

d'acteurs revendicatifs, en aidant scientifiquement et en se déclarant prêt à témoigner lors d'un procès des « huileux », ces partisans des biocarburants en circuits locaux utilisant l'huile végétale pure directement comme carburant et poursuivis pour cela par les douanes pour évasion fiscale de la TIC, ex-TIPP, cf. une synthèse par l'approche juridique dans (Tari 2008b).

Y a-t-il des acteurs de la recherche à l'inverse fortement impliqués dans la dénonciation d'un certain type de biocarburants ? En fait c'est cette dénonciation-même qui devient un objet de recherche pour certains comme ce cas d'un responsable associatif menant un véritable travail de recherche en économie industrielle et mobilisant ses acquis de diplômé d'une grande école d'agronomie bien qu'agriculteur aujourd'hui. Il a réussi par exemple à s'imposer comme interlocuteur et à participer aux études de bilan demandées suite à la controverse et en plein Grenelle par la présidence de la République, sous l'égide de plusieurs associations. On retrouve là dans les formes de discours un militantisme de type controverse post-OGM, comme dans ce mail du 30 juillet 2009 destiné à d'importants intellectuels et responsables de recherche s'intéressant de près à la question, plus moi-même :

*Bonjour à vous,*

*Ci dessous le communiqué de presse de la W sur les agrocarburants. En PJ une synthèse sur le déroulement et les résultats de l'étude X/Y sur la question, à laquelle j'ai pu participer, sans pour autant parvenir à éviter que l'étude ne dérape...*

*Il est probable que ce dossier prenne la tournure d'une affaire d'Etat d'ici peu, compte tenu des intérêts en jeu, et de l'implication personnelle du Chef de l'Etat dans l'adoption à l'arraché par le parlement européen de la directive Enr REN en décembre dernier.*

*Je reste à votre disposition pour toute information complémentaire sur la question.*

*Bien cordialement. Z.*

Nous arrêtons là notre compte-rendu en espérant avoir donné une idée assez complète des dynamiques de recherche sur les bioénergies en France et de l'importance que prend la forme projet dans ces évolutions, ainsi que les doutes que celle-ci suscite à l'intérieur et à l'extérieur de l'activité de recherche. Ces travaux demandent certainement à être approfondis et encore plus théorisés dans la comparaison avec d'autres pays et des mouvements plus généraux : c'est ce que nous comptons faire dans une thèse financée qui analysera les promesses et controverses *via* l'étude des enjeux croisés énergétiques, environnementaux et agricoles autour des biocarburants à travers une comparaison France – Brésil – Etats-Unis.

## CONCLUSIONS SUR LA NOTION DE REGIME

Comment comprendre, en prenant un peu de distance, cet ensemble protéiforme d'études portant sur une science en émergence, les bioénergies, et sur des recherches autour d'un objet en question, les biocarburants ? Nous proposons de penser ces dynamiques à travers la notion de régime, selon la définition de Pestre (Pestre 2003). Un régime, c'est la définition des sciences par les pratiques et normes qui organisent le corps social ; ainsi la notion de régime de savoirs en société renvoie en premier lieu à la définition de ce qu'est la « bonne pratique » des sciences, sur un plan du bien épistémique et social. On a vu combien ces définitions étaient en effet diverses dans les formes de discours et les idéologies des acteurs interrogés. Mais un régime de savoirs en société, c'est aussi l'articulation des manières de faire sur certains modes d'existence sociale : que ce soit par des normes, des projets ou dans des controverses, la modification d'un registre (entreprise, Etat, société civile) ouvre bien des possibles dans les autres. La chronologie sur le long terme des bioénergies correspond à celle du nouveau régime défini par Pestre à partir des années 1970 et les bioénergies répondent en outre à de nombreuses caractérisations de cet agencement de production des savoirs. Tout d'abord le rôle des régulations productives est en effet central : que l'on pense au rôle joué par la directive européenne de 2003 et ses retranscriptions dans les plans Raffarin et Villepin dans l'élan de recherche ; alors même qu'en effet la forme est celle d'un régime libéral à dominante financière et Etat faible comme le prouvent l'absence de roadmap et les différends entre agences par rapport au rôle des grands groupes industriels. Les bioénergies relèvent pour partie des biotechnologies et de cette nouvelle façon d'aborder le vivant en associant agriculture et environnement et posent des questions sur les transformations sociales de notre monde, même si celles-ci concernent plus un monde agricole qu'ouvrier. Le contexte géopolitique est primordial, mais ce n'est plus la fin des blocs qui est à l'œuvre : l'émergence importante dans la recherche des grandes puissances des Suds, la reconfiguration des intérêts nationaux sur la question énergétique amènent à étudier une nouvelle géopolitique des sciences et interroger l'idée d'un mouvement dans le cadre-même de la notion de régime. Les dynamiques présentées dans ce mémoire ont notamment mis en exergue des changements opérés par la prédominance de la forme projet et les doutes qu'elle rencontre dans sa confrontation aux problèmes du développement durable. Dans l'écologie des projets, le *Learning in Project* (Grabher 2004), les dynamiques ne sont pas seulement temporelles, et l'espace des savoirs se comprend aussi de manière topologique. Un des axes de développement de nos recherches vise donc à cerner dans notre analyse de controverse une géopolitique des bioénergies, dans l'optique du questionnement de la relation entre souveraineté et savoirs globaux (Mallard et al. 2008).

