

Projet CFE – 52 entre le Conseil Français de l’Energie et la Fondation Nationale des Sciences Politiques

Durée : 1er mars 2008 – 30 juin 2009

Titre : Stabilisation d’un Oligopole de l’électricité

Rapport : Final
06 juillet 2009, OFCE

Chercheurs participants du 01 mars 2008 au 31 juin 2009

<u>Nom</u>	<u>Fonction</u>	<u>Période</u> du au	<u>Durée</u> ^(*)
Jean-Marie l’ ALLEMAIN	Assistant de Recherche	13/05/08 – 27/06/08	1,5
Benoît BOURNE benoitbourne@hotmail.fr	Assistant de Recherche	21/04/08 – 19/10/08	4,25
Jean-Luc GAFFARD jean-luc.gaffard@gredeg.cnrs.fr	Professeur/Directeur		1,25
Frédéric MARTY frederic.marty@gredeg.cnrs.fr	Chargé de recherche CNRS		0,5
Lionel NESTA lionel.nesta@ofce.sciences-po.fr	Chargé d’études OFCE		0,5
Evens SALIES evens.salies@ofce.sciences-po.fr	Chargé d’études OFCE		4
		Total	8

(*) . Durée en mois en équivalent temps plein.

Correspondant

Estelle FRISQUET Secrétaire Générale
estelle.frisquet@ofce.sciences-po.fr

Sommaire

1	Introduction	1
1.1	Rappel de la problématique	2
1.2	Les volets de recherche	4
<i>Volet 1</i>		
2	Les données	9
2.1	Collation et présentation des données	9
2.1.1	La base des opérations de restructuration	9
2.1.2	La base des données comptables	16
2.1.3	La base des brevets	21
2.2	Fusion des bases et statistiques descriptives	30
2.2.1	Structure de la fusion	30
2.2.2	Comportement d'innovation des entreprises restructurées	32
3.	Les modèles économétriques : restructuration et innovation	39
3.1	Déterminants des opérations de F&A : le rôle des brevets	39
3.1.1	Un modèle de décision du choix des opérations	40
3.1.2	Les variables explicatives	42
3.1.3	Le rôle des brevets dans le choix du mode de restructuration	46
3.2	Dérégulation et dépenses de R&D des producteurs d'électricité	50
3.2.1	L'hypothèse Schumpétérienne chez les « electric utilities »	54
3.2.2	L'impact de la dérégulation sur la chute des dépenses de R&D (Article 1, en annexe, E. Salies)	58
<i>Volet 2</i>		
4.	Interprétation des résultats à partir de la littérature sur l'oligopole (Article 2, en annexe, J.-L. Gaffard) (Article 3, en annexe, D. Finon, F. Marty, C. Defeuilley)	61
<i>Volet 3</i>		
5.	Enjeux liés à l'encadrement des marchés de l'électricité (Article 4, en annexe, F. Marty)	64
6.	Conclusion	67
6.1	Résumé des résultats	68
6.2	Perspectives de recherche	69
6.2.1	Vers des modèles plus élaborés	69
6.2.2	Compléter les bases des données de brevets et de firmes	70
	Bibliographie	73

1 Introduction

Le secteur de l'électricité en Europe est confronté à plusieurs défis : l'augmentation des besoins, la sécurité de l'approvisionnement et la protection de l'environnement (diminution des émissions de gaz à effet de serre). Ces défis posent le problème des capacités disponibles et de la nécessaire diversification des sources d'énergie en faveur des énergies renouvelables, ainsi que celui du prix de l'énergie à moyen terme. Les producteurs vont devoir diversifier leurs technologies tout en privilégiant les sources d'énergie les moins chères. Le succès de cette diversification dépendra de la capacité, des producteurs et des équipementiers, à capter les gains des investissements en recherche et développement.

Dans ce contexte, la libéralisation progressive des marchés de l'électricité en Europe entraîne avec elle une consolidation des grands groupes qui laisse penser que ces dépenses nécessaires vont être réalisées au sein d'un oligopole de dimension européenne. Cette restructuration soulève plusieurs questions. Le projet CFE – 52 a pour objet d'identifier des facteurs explicatifs de la restructuration de l'oligopole européen de l'électricité et de déterminer si cette restructuration est favorable à l'apparition et au développement des technologies de production de l'électricité qui répondent aux défis mentionnés. La littérature économique ne permet pas facilement de répondre aux questions suivantes ayant motivé ce projet : les opérations de fusion et acquisition de certains acteurs du secteur de l'énergie électrique (en particulier les producteurs) sont-elles un moyen de diversifier leurs technologies ? Constituent-elles une sorte de mouvement permanent ou convergent-elles vers un état stable ? Sont-elles favorables à l'innovation ? Si oui, et comment mesurer cette innovation ? L'enjeu est d'identifier les propriétés de la nouvelle configuration industrielle et d'en mesurer le degré de stabilité.

Ce rapport a pour objet de répondre à l'ensemble de ces questions pour lesquelles nous avons envisagé plusieurs volets de recherche : un volet économétrique et deux volets théoriques. Il fallait, au préalable, procéder à la collation et la fusion de trois bases de données relatives aux firmes du secteur de l'énergie électrique : la base des fusions et acquisitions construite à partir du document de Lévêque et Monturus (2008), la base EPO Espace Access des brevets déposés en Europe depuis 1970, et la base Datastream des données comptables.

Nous poursuivons cette introduction par un rappel de la problématique, le contenu des volets de recherche et les modifications que nous avons apportées en réponse aux contraintes que nous imposent les bases de données à notre disposition.

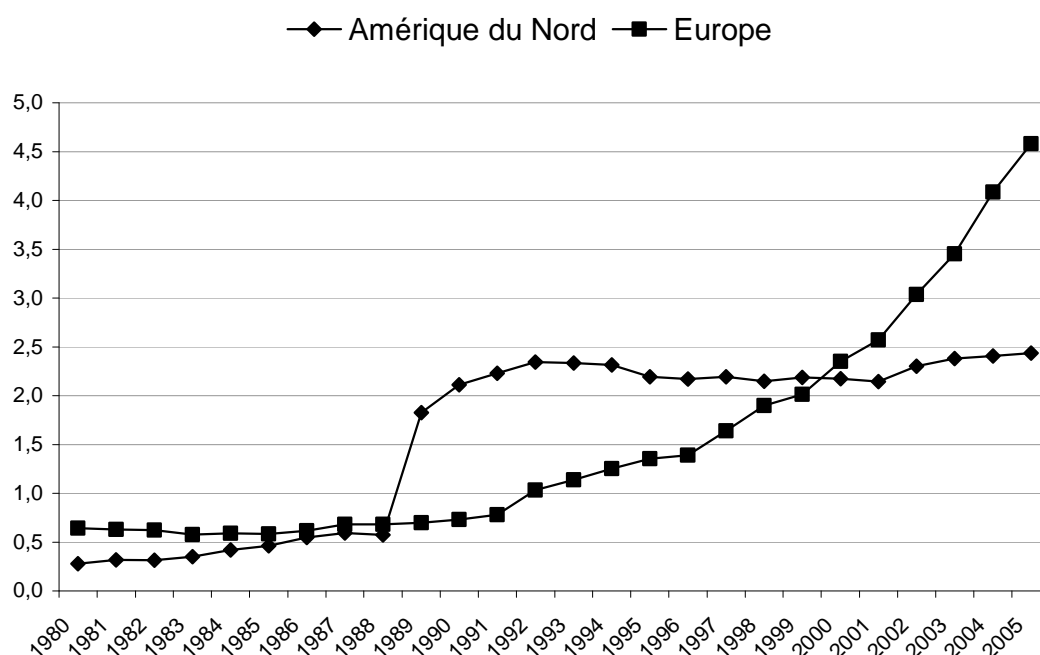
1.1 Rappel de la Problématique

Les évolutions technologiques prévisibles, qui correspondent à des contraintes économiques et à des engagements politiques, s'inscrivent dans un contexte de restructuration du secteur essentiellement impulsé par la décision de libéralisation. L'objectif de l'analyse est d'établir les caractéristiques de la nouvelle configuration du secteur à l'échelle européenne et sa capacité de mettre en œuvre les évolutions technologiques souhaitées.

Les engagements politiques concernent l'environnement. Les États membres de l'Union Européenne se sont engagés en Mars 2007 sur l'objectif de réduire un peu plus leurs émissions de gaz à effet de serre (Fitoussi et *alii*, 2007). Pour répondre à cette « demande d'environnement », les producteurs du secteur européen de l'énergie électrique doivent réduire les taux des émissions polluantes de certaines centrales et investir dans la recherche de nouvelles technologies de production de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable (Europa, 2007 ; Conseil Mondial de l'Energie, 2004, p. 4). L'évolution de la part des sources d'énergies renouvelables dans la production d'électricité entre 1980 et 2005 témoigne de la réalité de cet engagement (Graphique 1). Il est important de souligner qu'il s'agit de la part des sources d'énergies renouvelables hors hydroélectricité, car, lorsque l'on inclut l'hydroélectricité, la part des sources d'énergies renouvelables baisse légèrement sur la même période. Ceci s'explique par le fait que l'hydroélectricité représentant encore la part la plus importante parmi les sources d'énergies renouvelables, c'est elle qui détermine la tendance.

Cette évolution de la part des sources d'énergies renouvelables (hors hydroélectricité) est née des directives européennes, notamment de la première directive sur les marchés de l'énergie de 1992 à l'origine des vagues de libéralisation, date à laquelle un décollage est observé, puis de la directive de 1996 (Conseil Européen, Parlement Européen, 1997). A titre de comparaison, la directive américaine (l'Energy Policy Act) date de 1992 juste après le Clean Air Act de 1990 dont l'objectif premier est de réduire certaines émissions dont celles de dioxyde de soufre (Sanyal, 2007, p. 350).

Graphique 1 : Comparaison de la part du renouvelable dans l'Amérique du Nord et l'Europe, 1980–2005.



Source : Energy Information Administration (dernier accès : juin 2008, <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/electricitygeneration.html>) et calculs de l'OFCE.

Note : hydroélectricité exclue.

Les contraintes économiques s'expriment dans la hausse du prix de certaines matières premières servant à produire de l'électricité, en réponse notamment aux demandes des pays asiatiques et à l'épuisement des ressources fossiles.

Engagements et contraintes poussent les acteurs du secteur à diversifier leurs technologies de production, privilégiant les sources d'énergie les moins chères, y compris les technologies nucléaires. Le succès d'une diversification qui réponde aux objectifs affichés dépendra de la capacité des producteurs en place et des nouveaux entrants à mettre en œuvre les investissements requis, c'est-à-dire, des conditions de coordination des investissements concurrents comme complémentaires au sein de l'oligopole en constitution

Ces investissements, en particulier les dépenses de R&D, peuvent être « acquis » chez les firmes déjà bien engagées sur le créneau de la diversification et de l'innovation en faveur de l'environnement. D'où l'intérêt de considérer innovation et consolidation ensemble. La

libéralisation progressive des marchés de l'électricité en Europe entraîne la formation d'un oligopole composé de quelques grandes firmes (des groupes comme EdF, E.ON, ENEL) flanquées d'une frange concurrentielle, essentiellement dans les activités non régulées.

Les activités régulées (transmission et distribution) étant poussées à être séparées des activités ouvertes à la concurrence (production et commercialisation), les fusions et acquisitions concernent en majorité ces deux dernières activités (Lévêque et Monturus, 2008, p. 315). Certaines ont une dimension verticale : un producteur souhaitera intégrer un commercialisateur afin de s'assurer des débouchés ; un négociant souhaitera se doter de moyens de production afin d'éviter certains coûts de transaction (Coase, 1988) dont ceux de gestion de l'incertain (Boiteux, 1996). Ce type d'opérations très présentes en Grande-Bretagne au début des années 2000 préfigure ce qui risque de se passer dans des pays ayant libéralisé leur secteur plus tard (Salies, 2008). D'autres fusions et acquisitions entre acteurs du secteur de l'énergie électrique ont une dimension latérale ou horizontale y compris lorsqu'une entreprise spécialisée dans l'électricité acquiert des actifs dans le secteur du gaz. Celles-ci ne sont pas aussi nombreuses que nous aurions pu le penser (c'est un point sur lequel nous reviendrons dans la prochaine section). Des opérations existent aussi entre les grands groupes de cet oligopole. Il s'agit, par exemple de l'acquisition de Powergen par E.ON (certaines opérations réalisées en 2008 comme les fusions entre Gdf et Suez et entre AEM et ASM n'ont pas encore été prises en compte à ce stade de la recherche ; elles le seront pour le rapport final).

Dans ce contexte, le degré de concurrence entre les firmes est nécessairement influencé par le type d'opérations de consolidation de l'oligopole, lesquelles déterminent qui possède les firmes ou entre comme actionnaire dans leur capital avec droits de vote. Le problème est, alors, de lier les évolutions en cours de la configuration industrielle avec les performances technologiques réalisées dans le secteur et les déréglementations des marchés en cours.

1.2 Plan et Volets de la Recherche

Volet 1

Le traitement isolé des bases et leurs limites seront d'abord présentés (**section 2**). La fusion sélective de ces trois bases constitue l'essentiel du travail réalisé initialement. A ce stade, nous avons pu obtenir des résultats pertinents qui sont présentés de manière plus détaillée dans ce rapport final. Par exemple, nous avons produit des statistiques descriptives sur, par exemple, le poids d'un rapprochement entre des acteurs fournisseurs d'énergies

complémentaires (gaz et électricité) dans l'ensemble des opérations. Une illustration symbolique nous est apportée par le projet de fusion entre Gaz de France et Suez ou celui avorté entre Endesa et Gas Natural et formalisé récemment par Crampes (2007). Nos chiffres peuvent être différents de ceux de Lévêque et Monturus (2008) pour les raisons qui seront justifiées.

Ce Volet se concrétise par l'estimation de deux modèles économétriques (**section 3**). Nous avons choisi de procéder, dans une première modèle à l'analyse des déterminants des opérations de restructuration entre les entreprises du secteur de l'énergie électrique en Europe sur la période 1998–2007. Il s'agit d'un travail réalisé au sein de l'équipe du projet SOE avec l'assistance de deux chargés de recherche. Le second modèle permettra de répondre à la question de savoir quelles sont les caractéristiques des producteurs qui dépensent le plus en R & D et quelles sont les variables qui peuvent affecter ce montant. Par exemple, est-ce que les dépenses de R&D croissent elle-même avec la taille mesurée par le chiffre d'affaires ou les actifs tangibles. Il s'agit de l'hypothèse schumpétérienne que nous avons pris comme cadre de travail de référence afin de tester les autres déterminants de la R&D dans le secteur de l'énergie électrique. Nous présentons

Le premier modèle (**sous-section 3.1**) est une reformulation du travail initié par Lévêque et Monturus (2008) mais dans un cadre économétrique. Bien que limité, comme nous aurons l'occasion de le souligner, il reste néanmoins original car, à notre connaissance, aucune étude similaire n'a été publiée pour le secteur de l'énergie électrique. Dans ce modèle nous étudions les déterminants des opérations de restructuration des firmes, en différenciant les modes de 'sortie'. Nous considérons la 'sortie' d'une firme cible par fusion ou par acquisition lorsque la firme se fait racheter, ou par prise de participation lorsqu'une autre firme entre dans son capital. Ce modèle doit aussi permettre de mesurer l'influence de facteurs comme le profil des firmes impliquées dans ces opérations (notamment en termes d'innovation) sur la restructuration des marchés de l'électricité en Europe. Il nous renseignera également sur l'influence de caractéristiques telles que la taille, le poids des réformes, etc. Parmi les déterminants des opérations, nous envisageons le métier des firmes impliquées (ont-elles une activité dans le transport de l'électricité), leur capacité d'innovation (combien de brevets la cible a-t-elle déposés, notamment dans le domaine des énergies renouvelables), etc. La taille, capturée par exemple par le nombre d'employés, ou le chiffre d'affaires, pourrait jouer un rôle important. En effet, tous secteurs confondus, les grandes firmes sont généralement plus susceptibles de fusionner, la fusion étant parfois une alternative à la banqueroute. La considération du profil de chaque firme comme variable explicative de la restructuration sera

une manière de prévoir le mix technologique susceptible de s'imposer dans un oligopole européen de l'électricité. Notons que pour mesurer l'influence de l'innovation sur le type d'opérations, nous avons construit une base « brevets » à partir de laquelle nous envisageons d'utiliser des indices construits à partir des brevets déposés. Cette base sera présentée dans la section suivante.

Dans le second modèle (**sous-section 3.2**) nous étudions la relation R & D – taille des firmes, conditionnellement à des facteurs économiques et financiers. Ce modèle s'appuie sur des études réalisées antérieurement pour le cas des Etats-Unis. Nos résultats et leur confrontation à ceux obtenus dans ces modèles antérieurs sont également originaux dans la mesure où aucune étude similaire n'existe dans le cas européen. Etant donné que ce travail est moins exploratoire que le précédent (bien que succincte, il existe une littérature sur l'hypothèse Schumpétérienne dans le secteur de l'énergie électrique), nous l'avons directement développé sous la forme d'un article (Article 1) qui figure comme document de travail attaché à ce rapport. Ce modèle est motivé par le besoin de mieux connaître le profil des grands groupes européens du secteur de l'énergie électrique qui dépensent le plus en R&D, tout en contrôlant pour la productivité des dépenses de R&D, car celles-ci peut varier entre firmes. Du point de vue théorique, nous nous sommes inspirés d'un article de Cohen et Klepper (1996) qui propose une revue des méthodes permettant d'estimer ce type de modèle. Le secteur européen de l'énergie électrique étant très concentré mais de plus en plus ouvert à la concurrence, il est légitime de poser la question de savoir si les grandes firmes y ont un avantage en termes de moyens disponibles pour la recherche privée. Cohen et Klepper décrivent cet avantage sous la forme d'une hypothèse à tester : « the cost spreading advantage ». Selon cette hypothèse, plus la firme est grande plus « l'output » sur lequel récolter les fruits de la R&D est grand, ce qui suppose que la firme peut largement exploiter ses innovations à travers sa propre production avant qu'elle soit menacée. Ce que nous savons sur cet avantage concernant les grandes entreprises du secteur de l'énergie électrique est encore une question ouverte, alors que certaines de ces entreprises ont un degré d'intégration verticale tel que l'hypothèse de « the cost spreading advantage » devrait être confirmée statistiquement. Deux articles concernent précisément l'intensité de la R&D dans le secteur de l'énergie électrique aux Etats-Unis d'Amérique (Sanyal et Cohen, 2008 ; Sanyal, 2007). Ceux-ci concluent à une influence négative des restructurations sur les dépenses de R&D. En revanche, comme dans l'article pionnier de Wilder et Stansell (1974) ils trouvent une influence positive de la taille sur l'intensité de la R&D. Ceux-ci nous aident à mieux spécifier le modèle que nous avons envisagé pour tester cet avantage des grandes firmes. Nous

souhaitons expliquer l'intensité des dépenses de R&D à la Cohen et Klepper (1996) car dans leur article, les auteurs fournissent un modèle théorique directement estimable pour la relation « R&D – taille » au niveau de la firme.

Pris ensemble, ces deux modèles permettront de mieux connaître le profil des firmes les plus susceptibles de figurer dans un oligopole de l'électricité et à cette occasion, de savoir, en particulier, si cette restructuration est favorable à l'apparition des technologies de production de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables. L'analyse de cette restructuration doit également nous permettre de connaître les caractéristiques des firmes de la nouvelle configuration industrielle dont nous observons l'apparition.

Volet 2

L'étape suivante de la recherche proposera les éléments pour interpréter les résultats des modèles empiriques et les utilisera pour juger des effets des politiques de dérégulation et d'encadrement des investissements dans le secteur de l'énergie électrique. Dans un second article qui figure en annexe (Article 2 : « Stratégies industrielles et structuration du marché : le cas du secteur de l'électricité ») nous soulevons la question, pour des marchés de l'électricité libéralisés, de la tension qui existe entre le désir de développer les mécanismes de marché et la nécessité de satisfaire les besoins en investissement, dont les dépenses de R&D font partie. Dans un travail complémentaire (Article 3 en annexe, « Signaux-prix et équilibre de long terme – Repenser la régulation et l'organisation des marchés électrique »), nous insistons sur les difficultés à encadrer l'investissement dans les marchés de gros de l'électricité dès lors que ces marchés sont décentralisés. Ces deux articles sont introduits dans une **section 4**.

Volet 3

Enfin, à la croisée du droit et de l'économie, l'Article 4, de la recherche est plus orienté vers la recherche de remèdes structurels susceptibles de favoriser la consolidation d'une situation de dominance collective dans les marchés de l'électricité (**section 5**).¹

¹ Remarque préliminaire : afin de répondre à un commentaire qui nous avait été adressé par le comité de sélection des projets du CFE à propos de notre choix de ne considérer pleinement la littérature de l'économie théorique qu'après les travaux économétriques, nous voudrions souligner que des références d'économie théorique appliquée ou pas à l'énergie sont utilisées dès la première section du rapport final. D'autres références figurent dans les articles attachés en annexe à ce rapport.

Nous concluons par une présentation des perspectives de recherche (**section 6**), notamment de l'intérêt d'avoir une base complète des équipementiers du secteur de l'énergie électrique, de leurs brevets et d'autres variables économiques et financières. Etant donnée les résultats obtenus dans le modèle de la sous-section 3.1, nous formulons également le type de modélisation économétrique qui permettrait de répondre de manière plus approfondie aux déterminants de la stabilisation d'un oligopole européen de l'électricité.

2 Les Données

2.1 Collation et Présentation des Données

La construction d'une base de données d'entreprises en vue de répondre aux questions posées dans ce projet se fait en quatre étapes et s'appuie sur la construction de trois bases intermédiaires. Parmi ces entreprises, nous devons sélectionner les plus importantes en termes d'activité dans le secteur de l'énergie électrique. Par exemple, il est important de retenir celles qui produisent l'électricité avec une attention particulière aux entreprises qui réalisent une activité dans les énergies renouvelables, qu'elles soient des équipementiers exclusifs (Areva) ou pas (par exemple : équipementiers et producteurs : Acciona). Il est aussi essentiel de créer une variable de métier (génération, transmission, distribution, commercialisation), contrairement à des travaux comme celui de Warzinsky et Roeger (2004) qui néglige cet aspect. Sanyal (2007), par exemple, souligne les faibles montants de dépenses en R&D des entreprises impliquées dans le transport et la distribution d'électricité par rapport à celles impliquées dans la production. Les trois premières étapes consistent à construire chaque base de manière séparée, la quatrième étape (section 2.2), étant réservée à la fusion des bases.

2.1.1 La base des opérations de restructuration (Lévêque et Monturus, 2008)

La première étape consiste à créer une base de données sur les entreprises qui ont participé à des opérations de fusion, acquisition ou de prise de participation à partir du document de Lévêque et Monturus (2008). Il s'agit de la base « consolidations ». Nous avons codifié la plupart des informations qui s'y trouvent en variables afin de produire des statistiques descriptives et graphiques. Nous avons également construit de nouvelles variables à partir d'informations tirées de la base « brevet » (paragraphe 2.1.3), à savoir quelles firmes font de la recherche dans le domaine des énergies renouvelables. Il s'agit d'entreprises cotées et non cotées. Ces opérations sont disponibles de janvier 1998 à décembre 2007 (elles seront mise à jour par nous même pour la période allant de janvier à décembre 2008). Cette base nous permet aussi de repérer le type de l'acteur (producteur, distributeur, transporteur, etc.).