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Une lecture lexicale de la controverse. Comparaison mensuelle du pourcentage d'articles du journal Le Monde utilisant les occurrences agro(-)carburant(s) ou bio(-)carburant(s). Etude scientométrique réalisée sur la base de données Factiva®, source Le Monde – All (Français). _____	9
Figure 2. Définition de la requête #1, employée sur les différentes bases de données. _____	18
Figure 3. Les cinq articles les plus cités répondant à la requête #1 sur l'ISI Web of Science de Thompson _____	19
Figure 4. Répartition par pays des publications portant sur les biocarburants, avec mise en exergue des pays des Suds _____	22
Figure 5. Les 10 institutions publiant le plus sur les biocarburants _____	22
Figure 6. Principaux champs scientifiques de rattachement des publications (catégories fournies par ISI Web of Science) _____	22
Figure 7. Les 11 revues publiant le plus sur les biocarburants (& éd.) _____	22
Figure 8. Comparaison de la structure du champ biocarburants dans le discours scientifique. Réseaux de cooccurrence des mots clefs contenus dans les articles répondant à la requête #1 sur les bases de données respectives ISI Web of Science (en haut) et CAB Abstracts (en bas). Cartographie sous RéseauLu, seuil de 5 liens les plus forts. _____	25
Figure 9. Représentation du faible recoupement dans l'usage de biodiesel et bioéthanol dans l'ISI WoS. _____	26
Figure 10. Progression de la thématique biofuel. Evolution du rapport annuel entre le nombre de publications répondant à la requête #1 et celui du corpus #1 défini sur l'ISI Web of Science à partir des revues dont 2 articles au moins répondaient à la requête. _____	30
Figure 11. Tentative de représentation des dynamiques de recherche agroenvironnementale sur les biocarburants. Réseau hybride de cooccurrence des mots-clefs / année dans les références obtenues par la requête #1 sur CAB Abstracts, pour la période 1974-2008. _____	31
Figure 12. Identification des réseaux de copublication d'articles scientifiques sur les biocarburants en France. Cooccurrence des auteurs français publiant le plus sur ISI Web of Science, de 1992 à fin 2008. Représentation via le logiciel RéseauLu, seuil de 2 articles. _____	33
Figure 13. Structure de la base de données relationnelle construite en vue de recenser tous les projets bioénergies français et les informations les concernant. _____	38

Figure 14. Tableau des principaux programmes de recherche menés sur les bioénergies disponibles dans l'espace français. _____	40
Figure 15. Evolution du nombre de projets financés par l'ADEME dans le cadre du programme AGRICE, selon sa propre typologie. _____	41
Figure 16. Cartographie des réseaux formés par le programme Bioénergies de l'ANR en 2008, en utilisant les logiciels Visone (gauche) et Gephi (droite). Les couleurs renvoient au caractère public (vert) ou privé (violet) des institutions partenaires. _____	44
Figure 17. Représentation spatiale des réseaux de partenariat du programme ANR Bioénergies 2008. _____	45
Figure 18. Liste des observations participantes réalisées dans le cadre de cette étude. _____	46
Figure 19. Liste des entretiens réalisés et profil des personnes interviewées dans le cadre de ce travail. Document confidentiel. _____	46
Figure 20. Grille d'entretiens utilisée pour le travail de terrain, écrite en collaboration avec Marc Barbier. _____	48
Figure 21. Photographie d'artiste illustrant une culture de microalgues productrices de lipides biocarburants. Source : David Yellen. _____	57
Figure 22. Carte du réseau des partenariats de projets sous le programme AGRICE, 1994-2007. ____	64
Figure 23. Carte du réseau de partenariats des projets sous le programme PNRB, 2005-2007 _____	65
Figure 24. Représentation spatiale des réseaux de partenariats et de la distribution par ville et région des projets PNRB, 2005-2007 _____	70
Figure 25. Représentation spatiale des réseaux de partenariats et de la distribution par ville et région des projets AGRICE, 1994-2007 _____	70
Figure 26. Représentation de la mobilisation par les médias de la communauté scientifique à travers le nombre de chercheurs de notre base de données classés par nombre d'articles concernant les biocarburants et les citant sur Factiva. Echelle log. base 2. _____	76

## BIBLIOGRAPHIE

- Aristote. *Physique II, III*. Flammarion.
- Austin, John Langshaw. 1962. *J. L. Austin. How to do things with words*. Harvard University Press.
- Bachelard, Gaston. 1934. *Le nouvel esprit scientifique*. Quadrige. Presses Universitaires de France - PUF.
- Ballerini, Daniel. 2007. *Le plein de biocarburants ? Enjeux et réalités*. Editions Technip. Octobre 22.
- Ballerini, Daniel, et al. 2006. *Les biocarburants : Etat des lieux, perspectives et enjeux du développement*. Editions Technip, Janvier 16.
- Barbier, Marc, F. François-Moll, T. Vichnevskaja, et A. Mogoutov. 2008. Figures de la "soutenabilité" dans des bases de données scientifiques du "Web of Science". Exploration et discussion de traitements scientométriques. Dans *Communication au Séminaire Changement climatique, expertise et fabrications du futur : Modèles et scénarios, politique et gouvernance*. Centre Koyré, Paris, Avril 8.
- Barbier, Marc, et Bruno Lemery. 2000. Learning through processes of change in agriculture : a methodological framework. Dans *Cow up a tree (Knowing and learning for change in agriculture. Case studies from industrialised countries)*, pp. 381-393. Paris: INRA Editions.
- Baur, Michael. 2008. Visone - Software for the Analysis and Visualization of Social Networks . Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik, Novembre. <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/documents/744891>.
- Birraux, Claude, et Jean-Yves Le Déaut. 2001. *Sur l'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables*. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Novembre 8.
- Boltanski, Luc, et Eve Chiapello. 1999. *Le Nouvel esprit du capitalisme*. Gallimard, Octobre 26.
- Boltanski, Luc, et Laurent Thévenot. 1991. *De la justification : les économies de la grandeur*. Gallimard, Avril 12.
- Cassier, Maurice. 1995. *Les contrats de recherche entre l'université et l'industrie : l'émergence d'une nouvelle forme d'organisation industrielle*. Grenoble: A.N.R.T Université Pierre Mendès France (Grenoble II).
- Collins, Harry M. 1992. *Changing order : replication and induction in scientific practice*. University of Chicago Press.
- Commission Européenne. 2006. *Stratégie de l'UE en faveur des biocarburants*. Février 8. [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=fr&type\\_doc=COMfinal&an\\_doc=2006&nu\\_doc=34](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=fr&type_doc=COMfinal&an_doc=2006&nu_doc=34).
- De Solla Price, Derek J. 1963. *Little Science, Big Science*. Columbia University Press.
- Deverre, Christian, et Christine de Sainte-Marie. 2008. Back to production : sociologie rurale, sociologie de l'environnement et écologisation des agricultures européennes . Dans

*Séminaire Agriculture, sciences et environnement : l'agriculture entre modernisation et écologisation.* Agroparistech, Paris, Octobre 9.