Quelques limites liées à l'utilisation du document de Lévêque et Monturus

Il est important de noter que le document de Lévêque et Monturus (2008) possède plusieurs spécificités. Même si elles n'enlèvent rien à l'apport majeur que ce document représente pour

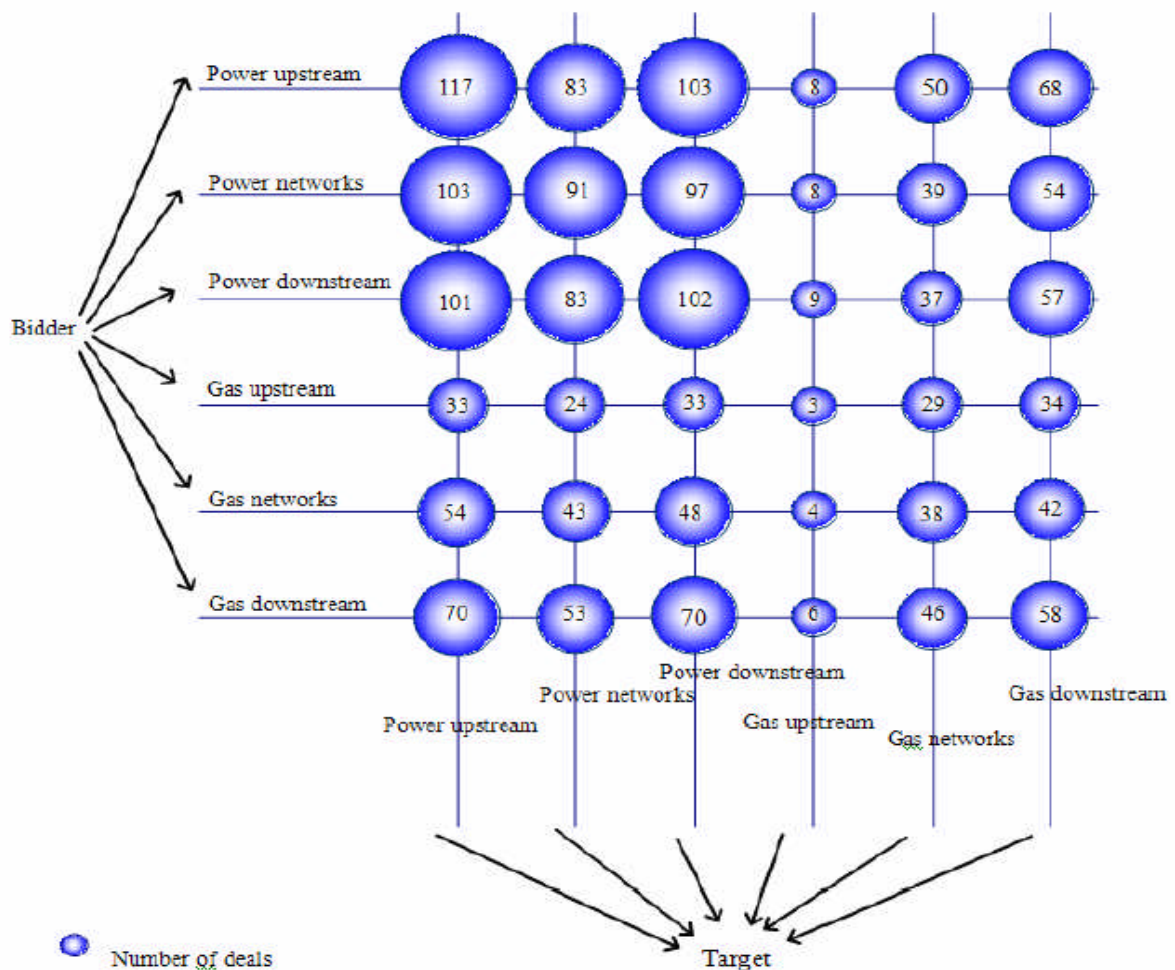
notre projet, elles peuvent créer un biais de sélection des firmes selon les statistiques que nous souhaiterions produire. Nous avons noté trois principaux inconvénients :

- (i) Il ne contient essentiellement que les informations disponibles dans les publications sur les cas de concentration publiés par la Commission Européenne (CE). Or, ces cas doivent satisfaire certains critères avant d'être traités par la CE. Par exemple, si le chiffre d'affaires agrégé (attendu ex post l'opération de concentration) ne dépasse pas les 5 milliard d'euros, alors d'autres critères doivent être satisfaits pour que la CE s'empare du cas ;
- (ii) Les caractéristiques des initiateurs telles le secteur principal d'activité (gaz, électricité) ou le métier (génération, transmission, etc.) correspondent en majorité à celles observées l'année de la dernière opération effectuée par cet initiateur. En conséquence, on ne connaît que rarement ou que partiellement les caractéristiques de l'initiateur avant qu'il apparaisse dans la première opération disponible dans le document. Or, ces caractéristiques évoluent avec ces opérations. Dans la mesure où les auteurs ne précisent pas s'ils ont pris cela en compte, certaines statistiques telles que le nombre de fois qu'un initiateur dans l'électricité réalise une opération avec une cible dans l'électricité (62 fois d'après Lévêque et Monturus, 2008, p. 311) sont à prendre avec précaution ;
- (iii) Enfin, nous suivons l'approche de ces auteurs qui consiste à écrire les opérations d'une filiale *B* d'une entreprise *A* dans la liste des opérations de *A*, à partir de l'année d'achat de *B*. Mais contrairement à ces auteurs, les opérations effectuées par *B* avant qu'elle soit achetée figurent à part, avec *B* comme initiateur. Ainsi, les opérations de Powergen sont notées dans notre base en tant que « Powergen filiale d'E.ON » qu'à partir de l'année 2001 (c'est le case de l'achat de Midland Electricity). En revanche, les acquisitions antérieures comme Yorkshire Cogen, réalisée en 1999, sont notées dans une ligne où « Powergen est filiale de Powergen ». Cette manière d'écrire les opérations sous un tableur est nécessaire pour l'estimation des modèles que nous envisageons dans les six mois à venir.

Cette base devra donc complétée par des informations comme par exemple, des caractéristiques des initiateurs avant qu'ils fassent leur toute première opération et lorsque

ceux-ci ne font pas d'opérations. Nous allons produire des statistiques qui d'une part tiennent compte du fait que les caractéristiques d'un initiateur évoluent avec ses opérations (cf. le point (ii) ci-dessus) et d'autre part qui évitent certains doublons. Dans leur graphique à la page 313, et que nous reproduisons ci-dessous, il est évident que les fréquences que l'on peut y observer concernent des événements dont l'intersection n'est pas vide. Par exemple, le nombre de fois qu'un initiateur dans la commercialisation de l'électricité fait une opération avec une cible dans la génération du gaz est égal à 9 chez Lévêque et Monturus (10 dans notre « base ») alors qu'en réalité ce nombre devrait être nul. Il vaut 10 car il s'agit d'entreprises qui font notamment ce métier et non exclusivement. En fait, nous n'avons qu'une cible qui ne fait que de la production gazière : Swiss Cogeneration Plant. Nous n'avons pas encore calculé les statistiques nécessaires à y voir plus clair sur la diversification des acteurs du secteur de l'énergie électrique (cf. section 4 sur les perspectives de recherche).

Graphique 2.1 : Répartition des opérations par métiers des initiateurs et des cibles



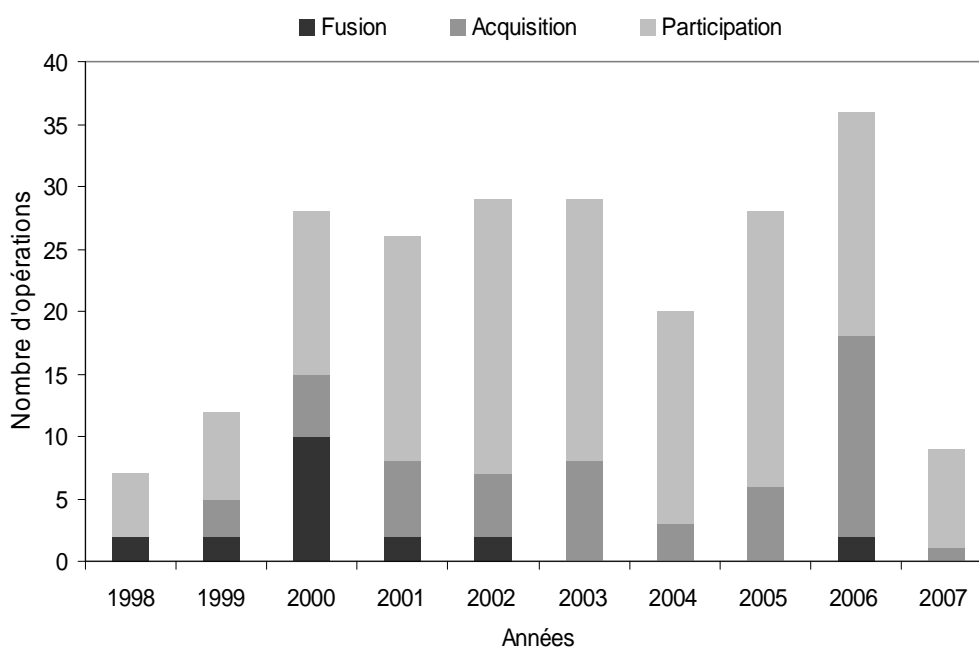
Source : Lévêque et Monturus (2008, p. 313).

Les données issues de Lévêque et Monturus (2008)

Bien que le recensement de ces opérations fasse partie à part entière de ce projet à travers l'étude du lien innovation-restructuration (cf. 3.1.1), il est important de les recenser pour d'autres raisons purement liées à la modélisation statistique. Il se peut en effet que ces restructurations entraînent un décrochage de certaines variables comme, par exemple, le chiffre d'affaires. Le nombre annuel d'opérations de restructuration pourrait donc très bien servir de variable de contrôle dans notre étude (cf. l'[Article 1](#)).

Nous notons exactement 303 opérations entre janvier 1998 et décembre 2007, dont 7 fusions. Ce dernier chiffre exclut deux fusions importantes qui se sont concrétisées en 2008 ; celles donnant naissance à A2A (AEM + ASM) et Gdf-Suez (Gdf + Suez). Le graphique 2.2 ci-dessous reporte ce nombre d'opérations par type. Les participations représentent le mode de consolidation le plus important et leur nombre se maintient sur la période, contrairement aux acquisitions qui connaissent un pic en 2006 et qui sont dues essentiellement au groupe E.ON.

Graphique 2.2 : Nombre d'opérations par type sur la période janvier 1998–décembre 2007

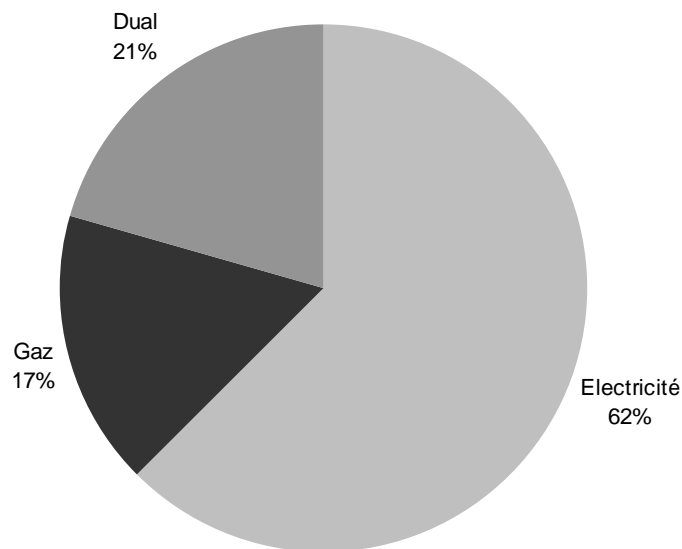


Source : Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Note : chaque entreprise impliquée dans une fusion est comptabilisée comme une opération. De même, chaque étape d'une prise de participation dans une entreprise est comptabilisée comme une participation.

L'ensemble de ces opérations concerne 44 initiateurs différents et 272 cibles différentes. Ces cibles, au moment de l'opération peuvent être réparties dans un des trois secteurs qui résument l'essentiel de leur activité : électricité, gaz ou dual, c'est-à-dire « électricité et gaz » (Graphique 2.3).

Graphique 2.3 : Répartition des cibles impliquées dans l'ensemble des opérations par secteurs d'activité



Source : Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Pour faire écho au point (ii) mentionné dans le paragraphe 2.1.1, la valeur de 62% représente 186 opérations. Ce nombre dépasse celui de 144 reporté dans Lévêque et Monturus (2008) pour différentes raisons. Chaque entreprise impliquée dans une fusion est comptabilisée comme cible de(s) l'autre(s). De même, chaque étape d'une prise de participation dans une entreprise est comptabilisée comme une participation à part entière, donc comme une opération. Le tableau 2.1 ci-dessous croise le secteur de la cible avec celui de l'initiateur.

Tableau 2.1 : Répartition des opérations par secteur d'activité de l'initiateur et de la cible

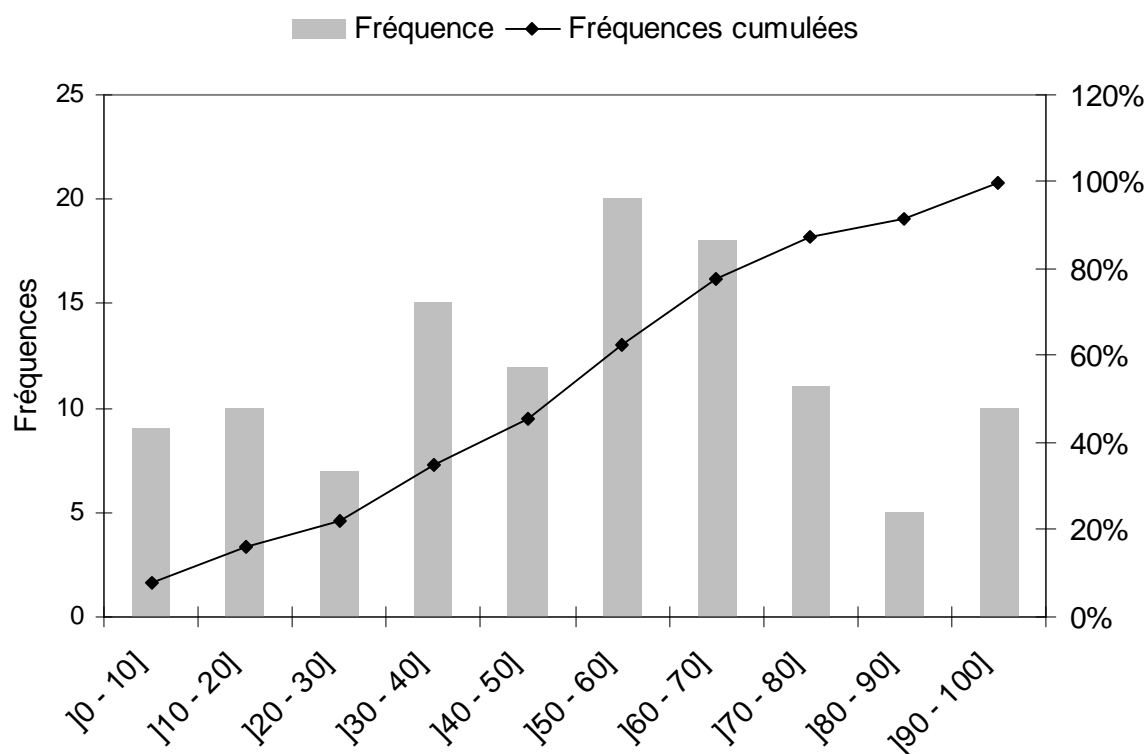
		Cible			
		électricité	dual	gaz	Total
Initiateur	électricité	55	9	1	65
	dual	129	57	45	231
	gaz	2	0	5	7
	Total	186	66	51	303

Source : Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Notons que de ces statistiques, ne sont fiables pour l'instant que celles qui excluent les lignes et les colonnes intitulées « dual » pour les raisons évoquées au paragraphe 2.1.1.

Concernant les valeurs des prises de participation – en pourcentage –, elles suivent une distribution tronquée mais assez symétrique, comme en témoigne le Graphique 2.4 ci-dessous.

Graphique 2.4 : Distribution des fréquences des prises de participation, en pourcentage.

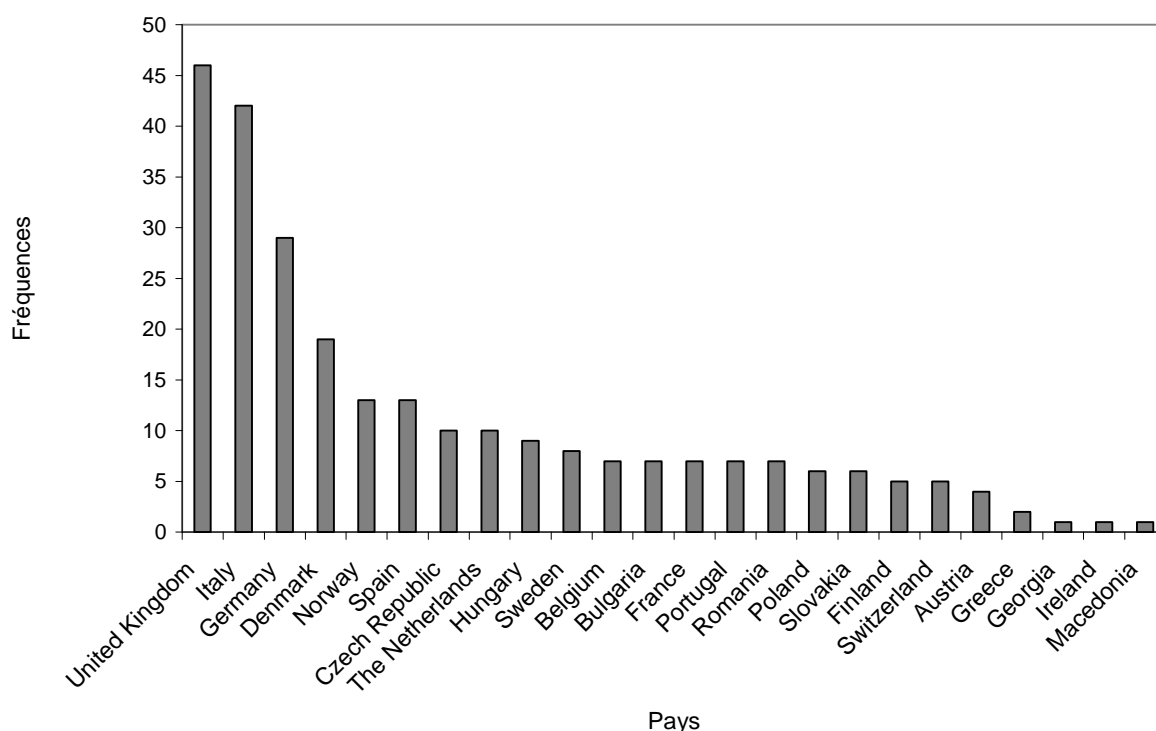


Source : Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Cette distribution est associée à une moyenne et une médiane d'environ 50, avec un mode entre 50 et 60, ce qui témoigne d'une volonté de contrôle en termes de prise de capital. Nous n'avons pas encore recherché les pourcentages correspondant au contrôle en termes de droit de vote, bien que les deux soient généralement très corrélés.

Nous avons également réparti dans une sixième graphique les opérations par fréquences d'apparition des pays des entreprises cibles et par pays des initiateurs. Les fréquences dans la première distribution sont *a priori* très liées au degré d'ouverture des différents pays des entreprises cibles.

Graphique 2.5 : Distribution des fréquences des opérations par pays des entreprises cibles.



Source : Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Note : nous avons volontairement laissé les noms des pays en anglais.

Comme l'on pouvait s'y attendre le nombre d'opérations est plus important en Grande-Bretagne qui a réorganisée son industrie électrique dès la privatisation en 1990 du *Central Electricity Generation Board*, c'est-à-dire de la plupart des monopoles régionaux de distribution et de génération. Cette restructuration attira de grands groupes étrangers

(l'américain TXU) ou le français EDF, lequel a totalement intégré en 1999 London Electricity (devenu EDF Energy).

2.1.2 La base des données comptables (Datastream)

La seconde étape consiste à aller chercher dans Datastream des données comptables des entreprises identifiées à partir du document de Lévêque et Monturus (2008). Il s'agit de la base de « données comptables ». Datastream contient des entreprises cotées dans le monde pour lesquelles nous pouvons obtenir de nombreuses variables comptables : dépenses de recherche et développement (R&D), chiffre d'affaires, actif total, un ratio de rentabilité, mais aussi des variables qualitatives telles que le pays d'exercice de l'entreprise, son secteur d'activité, etc. Cette base sera essentielle pour l'estimation du modèle des déterminants des différents types d'opération ainsi que pour le modèle dans lequel nous souhaitons expliquer la relation R&D-taille à côté d'autres caractéristiques des firmes qui dépensent le plus (et le plus efficacement) en R&D.

Notons que le secteur d'activité est aussi disponible dans Lévêque et Monturus (2008) mais la répartition des firmes par secteur diffère quelque peu, ce qui pourrait affecter nos résultats. Par exemple, il y a 186 opérations dont la cible est dans l'électricité exclusivement au sens de ces auteurs ; ce nombre est de 190 d'après Datastream. La variable pays, disponible également dans Lévêque et Monturus (2008) peut capter par exemple une hétérogénéité des firmes liée aux différentes années de libéralisation (les pays n'ont pas libéralisé leur secteur de l'énergie en même temps). Le secteur d'activité compte également, bien que dans Datastream, cette variable peut être approximative (« électricité » où l'on trouve par exemple EDF et Areva, « gaz eau et multi-utilités » où l'on trouve E.ON, « construction et matériels » où l'on trouve Acciona, ou « producteur de pétrole et de gaz » où l'on trouve ENI).

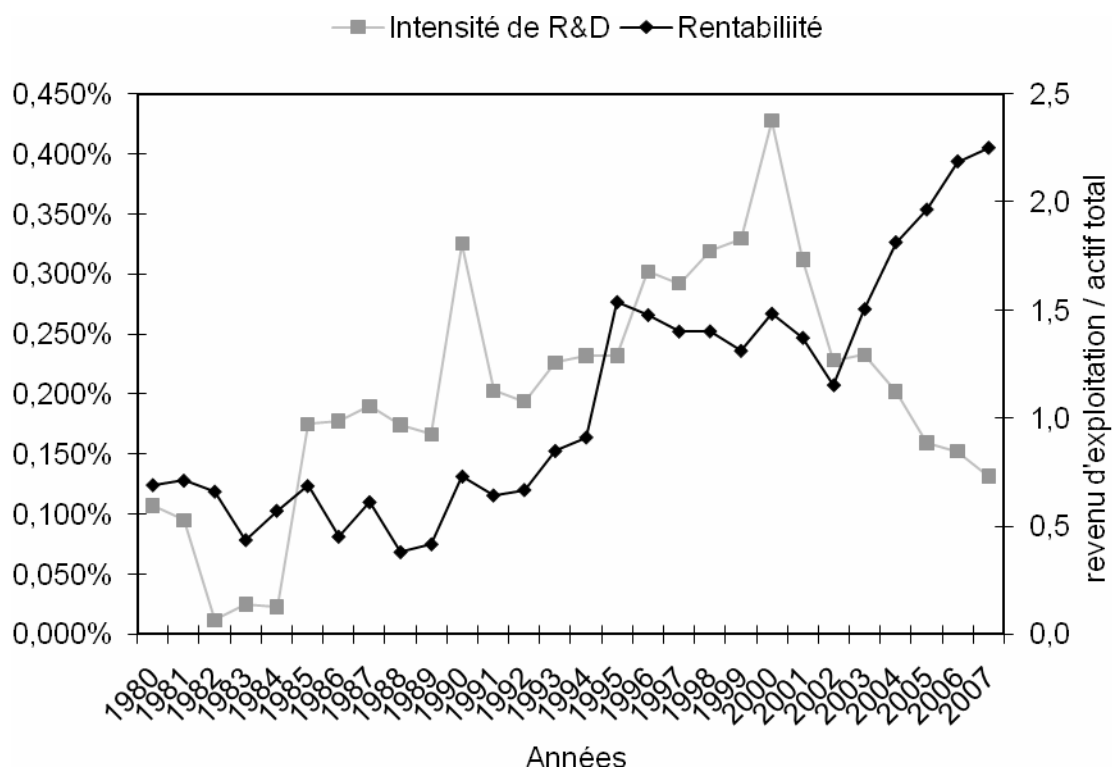
Afin de mieux appréhender le comportement des grands groupes de l'énergie, notamment en termes d'innovation, nous avons calculé les valeurs agrégées du chiffre d'affaires, des dépenses de R&D, de l'actif total, etc.) pour 27 grands groupes (initiateurs) de l'énergie entre 1980 et 2007 inclus :

ACCIONA, ATEL, BRITISH ENERGY, CENTRICA, CEZ, E.ON, EDF, EDP, ENEL, ENI, ERG, EVN, FORTUM, GAS NATURAL, GAZ DE FRANCE, HERA, IBERDROLA, INTERNATIONAL POWER, NATIONAL GRID, RED ELECTRICA DE ESPANA, RWE, SSE, SUEZ, TERNA RETE ELETTRICA NAZIONALE, TOTAL, VATTENFALL, VERBUND.