Durant, Gilles, Thierry Mayer, Philippe Martin, et Florian Mayneris. 2008. *Les pôles de compétitivité : Que peut-on en attendre ?* Rue d'Ulm, Janvier 9.

Gibbons, Michael, Helga Nowotny, et al. 1994. *The new production of knowledge : the dynamics of science and research in contemporary societies.* SAGE.

Godard, Olivier, et Bernard Hubert. 2002. *Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA.* Rapport à Madame la Directrice Générale de l'INRA. Décembre 23.

Goffman, Erving. 1973. *La mise en scène de la vie quotidienne.* Les Editions de Minuit, Avril 1.

Grabher, Gernot. 2004. Learning in Projects, Remembering in Networks?: Commuality, Sociality, and Connectivity in Project Ecologies. *European Urban and Regional Studies* 11, no. 2 (Avril 1): 103-123. doi:10.1177/0969776404041417.

Hine, Christine. 2004. Social Research Methods and the Internet: A Thematic Review (Mai 31). <http://www.socresonline.org.uk/9/2/hine.html>.

---. 2005. The politics and practice of accessibility in systematics. Dans . Tunis, Tunisia, Novembre 13. <http://www.soc.surrey.ac.uk/pdfs/hinewsis.pdf>.

Hubert, Bernard. 2008. Le développement durable et la recherche scientifique : opportunisme ou refondation ? Séminaire de recherche à l'EHESS.

Joly, Pierre-Benoît, et al. 2005. *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques?* Rapport pour la Mission de la Métro. Grenoble, Septembre 22.

Latour, Bruno. 1995. Philosophie contre sociologie des sciences, une querelle enfin dépassée ? *Le Débat* (Janvier): pp.58-70.

---. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory.* Illustrated edition. Oxford University Press, USA, Septembre 29.

Latour, Bruno, et Steve Woolgar. 1986. *Laboratory Life.* Princeton University Press, Septembre 1.

Le Hir, Pierre. 2007. La recherche environnementale devant les défis du "Grenelle". *Le Monde*, Novembre 3.

Mallard, Grégoire, Catherine Paradeise et Ashveen Peerbaye. 2008. *Global Science and National Sovereignty.* 1er éd. Routledge, Août 22.

Marsden, Terry Keith. 2004. The quest for ecological modernisation: re-spacing rural development and agro-food studies. *Sociologia Ruralis* (Avril 1). <http://orca.cf.ac.uk/2368/>.

Martin, Patricia Yancey, et Barry A. Turner. 1986. Grounded Theory and Organizational Research. *Journal of Applied Behavioral Science* 22, no. 2 (Avril 1): 141-157. doi:10.1177/002188638602200207.

Merton, R.K. 1973. The Normative Structure of Science (1942). Dans *The Sociology of Science : Theoretical and Empirical Investigations.* The University of Chicago Press.