Nous avons repérés en fait 44 groupes initiateurs majeurs qui n'ont pas encore été l'objet d'une acquisition ou qui n'ont pas fusionné avant janvier 2008 mais 17 d'entre eux ne sont pas cotés. Nous soulignons que nous n'allons pas sélectionner les entreprises cotées hors Europe bien que celles-ci aient une activité en Europe. Nous pensons par exemple à General Electric.

Le graphique ci-dessous suggère qu'à partir de la fin des années 1990, le lien entre un ratio de rentabilité et les dépenses en R&D rapportées à l'actif total (un ratio de l'intensité de la R&D) n'est plus positif. Ce lien est clairement négatif de 1997 à 1999 et surtout de 2002 à 2007, avec une baisse marquée des dépenses de R&D depuis 2000. Cette dépense agrégée atteint trois milliards d'euro en 2000.

Graphique 2.6 : Relation R&D – Rentabilité.



Source : Datastream et calculs de l'OFCE.

Il semblerait donc que les entreprises privilégient de plus en plus leur santé financière au détriment de la recherche. Nous ne reportons pas le graphique des dépenses de R&D

rapportées au chiffre d'affaires mais elles conduisent exactement au même résultat.² Nous devons cependant interpréter ce graphique avec précaution pour au moins trois raisons. Les dépenses de R&D ne sont qu'une mesure de l'*input* de l'innovation, alors que le nombre de brevets déposés, une variable que nous avons aussi considérée, est plutôt une mesure de l'*output* de l'innovation (Johnstone et alii, 2008). De plus, il est possible que cette baisse soit compensée par une hausse concomitante de ces dépenses chez les équipementiers, ainsi que par des subventions publiques à la recherche en faveur de l'énergie et de l'environnement. Ces subventions agrégées sur l'ensemble des 25 principaux pays de l'Union Européenne ont quasiment doublé depuis 2000 (cf. EEAG, 2008, p. 107). En revanche, nous ne possédons pas encore de liste complète des principaux équipementiers du secteur (cf. le paragraphe 6.2.2 où nous revenons sur ce point). Enfin, il ne s'agit que d'une lecture graphique de deux séries et non un modèle conditionnel dont les résultats seront présentés sous la forme d'un document de travail. Nous ne pouvons pas terminer cette sous-section sans faire une description plus précise des dépenses privées de R&D dans le secteur de l'énergie électrique.

Les dépenses de R&D

Le secteur de l'énergie électrique dans son ensemble favorise le développement progressif de technologies visant à améliorer l'efficacité énergétique des installations existantes à partir de celles existantes (petites centrales hydroélectriques, centrales au charbon propre), notamment en réponse aux fluctuations des prix des ressources énergétiques fossiles (Defeuilley et Furtado, 2000, pp. 2–4). Comme le soulignent Jamasb et Pollitt (2008, p. 1005), «[c]ompte tenu de la lenteur de la croissance de la demande d'électricité, il est moins probable que les « electric utilities » s'engagent sur des recherches de long-terme et de rupture technologiques ». A titre d'exemple, les recherches sur les technologies de charbon propre (par exemple, la technologie haut de cycle, en Angleterre et au Pays de Galles) ont été négligées au profit de recherches dans les centrales thermiques à cycle combiné au cours de la période connue sous le nom de « dash for gas ». Ce constat souligne le rôle du politique avant

² Le choix de l'actif total au dénominateur du revenu d'exploitation est justifié dans Bah et Dumontier (2001). Au dénominateur des dépenses de R&D, cette variable sert essentiellement à les corriger de la « taille » de l'entreprise, ce qui n'empêche pas le ratio de baisser depuis 2002. Notons que les valeurs agrégées de l'actif total et du chiffre d'affaires évoluent de manière semblable. Ainsi, l'une ou l'autre aurait pu servir de mesure de la taille. Del Monte et Papagni (2003) utilisent cette dernière pour un panel d'entreprise manufacturières en Italie. Pour le secteur électrique, Sanyal et Cohen (2008) emploient le revenu d'exploitation.

et après les réformes liées à la dérégulation du secteur de l'énergie électrique. Nous reparlerons de l'influence du politique à la fin de cette section. Cette influence a été un moteur puissant dans la poursuite, par exemple, des programmes nucléaires (Markard et alii, 2004, p. 210).

La variable des dépenses de R&D considérée dans ce rapport représente l'ensemble des coûts directs et indirects liés à la création et le développement de nouveaux procédés, techniques et applications, et de produits pouvant être commercialisés. Ces coûts peuvent être classés en coûts liés à de la recherche fondamentale et appliquée. Ils ne tiennent pas compte des subventions à la recherche financées directement par gouvernements, des partenaires publics ou privés, etc.

Les dépenses de R&D dans le domaine de l'électricité peuvent être séparées entre dépenses environnementales et non-environnementales. Les premières couvrent toutes les activités en amont et en aval du secteur. Il s'agit de la R&D orientée vers les projets d'intérêt public tels que la recherche sur le réchauffement climatique. Ce type d'innovations consiste en la création ou l'amélioration de techniques, de produits permettant d'éviter ou de réduire les dommages environnementaux (voir Horbach, 2008, p. 163 et les références qui se trouvent à l'intérieur ; notons qu'il est difficile de s'entendre sur une définition de « innovation environnementale »). Les dépenses de R&D que l'on peut qualifier d'environnementales sont des recherches sur la micro-cogénération, les piles à combustible, les systèmes de turbine marémotrice, les nouvelles technologies liées à l'utilisation de l'énergie solaire, ainsi que la gazéification de la biomasse. Elles comprennent également les recherches sur l'impact du changement climatique, la biodiversité et la qualité de l'eau par le biais d'études sur, par exemple, le stockage des déchets radioactifs. A plus court-terme, l'objet de ce type de recherche est :

- du côté de l'offre : réduire le coût d'utilisation des sources d'énergie dans les centrales existantes ; développer des centrales au charbon avec capture de CO₂ ou d'améliorer celles existantes ; développer les centrales alimentées avec des sources d'énergie renouvelables ;
- du côté de la demande : concevoir les compteurs intelligents capables de faire faire des économies d'énergie aux petits et grands consommateurs

- du côté de l'acheminement de l'électricité : créer des appareils / logiciels qui permettent une meilleure intégration de la production centralisée et celle issue des producteurs indépendants,
- également de d'améliorer la performance des pompes à chaleur (haute température), des véhicules électriques et les véhicules hybrides, en partenariat avec l'industrie automobile.

Notons enfin que la distinction entre R&D environnementale et non-environnementale n'est pas triviale comme le suggère le document d'Arundel et Kemp (2009). Que pensez de la position d'EdF, qui considère la recherche sur les réacteurs de future génération comme appartenant au premier type de R&D, alors qu'en 2008, EdF ne dépense qu'un quart de son budget R&D dans des projets environnementaux et que ce budget ne dépasse pas 1% du chiffre d'affaires de l'entreprise ? Contrairement à ce que nous avons observé en Angleterre et au Pays de Galles, la France et d'autres pays de l'UE mènent des activités de recherche sur la fusion nucléaire, mais maintiennent des activités sur la fission nucléaire (par exemple, des réacteurs à neutrons rapides). Malgré le constat fait par le Conseil Mondial de l'Energie, selon lequel plusieurs sites de R&D dans le nucléaire ont été fermés au cours de la dernière décennie en Europe (CME, 2007, pp. 79–80), Defeuilley et Furtado (2000) reportaient un changement de 201 million de £ en 1998 par rapport à 40–50 million en 1990 sur les recherches dans le domaine du nucléaire en Grande-Bretagne. Ceci se comprend facilement car ces recherches concernent la gestion de centrales nucléaires vieillissantes, dont les exigences en matière de sécurité sont par ailleurs de plus en plus contraignantes. Mais il est clair que ces recherches dans le nucléaire visent aussi à maintenir l'avance technologique de l'UE dans une technologie qui fait face à la concurrence des États-Unis et de plusieurs pays de l'Est.

Un problème délicat lorsque l'on choisit cette variable comme mesure de l'innovation est le grand pourcentage de valeurs manquantes. Cette situation rend difficile tout exercice économétrique visant à tester l'hypothèse Schumpétérienne dans le secteur de l'énergie électrique (cf. sous-section 3.2 et l'Article 1 en annexe : « A test of the Schumpeterian hypothesis in a panel of European electric utilities »). Un petit nombre de producteurs, pourtant importants, ne reportent aucune valeur pour cette variable. D'autres reportent des dépenses de R&D pour certaines années seulement. Iberdrola, par exemple, n'a pas de valeurs pour ces dépenses sur la période 1981–1990. Malheureusement, nous ne savons pas si ce type

d'incomplétude est du au hasard. Il se peut qu'il s'agisse d'un problème de sélection tel que décrit par Baltagi (2005 p. 220). Une raison évidente en amont de ce non report des dépenses pourrait être que, conformément aux normes comptables dans certains pays, les entreprises ont la possibilité de capitaliser leurs dépenses de R & D, sous certaines conditions toutefois. Malgré des réformes récentes dans ce domaine (par soucis d'harmonisation au niveau des règles comptables internationales), sur la plus grande partie de la période que nous étudions, les entreprises ne sont pas soumises au report des dépenses de R & D.

Comme le montre le graphique 2.6, les producteurs d'électricité (à prendre ici au sens de « electric utilities », c'est-à-dire qui peuvent être verticalement intégrés) ne consacrent pas des sommes importantes à la R&D. Parmi les 22 producteurs retenus dans l'Article 1 en annexe, trois ne déclarent aucune dépense de R&D et une entreprise ne reporte seulement qu'une valeur. Dans les années les plus favorables, certaines firmes dépensent près de 2% de leur chiffre d'affaires en R&D (EDF, Edison, Enel, E. ON, International Power, RWE, Verbund), en comparaison avec les constructeurs d'équipements tels qu'Areva (3,5%) et Vestas (2 %). Bien sûr, si l'on admet comme le soulignent Deufeille et Furtado (2000) que le problème des producteurs d'électricité est plutôt celui de l'adoption de technologies novatrices en matière de génération, que celui de la création de ces technologies, qui reste le rôle des équipementiers, alors on peut comprendre ces faibles valeurs d'intensité de la R&D. Cependant, par rapport aux équipementiers dans d'autres industries (industries des médicaments et instruments médicaux, de l'information et des technologies de la communication, aéronautique et aérospatiale), il semble que l'intensité de la R&D dans le secteur de l'énergie électrique soit structurellement faible, à la fois pour les producteurs et pour les équipementiers. Une raison possible est que nous ne considérons par manque de données, est la possibilité pour les firmes de capitaliser les dépenses de R&D.

2.1.3 La base des brevets EPO Espace Access (édition de mai 2008)

La troisième base de données, la base « brevets » (sa création a débuté le 22 mai 2008), part des noms des entreprises que nous avons sélectionnées dans la base « consolidations » afin d'identifier celles qui ont déposé au moins un brevet en Europe. La réalisation de cette étape a bénéficié de la parution récente d'un article de Johnstone et al. (2008) qui explore le lien entre le nombre de brevets déposés et des variables de politique environnementale pour différents pays. Nous souhaitons aller un peu plus loin que ces auteurs en créant des statistiques au niveau des entreprises depositaires. Cette investigation permettra de croiser les informations

relatives à leurs brevets avec celles relatives à leurs caractéristiques financières et économiques. Nous avons classé ces brevets par catégories selon qu'il s'agit de brevets relatifs à la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable ou pas.

Cette étape qui débute par un traitement informatique des données brutes de la base EPO Espace Access est, sans aucun doute, l'opération la plus difficile de ce projet car elle est soumise à un grand nombre de contraintes qui peuvent être logicielle, matérielle et surtout de temps de travail. A titre indicatif, Excel 2003 étant limité à 65536 lignes par feuille alors que la base fait plus de 2Go et dépasse les deux millions de lignes, nous devons effectuer le traitement sous Access. Nous reportons les grandes étapes de cette construction ci-dessous.³ Quelques graphiques relatifs à son contenu et construits par nos soins sont reportés ici et dans la prochaine section où nous fusionnons les bases.

L'ensemble de la base

Notre travail de recherche utilise la base de données sur les demandes de brevets délivrée par l'Office Européen des Brevets (EPO selon l'acronyme anglais) comme matériau de base pour l'examen des compétences technologiques des entreprises actives dans le domaine de l'électricité. Nombre d'arguments, dont il est fait état dans diverses contributions, contestent l'utilisation des brevets comme outil d'analyse (Patel et Pavitt, 1995 ; Griliches, 1990 ; Archibugi, 1992 ; Pavitt, 1988 ; Schmookler, 1950) sur la base des trois points suivants :

- (i) *Des institutions différentes.* D'importantes disparités institutionnelles existent, concernant tant la propension des agents à publier ou déposer des brevets, i.e. firmes et instituts de recherche, que les systèmes nationaux de recherche aux pratiques différentes. Autrement dit, les modalités de dépôts de brevets diffèrent grandement d'un pays à l'autre.

- (ii) *Des procédés d'appropriation divers.* L'ensemble des demandes de brevet ne rend que partiellement compte des compétences technologiques des entreprises. Les fortes incertitudes sur la faisabilité de la protection intellectuelle par les brevets ont motivé nombre d'acteurs à s'approprier le fruit de leurs recherches par la pratique

³ Plus de détail sur le traitement de la base de brevets sont disponibles sur demande à l'OFCE.

du secret. Publications et brevets sont autant de manière de s'approprier respectivement la paternité et les rentes issues de l'utilisation des connaissances. Pour autant, elles ne capturent pas les autres pratiques d'appropriation des connaissances, notamment le secret.

- (iii) *Nature et incorporation des connaissances.* Traditionnellement sont opposés les brevets, aux connaissances appliquées donc gardant inévitablement un caractère tacite, aux publications, rassemblant des savoirs codifiés et fondamentaux, distincts de techniques de manipulation (Schmookler, 1950). Ainsi, en excluant les publications, nous laissons échapper une partie constituant assurément le cœur des connaissances des firmes étudiées.

Toutefois, la vocation de ce travail est d'appréhender l'évolution des compétences technologiques dans les marchés de l'électricité en général, en relation avec la restructuration de ces marchés plus particulièrement. Nous sommes donc davantage intéressés par les changements dynamiques que par la mesure proprement dite des stocks de connaissances. Or, comme indicateur de changement technique, un bon nombre d'objections relatives à l'utilisation des brevets saute. Les brevets, classés par domaines technologiques, permettent surtout d'établir la *direction* du changement technique (Archibugi, 1992). Ils fournissent surtout les bases d'une approche métrique de l'environnement technologique :

The patent system in fact provides a significant and unique effort on a global scale and with a long standing to assess knowledge in terms of technical content, novelty and level of invention. That is the two fundamentally difficult problems of determining newness to the world and size of an advance in knowledge are possible to deal with approximately through the patent system as far as technical knowledge is concerned. In a crude way the patent system thus provides a kind of metric on inventions (Grupp, 1994, p. 191).

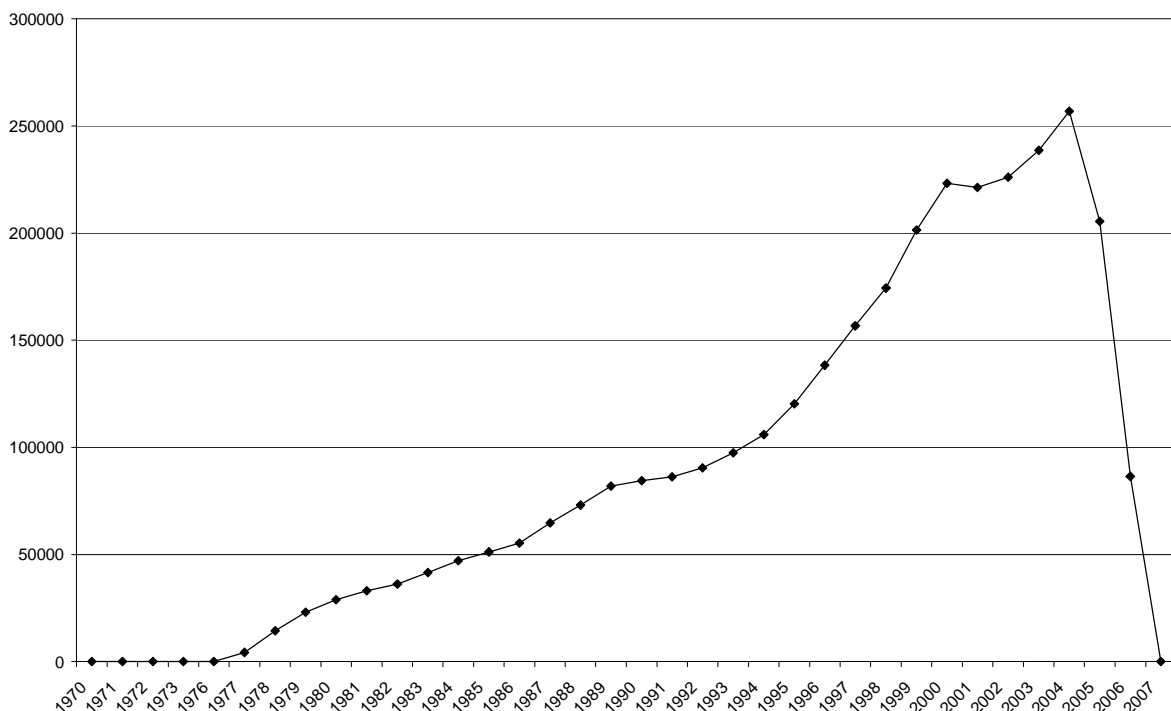
Notre choix repose donc essentiellement sur des considérations pratiques. En reprenant l'argument de Griliches (1990), le recensement des brevets est effectué de manière systématique, continue et à disposition des chercheurs à moindres coûts. Il constitue donc une source de données rare sur le comportement d'innovation au niveau de la firme. Déposer un

brevet est extrêmement coûteux pour une firme, et reste le fruit d'efforts technologiques nécessairement stratégiques. Ainsi, à partir de cette base de données, il nous sera possible de rendre compte du processus conjoint de spécialisation des acteurs et de structuration des savoirs dans le secteur de l'énergie électrique, et du lien possible entre cette spécialisation et le besoin de diversification des acteurs les plus importants.

La base de l'EPO «Espace Access A» rassemble les informations bibliographiques relatives à l'ensemble des demandes de brevets auprès d'une trentaine d'autorités légales de dépôts de brevets :

Allemagne ; Autriche ; Belgique ; Bulgarie ; Chypre ; Croatie ; Danemark ; Espagne ; Estonie ; Finlande ; France ; Grèce ; Hongrie ; Ireland ; Islande ; Italie ; Lituanie ; Luxembourg ; Lettonie ; Monaco ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; République Tchèque ; Roumanie ; Royaume-Uni ; Slovaquie ; Slovénie ; Suède ; Suisse ; Turquie.

Graphique 2.7 : Evolution des demandes annuelles de brevets auprès de l'EPO



Source : EPO et calculs de l'OFCE.

Le Graphique 2.7 ci-dessus présente l'évolution du nombre de demandes de brevet de 1978 à 2007, certains brevets étant datés avant même 1978. L'Office Européen des Brevets n'existant

que depuis 1978, la base débute en 1978. La chute à partir de 2004 s'explique essentiellement par la manière suivant laquelle les mises à jour des demandes sont organisées par l'EPO. En cumulé, plus de 3 millions de brevets sont recensés (3,270,317 exactement) sur la période. C'est principalement après 1978 que le nombre de brevets croît de manière significative et quasi permanente, avec un taux de croissance annuel moyen supérieur à 16%. Cette croissance témoigne du rôle croissant des savoirs scientifiques et techniques dans le processus de concurrence entre firmes. Elle est également le fruit de l'ajustement des droits en matière de protection intellectuelle des différentes instances de régulation qui deviennent de plus en plus souple quant à la définition d'une invention (voir à ce propose l'ouvrage de A.B. Jaffe et J. Lerner, Innovation and Its Discontent, Princeton University Press, 2004). Par exemple, ces deux dernières décennies ont vu la création d'un nombre important de firmes en biotechnologies, aux Etats-Unis et en Europe principalement.

L'une des conditions de création d'une firme repose initialement sur la possibilité de se protéger intellectuellement (Dodgson, 1991 ; Rabinow, 1996), augmentant d'autant le nombre de brevets recensés. Nous remarquons deux paliers : un premier vers 1990, un second vers 2000. Ainsi, le rythme de création de connaissances scientifiques et techniques alterne-t-il des périodes de stabilité passagère et des périodes intensives en création de connaissances. Ce caractère cyclique dans le dépôt de brevets est pour l'heure difficile à interpréter car il conjugue plusieurs phénomènes, d'ordre institutionnel, économique (par exemple, l'éclatement de la « dot.com economy » en 2000) ou scientifique. Pour ce dernier, des seuils de connaissances sont ainsi envisageables, traduisant des phases où des thématiques de recherches se terminent, et où d'autres débutent.

L'intérêt de la base de données l'Office Européen des Brevets (OEB Espace Access)

Outre le ou les auteurs, chaque brevet est caractérisé par : (i) l'année de premier dépôt ; (ii) le(s) propriétaire(s) (laboratoires publics ou entreprises); (iii) la ou les classes technologiques des brevets. Comme la classification internationale des activités industrielles, il existe une nomenclature internationale des classes technologiques. La classification internationale des brevets (CIB), créée par l'Arrangement de Strasbourg de 1971, est un système hiérarchique de symboles pour le classement des brevets selon les différents domaines technologiques auxquels ils appartiennent. La classification est utilisée pour découvrir l'état des savoirs scientifiques et techniques dans un domaine particulier. Cette recherche est nécessaire pour les administrations chargées de la délivrance des brevets, les inventeurs potentiels, les unités

de recherche-développement, ainsi que tous ceux qui s'intéressent aux applications ou au développement de la technologie. En économie, cette classification est utilisée pour décrire les compétences techniques des entreprises ou des pays. En outre, elle est souvent utilisée pour révéler des degrés de spécialisation ou de diversification, des avantages technologiques relatifs, des distances technologiques entre firmes, etc. (e.g. Jaffe, 1986, Nesta et Saviotti, 2005).

L'intérêt de la base Espace Access A est donc double. Primo, chaque brevet est caractérisé selon ses classes technologiques prédéterminées et constantes dans le temps. La base permet donc l'établissement de séries temporelles dont l'homogénéité du recensement assure à l'analyse une cohérence essentielle. Une telle base de données présente à n'en pas douter une certaine rigidité vis-à-vis de l'évolution des certaines technologies, notamment vis-à-vis de l'émergence de quelques technologies nouvelle (l'informatique, les biotechnologies, les nanotechnologies, les technologies liées à la production d'électricité à partir de certaines source d'énergie renouvelables, de la fission nucléaire, etc.). Ce manque certain constitue pourtant un avantage dans notre cas. L'immuabilité des classes technologiques rend au contraire possible la comparaison temporelle de la fréquence d'occurrence des classes technologiques, en notant ici une croissance importante, là une baisse significative, etc. En fait, elle rend possible la photographie à différentes périodes d'un même objet (l'espace technologiques) dont le défilement révélera un processus de structuration technologique.