- Miettinen, Reijo. 1998. Object Construction and Networks in Research Work: The Case of Research on Cellulose-Degrading Enzymes. *Social Studies of Science* 28, no. 3 (Juin): 423-463.
- Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. 2009. Stratégie nationale de recherche et d'innovation - Présentation des priorités nationales par Mme Valérie Pécresse Juillet 8.
- Nicolino, Fabrice. 2007. *La faim, la bagnole, le blé et nous : Une dénonciation des biocarburants*. Fayard, Octobre 1.
- Observatoire des Sciences et des Techniques. 2008. *Développement d'indicateurs pour l'aide à la décision en matière de coopération scientifique internationale : le cas des STIC*. OST, Mai. [http://www.obs-ost.fr/fileadmin/medias/tx\\_ostdocuments/Rapport\\_STIC\\_OST.PDF](http://www.obs-ost.fr/fileadmin/medias/tx_ostdocuments/Rapport_STIC_OST.PDF).
- Parlement Européen et Conseil de l'UE. 2003. *Directive visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports*. 2003/30/CE. Mai 8. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:FR:PDF>.
- Pestre, Dominique. 2003. Regimes of Knowledge Production in Society: Towards a More Political and Social Reading. *Minerva*, no. 41: 245-61.
- . 2009. Les sciences entre hubris technologique, états de fait économiques et démocratie. Aperçu historique, situation actuelle et principes normatifs.
- Revel, Jacques. 1994. Micro-analyse et construction du social. Dans *L'Art de la recherche*. La Documentation Française.
- Rogers, Richard. 2006. *Information Politics on the Web*. The MIT Press, Septembre 1.
- . 2009. Methods in Media. Dans *Ouverture du Médialab*. Sciences Po Paris, Mai 25.
- Rose, Charlie. 2009. A conversation with Steven Chu, United States Secretary of Energy PBS. Mars 9. <http://www.charlirose.com/view/interview/10138>.
- Sachs, Ignacy. 2009. Le développement durable : hier, aujourd'hui, ... demain ? Dans *Séminaire Changement Climatique, Expertise et Futurs d'Amy Dahan*. Centre Alexandre Koyré, Janvier 6.
- Star, Susan Leigh, et James R. Griesemer. 1989. Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science* 19, no. 3 (Août): 387-420.
- Tari, Thomas. 2008a. Les biocarburants en France 1992-2008. Une controverse à la croisée des controverses. Mémoire de Master 1, EHESS Centre Koyré, Juin.
- . 2008b. Les "huileux" en France : une approche par le droit. Mini-mémoire de validation du séminaire Le droit des sciences et des techniques de Marie-Angèle Hermitte, EHESS Centre Koyré, Mai.
- USDA. 2009. Release No. 0034.09. Janvier. [http://www.usda.gov/wps/portal/!ut/p/\\_S.7\\_0\\_A/7\\_0\\_1OB?contentidonly=true&contentid=2009/01/0034.xml](http://www.usda.gov/wps/portal/!ut/p/_S.7_0_A/7_0_1OB?contentidonly=true&contentid=2009/01/0034.xml).

*Ce mémoire, écrit pour validation du Master en Sciences Sociales de l'EHESS, Mention Histoire des Sciences, Technologies, Sociétés du Centre Koyré, a bénéficié d'un travail de stage de six mois effectué au sein du laboratoire INRA SenS – IFRIS, en collaboration avec la plateforme technologique Cortext.*

*Le travail de terrain de cette étude a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche via le projet ANR PRODD : Production de Connaissances, Innovation et Développement en Agriculture et Concrétisation du Développement Durable, dont il constitue un livrable.*



INRA



Agence Nationale de la Recherche

ANR

Ma première pensée va à l'ensemble des personnes interviewées, qui m'ont parfois consacré jusqu'à près d'une journée de leur temps précieux, me guidant dans d'instructives et chaleureuses visites de leurs laboratoires et entreprises, se prêtant toutes avec sympathie à l'exercice de l'entretien sociologique. Qu'elles s'en trouvent ici encore remerciées.

Ce mémoire ne serait tout simplement pas sans Marc Barbier, nos dialogues quotidiens, ses conseils et références avisés. Je lui dédie spécifiquement cette étude.

Merci à Dominique Pestre pour son regard critique judicieux et ses précieuses analyses appelant à toujours me remettre en question, et prêter une attention plus grande aux exclus de chaque étude.

J'ai été honoré de l'intérêt de Bruno Latour pour mon travail de cartographie de controverses, domaine qu'il m'a permis de découvrir, tout comme ses écrits l'avaient fait pour les *Science Studies*. Merci à lui.

Ma collaboration avec la plateforme technologique Cortext et ses ingénieurs Audrey Baneyx et Philippe Breucker m'a apporté bien plus que je ne peux l'écrire ici.

J'ai passé une année stimulante et très enrichissante à l'Institut Francilien Recherche Innovation Société (IFRIS). Un grand merci à Marianne Noël, Catherine Paradeise P-B. Joly et Siméone Boston.

Je remercie aussi tous les membres et doctorants du laboratoire INRA SenS et du Centre Alexandre Koyré, et tout particulièrement pour les deux années passées, la directrice du master HSTS, Amy Dahan.

A Ana, qui m'accompagne et me soutient chaque jour.