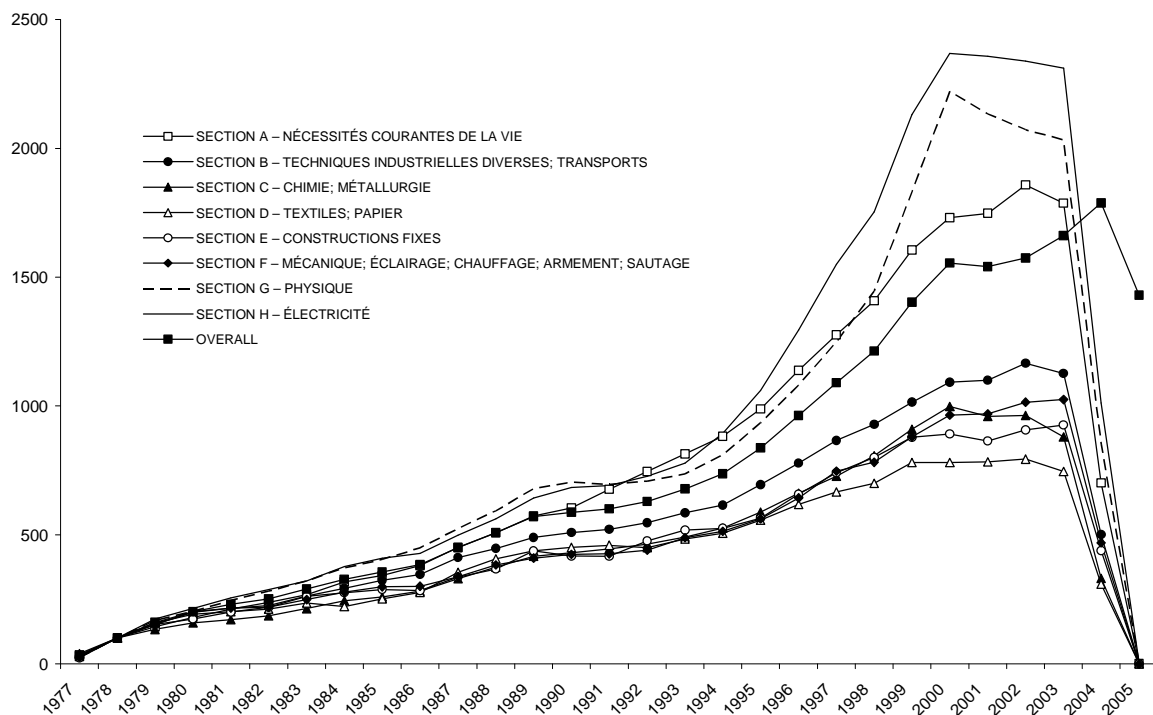
Secundo, Espace Access A permet d'entrer dans les firmes en dévoilant le contenu de leurs bases de connaissances technologiques. Nous disposons donc d'une description des connaissances qu'elles détiennent relativement aux classes technologiques déterminées par la base. En outre, nous pouvons également déterminer les stratégies d'accumulation des savoirs qu'elles suivent, selon qu'elles élargissent leurs compétences à des domaines jusqu'alors inexplorées par elles, ou qu'elles se concentrent sur l'exploitation de savoirs qu'elles détiennent déjà.

Quel domaine technologique pour le secteur de l'énergie électrique ?

Le niveau le plus agrégé propose 8 domaines technologiques : Section A – Nécessités courantes de la vie ; Section B – Techniques industrielles, Transports ; Section C – Chimie, Métallurgie ; Section D – Textiles, Papier ; Section E – Constructions fixes ; Section F – Mécanique, Éclairage, Chauffage, Armement, Sautage ; Section G – Physique ; Section H – Électricité. Le Graphique 2.8 présente l'évolution du nombre de brevets par domaine

technologique (base 100 = 1978). On remarque notamment le fort développement de la Section Electricité depuis le début des années 1990. Il serait pourtant naïf de limiter l'analyse des brevets au domaine « Electricité » (la section H). Il est en effet délicat de postuler une relation bijective entre l'activité économique (« métier » est un terme que nous avons aussi utilisé) dans ce secteur qui est celle de produire, transmettre, distribuer et commercialiser l'électricité, et les compétences technologiques requises pour qu'il y ait des innovations. L'éventail des compétences est notamment plus large que celles contenues dans ce seul domaine, ce qui implique que nous n'avons aucun *a priori* sur les sections pertinentes pour l'analyse de la restructuration du secteur en relation avec l'innovation.

Graphique 2.8 : Evolution du nombre de brevet par grand domaine technologique (Base 100 = 1978)



Source : EPO et calculs de l'OFCE.

Au niveau le plus fin (8 digits), la classification comprend environ 70,000 technologies. Nous n'allons certes pas les présenter une à une, mais nous pouvons présenter l'exploitation que nous en faisons. De plus, en nous référant à la classification de Johnstone et alii (2008), relative aux énergies renouvelables (éolien, solaire, géothermie, marées, biomasse et

incinération des déchets), nous pouvons identifier les brevets qui concernent ces dites technologies. Notons que nous avons complété ces technologies par une recherche de celles spécifiques à l'hydroélectricité et à l'énergie électronucléaire. En effet, l'hydroélectricité est absente du document de Johnstone et alii (2008) sans que cela soit justifié. Quant au choix d'inclure les technologies relatives à l'énergie électronucléaire, il peut se justifier par une enquête de 2007 auprès de 50 acteurs majeurs du secteur, publiée par le Conseil Mondial de l'Energie, selon laquelle le charbon et l'uranium devraient être les sources d'énergie privilégiées ces prochaines années.

Afin d'identifier une liste de technologies en rapport avec le nucléaire, nous nous sommes basés sur les dépôts de brevets de l'équipementier AREVA. Cette liste est certainement incomplète et pourrait contenir des technologies communes à la production d'électricité à partir d'autres sources d'énergie (les énergies fossiles par exemple). Pour l'hydroélectricité, nous avons dressé une liste de technologies à partir d'une recherche par mots clés, sachant bien que cette approche a ses limites. Afin de rendre les choses plus concrètes, nous montrons dans le Tableau 2.2 une partie des technologies retenues par Johnstone et alii (2008) et une partie de celles que nous avons trouvées qui sont liées au nucléaire et à l'hydroélectricité (ces codes suivent une classification internationale : <http://www.wipo.int>).

Tableau 2.2 : Technologies du secteur de l'énergie électrique selon la classification internationale (8 digit)

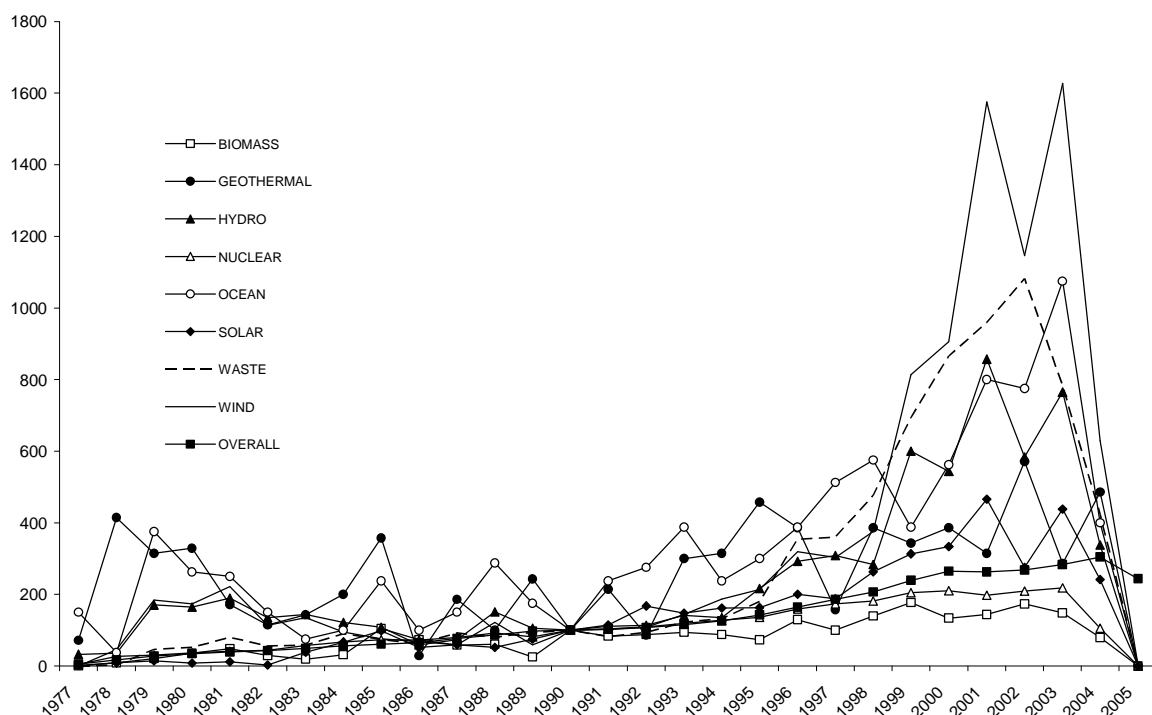
Eolien	F03D1/00 ; F03D1/01 ; F03D1/02 ; F03D1/03 ; F03D1/04 ; F03D1/05 ; F03D1/06...
Solaire	F03G6/00 ; F03G6/01 ; F03G6/02 ; F03G6/03 ; F03G6/04 ; F03G6/05 ; F03G6/06...
Géothermie	F24J3/00 ; F24J3/01 ; F24J3/02 ; F24J3/03 ; F24J3/04 ; F24J3/05 ; F24J3/06 ; F24J3/07...
Océan	F03B13/12 ; F03B13/13 ; F03B13/14 ; F03B13/15 ; F03B13/16 ; F03B13/17 ; F03B13/18...
Biomasse	C10L5/42 ; C10L5/43 ; C10L5/44 ; F02B43/08 ; C10L1/14 ; B01J41/16
Déchets	C10L5/46 ; C10L5/47 ; C10L5/48 ; F25B27/02 ; F02G5/00 ; F02G5/01 ; F02G5/02...
Hydroélectricité	B62D5/06 ; B62D5/93 ; F03B13/10 ; F03B13/08 ; F03B13/00 ; H02K7/18 ; F02C6/14...
Nucléaire	B01D53/14 ; B01D53/68 ; B01F5/04 ; B23D21/00 ; B23H1/04 ; B23H7/28 ; B23H9/00...

Sources : Johnstone et alii (2008), EPO et calcul de l'OFCE.

Le Graphique 2.9 ci-dessous retrace l'évolution du nombre de technologies des demandes de brevets depuis 1978 dans le secteur de l'énergie électrique (hors centrales thermiques). Sans surprise, ce sont les soumissions de brevets dans l'éolien qui ont le plus augmenté, suivies des

brevets en rapport avec l'incinération des déchets. Ce résultat est en accord avec la forte progression de l'installation de capacités en fermes éoliennes, environ 1GW de plus en 2007 par rapport à l'année 2006, selon une statistique de l'association européenne de l'énergie éolienne.⁴

Graphique 2.9 : Evolution du nombre de technologies (renouvelables, nucléaire, hydroélectricité) utilisées lors des dépôts de brevets (Base 100 = 1990)



Sources : Johnstone et alii (2008), EPO et calcul de l'OFCE.

Les demandes dans le domaine de la biomasse ont, depuis 1990 suivi une croissance plus faible que celles pour les autres sources d'énergie renouvelables et que l'ensemble des brevets (« overall » sur le graphique). Etant données nos remarques précédentes, les évolutions dans l'hydroélectricité et l'électronucléaire sont à lire avec précaution.

⁴ Le lecteur peut consulter le document de l'association européenne de l'énergie éolienne (EWEA) l' à l'adresse Internet suivante : http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/mailling/PR_040208_2007stats.pdf.

2.2 Fusion des bases et Statistiques descriptives

Nous tirons ici quelques résultats issus du croisement des trois bases de données que nous avons présentées. Nous débutons par des remarques sur la fusion des bases précédentes.

2.2.1 Structure de la Fusion

La fusion de nos trois bases de données (« consolidations », « données comptables » et « brevets ») possède une structure compliquée à cause de la base « consolidations » où chaque « individu » est en fait une opération qui implique au moins deux entreprises. De plus, la fusion élimine de nombreuses firmes potentielles car ces bases ne couvrent pas exactement les mêmes entreprises et les mêmes périodes d'observations. Par exemple, si l'on ne considère que les données de Datastream sur la période 1980–2007 avec les initiateurs comme « individus », il s'agit d'un panel naturellement non cylindré (car certaines firmes sont rentrées en bourse plus tardivement que d'autres). Et, étant données que plus de trois quart des firmes présentes dans la base « consolidations » ne sont pas cotées (elles ne figurent pas dans Datastream), il ne sera pas possible de considérer des variables comptables pour toutes les firmes qui figureront dans nos modèles économétriques. Le tableau ci-dessous donne les effectifs après fusion des firmes présentes dans la base tirée du document de Lévêque et Monturus en fonction de leur répartition dans les deux autres bases. Pour l'instant, nous n'avons trouvé les données comptables qui nous intéressent que pour 52 firmes parmi 316. Enfin, parmi les firmes de la base « consolidation », 74 se trouvent dans la base « brevets » et seulement 40 d'entre elles sont cotées.

Tableau 2.3 : Répartition des 316 firmes impliquées dans au moins une opération de restructuration et présentes dans les bases « comptable » et « brevet »

	oui ^b	52	au moins un brevet	oui	40
Cotée				non	12
	non	254	au moins un brevet	oui	34
				non	220

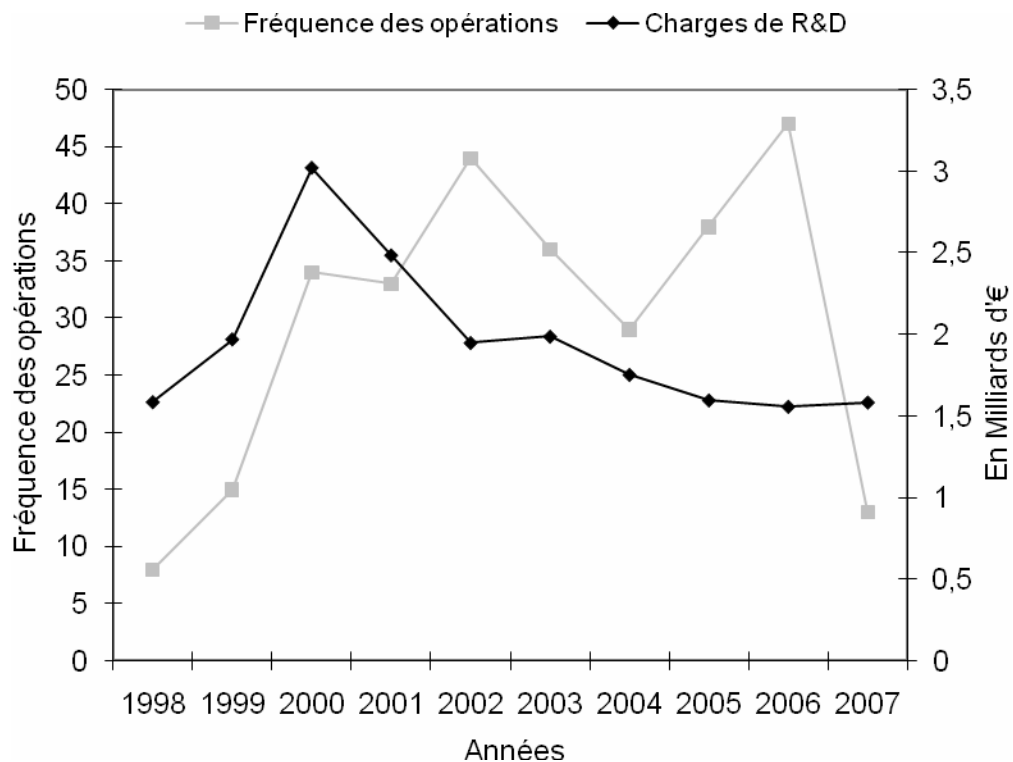
Source: Lévêque et Monturus (2008), EPO, Datastream et calculs de l'OFCE.

^a. Lévêque et Monturus (2008) et recherches de l'OFCE.

^b. Il ne s'agit que des entreprises présentes dans les quatre secteurs suivants, selon la classification dans Datastream : « électricité », « gaz eau et multi-utilités », « construction et matériels » et « producteur de pétrole et de gaz ».

Bien que ce nombre puisse changer légèrement d'ici la fin de ce projet, il y a environ 13% (40/316) de firmes de la base « consolidations » pour lesquelles nous pourrions étudier la restructuration du secteur de l'énergie électrique avec comme déterminants : (i) leurs caractéristiques de base (secteur d'activité, métier, pays principal d'exercice, etc.), (ii) leurs caractéristiques financière (chiffres d'affaire, rentabilité, etc.) et (iii) leur activité de recherche (R&D, nombre de brevets déposés, indicateurs de spécialisation dans les énergies renouvelables, etc.). Par exemple, le graphique ci-dessous qui met sur le même plan le nombre d'opérations de restructuration et l'intensité de la R&D depuis 1998 semble indiquer un lien négatif entre les deux variables. Les dépenses en R&D progressent de 1998 à 2000 où le nombre d'opérations n'est pas encore élevé. Dès 2000, ces opérations continuent d'augmenter mais les dépenses en R&D diminuent. Etant donné le résultat du Graphique 2.10, on peut penser que ces opérations de restructuration nécessitent des sommes d'argent qui ne sont plus mises dans la recherche, un résultat démontré dans l'[Article 1](#) en annexe.

Graphique 2.10 : Restructuration et dépenses en R&D



Source : Datastream, Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

2.2.2 Comportement d'innovation des entreprises de la base « consolidations »

Spécialisation des entreprises dans les énergies renouvelables

Parmi les firmes retenues à partir du document de Lévêque et Monturus (316) nous en avons donc repérés 74 dans la table « brevets », ce qui représente un total de 6683 brevets.

Acciona ; AEM ; ASM ; Bewag ; British Gas ; Cogas ; Compagnie Française du Méthane ; DEPA ; Distrigaz ; East Midlands ; Eastern Electricity ; Ecodeco ; **EDF** ; Edison ; ELF ; Elsam ; EnBW ; **Endesa** ; Eneco Energie ; ENEL ; ENI ; **EON** ; Eos ; Essent ; EVN ; EWE ; Forsmark Kraft ; Fortum ; Gamog ; **Gas Natural** ; Gaz De France ; Hafslund ; Hein Gas ; HEW ; **Iberdrola** ; Innogy ; Interlux ; International Power ; Interpower ; Lattice ; London Electricity ; Meta ; MOL ; Montedison ; MVV Energie ; National Grid Transco ; National Power ; Nesa ; Neste ; Norrkoping Miljo & Energi ; Norsk Hydro ; Northern Electric ; **Powergen** ; RAG ; Red Electrica de Espana ; Reliant Energy ; Ruhrgas ; **RWE** ; Slovensky Plynarensky Priemysel ; South Western Electricity ; Stadtwerke Bremen ; Stadtwerke Düsseldorf ; Statkraft ; Steag ; **SUEZ** ; Sydkraft ; Thyssengas ; Total ; Trondheim Energiverk ; Union Fenosa ; **Vattenfall** ; VEAG ; VEBA ; VEW

Le lecteur familier reconnaîtra la plupart des principaux acteurs du secteur de l'énergie électrique (nous en avons indiqué 10 en gras), avec quelques exceptions comme Elf présent pour ses activités dans le gaz naturel avant sa fusion avec Total. Ce dernier groupe s'est lui-même diversifié en rentrant dans les énergies renouvelables dont les biocarburants.

Nous pouvons déterminer si les entreprises du secteur électrique impliquées dans des restructurations se spécialisent – et donc investissent – substantiellement dans un type de source d'énergie, notamment dans les renouvelables. Pour ce faire, nous reprenons une mesure traditionnelle de la spécialisation technologique (Cantwell et Fai, 1999) :

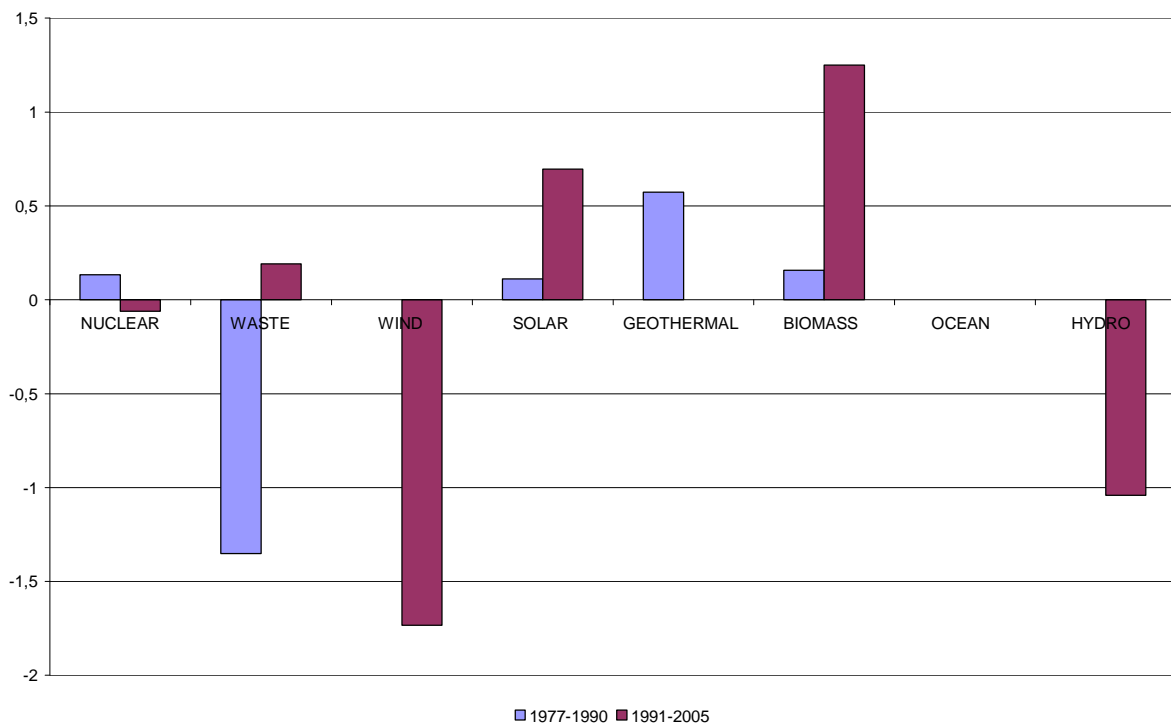
$$S_r \equiv \ln \left(\frac{P_r^E / \sum_r P_r^E}{P_r / \sum_r P_r} \right)$$

où r est un mode de production de l'électricité (nucléaire, déchets, éolien, etc.) qui regroupe donc un ensemble de technologies telles que décrites dans le Tableau 2.2 et E dénote l'ensemble des entreprises ayant déposé au moins un brevet faisant appel à une de ces technologies et présentes dans la base « consolidations ».

La mesure S_r est définie comme le ratio de deux proportions. La première (le numérateur) représente la part des technologies associées au mode de production r dans l'ensemble des

technologies pour les entreprises de E ; la seconde (le dénominateur) est relative à l'ensemble des dépositaires de brevets dans ces technologies présents dans la base EPO. Pour un mode de production r , si la proportion des technologies déposées par les firmes dans ce mode est supérieure (inférieure) à celle de l'ensemble des acteurs, le ratio est supérieur (inférieur) à l'unité, et donc la transformée logarithmique est positive (négative). Le Graphique 2.11 présente les taux de spécialisation S des technologies utilisées par les firmes et associées aux énergies renouvelables, au nucléaire et à l'hydroélectricité sur deux périodes (1977–1990 et 1991–2005).

Graphique 2.11 : Spécialisation des technologies utilisées par les firmes du secteur électrique



Source : EPO, Johnstone et alii (2008), Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

De manière intéressante, la spécialisation de nos firmes dans l'incinération des déchets, le solaire et la biomasse a augmenté. On note le passage d'une sous-spécialisation à une sur-spécialisation en ce qui concerne les déchets. La plus faible spécialisation est dans l'éolien,

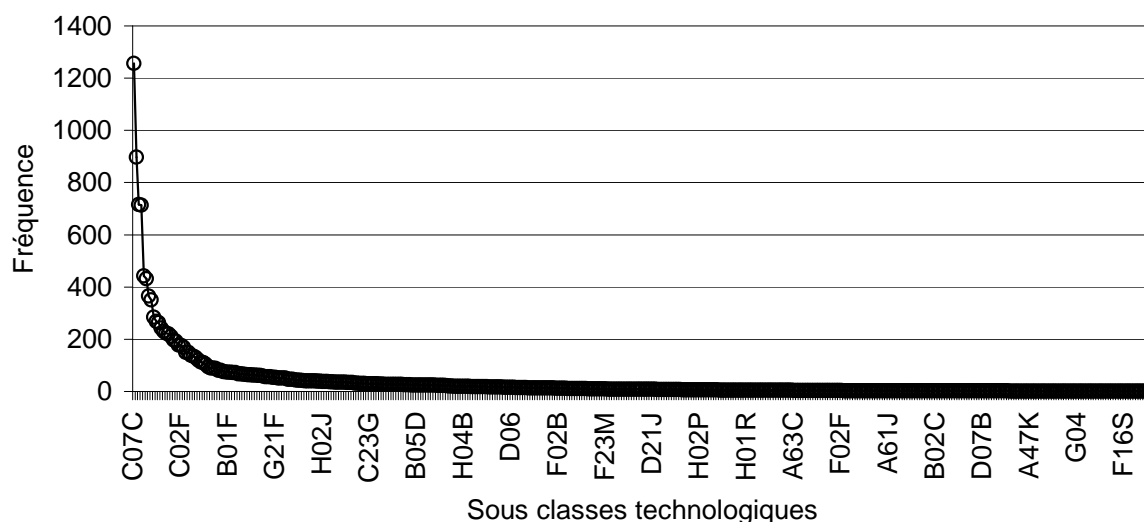
suivi de l'hydroélectricité (l'absence de mesure de spécialisation dans l'éolien pour la première sous-période traduit l'absence de firmes de E).

Certes, les domaines où les entreprises de la base « consolidations » sont spécialisées (déchets, solaire et biomasse) confirment que, au-delà de leur implication dans des opérations de restructuration, ces entreprises incluent des acteurs majeurs du secteur de l'énergie électrique. Cependant, ces mesures de spécialisation, en particulier la sous-spécialisation dans l'hydroélectricité et le nucléaire, doivent être interprétés avec précaution (cf. page 26). D'une part il nous manque de nombreuses technologies associées à ces deux modes de production de l'électricité et, d'autre part, nous n'avons pas encore un liste complète des équipementiers.

Un aperçu des technologies mises en œuvre par les firmes

Les 74 firmes de la base « consolidation » et ayant déposé au moins un brevet ont utilisés 5745 technologies différentes. Le graphique ci-après fait apparaître les fréquences d'occurrence, non pas des technologies mais des *sous-classes technologiques* (c'est-à-dire au niveau des quatre premiers caractères ; il y en a 413).

Graphique 2.12 : Fréquence des sous classes.

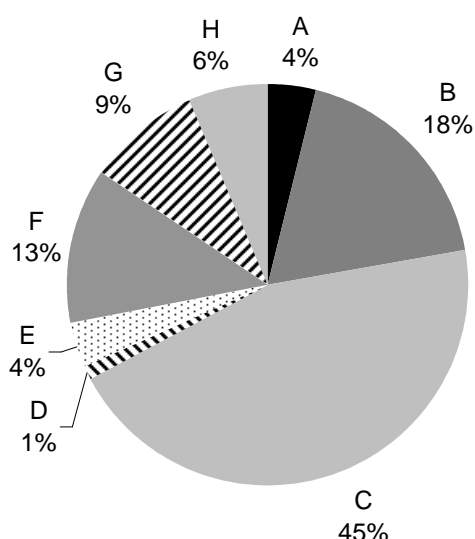


Source : EPO, Johnstone et alii (2008), Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Cette distribution semble suivre une loi de type « loi puissance » ou « loi rang-taille ». Ce résultat tient même si nous considérons tous les huit caractères qui codifient une technologie. Les 6683 brevets correspondants font appel, en moyenne à deux ou trois technologies. En effet, le nombre d'occurrences technologiques est de 15125 ($15125/6683 \approx 2,26$). Le Graphique 2.13 suivant montre plus clairement les sections auxquelles ces technologies doivent être rattachées (à ce niveau, on ne considère que le premier caractère de la classification). De manière intéressante, la section « Electricité » n'arrive par ordre d'importance qu'en quatrième position, avec une part de 6%. Ce point important qui fut déjà abordé à la page 263 montre que les technologies relatives au secteur de l'énergie électrique, notamment la production d'électricité, peuvent provenir de secteurs d'activité *a priori* éloignés du secteur de l'énergie électrique :

Les sections et classes de la [classification internationale des brevets] ne sont, malheureusement, pas toujours adaptées à l'analyse en termes de stratégies technologiques : il est donc nécessaire, pour élaborer des indicateurs portant sur ces stratégies, d'effectuer d'autres regroupements faisant le lien avec les catégories utilisées en économie industrielle et dans l'analyse des politiques technologiques (OST, p. 459).

Graphique 2.13 : Répartition des 15125 occurrences technologiques.



Source : EPO, Johnstone et alii (2008), Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Note : Les sections A à H correspondent aux intitulés donnés à la page 26.

A côté de la section H – Electricité, nous voyons que les autres domaines concernés par l'innovation dans le secteur de l'énergie électrique sont, par exemple, les technologies dans les domaines de la chimie / métallurgie (44,9% – section C), la physique (9,2% – section G).

Les technologies en rapport avec la production d'énergie et l'environnement

Pour l'instant, nous avons 280 occurrences technologiques (parmi les 15125) dans le nucléaire (soit 1,85%). Sur les 15125 occurrences technologiques, seulement 119 (soit 0,78%) sont considérées comme appartenant aux énergies renouvelables d'après les technologies proposées par Johnstone et alii (2008).

Ainsi, si nous additionnons les technologies des énergies renouvelables au sens de Johnstone et alii (2008) et celles en rapport avec l'hydroélectricité trouvées selon nos propres recherches, nous obtenons 124 occurrences technologiques, soit moins de 1% ($119/15125 \approx 0,0081$) réparties de la façon suivante : 0 pour « océan », 3 pour « géothermie », 4 pour « éolien », 5 pour « hydroélectricité », 23 pour « biomasse » (soit 18,5%), 30 pour « déchets » (soit 24,2%), 59 pour « solaire » (soit 47,5%). Le nombre d'occurrences technologiques dans le « nucléaire » est beaucoup plus représentatif et se monte à 199. Etant données l'incomplétude et l'imprécision de la liste des technologies à notre précision en rapport avec ces deux modes de production de l'électricité, ces nombres sont à prendre avec précaution (cf. page 26).

Sur les 74 firmes listées à la page 32 seulement 18 ont des brevets utilisant au moins une technologie dans les renouvelables (hors hydroélectricité). En revanche 30 auraient déposé des brevets en rapport avec le nucléaire. Malheureusement, le fait de travailler à un niveau de codification élevé (8 caractères) réduit le nombre de brevets pouvant avoir des technologies communes d'une firme à l'autre, ce qui réduit par la même occasion le nombre de firmes identifiables (cf. Tableau 2.4 ci-dessous). En passant à 6 caractères (on parle alors de *groupe technologique*), nous parvenons à identifier 1110 brevets répartis entre 49 entreprises parmi les 74 ayant déposé au moins un brevet. Le nombre de brevets d'EDF dans les énergies renouvelables passe alors à 22 répartis ainsi : déchets (11), solaire (6), géothermie (1), hydroélectricité (4) ; 157 brevets se trouveraient dans le nucléaire.

Tableau 2.4 : Répartition des 275 brevets parmi 35 entreprises sur les 74 impliquées dans une opération de restructuration.

Entreprise	Brevets	Nucléaire	Déchets	Eolien	Solaire	Géoth.	Biomasse	Océan	Hydro
British gas	23	16	7						
Compagnie F. du Mét.	1	1							
Ecodeco	3	1	2						
EDF	55	52				1			2
ELF	36	20	1				14		1
EnBW	1				1				
ENEL	1	1							
ENI	1	1							
EON	1	1							
Fortum	4	1	2		1				
Gaz De France	7	7							
Iberdrola	1	1							
Innogy	5	2	3						
International power	2	2							
Lattice	5	5							
MOL	2	2							
Montedison	2	2							
National Grid Transco	3	3							
National Power	1	1							
Neste	3				3				
Norsk Hydro	48	31		2	15				
Northern Electric	1	1							
RAG	3	2	1						
Reliant Energy	3	1	2						
Ruhrgas	10	9				1			
RWE	5	3	2						
Stadtwerke Bremen	1		1						
Steag	3		1		2				
SUEZ	3	3							
Thyssengas	1	1							
Total	17	7			1		9		
Union fenosa	1	1							
Vattenfall	16	10			4				2
VEAG	5		5						
VEW	1	1							
Nombre total	275	189	27	2	27	2	23	0	5

Source : EPO, Johnstone et alii (2008), Lévêque et Monturus (2008) et calculs de l'OFCE.

Changements des comportements d'innovation en réponse à la dérégulation

Certaines innovations organisationnelles sont clairement le résultat de la libéralisation du secteur (Markard et alii, 2004). Beaucoup de producteurs d'électricité sont, par exemple, entré

dans une phase de restructuration organisationnelle, qui comprend le « spin off » d'unités de recherche. Nous pouvons par exemple mentionner le cas de EDF Energies Nouvelles, filiale à 100% de la société EDF. Comme l'ont suggéré Markard et alii (2004), la création de ce type de filiales permet d'éviter des frictions avec l'entreprise mère.

L'expérience américaine montre que c'est clairement la R&D environnementale qui a diminué sensiblement à la suite de la déréglementation des marchés de l'électricité. Selon Sanyal (2007), de nombreux producteurs se sont détournés des activités de R&D dans le développement de hautes technologies pour aller vers des projets de court terme pouvant donner un avantage concurrentiel (voir aussi GAO, 1996, p. 11).

3 Les modèles économétriques : restructuration et innovation

Deux types de modèles ont été estimés. Le premier vise à expliquer les déterminants des opérations de restructuration entre les entreprises du secteur de l'énergie électrique en Europe sur la période 1998–2007 (sous-section 3.1). Il s'agit d'un travail réalisé au sein de l'équipe du projet SOE avec l'assistance d'un chargé de recherche. On peut dire que ce modèle est une reformulation du travail initié par Lévêque et Monturus (2008) mais dans un cadre économétrique. Bien que limité, comme nous aurons l'occasion de le souligner, il est original car, à notre connaissance, aucune étude similaire n'a été publiée pour le secteur de l'énergie électrique. Pour ce modèle, nous nous attacherons à motiver le choix de la modélisation économétrique employée, des variables retenues, puis nous discuterons des résultats.

Le second modèle étudie les déterminants des dépenses de R&D par les entreprises productrices les plus importantes de ce secteur (sous-section 3.2). Ce modèle s'appuie sur des études réalisées antérieurement pour le cas des Etats-Unis. Nos résultats et leur confrontation à ceux obtenus dans ces modèles antérieurs sont également originaux dans la mesure où aucune étude similaire n'existe dans le cas européen. Etant donné que ce travail est moins exploratoire que le précédent (bien que succincte, il existe une littérature sur l'hypothèse Schumpétérienne dans le secteur de l'énergie électrique), nous l'avons directement développé sous la forme d'un article qui figure comme document de travail attaché à ce rapport ([Article 1](#)). L'objet de la sous-section 3.2 sera seulement de justifier théoriquement ce modèle, et de placer dans le cadre de la littérature qui existe sur l'hypothèse Schumpétérienne dans le secteur de l'énergie électrique.

3.1 Déterminants des opérations de F&A : le rôle des brevets

Le modèle considéré est plus simple que le modèle de survie à risques concurrents en temps discret (Jenkins, 1995) que nous avons annoncé lors de la soumission du projet puis dans le rapport intermédiaire. Il ne s'agit pas d'un modèle logistique multinomial mais d'un modèle logit binaire. La raison est assez simple.⁵ Pour pouvoir étudier les déterminants des modes de sortie de firmes concurrentes il est important d'observer des « faillites », c'est-à-dire, des sorties au sens strict. Cependant, nous nous sommes résolus à ne pas modéliser la sortie des firmes par faillite, dans la mesure où les données que nous avons collectées ont montré que

⁵ Celle-ci nous avait été suggérée par un membre du jury du CFE.

cette possibilité est quasiment inexistante. La base de données « restructuration » ne nous permet donc pas d'estimer la probabilité qu'une firme d'un type donné sorte du secteur. Cette contrainte nous a toutefois permis de progresser sur la définition des tâches à effectuer. La base « consolidations » que nous élaborons à partir du document de Lévêque et Monturus (2008) et qui, pour le secteur de l'énergie électrique, donne justement des renseignements sur trois types d'opération (la firme fusionne, elle est la cible d'une acquisition ou d'une participation au capital, hors considération des droits de vote) nous permet néanmoins d'étudier aisément deux types d'opérations. Cette approche ressemble à celle suivie dans le travail de M'Chirgui et Chanel (2006) qui étudie les déterminants de la probabilité qu'il y ait une alliance dans le secteur de la carte à puce.

Il est important de souligner une limite de cette approche qui est que le choix discret ne porte que sur le type de l'opération et non sur la firme. Autrement dit ces opérations sont étudiées sans hiérarchie entre l'initiateur et la cible. Par exemple, lorsque nous avons affaire à une acquisition ou une participation, certes nous pouvons insérer les caractéristiques de chacune des parties impliquées dans la liste des variables explicatives. En revanche, le fait qu'il s'agisse de telle ou telle cible n'est pas considéré comme un événement / un choix. Nous reviendrons sur ce point dans la section sur les perspectives de recherche où nous suggérons d'utiliser une modélisation en deux étapes.

Nous disposons pour cette analyse économétrique de 261 entreprises européennes qui sont au moins dans le secteur de l'électricité. Nous comptons 218 firmes cibles et 59 firmes initiatrices (dont 16 qui deviennent cibles) qui ont effectué 247 opérations entre 1998 et 2007. Nous tâcherons d'identifier quels déterminants influencent les différents types de rapprochement. Nous décrivons les variables retenues pour l'analyse en commençant par la variable dépendante, le modèle associé, suivi des variables explicatives. Nous justifions tout le long le choix de ces variables.

3.1.1 Un modèle de décision du choix des opérations

La variable dépendante est ici le type d'opération effectué par les firmes. Les fusions étant peu nombreuses (7) et considérant que les finalités d'une acquisition et d'une fusion sont proches, notamment la réalisation de synergies au sein d'une seule entité, nous regroupons les fusions et les acquisitions (F&A). Non seulement cela évite d'avoir à expliquer un type de rapprochement entre firmes peu utilisé, mais cela permet aussi de scinder les types

d'opération en deux sous échantillon de taille pas trop inégale. Nous codons les types d'opération de la façon suivante :

- 0 = « prise de participation » ;
- 1 = F&A.

Le type d'opération est renseigné dans 195 cas sur les 247 opérations. Les 52 opérations non renseignées sont dues à des informations absentes ou confuses dans le document de Lévêque et Monturus (2008), sur les sites Internet des firmes ou bien sur le site de la Commission Européenne. Nous avons donc naturellement modélisé le choix entre les F&A et les prises de participation en utilisant un modèle à variable qualitative dépendante. Nous avons choisi une modélisation de type « logit » avec Y la variable aléatoire utilisée pour coder le type d'opérations.

Des détails sur ce type de modélisation peuvent se trouver dans Greene (2003). Pour estimer le logit, nous employons le logiciel Stata qui utilise une méthode du maximum de vraisemblance. Nous ne présentons ici que quelques aspects du modèle logit, la méthode d'estimation, et les précautions à prendre avant d'interpréter les coefficients estimés.

Soit $f(1) = \frac{e^z}{1 + e^z}$ la probabilité que l'opération soit une F&A ; $0 \leq f(\cdot) \leq 1$. Notons que z (le ratio de chance, c'est-à-dire la probabilité que l'opération soit une F&A divisée par la probabilité que l'opération soit une prise de participation.), s'écrit $f(1)/f(0)$ d'après la formule précédente. Pour chaque type d'opération, z est une combinaison des variables explicatives du modèle : $z_i = \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}$. Soit $f(y)$ la probabilité que $Y = y_i$, $i = 1, K, N$ le nombre d'opérations, et $y_i \in \{0;1\}$. La probabilité jointe d'observer les N opérations est donnée par la fonction de vraisemblance $L(y_1, K, y_N) = \prod_{i=1}^N f(y_i)$. En notant $p \equiv f(1)$, alors nous avons ici une distribution binomiale, de sorte que la probabilité que $Y = y_i$ est $p^{y_i} (1-p)^{1-y_i}$. Après avoir remplacé $f(y_i)$ par cette écriture, et compte tenu de l'expression pour z , la fonction de log-vraisemblance s'écrit :

$$-\sum_{i=1}^N \left(\ln \left[1 + e^{\mathbf{x}_i' \mathbf{b}} \right] - y_i \mathbf{x}_i' \mathbf{b} \right).$$

Par un algorithme de recherche de maxima, la procédure détermine la valeur du vecteur \mathbf{b} qui maximise la log-vraisemblance.

3.1.2 Les variables explicatives

Nous listons maintenant les variables explicatives qui sont essentiellement liées aux caractéristiques des firmes et des pays dont elles sont originaires. Notre variable explicative d'intérêt est l'innovation et son lien avec les opérations de restructuration. Les autres variables sont essentiellement introduites afin de contrôler pour l'influence de caractéristiques telles que la taille des firmes, etc.

- (i) Parmi les intérêts qu'ont les firmes de faire des F&A, figurent l'appropriation des secrets, des savoir-faire et des brevets de la firme achetée. On peut donc penser qu'une variable mesurant l'innovation est importante dans le choix d'un rapprochement. Une entreprise qui ne fait pas beaucoup de recherche devrait avoir tendance à acquérir des firmes qui en font. De même les firmes qui font beaucoup de recherche en interne n'ont pas intérêt à acquérir des firmes qui font beaucoup de recherche. En effet il est coûteux pour une firme d'avoir des doublons. Nous ne disposons pas d'assez de données financières concernant nos firmes, donc au lieu de prendre en compte les dépenses de R&D, nous utilisons le nombre de brevets déposés par les firmes ;
- (ii) Il semblait important de regarder la taille de la firme comme déterminant du type d'opération. L'intuition est que les grandes entreprises acquièrent les entreprises plus modestes et qu'en cas de firmes de tailles sensiblement identiques, le rapprochement devrait s'opérer sous la forme d'une prise de participation. Pour capter cet effet taille nous avons retenu *le chiffre d'affaires*. Cette variable a cependant deux inconvénients. Tout d'abord, il est plus probable que la taille affecte la décision de faire une opération ou pas plutôt que le choix de ce type d'opération. Donc a priori, la taille mesurée par le chiffre d'affaires ne devrait pas avoir d'effet. Une seconde limite dans l'utilisation de cette variable est que la taille étant peu renseignée, pour ne pas réduire la taille de l'échantillon que nous étudions, il est préférable de ne pas la prendre en compte pour ne pas amputer l'échantillon d'observations importantes. Nous considérons à la place une autre variable de la taille à travers *le nombre d'opérations de F&A* effectuées par la firme initiatrice. Il s'agit ici de tester l'hypothèse que les entreprises ayant eu une forte croissance externe sur la période 1998–2007 ne changent pas de mode de

rapprochement avec d'autres firmes. C'est à dire que plus les entreprises ont effectué des opérations de F&A dans le passé plus elles ont tendance à faire des fusions/acquisitions plutôt que des prises de participation. On parle généralement de centralité dans les réseaux d'entreprises. Il s'agit d'une hypothèse exprimée dans l'article de Chanel et M'Chirgui (2005). Vanhaverbeke et alii. (2002) expliquent qu'une entreprise qui détient une position centrale (exprimée ici par le nombre de ses opérations antérieures) a plus de chance d'être acquéreur plutôt que d'être acquise. Notons que la pertinence de cette variable est discutable car les données utilisées pour l'estimation du modèle ne sont pas organisées sous forme de panel ;

- (iii) Si une entreprise cible est cotée en bourse, elle n'est pas détenue par une seule personne ou groupement de personnes. De plus, il est probable que la valeur de cette firme soit plus élevée qu'une entreprise non cotée. Deux résultats sont alors possibles sur le choix du mode d'opération. Si une firme n'est pas cotée (voire détenue majoritairement par l'état), la probabilité que l'opération devrait être proche de zéro et la variable « cotation » devrait accroître la probabilité d'une prise de participation. Au contraire, si une firme est cotée, la probabilité d'une opération de F&A devrait augmenter, avec un bémol cependant. Si le nombre d'actionnaire d'une firme cible est très diversifié, il peut être difficile de l'acquérir. L'hypothèse est donc que si la firme est cotée, cela diminue (accroît) la probabilité d'une F&A (prise de participation) ;
- (iv) Nous avons également considéré une variable de profitabilité. L'intuition de cette variable est celle d'une relation positive entre profitabilité et nombre d'acquisitions. Du côté des firmes cibles, on peut penser que ce sont les firmes les plus profitables qui intéressent les acquéreurs. De même que pour la variable taille, les données financières étant peu fournies pour les firmes cibles, nous choisissons de ne considérer cette variable que pour les firmes à l'initiative de l'opération car l'information est plus présente pour ces cas ;
- (v) Le secteur d'activité (gaz ou électricité ou les deux) des firmes initiatrice pourrait également jouer un rôle. Par construction, notre base de données exclut les firmes qui font exclusivement du gaz. En revanche, nous considérons comme facteur

potentiel le fait qu'une firme réalise à la fois son chiffre d'affaires dans le gaz et l'électricité, et éventuellement d'autres secteurs. Il s'agit de la firme « duale » (ou bi-énergie). Nous codons 1 la variable correspondante si la firme est présente dans l'électricité et le gaz (dual) et 0 si elle est présente dans l'électricité uniquement. Il est difficile de savoir a priori si le fait d'être spécialisé dans un seul secteur favorise plutôt un type de rapprochement. D'après le Tableau à la page 14, nous nous attendons à ce que les firmes duales et celles ayant une activité dans l'électricité uniquement réalisent plutôt des opérations avec d'autres firmes de ce secteur d'activité. En effet, une entreprise à l'initiative d'une opération préférera ne pas prendre la totalité des parts dans une entreprise qui n'est pas de son secteur car il ne connaît pas ce métier et préférera limiter ses risques. Nous avons déterminé cinq types de métiers dans lesquels un électricien peut opérer. Il y a la production d'électricité, le négoce, le transport, la distribution et la commercialisation. Les firmes les plus verticalement intégrées sont présentes dans quatre voire cinq de ces métiers, bien qu'il s'agit d'une caractéristique qui a évolué avec le temps, notamment avec les mesures de fragmentation de l'industrie. Hennart et Reddy (1997) trouvent que l'acquisition est préférable lorsque les entreprises appartiennent à la même industrie, les différences entre les cultures d'entreprises sont modérées (Lu, 2002) et le transfert de compétences semble être plus facile (Foltat, 1998). Toujours dans un souci de bien maîtriser les activités de son cœur de métier, il est probable qu'une firme cherchera plus à acquérir une firme qui effectue les mêmes métiers qu'elle et qu'elle prendra des parts dans des entreprises qui opèrent dans des métiers différents ;

- (vi) Nous tenons compte également du rôle de la dimension géographique dans le choix du type de rapprochement. Différentes études ont examiné l'impact des différences culturelles nationales sur la performance d'une opération de rapprochement. Ces travaux montrent que les différences culturelles augmentent les difficultés à gérer une joint-venture notamment dans la communication avec le partenaire ainsi que son contrôle (Lane et Beamish 1991 ; Parkhe, 1991 ; Buckley et Casson, 1996). L'hypothèse est donc que les rapprochements internationaux sont moins susceptibles de prendre la forme d'une F&A que les rapprochements domestiques. L'inverse est vrai pour le cas des prises de participations. Toutefois, comme le nombre de firmes par pays est limité, un moyen pour une firme de

grandir est clairement d'acquérir des firmes sur d'autres marchés. Pour réduire la portée de l'argument de la différence culturelle, nous avons regroupé les firmes en trois « zones géographiques » : Europe occidentale, Europe du nord et Europe de l'Est. Les différences culturelles et les distances pour le contrôle sont réduites lorsque les firmes appartiennent à la même zone. Nous faisons donc l'hypothèse que le fait d'appartenir à la même zone géographique augmente la probabilité d'une F&A et inversement pour les prises de participations. Nous avons construit une variable qui prend la valeur 1 lorsque les entreprises impliquées dans une opération appartiennent à la même zone géographique, et 0 sinon.

- (vii) Les dates de libéralisation totale du secteur de l'électricité sont différentes selon les pays européens. Certains pays ont libéralisé très tôt (comme la Suède en 1996) et d'autres pays ont libéralisés récemment (comme l'Italie en juillet 2007). Nous avons remarqué, dans la partie 1.3.1. une relation entre la date de libéralisation du pays de la firme cible et le nombre d'opérations dans ce même pays. Nous pouvons penser que plus le nombre d'années où le pays est libéralisé est important plus la probabilité d'observer des fusions/acquisitions est grande. En effet le marché libéralisé devient mature et les opérations qui s'y déroulent sont de plus grandes importances. Au début de la libéralisation, les acquéreurs peuvent être plus prudents et se contenter de ne conclure que des « joint ventures ». Nous avons pris comme variable la date de libéralisation des marchés de détail ;

- (viii) Enfin, nous utilisons une variable de profil « écologique » des pays d'où les entreprises sont originaires. Celle-ci pourrait être liée à notre variable d'intérêt. Dans l'étude des déterminants de la R&D environnementale, Sanyal (2007) utilise un « indice vert » pour les différents états américains afin de mesurer l'influence de la politique environnementale dans ces états sur l'effort d'innovation au niveau des firmes. Il est possible que les firmes intègrent ce paramètre lors des prises de décisions concernant les rachats. Dans notre étude cet indice est construit en utilisant les pourcentages de votes récoltés par les partis écologiques du pays lors des élections nationales et européennes. Nous avons créé une variable qui mesure la différence entre ces pourcentages pour le pays de l'entreprise initiatrice et celui de l'entreprise cible. Nous posons comme hypothèse qu'un acquéreur souhaitera bénéficier des conditions moins strictes en termes de contraintes

environnementales en effectuant des opérations de F&A avec des cibles moins vertes à l'étranger. Tandis que si les contraintes sont plus fortes, il préférera ne pas acquérir entièrement la firme pour ne pas être confronté directement à des contraintes nouvelles, favorisant ainsi les prises de participation.

3.1.3 Les résultats : le rôle des brevets dans le choix du mode de restructuration

Afin d'interpréter des élasticités, nous prenons la transformée logarithmique de la variable. Ces données sont obtenues en croisant la base de données des brevets européens et les firmes qui font des opérations recensées par Lévêque et Monturus (2008). Nous avons lancé trois modèles. Le premier comprend toutes les variables que nous avons énumérées précédemment. Dans les deux autres, nous avons enlevé des variables pour avoir plus d'observations (le programme utilisé sur Stata est disponible sur demande).

Tableau 3.1 : Résultats des estimations du modèle logit

Variables	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	-1,181 (1,122)	-1,855 *** (0,696)	-1,071 ** (0,459)
Producteur	0,813 * (0,493)	1,060 ** (0,422)	1,091 *** (0,420)
Trader	-0,345 (0,615)		
Transporteur	0,246 (0,601)		
Distributeur	-0,030 (0,484)		
Vendeur	0,315 (0,509)		
Secteur	-0,255 (0,489)		
Nombre d'opérations	0,0131 (0,028)		
Profitabilité de l'initiateur	-1,413 (7,839)		
Vert	-0,001 (0,060)		
Zone géographique	0,691 (0,656)	0,831 (0,544)	
Coté	-1,342 ** (0,640)	-1,497 *** (0,566)	-1,512 *** (0,563)
Ln brevets initiateur	-0,299 ** (0,147)	-0,176 * (0,093)	-0,215 ** (0,089)
Nb. années de libé. Cible	0,255 *** (0,097)	0,229 *** (0,069)	0,250 *** (0,066)
Nb. années de libé. Initiateur	-0,226 ** (0,091)	-0,159 ** (0,068)	-0,184 *** (0,065)
Log-vraisemblance	-70,69	-95,82	-97,06
Pseudo r^2	0,167	0,163	0,152
Nombre d'observations	N=131	N=174	N=174

Note : *, **, *** signifient « statistiquement différent de zéro » au seuil de 1%, 5%, 10%, respectivement.

Tout d'abord, regardons le premier modèle, nous avons seulement 131 observations car en introduisant la variable de profitabilité de l'initiateur nous avons perdu des observations en raison d'informations non renseignées. Nous n'avons ici que cinq variables sur quatorze qui sont significativement différentes de zéro. La variable zone étant significative au seuil de 20% dans le premier modèle, nous avons décidé de la garder dans le deuxième modèle. Nous l'avons ensuite retiré pour aboutir à un troisième modèle qui est le plus parcimonieux des trois. Hormis la constate, seules les variables dont les coefficients dans le Modèle 1 sont différents de zéro à un seuil supérieur ou égal à 10% figurent dans le Modèle 3.

La variable du nombre de brevets déposés par les initiateurs est significative dans tous les modèles. Son signe indique que plus un initiateur a déposé des brevets plus la probabilité d'une F&A diminue. Ce résultat est intéressant. Il montre que les firmes qui font de la recherche ne cherchent pas à acquérir de nouvelles entités mais préfèrent prendre des parts. Une explication possible est qu'elles privilégient la multiplication des prises de participation pour bénéficier d'un maximum des connaissances en R&D des cibles. Nous avons ici un effet marginal tel que qu'une augmentation d'1% du stock de brevets de l'initiateur entraîne une diminution de la probabilité d'avoir une F&A d'environ 4%. Nous avons également estimé le modèle avec le nombre de brevets détenus par la firme cible d'une opération, puis un modèle dans lequel nous avons pris le ratio entre le nombre de brevets détenus par la firme initiatrice et ce nombre pour la firme cible. Seul ce dernier fournit un résultat significatif, proche du modèle initial avec un effet marginal d'environ -3,5%.

Parmi les variables du métier, seule « producteur » est significative dans les trois modèles 1. Son signe positif confirme notre hypothèse selon laquelle, si la firme initiatrice est productrice d'électricité, cela augmente la probabilité que l'opération soit une acquisition. Les autres variables de métiers ne sont pas significatives et leurs effets marginaux sont très faibles. L'explication vient peut être du type de firmes présentes dans notre base. En effet, celles-ci proviennent du document de Lévêque et Monturus (2008), c'est-à-dire les firmes impliquées dans des opérations entre énergéticiens en Europe depuis 1998 et qui furent, pour la plupart, des opérations examinées par la CE. Or la CE ne s'occupe que des cas impliquant des firmes dont la taille dépasse un certain seuil. Or, les firmes de taille significative dans notre échantillon sont celles qui ont une activité de production. Comme nous n'avons pas dans nos observations des rapprochements entre firmes modestes, cela explique peut être la non significativité des autres métiers. Concernant le secteur, là encore la variable n'est pas significative. Cela doit venir également des données de notre base. En effet parmi les

initiateurs, 55,3% sont de type 1, c'est-à-dire qu'ils ont des activités dans le gaz et l'électricité, alors que le taux est seulement de 25,3% chez les cibles.

Notons que ces deux caractéristiques des firmes initiatrices (métier et secteur) sont celles observées fin 2007. Nous aurions pu construire ces deux variables de manière à ce que leur valeur reflète le changement dans le cœur de métier au fur et à mesure que ces firmes ont effectué leurs opérations de croissance externe. Cette limite pourrait expliquer la non-significativité de ces deux variables. Il en est de même pour la variable du nombre d'opération qui n'est pas significative non plus. L'explication viendrait du fait qu'il s'agit du nombre total d'opérations qui ont été effectuées par l'entreprise en fin 2007, alors que ce nombre n'évolue pas dans la base avant chaque opération.

La variable profitabilité de l'initiateur n'est pas significative. Ce résultat voudrait dire que quelque soit le niveau de profitabilité, celui-ci n'influe pas sur le type d'opération. Soulignons que tel que le modèle est construit, le niveau de profitabilité est le même pour les deux types d'opérations considérées (F&A et prise de participation). Nous aurons l'occasion de reparler de ce point en conclusion de ce rapport lorsque nous suggérerons un « modèle des opérations de restructuration » plus élaboré, en deux étapes. Une raison supplémentaire pourrait être l'absence de données sur cette variable pour toutes les années qui correspondent à des opérations.

La variable vert n'est pas significativement différente de zéro, suggérant ainsi que le différentiel de sensibilité environnementale ne compte pas dans la prise de décision d'un type d'opération.

La variable zone n'est pas significativement différente de 0 dans le premier modèle mais n'est pas loin du seuil dans le second avec un risque de première espèce empirique de 12,7%. Son coefficient confirme toutefois notre intuition d'une relation positive. Si les deux firmes sont dans la même zone géographique cela augmente la probabilité d'une opération de F&A. Pour rendre cette variable significative peut être aurait-il fallu procéder autrement que par zone géographique. Il aurait peut-être été mieux de créer une matrice avec les pays des firmes initiatrices en lignes et les pays des firmes cibles en colonnes, et inscrire la distance entre chaque pays. Ou bien, aurait-il été préférable de considérer des variables institutionnelles reflétant le degré d'ouverture, en termes d'appropriation du capital des entreprises cibles des différent pays.

La variable de cotation est très significative dans tous les modèles. Son coefficient indique que si la cible est cotée, cela diminue la probabilité d'une F&A. Cela confirme notre intuition

de début. L'effet marginal (cf. le tableau ci-dessous) est de -0,686. Cela signifie que lorsqu'une firme est cotée, la probabilité qu'une opération soit une F&A diminue de 68,6%.

Le nombre d'années de libéralisation des marchés de détail du pays de la firme cible et de la firme initiatrice est significatif dans les deux cas. Le signe est positif pour les pays des firmes cibles et négatif pour les pays des firmes initiatrices. Cela signifie que plus la date d'ouverture totale du secteur est éloignée dans les pays des firmes cibles plus la probabilité d'une fusion/acquisition est élevée. Tandis que plus cette date est éloignée dans les pays des firmes initiatrices moins la probabilité d'une fusion/acquisition est élevée. Une augmentation d'une année de la durée de libéralisation du pays de firme cible augmente la probabilité d'une F&A de 25%. Tandis qu'une augmentation d'une année de la durée de libéralisation du pays de firme initiatrice diminue la probabilité d'une F&A de 18,5%. Le tableau 3.2 montre ces résultats pour des changements de un écart-type autour de la médiane (env. 4 années), soit respectivement + 21% et -16%. Les effets marginaux sont évidemment plus petits et de l'ordre de +5 et -4%

Tableau 3.2 : Effets marginaux du Modèle 3

Variables dichotomiques	x	de		à		différence max-min	(max-min)/min
		x=min	x=max	x=min	x=max		
Producteur	0,695	0,193	0,415	0,223	0,223	1,156	
Coté (cible)	0,161	0,394	0,125	-0,269	-0,269	-0,682	
Variables continues	x	med-1/2σ	med+1/2σ	σ	effets marginaux		
Brevets initiateur (log)	2,944	0,391	0,287	-0,104	-0,0482		
Nb. d'années de libé. (cible)	5	0,238	0,454	0,216	0,0560		
Nb. d'années de libé. (initiateur)	4	0,424	0,260	-0,164	-0,0412		

Sources : Calculs de l'OFCE à partir des bases de données établies dans la section 2.

3.2 Dérégulation et Dépenses de R&D des Producteurs D'électricité

Comme l'ont montré deux études récentes dans le cas des Etats-Unis, l'instauration de règles de marchés entre les différents acteurs du secteur de l'énergie électrique a influencé le comportement des producteurs d'électricité (au sens de « electric utilities »).⁶ Ce résultat a également été démontré à partir de questionnaires adressés aux acteurs eux-mêmes : à partir

⁶ L'expression « producteur d'électricité » est à prendre ici au sens de l'expression anglaise « electric utility ».

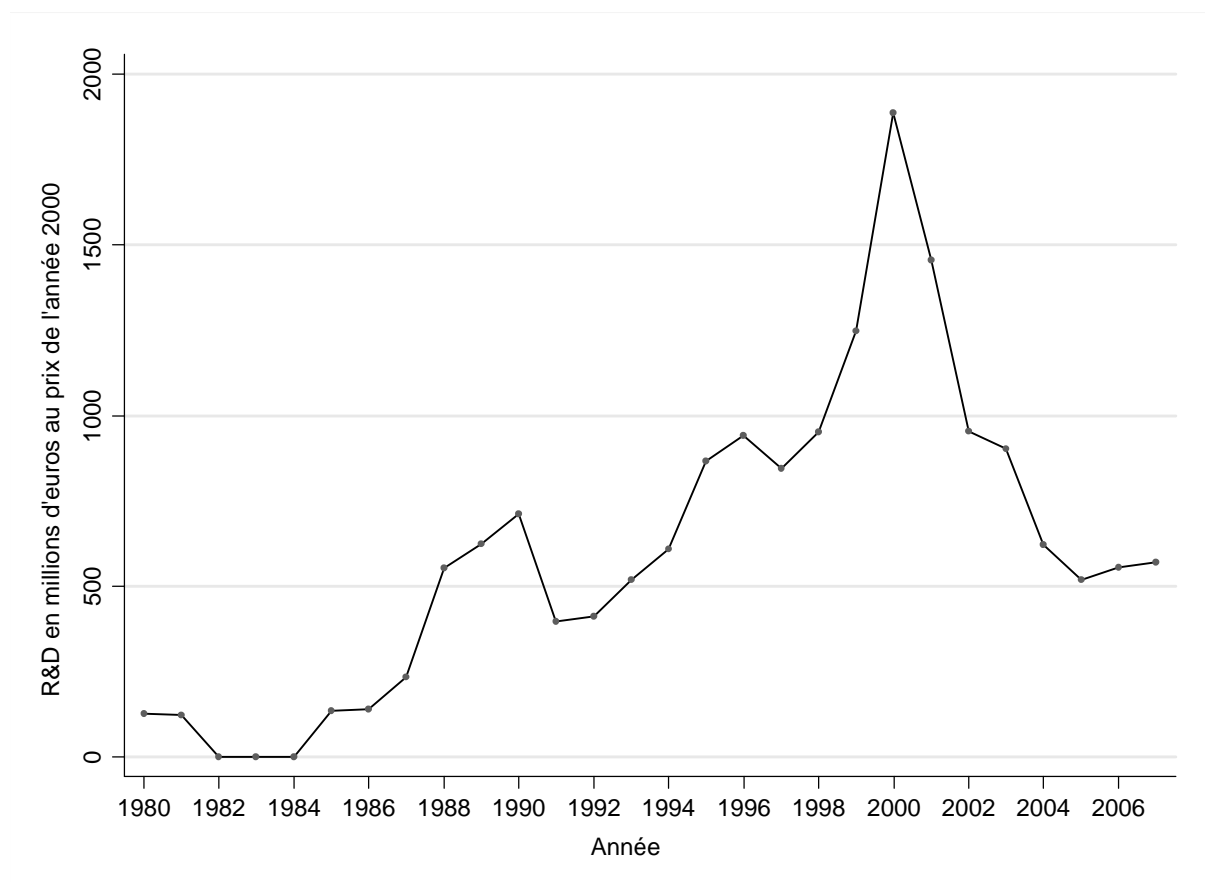
Nous aurions pu utiliser l'expression « entreprise de service public de l'électricité », ou « énergéticien ».

d'un échantillon de plusieurs pays (Allemagne, Suisse, et Pays-Bas), Markad et alii (2004) trouvent que la libéralisation du secteur de l'énergie électrique a, dans chacun de ces pays, induit des changements dans la sélection par les producteurs d'électricité des innovations produites par les équipementiers et de leurs propres innovations. Par ailleurs, et comme nous l'avons montré empiriquement dans la section 2 de ce rapport, cette libéralisation a créé de nouvelles opportunités d'internationalisation des groupes qui étaient déjà de taille importante. Plus sérieusement, la dérégulation des marchés de l'énergie et la fragmentation du secteur qui l'accompagne, soulèvent la question de savoir si la taille des producteurs joue un rôle dans la poursuite des objectifs environnementaux que se fixent la plupart des gouvernements de l'Union Européenne. Autrement dit, en déstabilisant le secteur de l'énergie électrique, l'Union européenne pourrait ne pas atteindre l'objectif ambitieux de réduire de d'au moins 20% les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020, dès lors que les grandes firmes ne seraient plus capables de promouvoir la diffusion des technologies répondant à cet objectif.

Afin de répondre à cette question de l'avantage ou pas des grandes firmes, et en même temps à celle de l'existence des facteurs favorables à l'accroissement des efforts d'innovation, nous avons tenté de reproduire, pour le cas des producteurs d'électricité en Europe, les travaux de la littérature économétrique récente sur ce sujet qui est appliquée au cas de l'Amérique du Nord. Dans cette littérature, les auteurs ne se focalisent pas seulement sur les facteurs « taille de la firme » et « dérégulation », mais sur l'ensemble des déterminants potentiels des dépenses de R&D.

Le choix de retenir la R&D est critiquable car cette variable n'offre qu'une mesure imparfaite de l'innovation (Johnstone et alii, 2008), mais elle a l'avantage d'être facilement disponible. Nous sommes parti d'un sous échantillon exploitable de 22 producteurs majeurs au niveau Européen pour lesquels nous avons construit de nouvelles variables pouvant expliquer le renversement de tendance dans les dépenses de R&D, et cela pour la période 1980–2007. Certaines de ces variables ont été présentées dans la section 2.

Graphique 3.1 : Dépenses totale de R&D pour les principaux producteurs d'électricité, 1980–2007, Europe



Le graphique ci-dessus reproduit l'évolution de la variable R&D pour les producteurs d'électricité. Il s'agit ici des dépenses réelles de R&D, en €, au prix de l'année 2000 pour les 22 entreprises retenues. Nous remarquons tout de suite que le retournement de tendance ne concerne pas seulement l'intensité des dépenses de R&D mais également ces dépenses en niveau. Nous constatons une similitude frappante avec ce même retournement observé dans Sanyal et Cohen (2008) et Sanyal (2007) dans le cas des entreprises américaines, celui-ci s'étant produit plus tard en Europe (aux Etats-Unis, la valeur maximale des dépenses de R&D est atteinte en 1993, alors que le pic est ici en 2000). Bien que ce soit la R&D liées aux objectifs environnementaux qui nous intéresse, il est important de noter qu'aux Etats-Unis, ce retournement s'observe à la fois pour les dépenses totales de R & D (Sanyal et Cohen, 2008) et les dépenses spécifiques à de la recherche environnementale (Sanyal, 2007). Quels facteurs sont derrière ce recul ?

Les facteurs derrière la chute des dépenses de R&D

Les déterminants de l'évolution des dépenses de R&D dans le secteur de l'énergie électrique en Europe ont attiré l'attention des économistes que quelques années après que la baisse de ces dépenses a été constatée aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. La principale raison avancées par plusieurs auteurs est l'anticipation d'une augmentation de l'intensité concurrentielle en réponse aux mesures de dérégulation. Les producteurs en ont déduit une plus grande incertitude sur la valeur de leurs revenus futurs (Sanyal et Cohen, 2008 ; Sanyal, 2007 ; Kammen et Margolis, 1999). Une raison supplémentaire observée aux États-Unis a été une réduction globale des financements de l'État fédéral, plus particulièrement dans le nucléaire, les combustibles fossiles et certains projets de R & D liée directement à l'environnement (voir GAO, 1996, p. 5). C'est Sanyal (2007, p. 337) montre plus particulièrement l'impact de ces anticipations sur les dépenses de R & D orientées vers des objectifs sociaux ou d'intérêt public, comme par exemple la recherche sur le réchauffement climatique. L'argument étant que ce type de recherche ne confère pas à court terme de réduction des coûts ou d'amélioration d'efficacité qui apporterait aux producteurs un bénéfice privé. Cette influence négative souligne la nature de bien public de l'innovation dans le secteur de l'énergie électrique, en raison des effets externes négatifs qui caractérisent la plupart des problèmes environnementaux (Horbach, 2008, p. 165). Ceci tend à limiter l'implication d'investisseurs privés car l'existence de « spillovers » réduit les retombées auxquelles ils peuvent s'attendre (Jamash et Pollitt, 2008, p. 998).

En soulignant le rôle des anticipations, cette littérature suggère que les conséquences attendues des réformes ont produit leur effet sur les dépenses de R&D avant même que les marchés aient été libéralisés. Ainsi, anticipant des mesures de fragmentation de leurs capacités de production, les grands groupes de l'électricité ont réduit leurs dépenses de R&D environnementale dès les premiers signes de réformes (Sanyal et Cohen, 2008). Par conséquent, les mesures de libéralisation totale des marchés, lorsqu'elles rentrent en vigueur, ont moins d'impact que l'anticipation de ces mesures elles-mêmes. Notons que cet argument ne peut être bien compris que si l'on souligne que la libéralisation des marchés de gros est toujours suivie de celle des marchés de détail. Plus récemment, Jamash et Pollitt (2008) arrivent à la même conclusion sur le rôle de la libéralisation des marchés dans l'explication de la baisse des efforts de R&D dans plusieurs pays européens.

Dans l'Article 1 qui figure en annexe de ce rapport, nous avons justifié théoriquement et construit un modèle économétrique qui nous permette de tester les deux hypothèses suivantes :

- (i) les grands producteurs ont-ils un avantage en termes d'innovation mesurée par les dépenses de R&D ? (*hypothèse Schumpétérienne*) ;
- (ii) la dérégulation des marchés de l'électricité en Europe peut-elle être tenue responsable de la baisse dramatique des dépenses de R&D ?

3.2.1 L'hypothèse Schumpétérienne chez les « electric utilities »

L'objet de cette partie est de montrer que les questions (i)–(ii) sont pertinentes pour le secteur de l'énergie électrique. Cela peut être fait de deux manières. Tout d'abord, sur la base de la littérature qui existe déjà sur l'hypothèse Schumpétérienne dans ce secteur aux États-Unis. Nous allons présenter brièvement cette littérature (nous invitons toutefois le lecteur à se reporter à l'Article 1 en annexe afin d'y trouver plus de détails. Nous pensons aussi que ces deux questions sont pertinentes sur la base d'un modèle qui fournit un cadre théorique à l'existence de l'hypothèse Schumpétérienne, le modèle de Cohen et Klepper (1996). Ses suppositions, ses prédictions et nos propres résultats pour le secteur de l'énergie électrique en Europe sont donnés de manière détaillée dans l'Article 1 en annexe.

Revue de la littérature sur l'hypothèse Schumpétérienne dans l'électricité

À notre connaissance, la première contribution à l'analyse de la relation R&D–taille est le papier séminal de Wilder et Stansell (1974) qui s'appuient sur des données d'un panel de producteurs d'électricité (« electric utilities » américaines) couvrant la période 1968–1970. Leurs principaux résultats, qui sont stables sur la période étudiée, sont que l'*intensité* de la R&D augmente avec la taille, et cela d'autant plus que ces entreprises exercent leur activité dans l'électricité. Ceci permet aux auteurs de conclure que «... un accroissement de la taille des [producteurs d'électricité], qu'il soit organique ou le résultat d'une fusion, aurait un effet favorable sur les dépenses de R & D ». Suite à ce travail, le nombre d'études économétriques sur ce sujet est resté limité, comme le montre la revue de Jamasb et Pollitt (2008). Il semblerait que Sanyal (2007) et Sanyal et Cohen (2008) soient les seules études récentes mais

qui ne concernent que le cas de producteurs situés aux États-Unis. De ces études, l'on peut tirer que l'élasticité-taille des dépenses de R&D se situe dans l'intervalle [0,84–1,61] avec une valeur moyenne de 1,24. Ces auteurs déduisent de ces résultats que «[p]uisque les dé-intégrations verticale et horizontale des producteurs d'électricité réduisent significativement leur taille, il est possible que la restructuration [du secteur] soit suivie de réductions dans les dépenses de R&D par ces producteurs. » (Jamasb et Pollitt, 2008, p. 9999).

Un modèle théorique de l'avantage des grandes entreprises en général est suggéré par Cohen et Klepper (1996). Cet avantage est résumé par l'expression « cost spreading avantage » ou « avantage dans la répartition des coûts » (ci-après nous utiliserons l'abréviation « ARC » pour faire référence à cette expression ou au modèle théorique sous-jacent). Ce modèle stipule que plus l'entreprise a une taille importante, plus le niveau de production sur lequel elle peut exploiter le fruit des efforts de R&D et leur coût est important. Malgré l'assertion de Jamasb et Pollitt (2008, p. 999) selon laquelle «[i]l est concevable que les grands producteurs d'électricité sont mieux placés pour profiter d'effets d'échelles dans l'utilisation des nouvelles technologies offertes», la question de la pertinence du modèle ARC dans le cas des producteurs européens du secteur de l'énergie électrique n'a pas encore été traitée.

Le modèle ARC repose sur deux suppositions qui peuvent se résumer en deux phrases :

- la firme exploite presque toutes ses innovations à travers sa propre production ;
- ces innovations, au moment où elles sont réalisées et transformées en un bien économique, n'ont pas pour objet d'accroître la taille de la firme.

Elles conduisent à poser comme hypothèse que dans les grandes firmes, les dépenses de R&D augmenteraient plus que proportionnellement que l'output (mesuré par le chiffre d'affaires, par exemple), car elles ont une incitation plus grande à exploiter leurs innovations par le biais de leur propre production, et cela à chaque période de conduite des projets de R&D.

Pertinence du modèle ARC pour les producteurs d'électricité

Soulignons immédiatement que, compte tenu de l'évolution des dépenses de R&D (cf. graphique 3.1), il est particulièrement difficile de tester la validité du modèle ARC dans le cas des firmes qui nous intéressent ici. En effet, comme nous l'avons suggéré au début de cette

sous-section, des changements dans la structure du marché, suite aux réformes du secteur de l'énergie électrique, ont très certainement influencé les gains à innover et affecté les priorités données au management de l'innovation. Or, le modèle de Cohen et Klepper (1996) ne tient pas compte de ce type de changement. Deuxièmement, la nature de nos données ne nous permet de tester l'hypothèse Schumpétérienne qu'au niveau le plus agrégé et non au niveau des unités d'affaires. L'existence d'une relation plus que proportionnelle entre la R&D et la taille au niveau de la firme n'implique pas que cette relation existe au niveau des unités de production. Mais elle ne l'infirmes pas non plus. En revanche, d'après le modèle ARC s'il existe une relation étroite entre la R&D et la taille observée au niveau de la firme, elle est le reflet d'une agrégation de cette relation au niveau de chaque unité, d'une part mais peut aussi refléter d'autres avantages inhérents aux grandes firmes dont les grands groupes de l'électricité font partie (voir Cohen et Klepper, 1996, p. 935–36 ; Symeonidis, 1996, p. 16). Pour n'en citer quelques-uns, les grandes firmes :

- sont moins frileuses à encourir les différents risques associés à des projets de R&D car l'étendue de leurs compétences leur permettent de mélanger ces risques plus facilement ;
- ont un accès plus aisé aux différents modes de financement qui existent sur les marchés des capitaux ;
- peuvent profiter des nombreux « spillovers » qui résultent des efforts de R & D ;
- possèdent les départements complémentaires qui sont nécessaires pour exploiter elles-mêmes les fruits de leurs innovations.

A côté de ces éléments caractéristiques des grandes firmes, nous pensons que la relation entre la R&D et la taille devrait être forte chez les producteurs d'électricité verticalement intégrés (partiellement ou totalement) pour plusieurs raisons :

- (i) les recherches dans le domaine de la production et l'acheminement de l'électricité sont très spécifiques au secteur de l'énergie électrique, avec peu de possibilités de redéploiement au sens de Williamson. Par conséquent, les producteurs qui réalisent

ces recherches sont très incités à intégrer ces innovations dans leur propre processus production ;

- (ii) une deuxième incitation est liée au degré élevé de concentration que l'on observe dans ce secteur. Sur une grande partie de la période couverte par nos données, nous avons affaire à des entreprises intégrées verticalement, de la production à la commercialisation. Certaines furent des monopoles régionaux ou nationaux (une seule ou plusieurs entreprises sont sous propriété du gouvernement et désignées comme « monopoles naturels »). Par conséquent, cela leur conférait une sorte de droit de préemption sur l'utilisation des innovations fournies par les constructeurs d'équipements, ou de leurs propres innovation, craignant moins ainsi d'être imitées et profitant des économies d'échelle associées à ces innovations (Horbach, 2008, p. 165). Pour chaque entreprise, les possibilités de réplcation étaient limitées à une zone d'activité bien précise, généralement celle du monopole, mais lorsque cette zone était le territoire national, les économies d'échelle pouvaient être gigantesques ;
- (iii) De plus, pour un bien homogène comme l'électricité (le produit est essentiellement différencié dans le temps), la possibilité d'augmenter les marges passait nécessairement par une réduction des coûts que permettent les innovations de procédé. Or, le modèle ARC admet justement ce type d'innovation (voir Cohen et Klepper, paragraphe 2, p. 931). Cette incitation à augmenter les marges par la réduction des coûts est renforcée par le fait que les prix de détail de l'électricité sont fortement réglementés (bien que dans une moindre mesure depuis la vague de libéralisation des marchés). La réglementation des tarifs assurait un niveau de recette, certes, mais lorsqu'elle prend la forme de prix plafonds comme en Angleterre de 1998 à 2004, elle incite à augmenter les marges par une réduction des coûts que permettent les innovations de procédé.
- (iv) Enfin, au cœur du modèle de Cohen et Klepper se trouve la supposition que les entreprises peuvent exercer un certain pouvoir de marché, ce qui leur permet de maintenir ou d'accroître leur marge, une fois qu'innovation de procédé a permis de réduire les coûts de production. Il s'agit d'une supposition tout à fait plausible pour les grands groupes de l'électricité, dot les consommateurs ont des coûts de

migration très élevés (voir Salies, 2008 et les références citées). Ces coûts restent élevés, même plusieurs années après que les marchés de détail ont été ouverts à la concurrence, ce qui rend les opérateurs historiques disposés à prendre le risque d'échoir certains coûts inhérents aux activités de R&D.

Bien que ce modèle semble bien adapté pour justifier l'existence d'une relation R&D-taille significative, l'exercice économétrique que nous avons mené ne teste qu'une des implications de ce modèle : l'existence de cette relation au niveau des grands groupes, donc à partir de données sur les comptes consolidés. Il s'agit de la version que nous pourrions appeler « faible » de l'hypothèse Schumpétérienne. Néanmoins, nous faisons cela dans un secteur influencé par la dérégulation et en considérant également plusieurs facteurs, en plus de la taille et des réformes, susceptibles d'être responsables de la diminution des dépenses de R&D. Il s'agit notamment de certaines variables financières mesurant les contraintes financières des firmes, leur endettement, leur choix en termes de redistribution des dividendes, mais aussi leur niveau de productivité. Sur ce dernier facteur, nous avons tenu compte de la possibilité que les plus petits producteurs de l'échantillon considéré puissent avoir un niveau de productivité plus élevé afin de surmonter les coûts fixes associés à l'innovation.

3.2.2 L'impact de la dérégulation sur la chute des dépenses de R&D

Une note sur les dépenses de R&D

Les dépenses de R&D et d'autres variables des comptes des firmes utilisées dans cette analyse sont issues de la base Datastream du groupe Thomson Financial (cf. la section 2). Nous avons retenu ces données pour 22 grands groupes cotés, ayant principalement leur activité en Europe. Ces données sont observées sur la période 1980–2007. Nous avons écarté les équipementiers tels que Areva, Alstom et Siemens. Nous ne considérons pas les entreprises d'une fusion comme des entités séparées. A part Electrabel dont l'acquisition par Suez est récente, les affiliés ne sont pas non plus considérés comme des entreprises à part. En outre, nous nous concentrons sur ces entreprises qui réalisent une fraction d'au moins 50% de leurs chiffre d'affaires dans l'électricité au cours de l'année 2004. Nous avons donc écarté British Gas, Gaz de France et Suez (qui a également ses activités dans le secteur de l'eau) pour éviter les conséquences sur nos résultats statistiques de l'hétérogénéité dans les entreprises en raison de la présence de multi-utilités. Comme Wilder and Stansell (1974), il aurait été judicieux

d'inclure comme variable de contrôle la part des revenus tiré des activités dans l'électricité dans le revenu total, mais nous n'avons pas été en mesure de construire un tel ratio sur la période couverte par nos données. Enfin, comme Sanyal (2007), il aurait également été plus approprié d'utiliser les dépenses de R&D environnementales mais cette variable n'est pas disponible sur la période de 28 années couverte par nos données.

Résultats

Parmi les résultats obtenus à partir du modèle économétrique de l'Article 1 en annexe, deux nous semblent répondre à la problématique soulevée par ce projet. Nous évoquons ensuite un troisième résultat relatif au lien entre politique financière des producteurs d'électricité et innovation. Et enfin, un quatrième résultat relatif aux mix de génération des pays auxquels appartiennent les producteurs de notre échantillon, afin de voir si les efforts de R&D sont conditionnés par un retard de ces pays dans les technologies de production propres.

Résultat 1 : la R&D croît plus que proportionnellement à la taille

Parmi les firmes considérées, nous pouvons dire que les plus grosses ont un avantage en termes d'innovation puisque l'hypothèse que la R&D augmente moins que proportionnellement par rapport à la taille est rejetée en faveur de l'hypothèse Schumpétérienne. Sur l'ensemble des modèles estimés nous trouvons une élasticité R&D-taille qui varie entre 1,064 et 2,249. Quatre modèles sur les cinq estimés sont en faveur de l'hypothèse Schumpétérienne. Suite aux recommandations de Hall et alii (2007), au lieu de prendre l'actif du bilan comme variable de taille des producteurs d'électricité, nous avons également considéré le chiffre d'affaires net des dépenses de R&D. Dans ce cas, nous trouvons seulement l'existence d'une relation proportionnelle entre la R&D et la taille, ce qui d'une certaine manière est une preuve de la validité du modèle de Cohen et Klepper (1996) dans le cas du secteur de l'énergie électrique.

Résultat 2 : la dérégulation est responsable de la chute des dépenses de R&D

Pour chaque pays, nous avons mesuré la dérégulation des marchés de l'énergie à travers une variable dichotomique qui prend la valeur 1 à partir de l'année du premier texte législatif annonçant la libéralisation future des marchés de l'énergie. Il s'agit par exemple en France de la loi 2000-108, et en Grande-Bretagne de l'Electricity Act de 1989 pour ne citer que deux

exemples. Le coefficient devant cette variable est négatif et significativement différent de zéro.

Résultat 3 : l'endettement et la distribution de dividendes sont négativement reliés à la R&D

Ce résultat pour la première variable, mesurée par la somme des dettes de long terme, reflète le comportement des grands groupes de l'électricité qui se sont largement endettés afin de réaliser des opérations de croissance externe au niveau national et à l'étranger. Concernant la seconde variable (la somme des dividendes versés aux actionnaires) suggère qu'il existe une compétition sur les ressources financières à la disposition des producteurs d'électricité lorsqu'il s'agit de répartir ces ressources entre recherche et rémunération des investisseurs privés.

Résultat 4 : les producteurs les moins dotés en sources d'énergies « vertes » font plus de R&D

La variable de mix de génération est le ratio entre la quantité d'électricité produite à partir de sources thermiques (nucléaire exclu) et la quantité provenant des sources d'énergies renouvelables (hydroélectricité incluse, cf. l'Article 1 pour plus de détails) au niveau des pays. Etant donné que cette variable n'est pas disponible au niveau de chaque firme sur la période 1980–2007, et vu que ces firmes ont l'essentiel de leur parc de production dans leur pays d'origine, nous pouvons considérer cette variable comme un mix de génération représentatif pour les grands producteurs de ces pays. Le coefficient devant cette variable a le signe que nous avons posé comme hypothèse : les firmes dans les pays dont la part de sources d'énergie renouvelables est plus forte dépensent moins en R&D.

Notons cependant qu'il est difficile d'avoir une idée *a priori* du sens de la relation entre les dépenses de R&D et cette variable au niveau de la firme plutôt qu'au niveau des pays. On peut en effet s'attendre à ce que les entreprises qui produisent beaucoup d'électricité à partir de centrales à charbon dépensent plus en R&D car elles en ont besoin ; au contraire, on pourrait penser qu'il s'agit justement d'entreprises qui n'ont pas fait le choix de faire des efforts en faveur de l'environnement. Cette ambiguïté qui est présente dans l'étude de Sanyal (2007) peut être levée de manière approximative par l'utilisation de la part de l'électricité produite à partir de centrales thermiques en plus de la part au carré. C'est un point qu'il nous reste à approfondir afin de savoir si nous devons considérer cette variable.

4 Interprétation des résultats à partir de la littérature sur l'oligopole

L'innovation dans le secteur énergétique a plusieurs dimensions. Il n'y a pas à proprement parler d'introduction de nouveaux produits. Le produit change peu ou pas entre l'amont et l'aval de la filière. Pour autant le caractère non stockable du produit implique sa différenciation dans le temps et dans l'espace (Newbery 2002). Il y a introduction de nouveaux procédés et ouverture de nouveaux marchés du fait de la libéralisation et de la globalisation. Les choix effectués par les firmes et les directives européennes concourent à la formation d'une nouvelle organisation industrielle qui déborde désormais les frontières nationales. Aussi la question est-elle de savoir si l'organisation industrielle qui voit le jour répond à l'objectif d'absorber efficacement les innovations en cours qui vont bien au delà de la R&D. En quoi en particulier les imperfections liées au caractère oligopolistique de la structure émergente sont-elles un frein ou au contraire un moyen de réaliser les gains potentiellement contenus dans ces innovations ? Deux articles ont été rédigés afin de compléter le Volet 2 de la recherche.

L'Article 2 en annexe (« Stratégies industrielles et structuration du marché : le cas du secteur de l'électricité ») soulève la question, pour des marchés de l'électricité libéralisés, de la tension qui existe entre le désir de développer les mécanismes de marché et la nécessité de satisfaire les besoins en investissement, dont les dépenses de R&D font partie. Le modèle de référence plaide, certes, en faveur de démantèlements horizontaux et verticaux et du recours à des financements sur projets ainsi qu'à des instruments de couverture pour garantir l'optimalité des investissements. Toutefois, les réorganisations industrielles empiriquement observables ne confirment pas que l'on évolue vers une structure atomistique, ce que nous avons montré dans la seconde section du rapport à partir d'une description des opérations de restructuration des groupes de taille déjà importante. Nous pouvons également noter que les parts de marché des cinq plus grands groupes électriques européens sont passés de 48% à 57% entre 1998 et 2004 ; celles des dix plus grands de 62% à 72% (Defeuilley et Meunier 2008, p. 77). Il n'y a pas non plus de résultats théoriques qui confirmeraient la robustesse de ce modèle. En fait, la capacité de réaliser les investissements dans les montants et types requis dépend bien de l'organisation industrielle qui prévaut mais celle-ci est vraisemblablement un oligopole verticalement intégré avec frange concurrentielle. C'est ce vers quoi tend le

mouvement observé de fusions et acquisitions. Cet article conclut que c'est précisément ce que devraient rechercher les politiques mises en œuvre en Europe.

Cet article pose également la question de la pertinence des modèles d'organisation industrielle (OI par la suite) existants pour accompagner la mise en place d'un marché interne de l'énergie qui satisfasse les objectifs susmentionnés. Il propose une grille de lecture « évolutionnaire » de l'OI du secteur de l'énergie électrique selon laquelle la structure du marché est le résultat du processus d'innovation et non un préalable. Cette approche change de la manière habituelle (l'approche arrowienne) de traiter la question de l'OI la mieux à même d'aider au succès des innovations entendues au sens large (c'est-à-dire, comme introduction de nouveaux biens, de nouveaux processus mais aussi comme élargissement des marchés), suivant laquelle on s'interroge sur la structure de marché la plus apte à inciter à l'innovation. Si l'on adopte le point de vue évolutionnaire, il est non seulement impossible de déterminer *a priori* la structure de marché efficace, mais il est surtout opportun de considérer les voies et moyens de stabilisation d'un marché en pleine évolution.

Étant donné la difficulté de connaître la structure de marché efficace, le point focal concerne alors le pouvoir de marché et les conditions qui garantissent la stabilisation de la structure de marché. Le problème est donc moins d'établir une structure de marché présumée efficace que de veiller au bon fonctionnement du processus de marché qui doit éliminer des excès de la demande sur l'offre ou de l'offre sur la demande. Car ce sont précisément ces excès dont l'existence est associée à l'exercice de pouvoirs de monopole ou de monopsonie. Il s'agit bien de créer les conditions de marchés équilibrés, c'est-à-dire, à des situations qui n'impliquent pas de véritables pouvoirs de marché, quelle qu'en soit par ailleurs la structure, pour éviter que s'exercent des pouvoirs de marché dommageables.

Parmi ces conditions, il y a les pratiques monopolistiques – plus que des structures monopolistiques –, qui sont à même de soutenir l'innovation, et ceci parce qu'elles en assurent la viabilité. Or, ces pratiques sont susceptibles de s'exercer dans des structures de marché très différentes, où existe une hétérogénéité entre firmes. L'intégration verticale, qui contribue à lisser les prix, devient alors le moyen de coordonner des investissements complémentaires et de s'assurer de leur réalisation. Il peut arriver qu'elle se traduise par des écarts de taille importants qui ne sont pas pour autant préjudiciables. Enfin, l'article défend l'idée qu'une structure de marché efficace ne pourra être atteinte que si la rivalité entre firmes se déroule de telle manière qu'elles parviennent à un degré suffisant de coordination entre elles. La viscosité des prix fait partie de ces connexions entre firmes qui sont nécessaires et qui ont pour objet d'accroître l'information de marché avant de prendre des décisions

irréversibles. Par exemple, il peut arriver qu'une firme décide de prendre le risque d'investir en supposant plus ou moins implicitement que d'autres firmes ne prennent pas le même risque. C'est le cas d'asymétrie présumée ou réelle d'information. C'était le cas des monopoles réglementés dont la couverture des coûts était garantie.

Enfin, l'article conclut sur ce que pourrait être une structure 'naturelle' de marché dans le secteur de l'énergie électrique, et sur la politique susceptible de la promouvoir. Comme le confirment les résultats des sections 2 et 3, cette structure est celle d'un oligopole verticalement intégré avec frange concurrentielle car c'est elle qui semble, pour le moment, répondre à l'enjeu de réaliser les investissements dans les montants et les types requis. Partant de ce postulat, il est alors possible de reconnaître les pratiques industrielles (monopolistes) nécessaires et celles qui doivent être condamnées par la politique sectorielle.

Dans un travail complémentaire (Article 3 en annexe, « Signaux-prix et équilibre de long terme – Repenser la régulation et l'organisation des marchés électrique »), nous insistons sur les difficultés à encadrer l'investissement dans les marchés de gros de l'électricité décentralisés. Ces marchés ne sont jamais à l'équilibre de long terme. En effet, les prémisses de l'articulation court-terme / long terme dans la théorie de l'équilibre de marché ne sont pas valables parce que les marchés ne peuvent pas être complets. La réforme du secteur reporte tous les risques sur les producteurs alors que les prix de court terme sont constamment volatiles et ne tracent aucune tendance lisible. Ils ne permettent pas d'assurer l'équilibre physique en extrême pointe en longue période, comme ils n'incitent pas à des choix d'investissement sur l'ensemble de l'éventail des technologies pour assurer le mix optimal.

La réponse aux échecs de marché est donnée par des arrangements longs entre parties qui permettent de rigidifier les prix et dont il faut assurer la crédibilité de l'engagement et par des structures de marché imparfaites au regard de la théorie, mais qui assurent l'efficience de long terme. Il faut amender le modèle du marché décentralisé auquel se réfèrent les réformateurs et les autorités de régulation. Il s'agit d'accepter une divergence dans les structures industrielles vis-à-vis du cadre de la concurrence pure et parfaite afin de faciliter les coordinations de long terme entre entités opérant sur le marché. Les effets d'incitation par la concurrence de court terme sont inférieurs aux bénéfices sociaux permis par les arrangements verticaux que spontanément les agents vont rechercher pour gérer leurs risques, notamment en fourniture ou en production.

5 Enjeux liés à l'encadrement des marchés de l'électricité

Enfin, à la croisée du droit et de l'économie, l'Article 4, qui répond au Volet 3 de la recherche, est beaucoup plus orienté vers la recherche de remèdes structurels susceptibles de favoriser la consolidation d'une situation de dominance collective dans les marchés de l'électricité.

Plus de treize ans après la première directive européenne libéralisant le marché intérieur de l'électricité, l'intensité de la lutte concurrentielle sur ce dernier s'avère notablement insuffisante aux yeux de la Commission européenne. Témoignage de cette déception sur les premières étapes de la libéralisation les conclusions de son enquête sectorielle, rendues publiques en janvier 2007 et ses propositions d'un nouveau train de directives publiées en septembre 2007, sur lesquelles le Parlement européen vient de se prononcer en avril 2009. Deux paramètres principaux peuvent expliquer ce résultat décevant. Le premier tient, comme nous l'avons maintes fois souligné dans ce rapport, à la nature intrinsèquement oligopolistique des marchés de l'électricité, reliée aux caractéristiques techniques même de l'actif considéré et à celles de ses actifs de production, transport et distribution. La seconde, naturellement liée à cette dernière, tient en un fonctionnement des marchés qui rend particulièrement difficile la détection et donc la sanction de pratiques anticoncurrentielles mises en œuvre par les opérateurs dominants ou même par tout acteur du marché disposant de capacités de production disponibles au moment de la pointe de demande, c'est-à-dire lorsque tout kilowatt acquiert une valeur déterminante pour garantir l'équilibre en l'offre et la demande. Les retours d'expérience britanniques mais aussi et peut être surtout, au début de la décennie californiens – témoignent à la fois de la facilité avec laquelle de telles stratégies peuvent être mises en œuvre mais aussi des difficultés que rencontrent les autorités de la concurrence pour apporter la preuve de tels agissements.

A ces difficultés observées dans l'ensemble des marchés de l'électricité libéralisés, s'ajoute dans le cadre communautaire une situation concurrentielle pour le moins spécifique. D'une part, à l'exception de quelques Etats, notamment en Angleterre et au Pays de Galles, l'ouverture des marchés ne s'est pas accompagnée par le démantèlement des opérateurs historiques, lesquels demeurent donc dominants sur leur marché d'origine. La libéralisation a finalement conduit non pas à un marché unique mais à la juxtaposition de marchés partiellement et très diversement libéralisés, très insuffisamment interconnectés et dominés par un (ou quelques) opérateur(s) historique(s). En effet, le marché européen est excessivement morcelé du fait d'interconnexions qui furent calibrées non pas pour des

échanges constants propres à un marché unifié mais en fonction des besoins d'échanges des anciens opérateurs historiques, déterminés pour des prestations de secours ou au mieux dans le cadre d'investissements conjoints en production sur le territoire de l'un des deux états concernés.

Ces spécificités favorisent l'émergence d'une structure de marché oligopolistique, laquelle s'éloigne très significativement de la logique de concurrence pure et parfaite. Or, le modèle décentralisé devait permettre de renforcer l'efficacité de la gestion du système électrique européen, de renforcer la sécurité d'approvisionnement, d'améliorer le mix énergétique (entre les différentes technologies de production) et, espoir en grande partie vain pour les états qui ont abordé la libéralisation avec des systèmes efficaces, de faire baisser le coût de l'électricité.

Les incitations fournies par le marché plus de dix ans après le début de la libéralisation ne permettent pas de tenir les promesses de l'allocation optimale des ressources en termes statique et de la fourniture d'incitations efficaces à l'investissement en termes dynamique. En outre, la collusion ou la dominance – individuelle ou collective – sont beaucoup plus probables sur de tels marchés que sur d'autres. Il s'avère en effet particulièrement difficile de repérer les pratiques anticoncurrentielles sur le marché de l'électricité. Du coup, les indicateurs traditionnels de structure utilisés en droit de la concurrence, comme l'indice d'Hirschmann-Herfindal ne s'avèrent pas significatifs. Il est particulièrement difficile de distinguer, dans une brusque envolée des prix spot, entre rente de rareté et abus de position dominante lors des épisodes de vives tensions sur les marchés électriques. Or, si le juge de la concurrence vient à sanctionner à tort (erreur de type II) une firme ayant dégagé des marges significatives lors d'un tel épisode de valorisation extrême des cours, le risque est de décourager les investissements. Il en va de même si le régulateur sectoriel décidait de plafonner les prix. Dans de pareilles situations, les opérateurs vont anticiper qu'ils ne pourront pas pleinement tirer profit de rentes essentielles à la récupération de leurs capitaux investis.

Une telle insécurité juridique peut être encore aggravée si les critères adoptés par les autorités apparaissent aux acteurs du marché comme excessivement larges, fluctuants ou imprécis. L'insécurité juridique, liée aux difficultés de régulation des marchés de l'électricité peut aller à l'encontre de l'efficacité de long terme et mettre en cause leur capacité à fournir de bons signaux de prix pour permettre des investissements minimisant le coût global de la fourniture sur le long terme et garantissant l'adéquation de capacités – i.e. la sécurité de fourniture.

Le contrôle des comportements – pourtant au cœur des prescriptions théoriques des politiques de concurrence – est particulièrement difficile à mettre en œuvre – en général – et

dans le secteur électrique en particulier. Ce faisant, la question des structures de marché devient centrale, que cela soit en matière de contrôle des projets de concentration ou de remèdes structurels, lesquels peuvent être exigés dans le cadre des enquêtes pour pratiques anticoncurrentielles ou même proposées par les firmes elles-mêmes dans le cadre des procédures d'engagement.

Deux dimensions paraissent particulièrement intéressantes quant au rôle des politiques de régulation sectorielle et de concurrence en matière électrique dès lors que l'on considère d'une part la structure intrinsèquement oligopolistique du marché et d'autre part les difficultés de caractériser les comportements des firmes comme anticoncurrentiels. Il s'agit respectivement de la question de la dominance collective et celle des solutions structurelles imposées aux firmes – en premier lieu en matière de découplage effectif (« unbundling ») des entreprises verticalement intégrées. Cet article s'attache à la seconde dimension – celle du démantèlement vertical des opérateurs historiques, lequel figure au centre des propositions de la Commission dans le cadre du troisième paquet de directives (septembre 2007). Nous nous interrogerons ce faisant de façon plus générale à la question des remèdes structurels. Nous verrons au fil de nos développements et plus particulièrement dans le cadre de la dernière de l'article, de nature conclusive, que si les désinvestissements (« divestitures ») peuvent résoudre, éventuellement et dans le cadre de conditions relativement restrictives, certaines des difficultés concurrentielles rencontrées sur les marchés électriques, ils n'en posent pas moins de nouvelles questions... intrinsèquement reliées au risque de renforcement de la dominance collective...

6 Conclusion

Nous terminons ce rapport par un résumé des résultats empiriques et économétriques (sous-section 6.1), puis une présentation de l'activité de recherche qui permettrait de répondre encore mieux à la problématique traitées dans le projet SOE (sous-section 6.2). Les extensions de recherche liées aux Articles 2 à 4 sont décrites à l'intérieur de ces articles et ne sont pas reportées dans la présente conclusion.

6.1 Résumé des résultats empiriques et économétriques

L'étape de constitution de la base des données et les exercices de statistique descriptive associés ont produit quelques résultats intéressants :

- (i) les opérations de restructuration sont plutôt concentrées dans les pays qui ont les premiers libéralisé leur secteurs de l'énergie ;
- (ii) Les technologies nécessaires à la production d'électricité dans le secteur de l'énergie proviennent en majorité d'autres secteurs d'activité de l'économie ;
- (iii) en ce qui concerne les sources d'énergies renouvelables, les dépôts de brevets pour les firmes impliquées dans des opérations de restructuration est plus importante dans l'éolien ;
- (iv) relativement à l'ensemble des firmes qui déposent des brevets faisant appel à des technologies liées aux énergies renouvelables, celles du secteur de l'énergie électrique impliquées dans des opérations de restructuration se sont spécialisées dans l'incinération des déchets, le solaire et la biomasse. On est passé d'une sous-spécialisation à une sur-spécialisation en ce qui concerne les déchets et la biomasse représente le domaine de spécialisation le plus important. La plus faible spécialisation est dans l'éolien.

Nous avons également montré l'intérêt de modèles économétriques conditionnels afin de mieux comprendre les différents facteurs à l'origine de la restructuration du secteur et de la

baisse des dépenses de R&D. Ces modèles ont clairement montré qu'il existait un lien entre innovation et restructuration. D'après les résultats du modèle des déterminants des opérations de restructuration, le nombre de brevets détenus par l'entreprise cible ne semble pas jouer un rôle déterminant dans les opérations de restructuration par F&A. En revanche, le stock de brevets détenus par la firme initiatrice oui. Il semblerait donc que le choix du mode de croissance externe des entreprises à l'origine de ces opérations ne soit pas motivé par le profil d'innovation des entreprises ciblées. Ces résultats nous permettent également de nous projeter dans l'avenir en conjecturant que les énergéticiens de pays qui ont libéralisé leur secteur plus récemment feront probablement l'objet de prises de participation dans leur capital dans un premier temps, avant que n'ait lieu une vague d'acquisitions voire de fusion par la suite. C'est tout à fait compatible avec la valeur estimée négative de l'effet du coefficient devant la variable muette « Cotée » (-68,2%) qui suggère que les premières cibles seront naturellement les entreprises placées en bourse. Notre étude montre les préférences des firmes entre une F&A et une prise de participation. Or, il serait intéressant de développer un modèle en deux étapes qui expliquerait les raisons entre le choix de faire une opération ou pas (première étape), qui conditionnerait celui du type d'opération. Nous reparlerons de l'intérêt de ce type de modèle en conclusion de ce rapport.

Le modèle sur les déterminants du renversement de tendance dans les dépenses de R&D, a révélé l'importance du rôle de la dérégulation du secteur de l'énergie. Celle-ci s'est accompagnée d'une privatisation des grands groupes de l'électricité avec pour conséquence que ces derniers ont tendance à réduire les dépenses de R&D, au bénéfice de la rémunération des actionnaires. On constate également un endettement défavorable à l'innovation mais qui serait motivé par la poursuite des opérations de consolidation. Ce résultat n'est d'ailleurs pas incompatible avec ceux du modèle précédent puisque les grands groupes qui possèdent le moins de brevets sont justement ceux qui rachètent le plus d'entreprises du secteur de l'énergie.

6.2 Perspectives de Recherche

Malgré la nouveauté des travaux effectués pour le secteur de l'énergie électrique en Europe, et les contributions apportées par les différents articles joints en Annexe, ce rapport final ne répond pas encore pleinement aux questions posées par le projet SOE, d'où l'intérêt de préciser comment nous comptons poursuivre les travaux de ce projet. Les données que nous avons récoltées et les contraintes qu'elles imposent nous ont obligés à repenser la

spécification des deux modèles économétriques que nous avons estimés tout en restant fidèle à l'objet initial d'étudier le lien entre restructuration et innovation dans le secteur de l'énergie.

6.2.1 Vers des modèles plus élaborés

Quel modèle pour la restructuration du secteur de l'énergie électrique ?

Certes, les opérations de restructuration dans le secteur de l'énergie électrique ne produisent pas de « sortie » des firmes impliquées dans ces opérations (nous avons déjà abordé ce point dans la sous-section 1.2). Nos données n'ont pas révélé de disparitions de firmes au sens strict (par exemple, on n'observe pas de faillites de producteurs). Cela tient sans doute au fait que le potentiel de production ne doit pas refléter les aléas du marché et ne peut être inférieur à la consommation maximale prévue. En recherchant de manière approfondie, nous pourrions trouver des faillites comme celle du commercialisateur basicpower en Grande-Bretagne en 2006 (les clients de basicpower furent transférés à London Electricity, membre du groupe EDF). Les faillites ne sont certainement pas assez nombreuses pour que l'on s'intéresse à leurs déterminants. Ainsi, nous envisageons une variante au modèle que nous avons estimé à travers une modélisation de type *double hurdle* où dans une première équation nous considérons le fait qu'un initiateur se lance dans une opération ou pas et, dans une deuxième équation nous considérons quel type d'opération il s'agit. Dans cette deuxième étape nous pourrions considérer un modèle binaire comme dans ce rapport, ou bien, nous pourrions nous focaliser sur les probabilités des différents types d'opération à l'aide d'un modèle multinomial à trois événements. L'intérêt de cette approche est, lorsque l'on a affaire à une acquisition, de faire une séparation entre les variables qui influencent plutôt la première étape (il s'agit plutôt des caractéristiques de l'initiateur) de celles qui influencent la seconde (des caractéristiques de la cible). Plus généralement, nous pourrions alors rechercher des caractéristiques spécifiques des firmes qui se lancent dans des opérations, ces caractéristiques ne se retrouvant pas forcément dans le choix du type d'opération.

Quel modèle pour la relation R&D-taille ?

Le modèle qui nous a permis de tester à la fois l'influence de la dérégulation dans le secteur de l'énergie électrique et l'hypothèse schumpétérienne mériterait quelques corrections. Il pourrait s'agir notamment de mieux cerner les raisons pour lesquelles certains grands groupes

de l'électricité ne reportent pas leurs efforts de R&D en charge. Enfin, plutôt que d'utiliser les dépenses de R&D, nous pourrions utiliser le nombre de brevets, notamment dans les énergies renouvelables, ce qui, d'une certaine manière contournerait le manque de données pour la variable R&D. Tout comme l'étude de la relation R&D-taille dans un secteur, cette approche alternative est elle aussi standard (voir, par exemple, Jaffe et Palmer, 1997) et pourrait sans doute mieux répondre à la question du lien entre innovation, et restructurations due à la dérégulation dans le secteur de l'énergie électrique.

6.2.2 Mise à jour de la base « consolidations »

La base de données que nous avons construite est un investissement nécessaire pour la poursuite de ce projet. Nous rappelons que nous avons procédé à la collation et la fusion de trois bases de données relatives aux firmes du secteur de l'énergie électrique : la base des fusions et acquisitions construite à partir du document de Lévêque et Monturus (2008), la base EPO Espace Access des brevets déposés en Europe depuis 1970, et la base Datastream des données comptables. Ce travail n'est cependant pas terminé.

Nous devons enrichir le contenu de ces bases et faciliter leur utilisation de trois façons :

- (i) A partir des opérations de restructuration qui ont eu lieu en 2008 dans le secteur de l'énergie électrique. Nous pensons, par exemple, à la fusion entre Gaz de France et Suez, celle entre AEM et ASM qui a donné naissance à A2A, etc. ;
- (ii) A partir des informations disponibles dans la base Datastream sur ces opérations (cf. (ii), page 70, ci-après) ;
- (iii) La base des données de brevets est loin d'être complète dans la mesure où nous n'avons pas pu identifier toutes les firmes ayant déposé des brevets dans le domaine des énergies renouvelables (ce travail est en cours) et car seulement une partie des brevets déposés par les producteurs d'électricité ont pu être classés.

Par ailleurs, d'autres informations sont accessibles dans Datastream et que nous n'avons pas encore utilisées. Il s'agit, par exemple :

- (i) De la part du chiffre d'affaires réalisée dans le secteur d'activité (nous précisons qu'il s'agit du secteur au sens de Datastream et non au sens de Lévêque et Monturus, 2008 ; cf. 2.1.2). Pour l'instant, cette part n'est disponible que pour l'année d'exercice la plus récente, 2007. Nous allons demander ces informations à l'éditeur de cette base. Nous pouvons également consulter les rapports annuels des entreprises en ligne, mais nous savons à l'avance que le nombre d'années sera limité.
- (ii) Des noms des entreprises qui fusionnent, ainsi que sur l'initiateur et la cible lorsqu'il s'agit d'une acquisition. Nous envisageons de contacter l'éditeur du logiciel de la base de données Datastream afin d'obtenir ces informations qui permettront de compléter notre base « restructuration ».

Une étape supplémentaire pourrait consister à aller chercher dans le secteur d'activité « électricité » de Datastream les entreprises qui n'ont pas été impliquées dans des opérations de consolidation.

La base « brevets » et le problème des équipementiers

Concernant les modes de production de l'électricité couverts par nos brevets, nous devons encore identifier plus parfaitement les technologies en rapport avec les productions électronucléaires et hydroélectrique. Et surtout, il nous faut identifier les technologies en rapport avec la production d'électricité à partir d'énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz). Nous nous attendons ainsi à couvrir beaucoup plus de technologies et donc de brevets parmi les 6683 déposés par nos firmes. Nous rappelons qu'au niveau le fin de la codification des technologies (8 caractères), nous avons repéré 275 brevets (1110 au niveau des sous-groupes technologiques, c'est-à-dire avec 6 caractères). Nous souhaitons pour cela nous adresser à différents professionnels du secteur, et contacter d'autres chercheurs.

Concernant l'identification des équipementiers pertinents pour le secteur européen de l'énergie électrique, nous avons adressé le 29 mai 2008 une lettre à 29 commissions nationales de régulation du secteur de l'énergie afin d'obtenir une liste de ces équipementiers ou des informations sur comment se procurer une telle liste. Seulement huit commissions nous ont répondu (Norvège, Lettonie, Belgique, Suède, Slovaquie, Slovénie, Allemagne, Lituanie). Celles de certains pays nous ont renvoyé vers d'autres institutions ou nous ont

mentionné quelques noms d'équipementiers actifs dans ces pays (ABB, Alstom, Belpower, General Electric, ..., Siemens, Vestas, Westinghouse, etc.). Nous allons contacter ces institutions et relancer les commissions qui ne nous ont pas répondues. Le Danemark nous a transmis une liste d'équipementiers spécialisés dans les énergies renouvelables. A titre d'information, cette liste fait apparaître Vattenfall pour qui nous avons déjà toutes les informations que nous souhaitions, mais aussi l'entreprise IBM qui fabrique des logiciels et appareils de calcul de production d'électricité temps réel.⁷

⁷ Le lecteur pourra consulter le site Internet suivant : <http://www-03.ibm.com/industries/utilities/index.jsp>.

Bibliographie

- Archibugi, D., 1992, Patenting as an indicator of technological innovation: a review, Science and Public Policy, Vol. 19, No. 6, pp. 357–368.
- Arundel, A., Kemp, R., 2009, Measuring eco-innovation, United Nations University Working Paper Series, No. 2009-017.
- Bah, R., Dumontier, P., 2001, R&D intensity and corporate financial policy: some international evidence, Journal of Business Finance & Accounting, Vol. 28, No. 5–6, pp. 671–692.
- Baltagi, B.H., 2005, Econometric Analysis of Panel Data, John Wiley & Sons, 3è édition.
- Boiteux, M., 1996, in préface de W. Varoquaux : Calcul Economique et Electricité, PUF.
- Buckley P. J., Casson M. C., 1996, An economic model of international joint venture development, Journal of International Business Studies, Vol. 27, No. 5, pp. 849–876.
- Cantwell, J., Fai, F., 1999, Firms as the source of innovation and growth: the evolution of technological competence, Journal of Evolutionary Economics, Vol. 9, No. 3, pp. 331–366.
- Chirgui(M'), Z., Chanel, O., 2006, La dynamique des alliances et des acquisitions dans l'industrie de la carte à puce, 15ème Conférence internationale de Management Stratégique, Annecy/Genève, 13–16 juin 2006.
- Coase, R.H., 1988, The Firm, the Market and the Law, The University of Chicago Press, pp. 39–45.
- Cohen, W.M., Klepper, S., 1996, A reprise of size and R&D, The Economic Journal, Vol. 106, No. 437, pp. 925–951.
- Conseil Européen, Parlement Européen, 1997 (janvier), Directive 96/92/EC concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et du gaz naturel, Journal Officiel de l'Union Européenne, No. L 027 du 30 janvier, pp. 20–29.
- Conseil Mondial de l'Energie, 2007, juin, 2007 Global energy survey, WEC-Korn/Ferry, http://www.worldenergy.org/documents/weckornferry_report2007_nocover.pdf, dernier accès : août 2008.
- Conseil Mondial de l'Energie, 2004 (juillet), Reflections on energy and climate change, WEC Working Paper, http://www.worldenergy.org/documents/ecc_wp2004.pdf, dernier accès : août 2008.

- Crampes, C., 2007, Intégration latérale dans le secteur de l'énergie, La Revue de l'OFCE, No. 101, pp. 453—473.
- Defeuilley, C., Furtado, A.T., 2000, Impacts de l'ouverture à la concurrence sur la R&D dans le secteur électrique, Annals of Public and Cooperative Economics, Vol. 71, No. 1, pp. 5–28.
- Defeuilley, C., Meunier, 2008, G. Gestion du risque et intégration verticale dans l'électricité, Document de travail du LARSEN, No. 12.
- Del Monte, A., Papagni, E., 2003, R&D and the growth of firms: empirical analysis of a panel of Italian firms, Research Policy, Vol. 32, No. 6, pp. 1003–1014.
- Dodgson, M., 1991, The Management of Technological Learning: Lessons From a Biotechnology Company, Berlin, New York, Walter de Gruyter, 150 pp.
- Europa (2007, août) IP/07/1215 : Commission launches public consultation on sustainable consumption and production and sustainable industrial policy, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1215&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>, dernier accès : août 2008.
- European Economic Advisory Group, 2008, Industrial Policy, Chapitre 4, http://www.cesifo-group.de/DocCIDL/eeag_report_chap4_2008.pdf, dernier accès : septembre 2008.
- Fitoussi, J.-P., Laurent, E., Le Cacheux, J. (2007) La communauté européenne de l'environnement, de l'énergie et de la recherche (C3eR), <http://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/ebook/ebook316.pdf>, dernier accès : août 2008.
- Foltat T. B., 1998, Governance and uncertainty: the trade-off between administrative control and commitment, Strategic Management Journal, Vol. 19, pp. 1007–1028.
- Griliches, Z., 1990, Patents statistics as economic indicators: A survey, Journal of Economic Literature, Vol. 28, No. 4, pp. 1661–1707.
- Grupp, H., 1994, The Dynamics of Science-Based Innovation Reconsidered: Cognitive Models and Statistical Findings. in Economics of Technology. O. Grandstrand (Ed.), Elsevier Science, 223–251.
- Hennart J-F., Reddy S., 1997, The choice between mergers/acquisitions and joint ventures: the case of Japanese investors in the United States, Strategic Management Journal, Vol. 18, No. 1, pp. 1–12.
- Horbach, J., 2008, Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources, Research Policy, Vol. 37, No. 1, pp. 163–173.
- Jaffe, A.B., Palmer, K., 1997, Environmental regulation and innovation: a panel data study, Review of Economics and Statistics, Vol. 79, No. 4, pp. 610–619

- Jaffe, A.B., 1986, Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms patents, profits, and market value, The American Economic Review, Vol. 76, No. 5, pp. 984–1001.
- Jamasb, T., Pollitt, M., 2008, Liberalisation and R&D in network industries: the case of the electricity industry, Research Policy, Vol. 37, No. 6–7, pp. 995–1008.
- Jenkins, S.P., 1995, Easy ways to estimate discrete time duration models, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Vol. 57, No. 1, pp. 129–138.
- Johnstone, N., Hascic, I., Popp, D., 2008, January, Renewable energy policies and technological innovation: evidence on patent counts, NBER Working Paper Series, No. 13760.
- Kammen, D.M., Margolis, R.M. 1999, Underinvestment: the energy technology and R&D policy challenge, Science, Energy–Viewpoint, No. 285, pp. 690–692.
- Lévêque, F., Monturus, R., 2008 (janvier), Mergers & Acquisitions within the European power and gas sectors – Cases and patterns, Cerna, Ecole des Mines de Paris, <http://www.energypolicyblog.com/wp-content/uploads/2008/02/mas.pdf>, dernier accès : août 2008.
- Lane, H.W., Beamish, P.W., 1991, Cross-cultural cooperative behaviour in joint ventures in LDCs, Management International Review, Vol. 30 (special issue), pp. 87–102.
- Lu J.W., 2002, Intra- and inter-organizational imitative behaviour: institutional influences on Japanese firms' entry mode choice, Journal of international Business Studies, Vol. 33, No. 1, pp. 19–37.
- Markard, J., Truffer, B., Imboden, D.M., 2004, The impacts of market liberalization on innovation processes in the electricity sector, Energy & Environment, Vol. 15, No. 2, pp. 201–214.
- Nesta, L., Saviotti, P.P., 2005, The coherence of the knowledge base and the firms' innovative performance. Evidence from the Bio-Pharmaceutical Industry, The Journal of Industrial Economics, Vol. 53, No. 1, pp. 123–142.
- Newbery, D., 2002, Regulatory Challenges to European Electricity Liberalisation, Department of Applied Economics, University of Cambridge, Cambridge.
- OST (Observatoire des Sciences et des Techniques), 2006, Indicateurs de Sciences et de Technologies, Economica (édition), <http://www.obs-ost.fr/le-savoir-faire/etudes-en-ligne/etudes-2006/rapport-2006.html>, dernier accès : septembre 2008.
- Parkhe A., 1991, Interfirm diversity, organizational learning, and longevity in global strategic alliances, Journal of International Business Studies, Vol. 22, pp. 579–601.

- Patel, P., Pavitt, K., 1995, Patterns of technological activity: Their measurement and interpretation, in Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, pp. 14–51., P. Stoneman (éditeur), Oxford (UK) and Cambridge (USA), Blackwell.
- Pavitt, K., 1988, Uses and Abuses of Patent Statistics, in Handbook of Quantitative Studies of Science and Technologies, A. F. J. van Raan (éditeur), Elsevier Science Publishers.
- Rabinow, P., 1996, Making PCR: A Story of Biotechnology, Chicago and London, The University of Chicago Press, 190 pp.
- Salies, E., 2008, Mergers in the GB electricity market: effects on retail charges, Applied Economics, Vol. 40, No. 11, pp. 1483–1490.
- Sanyal, P., 2007 (juin), The effect of deregulation on environmental research by electric utilities, Journal of Regulatory Economics, Vol. 31, No. 3, pp. 335–353.
- Sanyal, P., Cohen, L.R., 2008, février, Powering progress: restructuring, competition and R&D in the U.S. electric utility industry, http://people.brandeis.edu/~psanyal/Elec_Restruc_RD_Tot.pdf, dernier accès : septembre 2008.
- Schmookler, J., 1950, The Interpretation of Patent Statistics, Journal of Patent Office Society, Vol. 32, No. 2, pp. 123–146.
- Vanhaverbeke, W., Duysters, G., Noorderhaven, N., 2002, External technology sourcing through alliances or acquisitions: an analysis of the application specific integrated circuits industry, Organization Science, Vol. 13, No. 6, pp. 714–733
- Warzinsky, F., Roeger, F., 2004, A joint estimation of price cost margins and sunk capital: Theory and evidence from the European electricity industry, document de travail 04-17, Departement of Economics, Aarhus School of Business, http://www.hha.dk/nat/wper/04-17_fwa.pdf.
- Wilder, R.P., Stansell, S.R., 1974, Determinants of research and development activity by electric utilities, The Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 5, No. 1, pp. 646–650.